

제2차 부산자연환경조사

서부산권역

2016. 05.

제 출 문

부산광역시 시장 귀하

본 보고서를 『제2차 부산자연환경조사용역 -서부산권역-』의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 5월

부산발전연구원
원장 강성철

연구진			
내부 연구진			
부산발전연구원	여운상 오동하 박상필 김태좌 이창현 김진희 배연한 장아운 이예찬	연구위원/연구책임 연구위원 연구위원 전문위원 전문위원 연구위원 연구위원 연구위원 연구위원	
외부 연구진			
부산대학교 조경학과	최송현	교수	수
부산대학교 조경학과	홍석환	교수	수
고신대학교 생명과학부	문태영	교수	수
부산대학교 생명과학과	주기재	교수	수
부산대학교 생명과학과	전태수	교수	수
(주)해양생태기술연구소	손민호	연구	구원
(주)해양생태기술연구소	김진희	연구	구원
한국환경생태기술연구소	김맹기	소장	장

Ⅰ 목 차

제1장 연구의 개요

제1절 연구배경 및 목적	3
1. 연구배경	3
2. 연구목적	4
3. 연구목표	4
제2절 연구방법	5
1. 연구방법	5
2. 연구내용	7

제2장 연구지역개관

제1절 자연환경	11
1. 위치(서부산권역)	11
2. 기후	12
3. 지형·지질	17
4. 비오름 현황	21
5. 하천	24
제2절 인문환경	26
1. 인구현황	26
2. 토지이용	28

제3장 자연환경조사

제1절 자연경관	33
1. 조사개요	33
2. 연구방법	37
3. 결과	41
4. 요약 및 결론	53
5. 참고문헌	55
제2절 식물상	57
1. 연구방법	57
2. 결과	58
3. 결론 및 고찰	66
4. 참고문헌	67

제3절 식생	68
1. 연구방법	68
2. 연구결과	69
3. 결론 및 고찰	105
4. 참고문헌	106
제4절 포유류	107
1. 연구방법	107
2. 결과	109
3. 결론 및 고찰	119
4. 참고문헌	120
제5절 조류	122
1. 연구방법	122
2. 결과	127
3. 결론 및 고찰	142
4. 참고문헌	143
제6절 양서 · 파충류	145
1. 연구방법	145
2. 결과	148
3. 결론 및 고찰	163
4. 참고문헌	163
제7절 어류	164
1. 연구방법	164
3. 결과	168
3. 결론 및 고찰	183
4. 참고문헌	186
제8절 수서동물	188
1. 연구방법	188
2. 결과	191
3. 결론 및 고찰	201
4. 참고문헌	202
제9절 곤충	204
1. 연구방법	204
2. 결과	207
3. 결론 및 제언	229
4. 참고문헌	230

제10절 해조류 및 해변무척추동물	231
1. 연구방법	231
2. 결과	233
3. 결론 및 고찰	305
4. 참고문헌	310
제11절 보호 및 유해동식물종	312
1. 연구방법	312
2. 결과	315
3. 결론 및 고찰	323
4. 참고문헌	324
제12절 우수생태계	325
1. 연구방법	325
2. 연구결과	326
3. 결론 및 고찰	338

제4장 자연환경정보의 DB 구축

제1절 자연환경정보의 DB구축	343
1. 부산시 기존 자료	343
2. 타기관 자료의 GIS DB구축	345
3. 조사자료의 GIS DB구축	346
제2절 자연환경정보 관리시스템 구축	349
1. GIS시스템 구축	349
제3절 생태·자연도 제작	353
1. 생태·자연도 작성 기준	353
2. 생태·자연도 제작	359

제5장 결론 및 정책 제언

제1절 종합결과	367
1. 경관	367
2. 식물상	369
3. 식생	371
4. 포유류	384
5. 조류	386
6. 양서·파충류	388

7. 어류	392
8. 수서동물	396
9. 곤충	400
10. 해조류 및 해변무척추동물	407
11. 보호 및 유해동식물	412
12. 우수생태계	414
제2절 평가 및 제언	418
1. 경관	418
2. 식물상	419
3. 식생	421
4. 포유류	422
5. 조류	423
6. 양서·파충류	424
7. 어류	424
8. 수서동물	426
9. 곤충	426
10. 해조류 및 해변무척추동물	428
11. 보호 및 유해동식물	428
12. 우수생태계	430

Ⅰ 표 차례

〈표 2-1-1〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 평균기온자료(단위 : °C)	12
〈표 2-1-2〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 강수량자료(단위 : mm)	13
〈표 2-1-3〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 평균풍속자료(단위 : m/sec)	13
〈표 2-1-4〉 서부산권역(김해공항기상대) 천기일수 현황	15
〈표 2-1-5〉 서부산권역의 해발고에 따른 연평균온도, 한랭지수 및 온난지수	16
〈표 2-1-6〉 하천 현황	25
〈표 2-2-1〉 최근 16년간 부산광역시 및 서부산권역 인구현황	26
〈표 3-1-1〉 산지 경관조사 기록지점	42
〈표 3-1-2〉 하천 개요	45
〈표 3-1-3〉 하천 경관조사 기록지점표	45
〈표 3-1-4〉 해안 경관조사 기록지점	50
〈표 3-1-5〉 경관조사 정리	53
〈표 3-1-6〉 경관조사 결과 종합	54
〈표 3-2-1〉 부산광역시 서부산권역의 식물종 현황	59
〈표 3-2-2〉 부산광역시 서부산권역의 보호 식물종 현황	60
〈표 3-3-1〉 군락명 명명 기준	69
〈표 3-3-2〉 서부산권역 현존식생 유형별 면적 및 비율	70
〈표 3-3-3〉 가덕도권역 식물군집구조 조사개요	73
〈표 3-3-4〉 가덕도권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황	75
〈표 3-3-5〉 가덕도권역 식물군집구조 개서어나무군락 일반적 개황	76
〈표 3-3-6〉 가덕도권역 식물군집구조 곰솔군락 일반적 개황	77
〈표 3-3-7〉 가덕도권역 식물군집구조 굴참나무군락 일반적 개황	78
〈표 3-3-8〉 가덕도권역 식물군집구조 동백나무군락 일반적 개황	78
〈표 3-3-9〉 가덕도권역 식물군집구조 소나무군락 일반적 개황	79
〈표 3-3-10〉 가덕도권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황	80
〈표 3-3-11〉 가덕도권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황	81
〈표 3-3-12〉 가덕도권역 표본목 수령 및 생장량	81
〈표 3-3-13〉 봉화산권역 식물군집구조 조사개요	82
〈표 3-3-14〉 봉화산권역 식물군집구조 신갈나무군락 일반적 개황	83
〈표 3-3-15〉 봉화산권역 식물군집구조 상수리나무군락 일반적 개황	84
〈표 3-3-16〉 봉화산권역 식물군집구조 곰솔군락 일반적 개황	84
〈표 3-3-17〉 봉화산권역 식물군집구조 소나무군락 일반적 개황	85
〈표 3-3-18〉 봉화산권역 식물군집구조 떡갈나무군락 일반적 개황	85
〈표 3-3-19〉 봉화산권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황	86
〈표 3-3-20〉 봉화산권역 식물군집구조 소나무군락 일반적 개황	87
〈표 3-3-21〉 봉화산권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황	88
〈표 3-3-22〉 봉화산권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황	89

〈표 3-3-23〉 봉화산권역 표본목 수령 및 생장량	89
〈표 3-3-24〉 아미산권역 식물군집구조 조사개요	90
〈표 3-3-25〉 아미산권역 식물군집구조 곰솔군락 일반적 개황	92
〈표 3-3-26〉 아미산권역 식물군집구조 상수리나무군락 일반적 개황	93
〈표 3-3-27〉 아미산권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황	93
〈표 3-3-28〉 아미산권역 식물군집구조 참나무류군락 일반적 개황	94
〈표 3-3-29〉 아미산권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황	94
〈표 3-3-30〉 아미산권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황	95
〈표 3-3-31〉 아미산권역 표본목 수령 및 생장량	96
〈표 3-3-32〉 자연성 평가 등급 구분 기준	97
〈표 3-3-33〉 현존식생 유형별 분류 및 자연성 평가 등급	98
〈표 3-3-34〉 서부산권역 자연성평가등급 면적 및 비율	99
〈표 3-3-35〉 부산시 온도(AWS) 자료 분석결과	102
〈표 3-3-36〉 서부산권역 잠재자연식생 유형별 면적 및 비율	103
〈표 3-4-1〉 서부산권역 포유류 조사일정	108
〈표 3-4-2〉 서부산권역의 권역별 포유류 출현종 목록	110
〈표 3-4-3〉 낙동강하구권역 포유류 서식 현황	110
〈표 3-4-4〉 낙동강권역 포유류 서식 현황	111
〈표 3-4-5〉 봉화산권역 포유류 서식 현황	112
〈표 3-4-6〉 아미산권역 포유류 서식 현황	112
〈표 3-4-7〉 가덕도권역 포유류 서식 현황	113
〈표 3-4-8〉 서부산권역의 권역별 무인센서카메라에 촬영된 포유류 종목록	113
〈표 3-4-9〉 낙동강하구권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록	114
〈표 3-4-10〉 낙동강권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록	115
〈표 3-4-11〉 봉화산권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록	116
〈표 3-4-12〉 봉화산권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록	117
〈표 3-4-13〉 가덕도권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록	118
〈표 3-4-14〉 동부산권역의 소형 포유류(침서류, 설치류) 종목록	119
〈표 3-5-1〉 조류 조사지역 및 조사경로	123
〈표 3-5-2〉 조류 조사일정	125
〈표 3-5-3〉 권역별 출현 조류종 목록	128
〈표 3-5-4〉 낙동강하구권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종	133
〈표 3-5-5〉 낙동강하구권역의 특이종 현황	133
〈표 3-5-6〉 낙동강권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종	134
〈표 3-5-7〉 낙동강권역 특이종 현황	134
〈표 3-5-8〉 봉화산권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종	135
〈표 3-5-9〉 봉화산권역 특이종 현황	135
〈표 3-5-10〉 아미산권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종	136
〈표 3-5-11〉 아미산권역 특이종 현황	136

〈표 3-5-12〉 가덕도권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종	137
〈표 3-5-13〉 가덕도권역 특이종 현황	137
〈표 3-5-14〉 권역별 종다양도와 균등도, 풍부도	138
〈표 3-6-1〉 서부산권역 양서·파충류 조사지역	146
〈표 3-6-2〉 서부산권역의 양서·파충류 출현종 목록	150
〈표 3-6-3〉 아미산권역의 양서·파충류 출현종 목록	151
〈표 3-6-4〉 물론대권역의 양서·파충류 출현종 목록	152
〈표 3-6-5〉 옥녀봉권역의 양서·파충류 출현종 목록	153
〈표 3-6-6〉 봉화산권역의 양서·파충류 출현종 목록	154
〈표 3-6-7〉 연대봉권역의 양서·파충류 출현종 목록	156
〈표 3-6-8〉 송정천권역의 양서·파충류 출현종 목록	157
〈표 3-6-9〉 지사천권역의 양서·파충류 출현종 목록	158
〈표 3-6-10〉 범방천권역의 양서·파충류 출현종 목록	158
〈표 3-6-11〉 삼락지구의 양서·파충류 출현종 목록	160
〈표 3-7-1〉 서부산권역 어류 조사일정	166
〈표 3-7-2〉 서부산권역 하천 수계별 기초수질(2회)	169
〈표 3-7-3〉 각 조사지점별 하천자연도지수	170
〈표 3-7-4〉 부산광역시 권역별 하천자연도지수 비교	171
〈표 3-7-5〉 부산광역시 권역별 하천자연도 등급 비교	171
〈표 3-7-6〉 지점별 출현종	172
〈표 3-7-7〉 각 조사지점별 생물지수	174
〈표 3-7-8〉 부산광역시 권역별 생물지수 비교	174
〈표 3-7-9〉 낙동강 본류의 채집 종과 개체수	175
〈표 3-7-10〉 서낙동강 본류의 채집 종과 개체수	175
〈표 3-7-11〉 맥도강 수계의 채집 종과 개체수	176
〈표 3-7-12〉 조만강 수계의 채집 종과 개체수	177
〈표 3-7-13〉 삼락생태공원의 채집 종과 개체수	178
〈표 3-7-14〉 낙동강 하구의 채집 종과 개체수	178
〈표 3-7-15〉 낙동강 본류와 서낙동강에서의 선행연구와의 비교	179
〈표 3-7-16〉 조만강 수계(지점 9)의 선행연구와의 비교	180
〈표 3-7-17〉 서부산권역 제1차 부산자연환경 조사와의 비교	181
〈표 3-7-18〉 서부산권역 1차조사와의 종 다양도 지수 비교	182
〈표 3-8-1〉 하천별 조사지점명	189
〈표 3-8-2〉 1차 조사에서 측정된 19개 지점의 이화학 및 수문학적 지수	192
〈표 3-8-3〉 2차 조사에서 측정된 19개 지점의 이화학 및 수문학적 지수(*: 건천화)	192
〈표 3-8-4〉 1차 조사에서 측정된 19개 지점의 하상구조	193
〈표 3-8-5〉 2차 조사에서 측정된 19개 지점의 하상구조(*: 건천화)	193
〈표 3-8-6〉 조사지점에서의 우점종	194
〈표 3-8-7〉 19개 지점의 밀도, 종풍부도, 다양도, 우점도 및 생물적 수질지수	196

〈표 3-8-8〉 전체 지점의 환경요인, 군집지수, 수질지수 간의 상관관계	199
〈표 3-8-9〉 각 클러스터별 이화학적 수질지수 및 생물 지수	200
〈표 3-9-1〉 곤충 조사시기	205
〈표 3-9-2〉 조사지역별 조사경로 및 조사지점	205
〈표 3-9-3〉 서부산권역의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	208
〈표 3-9-4〉 옥녀봉 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	209
〈표 3-9-5〉 봉화산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	211
〈표 3-9-6〉 연대봉 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	212
〈표 3-9-7〉 아미산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	213
〈표 3-9-8〉 물운대 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	215
〈표 3-9-9〉 각 조사지점에서 불완전변태류(바퀴목, 집게벌레목, 대벌레목, 메뚜기목)의 과(科)가 지지는 단순다양도	218
〈표 3-9-10〉 각 조사지점에서 노린재목의 과(科)가 지지하는 단순다양도	219
〈표 3-9-11〉 각 조사지점에서 딱정벌레목의 과(科)가 지지하는 단순다양도	221
〈표 3-9-12〉 각 조사지점에서 벌목의 과(科)가 지지하는 단순다양도	222
〈표 3-9-13〉 각 조사지점에서 나비목의 과(科)가 지지하는 단순다양도	224
〈표 3-10-1〉 서부산권역 암남 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	235
〈표 3-10-2〉 서부산권역 암남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	236
〈표 3-10-3〉 서부산권역 암남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	236
〈표 3-10-4〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	236
〈표 3-10-5〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	238
〈표 3-10-6〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	238
〈표 3-10-7〉 서부산권역 암남공원 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	239
〈표 3-10-8〉 서부산권역 암남공원 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	239
〈표 3-10-9〉 서부산권역 암남공원 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	240
〈표 3-10-10〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	242
〈표 3-10-11〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	244
〈표 3-10-12〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	244
〈표 3-10-13〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	245
〈표 3-10-14〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	246
〈표 3-10-15〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	246
〈표 3-10-16〉 서부산권역 감천 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	247
〈표 3-10-17〉 서부산권역 감천 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	247
〈표 3-10-18〉 서부산권역 감천 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	248
〈표 3-10-19〉 서부산권역 물운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	250
〈표 3-10-20〉 서부산권역 물운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	252
〈표 3-10-21〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	253
〈표 3-10-22〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	254
〈표 3-10-23〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	254

〈표 3-10-24〉 서부산권역 물운대 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	255
〈표 3-10-25〉 서부산권역 물운대 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	255
〈표 3-10-26〉 서부산권역 물운대 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	256
〈표 3-10-27〉 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	258
〈표 3-10-28〉 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	259
〈표 3-10-29〉 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	259
〈표 3-10-30〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	260
〈표 3-10-31〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	261
〈표 3-10-32〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	261
〈표 3-10-33〉 서부산권역 놀차도 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	262
〈표 3-10-34〉 서부산권역 놀차도 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	262
〈표 3-10-35〉 서부산권역 놀차도 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	263
〈표 3-10-36〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	265
〈표 3-10-37〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	266
〈표 3-10-38〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	266
〈표 3-10-39〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	267
〈표 3-10-40〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	268
〈표 3-10-41〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	268
〈표 3-10-42〉 서부산권역 동선 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	269
〈표 3-10-43〉 서부산권역 동선 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	269
〈표 3-10-44〉 서부산권역 동선 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	270
〈표 3-10-45〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	272
〈표 3-10-46〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	273
〈표 3-10-47〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	273
〈표 3-10-48〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	274
〈표 3-10-49〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	275
〈표 3-10-50〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	275
〈표 3-10-51〉 서부산권역 새바지 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	276
〈표 3-10-52〉 서부산권역 새바지 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	276
〈표 3-10-53〉 서부산권역 새바지 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	277
〈표 3-10-54〉 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	279
〈표 3-10-55〉 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	280
〈표 3-10-56〉 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	280
〈표 3-10-57〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	281
〈표 3-10-58〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	282
〈표 3-10-59〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	282
〈표 3-10-60〉 서부산권역 외양포 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	283
〈표 3-10-61〉 서부산권역 외양포 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	283
〈표 3-10-62〉 서부산권역 외양포 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	284

〈표 3-10-63〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	287
〈표 3-10-64〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	287
〈표 3-10-65〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	287
〈표 3-10-66〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	288
〈표 3-10-67〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	289
〈표 3-10-68〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	289
〈표 3-10-69〉 서부산권역 대항 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	290
〈표 3-10-70〉 서부산권역 대항 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	290
〈표 3-10-71〉 서부산권역 대항 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	291
〈표 3-10-72〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	293
〈표 3-10-73〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	294
〈표 3-10-74〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	294
〈표 3-10-75〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	295
〈표 3-10-76〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	296
〈표 3-10-77〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	296
〈표 3-10-78〉 서부산권역 천성 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	297
〈표 3-10-79〉 서부산권역 천성 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	297
〈표 3-10-80〉 서부산권역 천성 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	298
〈표 3-10-81〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	300
〈표 3-10-82〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	301
〈표 3-10-83〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	301
〈표 3-10-84〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성	302
〈표 3-10-85〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록	303
〈표 3-10-86〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화	303
〈표 3-10-87〉 중부산권역 백옥 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)	304
〈표 3-10-88〉 서부산권 백옥 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m ²)	304
〈표 3-10-89〉 서부산권역 백옥 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수	305
〈표 3-10-90〉 서부산권역 조사지역별 무척추동물의 분류군별 출현종 수	306
〈표 3-11-1〉 서부산권역 맹꽁이 조사지역	313
〈표 3-11-2〉 수달 조사하천 및 흔적 확인 수	316
〈표 3-11-3〉 뉴트리아 포획 및 목견	318
〈표 3-11-4〉 멧돼지 조사권역 및 서식 흔적	320
〈표 3-11-5〉 서부산권역 양서·파충류 출현 현황	321
〈표 3-12-1〉 군락명 명명 기준	326
〈표 3-12-2〉 가덕도권역 우수생태계 식생군락 개요	330
〈표 3-12-3〉 가덕도권역 동백나무군락 식물군집구조 특성	334
〈표 3-12-4〉 아미산권역 암남공원 해안림 식생군락 개요	336
〈표 4-1-1〉 부산시 1차 자연환경조사에서 얻어진 도면 목록	343
〈표 4-1-2〉 부산시 도시생태현황도(비오톱지도)의 필드목록	344

〈표 4-1-3〉 타기관 자료의 현황	345
〈표 4-1-4〉 타 기관 자료에서 추출한 자료목록	346
〈표 4-1-5〉 조사에서 얻어진 도면(레이어) 목록	348
〈표 4-2-1〉 QGIS의 주요 기능	350
〈표 4-3-1〉 생태·자연도 등급별 기준	354
〈표 4-3-2〉 환경부의 생태·자연도의 평가항목별 등급기준	356
〈표 4-3-3〉 식생보전등급분류 기준	359
〈표 4-3-4〉 지형보전등급분류 기준	360
〈표 4-3-5〉 환경부의 생태자연도 제작을 위해 사용된 주제도	361
〈표 5-1-1〉 지형경관조사의 종합	367
〈표 5-1-2〉 경관조사 결과 종합	368
〈표 5-1-3〉 제 1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사의 경관조사 결과 비교	368
〈표 5-1-4〉 제2차 부산자연환경조사의 식물종 현황	369
〈표 5-1-5〉 제2차 부산자연환경조사의 보호 식물종 현황	369
〈표 5-1-6〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 나타난 부산시의 식물상	370
〈표 5-1-7〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 보호 식물종 현황	371
〈표 5-1-8〉 제2차 권역별 현존식생 유형별 비율(%)	373
〈표 5-1-9〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 현존식생특성 종합	375
〈표 5-1-10〉 제2차 부산자연환경조사의 동·중·서 부산권역 식생 비교	377
〈표 5-1-11〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율	378
〈표 5-1-12〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 잠재자연식생 유형별 면적 및 비율	379
〈표 5-1-13〉 자연성 평가 등급 구분 기준	382
〈표 5-1-14〉 제1차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율(재구성)	383
〈표 5-1-15〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율	383
〈표 5-1-16〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 포유류상	384
〈표 5-1-17〉 제2차 부산자연환경조사에서 조사된 조류의 종수 및 개체수	386
〈표 5-1-18〉 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사의 권역별 종수	387
〈표 5-1-19〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 시 출현한 양서류 목록	390
〈표 5-1-20〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 시 출현한 파충류 목록	391
〈표 5-1-21〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 어류상(※, 고유종; ▲, 외래종)	393
〈표 5-1-22〉 제1차 부산자연환경조사(2001~2004)와 제2차 부산자연환경조사(2013~2016)의 어류상 비교	395
〈표 5-1-23〉 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조	400
〈표 5-1-24〉 제2차 부산자연환경조사의 동부산권역 곤충다양성 구조	402
〈표 5-1-25〉 제2차 부산자연환경조사의 중부산권역 곤충다양성 구조	402
〈표 5-1-26〉 제2차 부산자연환경조사의 서부산권역 곤충다양성 구조	402
〈표 5-1-27〉 동부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2013/2003년 비교)	403
〈표 5-1-28〉 중부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2014/2003년 비교)	405
〈표 5-1-29〉 서부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	406
〈표 5-1-30〉 제2차 부산자연환경조사에서 출현한 권역별 무척추동물의 분류군별 출현종 수	407

〈표 5-1-31〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 출현종 수	409
〈표 5-1-32〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 평균 생물량	410
〈표 5-1-33〉 동부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수	410
〈표 5-1-34〉 중부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수	410
〈표 5-1-35〉 서부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수	411
〈표 5-1-36〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 권역별 조간대에 출현한 해조류 출현종수 및 생물량	411
〈표 5-1-37〉 제2차 자연환경조사 우수생태계 종합	416
〈표 5-1-38〉 제1차 자연환경조사 우수생태계 종합	417

Ⅰ 그림 차례

〈그림 1-2-1〉 연차별 조사권역	5
〈그림 1-2-2〉 서부산권역	6
〈그림 2-1-1〉 조사 대상 권역	11
〈그림 2-1-2〉 서부산권역의 최근 15년간 기후 변이	14
〈그림 2-1-3〉 서부산권역 지형도	17
〈그림 2-1-4〉 서부산권역 지형 구분	18
〈그림 2-1-5〉 서부산권역 표고분석도	19
〈그림 2-1-6〉 서부산권역 경사분석도	19
〈그림 2-1-7〉 서부산권역 지질도	20
〈그림 2-1-8〉 토양구 분류에 따른 면적 및 비율	21
〈그림 2-1-9〉 서부산권역의 비오톱 유형 분포	22
〈그림 2-1-10〉 서부산권역의 비오톱 평가 등급도	23
〈그림 2-1-11〉 서부산권역의 지방하천	24
〈그림 2-2-1〉 서부산권역의 인구현황	27
〈그림 2-2-2〉 서부산권역의 토지이용 현황	28
〈그림 2-2-3〉 서부산권역의 용도지역 현황	29
〈그림 2-2-4〉 서부산권역의 토지지목별 현황	30
〈그림 3-1-1〉 3개의 단층선	33
〈그림 3-1-2〉 서부산권역 지형 골격	33
〈그림 3-1-3〉 대동여지도(大東輿地圖, 19C)	34
〈그림 3-1-4〉 FUSAN 지도(1912년경)	34
〈그림 3-1-5〉 산줄기	34
〈그림 3-1-6〉 물줄기	34
〈그림 3-1-7〉 지질 및 지형도 구성	36
〈그림 3-1-8〉 산지	37
〈그림 3-1-9〉 하천	37
〈그림 3-1-10〉 해안	37
〈그림 3-1-11〉 조사지역 단위	38
〈그림 3-1-12〉 경관의 분류	38
〈그림 3-1-13〉 경관 조사의 기록지점과 기록대상(동부산권역-중부산권역과 동일)	39
〈그림 3-1-14〉 조사도구(고무보트)	39
〈그림 3-1-15〉 조사도구(카메라)	39
〈그림 3-1-16〉 기록과정	40
〈그림 3-2-1〉 서부산권역 식물상 조사권역 구분	57
〈그림 3-2-2〉 서부산권역의 보호 및 희귀식물 분포	60
〈그림 3-2-3〉 가덕도권역에 서식하는 주요 식물	61

〈그림 3-2-4〉 봉화산권역에 서식하는 주요 식물	62
〈그림 3-2-5〉 낙동강권역에 서식하는 주요 식물	62
〈그림 3-2-6〉 낙동강하구권역에 서식하는 주요 식물	63
〈그림 3-2-7〉 아미산권역에 서식하는 주요 식물	63
〈그림 3-2-8〉 서부산권역의 상록활엽수 조사지점별 출현 종수 분포	64
〈그림 3-2-9〉 서부산권역의 상록활엽수 조사지점별 상록활엽수의 피도 분포	64
〈그림 3-2-10〉 서부산권역에서 출현하는 주요 상록활엽수종(사스레피나무, 마삭줄, 보리밥나무, 송악)의 분포도	65
〈그림 3-3-1〉 서부산권역 현존식생도	72
〈그림 3-3-2〉 가덕도권역 식물군집구조 조사구 위치도	74
〈그림 3-3-3〉 봉화산권역 식물군집구조 조사구 위치도	83
〈그림 3-3-4〉 아미산권역 식물군집구조 조사구 위치도	91
〈그림 3-3-5〉 서부산권역 자연성 평가도	100
〈그림 3-3-6〉 잠재자연식생 구분 기준	102
〈그림 3-3-7〉 서부산권역 잠재자연식생도	104
〈그림 3-4-1〉 포유류 조사지역	107
〈그림 3-4-2〉 무인센서카메라와 소형 포유류 트랩의 위치	109
〈그림 3-4-3〉 낙동강하구권역에서 촬영된 포유류 영상	114
〈그림 3-4-4〉 낙동강권역에서 촬영된 포유류 영상	115
〈그림 3-4-5〉 봉화산권역에서 촬영된 포유류 영상	116
〈그림 3-4-6〉 아미산권역에서 촬영된 포유류 영상	117
〈그림 3-4-7〉 가덕도권역에서 촬영된 포유류 영상	118
〈그림 3-4-8〉 생체포획용 트랩 조사	119
〈그림 3-5-1〉 조류 조사 권역 구분	122
〈그림 3-5-2〉 서부산권역에서 멸종위기종 I 급 관찰위치	139
〈그림 3-5-3〉 서부산권역에서 멸종위기종 II 급 관찰 위치	140
〈그림 3-5-4〉 서부산권역에서 천연기념물 관찰 위치	141
〈그림 3-5-5〉 서부산권역에서 보호종 관찰 위치	142
〈그림 3-6-1〉 양서·파충류 조사 대상지	145
〈그림 3-6-2〉 권역별 양서·파충류 조사 현황	149
〈그림 3-6-3〉 물운대권역의 산책로 물웅덩이와 도롱뇽 알	152
〈그림 3-6-4〉 가덕도 조사현황과 도롱뇽 알 및 북방산개구리 알	155
〈그림 3-6-5〉 삼락지구권역에 서식하고 있는 맹꽂이와 줄장지뱀 및 두꺼비	159
〈그림 3-7-1〉 서부산권역 내 하천환경의 교란 요인	164
〈그림 3-7-2〉 담수어류 조사지점도	166
〈그림 3-7-3〉 인위적 교란 요인(왼쪽 : 지점 3; 오른쪽 : 지점 8)	170
〈그림 3-7-4〉 우점종들의 상대풍부도 (▲, 외래종)	173
〈그림 3-7-5〉 고유종, 재래종, 이입종 및 외래종의 상대풍부도 비율	173
〈그림 3-7-6〉 서부산권역의 제1차 부산자연환경조사(2004)와 본 조사(2015)의 집괴분석	182

〈그림 3-7-7〉 서부산권역(강서구)의 공장수와 폐수발생량 및 방류량(2000~2012)	183
〈그림 3-7-8〉 부산광역시 인구조 변화(1995~2013년)	184
〈그림 3-7-9〉 서부산권역의 인위적인 교란 요인	185
〈그림 3-8-1〉 서부산권역 조사하천	188
〈그림 3-8-2〉 a) 문별 전체 출현 종수 구성 b) 곤충강의 목 별 출현 종수 구성 c) 곤충강의 목 별 출현 개체수 구성	194
〈그림 3-8-3〉 a) 전체 지점의 밀도 (/m ²) 값, b) 종 풍부도, c) 우점도 지수, d) 다양도 지수, e) ASPT, f) EPT%, g) BMWP. 모든 그림의 주황색 선은 평균을 의미함.	198
〈그림 3-8-4〉 자가조직맵(Self-organizing map)을 이용한 서부산권역 하천 군집 분석.	201
〈그림 3-9-1〉 곤충조사지역(동부산권역-노란색, 중부산권역-초록색, 서부산권역-파란색)	204
〈그림 3-9-2〉 서부산권역의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	208
〈그림 3-9-3〉 옥녀봉의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	210
〈그림 3-9-4〉 봉화산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	211
〈그림 3-9-5〉 연대봉 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)	213
〈그림 3-9-6〉 아미산 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	214
〈그림 3-9-7〉 물운대 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)	215
〈그림 3-9-8〉 각 조사지역별 다양도-수도곡선과 목 서열	217
〈그림 3-9-9〉 각 조사지역별 다양도와 풍부도지수	217
〈그림 3-9-10〉 서부산권역 불완전변태류에서 과구성 비교그래프(2015/2004)	219
〈그림 3-9-11〉 서부산권역 노린재목의 과구성 비교그래프(2004/2015)	220
〈그림 3-9-12〉 서부산권역 딱정벌레목의 과구성 비교그래프(2004/2015)	222
〈그림 3-9-13〉 서부산권역 벌목의 과구성 비교그래프(2004/2015)	223
〈그림 3-9-14〉 서부산권역 나비목의 과구성 비교그래프(2004/2015)	224
〈그림 3-9-15〉 서부산권역 조사지역별 자카드 계수	226
〈그림 3-9-16〉 동부산권역 조사지역별 자카드 계수	227
〈그림 3-9-17〉 중부산권역 조사지역별 자카드 계수	228
〈그림 3-10-1〉 서부산권역 조간대 해변생물 조사지점 및 좌표	231
〈그림 3-10-2〉 서부산권역 압남 해역 조사 정점도	233
〈그림 3-10-3〉 서부산권역 압남 해역 해안선 광경	234
〈그림 3-10-4〉 서부산권역 압남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	235
〈그림 3-10-5〉 서부산권역 압남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	237
〈그림 3-10-6〉 서부산권역 감천 해역 조사정점도	241
〈그림 3-10-7〉 서부산권역 감천 해역 해안선 광경	241
〈그림 3-10-8〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	243
〈그림 3-10-9〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	245

<그림 3-10-10> 서부산권역 몰운대 해역 조사정점도	249
<그림 3-10-11> 서부산권역 몰운대 해역 해안선 광경	249
<그림 3-10-12> 서부산권역 몰운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	251
<그림 3-10-13> 서부산권역 몰운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	253
<그림 3-10-14> 서부산권역 놀차도 해역 조사정점도	257
<그림 3-10-15> 서부산권역 놀차도 해역 해안선 광경	257
<그림 3-10-16> 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	258
<그림 3-10-17> 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	260
<그림 3-10-18> 서부산권역 동선 해역 조사정점도	263
<그림 3-10-19> 서부산권역 동선 해역 해안선 광경	264
<그림 3-10-20> 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	265
<그림 3-10-21> 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	267
<그림 3-10-22> 서부산권역 새바지 해역 조사정점도	270
<그림 3-10-23> 서부산권역 새바지 해역 해안선 광경	271
<그림 3-10-24> 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	272
<그림 3-10-25> 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	274
<그림 3-10-26> 서부산권역 외양포 해역 조사정점도	278
<그림 3-10-27> 서부산권역 외양포 해역 해안선 광경	278
<그림 3-10-28> 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	279
<그림 3-10-29> 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	281
<그림 3-10-30> 서부산권역 대항 해역 조사정점도	285
<그림 3-10-31> 서부산권역 대항 해역 해안선 광경	285
<그림 3-10-32> 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	286
<그림 3-10-33> 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	288
<그림 3-10-34> 서부산권역 천성 해역 조사정점도	292
<그림 3-10-35> 서부산권역 천성 해역 해안선 광경	292

〈그림 3-10-36〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	293
〈그림 3-10-37〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	295
〈그림 3-10-38〉 서부산권역 백옥 해역 조사정점도	299
〈그림 3-10-39〉 서부산권역 백옥 해역 해안선 광경	299
〈그림 3-10-40〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	300
〈그림 3-10-41〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	302
〈그림 3-10-42〉 조사지역별 무척추동물의 출현종 수 ^{a)} , 개체수 ^{b)} (inds./m ²) 및 생체량 ^{c)} (gWWt/m ²)	307
〈그림 3-10-43〉 조사지역 바위 해변 조간대 하부에 집단으로 서식하고 있는 담치군락	307
〈그림 3-10-44〉 서부산권역 조간대 조사해역의 해조류 출현종 수	308
〈그림 3-10-45〉 서부산권역 조간대 조사해역의 해조류 생물량	309
〈그림 3-11-1〉 수달 및 뉴트리아 조사권역	312
〈그림 3-11-2〉 멧돼지 조사권역	313
〈그림 3-11-3〉 수달 흔적 확인 지점(7일 이내 배설물 확인 지점)	317
〈그림 3-11-4〉 수달 흔적 확인 지점(7일 경과 배설물 확인 지점)	318
〈그림 3-11-5〉 뉴트리아 출현 지역 현황	319
〈그림 3-11-6〉 멧돼지 출현 지역 현황	320
〈그림 3-11-7〉 강동동, 진우도 일원 법정보호종 출현 현황	321
〈그림 3-11-8〉 대저동 법정보호종 출현현황	322
〈그림 3-11-9〉 삼락지구 법정보호종 출현 현황	322
〈그림 3-12-1〉 어음포 계곡의 위치 및 현황	327
〈그림 3-12-2〉 가덕도 어음포 계곡의 현황	327
〈그림 3-12-3〉 가덕도권역 우수 생태계 지역 조사구 위치도	328
〈그림 3-12-4〉 가덕도권역 우수생태계 식생군락 사진	331
〈그림 3-12-5〉 가지산권역 동백나무군락 조사구 위치도	332
〈그림 3-12-6〉 가덕도권역 동백나무군락 사진	333
〈그림 3-12-7〉 암남공원 해안림 조사구 위치도	335
〈그림 3-12-8〉 아미산권역 암남공원 해안림 사진	337
〈그림 4-1-1〉 부산시 도시생태현황도(비오톱지도)	344
〈그림 4-1-2〉 위치자료의 자료구축순서	347
〈그림 4-2-1〉 부산자연환경 관리시스템의 주화면	351
〈그림 4-2-2〉 지도를 조정할 수 있는 화면 조정 툴바	351
〈그림 4-2-3〉 레이어 조정을 할 수 있는 창	352
〈그림 4-3-1〉 생태·자연도 작성 흐름도	362
〈그림 4-3-2〉 서부산권역 생태자연도	363
〈그림 5-1-1〉 제 2차 조사 시 양서·파충류의 과(Family)별 출현양상	388

〈그림 5-1-2〉 동부산권역의 양서·파충류 출현종 수 비교	389
〈그림 5-1-3〉 중부산권역의 양서·파충류 출현종 수 비교	389
〈그림 5-1-4〉 서부산권역의 양서·파충류 출현종 수 비교	389
〈그림 5-1-5〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 수서곤충의 군집 지수 비교	397
〈그림 5-1-6〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 수서곤충의 생물 지수 비교	398
〈그림 5-1-7〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 BMWP 비교(랭크별)	399
〈그림 5-1-8〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자료를 이용한 자가 조직화 지도	399
〈그림 5-1-9〉 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조	401
〈그림 5-1-10〉 제2차 부산자연환경조사의 조사권역별 곤충다양성 구조	403
〈그림 5-1-11〉 동부산권역의 제1차와 제2차 부산자연환경조사 곤충다양성 구조 비교	404
〈그림 5-1-12〉 중부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조 비교	405
〈그림 5-1-13〉 서부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조 비교	406
〈그림 5-1-14〉 자카드계수를 이용한 제1차 부산자연환경조사(2001~2004)와 제2차 부산자연환경조사 (2013~2016)의 시간 변화에 따른 권역별 종 유사도	407
〈그림 5-1-15〉 제2차 부산자연환경조사에서 출현한 권역별 무척추동물의 출현종 수 ^{a)} 및 개체수 ^{b)} (inds./m ²)	408
〈그림 5-1-16〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 분류군별 출현종수비 및 생물량비	409
〈그림 5-2-1〉 부산의 주요 지형경관 구조	418
〈그림 5-2-2〉 주홍날개꽃매미 관찰지역	427
〈그림 5-2-3〉 부산에 서식하는 파파리반딧불이(左)와 늦반딧불이(右)	428

제 1 장

연구의 개요

제1절 연구배경 및 목적

제2절 연구방법

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

우리나라의 자연환경은 일제강점기와 한국전쟁을 거치면서 오랫동안 과도하게 이용 및 파괴되었고, 1960년대 이후에는 성장 위주의 정책에 따라 급속도의 산업화, 도시화가 진행되면서 자연환경이 더욱 훼손되었다. 이처럼 우리나라의 자연환경 특히, 대도시 주변의 자연환경은 경제성장 속도에 비례하여 급속하게 악화되어 왔다.

이러한 현상은 비단 우리나라만의 문제가 아니다. 산업혁명 이후 전 세계적으로 생물종 감소와 생태계 파괴가 가속화되고 있으며, 과거에 비해 생물다양성의 감소속도는 100배 이상 빠르게 증가하고 있다. 향후에는 인류의 복지에도 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다.

부산광역시의 자연환경 역시 오랜 기간의 과도한 이용과 도시화, 산업화로 인해 지속적으로 교란되어 왔다. 최근, 자연환경보전에 대한 정책 변화와 시민의 관심증대로 인하여 자연환경이 조금씩 회복되고 있기는 하지만 자연환경이 양호한 지역에 대한 개발 압력은 여전히 높은 상태이며, 산림, 해안, 경작지 등도 계속하여 감소하고 있는 추세이다.

이러한 자연환경의 훼손 위협에 맞서기 위해 자연환경보전법, 습지보전법, 야생동식물보호법 등이 제정되었고, 이를 기초로 자연환경을 보전하고 관리하기 위한 노력도 꾸준히 해오고 있다. 부산광역시는 각종 도시 개발로 인한 자연환경 파괴의 가속화를 방지하기 위해 자연환경보전조례를 제정하여 지역실정에 맞는 자연생태계의 보전과 훼손방지, 지속가능한 이용도모를 꾀하고 있다.

도시의 자연환경은 도시의 자연성과 안정성을 유지시켜주는 핵심으로써 생물환경보전과 생활환경보전 등의 중요한 기능을 수행한다. 도시 내 자연환경을 지속가능하게 보전하고 그 기능을 유지할 수 있도록 관리하기 위해서는 자연환경에 대한 현황과 그 실태를 정확하게 파악하는 것이 선행되어야 하며, 이를 토대로 각종 도시계획과 도시정책을 수립하는 것이 필요하다.

그러나 2002년~2004년에 실시된 제1차 부산자연환경조사는 10년이 경과하여 최근의 변화된 환경을 제대로 반영하고 있지 못하므로 현재의 상태를 반영할 수 있는 새로운 조사가 필요한 시점이다. 또한, 기후변화로 인해 급격하게 감소하는 생물다양성을 보전하기 위한 국가 차원의 대책 수립 필요성이 증대되고, 높은 질의 자연환경에 대한 시민들의 욕구가 증가됨에 따라 단순한 자연환경 보전 정책의 마련뿐만 아니라 지속가능한 도시 발전을 바탕으로 한 친환경적인 도시계획 수립이 요구되고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 체계적이고 합리적인 정책 판단의 근거가 필요하게 되었다.

현재 부산시에서 수행되고 있는 많은 정책들이 자연환경과 밀접하게 관련되어 있음에도 불구하고 관련된 정보가 없거나 혹은 분산 관리되고 있어 시의 정책결정 과정에서 자연환경부문이 소홀히 취급되고 있는 실정이다. 뿐만 아니라, 많은 양의 환경 관련 자료들이 단순히 문서자료로만 존재하여 도시계획과 같은 공간적인 정책 결정 시에 자료로서의 이용성이 낮고, 오해나 왜곡이 발생하여 정책결정의 오류를 범할 수 있다.

따라서 본 연구는 부산지역에 대한 자연환경조사를 실시하고, 이를 기반으로 GIS를 이용한 자연환경 종합 데이터베이스 구축을 통해 자연환경 변화에 대한 합리적인 관리방안을 모색하며, 궁극적으로 부산시 정책 수립 및 결정에 있어 정확성과 투명성을 높일 수 있는 과학적 판단의 근거를 제시하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 『자연환경보전법』 제30조 3항 및 『부산광역시 자연환경보전조례』 제7조에 따른 자연환경 보전실천계획의 수립 및 시행을 위한 10년 단위의 자연환경조사로 변화된 환경을 반영하기 위해 2002년~2004년에 실시한 제1차 부산자연환경조사의 후속 조사로서 제2차 부산자연환경조사(2013년~2016년)의 서부산권역에 대한 조사이다. 서부산권역의 주요 생태계를 대상으로 지형, 지질, 자연경관, 식생, 동식물 등의 분포 및 현황 등의 조사를 통하여 자연환경의 보전, 보호, 관리 방안 마련을 위한 기초자료를 확보하는데 주된 목적이 있다.

또한 부산광역시의 친환경적인 도시계획 수립과 체계적인 자연환경보전 정책 시행에 과학적이고 효율적인 도구로 활용할 수 있는 자연환경 정보관리시스템을 구축하고, 생태자연도를 제작하는데 부수적인 목적이 있다.

3. 연구목표

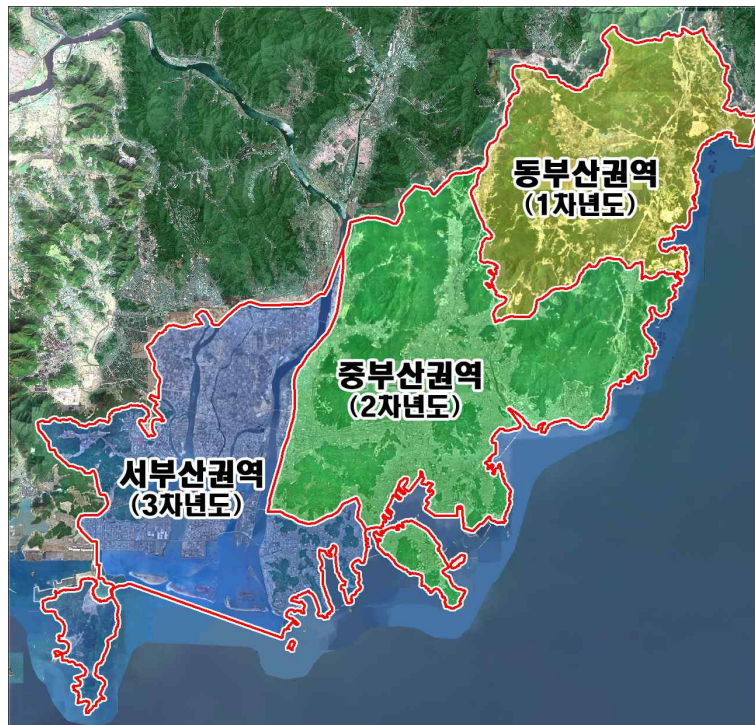
- 서부산권역의 자연환경(자연경관, 식생 및 식물상, 포유류, 조류, 양서류, 파충류, 곤충, 담수어류, 수서동물, 해조류 및 해변무척추동물, 유해동식물 및 보호동식물 등)에 대한 정밀 조사를 실시한다.
- 조사된 부산광역시 자연환경조사 자료를 체계적으로 수집, 관리하기 위한 GIS DB를 구축한다.
- 자연환경 정보에 대한 시민들의 접근이 용이하도록 자연환경 정보 서비스 시스템을 구축한다.

제 2 절 연구 방법

1. 연구 방법

1) 조사 권역

- 제2차 부산자연환경조사는 부산광역시 전체를 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역 등 3개의 대권역으로 구분하여 조사를 실시한다.
- 3개의 대권역은 지형 및 토지이용 특성에 따라 다시 중권역으로 구분하였는데, 동부산권역의 경우 삼각산권역, 함박산권역, 철마산권역, 개좌산권역, 일광산권역, 달음산권역, 해안산지권역 등 총 7개의 중권역으로 구분하였고, 중부산권역은 금정산권역, 장산권역, 백양산권역, 구봉산권역, 황령산권역, 영도권역 등 총 6개의 중권역으로, 서부산권역은 낙동강권역, 낙동강하구권역, 아미산권역, 봉화산권역, 가덕도권역 등 총 5개의 중권역으로 구분하였다.
- 소권역은 중권역을 산림, 하천, 해안 등 위치적, 지형적 특성에 따라 구분한 조사의 기초 단위로 조사대상 생물의 특성을 반영하여 조사 분야별로 다양한 생물상이 파악될 수 있는 곳을 포함할 수 있도록 하기 위하여 각각의 분야별로 달리 선정하였다.



〈그림 1-2-1〉 연차별 조사권역

2) 조사범위 및 기간

- 제2차 부산자연환경조사는 3개년에 걸쳐 진행되며, 1차년도에는 동부산권역, 2차년도에는 중부산권역, 3차년도에는 서부산권역을 대상으로 하여 조사를 실시한다.
- 금번 조사는 3차년도 조사로 3개의 대권역 중 서부산권역을 대상으로 한다. 서부산권역은 강서구의 전역과 사하구의 대부분 지역을 포함하고 있으며, 서구에 속하는 암남공원과 진정산, 사상구에 속하는 삼락둔치와 북구에 속하는 화명둔치도 포함된다. 전체 면적은 약 216km²에 이른다.
- 금번 조사의 연구기간은 2015년 5월 7일에서 2016년 5월 6일까지로 총 12개월간에 걸쳐 수행되었다.



〈그림 1-2-2〉 서부산권역

3) 조사방법

- 현장조사를 원칙으로 하며, 제1차 자연환경조사와 비교 가능하도록 실시하였다.
- 조사시기는 계절별 변화상을 담을 수 있는 시기를 선택하고, 조사정점 및 경로는 다양한 지형이 포함될 수 있도록 설정하였다.
- 조사는 GIS 자료 구축이 가능하도록 실시하며, 이때 희귀종 및 보호종 등의 서식상황과 외래종의 유입실태를 파악할 수 있도록 하였다.
- 각 분야별 조사방법은 각각의 조사 특성에 따라 세부적으로 정하였다.
- 지속적인 조사를 위하여 1차년도 조사 시 작성되었던 조사지침서에 의거하여 조사를 실시하였다.

2. 연구내용

1) 자연환경조사

- 자연경관
- 식물상
- 식생
- 포유류
- 조류
- 양서류
- 파충류
- 어류
- 수서동물
- 곤충류
- 해조류 및 무척추동물
- 우수생태계
- 보호 및 유해동식물종

2) 자연환경정보 시스템 구축

- 기존 자료 및 타기관 자료의 GIS DB화
- 제2차 자연환경조사 자료의 GIS DB화
- 생태 자연도 제작 시스템 구축

제 2 장

연구지역 개관

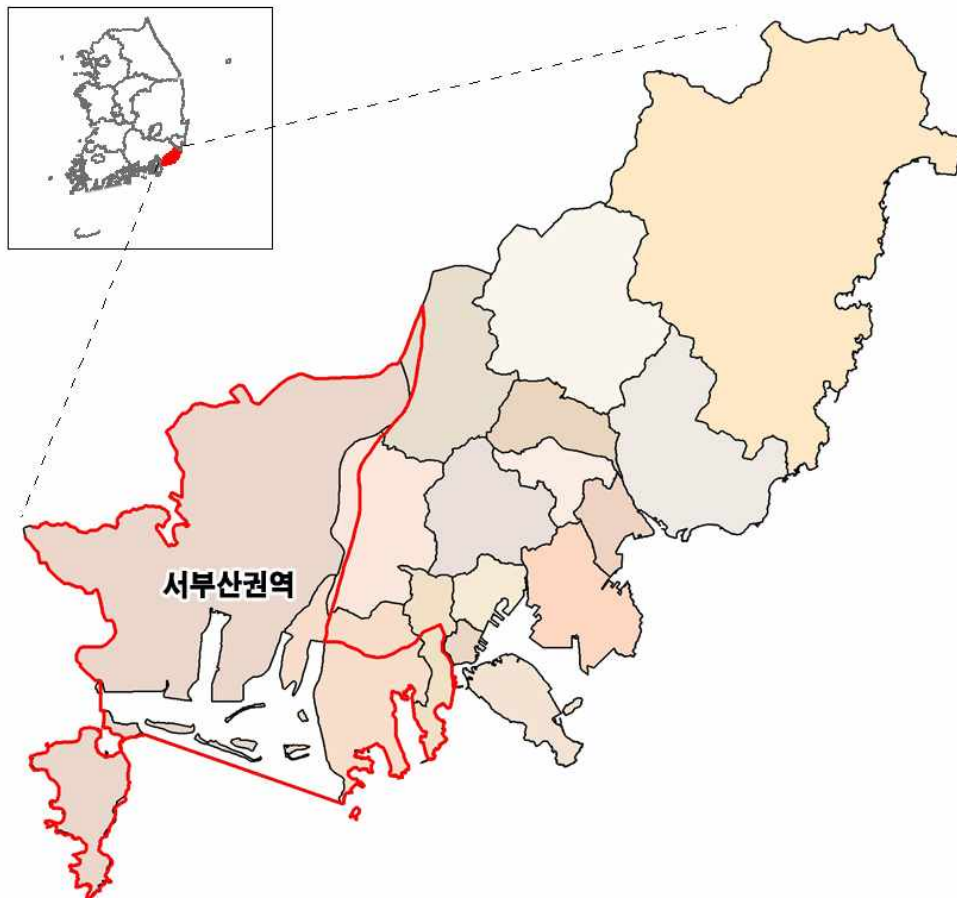
제1절 자연환경

제2절 인문환경

제1절 자연환경

1. 위치(서부산권역)

- 부산광역시는 동단 동경 129° 18′ 13″ , 서단 동경 128° 45′ 54″ , 남단 북위 34° 52′ 50″ , 북단 북위 35° 23′ 36″ 으로 북반구 중위도와 동반구 중경도에 해당되고, 한반도의 남동단에 위치하고 있으며, 낙동강을 중심으로 동쪽의 구릉성 지대와 서쪽의 평야지대로 나눌 수 있다. 서로는 낙동강을 경계로 김해시와 접하고, 북으로는 울산광역시와 양산시, 남으로는 대한해협에 면해 있다.
- 금번 조사 지역은 <그림 2-1-1>에 나타난 바와 같이 부산광역시의 서쪽에 위치한 서부산권역으로, 강서구의 전역을 포함하고 있으며, 사하구와 사상구, 북구, 서구의 일부도 포함하고 있다. 전체 면적은 약 216km²에 이른다.



<그림 2-1-1> 조사 대상 권역

2. 기후

1) 기상개황

- 부산광역시는 한반도 남동해안에 위치한 지역으로, 온대계절풍 기후대에 속하여 사계절이 뚜렷하고, 바다와 면하고 있어 여름과 겨울의 기온차가 크지 않은 편이다.
- 서부산권역의 최근 15년간 연평균기온은 14.4℃(김해공항)이며, 최소 14.1℃(사하구)에서 최대 14.6℃(가덕도)로 분포하고 있다.
- 서부산권역에서 최한월인 1월의 최근 15년간 평균기온은 2.7℃(김해공항)로 부산 기상청과 비교해서는 다소 낮은 편이며, 최난월 8월의 평균기온은 26.0℃로 부산기상청과 비슷하다. 연강수량은 평균 1,212mm이다.

〈표 2-1-1〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 평균기온자료(단위 : °C)

구분	부산(중구)	가덕도	김해공항	사하구
2000	14.9	15.8	14.4	
2001	15.3	14.5	14.4	
2002	14.7	14.3	14.6	
2003	14.3	13.4	14.7	
2004	14.9	15.4	15.4	
2005	13.8	14.3	13.4	
2006	14.7	14.8	14.2	
2007	15.3	15.4	14.8	
2008	15.0	14.8	14.4	
2009	15.2	14.6	14.5	
2010	14.7	14.3	14.3	
2011	14.6	14.0	13.9	
2012	14.5	14.3	13.9	13.8
2013	15.1	14.8	14.9	14.3
2014	15.1	14.6	14.6	14.2
평균	14.8	14.6	14.4	14.1

주) 부산은 중구에 있는 부산기상관측소(중구 대청동, 표고70.2m, 북위 35° 06′ , 동경 129° 01′) 자료를 사용하였으며, 그 외의 구별 기상자료는 AWS 자료를 사용하였음(강서구:김해공항, 표고 4.5m, 북위 35° 10′ , 동경 128° 56′ , 강서구:가덕도, 강서구 대항동, 표고73.3m, 북위 34° 59′ , 동경 128° 49′ , 사하구:신평동, 표고127.0m, 북위 35° 05′ , 동경 128° 59′). 사하구는 2011년 12월부터 기상관측을 시작하였음.

- 자료: 1. 기상연보(각년도), 기상청
 2. 방재기상연보(각년도), 기상청

〈표 2-1-2〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 강수량자료(단위 : mm)

구분	부산(중구)	가덕도	김해공항	사하구
2000	1,249	848	1,106	
2001	1,171	641	883	
2002	2,085	1,043	1,984	
2003	2,328	1,103	1,968	
2004	1,387	748	1,509	
2005	1,384	672	1,253	
2006	1,528	990	1,323	
2007	1,277	1,183	1,126	
2008	1,168	985	1,194	
2009	1,773	1,488	1,669	
2010	1,442	929	1,368	
2011	1,479	879	1,257	
2012	1,983	1,529	1,457	1,687
2013	1,131	949	984	1,050
2014	1,693	1,469	1,520	1,608
평균	1,592	1,030	1,373	1,448

주) 부산은 중구에 있는 부산기상관측소(중구 대청동, 표고70.2m, 북위 35° 06′ , 동경 129° 01′) 자료를 사용하였으며, 그 외의 구별 기상자료는 AWS 자료를 사용하였음(강서구:김해공항, 표고 4.5m, 북위 35° 10′ , 동경 128° 56′ , 강서구:가덕도, 강서구 대항동, 표고73.3m, 북위 34° 59′ , 동경 128° 49′ , 사하구:신평동, 표고127.0m, 북위 35° 05′ , 동경 128° 59′). 사하구는 2011년 12월부터 기상관측을 시작하였음.

자료: 1. 기상연보(각년도), 기상청
2. 방재기상연보(각년도), 기상청

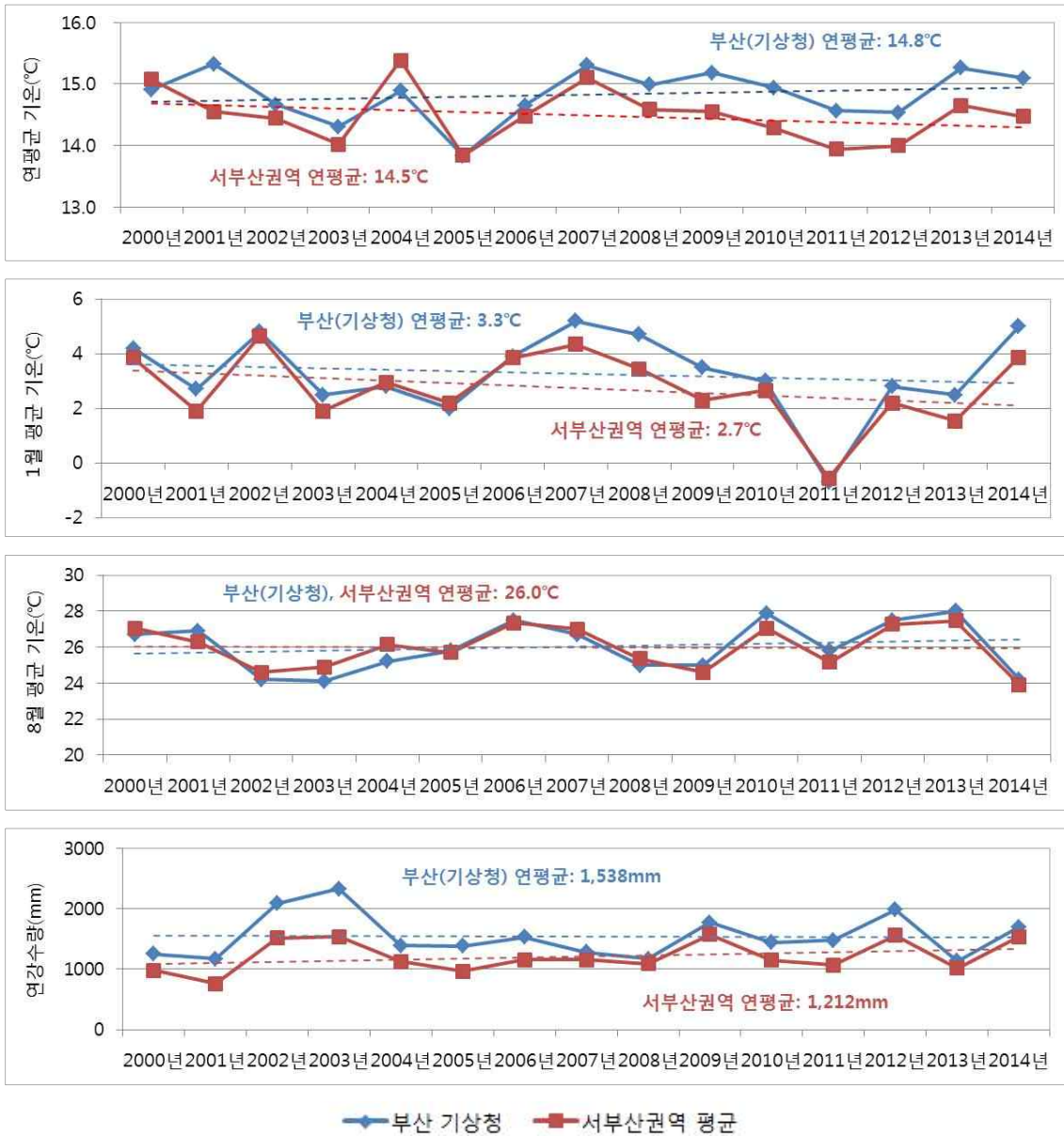
〈표 2-1-3〉 부산시 및 서부산권역 최근 15년간 평균풍속자료(단위 : m/sec)

구분	부산(중구)	가덕도	김해공항	사하구
2000	3.6	4.2	2.9	
2001	3.6	4.6	2.9	
2002	3.9	4.8	2.8	
2003	3.2	4.8	2.7	
2004	3.1	4.5	3.4	
2005	3.1	4.7	3.6	
2006	3.1	4.6	3.6	
2007	3.3	4.1	3.4	
2008	3.2	4.6	3.4	
2009	3.4	4.5	3.2	
2010	3.3	4.4	3.2	
2011	3.3	4.1	3.3	
2012	3.3	3.9	3.3	3.4
2013	3.4	3.7	3.1	3.2
2014	3.2	3.5	3.1	3.1
평균	3.3	4.3	3.2	3.2

주) 부산은 중구에 있는 부산기상관측소(중구 대청동, 표고70.2m, 북위 35° 06′ , 동경 129° 01′) 자료를 사용하였으며, 그 외의 구별 기상자료는 AWS 자료를 사용하였음(강서구:김해공항, 표고 4.5m, 북위 35° 10′ , 동경 128° 56′ , 강서구:가덕도, 강서구 대항동, 표고73.3m, 북위 34° 59′ , 동경 128° 49′ , 사하구:신평동, 표고127.0m, 북위 35° 05′ , 동경 128° 59′). 사하구는 2011년 12월부터 기상관측을 시작하였음.

자료: 1. 기상연보(각년도), 기상청
2. 방재기상연보(각년도), 기상청

- 최근 15년간 김해공항 기상대와 가덕도 및 사하구의 AWS자료를 평균한 서부산권역의 연평균 기온과 부산지방기상청(중구)의 연평균 기온을 비교해 보면, 연평균 기온의 경우 부산지방기상청(중구)에 비해 서부산권역에서 전반적으로 낮게 나타났다. 그러나 최난월인 8월에는 부산지방기상청(중구)과 서부산권역이 비슷한 기온을 보였다. 연평균 강수량은 서부산권역이 부산지방기상청(중구)에 비해 연평균 약 320여mm 가량 낮게 나타났다.



*서부산권역 평균: 최근 15년간 김해공항, 사하구, 가덕도 기상자료의 평균 기온값
 *부산(기상청) 연평균 : 최근 15년간 부산지방기상청(중구) 기상자료의 평균 기온값
 자료: 1. 기상연보(각년도), 기상청
 2. 방재기상월보(각년도), 기상청

〈그림 2-1-2〉 서부산권역의 최근 15년간 기후 변이

2) 천기일수

- 서부산권역은 최근 11년간 맑은 날의 일수가 연평균 122일에 이르며, 흐린 날은 29일, 비온 날은 87일이었다.
- 눈과 같은 추위와 관계된 천기일수는 11년 평균 각각 4일로 적게 나타나는 편이며, 안개, 뇌전과 같은 특징적 기상현상도 각각 12일, 15일로 비교적 적게 나타나는 편이다.

〈표 2-1-4〉 서부산권역(김해공항기상대) 천기일수 현황

구분	맑음	흐림	강수	안개	눈	뇌전
2004	135	31	82	8	3	9
2005	131	24	88	11	10	11
2006	109	40	89	18	3	22
2007	96	43	99	9	2	22
2008	123	16	76	5	2	20
2009	142	17	80	10	2	12
2010	120	28	84	18	3	15
2011	121	26	88	15	6	12
2012	113	40	95	14	7	18
2013	144	27	79	12	1	16
2014	111	30	98	16	5	9
평균	122	29	87	12	4	15

주) 1. 기상연보의 경우 2014년도 자료가 최신자료임

2. 맑음: 운량 2.4할 이하, 흐림: 운량 7.5할 이상, 강수: 강수량 0.1mm이상, 폭풍: 최대풍속 13.9m/s이상
(단, 김해기상대는 30knot 이상)

자료: 기상연보(각년도), 기상청

3) 한랭지수 및 온난지수

- 김해공항 기상대(강서구 대저동, 해발고도 4.5m)에서 측정된 최근 20년(1995년~2014년)간의 연평균기온을 이용하여 서부산권역의 해발고도에 따른 연평균기온과 한랭지수 및 온난지수를 산출한 결과를 <표 2-1-5>에 나타내었다.
- Holdridge(1954)의 세계 식생대 구분에 의하면 연평균기온 12~24℃이고, 연강수량이 1,000~2,000mm인 서부산권역의 해발고도 430m 이하 지역은 난온대적습림에 속하며, 해발고도 430m 이상인 지역은 온대다습림에 속한다.
- 이창복(1986)에 의한 우리나라 식생대구분에서는 한랭지수가 -10이상이며, 온난지수가 85~180인 지역을 난대지역으로 분류하였다. 이에 따르면, 중부산권역의 해발고도 약 290m 이하인 지역은 난대지역으로 구분되고, 해발고도 290~470m인 지역은 온대남부, 470m 이상인 지역은 온대중부의 식생대에 속한다.

<표 2-1-5> 서부산권역의 해발고도에 따른 연평균온도, 한랭지수 및 온난지수

해발고도(m)	연평균온도(℃)	한랭지수*	온난지수**
4.5	14.4	-5.3	117.8
100	13.9	-6.9	113.1
200	13.3	-8.5	108.2
300	12.8	-10.2	103.2
400	12.2	-11.8	98.3
500	11.7	-13.5	93.3
600	11.1	-15.1	88.4
700	10.6	-17.3	83.9
800	10.0	-19.5	79.5

* 한랭지수: 5℃ 이하인 달에 대하여 월평균기온에서 5℃를 뺀 값의 총계

** 온난지수: 월평균기온 5℃이상인 달에 대해 월평균기온과 5℃와의 차를 1년 동안 합한 값

주) 연평균온도와 한랭지수, 온난지수는 최근 20년(1995~2014)간 김해공항 기상대(강서구 대저동) 기온 자료의 평균값

3. 지형·지질

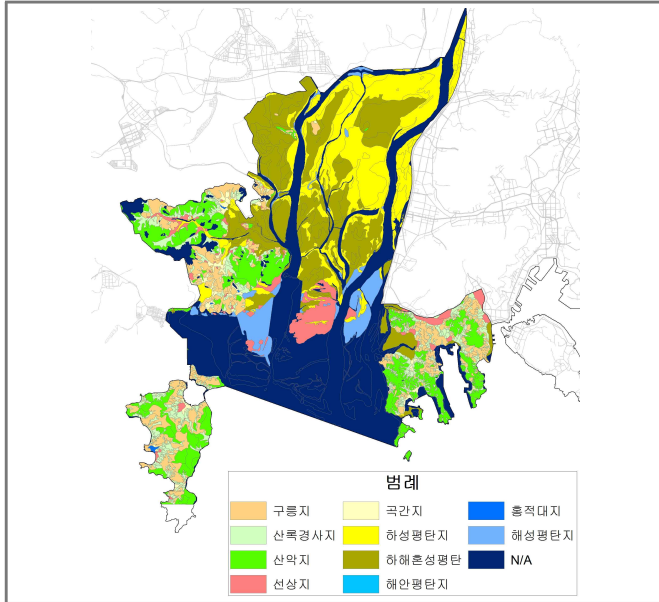
1) 지형

- 서부산권역은 낙동강하구를 중심으로 동쪽으로는 금정산맥과 이와 연결된 아미산(230m), 천마산(326m), 동매산(210.4m), 봉화산(156.3m), 장군산(156.3m), 진정산(144.7m) 등의 고립된 산지들이 산포해 있으며, 서쪽으로는 굴암산(663.1m), 보배산(639m), 마봉산(400.8m), 금병산(242.6m), 명월산 등이 이어져 경상남도와 경계를 이루고 있고, 서남쪽으로 연대봉(459.4m), 매봉(356.5m), 응봉산(313.4m) 등이 위치한 가덕도를 포함하고 있다.
- 낙동강하구는 대동지역에서 갈라지는 낙동강본류와 서낙동강을 사이에 두고 삼각주상의 충적지가 넓게 발달해 있다. 해양쪽으로 도요등, 신자도, 진우도, 장자도, 백합등, 대마등 등의 신생 사주, 등, 간석지 등이 지속적으로 발달하고 있다.



〈그림 2-1-3〉 서부산권역 지형도

- 서부산권의 지형을 구분한 결과 <그림 2-1-4>에 나타난 바와 같이 하해혼성평탄지가 50.7km² (18.8%)와 하성평탄지(42.8km², 15.8%)가 낙동강과 서낙동강의 주변으로 넓게 발달해 있으며, 산악지(28.0km², 10.4%), 구릉지(20.7km², 7.7%), 산록경사지(16.5km², 6.1%) 등이 주변을 둘러싸고 있는 형상이다.
- 녹산산업단지, 명지주거단지, 장림·신평 산업단지, 감천항 등의 매립지와 수면 등 토양의 정보가 없어 미분류(N/A)된 면적이 88.0km²(32.6%)로 표시되었다.



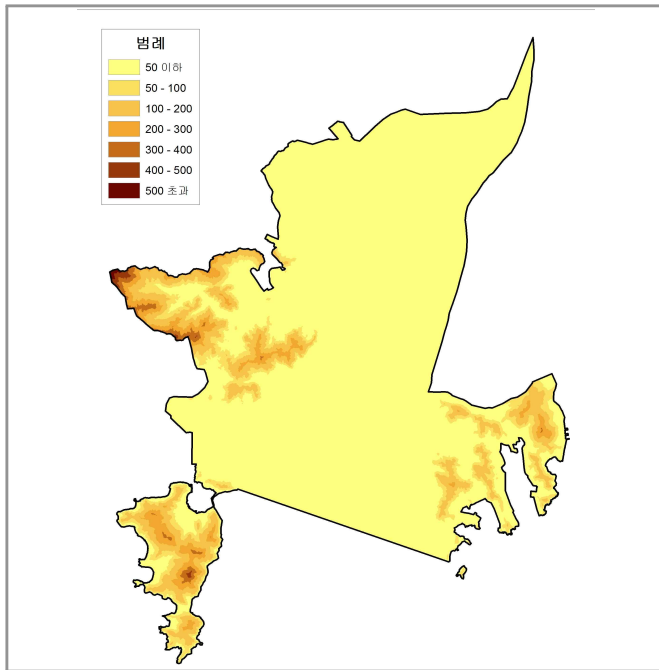
구분	면적(km ²)	구성비(%)
구릉지	20.7	7.7
산록경사지	16.5	6.1
산악지	28.0	10.4
선상지	9.5	3.5
곡간지	3.7	1.4
하성평탄지	42.8	15.8
하해혼성평탄	50.7	18.8
해안평탄지	10.0	3.7
홍적대지	0.2	0.1
N/A(미분류)	88.0	32.6
계	270.0	100.0

자료: 농업과학기술원, 수치정밀토양도

<그림 2-1-4> 서부산권역 지형 구분

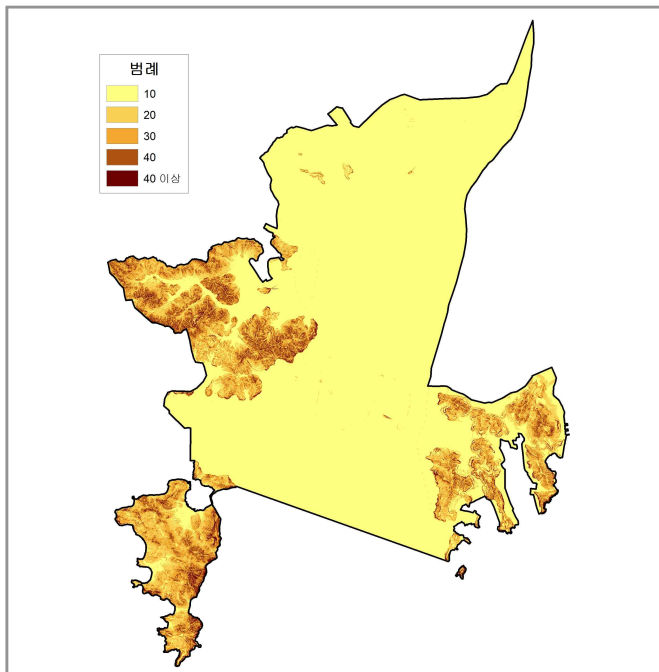
2) 표고, 경사 및 경사향

- 서부산권역에는 해발고도 50m 이하의 낮은 저지대가 약 80.7%로 넓게 분포하고 있으며, 해발고도 50~200m의 낮은 구릉성 산지는 15.6%에 이른다. 해발고도 500m 이상 지역은 전체면적의 약 0.1%를 차지하고 있다<그림 2-1-5>.
- 경사도의 경우, 경사가 10° 이하인 지역이 전체면적의 75.2%(8.2km²)이며, 10~30°의 경사도를 가지는 지역이 18.0%를 차지하고 있다. 경사도 30° 이상의 급경사지도 전체 면적의 약 6.3%를 차지하고 있다<그림 2-1-6>.



구분	면적(km ²)	구성비(%)
50m 이하	8.8	80.7
50~100m	0.8	7.3
100~200m	0.9	8.2
200~300m	0.3	2.9
300~400m	0.1	0.7
400~500m	0.0	0.2
500m 이상	0.0	0.1
계	10.9	100.0

〈그림 2-1-5〉 서부산권역 표고분석도

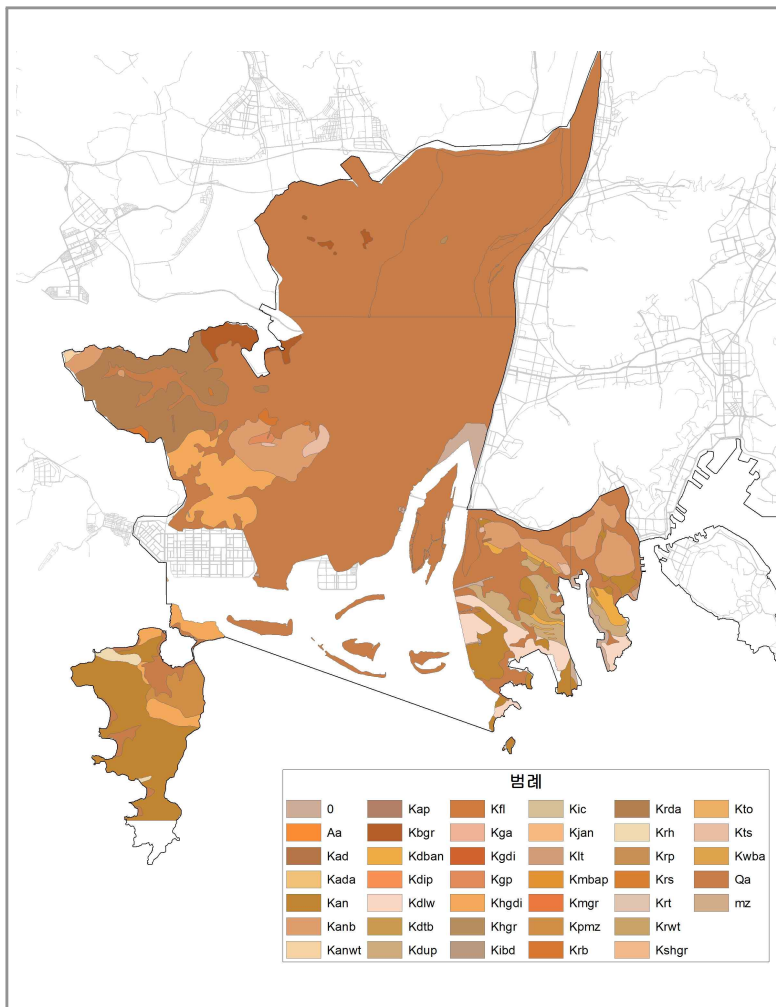


구분	면적(km ²)	구성비(%)
10° 이하	8.2	75.7
10~20°	0.9	8.4
20~30°	1.0	9.5
30~40°	0.6	5.3
40° 이상	0.1	0.9
계	10.9	100.0

〈그림 2-1-6〉 서부산권역 경사분석도

3) 지질 및 토양

- 서부산권역의 지질은 충적층(Qa)이 전체면적의 약 68.8%로 가장 넓게 분포하고 있다. 봉화산권역에서 과학산업단지 주변의 산지에는 주로 유문석영안산암(Krda)이 분포하고 있었고, 보배산에는 각섬석화강섬록암(Khgdi)이, 봉화산에는 안산암질화산각력암(Kanb)이 주로 분포하고 있었다. 가덕도권역의 대부분은 안산암(Kan)이 차지하고 있었다. 아미산권역에서 동매산과 천마산은 주로 안산암질화산각력암(Kanb)이 분포하고 있었으나, 아미산은 안산암(Kan)이 분포하고 있었다. 다대포층(Kdlw)이 물운대와 암남공원 및 두송반도와 아미산 주변에서 나타났다.



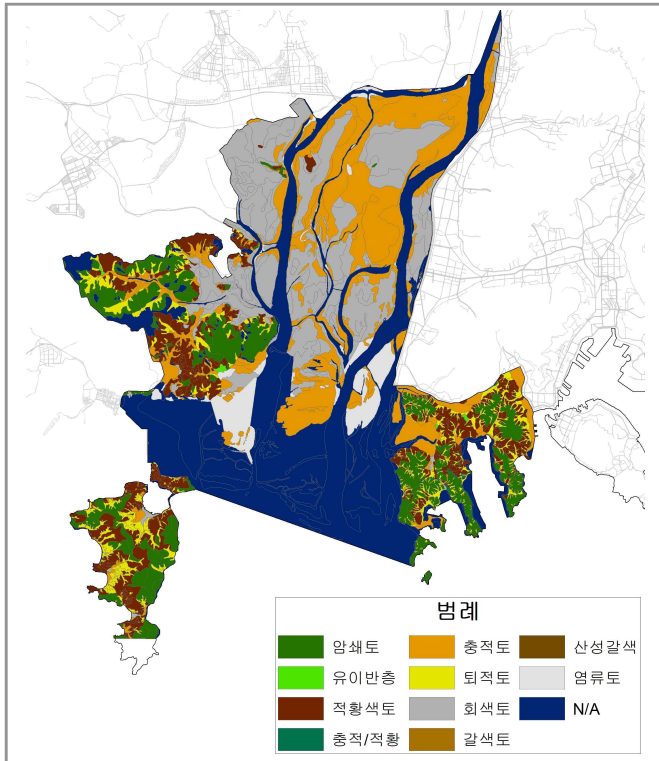
구분	면적(km ²)	구성비(%)
Qa	148.7	68.8
Krda	12.3	5.7
Kan	16.6	7.7
Kanb	10.9	5.0
Kanwt	0.1	0.1
Kbgr	2.4	1.1
Kdban	1.3	0.6
Kdlw	3.9	1.8
Kdtb	0.5	0.2
Kdup	3.3	1.5
Kgp	0.3	0.1
Khgdi	9.1	4.2
Khgr	0.0	0.0
Kibd	0.0	0.0
Kpmz	2.3	1.0
Krb	0.6	0.3
Krda	12.3	5.7
Krh	0.6	0.3
Kts	0.8	0.4
계	216.3	100.0

주) Kad 산성암, Kan 안산암, Kanb 안산암질화산각력암, Kanwt 인산암질응결응회암, Kbgr 흑운모화강암, Kdban 현무암질안산암, Kdlw 다대포층, Kdtb 응회각력암, Kdup 다대포층, Kgp 화강반암, Khgdi 각섬석화강섬록암, Khgr 각섬석화강암, Kibd 중성 및 염기성암맥, Kpmz 납석화대, Krb 유문석영안산암질화산각력암, Krda 유문석영안산암, Krh 유문암질암, Kts 세일 및 사암, Qa 충적층

자료: 한국지질자원연구원, 수치지질도

〈그림 2-1-7〉 서부산권역 지질도

- 서부산권역의 토양은 낙동강하구의 삼각주상의 퇴적지에 발달한 충적토(53.5km², 19.8%)와 회색토(52.8km², 19.6%)가 넓게 발달해 있으며, 동부산과 중부산권역에서는 발견되지 않았던 염류토(10.0km², 3.7%)가 강의 하류 바닷가 주변으로 분포하고 있었다.



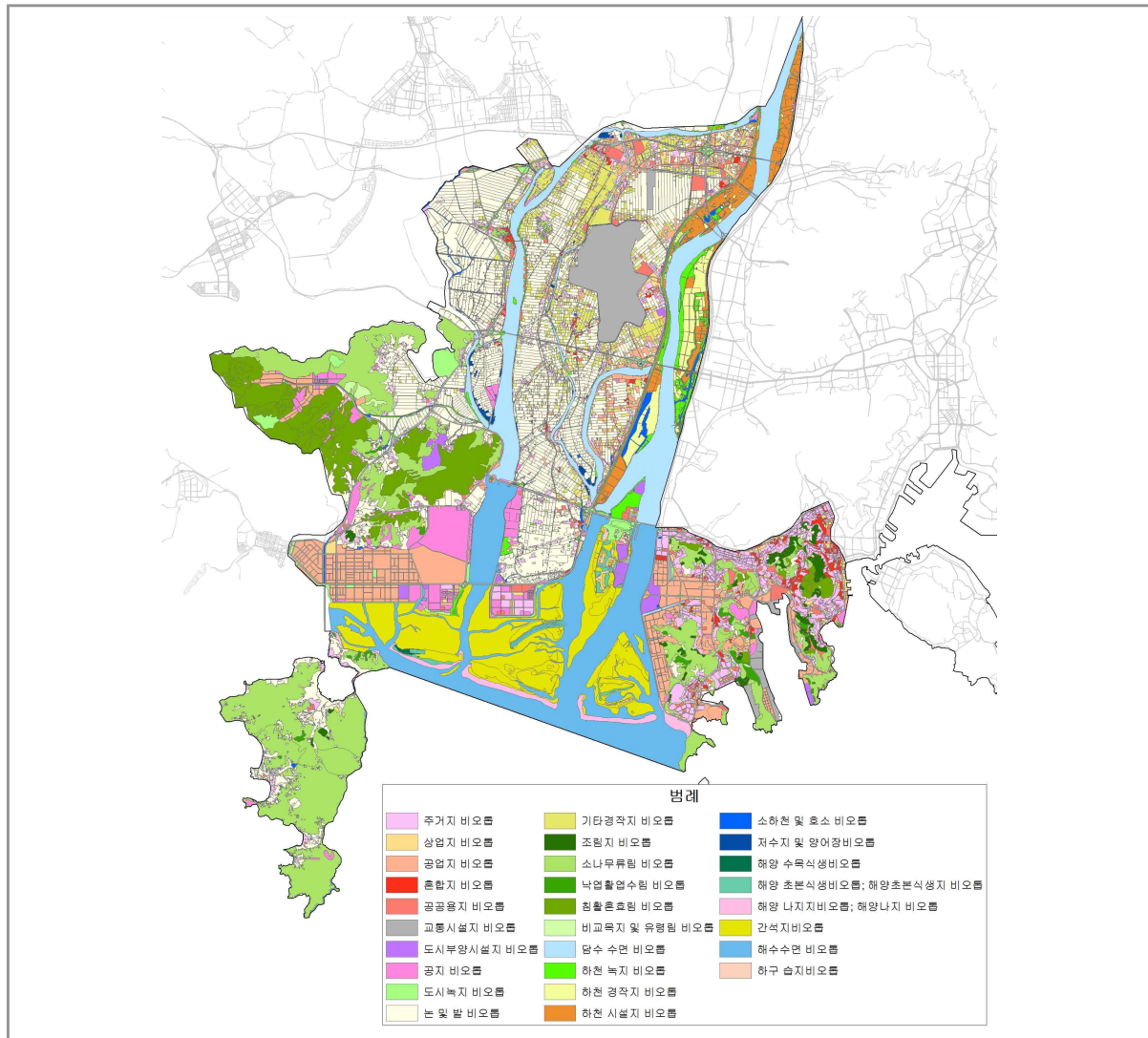
자료: 농업과학기술원, 수치지정밀토양도

구분	면적(km ²)	구성비(%)
암쇄토	28.0	10.4
염류토	10.0	3.7
유이반층	0.2	0.1
적황색토	25.2	9.3
총적/적황	0.1	0.0
총적토	53.5	19.8
퇴적토	12.1	4.5
회색토	52.8	19.6
N/A(미분류)	88.0	32.6
계	270.0	100.0

〈그림 2-1-8〉 토양구분 분류에 따른 면적 및 비율

4. 비오톱 현황

- 서부산권역의 비오톱 유형을 살펴보면, 논 및 밭 비오톱이 전체 면적의 약 21.5%로 가장 넓게 분포하고 있다. 다음으로는 소나무류림 비오톱이 12.1%를 차지하고 있다.
- 서부산권역은 낙동강 하구를 포함하고 있어 해수수면 비오톱과 간석지 비오톱이 각각 9.1%와 7.0%를 차지하고 있었으며, 담수 수면 비오톱 또한 7.0%로 비교적 넓게 분포하고 있다.
- 도시형 비오톱인 교통시설지 비오톱과 공업지 비오톱의 경우 강서구에 있는 부산신항과 산업단지들로 인해 각각 6.6%, 6.5%로 비교적 높게 나타났으며, 주거지 비오톱과 상업지 비오톱은 각각 4.2%, 1.1%로 그 분포비율이 비교적 낮게 나타났다.
- 서부산권역의 비오톱 평가에 따른 보전등급을 살펴보면, 3등급 지역이 전체 면적의 26.7%에 달했으며, 보전가치가 매우 높아 절대적인 보전이 필요한 지역인 1등급 지역이 전체 면적의 21.2%이다. 반면, 이미 개발되어 보전가치가 낮은 5등급과 9등급이 각각 20.1%와 18.4%로 비교적 높게 나타났다.

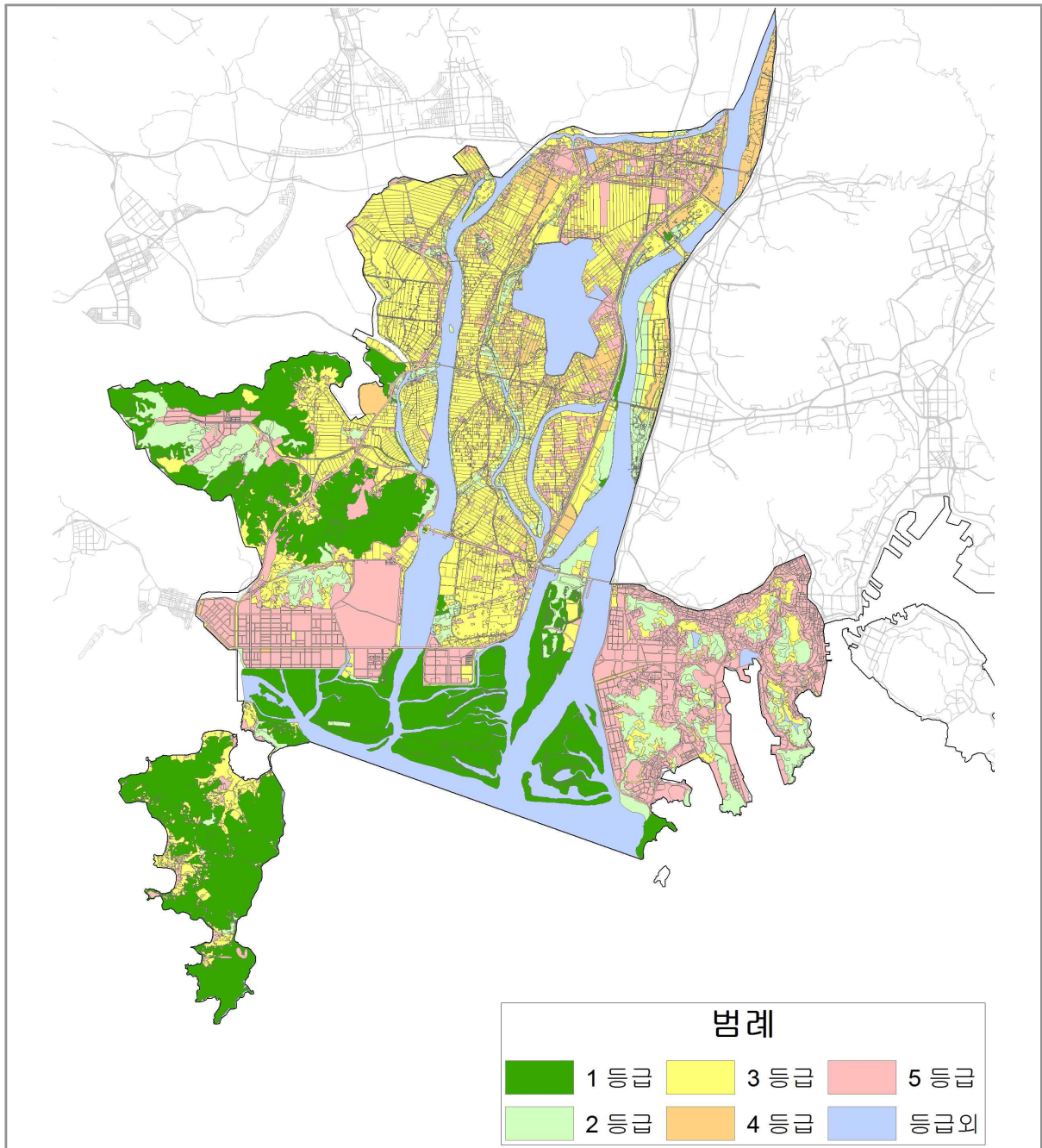


구분	면적(ha)	구성비(%)
주거지 비오톱	1,123	4.2
상업지 비오톱	289	1.1
공업지 비오톱	1,762	6.5
혼합지 비오톱	190	0.7
공공용지 비오톱	295	1.1
교통시설지 비오톱	1,786	6.6
도시부양시설지 비오톱	189	0.7
공지 비오톱	875	3.2
도시녹지 비오톱	367	1.4
논 및 밭비오톱	5,797	21.5
기타경작지 비오톱	883	3.3
조림지 비오톱	196	0.7
소나무류림 비오톱	3,256	12.1
낙엽활엽수림 비오톱	97	0.4
침활혼효림 비오톱	1,522	5.7

구분	면적(ha)	구성비(%)
비교목지 및 유령림 비오톱	65	0.2
담수 수면 비오톱	1,873	7.0
하천 녹지 비오톱	466	1.7
하천 경작지 비오톱	325	1.2
하천 시설지 비오톱	558	2.1
소하천 및 호소 비오톱	302	1.1
저수지 및 양어장 비오톱	44	0.2
해양 수목식생 비오톱	10	0.0
해양 초본식생 비오톱	95	0.4
해양 나리지 비오톱	190	0.7
간석지 비오톱	1,883	7.0
해수수면 비오톱	2,448	9.1
하구 습지 비오톱	39	0.1
계	26,925	100.0

자료: 부산광역시 도시생태현황도(2010), 부산광역시

〈그림 2-1-9〉 서부산권역의 비오톱 유형 분포



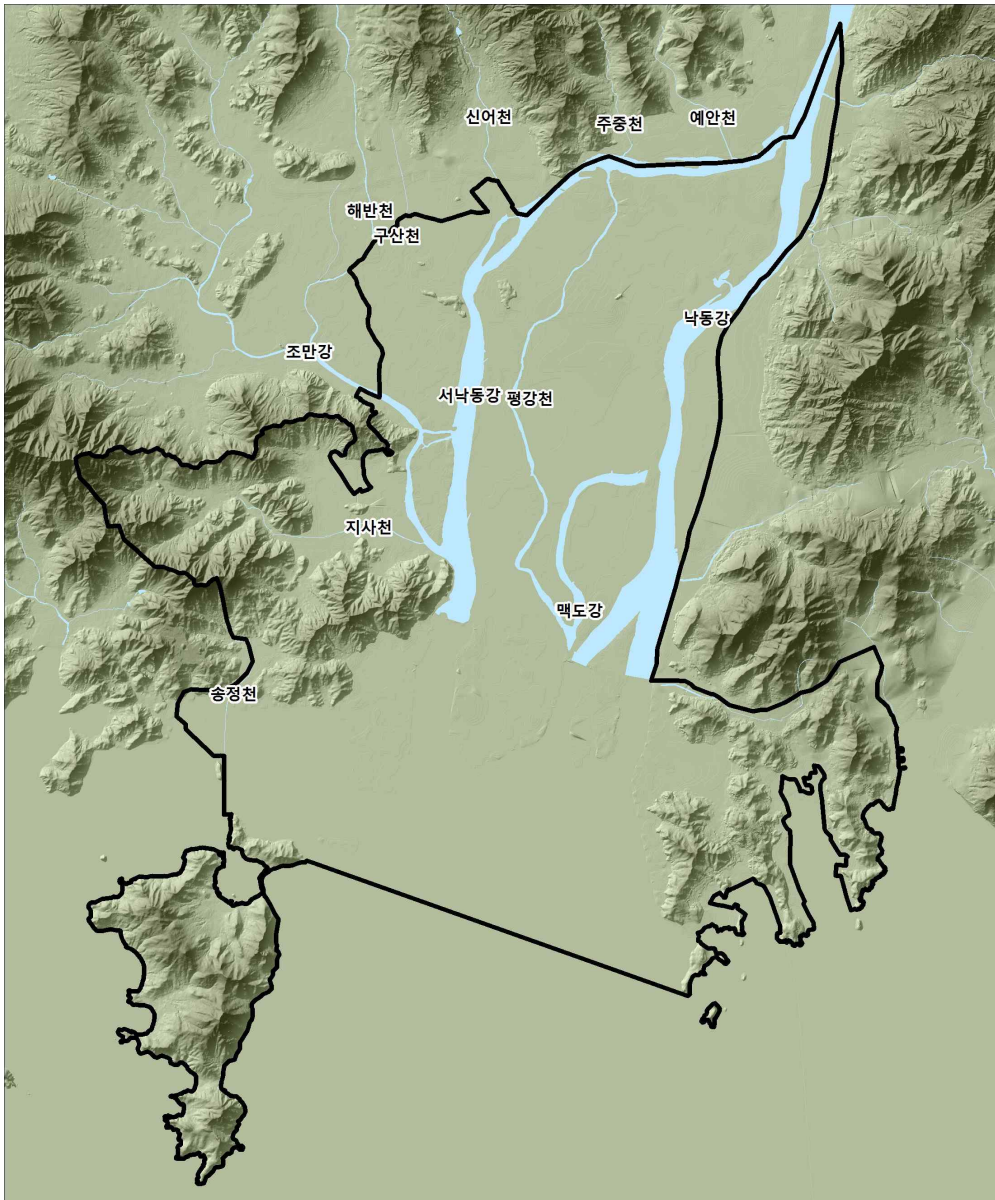
구분	면적(ha)	구성비(%)
1	5,717	21.2
2	2,493	9.3
3	7,189	26.7
4	1,155	4.3
5	5,419	20.1
등급외	4,951	18.4
총합계	26,925	100.0

자료: 부산광역시 도시생태현황도(2010), 부산광역시

〈그림 2-1-10〉 서부산권역의 비오톱 평가 등급도

5. 하천

- 서부산권역에는 총 14개의 하천이 있으며, 총연장은 91.92km에 이른다. 이 중 낙동강 본류와 서낙동강 본류, 평강천, 맥도강 등 4개 하천은 국가하천이며, 괴정천, 신어천, 조만강, 해반천, 호계천, 지사천, 송정천 등 7개 하천은 지방하천이고, 구랑천, 장곡천, 범방천 등 3개 하천은 소하천이다.
- 낙동강이 대동지역에서 낙동강과 서낙동강으로 갈라져 서부산권역을 관통하고 있으며, 송정천과 장곡천을 제외한 나머지 10개 하천은 낙동강과 서낙동강으로 흘러들어 남해로 흘러간다.
- 서부산권역에서 복개된 곳은 괴정천에만 있으며, 복개된 구간이 4.46km에 이른다.



〈그림 2-1-11〉 서부산권역의 지방하천

〈표 2-1-6〉 하천 현황

구분	하천명	하천구간		하천연장 (km)	복개연장 (km)	
		기점	종점			
서부산 권역	국가 하천 (4개소)	낙동강			20.26	
		서낙동강	강서 대저1 대저수문	강서 명지 녹산 녹산수문	18.55	
		평강천	강서 대저1 서낙동강 분기점	강서 명지 서낙동강 합류점	12.54	
		맥도강	강서 대저 2 낙동강우안제방	강서 강동 평강천 합류점	7.84	
		소계			59.19	
	지방 하천 (7개소)	괴정천	사하 괴정	사하 괴정	5.16	4.46
		신어천	경남 김해 삼방	강서 가락	0.90	
		조만강	경남 김해 주촌	강서 녹산	4.80	
		해반천	경남 김해 삼계	경남 김해 장유	1.10	
		호계천(낙)	강서 가락	경남 김해 풍류	3.65	
		지사천	강서 녹산	강서 녹산	9.20	
		송정천(낙)	강서 녹산	강서 녹산	4.10	
	소계			28.91	4.46	
	소하천 (3개소)	구랑천	구랑동 605	생곡동 958	1.50	
		장곡천	송정동 829-1	송정동 1437-14	1.54	
		범방천	미음동 851-2	범방동 1409-4	0.78	
		소계			3.82	
	서부산권(14개소)		합계		91.92	4.46
	부산광역시 (81개소)		합계		304.46	-

자료: 부산광역시 내부자료, 부산광역시

제 2 절 인문환경

1. 인구현황

- 서부산권역에는 2015년 현재 443,401명이 거주하고 있으며, 이는 부산광역시 인구의 약 12.5%를 차지하고 있다.
- 최근 16년간 부산시의 전체 인구는 감소하고 있으나, 서부산권역의 인구는 2008년 이후로 증가하고 있는 추세이다. 그러나 서부산권역의 2015년 현재 인구(443,401명)는 2000년(452,603명)에 비해 약 1.6%가 감소한 것이다.
- 서부산권역의 2015년 인구밀도는 km^2 당 1,936명으로 부산시 인구밀도 4,624명/ km^2 에 비해 매우 낮다.

〈표 2-2-1〉 최근 16년간 부산광역시 및 서부산권역 인구현황

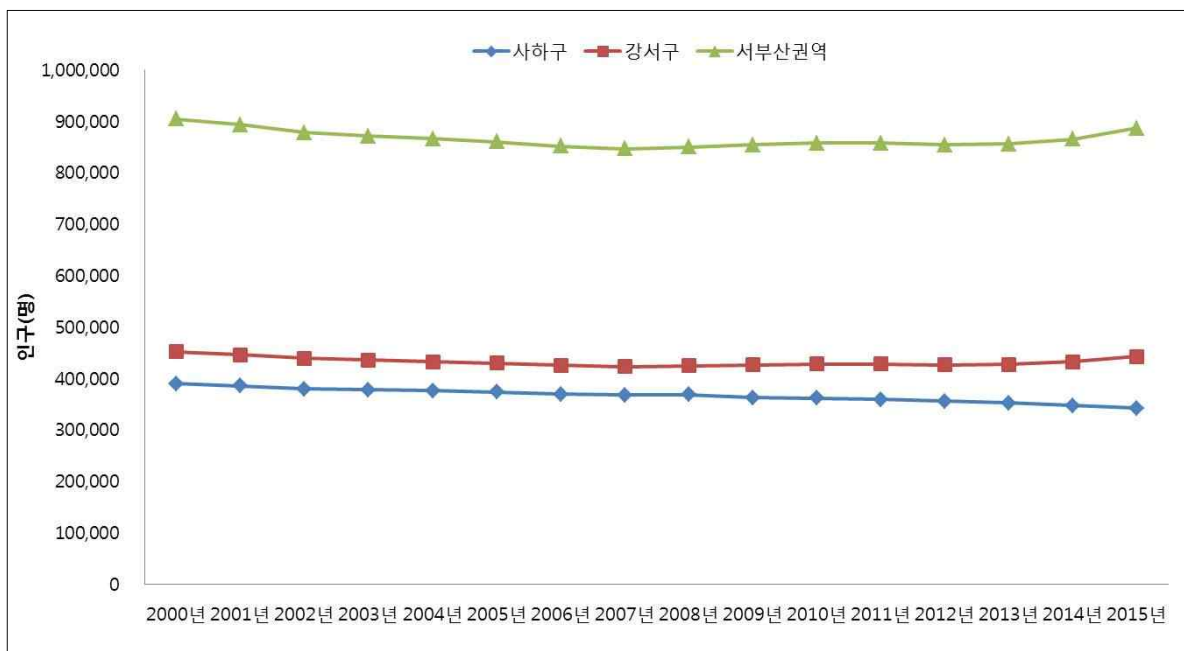
구분	부산광역시			서부산권역		
	세대(호)	인구(명)	인구밀도(km^2)	세대(호)	인구(명)	인구밀도(km^2)
2000	1,199,804	3,786,033	5,017	141,222	452,603	2,082
2001	1,210,902	3,747,369	4,969	140,960	446,740	2,040
2002	1,219,902	3,711,268	4,912	141,152	439,437	1,999
2003	1,236,262	3,684,153	4,862	143,405	435,971	1,982
2004	1,251,069	3,657,840	4,826	145,227	433,307	1,970
2005	1,270,612	3,635,389	4,785	147,700	430,111	1,956
2006	1,288,672	3,615,101	4,752	148,637	425,925	1,928
2007	1,300,692	3,596,063	4,722	149,804	423,417	1,912
2008	1,311,724	3,574,340	4,695	152,244	425,271	1,931
2009	1,323,771	3,600,381	4,666	155,419	427,383	1,942
2010	1,371,346	3,586,079	4,692	159,990	428,966	1,939
2011	1,381,257	3,573,533	4,667	161,194	429,022	1,930
2012	1,389,526	3,563,578	4,643	162,165	427,125	1,913
2013	1,404,663	3,563,578	4,629	164,332	428,008	1,916
2014	1,421,648	3,557,716	4,621	168,042	432,956	1,939
2015	1,437,818	3,559,780	4,624	173,419	443,401	1,936

*서부산권역 : 사하구와 강서구

자료: 1. 부산시 통계연보(각년도), 부산광역시

2. 부산광역시 통계 DB 자료실(<http://busanlibrary.busan.go.kr/>)

- 사하구의 인구는 2008년에 일시적으로 증가한 것을 제외하고는 매년 감소하고 있으나, 강서구의 인구는 2008년을 기준으로 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 2015년에는 전년에 비해 15,500 명이나 증가하였다.
- 강서구의 경우, 명지동과 녹산동에서의 인구가 크게 늘어나고 있다. 이는 강서구 명지동 공유수면 일원에 조성한 명지주거단지가 2008년부터 입주를 시작하여 인구 유입된 결과이다. 특히, 2014년과 2015년에 신호주거단지와 지사주거단지의 아파트개발로 인구가 크게 유입되었다.
- 향후 부산진해경제자유구역 사업의 일환인 명지지구의 주거단지개발이 진행되고 있어 인구의 증가는 더욱 가파르게 증가할 것으로 판단된다.

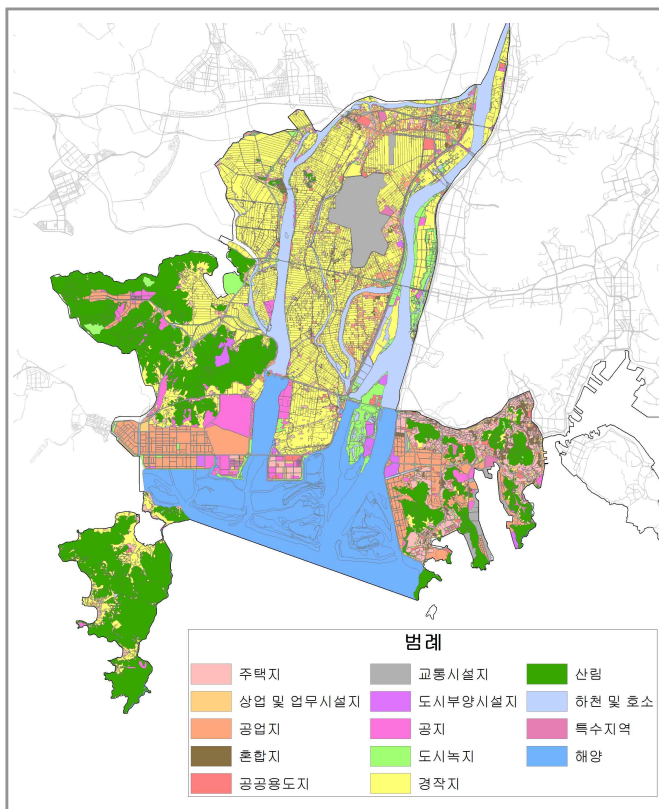


〈그림 2-2-1〉 서부산권역의 인구현황

2. 토지이용

1) 토지이용 현황

- 서부산권역의 비오톱의 이용범례에 따른 면적은 경작지가 전체의 27.1%(73.1km²)로 가장 넓은 범위를 차지하고 있다.
- 서부산권역은 낙동강 하구를 포함하고 있어 해양 16.7%(45.0km²), 하천 및 호소 8.5%(23.0km²) 등의 비율이 높았으며, 산림 19.1%(51.4km²)의 비율은 동부산권역 및 중부산권역에 비해 낮았다.



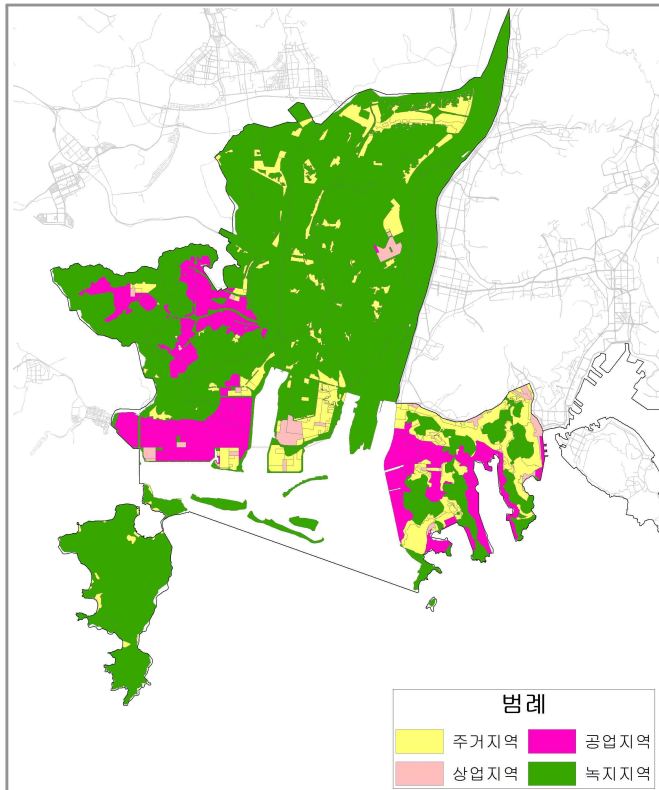
구분	면적(km ²)	구성비(%)
주택지	11.2	4.2
상업 및 업무시설지	2.9	1.1
공업지	17.6	6.5
혼합지	1.9	0.7
공공용도지	2.4	0.9
교통시설지	18.2	6.8
도시부양시설지	1.9	0.7
공지	9.7	3.6
도시녹지	10.3	3.8
경작지	73.1	27.1
산림	51.4	19.1
하천 및 호소	23.0	8.5
특수지역	0.7	0.2
해양	45.0	16.7
계	269.2	100.0

자료: 부산광역시 도시생태현황도(2010), 부산광역시

〈그림 2-2-2〉 서부산권역의 토지이용 현황

2) 용도지역

- 서부산권역의 용도지역 현황은 <그림 2-2-3>에 나타난 바와 같이 녹지지역이 전체의 72.9% (165.4km²)로 높은 면적을 차지하고 있다.
- 공업지역과 주거지역과 상업지역, 각각 13.3%(30.1km²), 12.2%(27.6km²), 1.6%(3.7km²)를 차지하고 있다.



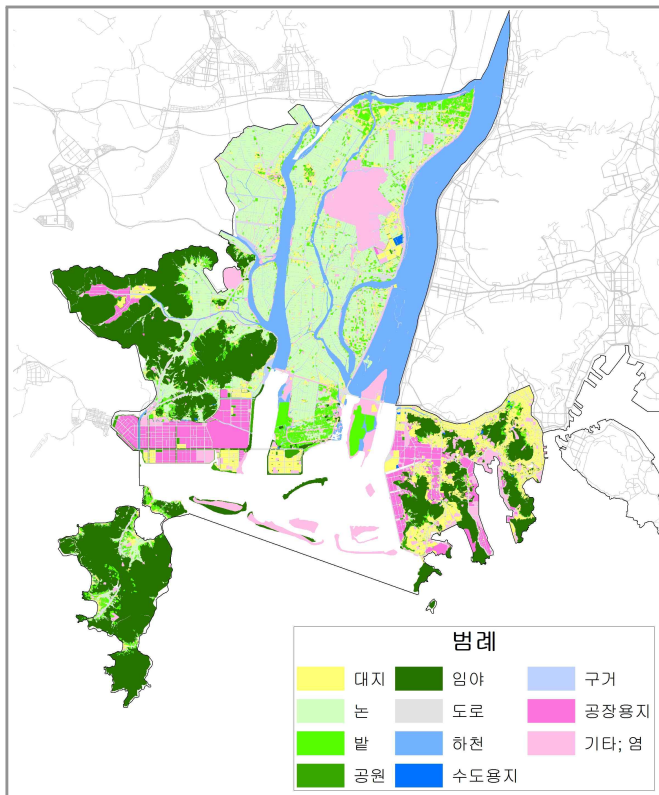
구분	면적(km ²)	구성비(%)
주거지역	27.6	12.2
상업지역	3.7	1.6
공업지역	30.1	13.3
녹지지역	165.4	72.9
총합계	226.8	100

자료: KLIS(한국토지정보시스템, 2013)

<그림 2-2-3> 서부산권역의 용도지역 현황

3) 토지지목

- 서부산권역의 토지지목별 현황은 <그림 2-2-4>에 나타난 바와 같이 임야가 53.9km²로 전체의 23.7%를 차지하고 있으며, 답이 22.2%(50.4km²)로 그 뒤를 따른다.
- 서부산권역은 하천(33.5km²)의 비율이 높다.



구분	면적(km ²)	구성비(%)
대지	18.5	8.1
답	50.4	22.2
전	12.9	5.7
공원	1.5	0.7
임야	53.9	23.7
도로	14.1	6.2
하천	33.5	14.7
수도용지	0.2	0.1
구거	7.2	3.2
공장용지	12.8	5.6
기타	22.3	9.8
총합계	227.2	100.0

자료: KLIS(한국토지정보시스템, 2013)

<그림 2-2-4> 서부산권역의 토지지목별 현황

제 3 장

자연환경조사

제1절 자연경관

제2절 식물상

제3절 식생

제4절 포유류

제5절 조류

제6절 양서·파충류

제7절 어류

제8절 수서동물

제9절 곤충

제10절 해조류 및 해변무척추동물

제11절 보호 및 유해동식물

제12절 우수생태계

제1절 자연경관

1. 조사개요

- 부산은 남북방향으로 길게 흐르는 태백산맥 종단의 여러 산줄기와 물줄기들이 바다로 펼쳐지는 지형특징을 이루고 있다. 부산을 남북으로 가르는 양산단층, 동래단층, 일광단층의 3개 단층선 중, 서부산권역의 자연경관은 양산단층선 위로 낙동강과 그 유역이 이루는 수평적인 지형골격이 주요 특징이다.
- 서부산권역은 행정구역상 부산광역시 사하구, 강서구, 서구 일대를 포함하는 지역으로 낙동강을 중심으로 그 양안의 산지와 섬들을 포함하고 있으며 낙동강은 북쪽의 물금에서 남쪽의 남해바다로 일직선상으로 뻗어 내리고 있다.



〈그림 3-1-1〉 3개의 단층선

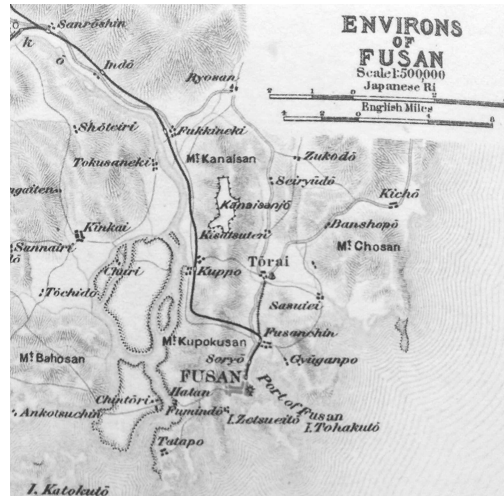


〈그림 3-1-2〉 서부산권역 지형 골격

- 낙동강의 동측 하안은 태백산맥에서 뻗어 내리는 산지가 점차 고도를 낮추며 남해에 이르러 사하구의 북단에 승학산, 아미산을 지나 물운도에 이르고 다시 쥐섬으로 이어지고 있다.
- 이 산지의 동측으로는 다대포만·두송반도·감천만 그리고 장군반도로 이어지고 장군반도에는 천마산과 장군산이 나지막한 노년기 구릉성 산지를 이루고 있는 한편, 낙동강 서안의 강서구 녹산동 일월에는 금병산, 봉화산이 그리고 바다 건너 가덕도에는 구곡산, 연대봉 등 비교적 고도가 높은 산지가 발달하고 있다.
- 특히, 가덕도와 다대포 사이에 성장하고 있는 수많은 연안사주들이 퇴적물을 공급받아 변화하고 있어 낙동강 하구역은 머지않아 육화될 것으로 예측가능하다.



〈그림 3-1-3〉 대동여지도(大東輿地圖, 19C)



〈그림 3-1-4〉 FUSAN 지도(1912년경)

- 자료 1. 서울대학교 규장각(<http://kyujanggak.snu.ac.kr>)
 2. 부산광역시립도서관(2012), 「부산근대지도(釜山近代地圖)모음집」

- 서부산권역은 산지와 산지의 침식곡을 따라 하천이 발달하고 그 유역에는 평야가 전개되는데, 바다의 여러 섬, 낙동강 하도의 하중도, 낙동강이 바다와 만나는 해역에는 ‘등’ 이라 하는 연안사주(울타리 섬, barrier islands)들이 성장하고 있어 낙동강을 끼고 있는 강서와 사하는 다양한 지형이 어우러지고 또, 그 지형이 살아서 활발히 변화되고 있는 역동적인 지역이다.



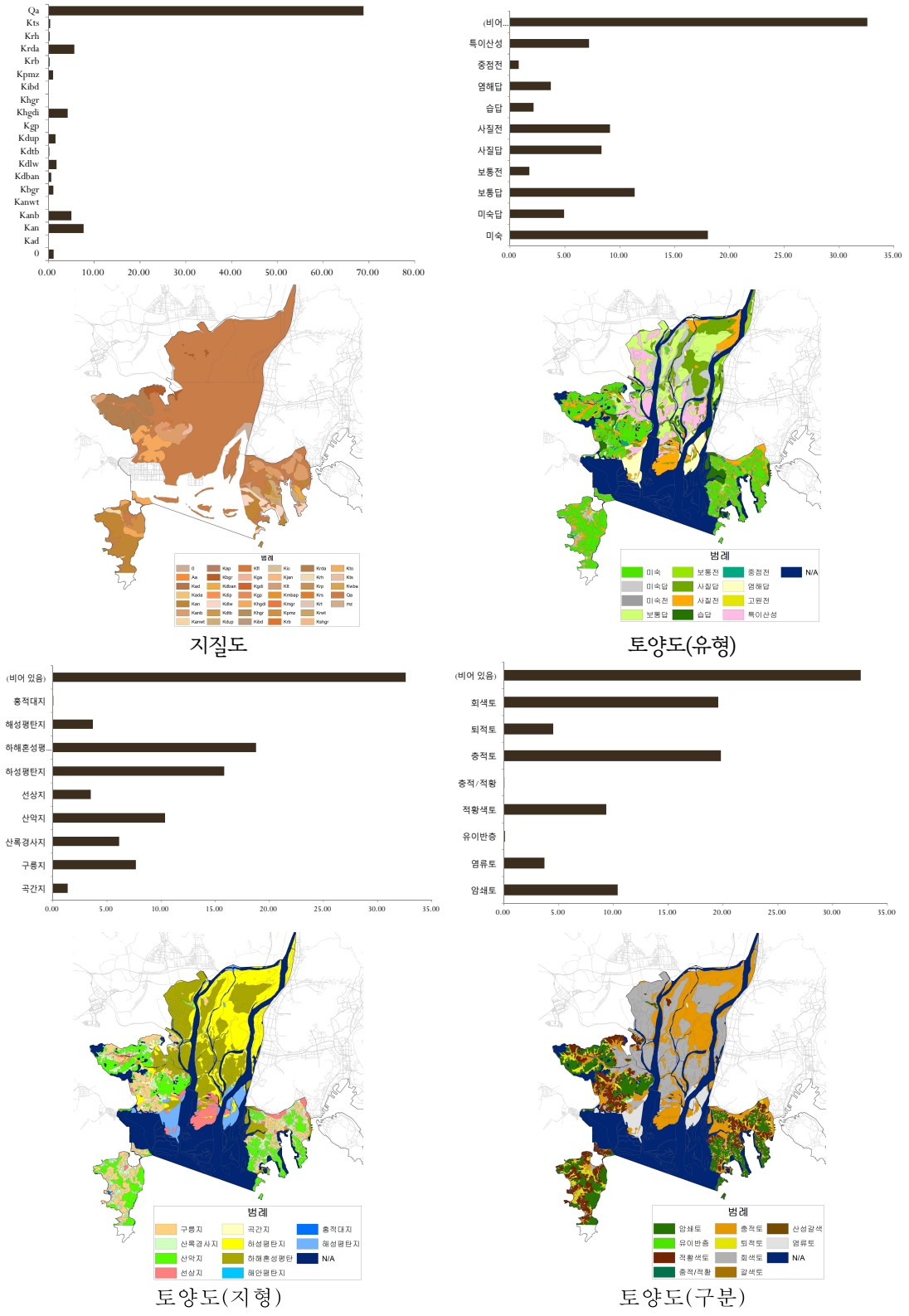
〈그림 3-1-5〉 산줄기



〈그림 3-1-6〉 물줄기

- 서부산권역은 낙동강과 주변 산지 및 바다가 이루는 지형특징을 가지고 5개 권역으로 나눌 수 있다.
 - ① 1권역 : 가덕도권역(부산의 가장 큰 섬으로 남북방향으로 길게 역삼각형의 지형으로 남북 간의 길이는 약 9.5km에 이르며 남산, 연대봉, 마봉산이 이루는 지역)
 - ② 2권역 : 봉화산권역(강서산맥을 이루는 고봉의 굴암산·마봉산·보배산으로 이어지는 산줄기)
 - ③ 3권역 : 낙동강권역(낙동강 본류와 서낙동강으로 나뉘고 삼각주를 이루는 하중도를 만들며 흘러 내리는 평강천, 맥도강, 조만강 등의 여러 분류와 지류하천이 합류하여 바다로 흘러가는 특징)
 - ④ 4권역 : 낙동강하구권역(낙동강 하구둑 아래 바다와 만나는 곳인 백학등, 도요등, 맹금머리등, 대마등, 장자도 등이 이루는 지역)
 - ⑤ 5권역: 아미산 권역(아미산, 물운대 등이 이루는 지역)

- 서부산권역에 조사된 지질구성비를 살펴보면 서부산권 전체 면적 중, 층적층(Qa)이 68.78%를 차지하고 있어 가장 많은 비중이며 안산암(Kan)이 7.67%로 그 다음 순으로 대부분의 지역이 층적층으로 이루어져 있다.
- 토양도 유형을 살펴보면 유형분류되지 않은 경우(하천 및 바다의 수공간인 경우)를 제외하고 서부산권 전체 면적 중, 미숙유형이 18.84%를 차지하고 있어 가장 많은 비중이며, 보통답 유형이 11.36%, 사질전 유형이 9.10%, 사질답 유형이 8.35%를 각각 차지하고 있다.
- 토양구성비를 살펴보면 파악되지 않은 경우(하천 및 바다의 수공간인 경우)를 제외하고 서부산권 전체 면적 중, 회색토가 19.56%를 차지하고 있어 가장 많은 비중이며 층적토 19.81%, 암쇄토 10.38% 순으로 이루어져 있다.
- 토양도의 지형구성비는 파악되지 않은 경우를 제외(하천 및 바다의 수공간인 경우)하고 서부산권 전체 면적 중, 하해혼성평탄지가 18.78%를 차지하고 있어 가장 많은 비중이며, 하성평탄지 15.84%, 산악지 10.38%, 구릉지 7.66%, 산록경사지 6.12%를 각각 차지하고 있다.



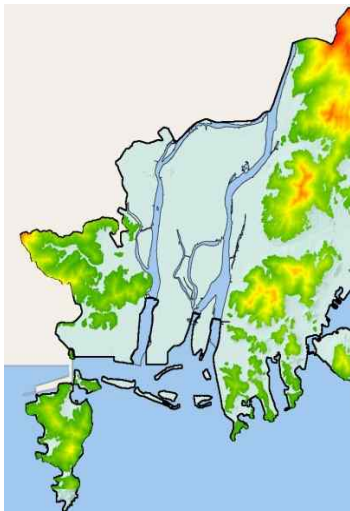
자료 : 한국지질자원연구소 수치지질도(2008), 농업과학기술원 수치정밀토양도(2011)

〈그림 3-1-7〉 지질 및 지형도 구성

2. 연구방법

1) 조사지역

- 서부산권역의 조사지역은 크게 1권역인 가덕도권역(부산의 가장 큰 섬으로 남산, 연대봉, 마봉산이 이루는 지역), 2권역인 봉화산권역(강서산맥을 이루는 고봉의 굴암산·마봉산·보배산으로 이어지는 부산권의 산줄기), 3권역인 낙동강권역(낙동강 본류, 서낙동강, 평강천, 맥도강, 조만강 등의 하천과 그 주변 일대), 4권역인 낙동강하구권역(낙동강 하구둑 아래 바다와 만나는 곳인 백학동, 도요동, 맹금머리동, 대마동, 장자도 등이 이루는 지역), 5권역인 아미산권역(아미산, 물운대 등이 이루는 지역)으로 나누어 그 안에 분포하고 있는 산지, 하천, 해안의 세부 경관자원을 조사하였다.
- 사전 지역검토를 통해 각 권역 내에서 지형경관이 특징적으로 드러날 것으로 예상되는 지역을 조사대상지역으로 선정하였으며, 산지, 하천, 해안지역을 균형 있게 고려하였다. 5개의 각 권역은 축척 1:5,000도로 조사단위를 구획 및 설정하여 접근하였다.



〈그림 3-1-8〉 산지



〈그림 3-1-9〉 하천



〈그림 3-1-10〉 해안

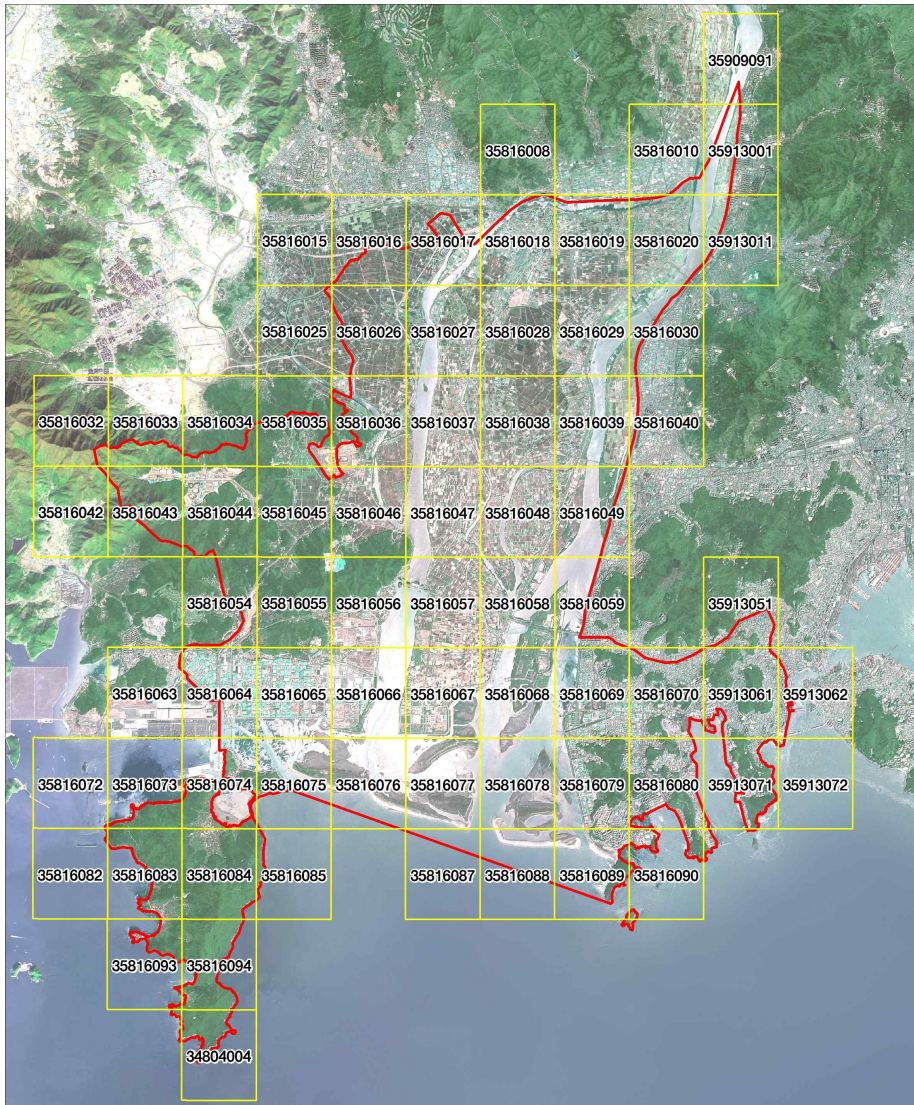
- 서부산권역을 5개 권역으로 나누고 총 65개의 조사단위(1/5,000의 수치지형도 도첩 기준)로 구획하여 기초도면으로 활용하였다(기존 토지이용의 현황을 검토하여 인공시가지 비중이 높은 조사단위 지역은 1차적으로 제외).

2) 조사기간

- 2015년 5월부터 2016년 3월

3) 조사대상

- 조사의 일관성을 위해 동부산권역, 중부산권역 조사와 마찬가지로 원생경관, 자연우세경관, 자연 및 인공복합경관, 인공우세경관, 인조경관 중에서 원생경관과 자연우세경관을 주요 조사대상으로 설정하였다(복합경관, 인공우세경관, 인조경관 중에서도 일부 가치가 있다고 판단되는 경우 조사범위에 포함).



〈그림 3-1-11〉 조사지역 단위



〈그림 3-1-12〉 경관의 분류

4) 조사방법

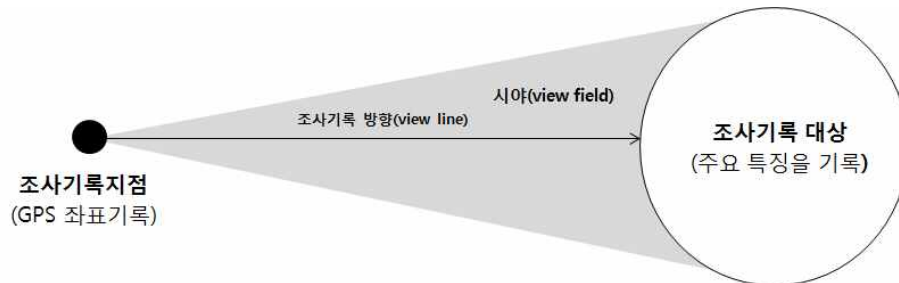
- 지형경관의 조사는 3단계(사전 조사, 현장조사, 조사자료 정리)로 실행하였고, 5개 권역의 지형적 특징을 기술함은 물론 생활공간으로서의 자연환경을 종합적으로 기술하였다.

(1) 사전 조사

- 조사의 공간범위가 넓기 때문에 현장조사에 착수하기 전, 기초 현황(항공사진, 계획도 등)을 참고하여 대상지의 기본 골격적인 특징을 검토 및 확인하였으며, 경관기록대상과 기록접근지점을 예측함으로써 현장조사의 유효성을 높였다.

(2) 현장조사

- 5개 조사권역별 현장조사를 수행하는데 있어 산지·하천·해안의 경관대상을 중심으로 사전 조사에서 예측한 조사지점 및 루트를 따라 이동하면서 조사 및 정리하였다. 산지는 산정과 능선 및 사면 위주, 하천은 하곡, 해안은 해안지형을 위주로 조사하였다.
- 경관조사는 최종적으로 특징적인 경관자원의 대상을 중심으로 기록되며 조사기록지점, 조사기록방향, 조사기록대상으로 구분하되 조사기록지점(view point)은 조사차량과 조사자가 접근할 수 있는 지점으로써 특징적인 경관자원을 기록하기 위한 지점의 의미를 갖는다.



〈그림 3-1-13〉 경관 조사의 기록지점과 기록대상(동부산권역-중부산권역과 동일)

- 현장조사시 2인 1조를 이루어 GPS 장착 카메라, 조사예측도면(항공사진), 지도(1:5,000)를 이용하여 조사지점을 기록하고 지형의 속성자료는 지형경관 조사표에 기록하였다. 현지조사 시, 각 조사지역별 주민들과의 탐문 등을 통해 그 지역에서 특징적인 지형경관을 파악하였다.



〈그림 3-1-14〉 조사도구(고무보트)

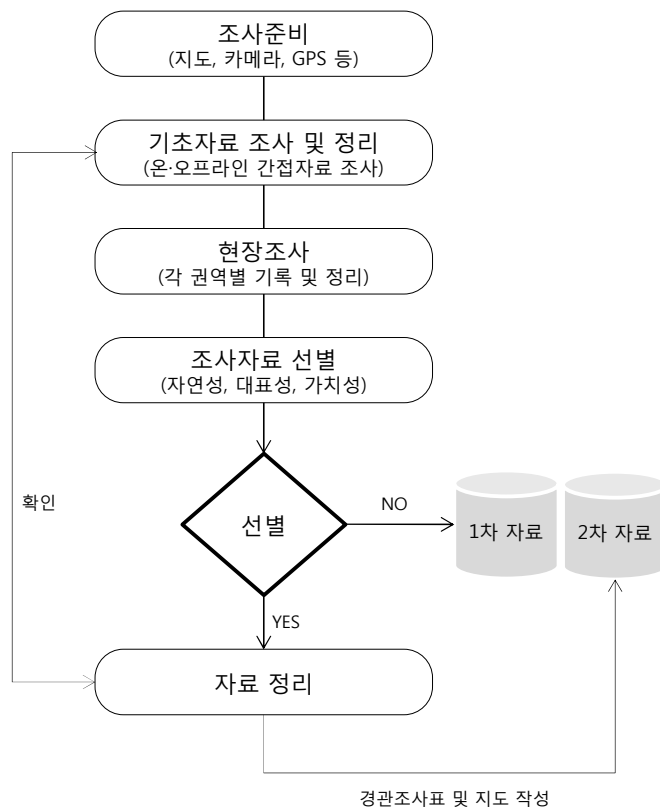


〈그림 3-1-15〉 조사도구(카메라)

(3) 조사 자료 정리

○ 경관자원을 사진으로 기록하는 자료 생성 및 수집, 수집된 자료를 대표성·자연성·가치성의 정도를 중심으로 선별, 최종 선별자료를 체계화하는 3 단계로 나누었다.

- ① 자료 생성 및 수집단계 : 사진기와 도면을 이용하여 1차적인 경관조사자료 생성
- ② 수집된 자료의 선별 단계 : 대표성, 자연성, 가치성의 정성적 판단을 중심으로 선별
 - 자연성(자연성의 우세정도) : 서부산권역의 자연적인 특징이 드러난 정도
 - 대표성(유형의 대표정도) : 서부산권역의 자연적인 특징을 대표하고 있는 정도
 - 가치성(경관 질의 정도) : 지형 및 지질적 특성, 자연적 특성의 가치가 있는 정도
- ③ 최종 선별자료의 체계화 단계 : 자료 목록화 및 주요 정보 기술, 도면표시

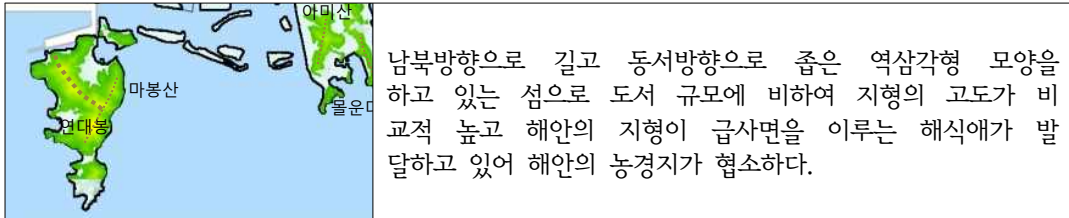


〈그림 3-1-16〉 기록과정

3. 결과

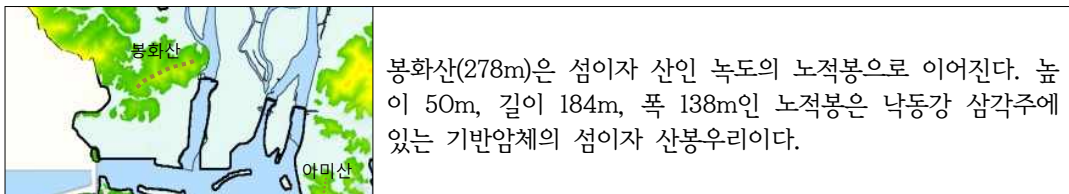
1) 산지

(1) 연대봉이 이루는 지역



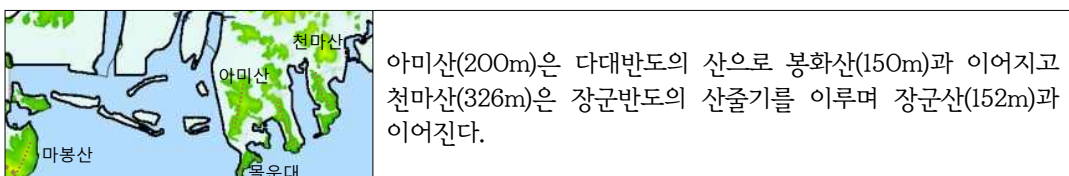
- 연대봉(459m) : 봉수대와 관련된 이름으로 국가의 비상시 봉홧불과 그 연기를 피어오르게 하여 위험을 알리는 국가의 중요 국방 시설이 있다고 하여 붙은 명칭이다. 연대봉은 가덕도 천성동의 중앙부에 있는 최고봉으로 북동쪽에는 응봉산(252m)이 있고, 북서쪽에는 응주봉(339m)이 있으며, 남쪽으로는 국수봉(269m)으로 이어지는 연속된 산지의 중심이다. 연대봉 북서쪽 해역에서 임진왜란 때인 1592년에 이순신 장군의 지휘아래 있던 조선 수군이 왜 수군의 주력부대를 격멸한 해전인 안골포 해전이 벌어진 역사적인 곳이다.

(2) 봉화산이 이루는 지역




- 봉화산(278m) : 생곡동에 있는 산으로 이 산에 봉수대가 있다. 봉화산의 또 다른 명칭으로는 봉대 · 봉화대 · 봉오재 · 성화례산 · 성화야봉대와 같은 이름을 가진다. 이는 모두 봉화의 봉수와 관련된 명칭이다. 봉화산은 김해의 신어산에서 동남쪽으로 흘러내린 매봉산 · 보개산 · 마봉산 · 굴암산 · 화산 · 불모산 등의 산맥 남단에 있다.

(3) ami산과 천마산이 이루는 지역







- 아미산(200m) : 사하구 다대1동에 위치하며 산지의 사면경사가 완만한 노년기 지형으로 낙동강 하구의 지형 변화를 전체적으로 조망할 수 있는 위치에 있다. 아미산의 주위는 각종 수목이 울창하고 약 100m고도까지 주거지가 들어서 있다. 아미산의 서측은 과거의 낙동강변의 양산단층선을 따라 발달한 급경사의 해식애가 발달하였다.
- 천마산(326m) : 사하구와 서구의 경계지점에 서 있는 안산암질 암석으로 구성되며, 장기간에 걸친 침식작용을 받아 노년기의 완만한 사면경사를 가진 구릉성 산지를 이루고 있다. 특별한 지형형상은 발달하지 않았다. 천마산의 주변산지의 사면에 고도 약 100m까지 주거지를 비롯한 각종 건물물이 들어서 있다. 이 산지는 지역주민들의 쉼터로 사방의 조망이 가능한 우수한 경관 특징을 가진다.

〈표 3-1-1〉 산지 경관조사 기록지점

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
산지	1		가덕도	부산시 강서구 대항동 413	N35.017621 E128.825479	2016.03.25
	2		연대봉	부산시 강서구 대항동 24-3	N35.014507 E128.834837	2016.03.25
	3		가덕도	부산시 강서구 성북동 산295-1	N35.047718 E128.808647	2016.03.25
	4		노적봉	부산시 강서구 녹산동 79-3	N35.119655 E128.893789	2016.03.30
	5		봉화산	부산시 강서구 녹산동 산16-10	N35.118859 E128.888894	2016.03.30
	6		봉화산	부산시 강서구 녹산동 123	N35.118992 E128.889243	2016.03.30
	7		동섬	부산시 서구 암남동 620-25	N35.062736 E129.021803	2016.03.31

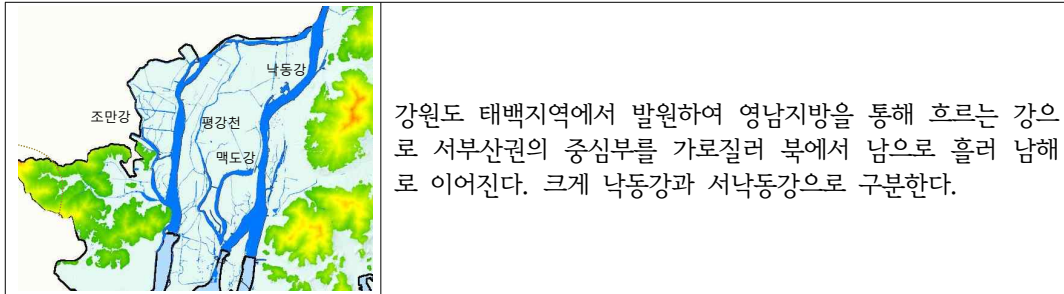
〈표 3-1-1〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
산지	8		마봉산	부산시 강서구 동선동 1047	N35.054893 E128.836189	2016.03.25
	9		봉화산	부산시 강서구 생곡동 산59	N35.124017 E128.884828	2016.03.30
	10		봉화산	부산시 강서구 녹산동 산16-4	N35.121250 E128.889107	2016.03.30
	11		봉화산	부산시 강서구 녹산동 산14-1	N35.123699 E128.887093	2016.03.30
	12		봉화산	부산시 강서구 녹산동 산10	N35.123016 E128.888316	2016.03.30
	13		암남공 원	부산시 강서구 암남동 620-5	N35.064471 E129.020329	2016.03.31
	14		응봉산	부산시 사하구 다대동 산31-5	N35.067141 E128.964518	2016.03.31

2) 하천

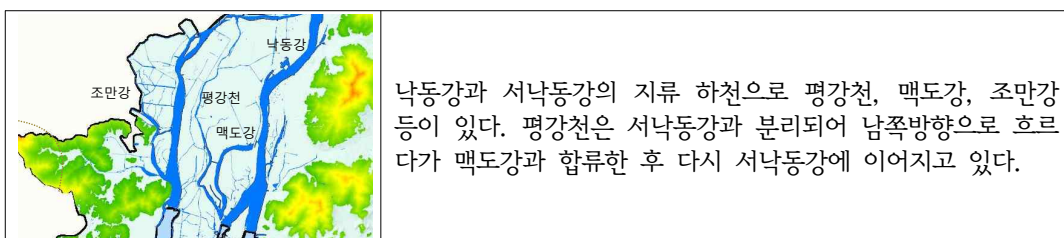
- 낙동강 삼각주 평야일대의 수계(水系)는 낙동강 본류와 서낙동강으로 나누어지고 삼각주를 이루고 있는 하중도를 만들며, 흘러내리는 평강천(平江川), 맥도강(麥島江), 불암강(佛岩江), 조만강(潮滿江), 해반천(海畔川) 등의 여러 분류와 지류 하천이 합류하여 바다로 흘러간다. 낙동강의 동쪽에는 금정산맥이 북에서 남으로 뻗어 있고 서쪽으로는 신어산맥이 발달해 있다. 동쪽에서 낙동강으로 유입하는 지류로는 양산천·호포천·대천천·덕천·대리천·운수천·덕개천·괘내천·삼락천·학장천·장립천 등이 있으며, 삼각주 내에서 분류된 하천으로는 맥도강이 있다. 서낙동강으로 유입하는 지류로는 평강천과 조만강 등이 있다.

(1) 낙동강과 서낙동강



- 낙동강 : 최초의 2대 분류는 서낙동강과 동낙동강으로서 현재의 대저수문의 위치가 분류의 기점이다. 서낙동강은 대저수문을 지나 녹산수문을 통하여 남해로 유입한다. 서낙동강은 다시 평강천 분류로 연장되어 여러 하중도들을 지나 순아도, 그리고 명호도에 이르러 남해로 유입한다. 낙동강의 유로연장은 약 525.15km이고, 전 유역의 면적은 23,851km²이다. 하구둑 건설 이전에는 연평균 476m³/s을 흘려 보내어 연간 최대 1,000만톤의 토사를 낙동포에 유입시켰으나, 하구둑 건설 이후 상황의 변화가 있다.
- 서낙동강 : 옛날에는 삼차강(三叉江)이라 하였다. 대저도의 동쪽을 흐르는 강이 동낙동강, 대저도의 북단과 서쪽을 따라 흐르는 강이 서낙동강이다. 낙동강의 서쪽으로 흐르는 강으로서 본래 강서 삼각주의 본류를 이루고 있었으나 강폭이 차츰 좁아져 1933년 대저동 동쪽에 제방을 쌓고, 대저수문과 연결되면서 강류는 동쪽으로 흐르게 되었고 서낙동강은 선암강(仙岩江) 또는 불암강(佛岩江)으로 부르게 되었으며, 낙동강 하류의 분류가 되었다. 대저수문에서 멈춘 강물은 낙동강 대사(大沙)에서 평강천으로 나뉘고, 김해시 지역을 거쳐 남쪽 방향으로 흘러내려 둔치도의 남단에서 조만강과 합류하여 녹산배수갑문을 거쳐 남해로 흘러나간다.

(2) 평강천과 맥도강 및 조만강



- 평강천 : 옛날 삼차강의 한줄 기본류로서 서낙동강과 평강을 기점으로 남쪽으로 흘러 대저1·2동과 강동동의 경계를 이루고 있으며, 명지동의 순아도(順牙島)를 거쳐 진목(眞木)의 북단에서 동낙동강으로 들어간다. 1972년에서 1977년까지 대형 준설선을 투입하여 연장 11.4km, 너비 141.9km의 평강천을 준설하였다.
- 맥도강(麥島江) : 일명 월포강이라 하며 유로 연장은 11.6km, 하폭은 약 300m이며 유역 면적은 6.21km²이다. 낙동대교 부근 맥도 나루에서 발원해 명지 나들목에서 평강천에 합류한다. 금호 마

을 제방 축조로 호수처럼 변한 맥도강은 현재 주변에 유입되는 생활하수와 쓰레기 등으로 수질이 오염되었다. 맥도강의 범람으로 하천 주변에 상습 침수 피해가 빈번히 발생하자 명지·영강 배수 펌프장과 맥도 배수 펌프장을 건설해 침수 피해를 줄이기 위해 노력하고 있다. 맥도강 동쪽의 맥도에는 생태공원이 조성되어 시민의 위락 공간으로 제공되고 있다.



- 조만강 : 과거에는 태야강(台也江)이라고 불렸다. 김해군 주촌면 덕암리 황새봉 정상에서 발원하였다. 이 하천은 여러 계류(溪流)들을 합하여 흐른다. 내삼천(內三川)과 합류하여 흐르다가 정천교(正川橋)를 지나면서 부터 장유면의 삼문천(三文川)·대청천(大清川)과 합류한다. 이후 유로를 동남으로 방향을 바꾸어 장유면 신문리에서 장유전천후 농업용수로에 배수를 하고 마찰교(馬札橋)를 지나면 김해시 칠산평야의 농업용수로에 양수하며, 곤지(昆池)나루를 지나 가락동 화목에서 해반천, 호계천(虎溪川) 등의 지류들이 봉곡천(鳳谷川)과 만나 남포평야(南浦平野)에서 조만강을 이룬다. 조만강은 다시 남류하다가 가락동 대흥에서 화목의 배수로를 흡수하여 조만교 아래를 지나 녹산동 범방사구에서 농업용수를 공급하여 주고 생곡(生谷)에서 지사천(智士川)을 합류한 뒤 장락(獐洛)나루를 지나 서낙동강에 유입하는 길이 3.5km에 이르는 하천이다. 1967년부터 1970년까지 준설선을 투입하여 길이 2.3km, 너비 265.9m의 조만강을 준설하였다.

〈표 3-1-2〉 하천 개요

하천명	길 이(m)	구 간
낙동강	13,500	대저수문-명지하수둑
서낙동강	18,000	대저수문-녹산수문
평강천	13,500	강동대사-명지순아
맥도강	5,700	대저본맥-명지신포
조만강	3,500	가락대흥-녹산장락
해반천	1,100	김해삼계-김해화목
신어천	900	김해초선대-가락식만
호계천	300	김해강동-가락죽동
구산천	900	가락송산부락앞
지사천	9,200	녹산지사-세산
송정천	2,300	녹산송정-목포

자료 : 김해농지개발조합, 1996, 「김해농조 80년사



〈표 3-1-3〉 하천 경관조사 기록지점표

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
하천	15		화명강 변공원	부산시 북구 화명3동 1899-1	N35.234178 E129.003547	2016.02.29
	16		화명강 변공원	부산시 북구 화명3동 1931	N35.228375 E129.002528	2016.02.29

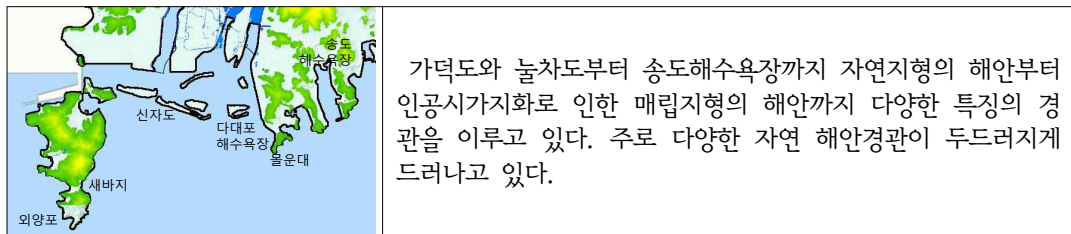
〈표 3-1-3〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
하천	17		화명강 변공원	부산시 강서구 대저1동 77	N35.216614 E128.998269	2016.02.29
	18		화명강 변공원	부산시 강서구 대저1동 76	N35.216381 E128.998143	2016.02.29
	19		대저생 태공원	부산시 강서구 대저1동 674	N35.219553 E128.991956	2016.02.29
	20		대저생 태공원	부산시 사상구 삼락동 281	N35.193523 E128.969897	2016.02.29
	21		대저생 태공원	부산시 강서구 대저2동 1424-4	N35.190732 E128.963296	2016.02.29
	22		삼락생 태공원	부산시 사상구 삼락동 320	N35.191165 E128.976560	2016.02.29
	23		삼락생 태공원	부산시 사상구 삼락동 433-9	N35.182680 E128.974532	2016.02.29
	24		삼락생 태공원	부산시 사상구 삼락동 29-87	N35.152905 E128.969299	2016.02.29
	25		천성저 수지	부산시 강서구 천선동 97	N35.033972 E128.823740	2016.03.25
	26		둔치도	부산시 강서구 삭만동 840-226	N35.209666 E128.911962	2016.03.30

〈표 3-1-3〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
하천	27		서낙동 강 하류	부산시 강서구 봉림동 763-1936	N35.146224 E128.897967	2016.03.30
	28		서낙동 강	부산시 강서구 대저2동 5402-4	N35.143297 E128.930333	2016.03.30

3) 해안



- ① 가덕도 해안 : 해안은 대부분 암석 해안으로 곳곳에 수직에 가까운 해식애가 발달하였다. 특히 동쪽과 남쪽 해안은 소형 선박도 접안이 어려운 높이 100m 이상의 해식애를 이룬다. 가덕도의 동해안 진우도를 바라보는 눌차해안은 암석해안이고 눌차내만은 모래 퇴적해안이다. 눌차만입 내에는 죽도라는 작은 섬(장축 ; 110m, 단축 ; 80m)이 입지하며 호안일대는 간석지로 염생식물이 분포하고, 각종 양식업이 성행한다.
- 가덕도의 서해안선은 소규모 head-land와 pocket이 번갈아 나타나는 일종의 리아스식 해안의 모습을 가진다. 특히 두문-천성-대항-외양포 만입의 발달로 항, 포구가 형성되어 어촌이 발달하였다. 만입과 만입의 사이는 두각지로 파식이 거세어 해안단구, 해식애, 해식동, 파식대가 발달한 암석해안이다.
 - 해안은 수직 절리계가 발달하여 거센 파랑이 밀려와 파식으로 해식애와 해식동의 발달이 현저하며 경관이 수려하고 남성적이다. 가덕도의 남쪽해안은 파랑의 굴절작용으로 인한 파식작용을 강하게 받아 해식애, 해식동, 파식대 등의 다양한 해안지형이 발달하였다. 남산(188.4m)해안 두각지와 아동도가 마주보고 있는데, 이는 과거 두각지였으나 파식에 따라 시스택(sea-stack)으로 발달하였다.
 - 가덕도의 동해안은 서해안과 달리 급경사의 해식애 지형이 해안에 절박하여 항만이나, 포구 등의 발달이 없어 어촌취락의 발달이 거의 없다. 가덕도와 거제도간의 거가대교의 건설, 신항만 건설, 그리고 가덕 신공항이 건설되면 가덕도의 지형의 변화가 해안과 내륙 쪽에 활발히 진행될 것으로 미루어 가덕도의 해안 지형의 경관이 크게 변화될 것이다. 특히 다대포와 물운대와 가덕도 사이의 바다가 육지화가 진행되고 있다. 주요 특징으로 국수봉(258m)에서 500m가

량 떨어진 동쪽 해안은 암석으로 이루어진 급경사의 절벽(해식에)으로, 좁고 깊은 수직의 파식곡(파도가 깎은 골짜기)과 해식 동굴이 툇날처럼 복잡하게 들락거리고 있다(리아스식 해안). 이 해안으로 늘 파도가 밀려와 해안에 침식이 진행되어 해식에·해식동(해안 동굴) 등의 해안 침식 지형이 발달하였다.

② 낙동강 하구 : 하중도와 연안사주가 발달하였다. 낙동강 삼각주 평야를 구성하고 있는 하중도로는 대사도(大沙島)·직도(稷島)·덕도(德島)·제도(濟島)·대부도(大富島)·평위도(平渭島)·수봉도(水峯島)·송백도(松栢島)·천자도(千字島)·순아도(順牙島)·대저도(大渚島)·출두도(出頭島)·도도(桃島)·작지도(作之島)·발막섬·염밭섬·동자도(東子島)·일웅도(日雄島)·을숙도·순기도(順基島)·순간도(順間島)·명호도(鳴湖島) 등이 있고, 그 밖에 등(嶼)[올타리 섬, barrier island]으로는 경등(鯨嶼)·사취등(沙聚嶼)·태평등(太平嶼)·진등(田嶼)·신호도(新湖島)·진우도(眞友島)·대마등(大馬嶼)·장자도(長子島)·백합등(白蛤嶼)·나무싯등·새등·홍터등(무지개등)·다대등(多大嶼)·도요등·새부리등·맹금머리등이 있다. 이들 연안 사주들은 다대 해수욕장 부근에서 계속 성장하면서 새로운 삼각주의 대평원을 만들어가고 있다. 또한 낙동강이 공급하고 해안에서 밀려오는 토사는 새로운 지형을 성장시켜 나가고 있다. 주요 올타리섬의 주요 특징은 다음과 같다.

- 백합등 : 1970년대에 대기 중에 노출된 모래섬이다. 낙동강 삼각주 지형은 고구마 형으로 섬의 장축은 주로 동서 방향이다. 백합등의 장축길이는 약 1.75km, 단축길이는 약 0.5km이다. 섬의 북쪽에는 무지개등이 동서 방향의 갯골사이로 발달되어 있다가 결합되었고, 1984년의 홍수 시에는 남쪽 나무싯등과 다시 연결되어 ㄷ자 형태를 이루고 있다.
- 도요등 : 낙동강 하구 연안사주들 중 최근에 이루어진 모래톱이다. 동쪽의 장립골, 서쪽의 진동골이 위치하고 있어 조류의 통로로 이용되고 있다. 이 섬은 먼저 서쪽에서 출발하여 북쪽 방향으로 커졌고, 동쪽에서 남쪽방향으로 성장이 진행 중이다. 이 같은 추세라면 북쪽의 나무싯등, 백합등, 맹금머리등과 이어져 거대한 섬으로 변하게 될 것이다. 도요등의 규모는 길이 약 3.5km, 너비 약 250m로 계속 성장 및 변화하고 있다. 최근의 관찰에 의하면 도요등 남쪽에 새로운 속등이 나타나 해수면 위로 나타나고 있다.
- 맹금머리등 : 을숙도 남쪽으로 길게 뻗어오던 십리등(반월도)의 중간 허리부분을 가로질러 선박의 통로로 준설하면서 남쪽에 삼각형 모양의 모래톱이 계속 퇴적작용으로 커지고 있다.
- 대마등 : 본래 명지신도시에서 남쪽방향으로 약 1km 거리에 이루어진 모래 퇴적지로서 오래되지 않았다. 최근 명지신도시 남단의 염전지대에 하구둑 건설로 얻어진 토사를 복토하여 명지신도시가 조성되었으며 현재는 약 250m 거리에 위치한다. 대마등은 네 개의 독립된 등으로 이루어져 있는데 간조 시에는 연결되기도 한다. 대마등은 중심부가 약간 좁으며 길이는 약 2.2km, 너비 250m를 넘어서고 있다. 섬은 동쪽과 남쪽이 높은 반면 서쪽과 북쪽은 낮은 편이다. 토양은 낙동강이 공급하는 모래 위주로 이루어져 있어 비옥한 편이다.
- 장자도 : 동서 길이 약 1.5km, 남북 길이 0.5km인 직사각형에 가까운 모양을 하고 있다. 대마등에서 약 1km 지점에 있으며, 부산광역시 강서구 명지동 481번지로 되어 있다. 1916년 지형도에서 처음 확인되었으며, 1951년에는 면적이 0.577km²이었다가 1978년에는 0.132km²로 크게

줄었으며, 현재는 0.463km²로 다시 증가하였다. 장자도는 옛날부터 맛과 품질을 인정받아 일본으로 많이 수출한 장자도 김의 생산지이다.










- 새등 : 모래의 퇴적작용에 의한 연안사주 지형이다. 1975년 지형도에 처음 등장 하였다. 북쪽의 대마등은 1904년, 장자도는 1916년에 지형도에 나타나는 것을 감안할 때 새등은 나이가 어린 섬이다. 명호도에서 대마등은 약 1km, 대마등과 장자도는 500m, 그리고 장자도에서 새등까지는 약 250m의 거리이다.
- 진우도 : 모래의 퇴적작용에 의한 연안사주 지형이다. 1907년에 지형도 상에 처음으로 등재되었다. 지역 주민들은 등이라는 지형용어를 사용하여 진우등이라고 부르고 있다. 등이란 간석지 면보다 낮은 곳에서 모래가 퇴적되면서 해수면 위로 나타난 모래톱을 가리킨다. 진우도는 동서 방향이 길며 그 길이는 2.5km이다. 단축인 남북 방향의 좁은 곳은 약 200m, 넓은 곳은 약 500m이다. 진우도에는 여러 사건들이 있었다. 우선 사라호 태풍 때, 지체부자유 불우아동 유치원이었던 진우원의 시설이 파괴되었다. 또한 신항만축조 이후에는 가덕도의 놀차도와 진우도 사이의 갯골이 점차 좁아지면서 선박 17척이 뒤집히는 사건과 함께 어부가 실종되는 피해가 있었으며(2006년 2월), 무인도 해안체험학습을 왔던 교사 1명과 학생 3명이 큰 파도에 휩쓸려 실종되었던 사고도 있었다(2007년 8월). 이러한 사고원인 중의 하나는 진우도 해안의 모래퇴적층이 높아지면서, breaker line이 해안으로 바짝 다가서게 되었기 때문이다.

- ③ 물운대 해안 및 암남공원 해안 : 부산광역시 사하구 다대동 산 114번지 일대로 부산광역시 시도 기념물 제27호인 물운대가 있고, 물운대 유원지가 조성되어 있다. 총 면적 50만 6000m²에 고도는 78m이다. 물운도는 다대 팔경(多大八景) 중 ‘물운관해(沒雲觀海, 물운대에서 바라보는 바다의 아름다운 경관)와 ‘화손낙조(花孫落照, 화손대에 깔려드는 저녁노을의 빼어난 아름다움)의 2가지를 가지고 있는 절경지이며, 임진왜란 당시 부산포 해전(1592)에서 이순신의 우부장으로 활약한 녹도 만호 정운이 순절한 사적지로도 유명하다. 한편, 백악기 다대포층은 사하구 다대포 지역 두송 반도 일대에 분포하는 지층으로 중생대 말 백악기에 형성된 퇴적층으로 부산에서 가장 오래된 지층이다. 백악기는 경상 누층군이 퇴적되던 시기로, 당시 경상도 일대는 거대한 호수였다. 6,500만 년 전부터 1억 3500만 년 전까지 약 7,000만 년에 이르는 백악기에 호수나 하천 유역에 경상 누층군이 퇴적되며 수평층을 이루었다. 백악기 다대포층은 하천이나 호소의 연변에 개흙과 모래, 자갈들이 녹회색이나 적색을 띠고 수평으로 쌓여 있어 독특한 풍광을 드러낸다. 이 지층은 한 겹 한 겹 판상으로 쪼개지는 특징을 갖는 층리가 발달해 있다. 백악기 다대포층은 송도 해안과 다대포 해안에서 그 형태를 확인할 수 있다. 다대포층은 경상 분지의 퇴적층이라서 공룡 발자국 등의 흔적도 많이 발견된다. 부산의 태종대와 영도 등대 단구면 위와 백양산 선암사 북쪽 암반 위에서 공룡 발자국 화석이 발견되었으며, 2009년 11월에는 약 8,000만 년 전으로 추정되는 공룡 행태(行態) 화석이 발견되었다. 화석은 다대포층 하부에서 산출된 것으로 추정되며, 서구 송도 해수욕장에서 남쪽으로 2km 떨어진 무인도 두도에서 발견되었다.








〈표 3-1-4〉 해안 경관조사 기록지점

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
해안	29		맹금머리등	부산시 사하구 장림1동	N35.070747 E128.945873	2016.02.22
	30		백합등	부산시 사하구 다대동 1597	N35.057869 E128.946429	2016.02.22
	31		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.058166 E128.945699	2016.02.22
	32		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.057416 E128.944046	2016.02.22
	33		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.057433 E128.943594	2016.02.22
	34		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.057032 E128.945462	2016.02.22
	35		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.049202 E128.951161	2016.02.22
	36		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.050286 E128.950993	2016.02.22
	37		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.051049 E128.949839	2016.02.22
	38		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.052346 E128.929514	2016.02.22



〈표 3-1-4〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
해안	39		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.052434 E128.928692	2016.02.22
	40		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.054500 E128.928281	2016.02.22
	41		백합등	부산시 사하구 다대동	N35.056964 E128.929239	2016.02.22
	42		신자도	부산시 강서구 명지동	N35.064835 E128.888605	2016.02.22
	43		신자도	부산시 강서구 명지동	N35.064719 E128.888292	2016.02.22
	44		신자도	부산시 강서구 명지동	N35.065177 E128.888240	2016.02.22
	45		진우도	부산시 강서구 신호동	N35.068684 E128.857060	2016.02.22
	46		낙동강 하류	부산시 강서구 신호동	N35.076977 E128.880341	2016.02.22
	47		대마등	부산시 강서구 명지동	N35.078506 E128.909400	2016.02.22
	48		낙동강 하류	부산시 강서구 명지동	N35.083230 E128.913325	2016.02.22

〈표 3-1-4〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
해안	49		낙동강 하류	부산시 강서구 명지동	N35.083997 E128.913295	2016.02.22
	50		대마등	부산시 강서구 명지동	N35.078504 E128.922824	2016.02.22
	51		가덕도	부산시 강서구 가덕해안로1169번길 58-17	N35.014322 E128.834788	2016.03.25
	52		가덕도	부산시 강서구 대항동 393-3	N35.011984 E128.825081	2016.03.25
	53		가덕도	부산시 강서구 대항동 5-4	N35.016869 E128.835519	2016.03.25
	54		가덕도	부산시 강서구 눌차동	N35.067158 E128.856044	2016.03.25
	55		다대포 해수욕장	부산시 사하구 다대동 1661-16	N35.044670 E128.965111	2016.03.31
	56		몰운대	부산시 사하구 다대동 산144	N35.038198 E128.970869	2016.03.31
	57		몰운대	부산시 사하구 다대동 산144	N35.038202 E128.970874	2016.03.31
58		몰운대	부산시 사하구 다대동 산144	N35.038258 E128.970861	2016.03.31	

〈표 3-1-4〉 계속

유형	No.	기록장면	분류	위치	기록좌표	기록일시
해안	59		몰운대	부산시 사하구 다대동 산144	N35.038211 E128.970897	2016.03.31
	60		서낙동 강 하구	대한민국 부산광역시 강서구 녹산동 193-11	N35.109927 E128.889838	2016.03.30

4. 요약 및 결론

1) 요약

- 낙동강을 중심으로 그 양안에 자리 잡은 서부산권역의 지형경관은 동부산권역과 중부산권역과 달리 하천이 이루는 자연경관이 우세하게 작용하고 있다. 지형여건에 따라 구분한 5개 권역별 산지경관, 하천경관, 해안경관을 각각 조사하였다.

〈표 3-1-5〉 경관조사 정리

경관조사 기록지점	분류	주요 특징
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 서부산권역 중심부를 흐르는 낙동강 양안의 서측부에는 봉화산과 가덕도(연대봉, 국수봉)가 있고 동측부에는 천마산과 아미산이 위치 ○ 가덕도의 연대봉은 산 정상부의 암봉과 산록의 조화가 명품 ○ 아미산의 급경사지에서 낙동강 하구를 바라보는 경관이 특징적
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 서부산권역의 중심부를 흐르는 낙동강과 서낙동강으로 크게 나뉘며 지류하천인 평강천, 맥도강, 조만강 등으로 구성 ○ 낙동강변 둔치도, 화명생태공원, 삼락생태공원 등의 수변경관이 특징적이거나 서낙동강과 지류하천 주변은 점적 개발로 경관훼손 양상
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙동강의 연안사주인 울타리섬, 가덕도 남측해안, 몰운대, 다대포, 암남공원의 해안지형이 특징적 ○ 모래해안, 자갈 해안, 암석해안, 해안단구, 해식에, 시스택 등이 해안에 빈번히 분포 ○ 일부 톱니바퀴 해안선의 특징 유지

- 서부산권역은 양산단층선 위로 서낙동강과 낙동강이 이루는 넓은 하천경관과 평탄지형이 우세하게 작용하면서 양안에 남북방향의 산지가 형성되었다. 가덕도(연대산, 마봉산), 봉화산, 암남공원의 산지경관이 특징적이며, 가덕도 해안, 낙동강 하구 사주, 다대포 해안경관이 우수하다.
- 특히 낙동강 하구 부근에 모래나 자갈이 퇴적하여 이루어진 사주(Sandbar)는 침수되거나 부분적으로는 해수면으로 드러나는데, 현재 소규모의 지형변화가 지속적으로 진행 중에 있다. 낙동강 하구는 우리나라 대표 삼각주로 그 위상을 갖는다.
- 조사기록 한 지형경관자원들 중 최종 선별한 자원들은 산지 14개, 하천 14개, 해안 32개의 총 60개이다.

〈표 3-1-6〉 경관조사 결과 종합

구분	가덕도 권역		봉화산 권역		낙동강권역		낙동강 하구 권역		아미산 권역		합계	
	기록	선별	기록	선별	기록	선별	기록	선별	기록	선별	기록	선별
산지	18	4	15	8	-	-	-	-	15	2	48	14
하천	3	1	-	-	58	13	-	-	2	-	63	14
해안	26	4	-	-			65	23	33	5	124	32
합계	47	9	15	8	58	13	65	23	50	7	235	60

2) 경관관리의 주요 과제

- 서부산권역은 산지, 하천, 해안이 이루는 자연적인 지형경관이 우세하게 드러나고 있으나, 향후 서부산권 개발에 따른 대규모 토지이용 변화가 예정되어 있어 급격한 경관변화가 이루어질 전망이다.
- 난개발을 막고 경관을 보호하여 시민들이 쾌적한 생활을 이루어 나갈 수 있도록 아름다운 지형경관을 체계적으로 관리해 나가야 한다. 서부산권이 보유한 우수한 지형경관자원과의 조화로운 지역 형성을 위해 필요한 도시관리 정책은 다음 네 가지로 판단된다.

① 지형경관 우수성의 시민공감대 형성

- 서부산권이 보유하고 있지만 드러나 있거나 숨은 지형경관자원의 발굴차원에서 각 지역주민이 함께 참여할 수 있는 협력조사 및 기록방안 마련
- 조사 및 선별 기록한 우수 경관자원들의 의미와 가치를 시민들과 함께 공유할 수 있도록 하는 교육 및 홍보방안 마련

② 지형변화의 모니터링

- 낙동강하구의 사주에 대한 주기적인 지형경관 변화 모니터링 시스템 구축
- 서낙동강, 평강천, 맥도강 주변지역의 공장 및 식당들이 개별 입지하여 시가지의 점적 확장에 따른 수변경관 훼손 모니터링 체계 구축

③ 지형보존 및 관리전략 마련

- 서부산권 전체 차원에서 개발에 의한 인공시가지 조성 시 지형경관의 충돌을 조절하기 위해 기존 토지이용계획체계의 점검 및 조정
- 대형 SOC 건설(토목구조물, 환경시설물 등) 시, 우수 지형경관의 고려

④ 지형경관 보호 가이드라인 수립

- 원경관을 이루는 하천과 해안의 지형형태 보존 및 관리를 위한 전략 필요
- 우수 지형경관자원을 관리하기 위한 자연지형과 인공시가지 접경부의 경관보호 가이드라인 수립

5. 참고문헌

- 국토해양부, 2011, 「한국하천지명사전」
- 권혁재, 1990, 「지형학」, 법문사
- 권혁재, 2001, 「자연지리학」, 법문사.
- 권혁재, 2001, 「지형학」, 법문사.
- 김경수 외 5인, 2005, 부산 백양산일대 자연사면의 지질조건에 따른 토질공학적 특성, 「한국지질자원연구원 논문집」, 제9권 제2호 통권 21호, pp.3-19
- 반용부, 1986, 「자연지리학연구」, 대학교재출판사
- 반용부, 2003, 낙동강유역분지지역의 지질과 지형, 「낙동강 백서」, 부산발전연구원, pp. 3-41.
- 반용부, 2004, 명호도 남단의 Barrier Islands 지형변화, 「부산연구 창간호」, 신라대학교 부산학연구센터, pp.53-99.
- 반용부, 2004, 대저도 지형의 경관변화, 「부산연구 창간호」, 신라대학교 부산학연구센터, pp.7-53.
- 반용부, 2005, 「낙동강 하구에 발달한 연안사주-하구둑 건설 전과 후-」, 신라대학교 낙동강 연구원.
- 반용부, 2005, 「낙동강 하구에 발달한 연안사주, 낙동강 하구둑의 득과 실」, 부산발전연구원, pp.51-150.
- 반용부, 2006, 낙동강 삼각주의 지형과 인간생활, 「동남어문논집」 제 22호, pp.5-17.
- 반용부 외, 2007, 「부산광역시 무인도서 실태조사 연구보고서」, 국토해양부.
- 반용부 외, 2007, 「영도등대문화공간 활성화 및 무인도서 환경조사보고서」, 국토해양부.
- 반용부, 2013, 「살아있는 땅 낙동강 삼각주」, 부산광역시 낙동강하구에코센터.
- 반용부, 2015, 「낙동강하구의 울타리 섬 이야기」. 부산광역시 낙동강하구에코센터.
- 부산광역시 기장군, 2011, 「군정백서」

부산광역시 · 부산대학교, 2008, 「부산고지도(釜山古地圖)」

부산광역시립도서관(2012), 「부산근대지도(釜山近代地圖)모음집」

부산발전연구원, 「지도로 본 부산」

박상필 외 2인, 2011, 「부산의 특성을 고려한 경관관리 제고방안」, 부산발전연구원

박상필 외 4인, 2013, 「부산의 명품해양공간 조성방안」, 부산발전연구원

부산시사편찬위원회, 1989, 「부산시사」, 제일인쇄

부산시사편찬위원회, 2004, 「부산지명총람」; 제 1-8권.

양승영, 2001, 「지질학사전」, 교학연구사.

제 2 절 식물상

1. 연구방법

1) 조사지역

- 서부산권역의 식물상을 조사하기 위하여 서부산권역을 가덕도권역, 봉화산권역, 낙동강권역, 낙동강하구권역, 아미산권역 등 5개의 중권역으로 구분하여 조사하였다.
- 각각의 중권역은 산림, 하천, 해안 등의 지형을 고려하여 조사구역을 선정하여 조사하였다.



중권역	소권역
가덕도권역	눌차도, 마봉산, 응봉산, 구곡산, 남산
봉화산권역	굴암산과 마봉산 및 보배산의 일부, 봉화산, 명월산
낙동강권역	둔치도, 대저둔치, 맥도둔치, 삼락둔치
낙동강하구권역	일웅도, 을숙도, 백합등, 대마등, 도요등, 맹금머리등, 진우도, 장자도, 신자도
아미산권역	아미산, 몰운대, 두송반도, 진정산, 암남공원, 동매산, 천마산

〈그림 3-2-1〉 서부산권역 식물상 조사권역 구분

2) 조사기간

- 식물상의 조사는 2015년 4월에서 2016년 3월까지 봄(2015년 4월 23~30일, 5월 8~28일), 여름(2015년 6월 4~19일, 7월 7~30일, 8월 5~28일), 가을(2015년 9월 14~30일, 10월 15~29일, 11월 6일)에 실시하였다.
- 상록활엽수종 분포 조사는 2016년 1월에서 3월까지 3개월에 걸쳐 실시하였다.

3) 조사방법

- 식물상 조사는 선정된 조사경로를 따라가며 실시하였다. 조사범위 내에 생육하고 있는 모든 식물종을 학명과 국명으로 기재하고 전체 식물상 자원의 목록을 작성하였으며, 이(1989)의 분류체계에 따라 배열하였다. 식물종의 국명과 학명은 국가생물종지식정보시스템에 따라 작성하였다.
- 종의 동정은 (원색)대한식물도감(이창복, 2006)을 바탕으로 하여, 사초과식물(오용자, 2001; 오용자, 2006), 벼과식물(박수현 외 7인, 2011), 양치식물(한국양치식물학회, 2006; 박수현, 2008) 등을 동정하였고, 귀화식물도감(박수현, 2009)을 참고하여 귀화식물을 분류하였다.
- 식물상은 꽃이나 열매 등에 의해 정확한 동정이 가능한 경우에만 기재하였으며, 현지에서 동정이 어려운 경우에는 채집하여 실내에서 동정한 후 기재하였다. 보호종에 대해서는 정확한 위치 좌표와 생태적 특성 및 주변의 생육환경을 기록하였으며, 현장사진이나 표본사진을 촬영하였다. 식물종은 자연적으로 발생하여 서식하고 있는 종만을 대상으로 하였으며, 농작물, 과수, 정원 및 공원에 식재된 화훼류와 수목류는 제외하였다.
- 상록활엽수종 분포조사는 위성영상 및 조사도면을 토대로 조사경로를 선정하고, 선정된 각 조사지점에서 서식하고 있는 상록활엽수종의 서식밀도를 조사하였다. 서부산권역의 경우, 지형, 고도, 위치 등을 고려하여 총 509개 조사지점을 선정하였다.

2. 결과

1) 식물상

- 제2차 부산자연환경조사의 서부산권역에 대한 식물상 조사 결과, 135과 457속 881종 15변종 6품종 총 902종류의 식물이 나타났으며, 이 중 귀화식물종은 100종이었다(표 3-2-1). 이는 서부산권역에 대한 1차 자연환경조사(2004)에서 125과 375속 594종 8변종 2품종 총 604종류의 식물이 조사된 것에 비해 약 300종류가 더 많았다.
- 서부산권역에서는 제1차 부산자연환경조사와 이번 조사를 합쳐서는 총 141과 503속 1,019종 24변종 8품종 총 1,051종류의 식물이 기록되었다.
- 서부산권역에서 조사된 희귀 및 보호식물로는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II등급인 대홍란과 가시연꽃 등 2종이 나타났으며, 식물구계학적 특정식물 160종이 조사되었다(표 3-2-2). 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 식물종을 살펴보면, 멸종위기종인 왕벚나무 등 1종이, 위기종으로는 대홍란 등 1종이, 취약종으로는 세뿔석위, 가시연꽃, 애기등, 모감주나무, 야고, 통발 등 6종이, 약관심종으로는 측백나무, 검팽나무, 쥐방울덩굴, 개족도리풀, 낙지다리, 솜양지꽃, 갯방풍, 이팝나무, 자라풀, 모새달, 두루미천남성, 꽃창포 등 12종이, 자료부족종으로는 옥녀꽃대, 거제딸기, 토현삼, 벚풀 등 4종이 조사되었다.
- 제1차 부산자연환경조사에서 발견되었던 멸종위기 2급인 삼백초와 한국희귀식물목록 멸종위기종인 들통발과 위기종인 삼백초, 취약종인 개박하, 옹근나물, 약관심종인 태백제비꽃, 물질경이, 자료부족종인 큰구와꼬리풀 등은 본 조사에서는 발견되지 않았다.

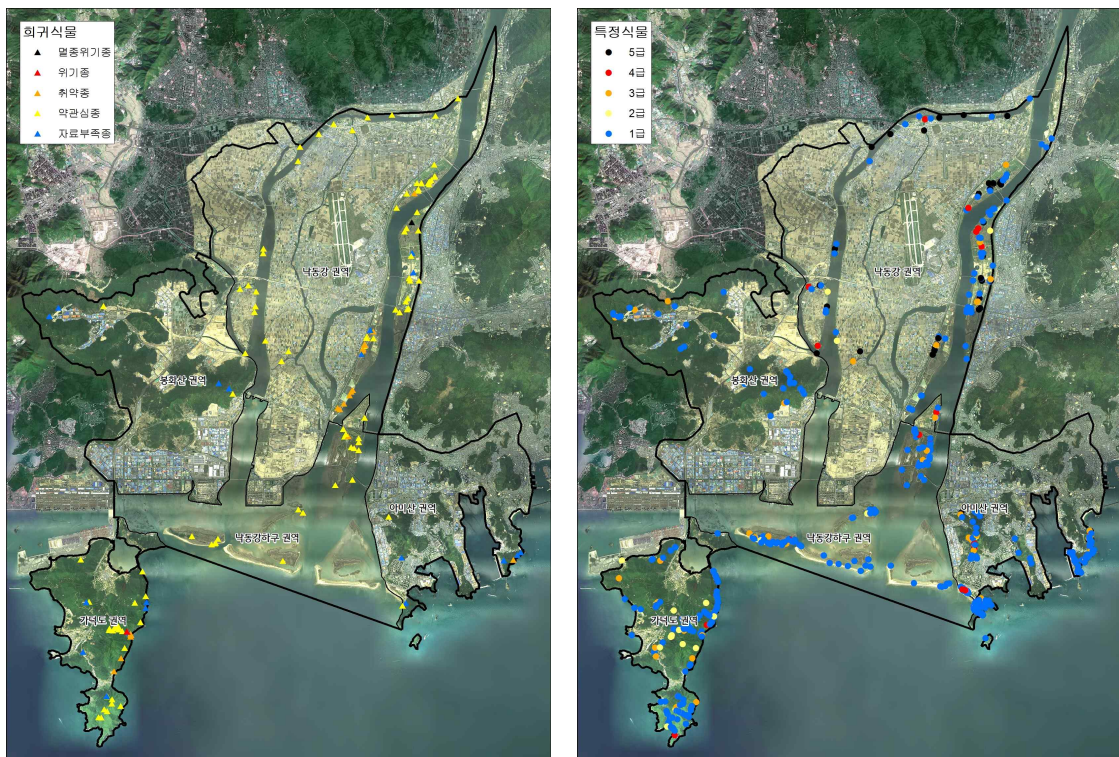
- 반면 제1차 부산자연환경조사에서 발견되지 않았던 멸종위기종 2급인 대홍란과 가시연꽃, 한국 희귀식물목록 위기종인 대홍란, 취약종인 세뿔석위, 가시연꽃, 애기등, 모감주나무, 야고, 통발, 그리고 약관심종인 측백나무, 쥐방울덩굴, 낙지다리, 솜양지꽃, 갯방풍, 모새달, 두루미천남성, 꽃창포, 자료부족종인 거제딸기, 옥녀꽃대, 토현삼 등이 새로 발견되었다.
- 환경부 지정 멸종위기종 2급인 가시연꽃은 맥도둔치와 대저둔치 등 낙동강 본류 서쪽 둔치의 내부 담수습지 곳곳에 자생하고 있으며, 이곳에는 통발, 이삭물수세미, 붕어마름 등의 침수식물, 자라풀, 마름 등의 부엽식물, 생이가래, 개구리밥 등의 부유식물, 갈대, 애기부들, 줄 등의 정수 식물들이 서식하고 있다. 또한 을숙도와 일용도에는 가시연꽃이 식재되어 보호되고 있는 상태이다.
- 또 다른 환경부 지정 멸종위기종 2급인 대홍란이 어음포골 계곡 주변으로 서식하고 있는 것을 확인하였으며, 주변의 바닷가 역새군락에서는 제주도에 서식하고 있는 것으로 알려진 야고가 조사되었다. 추후 이들 식물종의 분포범위에 관한 연구와 더불어 서식지의 보전 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다.
- 서부산권역에서는 제1차 자연환경조사와 이번 조사를 합쳐서 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II급 3종과 한국희귀식물 목록의 멸종위기종 2종, 위기종 2종, 취약종 8종, 약관심종 14종, 자료부족종 5종 등 총 31종이 기록되었다.

〈표 3-2-1〉 부산광역시 서부산권역의 식물종 현황

구분	과	속	종	변종	품종	종류	귀화식물	
가덕도권역	113	326	532	7	4	543	45	
봉화산권역	96	250	395	3	3	401	34	
낙동강권역	77	220	345	4	1	350	76	
낙동강하구권역	78	231	338	5	1	344	70	
아미산권역	103	287	463	10	1	474	57	
서부산권역	제2차 부산자연환경조사 (2016)	135	457	881	15	6	902	100
	제1차 부산자연환경조사 (2003)	125	375	594	8	2	604	55
	합계	141	503	1,019	24	8	1,051	110

〈표 3-2-2〉 부산광역시 서부산권역의 보호 식물종 현황

권역	멸종위기동식물(환경부)		한국희귀식물 목록						
	특정종	Ⅱ급	소계	멸종위기	위기	취약	약관심	자료부족	
가덕도권역	75	1	10	-	1	3	4	2	
봉화산권역	48	-	3	-	-	-	2	1	
낙동강권역	32	1	9	1	-	2	5	1	
낙동강하구권역	41	1	6	-	-	2	4	-	
아미산권역	65	-	5	-	-	1	2	2	
서부산권역	제2차 부산자연환경조사 (2016)	160	2	24	1	1	6	12	4
	제1차 부산자연환경조사 (2003)	82	1	13	2	1	2	6	2
	합계	161	3	31	2	2	8	14	5



〈그림 3-2-2〉 서부산권역의 보호 및 희귀식물 분포

(1) 가덕도권역

- 가덕도권역은 부산에서 가장 큰 섬인 가덕도와 눌차도를 포함한다. 가덕도권역은 주로 산으로 이루어져 있다. 가장 높은 봉우리인 연대봉(459.4m)을 기준으로 북동쪽으로는 매봉(356.5m)과 응봉산(313.4m)이 마봉산과 이어져 있고, 북서쪽으로는 응주봉(335.7m)과 삼박봉, 구곡산(235.9m)과 이어져 있다. 남쪽에는 남산(188.4m)과 국수봉(269m)이 있다.
- 가덕도권역에는 총 113과 326속 532종 7변종 4품종 총 543종류(taxa)의 식물종이 분포하고 있으며, 45종의 귀화식물이 조사되었다.

- 가덕도권역에는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 대홍란이 서식하고 있었다. 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 위기종에는 대홍란 등 1종, 취약종에는 애기등, 야고, 세뿔석위 등 3종, 약관심종에는 개족도리풀, 이팝나무, 두루미천남성, 검팽나무 등 4종, 자료부족종에는 토현삼, 옥녀꽃대 등 2종이 조사되었다. 가덕도권역은 서부산권역에서 가장 생물종이 서식하고 있으며, 또한 보호종 및 희귀종도 가장 많이 서식하고 있었다.



〈그림 3-2-3〉 가덕도권역에 서식하는 주요 식물

(2) 봉화산권역

- 봉화산권역은 굴암산(663.1m)을 중심으로 마봉산(400.8m)과 보배산(479.2m), 봉화산(329.1m)이 동쪽으로 뻗어있으며, 북쪽으로는 굴암산에서 금병산(242.6m)이 서쪽으로 뻗어 있다. 봉화산권역의 동편으로 서낙동강이 북쪽으로는 조만강이 봉화산권역을 감싸고 흐르고 있다.
- 봉화산권역에는 총 96과 250속 395종 3변종 3품종 총 401종류(taxa)의 식물종이 분포하고 있으며, 34종의 귀화식물이 조사되었다. 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 약관심종에는 이팝나무, 꽃창포 등 2종이, 자료부족종인 옥녀꽃대가 조사되었다.



이팝나무

옥녀꽃대

돌갈매나무

얼레지

〈그림 3-2-4〉 봉화산권역에 서식하는 주요 식물

(3) 낙동강권역

- 낙동강권역은 낙동강하구에 형성된 삼각주로서 상류로부터 흘러와 퇴적된 충적토로 이루어진 낮은 해발고도의 평지이다. 낙동강권역은 낙동강과 서낙동강과 같은 하천 구역을 제외하고는 대부분 농경지와 도시적 용도로 사용되고 있다. 그러나 낙동강 본류주변으로 4대 둔치(맥도둔치, 삼락둔치, 대저둔치, 화명둔치)와 서낙동강, 평강천, 맥도강 등의 하천변으로 자연적인 식물 서식지가 여전히 넓게 분포하고 있다.
- 낙동강권역에는 총 77과 220속 345종 4변종 1품종 총 350종류(taxa)의 식물종이 조사되었으며, 이중 76종이 귀화식물이었다.
- 낙동강권역에는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 가시연꽃이 서식하고 있었다.
- 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 멸종위기종으로는 왕벚나무 등 1종이 있으며, 취약종에는 가시연꽃, 통발 등 2종, 약관심종에는 자라풀, 낙지다리, 꽃창포, 쥐방울덩굴, 모새달 등 5종이, 자료부종족으로는 벗풀 등 1종이 조사되었다.



가시연꽃

낙지다리

쥐방울덩굴

가시박

〈그림 3-2-5〉 낙동강권역에 서식하는 주요 식물

(4) 낙동강하구권역

- 낙동강하구권역은 낙동강하구둑 하류의 기수역 및 해역지역에 형성된 섬, 사주, 등으로 이루어져 있다. 하구둑으로 연결된 을숙도를 중심으로 서편으로는 대마등, 장자도, 신자도, 진우도 등이 있으며, 동쪽으로는 백합등, 도요등이 있다. 이들 섬, 사주, 등의 주변으로는 간석지가 넓게 발달해있는 형상이다.
- 낙동강하구권역에는 총 78과 231속 338종 5변종 1품종 총 344종류(taxa)의 식물종이 분포하고 있으며, 70종의 귀화식물이 조사되었다.

- 낙동강권역에는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 가시연꽃이 서식하고 있었다.
- 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 취약종인 가시연꽃, 모감주나무 등 2종이, 약 관심종인 갯방풍, 쥐방울덩굴, 모새달, 측백나무 등 4종이 조사되었다.



〈그림 3-2-6〉 낙동강하구권역에 서식하는 주요 식물

(5) 아미산권역

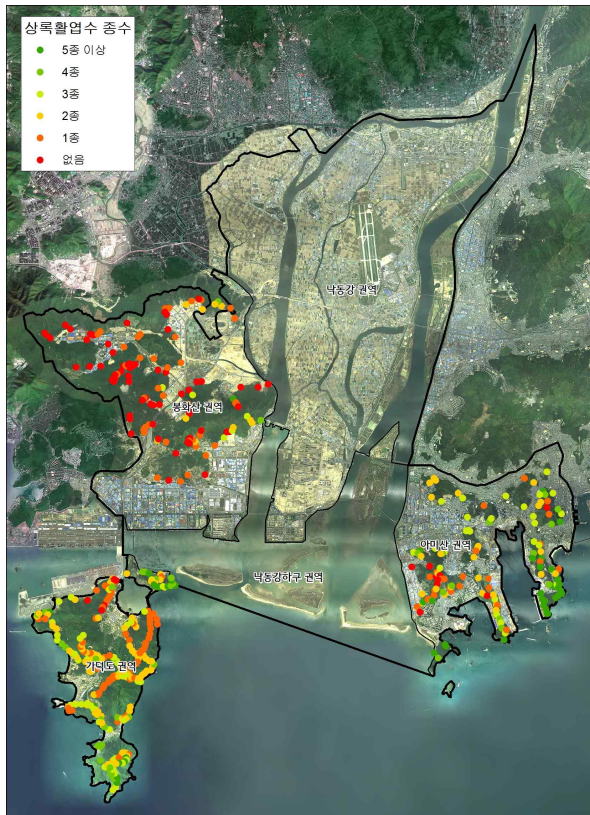
- 아미산권역은 백두대간의 최말단으로 전형적인 노년산지의 특색을 나타내는 지역이다. 도시의 발달로 인하여 천마산(326m), 아미산(230m), 동매산(210.4m), 봉화산(156.3m), 장군산(152.1m), 진정산(144.7m) 등의 크고 작은 산지들이 단편화되어 고립되어 있다. 남쪽 해안으로는 물운대, 암남공원, 두송반도 등도 있으며, 쥐섬, 동섬, 모자섬, 솔섬, 거북섬, 방사섬, 아들섬, 두도 등의 무인도도 포함하고 있다.
- 아미산권역에는 총 103과 287속 463종 10변종 1품종 총 474종류(taxa)의 식물종이 분포하고 있으며, 57종의 귀화식물이 조사되었다. 한국의 희귀식물목록에서 포함되어 있는 6개 범주 중 취약종인 세뽕석위 등 1종이, 약관심종인 검팽나무, 솜양지꽃 등 2종이, 자료부족종인 거제딸기, 옥녀꽃대 등 2종이 조사되었다.



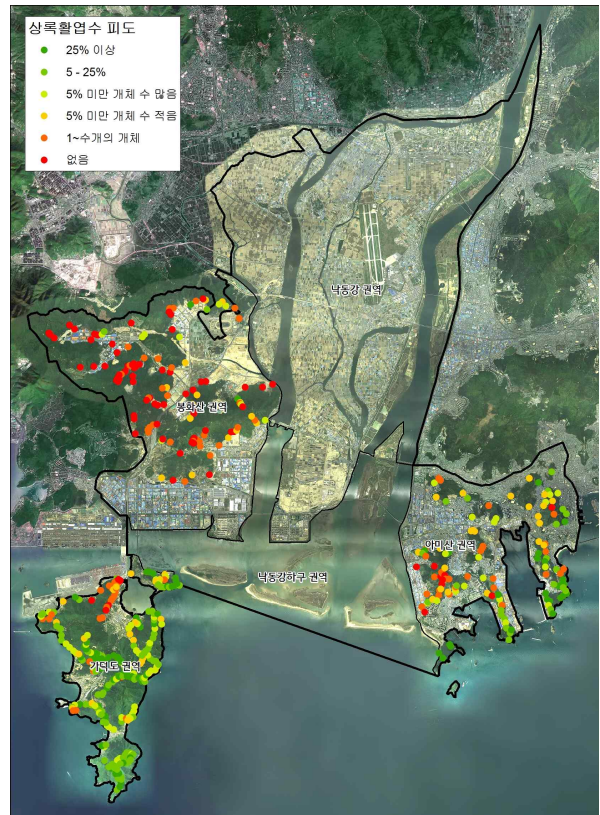
〈그림 3-2-7〉 아미산권역에 서식하는 주요 식물

2) 상록활엽수의 분포

- 서부산권역의 총 509지점에 대한 상록활엽수의 서식 조사 결과, 총 429개 지점에서 사스레피나무, 마삭줄, 보리밥나무, 송악, 광나무, 사철나무, 후박나무, 구골나무, 팔손이, 돈나무, 동백나무 등 총 24종의 상록활엽수종이 분포하는 것으로 나타났다.



〈그림 3-2-8〉 서부산권역의 상록활엽수 조사지점별 출현 종수 분포



〈그림 3-2-9〉 서부산권역의 상록활엽수 조사지점별 상록활엽수의 피도 분포

- 상록활엽수 중에서는 사스레피나무가 총 247개 지점에서 조사되어 가장 넓게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 다음으로는 마삭줄(208개소), 보리밥나무(128개소), 송악(102개소), 광나무(91개소), 사철나무(69개소), 후박나무(42개소), 구골나무(39개소), 팔손이(38개소), 돈나무(32개소), 동백나무(32개소), 참식나무(9개소), 자금우(8개소), 다정큼나무(5개소), 멀꿀(3개소), 개산초(2개소), 유자나무(2개소), 팡팡나무(2개소), 감탕나무(1개소), 금목서(1개소), 금식나무(1개소), 생달나무(1개소), 굴거리나무(1개소), 가시나무(1개소) 등의 순이었다.
- 서부산권역에서 상록활엽수종의 분포를 살펴보면, 가덕도와 바닷가 산지에 상록활엽수의 종류와 피도가 높은 경향을 나타내었다. 또한 서식하고 있는 상록활엽수종은 대부분 아교목이거나 관목이었으며, 교목성 수종인 후박나무, 참식나무, 생달나무 등은 대부분 가덕도에 일부 분포하고 있었다.



사스레피나무



마삭줄



보리밥나무



송악

〈그림 3-2-10〉 서부산권역에서 출현하는 주요 상록활엽수종(사스레피나무, 마삭줄, 보리밥나무, 송악)의 분포도

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역에 대한 식물상 조사결과, 135과 457속 881종 15변종 6품종 총 902종류의 식물이 나타났으며, 100종의 귀화식물종이 조사되었다. 1차 조사와 이번 조사를 합쳐서는 총 141과 503속 1,019종 24변종 8품종 총 1,051종류의 식물이 기록되었다.
- 이번 조사에서는 희귀 및 보호식물로 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 대홍란과 가시연꽃 등 나타났으며, 식물구계학적 특정식물 160종이 조사되었다. 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 멸종위기종인 왕벚나무 등 1종이, 위기종으로는 대홍란 등 1종이, 취약종으로는 세뿔석위, 가시연꽃, 애기등, 모감주나무, 야고, 통발 등 6종이, 약관심종으로는 측백나무, 검팽나무, 쥐방울덩굴, 개족도리풀, 낙지다리, 솜양지꽃, 갯방풍, 이팝나무, 자라풀, 모새달, 두루미천남성, 꽃창포 등 12종이, 자료부족종으로는 옥녀꽃대, 거제말기, 토현삼, 벗풀 등 4종이 조사되었다.
- 환경부지정 멸종위기 야생동식물 2급인 가시연꽃은 맥도둔치 곳곳에 자생하고 있으며, 이곳 습지에는 통발, 이삭물수세미, 붕어마름 등의 침수식물, 자라풀, 마름 등의 부엽식물, 생이가래, 개구리밥 등의 부유식물, 갈대, 애기부들, 줄 등의 정수식물들이 서식하고 있다. 가덕도의 어음포골 계곡 주변부에는 또 다른 환경부지정 멸종위기 야생동식물 2급인 대홍란이 서식하고 있었으며, 이 주변의 바닷가 역새 군락지에는 제주도에 서식하는 것으로 알려진 야고가 서식하고 있는 것으로 조사되었다.
- 서부산권역의 총 509지점에서 상록활엽수의 서식 여부를 조사한 결과, 429개 지점에서 사스레피나무, 마삭줄, 보리밥나무, 송악, 광나무, 사철나무, 후박나무, 구골나무, 팔손이, 돈나무, 동백나무 등 총 24종의 상록활엽수종이 분포하는 것으로 나타났다.
- 서부산권역에서 상록활엽수종의 분포를 살펴보면, 가덕도와 바닷가 산지에 상록활엽수의 종류와 피도가 높은 경향을 나타내었다. 또한 서식하고 있는 상록활엽수종은 대부분 아교목이거나 관목이었으며, 교목성 수종인 후박나무, 참식나무, 생달나무 등은 대부분 가덕도에 일부 분포하고 있었다.

4. 참고문헌

- 이창복. 1990. 신고 수목학. 향문사.
- 이창복. 2006. (원색) 대한식물도감. 향문사.
- 이영노. 2006. 새로운 한국식물도감. 교학사.
- 오용자. 2001. 한국산 사초과 식물. 성신여자대학교 출판부.
- 오용자. 2006. 한국산 사초아과 식물. 성신여자대학교 출판부.
- 한국양치식물학회. 2006. 한국 양치식물 도감. 지오북.
- 박수현. 2008. 한국식물 도해도감 2. 양치식물. 국립수목원.
- 박수현. 2009. 세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물. 일조각.
- 박수현 외 7인. 2011년. 한국식물 도해도감 1. 벼과. 국립수목원.
- 유기억, 장수길. 2013. 특징으로 보는 한반도 제비꽃. 지성사.
- 국립수목원. 2009. 한국희귀식물목록집. 산림청.
- 환경부 · 국립환경과학원. 2012. 제4차 전국자연환경조사 지침.
- 부산광역시. 2003. 부산자연환경조사 및 관리시스템개발(2차년도).
- Holdridge, L. R. 1954. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105:367-368.

제3절 식생

1. 연구방법

1) 조사내용

- 식생조사는 서부산권역 전체 구역을 대상으로 한 현존식생조사와 현존식생에 따른 대표 식생군락의 군집구조, 우수 생태계 지역에 대한 조사를 실시하였다.
- 서부산권역은 행정구역상 부산시 강서구와 사하구 일원으로, 낙동강이 부산 화명동 일원에서 서낙동강과 낙동강 본류로 크게 두 갈래로 갈라지면서 남해바다와 만나 너른 평야와 모래섬들을 만듦에 지형으로 대부분이 수역과 평지로 이루어져있다. 상대적으로 동부산권역이나 중부산권역에 비해 대규모 산림은 분포하지 않으며, 소규모 산림이 조각 형태로 분포하고 있다.
- 본 과업의 경우 수치지형도를 바탕으로 이에 따른 행정구역 경계를 조정하여 GIS 프로그램을 통해 면적을 산출한 후 이를 바탕으로 조사 및 분석을 실시하여 조사면적은 지적상의 면적이 아닌 지형도상의 면적을 바탕으로 하였다.
- 서부산권역 전체 조사결과를 바탕으로 식생의 자연성을 인간간섭의 정도에 따라 간섭이 많은 지역과 높은 자연성을 유지하는 지역 등을 구분하여 각 지역에 대한 평가를 실시하였으며 아울러 부산지역 식생분포특성 및 기상특성을 기반으로 하여 인간의 간섭이 사라질 경우 자연환경적 특성에 따라 형성될 것으로 예상되는 잠재자연식생을 분석하여 도면을 작성하였다.

2) 조사기간

- 현존식생조사는 현장조사 이전 정밀 항공사진을 바탕으로 식생유형을 1차로 구분하였으며, 이후 2015년 6월~12월까지 1차 구획된 식생유형도를 바탕으로 보완하였다.
- 식물군집구조 조사는 2015년 6월~11월까지 서부산권역 중 낙동강권역과 낙동강하구 권역을 제외한 산림지역인 가덕도권역, 봉화산권역, 아미산권역을 대상으로 각 권역별 2일~6일씩 조사를 실시하였다.

3) 조사방법

(1) 현존식생

- 현존식생조사는 동부산권역과 중부산권역과 동일하게 정밀 항공사진을 바탕으로 AutoCAD 프로그램을 이용하여 1차 구획하였으며, 이를 1/5,000 수치지형도에 중첩한 후 1/5,000축척으로 출력하여 현장에서 보완하였다. 현장에서 보완한 현존식생도는 최종적으로 CAD 프로그램을 이용하여 수정하였으며, 면적 및 비율 등 공간통계자료의 구축은 ArcGIS프로그램을 이용하였다. 현존식생의 분류방식은 부산시도시생태현황도(2010)의 현존식생 분류방식을 따랐다.

(2) 식물군집구조

- 식물군집구조 조사는 각 권역별 현존식생을 바탕으로 대표적 우점군락을 중심으로 조사구가 계곡 및 능선, 사면에 고르게 분포될 수 있도록 사전 조사루트를 설정하여 조사를 실시하였다.
- 식물군집구조 현황을 살펴보기 위해 10m×10m(100m²)의 방형구를 설치하여 주요 식생군락의 출현식물현황을 교목층과 아교목층, 관목층으로 층위를 구분하여 조사하였다.
- 식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3으로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P)를 구하였다.
- 조사 결과를 바탕으로 식물군락의 명명은 교목층의 상관식생에 의거하여 교목층의 수목 중 A종의 상대우점치(I.P.)가 50% 이상일 경우 A군락, A의 상대우점치가 50%이면서 B가 25% 이상일 경우와 A와 B의 상대우점치가 30% 이상일 경우 A-B군락, 주요 출현종의 상대우점치가 모두 30%를 넘지 않고 혼재되어 특정 군락으로 명명하기 어려운 경우 혼효림으로 명명하였다.

〈표 3-3-1〉 군락명 명명 기준

교목층의 우점 비율		군락명
A종	B종	
50% 이상	25% 이하	A군락
50%	25% 이상	A-B군락
30% 이상	30% 이상	
주요 출현종의 상대우점치가 모두 30%를 넘지 않을 경우		혼효림

2. 연구결과

1) 현존식생

- 본 과업의 경우 수치지형도를 바탕으로 이에 따른 행정구역 경계를 조정하여 GIS 프로그램을 통해 면적을 산출한 후, 이를 바탕으로 조사 및 분석을 실시하여 조사면적은 지적상의 면적이 아닌 지형도상의 면적을 바탕으로 하여 산정하였다.
- 이는 공간적 자료를 수집하고 구축하는 과정에서 기본이 되는 수치지형도를 활용하기 위함이며, 토지지변별 면적과는 다소 차이가 있게 된다. 수치지형도에서 서부산권역 경계를 추출한 후 ArcGIS프로그램을 활용하여 면적을 산출한 결과 서부산권역 평면 면적은 약 26,439ha이었다.
- 서부산권역은 낙동강과 인접한 우리나라 대표적인 평야지대로 부산시 내에서 경작지 면적이 약 24%로 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 또한 낙동강 및 낙동강하구 권역이 포함되어 초지 및 수역도 약 26%로 많은 면적을 차지하였으나, 최근 4대강 사업으로 인해 낙동강 하구의 둔치들이 대부분 공원화되어 도시형식재지로 변화되었다. 시가화지역의 경우 다른 권역에 비해 상대적으로

로 낮은 약 27%의 비율을 차지하였으나, 하구역 매립을 통해 신도시 및 산업단지를 조성하여 인구가 집중적으로 유입되고 있다. 향후 자연성이 우수한 낙동강 범람원 습지 및 하구역 습지의 면적 축소와 이에 따른 시가화지역의 확대가 지속될 것으로 예상되며, 이에 따른 야생동물 특히, 야생조류의 변화양상과 식물생태계의 변화 특성 등이 집중적으로 모니터링 될 필요성이 있었다.

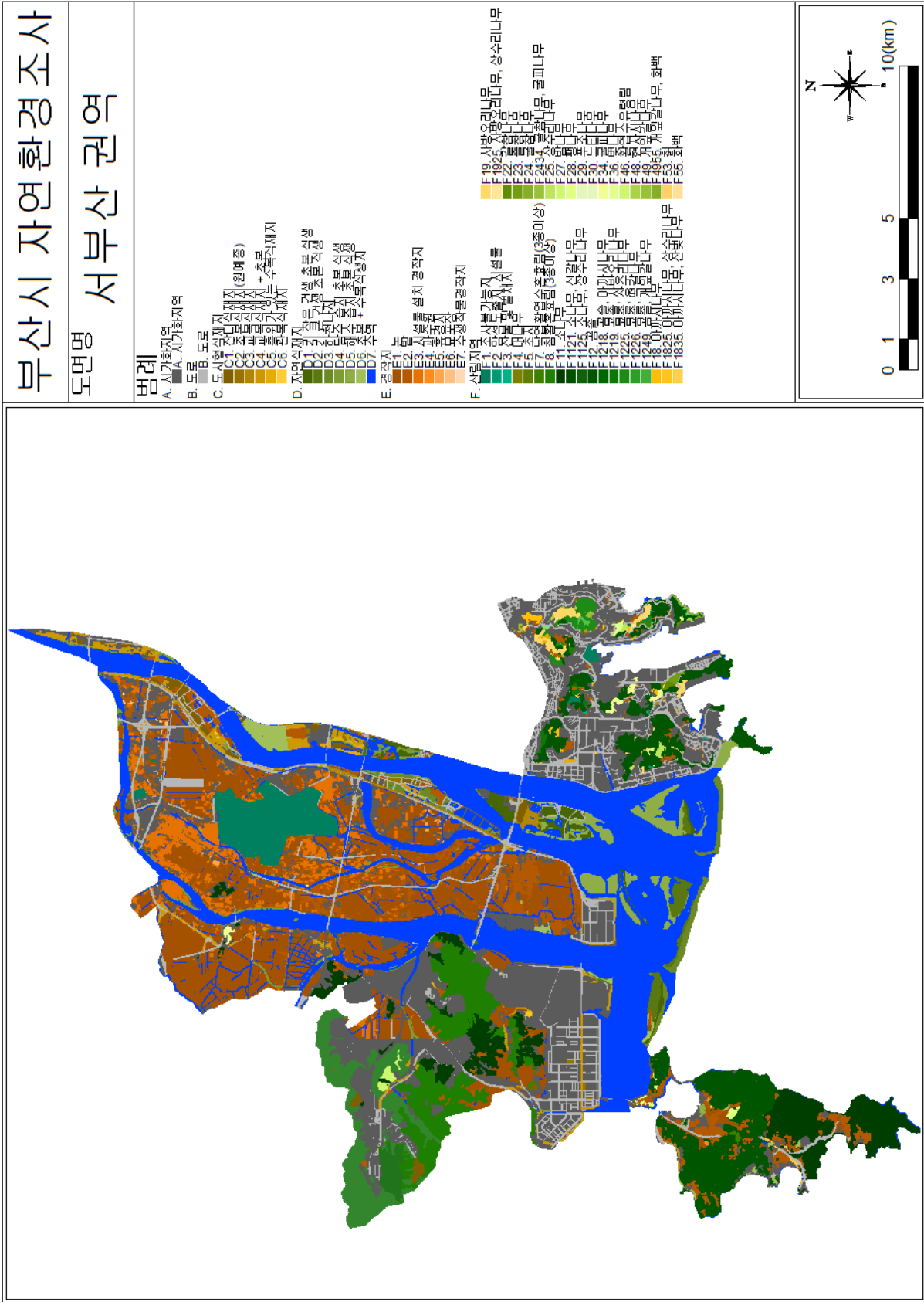
- 유형별로 살펴보면 도시화지역이 전체 면적의 26.8%를 차지하고 있었으며, 다음으로는 해안을 제외한 담수역과 초지, 자연나지 등을 합한 초지 및 수역이 26.2%를 차지하였다. 경작지는 23.6%로 낙동강 하구의 넓은 평야의 대부분이 경작지로 이루어져 있었으며, 시가화지역에 식재된 조경수목식재지 및 초분류 식재지는 전체 2.3%를 차지하여 조성녹지 비율이 매우 저조한 것으로 나타났다.
- 세부 식생유형별 면적비율을 살펴보면, 해안가 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 곰솔순군락과 곰솔혼효군락이 서부산권역 전체 면적의 약 6%로 산림면적의 1/4 이상을 차지하였으며, 곰솔이외 군락으로는 주로 해안에서 떨어진 내륙쪽 산림에서 우점하고 있는 소나무군락으로 소나무순군락 4%를 포함하여 소나무가 우점하는 군락이 전체 면적의 약 7%를 차지하고 있었다. 곰솔군락과 소나무군락의 경우, 지속적인 생태계 천이와 함께 소나무재선충의 피해가 복합적으로 나타나고 있어 향후 면적 축소가 보다 빠르게 나타날 것으로 판단된다.
- 동부산권역 및 서부산권역과 비교하였을 때 전체적으로 산림면적비율이 낮았으며, 이는 서부산권역의 대부분이 낙동강과 낙동강하구역으로 이루어져 있기 때문에 산지보다는 평야로 이루어져 있기 때문이다. 산림식생의 경우 전반적으로 바다의 영향을 받는 곰솔군락과 내륙의 소나무군락이 유사한 비율로 나타나 침엽수 자연림군락의 비율이 높은 것이 특징이었다.
- 침엽수군락의 쇠퇴는 자연스런 현상으로 볼 수 있으나 재선충 피해에 따른 화학약품 처리가 무분별하게 일어나고 있으므로 이에 대한 친환경적 대응 방법이 모색되어야 할 것이다.

〈표 3-3-2〉 서부산권역 현존식생 유형별 면적 및 비율

대분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)	
				소분류	중분류
도시화지역	시가화지역(A)	A. 시가화지역	58,859,738	22.3	26.8
	도로(B)	B. 도로	12,128,239	4.6	
녹지 및 오픈스페이스	도시형 식재지(C)	C1. 잔디식재지	1,615,721	0.6	2.3
		C2. 초본식재지 (원예종 및 화훼류)	257,226	0.1	
		C3. 교목식재지	1,122,504	0.4	
		C4. 교목식재지 + 초본	2,767,580	1.0	
		C5. 층위가 있는 수목식재지 (교목+관목)	328,320	0.1	
		C6. 관목 식재지	55,151	0.0	
	초지 및 수역(D)	D1. 키 작은 건생 초본 식생	2,054,216	0.8	26.2
		D2. 키 큰 건생 초본 식생	1,575,094	0.6	
		D3. 하천나지	2,021,957	0.8	
		D4. 담수 습지 초본 식생	2,397,972	0.9	
		D5. 해수 습지 초본 식생	4,569,800	1.7	
		D6. 초본 + 수목 식생지	1,417,436	0.5	
		D7. 수역	55,234,873	20.9	

〈표 3-3-2〉 계속

대분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)	
				소분류	중분류
녹지 및 오픈스페이스	경작지(E)	E1. 논	38,934,877	14.7	23.6
		E2. 밭	14,631,474	5.5	
		E3. 시설물 설치 경작지	8,622,840	3.3	
		E4. 과수원	39,334	0.0	
		E5. 휴경지	162,357	0.1	
		E6. 묘포장	63,623	0.0	
		E7. 수생작물경작지	15,206	0.0	
녹지 및 오픈스페이스	산림지역(F)	F01. 조사불가능지	6,982,518	2.6	21.0
		F02. 암석노출지, 시설물	25,714	0.0	
		F03. 산불 및 벌채지	67,696	0.0	
		F04. 대나무	28,458	0.0	
		F05. 초지	6,108	0.0	
		F07. 낙엽활엽수혼효림(3종 이상)	222,122	0.1	
		F08. 침활혼효림(3종 이상)	10,121,175	3.8	
		F11. 소나무	10,489,212	4.0	
		F1121. 소나무, 신갈나무	990,169	0.4	
		F1125. 소나무, 상수리나무	7,009,749	2.7	
		F12. 곶솔	15,459,048	5.8	
		F1218. 곶솔, 아까시나무	234,184	0.1	
		F1219. 곶솔, 사방오리	744,706	0.3	
		F1225. 곶솔, 상수리나무	73,625	0.0	
		F1226. 곶솔, 떡갈나무	13,822	0.0	
		F1249. 곶솔, 개잎갈나무	17,880	0.0	
		F18. 아까시나무	303,766	0.1	
		F1825. 아까시나무, 상수리나무	47,118	0.0	
		F1835. 아까시나무, 산벚나무	23,732	0.0	
		F19. 사방오리	868,496	0.3	
		F1925. 사방오리, 상수리나무	17,912	0.0	
		F22. 갈참나무	78,149	0.0	
		F23. 줄참나무	103,801	0.0	
		F24. 굴참나무	9,349	0.0	
		F2434. 굴참나무, 굴피나무	15,176	0.0	
		F25. 상수리나무	181,167	0.1	
		F27. 밤나무	128,373	0.0	
		F28. 팽나무	165,498	0.1	
		F29. 푸조나무	59,504	0.0	
		F30. 느티나무	6,570	0.0	
		F34. 굴피나무	267,451	0.1	
		F36. 벚나무	110,819	0.0	
		F46. 활엽수유령림	377,367	0.1	
F48. 현사시나무	29,072	0.0			
F49. 개잎갈나무	100,652	0.0			
F4955. 개잎갈나무, 화백	17,220	0.0			
F53. 칩	106,146	0.0			
F55. 화백	13,163	0.0			
합 계			264,392,224	100.0	100.0



〈그림 3-3-1〉 서부산 권역 원점식생도

2) 식물군집구조

(1) 가덕도권역

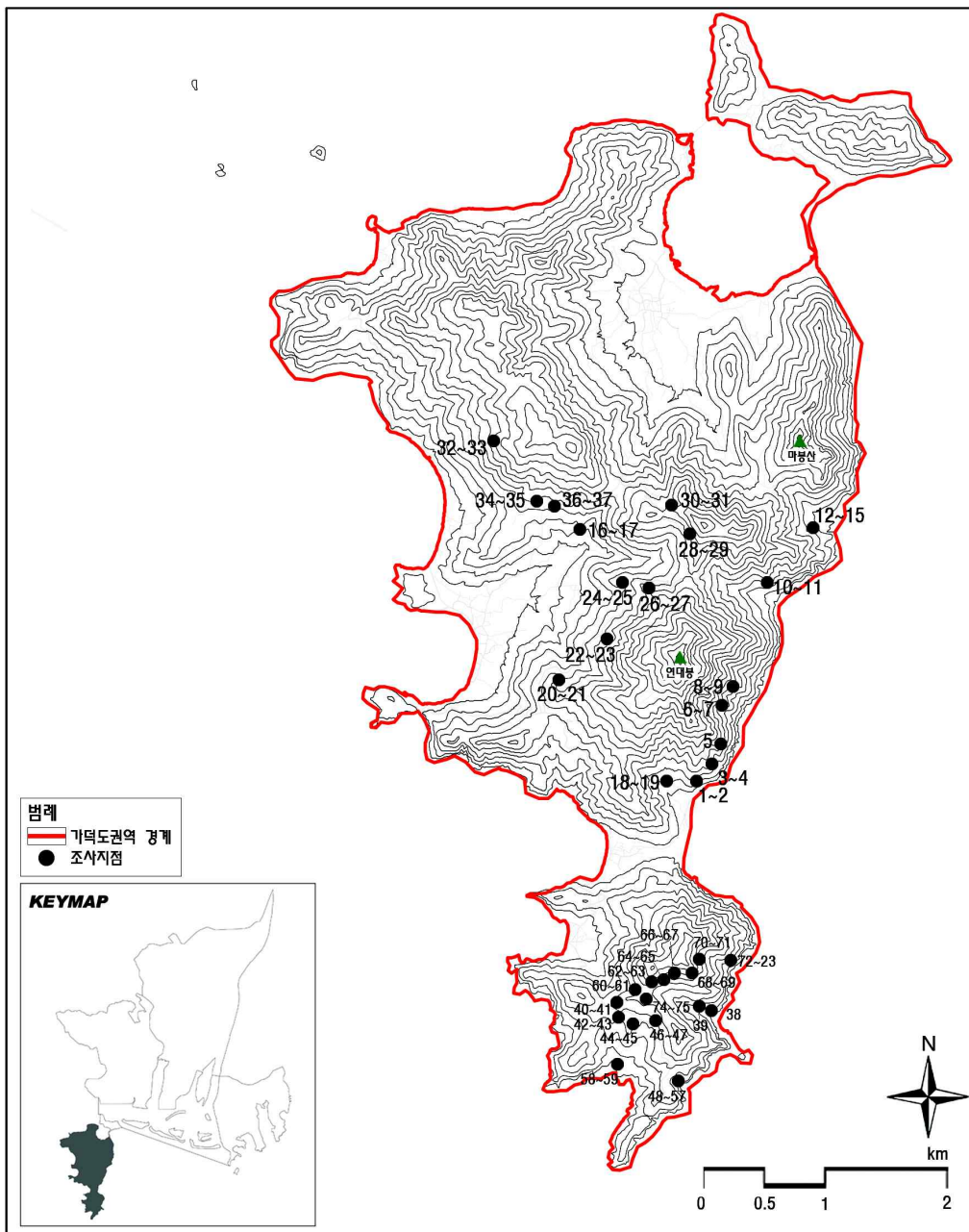
① 군집구조 조사개요

- 가덕도권역 내 식물군집구조 현황을 살펴보기 위해 10m × 10m(100m²) 방형구를 총 75개소에 설치하여 총 34개 유형에 대한 식생군락의 식생구조를 파악하였다.
- 가덕도권역은 다른 권역에 비해 산림 면적의 비율이 높았으며, 바다와 맞닿은 해안지역임에도 불구하고 곰솔군락보다는 졸참나무, 개서어나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 식생군락이 폭넓게 분포하고 있었다.
- 동백나무, 참식나무, 후박나무 등 상록활엽수군락이 곳곳에 분포하고 있었으며, 서부산권역의 타권역 보다 우수한 산림식생을 보이고 있었다.

〈표 3-3-3〉 가덕도권역 식물군집구조 조사개요

	식생군락	조사구 개소수(개소)	조사구 번호	비고
자연림	졸참나무	13	4,9,10,13,26,32,44,45,47,54,58,60,61	평균흉고직경(cm) 교목층 : 23.8 아교목층 : 5.6
	개서어나무	5	42,46,62,66,67	
	곰솔	5	1,2,30,31,35	
	굴참나무	4	15,19,41,48	
	졸참나무-굴참나무	4	8,12,18,51	
	굴참나무-졸참나무	3	14,33,49	
	낙엽활엽수-곰솔	3	69,74,75	
	낙엽활엽수혼효림	3	50,68,70	
	동백나무	3	38,39,73	
	소나무	3	34,36,37	
	느티나무	2	64,71	
	졸참나무-곰솔	2	11,40	
	졸참나무-소나무	2	22,23	
	졸참나무-참식나무	2	52,55	
	개서어나무-곰솔-느티나무	1	63	
	개서어나무-굴참나무	1	43	
	고로쇠나무	1	65	
	고로쇠나무-푸조나무	1	28	
	고욤나무-푸조나무	1	29	
	곰솔-졸참나무	1	27	
	굴참나무-후박나무-졸참나무	1	53	
	느티나무-팽나무	1	7	
	동백나무-참식나무	1	72	
	소나무-졸참나무	1	59	
	소사나무	1	5	
	졸참나무-굴피나무	1	3	
	졸참나무-팔배나무	1	20	
	참식나무-팽나무	1	57	
	팔배나무-졸참나무	1	21	
	팽나무	1	6	
합다리나무-참식나무	1	56		
식재림	테에다소나무	2	16,17	
	편백	1	24	
	편백-소나무	1	25	
	합계	75 개소	-	-

- 경사가 비교적 완만한 마을 근처의 산림에서는 곰솔군락이 우세하였으나, 경사가 급하고 사람들이 접근하기 어려운 동쪽사면과 민간인 출입이 통제된 가덕도의 남쪽지역은 대부분 졸참나무가 중심인 낙엽활엽수군락이 우세하였다.
- 식생군락별 현황을 살펴보면 졸참나무군락이 13개소로 가장 많이 조사되었으며, 개서어나무, 굴참나무, 느티나무 등의 낙엽활엽수군락과 동백나무, 참식나무, 후박나무 등의 상록활엽수군락 등 다양한 식생군락을 설정하여 조사하였다.
- 고목층에서 출현한 수목의 평균 흉고직경은 약 23.8cm로 나타났으며, 이는 중부산권역에서 비교적 산림식생이 우수하였던 금정산권역의 20.9cm보다 큰 것을 알 수 있다. 아고목층의 평균 흉고직경은 5.6cm이었다.



〈그림 3-3-2〉 가덕도권역 식물군집구조 조사구 위치도

② 식생유형별 군집구조 현황

■ 졸참나무군락

- 가덕도권역 졸참나무군락은 졸참나무군락 13개소를 포함하여 교목층에서 졸참나무가 우점하고 있으나 다른 종과 경쟁상태에 있는 졸참나무-굴참나무군락, 졸참나무-곰솔군락, 졸참나무-소나무군락, 졸참나무-참식나무군락, 졸참나무-굴피나무군락, 졸참나무-팔배나무군락 등도 총 25개소로 조사하였다.
- 가덕도권역 졸참나무군락은 해발고도 17~238m 범위에서 나타났으며, 북사면에 일부 나타나기도 하였으나 주로 남사면에 분포하고 있었다.
- 졸참나무군락의 교목층의 수고는 12~24m 범위로 폭넓게 나타났으며, 평균흉고직경 또한 15.3~44.8cm의 다양한 크기로 구성되어 있었다.

〈표 3-3-4〉 가덕도권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황

군락명		졸참나무군락								
조사구		4	9	10	13	26	32	44	45	47
고도(m)		70	115	65	45	200	238	116	116	108
방위		S30E	S80E	S20E	S50E	S	N40E	S30W	S30W	W
경사(°)		24	26	28	12	21	24	5	5	25
종수		15	14	18	6	18	14	14	13	16
교목	수고(m)	15	22	20	24	15	12	13	13	18
	평균 흉고직경(cm)	33.1	36.7	34.1	43.5	16.6	18.6	29.6	22.7	32.5
	식피율(%)	90	85	85	85	90	90	90	90	80
아교목	수고(m)	7	6	8	8	8	8	7	7	6
	평균 흉고직경(cm)	10.5	3.4	5.5	12.0	6.2	8.8	3.9	3.8	4.4
	식피율(%)	40	60	50	20	30	20	70	70	40
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 1.2	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	10	30	65	10	20	20	50	50	20

〈표 3-3-4〉 계속

군락명		졸참나무군락				졸참나무-굴참나무군락			
조사구		54	58	60	61	8	12	18	51
고도(m)		98	17	140	140	115	45	60	104
방위		S30E	W	N40W	N40W	S80E	S50E	N10W	S45E
경사(°)		25	30	32	32	22	12	12	25
종수		11	11	8	13	8	10	19	16
교목	수고(m)	16	13	17	17	15	24	16	18
	평균 흉고직경(cm)	31.4	21.8	34.2	44.5	44.8	35.3	32.2	18.9
	식피율(%)	70	50	75	75	70	85	90	70
아교목	수고(m)	6	5	8	8	8	-	8	5
	평균 흉고직경(cm)	7.3	5.8	4.8	5.3	8.4	-	4.0	8.4
	식피율(%)	95	50	70	70	35	-	40	70
관목	수고(m)	< 0.8	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 1.0
	식피율(%)	1	1	10	10	30	10	20	1

〈표 3-3-4〉 계속

군락명	졸참나무- 곰솔군락		졸참나무- 소나무군락		졸참나무- 참식나무군락		졸참나무- 굴피나무 군락	졸참나무- 팔배나무 군락	
조사구	11	40	22	23	52	55	3	20	
고도(m)	65	124	164	164	99	98	70	135	
방위	S20E	W	E40S	E40S	S45E	S30E	S30E	S45W	
경사(°)	28	15	20	20	25	25	24	18	
종수	12	15	16	16	15	9	16	15	
교목	수고(m)	20	15	14	14	18	16	15	15
	평균 흉고직경(cm)	40.5	24.7	23.0	25.6	17.9	17.5	26.9	15.3
	식피율(%)	85	85	90	90	70	70	90	90
아교목	수고(m)	8	8	8	8	5	6	7	7
	평균 흉고직경(cm)	6.2	4.4	8.3	5.3	5.3	3.9	6.9	5.1
	식피율(%)	50	50	30	30	70	95	40	40
관목	수고(m)	< 2.0	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 0.8	< 2.0	< 0.8
	식피율(%)	65	5	20	20	1	1	10	20

■ 개서어나무군락

- 개서어나무는 신갈나무와 함께 우리나라 온대 산림대의 극상림으로 주로 남부지역에 분포한다. 가덕도권역 개서어나무군락은 개서어나무 5개소와 함께 개서어나무-곰솔-느티나무군락, 개서어나무-굴참나무군락 등 총 7개소로 폭 넓게 분포하고 있었다.
- 해발고도 108~165m 범위에서 주로 남서향에 분포하고 있었으며, 경사도는 10~25° 범위에서 나타났다. 교목층의 평균 흉고직경은 27.1~41.2cm로 비교적 대경목군락이었으며, 생육상태가 양호하였다.

〈표 3-3-5〉 가덕도권역 식물군집구조 개서어나무군락 일반적 개황

군락명	개서어나무군락					개서어나무- 곰솔-느티나무 군락	개서어나무- 굴참나무군락	
조사구	42	46	62	66	67	63	43	
고도(m)	115	108	165	155	155	165	115	
방위	S70W	W	S40W	S	S	S40W	S70W	
경사(°)	10	25	16	20	20	16	10	
종수	13	14	11	10	11	13	13	
교목	수고(m)	16	18	18	20	20	18	16
	평균 흉고직경(cm)	35.3	27.1	27.3	41.2	32.4	31.4	35.2
	식피율(%)	90	80	80	80	80	80	90
아교목	수고(m)	7	6	6	7	7	6	7
	평균 흉고직경(cm)	6.1	3.6	3.8	5.9	5.2	3.4	4.5
	식피율(%)	50	40	80	40	40	80	50
관목	수고(m)	< 1.2	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.2
	식피율(%)	5	20	30	30	30	30	5

■ 곶솔군락

- 가덕도권역 내 곶솔 순군락과 곶솔-졸참나무군락 등 곶솔이 우점하는 군락에 설정한 6개 조사구 개황은 <표 3-3-6>과 같다. 가덕도권역의 곶솔군락은 해발고도 40~281m 범위로 분포하고 있었다.
- 교목층의 수고는 14~20m이었으며, 평균 흉고직경은 19.3~46.3cm 범위로 나타났으며, 아교목층의 평균 흉고직경은 4.5~9.7cm이었다.

<표 3-3-6> 가덕도권역 식물군집구조 곶솔군락 일반적 개황

군락명	곶솔군락					곶솔-졸참나무군락	
	1	2	30	31	35		
조사구						27	
고도(m)	40	40	281	281	109	200	
방위	S10E	S10E	N60E	N60E	N10E	S	
경사(°)	38	38	18	18	9	21	
종수	16	9	22	12	12	16	
교목	수고(m)	20	20	14	14	14	15
	평균 흉고직경(cm)	42.3	46.3	24.3	27.5	19.3	21.6
	식피율(%)	60	60	90	90	80	90
아교목	수고(m)	4	4	8	8	-	8
	평균 흉고직경(cm)	4.5	4.8	5.8	9.7	5.0	7.8
	식피율(%)	40	40	30	30	5	30
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 1.0	< 0.6	< 1.5
	식피율(%)	20	20	50	50	60	20

■ 굴참나무군락

- 가덕도권역의 굴참나무군락은 굴참나무가 우점하고 있는 굴참나무군락과 굴참나무와 타종이 경쟁관계에 있는 굴참나무-졸참나무군락, 굴참나무-후박나무-졸참나무군락으로 총 8개소에 방형구를 설치하여 식물군집구조의 특성을 알아보았다.
- 굴참나무군락은 해발고도 45m~238m 범위에서 분포하였으며, 북사면에도 일부 출현하였지만, 주로 남사면에서 나타났고, 경사도의 범위는 12~25° 이었다.
- 굴참나무군락에 출현한 종수는 12~16종이었으며, 교목층의 수고는 12~24m, 평균 흉고직경은 17.9~42.5cm로 다양한 크기로 분포하고 있었다.

〈표 3-3-7〉 가덕도권역 식물군집구조 굴참나무군락 일반적 개황

군락명		굴참나무군락				굴참나무-졸참나무군락			굴참나무-후박나무-졸참나무군락
조사구		15	19	41	48	14	33	49	53
고도(m)		45	60	125	127	45	238	127	99
방위		S50E	N10W	W	S	S50E	N40E	S	S45E
경사(°)		12	12	15	25	12	24	25	25
종수		15	16	12	13	13	14	13	15
교목	수고(m)	24	16	15	18	24	12	18	18
	평균 흉고직경(cm)	29.5	23.6	19.2	34.5	42.5	27.4	33.8	17.9
	식피율(%)	85	90	85	90	85	90	90	70
아교목	수고(m)	8	8	8	10	8	8	10	5
	평균 흉고직경(cm)	8.7	4.7	4.1	3.8	9.8	8.5	5.3	5.3
	식피율(%)	20	40	50	40	20	20	40	70
관목	수고(m)	< 2.0	< 1.0	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 1.2	< 1.5	< 1.0
	식피율(%)	10	20	5	10	10	20	10	1

■ 동백나무군락

- 동백나무는 부산광역시 시화·시목으로 우리나라 중부 이남에서 자생하는 상록활엽수이다. 가덕도권역내에는 자생지로 추정되는 동백나무군락이 해안가에 일부 분포하고 있었다.
- 동백나무가 우점하는 동백나무군락 3개소, 동백나무와 참식나무가 경쟁하고 있는 동백나무-참식나무군락 1개소로 총 4개소에 방형구를 설치하여 식물군락구조의 특성을 알아보았다.
- 동백나무군락은 해발고도 80~95m 범위에서 분포하였으며, 경사도는 20° 내외였으며, 남동향에서 나타났다.
- 교목층에서의 식피율이 높아 영구음지로 나타남에 따라 아교목층과 관목층의 발달이 미미하였다.

〈표 3-3-8〉 가덕도권역 식물군집구조 동백나무군락 일반적 개황

군락명		동백나무군락			동백나무-참식나무군락
조사구		38	39	73	72
고도(m)		90	95	80	80
방위		S10E	S20E	S60E	S60E
경사(°)		20	22	22	22
종수		4	5	7	2
교목	수고(m)	8	8	10	10
	평균 흉고직경(cm)	14.0	12.9	13.2	17.1
	식피율(%)	95	95	95	95
아교목	수고(m)	-	-	-	-
	평균 흉고직경(cm)	-	-	-	-
	식피율(%)	-	-	-	-
관목	수고(m)	-	-	-	-
	식피율(%)	-	-	-	-

■ 소나무군락

- 가덕도권역의 소나무군락은 소나무군락 3개소, 소나무-졸참나무군락 1개소로 총 4개소의 방형구를 설치하여 식물군집구조의 특성을 살펴보았다.
- 곰솔군락이나 낙엽활엽수군락에 비해 가덕도권역 내에서 국지적으로 분포하고 있었으며, 군락 내 출현하는 종수는 10~18종이었다.
- 교목층의 수고는 13~18m, 평균 흉고직경은 19.1~22.4cm이었고, 아교목층은 수고 5~7m, 평균 흉고직경 4.2~5.0cm이었다.

〈표 3-3-9〉 가덕도권역 식물군집구조 소나무군락 일반적 개황

군락명		소나무군락			소나무-졸참나무군락
조사구		34	36	37	59
고도(m)		109	104	104	17
방위		N10E	N75W	N75W	W
경사(°)		9	22	22	30
종수		14	18	11	10
교목	수고(m)	14	18	18	13
	평균 흉고직경(cm)	22.4	20.1	19.1	20.2
	식피율(%)	80	80	80	50
아교목	수고(m)	-	7	7	5
	평균 흉고직경(cm)	-	5.0	4.4	4.2
	식피율(%)	-	30	30	50
관목	수고(m)	< 0.6	< 1.2	< 1.2	< 1.5
	식피율(%)	60	40	40	1

■ 기타 자연림군락

- 가덕도권역 내 기타 자연림군락에는 낙엽활엽수-곰솔군락 3개소, 낙엽활엽수혼효림 3개소, 느티나무군락 2개소, 고로쇠나무군락, 고로쇠나무-푸조나무군락, 고욤나무-푸조나무군락, 느티나무-팽나무군락, 소사나무군락, 참식나무-팽나무군락, 팔배나무-졸참나무군락, 팽나무군락, 합다리나무-참식나무군락 등 다양한 유형이 나타나고 있었다.
- 느티나무, 고로쇠나무, 팽나무 등의 낙엽활엽수가 흉고직경 41.5~60cm로 대경목 형태로 출현하고 있었으며, 낙엽활엽수-곰솔군락과 팔배나무-졸참나무군락에서 가장 많은 16개 수종이 출현하고 있었다.
- 가덕도권역은 해안지역임에도 불구하고, 곰솔보다 졸참나무, 느티나무, 팽나무, 고로쇠나무 등을 중심으로 한 낙엽활엽수림이 폭넓게 분포하고 있었다.

〈표 3-3-10〉 가덕도권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황

군락명	낙엽활엽수-곰솔군락			낙엽활엽수훈호림			느티나무군락		
	조사구	69	74	75	50	68	70	64	71
고도(m)	150	190	190	104	150	165	155	165	
방위	S20W	N30W	N30W	S45E	S20W	S50E	S20E	S50E	
경사(°)	20	15	15	25	20	30	22	30	
종수	16	13	11	15	10	11	6	10	
교목	수고(m)	17	20	20	18	17	20	22	20
	평균 흉고직경(cm)	33.7	29.1	38.3	16.5	41.5	29.6	39.6	33.2
	식피율(%)	85	85	85	70	85	85	80	85
아교목	수고(m)	10	10	10	5	10	13	12	13
	평균 흉고직경(cm)	5.1	9.8	5.7	9.3	6.0	6.8	5.2	7.1
	식피율(%)	60	50	50	70	60	60	60	60
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 2.0	< 2.0	-	< 2.0
	식피율(%)	30	10	10	1	30	20	-	20

〈표 3-3-10〉 계속

군락명*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
조사구	65	28	29	7	5	57	21	6	56
고도(m)	155	250	250	80	110	89	135	80	89
방위	S20E	N65E	N65E	S50E	S70E	S30E	S45W	S50E	S30E
경사(°)	22	26	26	22	42	20	18	22	20
종수	3	8	8	8	11	10	16	12	13
교목	수고(m)	22	15	15	15	8	15	15	15
	평균 흉고직경(cm)	53.5	25.1	29.9	44.8	14.9	20.4	18.6	60.0
	식피율(%)	80	90	90	70	95	90	90	70
아교목	수고(m)	12	10	10	8	5	5	7	8
	평균 흉고직경(cm)	7.7	6.5	14.4	8.4	8.0	8.0	7.0	8.0
	식피율(%)	60	30	30	35	40	40	40	35
관목	수고(m)	-	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 0.8	< 3.0
	식피율(%)	-	30	30	30	20	1	20	30

* I : 고로쇠나무군락, II : 고로쇠나무-푸조나무군락, III : 고욤나무-푸조나무군락, IV : 느티나무-팽나무군락, V : 소사나무군락, VI : 참식나무-팽나무군락, VII : 팔배나무-줄참나무군락, VIII : 팽나무군락, IX : 참다리나무군락-참식나무군락

■ 기타 식재림군락

- 가덕도권역의 기타 식재림을 대표하는 수종은 테에다소나무, 편백 등이며 총 4개소의 방형구를 설치하여 식물군집구조 특징을 알아보았다.
- 테에다소나무군락은 총 2개소로 교목층의 수고가 26m, 평균 흉고직경 30.8~35.3으로 비교적 수목규격이 컸으며, 식피율은 80%로 아교목층의 발달은 미미하였다.
- 편백은 편백이 우점하는 편백군락과 일부 소나무가 출현하는 편백-소나무군락으로 구분되어 나타났는데, 교목층의 수고는 16m, 평균 흉고직경은 22.8~23.9cm를 보였으며, 아교목층과 관목층의 발달은 미미하였다.

〈표 3-3-11〉 가덕도권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황

군락명		테에다소나무군락		편백군락	편백-소나무군락
조사구		16	17	24	25
고도(m)		75	75	160	160
방위		S60W	S60W	N15E	N15E
경사(°)		16	16	21	21
종수		15	13	15	18
교목	수고(m)	26	26	16	16
	평균 흉고직경(cm)	30.8	35.3	23.9	22.8
	식피율(%)	80	80	90	90
아교목	수고(m)	-	-	4	4
	평균 흉고직경(cm)	-	-	7.4	8.5
	식피율(%)	-	-	5	5
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 0.6	< 0.6
	식피율(%)	50	50	30	30

③ 표본목 성장량

- 가덕도권역에서는 총 15주의 수목을 선정하여 목편을 추출한 후 수령과 연도별 성장량을 측정하여 분석하였다.
- 곰솔이 79년으로 다른 수종보다 수령이 높게 나타났으며, 가덕도권역의 수목은 34~79년의 수령을 보이고 있었다.
- 졸참나무, 개서어나무 등 낙엽활엽수가 높은 성장량을 보이고 있었으며, 동백나무의 성장은 더디게 나타났다.

〈표 3-3-12〉 가덕도권역 표본목 수령 및 성장량

조사구	수목명	수고(m)	흉고직경(cm)	수령	평균성장량(mm/연)
9	졸참나무	22	38	45	4.75
22	졸참나무	22	28	34	4.72
22	소나무	16	29	35	3.77
25	편백	16	24	39	3.18
28	고로쇠나무	15	24	45	2.84
38	동백나무	7	15	58	0.87
39	동백나무	7	15	80	0.86
42	개서어나무	16	33.5	37	4.06
53	후박나무	10	20	54	2.16
53	사스레피나무	8	19	50	2.56
54	동백나무	8	19	70	1.74
57	참식나무	15	24	51	2.30
61	졸참나무	16	44.5	77	1.90
69	졸참나무	20	38	51	2.80
69	곰솔	20	47	79	2.71

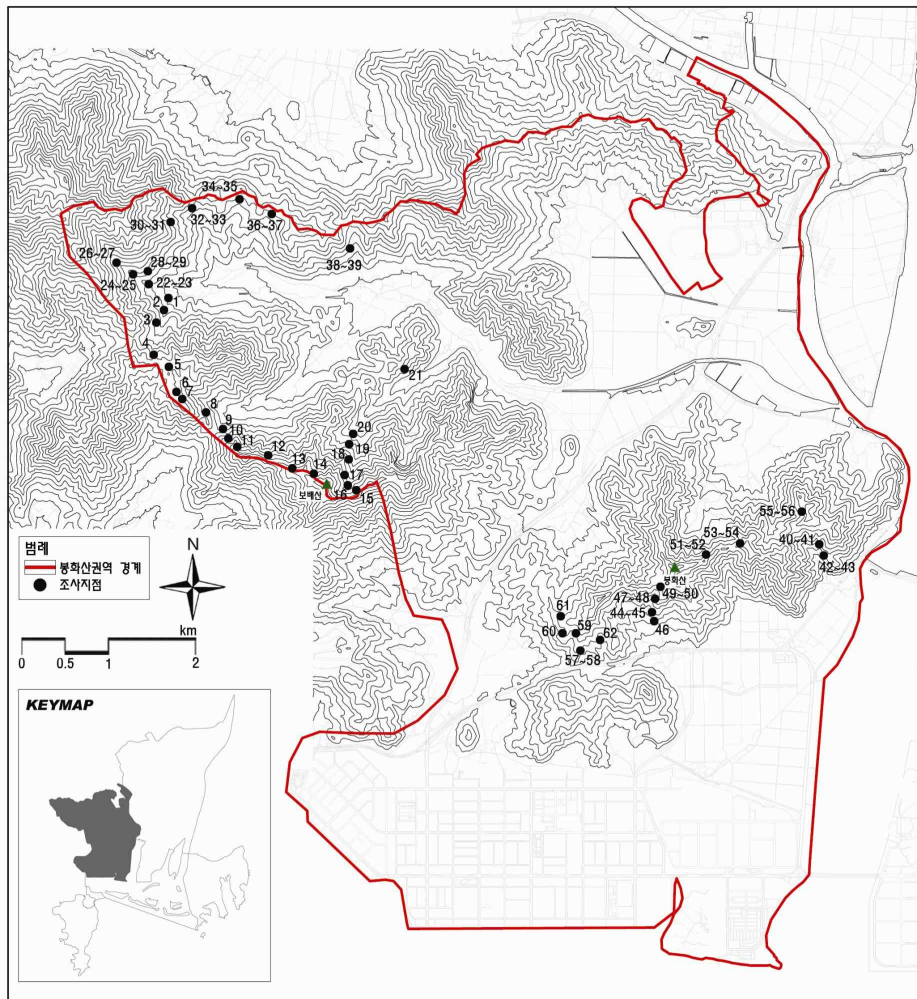
(2) 봉화산권역

① 군집구조 조사개요

- 봉화산권역 내 식생유형별 군락구조 특성을 살펴보기 위해 10m × 10m(100㎡) 크기의 방형구를 62개소를 설치한 후 방형구 내 출현하는 개체의 종명 및 규격을 조사하였다.
- 봉화산권역의 현존식생도를 참고하여 다양한 유형을 선택하여 조사지를 설정하였으며, 수목의 생육상태가 비교적 양호한 지역을 중심으로 집중적으로 방형구를 설치하여 식물군집구조를 살펴보았다.
- 식생군락별 현황을 살펴보면 신갈나무군락이 가장 많은 8개소로 나타났고, 상수리나무군락, 곰솔군락, 낙엽활엽수혼효림, 소사나무군락, 떡갈나무군락, 졸참나무군락 등이 있었다.
- 봉화산권역의 교목층 평균 흉고직경은 21.1cm, 아교목층 평균 흉고직경은 7.5cm로 조사되었다.

〈표 3-3-13〉 봉화산권역 식물군집구조 조사개요

식생군락		조사구 개소수(개소)	조사구 번호	비고	
자 연 림	신갈나무	8	4,5,10,11,14,16,18,31	평균흉고직경(cm) 교목층 : 21.1 아교목층 : 7.5	
	상수리나무	6	22,23,24,25,42,43		
	곰솔	5	3,36,37,60,61		
	낙엽활엽수혼효림	4	1,41,47,62		
	소사나무	4	8,9,12,13		
	떡갈나무	3	35,51,52		
	졸참나무	3	15,53,54		
	소나무	2	28,29		
	곰솔-굴피나무	1	50		
	곰솔-낙엽활엽수	1	46		
	곰솔-소나무	1	56		
	굴참나무	1	48		
	굴참나무-벚나무	1	26		
	굴참나무-소나무	1	38		
	굴참나무-졸참나무	1	39		
	굴피나무-졸참나무	1	27		
	낙엽활엽수-곰솔	1	49		
	떡갈나무-곰솔	1	34		
	떡갈나무-졸참나무	1	45		
	물푸레나무-비목나무	1	17		
	상수리나무-떡갈나무	1	6		
	소나무-곰솔	1	55		
	소나무-굴참나무	1	21		
	소사나무-떡갈나무	1	7		
	신갈나무-졸참나무	1	30		
	졸참나무-곰솔	1	2		
	식 재 림	리기다소나무	3		32,33,59
		편백	3		20,57,58
떡갈나무-리기다소나무-졸참나무		1	44		
아까시나무		1	40		
잣나무		1	19		
합계	62 개소	-	-		



〈그림 3-3-3〉 봉화산권역 식물군집구조 조사구 위치도

■ 신갈나무군락

〈표 3-3-14〉 봉화산권역 식물군집구조 신갈나무군락 일반적 개황

군락명		신갈나무군락									I°
조사구		4	5	10	11	14	16	18	31	30	
고도(m)		305	325	235	297	462	390	237	230	230	
방위		S40W	N30E	N	N20E	N10E	N10W	N10W	S35W	S35W	
경사(°)		26	24	34	25	35	32	26	23	23	
종수		7	7	12	10	4	7	12	11	11	
교목	수고(m)	14	14	14	14	14	20	18	15	15	
	평균 흉고직경(cm)	19.5	19.9	18.1	15.0	24.7	29.0	28.0	18.9	22.2	
	식피율(%)	90	75	90	90	75	75	70	95	95	
아교목	수고(m)	8	7	8	8	10	-	8	6	6	
	평균 흉고직경(cm)	4.9	5.5	5.8	5.1	6.1	-	9.4	3.7	6.8	
	식피율(%)	50	20	30	20	60	-	40	30	30	
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	-	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 1.0	
	식피율(%)	50	50	30	50	-	10	10	20	20	

* I : 신갈나무-졸참나무군락

- 해발고도가 비교적 높은 능선부 주변에서 주로 출현하는 종으로 알려져 있는 신갈나무군락은 봉화산권역 내에서 비교적 높은 해발고도 230~462m 범위에서 나타났으며, 교목층 평균 흉고

직경 15.0~29.0cm, 식피율 70~95%로 비교적 양호한 생육상태를 보이고 있었다.

- 아교목층 수고는 6~10m, 평균 흉고직경은 3.7~9.4cm 범위로 나타났다.

■ 상수리나무군락

- 봉화산권역의 상수리나무군락은 상수리나무가 우점하는 상수리나무군락 6개소, 상수리나무와 떡갈나무가 경쟁하고 있는 상수리나무-떡갈나무군락 1개소 총 7개소에 방형구를 설치하여 상수리나무군락의 식물군집구조 특성을 알아보았다.
- 해발고도 범위는 75~335m로 분포하고 있었으며, 사면방향은 주로 서향이였다.

〈표 3-3-15〉 봉화산권역 식물군집구조 상수리나무군락 일반적 개황

군락명		상수리나무군락						상수리나무-떡갈나무군락
조사구		22	23	24	25	42	43	6
고도(m)		172	172	199	199	75	75	335
방위		W	W	W	W	S70W	S70W	N60E
경사(°)		16	16	18	18	33	33	17
총수		18	10	15	14	19	16	9
교목	수고(m)	15	15	15	15	16	16	14
	평균 흉고직경(cm)	24.9	19.5	23.7	22.9	21.0	23.1	20.5
	식피율(%)	80	80	90	90	75	75	65
아교목	수고(m)	8	8	10	10	6	-	8
	평균 흉고직경(cm)	6.9	5.5	9.9	11.9	10.0	-	9.5
	식피율(%)	30	30	30	30	5	-	60
관목	수고(m)	< 1.2	< 1.2	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	30	20	20	60	60	20

■ 곰솔군락

- 봉화산권역 내 곰솔 순군락 5개소와 곰솔-굴피나무군락, 곰솔-낙엽활엽수군락, 곰솔-소나무군락 등 곰솔이 우점하는 군락에 8개소의 방형구를 설치하여 군락구조 특성을 살펴보았다.
- 교목층의 수고는 8~18m, 평균 흉고직경은 18.2~34.8cm로 다양한 크기로 나타났으며, 아교목층의 수고는 4~10m, 평균 흉고직경은 4.7~13.7cm로 나타났다.

〈표 3-3-16〉 봉화산권역 식물군집구조 곰솔군락 일반적 개황

군락명		곰솔군락					I	II	III
조사구		3	36	37	60	61	50	46	56
고도(m)		196	218	218	153	140	290	135	260
방위		S30E	N35E	N35E	S45W	N	S60W	S30W	N80W
경사(°)		23	21	21	10	10	36	32	26
총수		13	17	12	11	7	17	17	14
교목	수고(m)	15	8	8	14	18	13	18	14
	평균 흉고직경(cm)	27.0	19.8	18.2	26.0	24.2	27.7	34.8	22.7
	식피율(%)	70	90	90	65	70	80	75	70
아교목	수고(m)	9	6	6	6	10	5	5	4
	평균 흉고직경(cm)	13.7	8.2	9.2	6.9	5.1	7.4	7.0	4.7
	식피율(%)	60	30	30	40	70	15	40	40
관목	수고(m)	< 2.0	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 1.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	30	30	70	30	60	40	70

* I :곰솔-굴피나무군락, II :곰솔-낙엽활엽수군락, III :곰솔-소나무군락

■ 소사나무군락

- 소사나무는 자작나무과 낙엽소교목으로 주로 해안 지방에서 자생한다. 봉화산권역 보배산지역의 능선부에는 소사나무군락이 분포하고 있었는데, 소사나무 순군락과 소사나무-떡갈나무군락에 5개소의 방형구를 설치하여 식물군락구조 특성을 살펴보았다.
- 소사나무군락은 해발고도 212~425m, 비교적 높은 경사도 24~33° 로 보배산 인근 능선부에서 나타났다.
- 교목층의 수고는 9~13m로 소교목의 형태로 나타났으며, 평균 흉고직경은 10.0~22.1cm, 식피율은 90~95%로 높게 나타났다.

〈표 3-3-17〉 봉화산권역 식물군집구조 소사나무군락 일반적 개황

군락명		소사나무군락				소사나무-떡갈나무군락
조사구		8	9	12	13	7
고도(m)		264	212	340	425	334
방위		N60E	N	N30E	N10E	N70E
경사(°)		28	30	25	24	33
종수		9	9	9	9	11
교목	수고(m)	10	12	13	13	9
	평균 흉고직경(cm)	11.9	15.1	22.1	18.9	10.0
	식피율(%)	95	95	90	95	95
아교목	수고(m)	6	6	8	5	4
	평균 흉고직경(cm)	2.0	7.1	3.7	8.6	4.0
	식피율(%)	10	10	20	10	5
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	40	20	20	10

■ 떡갈나무군락

- 봉화산권역 내 떡갈나무군락의 군락구조를 살펴보기 위해 떡갈나무군락 3개소, 떡갈나무-곰솔군락 1개소, 떡갈나무-졸참나무군락 1개소 등 총 5개소에 방형구를 설치하여 조사하였다.
- 해발고도 140~240m 능선부 북사면에서 주로 나타났으며, 교목층 수고는 14~17m, 평균 흉고직경 15.5~34.5cm 범위로 나타났다.

〈표 3-3-18〉 봉화산권역 식물군집구조 떡갈나무군락 일반적 개황

군락명		떡갈나무군락			떡갈나무-곰솔군락	떡갈나무-졸참나무군락
조사구		35	51	52	34	45
고도(m)		201	240	240	207	140
방위		N20W	N30W	N30W	N25E	S80W
경사(°)		17	33	33	17	34
종수		9	12	14	19	20
교목	수고(m)	14	17	17	14	17
	평균 흉고직경(cm)	24.3	15.5	16.0	22.4	34.5
	식피율(%)	85	80	80	90	85
아교목	수고(m)	-	2.5	5	10	6
	평균 흉고직경(cm)	-	1.8	10.0	8.7	6.8
	식피율(%)	-	5	5	40	50
관목	수고(m)	< 1.2	< 2.0	< 2.0	< 1.2	< 2.0
	식피율(%)	10	70	70	40	40

■ 졸참나무군락

- 봉화산권역 졸참나무군락은 졸참나무군락 3개소, 졸참나무-곰솔군락 1개소 등 총 4개소에 방형구를 설치하여 식물군락구조 특성을 살펴보았다.
- 졸참나무군락의 경우, 주로 북쪽 사면에 분포하고 있었으며 교목층 수고는 11~14m 범위로 나타났으며, 평균 흉고직경은 17.0~20.0cm이었고, 식피율은 60~80%이었다.
- 졸참나무-곰솔군락은 교목층에서 졸참나무가 우점은 하고 있으나 곰솔과 경쟁하고 있는 군락으로 남동사면에서 나타났으며, 교목층 수고는 16m, 평균 흉고직경은 29.8cm로 나타났다.

〈표 3-3-19〉 봉화산권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황

군락명		졸참나무군락			졸참나무-곰솔군락
조사구		15	53	54	2
고도(m)		412	255	255	156
방위		N	N30W	N30W	S80E
경사(°)		26	34	34	25
종수		9	15	10	18
교목	수고(m)	11	14	14	16
	평균 흉고직경(cm)	17.0	19.5	20.0	29.8
	식피율(%)	60	85	85	85
아교목	수고(m)	8	10	10	8
	평균 흉고직경(cm)	10.7	5.2	6.8	9.0
	식피율(%)	60	30	30	30
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	10	40	40	40

■ 소나무군락

- 봉화산권역의 소나무군락은 총 4개소에서 조사를 실시하였으며, 소나무가 교목층의 I.P. 50% 이상을 차지하며 우점하는 소나무군락 2개소, 소나무가 우점하지만 곰솔, 굴참나무 등과 경쟁 상태에 있는 소나무-곰솔군락 1개소, 소나무-굴참나무군락 1개소가 포함되었다.
- 소나무가 우점하는 소나무군락의 경우 봉화산권역 내 지엽적으로 분포하고 있었으며, 교목층 수고는 16m, 평균 흉고직경은 21.7~27.8cm로 나타났다.
- 소나무-곰솔군락은 해발고도 260m에서 나타났으며, 교목층 수고는 14m, 평균 흉고직경은 21.4cm로 나타났다.
- 소나무-굴참나무군락은 비교적 저지대인 해발고도 70m 지역에서 나타났으며, 사면방향은 남동향이였다. 교목층의 수고는 16m, 평균 흉고직경은 36.4cm, 식피율은 80%이었다.

〈표 3-3-20〉 봉화산권역 식물군집구조 소나무군락 일반적 개황

군락명		소나무군락		소나무-곰솔군락	소나무-굴참나무군락
조사구		28	29	55	21
고도(m)		230	230	260	70
방위		N30W	N30W	N80W	S40E
경사(°)		23	23	26	28
종수		18	17	15	8
교목	수고(m)	16	16	14	16
	평균 흉고직경(cm)	27.8	21.7	21.4	36.4
	식피율(%)	85	85	70	80
	수고(m)	10	10	4	8
아교목	평균 흉고직경(cm)	8.6	10.8	8.5	8.4
	식피율(%)	30	30	40	20
	수고(m)	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0
관목	수고(m)	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	30	70	40

■ 기타 자연림군락

- 봉화산권역 내 기타 자연림군락에는 낙엽수 3종 이상이 함께 우점하며 나타나는 낙엽활엽수혼효림, 굴참나무군락, 굴참나무-벗나무군락, 굴참나무-소나무군락, 굴참나무-졸참나무군락, 굴피나무-졸참나무군락, 낙엽활엽수-곰솔군락, 물푸레나무-비목나무군락 등 다양한 유형이 나타나고 있었다.
- 봉화산권역 기타 자연림군락에서 출현한 종수는 6~21개 수종으로 다양하게 나타났으며, 교목층 수고는 13~20m, 평균 흉고직경은 17.4~39.5cm 범위였다.

〈표 3-3-21〉 봉화산권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황

군락명		낙엽활엽수혼효림				I	II	III
조사구		1	41	47	62	48	26	38
고도(m)		152	95	215	100	215	263	113
방위		N60E	S40W	S70W	S	S70W	S40W	N80W
경사(°)		14	28	34	15	34	26	25
종수		20	14	14	12	17	14	17
교목	수고(m)	16	20	14	15	14	14	15
	평균 흉고직경(cm)	39.5	22.2	17.4	36.7	20.3	25.8	21.6
	식피율(%)	75	75	80	70	80	40	95
아교목	수고(m)	5	10	5	8	5	11	8
	평균 흉고직경(cm)	9.1	14.3	7.3	7.7	2.5	11.7	6.9
	식피율(%)	20	30	20	50	20	80	30
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 2.0	< 1.0	< 1.5
	식피율(%)	40	50	60	40	60	30	20
군락명		IV		V		VI		VII
조사구		39		27		49		17
고도(m)		113		263		290		340
방위		N80W		S40W		S60W		N40E
경사(°)		25		26		36		25
종수		21		11		12		6
교목	수고(m)	15		14		13		22
	평균 흉고직경(cm)	28.9		28.5		23.9		31.6
	식피율(%)	95		40		80		60
아교목	수고(m)	8		11		5		-
	평균 흉고직경(cm)	5.9		11.9		4.5		-
	식피율(%)	30		80		15		-
관목	수고(m)	< 1.5		< 1.0		< 2.0		< 2.0
	식피율(%)	20		30		60		30

* I : 굴참나무군락, II : 굴참나무-벚나무군락, III : 굴참나무-소나무군락, IV : 굴참나무-졸참나무군락,
V : 굴피나무-졸참나무군락, VI : 낙엽활엽수-곰솔군락, VII : 물푸레나무-비목나무군락

■ 기타 식재림군락

- 봉화산권역의 기타 식재림을 대표하는 수종은 리기다소나무, 편백, 아까시나무, 잣나무 등이며, 총 5개 유형에 9개소의 방형구를 설치하여 식물군락구조의 특징을 알아보았다.
- 리기다소나무군락은 총 3개소로 교목층 수고가 13~16m, 평균 흉고직경 21.4~26.8cm로 비교적 수목규격이 컸으며 식피율은 70~90%로 나타났다.
- 편백군락은 교목층에서 편백이 우점하고 식피율이 95%로 아교목층은 나타나지 않았고, 관목층의 발달은 미미하였다.

〈표 3-3-22〉 봉화산권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황

군락명		리기다소나무군락			편백군락			I	II	III
조사구		32	33	59	20	57	58	44	40	19
고도(m)		213	213	152	175	123	123	140	95	210
방위		N35W	N35W	S80W	N60E	S	S	S80W	S40W	N80E
경사(°)		25	25	15	34	20	20	34	28	22
종수		21	21	11	6	4	10	14	13	12
교목	수고(m)	16	16	13	14	15	15	17	20	12
	평균 흉고직경(cm)	26.8	23.4	21.4	16.1	21.5	20.9	33.8	32.5	18.5
	식피율(%)	90	90	70	95	95	95	85	75	95
아교목	수고(m)	9	9	5	-	-	-	6	10	-
	평균 흉고직경(cm)	11.8	3.4	4.0	-	-	-	4.5	5.5	-
	식피율(%)	20	20	15	-	-	-	50	30	-
관목	수고(m)	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 0.5	< 0.2	< 0.2	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	30	80	5	30	30	40	50	20

* I :떡갈나무-리기다소나무-졸참나무군락, II :아까시나무군락, III :잣나무군락

③ 표본목 성장량

- 봉화산권역에서는 편백과 곰솔을 선정하여 목편을 추출하여 수령과 연도별 성장량을 측정하고, 편백의 수령은 24년, 평균성장량은 4.09mm로 분석되었으며, 곰솔의 수령은 52년, 평균성장량은 2.15mm로 분석되었다.

〈표 3-3-23〉 봉화산권역 표본목 수령 및 성장량

조사구	수목명	수고(m)	흉고직경(cm)	수령	평균성장량(mm/연)
57	편백	15	22	24	4.09
61	곰솔	16	23	52	2.15

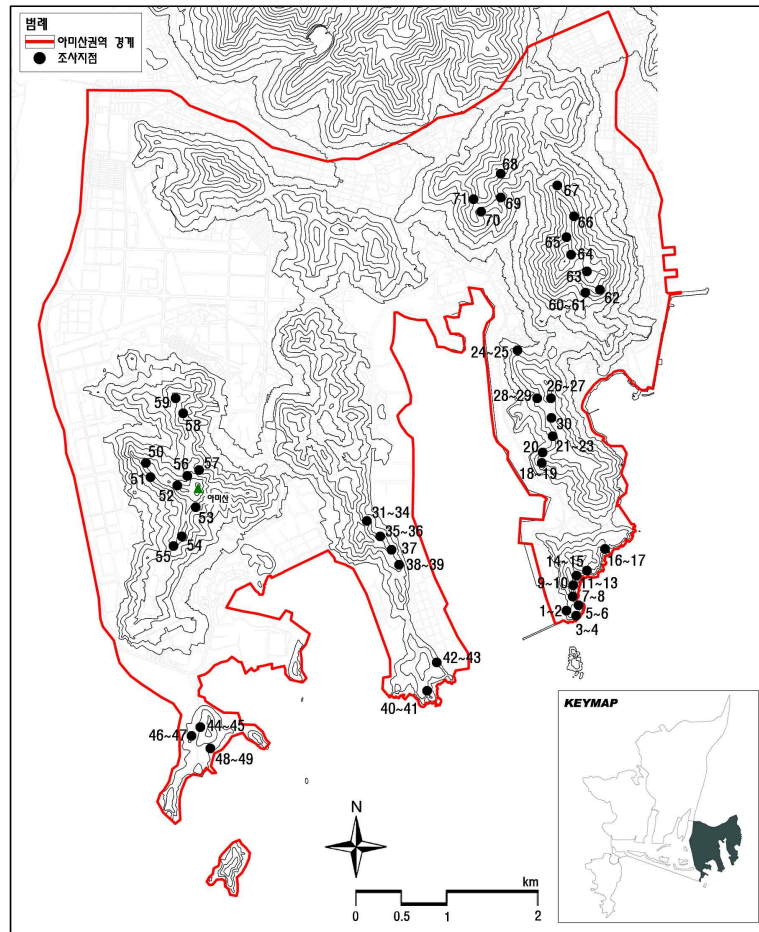
(3) 아미산권역

① 군집구조 조사개요

- 아미산권역 내 식생유형별 특성을 살펴보기 위해 10m × 10m(100m²) 크기의 방형구를 총 71 개소를 설치한 후 방형구 내 출현하는 개체의 종명 및 규격을 조사하였다.
- 아미산권역은 도시화로 인해 산림이 파편화 되어 있었고, 아미산, 천마산, 장군산, 물운대, 두 송반도, 암남공원을 중심으로 방형구를 설치하여 조사하였으며, 특히 가덕도권역과 마찬가지로 해안에 직접적인 영향을 받는 구릉지역으로 부산 해안림의 특성을 파악하고자 암남공원 지역에 17개의 방형구를 집중적으로 설치하여 조사 분석하였다.
- 아미산권역은 반도 형태를 보이며 해안에 접하는 지역이 많아 타권역에 비해 곰솔군락이 폭넓게 분포하고 있었다. 식생군락별 현황을 살펴보면 곰솔군락이 27개소로 가장 많았으며, 자연림으로는 상수리나무군락, 졸참나무군락 등이 나타났고, 식재림으로는 왕벚나무군락, 사방오리군락, 편백군락 등이 나타났다.

〈표 3-3-24〉 아미산권역 식물군집구조 조사개요

식생군락		조사구개소 수(개소)	조사구 번호	비고
자연림	곰솔	27	6,7,8,11,12,13,14,15,16,17,40,41,43,44,45,46,47,48,49,53,57,58,59,60,61,62,71	평균흉고직경(cm) 교목층 : 23.1 아교목층 : 6.7
	상수리나무	6	21,23,28,29,52,64	
	졸참나무	3	1,32,36	
	곰솔-졸참나무	2	2,3	
	굴피나무	2	5,37	
	산벚나무	2	18,19	
	상수리나무-벚나무	2	22,30	
	곰솔-낙엽활엽수	1	54	
	곰솔-상수리나무	1	42	
	굴피나무-졸참나무	1	50	
	낙엽활엽수-곰솔	1	4	
	떡갈나무	1	51	
	떡갈나무-갈참나무	1	24	
	떡갈나무-곰솔	1	10	
	떡갈나무-굴참나무	1	9	
	상수리나무-갈참나무-졸참나무	1	25	
	신갈나무	1	31	
	신갈나무-졸참나무	1	33	
	졸참나무-갈참나무	1	34	
졸참나무-굴참나무	1	35		
식재림	사방오리	3	20,55,70	
	편백	3	27,63,67	
	왕벚나무	2	38,39	
	리기다소나무	1	69	
	리기다소나무-벚나무	1	68	
	밤나무	1	56	
	상수리나무-사방오리	1	66	
	벚나무-사방오리	1	65	
편백-벚나무	1	26		
합계	71 개소	-	-	



〈그림 3-3-4〉 아미산권역 식물군집구조 조사구 위치도

② 식생유형별 군집구조 현황

■ 곰솔군락

- 아미산권역 내 곰솔군락의 식물군집구조 특성을 살펴보고자 곰솔이 우세하는 순 곰솔군락 27개소, 곰솔-줄참나무군락 2개소, 곰솔-낙엽활엽수군락 1개소, 곰솔-상수리나무군락 1개소를 포함하여 총 31개의 방형구를 설치하여 조사를 실시하였다.
- 아미산권역의 지형적 특성상 해안과 맞닿은 지역이 많아 곰솔군락이 폭넓게 분포하고 있었으며, 교목층 수고는 10~25m, 평균 흉고직경 15.3~42.4cm로 다양한 규격이 출현하였으며, 군락 내 출현 종수도 4~20종으로 다양하게 나타났다.
- 식생구조적 측면에서 살펴볼 때, 아미산권역 내 곰솔군락의 교목층은 전 지역에 걸쳐 생육이 양호하였고, 암남공원의 곰솔군락에는 소사나무, 돈나무 등의 해안성 수목이 아교목층에서 발달하고 있어 식피율이 높았으나, 암남공원을 제외한 대부분의 지역에서는 하예작업의 영향으로 아교목층과 관목층의 발달이 미미하였다.

〈표 3-3-25〉 아미산권역 식물군집구조 곰솔군락 일반적 개황

군락명		곰솔군락								
조사구		6	7	8	11	12	13	14	15	16
고도(m)		60	65	60	75	75	60	120	120	90
방위		N30E	W	S70E	S80E	S80E	E	S40E	S40E	S
경사(°)		30	28	37	48	48	35	34	34	23
종수		16	15	12	13	12	12	16	20	13
교목	수고(m)	16	17	16	10	10	12	25	25	22
	평균 흉고직경(cm)	27.1	31.8	24.5	15.3	23.5	19.0	40.0	42.4	25.4
	식피율(%)	70	70	60	30	30	30	65	65	70
아교목	수고(m)	4	6	5	7	7	5	13	13	8
	평균 흉고직경(cm)	6.8	8.0	6.7	11.8	9.4	6.5	8.5	9.3	7.3
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	40	20	5	30	30	50	50	50	20

군락명		곰솔군락								
조사구		17	40	41	43	44	45	46	47	48
고도(m)		90	70	70	70	50	50	47	47	30
방위		S	N70E	N70E	N70E	S80E	S80E	S70W	S70W	S30W
경사(°)		23	16	16	16	22	22	13	13	15
종수		11	11	15	6	12	6	11	7	9
교목	수고(m)	22	14	13	14	22	22	22	22	15
	평균 흉고직경(cm)	24.4	25.6	21.0	33.0	21.9	26.1	27.2	32.6	34.7
	식피율(%)	70	50	60	50	65	65	65	65	65
아교목	수고(m)	8	7	7	5	7	7	7	7	7
	평균 흉고직경(cm)	7.0	17.0	17.0	9.2	4.1	5.6	8.8	10.8	6.1
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 1.5
	식피율(%)	20	40	40	10	40	40	10	10	30

군락명		곰솔군락								
조사구		49	53	57	58	59	60	61	62	71
고도(m)		30	180	160	160	167	200	210	220	164
방위		S30W	N30W	W	E	N	S	S30E	S60E	N80W
경사(°)		15	15	15	15	5	15	20	10	15
종수		4	14	14	10	12	17	19	10	15
교목	수고(m)	15	10	16	16	14	18	20	13	18
	평균 흉고직경(cm)	33.5	16.2	26.0	33.4	28.3	30.0	28.8	18.5	31.9
	식피율(%)	65	70	70	65	60	60	70	80	60
아교목	수고(m)	7	8	5	-	6	8	-	-	5
	평균 흉고직경(cm)	6.1	4.6	5.9	-	4.0	8.1	-	-	2.3
관목	수고(m)	< 1.5	< 2.0	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 0.5	< 0.5	< 1.5	< 2.0
	식피율(%)	30	90	50	80	90	50	70	60	80

군락명		곰솔-졸참나무군락		곰솔-낙엽활엽수군락		곰솔-상수리나무군락	
조사구		2	3	54		42	
고도(m)		65	80	184		70	
방위		N50W	S	W		N70E	
경사(°)		30	35	12		16	
종수		20	16	19		5	
교목	수고(m)	16	13	16		14	
	평균 흉고직경(cm)	25.7	24.0	25.2		22.7	
	식피율(%)	75	40	70		50	
아교목	수고(m)	8	6	6		5	
	평균 흉고직경(cm)	5.9	7.8	3.7		8.8	
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0		< 2.0	
	식피율(%)	30	40	60		10	

■ 상수리나무군락

- 아미산권역의 식생군락 중 상수리나무가 우점하는 순 상수리나무군락은 6개소, 상수리나무-벚나무군락이 2개소로 총 8개소에 대해 방형구를 설치하여 식물군집구조 특성을 살펴보았다.
- 상수리나무는 대체적으로 해발고가 낮은 평지지역에서 발달하는 경향을 보이는 수종으로 아미산권역의 경우 해발고도 85~275m, 경사도 15~22° 범위에서 나타났다.
- 교목층 수고는 12~22m, 평균 흉고직경은 22.0~31.8cm였으며, 아교목층의 수고는 4~7m, 평균 흉고직경은 4.3~10.8cm로 나타났다.

〈표 3-3-26〉 아미산권역 식물군집구조 상수리나무군락 일반적 개황

군락명		상수리나무군락						상수리나무-벚나무군락	
조사구		21	23	28	29	52	64	22	30
고도(m)		85	85	125	125	204	275	85	120
방위		S80E	S80E	W	W	N30E	N60E	S80E	N60W
경사(°)		18	18	15	15	18	15	18	22
종수		14	12	10	14	13	8	10	11
교목	수고(m)	22	22	16	16	12	15	22	18
	평균 흉고직경(cm)	26.5	22.0	26.7	31.8	24.1	25.9	24.9	30.6
	식피율(%)	85	85	80	80	60	60	85	80
아교목	수고(m)	4	4	6	6	5	7	4	6
	평균 흉고직경(cm)	4.9	5.5	4.3	4.7	6.2	10.8	5.8	6.0
	식피율(%)	60	60	50	50	40	70	60	60
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	50	50	30	30	90	70	50	20

■ 졸참나무군락

- 아미산권역 내 졸참나무군락의 식물군집구조 특성을 살펴보기 위해 총 5개소에 방형구를 설치하였으며, 졸참나무가 우세하는 순 졸참나무군락 3개소, 졸참나무-갈참나무 1개소, 졸참나무-굴참나무군락 1개소에 대해 조사를 실시하였다.
- 이차천이 발달 초기단계로 추정되는 졸참나무군락의 지역적 분포를 살펴보면 주로 북사면에서 나타났으며, 곰솔군락 사이의 계곡부에서 갭 형태로 분포하는 것이 특징이었다.
- 교목층의 수고는 16~18m, 평균 흉고직경은 19.8~29.2cm로 생육상태가 양호하였다.

〈표 3-3-27〉 아미산권역 식물군집구조 졸참나무군락 일반적 개황

군락명		졸참나무군락			졸참나무-갈참나무군락	졸참나무-굴참나무군락
조사구		1	32	36	34	35
고도(m)		65	70	72	70	72
방위		N50W	N30E	N50E	N30E	N50E
경사(°)		30	30	28	30	28
종수		17	13	13	10	15
교목	수고(m)	16	18	17	18	17
	평균 흉고직경(cm)	29.2	19.8	24.2	23.0	24.4
	식피율(%)	75	85	75	85	75
아교목	수고(m)	8	8	2.5	8	6
	평균 흉고직경(cm)	4.5	7.0	2.5	3.5	3.0
	식피율(%)	60	35	5	35	5
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	30	30	70	30	70

■ 참나무류군락

- 아미산권역 내에는 상수리나무군락, 졸참나무군락을 제외하고도 떡갈나무, 갈참나무, 굴참나무, 신갈나무 등 다양한 참나무류군락이 분포하고 있었으며, 총 6개소에 방형구를 설치하여 참나무류의 식물군집구조를 살펴보았다.
- 아미산권역 내 참나무류군락은 해발고도 55~192m 범위에서 방위에 상관없이 분포하였으며, 경사도의 범위는 22~40° 이었다.
- 교목층 수고는 8~18m, 평균 흉고직경은 16.5~28.4cm 범위였다.

〈표 3-3-28〉 아미산권역 식물군집구조 참나무류군락 일반적 개황

군락명		I	II	III	IV	V	VI
조사구		51	24	9	25	31	33
고도(m)		192	55	75	55	70	70
방위		S45W	N20E	S40E	N20E	N30E	N30E
경사(°)		20	22	40	22	30	30
총수		16	15	16	18	12	15
교목	수고(m)	13	8	11	8	18	18
	평균 흉고직경(cm)	24.0	19.4	16.5	21.9	28.4	27.0
	식피율(%)	70	85	90	85	85	85
아교목	수고(m)	4	6	5	6	8	8
	평균 흉고직경(cm)	7.3	2.3	8.3	3.9	3.2	3.3
	식피율(%)	10	40	50	40	35	35
관목	수고(m)	< 1.5	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	60	50	30	50	30	30

* I : 떡갈나무군락, II : 떡갈나무-갈참나무군락, III : 떡갈나무-굴참나무군락, IV : 상수리나무-갈참나무-졸참나무군락, V : 신갈나무군락, VI : 신갈나무-졸참나무군락

■ 기타 자연림군락

- 아미산권역에는 굴피나무군락, 산벚나무군락, 굴피나무-졸참나무군락, 낙엽활엽수-곰솔군락, 떡갈나무-곰솔군락 등 기타 자연림군락이 분포하고 있었고, 식물군집구조의 특성을 살펴보고자 7개소의 조사구를 설치하여 조사하였다.
- 굴피나무군락의 경우 교목층의 발달은 양호하였지만, 아교목층은 하에작업으로 인해 나타나지 않았다.

〈표 3-3-29〉 아미산권역 식물군집구조 기타 자연림군락 일반적 개황

군락명		굴피나무군락		산벚나무군락		굴피나무-졸참나무군락	낙엽활엽수-곰솔군락	떡갈나무-곰솔군락
조사구		5	37	18	19	50	4	10
고도(m)		55	80	110	110	181	75	75
방위		N40E	N70E	W	W	N30E	S30E	S40E
경사(°)		24	25	25	25	20	44	40
총수		17	12	10	13	11	14	8
교목	수고(m)	12	16	17	17	12	13	11
	평균 흉고직경(cm)	16.7	18.1	27.1	36.8	19.9	25.3	24.2
	식피율(%)	80	80	90	90	70	80	90
아교목	수고(m)	-	-	4	4	4	8	5
	평균 흉고직경(cm)	-	-	14.0	5.3	4.2	9.5	5.9
	식피율(%)	-	-	10	10	5	40	50
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.5	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	80	60	30	30	80	40	30

■ 기타 식재림군락

- 아미산권역에는 타 권역에 비해 비교적 다양한 유형의 식재림이 존재하였다.
- 아미산권역 내 식재 주요 수종은 사방오리, 편백, 왕벚나무, 리기다소나무, 밤나무 등이었으며, 사방오리군락 3개소, 편백군락 3개소 왕벚나무군락 2개소를 포함해 총 14개소에 방형구를 설치하여 식재림군락의 식물군집구조 특성을 살펴보았다.
- 사방오리군락의 경우 교목층에서는 사방오리가 우세하였으나 아교목층의 발달은 미미하여 향후 자연림으로의 천이를 위한 목표종 설정 및 복원계획이 필요 할 것으로 판단된다.
- 편백군락, 왕벚나무군락은 산림이 훼손된 지역에 복구를 위해 식재된 것으로 특히 편백군락은 아교목층이 발달하지 않고 하층에 관목성상으로 졸참나무, 상수리나무 등 낙엽활엽수가 자연적으로 유입되어 있었는데, 향후 복구 수종에 대한 검토가 면밀하게 이뤄져야 할 것이다.

〈표 3-3-30〉 아미산권역 식물군집구조 기타 식재림군락 일반적 개황

군락명		사방오리군락			편백군락			왕벚나무군락	
조사구		20	55	70	27	63	67	38	39
고도(m)		110	139	167	125	250	192	85	85
방위		N60W	W	S15W	S80E	S80W	N45E	S40W	S40W
경사(°)		22	15	12	18	10	15	12	12
중수		3	13	9	11	3	7	13	12
교목	수고(m)	16	15	15	8	16	18	12	12
	평균 흉고직경(cm)	27.6	24.7	26.0	11.3	19.1	17.7	16.7	17.8
	식피율(%)	65	80	70	95	90	90	90	90
아교목	수고(m)	-	5	7	-	-	-	2.5	-
	평균 흉고직경(cm)	-	4.2	9.0	-	-	-	6.0	-
	식피율(%)	-	5	10	-	-	-	5	-
관목	수고(m)	< 2.0	< 1.5	< 1.5	< 0.5	< 0.3	< 0.5	< 2.0	< 2.0
	식피율(%)	90	90	40	5	5	10	30	30

군락명		I	II	III	IV	V	VI
조사구		69	68	56	66	65	26
고도(m)		173	180	168	252	260	125
방위		S30E	S	N	E	N80W	S80E
경사(°)		15	20	20	25	18	18
중수		15	11	7	13	10	12
교목	수고(m)	16	12	12	13	15	8
	평균 흉고직경(cm)	24.8	20.3	31.1	19.3	20.2	13.7
	식피율(%)	80	80	70	65	70	95
아교목	수고(m)	7	-	-	7	7	-
	평균 흉고직경(cm)	2.3	-	-	7.6	5.0	-
	식피율(%)	10	-	-	70	10	-
관목	수고(m)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 1.0	< 1.5	< 0.5
	식피율(%)	40	50	95	50	70	5

* I : 리기다소나무군락, II : 리기다소나무-벚나무군락, III : 밤나무군락, IV : 상수리나무-사방오리군락, V : 벚나무-사방오리군락, VI : 편백-벚나무군락

③ 표본목 성장량

- 아미산권역 내 수목의 수령 및 성장량을 분석하기 위해 돈나무와 떡갈나무를 선정하여 목편을 추출하였다.
- 돈나무의 수령은 47년으로 나타났으며, 평균성장량 1.45mm로 분석되었다.

- 떡갈나무의 수령은 75년으로 나타났으며, 평균생장량은 1.09mm로 분석되었다.

〈표 3-3-31〉 아미산권역 표본목 수령 및 생장량

조사구	수목명	수고(m)	흉고직경(cm)	수령	평균생장량(mm/연)
3	돈나무	3.5	11	47	1.45
4	떡갈나무	11	23+20+15	75	1.09

(4) 종합

- 서부산권역은 가덕도권역, 봉화산권역, 아미산권역, 낙동강권역, 낙동강하구권역 등 총 5개의 소권역으로 나뉜다. 가덕도권역은 부산광역시 최남단에 해당되며 바다의 영향을 가장 많이 받는 지역이다. 봉화산권역의 경우에는 각종 건설공사로 인해 개발의 압력을 상당히 많이 받고 있고, 아미산권역은 이미 시가화비율이 높게 나타남에 따라 산림지역이 파편화되어 있다. 낙동강권역과 낙동강하구권역은 초지 및 수역, 경작지가 주를 이루며, 산림지역은 나타나지 않았다.
- 서부산권역 식생 특성은 각 소권역별 차이가 뚜렷하였다. 가덕도권역의 경우 주거지 부근 산림지역에는 인위적 교란과 바다의 영향으로 곱솔림이 방해극상 상태로 우점하고 있었으며, 상대적으로 인위적 교란이 일어나지 않는 가덕도 남쪽 출입제한지역 내에는 졸참나무, 느티나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽수를 중심으로 안정된 식생이 발달하고 있었으며, 일부 지역에서는 동백나무, 참식나무 등 상록활엽수림도 분포하였다.
- 봉화산권역은 개발의 압력을 많이 받고 있었지만, 일부 산림지역이 낙남정맥에 속하고 산줄기가 경남 창원시 불모산까지 이어지고 있어 능선부를 중심으로 신갈나무, 소사나무 등 식생 발달이 우수하였다. 부산광역시의 최서단에 해당되고 도시의 확장으로 인한 대규모 건설공사가 이루어지고 있었는데, 생태적 측면에서 보호가치가 높은 지역의 경우에는 야생동·식물 서식공간으로 적극적인 보호가 필요하며, 경제적 가치를 이끌어내기 위한 지역과 일부 경관적 측면에서 관리가 되어야 하는 지역을 명확히 구분하여 차별화된 전략적 관리접근이 필요한 시점이다.
- 아미산권역은 높은 시가화비율로 인해 산림이 파편화되어 있었으며, 바다의 영향으로 대부분 지역에서 곱솔이 우점하였다. 지속적인 이용으로 인해 인간의 간섭이 타권역에 비해 높았으며, 여가휴양공간 의미로 도시숲 기능을 수행하고 있었다. 인간의 간섭을 최소화하면서 다양한 생태계가 자연상태에서 형성될 수 있도록 유지관리방법의 차별화를 통한 체계적 관리가 이루어져야 할 것이다. 특히 바다의 영향을 많이 받는 암남공원지역의 경우, 전형적인 해안림의 특징을 보여주고 있으므로 통상적인 숲가꾸기 사업이 아니라 정밀현장조사 결과를 바탕으로 차별화된 관리체계를 구축해야 할 것이다.

3) 인간간섭정도

- 인간간섭의 정도를 평가하는 방법은 생태학의 발달에 따라 다양한 형태로 연구, 발전되어 왔다.
- 우리나라에서는 과거 일본에서 활용했었던 녹지자연도 등급을 바탕으로 생태계의 자연성을 평가하는 것이 고착화 되었으며, 이의 이용이 오랜 시간동안 이루어져 왔다.

- 그러나 녹지자연도 등급이 생태계의 안정성이나 중요성을 고려하지 않는다는 비판이 꾸준히 제기되어 왔으며, 이러한 영향으로 환경부에서는 생태자연도를 별도로 제시하고 있으나 광범위한 영역에서 이루어지고 있어 녹지자연도를 기준으로 보다 포괄적인 경향만을 제시하고 있다는 비판이 일고 있다.
- 세부 지역을 대상으로 한 생태계 평가는 독일에서 시작된 헤메로비 등급과 비오톱등급 및 평가 등이 있겠으며 현재는 비오톱등급 및 평가가 주로 이용되고 있다.
- 우리나라는 헤메로비등급 및 비오톱등급의 연구가 1990년대를 거쳐 2000년대에 들어 활발하게 이루어져 왔는데, 이의 문제점은 우리나라의 환경특성에 맞는 정확한 평가표준이 아직까지 마련되어 있지 않다는 문제와 넓은 면적에의 적용이 현실적으로 어렵다는 한계를 안고 있다.
- 본 조사에서는 자연성을 세부적으로 평가할 수 있는 헤메로비등급의 모든 등급적용은 현실적으로 한계가 있다고 판단하여 이를 기준으로 현존식생유형별로 등급을 재조정하여 4개 등급으로 설정한 후 평가에 사용하였다.
- 4개 등급으로의 조정은 인간간섭이 전혀 없는 생태계는 없는 것으로 판단하여 배제하였으며, 농업형태에 따라 2개 유형으로 구분되는 전통적인 헤메로비등급을 하나로 합쳐서 평가하였고, 시가화지역의 개발밀도에 따른 구분도 배제하였다.
- 도시 전체를 대상으로 한 넓은 면적의 자연성 평가는 각각의 현존식생 유형별로 식생유형을 고려하여 조정된 헤메로비등급을 부여하였으며, 조정된 등급의 부여는 <표 3-3-33>과 같다.

〈표 3-3-32〉 자연성 평가 등급 구분 기준

등급	등급명	등급 구분 기준	재등급	등급명
1	α -hemeroby	전혀 인간의 영향력이 미치지 않은 생태계이며 귀화종이 존재하지 않음	-	
2	oligo-hemeroby	인간의 영향을 약간 받은 생태계로 생태계에 약간의 변동이 있음	I	산림-자연림 및 수계
3	meso-hemeroby	임업으로 인한 새로운 생태계가 출현함	II	산림-인공림 지역
4	β -euhereroby	전통적인 기존의 영농형태, 즉 농경지와 농업경영형태에서 발생하는 생태계이다. 예를 들면 농경지의 가장자리, 농수로나 연못의 부영양화에 따른 수생식물, 갈대류, 과수원, 터주 식물류 등	III	경작지 및 초지
5	α -euhereroby	집약적인 농업경영형태, 정원조성, 화훼류의 재배로 발생하는 생태계로 자연발생적인 식물류의 출현이 저지됨		
6	poly-hemeroby	건축물이나 다른 이물질로 인하여 노출된 토양이 없으며 식물재배나 자연발생적인 식물류도 배척된 생태계, 이곳에서는 주로 한두해살이 터주 식물류가 때때로 개척식생의 잔류로 출현하기는 하지만 생태계의 파괴를 나타냄. 즉 다른 생물체들, 예를 들면 고사리류, 파충류, 어류들이 전혀 존재하지 않는 한편 조류나 박테리아, 곰팡이류는 왕성한 번식을 보임	IV	시가화지역
7	meta-hemeroby	독성물질 또는 건축물에 의한 식생의 완전파괴와 유기체들의 활동이 정지된 상태. 예를 들면 건물, 포장도로 등		

자료: Hemeroby를 이용한 자연환경평가 및 환경계획, 김혜주·조수경(1998)

〈표 3-3-33〉 현존식생 유형별 분류 및 자연성 평가 등급

대분류	중분류	소분류	분류코드	헤메로비
도시화 지역	시가화 지역(A)		A	Ⅳ
	도로(B)		B	Ⅳ
녹지 및 오픈스페이스	도시형 식재지(C)	잔디식재지	C1	Ⅲ
		초본 식재지(월예종 및 화예류)	C2	Ⅲ
		교목식재지	C3	Ⅲ
		교목식재지 + 초본	C4	Ⅲ
		층위가 있는 수목식재지(교목+관목)	C5	Ⅲ
		관목 식재지	C6	Ⅲ
	자연식재지(D)	키 작은 건생 초본 식생	D1	Ⅱ
		키 큰 건생 초본 식생	D2	Ⅱ
		하천나지	D3	Ⅱ
		담수 습지 초본 식생	D4	Ⅰ
		해수 습지 초본 식생	D5	Ⅰ
		초본 + 수목 식생지	D6	Ⅱ
		수역	D7	Ⅰ
	경작지(E)	논	E1	Ⅲ
		밭	E2	Ⅲ
		시설물 설치 경작지	E3	Ⅲ
		과수원	E4	Ⅲ
		휴경지	E5	Ⅲ
		묘포장	E6	Ⅲ
		수생작물경작지	E7	Ⅲ
	산림지역(F)	산림식생 코드 표시방법 참조		

○ 산림식생 코드 표시방법

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. 순림 : F[코드] | 예) 소나무군락 → F11 |
| 2. 혼효림(2종 우점) : F[코드][코드] | 예) 소나무-신갈나무 군락 → F1121 |
| 3. 혼효림(3종 이상 우점) : F[코드] | 예) 낙엽활엽수혼효림 → F07 |
| | 침활혼효림 → F08, 참나무혼효림 → F10 |

*우점 : 상층수목의 중요도가 30% 이상

코드	식생	헤메로비	코드	식생	헤메로비	코드	식생	헤메로비	코드	식생	헤메로비
01	조사불가능지	99	16	잣나무	Ⅱ	31	서어나무	Ⅰ	46	활엽수우점림	Ⅱ
02	암석노출지, 시설물	Ⅰ	17	일본잎갈나무	Ⅱ	32	개서어나무	Ⅰ	47	두충나무	Ⅱ
		Ⅳ									
03	산불 및 벌채지	Ⅱ	18	아까시나무	Ⅱ	33	소사나무	Ⅰ	48	현사시나무	Ⅱ
04	대나무	Ⅱ	19	사방오리	Ⅱ	34	굴피나무	Ⅰ	49	개잎갈나무	Ⅱ
05	초지	Ⅱ	20	물오리나무	Ⅱ	35	산벚나무	Ⅰ	50	감나무	Ⅱ
06	관목식생지	Ⅱ	21	신갈나무	Ⅰ	36	벚나무	Ⅰ	51	측백나무	Ⅱ
07	낙엽활엽수혼효림(3종 이상)	Ⅰ	22	갈참나무	Ⅰ	37	은행나무	Ⅱ	52	벽오동	Ⅱ
08	침활혼효림(3종 이상)	Ⅰ	23	졸참나무	Ⅰ	38	이팝나무	Ⅱ	53	참나무	Ⅱ
09	침엽수혼효림(3종 이상)	Ⅰ	24	굴참나무	Ⅰ	39	단풍나무	Ⅱ	54	향나무	Ⅱ
10	참나무혼효림(3종 이상)	Ⅰ	25	상수리나무	Ⅰ	40	당단풍나무	Ⅰ	55	화백	Ⅱ
11	소나무	Ⅰ	26	떡갈나무	Ⅰ	41	비목	Ⅰ	56		
12	곰솔	Ⅰ	27	밤나무	Ⅱ	42	매죽나무	Ⅰ	57		
13	리기다소나무	Ⅱ	28	팽나무	Ⅰ	43	물푸레나무	Ⅰ	58		
14	편백나무	Ⅱ	29	푸조나무	Ⅰ	44	팔배나무	Ⅰ	59		
15	삼나무	Ⅱ	30	느티나무	Ⅰ	45	후박나무	Ⅰ	60		

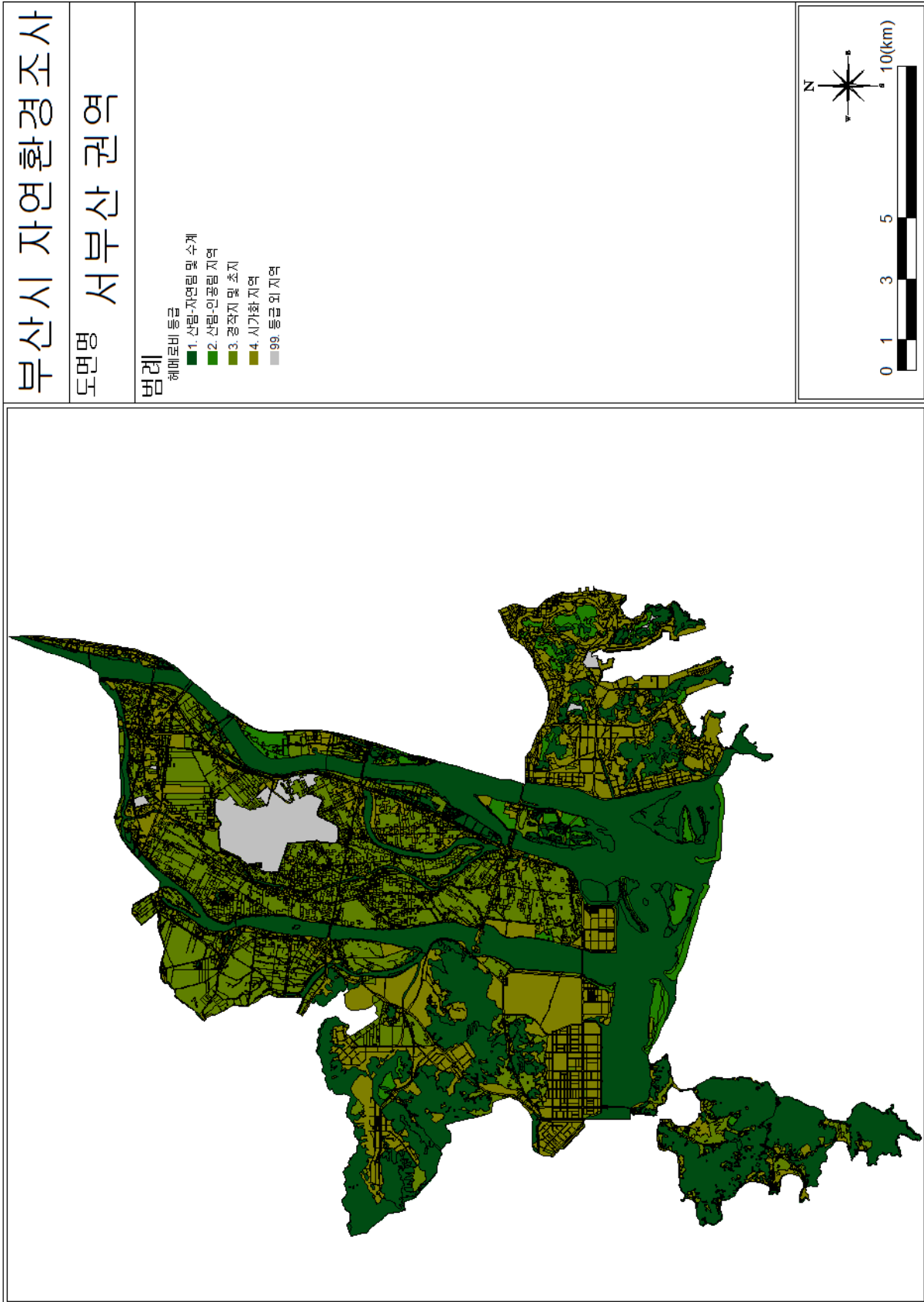
(1) 자연성 등급 평가 결과

- 서부산권역 전체에 대한 자연성 등급을 평가한 것이 <표 3-3-34>이다.
- 전체 서부산권역 중 자연성등급이 양호한 지역으로 판단된 등급 1지역이 차지하는 비율은 약 41%로 중부산권역과 비교하여 약 5%가 낮게 나타났으며, 동부산권역과 비교하여 약 23% 낮은 비율을 차지하였다. 이는 동부산권역에 비해 서부산권역은 산림 면적이 적으며, 경작지가 많은 면적을 차지하고 있기 때문이다.
- 서부산권역은 시가화지역이 약 27%로 낮은 비율을 차지하였으며, 시가화지역의 대부분이 강과 산 등의 자연성평가등급이 높은 지역으로 둘러싸여 있었다.
- 주로 인공림지역인 등급 2지역은 상대적으로 매우 적은 면적인 약 4%로 나타났으며, 이는 대부분의 산림이 침엽수 자연림으로 이루어져있기 때문이다.
- 서부산권역은 낙동강의 하구역으로 너른 들판의 대부분이 경작지로 이용되고 있어, 경작지 및 초지로 이루어진 3등급은 26%로 매우 높은 비율을 차지하고 있었다.

<표 3-3-34> 서부산권역 자연성평가등급 면적 및 비율

자연성평가등급	면적(m ²)	비율(%)
1	108,138,496	40.9
2	9,666,731	3.7
3	68,616,348	26.0
4	70,386,300	26.6
조사불가지역	7,584,349	2.9
합 계	264,392,224	100.0

- 종합적으로 살펴보면 서부산권역은 자연성평가 1등급 지역이 여타지역에 비해 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있으나, 이는 다른 지역에 비해 산림의 면적이 협소하며, 대부분의 평지가 경작지로 이용되어 자연성평가 3등급으로 분류되기 때문이다.



〈그림 3-3-5〉 서부산권역 자연성 평가도

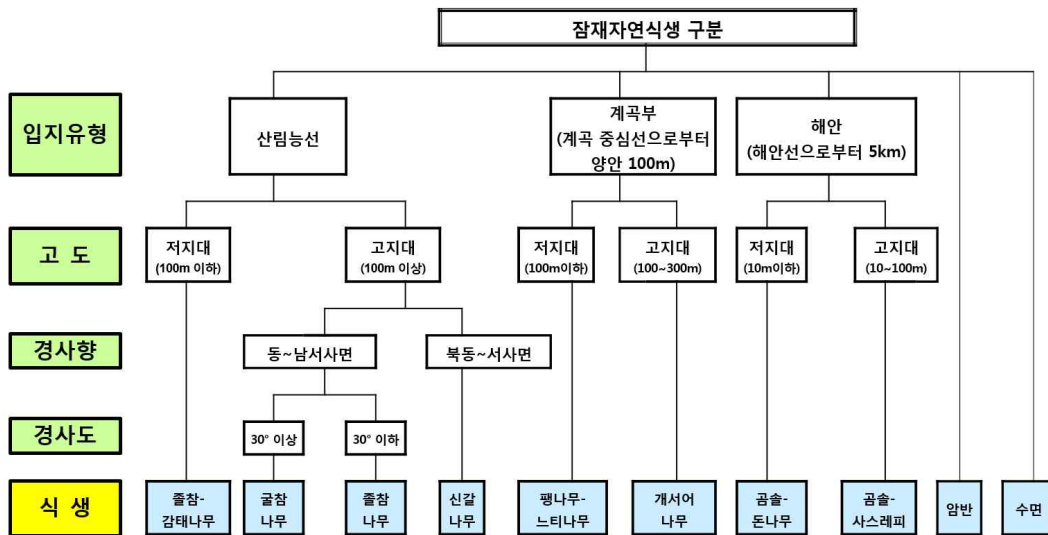
4) 잠재자연식생

(1) 구분기준

- 잠재자연식생 도출은 서부산권역 현존식생분포현황, 노거수 및 대경목식생 분포현황, 식물군집구조 분석결과, 부산지역 AWS데이터 온도자료 분석 등을 통해 종합적으로 판단하였다.
- 부산시 온도자료 분석을 위한 AWS데이터는 동부산권역과 같은 기준을 제시하기 위해 2012년과 2013년 온도를 기준으로 하였다. 그러나 부산시를 대상으로 한 10개소의 온도자료는 부산시 전역에 대한 세부적인 공간기후 특성을 확인하기는 한계가 있었다.
- 이에 해안선 근처에 위치하고 있는 지점의 온도자료와 내륙지역의 온도자료를 비교하였는데, 해안선지역의 겨울철(1월) 평균최저기온이 내륙지역에 비해 1℃정도 높음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 해안가의 식생이 바다의 영향을 받음과 동시에 식물분포와 밀접한 관련이 있는 한랭지수의 차이를 보이는 것을 확인하였다.
- 잠재자연식생의 구분을 위한 기준으로는 1. 입지, 2. 해발고, 3. 경사향, 4. 경사도의 4개 기준을 바탕으로 설정하였다.
- 입지적 특성은 산림지역을 계곡을 중심으로 계곡부 주변지역과 산림능선 및 사면지역을 구분하였으며, 해안가의 영향을 고려하기 위해 해안지역으로부터의 거리에 따른 해안지역을 별도로 설정하였다. 아울러 토지피복의 특성상 잠재자연식생의 추정치 필요하지 않은 암반지역과 수면지역은 별도로 구분하였다. 계곡은 1/5,000수치지도를 활용하여 계곡지역을 추출한 후 계곡선으로부터 양안 100m의 버퍼지역을 도출한 후 구분하였으며 해안으로부터 영향을 받는 지역은 해안선으로부터 5km이내 지역으로 한정하였다.
- 다음으로 해발고를 중심으로 구분된 각각의 입지특성별 유형에 따라 고지대와 저지대를 구분하였다. 식물군집구조 분석결과를 토대로 고지대와 저지대의 구분기준을 해발고 100m를 기준으로 하였다. 다만 해안지역에 영향을 받는 지역은 해발고 10m를 기준으로 저지대와 고지대를 구분하였으며 고지대는 다시 100m이상 지역의 경우 해안가의 영향을 받지 않는 것으로 판단하였다.
- 경사향의 구분은 산림능선부의 고지대지역을 대상으로 구분하였는데, 햇빛을 많이 받는 지역인 동~남서사면과 북동~서사면으로 구분하였다. 마지막으로 경사도는 산림 고지대의 동~남서사면 지역을 대상으로 급경사지역과 완경사지역을 구분하였는데 그 기준은 경사도 30° 로 하였다.
- 이러한 구분기준을 바탕으로 10개 잠재자연식생 유형을 도출하였으며 각각의 유형도출은 1/5,000수치지형도를 기준으로 GIS분석을 통해 도출하였다.

〈표 3-3-35〉 부산시 온도(AWS) 자료 분석결과

지점명	위치	주소	북위	동경	해발고	1월평균 최저기온 (2013)	순위 (2013)	1월평균 최저기온 (2012)	순위 (2012)	연평균기온 (2012)
영도	바다	부산시 영도구 동삼동	35° 03'	129° 04'	137.9	-1.6	3	-0.9	4	13.5
가덕도	바다	부산시 강서구 대항동	34° 59'	128° 49'	73.3	-0.8	2	0.0	2	14.3
기장	바다	부산시 기장군 일광면 이천리	35° 16'	129° 15'	65.0	-1.7	4	-1.2	5	13.8
해운대	바다	부산시 해운대구 우동	35° 10'	129° 09'	63.0	-2.1	5	-1.3	6	14.0
부산진	바다	부산시 부산진구 범천동	35° 09'	129° 01'	114.0	-3.0	10	-0.4	3	14.8
금정구	내륙	부산시 금정구 장전동	35° 13'	129° 05'	71.1	-2.6	8	-1.5	9	14.0
동래	내륙	부산시 동래구 명륜동	35° 12'	129° 04'	18.9	-2.6	7	-1.4	8	13.9
북구	내륙	부산시 북구 구포동	35° 12'	128° 59'	34.5	-2.7	9	-1.3	7	14.3
대연	바다	부산시 남구 대연동	35° 08'	129° 06'	14.9	-0.6	1	0.3	1	14.9
사하	내륙	부산시 사하구 신평동	35° 05'	128° 59'	127.0	-2.3	6	-1.7	10	13.8



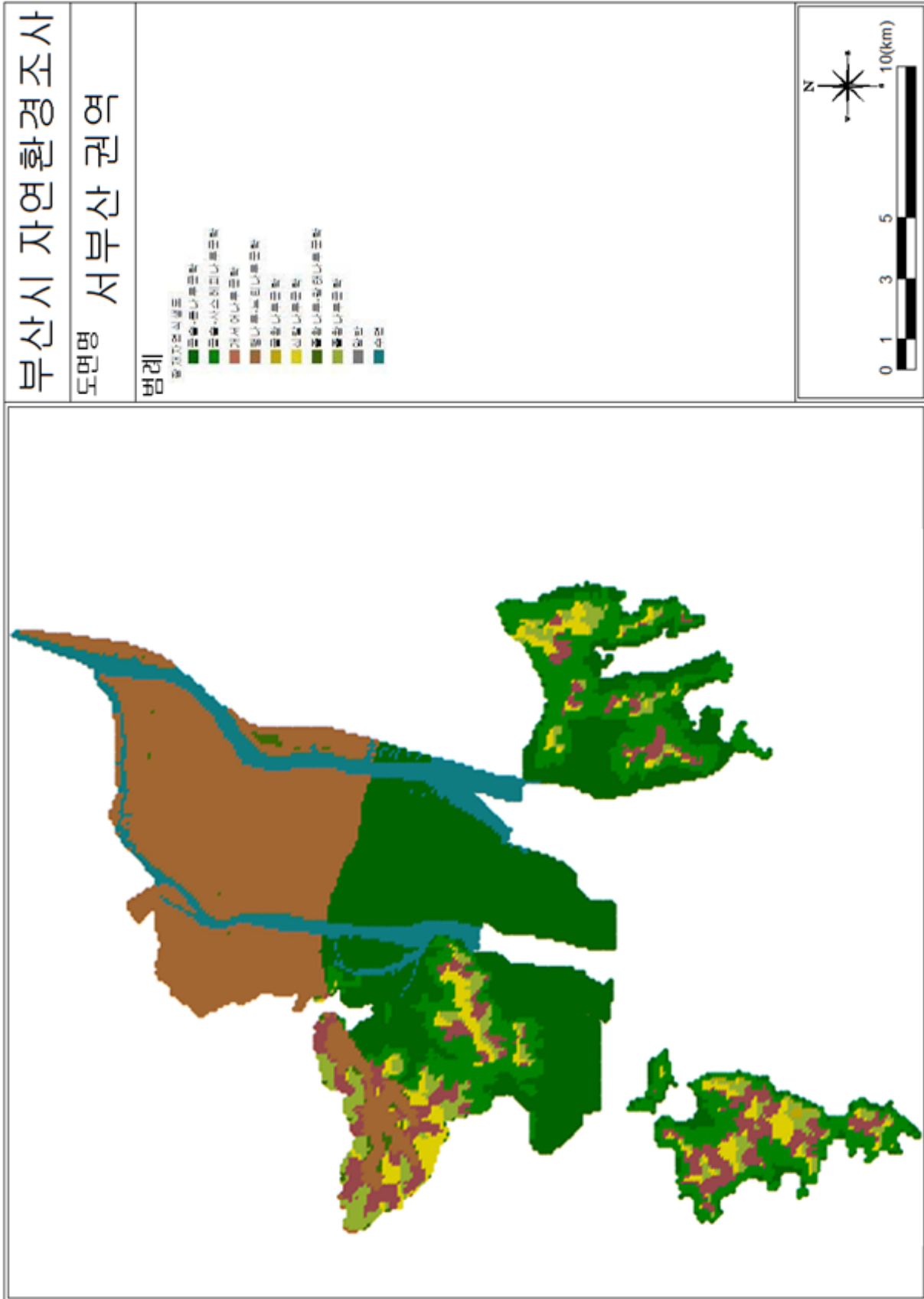
〈그림 3-3-6〉 잠재자연식생 구분 기준

(2) 구분결과

- 잠재자연식생은 공간분석을 위해 100×100m의 격자로 전체 서부산권역을 구분하여 실시하여 단위는 ha를 기준으로 제시하였다.
- 전체 서부산권역은 남쪽으로는 해안이 접하고 서부산권역의 중앙으로 낙동강이 흐르고 있어 대부분의 지역이 강과 바다의 영향을 받고 있으며, 하구의 평지지역이기 때문에 대부분이 저지대에 위치하는 것을 확인할 수 있었다.
- 해안지역의 저지대에 나타나는 곶솔-돈나무군락이 31.6%로 가장 많은 비율을 차지할 것으로 보였으며, 고지대에 분포하는 곶솔-사스레피나무군락은 가덕도, 봉화산, 아미산 일원에서 약 16%가 분포할 것으로 예측되었다.
- 산림 북사면지역에 주로 형성되는 신갈나무군락지는 전체면적의 약 4%가 형성될 것으로 예측되었다. 일반적으로 우리나라 산림지역에서 신갈나무가 우점종으로 예측되는데, 서부산권역의 경우에는 전체면적 대비 산림의 면적이 협소하여 상대적으로 신갈나무군락으로 형성되는 지역이 적게 분포하는 원인으로 볼 수 있었다.
- 계곡부에 저지대에 주로 형성되는 군락인 팽나무-느티나무군락지는 낙동강의 영향으로 약 30%의 많은 비율이 차지할 것으로 예상되었는데, 이 지역은 현재 대부분 경작지로 이용되기 때문에 현실적으로 이들 식생이 늘어나기는 매우 어려울 것으로 예측되었다.

〈표 3-3-36〉 서부산권역 잠재자연식생 유형별 면적 및 비율

잠재자연식생	면적(ha)	비율(%)
곶솔 - 돈나무군락	8,366	31.6
곶솔 - 사스레피나무군락	4,104	15.5
개서어나무군락	1,623	6.1
팽나무 - 느티나무군락	7,860	29.7
굴참나무군락	25	0.1
신갈나무군락	1,030	3.9
졸참나무 - 감태나무군락	114	0.4
졸참나무군락	1,117	4.2
수면	2,201	8.3
합계	26,439	100.0



〈그림 3-3-7〉 서부산권역 잠재자연식생도

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역의 경우 부산지역 내에서 생물다양성이 가장 높은 곳으로 산림, 경작지, 수역 등 다양한 서식지의 유형이 분포하는 곳이다. 낙동강과 하구역을 포함하여 대부분이 수역 및 평야로 이루어져 있어 상대적으로 산림의 면적이 협소하지만, 시가지지역, 경작지, 초지 및 수역, 산림지역 등 다양한 유형이 비슷한 비율로 분포하고 있었다.
- 주요 우점식생은 바닷가의 영향을 받는 곰솔우점군락과 내륙의 영향인 소나무군락이 전체 산림의 반 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 서부산권역의 산림지역은 대부분이 침엽수 자연식생으로 이루어져 있었다.
- 서부산권역 중 산림지역이 분포하고 있는 가덕도권역, 봉화산권역, 아미산권역을 중심으로 208개소의 조사구를 설정하여 식물군집구조 특성을 살펴본 결과, 각 소권역별 차이가 뚜렷했다.
- 가덕도권역은 다른 권역에 비해 산림 면적의 비율이 높았으며, 비교적 안정된 식생이 발달하고 있었다. 가덕도의 경우, 군사시설이 위치하고 있어 일제 강점기부터 일반인 출입이 제한되어 상대적으로 인위적 교란이 일어나지 않았다. 주거지 부근 산림지역에는 인위적 교란의 영향으로 곰솔림이 방해극상 상태로 폭넓게 분포하였지만, 그렇지 않은 지역에서는 대부분 졸참나무, 느티나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 식생군락이 분포하였다. 동백나무, 참식나무, 후박나무 등 상록활엽수군락이 일부 분포하고 있었으며, 서부산권역이 타권역보다 우수한 산림식생을 보이고 있었다.
- 봉화산권역은 부산광역시 최서단에 해당되고 도시의 확장으로 인해 개발의 압력을 많이 받고 있었지만, 산줄기가 경남 창원시 불모산까지 이어지고 있어 능선부를 중심으로 신갈나무, 소사나무 등 식생발달이 양호하였다. 대규모 건설공사가 이루어지고 있어 산림훼손지역이 폭넓게 발생하고 있었는데, 산림의 공익적 가치와 경제적 가치를 이끌어내기 위한 명확한 지역 구분이 필요하며, 전략적이고 차별화된 관리접근 방법 모색이 필요한 실정이다.
- 아미산권역의 경우, 시가지 발달로 산림이 파편화되어 있었으며, 인간의 지속적인 이용으로 인해 교란의 정도가 타권역보다 높았다. 이러한 영향으로 인해 곰솔이 우점하는 식생군락이 폭넓게 분포하고 있었으며, 지속적인 숲가꾸기로 인한 하층관리로 방해극상을 유지하고 있었다.
- 우리나라 산림식생은 소나무림 또는 곰솔림에서 참나무류림으로 변화하는 천이과정을 거치는데, 방해극상의 유지는 산림 식생발달을 저해하고 생물다양성을 낮추어 최근 소나무재선충병 피해 사례로 보았을 때, 산림 생태계 기틀을 파괴하는 위협적인 요인으로 작용한다. 특히 암남공원지역의 경우 곰솔림을 중심으로 전형적인 해안림의 특징을 보여주고 있는데, 통상적인 숲가꾸기 사업이 아니라 상록활엽수를 대상으로 정밀현장조사를 실시한 후 관리체계 구축을 모색해야 할 것이다.
- 도시지역에서의 산림식생의 관리는 생태적 측면, 경관적 측면, 경제적 측면이 복합적으로 고려되어야 한다. 이를 통해 산림생태계 기능의 개선과 함께 산림관리 비용을 줄이고, 맞춤형 관리체계 구축을 통해 훼손된 지역의 복원과 동시에 안정된 극상림으로 빠른 천이를 위한 노력이 추진되어야 할 것이다.

4. 참고문헌

- 김철환. 2000. 자연환경 평가 - I. 식물군의 선정-. 환경생물학회지 18(1): 163~198.
- 김혜주·조수경. 1998. Hemeroby를 이용한 자연환경평가 및 환경계획: LG빌리지의 사례를 중심으로. 한국환경생태학회지 12(3): 253~258.
- 박경훈, 김경태, 곽행구, 이우성. 2007. Topographic Position Index를 활용한 산지습지 분포예측. 한국지리정보학회지. 10: 194~204.
- 박수현. 1995. 한국 귀화식물 원색도감. 일조각. 371.
- 박수현. 2001. 한국 귀화식물 원색도감-보유편-. 일조각. 178.
- 박수현·신준환·이유미·임종환·문정숙. 2002. 우리나라 귀화식물의 분포. 임업연구원·국립수목원. 184.
- 산림청·국립수목원. 2008. 한국 희귀식물 목록집. 산림청·국립수목원. 332.
- 신진호. 2012. 고해상도 영상자료와 지리정보시스템을 이용한 현존식생분포와 잠재자연식생 추정 모델링 -북한산 국립공원을 중심으로-. 공주대학교 박사학위논문. 39~52.
- 오병운·조동광·김규식·장창기. 2005. 한반도 특산 관속식물. 국립수목원. 206.
- 오용자·김성호. 1986. 경기도 축령산 식물의 생활형. 성신여자대학교 기초과학연구지 3: 33~50.
- 이상태. 1997. 한국식물검색집. 아카데미서적. 446.
- 이영로. 1998. 한국식물도감. 교학사. 1247.
- 이우철·임양재. 1978. 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. 식물분류학회지 8(부록): 1~33.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. 990.
- 전승훈. 1997. 식물구계학적 특정식물종 평가 및 조사지침. 환경부. 216.
- 환경부. 2009. 생태계 교란 야생 동·식물 자료집. 환경부. 138.
- 환경부. 2010. 훼손된 자연생태계 복원기술 비오톱유형별 보전 및 복원기법 개발. 환경부. 421.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496pp.
- Smith, T.A.. 1913. Raunkiaer's "Life-form" and statistical methohs. The Journal of Ecology 1(1): 16~26.

제 4 절 포 유 류

1. 연구방법

1) 조사지역

- 서부산권역을 낙동강하구권역, 낙동강권역, 봉화산권역, 아미산권역, 가덕도권역 등 5개의 중권역으로 구분하여 조사하였다(그림 3-4-1).



〈그림 3-4-1〉 포유류 조사지역

2) 조사기간

- 포유류 조사는 <표 3-4-1>과 같이 계절별로 1회씩 총 4회 실시하였으며, 무인센서카메라는 2015년 6월에 설치하여 2016년 3월까지 촬영 및 현지조사를 하였다.

- 소형 포유류 조사를 위한 생체포획용 트랩(Sherman Collapsible Trap) 설치는 소형 포유류들의 먹이가 부족한 12월에 1주일간 실시하였다.

〈표 3-4-1〉 서부산권역 포유류 조사일정

구분	1차(봄)	2차(여름)	3차(가을)	4차(겨울)
현장조사	3월	6월	9월	12월
카메라 트랩 조사	6월~9월	9월~11월	11월~이듬해3월	
생체포획용 트랩 조사	12월 초순			

3) 조사방법

(1) 소형포유류

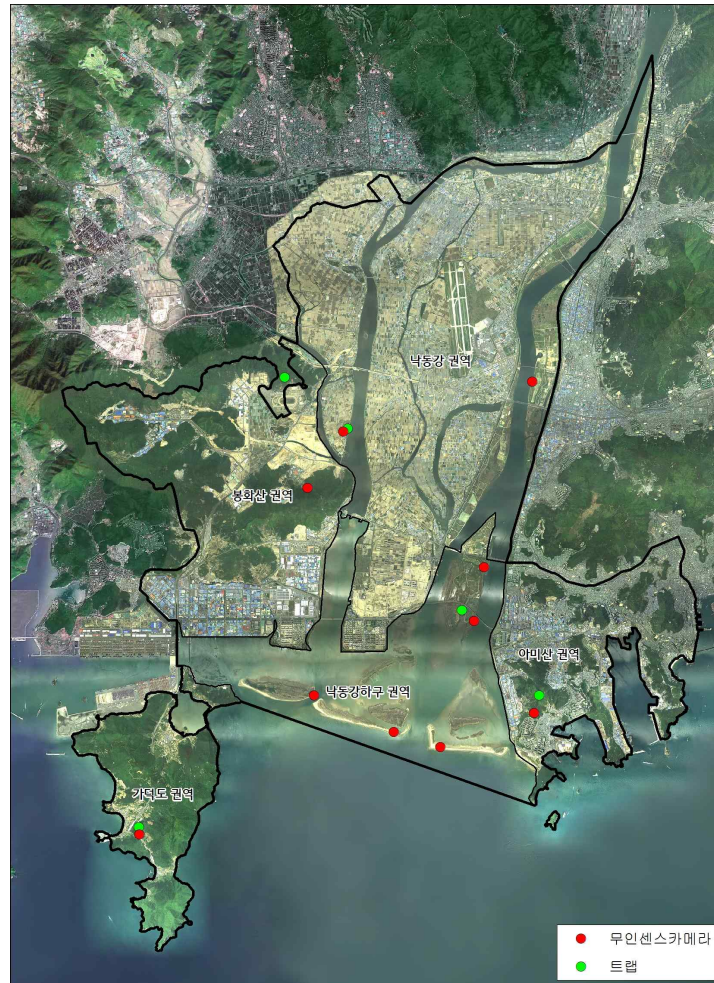
- 소형포유류 중 청설모, 다람쥐와 같이 주간에 활발히 활동하는 종들은 직접 관찰을 통해 서식 여부 및 위치를 파악하였다. 두더지는 주로 땅 위로 드러난 이동통로(tunnel)를 확인하였으며, 설치목(들쥐류) 가운데 비단털들쥐, 등줄쥐 등의 쥐과에 속하는 종들은 조사경로의 주변에 생체포획용 트랩을 일정간격으로 설치하여 포획한 후 종을 동정하고 그 위치를 기록하였다(임과 이, 2001; Rhim and Lee, 2001a).

(2) 중·대형포유류

- 중·대형 포유류는 조사경로와 경로 주변에서 임의추적(random search)에 의하여 직접 관찰되거나 발자국, 식흔, 배설물 및 이동통로 등의 흔적조사를 통해 종을 동정, 위치를 기록하였다(Rhim and Lee, 2001b).

(3) 무인센서카메라, 트랩 조사

- 무인센서카메라(MFH-DGS-M100) 6대를 2013년 6월 16일~18일, 6월 23~25일 까지 권역별 한 지역을 선정하여 설치하여 3개월 기간을 두고 확인한 것으로 총 9개월 동안 사진 촬영 및 동영상으로 조사하였다. 설치 지역은 낙동강하구지역은 삼락생태공원, 둔치도에 설치했으며, 낙동강하구권역은 을숙도, 신자도, 도요등, 진우도이며, 봉화산권역은 봉화산, 아미산권역은 아미산, 가덕도는 연대봉에 설치하였으며, 설치장소는 현장답사 후 족적, 배설물, 식흔과 이동통로 등을 통해 선정 후 설치하였다.
- 설치류 트랩설치는 사전 답사를 통한 서식지 예상지역을 선정하여 갈대밭과 소하천, 초지 등을 중심으로 먹이가 부족한 시기에 권역별 20~30개씩 설치하여 조사하였다.



〈그림 3-4-2〉 무인센서카메라와 소형 포유류 트랩의 위치

2. 결과

1) 포유류상

- 본 조사를 통해 서부산권역에서 서식이 확인된 포유류는 총 10과 18종이었다. 지역별로는 낙동강하구권역 11종, 낙동강권역 11종, 봉화산권역 13종, 아미산권역 9종, 가덕도권역 14종 등으로 조사되었다. 이번 조사에서 지역별 종수 차이는 크지 않으나, 가덕도권역이 다른 지역에 비해서 많은 종이 발견되었다(표 3-4-2).
- 전 지역에서 관찰된 종은 두더지, 고양이, 너구리, 고라니, 집쥐, 등줄쥐 등 6종으로 모두 주변 환경에 제한 없이 모든 도시, 산림, 하천 등 주변 자연환경에 잘 적응하는 종으로 판단된다.
- 멸종위기종 I 급인 수달이 낙동강하구권역과 낙동강권역, 가덕도권역에서 무인센서카메라와, 배설물, 발자국 등으로 다양하게 확인되어, 서부산권역의 강과 해안지역이 수달의 주요 서식지인 것으로 추정된다. 멸종위종 II 급인 삵이 낙동강하구권역과, 낙동강권역, 가덕도권역에서 수달과 같은 권역에서 확인되었다.

〈표 3-4-2〉 서부산권역의 권역별 포유류 출현종 목록

과명	종명	조사지역					비고
		낙동강하구	낙동강	봉화산	아미산	가덕도	
참서과	맞쥐			●		●	
두더지과	두더지	●	●	●	●	●	
고양이과	살	●	●			●	Ⅱ 급
	고양이	●	●	●	●	●	
개과	너구리	●	●	●	●	●	
족제비과	족제비	●	●	●	●		
	오소리			●			
	수달	●	●			●	Ⅰ 급, 천
멧돼지과	멧돼지	●	●	●	●		
사슴과	고라니	●	●	●	●	●	
	붉은사슴					●	
청설모과	청설모			●	●	●	
	다람쥐			●	●	●	
쥐과	집쥐	●	●	●	●	●	
	생쥐					●	
	등줄쥐	●	●	●	●	●	
	비단털들쥐			●			
뉴트리아과	뉴트리아	●	●				
관찰지역 종수		11종	11종	13종	9종	14종	
총 종수		18종					

주) 천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I 급, II : 멸종위기야생동물 II 급

2) 권역별 포유류상

(1) 낙동강하구권역

- 낙동강하구권역에서 9과 11종의 포유류가 서식하는 것으로 확인되었다.

〈표 3-4-3〉 낙동강하구권역 포유류 서식 현황

과명	종명	확인방법	비고
두더지과	두더지	T	
고양이과	살	F	Ⅱ
	고양이	D,F,V	
개과	너구리	D,F,V	
족제비과	족제비	D,V	Ⅰ, 천
	수달	F,E	
멧돼지과	멧돼지	D,F	
사슴과	고라니	D,F,V	
쥐과	집쥐	H	
	등줄쥐	H	
뉴트리아과	뉴트리아	H	
총 종수		11	

주1) D : 배설물, T : 터널, F : 족흔, E : 식흔, V : 목걸 H : 포획

주2) 천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I 급, II : 멸종위기야생동물 II 급

- 특이종으로 을숙도에서 멸종위기종 I 급인 수달과 멸종위기종 II 급인 삵이 무인센서카메라를 통해 서식하는 것이 확인되었다<표 3-4-3>.
- 유해종으로는 멧돼지와 뉴트리아가 을숙도에서 확인 되었으며, 설치류 포획으로 집쥐, 생쥐가 서식 하는 것과 등줄쥐는 갈대에서 동지를 확인 하였다.
- 대부분 관찰 지역은 을숙도지역으로 이곳에서 배설물, 발자국, 목견 등으로 고라니, 너구리가 개체수가 많은 것으로 조사되었다.

(2) 낙동강권역

- 낙동강권역에서 관찰된 포유류는 8과 11종이었다.
- 특이종으로는 수달(멸종위기종 I 급, 천연기념물)과 삵(멸종위기종 II 급)이 무인센서카메라와 배설물을 통해 삼락생태공원과 서낙동강 둔치 지역에서 확인되었다.
- 무인센서카메라를 통해 고라니, 너구리 등이 가족단위로 서식하는 것이 확인되었다.
- 포획으로 설치류는 집쥐, 등줄쥐가 확인되었으며, 등줄쥐는 서낙동강과 낙동강주변이 갈대밭 주변에 동지가 확인되었다.
- 멧돼지는 서낙동강 주변에서 족흔과 식흔이 발견되었으며, 뉴트리아는 낙동강과 서낙동강 주변의 갈대가 있는 물가에서 직접 목격하였다<표 3-4-4>.

<표 3-4-4> 낙동강권역 포유류 서식 현황

과명	종명	확인방법	비고
두더지과	두더지	T	
고양이과	삵	F	II
	고양이	F,V	
개과	너구리	D,F,T	
족제비과	족제비	D, F	
	수달	D, F	I, 천
멧돼지과	멧돼지	F,E	
사슴과	고라니	D,F,V	
쥐과	집쥐	H	
	등줄쥐	H	
뉴트리아과	뉴트리아	V	
총 종수		11	

주1) D : 배설물, T : 터널, F : 족흔, E : 식흔, V : 목견 H : 포획

주2) 천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I 급, II : 멸종위기야생동물 II 급

(3) 봉화산권역

- 봉화산에서 확인된 포유류는 9과 13종이 확인되었다.
- 무인센서카메라를 통해 오소리, 멧돼지가 서식하는 것이 확인 되었다.
- 설치류 포획을 통해 확인된 종은 집쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐이다.

- 주변 등산로 주변은 너구리, 고라니 배설물등의 흔적이 많이 확인되었다<표 3-4-5>.

〈표 3-4-5〉 봉화산권역 포유류 서식 현황

과명	종명	확인방법	비고
참서과	땃쥐	H	
두더지과	두더지	T	
고양이과	고양이	V,F	
개과	너구리	D,F,V	
족제비과	족제비	D,F	
	오소리	D	
멧돼지과	멧돼지	D,F,V	
사슴과	고라니	D,F,V	
청설모과	청설모	E,V	
	다람쥐	V	
쥐과	집쥐	H	
	등줄쥐	H	
	비단털들쥐	H	
총 종수		13	

(4) 아미산권역

- 아미산권역에서 확인된 포유류는 7과 9종이었다<표 3-4-6>.
- 무인센서카메라로 고라니가 서식하는 것이 확인 되었으며, 포획으로는 집쥐, 등줄쥐였다.
- 인가와 도로가 가까운 지역이고 등산로를 따라 등산객의 왕래에 의한 교란이 큰 지역으로 고양이 가 많이 목적 되었으며, 이외 청설모, 다람쥐등 교란에 잘 적응하는 종이 확인되었다.

〈표 3-4-6〉 아미산권역 포유류 서식 현황

과명	종명	확인방법	비고
두더지과	두더지	T	
고양이과	고양이	F,V	
개과	너구리	D,F	
족제비과	족제비	D	
사슴과	고라니	D,F,V	
청설모과	청설모	E,V	
	다람쥐	V	
쥐과	집쥐	H	
	등줄쥐	H	
총 종수		9	

(5) 가덕도권역

- 가덕도권역에서 확인된 종은 9과 14종 서식하는 것으로 조사 되었다.
- 멸종위기종 I 급인 수달, 멸종위기종 II 급 삶이 확인 되었으며 수달은 해안지역에서 배설물이 확 인 되어 인근 진우도 주변에서 활동하는 개체로 추정된다.

- 무인센서카메라로 너구리, 멧돼지, 고라니, 붉은사슴 4종이 확인 되었으며, 새끼도 같이 촬영되어 가족단위로 생활하여 서식 개체수가 높은 것으로 추정된다. 붉은가슴은 우리나라에 기록상 야생으로 서식하지 않는 종으로 이번 확인된 개체는 주변 농장에서 사육종이다.
- 포획으로 확인 된 종은 땃쥐, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐이며, 주변 숲과 연결된 갈대 초지에 서식하는 것으로 조사되었다.

〈표 3-4-7〉 가덕도권역 포유류 서식 현황

과명	종명	확인방법	비고
침서과	땃쥐	H	
두더지과	두더지	T	
고양이과	삿	D	
	고양이	V,F	
개과	너구리	V,D,F	
족제비과	수달	D	
멧돼지과	멧돼지	D,F	
사슴과	고라니	D,V	
	붉은사슴	V	
청설모과	청설모	E	
	다람쥐	V	
쥐과	집쥐	H	
	생쥐	H	
	등줄쥐	H	
총 종수		14	

3) 카메라 트랩 조사

- 서부산권역의 5개 권역에 대한 카메라 트랩 조사 결과, 총 6종의 포유류가 촬영되었으며, 이 중 수달(멸종위기종 I 급)과 삿(멸종위기종 II)이 서식하는 것으로 확인되었다(표 3-4-8).

〈표 3-4-8〉 서부산권역의 권역별 무인센서카메라에 촬영된 포유류 종목록

종명	조사지역					비고
	낙동강하구	낙동강	봉화산	아미산	가덕도	
너구리		●	●	●	●	
수달	●	●			●	I, 천
삿	●					II
멧돼지		●	●		●	
고라니	●	●		●		
붉은사슴					●	
6종						

천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I 급, II : 멸종위기야생동물 II 급

(1) 낙동강하구권역

- 낙동강하구권역인 무인센스카메라 설치 지역은 을숙도 해안과 하구의 도요등과 신자도, 진우도의 발자국과 배설물의 흔적을 통해 초지와 모래톱위에 설치하였다.
- 확인된 종은 수달, 삿, 고라니 3종이었다.
- 수달은 전 기간 삿은 6~9월에, 고라니는 6~9월, 9~11월에 확인 되었으며, 야간에 촬영되었다.
- 삿은 물가의 갈대밭에서 지나가는 모습이 촬영되어, 카메라가 설치된 곳이 이동통로로 예상된다.
- 고라니는 신자도에서 야간에 어미와 새끼가 같이 촬영되어 이 지역이 초지에서 생활하는 것으로 조사 되었다<표 3-4-9><그림 3-4-3>.

<표 3-4-9> 낙동강하구권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록

종명	6~9월	9~11월	11~3월	비고
수달	●	●	●	I, 천
삿	●			II
고라니	●	●		
합계	3종	2종	1종	
총 종수	3종			

천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I 급, II : 멸종위기야생동물 II 급



수달(을숙도)



수달(을숙도)



노루(도요등)



삿(을숙도)

<그림 3-4-3> 낙동강하구권역에서 촬영된 포유류 영상

(2) 낙동강권역

- 낙동강권역은 삼락생태공원의 강과 갈대밭주변과 서낙동강의 둔치도 내 넓은 초지 형성되어 있는 곳에 설치하였다.
- 확인된 종은 수달, 너구리, 고라니 3종이었다.
- 수달이 확인된 지점은 삼락생태공원지역으로 여가를 즐기는 사람들이 이곳을 찾는 곳으로 교란이 심한 곳이나, 카메라 설치 장소는 갈대밭으로 둘러 싸여 있는 곳으로 촬영된 영상에서 수달이 모래목욕하는 모습으로 안정되게 이용하는 것으로 확인되었다.
- 이외 너구리와 고라니는 서낙동강의 둔치도 초지에서 대부분 촬영되어 이곳이 주 서식지로 예상된다<표 3-4-10><그림 3-4-4>.

〈표 3-4-10〉 낙동강권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록

종명	6~9월	9~11월	11~3월	비고
수달	●			I, 천
너구리		●	●	
고라니	●	●	●	
합계	2종	2종	2종	
총 종수	3종			

천 : 천연기념물, I : 멸종위기야생동물 I급, II : 멸종위기야생동물 II급



고라니(둔치도)



너구리(둔치도)



수달(삼락생태공원)

〈그림 3-4-4〉 낙동강권역에서 촬영된 포유류 영상

(3) 봉화산권역

- 봉화산권역에서 촬영된 종은 오소리, 멧돼지, 고라니 3종으로 확인되었다.
- 쓰레기매립장이 위치해 있는 이곳은 주변이 산업단지 조성 공사와 새로운 도로가 건설되는 있는 곳으로 교란이 가장 심한 지역이다.
- 촬영된 3종 모두 숲이 우거진 곳에 야간 활동하는 모습이며 멧돼지는 주변나무 사이에서 채식하는 모습이 자주 촬영되었다(표 3-4-11) <그림 3-4-5>.

<표 3-4-11> 봉화산권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록

종명	6~9월	9~11월	11~3월	비고
오소리	●		●	
멧돼지	●	●	●	
고라니				
합계	2종	1종	2종	
총 종수	3종			



고라니(봉화산)



멧돼지(봉화산)



오소리(봉화산)

<그림 3-4-5> 봉화산권역에서 촬영된 포유류 영상

(4) 아미산권역

- 이곳에서 촬영된 종은 고라니 1종이었다.
- 주변이 도로와 아파트단지, 공단 등이 인접하고 도로로 고립된 지역이며, 산 속에는 거미줄 같은 등산로가 있어 사람들의 왕래가 많은 곳이다.
- 촬영된 고라니는 같은 개체로 대부분 야간에 먹이 활동하는 모습으로 제안된 생활을 하는 것으로 확인되었다<표 3-4-12><그림 3-4-6>.

<표 3-4-12> 봉화산권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록

종명	6~9월	9~11월	11~3월	비고
고라니	●	●	●	
합계	1종	1종	1종	
총 종수	1종			



고라니(아미산)

<그림 3-4-6> 아미산권역에서 촬영된 포유류 영상**(5) 가덕도권역**

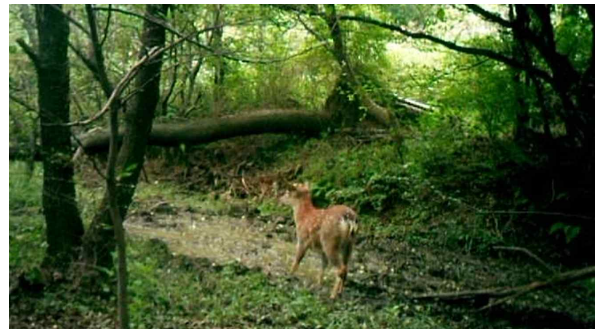
- 가덕도권역에서 확인 된 종은 4종으로 너구리, 멧돼지, 고라니, 붉은사슴이었다.
- 가덕도권역은 독립된 섬지역이었지만, 지금 매립되어 육지와 연결되어 있고, 육지쪽의 해안은 조수간만의 차가 심하여 야생동물들이 육지로 이동하기 쉬운 곳이다.
- 촬영된 종은 대부분 멧돼지와 고라니이며 모두 가족 단위로, 멧돼지는 진흙웅덩이에서 목욕하는 모습였다.
- 특이종으로 야생종으로 기록되지 않은 붉은사슴이 촬영되었지만, 이 종은 인근 농장에서 사육개체가 탈출하여 야생에 적응하여 살아가는 것으로 확인되었다<표 3-4-13><그림 3-4-7>.

〈표 3-4-13〉 가덕도권역에서 무인센서카메라에 촬영된 계절별 포유류 종목록

종명	6~9월	9~11월	11~3월	비고
너구리	●		●	
멧돼지	●	●	●	
고라니	●	●	●	
붉은사슴		●		
합계	3종	3종	3종	
총 종수	4종			



고라니(연대봉)



붉은사슴(연대봉)



멧돼지(연대봉)



너구리(연대봉)

〈그림 3-4-7〉 가덕도권역에서 촬영된 포유류 영상

4) 소형 포유류(침서류, 설치류)

- 2015년 12월 2일 ~ 5일까지 5개권역에 침서류와 설치류가 서식 가능 장소를 대상으로 포획 및 현장조사 하였다(표 3-4-14)〈그림 3-4-8〉.
- 확인된 종은 땃쥐, 두더지, 청설모, 다람쥐, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐로 총 8종이 확인되었다.
- 지역별로 낙동강하구권역은 두더지, 집쥐, 등줄쥐 3종이며, 낙동강권역은 두더지, 집쥐, 등줄쥐 3종이고, 봉화산권역 땃쥐, 두더지, 다람쥐, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐 7종, 아미산은 두더지, 청설모, 다람쥐, 집쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐 6종, 마지막으로 가덕도는 땃쥐, 두더지, 청설모, 다람쥐, 집쥐, 등줄쥐 6종이 포획 및 직접 관찰되었다.
- 침서류와 설치류 조사에서 산림지역인 봉화산권역이 7종으로 가장 높고, 다음으로 아미산권역, 가덕도권역이 모두 6종이며 강과 하구지역인 낙동강하구권역, 낙동강권역이 각 3종으로 산림지역의 종수가 높은 것으로 조사되었다.

- 전 지역에서 확인 된 종은 두더지, 집쥐, 등줄쥐 3종이었다.

〈표 3-4-14〉 동부산권역의 소형 포유류(참서류, 설치류) 종목록

과명	종명	낙동강 하구	낙동강	봉화산	아미산	가덕도
참서류	땃쥐			●		●
두더지과	두더지	●	●	●	●	●
청설모과	청설모				●	●
	다람쥐			●	●	●
쥐과	집쥐	●	●	●	●	●
	생쥐			●		
	등줄쥐	●	●	●	●	●
	비단털들쥐				●	
합계		3종	3종	6종	6종	6종
		8종				



〈그림 3-4-8〉 생체포획용 트랩 조사

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역에서의 포유류 조사결과, 총 18종이 관찰되었다. 각 권역별로는 낙동강하구권역 11종, 낙동강권역 11종, 봉화산권역 13종, 아미산권역 9종, 가덕도권역 14종이 관찰되어 가덕도권역이 다른 권역에 비해 높은 종수를 보였으며 아미산권역이 낮은 종수를 보였다.
- 특이종으로 수달(멸종위기종 I, 천연기념물)이 낙동강하구권역, 낙동강권역, 가덕도권역에 무인

센서카메라의 촬영과 발자국, 배설물이 관찰되어 낙동강하구를 중심으로 활동하는 것으로 추정되며, 삥(멸종위기종Ⅱ급)은 낙동강하구권역, 낙동강권역, 가덕도권역 3지역이 활동영역으로 확인되었다.

- 5개 권역에 설치된 무인센서카메라에 촬영된 종은 너구리, 수달, 삥, 멧돼지, 고라니, 붉은사슴 6종이며, 대부분 야간에 가족단위로 활동하는 것으로 조사되었다.
- 침서류와 설치류 조사에서 확인된 종은 딱쥐, 두더지, 청설모, 다람쥐, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐로 총 8종이 확인되었고, 전 지역에서 확인된 종은 두더지, 집쥐, 등줄쥐로 3종으로 조사되었다.
- 수달은 낙동강하구, 낙동강 등의 해안과 강 주변에서 무인 센서카메라로 확인된 것이 다른 권역에 비해 많아, 산림지역을 제외한 모든 곳이 활동영역으로 조사되었다.
- 삥 또한 낙동강하구와 낙동강 주변에 확인되었으며, 특히, 을숙도 주변이 오리류를 잡아먹기 위한 채식장소로 추정된다.
- 이번 조사에서 동부산, 중부산과는 다르게 강과 하구가 포함된 지역으로 초지와 강 주변의 갈대밭으로 인해 등줄쥐가 모든 지역에서 확인되었다.
- 이번 조사에서 동부산, 중부산과는 다르게 강과 하구가 포함된 지역으로 초지와 강 주변의 갈대밭으로 인해 등줄쥐가 모든 지역에서 확인되었다.
- 1차에서 관찰된 포유류 종수는 12종이며, 2차는 18종으로 높았다. 하지만, 1차에서는 낙동강하구권역과, 낙동강권역이 조사대상지역에서 제외되었고, 설치류 포획조사도 하지 않아서 이러한 종수의 차이가 있는 것 생각된다.
- 권역별로 비교하면 가덕도권역 1차 11종, 2차 14종, 봉화산권역 1차 11종, 2차 13종, 아미산권역 1차 3종, 2차 10종, 으로 권역별로 모두 2차보다 종수가 높았다.
- 특이종으로 멸종위기종Ⅰ급인 수달과 멸종위기종Ⅱ급인 삥이 모두 확인되었으며, 가덕도권역에서 1차, 2차 모두 확인되었다.

4. 참고문헌

- 건설교통부. 2002. 생태이동통로 설치를 위한 생태조사 연구(최종보고서). 서울.
- 김귀곤·조동길. 2006. 자연환경·생태복원학원론. 아카데미서적
- 박찬열. 1994. 야생조류의 서식에 적합한 도시환경립 조성 및 관리방안. 서울대학교 석사학위 논문.
- 방상원·안선영. 2005. 멸종위기야생동·식물종의 선정 평가기법 연구. 한국환경정책·평가연구원.
- 부산광역시. 1995. 부산의 생물과 자연생태계 보전. 부산.
- 산림청. 1993. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구 보고서(Ⅳ). 서울.
- 최태영·최현명. 2011. 흔적으로 찾아가는 야생동물 생태 기행 야생동물 흔적 도감. 돌베개.
- 이우신·박찬열·임신재·허위행·정옥식·최창용·박용수·이은재. 2010. 야생동물 생태 관리학. 라이프사이언스.

- 이현우·권영한·노백호·박찬호·이정연·김동욱. 2011. 국가적색목록 생물종의 보호를 위한 관리정책 연구. 한국환경정책·평가연구원.
- 우용태·이종남. 1996. 황령산의 동물상 조사. 경성대학교 논문집 17(4): 37-64.
- 우용태·1995. 부산의 생물과 자연생태계 보전 - 동물상. 부산광역시. 75-109pp.
- 윤병휘·1967. 한국동식물도감. -제7권 동물편(포유류)-. 문교부. 서울.
- 유병호·2000. 저 푸름을 닮은 야생동물. 다른세상. 서울.
- 윤명희·1992. 야생동물. 대원사. 서울.
- 임신재·이우신. 2001. 지리산 지역에서 산림 하층의 서식환경과 소형 설치류와의 관계. 한국임학회지 90(3): 236-241.
- 국립환경과학원. 2003. 제2차 전국자연환경 조사 지침 -양서·파충류, 조류, 포유류-. 인천.
- Rhim, S. J. and W. S. Lee. 2001a. Habitat preferences of small rodents in deciduous forests of north-eastern South Korea, *Mammal Study* 26: 1-8.
- Rhim, S. J. and W. S. Lee. 2001b. Influence of landscape on the winter abundance of mammals in Mt. Chirisan National Park, Korea. *Wildlife Biology*(in press).
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317-350.
- Shannon C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana. 64 p.
- Simberloff, D. and T. Dayan. 1991. The guild structure concept and structure of ecological communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 22: 115-143.

제 5 절 조류

1. 연구방법

1) 조사지역

(1) 조사지역 설정

- 서부산권역을 낙동강권역, 낙동강하구권역, 가덕도권역, 봉화산권역, 아미산권역 등 5개 권역으로 나누어 조류 조사를 실시하였다<그림 3-5-1>. 각 권역별로 조사지점은 인가, 산림지역, 수계, 해안 등 다양한 서식환경이 포함될 수 있도록 하였으며, 특히 산림지역은 중권역별로 2~3개의 주변 산지가 포함되도록 설정하였다<표 3-5-1>.



<그림 3-5-1> 조류 조사 권역 구분

〈표 3-5-1〉 조류 조사지역 및 조사경로

조사지역		조사지점 및 조사경로
조사권역	지명	
낙동강권역	낙동강	낙동강하구둑 - 화명생태공원
	서낙동강	신호대교 - 대저수문
낙동강하구권역	을숙도	낙동강에코센터 - 을숙도 남단 조류관찰소
	사구	진우도, 신자도, 장자도 대마등, 맹금머리등, 백합등 도요등
	명지	명지갯벌
가덕도권역	해안지역	굴 양식장, 부산신항 - 천성항
	산림지역	천성 - 연대봉 - 성북
봉화산권역	봉화산	생곡마을 - 봉화대
	금병산	부산 경마장, 산업단지 주변
	마봉산	하이스트골프장 주변
	명월산	석산지역 - 흥국사
아미산권역	아미산	아미산전망대 - 봉수대
	몰운대	다대포해변공원 - 몰운대 공원
	두산반도	두산반도 전 지역
	천마산	천마산 조각공원
	암남공원	장군산 - 암남공원

(2) 조사지역 개황

① 낙동강권역

- 북쪽에서 남쪽으로 흐르는 낙동강 줄기인 대동화명대교에서 낙동강 하구둑까지 약 15.4 km의 기수지역인 낙동강과 대저수문에서 녹산수문을 거쳐 신호대교까지의 21km의 서낙동강지역으로 주변이 도시지역과 도시화가 진행되고 있으며 공단과 주거지 개발로 인해 환경적 변화가 크게 일어나고 있는 지역이다.
- 낙동강지역은 강 주변에 대규모 생태공원과 자전거도로 및 체육시설로 주말에 많은 사람들이 이용하기 때문에 인위적인 교란이 높게 나타나며, 서낙동강지역은 주변에 넓은 논경지가 많이 분포하고 있으나 공항 및 도시개발이 계속 진행되어 다양한 방해요인이 존재하는 지역이다.
- 낙동강권역은 강을 가로지르는 교량이 곳곳에 위치하며, 이를 이용하는 차량으로 인하여 조류는 비행에 있어 많은 방해로 받고 있는 지역이다.
- 강 주변의 물가에서는 갈대밭과 물풀이 대규모로 형성되어 있어 큰 무리를 이루는 물새들에게 피난처이면서 휴식처 및 산란지로 이용되는 지역이다.

② 낙동강하구권역

- 낙동강하구권역은 사구가 넓게 형성되어 있는 지역으로 을숙도, 일운도, 대마등, 장자도, 신자도, 진우도, 백합등, 도요등과 같은 크고 작은 사주와 등이 발달해 있다.
- 먼 바다에서 밀려오는 파도와 강에서 흘러내려오는 물줄기의 교차하는 지역으로 지형적 변화

가 크다.

- 조수 간만의 차가 심하여 간조 때에는 넓은 갯벌이 드러나며, 사구 주변의 모래섬에는 갈대와 새섬매자기가 군락지를 이루고 있다.

③ 가덕도권역

- 면적이 20.78km²이고 해안선길이 36km되며 최고점인 연대봉 459m이 가운데 위치해 있다.
- 남북으로 길게 뻗은 형태의 섬이었지만 지금은 대규모 항만이 들어서면서 육지가 된 지역이다.
- 북쪽으로는 부산신항이 위치하여 선박과 대형차량의 통행이 잦으며, 특히 거가대교의 건설로 거제도과 연결되어 이 지역을 통행하는 차량이 많다.

④ 봉화산권역

- 봉화산(329.1m)은 부산의 서쪽 끝 지역인 강서구 녹산동에 위치해 있으며 북쪽으로 금병산(242.6m) 서쪽으로 보배산(479.2m), 마봉산(400.8m)으로 이어지며 동쪽에는 서낙동강이 흐른다. 이 지역은 대규모 도로공사와 산업단지 조성 사업이 진행되고 있다.
- 봉화산은 참나무, 소나무, 산오리나무가 주종을 이루고 있고, 산 중턱에 위치한 생곡 쓰레기매립지로 인해 산림훼손이 크다.
- 금병산 지역은 김해시와 인접한 곳으로 경마장 주변에 위치하기 때문에 주말에는 차량과 방문객이 많으며, 대규모 산업단지가 조성되어 있다.
- 명월산지역은 공단 부지를 조성하는 곳과 석산이 있으며, 인근 마봉산지역은 골프장이 위치해 있다.

⑤ 아미산권역

- 아미산 권역은 도심지역으로 아미산(233.7m), 천마산(326m), 물운대, 안남공원, 두산반도의 도시 산림과 해안지역이다.
- 주거지와 인접하고 해안공원이 조성되어 있어, 주말과 평일에는 여가 활동 및 등산객의 왕래가 많아 인위적 교란이 높은 지역이다.
- 아미산은 사하구 하단부의 서쪽으로 낙동강하구와 연결되어 있고, 주변이 공단과 아파트 단지가 위치하고 있어, 주변 차량과 도로에 의해 고립된 지역이다. 산림은 침엽수가 우점종이나 낙엽활엽수와 혼재하며, 인공식재림도 곳곳에 분포한다.
- 천마산은 도심의 한가운데 위치하며, 주변에는 주거지와 도로로 둘러 싸여 있는 고립된 산림 지역이다. 인근에 부산항이 있고 정상부근에 조각공원 등의 다양한 편의시설과 산책로가 조성되어 사람들의 왕래가 잦은 곳이다.
- 물운대는 낙동강 하구와 바다가 만나는 지형 특성으로 안개가 자주 발생한다. 산책로와 족구장 등의 편의시설이 조성되어 있어 낮 시간 때는 시민들이 이용가능하나 주변에 군부대가 위치해 제한적 통제가 이루어진다. 침엽수와 낙엽활엽수의 혼효림으로 구성되어 있다.

- 두산반도는 북에서 남으로 길게 이어져 있는 해안지역으로 주변에 조선소와 항만이 있다.

2) 조사시기

- 조류분야는 계절별 1회씩 총 4회 조사하였다. 종과 개체수 중복을 피하기 위하여 같은 달에 조사하는 권역은 1주일 간격을 두고 조사하였다.
- 낙동강하구지역은 철새들이 많이 도래하는 시기에 맞게 일정을 맞추어 조사하였다.

〈표 3-5-2〉 조류 조사일정

구분	1차(봄)	2차(여름)	3차(가을)	4차(겨울)
낙동강하구권역	4.7-8	7.15-16	10.1-2	1.6-7
낙동강권역	4.9-10	7.22-23	10.13-14	1.7-8
봉화산권역	5.13-14	8.5-6	11.3-4	2.3-4
아미산권역	5.14-15	8.6-7	11.4-5	2.4-5
가덕도권역	5.18-19	8.20-21	11.5-6	2.5-6
야간조사	6.3-5			

3) 조사방법

① 산림지역

- 선조사법(Line transect method)으로 조사를 실시하였다. 해가 뜬 무렵부터 선정된 조사경로를 시속 1~2km 정도의 속도로 걸으면서 좌우 25m 이내에 출현하는 조류를 육안과 쌍안경(Nicon, 8×30)으로 관찰하고, 나는 모양과 울음소리 등으로 종을 식별 및 동정하여 종과 개체수를 기록하였다(이와 임, 1998). 또한 조사경로에서 25m를 벗어나더라도 명확하게 확인되는 종과 조사지역간 이동시 조사경로 이외의 지역에서 관찰되는 특이종도 추가로 기록하였다. 관찰 시에는 추후 참고자료로 활용하기 위하여 관찰시의 행동, 주변 환경과 식생 등을 기록하였다(Rhim and Lee, 2000). 야간 조사도 병행하여 조사하였다.

② 해안지역 및 하구지역

- 해안지역은 점조사법(Point census)으로 조사를 실시하였다(Bibby et al., 1997). 하천을 몇 개의 구간으로 나누고 각 구간의 전체지역을 조망할 수 있는 관찰지점(observing point)을 선정 후 하천을 기준으로 좌우 100m 범위 내 모든 종을 각 관찰지점에서 망원경(Field scope, ×20-45)을 이용하여 기록하였다(이 등, 2001).
- 하구지역은 고무보트를 이용해 해상경로를 따라 이동하면서 조사하였다.

③ 분석방법

- 본 조사결과의 분석에 사용된 공식은 다음과 같다.

- 우점도(Dominance index)

: 각 조사지점별로 개체수를 조사하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI(\%) = (ni/N) \times 100$$

D.I. : 우점도 지수
 N : 총개체수
 ni : i번째 종의 개체수

- 다양도(Diversity index)

: Margalef(1956, 1958)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Wiever function(Pielou, 1969)을 사용하여 산출하였다. 이는 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

Pi : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 (ni/N)로 계산
 (ni : 각 종의 개체수, N : 군집내의 전 개체수)

- 균등도(Evenness index)

: 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로 표현된다. 각 다양도지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것이며, 이는 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E = H' / \ln(S)$$

E : 균등도
 H' : 다양도
 S : 전체 종수

- 풍부도(Richness index)

: 종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 종풍부도는 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$RI = (S - 1) / \ln(N)$$

RI : 풍부도
 S : 전체종수
 N : 총개체수

④ 기타

- 서부산권역에서 발견된 환경부 지정 멸종위기종과 문화재청에서 지정한 천연기념물에 대해서

는 발견된 지점의 위치를 기록하였다.

- 법적권한은 없으나, 환경부 전국자연생태계조사에서 지정한 보호종 목록을 참고하여 따로 발견지점을 기록하여 서로 활용할 수 있도록 하였다.
- 본 조사에서 보호종이란 멸종위기조류처럼 법적인 지위를 갖지는 않지만, 특정 서식지를 대표하거나 기후변화 및 서식지 변화로 인해 개체수 감소가 우려되어 지속적인 관심이 필요한 종으로 조류전문가에 의해 선정된 종을 말하며(환경부, 2012), 보호종 목록은 다음과 같다.

1. 가창오리, 2. 개개비사촌, 3. 개구리매, 4. 검은등삐꾸기, 5. 검은딱새, 6.금눈쇠올빼미, 7. 피꼬리, 8. 노랑때까치, 9. 되지빠귀, 10. 두견, 11. 들꿩, 12. 말뚝가리, 13. 매사촌, 14. 물레새, 15. 물총새, 16. 민대기물떼새, 17. 밀화부리, 18. 바다꿩, 19. 바다쇠오리, 20. 바위종다리, 21. 발구지, 22. 병어리삐꾸기, 23. 북방쇠씨르레기, 24. 붉은가슴흰죽지, 25. 붉은발도요, 26.붉은뺨멧새, 27. 붉은어깨도요, 28. 붉은왜가리, 29. 비둘기조롱이, 30. 삐꾸기, 31. 붉논병아리, 32. 뿔매, 33. 뿔호반새, 34. 소쩍새, 35. 솔부엉이, 36.솔갓새, 37. 쇠가마우지, 38. 쇠똥부기사촌, 39. 쇠부리도요, 40. 쇠부엉이, 41. 쇠제비갈매기, 42. 쇠칼새, 43. 쇠황조롱이, 44. 시베리아흰두루미, 45.쪽독새, 46. 아물쇠딱다구리, 47. 아비, 48. 알락똥부기, 49. 알락쇠오리, 50.알락해오라기, 51. 양비둘기, 52. 염주비둘기, 53. 오색딱다구리, 54. 왕새매, 55. 원앙, 56. 원앙사촌, 57. 종다리, 58. 청딱다구리, 59. 청머리오리, 60. 청호반새, 61. 칩부엉이, 62. 칼새, 63. 큰각도요, 64. 큰논병아리, 65.큰물떼새, 66. 큰소쩍새, 67. 큰오색딱다구리, 68. 큰희색머리아비, 69. 털발말뚝가리, 70. 파랑새, 71. 학도요, 72. 한국똥부기, 73. 할미새사촌, 74. 헨다손매, 75. 호반새, 76. 호사도요, 77. 홍여새, 78. 황조롱이, 79. 희색머리아비, 80. 흑로, 81. 흰기러기, 82. 흰날개해오라기, 83. 흰눈썹황금새, 84. 흰부리아비, 85. 흰올빼미, 86. 흰줄박이오리

2. 결과

1) 전체 조류

- 부산의 서부지역 일대를 산림, 바다, 해안 지역을 포함한 5개 권역에서 관찰된 조류는 총 170종 74,129개체였다(표 3-5-3). 우점종은 청둥오리 13,270개체(17.90%)로 조사 되었으며, 다음으로 흰뺨검둥오리 7,299개체(9.85%), 큰기러기 4,366개체(5.89%), 참새 3,918개체(5.29%), 꿩이갈매기 3,876개체(5.23%)의 순으로 나타났다.
- 전체 5개 권역에서 종수가 높은 지역의 순서는 낙동강하구 112종으로 가장 높았으며, 다음으로 낙동강권역 103종, 가덕도권역 87종, 아미산권역 56종, 봉화산권역 55종으로 조사 되었다.
- 개체수에서는 낙동강하구권역 34,405개체로 다른 지역에 비해 높았으며, 다음으로 낙동강권역 30,228개체, 가덕도권역 5,460개체, 아미산권역 2,599개체, 봉화산권역 1,437개체의 순서로 조사 되었다.
- 낙동강하구권역이 종과 개체수는 다른 권역에 비해 높게 조사되었다. 이러한 원인은 이동성 조류에 의한 것으로 판단된다. 겨울새와 나그네새에 의해서 종수가 높고, 개체수 또한 큰 무리를 이루는 겨울철새들 때문으로 판단된다.
- 이동성조류에서 겨울철새 52종(30.6%), 텃새 50종(29.4%), 나그네새 39종(22.9%), 여름철새 29종(17.1%)의 순으로 겨울철새의 비율이 높게 조사 되었다.

- 조사기간 중 특이종은 멸종위기종 I 급은 황새, 노랑부리백로, 매, 흰꼬리수리, 참수리로 5종이 관찰되었고, 멸종위기종 II 급은 개리, 큰기러기, 큰고니, 노랑부리저어새, 새호리기, 물수리, 벌매, 솔개, 새매, 잿빛개구리매, 참매, 검은머리물떼새, 흰목물떼새, 알락꼬리마도요, 검은머리갈매기, 고대갈매기, 수리부엉이, 긴꼬리딱새 등 18종이 확인되었다.
- 천연기념물은 개리, 큰고니, 원앙, 황새, 노랑부리저어새, 노랑부리백로, 황조롱이, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 개구리매, 잿빛개구리매, 새매, 참매, 검은머리물떼새, 소쩍새, 수리부엉이, 솔부엉이 등 18종이 확인 되었다.
- 보호종으로는 가창오리, 말뚝가리, 검은등빼꾸기, 빼꾸기, 병어리빼꾸기, 속독새, 파랑새, 청호반새, 피꼬리로 9종이 관찰되었다.

〈표 3-5-3〉 권역별 출현 조류종 목록

국 명	하구 권역	낙동강권역	봉화산권역	아미산권역	가덕도권역	구분	멸종종 등급	천연기념물
매추라기		○				털새		
꿩	○	○	○	○	○	털새		
개리	○					겨울새	II 급	제325-1호
큰기러기	○	○				겨울새	II 급	
쇠기러기		○				겨울새		
큰고니	○	○			○	겨울새	II 급	제201-2호
흑부리오리	○	○		○	○	겨울새		
원앙	○	○			○	털새		제327호
알락오리	○	○				겨울새		
청머리오리	○	○				겨울새		
홍머리오리	○	○		○	○	겨울새		
청둥오리	○	○		○	○	겨울새		
흰뺨검둥오리	○	○	○		○	털새		
넓적부리	○	○			○	겨울새		
고방오리	○	○				겨울새		
가창오리		○				겨울새	보호종	
쇠오리	○	○	○		○	겨울새		
흰죽지	○	○				겨울새		
댕기흰죽지	○	○				겨울새		
검은머리흰죽지		○				겨울새		
흰뺨오리	○	○				겨울새		
흰비오리	○	○				겨울새		
바다비오리	○	○		○	○	겨울새		
아비	○					겨울새		
논병아리	○	○			○	겨울새		
뿔논병아리	○	○		○	○	겨울새		
검은목논병아리	○	○		○		겨울새		
황새	○					겨울새	I 급	제199호

〈표 3-5-3〉 계속

국명	하구권역	낙동강권역	봉화산권역	아미산권역	가덕도권역	구분	멸종종등급	천연기념물
노랑부리저어새	○					겨울새	Ⅱ급	제205-2호
해오라기	○	○				여름새		
검은댕기해오라기					○	여름새		
흰날개해오라기		○				여름새		
황로	○	○				여름새		
왜가리	○	○	○	○	○	틔새		
대백로	○				○	겨울새		
중대백로	○	○		○	○	여름새		
중백로	○	○			○	여름새		
쇠백로	○	○			○	여름새		
노랑부리백로	○				○	겨울새	I급	제361호
민물가마우지	○	○		○	○	겨울새		
황조롱이	○	○	○	○	○	틔새		제323-8호
새호리기	○	○	○		○	틔새	Ⅱ급	
매	○	○				틔새	I급	제323-7호
물수리	○	○		○	○	겨울새	Ⅱ급	
벌매			○		○	나그네새	Ⅱ급	
솔개	○	○	○	○	○	틔새	Ⅱ급	
흰꼬리수리	○					겨울새	I급	제243-4호
참수리	○					겨울새	I급	제243-3호
개구리매		○				겨울새		제323-7호
젓빛개구리매		○				겨울새	Ⅱ급	제323-6호
새매		○	○	○	○	겨울새	Ⅱ급	제323-4호
참매				○		겨울새	Ⅱ급	제323-1호
말뚝가리	○	○	○		○	겨울새	보호종	
쇠물닭		○				틔새		
물닭	○	○			○	틔새		
검은머리물떼새	○					나그네새	Ⅱ급	제326호
댕기물떼새	○	○				나그네새		
개짙	○					나그네새		
흰목물떼새	○					나그네새	Ⅱ급	
꼬마물떼새		○				나그네새		
흰물떼새	○	○				나그네새		
왕눈물떼새	○					나그네새		
큰왕눈물떼새	○					나그네새		
깍도요		○				나그네새		
중부리도요	○	○			○	나그네새		
마도요	○				○	나그네새		
알락꼬리마도요	○					나그네새	Ⅱ급	

〈표 3-5-3〉 계속

국명	하구권역	낙동강권역	봉화산권역	아미산권역	가덕도권역	구분	멸종종등급	천연기념물
학도요		○				나그네새		
쇠청다리도요	○					나그네새		
청다리도요	○	○			○	나그네새		
삿도요		○				나그네새		
알락도요					○	나그네새		
뒷부리도요	○					나그네새		
깍작도요	○	○			○	나그네새		
노랑발도요	○					나그네새		
꼬까도요	○					나그네새		
붉은어깨도요	○					나그네새		
붉은가슴도요	○					나그네새		
세가락도요	○				○	나그네새		
좁도요	○					나그네새		
민물도요	○					나그네새		
송곳부리도요	○					나그네새		
팽이갈매기	○	○		○	○	틔새		
갈매기	○	○				겨울새		
재갈매기	○	○		○	○	겨울새		
한국재갈매기	○	○				겨울새		
큰재갈매기	○			○	○	겨울새		
붉은부리갈매기	○	○		○	○	겨울새		
검은머리갈매기	○				○	겨울새	Ⅱ급	
고대갈매기	○					겨울새	Ⅱ급	
구레나룻제비갈매기		○				나그네새		
흰죽지제비갈매기	○					나그네새		
멧비둘기	○	○	○	○	○	틔새		
검은등뻬꾸기			○			여름새	보호종	
뻬꾸기	○	○	○	○	○	여름새	보호종	
병어리뻬꾸기					○	여름새	보호종	
소쩍새			○	○	○	틔새		제324-6호
수리부엉이			○			틔새	Ⅱ급	제324-2호
솔부엉이			○	○	○	틔새		제324-3호
쏙독새			○		○	여름새	보호종	
파랑새			○		○	여름새	보호종	
청호반새			○			여름새	보호종	
물총새	○	○				여름새		
후투티		○				틔새		
쇠딱다구리	○	○	○	○	○	틔새		
큰오색딱다구리	○	○	○	○	○	틔새		

〈표 3-5-3〉 계속

국명	하구권역	낙동강권역	봉화산권역	아미산권역	가덕도권역	구분	멸종종등급	천연기념물
오색딱다구리	○	○		○	○	텃새		
청딱다구리	○	○	○	○	○	텃새	보호종	
때까치	○	○	○	○	○	텃새		
긴꼬리때까치		○				텃새		
피꼬리		○	○	○	○	여름새	보호종	
긴꼬리딱새					○	여름새	Ⅱ급	
어치			○	○	○	텃새		
물까치			○			텃새		
까치	○	○	○	○	○	텃새		
까마귀					○	텃새		
큰부리카마귀	○	○	○	○	○	텃새		
박새	○	○	○	○	○	텃새		
진박새			○	○	○	텃새		
곤줄박이		○	○	○	○	텃새		
쇠박새			○	○	○	텃새		
스윈호오목눈이	○					텃새		
갈색제비	○					나그네새		
제비	○	○	○	○	○	여름새		
귀제비			○			여름새		
오목눈이	○		○	○	○	텃새		
종다리		○				텃새		
개개비사촌	○	○				여름새		
직박구리	○	○	○	○	○	텃새		
숲새			○			여름새		
휘파람새					○	여름새		
개개비	○	○			○	여름새		
솔새		○		○		여름새		
되솔새		○				여름새		
산솔새	○	○		○	○	여름새		
붉은머리오목눈이	○	○	○	○	○	텃새		
동박새	○	○	○	○	○	텃새		
상모솔새	○		○	○	○	겨울새		
굴뚝새	○	○	○	○		텃새		
찌르레기	○	○				텃새		
흰점찌르레기		○				나그네새		
호랑지빠귀			○	○	○	여름새		
흰배지빠귀			○	○	○	텃새		
노랑지빠귀			○			겨울새		
개똥지빠귀	○	○				텃새		

〈표 3-5-3〉 계속

국명	하구권역	낙동강권역	봉화산권역	아미산권역	가덕도권역	구분	멸종종등급	천연기념물
울새			○		○	나그네새		
유리딱새					○	겨울새		
딱새	○	○	○	○	○	텃새		
검은딱새	○					나그네새		
바다직박구리	○			○	○	텃새		
쇠솔딱새					○	여름새		
큰유리새			○		○	여름새		
참새	○	○	○	○	○	텃새		
노랑할미새		○	○	○	○	여름새		
알락할미새	○	○	○			겨울새		
백할미새	○	○	○	○	○	나그네새		
큰발종다리	○					나그네새		
쇠발종다리	○					나그네새		
hing새		○				나그네새		
발종다리	○	○			○	겨울새		
되새		○				겨울새		
방울새	○	○	○	○	○	텃새		
검은머리방울새			○	○	○	겨울새		
콩새		○				텃새		
멧새	○	○	○		○	텃새		
쑥새		○				겨울새		
노랑턱멧새	○	○	○	○	○	텃새		
꼬까참새					○	나그네새		
북방검은머리쑥새	○	○				겨울새		
집비둘기	○	○		○		텃새		
총 종수	112	103	55	56	87	170		

2) 권역별 조류상

① 낙동강하구권역

- 낙동강하구권역에서는 총 112종 34,405개체가 관찰되었다. 관찰된 종에서 우점종은 청둥오리 5,636개체(16.4%)이며 다음으로 흰뺨검둥오리 4,259개체(12.4%), 꿩이갈매기 2,675개체(7.8%)의 순서로 조사 되었다.
- 계절별 조사에서 4월(봄)에는 63종 6,122개체, 7월(여름) 53종 2,322개체, 10월(가을) 63종 7,520개체, 1월(겨울) 70종 18,441개체로 조사 되었으며, 가장 많은 종수와 개체수를 보인 때는 1월(겨울)로 확인 되었다(표 3-5-4).

- 조사시기별 우점종은 번식시기인 4월(봄)에 민물도요(1,954개체), 재갈매기(485개체), 흰뺨검둥오리(444개체) 순으로 조사 되었으며, 7월(여름)에는 팽이갈매기(1,142개체), 흰뺨검둥오리(214개체), 왜가리(110개체) 순이고, 10월(가을)에는 흰뺨검둥오리(2,401개체), 쇠오리(922개체), 팽이갈매기(656개체), 1월(겨울)은 청둥오리(4,926개체), 큰기러기(2,367개체), 재갈매기(1,728개체) 순서로 높은 개체수를 보였다<표 3-5-4>.
- 이 지역에서 기록된 특이종으로는 환경부에서 지정한 멸종위기종 I 급인 황새를 비롯하여 노랑부리백로, 매, 흰꼬리수리, 참수리로 5종이며, 멸종위기종 II급에서는 개리, 큰기러기, 큰고니, 노랑부리저어새, 새호리기, 물수리, 솔개, 검은머리물떼새, 흰목물떼새, 알락꼬리마도요, 검은머리갈매기, 고대갈매기 등 12종이, 천연기념물은 개리, 큰고니, 원앙, 황새, 노랑부리저어새, 노랑부리백로, 황조롱이, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 검은머리물떼새 등 11종, 보호종은 말뚝가리, 삻꾸기 2종이 관찰되었다<표 3-5-5>.

〈표 3-5-4〉 낙동강하구권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종

구분	4월(봄)	7월(여름)	10월(가을)	1월(겨울)
종수	63	53	63	70
개체수	6,122	2,322	7,520	18,441
우점종	민물도요(1,954개체) 재갈매기(485개체) 흰뺨검둥오리(444개체)	팽이갈매기(1,142개체) 흰뺨검둥오리(214개체) 왜가리(110개체)	흰뺨검둥오리(2,401개체) 쇠오리(922개체) 팽이갈매기(656개체)	청둥오리(4,926개체) 큰기러기(2,367개체) 재갈매기(1,728개체)

〈표 3-5-5〉 낙동강하구권역의 특이종 현황

구분	종명	총종수	총개체수
멸종위기종 I 급	황새, 노랑부리백로, 매, 흰꼬리수리, 참수리	5	17
멸종위기종 II급	개리, 큰기러기, 큰고니, 노랑부리저어새, 새호리기, 물수리, 솔개, 검은머리물떼새, 흰목물떼새, 알락꼬리마도요, 검은머리갈매기, 고대갈매기	12	3,956
천연기념물	개리, 큰고니, 원앙, 황새, 노랑부리저어새, 노랑부리백로, 황조롱이, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 검은머리물떼새	11	1,276
보호종	말뚝가리, 삻꾸기	2	7

② 낙동강권역

- 낙동강권역에서는 총 103종 30,228개체가 관찰되었다. 우점종은 청둥오리 7,576개체(25.1%)였으며, 다음으로 물닭 3,159개체(10.5%), 흰뺨검둥오리 2,883개체(9.5%)의 순서로 조사되었다<표 3-5-6>.
- 계절별 조사에서 4월(봄) 44종 2,250개체, 7월(여름) 40종 1,481개체, 10월(가을) 59종 4,737개체, 1월(겨울) 72종 21,760개체가 조사 되어 1월(겨울)에 종수와 개체수가 모두 높게 관찰되었다.

- 조사시기별 우점종은 4월(봄)에는 참새(745개체), 붉은머리오목눈이(374개체), 개개비(268개체)의 순서로 확인 되었으며, 7월(여름)에는 참새(260개체), 흰뺨검둥오리(229개체), 제비(113개체) 순이고, 10월(가을)은 참새(1,189개체), 흰뺨검둥오리(967개체), 물닭(420개체), 1월(겨울)은 청둥오리(7,529개체), 물닭(2,689개체), 큰기러기(1,880개체)로 조사 되었다<표 3-5-6>.
- 이 지역에서 기록된 특이종으로는 환경부에서 지정한 멸종위기종 I 급인 매 1종이며, 멸종위기종 II 급은 큰기러기, 큰고니, 새호리기, 물수리, 솔개, 새매, 잣빛개구리 7종, 천연기념물은 큰고니, 원앙, 황조롱이, 매, 개구리매, 잣빛개구리매, 새매, 7종, 보호종은 가창오리, 말뚝가리, 삿갚, 피꼬리 등 4종으로 확인 되었다<표 3-5-7>.

<표 3-5-6> 낙동강권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종

구분	4월(봄)	7월(여름)	10월(가을)	1월(겨울)
종수	44	40	59	72
개체수	2,250	1,481	4,737	21,760
우점종	참새(745개체) 붉은머리오목눈이(374개체) 개개비(268개체)	참새(260개체) 흰뺨검둥오리(229개체) 제비(113개체)	참새(1,189개체) 흰뺨검둥오리(967개체) 물닭(420개체)	청둥오리(7,529개체) 물닭(2,689개체) 큰기러기(1,880개체)

<표 3-5-7> 낙동강권역 특이종 현황

구분	종명	총 종수	총 개체수
멸종위기종 I 급	매	1	2
멸종위기종 II 급	큰기러기, 큰고니, 새호리기, 물수리, 솔개, 새매, 잣빛개구리매	7	2,108
천연기념물	큰고니, 원앙, 황조롱이, 매, 개구리매, 잣빛개구리매, 새매	7	239
보호종	가창오리, 말뚝가리, 삿갚, 피꼬리	4	25

③ 봉화산권역

- 봉화산권역은 서낙동강 인근지역이면서 부산과 김해의 경계지점으로 이곳에 관찰된 종과 개체수는 55종 1,437개체였다. 우점종은 참새 184개체(12.8%)이며 다음으로 붉은머리오목눈이 175개체(12.2%), 노랑턱멧새 155개체(10.8%)의 순서로 조사되었다<표 3-5-8>.
- 계절별 종과 개체수에서는 5월(봄)은 38종 454개체, 8월(여름)은 19종 341개체, 11월(가을) 28종 293개체, 2월(겨울) 23종 349개체로 조사 되었으며, 이중 5월(봄)이 다른 계절에 비해 종수와 개체수가 높았다.

- 조사시기별 우점종 순서는 5월(봄)은 제비(102개체)이며 다음으로 직박구리(51개체), 오목눈이(50개체)로 조사되었으며, 8월(여름)은 참새(149개체), 붉은머리오목눈이(51개체), 박새(30개체)이고, 11월(가을)은 노랑턱멧새(45개체), 직박구리(30개체), 붉은머리오목눈이(30개체), 박새(23개체)순서이며, 2월(겨울)은 노랑턱멧새(106개체), 붉은머리오목눈이(64개체), 검은머리방울새(30개체)로 확인 되었다<표 3-5-8>.
- 이 지역에서 기록된 특이종으로는 멸종위기종 II급인 새호리기, 벌매, 솔개, 수리부엉이 4종이며, 천연기념물은 황조롱이, 새매, 소쩍새, 수리부엉이, 솔부엉이 5종, 보호종은 검은등뻐꾸기, 뻐꾸기, 쇠독새, 파랑새, 청호반새, 피꼬리 등 6종으로 관찰 조사되었다<표 3-5-9>.

〈표 3-5-8〉 봉화산권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종

구분	5월(봄)	8월(여름)	11월(가을)	2월(겨울)
종수	38	19	28	23
개체수	454	341	293	349
우점종	제비(102개체) 직박구리(51개체) 오목눈이(50개체)	참새(149개체) 붉은머리오목눈이 (51개체) 박새(30개체)	노랑턱멧새(45개체) 직박구리, 붉은머리오목눈 이(30개체) 박새(23개체)	노랑턱멧새(106개체) 붉은머리오목눈이 (64개체) 검은머리방울새 (30개체)

〈표 3-5-9〉 봉화산권역 특이종 현황

구분	종명	총종수	총개체수
멸종위기종 II급	새호리기, 벌매, 솔개, 수리부엉이	4	14
천연기념물	황조롱이, 새매, 소쩍새, 수리부엉이, 솔부엉이	5	8
보호종	검은등뻐꾸기, 뻐꾸기, 쇠독새, 파랑새, 청호반새, 피꼬리	6	19

④ 아미산권역

- 아미산권역에서 관찰된 종과 개체수는 56종 2,599개체이고, 이중 우점종은 팽이갈매기 529개체(20.4%)이고 다음으로 왜가리 309개체(11.9%), 붉은머리오목눈이 294개체(11.3%)의 순서이다<표 3-5-10>.
- 계절별 우점종은 5월(봄) 31종 712개체, 8월(여름) 20종 256개체, 11월(가을) 38종 827개체, 2월(겨울) 30종 804개체로 11월(가을)이 종과 개체수가 다른 시기보다 높은 것으로 조사되었다.
- 조사시기별 우점종은 5월(봄)에서는 왜가리(301개체), 팽이갈매기(85개체), 직박구리(71개체)의 순서로 나타났으며, 8월(여름)은 팽이갈매기(59개체)가 우점종으로 조사 되었고 다음으로 참새(29개체), 박새(20개체)순서이며, 11월(가을)은 붉은머리오목눈이(117개체), 팽이갈매기(103개체), 박새(101개체)이고 2월(겨울)은 팽이갈매기(282개체), 붉은머리오목눈이(102개체), 붉은부리갈매기(100개체)의 순서로 조사 되었다<표 3-5-10>.

- 이 지역에서 기록된 특이종으로 멸종위기종 II급인 물수리, 솔개, 참매 3종이 관찰되었고, 천연기념물은 황조롱이, 새매, 참매, 소쩍새, 솔부엉이 5종이며 보호종은 삿꾸기, 피꼬리 등 2종 4개체로 조사 되었다<표 3-5-11>.

〈표 3-5-10〉 아미산권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종

구분	5월(봄)	8월(여름)	11월(가을)	2월(겨울)
종수	31	20	38	30
개체수	712	256	827	804
우점종	왜가리(301개체) 괭이갈매기(85개체) 직박구리(71개체)	괭이갈매기(59개체) 참새(29개체) 박새(20개체)	붉은머리오목눈이 (117개체) 괭이갈매기(103개체) 박새(101개체)	괭이갈매기(282개체) 붉은머리오목눈이 (102개체) 붉은부리갈매기 (100개체)

〈표 3-5-11〉 아미산권역 특이종 현황

구분	종명	총종수	총개체수
멸종위기종 II급	물수리, 솔개, 참매	3	11
천연기념물	황조롱이, 새매, 참매, 소쩍새, 솔부엉이	5	11
보호종	삿꾸기, 피꼬리	2	4

⑤ 가덕도권역

- 가덕도권역에서 관찰된 조류는 87종 5,460개체이고, 우점종은 흑부리오리 935개체(17.1%) 다음으로 참새 656개체(12.0%), 괭이갈매기 448개체(8.2%)의 순서로 조사 되었다<표 3-5-12>.
- 계절별 조사에서 종과 개체수가 5월(봄)은 58종 1,164개체, 8월(여름) 37종, 1,119개체, 11월(가을) 49종 1,145개체, 2월(겨울) 35종, 2,032개체로 확인 되었으며 이 중 종수는 5월(봄)이 높았으며, 개체수는 2월(겨울)이 높은 것으로 조사 되었다.
- 조사시기별 우점종은 5월(봄)에는 참새(210개체), 괭이갈매기(118개체), 붉은머리오목눈이(110개체) 순서로 개체수가 높았으며, 8월(여름)은 괭이갈매기(266개체), 제비(214개체), 참새(187개체)순서이며 11월(가을)은 직박구리(118개체), 넓적부리(110개체), 참새(104개체)이고 2월(겨울)은 흑부리오리(831개체), 붉은부리갈매기(204개체), 참새(155개체)의 순서로 높은 개체수를 보였다<표 3-5-12>.
- 이 지역에서 기록된 특이종으로는 멸종위기종 II급인 노랑부리백로 1종이며, 멸종위기종 II급은 큰고니, 새호리기, 물수리, 벌매, 새매, 솔개, 검은머리갈매기, 긴꼬리딱새로 8종 확인 되었으며, 천연기념물은 큰고니, 원앙, 노랑부리백로, 황조롱이, 새매, 소쩍새, 솔부엉이 7종, 보호종은 말뚝가리, 삿꾸기, 병어리삿꾸기, 속독새, 파랑새, 피꼬리 6종으로 조사 되었다<표 3-5-13>.

〈표 3-5-12〉 가덕도권역의 계절별 조류 출현 종수, 개체수 및 우점종

구분	5월(봄)	8월(여름)	11월(가을)	2월(겨울)
종수	58	37	49	35
개체수	1,164	1,119	1,145	2,032
우점종	참새(210개체) 괭이갈매기(118개체) 붉은머리오목눈이 (110개체)	괭이갈매기(266개체) 제비(214개체) 참새(187개체)	직박구리(118개체) 넓적부리(110개체) 참새(104개체)	흑부리오리(831개체) 붉은부리갈매기 (204개체) 참새(155개체)

〈표 3-5-13〉 가덕도권역 특이종 현황

구분	종명	총 종수	총 개체수
멸종위기종 I 급	노랑부리백로	1	2
멸종위기종 II급	큰고니, 새호리기, 물수리, 벌매, 새매, 솔개, 검은머리갈매기, 긴꼬리딱새	8	80
천연기념물	큰고니, 원앙, 노랑부리백로, 황조롱이, 새매, 소쩍새, 솔부엉이	7	13
보호종	말뚝가리, 삿갓기, 병어리삿갓기, 쪽독새, 파랑새, 꼬꼬리	6	38

3) 종다양도지수(H')

- 조사지역별 종다양도지수는 〈표 3-5-14〉과 같다. 계절별 종다양도지수를 비교해보면 낙동강 하구권역은 4~5월인 봄철이 2.76으로 종다양도지수 값이 높으며, 7~8월인 여름철은 2.24로 낮은 값을 보였다. 낙동강권역은 7~8월인 여름철에 2.81로 높았고, 4~5월인 봄철에 2.42로 낮은 지수를 보였다. 봉화산권역은 10~11월 가을철에 2.89 높고, 7~8월 여름철에 2.00으로 낮은 값을 보였다. 아미산 권역은 10~11월 가을에 2.85로 높고, 4~5월에 2.18로 낮았으며, 가덕도권역은 10~11월에 3.19로 높고, 1~2월 겨울에 2.32로 낮은 것으로 분석되었다〈표 3-5-14〉.
- 전체 권역에서의 종다양도지수는 가덕도권역에서 10~11월 가을철 때가 3.19로 가장 높고, 봉화산권역 7~8월 여름철에 2.00으로 낮은 지수를 보였다.
- 균등도에서의 계절별 비교에서는 낙동강하구권역에서 4~5월 봄철이 0.67로 높고 7~8월 여름철이 0.56으로 낮으며, 낙동강권역은 7~8월 여름철이 0.76으로 높고 1~2월 겨울철이 0.58로 낮았고, 봉화산권역은 10~11월 가을철에 0.87로 높고, 7~8월 여름철이 0.68로 낮았다. 아미산권역은 7~8월이 0.86으로 높고, 4~5월 봄철에 0.63으로 낮았으며, 가덕도권역은 10~11월 가을철이 0.82로 높고, 1~2월 겨울철이 0.65로 낮은 지수의 균등도를 보였다.
- 전체지역에서의 균등도를 비교해 보면 봉화산 10~11월 가을철에 0.87로 높고 낙동강 하구 7~8월 여름철이 0.56으로 가장 낮은 균등도를 나타내었다.
- 풍부도의 권역별 비교에서 낙동강하구는 1~2월 겨울철 69.90으로 높고, 7~8월 여름철이 52.87로 낮았다. 낙동강권역은 1~2월 겨울철이 71.90으로 높고 7~8월 여름철이 39.86으로 낮았으며, 봉화산권역은 4~5월 봄철에 37.84로 높고 7~8월 여름철이 18.83으로 낮은 풍부도를 가졌다. 아미산권역에서는 10~11월 가을철이 37.85로 높고, 7~8월의 여름철이 19.82로 낮았으며, 가덕도권

역은 4~5월 봄철에 57.86으로 높고, 1~2월 겨울철에 34.87로 낮은 풍부도를 나타내었다.

- 전체지역의 풍부도 비교에서 낙동강권역의 1~2월이 71.90로 겨울철이 가장 높았으며, 봉화산권역의 7~8월 여름철이 18.83으로 낮은 지수를 보였다.
- 대체로 종다양성지수가 높은 권역은 낙동강하구권역과 낙동강권역으로 종다양도, 균등도, 풍부도 지수가 높게 분석되었다. 이러한 이유는 철새도래지로서 다양한 새들이 이곳을 찾고 이용하기 때문이다.

〈표 3-5-14〉 권역별 종다양도와 균등도, 풍부도

지역	구분	4~5월(봄)	7~8월(여름)	10~11월(가을)	1~2월(겨울)
낙동강하구권역	종다양도	2.76	2.24	2.63	2.70
	균등도	0.67	0.56	0.63	0.64
	풍부도	62.89	52.87	62.89	69.90
낙동강권역	종다양도	2.42	2.81	2.63	2.50
	균등도	0.64	0.76	0.65	0.58
	풍부도	43.87	39.86	58.88	71.90
봉화산권역	종다양도	2.81	2.00	2.89	2.34
	균등도	0.77	0.68	0.87	0.75
	풍부도	37.84	18.83	27.82	22.83
아미산권역	종다양도	2.18	2.57	2.85	2.43
	균등도	0.63	0.86	0.78	0.71
	풍부도	30.85	19.82	37.85	29.85
가덕도권역	종다양도	3.04	2.42	3.19	2.32
	균등도	0.75	0.67	0.82	0.65
	풍부도	57.86	36.86	48.86	34.87

4) 특이종의 분포

① 멸종위기종 I 급

- 이번 조사에서 멸종위기종 I 급으로는 노랑부리백로, 매, 참수리, 황새, 흰꼬리수리 총 5종이 관찰되었다. 명지갯벌주변에서 멸종위기종 I 급이 많이 관찰되어, 노랑부리백로는 명지갯벌 물가 주변이나, 물이 빠진 갯벌 가운데 부분에서 채식을 하는 모습이 관찰되었다. 참수리와 흰꼬리수리는 오리류를 사냥하는 모습이 확인 되었으며, 황새는 이 지역과 다른 지역을 오가며 생활하는 것으로 조사되었다. 매는 서낙동강 상류지역과 낙동강하구의 도요등, 신자도에서도 관찰되어 폭 넓게 활동하는 것으로 조사되었다<그림 3-5-2>.

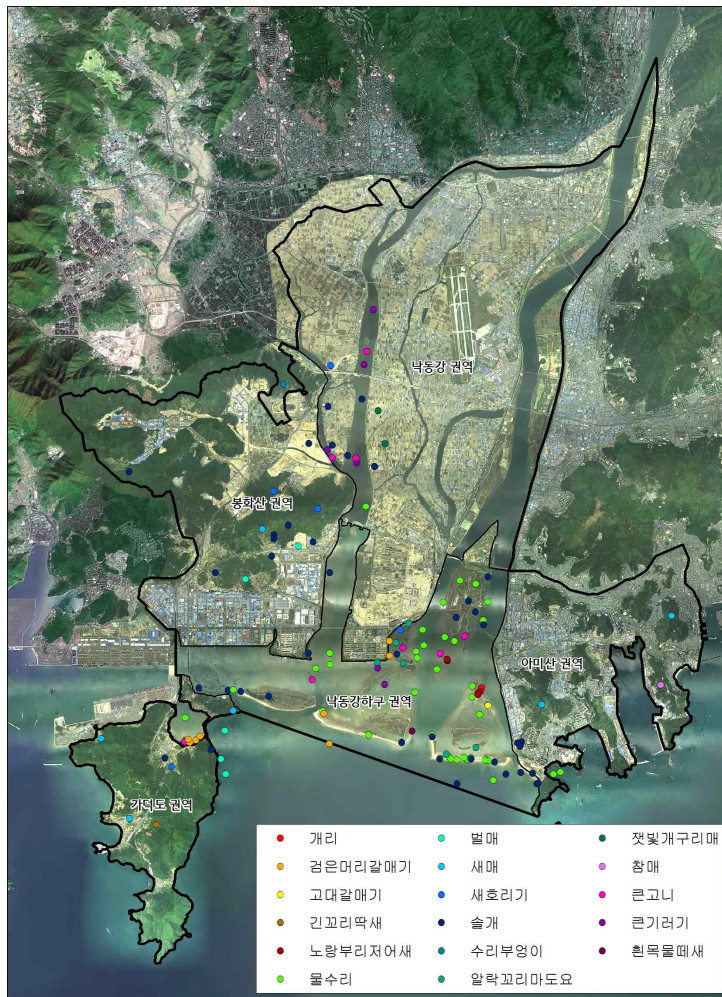


〈그림 3-5-2〉 서부산권역에서 멸종위기종 I 급 관찰위치

② 멸종위기종 II 급

- 관찰된 멸종위기종 II 급은 개리, 검은머리갈매기, 고대갈매기, 긴꼬리딱새, 노랑부리저어새, 물수리, 벌매, 새매, 새호리기, 솔개, 수리부엉이, 알락꼬리마도요, 잿빛개구리매, 참매, 큰고니, 큰기러기, 흰목물떼새로 총 17종이 확인 되었다.
- 서낙동강 주변은 넓은 농경지와 주변이 갈대밭이 있어 잿빛개구리매 등이 사냥하는 모습이 확인 되었으며, 노랑부리저어새는 낙동강하구의 맹금머리와 을숙도 주변의 갯벌에서 무리를 지어 있는 모습이, 큰고니는 명지갯벌과 을숙도, 맹금머리 주변에는 큰 무리를 이루어 월동하는 모습이 확인 되었다. 특히, 을숙도 남단의 갯벌에는 큰고니 먹이를 인위적으로 주어, 이 지역은 다른 지역에 비해 큰고니의 밀도가 높은 것으로 조사되었다. 큰기러기는 명지갯벌과 대마동 주변에 생활하고, 서낙동강 둔치도 상류 쪽에 큰 집단을 이루어 잠자리로 이용하는 모습이 관찰되었다.

- 솔개는 전 지역을 이용하였으며, 물수리는 낙동강하구에서만 확인되었다. 검은머리갈매기는 진우도와 명지갯벌 주변과 가덕도 양식장 주변에서 관찰되었다.
- 고대갈매기는 맹금머리등에서만 확인 되었으며, 알락꼬리마도요는 도요등, 신자도등의 모래갯벌에 큰 무리를 이루어 휴식과 채식하는 모습이 관찰되었다.
- 흰목물떼새는 다른 지역으로 이동하기 위해 잠시 휴식을 취하는 모습이 신자도에서 관찰되었다. 산새류인 긴꼬리딱새는 가덕도에서 번식기간에 관찰되어 이곳이 번식장소로 추정된다(그림 3-5-4).

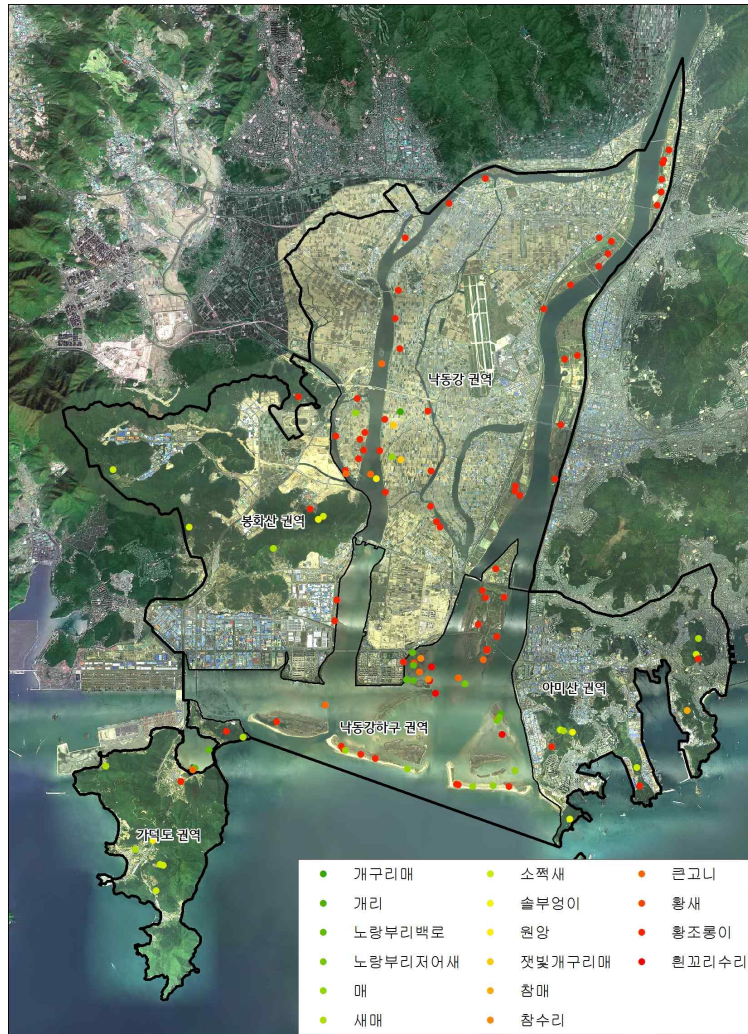


〈그림 3-5-3〉 서부산권역에서 멸종위기종 II급 관찰 위치

③ 천연기념물

- 이번에 확인된 천연기념물은 매를 비롯하여 개리, 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 새매, 소쩍새, 솔부엉이, 원앙, 개구리매, 잿빛개구리매, 참매, 참수리, 큰고니, 황새, 황조롱이, 흰꼬리수리, 수리부엉이로 17종이 확인되었다.

- 확인된 지점은 동부산일대 전 지역에서 관찰되어 다양한 천연기념물 종이 서식하는 것으로 조사 되었다.
- 관찰된 종 중에서 황조롱이가 전 권역에서 확인되었고, 낙동강 둔치 주변의 넓은 초지와 서낙동강 주변의 갈대밭과 농경지가 있는 곳에서 서식하는 것으로 조사되었다(그림 3-5-5).
- 수리부엉이는 봉화산일대에서 번식기에 울음소리를 통해 확인되어 번식장소가 있는 것으로 추정된다.



〈그림 3-5-4〉 서부산권역에서 천연기념물 관찰 위치

④ 보호종

- 환경부 전국자연환경조사의 종목록 중에서 선정한 보호종을 대상 종으로 법적인 제한은 없으나, 이 지역의 생태계 상위군에 속하는 중요성이 있는 종으로 가창오리, 검은등뺨꾸기, 피꼬리, 말뚝가리, 병어리뺨꾸기, 뺨꾸기, 쪽독새, 오색딱다구리, 청딱다구리, 청호반새, 큰오색딱다구리, 파랑새 등 12종이 관찰되었다.
- 대부분 산림성 조류이기 때문에 숲이 산지와 숲과 갈대가 조성되어 있는 곳에서 관찰 되었으며, 봉화산과 가덕도, 아미산산림지역에 많이 관찰되었다, 을숙도 초지지역에서도 청딱다구리, 큰오색딱다구리, 뺨꾸기 등이 관찰되었다.



〈그림 3-5-5〉 서부산권역에서 보호종 관찰 위치

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역의 산림과 낙동강하구, 낙동강, 해안지역이 포함된 5개 권역의 사계절에 걸친 조사를 실시한 결과 관찰된 조류는 총 170종(아종포함)이었다. 이 중 낙동강하구권역이 112종, 다음으로 낙동강권역 103종, 가덕도권역 87종, 아미산권역 56종, 봉화산권역 55종으로 확인되었다. 이러한 원인은 낙동강하구와 낙동강지역이 이동성조류가 이용하는 지역이기 때문에 다른 지역에 비해 높은 종수를 보였으며, 가덕도지역은 과거 섬 지역으로 대양에서 날아오는 이동성 산림조류들과 인접한 낙동강하구를 찾는 물새들에 의해 종수가 높은 것으로 조사되었다. 아미산권역은 항구를 포함한 지역이나, 도심의 가운데 있는 지역이고, 봉화산지역은 공단지역과 도로가 건설 중으로 새들이 서식하기에 많은 방해요인이 있어 종수가 낮게 확인되었다.
- 5개 권역 모든 지역에서 관찰된 조류는 꿩, 왜가리, 황조롱이, 솔개, 멧비둘기, 쇠딱다구리, 큰오색딱다구리, 청딱다구리, 때까치, 까치, 큰부리까마귀, 박새, 제비, 직박구리, 붉은머리오목눈이, 동박새, 딱새, 참새, 백할미새, 방울새, 노랑턱멧새 21종으로 모두 텃새로써 서부산일대에 보편적으로 서식하는 조류임이 확인되었다. 낙동강하구와 낙동강지역은 주변의 산림이 없는 곳도 있어 전 지역에서 공통적으로 관찰되는 새가 적을 것으로 예상되었으나, 을숙도 조정사업과 강 주변 공원 등의 숲 조성으로 비슷한 종이 관찰되었다.

- 이동성조류의 분포를 보면 겨울철새 52종, 여름새 29종, 나그네새 39종이고 텃새는 50종으로 이 지역은 다른 동부산, 중부산에 비해 이동성조류가 많았다. 특히 겨울철새가 52종으로 낙동강하구와 낙동강주변지역이 주요 겨울철새 도래지이기 때문이다.
- 조사 기간 중 관찰된 특이종으로 환경부(2012) 지정 멸종위기종 I 급인 황새, 노랑부리백로, 매, 흰꼬리수리, 참수리 등 5종이 관찰되었으며, 멸종위기종 II 급은 개리, 큰기러기, 큰고니, 노랑부리저어새, 새호리기, 물수리, 벌매, 솔개, 갯빛개구리매, 참매, 검은머리물떼새, 흰목물떼새, 알락꼬리마도요, 검은머리갈매기, 고대갈매기, 수리부엉이, 긴꼬리딱새 등 17종이 확인 되었다. 멸종위기종 I 급인 매, 흰꼬리수리, 참수리 등의 맹금류는 오리류가 많이 이용하는 명지갯벌 주변에서 확인 되었으며, 명지갯벌에서 확인된 황새는 계속 관찰되지 않고 인근 지역을 오가며 생활하는 것으로 조사되었다. 멸종위기종 II 급인 큰고니는 낙동강하구에서 을숙도와 명지갯벌, 맹금 머리주변에서 채식과 휴식하는 모습을 보였다. 특히, 을숙도 남단지역은 큰고니에게 주 1회 먹이를 주어 이곳에서 집중적으로 생활하는 것이 확인 되었다. 수리부엉이는 봉화산 인근에서 봄철에 확인 되어 이 주변에서 번식하는 것으로 추정된다.
- 서부산은 이동성 조류의 서식지로서 중요한 위치로 인근 주남저수지, 화포천, 낙동강 본 지류와 인근 남해안지역의 월동지를 모두 이용하기 때문에 이곳이 이동성조류의 핵심 중간기착지, 번식지, 도래지로 예상된다.
- 특히, 낙동강하구의 모래섬은 도요·물떼새들이 큰 무리를 이루어 이용하는 중간 기착지로, 이번 조사에서는 확인 되지 않았지만, 해마다 멸종위기종 I 급이며 국제자연보전연맹(IUCN)에서 지정한 국제적 보호종인 넓적부리도요가 해마다 2개체 이상이 지속적으로 관찰되어 멸종위기종의 보호차원에서 중요성이 강조 되는 곳이다.
- 과거 자료를 보면 쇠제비갈매기의 국내 최대 번식지가 낙동강하구의 도요등과 신자도로 알려져 있지만, 이번 조사에서는 개체수와 번식이 격감하는 것으로 조사되어 이 부분에 대한 대책이 마련되어야 할 것으로 본다.
- 아미산권역의 두산반도인근에서 200개체 이상의 왜가리의 집단 번식지가 확인 되었는데, 이 곳은 공단과 항만이 위치하고 소음과 공사가 한창 진행되는 교란이 심한 지역이다. 이 왜가리 집단 번식지의 발견은 인근 낙동강하구를 채식장소로 이용하는 것으로 추정되며, 생태계의 상위종이 집단을 이루어 번식하는 것은 자연생태계의 먹이사슬상 중요성을 의미한다.

4. 참고문헌

- 권기정. 2008. 야외실습 조류 행동학 실습 제 2판. 동아대학교 출판부.
- 건설교통부. 2002. 생태이동통로 설치를 위한 생태조사 연구(최종보고서). 서울.
- 김귀곤·조동길. 2006. 자연환경·생태복원학원론. 아카데미서적
- 박찬열. 1994. 야생조류의 서식에 적합한 도시환경립 조성 및 관리방안. 서울대학교 석사학위 논문.
- 방상원·안선영. 2005. 멸종위기야생동·식물종의 선정 평가기법 연구. 한국환경정책·평가연구원.

- 부산광역시. 1995. 부산의 생물과 자연생태계 보전. 부산.
- 산림청. 1993. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구 보고서(IV). 서울.
- 채희영·박종길·최창용·빙기창. 2009. 한국의 맹금류. 국립공원관리공단.
- 박진영. 2009. 한국 조류 목록. 한국조류학회.
- 이응경. 2013. 산림성 조류의 도시내 번식이동 연결망 특성-랜덤워크 모형의 개발과 적용-. 서울대학교 환경대학원.
- 이동복. 2010. 매호 물새류 서식지 보전계획. 서울대학교 환경대학원.
- 우용태·이종남. 1995. 금정산의 조류상. 금정산 생태. 주기재, 박성배, 김현우, 하경, 김맹기 엮음. 도서출판 금정. 131-146pp.
- 이우산·구태화·박진영. 2005. 야생원색도감 한국의 새. LG상록재단.
- 이현우·권영한·노백호·박찬호·이정연·김동욱. 2011. 국가적색목록 생물종의 보호를 위한 관리정책 연구. 한국환경정책·평가연구원.
- 우용태·이종남. 1996. 황령산의 동물상 조사. 경성대학교 논문집 17(4): 37-64.
- 우용태·홍순복. 1990. 성지곡수원지의 조류상조사. 경성대학교 논문집 11(2): 69-96.
- 우용태. 1988. 법기수원지의 조류분포에 관한 연구. 부산산업대학교 논문집 9: 375-390.
- 우용태. 1995. 부산의 생물과 자연생태계 보전 - 동물상. 부산광역시. 75-109pp.
- 원병오. 1993. 한국의 조류. 교학사. 서울
- 원병휘. 1967. 한국동식물도감. -제7권 동물편(포유류)-. 문교부. 서울.
- 유병호. 2000. 저 푸름을 닮은 야생동물. 다른세상. 서울.
- 윤명희. 1992. 야생동물. 대원사. 서울.
- 환경부·국립환경과학원. 2012. 제4차 전국자연환경조사 지침.
- Bibby, C. J. and N. D. Burgess. 1997. Bird Census Techniques. Academic Press, London.
- Rhim, S. J. and W. S. Lee. 2000. The Relationships between Habitat Structure and Breeding Bird Community in Deciduous Forest in Mid-eastern Korea. Japanese Journal of Ornithology 49(1): 31-38.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological Monographs 37: 317-350.
- Shannon C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press. Urbana. 64 p.
- Simberloff, D. and T. Dayan. 1991. The guild structure concept and structure of ecological communities. Annu. Rev. Ecol. Syst. 22: 115-143.

제6절 양서·파충류

1. 연구방법

1) 조사지역

- 서부산권역을 총 9개 소권역으로 구획하여 조사를 실시하였으며, 강동동권역, 대저동권역, 진우도권역 등의 3개 권역은 범정보호종조사를 위해 추가로 조사를 실시하였다. 각각의 소권역별로 위성사진과 현장조사를 통해 양서·파충류의 서식이 예상되는 지점을 조사지역으로 선정하였다. 조사지역의 선정은 기존의 부산자연환경조사결과 자료를 참고하여 산지, 하천, 저수지, 습지 등이 골고루 포함되도록 하였으며, 조사는 조사지역과 그 주변(500m)을 대상으로 하였다(그림 3-6-1)〈표 3-6-1〉.



〈그림 3-6-1〉 양서·파충류 조사 대상지

〈표 3-6-1〉 서부산권역 양서·파충류 조사지역

중권역	소권역	조사지역
아미산 권역	아미산권역	몰운대성당, 홍치마을-정상-다대1동주공, 다대농협-대건아파트-임도-장림
	몰운대권역	몰운대관리사무소-화손대-해안로-다대포객사-관리사무소
봉화산 권역	옥녀봉권역	흥국사일원-지사동일원-옥녀봉 일원
	봉화산 권역	녹산동사무소-계곡-정상-생곡, 녹산능 안쪽
	송정천권역	송정천 상류(옥포소류지 일원)-녹송 3호교 일원
	지사천권역	지사천 상류(지사산업단지) 일원-지사천 하류부(조만강 합류지점) 일원
	범방천권역	강서구 미음동 일원
가덕도 권역	연대봉권역	대항-새바지-혜덕사, 천성동-계곡-정상-능선
낙동강 권역	강동동/대저동 권역	강서구 강동동, 대저동 일원(맹꽁이 추가조사 지점)
	삼락지구	삼락지구 원형보전지-삼락생태공원-엄궁습지
낙동강 하구권역	낙동강 하구언	진우도(파충류 추가조사 지점)

2) 조사기간

- 조사기간은 2015년 4월부터 2016년 3월까지이며, 계절별로 춘계 2015년 4월~5월, 하계 2015년 6월~7월, 춘계 2015년 9월~10월, 동계 2016년 2월~3월에 걸쳐 조사를 실시하였다.

3) 조사방법

(1) 양서류

- 산란시기에는 난괴, 유생과 성체 모두를 직접 관찰 확인하였고, 난괴와 유생의 경우 포획용 뜰채를 이용해 채집하여 확인하였다.
- 산란시기 외의 기간에는 양서류의 먹이활동이 왕성한 수변초지와 계곡부 등을 대상으로 직접 관찰하였고, 유미류의 경우 돌이나 고목 등을 들추어 숨어 있는 개체를 확인하였다. 무미류는 웅덩이와 하천, 습윤지 등을 도보로 걸으면서 포충망을 통해 포획 확인하거나 망원경으로 확인하였으며, 유생의 경우 뜰채 등을 이용해서 포획 확인하였다.
- 양서·파충류의 조사는 계획노선 및 주변지역의 산지지역 일대의 계곡부 및 소웅덩이, 경작지, 하천변 등에 남아 있는 종을 대상으로 아래와 같은 직접적인 방법(Direct survey), 간접적인 방법(Indirect survey) 및 주민들에 의한 탐문조사도 병행하였다.

직접적인 방법 (Direct survey)	무미 양서류 (Salientia)	<ul style="list-style-type: none"> 무미목(개구리류)은 조사지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동중인 개체와 바위틈 혹은 하천, 수로, 저습지 주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집
	유미 양서류 (Caudata)	<ul style="list-style-type: none"> 유미목(도롱뇽류)의 도롱뇽은 물이 흐르는 하천 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인
간접적인 방법 (Indirect survey)	무미 양서류 울음소리 (Call)	<ul style="list-style-type: none"> 양서류(개구리류)는 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로, 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별함
	청문조사 (Questionnaire method)	<ul style="list-style-type: none"> 조사기간 중에 채집 및 관찰이 불가능한 경우에는 한국 동식물도감(양서·파충류, 1975), 한국산 양서류 총설(2001), 꿈꾸는 푸른 생명 거북과 뱀(2001), 뱀(지성사, 2004), 한국의 양서·파충류(월드사이언스, 2010) 등을 참조하여 인근 주민을 대상으로 청문을 통하여 종의 서식을 확인함

(2) 파충류

- 파충류의 활동이 왕성한 11시~18시 사이에 조사를 실시하였으며, 기온이 높아 활동성이 낮아지는 7월 말부터 8월 말까지는 조사기간에서 제외하였으며 대신 먹이활동이 왕성하고 동면을 위한 이동이 시작되는 9월에 산지와 초지가 만나는 임연부와 산지 계곡부를 중점 조사하였다. 양서류에 비해서 직접 확인이 어려우므로 청문을 통해 서식 유무를 파악하였으며, 뱀류의 경우 초지인 근의 돌 밑이나 폐가 등을 확인하여 서식 유무를 확인하였고, 장지뱀류와 도마뱀류는 주로 초지 지역을 대상으로 서식을 확인하였다.

(3) 문헌조사

- 제3차 전국자연환경조사(김해[358162], 다대[358164], 동선[358163], 무계[358161], 부산[359133]), 부산자연환경조사 및 관리시스템개발(2차년도)를 참고하였다.

(4) 청문조사

- 현지조사시 관찰되지 않은 종의 분포여부를 확인하기 위해 조사권역 일대의 지역주민에 대한 청문조사를 실시하여 조사결과에 대한 신뢰도를 높였으며, 청문조사시 지역주민에게 도감과 사진첩을 이용하여 분포종을 확인하였다.

(5) 현지조사

- 현지조사에서는 채집용 망, 뜰채(양서류 포획), 포획용 집게(뱀류 포획) 등을 이용하여 직접 채집하는 방법을 사용하였으며, 뱀류가 선호하는 계곡부와 물가지역의 초지, 그리고 전석지 등을 집중적으로 조사하였다. 장지뱀류의 경우, 산지 임연부와 하천의 초지와 나지를 중점 조사하면서 돌과 나무토막 등을 들추어 은신해 있는 개체를 탐사하였다. 도마뱀은 비교적 습한 산림지역을 선호하므로 계곡부와 가까운 산림지역을 집중 조사하였다. 민물거북류는 쌍안경을 이용해 수변과 수면을 확인하여 조사를 실시하였다. 또한, 습윤지와 초지 등 양서·파충류의 주요 서식근거를 중심으로 현지조사를 실시하였다.

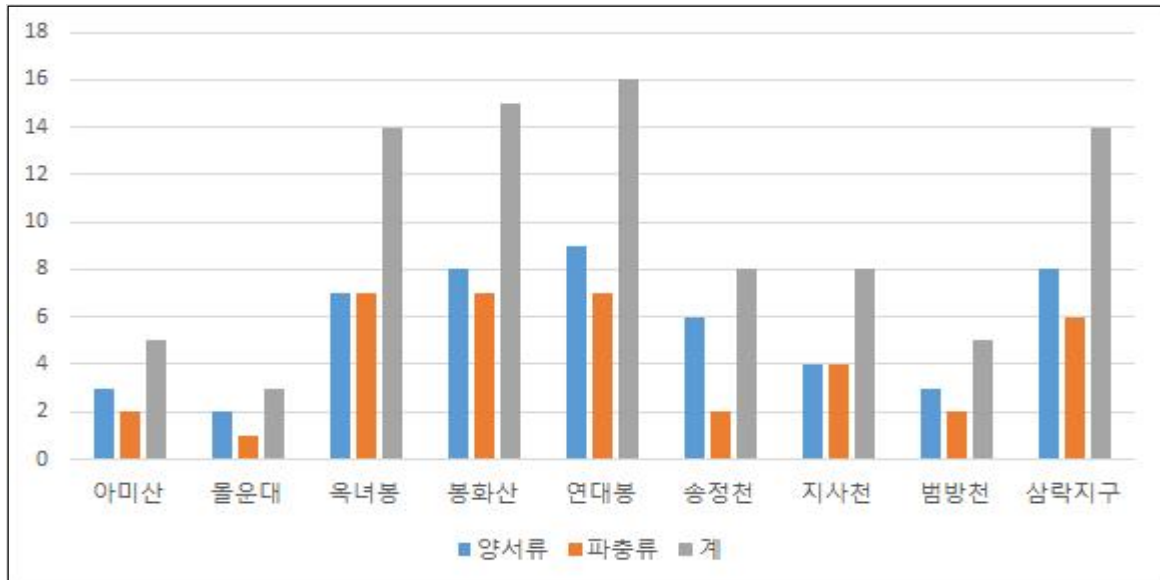


2. 결과

1) 서부산권역의 양서·파충류 서식현황

- 서부산권역에서 확인된 양서·파충류는 양서류 6과 11종, 파충류 6과 13종으로 총 12과 24종이 분포하는 것으로 조사되었다.
- 소권역별 출현 양상으로는 아미산권역에서 양서류 3과 3종, 파충류 1과 2종으로 총 4과 5종, 물운대권역에서는 양서류 2과 2종, 파충류 1과 1종으로 총 3과 3종, 옥녀봉권역에서는 양서류 5과 7종, 파충류 4과 7종으로 총 9과 14종, 봉화산권역에서는 양서류 5과 8종, 파충류 4과 7종으로 총 9과 15종, 연대봉권역에서 양서류 5과 9종, 파충류 3과 7종으로 총 8과 16종, 송정천권역에서는 양서류 3과 6종, 파충류 2과 2종으로 총 5과 8종, 지사천권역에서는 양서류 3과 4종, 파충류 2과 4종으로 총 5과 8종, 범방천권역에서는 양서류 2과 3종, 파충류 2과 2종으로 총 4과 5종, 삼락지구에서는 양서류 5과 8종, 파충류 4과 6종으로 총 9과 14종이 분포하는 것으로 조사되었다.

- 그 외에 법정보호종조사를 위해 추가로 선정된 강동동, 대저동권역에서는 멸종위기야생생물Ⅱ급으로 지정된 양서류의 맹꽂이 1종, 진우도권역에서는 멸종위기야생생물Ⅱ급인 파충류 표범장지뱀 1종이 분포하는 것으로 조사되었다.
- 따라서 각 중권역별 조사결과 연대봉권역에서 총 16종으로 가장 많은 종이 조사되었으며, 그 외에 봉화산권역에서 15종, 옥녀봉권역 및 삼락지구에서 각각 14종, 송정천, 지사천권역에서 각각 8종이 분포하는 것으로 조사되었다.



〈그림 3-6-2〉 권역별 양서·파충류 조사 현황

- 서부산권역에 분포하는 양서·파충류 조사결과 9개 중권역 지역에서 출현빈도가 높은 양서류는 도롱뇽(*Hynobius leechi*), 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*) 등며, 7개 권역에서 분포하고 있는 것으로 조사되어 가장 넓은 지역에 분포하고 있는 것으로 조사되었고, 무당개구리(*Bombina orientalis*), 황소개구리(*Rana catesbeians*) 등이 6개 권역에서 분포하고, 북방산개구리(*Rana dybowskii*)가 5개 권역에서, 두꺼비(*Bufo bufo gargarizans*)가 4개 권역, 움개구리(*Rana rugosa*)가 3개 권역에서 분포하는 것으로 조사되었다.
- 파충류의 권역별 출현빈도는 유�혈목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 2종이 7개 권역에서 분포하는 것으로 조사되어 가장 많은 권역에서 분포하는 것으로 조사되었으며, 그 외에 즐장지뱀(*Takydromus wolteri*)이 5개 권역에서 분포하는 것으로 조사되었고, 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*), 무자치(*Enhdiis rufodorsata*) 등이 3개 권역에서 분포하는 것으로 조사되었다.
- 서부산권역에 분포하는 양서·파충류 조사결과 법정보호종으로는 멸종위기야생생물Ⅱ급인 맹꽂이(*Kaloula boreali*), 표범장지뱀(*Eremias argus*) 2종이 분포하는 것으로 조사되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*), 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*) 2종이 분포하는 것으로 조사되었다.

〈표 3-6-2〉 서부산권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	아미산	물운대	옥녀봉	봉화산	연대봉	송정천	지사천	범방천	강동등대저동	진우도	삼락지구	문헌	비고	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i> 도롱뇽	A:1	E	E	E,L	E	E					A:1,E	■		
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i> 무당개구리	A:5	A:18	A:4	A:5	A:58		A:5					■		
	Family Microhylidae 맹꽁이과 <i>Kaloula boreali</i> 맹꽁이									E,S,L		A:5 E,S	■	별 II	
	Family Bufonidae 두꺼비과 <i>Bufo bufo gargarizans</i> 두꺼비			A:1	A:1	A:1						A:2	■		
	<i>Bufo stejnegeri</i> 물두꺼비					H						A:1	■		
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i> 청개구리			A:1	A:2	A:1	A:3	A:2	A:1				A:2	■	
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i> 참개구리			A:2	A:4	A:5	A:5,L	A:2	A:8				A:10	■	
	<i>Rana rugosa</i> 오개구리				A:2	A:6	A:2							■	
	<i>Rana dybowskii</i> 북방산개구리	A:1		E,A:2	E	A:3,E,L	A:1							■	
	<i>Rana coreana</i> 한국산개구리							A:1					A:3	■	
<i>Rana huanrenensis</i> 계곡산개구리													■		
<i>Rana catesbeians</i> 황소개구리			H	A:3,S	S,A:1	A:9,L		A:4				A:7	■	교	
	소 계	3	2	7	8	9	6	4	3			8	11		
파 충 류	Family Emydidae 남생이과 <i>Trachemys scripta elegans</i> 붉은귀거북						A:1	A:1				A:1	■	교	
	<i>Chinemys reevesii</i> 남생이												■	별 II	
	Family Trionychidae 자라과 <i>Pelodiscus sinensis</i> 자라												■		
	Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Eremias argus</i> 표범장지뱀										A:3		■	별 II	
	<i>Takydromus wolteri</i> 줄장지뱀			A:1	A:1	A:1			A:1			A:3	■		
	Family Gekkonidae 도마뱀부치과 <i>Gekko japonicus</i> 도마뱀부치		H										A:1	■	
	Family Scincidae 도마뱀과 <i>Leiopismma laterale</i> 도마뱀			H	H									■	
	<i>Takydromus amurensis</i> 아무르장지뱀													■	
	Family Colubridae 뱀과 <i>Enhdiis rufodorsata</i> 무자치				A:1			A:1					A:1	■	
	<i>Amphiesma vibakari ruthveni</i> 대륙유혈목이						A:1							■	
	<i>Natrix tigrina lateralis</i> 유혈목이	A:1		A:1	A:2	A:1		A:1	A:2				A:2	■	
	<i>Elaphe dione</i> 누룩뱀	A:1		A:1	A:1	A:1	A:1	A:1					A:2	■	
	<i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> 능구렁이			A:1		A:1								■	
<i>Elaphe schrenckii schrenckii</i> 먹구렁이													■	별 I	
<i>Elaphe schrenckii anomala</i> 황구렁이													■	별 I	
Family Viperidae 살모사과 <i>Agkistrodon ussuriensis</i> 쇠살모사			H	A:1	H								■		
<i>Agkistrodon brevicaudus</i> 살모사					H								■		
<i>Agkistrodon saxatilis</i> 까치살모사			A:1	H									■		
	소 계	2	1	7	7	7	2	4	2	1	1	6	16		
	총 계	5	3	14	15	16	8	8	5	1	1	14	27		

주 1) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), S:Heard the song(울음소리), E:Egg(알), L:Litter(유생)
 2) 별 I, II : 멸종위기 야생생물 I, II 급, 교 : 생태계교란 생물

2) 권역별 현황 결과

(1) 아미산권역

- 아미산은 서측으로 낙동강하구와의 사이에 신평·장림 일반산업단지와 접하여 있으며, 북측, 동측으로는 장림동, 다대동 등의 주거지가 분포하고, 남측으로는 대규모 아파트 주거단지로 둘러싸여 있는 도심의 고립되어 있는 산지지역이다.
- 아미산 정상에는 응봉봉수대가 있으며, 봉수대 아래로 임도가 개설되어 있다.
- 아미산권역에 대한 조사는 총 4개 지점을 중점적으로 조사하였으며, 아미산 지역에 대한 양서·파충류 조사결과 양서류 3과 3종, 파충류 1과 2종으로 총 4과 5종이 분포하는 것으로 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 아미산 서측 사면부에 형성된 경작지 및 초지지역에서 형성된 소용덩이 및 계곡부에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*), 무당개구리(*Bombina orientalis*), 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 등의 양서류가 관찰되었으며, 봉수대로 이어지는 임도 주변 가장자리에서 유�혈목이(*Natrix tigrina lateralis*)가 관찰되었고, 아미산 남측 사면부 계곡 주변(다대사 주변)에서 누룩뱀(*Elaphe dione*)이 관찰되었다.
- 금번 아미산 권역에 우점하는 양서류는 무당개구리로 조사되었으며, 아미산권역에 분포하는 양서·파충류 조사결과 법정보호종 및 멸종위기야생생물에 해당되는 종은 관찰되지 않는 것으로 조사되었다.

〈표 3-6-3〉 아미산권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	아미산				비고
			A-1	A-2	A-3	A-4	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽		A:1			
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	A:2	A:3			
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	A:1				
	소계		2	2			
파 충 류	Family Colubridae 뱀과 <i>Natrix tigrina lateralis</i>	유�혈목이				A:1	
	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀			A:1		
	소계			1	1		
	총계		2	2	1	1	

주) A:Adult(성체)

(2) 물운대권역

- 물운대권역은 사하구 다대동에 낙동강 하구와 바다가 접하는 지점에 위치하고 있는 지역으로 낙동강 하구의 퇴적작용으로 인하여 다대포와 연결되어 육지가 된 지역이다.

- 물운대권역에 분포하는 양서·파충류는 양서류 2과 2종, 파충류 1과 1종으로 총 3과 3종이 분포하는 것으로 조사되었다.
- 출현양상으로는 물운대의 산책로 주변으로 물이 귀한 물운대의 지형적인 특성으로 고려하여 야생동물을 위해 인위적으로 조성한 웅덩이에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*)의 알과, 무당개구리(*Bombina orientalis*)의 성체가 관찰되었다.
- 금번 조사시 파충류는 관찰되지 않았으나 물운대주변 주거지지역에서 도마뱀부치(*Gekko japonicus*)가 야간에 관찰되고 있는 것으로 청문 조사되었다.

〈표 3-6-4〉 물운대권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	물운대			비고
			m-1	m-2	m-3	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	E			
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	A:12	A:6		
	소계		2	1		
파 충 류	Family Gekkonidae 도마뱀부치과 <i>Gekko japonicus</i>	도마뱀부치			H	
	소계				1	
	총계		2	1	1	

주) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), E:Egg(알)



산책로 물웅덩이



도롱뇽 알

〈그림 3-6-3〉 물운대권역의 산책로 물웅덩이와 도롱뇽 알

(3) 옥녀봉권역

- 옥녀봉은 강서구와 김해시 장유면의 경계상에 위치하고 있는 지역으로 주변지역에는 현재 미음개발지구의 개발, 부산신항배후국제산업물류도시 일반산업단지, 부산과학일반산업단지, 신항배후도로 개설 등의 주변의 개발압이 매우 높은 지역이다.
- 옥녀봉권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 5과 7종, 파충류 4과 7종으로 총 9과 14종이 조사되었다.

- 출현양상을 살펴보면 홍국사 주변 절골계곡 지역에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*)의 알, 북방산개구리(*Rana dybowskii*)의 알이 관찰되었으며, 쇠살모사(*Agkistrodon ussuriensis*)가 청문조사 되었으며, 풍상일반산단 북측 산지 계곡부 지역에서 무당개구리(*Bombina orientalis*), 두꺼비(*Bufo bufo gargarizans*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 북방산개구리(*Rana dybowskii*), 줄장지뱀(*Takydromus wolteri*), 능구렁이(*Dinodon rufozonatus rufozonatus*) 등이 관찰되었고, 황소개구리(*Rana catesbeians*)가 분포하는 것으로 청문조사 되었으며, 남측 미음개발지구와 인접한 산지 가장자리 계곡부에서 유헬목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*), 까치살모사(*Agkistrodon saxatilis*) 등의 성체가 관찰되었으며, 도마뱀(*Leiopisma laterale*)이 관찰되는 것으로 청문조사 되었다.

〈표 3-6-5〉 옥녀봉권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	옥녀봉				비고
			O-1	O-2	O-3	O-4	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	E				
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리		A:4			
	Family Bufonidae 두꺼비과 <i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비			A:1		
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리		A:1			
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i> <i>Rana dybowskii</i> <i>Rana catesbeians</i>	참개구리 북방산개구리 황소개구리	E	A:2	A:2		
	소 계		2	4	2		교
파 충 류	Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀			A:1		
	Family Scincidae 도마뱀과 <i>Leiopisma laterale</i>	도마뱀				H	
	Family Colubridae 뱀과 <i>Natrix tigrina lateralis</i> <i>Elaphe dione</i> <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i>	유헬목이 누룩뱀 능구렁이			A:1	A:1 A:1	
	Family Viperidae 살모사과 <i>Agkistrodon ussuriensis</i> <i>Agkistrodon saxatilis</i>	쇠살모사 까치살모사	H			A:1	
	소 계		1		2		
	총 계		3	4	4	4	

주 1) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), E:Egg(알), 교 : 생태계교란 생물

(4) 봉화산권역

- 봉화산권역은 강서구 녹산동에 위치하고 있으며, 서측으로는 보배산, 마봉산과 굴암산으로 이어지는 능선축의 마지막 지역으로 현재 봉화산 동측사면으로는 생곡쓰레기매립장이 조성되어 운영되고 있으며, 북동측으로는 미음개발지구 및 국제산업물류단지 송정북측지역이 포함되어 개발되고 있으며, 신한배후도로 진입도로로 인한 단절이 이루어져있는 지역이다.

- 봉화산권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 5과 8종, 파충류 4과 7종으로 9과 15종이 조사되어 서부산권역에서 연대봉 다음으로 많은 종이 분포하는 지역으로 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 생곡마을 뒤 산지가장자리 경작지 및 초지지역과 계곡부 지역에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*)의 유생 및 알이 관찰되었으며, 무당개구리(*Bombina orientalis*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 옴개구리(*Rana rugosa*) 등의 성체가 관찰되었고, 봉화산 남측 길상사 주변 신촌소류지 주변에서 청개구리(*Hyla japonica*), 도롱뇽의 알, 무당개구리 성체, 북방산개구리의 알, 무자치 성체가 관찰되었으며, 신촌소류지 지역에서는 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*)의 성체 및 울음소리가 청음되었다.
- 봉화산 북측 생곡쓰레기매립장 주변 산지지역의 묘지 주변 및 초지지역에서 줄장지뱀(*Takydromus wolteri*) 성체가 관찰되었으며, 도마뱀(*Leiopisma laterale*)이 출현하는 것으로 탐문조사되었으며, 봉화산 남측 봉화골 주변에서 두꺼비(*Bufo bufo gargarizans*) 성체와 유혈목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*), 쇠살모사(*Agkistrodon ussuriensis*) 성체가 관찰되었으며, 까치살모사(*Agkistrodon saxatilis*)가 분포하는 것으로 청문조사 되었다.

〈표 3-6-6〉 봉화산권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	봉화산				비고
			B-1	B-2	B-3	B-4	
양 서 류	Family Hynobiidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	E,L	E			
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	A:3	A:2			
	Family Bufonidae 두꺼비과 <i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비				A:1	
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리		A:2			
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	A:4				
	<i>Rana rugosa</i>	옴개구리	A:2				
	<i>Rana dybowskii</i> <i>Rana catesbeians</i>	북방산개구리 황소개구리		E A:3,S			교
	소 계		4	5		1	
파 충 류	Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀			A:1		
	Family Scincidae 도마뱀과 <i>Leiopisma laterale</i>	도마뱀			H		
	Family Colubridae 뱀과 <i>Enhdiis rufodorsata</i>	무자치		A:1			
	<i>Natrix tigrina lateralis</i>	유혈목이				A:2	
	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀				A:1	
	Family Viperidae 살모사과 <i>Agkistrodon ussuriensis</i> <i>Agkistrodon saxatilis</i>	쇠살모사 까치살모사				A:1 H	
	소 계			1	2	4	
	총 계		4	6	2	5	

주 1) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), S:Heard the song(울음소리), E:Egg(알), L:Litter(유생)

2) 교 : 생태계교란 생물

(5) 연대봉권역

- 연대봉은 가덕도의 대표적인 산으로 강서구 천성 및 대항동에 위치하고 있다.
- 연대봉권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 5과 9종, 파충류 3과 7종으로 총 8과 16종이 조사되어 서부산권역에서 가장 많은 종이 분포하는 지역으로 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 천가동 남측 경작지지역에서 참개구리(*Rana nigromaculata*) 성체와, 황소개구리(*Rana catesbeians*)의 울음소리가 청음조사 되었다. 천가동에서 천선동으로 넘어가는 임도 입구부 밤나무골 지역에서 무당개구리(*Bombina orientalis*) 성체와, 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 성체, 두꺼비(*Bufo bufo gargarizans*) 성체가 관찰되었으며, 경작지와 산지가장자리 경계부지역에서 유헬목이(*Natrix tigrina lateralis*), 능구렁이(*Dinodon rufozonatus rufozonatus*) 성체가 관찰되었다.
- 천성동 북측의 천성저수지 하류지역 계곡부 지역에서 무당개구리, 청개구리(*Hyla japonica*), 움개구리(*Rana rugosa*) 성체가 관찰되었으며, 줄장지뱀(*Takydromus wolteri*), 대륙유헬목이(*Amphiesma vibakari ruthveni*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 등의 파충류가 관찰되었다.
- 연대봉 북동측으로 이어지는 마봉산 북측 가장자리 해안도로 주변에서 무당개구리, 참개구리 성체가 관찰되었으며, 놀차도 남측 해안도로 주변 경작지 지역에서 무당개구리 성체가 50여개체로 다수 관찰되었고, 참개구리, 움개구리 성체가 관찰되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*) 성체가 관찰되었다.
- 연대봉 남측 하단부 지역인 대항과 새바지로 이어지는 경작지 지역에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*)의 알과 북방산개구리(*Rana dybowskii*)의 알, 유생 등이 관찰되었으며, 금번 조사시에는 관찰되지 않았으나 살모사(*Agkistrodon brevicaudus*), 쇠살모사(*Agkistrodon ussuriensis*) 등이 관찰되는 것으로 탐문조사 되었다.



가덕도 조사현황



도롱뇽 알



가덕도 조사현황



북방산개구리 알

〈그림 3-6-4〉 가덕도 조사현황과 도롱뇽 알 및 북방산개구리 알

〈표 3-6-7〉 연대봉권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	연대봉										비고
			Y-1	Y-2	Y-3	Y-4	Y-5	Y-6	Y-7	Y-8	Y-9	Y-10	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽						E	E	E	E		
	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리		A:2	A:2	A:4	A:50						
	Family Bufonidae 두꺼비과 <i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비		A:1									
	<i>Bufo stejnegeri</i>	물두꺼비									H		
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리			A:1								
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	A:2			A:1	A:2						
	<i>Rana rugosa</i>	옴개구리			A:4		A:2						
	<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리		A:3				E,L			E,L	E	
	<i>Rana catesbeians</i>	황소개구리	S				A:1						
		소 계		2	3	3	2	4	2	1	1	3	1
파 충 류	Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀			A:1								
	Family Colubridae 뱀과 <i>Amphiesma vibakari ruthveni</i>	대륙유혈목이			A:1								
	<i>Natrix tigrina lateralis</i>	유혈목이		A:1									
	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀			A:1								
	<i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i>	능구렁이		A:1									
	Family Viperidae 살모사과 <i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사							H				
	<i>Agkistrodon brevicaudus</i>	살모사							H				
	소 계		2	3		2							
	총 계		2	5	6	2	6	2	1	1	3	1	

주 1) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), S:Heard the song(울음소리), E:Egg(알), L:Litter(유생)
 2) 교 : 생태계교란 생물

(6) 송정천권역

- 송정천은 부산시 강서구 녹산국가산업단지와 경남 진해시 용원동의 경계를 이루고 있는 지방하천으로 기점인 강서구 송정동 옥포마을에서 종점인 강서구 녹산공단해안으로 흐르며, 중류지역에서는 부산신항역과 인접하고, 하류부는 녹산공단지구를 지나고 있는 하천이다.
- 송정천권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 3과 6종, 파충류 2과 2종으로 총 5과 8종이 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 상류부인 옥포소류지 하류지역의 주변 경작지지역이 넓게 분포하는 조사지역에서 도롱뇽(*Hynobius leechi*)의 알, 참개구리(*Rana nigromaculata*)의 성체 및 유생, 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 성체가 관찰되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*) 성체가 관찰되었다.

- 부산신항역 인근 조사지역에서는 참개구리, 옴개구리(*Rana rugosa*) 성체 및 누룩뱀(*Elaphe dione*) 성체가 관찰되었으며, 하류부의 송정초등학교 하부의 소류지지역에서 청개구리(*Hyla japonica*) 성체 및 참개구리 성체와 생태계교란종인 황소개구리 및 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*)의 성체가 출현하는 것으로 조사되었다.

〈표 3-6-8〉 송정천권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	송정천			비고
			S-1	S-2	S-3	
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	E			
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리			A:3	
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	A:2,L	A:1	A:2	
	<i>Rana rugosa</i>	옴개구리		A:2		
	<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	A:1			
	<i>Rana catesbeians</i>	황소개구리	A:2		A:7,L	교
	소 계		4	2	3	
파 충 류	Family Emydidae 남생이과 <i>Trachemys scripta elegans</i>	붉은귀거북			A:1	
	Family Colubridae 뱀과 <i>Elaphe dione</i>	누룩뱀		A:1		
	소 계			1	1	
	총 계		4	3	4	

주 1) A:Adult(성체), E:Egg(알), L:Litter(유생), 교 : 생태계교란 생물

(7) 지사천권역

- 지사천은 지사동에서 시점으로 하여 강서구 생곡동 조만강으로 합류되는 지방하천으로, 상류지역은 지사과학산업단지 조성으로 하천정비가 이루어져 있으며, 하류부는 미음개발지구, 국제산업물류도시, 생곡산업단지 등의 개발지역을 지나고 있어 높은 개발압에 놓여있는 하천이다.
- 지사천권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 3과 4종, 파충류 2과 4종으로 총 5과 8종이 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 하천정비가 이루어진 상류지역에서는 무당개구리(*Bombina orientalis*) 성체가 관찰되었다. 중류지역에서는 무당개구리, 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 한국산개구리(*Rana coreana*) 등의 양서류 성체가 관찰되었으며, 유희목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 등의 파충류 성체가 관찰되었다. 지사천 하류부 지역에서는 무자치(*Enhdiis rufodorsata*) 성체와 생태계교란종인 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*) 성체가 조만강 합류지역에서 관찰되었다.

〈표 3-6-9〉 지사천권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	지사천				비고
			J-1	J-2	J-3	J-4	
양 서 류	Family Discoglossidae 무당개구리과 <i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	A:2	A:3			
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리		A:2			
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리		A:2			
	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리		A:1			
	소 계		1	4			
파 충 류	Family Emydidae 남생이과 <i>Trachemys scripta elegans</i>	붉은귀거북				A:1	
	Family Colubridae 뱀과 <i>Enhdiis rufodorsata</i>	무자치			A:1		
	<i>Natrix tigrina lateralis</i>	유혈목이		A:1			
	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀		A:1			
	소 계			2	1	1	
	총 계		1	6	1	1	

주 1) A:Adult(성체)

(8) 범방천권역

- 범방천은 범방동과 미음동 사이의 하천으로 조만강에 합류되는 하천이며, 상류지역은 미음지구, 하류지역으로는 국제산업물류단지의 개발이 이루어지고 있는 지역에 분포하고 있다
- 범방천권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 2과 3종, 파충류 2과 2종으로 총 4과 5종이 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면, 하천변 제방지역에서 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 줄장지뱀(*Takydromus wolteri*), 유혈목이(*Natrix tigrina lateralis*) 성체가 관찰되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*)가 상·하류지역에서 관찰되었다.

〈표 3-6-10〉 범방천권역의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	범방천			비고
			BB-1	BB-2	BB-3	
양 서 류	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리	A:1			
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리			A:8	
	<i>Rana catesbeians</i>	황소개구리	A:2		A:2	
	소 계		2		3	
파 충 류	Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀		A:1		
	Family Colubridae 뱀과 <i>Natrix tigrina lateralis</i>	유혈목이	A:1		A:1	
	소 계		1	1	1	
	총 계		3	1	4	

주 1) A:Adult(성체)

(9) 삼락지구권역

- 삼락지구는 낙동강 하구지역의 삼락동에서 엄궁동으로 이어지는 낙동강 하구 좌안지역에 발달한 사구지역으로, 낙동강하구 대저지구, 염막지구, 일웅도지구 지역에서 생물다양성이 가장 높은 지역이며, 현재 낙동강살리기사업으로 인한 수변 버드나무군락, 갈대군락이 훼손되어 인공습지로 조성되어 있는 지역이다.
- 삼락지구권역에서 관찰 및 확인된 양서·파충류는 양서류 5과 8종, 파충류 4과 6종으로 총 9과 14종이 조사되었다.
- 출현양상을 살펴보면 삼락지구 상류지역 버드나무, 갈대군락이 원형보전 되어있는 지역에서 멸종위기야생생물Ⅱ급으로 지정된 맹꽂이(*Kaloula boreali*)의 성체 알이 관찰되었으며, 울음소리도 확인되었다. 그 외에 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 한국산개구리(*Rana coreana*) 등의 양서류가 관찰되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*), 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*) 등이 원형보전지내 웅덩이지역에서 관찰되었다.
- 삼락지구 중앙부 지역에는 생태공원이 조성되어있는데 본 지역에서는 도롱뇽(*Hynobius leechi*), 맹꽂이, 두꺼비(*Bufo bufo gargarizans*), 물두꺼비(*Bufo stejnegeri*), 도마뱀붙이(*Gekko japonicus*) 등의 성체가 관찰되었으며, 삼락지구 하류부지역에서는 황소개구리, 줄장지뱀(*Takydromus wolteri*), 무자치(*Enhdiis rufodorsata*), 유헬목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 등의 성체가 관찰되었다.



맹꽂이 알



맹꽂이



줄장지뱀



두꺼비

〈그림 3-6-5〉 삼락지구권역에 서식하고 있는 맹꽂이와 줄장지뱀 및 두꺼비

〈표 3-6-11〉 삼락지구의 양서·파충류 출현종 목록

	학명	국명	삼락지구							비고	
			sam-1	sam-2	sam-3	sam-4	sam-5	sam-6	sam-7		
양 서 류	Family Hynobidae 도롱뇽과 <i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	A:1							E	멸 II 교
	Family Microhylidae 맹꽁이과 <i>Kaloula boreali</i>	맹꽁이	A:3	E,S		A:2					
	Family Bufonidae 두꺼비과 <i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	A:2								
	<i>Bufo stejnegeri</i>	물두꺼비	A:1								
	Family Hylidae 청개구리과 <i>Hyla japonica</i>	청개구리		A:2							
	Family Ranidae 개구리과 <i>Rana nigromaculata</i>	참개구리		A:10							
	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리		A:3							
	<i>Rana catesbeians</i>	황소개구리			A:5			A:2			
	소 계		4	4	1	1		1	1		
	파 충 류	Family Emydidae 남생이과 <i>Trachemys scripta elegans</i>	붉은귀거북			A:1					
Family Gekkonidae 도마뱀부치과 <i>Gekko japonicus</i>		도마뱀부치				A:1					
Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Takydromus wolteri</i>		줄장지뱀					A:3				
Family Colubridae 뱀과 <i>Enhdiis rufodorsata</i>		무자치					A:1				
<i>Natrix tigrina lateralis</i>		유혈목이					A:1				
<i>Elaphe dione</i>		누룩뱀						A:1			
소 계					1	1	3	1			
총 계		4	4	2	2	3	2	1			

주 1) A:Adult(성체), H:Heard the evidence(청문), S:Heard the song(울음소리), E:Egg(알), L:Litter(유생)
 2) 교 : 생태계교란 생물

(9) 양서·파충류 현장 조사 사진



두꺼비



맹꽁이



맹꽁이



맹꽁이 알



두꺼비



맹꽁이



물두꺼비



북방산개구리



까치살모사



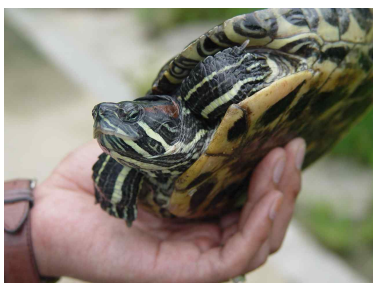
누룩뱀



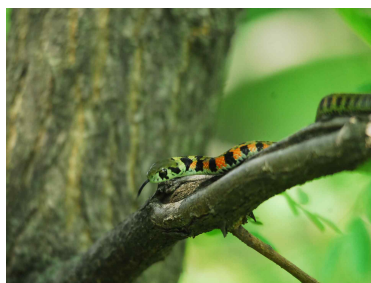
대륙유혈목이



쇠살모사



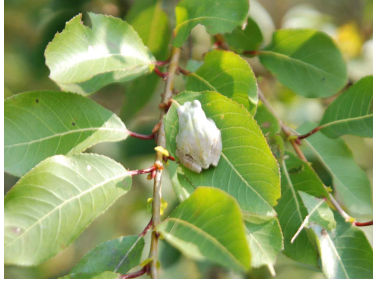
붉은귀거북



유혈목이



표범장지뱀



청개구리



황소개구리 유생



황소개구리



줄장지뱀



줄장지뱀



참개구리



도롱뇽 알



한국산개구리



북방산개구리 알



도롱뇽 알



도롱뇽 유생



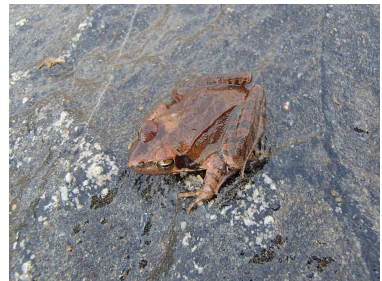
맹꽁이 유생



무당개구리 포집



무당개구리



북방산개구리

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역에서 확인된 양서·파충류는 양서류 6과 11종, 파충류 6과 13종으로 총 12과 24종이 분포하는 것으로 조사되었으며, 중권역 별로는 아미산권역에서 4과 5종, 몰운대권역에서는 3과 3종, 옥녀봉권역에서는 9과 14종, 봉화산권역에서는 9과 15종, 연대봉권역에서 8과 16종, 송정천권역에서는 5과 8종, 지사천권역에서는 5과 8종, 범방천권역에서는 4과 5종, 삼락지구에서는 9과 14종이 분포하는 것으로 조사되었다.
- 출현빈도가 높은 양서류는 도롱뇽(*Hynobius leechi*), 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*) 등이 7개 권역에서 분포하고 있는 것으로 조사되어 가장 넓은 지역에 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 파충류의 권역별 출현빈도는 유헤목이(*Natrix tigrina lateralis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 2종이 7개 권역에서 분포하는 것으로 조사되어 가장 많은 권역에서 분포하는 것으로 조사되었다
- 서부산권역에 분포하는 양서·파충류 조사결과 법정보호종으로는 멸종위기야생생물Ⅱ급인 맹꽂이(*Kaloula boreali*), 표범장지뱀(*Eremias argus*) 2종이 분포하는 것으로 조사되었으며, 생태계교란종인 황소개구리(*Rana catesbeians*), 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*) 2종이 분포하는 것으로 조사되었다.

4. 참고문헌

- 부산광역시. 부산자연환경조사 및 관리시스템개발(3차년도). 2004.10
- 문교부. 한국 동·식물도감(양서·파충류). 1975
- 심재한. 꿈꾸는 푸른 생명 거북과 뱀. 2001
- 심재한. 생명을 노래하는 개구리. 2001
- 백남극, 심재한. 뱀. 2004.
- 국립환경과학원. . 한국 양서·파충류생태도감. 2012.
- 손상호·이용욱. 주머니 속 양서·파충류도감. 2010

제 7 절 어류

1. 연구방법

- 어류는 담수생태계의 환경과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 수질에 따라 서식이 제한된다. 또한 어류는 최상위 포식자로서 먹이연쇄에 기초하여 어류와 연계된 다양한 종에게 영향을 미친다. 따라서 하천의 어류상을 파악하는 것은 하천생태환경을 관리하는데 중요한 기초자료로 활용 될 수 있다(김 등, 2008).
- 본 과업의 조사지점인 서부산권역과 인접한 김해시는 광활한 김해평야를 중심으로 농경활동이 빈번한 지역이며, 농지로부터 유입되는 비료와 농약 등의 비점오염원에 의한 수질오염이 심각하다. 더욱이 하천과 인접한 곳에 형성된 여러 공장단지에 의해 서부산권역의 하천생태환경은 영향을 받고 있다<그림 3-7-1>.
- 또한 서부산권역의 하천은 낙동강 본류 및 서낙동강을 아우르는 낙동강 하구가 존재하는 지역이다. 낙동강 하구에서는 해수로부터 유입되는 염분에 의한 영향을 줄이기 위해 1983~1987년에 걸쳐 낙동강 하구둑이 건설되었으며, 어도를 통해 소상하는 어류들의 영향을 줄이고자 하였으나 해가 갈수록 어류상의 변화가 일어나고 있는 상태이다(전과 권, 2002).



<그림 3-7-1> 서부산권역 내 하천환경의 교란 요인

- 본 연구는 서부산권역 내의 낙동강 본류와 서낙동강 뿐만 아닌 지류 및 계곡을 포함한 조사지점에서 어류상 및 군집구조를 확인 하였다. 또한 선행 실시 된 동부산권역 조사와 중부산권역 조사 결과와 비교를 통해 부산광역시 하천생태계를 효율적이고 체계적으로 관리할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

1) 조사기간

- 본 용역의 총 조사기간은 2015년 5월부터 2016년 4월까지이며, 1차 조사는 2015년 하계(2015년 7월~9월)에 이루어졌으며, 2차 조사는 2016년 춘계(2016년 3월~4월)에 이루어졌다. 자세한 조사 일정은 <표 3-7-1>에 나타내었다.

2) 조사지역

- 조사지역은 크게 낙동강 본류(지점 1), 서낙동강 본류(지점 2), 맥도강 권역 수계(지점 3~5), 조만강 권역 수계(지점 6~10), 삼락생태공원(지점 11) 및 낙동강 하구둑(지점 12)로 나누어 총 12개 지점을 대상으로 어류 서식 현황에 대한 조사를 실시하였다<그림 3-7-2>.
- 2003년에 실시되었던 자연환경기초조사와 동일지점을 선정하여 비교하였으며, 수계전체의 어류상을 파악하기 위해 조만강 수계의 상류구간(2지점; 지점9와 지점 10)을 추가로 선정하여 조사를 실시하였다. 또한 낙동강 하구 주위의 어류 서식 현황에 대해 파악하기 위해 추가로 2지점(지점 11, 지점 12)을 선정하였다.

① 낙동강 본류

지점 1 : 부산광역시 강서구 대저동 낙동강교

② 서낙동강 본류

지점 2 : 부산광역시 강서구 강동동 김해교

③ 맥도강 권역 수계

지점 3 : 부산광역시 강서구 강동동 가락교

지점 4 : 부산광역시 강서구 명지동 순아교

지점 5 : 부산광역시 강서구 명지동 염막지구

④ 조만강 권역 수계

지점 6 : 경상남도 김해시 장유면 무계리

지점 7 : 부산광역시 강서구 녹산동

지점 8 : 부산광역시 강서구 범방동 둔치도

지점 9 : 경남 김해시 무계동 무계교

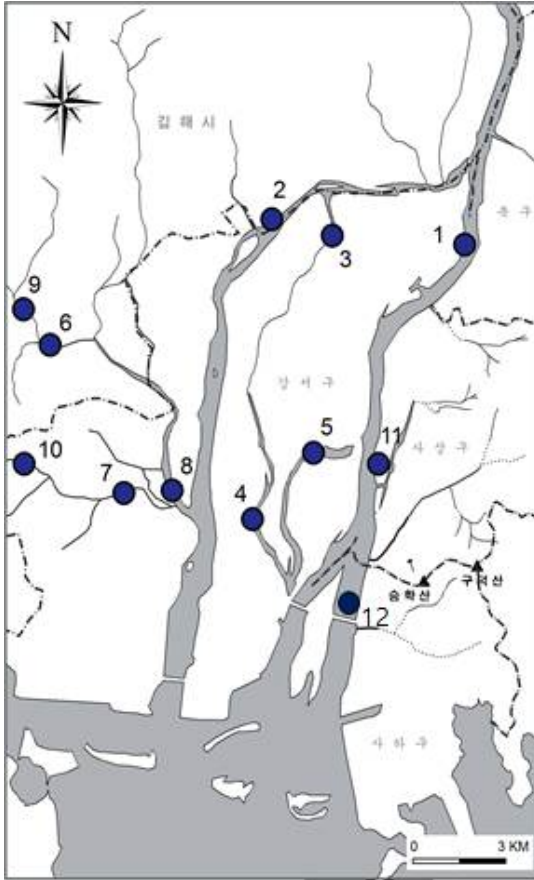
지점 10 : 부산 강서구 지사동

⑤ 삼락생태공원

지점 11 : 부산광역시 사상구 삼락동

⑥ 낙동강 하구둑

지점 12 : 부산광역시 사하구 하단동



〈그림 3-7-2〉 담수어류 조사지점도

〈표 3-7-1〉 서부산권역 어류 조사일정

조사하천	조사기간(1차)	조사기간(2차)
지점 1	2015. 08. 17	2016. 04. 06
지점 2	2015. 08. 17	2016. 04. 06
지점 3	2015. 07. 28	2016. 04. 06
지점 4	2015. 08. 17	2016. 03. 17
지점 5	2015. 08. 17	2016. 03. 17
지점 6	2015. 07. 16	2016. 03. 30
지점 7	2015. 07. 16	2016. 04. 06
지점 8	2015. 08. 17	2016. 04. 06
지점 9	2015. 07. 16	2016. 03. 30
지점 10	2015. 07. 16	2016. 03. 30
지점 11	2015. 07. 28	2016. 03. 17
지점 12	2015. 10. 06	2015. 11. 06

3) 조사방법

(1) 기초수질 및 하천자연성 서식처 평가 조사

- 담수어류상의 조사에 있어 기초적인 보조자료로 기본적인 서식환경 조사를 실시하였다. 수온 (Water temperature, ℃)과 용존산소(Dissolved oxygen, mg/l 및 % 농도)는 DO meter (YSI model no. 85)를 이용하여 현장에서 측정하였다. 또한 수소이온농도(pH)는 pH meter (Orion model no. 230A)를 이용하고, 전기전도도(Conductivity, $\mu\text{s}/\text{cm}$)는 Conductivity meter (YSI model no. 30)를 이용하여 현장에서 측정하였다. 알칼리도(Alkalinity, mg/l CaCO_3)는 적정법 (Wetzel & Likens, 1991)을 이용하고, 탁도(Turbidity, NTU)는 Turbidity meter (HF instrument model no. 20012)를 이용하여 측정하였다.
- 서식수변환경지수의 경우 환경부의 하천건강성평가의 서식 및 수변환경 평가 기준을 따랐다(환경부, 2013). 평가의 항목은 종적 요소(자연적 종형사주, 하도 정비 및 하도특성의 자연성 정도), 횡적 요소(하천변 폭, 저수로 하안공, 제방하안 재료), 서식처 요소(유속 다양성, 저질상태, 횡구

조물), 교란 요소(제외지 토지이용, 제내지 토지이용)의 10 개 항목으로 구성된다. 각 항목당 평가는 4개 등급으로 구분하여 0~30점씩 평가를 하였고 합산된 값에 2를 나누어 평균점수를 등급화 하였다. 이러한 평균점수가 76 이상은 I 등급, 51~75은 II등급, 26~50는 III등급, 25이하는 IV등급으로 분류하였다. I등급은 가장 자연도가 높은 경우이며 IV등급은 가장 낮은 자연성을 의미한다. 서식수변환경지수 평가는 보통 현장조사의 경험이 있는 사람이 작성하도록 하였으며 가능한 동일한 사람이 모든 조사 지점에서 평가를 실시하였다.

(2) 담수어류상 조사

- 각 조사지점의 담수어류상 분석을 위하여, 채집도구로는 주로 족대(망목: 5×5 mm)와 투망(망목: 7×7 mm)을 이용으로 실시하였다. 단, 지점 12의 경우, 수변부에서 조사가 불가능하였기 때문에 수계 중앙에서 자망(망목: 50×50mm, 길이 100m)과 정치망(망목 10×10mm)을 이용하여 채집하였다. 따라서 조사방법의 차이로 다른 조사지점과의 비교·분석에서는 제외하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정하고, 자원보호를 위하여 동정 및 개체수 확인이 끝난 개체는 기록 후 채집된 지점에 방류하였다. 또한 외래종인 배스(*Micropterus salmoides*)와 블루길(*Lepomis macrochirus*)은 환경부에서 지정한 교란종이므로(환경부령 제469호) 방류하지 않고 폐기하였다. 이미 죽었거나 동정이 어려운 종은 10% 중성포르말린용액에 고정한 뒤, 분류·동정하였다. 채집된 어류의 동정은 최 등(1990), 김과 강(1993) 및 김과 박(2002)을 이용하고, 분류체계는 Nelson(2006)을 따랐다.

(3) 분석 방법

- 우점도 : 군집내의 종의 편중정도를 나타내는 지수로서 많은 종이 출현하더라도 한 종에 출현개체가 편중되면 높은 값을 나타내는 것으로 Simpson's index(Simpson, 1949)를 사용하였다.

$$D = \sum(n_i(n_i-1))/(N(N-1))$$

D : 우점도 지수

N : 총 개체수

n_i : i번째 종의 개체수

- 다양도 : 군집의 종 풍부도 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하는 군집의 복잡성을 나타내는 지수로서 Shannon-Weaver Index(Pielou, 1966)를 이용하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

H' : 다양도

P_i : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 (n_i/N)로 계산

(n_i : 각 종의 개체수, N : 군집내의 전 개체수)

- 균등도 : 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때가 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집 내 종 구성의 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하였다.

$$E = H' / \ln(S)$$

E : 균등도
H' : 다양도
S : 전체 종수

- 풍부도 : 각 조사 지점별로 총 개체수와 총 종수의 값으로 Margalef(1958)의 지수를 이용하여 산출하였다. 지수 값은 종의 구성을 나타내므로 하천의 환경상태를 파악할 수 있다.

$$RI = (S - 1) / \ln(N)$$

RI : 풍부도
S : 전체종수
N : 총개체수

- 서식분포 : 동정된 어류상은 재래종(native), 고유종(endemic), 외래종(exotic), 이입종(introduced) 4개 분류로 나누어 표시하였다(김과 박, 2002).

(4) 문헌조사

- 본 조사의 결과는 서부산권역 내 어류상의 변화를 파악하기 위해, 선행 연구(본 조사와 가장 유사한 지점을 선정)의 결과와 비교하였다(조, 2003; 부산광역시, 2002; 김해시, 2012; 김해시, 2014). 또한 10년 전에 실시된 자연환경기초조사 및 관리시스템개발 용역 3차년도에 실시된 서부산권역 조사 결과(2004)와 본 조사결과의 어류상을 비교 분석하였다.

3. 결과

1) 기초수질

- 조사기간 동안의 기초 수질은 자연성이 높은 상류 수계를 제외하고 악화된 상태를 나타냈다. 용존산소 포화도의 경우, 지점 3, 6, 7, 11을 제외하고 100% 이상의 산소 포화도를 보였고, pH도 산소포화도와 비례하여 값이 나타나는 경향을 보였다. 탁도의 경우, 지점 1, 3, 8, 9를 제외하고 30 NTU 이상의 값을 나타내었다. 특히 지점 10의 경우 100 NTU 이상의 높은 값을 나타내었다 <표 3-7-2>. 지점 4의 경우 하천 주위로 많은 공장단지들이 들어서 있었으며, 상대적으로 높은 전기전도도 값이 측정되었다. 강서구 일대의 조사지점의 대부분은 하천 주변을 농경지로 이용하고 있었다. 따라서 농경활동에 따른 비점오염원 유입으로 인해 악화된 수질을 보인 것으로 사료되며, 그 외의 구간에서는 도로 및 시가지로 이용되고 있기 때문인 것으로 판단된다.

〈표 3-7-2〉 서부산권역 하천 수계별 기초수질(2회)

지점	수온	용존산소		pH	전기전도도	알칼리도	탁도
	℃	mg/l	%		mS/cm	mg/l	NTU
1	21.0 ±10.4	10.9 ±2.5	118.5 ±3.0	8.35 ±0.53	304.0 ±85.6	63 ±12.7	12.7 ±1.6
2	22.8 ±9.3	9.8 ±2.0	111.9 ±3.3	8.39 ±0.25	298.9 ±37.5	60 ±2.8	25.9 ±3.1
3	22.0 ±10.5	8.7 ±3.0	96.3 ±14.6	7.52 ±0.29	468.6 ±211.4	55 ±7.1	19.0 ±11.2
4	21.6 ±11.7	13.3 ±2.0	148.3 ±11.2	8.71 ±0.46	837.0 ±398.8	91 ±32.5	34.1 ±22.3
5	20.5 ±12.2	11.5 ±2.9	124.0 ±1.4	8.86 ±0.06	970.5 ±149.2	102 ±2.8	36.4 ±12.6
6	20.3 ±6.4	8.9 ±3.9	95.5 ±31.7	7.27 ±0.16	411.4 ±16.3	40 ±11.3	30.0 ±27.4
7	20.1 ±4.6	8.2 ±0.3	90.6 ±5.4	7.09 ±0.20	272.0 ±123.8	172 ±158.4	30.2 ±20.4
8	23.9 ±8.8	8.7 ±3.1	105.7 ±54.0	7.21 ±0.46	730.5 ±31.8	88 ±0.0	19.7 ±4.8
9	18.8 ±5.2	11.7 ±0.8	125.3 ±5.0	7.59 ±0.59	126.8 ±7.6	36 ±25.5	9.3 ±0.3
10	16.8 ±5.2	10.5 ±0.6	108.2 ±5.5	7.66 ±0.69	358.8 ±229.4	32 ±25.5	112.7 ±106.5
11	21.9 ±12.8	8.1 ±0.8	93.9 ±32.5	7.40 ±0.21	233.2 ±67.3	69 ±60.8	13.5 ±0.8

2) 서식수변환경지수

- 대부분의 지점들이 C등급 이하의 등급을 나타내었고, 하천이 농경활동 및 공단의 존재로 인한 인위적인 교란이 심하게 나타나고 있는 것으로 평가되었다. 평가항목별로 비교해보면, 하천의 내부의 하상 및 하안부의 경우 자연성을 유지하고 있었으며 하천 주변의 제내지의 경우, 경작지로 이용하거나 공원 산책로 및 공단으로 이용되고 있는 등의 인위적인 변형이 많이 이루어져 있었다(그림 3-7-3). 유일하게 D등급을 받은 지점 6의 경우, 주변식생대가 없이 농경지로 연결되어 있었으며 하상은 매우 단조로운 형태를 나타내었다. 또한 제내지는 도로와 민가로 구성되어 있었으며, 제방은 콘크리트로 이루어져 가장 낮은 등급으로 평가되었다(표 3-7-3).



〈그림 3-7-3〉 인위적 교란 요인(왼쪽 : 지점 3; 오른쪽 : 지점 8)

〈표 3-7-3〉 각 조사지점별 하천자연도지수

수계	조사지점	서식수변환경지수		종적	횡적	서식처	교란
		값	등급				
낙동강	1	43	C	15/35	25/55	45/90	1/20
	전체	43	C	15/35	25/55	45/90	1/20
서낙동강	2	39	C	20/35	5/55	48/90	5/20
	전체	39	C	20/35	5/55	48/90	5/20
맥도강	3	29	C	10/35	0/55	38/90	10/20
	4	41.5	C	5/35	35/55	38/90	5/20
	5	54	B	15/35	35/55	45/90	13/20
	전체	41.5	C	10.0/35	23.3/55	40.3/90	9.3/20
조만강	6	22	D	5/35	0/55	38/90	1/20
	7	29	C	25/35	20/55	8/90	5/20
	8	50.5	B	15/35	35/55	38/90	13/20
	9	34	C	3/35	10/55	50/90	5/20
	10	45.5	C	11/35	5/55	70/90	5/20
	전체	36.2	C	11.8/35	14/55	40.8/90	5.8/20
삼락 생태공원	11	39.5	C	15/35	25/55	38/90	1/20
	전체	39.5	C	15/35	25/55	38/90	1/20
전체		38.8	C	12.6/35	17.7/55	41.5/90	5.8/20

- 본 조사의 서식수변환경지수 평가 결과를 타 권역과 비교해 보면 서부산권역이 가장 낮은 점수를 나타내었다. 부산광역시 권역 내의 동부산권역 하천자연성 평가의 경우, 서부산권역(본 조사)에 비해 모든 평가지수로부터 높은 평균점수를 보여 서식수변환경지수 값이 더 높았고, 등급도 한 단계 더 높은 B등급을 평가 받았다. 또한 중부산권역의 평가 점수에 비해서도 낮은 평균 값을 나타내었다. 따라서 서부산권역 일대의 하천의 자연성은 타권역에 비해 비교적 낮다고 볼 수 있다.
- 본조사의 서식수변환경지수 평가는 종적, 서식처 평가항목에서는 중부산권역에 비해 낮은 평균 점수를 받았으나 횡적, 교란 평가항목에서는 중부산권역에 비해 높은 평균점수를 받았다. 따라서 일부 항목에서는 중부산권역에 비해 자연성이 비교적 높다고 볼 수 있다.
- 권역별 하천자연도 등급을 비교했을 때, 서부산권역은 동부산권역에 비해 낮은 등급별 구간지수

를 보였다. 전국과의 비교에서도 1등급 낮은 평가를 받았으며, 등급별구간수에서 D등급이 전국(2014)보다 높은 값을 보였다. 반면 중부산권역에 비해 A등급은 없었으나 B등급과 C등급의 비율이 더 높고, D등급의 비율이 더 낮음으로써 등급별 구간수에서는 서부산권역이 비교적 높은 자연성등급 평가를 받았다(표 3-7-5).

- 결론적으로 서부산권역은 서식수변환경지수 평가에서 타 권역에 비해 전체적으로 낮은 평균 점수를 나타내었다. 하지만 황적, 교란 항목에서 상대적으로 높은 평가를 받기도 하였고, B등급으로 평가 받아 높은 자연성을 지닌 구간(지점 5, 지점 8)이 존재하였다. 따라서 자연성이 높은 지점에 대한 유지 및 관리가 요구된다.

〈표 3-7-4〉 부산광역시 권역별 하천자연도지수 비교

권역	조사구간수	서식수변환경지수		종적	황적	서식처	교란
		값	등급				
동부산권역	25	59.6	B	23.2/35	32.4/55	53.3/90	10.4/20
중부산권역	35	42.6	C	16.6/35	15.9/55	50.7/90	4.8/20
서부산권역	11	38.8	C	12.6/35	17.7/55	41.5/90	5.8/20

〈표 3-7-5〉 부산광역시 권역별 하천자연도 등급 비교

권역	조사구간수 (개)	서식수변환경지수		등급별구간수(%)			
		평균	등급	A등급 (최상)	B등급 (양호)	C등급 (보통)	D등급 (불량)
동부산권역	25	59.6	B	6(24.0)	11(44.0)	8(32.0)	0(0.0)
중부산권역	35	42.6	C	5(14.3)	6(17.1)	19(54.3)	5(14.3)
서부산권역	11	38.8	C	0(0.0)	2(18.2)	8(72.7)	1(9.1)
*전국	960	53.8	B	104(10.8)	466(48.5)	350(36.5)	40(4.2)

자료: 2014년 서식 및 수변환경을 이용한 수생태계 건강성 평가, 환경부

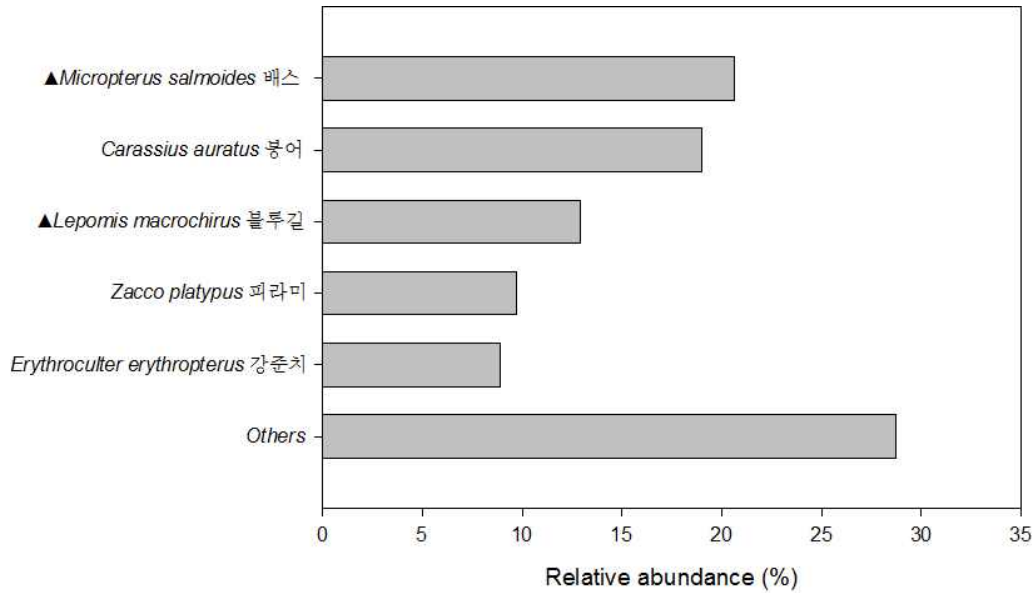
3) 담수어류상

- 본 조사에서 서식이 확인된 어류는 총 13과 30종으로 330개체가 채집되었다. 모든 지점(총 12지점)에서 어류가 서식하고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 가장 넓은 분포를 보이는 종은 외래종인 블루길(*L. macrochirus*)으로써 8개 지점(항존도 : 72.7%)에서 출현하였다. 우점종은 배스(*M. salmoides*)로 총 51개체가 채집되어 상대풍부도(Relative abundance : RA)가 20.6%를 나타내었다. 그 다음으로는 붕어(*Carassius auratus*, RA 18.6%), 블루길(*L. macrochirus*, RA 14.2%) 등의 순으로 나타났다(표 3-7-6)〈그림 3-7-4〉. 서부산권역의 어류상은 외래종의 우점이나 출현 지점수가 높은 경향을 나타내었다.

172 | 제2차 부산자연환경조사

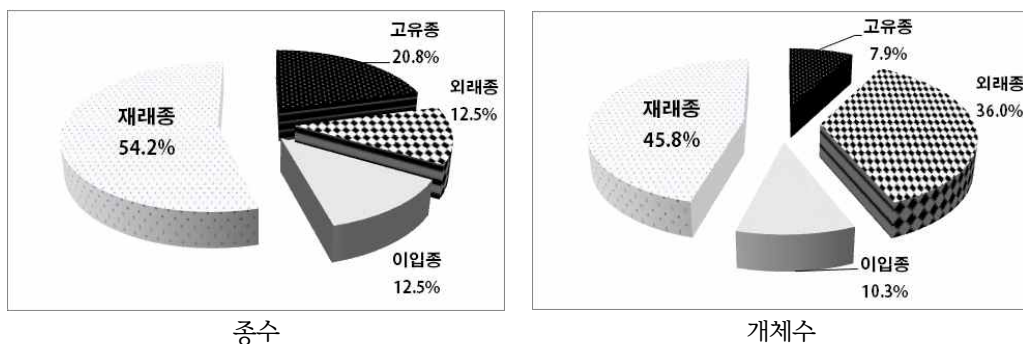
〈표 3-7-6〉 지점별 출현종 (*, 고유종; ▲, 외래종; #, 이입종; TI, 총개체수; FR, 출현빈도; RA, 상대풍부도; 단, 지점 12는 지망·정치망 조사지점, 분석제외)

과 명	Family	종 명	Species	조사지점												TI	FR	RA		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
멸치과	Engraulidae	옹어	<i>Coilia nasus</i>												20	1	6.1			
		멸치	<i>Engraulis japonicus</i>												3	3	1	0.9		
청어과	Clupeidae	벤댕이	<i>Sardinella zunasi</i>												1	1	1	0.3		
		잉어	<i>Cyprinus carpio</i>	1	1				1						1	4	4	1.2		
잉어과	Cyprinidae	붕어	<i>Carassius auratus</i>		7				1	2					37	5	17.0			
		떡붕어	▲ <i>Carassius curvieri</i>							3					3	3	1	0.9		
		큰납자리	<i>Acanthorhodeus macropterus</i>				2									4	2	1.2		
		돌고기	<i>Pungtungia herzi</i>								1					1	1	0.3		
		긴물개	* <i>Squalidus gracilis majimae</i>								1					1	1	0.3		
		누치	<i>Hemibarbus labeo</i>												3	3	1	0.9		
		버들치	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>									4				4	1	1.2		
		피라미	<i>Zacco platypus</i>						2		22					24	2	7.3		
		꼬리	# <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	2				1								3	2	0.9		
		치리	* <i>Hemiculter eigenmanni</i>					1	3	6						13	4	3.9		
		강준치	# <i>Erythroculter erythropterus</i>			2	8	1	2		5					4	1	23	7	7.0
		미꾸리과	Cobitidae	미꾸리	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>							1					2	2	0.6	
미꾸라지	<i>Misgurnus mizolepis</i>														3	3	1	0.9		
메기과	Siluridae	메기	<i>Silurus asotus</i>												1	1	0.3			
		은어	<i>Plecoglossus altivelis</i>												1	1	0.3			
숭어과	Mugilidae	숭어	<i>Mugil cephalus</i>						5	1					21	3	8.2			
		농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>												6	6	1	1.8		
꺼지과	Centropomidae	검농어	<i>Lateolabrax maculatus</i>												1	1	0.3			
		꺼지	* <i>Coreoperca herzi</i>								2				2	1	0.6			
검정우럭과	Centrarchidae	블루길	▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	3	2	8	1	2	8	5				7	11	47	9	14.0		
		베스	▲ <i>Micropterus salmoides</i>	3	21	3		3		5	4				13	2	54	8	16.0	
동사리과	Odontobutidae	동사리	* <i>Odontobutis platycephala</i>												3	3	1	0.9		
		갈문망둑	<i>Rhinogobius giurinus</i>								1					1	1	0.3		
망둑어과	Gobiidae	민물검정망둑	# <i>Tridentiger brevispinis</i>		1										1	1	0.3			
		검정망둑	<i>Tridentiger obscurus</i>	10	5	1										18	4	5.5		
기물치과	Channidae	기물치	* <i>Channa argus</i>												1	1	0.3			
		총 개체수		19	29	22	11	7	14	15	23	46	1	66	77	330				
		출현 종수		5	4	6	3	4	4	5	7	13	1	7	11	30				



〈그림 3-7-4〉 우점종들의 상대풍부도 (▲, 외래종)

- 고유종은 총 4과 5종으로 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*, RA 0.4%), 치리(*Hemiculter eigenmanni*, RA 5.3%), 꺾지(*Coreoperca herzi*, RA 0.8%), 동사리(*Odontobutis platycephala*, RA 1.2%), 가물치(*Channa argus*, RA 0.4%)가 채집되었다. 고유종에 대한 고유화빈도는 20.8%로 나타나 Kim(1995)이 밝힌 한반도 전체 고유화빈도 25.9%에 비해 낮았다. 또한 개체수의 비율로 봤을 때, 고유종의 개체수는 7.9%로써 다른 종에 비해 비교적 낮은 값을 나타내었다. 이입종의 경우, 고유종 치리(*H. eigenmanni*)를 제외하고 꼬리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*), 강준치(*Erythroculter erythropterus*), 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*)으로 3종이 채집되었다. 외래종은 총 2과 3종으로 조만강 수계 지점 9에서 떡붕어가 채집되었고, 지점 10을 제외한 전지점에서 블루길(*L. macrochirus*, RA 14.2%)과 배스(*M. salmoides*, RA 20.6%)의 서식을 확인하였다. 또한 종수의 비교에서는 외래종이 다른 종들에 비해 상대적으로 낮은 비율을 보였으나, 개체수로 비교하였을 경우 36.0%으로 비교적 높은 비율을 나타내었다(그림 3-7-5).



〈그림 3-7-5〉 고유종, 재래종, 이입종 및 외래종의 상대풍부도 비율

- 조사된 어류상을 바탕으로 군집구조를 분석한 결과, <표 3-7-7>과 같이 나타났다. 지점 9에서 다양도 지수와 종풍부도 지수가 다른 지점에 비해 가장 높은 것으로 나타났다. 반면 1종만 채집되어 비교·분석이 어려운 지점 10을 제외하고 지점 4에서 가장 낮은 다양도, 풍부도 값과 가장 높은 우점도를 보였다. 전체적으로 다양도 지수는 2.42로 나타났으며, 우점도는 0.12, 균등도는 0.47, 종풍부도는 4.16을 나타내었다. 이는 2013년에 실시한 동부산권역의 조사결과에 비하면 우점도가 높고, 다양도, 풍부도가 낮았으나 균등도 지수는 동부산권역보다 높은 값을 나타냈다. 또한 2014년에 실시한 중부산권역 조사결과와 비교했을 때, 우점도를 제외한 모든 지수에서 더 높은 값이 나타나 중부산권역에 비해 생물지수가 높은 것으로 평가되었다<표 3-7-8>.

<표 3-7-7> 각 조사지점별 생물지수

수계	지점	다양도	우점도	균등도	종풍부도
낙동강	1	1.31	0.34	0.74	1.36
	전체	1.31	0.34	0.74	1.36
서낙동강	2	0.84	0.56	0.58	0.89
	전체	0.84	0.56	0.58	0.89
맥도강	3	1.50	0.26	0.75	1.62
	4	0.76	0.57	0.71	0.83
	5	1.28	0.31	0.90	1.54
	전체	1.73	0.21	0.70	1.90
조만강	6	1.12	0.40	0.76	1.14
	7	1.36	0.30	0.78	1.48
	8	1.78	0.18	0.85	1.91
	9	1.92	0.26	0.53	3.13
	10	0.00	1.00	1.00	0.00
	전체	2.60	0.11	0.61	4.57
삼락생태공원	11	1.32	0.37	0.53	1.43
	전체	1.32	0.37	0.53	1.43
전체		2.42	0.12	0.47	4.16

<표 3-7-8> 부산광역시 권역별 생물지수 비교

지점	우점도	다양도	균등도	종풍부도
동부산권역	0.09	2.85	0.43	5.64
중부산권역	0.28	1.71	0.31	2.65
서부산권역 (본 조사)	0.12	2.42	0.47	4.16

(1) 낙동강 본류 수계(지점 1)

- 총 3과 5종 19개체가 채집되었다. 우점종은 검정망둑(*Tridentiger obscurus*, RA 52.6%)이었으며, 아우점종은 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)로 각각 3개체(RA 15.8%)가 채집되었다. 외래종은 2종이 채집되었으며(RA 31.6%), 이입종으로 끄리(*O. u. amurensis*, RA 10.5%)가 채집되었다. 재래종은 2종(RA 57.9%)이 채집되었다(표 3-7-9).

〈표 3-7-9〉 낙동강 본류의 채집 종과 개체수(▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	낙동강 본류
		1
Cyprinidae	잉어과	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	1
# <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	2
Centrarchidae	검정우럭과	
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	3
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	3
Gobiidae	망둑어과	
<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	10
총 개체수		19
출현 종수		5

(2) 서낙동강 수계(지점 2)

- 총 2과 4종 29개체가 채집되었다. 우점종은 배스(*M. salmoides*, RA 72.4%)였으며, 아우점종은 검정망둑(*T. obscurus*, RA 17.2%), 블루길(*L. macrochirus*, RA 6.9%)의 순으로 나타났다. 외래종은 2종이 채집되었으며(RA 79.3%), 외래종의 개체수가 전 조사지점(본 조사지점을 제외한 나머지 10개의 조사지점)과 비교해 높은 비율을 나타내었다. 이입종으로 민물검정망둑(*T. brevispinis*)이 채집되었다. 재래종은 1종(RA 17.2%)이 채집되었다(표 3-7-10).

〈표 3-7-10〉 서낙동강 본류의 채집 종과 개체수(▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	서낙동강 수계
		2
Centrarchidae	검정우럭과	
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	2
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	21
Gobiidae	망둑어과	
# <i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑	1
<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	5
총 개체수		29
출현 종수		4

(3) 맥도강 수계(지점 3~5)

- 총 3과 7종 40개체가 채집되었다. 우점종은 강준치(*E. erythropterus*, RA 27.5%)와 블루길(*L. macrochirus*, RA 27.5%)이었으며, 아우점종은 붕어(*C. auratus*, RA 17.5%)로 나타났다. 고유종으로 치리(*H. eigenmanni*, RA 2.5%)가 채집되었으며, 외래종은 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)로 2종이 채집되었다(RA 42.5%). 이입종으로 강준치(*E. erythropterus*)가 채집되었다. 재래종은 4종(RA 27.5%)이 채집되었다<표 3-7-11>.

<표 3-7-11> 맥도강 수계의 채집 종과 개체수(※, 고유종; ▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	맥도강 수계			합계
		3	4	5	
Cyprinidae	잉어과				
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	1			1
<i>Carassius auratus</i>	붕어	7			7
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리		2		2
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리			1	1
# <i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	2	8	1	11
Centrarchidae	검정우럭과				
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	8	1	2	11
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	3		3	6
Gobiidae	망둑어과				
<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	1			1
총 개체수		22	11	7	40
출현 종수		6	3	4	7

(4) 조만강 수계(지점 6~10)

- 총 9과 22종 99개체가 채집되었다. 우점종은 피라미(*Zacco platypus*, RA 24.2%)였으며, 아우점종은 블루길(*L. macrochirus*, RA 13.1%)로 나타났다. 고유종으로 긴물개(*S. g. majimae*, RA 1.0%), 치리(*H. eigenmanni*, RA 9.1%), 꺾지(*C. herzi*, RA 2.0%), 동사리(*O. platycephala*, RA 3.0%)로 4종이 채집되었으며(RA 15.1%), 외래종은 떡붕어(*Carassius cuvieri*, RA 3.0%), 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*, RA 9.0%)로 3종이 채집되었다(RA 25.3%). 이입종으로 꼬리(*O. u. amurensis*)와 강준치(*E. erythropterus*)가 채집되었다. 재래종은 13종(RA 51.5%)이 채집되었다<표 3-7-12>.

〈표 3-7-12〉 조만강 수계의 채집 종과 개체수(※, 고유종; ▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	조만강 수계					합계
		6	7	8	9	10	
Cyprinidae	잉어과						
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어			1			1
<i>Carassius auratus</i>	붕어		1		2		3
▲ <i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어				3		3
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리			2			2
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기				1		1
※ <i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴몰개				1		1
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치				4		4
<i>Zacco platypus</i>	피라미		2		22		24
# <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	1					1
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	3	6				9
# <i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	2		5			7
Cobitidae	미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리		1			1	2
<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지				3		3
Siluridae	메기과						
<i>Silurus asotus</i>	메기				1		1
Osmeridae	바다빙어과						
<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어				1		1
Mugilidae	송어과						
<i>Mugil cephalus</i>	송어			5	1		6
Centropomidae	క్క지과						
※ <i>Coreoperca herzi</i>	క్క지				2		2
Centrarchidae	검정우렁과						
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	8		5			13
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스		5	4			9
Odontobutidae	동사리과						
※ <i>Odontobutis platycephala</i>	동사리				3		3
Gobiidae	망둑어과						
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑			1			1
<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑				2		2
	총개체수	14	15	23	46	1	99
	출현종수	4	5	7	13	1	22

(5) 삼락생태공원(지점 11)

- 총 3과 7종 66개체가 채집되었다. 우점종은 붕어(*C. auratus*, RA 56.1%)였으며, 아우점종은 배스(*M. salmoides*, RA 19.7%)로 나타났다. 고유종은 치리(*H. eigenmanni*, RA 4.5%)와 가물치(*C. argus*, RA 1.5%)로 총 2종이 채집되었으며(RA 6.1%), 외래종은 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)로 2종이 채집되었다(RA 31.6%). 이입종으로 강준치(*E. erythropterus*, RA 6.1%)가 채집되었다. 재래종은 2종(RA 57.6%)이 채집되었다(표 3-7-13).

〈표 3-7-13〉 삼락생태공원의 채집 종과 개체수(※, 고유종; ▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	삼락생태공원
		11
Cyprinidae	잉어과	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	1
<i>Carassius auratus</i>	붕어	37
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	3
# <i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	4
Centrarchidae	검정우럭과	
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	7
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	13
Channidae	가물치과	
※ <i>Channa argus</i>	가물치	1
총 개체수		66
출현 종수		7

(6) 낙동강 하구(지점 12)

- 총 6과 11종 77개체가 채집되었다. 우점종은 송어(*Mugil cephalus*, RA 27.3%)였으며, 아우점종은 웅어(*Coilia nasus*, RA 26.0%)로 나타났다. 외래종은 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)로 2종이 채집되었다(RA 16.9%), 이입종으로 강준치(*E. erythropterus*, RA 1.3%)가 채집되었다. 재래종은 8종(RA 81.8%)이 채집되었다(〈표 3-7-14〉).

〈표 3-7-14〉 낙동강 하구의 채집 종과 개체수(※, 고유종; ▲ 외래종; #, 이입종)

학명	국명	낙동강하구
		지점 12
Engraulidae	멸치과	
<i>Coilia nasus</i>	웅어	20
<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	3
Clupeidae	청어과	
<i>Sardinella zunasi</i>	밴댕이	1
Cyprinidae	잉어과	
<i>Carassius auratus</i>	붕어	8
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	3
# <i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	1
Mugilidae	송어과	
<i>Mugil cephalus</i>	송어	21
Moronidae	농어과	
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	6
<i>Lateolabrax maculatus</i>	점농어	1
Centrarchidae	검정우럭과	
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	11
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	2
총 개체수		77
출현 종수		11

4) 문헌조사

(1) 낙동강 본류와 서낙동강에서의 선행연구 비교

- 낙동강 본류와 서낙동강에서의 선행연구와 비교하면 다음 <표 3-7-15>과 같이 평가된다. 낙동강 본류의 경우 끄리(*O. u. amurensis*)가 우점하고 있었으나 본 조사에서는 검정망둑(*T. obscurus*)이 우점하는 것으로 나타났다. 서낙동강 본류의 경우 갈겨니(*Zacco temmincki*)가 우점하고 있었으나 본 조사결과 2002년 부산시 조사의 결과와 마찬가지로 다시 배스(*M. salmoides*)가 우점하고 있었다.
- 낙동강과 서낙동강 모두에서 출현 종수가 감소하고, 외래종인 배스(*M. salmoides*)가 여전히 높은 비중으로 출현하고 있는 것으로 나타났다. 서낙동강의 경우, 외래종의 비율이 79.3%로써 재래종의 비율을 넘어섰다. 반면 외래종 중 떡붕어(*C. cuvieri*)는 본 조사 지점에서 채집되지 않았다.
- 또한 2012년에 실시된 조만강 수계 지점 9의 선행연구와 비교하면 <표 3-7-16>과 같이 평가된다. 송어(*M. cephalus*)와 메기(*Silurus asotus*)와 같은 종이 새롭게 채집되었으며, 외래종 떡붕어(*C. cuvieri*)가 출현하였다. 또한 과거 조사에서는 참갈겨니(*Zacco koreanus*)가 우점하였으나 본 조사에서는 채집되지 않았다.

<표 3-7-15> 낙동강 본류와 서낙동강에서의 선행연구와의 비교

	낙동강 본류				서낙동강		
	조 (2003)	1차조사 (2004)	김해시 (2014)	본조사	부산시 (2002)	1차조사 (2004)	본조사
출현종수	3과 16종	6과 10종	3과 4종	3과 5종	8과 19종	6과 16종	2과 4종
우점종 (RA, %)	끄리 (34.1)	끄리 (40.0)	붕어 (31.5)	검정망둑 (52.6)	배스 (32.7)	갈겨니 (35.9)	배스 (72.4)
아우점종 (RA, %)	누치 (24.7) 배스 (13.5)	누치 (30.0) 배스 (13.0)	참붕어 (29.6) 미꾸리 (24.1)	배스, 블루길 (각 15.8) 끄리 (10.5)	치리 (16.0) 백조어 (11.7)	배스 (20.7) 참몰개 (13.6)	검정망둑 (17.2) 블루길 (6.9)
외래종	떡붕어, 배스, 블루길	배스, 블루길	배스	배스, 블루길	떡붕어, 배스, 블루길	떡붕어, 배스, 블루길	배스, 블루길
외래종 비율(%)	15.7	16	14.8	31.6	42.5	26.4	79.3

〈표 3-7-16〉 조만강 수계(지점 9)의 선행연구와의 비교

Family	과 명	Species	종 명	김해시	본조사
				(2012)	(2015)
				(N=3)	(N=2)
Cyprinidae	잉어과	<i>Carassius auratus</i>	붕어	32	2
		▲ <i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어		3
		<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기	36	1
		※ <i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴몰개	32	1
		※ <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	참몰개	11	
		<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	7	
		※ <i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자	7	
		<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	61	4
		※ <i>Zacco koreanus</i>	참갈겨니	131	
		<i>Zacco platypus</i>	피라미	69	22
Cobitidae	미꾸리과	<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지		3
		※ <i>Iksookimia longicorpus</i>	왕종개	22	
Siluridae	메기과	<i>Silurus asotus</i>	메기		1
Osmeridae	바다빙어과	<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어	46	1
Mugilidae	송어과	<i>Mugil cephalus</i>	송어		1
Centropomidae	꺼지과	※ <i>Coreoperca herzi</i>	꺼지	15	2
Odontobutidae	동사리과	※ <i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	18	2
Gobiidae	망둑어과	<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	32	
		<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑		1
총 개체수				519	46
출현 종수				16	13

(2) 제1차 부산자연환경조사(2004) 서부산권역 결과와의 비교

- 본 조사와 2004년에 실시된 자연환경기초조사 과업의 서부산권역 조사(1차 조사)와 동일 지점을 비교하면 〈표 3-7-17〉와 같이 평가된다. 출현 종수의 경우 19종에서 21종으로 상승하였다. 고유종의 수는 총 3종으로 유지되었으나 치리(*H. eigenmanni*)만 동일하게 채집되고 다른 고유종의 구성은 달라졌다. 외래종의 경우, 떡붕어(*C. cuvieri*), 블루길(*L. macrochirus*)와 배스(*M. salmoides*)로 같은 외래종의 구성을 나타내었다. 내성도 등급 비교에서 민감종의 종 수가 상승하였다. 1차 조사에서는 갈겨니(*Z. temmincki*) 1종이 민감종으로 채집되었고, 본 조사에서는 돌고기(*Pungtungia herzi*), 긴몰개(*S. g. majimae*), 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 동사리(*O. platycephala*)가 채집되어 4종이 민감종으로 채집되었다.
- 또한 종다양성 지수 분석을 비교하면, 과거 제1차 부산자연환경 조사에 비해 본 조사의 우점도는 감소하고, 다양도, 균등도, 종풍부도는 증가했다〈표 3-7-18〉.
- 아울러, 제1차 부산자연환경 조사와 본 조사 간의 수계별 유사도를 판단하기 위해 집괴분석을 실시하였다. 16%를 기준으로 1차 조사와 본 조사의 수계들이 나뉘어져 집괴되었으며, 1차 조사와는 달리 본 조사의 수계들이 유폭이 큰 수계들끼리 집괴되는 양상을 나타내었다〈그림 3-7-6〉.
- 전체적으로 종의 구성이 변하긴 하였으나, 총 출현 종수의 상승 및 다양도 상승, 고유종 수의 유지, 민감종 수의 상승을 통해 과거 1차 조사에 비해 생물지수 측면에서 양호한 서식 환경을 형성하고 있는 것으로 생각된다.

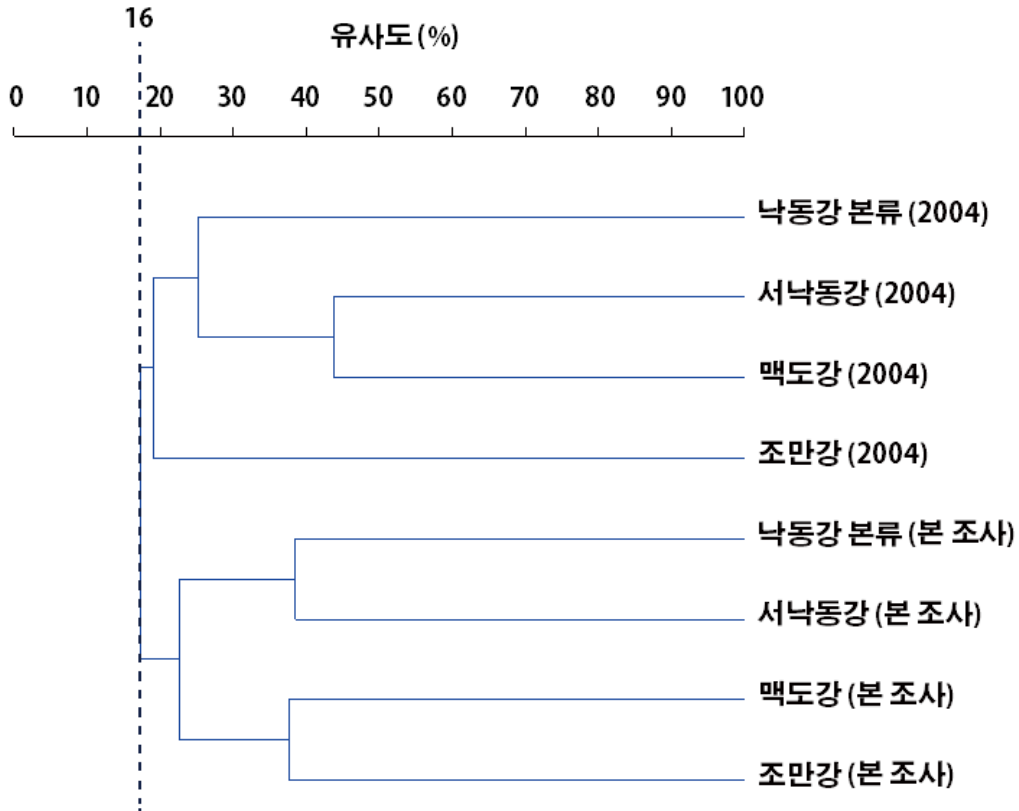
〈표 3-7-17〉 서부산권역 제1차 부산자연환경 조사와의 비교

학명	국명	Tol G	1차조사 (2004)	본조사 (2015)
			Total (2회)	Total (2회)
Cyprinidae	잉어과			
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	TS	2	1
<i>Carassius auratus</i>	붕어	TS		8
▲ <i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어	TS	13	3
<i>Acheilognathus rhombeus</i>	납지리	IS	7	
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리	IS	4	2
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	TS	7	
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기	SS		1
※ <i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴몰개	SS		1
※ <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	참몰개	IS	52	
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	TS	32	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	SS		3
<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니	SS	132	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	TS	11	11
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	크리	TS	40	2
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	TS	24	10
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	TS		18
Cobitidae	미꾸리과			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	TS	23	1
<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지	TS	7	3
Siluridae	메기과			
<i>Silurus asotus</i>	메기	TS		1
Osmeridae	바다빙어과			
<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어	IS		1
Mugilidae	송어과			
<i>Mugil cephalus</i>	송어	TS	4	6
Moronidae	농어과			
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	IS	1	
Centropomidae	꺼지과			
※ <i>Coreoperca herzi</i>	꺼지	IS	3	
Centrarchidae	검정우렁과			
▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	TS	89	17
▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	TS	11	24
Odontobutidae	동사리과			
※ <i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	SS		2
Gobiidae	망둑어과			
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	문절망둑	TS	6	
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	TS		1
<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	TS		11
총개체수			468	127
출현 종수			19	21

※, 고유종; ▲, 외래종; Tol G=Tolerance Guild, 내성도 등급; SS=Sensitive species, 민감종; IS=Intermediate species, 중간종; TS=Tolerant species, 내성종

〈표 3-7-18〉 서부산권역 1차조사와의 종 다양도 지수 비교

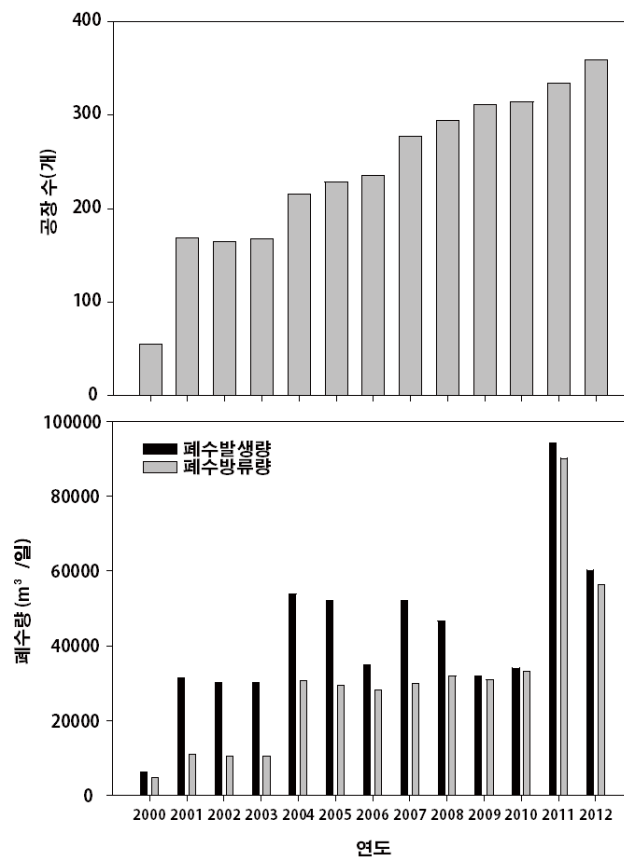
	우점도	다양도	균등도	종풍부도
제1차 부산자연환경조사 (2004)	0.15	2.28	0.52	2.93
제2차 부산자연환경조사 (2015)	0.10	2.53	0.60	4.13



〈그림 3-7-6〉 서부산권역의 제1차 부산자연환경조사(2004)와 본 조사(2015)의 집괴분석

3. 결론 및 고찰

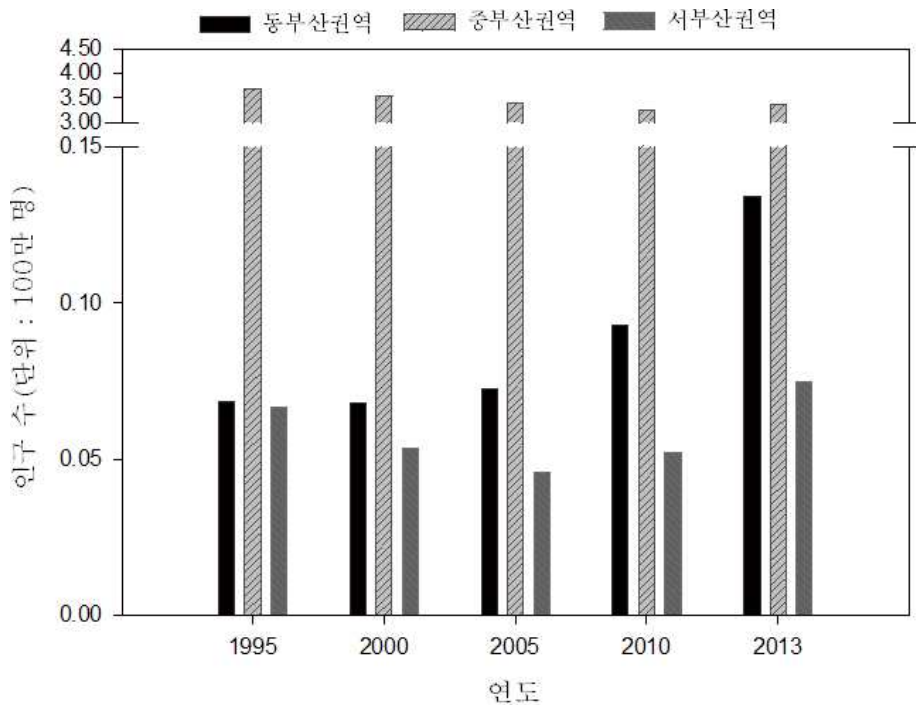
- 전기전도도는 하천 오염지표로도 사용되는데, 이 값이 높으면 어류상의 다양도에 영향을 미친다고 알려져 있다(Barrella and Petreere, 2003). 본 과업의 마지막 권역인 서부산권역은 낙동강 하류부와 서낙동강 수계가 위치하고 있는 김해평야를 중심으로 하고 있다. 따라서 농경활동이 잦고, 이로 인한 수로 및 관개시설이 발달되어 있어 비점오염원의 유입이 하천 내 수질오염에 영향을 끼치고 있는 지점이다. 또한 서부산권역의 공장단지 및 오폐수 방류량의 증가를 통한 점오염원이 계속해서 증가하는 추세이다(그림 3-7-7). 본 조사를 통해 평가된 수질은 하천 상류부를 제외하고 전기전도도 값이 500 mS/cm 이상을 나타내 앞서 실시된 동부산권역, 중부산권역 조사의 전기전도도 보다 상대적으로 높은 값을 나타내고 있다. 특히, 전기전도도가 800 mS/cm 이상으로 높았던 지점 4의 경우, 3종만 채집되어 종 다양성이 다른 지점에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 따라서 점오염원 관리를 위한 하수처리시설 확충과 시민 홍보를 통해 농경활동에 의한 비점오염원 배출 감소 등의 수질 개선 노력이 체계적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.



*자료: 통계청

〈그림 3-7-7〉 서부산권역(강서구)의 공장수와 폐수발생량 및 방류량(2000~2012)

- 인구가 증가함에 따라 주거시설 확충을 위해 시가지가 발달되게 되고, 주민을 위한 생활편의 시설들이 형성되게 된다. 이러한 발달 과정은 시가지와 인접한 하천에 직·간접적인 영향(시설물 확충, 제방축조 등)을 주게 되고, 나아가 하천에 생활하는 어류상에도 영향을 미칠 수 있다(Argent and Carline, 2004). 서부산권역이 위치한 강서구 일대는 본과업의 선행 실시된 2권역(동부산, 중부산)에 비해 인구가 상대적으로 적은편이나 지속적으로 증가되고 있으며<그림 3-7-9>, 향후 명지국제신도시 개발, 명품생태공원 형성 등 대규모 개발이 예정되어있다(부산도시공사, 2016). 뿐만 아니라 서부산권역의 대부분의 하천은 자전거 도로 및 산책로와 같은 생활편의시설이 인접하여 인위적인 교란이 존재하며, 낚시꾼들의 어로행위가 잦은 곳이다<그림 3-7-9>. 그 결과, 하천 제외 지·제내지에 형성된 생활편의 시설(운동시설, 주차공간, 자전거도로 등)에 의해 하천자연성 평가에 의한 점수도 대체적으로 낮게 평가되었으며 어류 종다양성이 다른 권역에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 향후 인구 증가와 더불어 하천과 인접한 생활편의시설 이용에 따른 인위적인 교란에 대한 대비가 요구된다.



* 자료: 통계청

<그림 3-7-8> 부산광역시의 인구수 변화(1995~2013년)



〈그림 3-7-9〉 서부산권역의 인위적인 교란 요인

- 외래종은 국내 토착생태계에 적응하게 되면 포식자, 천적 등의 먹이연쇄과정에서 토착종보다 경쟁 관계에서 우위를 차지하며, 서식영역의 확장뿐만 아니라 토착종의 종 다양성 감소에 영향을 미친다고 알려져 있다(박 등, 1998). 본 조사에서 외래종은 떡붕어(*C. cuvieri*), 블루길(*L. macrochirus*), 배스(*M. salmoides*)가 채집되었으며, 단 1지점을 제외하고 전 지점에서 외래종의 출현을 확인하였다. 특히 서낙동강 수계의 경우, 배스(*M. salmoides*)가 다른 조사지점에 비해 70%가 넘는 상대풍부도를 보였고, 과거 1차 조사(10년 전)에 비해 16종에서 4종으로 종 다양성도 감소한 상태였다. 따라서 외래종의 번성도 일부 어종의 감소와 무관하지 않을 것으로 보이며, 외래종에 대한 관리가 요구된다.
- 선행 실시된 동부산권역과 중부산권역을 서부산권역(본 조사)과 비교했을 때, 서부산권역은 동부산권역에 비해 어류상의 다양도 평가지수가 낮은 편이었으며, 중부산권역에 비해 높은 편이었다. 이는 동부산권역에 비해 농경활동을 통한 비점오염원 및 공장단지로 인한 점오염원이 어류상에 영향을 주고 있는 것으로 판단되며, 중부산권역에 비해선 양호한 것으로 판단된다.
- 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 서부산권역의 하천은 어종을 감소시키는 원인이 되는 수질 오염원, 즉 농경활동을 통해 배출되는 비점오염원이나 공장으로부터 배출되는 점오염원에 대한 철저한 관리가 필요한 것으로 판단된다. 서부산권역은 선행 실시된 2권역(동부권, 중부권)과 비교하여 평가된 지수들이 낮았으나 2004년에 실시된 1차 조사에 비하면 종 다양성 측면에서는 양호한 평가를 받고 있다. 다만, 1차 조사와 마찬가지로 여전히 외래종의 높은 출현율을 보이고 있으며, 이에 따라 외래종의 우점을 막고, 고유종 및 재래종의 유지를 위한 어류상의 지속적인 모니터링 및 관리가 필요하다. 이와 더불어 불법적인 어족자원의 포획에 대한 철저하고 지속적인 단속이 요구된다.

4. 참고문헌

- 김익수, 강종연. 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적. 서울. 477
- 김익수, 박종영. 2002. 원색도감 한국의 민물고기. 교학사. 서울.
- 김정근, 허준욱. 2008. 하천의 생태유량 산정 및 건강성 평가를 위한모니터링 현황. 한국수자원학회. 41(10): 30-35
- 김해시. 2013. 2012년도 김해시 자연생태계 모니터링 조사 학술용역 -서부지역-
- 김해시. 2014. 2013년도 김해시 자연생태계 모니터링 조사 학술용역 -동부지역-
- 박용하, 이상돈, 김정원. 1998. 외래종 유입에 대한 환경정책 추진방향. 수시연구보고서. 1-411.
- 박종영, 김수환, 고명훈, 오민기, 신진철. 2009. 전주천의 자연형 하천 복원에 따른 어류상 변화 및 군집분석. 한국환경생태학회 23:381-391.
- 부산시광역시. 2002. 서낙동강 수계의 어류상.
- 전대수, 권도현. 2002. 서낙동강의 어류상 변화. 인제대학교 낙동강환경연구소. 115-127.
- 조가익. 2003. The current status of the fish fauna and exotic species in the Nakdong River. 부산대학교 석사학위논문. 102
- 조용현. 1997. 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발. 서울대학교 대학원 박사학위 청구논문. 189
- 주식회사 대우, 1996 김해하수처리장 건설을 위한 서낙동강-조만강 생태계의 사후 환경관리 1차 종합 보고서
- 주식회사 대우, 1997 김해하수처리장 건설을 위한 서낙동강-조만강 생태계의 사후 환경관리 2차 종합 보고서
- 주식회사 대우, 1998 김해하수처리장 건설을 위한 서낙동강-조만강 생태계의 사후 환경관리 3차 종합 보고서,
- 주식회사 대우, 1999 김해하수처리장 건설을 위한 서낙동강-조만강 생태계의 사후 환경관리 4차 종합 보고서
- 주식회사 대우, 2000. 김해하수처리장 건설을 위한 서낙동강-조만강 생태계의 사후 환경관리 5차 종합 보고서
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목, 1990. 원색 한국담수어도감. 향문사. 서울. 277pp.
- 최충길. 1994. 어류 서낙동강 둔치도 연료단지 환경영향평가서. 선진엔지니어링주식회사
- 부산도시공사. http://www.bmc.busan.kr/projects/industry_01_04/ (접속날짜 : 2016. 04. 11)
- Argent, D. G. and R. F. Carline. 2004. Fish assemblage changes in relation to watershed landuse disturbance. Aquatic Ecosystem Health and Management society. 7:101-114.

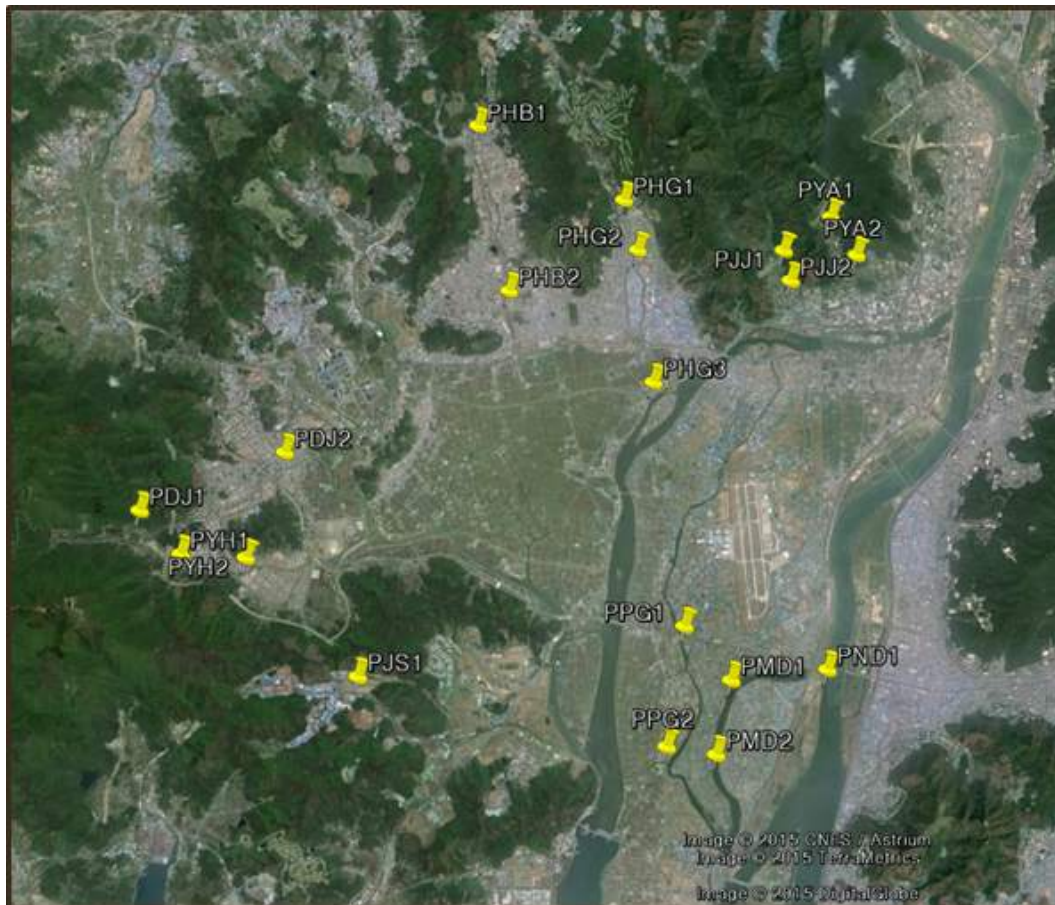
- Barrella, W. and Petrere Jr, M. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tiete and Paranapanema rivers(Brazil). *River Research and Applications*, 19(1): 59-76.
- Cabral, H. N., Costa, M. J., & Salgado, J. P. 2001. Does the Tagus estuary fish community reflect environmental changes?. *Climate research*, 18(1), 119-126.
- Kim, I. S., 1995. The conservation and status of threatened freshwater fishes in Korea. *Proceeding of '95 Ichthyofauna and Characteristics of Freshwater Ecosystems in Korea*, 31-50.
- Li, J. S., Li, S. F., Ding, F. Y. and Cheng, J. H. 2007. Analysis on annual change of fish diversity in Yangtze estuary offshore water area. *Journal of Fishery Sciences of China*, 14(4), 637-643.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- Marshall, S. and Elliott, M. 1998. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber estuary, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46(2), 175-184.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the World*. 4th edition. John Wiley & Sons, New York. 600pp.
- Palmer, M. A., Menninger, H. L. and Bernhardt, E. 2010. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice?. *Freshwater biology*. 55: 205-222.
- Paul, M. J. and J. L. Meyer. 2008. Streams in the urban landscape. *Urban Ecology*. 207-231
- Pielou, E. C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *Amer. Nat.* 100: 463-465.
- Schwartz, J. S., Neff, K. J., Dworak, F. E., and Woockman, R. R. 2015. Restoring riffle-pool structure in an incised, straightened urban stream channel using an ecohydraulic modeling approach. *Ecological Engineering*. 78:112-126
- Wetzel, R. G. and G. E. Likens, 1991. *Limnological Analyses*. 2nd ed. Springer-Verlag. New York. 91pp.

제8절 수서동물

1. 연구방법

1) 조사지역

- 지형, 수서동물의 서식처 및 오염도 등 생태적 환경을 고려하여 서부산권역의 주요 하천을 소권역 수준으로 선정(저수지 제외)하였다.
- 전체 10개 하천에서 19개 지점을 선정하고 채집하였다. 대체적으로 하천 주변은 농경지 등으로 구성되어 있었다. 대정천 상류(PDJ1)와 주중천 상류(PJJ1)는 다른 지점에 비해 외부 교란이 적은 청정한 상태를 유지 하고 있었으며 호계천 하류(PHG3)와 해반천 하류(PHB2)는 다양한 교란원에 의해 오염되었다.



〈그림 3-8-1〉 서부산권역 조사하천(조사지점명 등은 〈표 3-8-1〉 참조)

〈표 3-8-1〉 하천별 조사지점명

조사지점	상류/중류/하류	조사지점(영문)
평강천1	상류	PPG1
평강천2	하류	PPG2
맥도강1	상류	PMD1
맥도강2	하류	PMD2
예안천1	상류	PYA1
예안천2	하류	PYA2
주중천1	상류	PJJ1
주중천2	하류	PJJ2
호계천1	상류	PHG1
호계천2	중류	PHG2
호계천3	하류	PHG3
해반천1	상류	PHB1
해반천2	하류	PHB2
대정천1	상류	PDJ1
대정천2	하류	PDJ2
울하천1	상류	PYH1
울하천2	하류	PYH2
지사천1	상류	PJS1
낙동강	하류	PND1

2) 조사기간

- 2015년 연 두 차례(여름 : 9월 10일, 겨울 : 12월 8일~9일), 일주일 이상 비가 내리지 않은 시기에 조사를 실시하였다. 채집은 오전 10시와 오후 4시 사이에 수행되었다. 조사시간 동안의 수온의 변화는 2℃ 내외였으며 본 결과에는 보정되지 않은 온도 값이 사용되었다. 채집된 수서동물은 실험실 환경에서 분류 및 동정 작업이 이루어졌다.

3) 조사방법

(1) 기초서식환경 조사

- 수온(Water temperature, ℃), 용존산소(Dissolved oxygen, mg/l 및 %), 수소이온농도(pH), 전기전도도(Conductivity, μ s/cm), 유속(cm/s), 수심(cm), 하상의 크기가 현장에서 측정되었다.

(2) 수서곤충생물상 조사

① 생물 시료 채집

- 조사 하천에서 유량이 충분한 여울 지점을 선정하고, 하천을 횡단하여 채집하였다. 하폭이 넓은 하류 하천의 경우 수변 구간에서 생태계 변이를 대표적으로 나타낼 수 있는 서식처를

택하여 종축을 따라 하류부 지점에서 부터 채집하였다. 0.1mm 망목을 가진 Surber net(30×30cm²)으로 3회 정량채집 하였는데, 조사 및 분석 여건 등을 고려하여 실험실에서 0.3 mm 망목으로 거른 후 분류 동정하였다.

② 분류·동정

- 조사된 샘플은 80% 에틸알콜에 보관하며 실험실에서 분류, 동정하고 계수하였다. 일반적인 수서 곤충 및 저서생물에 대해서는尹(1987)과 Brigham 등(1982),尹 등(1989), Merritt와 Cummins(2008), Pennak(1978)을 따랐고, Chironomidae(갈따구리科)는 Merritt와 Cummins(1996)의 검색표를 이용하였다. Oligochaeta(貧毛綱)는 Brigham 등(1982), Brinkhurst(1986)에 따라 식별하였다.

③ 분석 방법

- 조사된 군집 자료에 대해 분석을 하고 주요 군집 모수를 구하였다. 다양도 지수는 아래와 같이 Shannon-Wiener function (H')(Shannon & Wiener 1949)을 이용하였다(Margalef 1958).

$$H' = - \sum [(n_i / N) \cdot \log_2 (n_i / N)]$$

n_i : i종의 개체수

N : 총 개체수

- 조사된 군집자료의 우점도를 측정하기 위해 아래와 같이 우점도의 지수(McNaughton 1967)가 사용되었다. n_i 는 i번째 종이 가지는 개체수를 의미한다.

$$D = \frac{n_1 + n_2}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

- 생물 군집 자료를 통해 EPT 풍부도 (하루살이목 Ephemeroptera, 강도래목 Plecoptera, 날도래목 Trichoptera의 출현도(Hellawell 1986))와 생물 내성을 통해 오염도를 제시하는 BMWP(Biological Monitoring Working Party), ASPT(Average Score Per Taxa) 등을 산출하였다. BMWP는 과(Family) 수준에서 수서동물의 오염에 대한 내성도에 따라 일정한 점수를 주며, 부과된 점수의 합을 통해 수질 오염정도를 측정하는 방법이다(Walley and Hawkes 1996). ASPT 값은 채집이 충분하지 않을 경우 하천의 오염정도를 잘 반영하지 못하는 BMWP의 단점을 보완한 값으로 BMWP의 평균값으로 계산된다(Armitage et al, 1983).

2. 결과

1) 조사 지점 환경요인

- 조사지점의 수온, 용존산소량, 전기 전도도와 미소 서식처를 반영하는 수심, 유속, 하상 구조가 표 2, 3에 제시되었다. 수온은 고도와 측정 시기에 따라 영향을 받았다. 9월에 조사된 1차 조사 지점의 경우 평균 $23.22 \pm 2.63^{\circ}\text{C}$ 로 나타났고, 12월에 채집된 2차 조사지점의 경우 $12.28 \pm 1.64^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다. 1차 조사에서 대정천 하류(PDJ2)에서 26.30°C 의 가장 높은 값을 보였고, 예안천 상류(PYA1)에서 16.80°C 에서 제일 낮은 값을 보였다. 2차 조사는 주중천 하류(PYJ2)지점에서 15.90°C 로 제일 높게 나타났으며 대정천 상류(PDJ1)에서 9.40°C 로 가장 낮은 값을 나타내었다. 용존 산소량은 1차 조사에서는 평균 $9.69 \pm 4.42\text{mg/L}$ 값을 보였고 2차 조사에서는 $10.07 \pm 3.74 \text{mg/L}$ 로 나타났다. 해반천 하류(PHB2)에서 가장 높은 값 (1차: 27.00mg/L , 2차: 24.00mg/L)을 보였고 호계천 중류(PHG2)에서(1차: 5.40mg/L , 2차: 6.80mg/L) 가장 낮은 값을 보여 주었다<표 3-8-2>.
- 1차 조사에서의 전기전도도는 평균 $183.47 \pm 161.60\mu\text{s/cm}$ 의 값을 보였으며 맥도강 상류(PMD1)에서 가장 높은 $654.00\mu\text{s/cm}$ 값을 보였고 대정천 상류(PDJ1)에서 $33.00\mu\text{s/cm}$ 로 나타났다. 2차 조사에서는 맥도강 상류(PMD1)에서 $647.00\mu\text{s/cm}$ 으로 가장 높게 나타났으며 최소값으로는 대정천 상류(PDJ1)에서 $29.00\mu\text{s/cm}$ 으로 나타났다<표 3-8-2>. 이를 통해 전체적으로 맥도강이 심하게 오염되었고 반면 대정천은 상대적으로 덜 오염되었음을 알 수 있었다.
- 1차 조사에서의 수심은 평균 $28.54 \pm 16.06\text{cm}$ 로 나타났으며, 유속은 $15.33 \pm 14.41\text{cm/s}$ 로 나타났다. 갈수기에 진행된 2차 조사에서 하천들은 전반적으로 낮은 유량을 보였고, 평균 $22.98 \pm 10.01\text{cm}$ 의 수심과 $13.43 \pm 11.56\text{cm/s}$ 의 유속을 보였다. 2차 조사에서 예안천 하류(PYA2)지점은 2차 조사에서는 하천의 건천화로 인하여 조사 할 수 없었다. 예안천 하류(PYA2)의 경우 1차 조사 시 하천에 물은 존재하나 흐르지 않아 정수 지점에 가까운 서식처 형태를 보였고 유속이 0cm/s 로 측정 되었다.
- 저서성대형무척추동물 군집 서식처 결정에 중요한 요인인 하상 구조<표 3-8-4>는 하상의 비율 자료를 하상 지수로 계산하여 나타내었다(Suren 1996). 하상 지수는 계절과 관계없이 1, 2차 조사에서 4.00-6.92 수준의 비교적 높은 값을 보였고 하상 구성은 대체적으로 다양한 형태이었는데 자갈 크기 이상의 하상이 상대적으로 많았다<표 3-8-4>.

〈표 3-8-2〉 1차 조사에서 측정된 19개 지점의 이화학 및 수문학적 지수

	Site	DO (mg/L)	Conductivity (μs/cm)	Temp. (water °C)	Depth (cm)	Speed (cm/s)
평강천1	PPG1	5.60	204.00	23.80	30.00	1.67
평강천2	PPG2	6.90	135.00	24.20	53.33	1.67
맥도강1	PMD1	10.50	595.00	25.50	60.00	7.00
맥도강2	PMD2	10.40	654.00	24.50	56.67	2.33
예안천1	PYA1	8.40	176.00	16.80	23.33	2.67
예안천2	PYA2	7.04	94.00	18.60	46.67	0.00
주중천1	PJJ1	9.70	73.00	23.70	15.00	28.33
주중천2	PJJ2	10.50	97.00	25.90	13.33	33.33
호계천1	PHG1	7.80	145.00	23.70	11.67	25.00
호계천2	PHG2	5.40	217.00	25.60	18.33	1.67
호계천3	PHG3	9.20	195.00	24.00	35.00	3.00
해반천1	PHB1	10.50	160.00	24.30	7.33	28.33
해반천2	PHB2	27.00	248.00	26.20	20.00	3.00
대정천1	PDJ1	11.50	33.00	20.20	21.67	35.00
대정천2	PDJ2	7.60	100.00	26.30	46.67	25.00
울하천1	PYH1	9.30	45.00	20.30	28.33	43.33
울하천2	PYH2	7.60	95.00	24.50	18.33	33.33
지사천1	PJS1	10.50	115.00	22.70	11.67	10.00
낙동강	PND1	8.70	105.00	20.40	25.00	6.67

〈표 3-8-3〉 2차 조사에서 측정된 19개 지점의 이화학 및 수문학적 지수(*: 건천화)

	Site	DO (mg/L)	Conductivity (μs/cm)	Temp. (water °C)	Depth (cm)	Speed (cm/s)
평강천1	PPG1	8.20	207.00	11.20	35.00	4.00
평강천2	PPG2	7.30	141.00	11.40	26.67	3.33
맥도강1	PMD1	11.00	584.00	11.50	25.33	3.33
맥도강2	PMD2	8.90	647.00	11.50	53.33	3.67
예안천1	PYA1	7.50	194.00	12.80	13.33	3.33
예안천2	PYA2*	-	-	-	-	-
주중천1	PJJ1	10.20	81.00	12.60	17.67	14.00
주중천2	PJJ2	10.00	88.00	15.90	18.67	24.67
호계천1	PHG1	8.40	139.00	13.40	10.00	22.33
호계천2	PHG2	6.80	224.00	13.20	24.00	2.67
호계천3	PHG3	8.60	201.00	12.80	25.00	5.67
해반천1	PHB1	10.30	174.00	13.20	18.33	16.67
해반천2	PHB2	24.00	234.00	12.60	28.33	6.00
대정천1	PDJ1	13.30	29.00	9.60	12.33	27.33
대정천2	PDJ2	8.10	106.00	9.40	22.67	19.00
울하천1	PYH1	8.40	48.00	12.10	14.00	46.33
울하천2	PYH2	8.20	90.00	11.30	16.67	23.33
지사천1	PJS1	11.20	104.00	15.50	33.33	9.33
낙동강	PND1	10.80	93.00	11.10	19.00	6.67

〈표 3-8-4〉 1차 조사에서 측정된 19개 지점의 하상구조

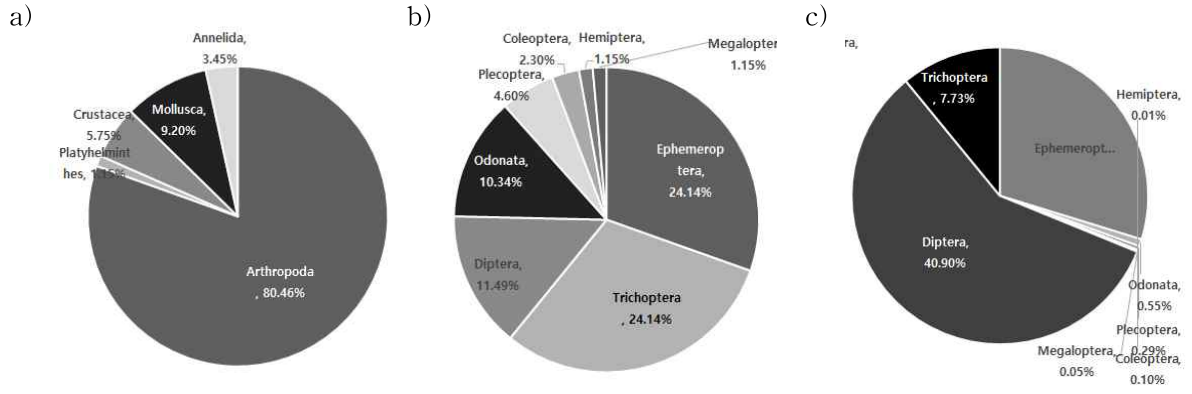
	Site	Substrate (%)							SI
		>256 (mm)	>128 (mm)	>64 (mm)	>32 (mm)	>16 (mm)	>8 (mm)	<8 (mm)	
평강천1	PPG1	0	0	0	0	0	20	80	4.2
평강천2	PPG2	0	0	0	0	0	10	90	4.1
맥도강1	PMD1	0	0	0	0	0	0	100	4
맥도강2	PMD2	20	0	0	0	0	0	80	4.6
예안천1	PYA1	20	10	20	0	0	20	30	5.4
예안천2	PYA2	40	20	20	5	5	10	0	6.2
주중천1	PJJ1	5	5	30	30	15	10	5	5.4
주중천2	PJJ2	0	15	30	30	10	10	5	5.4
호계천1	PHG1	20	10	10	20	20	20	0	5.6
호계천2	PHG2	0	0	0	5	5	70	20	4.8
호계천3	PHG3	0	0	10	10	10	40	30	4.8
해반천1	PHB1	0	20	30	10	10	20	10	5.4
해반천2	PHB2	10	0	0	0	0	70	20	5
대정천1	PDJ1	20	30	20	10	5	10	5	5.85
대정천2	PDJ2	10	10	30	20	10	15	5	5.55
울하천1	PYH1	20	30	30	10	5	5	0	6
울하천2	PYH2	0	30	0	0	0	0	70	4.6
지사천1	PJS1	10	10	30	30	10	5	5	5.55
낙동강	PND1	10	5	5	10	10	20	40	4.9

〈표 3-8-5〉 2차 조사에서 측정된 19개 지점의 하상구조(*: 건천화)

	Site	Substrate (%)							SI
		>256 (mm)	>128 (mm)	>64 (mm)	>32 (mm)	>16 (mm)	>8 (mm)	<8 (mm)	
평강천1	PPG1	0	0	60	5	35	0	0	5.6
평강천2	PPG2	0	0	0	30	70	0	0	5
맥도강1	PMD1	96	0	0	2	2	0	0	6.92
맥도강2	PMD2	90	8	0	1	1	0	0	6.88
예안천1	PYA1	35	15	25	10	10	5	0	6.1
예안천2	PYA2*	-	-	-	-	-	-	-	-
주중천1	PJJ1	30	15	10	35	10	0	0	5.85
주중천2	PJJ2	10	5	10	10	50	15	0	5.35
호계천1	PHG1	60	10	6	2	20	2	0	6.36
호계천2	PHG2	35	20	15	20	10	0	0	6.05
호계천3	PHG3	75	20	1	1	3	0	0	6.71
해반천1	PHB1	30	50	17	1	2	0	0	6.27
해반천2	PHB2	0	0	5	80	15	0	0	5.05
대정천1	PDJ1	45	30	15	5	5	0	0	6.35
대정천2	PDJ2	80	10	4	3	3	0	0	6.74
울하천1	PYH1	50	30	15	4	1	0	0	6.45
울하천2	PYH2	60	5	10	20	5	0	0	6.35
지사천1	PJS1	35	40	15	5	5	0	0	6.25
낙동강	PND1	58	1	10	1	30	0	0	6.27

2) 저서성대형무척추동물상

○ 저서생물은 저서성대형무척추동물을 대상으로 수행하였다. 두 차례 조사기간 동안 전체 19개 지점에서 총 4문 8강 20목 52과 87종이 출현 하였다. 각 지점별 종 구성은 그림 2a 와 같이 나타났다. 전체 종의 80.46%에 해당하는 종이 절지동물(Arthropoda)문에 포함되었고 연체동물(Mollusca)문에 포함되는 종이 9.20%, 환형동물(Annelida)문에 포함되는 종이 3.45%, 편형동물(Platyhelminthes)문에 포함되는 종이 1.15%의 비율로 나타났다.



〈그림 3-8-2〉 a) 문별 전체 출현 종수 구성 b) 곤충강의 목 별 출현 종수 구성

c)곤충강의 목 별 출현 개체수 구성

〈표 3-8-6〉 조사지점에서의 우점종

	Site	우점종	비율(%)
평강천1	PPG1	실지렁이(<i>Limnodrilus gotoi</i>)	23.40
평강천2	PPG2	플라나리아류(<i>Dugesia</i> sp.)	68.71
맥도강1	PMD1	낙동산벌레(<i>Ghorimosphaeroma naktongense</i>)	54.17
맥도강2	PMD2	실지렁이(<i>Limnodrilus gotoi</i>)	53.26
예산천1	PYA1	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	36.59
예산천2	PYA2	물벌레류(<i>Asellus</i> sp.)	55.89
주중천1	PJJ1	등딱지하루살이(<i>Caenis nishinoae</i>)	38.69
주중천2	PJJ2	개똥하루살이(<i>Baetis fuscatus</i>)	30.46
호계천1	PHG1	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	49.86
호계천2	PHG2	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	46.98
호계천3	PHG3	실지렁이(<i>Limnodrilus gotoi</i>)	41.33
해반천1	PHB1	물벌레류(<i>Asellus</i> sp.)	27.83
해반천2	PHB2	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	54.58
대정천1	PDJ1	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	42.30
대정천2	PDJ2	물벌레류(<i>Asellus</i> sp.)	17.87
울하천1	PYH1	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	34.23
울하천2	PYH2	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	36.68
지사천1	PJS1	깔따구류 spp.(red type)(<i>Chironomidae</i> spp. (red type))	65.26
낙동강	PND1	깔따구류 spp.(non-red type)(<i>Chironomidae</i> spp.(red type 아닌 것))	47.62

- 곤충강에 해당하는 중 중 하루살이목(*Ephemeroptera*)과 날도래목(*Trichoptera*)이 24.14%로 가장 많이 출현 하였고, 다음으로 파리목(*Diptera*)이 11.49%로 출현하였으며 그 다음으로 잠자리목(*Odonata*)이 10.34% 출현하였다. 10%미만으로 출현한 목은 강도래(*Plecoptera*), 딱정벌레목(*Coleoptera*), 노린재목(*Hemiptera*), 뱀잠자리목(*Megaloptera*)이었는데 각각 4.60%, 2.30%, 1.15%, 1.15%로 채집되었다(그림 3-8-2, b). 곤충강에서 목별 출현 개체수의 비율은 출현 종 수 구성과는 다소 다르게 나타났다. 파리목(*Diptera*)에서 40.90%로 가장 많은 개체수가 출현하였으며 그 다음으로 하루살이목(*Ephemeroptera*), 날도래목(*Trichoptera*)이 각각 21.02, 7.73%로 나타났으며 다른 목은 1%미만의 출현 비율을 보였다(그림 3-8-2, c).
- 전체적으로 우점분류군으로는 주로 깔따구류(red type)(*Chironomidae* spp. (red type))가 가장 많이 나타났고, 실지렁이(*Limnodrilus gotoi*), 물벌레류(*Asellus* sp.)등이 다수 채집되었다(표 3-8-6).
- 각 지점에 따른 군집 지수(밀도, 종 수, 다양도와 우점도)와 생물적 수질지수(BMWP, ASPT와 EPT%)를 측정 하였다(표 3-8-7). 출현 종 밀도는 m^2 당 개체수로 환산하여 나타내었다. 평균 밀도는 3,275.83indi/ m^2 로 나타났고 주중천 상류(PJJ1)에서 가장 높은 밀도인 9,285.19/ m^2 의 값을 보였고 평강천 상류(PPG1)에서 522.22/ m^2 로 가장 낮은 밀도를 보였다. 종 풍부도는 평균 20.47으로 나타났고 율하천 상류(PYH1)에서 가장 높은 39.00으로 나타났고 호계천 중류(PHG2)에서 8로 가장 낮은 종풍부도를 보였다. 종 다양도는 전체 평균 2.53의 값을 보였다. 율하천 상류(PYH1)지점에서 3.70로 가장 높은 값을 보였고 평강천 하류(PPG2)와 낙동강 본류(PND1)에서 1.65로 가장 낮은 값을 보였다. 전체 출현 밀도에 대해 가장 우점하는 두 종의 비율로 측정되는 우점도 지수는 평균 64.35indi/ m^2 로 나타났고 낙동강(PND1)에서 88.89indi/ m^2 로 가장 높았고 대정천 하류(PDJ2)지점에서 가장 낮은 값이 34.91indi/ m^2 을 나타내었다.
- BMWP를 통해 수질을 아주양호 100점이상, 양호(70-100), 약간 교란(30-70), 심한 교란(30)으로 구분 하였다. 충분한 종이 채집되지 않은 경우를 고려하여 BMWP 값을 출현 과 수로 나눈 ASPT 값이 함께 측정되었는데 ASPT가 10에 가까울수록 수질 청정한 하천임을 나타낸다. BMWP의 경우 평균 60.01로 나타났고 특히 대정천 상류, 하류(PDJ2) 지점과 율하천 상류, 하류(PYH1) 지점인 경우 각각 104.30, 114.90 117.20 108.00 으로 100이 넘는 값을 보였다. 대정천 상,하류와 율하천 상,하류에서는 청정한 산간계류에만 서식하는 강도래류가 출현하였는데, BMWP 점수를 높게 하는데 기여하였다. BMWP값에 따라 아주 양호한 환경을 가진 하천은 대정천 상류 (PDJ1)대정천 하류(PDJ2)가 각각 104.30 114.9, 율하천 상류(PYH1), 율하천 하류(PYH2)가 각각 117.20, 108.1이며, 예안천 상류(PYA1)가 77.10으로 나타났다. 양호한 환경을 가진 하천으로는 호계천 상류(PHG1), 주중천 하류(PJJ2), 주중천 상류(PJJ1), 평강천(PPG1), 해반천 상류(PHB1), 지사천 상류(PJS1), 맥도강 상류(PMD1), 예안천 하류(PYA2), 평강천 하류(PPG2), 맥도강 하류(PMD2), 호계천 하류(PHG3)이었는데 각각 68.70, 68.50, 63.70, 57.30, 53.50, 50.40, 48.10, 40.90, 38.00, 37.20, 31.70으로 조사되었다. 교란이 심한 30이하의 하천은 해반천 하류(PHB2) (23.7), 호계천 중류(PHG2) (18.5), 낙동강 (PND1) (18.4)이 었다.

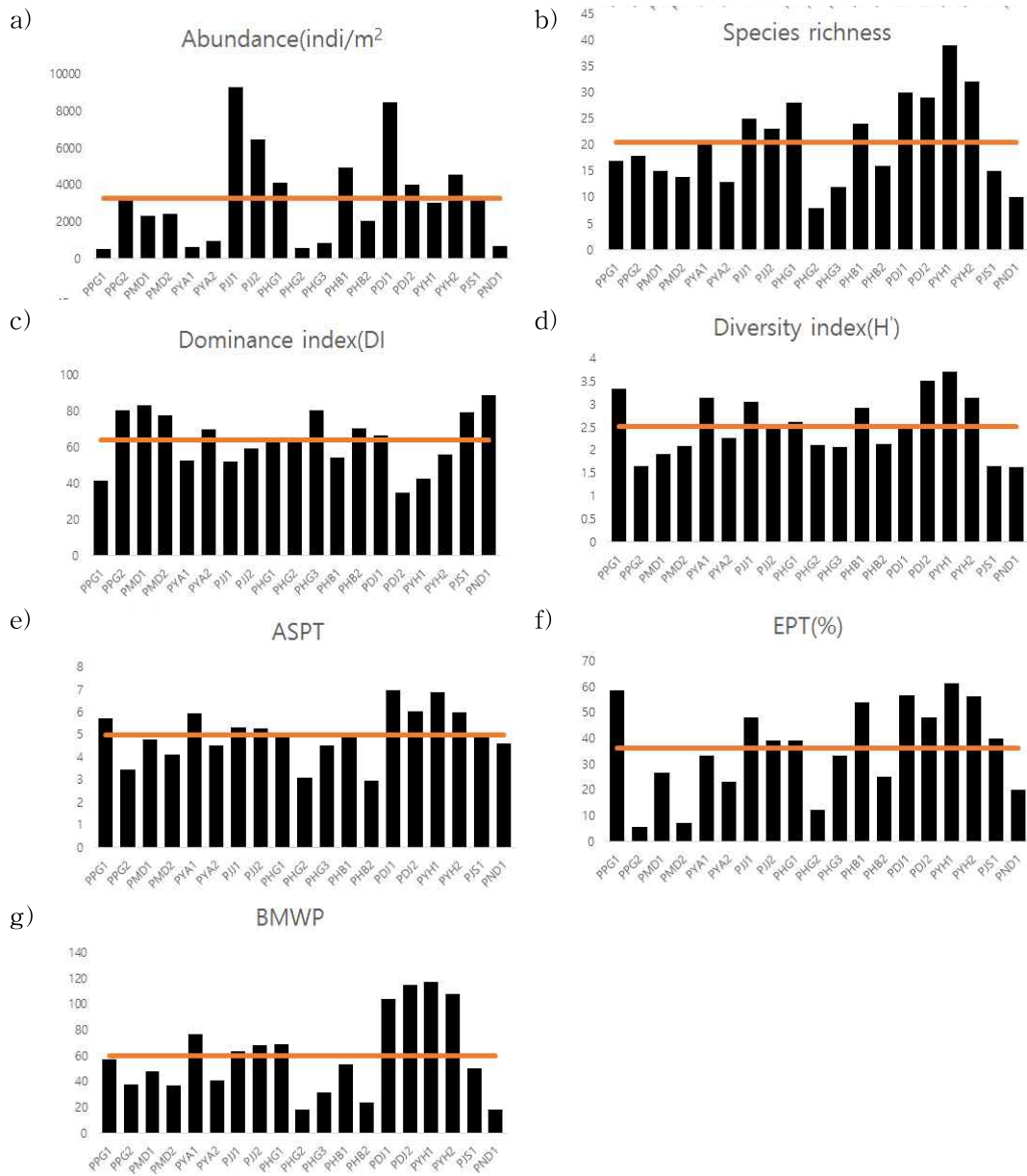
〈표 3-8-7〉 19개 지점의 밀도, 종풍부도, 다양도, 우점도 및 생물적 수질지수

	Site	Abundance (ind./m ²)	Species richness	Diversity index(H')	Dominance index(DI)	BMWP	ASPT	EPT%
평강천1	PPG1	522.22	17.00	3.35	41.84	57.30	5.73	58.80
평강천2	PPG2	3137.04	18.00	1.65	80.63	38.00	3.45	5.60
맥도강1	PMD1	2311.11	15.00	1.92	83.34	48.10	4.81	26.60
맥도강2	PMD2	2440.74	14.00	2.10	77.69	37.20	4.13	7.10
예안천1	PYA1	607.41	21.00	3.15	53.05	77.10	5.93	33.40
예안천2	PYA2	974.07	13.00	2.26	69.96	40.90	4.54	23.10
주중천1	PJJ1	9285.19	25.00	3.06	52.45	63.70	5.31	48.00
주중천2	PJJ2	6492.59	23.00	2.55	59.72	68.50	5.27	39.10
호계천1	PHG1	4107.41	28.00	2.62	64.11	68.70	4.91	39.30
호계천2	PHG2	551.85	8.00	2.11	65.10	18.50	3.08	12.50
호계천3	PHG3	833.33	12.00	2.08	80.44	31.70	4.53	33.30
해반천1	PHB1	4937.04	24.00	2.93	54.46	53.50	4.86	54.20
해반천2	PHB2	2022.22	16.00	2.13	70.70	23.70	2.96	25.00
대정천1	PDJ1	8492.59	30.00	2.46	66.55	104.30	6.95	56.70
대정천2	PDJ2	4000.00	29.00	3.52	34.91	114.90	6.05	48.20
올하천1	PYH1	3040.74	39.00	3.70	42.88	117.20	6.89	61.60
올하천2	PYH2	4533.33	32.00	3.15	56.12	108.00	6.00	56.30
지사천1	PJS1	3251.85	15.00	1.66	79.72	50.40	5.04	40.00
낙동강	PND1	700.00	10.00	1.65	88.89	18.40	4.60	20.00

- ASPT의 경우 평균적으로 5.00으로 나타났으며 높은 BMWP값을 가진 대정천 (PDJ), 올하천 (PYH)의 경우 비슷하게 높은 양상을 보였으나 낮은 BMWP (18.40) 값을 보인 낙동강에서 비교적 덜 낮아져 중간 정도인 4.60의 ASPT값을 보였다. 가장 낮은 값을 보인 곳은 해반천 하류 (PHB2)에서 2.96의 값을 보였다. ASPT는 전반적으로 높은 값을 가진 하천들이 드물었다. 특히 평강천 하류 (PPG2), 호계천 중류(PHG2), 해반천 하류(PHB2)지점들은 낮은 ASPT 값을 보여 수질 상태가 좋지 않음을 시사했다.
- 청정한 지역의 종구성을 나타내는 EPT%의 경우 평균 36.25%의 값을 보였는데, 올하천 상류 (PYH1)에서 61.60%로 가장 높았고 평강천 하류(PPG2)지점에서 5.60%로 가장 낮았다. 일부 지점에서는 높은 BMWP에도 불구하고 낮은 EPT%를 보였는데, 이는 다양한 종이 채집되었지만 상대적으로 청정한 지역에서 서식하는 강도래나 하루살이 등의 비율이 낮았기 때문이었다. 서식처는 다양하지만 일부 오염에 따라 교란에 민감한 EPT 종이 감소한 것으로 여겨진다. 위 지점들은 수질개선 등 지속적 종 다양성 보전 대책이 필요하다고 생각된다.
- 생물적 수질지수에 따르면 서부지역이 처한 교란 여건에 비해 상대적으로 양호한 수질을 보여주었으나, 앞서 언급하였듯이 BMWP와 ASPT가 낮게 나타난 호계천 중류(PHG2), 해반천 하류 (PHB2), 호계천 하류(PHG3)지점들은 전반적으로 낮은 종 수를 보였다.
- 생물상 조사를 통해 생물적 수질판정이 이화학적 수질판정을 보완하여 생태적 안정선을 효과적으로 나타내 줄 수 있음을 보였다. 이를테면 낙동강(PND1) 지점에서는 이화학적 지수가 대체적으로 양호했으나(전기전도도: 105 μ s/cm) 생물지수는 낮게 나타났다. 이는 이화학적 지수에 반해

생태적 온전성을 반영하는 생물지수는 하천 오염의 지표성을 좀 더 다각적으로 표출할 수 있음을 시사했다.

- ASPT를 이용한 측정은 적은 반복수를 통한 생물적 환경평가의 가능성을 제시하여 주었다. ASPT 값은 대부분의 상류 하천에서 높게 나타나 청정한 상태를 유지하고 있음을 보여주었고 이는 이화학적 지수를 통한 결과와 같은 경향을 보였다.
- <그림 3-8-3>은 각 지점의 종수와 밀도 등의 군집지수와 생물적 수질지수 값을 종합적으로 나타낸다. 전반적으로 하천 상류부의 지점이 높은 수준의 종 풍부도를 보였다<그림 3-8-3, a>.
- 일반적으로 도시 하천의 경우 상류에서도 오염이 많이 진행되고 있음을 고려할 때, 서부지역의 일부 하천의 경우 생물지수가 상대적으로 양호하므로 도시 근교에서 종 다양성을 보전할 수 있는 좋은 예가 될 수 있으리라 여겨지며, 앞으로 보다 섬세한 종 보전 대책이 요구된다고 생각된다. 종 균등도의 경우 율하천 상,하류(PYH1,2)에서 값이 제일 높게 나왔으며<그림 3-8-3, b>, 우점도에서는 하류 지점들이 높게 나타났다. 이는 깔따구의 우점 비율이 매우 높기 때문이라고 여겨진다<그림 3-8-3, c>. 다양도 지수에서는 대체적으로 상류 하천들에서 나타났으며, ASPT, BMWP, EPT의 경우도 마찬가지로 상류 하천들의 값이 높게 나타났다<그림 3-8-3, e-g>.



〈그림 3-8-3〉 a) 전체 지점의 밀도 (/m²) 값, b) 종 풍부도, c) 우점도 지수, d) 다양도 지수, e) ASPT, f) EPT%, g) BMWP. 모든 그림의 주황색 선은 평균을 의미함.

- 2회 모두 채집된 19개 지점에서 측정된 이화학적 환경 값, 군집지수, 수질지수 간의 상관관계수(피어슨 상관관계분석; Pearson correlation)을 구하였다($p < 0.05$). 생물지수간에는 상대적으로 높은 상관관계수를 보였다. 0.7이상의 높은 상관관계를 가진 값들은 종균등도(SR)와 하상지수(SI), 우점도(DI)와 종 다양도(H'), BMWP와 하상지수(SI), 종 균등도(SR), 종 다양도(H'), 우점도(DI), ASPT와 종 다양도(H'), 우점도(DI), BMWP, EPT와 하상지수(SI), 종 균등도(SR), 종 다양도(H'), 우점도(DI), BMWP, ASPT로 나타났다. 종 풍부도와 다양도 지수는 0.957로 가장 높은 상관관계를 보였으며 그 다음으로 BMWP와 풍부도가 0.904, 풍부도와 하상 지수가 0.890으로 높은 상관관계를 보였다. 반면 상대적으로 군집지수와 환경요인 사이에는 높은 상관관계를 보이지

않았다.

〈표 3-8-8〉 전체 지점의 환경요인, 군집지수, 수질지수 간의 상관관계*

	DO	Cond.	Depth	Speed	SI	Abund.	SR	H'	DI	BMWP	ASPT	EPT%
DO	1	0.103	-0.184	-0.128	-0.024	0.106	-0.080	-0.235	0.225	-0.251	-0.313	-0.063
Cond.		1	-0.199	0.632	-0.480	-0.326	-0.421	-0.309	0.368	-0.371	-0.374	-0.488
Depth			1	-0.135	0.441	0.185	0.353	0.285	-0.205	0.450	0.534	0.348
Speed				1	-0.565	-0.423	-0.436	-0.308	0.311	-0.278	-0.294	-0.544
SI					1	0.673	0.890	0.570	-0.509	0.765	0.669	0.712
Abund.						1	0.573	0.234	-0.248	0.455	0.371	0.435
SR							1	0.756	-0.680	0.904	0.715	0.730
H'								1	-0.957	0.793	0.698	0.768
DI									1	-0.743	-0.598	-0.716
BMWP										1	0.855	0.734
ASPT											1	0.800
EPT%												1

* 굵은 글씨: $p < 0.05$

- 채집된 군집의 출현 유형성을 보기 위해 인공신경망인 SOM(Self-Organizing Map)으로 분석하였다. 분석을 위해 서부산권역 하천 19개 지점에서 채집된 수서 생물 81종의 자료를 입력자료로 사용하였다. SOM은 입력과 출력으로 구성되어 높은 차원의 비선형의 데이터를 낮은 차원(특히 2차원; 본 분석에서는 7x4 노드임)으로 옮겨주어 자료 구성을 알기 쉽게 나타낸다. 데이터 특성에 따라 적절히 그룹화 할 수 있으므로 자료 변이 계량성을 시각화 하는데 용이하다. 가중치 벡터와 입력 벡터 사이에 거리는 학습 과정에 의해 계산된다. 계산 중 입력에 대해 가장 자연스럽게 반응하는 출력 노드가 승자가 되며 그 승자와 맞는 출력 결과를 찾기 위해 새로운 가중치 벡터를 구하는데 가중치 벡터는 다음의 식에 따라 정해진다. 결과적으로 유사한 종 구성을 보인 조사 지점이 묶여 나타난다.

$$d_j(t) = \sum_{i=0}^{N-1} [c_i(t) - w_{ij}(t)]^2$$

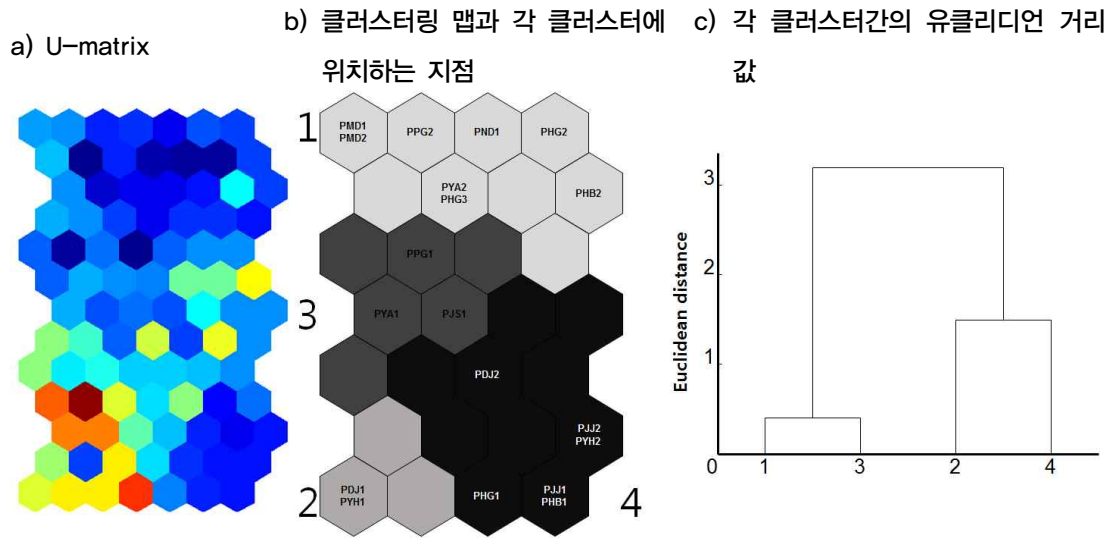
$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta(t)(x_i - w_{ij}(t))Z_j$$

- w_{ij} 는 각각 출력노드인 j 와 입력 노드인 i 사이의 무게를 의미하고, c_i 는 입력노드에 포함되는 분류군 N 의 밀도에 해당한다. $d_j(t)$ 는 계산된 입력 벡터와 가중치 벡터 사이의 거리이다. 승자가 된 출력노드는 가까운 거리를 가지게 된다. 반복되는 시간은 t 에 이며 $\omega(t)$ 는 학습 속도는 학습이 진행됨에 따라 감소한다.
- 인공신경망을 이용해 조사 지점 간 군집의 차이를 나타내었다(그림 3-8-4). 또한 U-matrix를 통해 노드간의 거리를 나타내었으며 Ward's linkage 방법을 통해 덴드로그램(dendrogram)으로 클러스터를 나누었다(그림 3-8-4, a). 전체적으로 4개의 클러스터를 보였으며 각 클러스터별 지점은 클러스터 2,3번에 상류 지점이 모이고 1,4번에 상류, 하류가 혼재되어있었다 (그림 3-8-4). U-matrix에 따르면 2번 클러스터가 다른 클러스터에 비해 크게 구분 되었는데 2번 클러스터는 상류의 매우 청정한 지역이 위치하였다.
- 4개로 나누어진 클러스터 내 조사지점의 이화학적 수질 지수 및 생물 지수의 평균값을 비교하였다(표 3-8-6). 각 클러스터에 해당하는 지수는 ANOVA ($p < 0.05$)를 이용해 비교하였으며 유의한 차이를 보이는 경우 사후검정으로 Tukey test를 적용하여 그룹을 나누었다. 각 클러스터는 군집 유속, 밀도, 균등도, 다양도, 우점도, BMWP, ASPT, EPT에서 유의한 차이를 보였으며 대체적으로 클러스터 2,4가 클러스터 1,3에 비해 높게 나타나는 양상을 보였다(표 3-8-6). 따라서 전체적으로 상부의 조사 지점이 양호한 상태를 제시하였다. 화학적 지수의 경우 대부분 통계적 유의성을 보이지는 못했지만 클러스터 1이 다른 클러스터에 비해 조금 높게 나타나는 결과를 보였다. 이를 통해 생물지수 생태적 온전성의 관점에서 화학적 지수보다 보다 섬세하게 수질을 구분할 수 있음을 제시하였다.
- 전체적으로 청정한 환경이 유지된 상류 지점의 군집에서 변이가 크게 나타났다. 이는 군집에 특정한 종 보다는 다수의 종이 높은 밀도로 출현한 영향으로 보인다. 상류 하천 지점이 모인 클러스터 2,3에서 이 지점에만 출현하는 지표성이 높은 특정 분류군(강도래목, 납작하루살이과, 물날도래과)이 다른 군집 구성에 비해 차이를 준 것으로 보인다. 출현 종은 대부분 청정한 산간 계류에 서식하는 종으로 클러스터 2,3에 무리 지어진 군집이 가지는 특징을 나타내었다. 그리고 클러스터 1에 무리 지어진 지점들은 일정 수준 이상의 오염이 일어난 중, 하류 지점이었는데, 낮은 ASPT와 EPT%를 보였다.

〈표 3-8-9〉 각 클러스터별 이화학적 수질지수 및 생물 지수*

Cluster	DO	Cond.	Depth	Speed	SI	Abund.	SR	H'	DI	BMWP	ASPT	EPT%
1	10.73	278.06	35.21	3.54	5.47	1621.30	13.25	1.99	77.09	32.06	4.01	19.15
2	10.63	38.75	19.08	38.00	6.16	5677.78	32.00	3.00	55.56	95.45	6.56	55.25
3	8.57	166.67	24.44	5.17	5.52	1460.49	17.67	2.72	58.20	61.60	5.57	44.07
4	9.08	112.33	18.03	24.44	5.74	5558.64	26.67	2.97	53.64	77.48	5.34	47.28

* 굵은 글씨: $p < 0.05$ (Tukey's range test)



〈그림 3-8-4〉 자가조직맵(Self-organizing map)을 이용한 서부산권역 하천 군집 분석.

3. 결론 및 고찰

- 전체 조사기간 동안 서부산권역 8개 하천 19개 지점에서 총 4문 8강 19목 49과 81종이 출현하였고, 지점당 평균 20종, 3,276.27 indi/m² 가 채집되었다. 하천의 발원지로부터 낙동강 하구 또는 바다로 이어지는 서부산권역의 하천은 길이가 짧았다. 그러나 서식처 환경 및 하상 구성은 다양하였는데, 조사지점에 따른 국소적 서식처의 변이에 기인한다고 여겨졌다. 전체 종의 80.46%에 해당하는 종이 절지동물(Arthropoda)문에 포함되었고 연체동물(Mollusca)문에 포함되는 종이 9.20%, 환형동물(Annelida)문에 포함되는 종이 3.45%, 편형동물(Platyhelminthes)문에 포함되는 종이 1.15%의 비율로 나타났다. 절지동물문이 80.46%, 연체동물문이 9.20%, 환형동물문이 3.45%, 편형동물문이 1.15%로 출현하였다. 절지동물문에서 96%가 수서 곤충에 해당되고, 특히 산간 위치한 상류의 청정한 지점에 서식하는 납작하루살이과나 물날도래과에 해당하는 종도 출현하였는데, 청정지역 지표성이 있는 분류군이 채집되었을 고려할 때 도시 근교하천의 종 다양성 보전에 대한 필요성을 보여주었다.
- 이화학적 환경요인(수온, 용존산소량, 전기전도도)과 서식처 요인(유속, 수심, 하상구조)도 함께 측정되어 분석되었다. 측정된 요인들은 일부 상관성을 보였다. 일반적으로 종 다양도는 우점도와 관련을 보였고, 종 풍부도와 하상 구조, 용존산소량 등은 수질지수(BMWP, ASPT)와 상관성을 보였다. 전체적으로 군집지수는 생물 수질지수를 결정하는 요인으로 작용하지만 이화학적 환경요인과 관계는 상대적으로 낮았고 이화학적 환경요인은 군집지수에 비해 생물수질지수와 높은 상관성을 보였다. 생물 수질지수는 생물 군집의 생존 상황을 전체적으로 반영하므로 하천의 생태적인 온전성을 나타내는데 있어 중요하다. 따라서 생물적 수질 지수를 이용한 하천 평가는 이화학적 지수를 통한 분석만으론 관찰이 불가능한 생태적 총체성에 대한 정보를 제공하고, 상대적으로 노력에 비해 높은 효율을 보여주기 때문에 오염 양상을 정량적, 국소적으로 제시하는 이화학적 조사와 지속적으로 병행해야 할 가치가 있다고 여겨진다.

- 전체 지점에서 군집 및 환경의 차이는 크게 종축에 따른 상류 및 하류에 의한 차이를 보였다. 수온과 용존 산소량, 전기전도도는 측정 시기에 따라 영향을 받았지만 전반적으로 상류 하천에서 높은 용존산소량과 낮은 전기 전도도, 수온 값을 보였다. 서식처 요인 역시 상류에서 큰 하상구조와 낮은 수심, 빠른 유속을 보였다. 하지만 출현 종수와 밀도, BMWP 값은 높은 서식처의 다양성과 청정한 환경을 보인 상류가 오히려 낮게 나타나는 결과를 보였다. 전반적으로 오염의 정도가 중간 정도의 서부산권역 하천은 유기물의 유입이 적고 적절한 유량이 있는 상류 지점이 좀 더 높은 다양도와 밀도를 보였는데, 이는 약한 수준의 교란이 일어나는 서식환경에서 높은 유수생태계의 다양성을 보인다는 과거 연구와 같은 결과를 보인다(Ward and Stanford 1983, Townsend et al. 1997). 앞으로 생태적 온전성에 대한 심도 있는 조사를 위해 보조에너지-스트레스(Subsidy-stress) 연관과 관련하여 보다 정밀한 연구가 필요하다고 여겨진다.
- 서부산권역 하천의 수서동물 군집상을 종합적으로 평가하기 위해 출현 생물종 자료를 입력자료하여 적용한 SOM을 적용하였다. 크게 2가지의 군집 양상으로 구분하였다(그림4). 양호한 수질과 서식처에서 높은 종 풍부도와 밀도를 가지는 상류 산간 계류 지표 분류군, 오염이 어느 정도 진행되어 낮은 ASPT와 EPT%를 보이는 지표분류군으로 나뉘어 나타났다. 인공신경망을 이용한 분석은 서부산권역 하천의 다양한 지점에서 출현한 수서동물 군집을 몇 가지 유형으로 나누는데 용이하였으며, 향후 군집 구조적 연구나 지표성 검출 등의 연구를 추가적으로 진행한다면 동부산권역 및 중부산권역의 하천 수생동물에 대한 심도 있는 분석이 가능할 것으로 생각된다 (Cho et al. 2011, Kim et al. 2003).

4. 참고문헌

- 배경석, 윤일병, 1989. 낙동강 하구의 환경특성과 저서성 대형무척추동물의 동태에 관한 연구, 한국육수학회지, 22:11-27.
- 윤일병, 배경석, 공동수, 1987. 낙동강 하구의 이화학적 요인과 대형무척추동물의 군집구조에 관한 연구. 한국육수학회지 20:73-99.
- Armitage, P., Moss D., Wright, J., Furse, M., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water research 17:333-347.
- Brigham, A. R., Bringham W. U., Gnilka A., 1982. Aquatic insects and oligochaetes of North and South California, Midwest Aquatic Enterprise, Mahomet. p. 837.
- Cho, W.-S., Park, Y.-S., Park, H.-K., Kong, H.-Y., Chon, T.-S., 2011. Ecological informatics approach to screening of integrity metrics based on benthic macroinvertebrates in streams. Ann. Limnol. Int. J. Lim 47:51-62.
- Brinkhust, R. O., 1986. Guide to the freshwater aquatic microdrile Oligochaetes of North America. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 84. pp. 256.
- Hawkes H.A. 1979. Invertebrates as indicators of river water quality. Chapter 2 in

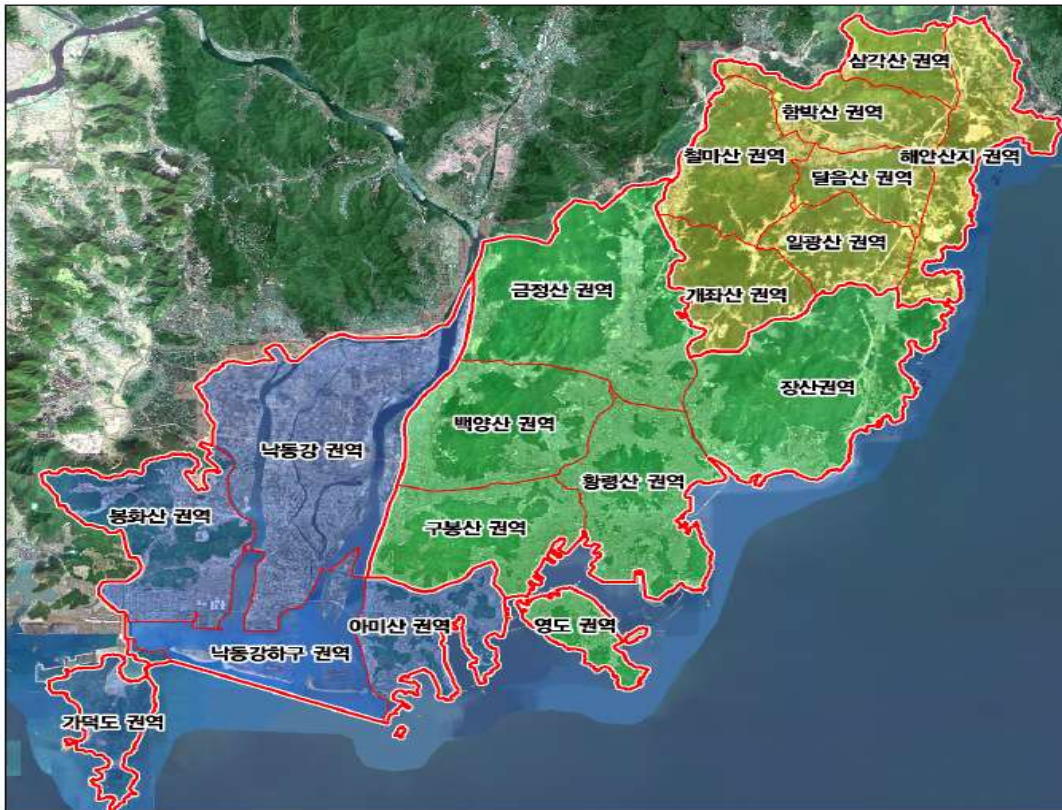
- Biological indicators of water quality. James A. & Evison L. (eds.). John Wiley and Sons, Chishester, Great Britain.
- Kim, D.-H., Cho, W.-S., Chon T.-S., 2013. Self-organizing map and species abundance distribution of stream benthic macroinvertebrates in revealing community patterns in different seasons. *Ecological Informatics* 17:14-29.
- Margalef, D. R., 1958. Information theory in ecology. Society for General Systems Research.
- McNaughton, S., 1967. Relationships among functional properties of Californian grassland.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W., Berg, M.B., 2008. An introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, 4th revised Edition, 1158pp.
- Merritt, R. W., Cummins K. W., 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Hunt Publishing Company, Dubugue., p.722.
- Pennak, R. W., 1978. Fresh-water invertebrates of the unites States. John Wielely and Sons, Inc., New York. pp. 803.
- Townsend, C. R., Scarsbrook M. R., Dolé dec S., 1997. The intermediate disturbance hypothesis, refugia, and biodiversity in streams. *Limnology and Oceanography* 42:938-949.
- Walley, W., Hawkes H., 1996. A computer-based reappraisal of the Biological Monitoring Working Party scores using data from the 1990 river quality survey of England and Wales. *Water research* 30:2086-2094.
- Ward, J., Stanford J., 1983. Intermediate-disturbance hypothesis: an explanation for biotic diversity patterns in lotic ecosystems. *Dynamics of Lotic Systems*, Ann Arbor Science, Ann Arbor MI. 1983. 347-356.

제9절 곤충

1. 연구방법

1) 조사지역

- 서부산권역 내의 주요 생태계로 판단되는 5개의 산(옥녀봉, 봉화산, 연대봉, 아미산, 물운대)을 2015년 6월부터 2015년 10월까지 집중으로 조사하였다<표 3-9-1>. 행정구역상 옥녀봉(336m), 봉화산(227m), 연대봉(459m)는 강서구에 포함되며, 아미산(223m), 물운대(78m)는 사하구에 속한다<그림 3-9-1>. 조사경로는 산림내의 다양한 서식환경이 포함될 수 있고, 조사가 유의한 곳을 선정하였다<표 3-9-2>.



<그림 3-9-1> 곤충조사지역(동부산권역-노란색, 중부산권역-초록색, 서부산권역-파란색)

〈표 3-9-1〉 곤충 조사시기

	옥녀봉	봉화산	연대봉	아미산	물운대
1	2015-Ⅵ-24	2015-Ⅵ-23	2015-Ⅵ-7	2015-Ⅶ-4	2015-Ⅶ-10
2	2015-Ⅶ-25	2015-Ⅶ-10	2015-Ⅵ-13	2015-Ⅷ-14	2015-Ⅷ-15
3	2015-Ⅷ-18	2015-Ⅷ-14	2015-Ⅵ-17	2015-Ⅷ-28	2015-Ⅷ-28
4	2015-Ⅷ-22	2015-Ⅷ-22	2015-Ⅵ-23	2015-Ⅸ-5	2015-Ⅸ-24
5	2015-Ⅷ-28	2015-Ⅸ-19	2015-Ⅵ-25	2015-Ⅹ-10	2015-Ⅹ-23
6	2015-Ⅹ-23	2015-Ⅹ-8	2015-Ⅵ-27	2015-Ⅹ-31	2015-Ⅹ-24
7			2015-Ⅶ-4		
8			2015-Ⅶ-8		
9			2015-Ⅶ-15		
10			2015-Ⅶ-18		
11			2015-Ⅶ-25		
12			2015-Ⅶ-31		
13			2015-Ⅸ-19		
14			2015-Ⅹ-24		

〈표 3-9-2〉 조사지역별 조사경로 및 조사지점

조사지역		채집장소
강서구	옥녀봉	지사동~옥녀봉
		미음동~옥녀봉
	봉화산	성고개~봉화산 정상
		녹산초교~봉화산 정상
		녹산보건지소~봉화산 정상
	가덕도	덕문중고교~연대봉 정상
		대항마을~연대봉 정상
		두문마을~연대봉 정상
		천성동~연대봉 정상
	사하구	아미산
다대동~아미산 정상		
물운대		물운대 공원

① 봉화산

- 봉화산은 부산시 강서구 녹산동에 위치하고 녹산동, 송정동, 구랑동, 생곡동, 성산동에 걸쳐 있는 산으로 해발고도는 277.7m로 높지는 않지만 비교적 넓은 면적을 가지는 산이다. 조사는 성고개, 녹산초교, 녹산보건지소에서 봉화산 정상으로 이어지는 등산로를 중심으로 이루어졌고 등산로는 경사가 급하고 암석으로 이루어져 중간의 식생이 부족하다. 북쪽사면에는 생곡쓰레기 매립장이 있고 산지하층부에는 주민들의 경작지가 유지되고 있다. 2004년에 장고개지역에서 진행 중이던 도로공사는 현재는 완공되어 있다.

② 옥녀봉

- 옥녀봉(336m)은 창원과 진해지역을 구분하는 불모산(801m)의 한 지류로 현재 하층부 주변으로 과학단지가 조성되어 있으며, 현재도 공사가 진행 중에 있다. 정상으로 이어지는 등산로나 진입할 수 있는 산길이 없어, 지사동과 미음동에 속한 산지 하층부를 중심으로 조사했다.

③ 연대봉

- 연대봉(459m)은 강서구 천성 및 대항동에 위치하고 있는 가덕도의 최고봉으로 인근의 삼박봉, 성토봉, 국수봉으로 이어지면서 녹지축을 형성하고 있다. 조사는 천성마을, 덕문중고교, 두문마을, 대항마을을 통해서 정상부로 이어지는 등산로를 중심으로 조사가 이루어졌고, 조사지역은 임연군락이 잘 형성되어 있으며, 소나무가 우점하면서 다층식생을 형성하고 있다.

④ 아미산

- 사하구 장림동과 다대동에 위치한 아미산(223m)의 남측하면에는 아파트단지가 조성되어 있으며, 북측사면에는 대규모 공업단지가 있고 동쪽사면으로 침엽수가 우점종을 이루면서 낙엽활엽수가 혼재되어 있고 북서면은 인공식재된 밤나무와 침엽수 등의 혼효림으로 구성되어 있다. 조사는 장림동에 위치한 부산정신병원 옆에서 시작되는 등산로 및 임도를 시작으로 정상까지 이어지는 등산로와 다대동에서 시작하여 정상으로 이어지는 길로 조사를 진행하였다.

⑤ 몰운대

- 몰운대(78m)는 사하구 다대동에 위치하며, 낙동강하구와 바다가 만나는 지점에 위치하고 있다. 군사지역과 일부지역을 제외하고 산책로를 정비하여 공원으로 조성되어 있어 시민들의 휴식공간으로 활용되고 있다. 조사는 산책로를 중심으로 조사가 이루어 졌으며, 산책로 주변에는 인위적인 화단이 조성되어 있고 임상은 혼효림으로 구성되어 있다.

(2) 조사방법

- 조사 대상이 모든 곤충군을 포함하므로 한 가지 채집방법에 의존하기 보다는 보다 다양한 채집방법(쓸어잡기(sweeping), 보고잡기(branding), 부육질과 유인액을 이용한 함정채집(pit-fall trap))을 사용하여 각 곤충군의 서식특성에 맞게 채집방법을 설계해 최대한의 종다양성을 확보하는 주력하였다.
- 각 조사지의 곤충상 결과를 바탕으로 종목록을 작성했고, 곤충의 학명과 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)을 따랐다.

- 조사된 곤충군집의 생태적 특성을 확인하기 위해 각 지역의 Shannon-Weaver의 종다양도 (H' , Shannon-Weaver, 1949), Simpson의 우점도(D' , Simpson, 1949;1), Margalef의 종풍부도(R' , Margalef, 1972)를 구하였다. 또 각 지역에서 기록된 곤충군의 다양도-수도 곡선을 목서열과 함께 작성하는 방법으로(배와 문, 1993) 각 조사지역에서 곤충군집의 차이를 확인했다.
- 2004년에 기록된 곤충상과 이번 조사에서 기록된 곤충상과의 유사성을 비교하기 위해 Jaccard 유사도 분석을 실시하였다(Ludwig and Reynolds, 1988).

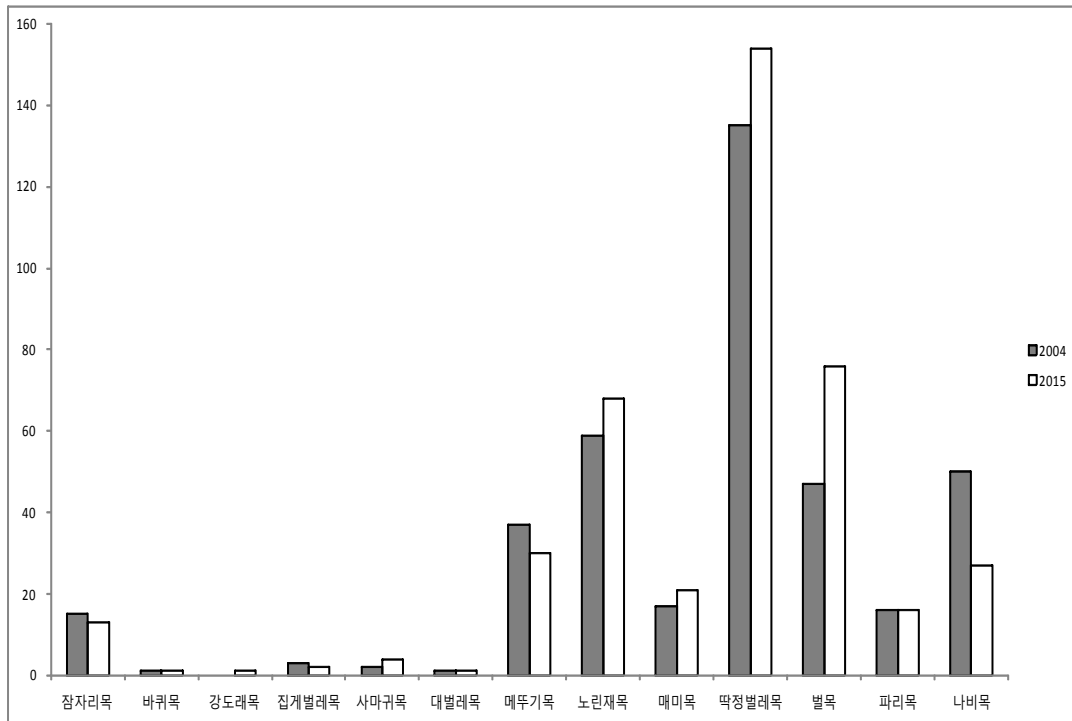
2. 결과

1) 서부산권역 곤충군의 다양성

- 전체 조사지역에서 2004년에 채집된 곤충상은 13목 97과 305속 386종이고, 2015년에 채집된 곤충상은 14목 98과 357속 417종으로 조사되었다.
- 딱정벌레목이 29과 135속 154종이 기록되어 전체 종수의 36.93%를 차지하여 가장 높은 다양성을 보였고, 벌목이 13과 66속 76종으로 18.23%, 노린재목이 18과 61속 68종으로 16.31%, 메뚜기목이 8과 27속 30종으로 7.19%, 나비목이 8과 18속 27종으로 6.47%, 매미목이 7과 17속 21종으로 5.04%로 다양성을 보였고, 나머지 분류군은 20종 미만(4.81% 미만)으로 파리목(3.84%), 잠자리목(3.12%), 사마귀목(0.96%), 풀잠자리목(0.72%), 집게벌레목(0.48%), 바퀴목(0.24%), 강도래목(0.24%), 대벌레목(0.24%) 순서로 나타났다<표 3-9-3><그림 3-9-2>.
- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 5.15, D' 는 94.97, R' 는 50.21로 나타났고, 우점종은 샛포로잡초노린재 *Rhopalus (Aeschyntelus) sapporensis* (Matsumura)로 나타났다<표 3-9-3>.

〈표 3-9-3〉 서부산권역의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	2015	2004	2015	2004	2015	2004	
잠자리목	2/4	2.04/4.12	9/9	2.52/2.95	13/15	3.12/3.89	6.50/3.75
바퀴목	1/1	1.02/1.03	1/1	0.28/0.33	1/1	0.24/0.26	1.00/1.00
강도래목	1/-	1.02/-	1/-	0.28/-	1/-	0.24/-	1.00/-
집게벌레목	1/2	1.02/2.06	2/3	0.56/0.98	2/3	0.48/0.78	2.00/1.50
사마귀목	1/1	1.02/1.03	3/2	0.84/0.66	4/2	0.96/0.52	4.00/2.00
대벌레목	1/1	1.02/1.03	1/1	0.28/0.33	1/1	0.24/0.26	1.00/1.00
메뚜기목	8/9	8.16/9.28	27/32	7.56/10.49	30/37	7.19/9.59	3.75/4.11
노린재목	18/19	18.37/19.59	61/55	17.09/18.03	68/59	16.31/15.28	3.78/3.11
매미목	7/4	7.14/4.12	17/16	4.76/5.25	21/17	5.04/4.40	3.00/4.25
잠자리목	3/3	3.06/3.09	3/3	0.84/0.98	3/3	0.72/0.78	1.00/1.00
정벌레목	29/25	29.59/25.77	135/93	37.82/30.49	154/135	36.93/34.97	5.31/5.40
벌목	13/10	13.27/10.31	66/38	18.49/12.46	76/47	18.23/12.18	5.85/4.70
파리목	5/6	5.10/6.19	13/12	3.64/3.93	16/16	3.84/4.15	3.20/2.67
나비목	8/12	8.16/12.37	18/40	5.04/13.11	27/50	6.47/12.95	3.38/4.17
합계	98/97	100/100	357/305	100/100	417/386	100/100	4.26/3.98
H' (Shannon-Weaver diversity index)						5.15/5.07	
D' (Simpson dominance index)						94.97/83.32	
R' (Margalef species richness)						50.21/24.42	



〈그림 3-9-2〉 서부산권역의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

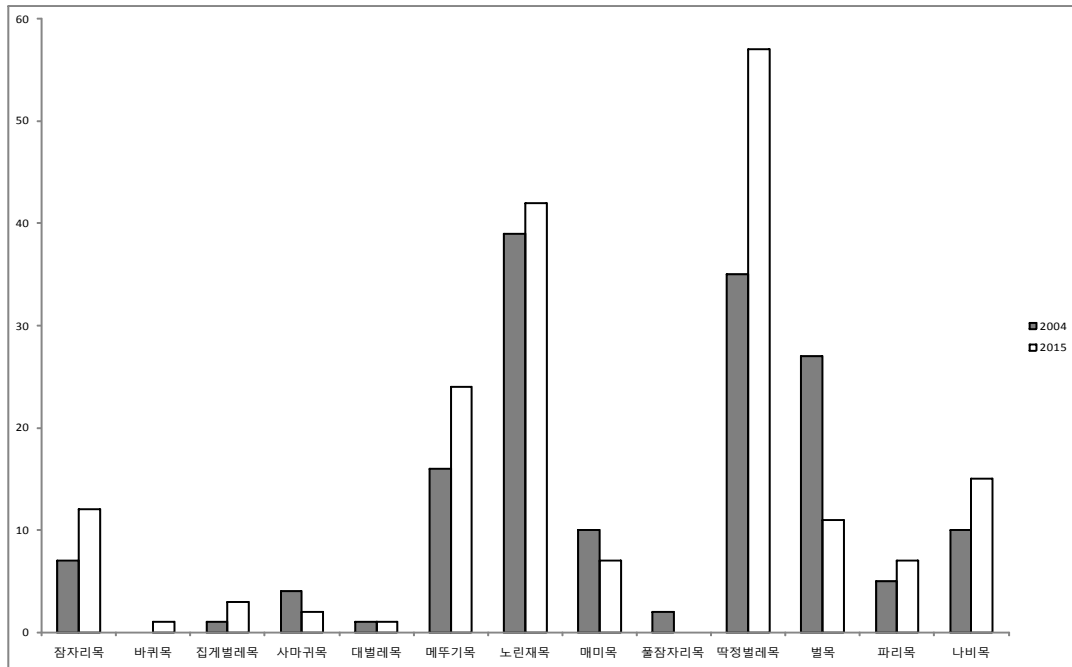
2) 권역별 곤충군의 다양성

(1) 옥녀봉

- 옥녀봉에서 2004년에는 전체 12목 73과 166속 182종이 기록되었고, 2015년 조사에서는 전체 12목 61과 140속 157종이 기록되었다. 분류군별 다양성을 살펴보면 노린재목이 12과 34속 39종으로 전체 종수의 24.84%를 차지했고, 딱정벌레목이 16과 35속 35종으로 22.29%로 높은 다양성을 보였다. 그 외에도 벌목이 8과 23속 27종으로 17.20%, 메뚜기목이 5과 15속 16종으로 10.19%, 나비목 5과 8속 10종으로 6.37%, 매미목 5과 9속 10종으로 6.37%, 잠자리목 2과 4속 7종 4.46%, 파리목 3과 5속 5종 3.18%, 풀잠자리목 2과 2속 2종으로 1.27%, 집게벌레목과 대벌레목은 각각 1과 1속 1종으로 0.64%로 나타났다<표 3-9-4><그림 3-9-3>.
- 각 목의 종수를 과수로 나누어 단순다양도를 이용하여 분류군별 지역 적응도를 살펴보면 사마귀목이 4.00으로 가장 높게 나타났고, 잠자리목이 3.50, 벌목이 3.38, 노린재목이 3.25, 메뚜기목이 3.20, 딱정벌레목이 2.19, 매미목과 나비목이 각각 2.00, 파리목이 1.67, 집게벌레목과 대벌레목, 풀잠자리목이 각각 1.00으로 나타났다<표 3-9-4>.
- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 4.49, D' 는 62.92, R' 는 24.85로 나타났고 우점종은 붉은산꽃하늘소 *Corymbial rubra* (Linné)가 0.003으로 나타났다<표 3-9-4>.

<표 3-9-4> 옥녀봉 곤충다양성의 구조(2015/2004 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
잠자리목	2/3	3.28/4.11	4/7	2.86/4.22	7/12	4.46/6.59	3.50/4.00
바퀴목	-/1	-/1.37	-/1	-/0.60	-/1	-/0.55	-/1.00
집게벌레목	1/2	1.64/2.74	1/3	0.71/1.81	1/3	0.64/1.65	1.00/1.50
사마귀목	1/1	1.64/1.37	3/2	2.14/1.20	4/2	2.55/1.10	4.00/2.00
대벌레목	1/1	1.64/1.37	1/1	0.71/0.60	1/1	0.64/0.55	1.00/1.00
메뚜기목	5/9	8.20/12.33	15/21	10.71/12.65	16/24	10.19/13.19	3.20/2.67
노린재목	12/17	19.67/23.29	34/41	24.29/24.70	39/42	24.84/23.08	3.25/2.47
매미목	5/3	8.20/4.11	9/7	6.43/4.22	10/7	6.37/3.85	2.00/2.33
풀잠자리목	2/-	3.28/-	2/-	1.43/-	2/-	1.27/-	1.00/-
딱정벌레목	16/18	26.23/24.66	35/54	25.00/32.53	35/57	22.29/31.32	2.19/3.17
벌목	8/5	13.11/6.85	23/10	16.43/6.02	27/11	17.20/6.04	3.38/2.20
파리목	3/4	4.92/5.48	5/6	3.57/3.61	5/7	3.18/3.85	1.67/1.75
나비목	5/9	8.20/12.33	8/13	5.71/7.83	10/15	6.37/8.24	2.00/1.67
합계	61/73	100/100	140/166	100/100	157/182	100/100	2.66/3.83
H' (Shannon-Weaver diversity index)						4.49/4.71	
D' (Simpson dominance index)						62.92/60.71	
R' (Margalef species richness)						24.85/20.10	



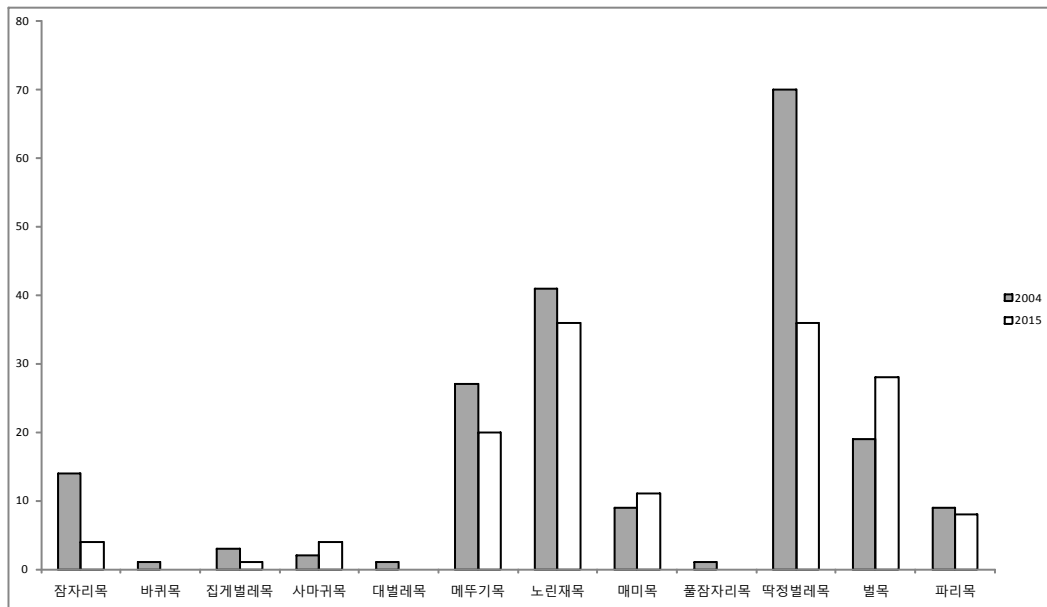
〈그림 3-9-3〉 옥녀봉의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

(2) 봉화산

- 봉화산에서 2004년 조사에는 전체 13목 75과 192속 216종이 기록되었고, 2015년 조사에서는 10목 60과 146속 161종이 기록되었는데 분류군별 다양성을 보면 딱정벌레목이 15과 34속 36종으로 22.36%와 노린재목이 12과 32속 36종으로 22.36%로 높은 다양성을 보였고 벌목이 8과 26속 28종으로 17.39%, 메뚜기목이 7과 18속 20종으로 12.42%로 나타났다. 그 밖에도 나비목이 7과 12속 13종으로 8.07%, 매미목이 4과 11속 11종으로 6.83%의 비율을 차지했고 파리목 3과 6속 8종으로 4.97%, 잠자리목 2과 3속 4종으로 2.48%, 사마귀목 1과 3속 4종으로 2.48%, 집게벌레목이 1과 1속 1종으로 0.62%의 비율로 나타났다<표 3-9-5><그림 3-9-4>.
- 단순다양도를 살펴보면 사마귀목이 4.00으로 가장 높게 나타났고 벌목이 3.50, 노린재목이 3.00 순으로 나타났다. 그밖에도 메뚜기목이 2.86, 매미목이 2.75, 파리목이 2.67, 딱정벌레목이 2.40, 잠자리목이 2.00, 나비목이 1.86, 집게벌레목이 1.00으로 나타났다<표 3-9-5>.
- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 4.19, D' 는 32.75, R' 는 23.80으로 나타났고, 우점종은 노랑발톱입벌레 *Monolepta pallidula* (Baly)가 0.01로 나타났다<표 3-9-5>.

〈표 3-9-5〉 봉화산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
잠자리목	2/3	3.33/4.00	3/8	2.05/4.17	4/14	2.48/6.48	2.00/4.67
바퀴목	-/1	-/1.33	-/1	-/0.52	-/1	-/0.46	-/1.00
집게벌레목	1/2	1.67/2.67	1/3	0.68/1.56	1/3	0.62/1.39	1.00/1.50
사마귀목	1/1	1.67/1.33	3/2	2.05/1.04	4/2	2.48/0.93	4.00/2.00
대벌레목	-/1	-/1.33	-/1	-/0.52	-/1	-/0.46	-/1.00
메뚜기목	7/8	11.67/10.67	18/24	12.33/12.50	20/27	12.42/12.50	2.86/3.38
노린재목	12/17	20.00/22.67	32/36	21.92/18.75	36/41	22.36/18.98	3.00/2.41
매미목	4/3	6.67/4.00	11/9	7.53/4.69	11/9	6.83/4.17	2.75/3.00
잠자리목	-/1	-/1.33	-/1	-/0.52	-/1	-/0.46	-/1.00
딱정벌레목	15/19	25.00/25.33	34/68	23.29/35.42	36/70	22.36/32.41	2.40/3.68
벌목	8/7	13.33/9.33	26/16	17.81/8.33	28/19	17.39/8.80	3.50/2.71
파리목	3/3	5.00/4.00	6/8	4.11/4.17	8/9	4.97/4.17	2.67/3.00
나비목	7/9	11.67/12.00	12/15	8.22/7.81	13/19	8.07/8.80	1.86/2.11
합계	60/75	100/100	146/192	100/100	161/216	100/100	2.68/2.88
H' (Shannon-Weaver diversity index)						4.19/4.01	
D' (Simpson dominance index)						32.75/15.73	
R' (Margalef species richness)						23.80/21.33	



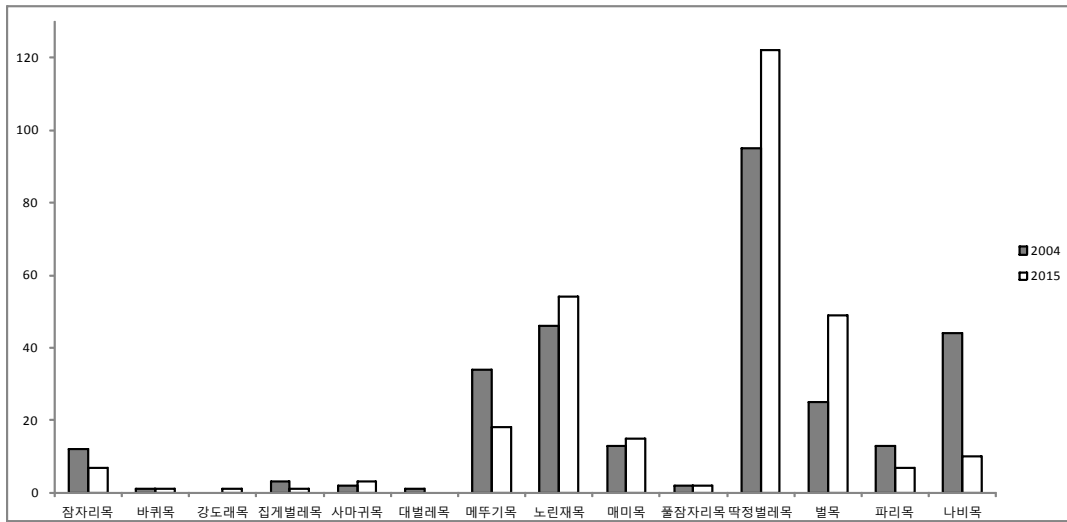
〈그림 3-9-4〉 봉화산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

(3) 연대봉

- 2004년 연대봉 조사에서는 전체 13목 76과 238속 270종이 기록되었고, 2015년 조사에서는 13목 82과 253속 290종이 기록되어 조사지역 중에서 가장 높은 다양성을 나타내고 딱정벌레목이 26과 107속 122종으로 42.07%로 가장 높은 다양성을 나타냈다. 그리고 노린재목이 15과 47속 54종으로 18.62%, 벌목이 10과 42속 49종으로 16.90%, 메뚜기목이 6과 18속 18종으로 6.21%, 매미목이 6과 11속 15종으로 5.17%의 비율로 차지했고, 나비목이 7과 8속 10종으로 3.45%, 잠자리목이 2과 6속 7종으로 2.41%, 파리목이 4과 7속 7종으로 2.41%, 사마귀목이 1과 2속 3종으로 1.03%, 풀잠자리목이 2과 2속 2종으로 0.69%로 나타났다. 바퀴목, 강도래목, 집게벌레목은 종수가 1종 0.34%로 다양성이 낮은 것을 볼 수 있다<표 3-9-6><그림 3-9-5>.
- 단순다양도를 살펴보면 벌목이 4.90으로 높게 나타났고, 딱정벌레목이 4.69, 노린재목이 3.60, 잠자리목이 3.50, 사마귀목과 메뚜기목이 3.00으로 나타났다. 그밖에도 매미목이 2.50, 파리목이 1.75, 나비목이 1.43으로 나타났으며 바퀴목, 강도래목, 집게벌레목, 풀잠자리목이 1.00으로 낮게 나타났다<표 3-9-6>.
- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 4.89, D' 는 62.24, R' 는 39.27로 나타났고 우점종은 무당알노린재 *Megacopta punctatissima* (Montandon)가 0.002으로 나타났다<표 3-9-6>.

<표 3-9-6> 연대봉 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
잠자리목	2/2	2.44/2.63	6/6	2.37/2.25	7/12	2.41/4.44	3.50/6.00
바퀴목	1/1	1.22/1.32	1/1	0.40/0.42	1/1	0.34/0.37	1.00/1.00
강도래목	1/-	1.22/-	1/-	0.40/-	1/-	0.34/-	1.00/-
집게벌레목	1/2	1.22/2.63	1/2	0.40/0.84	1/3	0.34/1.11	1.00/1.50
사마귀목	1/1	1.22/1.32	2/2	0.79/0.84	3/2	1.03/0.74	3.00/2.00
대벌레목	-/1	-/1.32	-/1	-/0.42	-/1	-/0.37	-/1.00
메뚜기목	6/9	7.32/11.84	18/29	7.11/12.18	18/46	6.21/17.04	3.00/3.78
노린재목	15/8	18.29/10.53	47/42	18.58/17.65	54/13	18.62/4.81	3.60/5.75
매미목	6/4	7.32/5.26	11/13	4.35/5.46	15/13	5.17/4.81	2.50/3.25
풀잠자리목	2/2	2.44/2.63	2/2	0.79/0.84	2/2	0.69/0.74	1.00/1.00
딱정벌레목	26/24	31.71/31.58	107/74	42.29/31.09	122/95	42.07/35.19	4.69/3.96
벌목	10/7	12.20/9.21	42/20	16.60/8.40	49/25	16.90/9.26	4.90/3.57
파리목	4/4	4.88/5.26	7/10	2.77/4.20	7/13	2.41/4.81	1.75/3.25
나비목	7/11	8.54/14.47	8/36	3.16/15.13	10/44	3.45/16.30	1.43/4.00
합계	82/76	100/100	253/238	100/100	290/270	100/100	3.54/3.83
H' (Shannon-Weaver diversity index)						4.89/5.01	
D' (Simpson diversity index)						62.24/56.55	
R' (Margalef species richness)						39.27/28.42	



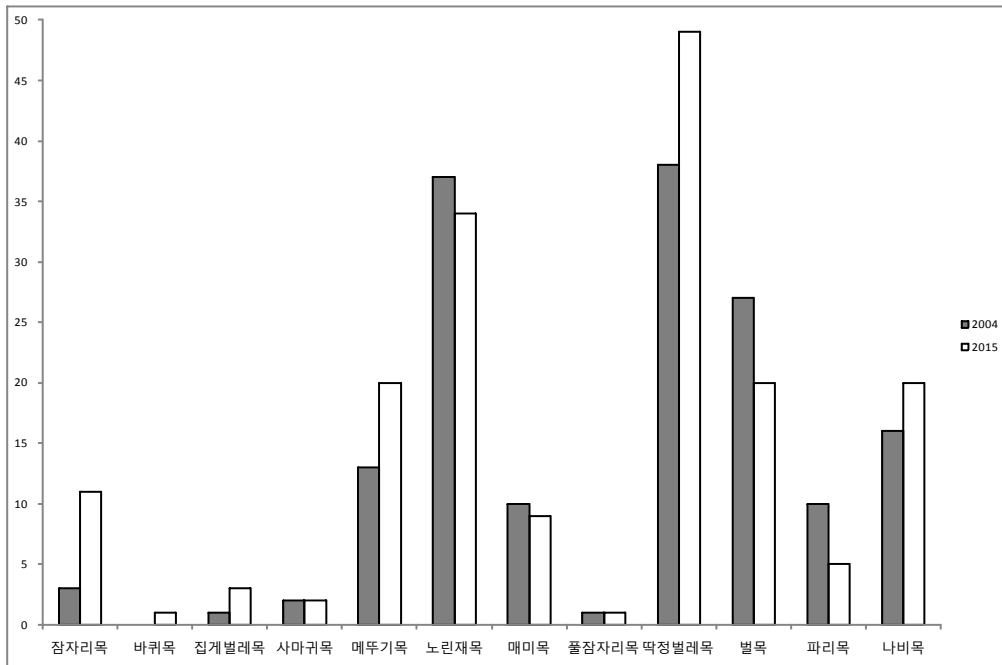
〈그림 3-9-5〉 연대봉 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

(4) 아미산

- 아미산에서 2004년에 조사된 곤충은 12목 70과 151속 175종으로 기록되었고, 2015년 조사에서 11목 57과 143속 158종이 조사되었다.

〈표 3-9-7〉 아미산 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
잠자리목	2/1	3.51/1.43	3/3	2.10/1.99	3/11	1.90/6.29	1.50/11.00
바퀴목	-/1	-/1.43	-/1	-/0.66	-/1	-/0.57	-/1.00
계벌레목	1/2	1.75/2.86	1/3	0.70/1.99	1/3	0.63/1.71	1.00/1.50
사마귀목	1/1	1.75/1.43	1/1	0.70/0.66	2/2	1.27/1.14	2.00/2.00
메뚜기목	4/8	7.02/11.43	12/18	8.39 /11.92	13/20	8.23/11.43	3.25/2.50
노린재목	11/15	19.30/21.43	33/31	23.08/20.53	37/34	23.42/19.43	3.36/2.27
매미목	6/4	10.53/5.71	10/8	6.99/5.30	10/9	6.33/5.14	1.67/2.25
잠자리목	1/1	1.75/1.43	1/1	0.70/0.66	1/1	0.63/0.57	1.00/1.00
정벌레목	13/17	22.81/24.29	38/46	26.57/30.46	38/49	24.05/28.00	2.92/2.88
벌목	8/8	14.04/11.43	24/18	16.78/11.92	27/20	17.09/11.43	3.38/2.50
파리목	3/3	5.26/4.29	8/4	5.59/2.65	10/5	6.33/2.86	3.33/1.67
나비목	7/9	12.28/12.86	12/17	8.39/11.26	16/20	10.13/11.43	2.29/2.22
합계	57/70	100/100	143/151	100/100	158/175	100/100	2.77/2.50
H' (Shannon-Weaver diversity index)						4.20/4.77	
D' (Simpson dominance index)						29.82/78.39	
R' (Margalef species richness)						23.75/19.43	



〈그림 3-9-6〉 아미산 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

- 그 중 딱정벌레목이 13과 38속 38종으로 24.05%로 가장 높은 다양성이 나타났고 노린재목이 11과 33속 37종으로 23.42%, 벌목이 8과 24속 27종으로 17.09%, 나비목이 7과 12속 16종으로 10.13%로 나타났다. 그 외에도 메뚜기목이 4과 12속 13종으로 8.23%, 매미목이 6과 10속 10종으로 6.33%, 파리목이 3과 8속 10종으로 6.33%, 잠자리목이 2과 3속 3종으로 1.90%, 사마귀목이 1과 1속 2종으로 1.27%로 나타났고 집게벌레목과 풀잠자리목이 1종 0.63%로 다양성이 낮은 것을 볼 수 있다<표 3-9-7><그림 3-9-6>.
- 단순다양도를 살펴보면 벌목이 3.38, 노린재목이 3.36, 파리목이 3.33, 메뚜기목이 3.25로 나타났고, 그 외에도 딱정벌레목이 2.92, 나비목이 2.29, 사마귀목이 2.00, 매미목이 1.67, 잠자리목이 1.50, 집게벌레목과 풀잠자리목이 1.00으로 나타났다<표 3-9-7>.
- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 4.20, D' 는 29.82, R' 는 23.75로 나타났고 우점종은 끝검은말매미충 *Bothrogonia japonica* Ishifara이 0.02로 나타났다<표 3-9-7>.

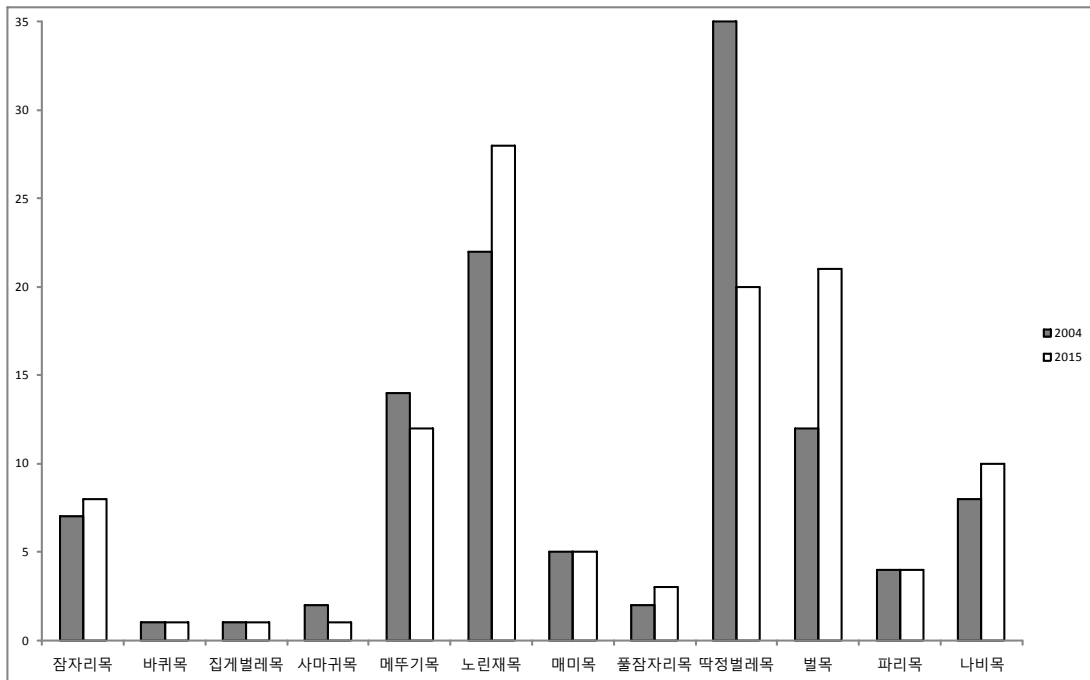
(5) 물운대

- 물운대에서는 2004년에는 전체 12목 57과 102속 113종이 기록되었고, 2015년 조사에서는 12목 50과 104속 114종이 조사되어 조사지역 중 가장 낮은 다양성을 보였는데 이 중 노린재목이 11과 27속 28종으로 24.56%를 차지하여 가장 높은 다양성을 나타냈다. 벌목이 7과 19속 21종으로 18.42%, 딱정벌레목이 10과 20속 20종으로 17.54%, 메뚜기목 4과 10속 12종으로 10.53% 순으로 나타났다. 그 외에도 나비목이 5과 8속 10종으로 8.77%, 잠자리목이 2과 5속 8종으로 7.02%, 매미목이 3과 5속 5종으로 4.39%, 파리목이 2과 4속 4종으로 3.51%, 풀잠자리목이 3과 3속 3종으로 2.63%로 나타났고 바퀴목, 집게벌레목, 사마귀목이 각각 1종 0.88%로 다양성이 낮

은 것을 볼 수 있다<표 3-9-8><그림 3-9-7>.

<표 3-9-8> 물운대 곤충다양성의 구조(2015/2004년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
잠자리목	2/2	4.00/3.51	5/3	4.81/2.94	8/7	7.02/6.19	4.00/3.50
바퀴목	1/1	2.00/1.75	1/1	0.96/0.98	1/1	0.88/0.88	1.00/1.00
집게벌레목	1/1	2.00/1.75	1/1	0.96/0.98	1/1	0.88/0.88	1.00/1.00
사마귀목	1/1	2.00/1.75	1/2	0.96/1.96	1/2	0.88/1.77	1.00/2.00
메뚜기목	4/8	8.00/14.04	10/14	9.62/13.73	12/14	10.53/12.39	3.00/1.75
노린재목	11/12	22.00/21.05	27/20	25.96/19.61	28/22	24.56/19.47	2.55/1.83
매미목	3/3	6.00/5.26	5/5	4.81/4.90	5/5	4.39/4.42	1.67/1.67
잠자리목	3/2	6.00/3.51	3/2	2.88/1.96	3/2	2.63/1.77	1.00/1.00
딱정벌레목	10/15	20.00/26.32	20/34	19.23/33.33	20/35	17.54/30.97	2.00/2.33
벌목	7/4	14.00/7.02	19/10	18.27/9.80	21/12	18.42/10.62	3.00/3.00
파리목	2/2	4.00/3.51	4/3	3.85/2.94	4/4	3.51/3.54	2.00/2.00
나비목	5/6	10.00/10.53	8/7	7.69/6.86	10/8	8.77/7.08	2.00/1.33
합계	50/57	100/100	104/102	100/100	114/113	100/100	2.28/1.98
H' (Shannon-Weaver diversity index)						4.30/3.49	
D' (Simpson dominance index)						52.16/9.31	
R' (Margalef species richness)						20.02/12.89	



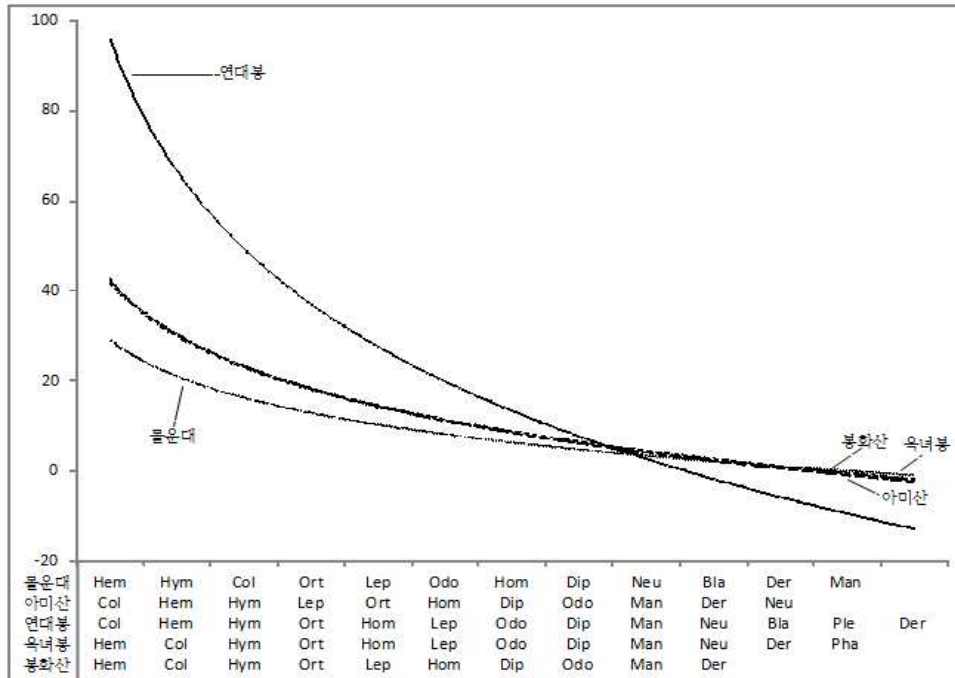
<그림 3-9-7> 물운대 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

- 단순다양도를 살펴보면 잠자리목이 4.00으로 가장 높게 나타났고, 메뚜기목과 벌목이 3.00, 노린재목이 2.55, 딱정벌레목과 파리목, 나비목이 각각 2.00으로 나타났으며, 바퀴목과 집게벌레목, 사마귀목, 풀잠자리목이 각각 1.00으로 단순다양도는 낮게 나타났다<표 3-9-8>.

- 조사지역 전체 종다양도를 살펴보면 H' 는 4.30, D' 는 52.16, R' 는 20.02로 나타났고 우점종은 샷포로잡초노린재 *Rhopalus (Aeschyntelus) sapporensis* (Matsumura)가 0.008로 나타났다<표 3-9-8>.

(6) 다양도-수도곡선

- 전체 조사지역에서 기록된 목별 종수를 이용하여 다양도-수도곡선으로 지역별 다양도를 비교해보면, 연대봉의 다양도-수도가 가장 다양하게 나타났고($y=-42.38\ln(x)+95.834$), 아미산($y=-17.49\ln(x)+42.496$), 봉화산($y=-17.11\ln(x)+42.055$), 옥녀봉($y=-17.06\ln(x)+41.673$), 몰운대($y=-11.71\ln(x)+25.088$) 순으로 나타났다<그림 3-9-8>.
- 각 지역별로 많은 종수가 기록된 목(order)순서대로 서열(sequence)을 이용하며 노린재목(Hem)과 딱정벌레목(Col)이 가장 높은 다양도를 보이는 것을 확인할 수 있고, 다음으로 벌목(Hym)이 높은 것을 볼 수 있다. 하지만 몰운대의 경우 딱정벌레목보다 벌목의 다양도가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다<그림 3-9-8>.
- 조사지역 전체의 H' 는 값에 따라 종구성이 다양한지를 나타내는 것으로 값이 높을수록 종구성과 종간의 상호작용이 다양하고 안정하다는 것을 나타내는데 연대봉이 4.89로 가장 높게 나타났고, 옥녀봉 4.49, 몰운대 4.30, 아미산 4.20, 봉화산 4.19 순으로 나타났다<그림 3-9-9>.
- 우점종에 영향을 많이 받는 D' 는 값이 높을수록 특정종이 우점하는 비율이 높다는 의미를 갖게 되고 그만큼 군집의 구조가 단순해지는 것을 의미하는데 조사지역에서 옥녀봉이 62.92로 가장 높게 나타났고, 연대봉 62.24, 몰운대 52.16, 봉화산 32.75, 아미산 29.82 순으로 나타났다<그림 3-9-9>.
- R' 는 총 개체수와 총 종수를 사용하여 군집의 상태를 나타내는 것으로 값이 높을수록 종 구성이 균형을 이루고 안정하다는 것을 의미하는데 조사지역에서 연대봉이 39.27로 가장 높게 나타났고, 옥녀봉 24.85, 봉화산 23.80, 아미산 23.75, 몰운대 20.02로 나타났다<그림 3-9-9>.

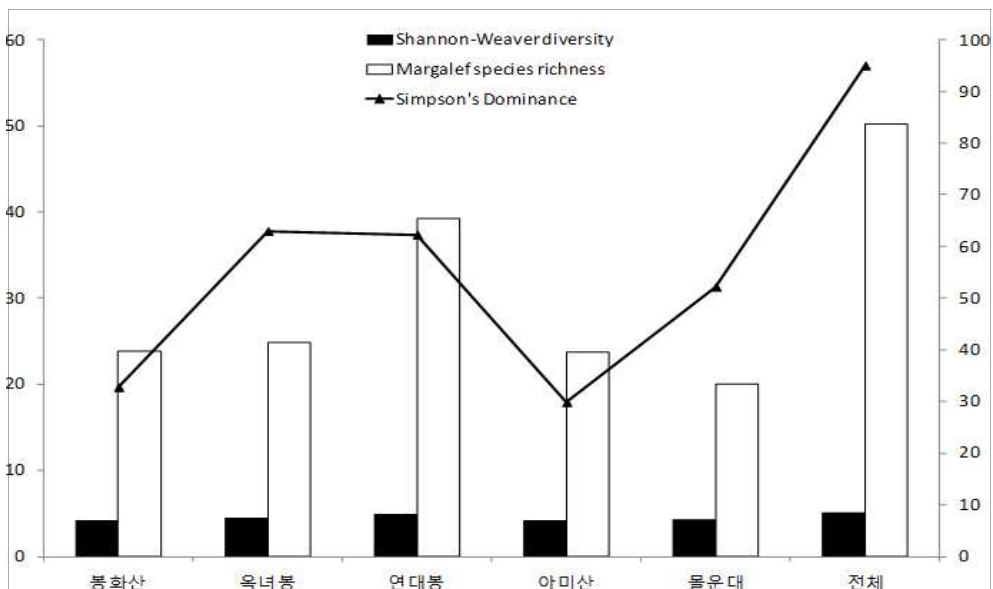


물운대	Hem	Hym	Col	Ort	Lep	Odo	Hom	Dip	Neu	Bla	Der	Man		
아미산	Col	Hem	Hym	Lep	Ort	Hom	Dip	Odo	Man	Der	Neu	Ple	Der	
연대봉	Col	Hem	Hym	Ort	Hom	Lep	Odo	Dip	Man	Neu	Bla	Ple	Der	
옥녀봉	Hem	Col	Hym	Ort	Hom	Lep	Odo	Dip	Man	Neu	Der	Pha		
봉화산	Hem	Col	Hym	Ort	Lep	Hom	Dip	Odo	Man	Der				

봉화산	$y = -17.11\ln(x) + 42.055$ $R^2 = 0.9482$	옥녀봉	$y = -17.06\ln(x) + 41.673$ $R^2 = 0.9603$
연대봉	$y = -42.38\ln(x) + 95.834$ $R^2 = 0.8713$	아미산	$y = -17.49\ln(x) + 42.496$ $R^2 = 0.951$
물운대	$y = -11.71\ln(x) + 25.088$ $R^2 = 0.5779$		

〈그림 3-9-8〉 각 조사지역별 다양도-수도곡선과 목 서열

Odo-잠자리목, Bla-바퀴목, Ple-강도래목, Man-사마귀목, Der-집계벌레목, Ort-메뚜기목, Pha-대벌레목, Hem-노린재목, Hom-매미목, Neu-풀잠자리목, Col-딱정벌레목, Hym-벌목, Dip-파리목, Lep-나비목



〈그림 3-9-9〉 각 조사지역별 다양도와 풍부도지수

3) 각 조사지역에서 관찰된 곤충군의 특성

(1) 불완전변태류(바퀴목, 사마귀목, 집게벌레목, 메뚜기목, 대벌레목)

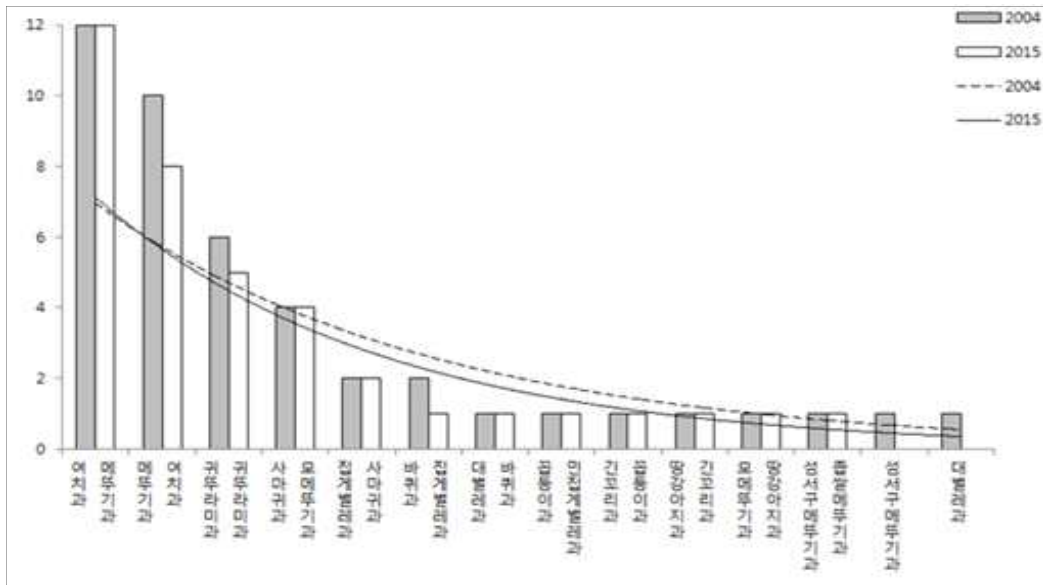
- 불완전변태류에서 전 지역에서 높은 다양성을 나타내는 것은 여치과(Tettigoniidae)이지만, 긴꼬리과(Oecanthidae)와 섬서구메뚜기과(Pyrgomorphidae)가 전체조사지역 중에서 한 지역을 뺀 나머지 지역에서 높은 다양성을 나타내는 것을 볼 수 있다. 각 조사지역의 하층부와 등산로 가장 자리에 초본식생이 비교적 발달되어 여치과, 긴꼬리과, 섬서구메뚜기과에 속하는 종들이 많이 관찰되었다<표 3-9-9>.

<표 3-9-9> 각 조사지점에서 불완전변태류(바퀴목, 집게벌레목, 대벌레목, 메뚜기목)의 과(科)가 지지하는 단순다양도

과	장소			봉화산			옥녀봉			연대봉			아미산			물운대		
	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s
바퀴과	-	-	-	-	-	-	1	2	2.0	-	-	-	1	1	1.0			
집게벌레과	1	1	1.0	1	1	1.0	1	3	3.0	1	1	1.0	1	1	1.0			
사마귀과	4	12	3.0	4	9	2.3	3	4	1.3	2	4	2.0	1	1	1.0			
대벌레과	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
꼭등이과	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1.0			
여치과	7	31	4.4	5	24	4.8	7	38	5.4	7	65	9.3	9	37	4.1			
긴꼬리과	1	19	19.0	1	9	9.0	1	9	9.0	1	35	35.0	-	-	-			
귀뚜라미과	3	9	3.0	2	4	2.0	1	2	2.0	4	4	1.0	1	1	1.0			
땅강아지과	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
모메뚜기과	1	4	4.0	-	-	-	1	4	4.0	-	-	-	-	-	-			
섬서구메뚜기과	1	19	19.0	1	3	3.0	1	7	7.0	1	17	17.0	-	-	-			
메뚜기과	6	8	1.3	6	22	3.7	7	71	10.1	-	-	-	1	2	2.0			

(s : 종, i : 개체, i/s : 단순다양도)

- 2004년과 비교했을 때 우점하는 과(科)가 여치과(Tettigoniidae)에서 메뚜기과(Acrididae)로 바뀌게 되는데 이는 2004년의 조사에서 8월 이후로 조사가 이루어지지 않은 점에서 차이가 발생한 것으로 나타났다<그림 3-9-10>.



〈그림 3-9-10〉 서부산권역 불안전변태류에서 과구성 비교그래프(2015/2004)

(2) 노린재목

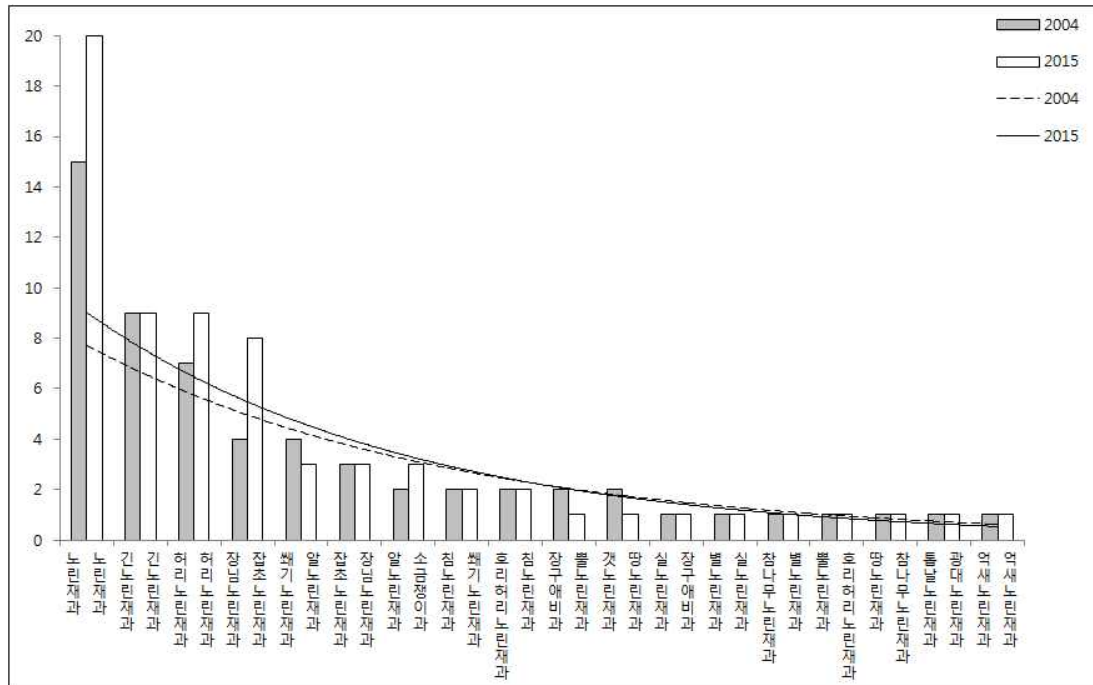
- 노린재목에서는 잡초노린재과(Rhopalidae)가 조사지역 전체에서 가장 높은 다양성을 나타냈고 그 다음으로 긴노린재과(Lygaeidae)와 허리노린재과(Coreidae)가 높게 나타났다. 노린재목의 분류군들은 단순한 초본식생 구조에 적응하는 것을 볼 수 있고, 등산로 가장자리와 조사지역 인근의 마을에서 쉽게 관찰된다(표 3-9-10).

〈표 3-9-10〉 각 조사지점에서 노린재목의 과(科)가 지지하는 단순다양도

과	장소			봉화산			옥녀봉			연대봉			아미산			몰운대		
	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s
장구애비과	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
갯노린재과	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	4.0	-	-	-
췌기노린재과	2	3	1.5	1	1	1.0	1	1	1.0	2	4	2.0	1	1	1.0	1	1	1.0
장님노린재과	3	10	3.3	4	18	4.5	8	29	3.6	5	30	6.0	4	11	2.8			
침노린재과	2	5	2.5	1	1	1.0	1	10	10.0	-	-	-	1	12	12.0			
실노린재과	1	6	6.0	1	1	1.0	-	-	-	1	6	6.0	1	4	4.0			
긴노린재과	5	91	18.2	4	26	6.5	5	71	14.2	7	54	7.7	7	20	2.9			
별노린재과	-	-	-	1	5	5.0	1	7	7.0	1	2	2.0	1	1	1.0			
허리노린재과	8	97	12.1	6	28	4.7	8	80	10.0	5	35	7.0	4	5	1.3			
호리허리노린재과	1	2	2.0	1	19	19.0	2	4	2.0	1	4	4.0	2	6	3.0			
잡초노린재과	2	13	6.5	3	21	7.0	3	46	15.3	3	29	9.7	2	29	14.5			
참나무노린재과	-	-	-	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-			
알노린재과	2	46	23.0	3	35	11.7	3	87	29.0	2	2	1.0	-	-	-			
뿔노린재과	-	-	-	-	-	-	1	3	3.0	-	-	-	-	-	-			
땅노린재과	-	-	-	-	-	-	1	4	4.0	-	-	-	1	1	1.0			
톱날노린재과	-	-	-	1	1	1.0	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-			
억새노린재과	1	2	2.0	-	-	-	1	11	11.0	-	-	-	-	-	-			
노린재과	8	23	2.9	13	58	4.5	17	121	7.1	9	67	7.4	4	18	4.5			

(s : 종, i : 개체, i/s : 단순다양도)

- 2004년과 비교했을 때 우점하는 과(科)는 노린재과(Pentatomidae), 긴노린재과(Lygaeidae), 허리노린재과(Coreidae)로 초본식생에서 쉽게 관찰할 수 있는 종들이 여전히 우점하는 것을 볼 수 있다<그림 3-9-11>.



<그림 3-9-11> 서부산권역 노린재목의 과구성 비교그래프(2004/2015)

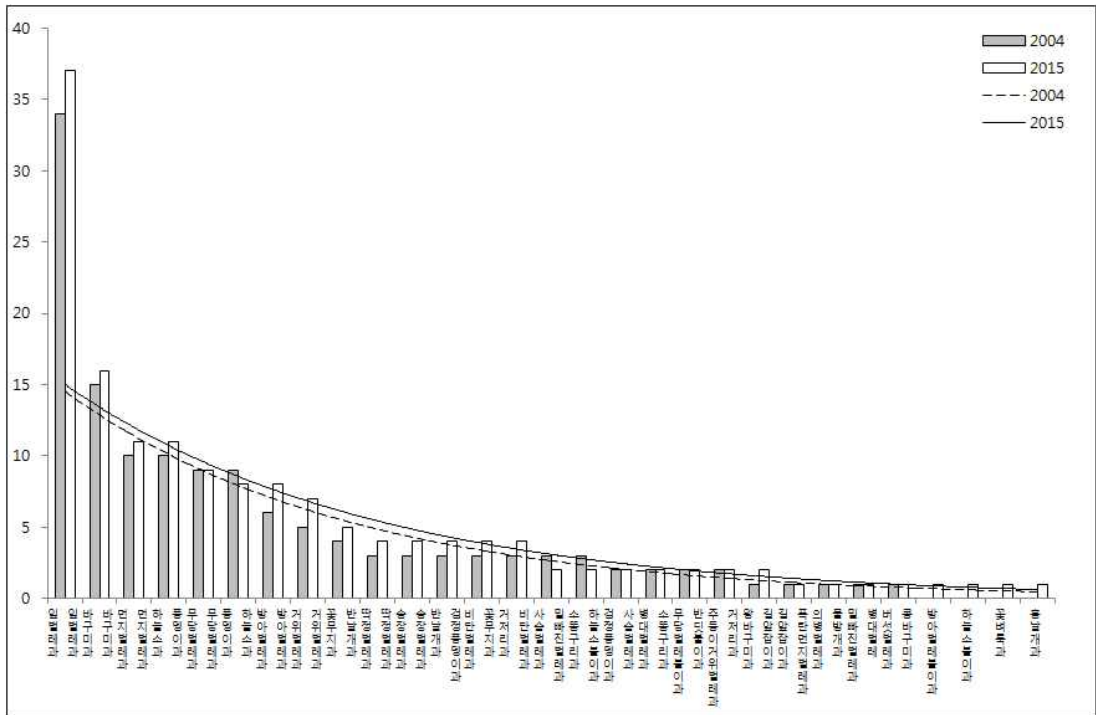
(3) 딱정벌레목

- 초식성 갑충군인 잎벌레과(Chrysomelidae), 풍뎅이과(Rutelidae)의 다양성이 전체 조사지역에서 상대적으로 높게 나타났고, 이들 분류군의 다양성이 높은 것은 일반적인 현상이고 대부분 관목이나 초본식생에 의존하는 경향이 큰 종의 개체수가 많은 것을 볼 수 있다<표 3-9-11>.
- 포식성 갑충군에서는 다양도가 비슷하게 나타나지만, 조사지역 중 연대봉에서 반날개과(Staphylinidae)의 다양도가 다른 지역에 비해서 높게 나타는 것을 볼 수 있다. 그 밖에 먼지벌레과(Harpalidae), 송장벌레과(Silphidae), 딱정벌레과(Carabidae)는 다양도가 1.0~1.5 사이에서 유지되는 것을 볼 수 있다<표 3-9-11>.
- 2004년과 비교했을 때 우점하는 과(科)는 초식성 갑충군인 잎벌레과(Chrysomelidae), 바구미과(Curculionidae)와 포식성 갑충군인 먼지벌레과(Harpalidae)과가 10전과 같이 우점을 하고 있었다.

〈표 3-9-11〉 각 조사지점에서 딱정벌레목의 과(科)가 지지하는 단순다양도

장소 과	봉화산			옥녀봉			연대봉			아미산			몰운대		
	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s
길앞잡이과	-	-	-	1	5	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
딱정벌레과	-	-	-	1	1	1.0	4	12	3.0	-	-	-	-	-	-
먼지벌레과	2	3	1.5	1	1	1.0	8	10	1.3	4	4	1.0	2	3	1.5
송장벌레과	1	1	1.0	1	1	1.0	3	3	1.0	-	-	-	-	-	-
반날개과	1	1	1.0	-	-	-	1	12	12.0	2	2	1.0	1	1	1.0
사슴벌레과	1	1	1.0	1	1	1.0	1	9	9.0	-	-	-	-	-	-
소똥구리과	-	-	-	-	-	-	2	18	9.0	1	1	1.0	1	1	1.0
검정풍뎡이과	1	1	1.0	-	-	-	2	3	1.5	-	-	-	-	-	-
풍뎡이과	2	2	1.0	2	8	4.0	6	28	4.7	1	3	3.0	2	3	1.5
꽃무지과	-	-	-	3	4	1.3	4	40	10.0	-	-	-	-	-	-
비단벌레과	-	-	-	1	1	1.0	3	10	3.3	-	-	-	-	-	-
방아벌레과	1	3	3.0	2	2	1.0	8	27	3.4	3	4	1.3	-	-	-
병대벌레과	-	-	-	-	-	-	2	5	2.5	-	-	-	1	1	1.0
의병벌레과	-	-	-	-	-	-	1	10	10.0	-	-	-	-	-	-
밀빠진벌레과	1	1	1.0	-	-	-	1	3	3.0	-	-	-	-	-	-
버섯벌레과	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-
방아벌레붙이과	-	-	-	-	-	-	1	4	4.0	-	-	-	-	-	-
당벌레붙이과	1	1	1.0	-	-	-	2	6	3.0	-	-	-	-	-	-
무당벌레과	5	25	5.0	4	6	1.5	9	123	13.7	7	19	2.7	4	9	2.3
하늘소붙이과	-	-	-	-	-	-	1	2	2.0	-	-	-	-	-	-
꽃벼룩과	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-
홍날개과	1	8	8.0	-	-	-	1	2	2.0	-	-	-	-	-	-
거저리과	1	1	1.0	1	3	3.0	3	6	2.0	2	2	1.0	1	4	4.0
하늘소과	2	7	3.5	5	35	7.0	7	31	4.4	2	5	2.5	1	2	2.0
잎벌레과	12	118	9.8	7	20	2.9	31	101	3.3	7	58	8.3	6	6	1.0
거위벌레과	-	-	-	2	2	1.0	5	10	2.0	-	-	-	-	-	-
주둥이거위벌레과	-	-	-	-	-	-	2	7	3.5	-	-	-	-	-	-
바구미과	4	5	1.3	2	3	1.5	12	64	5.3	6	15	2.5	1	1	1.0
왕바구미과	-	-	-	1	1	1.0	2	13	6.5	1	1	1.0	-	-	-

(s : 종, i : 개체, i/s : 단순다양도)



〈그림 3-9-12〉 서부산권역 딱정벌레목의 과구성 비교그래프(2004/2015)

(4) 벌목

- 벌목에서는 각 지역별로 꿀벌과(Apidae)와 맵시벌과(Ichneumonidae)가 높은 종 수를 나타내고 있지만 단순다양도는 말벌과(Vespidae)가 높게 나타난다. 맵시벌과가 분화도는 높지만 적응도가 떨어지기 때문에 사회성을 이루는 말벌과가 맵시벌과 보다 높은 적응도를 보이고 있다〈표 3-9-12〉.

〈표 3-9-12〉 각 조사지점에서 벌목의 과(科)가 지지하는 단순다양도

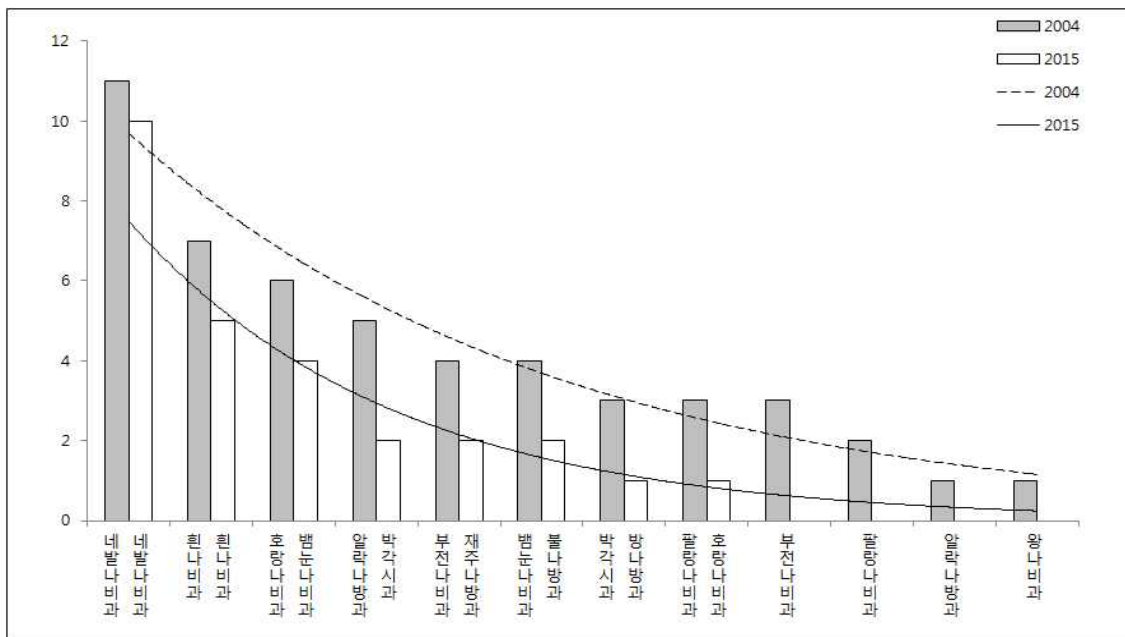
과	장소			봉화산			옥녀봉			연대봉			아미산			물운대		
	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s
등에잎벌과	3	7	2.3	-	-	-	5	20	4.0	2	3	1.5	1	1	1.0	-	-	-
잎벌과	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
갈고리벌과	-	-	-	1	1	1.0	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중다리줄벌과	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
맵시벌과	4	7	1.8	1	1	1.0	14	16	1.1	7	13	1.9	4	8	2.0	-	-	-
개미벌과	-	-	-	-	-	-	1	3	3.0	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-
배벌과	1	2	2.0	1	1	1.0	2	5	2.5	1	3	3.0	1	1	1.0	-	-	-
개미과	1	3	3.0	-	-	-	5	141	28.2	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-
대모벌과	-	-	-	-	-	-	2	2	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
호리병벌과	4	6	1.5	3	5	1.7	3	4	1.3	-	-	-	1	1	1.0	-	-	-
말벌과	6	20	3.3	6	38	6.3	6	26	4.3	4	18	4.5	3	4	1.3	-	-	-
구멍벌과	1	2	2.0	-	-	-	-	-	-	2	2	1.0	1	2	2.0	-	-	-
꿀벌과	8	17	2.1	13	47	3.6	10	71	7.1	9	16	1.8	10	20	2.0	-	-	-

(s : 종, i : 개체, i/s : 단순다양도)

〈표 3-9-13〉 각 조사지점에서 나비목의 과(科)가 지지하는 단순다양도

과	장소			봉화산			옥녀봉			연대봉			아미산			물운대		
	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s	s	i	i/s
알락나방과	-	-	-	1	1	1.0	1	3	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
박각시과	1	4	4.0	-	-	-	1	1	1.0	1	1	1.0	1	1	1.0	1	1	1.0
팔랑나비과	1	2	2.0	1	3	3.0	1	3	3.0	1	3	3.0	1	1	1.0	1	1	1.0
호랑나비과	1	5	5.0	-	-	-	3	5	1.7	3	7	2.3	3	3	1.0	3	3	1.0
흰나비과	3	10	3.3	2	2	1.0	1	1	1.0	3	3	1.0	2	3	1.5	-	-	-
부전나비과	1	1	1.0	2	2	1.0	-	-	-	1	2	2.0	-	-	-	-	-	-
네발나비과	4	18	4.5	4	4	1.0	2	7	3.5	6	13	2.2	3	3	1.0	-	-	-
뱀눈나비과	2	3	1.5	-	-	-	1	1	1.0	1	1	1.0	-	-	-	-	-	-

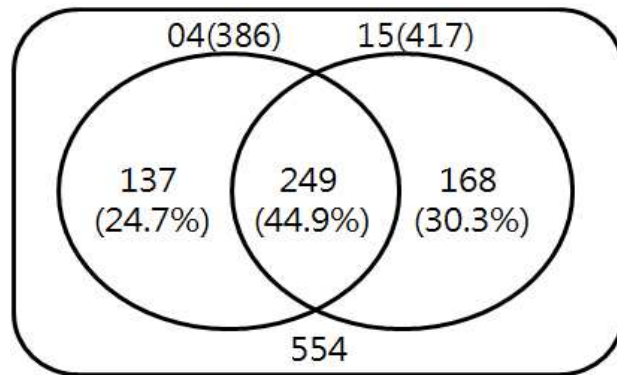
(s : 종, i : 개체, i/s : 단순다양도)



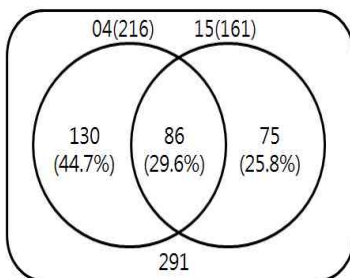
〈그림 3-9-14〉 서부산권역 나비목의 과구성 비교그래프(2004/2015)

4) 부산권역(동부산권역, 중부산권역, 서부산권역) 종 구성비교

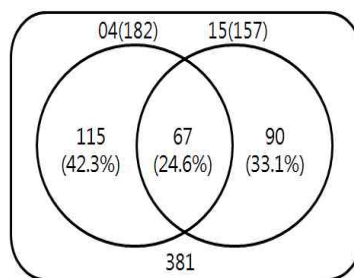
- 서부산권역, 중부산권역, 동부산권역에서 이루어졌던 자연환경조사 정보를 이용하여 조사장소별 시간에 따른 종구성의 유사도를 비교하기 위해서 자카드 계수(Jaccard's coefficient)를 사용하여 비교했다<그림 3-9-15~17>.
- 서부산권역을 자카드 계수를 이용하여 10년 전과 비교했을 때 옥녀봉 0.25, 아미산 0.23, 물운대 0.16으로 세 지역의 종구성 변화가 크게 나타났다고 볼 수 있고, 옥녀봉과 아미산은 산지 하층부 도시개발의 영향으로 인해 종구성에 영향이 미친 것으로 생각되고, 물운대는 노린재목, 벌목, 나비목에 속하는 종들이 증가하는 경향으로 보아 인위적으로 형성된 화단에 의해 종구성에 영향을 미친 것으로 사료된다<그림 3-9-15>.
- 동부산권역은 삼각산 0.18, 철마산 0.13, 양달산 0.11, 일광산 0.10, 철마천 0.10, 구칠천 0.08, 달음산 0.05, 임곡리 0.04로 동부산권역 전체적으로 종구성의 변화가 크게 나타났다. 동부산권역은 도시개발의 과정으로 지면포장, 도로개설, 공원화 등으로 토양생태계가 줄어들고 서식조건이 악화된 것에 의해 전체적인 종구성 변화에 큰 원인이 된 것으로 사료된다<그림 3-9-16>.
- 중부산권역은 동부산과 서부산지역에 비해 도시화가 이전에 진행된 지역으로 봉래산 0.15을 제외한 나머지 조사지역의 종구성은 10년 전과 유사한 것으로 나타났고, 봉래산의 경우 2004년에 자연환경조사에 의해 조사된 종들은 조사시기에만 이루어진 것이 아니라 조사시기 이전에 누적된 정보를 포함하여 이용되었기 때문에 10년 후의 종구성과 정상적인 비교가 힘들다<그림 3-9-17>.
- 서부산권역, 동부산권역, 중부산권역을 10년 전의 조사와 비교하면 중부산권역과 서부산권역은 종구성의 차이가 거의 없는 것으로 나타나고, 동부산권역은 종구성이 크게 변화되었다. 동부산권역은 저고도의 산지와 계류가 발달하고 이와 연계된 경작지가 많아서 준천연생태계의 특성을 보이고 있지만 도시개발로 인한 지면포장, 도로개설, 공원화 등의 영향으로 전체적인 종구성의 변화가 크게 바뀐 것으로 사료된다<그림 3-9-15~17>.



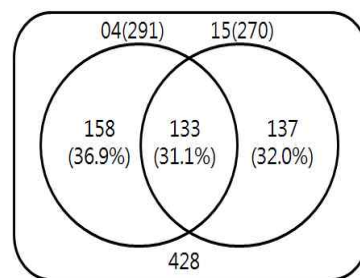
서부산(J=0.45)



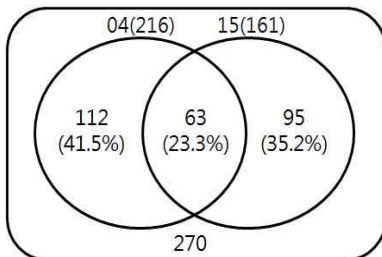
봉화산(J=0.30)



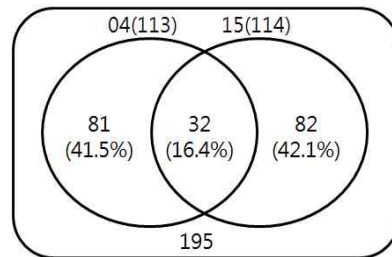
옥녀봉(J=0.18)



연대봉(J=0.31)

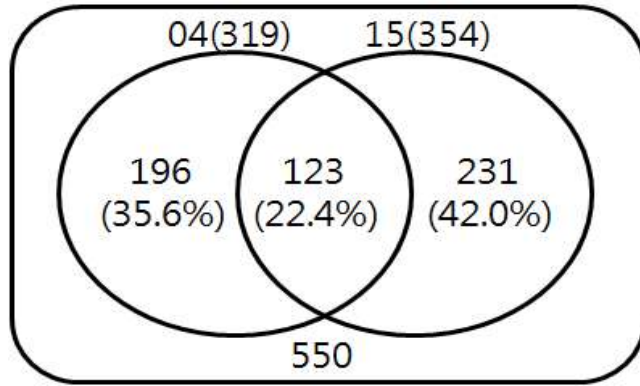


아미산(J=0.23)

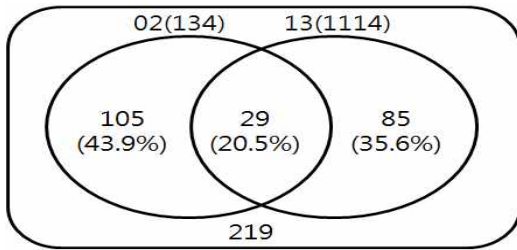


몰운대(J=0.16)

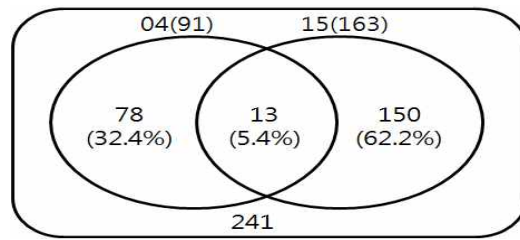
〈그림 3-9-15〉 서부산권역 조사지역별 자카드 계수



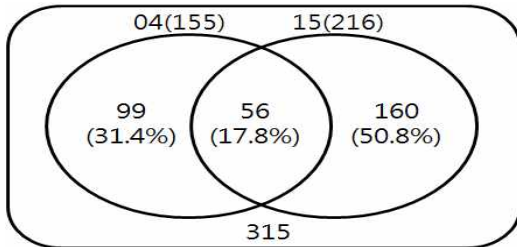
동부산(J=0.22)



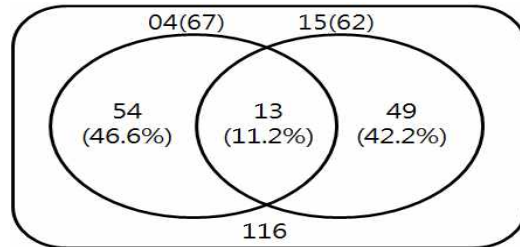
철마산(J=0.13)



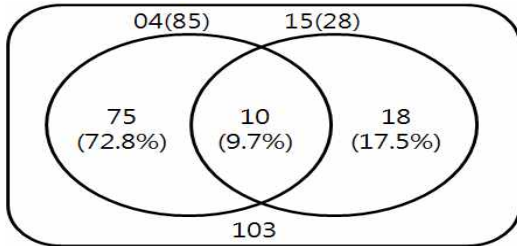
달음산(J=0.05)



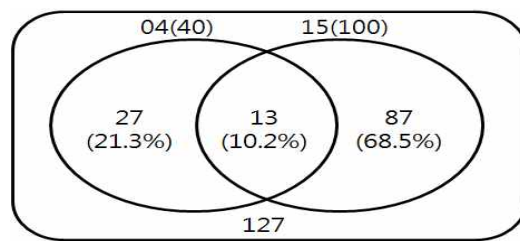
삼각산(J=0.18)



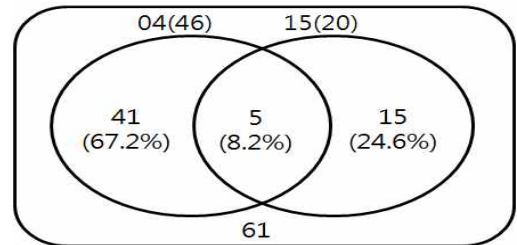
함박산(J=0.11)



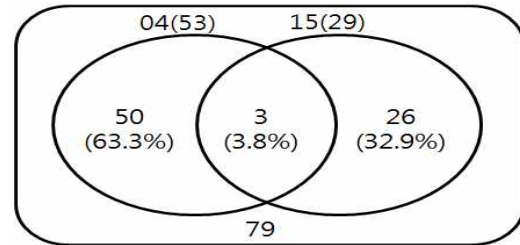
일광산(J=0.10)



철마천(J=0.10)

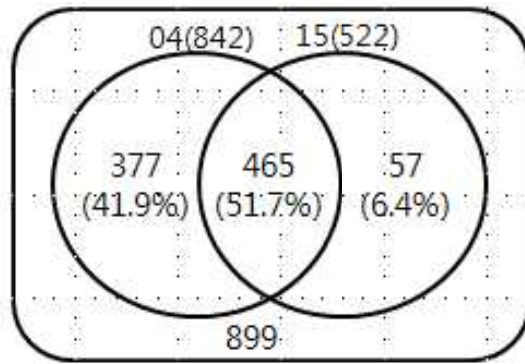


구칠천(J=0.08)

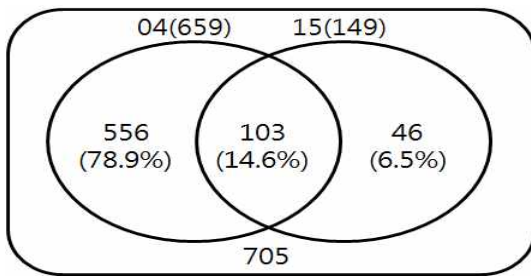


임곡리(J=0.04)

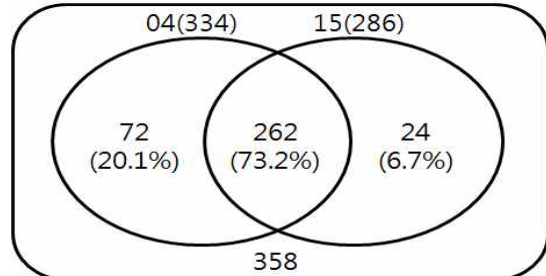
〈그림 3-9-16〉 동부산권역 조사지역별 자카드 계수



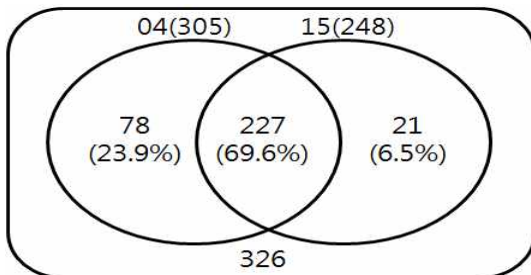
중부산(J=0.52)



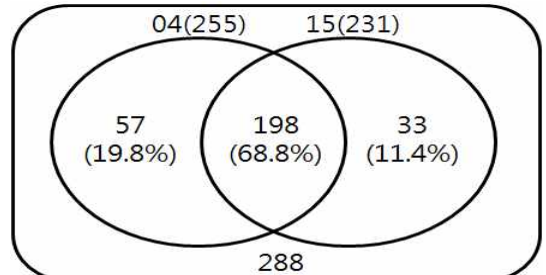
봉래산(J=0.15)



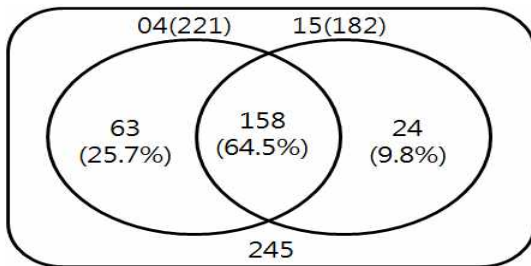
금정산(J=0.73)



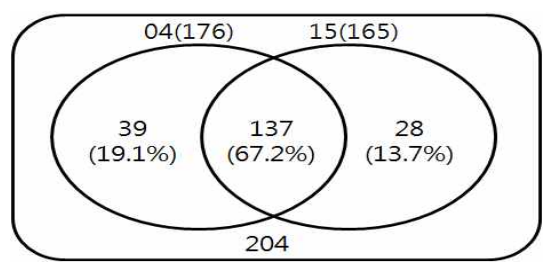
황령산(J=0.70)



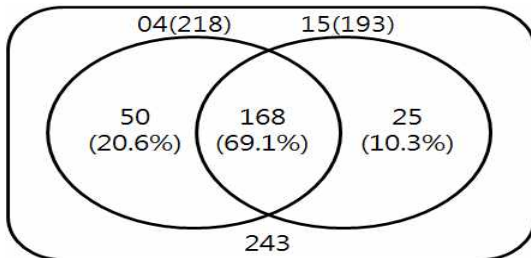
승학산(J=0.69)



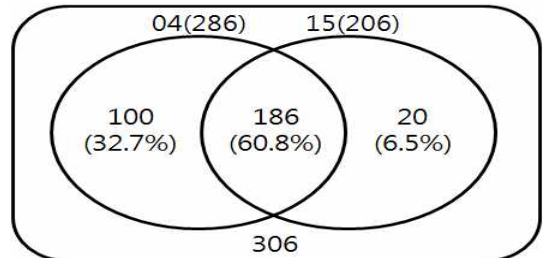
엄광산(J=0.65)



상학산(J=0.67)



장산(J=0.69)



백양산(J=0.61)

〈그림 3-9-17〉 중부산권역 조사지역별 자카드 계수

3. 결론 및 제언

- 강서구와 사하구에 위치한 산지 5개 지역에서 전체 14목 98과 357속 417종이 기록되었고, 연대봉, 봉화산, 아미산, 옥녀봉, 물운대 순으로 나타났다.
- 연대봉은 넓은 녹지면적으로 다양한 서식지에서 많은 종들이 관찰되었고, 거가대교의 건설과 등산객의 증가했음에도 불구하고, 여전히 산지 하층부 초지에서 샷포로잡초노린재, 무당알노린재, 등검은메뚜기, 방아깨비와 같은 초식성 곤충들이 조사되고 중층부에는 참나무와 소나무가 혼합되어 있어 사슴벌레, 사슴풍뎅이, 카멜레온줄풍뎅이와 같이 다양한 종들이 조사되었다.
- 봉화산은 등산객이 거의 없는 야산의 형태로 하층부에는 경작지 발달로 인해 경작지에서 볼 수 있는 애긴노린재, 넓적배허리노린재, 팔중이, 등검은메뚜기 등과 같은 종들이 많이 관찰되었고 옥녀봉은 과학단지의 발달과 등산로 주변으로 공원 발달로 인해 종다양성이 감소했다.
- 아미산은 공업단지의 확장개발과 아파트단지의 공사로 인해 자연이 많이 훼손되었지만, 샷포로잡초노린재, 가시노린재와 같이 건조초지성향을 가지는 종들이 나타나고, 아파트단지의 인공적인 화단에서 꿀벌과의 곤충이 쉽게 관찰된다.
- 물운대는 해안에 위치하는 지리적인 특성으로 관찰되는 종수는 적었고, 임도 주변의 초목과 화단에서 관찰되는 샷포로잡초노린재, 다리무늬침노린재, 베짚이를 제외하고는 관찰되는 종들이 매우 적었다.
- 부산(동부산권역, 중부산권역, 서부산권역)의 자연환경조사를 토대로 자카드 계수를 이용한 유사도 분석을 한 결과(그림 3-9-15~17) 조사권역별 시간에 따른 곤충상의 변화는 중부산, 서부산에서는 종구성의 차이가 거의 없는 것으로 나타났고, 동부산의 종구성은 도시개발로 인한 지면포장, 도로개설, 공원화 등의 영향으로 인해 전체적인 종구성의 변화가 크게 나타난 것으로 사료된다.
- 가덕도에 위치한 연대봉은 2010년 거가대교와 가덕대교의 개통으로 유동인구와 등산객이 증가했음에도 불구하고 2015년에도 다양한 종구성을 가지는 지역으로 5년의 기간 동안 인위적인 영향이 거의 없었다고 생각되고 현재 환경상태에 대한 보호와 유지가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.
- 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역에서 환경지표종인 반딧불이가 서식하는 것으로 나타났고, 반딧불이의 보전을 위한 서식지나 주변환경 등의 지속적이고 정책적인 관리와 유지가 필요하다. 반딧불이 서식에 전혀 도움을 주지는 않고 반딧불이가 나타나는 지역에서 축제 등을 하여 오히려 반딧불이 개체군의 규모를 감소시키는 것을 막아야 하며, 반딧불이의 건강한 집단을 유지하기 위한 정책적 연구와 지원이 시급하다.

4. 참고문헌

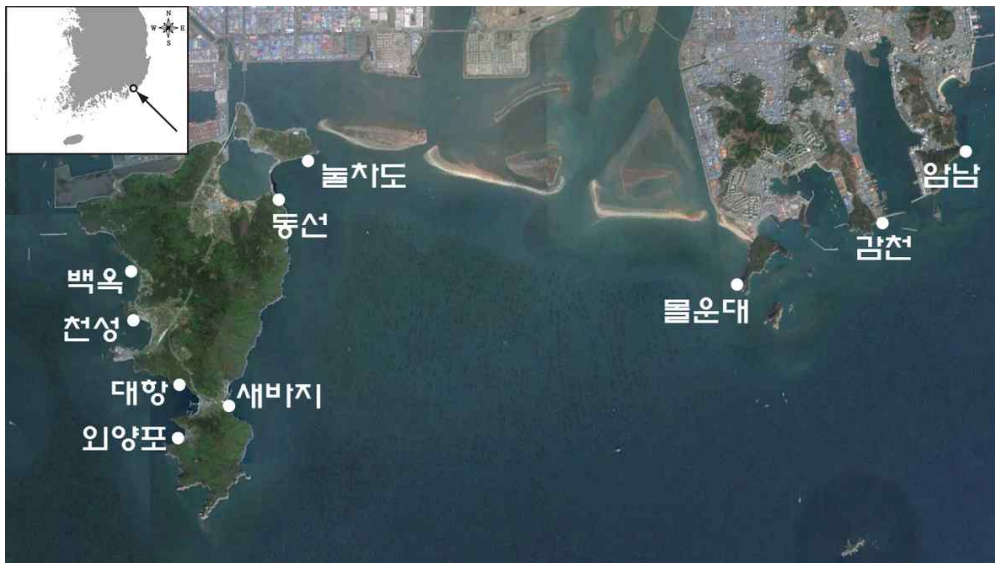
- 김정규, 문태영, 1994, 도시화 지역에서 말벌다양성의 감소, 한국자연환경보전협회, 한국 자연보존 연구지, 13:251-259
- 남정철, 서정범, 오주성, 2011, 물운대 탐방로 주변식생의 생태적 특성 평가, 환경영향평가, 20:187-198
- 문태영, 최문보, 2000, 영도산 생물다양성의 분류학적 측정과 도시생태학적 평가 I, 점번태 곤충 군, 고신대 영도발전연구소, 영도연구, 2:285-303
- 부산광역시, 부산자연환경조사 연구(3차년도), 2004. 10
- 부산광역시, 2002. 부산자연환경조사 및 관리시스템개발(1차년도), 2002. 6
- 부산광역시, 2003. 부산자연환경조사 및 관리시스템개발(2차년도), 2003. 6
- 부산광역시, 2014. 제 2차 부산자연환경조사 동부산권역, 2014. 4
- 부산광역시, 2015. 제 2차 부산자연환경조사 중부산권역, 2015. 4
- 배시애, 문태영, 1993, 경기도 양수리-청평호 구간 강변초지의 하계곤충상과 보전, 한국자연보존협회 연구보고서, 12:135-149
- 최문보, 문태영, 2001, 영도산 생물다양성의 분류학적 측정과 도시생태학적 평가 II, 별목, 고신대 보건과학연구소보, 11:31-38
- 최문보, 문태영, 2002, 영도산 생물다양성의 분류학적 측정과 도시생태학적 평가 III, 딱정벌레목, 고신대 보건과학연구소보, 12:53-62
- 최문보, 문태영, 2002, 부산 외곽 농촌의 도시화에 따른 쌍살벌 집단의 분포경향, 곤충학회 추계학술발표대회 초록집, p.85
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 1994, 한국곤충명집, 건국대학교출판부
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds, 1988, Statistical Ecology: A primer on Methods and Computing, New York
- Margalef, R., 1972, Homage to evelyn Hutchinson, or Why is There an Upper Limit to Diversity, Trans. Connecticut Acad. Art. Sci., 44:211-235
- Moon Bo Choi, Stephen J. Martin, Jong Wook Lee, 2012, Journal of Asia-Pacific Entomology, 15:473-477
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949, The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana, p.64
- Simpson, E.H., 1949, Measurement of diversity, Nature, 163:688

제10절 해조류 및 해변무척추동물

1. 연구방법

1) 조사지역

- 본 조사는 서부산권역에 포함된 해안선에서 경성기질인 암반이 발달한 조간대 해역을 대상으로 예비 조사를 실시하여 생물상이 상대적으로 가장 다양하게 나타난 바위 해변을 조사지역으로 선정하였다. 그 중에서도 비교적 인위적 간섭이 적어 자연 상태의 바위 해변 생물상을 대표할 수 있다고 판단되는 10개 지점을 최종 선정하였다.



조사정점	조사좌표(WGS 84)	조사정점	조사좌표(WGS 84)
암남	N 35° 03'56.6" E 129° 01'14.6"	새바지	N 35° 00'49.9" E 128° 50'07.1"
감천	N 35° 02'51.8" E 129° 00'01.9"	외양포	N 35° 00'16.6" E 128° 49'20.4"
몰운대	N 35° 02'27.4" E 128° 58'00.9"	대항	N 35° 00'51.4" E 128° 49'34.1"
놀차도	N 35° 03'45.6" E 128° 51'06.9"	천성	N 35° 01'49.1" E 128° 48'37.4"
동선	N 35° 03'16.5" E 128° 50'53.6"	백옥	N 35° 02'15.8" E 128° 48'45.7"

〈그림 3-10-1〉 서부산권역 조간대 해변생물 조사지점 및 좌표

2) 조사기간

- 각 지점에서는 하계와 동계에 조사지점 주변에 대해 일반 환경조사와 조간대 생물들에 대한 정성적 관찰 및 실측에 의한 현장도면 작성을 실시하였다. 또한 해당 지점에 분포하는 표생(表生) 생물상 관찰 및 표본 채집을 실시하였으며, 필요시 사진 촬영을 통하여 현장의 생물상에 대한 기록을 추가하였다.

3) 조사방법

(1) 해변무척추동물

- 조간대 대형무척추동물의 조사는 암반 조간대에서 실시하였으며, 각 조사지점에서 조위에 따라 상부, 하부로 나눈 다음 각 지점에 방형구(50×50cm)를 설치하여 계수 및 채집하였다. 정량조사에서 채집되지 않은 종들을 감안하여 정성분석을 위해 끝과 핀셋으로 채집하였고, 동정을 위해 채집한 시료는 현장에서 5% 중성포르말린에 고정하여 실험실로 옮겨 분류 및 동정하였다.
- 저서동물군집의 생태학적 제 지수를 파악하기 위하여, 종다양도지수 H' (Shannon and Weaver, 1949), 종풍부도 지수 R (Margalef, 1958)과 균등도지수 J (Pielou, 1977)를 구하였다. 단, 군체를 이루는 해변 등은 개체수를 측정하지 않았으며, 우점종은 출현 개체수를 기준으로 선정하였다.
- 표본의 동정을 위하여 Shen(1932), Imajima(1972, 1987, 1990), 김(1973, 1977), Yang and Sun(1988), 백(1989), 한국과학기술원해양연구소(1990), Nishimura(1992, 1995), Okutani(1994, 2000), 김(1998), 국립수산진흥원(1999), 해양수산부국립수산진흥원(2001)과 손과 홍(2003)을 참고하였으며, 각 종에 대한 국명은 한국동물분류학회(1997)를 근거로 하였다.

(2) 해조류

- 해조류 군락의 분석을 위한 정량조사는 25개로 구획되어진 50×50cm의 방형구를 사용하였고, 조사지점별로 가상의 line transect를 설치하여 간조 시에 해조 착생 상한선부터 연속적으로 방형구를 옮기면서 상부와 하부에 서식하는 해조류를 전량 채집하는 정량조사를 수행하였다. 정성조사는 정량조사 주변에서 방형구 내에 포함되지 않는 종을 대상으로 채집하였다. 생물량은 정량조사 자료를 분석하여 1m²에 대한 종별 습중량으로 환산하여 측정하였다. 정량조사 방형구 내에 출현한 해조류의 출현 빈도(F)와 피도(C)를 조사하였으며, 중요도(IV)는 상대피도(RC)와 상대빈도(RF)의 산술평균값으로 나타내었다.
- 군집의 우점종 파악을 위한 중요도 계산은 출현종의 빈도와 피도를 기초로 아래의 수식을 이용하였다.

$$\text{피도 (Coverage)} = \frac{\text{출현종 (i)가 있는소방형구의수}}{\text{세분화된소방형구의수}} \times 100$$

$$\text{빈도 (Frequency)} = \frac{\text{출현종 (i)가 있는소방형구의수}}{\text{세분된소방형구의수}} \times 100$$

$$\text{상대피도 (RC)} = \frac{i\text{종의피도합}}{\text{전종의피도합}} \times 100$$

$$\text{상대빈도 (RF)} = \frac{i\text{종의빈도합}}{\text{전종의빈도합}} \times 100$$

$$\text{중요도 (IV)} = \frac{RC + RF}{2}$$

- 출현종수는 정량조사와 정성조사의 자료를 대상으로 분석하였으며, 생물량은 정량조사에 출현한 종을 대상으로 분석하였다. 각 분류군별 분류체계는 해조류의 국명 인용 및 목록정리는 각각 이와 강(1986, 2002), 일본해조류도감(岡村, 1936; 千原, 1996; 吉田, 1998), 이(2008) 및 최 등(2008)을 기준으로 하였다.

2. 결과

1) 암남 해역

(1) 해변의 물리적 환경

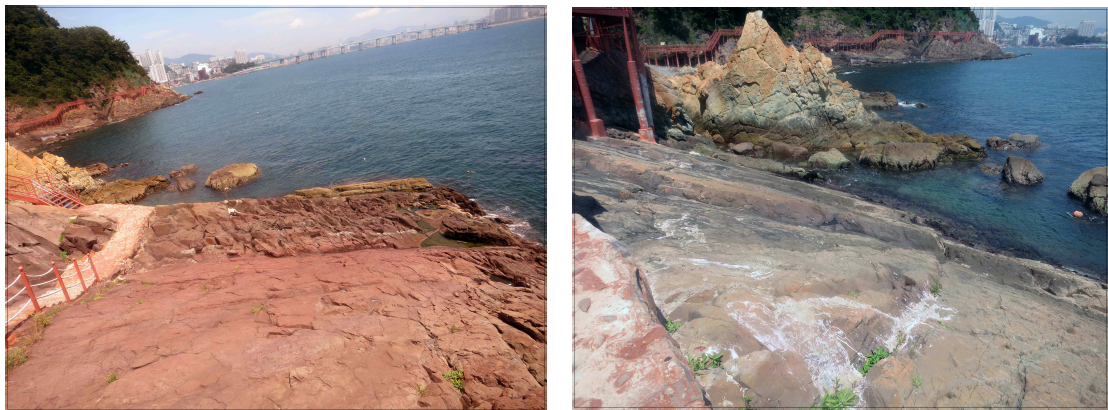
- 암남 해역은 송도 해수욕장 남쪽에 위치한 지역으로 대부분 연안 절벽과 연결된 해안에 암반 조간대가 형성되어 있는 지역이다. 조사해역은 다른 중부산권역의 조사해역과 마찬가지로 해안선은 해안 산책로가 조성되어 있는 지역에서 파도 등 물리적 영향을 직접 받는 해역으로 상시 파도가 있는 지역이다(그림 3-10-2).



〈그림 3-10-2〉 서부산권역 암남 해역 조사 정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사해역은 낚시꾼과 해안 산책로를 이용하는 행락객의 왕래가 잦은 지역으로 인근의 국지적인 오염이 행락객들에 의해서 유발될 것으로 판단된다. 조사해역에서는 민가와 상업시설이 없어 생활하수가 직접 해양으로 유입되지는 않을 것으로 판단되며, 외해로 완전히 노출되어 있는 특성으로 일시적인 오염이 주변 해역에 대한 전체적인 오염으로 확산될 가능성은 적은 것으로 보인다. 겨울철 인근 해양에서 김 양식장이 위치하고 있는 해역이다<그림 3-10-3>.



<그림 3-10-3>서부산권역 암남 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

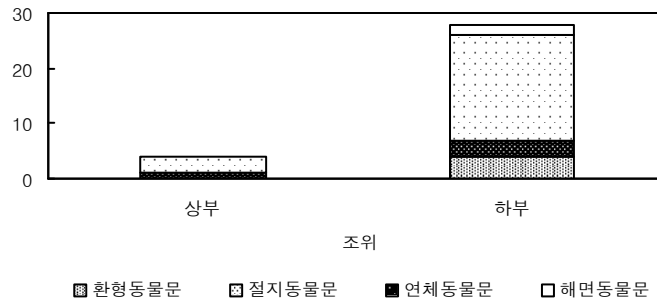
① 해변무척추동물

- 암남 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 28종, 5,340개체(2,670inds./m²), 4,945.84gWWt(2,472.92gWWt/m²)이었다.
- 출현종의 경우, 정량 및 정성 채집 시 출현한 분류군별 최 우점군은 총 28종 중 19종이 출현한 (총 출현종수의 67.9%) 연체동물로 나타났으며, 조위별로 살펴보면 상부에서 4종, 하부에서 28종이 출현하여 하부에서 더 많은 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 연체동물이 1,516inds./m²(56.8%)가 채집되어 가장 우점하는 분류군이었으며, 이 중 이매패류가 가장 많이 출현하였다. 조위별로는 상부에서 2,020inds./m², 하부에서는 3,320inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 패각을 포함한 연체동물이 2,155.08gWWt/m²(87.1%)으로 나타났으며, 조위별로는 상부에서 96.88gWWt/m², 하부에서는 4,848.96gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-1><그림 3-10-4>.

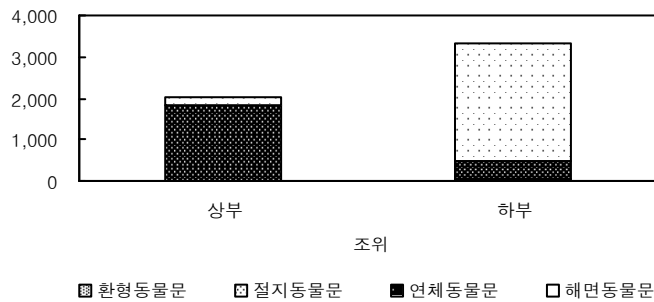
〈표 3-10-1〉 서부산권역 암남 하계에서 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	4	28	28
개체수(inds./m ²)	2,020	3,320	5,340
생체량(gWWt/m ²)	96.88	4,848.96	4,945.84

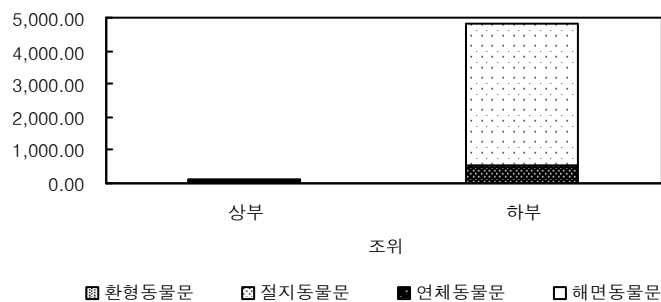
a)



b)



c)



〈그림 3-10-4〉 서부산권역 암남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 암남 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 하부에 서식하고 있는 연체동물 이매패류의 굽은줄격판담치(*Septifer virgatus*)가 2,204개체(41.3%)로 가장 우점하는 종으로 나타났으며, 차 우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 절지동물 만각류의 조무래기파개비(*Chthamalus challenger*)가 2,104개체(39.4%)로 나타났으며, 그 외 출현종은 〈표 3-10-2〉와 같다.

〈표 3-10-2〉 서부산권역 암남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	2,204	2,204	41.3
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	1,836	268	2,104	39.4
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	492	492	9.2
MGS	<i>Granulilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	168	0	168	3.1
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	152	152	2.8

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 암남 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-3).

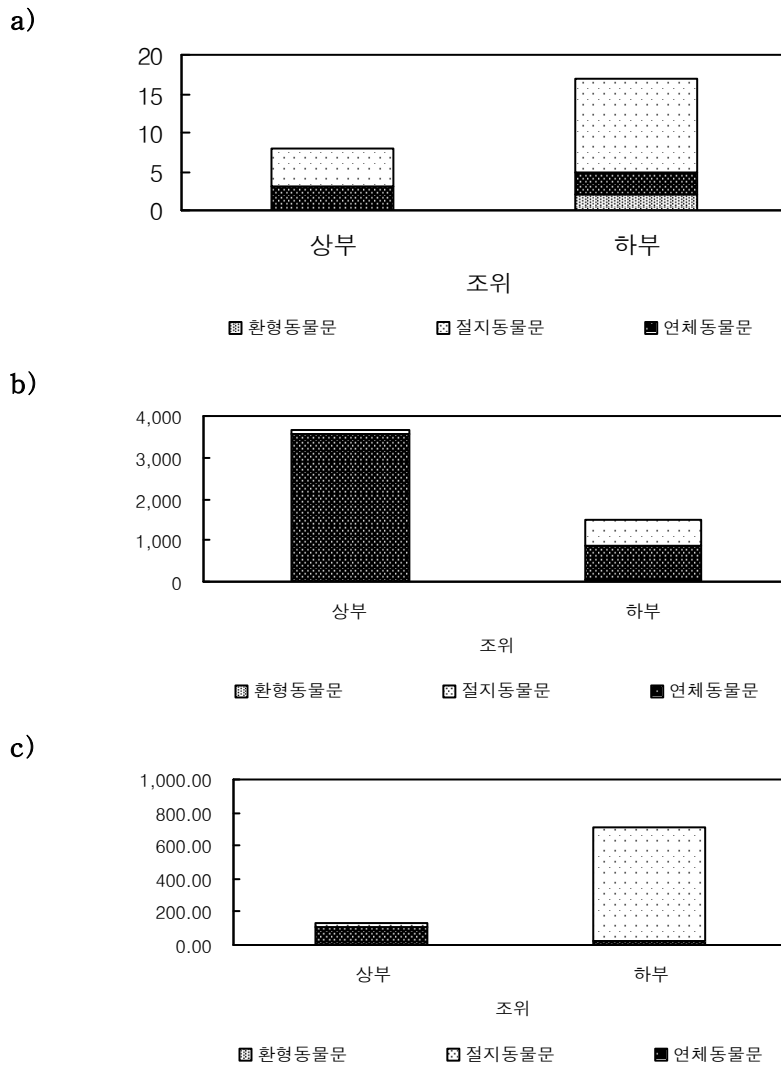
〈표 3-10-3〉 서부산권역 암남 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.26	1.97
균등도	0.30	0.43
다양도	0.33	1.21

- 동계 암남 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 19종, 5,152개체(2,576inds./m²), 845.92gWWt(422.96gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 19종 중 14종이 출현한(총 출현종수의 73.7%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(3종, 15.8%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 8종이 하부에서는 17종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 2,214inds./m²로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 조위별로는 상부에서 3,652inds./m², 하부에서는 1,500inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 354.82gWWt/m²으로 나타났으며, 상부에서 133.36gWWt/m², 하부에서 712.56gWWt/m²으로 나타났다(표 3-10-4)(그림 3-10-5).

〈표 3-10-4〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	8	17	19
개체수(inds./m ²)	3,652	1,500	5,152
생체량(gWWt/m ²)	133.36	712.56	845.92



〈그림 3-10-5〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 암남 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 4,412개체(85.6%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 굽은줄격판담치가 420개체(8.2%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-5〉와 같다.

〈표 3-10-5〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	3,584	828	4,412	85.6
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	420	420	8.2
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	124	124	2.4
MGS	<i>Granulilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	32	0	32	0.6
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	28	0	28	0.5

* CCI:절지동물 만각류, MBI:연체동물 이매패류, MGS:연체동물 복족류

- 암남 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 하계 조사 결과와 동일하게 하부에서 모든 지수값이 높았다(표 3-10-6).

〈표 3-10-6〉 서부산권역 암남 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.61	0.68
균등도	0.01	0.04
다양도	0.01	0.07

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 27종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 1종(3.7%), 갈조식물 9종(33.3%), 홍조식물 17종(63.0%)으로 나타났다(표 3-10-7). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 4종(녹조식물 1종, 홍조식물 3종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 26종(녹조식물 1종, 갈조식물 9종, 홍조식물 16종)이 출현하여 상부 정점 보다는 하부 정점에서 해조류 출현종수가 많은 것으로 나타났다.
- 조사시기별 출현종수를 살펴보면 하계 조사에서는 총 16종(녹조식물 1종, 갈조식물 3종, 홍조식물 12종)이 출현하였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 3종(갈조식물 1종, 홍조식물 2종), 하부 정점에서 15종(녹조식물 1종, 갈조식물 3종, 홍조식물 11종)이 출현하여 하부정점에서 5배 정도 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-7).
- 동계 조사에서 출현종수는 총 19종(녹조식물 1종, 갈조식물 7종, 홍조식물 11종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 2종(녹조식물 1종, 홍조식물 1종), 하부 정점에서 17종(갈조식물 7종, 홍조식물 10종)이 출현하여 하부 정점에서 약 8.5배 정도 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-7).

〈표 3-10-7〉 서부산권역 압남공원 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	1 (33.3)	1 (6.7)	1 (50.0)	0 (0.0)	1 (3.7)		
갈조식물	0 (0.0)	3 (20.0)	0 (0.0)	7 (41.2)	9 (33.3)		
홍조식물	2 (66.7)	11 (73.3)	1 (50.0)	10 (58.8)	17 (63.0)		
합계	3 (100.0)	15 (100.0)	2 (100.0)	17 (100.0)	27 (100.0)		

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 2,573.1gWWt(평균 643.3g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 82.6gWWt(평균 20.7gWWt/m²), 갈조식물 총 595.46gWWt(평균 148.9gWWt/m²), 홍조식물 총 1,895.1gWWt(평균 473.8gWWt/m²)으로 홍조식물이 전체 생물량의 73.7%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-8).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 645.4gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물이 평균 41.3gWWt/m²(6.4%), 갈조식물이 평균 66.2gWWt/m²(10.3%)이며, 홍조식물이 538.0 gWWt/m²으로 전체 생물량의 83.4%로 높은 생물량을 보였다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 93.2gWWt/m²과 1,197.7gWWt/m²으로 하부정점에서 약 12.8배 높은 생물량을 보였다.
- 동계 조사에서는 평균 641.1gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 생물량은 갈조식물이 평균 231.6gWWt/m²(36.1%), 홍조식물이 평균 409.5gWWt/m²(63.9%)으로 홍조식물의 생물량 비가 높았으며, 녹조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 447.7gWWt/m², 하부 정점에서 834.5gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 1.9배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-8).

〈표 3-10-8〉 서부산권역 압남공원 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	82.6	0.0	0.0	0.0	20.7		
갈조식물	0.0	132.3	0.0	463.1	148.9		
홍조식물	10.6	1,065.4	447.7	371.4	473.8		
합계	93.2	1,197.7	447.7	834.5	643.3		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래가 중요도 90.0로 최우점하였고, 다음으로 작은구슬산호말(10.0)이 우점하는 것으로 조사되었다. 하부 정점에서는 작은구슬산호말이 중요도 74.4로 최우점하였고, 다음으로 툫(25.6)이 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-9).

〈표 3-10-9〉 서부산권역 암남공원 해역에서 출현한 조건대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	82.6	12.5	28.0	92.6	87.5	90.0
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	10.6	1.0	4.0	7.4	12.5	10.0
	하부	<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	1,065.4	47.5	72.0	86.8	62.1	74.4
		<i>Hizikia fusiformis</i>	툇	132.3	7.3	44.0	13.2	37.9	25.6
동계	상부	<i>Porphyra tenera</i>	참김	447.7	10.7	84.0	100.0	100.0	100.0
	하부	<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	367.6	8.8	96.0	49.0	45.3	47.1
		<i>Hizikia fusiformis</i>	툇	446.2	7.9	96.0	43.8	45.3	44.5
		<i>Undaria pinnatifida</i>	미역	16.9	1.1	16.0	6.3	7.5	6.9

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 홍조식물 참김 (*Porphyra tenera*) 한 종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*)이 중요도 47.1로 최우점하였고, 다음으로 툇(*Hizikia fusiformis*; 44.5), 미역(*Undaria pinnatifida*; 6.9), 기타(1.5)순으로 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-9).
- 암남공원 조건대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 하계에 구멍갈파래, 동계에 참김이 우점하는 것으로 나타났으며, 하부정점에서는 하계와 동계에 작은구슬산호말과 툇이 우점하는 것으로 나타났다.

2) 감천 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 감천 해역은 감천항 남쪽 끝 지점에 위치한 인공 방파제와 연결된 자연암반을 대상으로 수행하였다. 감천항 내에는 선박제조 등 다양한 공장시설이 위치하고 있으며, 특별한 상가나 민가에 의한 영향 보다는 대규모 항만의 일부분으로 그 환경적 특성을 보이고 있다. 조사해역은 암반과 인공 조물(TTP)과 혼재된 해역이며, 해안선은 연안 절벽과 연결된 수직의 절벽으로 형성되어 있고, 수직 절벽의 상부는 곰솔들이 우점하는 야산으로 구성되어 있다(그림 3-10-6).



〈그림 3-10-6〉 서부산권역 감천 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사해역에는 상가나 민가의 등 위락시설은 거의 없는 반면, 부산항과의 직접적인 해수교환으로 인하여 항만 내의 수질영향을 직접 받는 해역이다. 또한 주말에는 갯바위에 많은 낚시인들이 이곳에 몰려와 각종 오염물질을 해상 또는 해변에 투기하고 있어 이곳이 해변 생물들에 대한 직접적인 오염원은 이곳을 찾는 낚시인들로 판단된다(그림 3-10-7).



〈그림 3-10-7〉 서부산권역 감천 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성**① 해변무척추동물**

- 감천 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 30종, 7,304개체(3,652inds./m²), 2,592.12gWWt(1,296.06gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 30종 중 15종이 출현한(총 출현종수의 50.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물과 절지동물이 공통으로 5종씩(16.7%) 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 4종이 하부에서는 29종이 출현하여 하부에서 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 2,892inds./m²(79.2%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 740inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 5,824inds./m², 하부에서는 1,480inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 2,359.08gWWt/m²(90.8%)으로 나타났으며, 상부에서는 224.44gWWt/m², 하부에서는 2,367.68gWWt/m²로 나타났다<표 3-10-10><그림 3-10-8>.

<표 3-10-10> 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	4	29	30
개체수(inds./m ²)	5,824	1,480	7,304
생체량(gWWt/m ²)	224.44	2,367.68	2,592.12

〈표 3-10-11〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	5,568	208	5,776	79.1
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	980	980	13.4
MGS	<i>Granulittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	244	0	244	3.3
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	132	132	1.8
MGS	<i>Reishia clavigera</i>	대수리	0	24	24	0.3

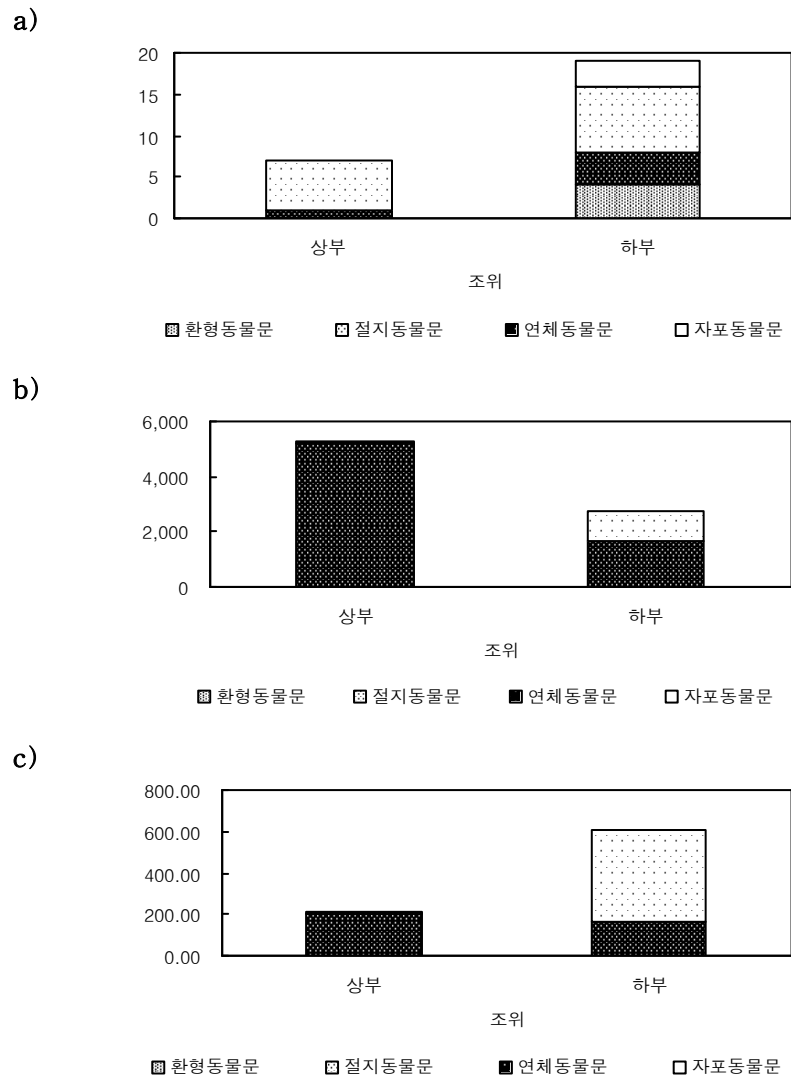
* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 감천 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-12).

〈표 3-10-12〉 서부산권역 감천 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.23	2.33
균등도	0.17	0.44
다양도	0.19	1.28

- 감천 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 22종, 8,036개체(4,018inds./m²), 818.60gWWt(409.30gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 22종 중 11종이 출현한(총 출현종수의 50.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물과 절지동물이 공통으로 4종씩(18.2%) 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 19종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 3,416inds./m²(85.0%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 594inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 5,312inds./m², 하부에서는 2,724inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 226.40gWWt/m²(55.3%)으로 나타났으며, 절지동물이 182.06gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 212.04gWWt/m², 하부에서는 606.56gWWt/m²으로 나타났다(표 3-10-13)〈그림 3-10-9〉.



〈그림 3-10-9〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

〈표 3-10-13〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	19	22
개체수(inds./m ²)	5,312	2,724	8,036
생체량(gWWt/m ²)	212.04	606.56	818.60

○ 감천 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 6,768개체(84.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 굽은줄격판담치가 784개체(9.8%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-14〉와 같다.

〈표 3-10-14〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	5,184	1,584	6,768	84.2
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	784	784	9.8
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	252	252	3.1
MGS	<i>Granulittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	112	0	112	1.4
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	60	60	0.7

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 감천 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-15).

〈표 3-10-15〉 서부산권역 감천 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.58	0.63
균등도	0.00	0.02
다양도	0.01	0.04

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 18종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 2종(11.1%), 갈조식물 3종(16.7%), 홍조식물 13종(72.2%)으로 나타났다(표 3-10-16). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 4종(녹조식물 2종, 홍조식물 2종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 15종(녹조식물 1종, 갈조식물 3종, 홍조식물 11종)이 출현하여 하부 정점에서 상부 정점보다 약 3.7배 정도 많은 해조류 출현종수를 보였다.
- 조사시기별 출현종수는 하계 조사에서 총 11종(녹조식물 2종, 갈조식물 2종, 홍조식물 7종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 3종(녹조식물 2종, 홍조식물 1종), 하부 정점에서는 9종(녹조식물 1종, 갈조식물 2종, 홍조식물 6종)이 출현하여 하부정점에서 약 3배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-16).
- 동계 조사에서는 총 13종(녹조식물 1종, 갈조식물 3종, 홍조식물 9종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 2종(녹조식물 1종, 홍조식물 1종), 하부정점에서 11종(갈조식물 3종, 홍조식물 8종)이 출현하여 하부정점에서 약 5.5배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-16).

〈표 3-10-16〉 서부산권역 감천 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체			
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부		
녹조식물	2	(66.7)	1	(11.1)	1	(50.0)	0	(0.0)	2	(11.1)
갈조식물	0	(0.0)	2	(22.2)	0	(0.0)	3	(27.3)	3	(16.7)
홍조식물	1	(33.3)	6	(66.7)	1	(50.0)	8	(72.7)	13	(72.2)
합계	3	(100.0)	9	(100.0)	2	(100.0)	11	(100.0)	18	(100.0)

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 4,786.4gWWt(평균 1,196.6g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 148.3gWWt(평균 37.1gWWt/m²), 갈조식물 총 2,104.1gWWt(평균 526.0gWWt/m²), 홍조식물 총 2,534.0gWWt(평균 633.5gWWt/m²)으로 갈조식물과 홍조식물이 각각 전체 생물량의 44.0%, 52.9%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-17).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 1,588.5gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 74.2gWWt/m²(4.7%), 갈조식물 516.7gWWt(32.5%), 홍조식물이 평균 997.6gWWt/m²(62.8%)로 홍조식물의 생물량비가 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 272.8gWWt/m²과 2,904.1gWWt/m²으로 하부정점에서 약 10.6배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-17).
- 동계 조사에서는 평균 804.7gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 생물량은 갈조식물이 평균 535.4gWWt/m²(66.5%), 홍조식물이 평균 269.4gWWt/m²(33.5%)으로 갈조식물의 생물량비가 높았으며, 녹조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 119.5gWWt/m², 하부 정점에서 1490.0gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 12.4배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-17).

〈표 3-10-17〉 서부산권역 감천 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	148.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.1
갈조식물	0.0	1,033.3	0.0	1,070.8	0.0	1,070.8	526.0
홍조식물	124.5	1,870.8	119.5	419.2	119.5	419.2	633.5
합계	272.8	2,904.1	119.5	1,490.0	119.5	1,490.0	1,196.6

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래가 중요도 52.6으로 최우점하였고, 다음으로 애기가시덤불(31.6), 잎파래(15.8)의 순으로 조사되었다. 하부 정점에서는 작은구슬산호말이 중요도 63.3으로 최우점하였고, 다음으로 툇(36.7)이 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-18).
- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 홍조식물 참김 한종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 작은구슬산호말이 중요도 61.7로 최우점하였

고, 다음으로 툇(34.9), 기타(25.7)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-18>.

- 감천 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 구멍갈파래와 참김이 우점하는 것으로 나타났으며, 하부정점에서는 작은구슬산호말과 툇이 우점하는 것으로 나타났다.

<표 3-10-18> 서부산권역 감천 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하 계	상 부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	130.2	12.5	64.0	58.1	47.1	52.6
		<i>Caulacanthus ustulatus</i>	애기가시덤불	124.5	6.0	48.0	27.9	35.3	31.6
		<i>Ulva linza</i>	잎파래	18.1	3.0	24.0	14.0	17.6	15.8
	하 부	<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	1,870.8	64.8	92.0	62.7	63.9	63.3
		<i>Hizikia fusiformis</i>	툇	1,033.3	38.5	52.0	37.3	36.1	36.7
동 계	상 부	<i>Porphyra tenera</i>	참김	119.5	7.1	80.0	100.0	100.0	100.0
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	354.6	29.6	76.0	70.5	52.8	61.7
	하 부	<i>Hizikia fusiformis</i>	툇	1,070.8	11.8	60.0	28.1	41.7	34.9

3) 물운대 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 물운대 해역은 암반 해변이 주를 이루고 있는 전형적인 바위 해변으로 대부분의 해변이 외해에 직접접적으로 노출되어 있다. 조사해역의 남측 해역은 낙동강 하구와 접하는 해역으로 넓은 사질 해변이 형성되어 있으며, 사질해변의 육지쪽에는 인공적인 공원이 조성되어 있다. 조사해역은 연안의 절벽과 연결된 암반해면이 대부분이며, 해안선을 따라 해안산책로가 조성되어 있는 해역이다<그림 3-10-10>.



<그림 3-10-10> 서부산권역 물운대 해역 조사정점도

(2) 오염도 및 잠재 오염원

- 조사 해역은 연안의 절벽과 연결된 대형암반으로 이루어진 곳으로 상가나 민가가 밀접한 곳이 없으며, 낚시꾼의 왕래가 많은 지역으로 해안 산책로 조성으로 행락객에 의한 일시적인 오염이 예상되는 지역이다. 그리고 조사해역의 남쪽 끝은 낙동강 하구 해역으로 강우 시 낙동강으로부터 유입되는 하천수의 영향을 받는 해역이다<그림 3-10-11>.



<그림 3-10-11> 서부산권역 물운대 해역 해안선 광경

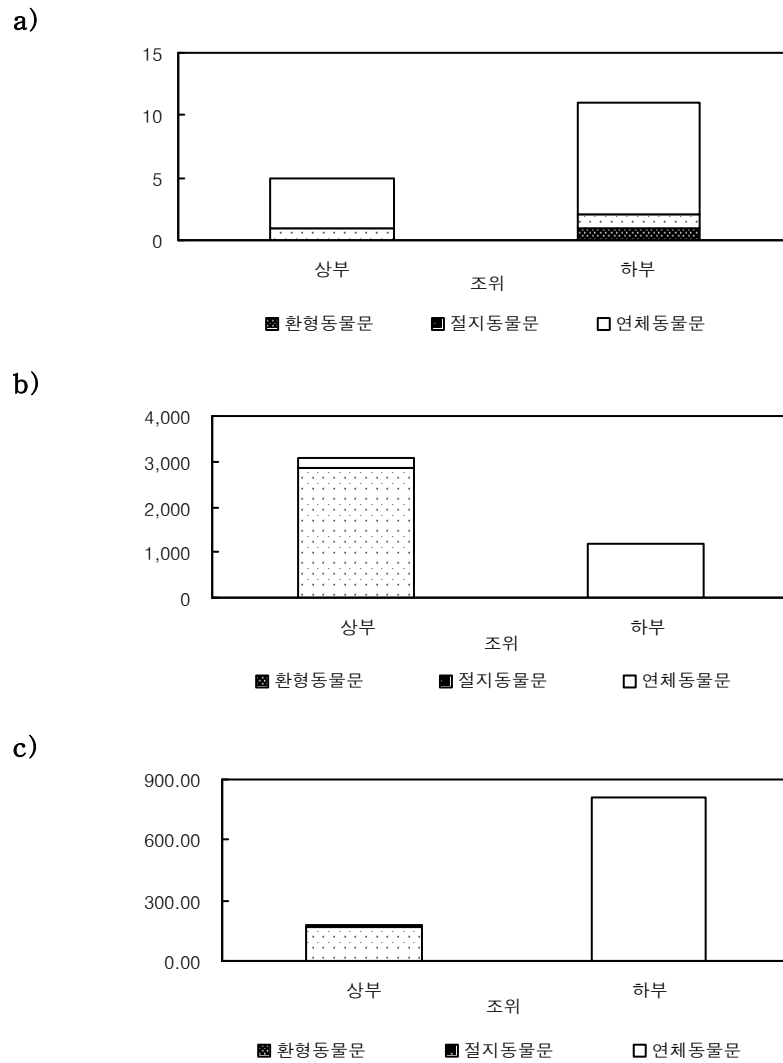
(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

- 물론대 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 12종, 4,272개체(2,136inds./m²)였으며, 생체량은 991.88gWWt(495.94gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 12종 중 9종이 출현한(총 출현종수의 75.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(2종, 16.7%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 5종이 하부에서는 11종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 1,430inds./m²(66.9%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 704inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 3,068inds./m², 하부에서는 1,204inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 411.34gWWt/m²(82.8%)으로 나타났으며, 절지동물이 84.58gWWt/m²으로 나타났다. 조위별로는 상부에서 180.00gWWt/m², 하부에서는 811.88gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-19><그림 3-10-12>.

<표 3-10-19> 서부산권역 물론대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	5	11	12
개체수(inds./m ²)	3,068	1,204	4,272
생체량(gWWt/m ²)	180.00	811.88	991.88



〈그림 3-10-12〉 서부산권역 물운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 물운대 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 2,860개체(66.9%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 연체동물의 총알고둥(*Littorina brevicula*)이 748개체(17.5%)로 나타났으며 그 외 출현종은 〈표 3-10-20〉과 같다.

〈표 3-10-20〉 서부산권역 물운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	2,860	0	2,860	66.9
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	96	652	748	17.5
MGS	<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	고랑딱개비	4	268	272	6.4
MBI	<i>Vignadula atrata</i>	왜홍합	0	172	172	4.0
MGS	<i>Granulilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	108	0	108	2.5

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 물운대 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-21).

〈표 3-10-21〉 서부산권역 물운대 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

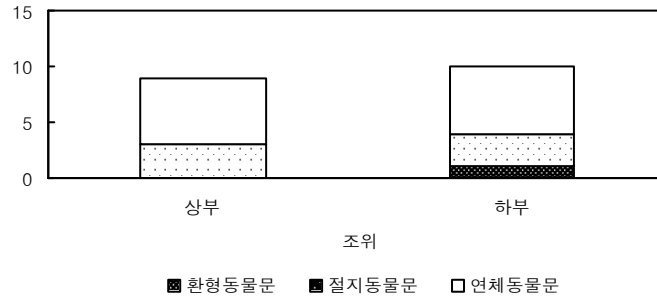
지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.37	0.70
균등도	0.22	0.68
다양도	0.30	1.23

- 물운대 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 12종, 4,600개체(2,300inds./m²), 4,089.76gWWt(2,044.88gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 12종 중 8종이 출현한(총 출현종수의 66.7%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물이 3종(25.0%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 9종이 하부에서는 10종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 1,780inds./m²(77.4%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 518inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 2,188inds./m², 하부에서는 2,412inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 1,978.70gWWt/m²(96.7%)으로 나타났으며, 절지동물이 65.54gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 92.68gWWt/m², 하부에서는 3,997.08gWWt/m²으로 나타났다(표 3-10-22)(그림 3-10-13).

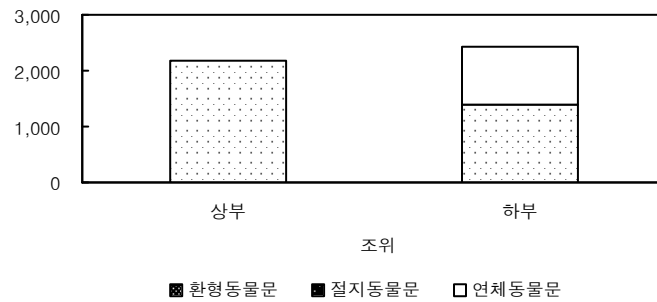
〈표 3-10-22〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	9	10	12
개체수(inds./m ²)	2,188	2,412	4,600
생체량(gWWt/m ²)	92.68	3,997.08	4,089.76

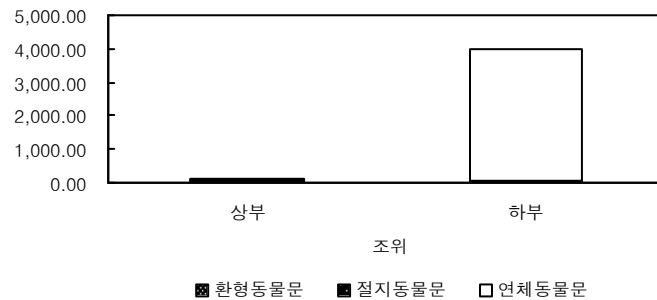
a)



b)



c)

〈그림 3-10-13〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 물운대 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기파개비가 3,480개체(75.7%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 연체동물 이매패류의 지중해담치(*Mytilus galloprovincialis*)가 704개체(15.3%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-23〉과 같다.

〈표 3-10-23〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	2,100	1,380	3,480	75.7
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	704	704	15.3
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	4	312	316	6.9
CCI	<i>Balanus albicostatus</i>	고랑따개비	68	4	72	1.6
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	8	0	8	0.2

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 물운대 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수는 상부에서 평균등도지수와 종다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-24).

〈표 3-10-24〉 서부산권역 물운대 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.65	0.64
균등도	0.01	0.02
다양도	0.02	0.03

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 16종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 4종(25.0%), 홍조식물 12종(75.0%)으로 홍조식물의 출현종수가 많은 것으로 나타났다. 조위별 출현종수는 상부정점에서 총 5종(녹조식물 3종, 홍조식물 2종)이 출현하였고, 하부정점에서 총 16종(녹조식물 4종, 홍조식물 12종)이 출현하여 하부정점에서 약 3.4배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-25).
- 조사시기별 출현종수는 하계 조사에서 총 11종(녹조식물 3종, 홍조식물 8종)이 출현하였고 조위별 출현종수는 조간대 상부 정점에서 4종(녹조식물 2종, 홍조식물 2종), 하부 정점에서 11종(녹조식물 3종, 홍조식물 8종)이 출현하여 상부보다는 하부정점에서 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-25).
- 동계 조사에서는 총 12종(녹조식물 2종, 홍조식물 10종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 1종(녹조식물 1종), 하부 정점에서 12종(녹조식물 2종, 홍조식물 10종)이 출현하여 하부 정점에서 약 12배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-25).

〈표 3-10-25〉 서부산권역 물운대 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점	하계		동계		전체
		상부	하부	상부	하부	
녹조식물		2 (50.0)	3 (27.3)	1 (100.0)	2 (16.7)	4 (25.)
갈조식물		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
홍조식물		2 (50.0)	8 (72.7)	0 (0.0)	10 (83.3)	12 (75.0)
합계		4 (100.0)	11 (100.0)	1 (100.0)	12 (100.0)	16 (100.0)

- 동계와 하계 조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 1,375.8gWWt(평균 344.0g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 1,022.8gWWt(평균 255.7gWWt/m²), 홍조식물 총 353.0gWWt(평균 88.3gWWt/m²)으로 갈조식물은 출현하지 않았으며, 녹조식물이 전체 생물량의 74.3%를 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-26).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 566.5gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별로는 상부에서 녹조식물이 평균 463.7gWWt/m²으로 전체 생물량의 81.8%를 차지하였으며, 홍조식물은 평균 102.8gWWt/m²(18.2%)였고, 갈조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 724.5gWWt/m²과 408.6gWWt/m²으로 상부 정점에서 약 1.7배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-26).
- 동계 조사에서는 평균 121.4gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물이 평균 47.7gWWt/m²(39.3%), 홍조식물이 평균 73.6gWWt/m²(60.7%)으로 홍조식물의 생물량비가 높았으며, 갈조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 81.9gWWt/m², 하부 정점에서 160.8gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 1.9배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-26).

〈표 3-10-26〉 서부산권역 물운대 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점	하계		동계		전체(평균)
		상부	하부	상부	하부	
녹조식물		724.5	202.9	81.9	13.5	255.7
갈조식물		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
홍조식물		0.0	205.7	0.0	147.3	88.3
합계		724.5	408.6	81.9	160.8	344.0

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 잎파래 1종만이 출현한 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 28.2로 최우점하였고, 다음으로 참지누아리(*Grateloupia filicina*; 19.8), 우뚝가사리(18.2), 잎파래(15.4), 애기가시덤불(7.3)순으로 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-27).

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 모란갈파래(*Ulva conglobata*) 한 종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 중요도 34.3로 최우점하였으며, 다음으로 우뭇가사리(*Gelidium amansii*; 17.5), 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*; 9.9), 텅어리가시우무(*Hypnea pannosa*; 8.1), 미끌풀(*Dumontia simplex*; 5.8), 기타(24.4)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-27>.
- 물운대 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 하계에는 잎파래, 동계에는 모란갈파래 각각 1종으로 녹조식물이 우점하는 것으로 나타났으며, 하부정점에서는 구멍갈파래, 우뭇가사리, 애기가시덤불이 우점하는 것으로 나타났다.

<표 3-10-27> 서부산권역 물운대 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva linza</i>	잎파래	724.5	81.3	84.0	100.0	100.0	
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	178.0	14.8	28.0	35.1	21.2	28.2
		<i>Grateloupia filicina</i>	참지누아리	59.2	7.8	28.0	18.5	21.2	19.8
		<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	102.9	11.5	12.0	27.4	9.1	18.2
		<i>Ulva linza</i>	잎파래	24.8	2.8	32.0	6.5	24.2	15.4
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	애기가시덤불	14.9	1.0	16.0	2.4	12.1	7.3	
동계	상부	<i>Ulva conglobata</i>	모란갈파래	81.9	2.3	40.0	100.0	100.0	
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	10.4	1.7	32.0	32.1	36.4	34.3
		<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	20.1	1.1	12.0	21.4	13.6	17.5
		<i>Caulacanthus ustulatus</i>	애기가시덤불	37.6	0.56	8.00	10.7	9.1	9.9
		<i>Hypnea pannosa</i>	텅어리가시우무	50.6	0.4	8.0	7.1	9.1	8.1
	<i>Dumontia simplex</i>	미끌풀	9.3	0.38	4.00	7.1	4.5	5.8	

4) 늘차도 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 늘차도 해역은 가덕도 북쪽에 위치한 지역으로 해안선을 따라 연안 절벽과 크고 작은 암반들로 이루어진 암반 조간대가 잘 발달되어 있는 해역이다. 조사 지역은 외해에 노출된 해역으로 파도 등 물리적 영향을 직접 받는 곳이며, 조수웅덩이나 모래보다는 암반으로 주로 이루어진 지역이다 <그림 3-10-14>.



〈그림 3-10-14〉 서부산권역 놀차도 해역 조사점점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사 해역은 주변에 상가와 같은 시설물이 없어 오폐수에 의한 오염원은 없을 것으로 판단된다. 그러나 가끔씩 낚시나 외양에서 유입되는 쓰레기 등으로 인한 오염원이 해양으로 유입될 가능성이 있는 해역이다(그림 3-10-15).



〈그림 3-10-15〉 서부산권역 놀차도 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

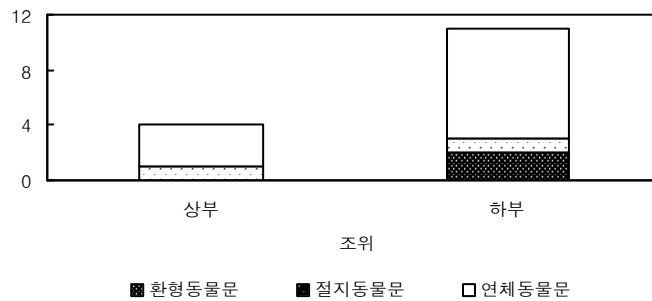
- 놀차도 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 12종, 15,396개체(7,698inds./ m^2), 3,211.68gWWt(1,605.84gWWt/ m^2)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 12종 중 9종이 출현한(총 출현종수의 75.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물(2종, 16.7%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 4종이 하부에서는 11종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.

- 서식밀도의 경우, 절지동물이 7,098inds./m²(92.2%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났고, 연체동물은 590inds./m²(7.7%)가 출현하였다. 조위별로는 상부에서 9,700inds./m², 하부에서는 5,696inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 3,211.68gWWt/m²(90.0%)으로 나타났으며, 조위별로는 상부에서 136.52gWWt/m², 하부에서는 3,075.16gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-28><그림 3-10-16>.

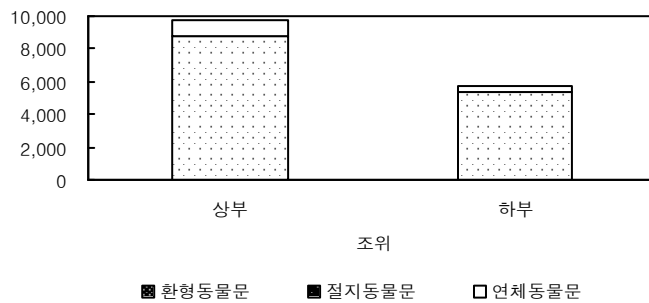
<표 3-10-28> 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	4	11	12
개체수(inds./m ²)	9,700	5,696	15,396
생체량(gWWt/m ²)	136.52	3,075.16	3,211.68

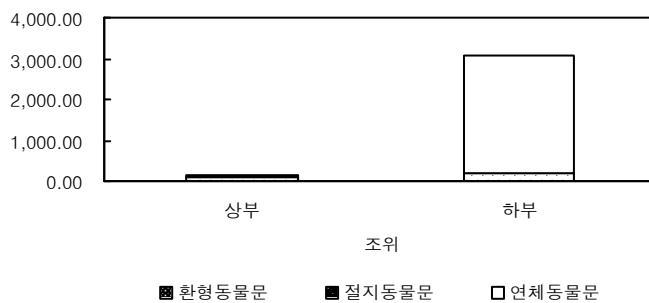
a)



b)



c)



<그림 3-10-16> 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 놀차도 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 14,196개체(92.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 상부에 서식하고 있는 총알고둥이 732개체(4.8%)로 나타났으며 그 외 출현종은 <표 3-10-29>와 같다.

〈표 3-10-29〉 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengerii</i>	조무래기따개비	8,820	5,376	14,196	92.2
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	732	0	732	4.8
MGS	<i>Granulittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	148	0	148	1.0
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	0	144	144	0.9
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	84	84	0.5

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 놀차도 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수는 하부에서 종균등도지수와 종다양도지수는 상부에서 높은 값을 나타내었다<표 3-10-30>.

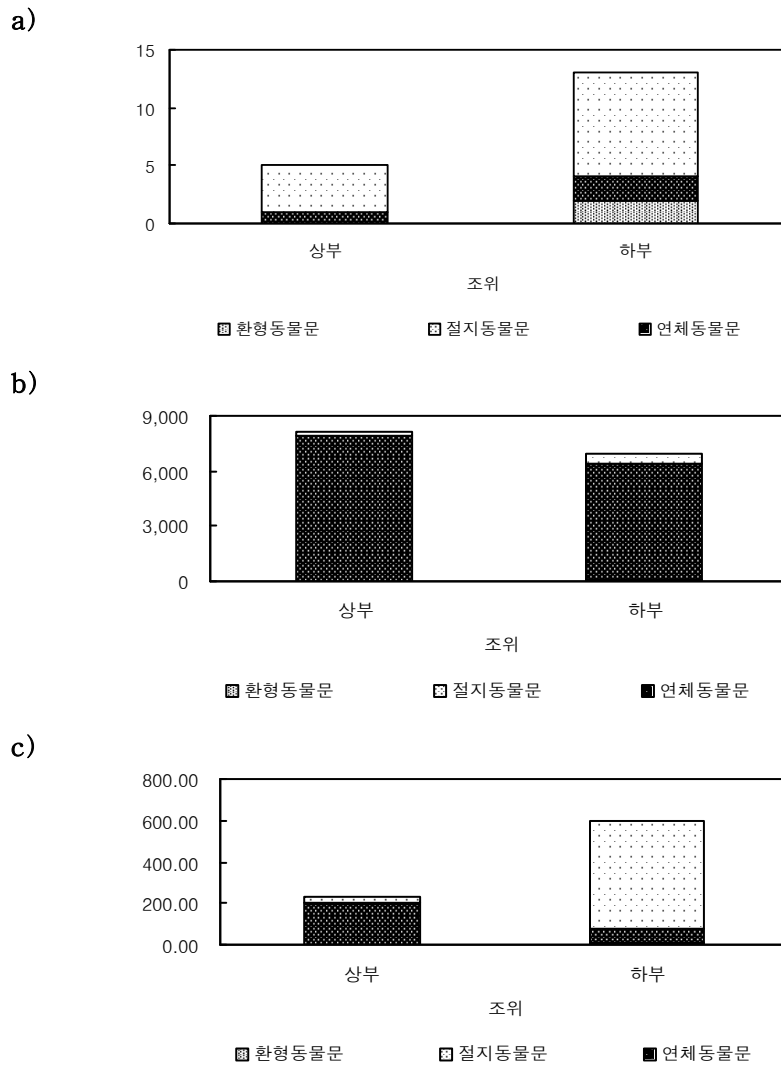
〈표 3-10-30〉 서부산권역 놀차도 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.22	0.81
균등도	0.31	0.14
다양도	0.35	0.30

- 놀차도 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 13종, 15,068개체(7,534inds./m²), 826.20gWWt(413.10gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 13종 중 9종이 출현한(총 출현종수의 69.2%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물과 절지동물이 공통으로 2종(15.4%)씩 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 5종이 하부에서는 13종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 7,094inds./m²(94.1%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 조위별로는 상부에서 8,176inds./m², 하부에서는 6,892inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 274.14gWWt/m²(66.3%)으로 가장 우점하는 분류군으로 나타났으며, 조위별로는 상부에서는 237.32gWWt/m², 하부에서는 598.88gWWt/m²로 나타났다<표 3-10-31><그림 3-10-17>.

〈표 3-10-31〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	5	13	13
개체수(inds./m ²)	8,176	6,892	15,068
생체량(gWWt/m ²)	227.32	598.88	826.20



〈그림 3-10-17〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 놀차도 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 14,184개체(94.1%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었고, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 지중해담치가 344개체(2.3%)로 나타났으며 그 외 출현종은 〈표 3-10-32〉와 같다.

〈표 3-10-32〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	7,892	6,292	14,184	94.1
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	344	344	2.3
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	284	28	312	2.1
APOL	<i>Perinereis cultrifera</i>	한토막눈썹참갯지렁이	0	68	68	0.5
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	0	60	60	0.4

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 놀차도 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-33).

〈표 3-10-33〉 서부산권역 놀차도 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.55	0.57
균등도	0.00	0.01
다양도	0.00	0.01

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 13종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 2종(15.4%), 홍조식물 11종(84.6%)으로 갈조식물은 출현하지 않았다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 4종(녹조식물 2종, 홍조식물 2종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 13종(녹조식물 2종, 홍조식물 11종)이 출현하여 하부 정점에서 약 3.2배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-34).
- 조사시기별 출현종수는 하계 조사에서 총 6종(녹조식물 2종, 홍조식물 4종)이 출현하였고, 갈조식물은 출현하지 않았다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 녹조식물만 2종, 하부 정점에서는 6종(녹조식물 2종, 홍조식물 4종)이 출현하여 상부보다는 하부 정점에서 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-34).

- 동계 조사에서는 총 10종(녹조식물 2종, 홍조식물 8종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 5종(녹조식물 2종, 홍조식물 3종), 하부정점에서 9종(녹조식물 1종, 홍조식물 8종)이 출현하여 하부정점에서 약 2.3배 많은 출현종수를 보였다<표 3-10-34>.

<표 3-10-34> 서부산권역 놀차도 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체	
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부
녹조식물	2 (100.0)	2 (33.3)	2 (40.0)	1 (11.1)	2 (15.4)			
갈조식물	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)			
홍조식물	0 (0.0)	4 (66.7)	3 (60.0)	8 (88.9)	11 (84.6)			
합계	2 (100.0)	6 (100.0)	5 (100.0)	9 (100.0)	13 (100.0)			

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 959.0gWWt(평균 239.8g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 258.7gWWt(평균 64.7gWWt/m²), 홍조식물 총 700.3gWWt(평균 175.1gWWt/m²)으로 갈조식물은 출현하지 않았고, 홍조식물이 전체 생물량의 73.0%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다<표 3-10-35>.
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 141.8gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 27.7gWWt/m²(19.6%), 홍조식물이 평균 114.0gWWt/m²(80.4%)으로 홍조식물에서 높은 생물량비가 나타났으며, 갈조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 55.5gWWt/m²과 228.0gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 4.1 배 높은 생물량을 보였다<표 3-10-35>.
- 동계 조사에서는 평균 337.7gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물이 평균 101.6gWWt/m²(30.1%), 홍조식물이 평균 236.2gWWt/m²(69.9%)으로 갈조식물은 출현하지 않았으며, 홍조식물의 생물량비가 높게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 203.2gWWt/m², 하부 정점에서 472.3gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 2.3배 높은 생물량을 보였다 <표 3-10-35>.

<표 3-10-35> 서부산권역 놀차도 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	55.5	0.0	203.2	0.0	64.7		
갈조식물	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
홍조식물	0.0	228.0	0.0	472.3	175.1		
합계	55.5	228.0	203.2	472.3	239.8		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 잎파래 (*Ulva linza*), 하부정점에서는 검은개서실(*Chondrophyucus intermedia*)로 각각 한 종만이 출현한 것으로 나타났다.

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 잎파래 (*Ulva linza*) 한 종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 검은개서실(*Chondrophyucus intermedia*)이 중요도 28.6로 최우점하였고, 다음으로 가는개도박(*Grateloupia lanceolata*; 19.7), 실우뭇가사리(*Gelidium pusillum*; 18.1), 참까막살(*Polyopes affinis*; 17.2)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-36>.
- 놀차도 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 잎파래로 녹조식물이 우점하는 것으로 나타났으며, 하부정점에서는 하계에는 검은개서실이 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10-36〉 서부산권역 놀차도 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva linza</i>	잎파래	55.5	12.8	60.0	100.0	100.0	
	하부	<i>Chondrophyucus intermedia</i>	검은개서실	228.0	12.0	15.8	48.0	100.0	
동계	상부	<i>Ulva linza</i>	잎파래	203.2	8.4	48.0	100.0	100.0	
	하부	<i>Chondrophyucus intermedia</i>	검은개서실	268.1	1.9	20.0	32.3	25.0	28.6
		<i>Grateloupia lanceolata</i>	가는개도박	52.7	1.1	16.0	19.4	20.0	19.7
		<i>Gelidium pusillum</i>	실우뭇가사리	24.6	0.9	16.0	16.1	20.0	18.1
		<i>Polyopes affinis</i>	참까막살	58.7	1.1	12.0	19.4	15.0	17.2

5) 동선 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 동선 해역은 가덕도 북쪽, 놀차도와 연결된 지역에 위치한 지역으로 외해의 영향을 다소 받는 지역으로 모래와 크고 작은 암반과 인공 구조물로 구성된 해역이다<그림 3-10-18>.



〈그림 3-10-18〉 서부산권역 동선 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사 해역 주변에는 해안선을 따라 산책로가 시설되어 있는 지역으로 대형 암반으로 이루어진 해안에는 낚시인의 왕래가 잦은 해역으로 이들 행락객과 낚시인의 오물 투기 등으로 인한 조간대 생물의 훼손이 우려되는 지역이다<그림 3-10-19>.

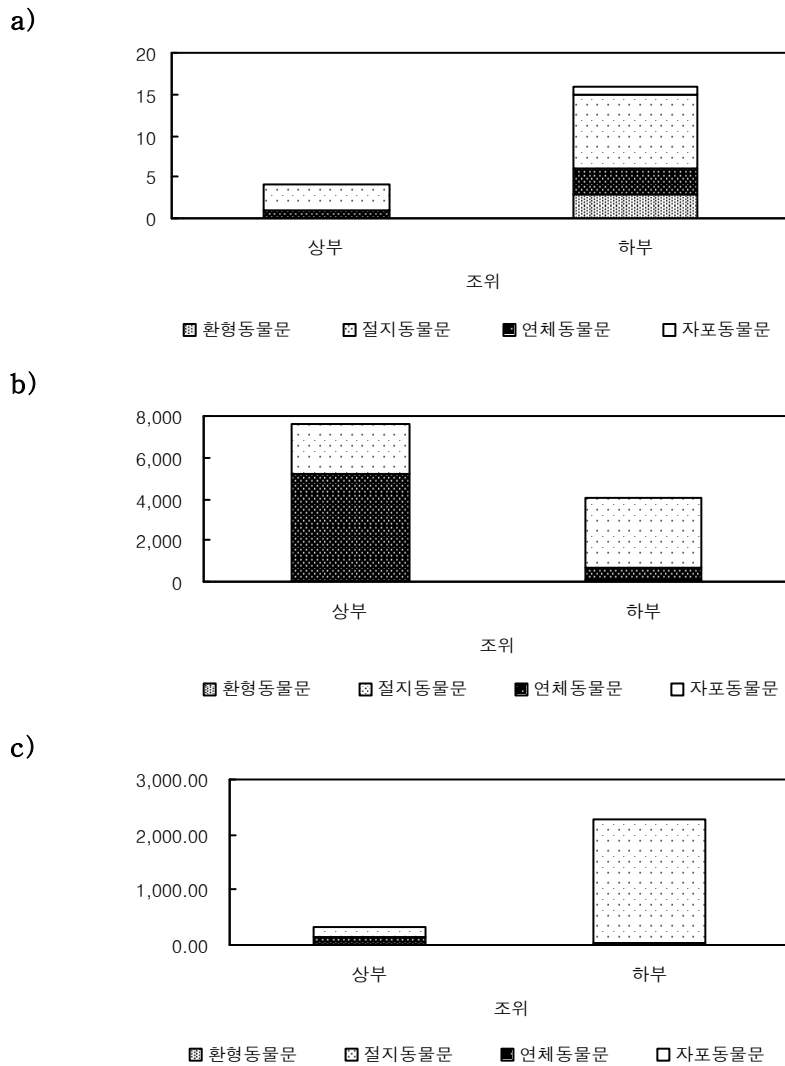


<그림 3-10-19> 서부산권역 동선 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

- 동선 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 17종, 11,748개체(5,874inds./m²), 2,588.68gWWt(1,294.34gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 17종 중 10종이 출현한(총 출현종수의 58.8%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물과 절지동물이 공통으로 3종(17.6%)씩 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 4종이 하부에서는 16종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 연체동물이 2,936inds./m²(50.0%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 절지동물이 2,904inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 7,660inds./m², 하부에서는 4,088inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 1,211.18gWWt/m²(93.6%)으로 나타났으며, 절지동물이 82.16gWWt/m²(6.3%)으로 나타났다. 또한, 상부에서는 326.04gWWt/m², 하부에서는 2,262.64gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-37><그림 3-10-20>.



〈그림 3-10-20〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

〈표 3-10-37〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	4	16	17
개체수(inds./m ²)	7,660	4,088	11,748
생체량(gWWt/m ²)	326.04	2,262.64	2,588.68

- 동선 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 5,780개체(49.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 지중해담치가 3,152개체(26.8%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-38〉과 같다.

〈표 3-10-38〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	5,208	572	5,780	49.2
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	3,152	3,152	26.8
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	2,448	48	2,496	21.2
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	0	184	184	1.6
APOL	Syllidae sp.	염주발갯지렁이류	0	28	28	0.2

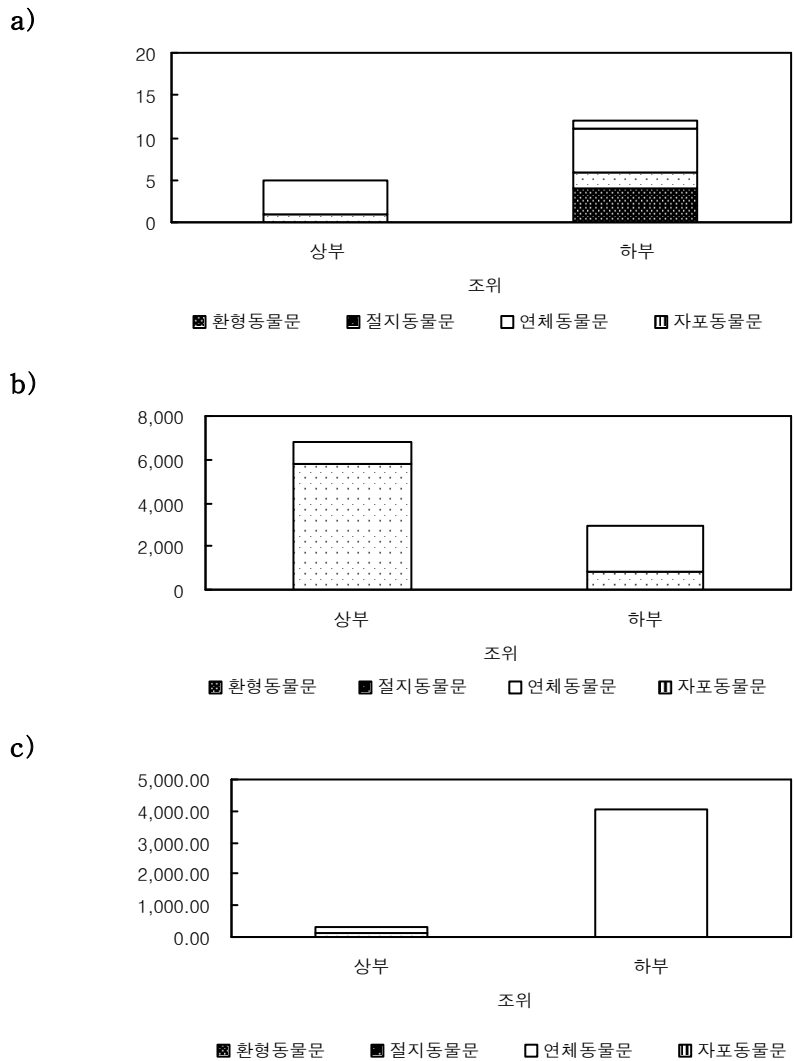
* APOL: 환형동물 다모류, CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 동선 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수와 종다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었으며 종균등도지수는 상부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-39).

〈표 3-10-39〉 서부산권역 동선 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.22	1.20
균등도	0.57	0.35
다양도	0.63	0.84

- 동선 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 14종, 9,728개체(4,864inds./m²), 4,327.24gWWt(2,163.62gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 14종 중 7종이 출현한(총 출현종수의 50.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물이 4종(28.6%)이 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 5종이 하부에서는 12종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 3,286inds./m²(67.5%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 1,570inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 6,816inds./m², 하부에서는 2,912inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 2,089.94gWWt/m²(96.5%)으로 나타났으며, 절지동물이 73.52gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 290.24gWWt/m², 하부에서는 4,037.00gWWt/m²으로 나타났다(표 3-10-40)(그림 3-10-21).



〈그림 3-10-21〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

〈표 3-10-40〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	5	12	14
개체수(inds./m ²)	6,816	2,912	9,728
생체량(gWWt/m ²)	290.24	4,037.00	4,327.24

○ 동선 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 6,560개체(67.4%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 지중해담치가 1,860개체(19.1%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-41〉과 같다.

〈표 3-10-41〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	5,776	784	6,560	67.4
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	1,860	1,860	19.1
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	1,004	100	1,104	11.3
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	12	88	100	1.0
MGS	<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	고랑딱개비	0	40	40	0.4

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 동선 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-42).

〈표 3-10-42〉 서부산권역 동선 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.57	0.63
균등도	0.00	0.02
다양도	0.01	0.03

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 18종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 4종(22.2%), 갈조식물 2종(11.1%), 홍조식물 12종(66.7%)으로 나타났다(표 3-10-43). 조위별 출현종 수는 상부 정점에서 총 5종(녹조식물 2종, 홍조식물 3종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 17종(녹조식물 4종, 갈조식물 2종, 홍조식물 11종)이 출현하여 상부 정정보다 하부 정점에서 약 3.6배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-43).
- 조사시기별 출현종수는 하계 조사에서 총 7종(녹조식물 3종, 홍조식물 4종)이 출현하였고, 갈조식물은 출현하지 않았다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 3종(녹조식물 2종, 홍조식물 1종), 하부 정점에서는 6종(녹조식물 3종, 홍조식물 3종)이 출현하여 두 정점 모두 적은 출현종수를 보였다(표 3-10-43).
- 동계 조사에서는 총 15종(녹조식물 3종, 갈조식물 2종, 홍조식물 10종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 2종(녹조식물 1종, 홍조식물 1종), 하부정점에서 14종(녹조식물 3종, 갈조식물 2종, 홍조식물 9종)이 출현하여 하부정점에서 약 4.6배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-43).

〈표 3-10-43〉 서부산권역 동선 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체			
	상부	하부	상부	하부	상부	하부				
녹조식물	2	(66.7)	3	(50.0)	1	(50.0)	3	(21.4)	4	(22.2)
갈조식물	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(14.3)	2	(11.1)
홍조식물	1	(33.3)	3	(50.0)	1	(50.0)	9	(64.3)	12	(66.7)
합계	3	(100.0)	6	(100.0)	2	(100.0)	14	(100.0)	18	(100.0)

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 869.3gWWt(평균 217.3g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 550.1gWWt(평균 137.5gWWt/m²), 홍조식물 총 319.2gWWt(평균 79.8gWWt/m²)으로 갈조식물은 출현하지 않았으며, 녹조식물의 생물량이 전체 생물량의 63.3%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-44).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 111.8gWWt/m²으로 녹조식물만 출현하였다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 48.1gWWt/m²과 175.4gWWt/m²으로 하부정점에서 약 3.6배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-44).
- 동계 조사에서는 평균 322.9gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 생물량은 녹조식물이 평균 163.3gWWt/m²(50.6%), 홍조식물이 평균 159.6gWWt/m²(49.4%)으로 갈조식물은 출현하지 않았으며, 두 분류군에서 비슷한 생물량을 보인 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 309.4gWWt/m², 하부 정점에서 336.4gWWt/m²으로 두 정점에서 비슷한 생물량을 보였다(표 3-10-44).

〈표 3-10-44〉 서부산권역 동선 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	48.1	175.4	309.4	17.2	137.5		
갈조식물	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
홍조식물	0.0	0.0	0.0	319.2	79.8		
합계	48.1	175.4	309.4	336.4	217.3		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래 한 종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 97.9로 최우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-45).
- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래 한 종만 출현한 것으로 나타났고, 하부 정점에서는 가는개도박이 중요도 42.4로 최우점하였고, 다음으로 잎파래(20.9), 구멍갈파래(14.9)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-45).

- 동선 조간대 해역의 해조류 출현양상은 모든 계절의 조위에서 구멍갈파래가 우점하는 것으로 조사되었으며, 동계에는 하부에서 가는개도박, 잎파래가 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10-45〉 서부산권역 동선 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도
하계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	48.1	13.3	84.0	100.0	100.0
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	175.3	28.3	92.0	100.0	95.8
동계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	309.4	7.9	64.0	100.0	100.0
	하부	<i>Grateloupia lanceolata</i>	가는개도박	313.7	3.8	32.0	50.0	34.8
		<i>Ulva linza</i>	잎파래	0.8	1.5	20.0	20.0	21.7
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	14.9	0.9	16.0	12.5	17.4

6) 새바지 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 새바지 해역의 조사정점은 가덕도 동쪽에 위치해 있는 움푹 들어간 지형에 위치한 지점으로 방파제 외부쪽에 연안 절벽과 연결된 가파른 암반으로 이루어져 있으며, 대체적으로 가파르고 좁은 조간대 면적을 보이고 있는 지형이다. 또한, 항상 외부 파도 등 물리적 영향을 받는 외향성 해역으로 이루어져 있다〈그림 3-10-22〉.



〈그림 3-10-22〉 서부산권역 새바지 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사 해역 주변은 상업시설 등의 인위적인 시설과 많은 관광객이 왕래하는 지역으로 이들 관광객의 채집활동으로 인한 생태계 교란 가능성이 있으며, 이들 관광객에 의한 쓰레기 등 오염원이 해역으로 유입될 가능성이 있는 해역이다(그림 3-10-23).



〈그림 3-10-23〉 서부산권역 새바지 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

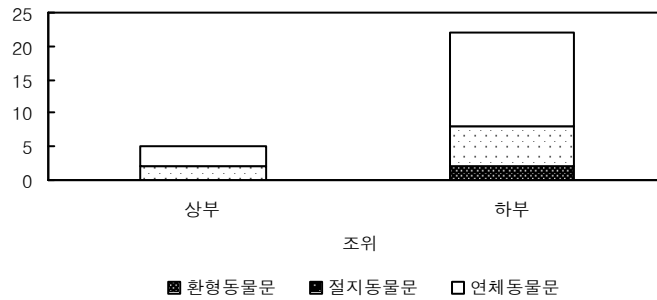
① 해변무척추동물

- 새바지 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 24종, 7,120개체(3,560inds./m²), 5,393.60gWWt(2,696.80gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 24종 중 16종이 출현한(총 출현종수의 66.7%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(6종, 25.0%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 5종이 하부에서는 22종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 연체동물이 1,898inds./m²(53.3%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 절지동물이 1,650inds./m²(46.3%)가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 3,260inds./m², 하부에서는 3,860inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 2,643.68gWWt/m²(97.9%)으로 나타났으며, 다음으로는 절지동물이 53.04gWWt/m²(2.0%)으로 나타났다. 또한, 상부에서는 132.88gWWt/m², 하부에서는 5,260.72gWWt/m²으로 나타났다(표 4-6-46)〈그림 3-10-24〉.

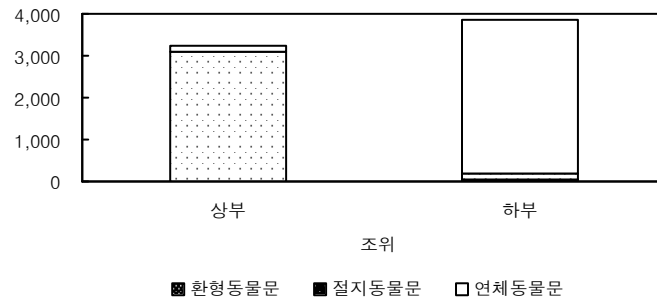
〈표 3-10-46〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	5	22	24
개체수(inds./m ²)	3,260	3,860	7,120
생체량(gWWt/m ²)	132.88	5,260.72	5,393.60

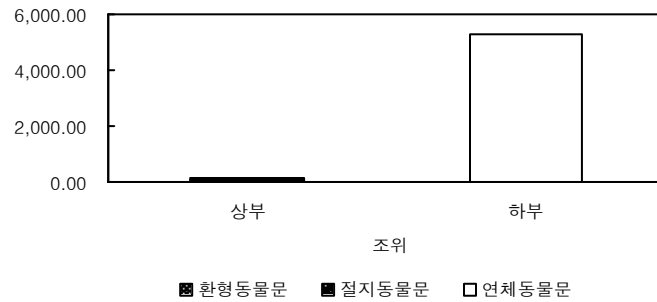
a)



b)



c)



〈그림 3-10-24〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 새바지 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기파개비가 3,288개체(46.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 굵은줄격판담치가 2,844개체(39.9%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-47〉과 같다.

〈표 3-10-47〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengerii</i>	조무래기따개비	3,100	188	3,288	46.2
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	2,844	2,844	39.9
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	612	612	8.6
MGS	<i>Granulittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	112	0	112	1.6
MGS	<i>Chiazacmea pygmaea</i>	애기배말	0	88	88	1.2

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 새바지 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-48).

〈표 3-10-48〉 서부산권역 새바지 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

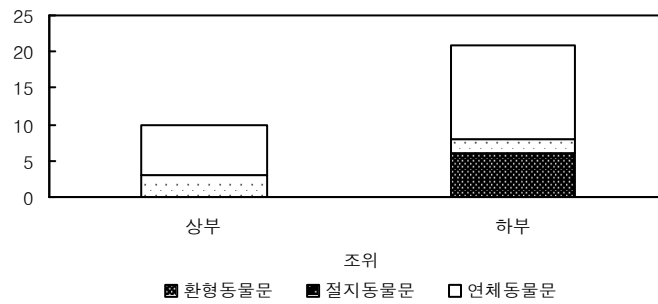
지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.37	1.09
균등도	0.17	0.40
다양도	0.23	0.92

- 새바지 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 27종, 10,140개체(5,070inds./m²), 7,076.52gWWt(3,538.26gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 27종 중 17종이 출현한(총 출현종수의 63.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군은 환형동물(6종, 22.2%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 10종이 하부에서는 21종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 3,842inds./m²(75.7%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 1,210inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 7,684inds./m², 하부에서는 2,456inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 3,382.46gWWt/m²(95.5%)으로 나타났으며, 절지동물이 155.12gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 357.36gWWt/m², 하부에서는 6,719.16gWWt/m²으로 나타났다(표 3-10-49)〈그림 3-10-25〉.

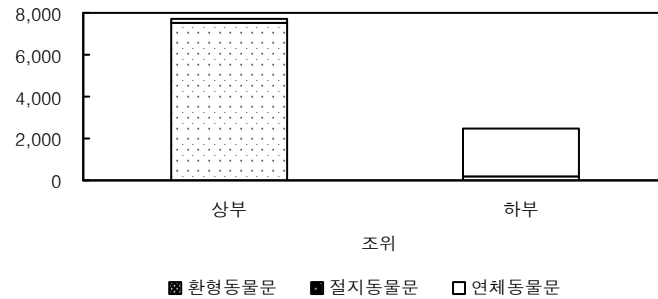
〈표 3-10-49〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	10	21	27
개체수(inds./m ²)	7,684	2,456	10,140
생체량(gWWt/m ²)	357.36	6,719.16	7,076.52

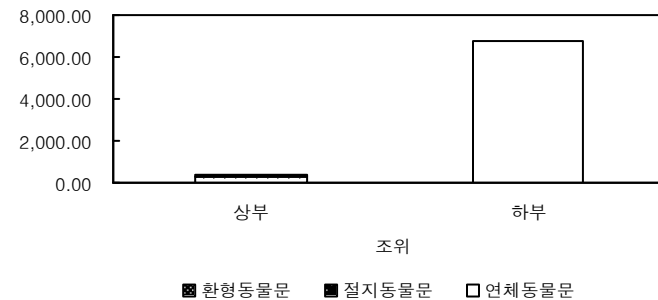
a)



b)



c)



〈그림 3-10-25〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 새바지 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 7,680개체(75.7%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 굵은줄격판담치가 1,988개체(19.6%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-50〉과 같다.

〈표 3-10-50〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	중명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengerii</i>	조무래기따개비	7,492	188	7,680	75.7%
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	1,988	1,988	19.6%
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	168	48	216	2.1%
MGS	<i>Cellana toreuma</i>	애기삿갓조개	0	60	60	0.6%
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	52	52	0.5%

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 새바지 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-51).

〈표 3-10-51〉 서부산권역 새바지 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.56	0.64
균등도	0.00	0.03
다양도	0.01	0.05

② 해조류

- 조사해역에서 출현한 해조류는 하계와 동계 총 33종으로, 분류군별로는 녹조식물 2종(6.1%), 갈조식물 3종(9.1%), 홍조식물 28종(84.8%)으로 조사지역 중에서 가장 많은 출현종수가 나타났다(표 3-10-52). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 11종(녹조식물 1종, 홍조식물 10종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 30종(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 25종)이 출현하여 상부 정점보다 하부 정점에서 더 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-52).
- 조사시기별 출현종수는 하계 조사에서 총 17종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 15종)이 출현하였고, 홍조식물이 많은 출현종수를 보였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 6종(녹조식물 1종, 홍조식물 5종), 하부 정점에서는 14종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 12종)이 출현하여 하부정점에서 약 2.3배 높은 출현종수를 보였다(표 3-10-52).
- 동계 조사에서는 총 27종(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 22종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 8종(녹조식물 1종, 홍조식물 7종), 하부정점에서 26종(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 21종)이 출현하여 하부정점에서 약 3.2배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-52).

〈표 3-10-52〉 서부산권역 새바지 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체	
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부
녹조식물	1 (16.7)	1 (7.1)	1 (12.5)	2 (7.7)	2 (6.1)			
갈조식물	0 (0.0)	1 (7.1)	0 (0.0)	3 (11.5)	3 (9.1)			
홍조식물	5 (83.3)	12 (85.7)	7 (87.5)	21 (80.8)	28 (84.8)			
합계	6 (100.0)	14 (100.0)	8 (100.0)	26 (100.0)	33 (100.0)			

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 3,635.2gWWt(평균 908.8g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 210.9gWWt(평균 52.7gWWt/m²), 홍조식물 총 3,424.3gWWt(평균 856.1gWWt/m²)으로 갈조식물은 출현하지 않았으며, 홍조식물이 전체 생물량의 94.2%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-53).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 610.1gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 62.9gWWt/m²(10.3%), 홍조식물이 547.2gWWt/m²로 전체 생물량의 89.7%를 차지하였으며, 갈조식물은 출현하지 않은 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 670.9gWWt/m²과 549.3gWWt/m²으로 두 정점에서 비슷한 생물량을 보였다(표 3-10-53).
- 동계 조사에서는 평균 1,207.5gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물이 42.5gWWt/m²(3.5%), 홍조식물이 1,165.0gWWt/m²(63.5%)으로 홍조식물의 생물량비가 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 112.9gWWt/m², 하부 정점에서 2,302.1gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 20.2배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-53).

〈표 3-10-53〉 서부산권역 새바지 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	32.8	93.0	0.0	85.1	52.7		
갈조식물	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
홍조식물	638.1	456.3	112.9	2,217.0	856.1		
합계	670.9	549.3	112.9	2,302.1	908.8		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 홍조식물 서실(*Chondria crassicaulis*)이 중요도 47.1로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(28.5), 우뚝가사리(18.9), 애기가시덤불(5.4)의 순으로 조사되었다. 하부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래가 중요도 32.5로 최우점하였고, 다음으로 우뚝가사리(18.2), 작은구슬산호말(17.4), 가지까막살(11.6), 서실(6.6)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-54).

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 서실이 중요도 73.9로 최우점하였고, 다음으로 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*; 13.6), 기타(12.5)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 가지까막살(*Grateloupia chiangii*)이 중요도 42.7으로 최우점하였고, 다음으로 가는개도박(18.0), 우뭇가사리(16.8), 가락진두발(10.7)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-54>.
- 새바지 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 서실이 우점하는 것으로 나타났으며, 하부정점에서는 하계에 구멍갈파래, 우뭇가사리, 작은구슬산호말이, 동계에는 가지까막살, 가는개도박, 우뭇가사리가 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10-54〉 서부산권역 새바지 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	558.1	37.3	40.0	63.9	30.3	47.1
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	32.8	6.8	60.0	11.6	45.5	28.5
		<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	71.0	13.3	20.0	22.7	15.2	18.9
		<i>Caulacanthus ustulatus</i>	애기가시덤불	9.0	1.0	12.0	1.7	9.1	5.4
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	93.0	10.5	60.0	25.6	39.5	32.5
		<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	142.9	9.5	20.0	23.2	13.2	18.2
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	203.2	6.8	28.0	16.5	18.4	17.4
		<i>Grateloupia chiangii</i>	가지까막살	43.1	6.3	12.0	15.2	7.9	11.6
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	28.6	3.3	8.0	7.9	5.3	6.6
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	65.6	6.2	72.0	78.6	69.2	73.9
동계	상부	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	부챗살	9.5	0.9	16.0	11.9	15.4	13.6
		<i>Grateloupia chiangii</i>	가지까막살	796.8	17.6	76.0	55.6	29.7	42.7
	하부	<i>Grateloupia lanceolata</i>	가는개도박	578.2	4.5	56.0	14.2	21.9	18.0
		<i>Gelidium amansii</i>	우뭇가사리	660.5	4.7	48.0	14.8	18.8	16.8
		<i>Chondrus nipponicus</i>	가락진두발	129.2	2.8	32.0	8.9	12.5	10.7

7) 외양포 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 외양포 해역은 가덕도 서편에 위치해 있으며 방파제 바깥쪽을 정점으로 선정하였다. 조사정점은 연안 절벽과 이어진 암반 조간대로 형성되어져 있으며, 파도의 영향을 직접받는 외양성 해역이다<그림 3-10-26>.



〈그림 3-10-26〉 서부산권역 외양포 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사 해역 주변에는 포구와 해안 산책로 등에 관광객이 이용하는 곳으로 일시적이거나 행락객들에 모이는 지역이며, 이로 인한 인위적인 오염이 발생할 수는 해역이고, 암반 조간대에서 낚시인들이 낚시하는 모습이 자주 관찰되는 해역이다〈그림 3-10-27〉.



〈그림 3-10-27〉 서부산권역 외양포 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

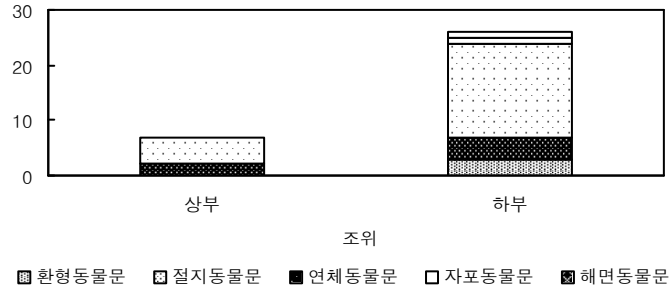
- 외양포 해역 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 28종, 6,416개체 (3,208inds./m²), 5,659.60gWWt(2,829.80gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 28종 중 19종이 출현한(총 출현종수의 67.8%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(4종, 14.3%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 26종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.

- 서식밀도의 경우, 연체동물이 1,904inds./m²(59.4%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 절지동물이 1,294inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 2,284inds./m², 하부에서는 4,132inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 2,609.92gWwt/m²(92.1%)으로 나타났으며, 절지동물이 219.56gWwt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 34.36gWwt/m², 하부에서는 5,625.24gWwt/m²으로 나타났다<표 3-10-55><그림 3-10-28>.

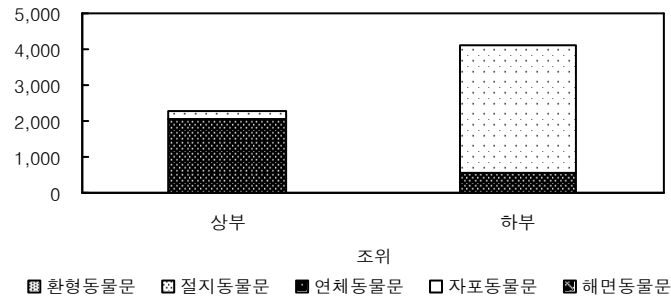
〈표 3-10-55〉 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	26	28
개체수(inds./m ²)	2,284	4,132	6,416
생체량(gWwt/m ²)	34.36	5,625.24	5,659.60

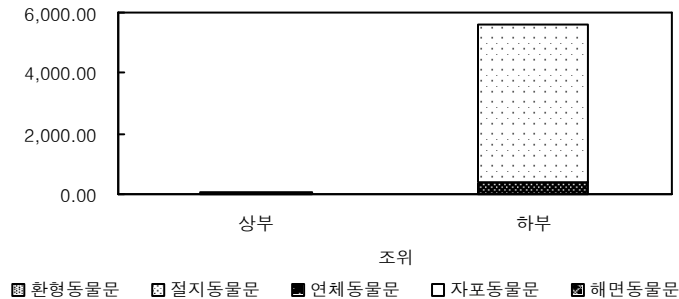
a)



b)



c)



〈그림 3-10-28〉 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWwt/m²)

- 외양포 해역 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 하부에 서식하고 있는 굽은줄격판담치가 2,708개체(42.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었고, 차 우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 2,460개체(38.3%)로 나타났다, 그 외 출현종은 <표 3-10-56>과 같다.

<표 3-10-56> 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굽은줄격판담치	0	2,708	2,708	42.2%
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	2,044	416	2,460	38.3%
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	668	668	10.4%
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	144	0	144	2.2%
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	104	104	1.6%

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 외양포 해역 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다<표 3-10-57>.

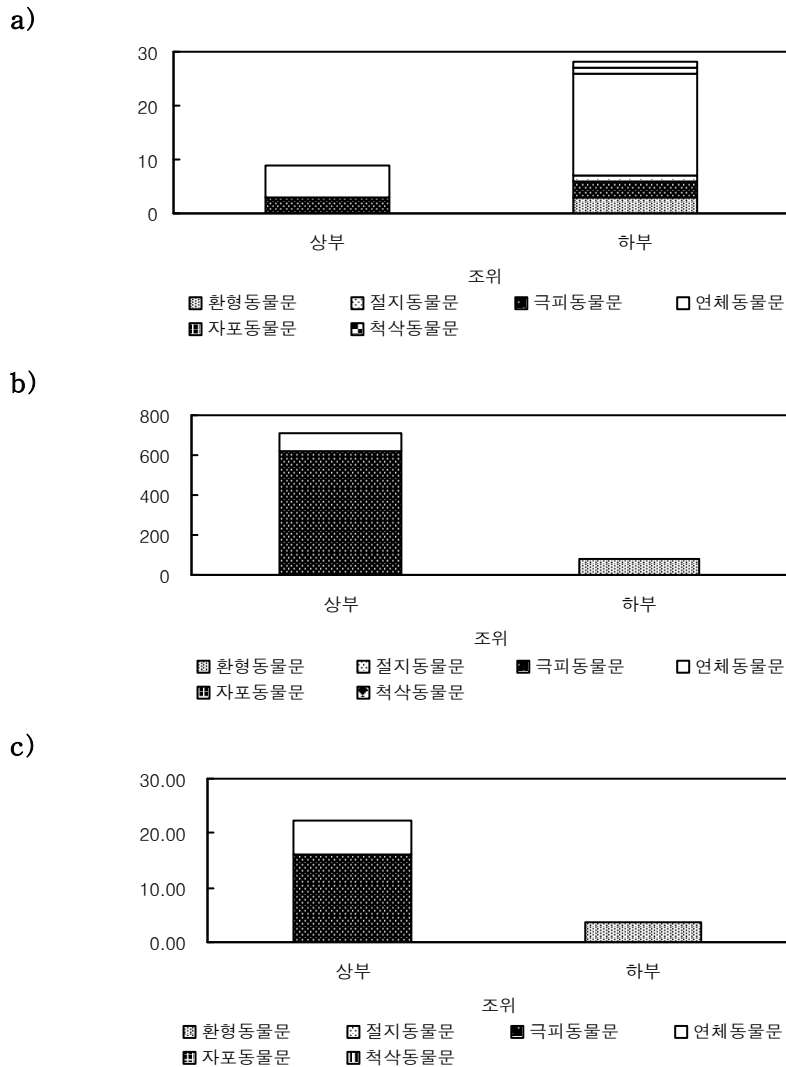
<표 3-10-57> 서부산권역 외양포 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.26	2.40
균등도	0.37	0.39
다양도	0.41	1.20

- 외양포 해역 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 31종, 788개체(394inds./m²), 25.92gWWt(12.96gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 31종 중 21종이 출현한(총 출현종수의 67.7%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(4종, 12.9%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 9종이 하부에서는 28종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 312inds./m²(79.2%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 44inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 712inds./m², 하부에서는 76inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 절지동물이 7.98gWWt/m²(61.6%)으로 나타났으며, 연체동물이 3.15g WWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 22.32gWWt/m², 하부에서는 3.60gWWt/m²으로 나타났다 <표 3-10-58><그림 3-10-29>.

〈표 3-10-58〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	9	28	31
개체수(inds./m ²)	712	76	788
생체량(gWWt/m ²)	22.32	3.60	25.92



〈그림 3-10-29〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 외양포 해역 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상부에 서식하고 있는 조무래기파개비가 624개체(79.2%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 상부에 서식하고 있는 총알고둥이 88개체(11.2%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-59〉와 같다.

〈표 3-10-59〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	Chthamalus challengerii	조무래기따개비	624	0	624	79.2%
MGS	Littorina brevicula	총알고둥	88	0	88	11.2%
APOL	Perinereis cultrifera	한토막눈썸갯지렁이	0	48	48	6.1%
APOL	Typosyllis adamanteus kurilensis	쿠릴염주발갯지렁이	0	24	24	3.0%
APOL	Nereis pelagica	원참갯지렁이	0	4	4	0.5%

* APOL: 환형동물 다모류, CCI: 절지동물 만각류, MGS: 연체동물 복족류

- 외양포 해역 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-60).

〈표 3-10-60〉 서부산권역 외양포 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.76	1.14
균등도	0.02	0.19
다양도	0.03	0.34

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 26종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 1종(3.8%), 갈조식물 4종(15.4%), 홍조식물 21종(80.8%)으로 홍조식물에서 높은 출현종수를 나타냈다(표 3-10-61). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 10종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 8종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 25종(녹조식물 1종, 갈조식물 4종, 홍조식물 20종)이 출현하여 상부 정점보다 하부 정점에서 약 3배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-61).
- 조사시기별 출현종수를 살펴보면 하계 조사에서는 총 9종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 7종)이 출현하였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 5종(갈조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 3종), 하부 정점에서 8종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 6종)이 출현하여 상부정점과 하부정점에서 비슷한 출현종수를 보였다(표 3-10-61).
- 동계 조사에서 출현종수는 총 24종(녹조식물 1종, 갈조식물 4종, 홍조식물 19종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 9종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 7종), 하부 정점에서 21종(녹조식물 1종, 갈조식물 4종, 홍조식물 16종)이 출현하여 하부에서 약 2.4배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-61).

〈표 3-10-61〉 서부산권역 외양포 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점	하계		동계		전체	
		상부	하부	상부	하부		
녹조식물		1 (20.0)	1 (12.5)	1 (11.1)	1 (4.8)	1 (3.8)	
갈조식물		1 (20.0)	1 (12.5)	1 (11.1)	4 (19.0)	4 (15.4)	
홍조식물		3 (60.0)	6 (75.0)	7 (77.8)	16 (16.2)	21 (80.8)	
합계		5 (100.0)	8 (100.0)	9 (100.0)	21 (100.0)	26 (100.0)	

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 2338.8gWWt(평균 584.7g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 213.1gWWt(평균 53.3gWWt/m²), 갈조식물 총 1,228.1gWWt(평균 307.0gWWt/m²), 홍조식물 총 897.6gWWt(평균 224.4gWWt/m²)으로 갈조식물이 전체 생물량의 52.5%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-62).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 544.9gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 42.8gWWt/m²(7.9%), 갈조식물이 234.3gWWt/m²(43.0%), 홍조식물 267.9gWWt/m²(49.2%)으로 갈조식물과 홍조식물의 생물량이 비슷하게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 449.4gWWt/m²과 640.5gWWt/m²으로 하부정점에서 약 1.4배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-62).
- 동계 조사에서는 평균 624.4gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물이 63.7gWWt/m²(10.2%), 갈조식물이 평균 379.7gWWt/m²(60.8%), 홍조식물이 평균 181.0gWWt/m²(29.0%)으로 갈조식물이 높은 생물량을 보였다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 203.4gWWt/m², 하부 정점에서 1,045.5gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 5.1배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-62).

〈표 3-10-62〉 서부산권역 외양포 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점	하계		동계		전체(평균)
		상부	하부	상부	하부	
녹조식물		85.6	0.0	15.1	112.4	53.3
갈조식물		356.8	111.8	136.9	622.6	307.0
홍조식물		7.0	528.7	51.4	310.5	224.4
합계		449.4	640.5	203.4	1,045.5	584.7

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 지충이가 중요도 44.8로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(42.2), 서실(7.4), 작은구슬산호말(5.6)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 지충이가 중요도 54.4로 최우점하였고, 다음으로 작은구슬산호말(45.6)이 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-63).

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 지층이가 중요도 54.0로 최우점하였고, 다음으로 작은구슬산호말(23.9), 기타(22.0)순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 구멍갈파래가 34.9로 최우점하였고, 작은구슬산호말(22.0), 팽생이모자반(*Sargassum horneri*; 12.4), 가지까막살(10.7), 지층이(5.1)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-63>.
- 외양포 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 하계에 지층이와 구멍갈파래, 동계에는 지층이와 작은구슬산호말이 우점하였고, 하부 정점에서는 하계에 지층이와 작은구슬산호말, 동계에는 구멍갈파래, 작은구슬산호말이 우점하는 것으로 나타났다.

<표 3-10-63> 서부산권역 외양포 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하부	상부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	356.8	11.3	24.0	56.3	33.3	44.8
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	85.6	8.0	32.0	40.0	44.4	42.2
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	5.4	0.8	8.0	3.8	11.1	7.4
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	1.6	0.0	8.0	0.0	11.1	5.6
	하부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	111.8	7.3	76.0	18.2	90.5	54.4
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	528.7	32.5	8.0	81.8	9.5	45.6
동계	상부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	136.9	3.2	36.0	60.7	47.4	54.0
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	49.0	1.1	20.0	21.4	26.3	23.9
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	112.4	6.6	64.0	40.7	29.1	34.9
		<i>Corallina pilulifera</i>	작은구슬산호말	89.4	3.0	56.0	18.6	25.5	22.0
		<i>Sargassum horneri</i>	팽생이모자반	489.8	2.3	24.0	14.0	10.9	12.4
		<i>Grateloupia chiangii</i>	가지까막살	183.4	1.7	24.0	10.5	10.9	10.7
		<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	113.1	0.8	12.0	4.7	5.5	5.1

8) 대항 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 대항 해역은 가덕도 서편에 위치하며 대부분 연안 절벽과 연결된 해안에 암반 조간대가 넓게 형성되어 있는 지역으로 지리적으로 다른 해역보다는 비교적 파도 등 물리적 영향을 덜 받는 지역이다<그림 3-10-30>.



〈그림 3-10-30〉 서부산권역 대항 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사해역에서의 위락 행위는 주로 낚시꾼과 해안 산책로가 이용하는 행락객의 왕래가 잦은 지역으로 인근의 국지적인 오염이 행락객들에 의해서 유발될 것으로 판단된다. 조사해역에서는 민가와 상업시설 같은 시설이 있어 유입되는 오염원이 있을 수 있다고 판단된다(그림 3-10-31).



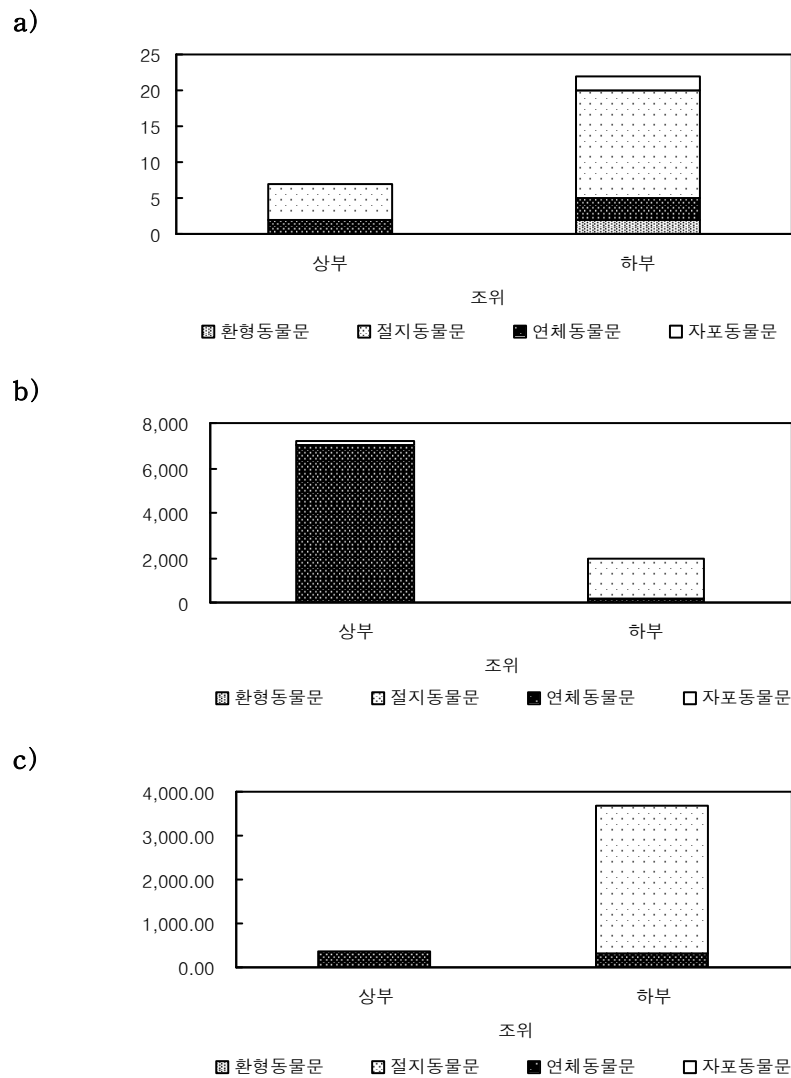
〈그림 3-10-31〉 서부산권역 대항 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

- 대항 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 25종, 9,200개체(4,600inds./m²), 4,065.04gWWt(2,032.52gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 25종 중 17종이 출현한(총 출현종수의 68.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(4종, 16.0%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 22종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.

- 서식밀도의 경우, 절지동물이 3,614inds./m²(78.6%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 972inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 7,216inds./m², 하부에서는 1,984inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 3,386.72gWWt/m²(83.2%)으로 나타났으며, 절지동물이 338.20gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 380.08gWWt/m², 하부에서는 3,684.96gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-64><그림 3-10-32>.



<그림 3-10-32> 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

〈표 3-10-64〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	22	25
개체수(inds./m ²)	7,216	1,984	9,200
생체량(gWWt/m ²)	380.08	3,684.96	4,065.04

- 대항 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 7,064개체(76.8%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 굽은줄격판담치가 1,348개체(14.7%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-65〉와 같다.

〈표 3-10-65〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	7,064	0	7,064	76.8
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굽은줄격판담치	0	1,348	1,348	14.7
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	0	244	244	2.7
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	156	156	1.7
MGS	<i>Granulilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	100	4	104	1.1

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 대항 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-66).

〈표 3-10-66〉 서부산권역 대항 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.34	2.11
균등도	0.08	0.44
다양도	0.12	1.24

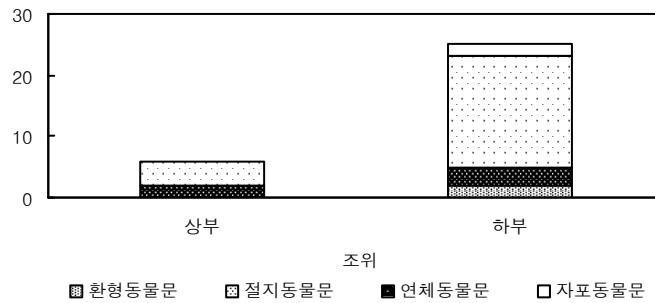
- 대항 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 27종, 11,904개체(5,952inds./m²), 1,208.84gWWt(604.42gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 27종 중 19종이 출현한(총 출현종수의 70.4%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(4종, 14.8%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 6종이 하부에서는 25종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.

- 서식밀도의 경우, 절지동물이 5,154inds./m²(86.6%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 784inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 11,364inds./m², 하부에서는 540inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 절지동물이 302.64gWWt/m²(50.1%)으로 나타났으며, 연체동물이 301.18g WWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 631.16gWWt/m², 하부에서는 577.68gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-67><그림 3-10-33>.

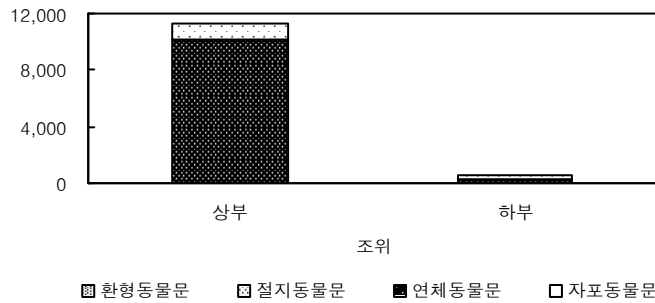
〈표 3-10-67〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	6	25	27
개체수(inds./m ²)	11,364	540	11,904
생체량(gWWt/m ²)	631.16	577.68	1,208.84

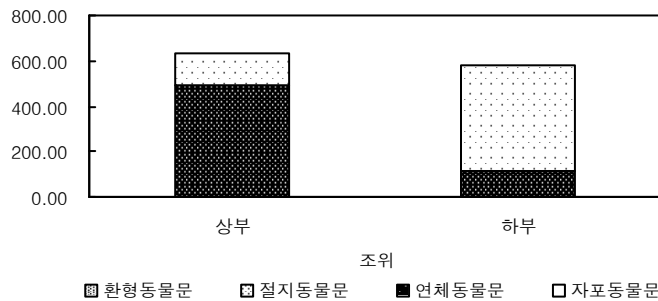
a)



b)



c)



〈그림 3-10-33〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 대항 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 10,272개체(86.3%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 총알고둥이 1,348개체(11.3%)로 나타났고, 그 외 출현종은 <표 3-10-68>과 같다.

〈표 3-10-68〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	10,108	164	10,272	86.3
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	1,244	104	1,348	11.3
MBI	<i>Septifer virgatus</i>	굵은줄격판담치	0	96	96	0.8
MBI	<i>Lasaea undulata</i>	족사살이조개	4	44	48	0.4
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	32	32	0.3

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 대항 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다<표 3-10-69>.

〈표 3-10-69〉 서부산권역 대항 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.54	0.79
균등도	0.00	0.11
다양도	0.01	0.19

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 23종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 1종(4.3%), 갈조식물 2종(8.7%), 홍조식물 20종(87.0%)으로 나타났다<표 3-10-70>. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 7종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 5종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 20종(녹조식물 1종, 갈조식물 2종, 홍조식물 17종)이 출현하여 상부 정점보다 하부 정점에서 약 2.8배 많은 출현종수를 보였다<표 3-10-70>.
- 조사시기별 출현종수를 살펴보면 하계 조사에서는 총 10종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 8종)이 출현하였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 4종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 2종), 하부 정점에서 9종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 7종)이 출현하여 하부정점에서 많은 종이 출현하였지만 전체적으로 낮은 출현종수를 보였다<표 3-10-70>.

- 동계 조사에서 출현종수는 총 19종(녹조식물 1종, 갈조식물 2종, 홍조식물 16종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 6종(녹조식물 1종, 홍조식물 5종), 하부 정점에서 16종(녹조식물 1종, 갈조식물 2종, 홍조식물 13종)이 출현하여 하부 정점에서 약 2.6배 정도 많은 출현종수를 보였다<표 3-10-70>.

<표 3-10-70> 서부산권역 대항 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체	
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부
녹조식물	1 (25.0)	1 (11.1)	1 (16.7)	1 (6.3)	1 (4.3)			
갈조식물	1 (25.0)	1 (11.1)	0 (0.0)	2 (12.5)	2 (8.7)			
홍조식물	2 (50.0)	7 (77.8)	5 (83.3)	13 (81.3)	20 (87.0)			
합계	4 (100.0)	9 (100.0)	6 (100.0)	16 (100.0)	23 (100.0)			

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 3,603.4gWWt(평균 900.9g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 645.5gWWt(평균 161.4gWWt/m²), 갈조식물 총 2,484.2gWWt(평균 621.1gWWt/m²), 홍조식물 총 473.8gWWt(평균 118.5gWWt/m²)으로 갈조식물이 전체 생물량의 68.9%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다<표 3-10-71>.
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 735.3gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 228.2gWWt/m²(31.0%), 갈조식물이 381.6gWWt/m²(51.9%), 홍조식물 125.6gWWt/m²(17.1%)으로 갈조식물의 생물량 높은 생물량을 보였다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 628.9gWWt/m²과 841.7gWWt/m²으로 하부정점에서 약 1.3배 높은 생물량을 보였다<표 3-10-71>.
- 동계 조사에서는 평균 1,066.4gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물이 94.6gWWt/m²(8.9%), 갈조식물이 평균 860.5gWWt/m²(80.7%), 홍조식물 111.4gWWt/m²(10.4%)로 갈조식물의 생물량비가 높게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 215.8gWWt/m², 하부 정점에서 1,917.0gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 8.8배 높은 생물량을 보였다<표 3-10-71>.

<표 3-10-71> 서부산권역 대항 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	246.0	210.3	183.6	5.6	161.4		
갈조식물	359.4	403.8	0.0	1,721.0	621.1		
홍조식물	23.5	227.6	32.3	190.4	118.5		
합계	628.9	841.7	215.8	1,917.0	900.9		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 구멍갈파래가 55.8로 최우점하였고, 다음으로 지충이(32.4), 서실(11.8)순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 34.2으로 최우점하였고, 다음으로 지충이(33.2), 명주지누아리(*Grateloupia sparsa*; 19.2), 서실(13.4)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다 <표 3-10-72>.
- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 65.3으로 최우점하였고, 다음으로 애기가시덤불(32.1)이 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 지충이가 중요도 73.7로 최우점하였고, 다음으로 덩어리가시우무(6.6), 기타(17.6)순으로 우점하는 것으로 나타났다 <표 3-10-72>.
- 대항 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 구멍갈파래가 우점하였고, 하부 정점에서는 하계에는 구멍갈파래와 지충이, 동계에는 지충이가 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10-72〉 서부산권역 대항 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	246.0	15.3	32.0	50.0	61.5	55.8
		<i>Sargassum thunbergii</i>	지충이	359.4	12.8	12.0	41.8	23.1	32.4
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	23.5	2.5	8.0	8.2	15.4	11.8
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	210.3	21.5	36.0	33.9	34.6	34.2
		<i>Sargassum thunbergii</i>	지충이	403.8	15.3	44.0	24.0	42.3	33.2
		<i>Grateloupia sparsa</i>	명주지누아리	126.2	19.5	8.0	30.7	7.7	19.2
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	101.4	7.3	16.0	11.4	15.4	13.4
	동계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	183.6	7.7	72.0	70.7	60.0
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			애기가시덤불	31.6	3.0	44.0	27.6	36.7	32.1
하부		<i>Sargassum thunbergii</i>	지충이	1,721.0	20.6	64.0	90.2	57.1	73.7
		<i>Hypnea pannosa</i>	덩어리가시우무	14.6	0.6	12.0	2.5	10.7	6.6

9) 천성 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 천성 해역은 가덕도 서쪽 편에 위치한 자연암반을 대상으로 수행하였다. 이 해역 또한 연안 절벽과 연결된 큰 암반으로 이루어져 있고, 대체적으로 좁은 조간대 면적을 보이고 있는 지형으로 항상 외부 파도 등 물리적 영향을 받는 외향성 해역으로 이루어져 있다 <그림 3-10-34>.



〈그림 3-10-34〉 서부산권역 천성 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사해역 상가나 민가의 등 위락시설은 없는 반면, 갯바위에 낚시인들에 의한 오물 투기 등으로 인한 조간대 생물의 훼손이 우려되는 지역이다〈그림 3-10-35〉.



〈그림 3-10-35〉 서부산권역 천성 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

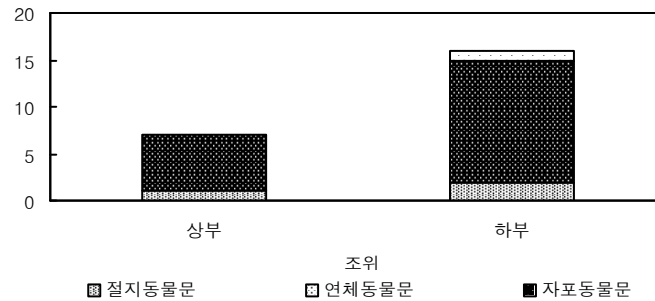
- 천성 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 20종, 2,088개체(1,044inds./m²), 1,318.48gWWt(659.24gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 20종 중 16종이 출현한(총 출현종수의 80.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물(3종, 15.0%)로 나타났다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 16종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 798inds./m²(76.4%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 246inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 1,756inds./m², 하부에서는 332inds./m²가 채집되었다.

- 생체량의 경우, 절지동물이 602.92gWWt/m²(91.5%)으로 나타났으며, 연체동물이 56.32g WWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 23.84gWWt/m², 하부에서는 1,294.64gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-73><그림 3-10-36>.

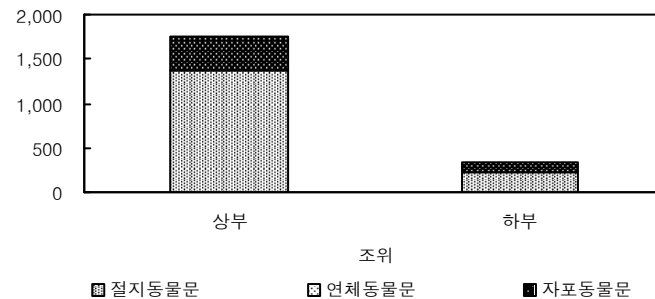
〈표 3-10-73〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	16	20
개체수(inds./m ²)	1,756	332	2,088
생체량(gWWt/m ²)	23.84	1,294.64	1,318.48

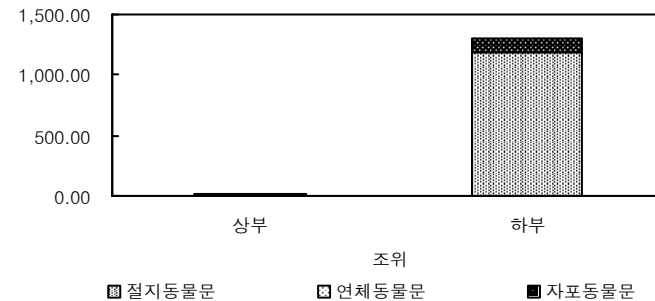
a)



b)



c)



〈그림 3-10-36〉 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 천성 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 1,376개체(65.9%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 상부에 서식하고 있는 연체동물 복족류의 좁쌀무늬총알고둥(*Granulilittorina exigua*)이 244개체(11.7%)로 나타났고, 그 외 출현종은 <표 3-10-74>와 같다.

<표 3-10-74> 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	1,376	0	1,376	65.9
MGS	<i>Granulilittorina exigua</i>	좁쌀무늬총알고둥	244	0	244	11.7
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	220	220	10.5
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	108	0	108	5.2
MPO	<i>Liolophura japonica</i>	군부	0	52	52	2.5

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 천성 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다<표 3-10-75>.

<표 3-10-75> 서부산권역 천성 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

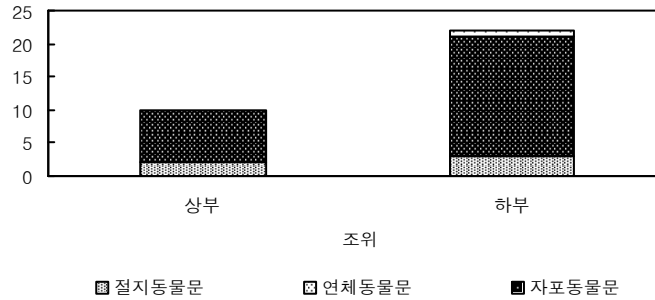
지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.40	1.38
균등도	0.51	0.55
다양도	0.70	1.21

- 천성 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 23종, 8,592개체(4,296inds./m²), 636.00gWWt(318.00gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 23종 중 18종이 출현한(총 출현종수의 78.3%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 절지동물이 4종(17.4%)이 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 10종이 하부에서는 22종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 4,002inds./m²(93.2%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 294inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 8,028inds./m², 하부에서는 564inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 절지동물이 228.32gWWt/m²(71.8%)으로 나타났으며, 연체동물이 89.68gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 122.48gWWt/m², 하부에서는 513.52gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-76><그림 3-10-37>.

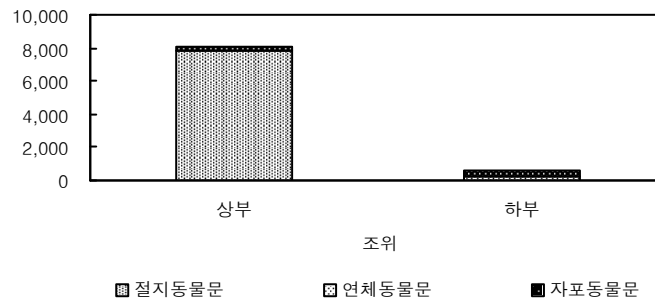
〈표 3-10-76〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	10	22	23
개체수(inds./m ²)	8,028	564	8,592
생체량(gWWt/m ²)	122.48	513.52	636.00

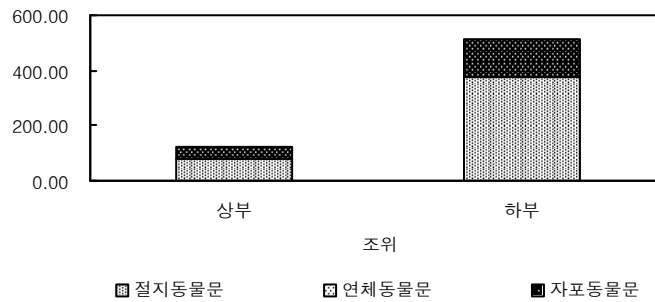
a)



b)



c)

〈그림 3-10-37〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 천성 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 7,820개체(91.0%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 총알고둥이 316개체(3.7%)로 나타났고, 그 외 출현종은 〈표 3-10-77〉과 같다.

〈표 3-10-77〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challenger</i>	조무래기따개비	7,820	0	7,820	91.0
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	152	164	316	3.7
CCI	<i>Tetraclita japonica</i>	검은큰따개비	0	184	184	2.1
MGS	<i>Sacculosiphonaria japonica</i>	고랑딱개비	32	72	104	1.2
MGS	<i>Anthosiphonaria sirius</i>	꽃고랑딱개비	0	32	32	0.4

* CCI: 절지동물 만각류, MGS: 연체동물 복족류

- 천성 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-78).

〈표 3-10-78〉 서부산권역 천성 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.56	0.79
균등도	0.00	0.10
다양도	0.01	0.17

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 31종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 3종(9.70%), 갈조식물 5종(16.1%), 홍조식물 23종(74.2%)으로 나타났다(표 3-10-79). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 12종(녹조식물 3종, 갈조식물 3종, 홍조식물 6종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 28종(녹조식물 2종, 갈조식물 5종, 홍조식물 21종)이 출현하여 상부 정점보다 하부 정점에서 약 2.3배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-79).
- 조사시기별 출현종수를 살펴보면 하계 조사에서는 총 9종(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 4종)이 출현하였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 4종(녹조식물 2종, 갈조식물 2종), 하부 정점에서 9종(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 4종)이 출현하여 하부정점에서 많은 출현종수를 보였으나 두 정점 모두 낮은 출현종수를 보였다(표 3-10-79).
- 동계 조사에서 출현종수는 총 30종(녹조식물 3종, 갈조식물 5종, 홍조식물 22종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 12종(녹조식물 3종, 갈조식물 3종, 홍조식물 6종), 하부 정점에서 26종(녹조식물 1종, 갈조식물 5종, 홍조식물 20종)이 출현하여 하부 정점에서 약 2.1배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-79).

〈표 3-10-79〉 서부산권역 천성 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점	하계		동계		전체
		상부	하부	상부	하부	
녹조식물		2 (50.0)	2 (22.2)	3 (25.0)	1 (3.8)	3 (9.7)
갈조식물		2 (50.0)	3 (33.3)	3 (25.0)	5 (19.2)	5 (16.1)
홍조식물		0 (0.0)	4 (44.4)	6 (50.0)	20 (76.9)	23 (74.2)
합계		4 (100.0)	9 (100.0)	12 (100.0)	26 (100.0)	31 (100.0)

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 3,817.9gWWt(평균 954.5g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 824.2gWWt(평균 206.1gWWt/m²), 갈조식물 총 2,551.5gWWt(평균 637.9gWWt/m²), 홍조식물 총 442.2gWWt(평균 110.6gWWt/m²)으로 갈조식물이 전체 생물량의 66.8%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-80).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 665.3gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 282.6gWWt/m²(42.5%), 갈조식물 335.0gWWt/m²(50.4%), 홍조식물 47.7gWWt/m²(7.2%)으로 갈조식물의 생물량 높은 생물량을 보였다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 540.5gWWt/m²과 790.0gWWt/m²으로 하부정점에서 약 1.4배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-80).
- 동계 조사에서는 평균 1,243.7gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물이 129.6gWWt/m²(10.4%), 갈조식물이 940.7gWWt/m²(75.6%), 홍조식물 173.4gWWt/m²(13.9%)로 갈조식물의 생물량비가 높게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 434.1gWWt/m², 하부 정점에서 2,053.3gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 4.7배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-80).

〈표 3-10-80〉 서부산권역 천성 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점	하계		동계		전체(평균)
		상부	하부	상부	하부	
녹조식물		540.5	24.6	35.9	223.2	206.1
갈조식물		0.0	670.0	102.8	1,778.7	637.9
홍조식물		0.0	95.4	295.4	51.4	110.6
합계		540.5	790.0	434.1	2,053.3	954.5

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 잎파래가 중요도 67.1로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(32.9)가 우점하였다. 하부 정점에서는 지층이가 중요도 44.0로 최우점하였고, 다음으로 애기돌가사리(15.1), 구멍갈파래(10.5), 서실(9.6), 패(*Ishige okamurae*; 9.6), 넓패(*Ishige sinicola*; 5.5)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-81).

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 애기가시덤불이 중요도 54.4로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(29.2), 지층이(11.5) 등의 순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 지층이가 중요도 62.2로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(12.4), 애기돌가사리(*Chondracanthus intermedius*; 6.8)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-81>.
- 천성 조건대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 하계에 잎파래, 동계에 애기가시덤불, 구멍갈파래가 우점하는 것으로 나타났으며, 하부 정점에서는 지층이와 구멍갈파래, 애기돌가사리가 우점하는 것으로 나타났다.

<표 3-10-81> 서부산권역 천성 해역에서 출현한 조건대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva linza</i>	잎파래	343.2	48.8	92.0	73.6	60.5	67.1
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	197.3	17.5	60.0	26.4	39.5	32.9
	하부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	617.3	21.3	44.0	50.0	37.9	44.0
		<i>Chondracanthus intermedius</i>	애기돌가사리	49.6	4.0	24.0	9.4	20.7	15.1
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	20.8	4.5	12.0	10.6	10.3	10.5
		<i>Chondria crassicaulis</i>	서실	44.6	3.8	12.0	8.8	10.3	9.6
		<i>Ishige okamurae</i>	패	34.5	5.3	8.0	12.4	6.9	9.6
		<i>Ishige sinicola</i>	넓패	18.2	3.3	4.0	7.6	3.4	5.5
동계	상부	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	애기가시덤불	281.0	8.1	56.0	60.6	48.3	54.4
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	35.9	3.2	40.0	23.9	34.5	29.2
		<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	102.8	1.7	12.0	12.7	10.3	11.5
	하부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	1,770.4	21.6	96.0	78.2	46.2	62.2
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	223.2	2.1	36.0	7.5	17.3	12.4
		<i>Chondracanthus intermedius</i>	애기돌가사리	5.8	1.1	20.0	4.1	9.6	6.8

10) 백옥 해역

(1) 해변의 물리적 환경

- 백옥 해역은 가덕도 서편에 위치한 모래와 작은 암반으로 이루어진 해변이 주를 이루고 있는 전형적인 바위 해변으로 해안도로와 가까이에 위치해 있다. 이 지역 또한 외해에 직접접적으로 노출되어 있는 해역이다<그림 3-10-38>.



〈그림 3-10-38〉 서부산권역 백옥 해역 조사정점도

(2) 오염정도 및 잠재 오염원

- 조사 해역 주변에는 상가나 민가 등 상업시설 등의 인위적인 시설이 있어 조사해역으로 유입되는 오염원과 바다에서 밀려오는 쓰레기 등 부유물이 파도를 따라 해안으로 유입된 가능성이 있을 것으로 판단된다(그림 3-10-39).



〈그림 3-10-39〉 서부산권역 백옥 해역 해안선 광경

(3) 종조성 및 분포특성

① 해변무척추동물

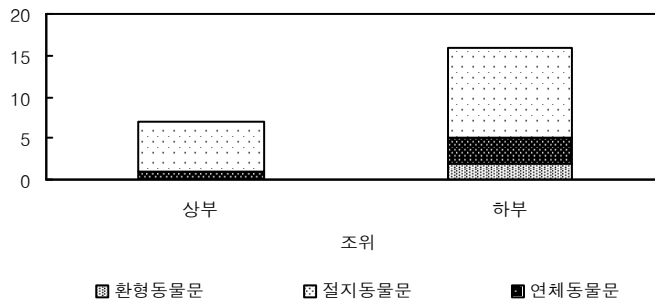
- 백옥 하계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 17종, 21,964개체(10,982inds./m²), 4,824.52gWWt(2,412.26gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 17종 중 공통으로 12종 출현한(총 출현종수의 70.6%) 연체동물이었으며, 다음으로는 절지동물이 3종(17.6%)이 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 16종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.

- 서식밀도의 경우, 절지동물이 9,128inds./m²(83.1%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 1,846inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 11,712inds./m², 하부에서는 10,252inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 2,023.64gWWt/m²(83.8%)으로 나타났으며, 절지동물이 387.98g WWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 674.80gWWt/m², 하부에서는 4,149.72gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-82><그림 3-10-40>.

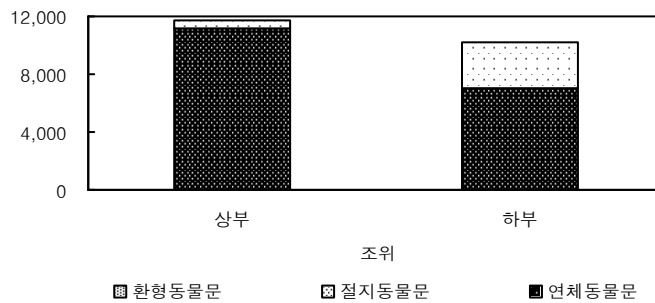
〈표 3-10-82〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	16	17
개체수(개체/m ²)	11,712	10,252	21,964
생체량(gWWt/m ²)	674.80	4,149.72	4,824.52

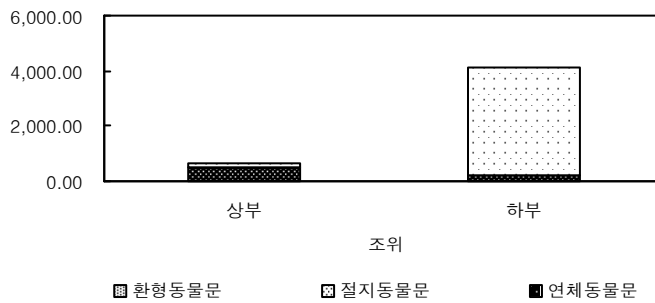
a)



b)



c)



〈그림 3-10-40〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 백옥 하계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 18,252개체(83.1%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 하부에 서식하고 있는 지중해담치가 2,952개체(13.4%)로 나타났고, 그 외 출현종은 <표 3-10-83>과 같다.

〈표 3-10-83〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengeri</i>	조무래기따개비	11,232	7,020	18,252	83.1
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	0	2,952	2,952	13.4
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	372	144	516	2.3
MBI	<i>Vignadula atrata</i>	왜홍합	84	0	84	0.4
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	24	56	80	0.4

* CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 백옥 하계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다<표 3-10-84>.

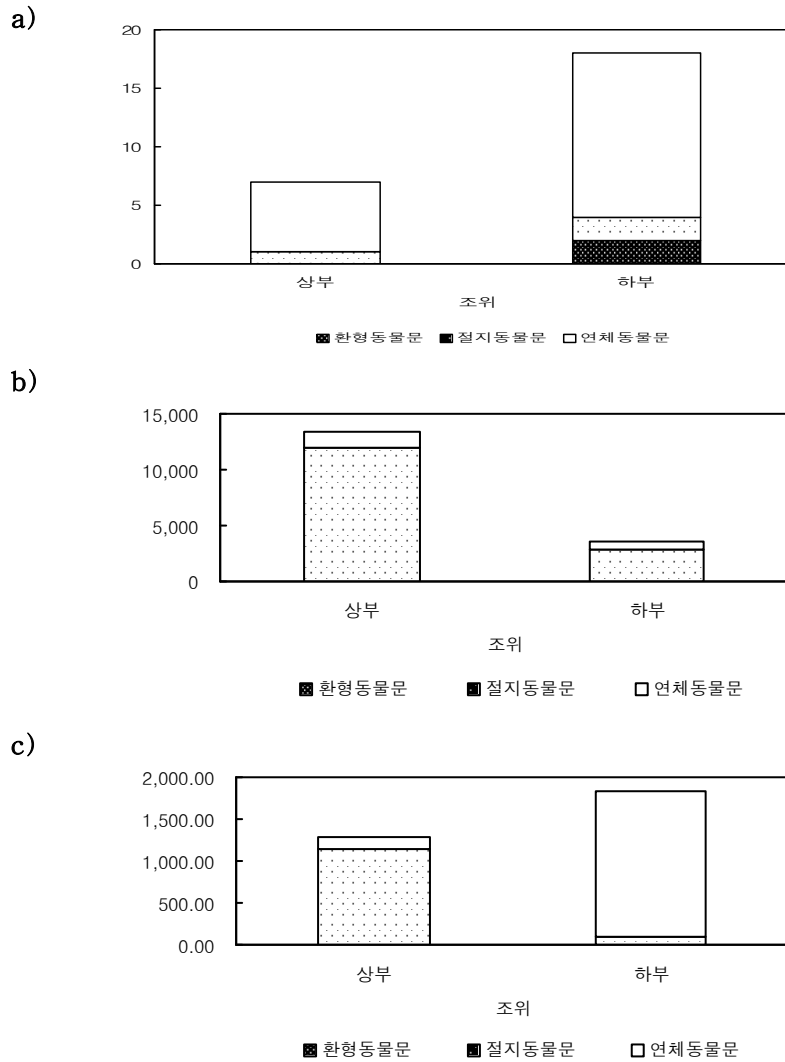
〈표 3-10-84〉 서부산권역 백옥 해역 하계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.32	1.08
균등도	0.14	0.32
다양도	0.20	0.76

- 백옥 동계 바위해변 조간대지점에서 출현한 무척추동물은 총 19종, 16,924개체(8,462inds./m²), 3,109.60gWWt(1,554.80gWWt/m²)이었다.
- 분류군별 최 우점군은 총 19종 중 15종이 출현한(총 출현종수의 79.0%) 연체동물로 나타났으며, 차 우점 군으로는 환형동물과 절지동물이 공통으로 2종(10.5%)씩 출현하였다. 조위별로 살펴보면 상부에서 7종이 하부에서는 18종이 출현하여 하부에서 더 다양한 종이 출현하였다.
- 서식밀도의 경우, 절지동물이 7,398inds./m²(87.4%)로 가장 우점하는 분류군인 것으로 나타났으며, 다음으로 연체동물이 1,036inds./m²가 채집되었다. 조위별로는 상부에서 13,328inds./m², 하부에서는 3,596inds./m²가 채집되었다.
- 생체량의 경우, 연체동물이 936.66gWWt/m²(60.2%)으로 나타났으며, 절지동물이 616.32gWWt/m²으로 나타났다. 또한, 상부에서는 1,280.96gWWt/m², 하부에서는 1,828.64gWWt/m²으로 나타났다<표 3-10-85><그림 3-10-41>.

〈표 3-10-85〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 군집 조성

분류	상부	하부	합계
출현종수	7	18	19
개체수(inds./m ²)	13,328	3,596	16,924
생체량(gWWt/m ²)	1,280.96	1,828.64	3,109.60



〈그림 3-10-41〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위 및 분류군별 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)

- 백옥 동계에서 출현한 개체수를 기준으로 상위 5위까지의 우점종을 살펴본 결과, 상·하부에 서식하고 있는 조무래기따개비가 14,784개체(87.4%)가 채집되어 가장 우점하는 종이었으며, 차 우점종으로는 상·하부에 서식하고 있는 총알고둥이 1,408개체(8.3%)로 나타났으며 그 외 출현종은 〈표 3-10-86〉과 같다.

〈표 3-10-86〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 우점종 목록

분류군	종명	국명	상부	하부	합계	점유율(%)
CCI	<i>Chthamalus challengerii</i>	조무래기따개비	12,048	2,736	14,784	87.4
MGS	<i>Littorina brevicula</i>	총알고둥	1,256	152	1,408	8.3
MBI	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	지중해담치	4	564	568	3.4
MBI	<i>Crassostrea gigas</i>	굴	16	44	60	0.4
APOL	<i>Perinereis cultrifera</i>	한토막눈썸참갯지렁이	0	48	48	0.3

* APOL: 환형동물 다모류, CCI: 절지동물 만각류, MBI: 연체동물 이매패류, MGS: 연체동물 복족류

- 백옥 동계 조사결과에 대한 생태학적 제 지수를 살펴보면, 종풍부도지수, 종균등도지수 및 종 다양도지수는 하부에서 높은 값을 나타내었다(표 3-10-87).

〈표 3-10-87〉 서부산권역 백옥 해역 동계에 출현한 무척추동물의 조위별 생태지수의 변화

지수/조사정점	조위	
	상부	하부
풍부도	0.53	0.61
균등도	0.00	0.02
다양도	0.00	0.03

② 해조류

- 조사해역에서 하계와 동계에 출현한 해조류는 총 24종이 출현하였으며, 분류군별 출현종수는 녹조식물 5종(20.8%), 갈조식물 3종(12.5%), 홍조식물 16종(66.7%)으로 나타났다(표 3-10-88). 조위별 출현종수는 상부 정점에서 총 8종(녹조식물 4종, 홍조식물 4종)이 출현하였고, 하부 정점에서 총 21종(녹조식물 5종, 갈조식물 3종, 홍조식물 13종)이 출현하여 상부 정점보다 하부 정점에서 약 2.1배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-88).
- 조사시기별 출현종수를 살펴보면 하계 조사에서는 총 4종(녹조식물 3종, 갈조식물 1종)이 출현하였다. 조위별 출현종수는 상부 정점에서 녹조식물만 3종, 하부 정점에서 4종(녹조식물 3종, 갈조식물 1종)이 출현하여 하부정점에서 출현종수가 많게 나타났지만 전체적으로 낮은 출현종수를 보였다(표 3-10-88).
- 동계 조사에서 출현종수는 총 23종(녹조식물 4종, 갈조식물 3종, 홍조식물 16종)이 출현하였고, 조위별 출현종수는 상부 정점에서 7종(녹조식물 3종, 홍조식물 4종), 하부 정점에서 20종(녹조식물 4종, 갈조식물 3종, 홍조식물 13종)이 출현하여, 하부 정점에서 약 2.8배 많은 출현종수를 보였다(표 3-10-88).

〈표 3-10-88〉 중부산권역 백옥 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 출현종 수(비율, %)

분류군	조사정점		하계		동계		전체
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	3 (100.0)	3 (75.0)	3 (42.9)	4 (20.0)	5 (20.8)		
갈조식물	0 (0.0)	1 (25.0)	0 (0.0)	3 (15.0)	3 (12.5)		
홍조식물	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (57.1)	13 (65.0)	16 (66.7)		
합계	3 (100.0)	4 (100.0)	6 (100.0)	20 (100.0)	24 (100.0)		

- 동계와 하계 조사의 정량조사에서 출현한 해조류의 생물량은 총 4,586.0gWWt(평균 1,146.5g WWt/m²)이었으며, 분류군별 생물량은 녹조식물 총 1,347.4gWWt(평균 336.9gWWt/m²), 갈조식물 총 3,122.0gWWt(평균 780.5gWWt/m²), 홍조식물 총 116.6gWWt(평균 29.2gWWt/m²)으로 갈조식물이 전체 생물량의 68.1%로 높은 생물량을 차지하는 것으로 나타났다(표 3-10-89).
- 조사시기별 생물량은 하계조사에서 평균 684.0gWWt/m²이 출현하였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 331.9gWWt/m²(48.5%), 갈조식물이 352.1gWWt/m²(51.5%)로 홍조식물은 출현하지 않았고 녹조식물과 갈조식물의 생물량이 비슷하게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점과 하부 정점에서 각각 135.4gWWt/m²과 1,232.6gWWt/m²으로 하부정점에서 약 9.1배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-89).
- 동계 조사에서는 평균 1,609.0gWWt/m²의 생물량을 보였으며, 분류군별 평균 생물량은 녹조식물이 341.8gWWt/m²(21.2%), 갈조식물 1,209.0gWWt/m²(75.13%), 홍조식물 58.3gWWt/m²(3.6%)로 갈조식물의 생물량비가 높게 나타났다. 조위별 생물량은 상부 정점에서 498.2gWWt/m², 하부 정점에서 2,719.8gWWt/m²으로 하부 정점에서 약 5.5배 높은 생물량을 보였다(표 3-10-89).

〈표 3-10-89〉 서부산권 백옥 해역의 조간대 조위에 따른 해조류 분류군별 생물량(gWWt/m²)

분류군	조사정점		하계		동계		전체(평균)
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	
녹조식물	135.4	528.4	498.2	185.4	336.9		
갈조식물	0.0	704.1	0.0	2,417.9	780.5		
홍조식물	0.0	0.0	0.0	116.6	29.2		
합계	135.4	1,232.6	498.2	2,719.8	1,146.5		

- 하계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 녹조식물 잎파래가 중요도 78.0로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(12.9), 가시파래(*Ulva prolifera*; 9.1)의 순으로 조사되었다. 하부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 54.1로 최우점하였고, 다음으로 지층이(41.2)가 우점하는 것으로 나타났다(표 3-10-90).

- 동계 조사에서 조위별 중요도 상위 5위 이상의 우점종은 상부 정점에서는 구멍갈파래가 중요도 80.1로 최우점하였고, 다음으로 잎파래(19.9)의 순으로 우점하는 것으로 나타났다. 하부 정점에서는 지층이가 중요도 69.6로 최우점하였고, 다음으로 구멍갈파래(12.7), 작은구슬산호말(6.4)순으로 우점하는 것으로 나타났다<표 3-10-90>.
- 백옥 조간대 해역의 해조류 출현양상은 상부정점에서는 잎파래와 구멍갈파래 등 파래류가 우점하였고, 하부정점에서는 구멍갈파래와 지층이가 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10-90〉 서부산권역 백옥 해역에서 출현한 조간대 해조류 상위 5위 우점종의 생태지수

정점	학명	한명	습중량 (g/m ²)	피도 (%)	빈도 (%)	상대 피도	상대 빈도	중요도	
하계	상부	<i>Ulva linza</i>	잎파래	122.3	13.8	64.0	79.7	76.2	78.0
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	5.5	2.0	12.0	11.6	14.3	12.9
		<i>Ulva prolifera</i>	가시파래	7.6	1.5	8.0	8.7	9.5	9.1
	하부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	517.7	42.3	72.0	56.7	51.4	54.1
		<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	704.1	29.5	60.0	39.6	42.9	41.2
동계	상부	<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	399.2	13.3	100.0	86.6	73.5	80.1
		<i>Ulva linza</i>	잎파래	99.0	2.1	36.0	13.4	26.5	19.9
	하부	<i>Sargassum thunbergii</i>	지층이	2,417.9	33.2	88.0	88.1	51.2	69.6
		<i>Ulva pertusa</i>	구멍갈파래	185.4	1.7	36.0	4.5	20.9	12.7

3. 결론 및 고찰

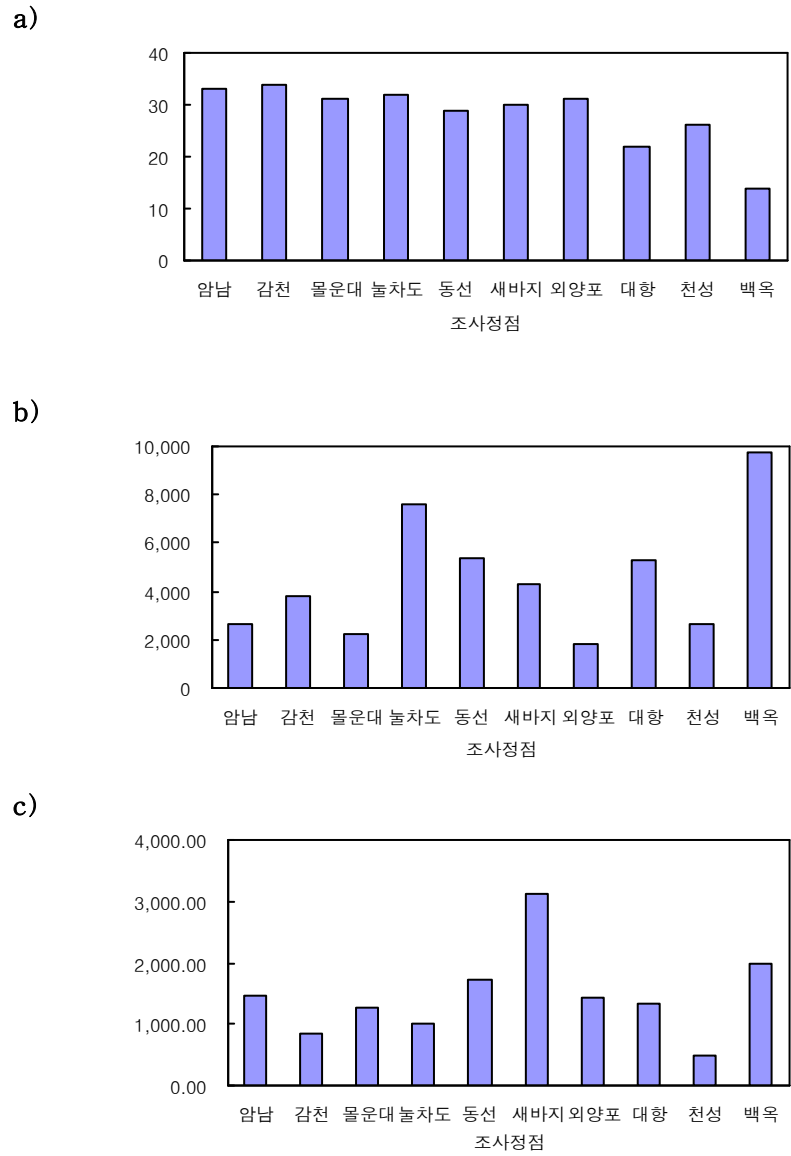
1) 해변무척추동물

- 전 조사(10개 지역)에서 출현한 무척추동물은 총 8개 문(Phylum) 78종으로 나타났으며, 그 중 조사지점인 ‘외양포’에서 가장 많은 종(43종)이 출현하여 10개 지점 중 상대적 종 다양성이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 출현 종의 상대적 다양성을 기준으로 한 조사지점은 ‘외양포 → 감천 → 대항 → 새바지 → 암남 → 천성 → 백옥 → 동선 → 눌차도 → 물운대’의 순으로 나타났다<표 3-10-91>.
- 전 조사지점에 걸쳐 우점적으로 출현한 분류군은 연체동물(Phylum Mollusca)로 나타났으며, 차우점군은 환형동물(Phylum Annelida)과 절지동물(Phylum Arthropoda)로 나타났다.

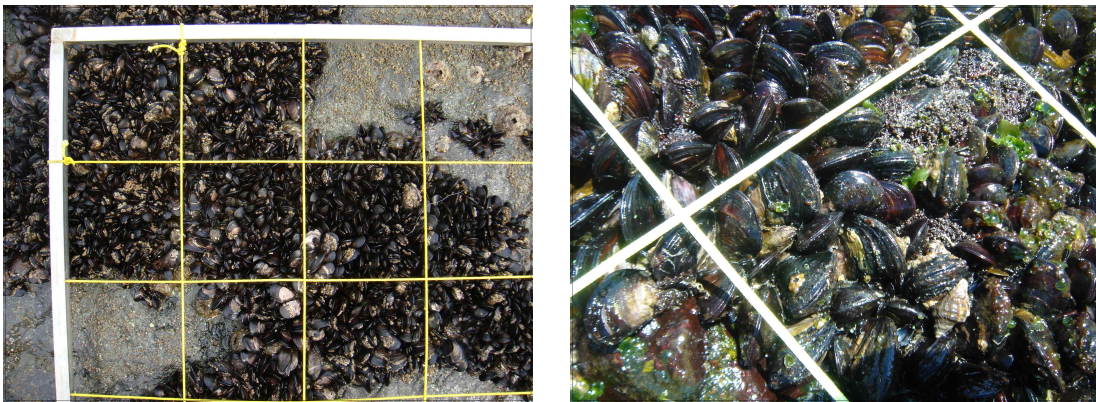
〈표 3-10-91〉 서부산권역 조사지역별 무척추동물의 분류군별 출현종 수

분류군/조사정점	암남	감천	몰운대	눌차도	동선	새바지	외양포	대항	천성	백옥	총합계
환형동물문	6	8	2	4	6	6	6	4	0	4	13
절지동물문	3	6	4	2	3	6	5	5	5	3	13
극피동물문	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
연체동물문	22	17	9	12	11	22	28	25	22	18	43
자포동물문	0	3	0	0	1	0	1	2	1	0	4
유형동물문	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
해면동물문	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
척삭동물문	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
합계	33	36	15	18	21	34	43	36	28	25	78

- 조사지역에서 출현한 무척추동물의 개체수와 생체량을 살펴보면, 개체수는 백옥에서 가장 많은 개체가 출현하였으며, 다음으로는 눌차도와 동선 순으로 나타났다. 생체량의 경우, 새바지에서 가장 높았으며, 백옥이 다음으로 높은 정점이었다〈그림 3-10-42〉.
- 〈그림 3-10-43〉과 같이 조사지역 조간대 하부에 공통적으로 형성되어 있는 “담치군락”은 생태적으로 그 중요성이 여러 학술 논문들에서 상당 부분 밝혀져 있으며, 진주담치 군락의 생태적 중요성(Knox, 2001)은 다음과 같다.
 - 수중에 부유하는 각종 부유 물질에 대한 여과작용으로 인한 해수의 정화
 - 배설하는 무기질의 배설물 또는 유사 배설물은 주변 해조의 영양분으로 작용함
 - 군락 자체의 입체적 구조에 의해 각종 부유물을 퇴적시켜 2차적인 연성(軟性)저질을 형성함으로써 다양한 퇴적물식자(堆積物食者)의 서식 기반을 제공함
 - 족사(足絲)를 기반으로 한 부착 면과 각 개체들 사이의 3차원적 공간을 형성함으로써 다양한 중소형 무척추동물들의 서식 공간을 제공함
 - 군락 자체가 다양한 포식자들(육식성 복족류, 게류, 어류 및 해안조류 등)의 먹이 자원으로 제공됨



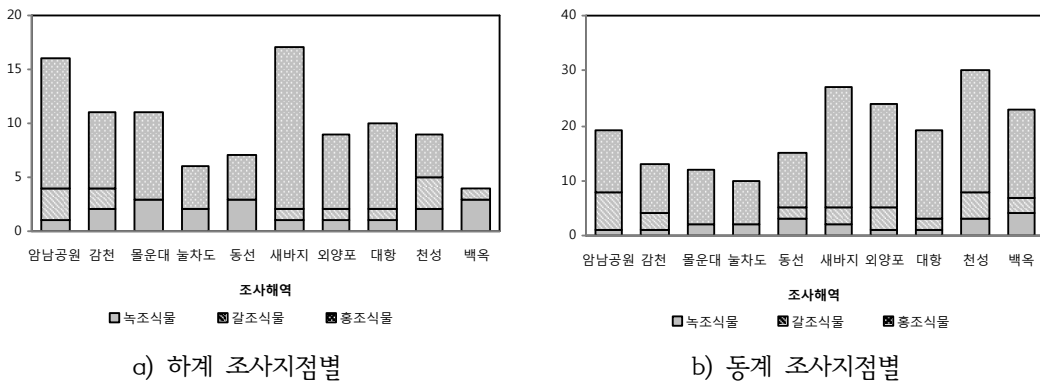
〈그림 3-10-42〉 조사지역별 무척추동물의 출현종 수^{a)}, 개체수^{b)}(inds./m²) 및 생체량^{c)}(gWWt/m²)



〈그림 3-10-43〉 조사지역 바위 해변 조간대 하부에 집단으로 서식하고 있는 담치군락

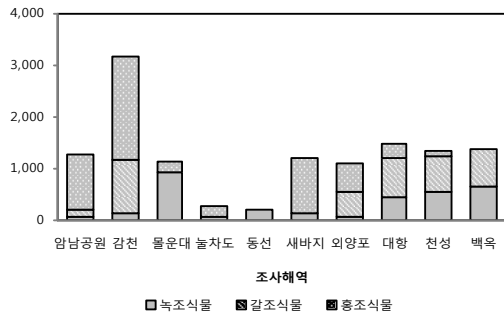
2) 해조류

- 서부산권역의 10개 지점(암남공원, 감천, 물운대, 놀차도, 동선, 새바지, 외양포, 대항, 천성, 백옥)에서 하계와 동계에 현장조사를 통하여 조간대 상부와 하부에서 조사된 해조류는 녹조식물 7종(8.9%), 갈조식물 12종(15.2%), 홍조식물 60종(75.9%)으로 총 79종이 출현한 것으로 나타났다. 이들 중 조간대 상부 정점에 출현한 해조류는 녹조식물 5종(17.2%), 갈조식물 3종(15.0%), 홍조식물 21종(72.4%)으로 총 29종이 출현하였고, 하부 정점에서는 녹조식물 7종(9.1%), 갈조식물 12종(15.6%), 홍조식물 58종(75.3%)으로 총 77종이 출현하여 조간대 상부 보다는 하부정점에서 해조류 출현종수가 많은 것으로 나타났다.
- 하계와 동계의 조사에서 각 조사 해역별 해조류 출현종수는 13~33종의 분포를 보였으며, 새바지(녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 28종)해역에서 가장 많은 출현종수를 보였고, 놀차도(녹조식물 2종, 홍조식물 11종)에서 가장 낮은 출현종수를 보였다. 각 조위별 해조류 출현종수는 대부분의 정점에서 하부 정점에서 해조류 출현종수가 많은 것으로 조사되었다(그림 3-10-44).

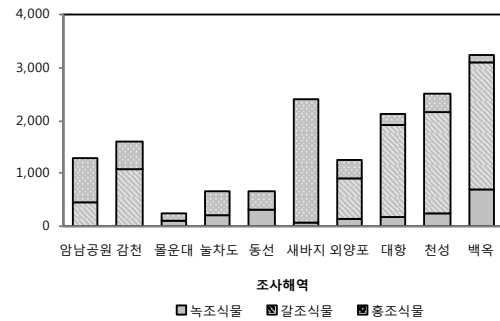


〈그림 3-10-44〉 서부산권역 조간대 조사해역의 해조류 출현종 수

- 하계와 동계의 조사지점에서 출현한 해조류의 생물량은 총 28,544.9gWWt/m²(평균 2,854.5 gWWt/m²)이 출현하였으며, 각 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 530.4 gWWt/m²(18.6%), 갈조식물 1,208.5gWWt/m²(42.3%), 홍조식물 1,115.6gWWt/m²(39.1%)으로 갈조식물의 생물량이 높게 나타났다. 각 조사 해역의 평균 생물량은 217.3~1,146.gWWt/m²(평균 713.6gWWt/m²)의 범위로 분포하였으며, 백옥 해역에서 가장 높은 생물량을 보였고, 동선 해역에서 가장 낮은 생물량을 보였다. 조위별 생물량을 상부 정점에서 평균 263.9gWWt/m²의 생물량을 보였고, 하부정점에서 841.2gWWt/m²의 생물량을 보여 하부 정점이 상부 정점보다 약 3.1배 높은 생물량을 보였다(그림 3-10-45).



a) 하계 조사지점별



b) 동계 조사지점별

〈그림 3-10-45〉 서부산권역 조간대 조사해역의 해조류 생물량

- 조사해역에의 각 지점에서 중요도 5이상의 해조류는 총 26종(녹조식물 4종, 갈조식물 6종, 홍조식물 16종)으로 조사되었고, 상부 정점에서는 총 11종(녹조식물 4종, 갈조식물 1종, 홍조식물 6종), 하부 정점에서는 총 22종(녹조식물 2종, 갈조식물 6종, 홍조식물 14종)으로 나타났다. 조사 기간 동안 10개 조간대 상부와 하부 총 20개 지점에서 우점도 5이상의 해조류가 출현한 지점은 상부정점의 경우 하계는 녹조식물 구멍갈파래가 8개 지점에서 가장 많은 정점에서 우점하였고, 다음으로 잎파래(5개 지점), 서실(3개 지점)이 우점하고 있는 것으로 조사되었다. 동계에는 녹조식물이 7개 지점에서 우점하는 것으로 조사되었으며, 다음으로 구멍갈파래(6개 지점), 작은구슬산호말(4개 지점), 지충이(4개 지점)가 우점하는 정점이 많은 것으로 나타났다. 하부정점의 경우 하계에는 구멍갈파래가 6개 지점에서 우점하는 것으로 나타났고, 다음으로 작은구슬산호말(4개 지점), 지충이(4개 지점), 서실(3개 지점)이 우점하는 것으로 나타났고, 동계에는 구멍갈파래가 5개 지점에서 우점하는 것으로 나타났고, 다음으로 지충이(4개 지점), 작은구슬산호말(3개 지점)으로 나타났다.

4. 참고문헌

- 국립수산진흥원. 1999. 한국연근해 유용연체동물도감. 도서출판구덕, 부산, 215pp.
- 김일희. 1998. 한국동식물도감, 제38권 동물편(따개비류, 공생성 요각류, 바다거미류). 교육부 국정 교과서주식회사, 서울, 1038pp.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제14권 동물편(집게·게류). 문교부. 국정교과서주식회사, 서울, 694pp.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감, 제19권 동물편(새우류). 문교부, 414pp.
- 백의인. 1989. 한국동식물도감. 제31권 동물편(갯지렁이류). 문교부. 국정교과서주식회사, 서울, 764pp.
- 손민호, 홍성윤. 2003. 바위해변에 사는 해양생물. 풍등출판사, 서울, 143pp.
- 신숙노분조. 1996. 한국동식물도감. 제36권 동물편(극피동물). 문교부. 국정교과서주식회사, 서울, 780pp.
- 이용필·강서영. 2001. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부, 662pp.
- 이인규·강제원. 1968. 한국산 해조류의 목록. 한국조류학회지 1: 311-325.
- 황은경·박찬선·손철현·고남표. 1996. 영광 인근 해역 해조군집의 기능형군별 분석. 한국수산학회지 29: 97-106.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적, 서울, 489pp.
- 한국과학기술연구원해양연구소. 1990. 한국산 두족류에 관한 연구(I). PE00180-266-3, 146pp.
- 해양수산부국립수산진흥원. 2001. 한국새우류도감. 한글그래픽스, 부산, 224pp.
- 황은경·박찬선·손철현·고남표. 1996. 영광 인근 해역 해조군집의 기능형군별 분석. 한국수산학회지 29: 97-106.
- Harrold, C. and J.S. Pearse. 1987. The ecological role of echinoderms in kelp forest. In: Echinoderm Studies. Vol. 2, M. Lawrence and J. Lawrence (Eds.), pp. 137-212.
- Imajima, M. 1972. Review of the annelid worms of the family Nereidae of Japan, with descriptions of five new species or subspecies. Bull. Natu. Sci. Mus., Tokyo, 15(1), 153pp.
- Imajima, M. 1987. Nephtyidae(Polychaeta) from Japan II., The genera Dentinephtys and Nephtys. Bull. Natu. Sci. Mus., Tokyo, Ser A., 13(2), 42-77.
- Imajima, M. 1990. Spionidae(Annelida, Polychaeta) from Japan III., The genus Prionospio(Minuspio). Bull. Natu. Sci. Mus., Tokyo, Ser A., 16(2), 61-78.
- Knox, G.A. 2001. The Ecology of Seashores. CRC Press, London, 557pp.
- Littler M.M. and D.S. Littler. 1983. Heteromorphic life-history strategies in the brown

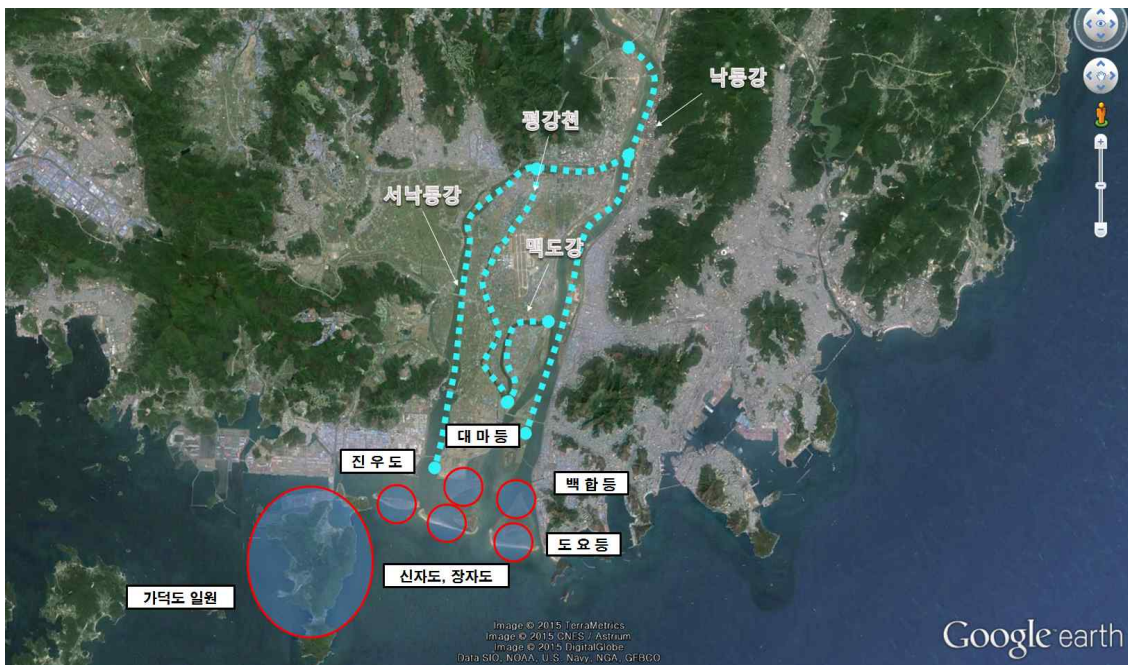
- alga *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. J. Phycol. 19: 425-431.
- Littler M.M. and D.S. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 74: 13-34.
- Nishimura, S. 1992. Guide to Seashore Animals of Japan with Color Pictures and Keys, Vol. 1. Hoikusha Publishing Co., Ltd., Osaka, 425pp.
- Magalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst., 3, 36~71.
- Nishimura, S. (ed.). 1992. Guide to Seashore Animals of Japan with Color Pictures and Keys, Vol. I. Hoikusha, Tokyo, 663pp.
- Nishimura, S. (ed.). 1995. Guide to Seashore Animals of Japan with Color Pictures and Keys, Vol. II. Hoikusha, Tokyo, 425pp.
- Okutani, T. 1994. Field Books, Vol. 8. Yama-kei Publishers Co., Ltd., Tokyo, 367pp.
- Okutani, T. (ed.). 2000. Marine Mollusks in Japan. Tokai Univ. Pre., Tokyo, 1173pp.
- Okutani, T. 2001. Marine Mollusks in Japan. Tokai University Press, Tokyo, 1173p.
- Pielou, E. C. 1977. Mathematical Ecology. Wiley Company, New York, 164pp.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Pre., Urbana, 125pp.
- Shen, C. J. 1932. The Brachyuran Crustacea of North China - Ser. A, Invertebrates of China. The Fan Memorial Institute of Biology, Peijing, China, 321pp.
- Yang, D. and R. Sun. 1988. Polychaetous Annelids commonly seen from the Chinese Waters. ISBN7-109-00135-0/Q1, 352pp.
- 千原光雄. 1983. 學研生物圖鑑. 海藻. 學習研究社, 292 pp.
- 岡村金太郎. 1936. 日本海藻誌. 內田老鶴圃, 964 pp.

제11절 보호 및 유해동식물종

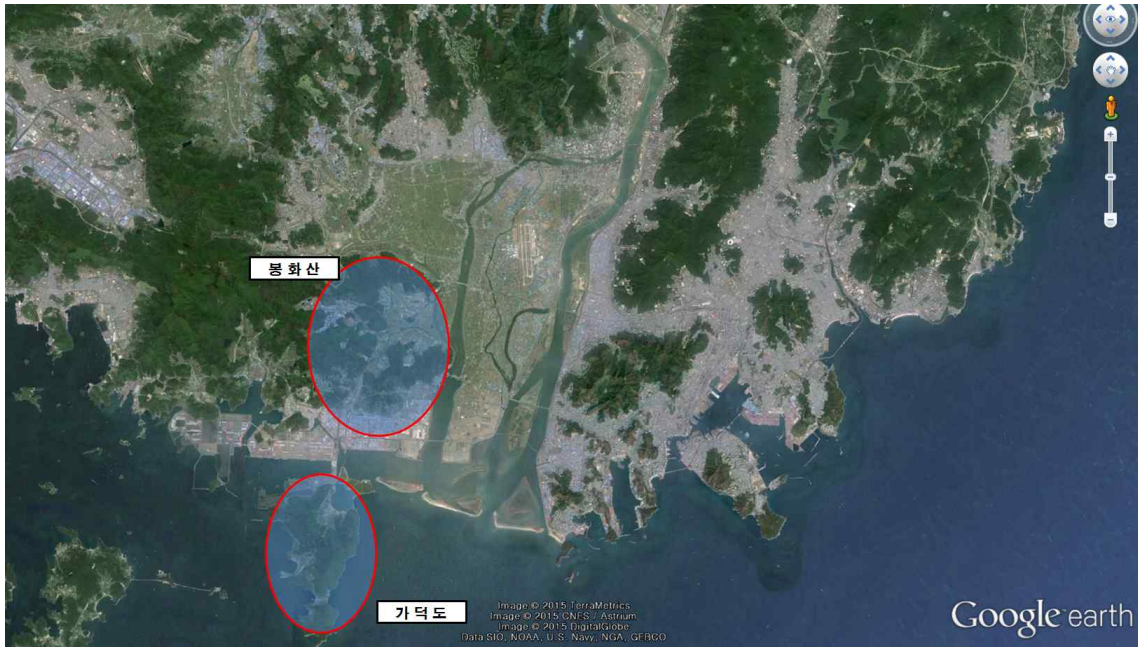
1. 연구방법

1) 조사지역

- 보호(수달) 및 유해동·식물종(뉴트리아, 멧돼지) 조사는 이들의 생태적 특성을 고려하여 주요 강 및 하천, 해역, 산림을 중심으로 조사를 실시하였다.
- 서부산권역 내 조사권역은 낙동강(둔치지역 포함), 서낙동강, 평강천, 맥도강 일대 주요 하천, 을숙도, 대마동, 진우도, 신자도, 장자도, 백합동, 도요동의 사구지역, 가덕도 일대 갯바위, 부산 신항만컨테이너부두 등 해역, 육상 산림지역인 가덕도, 봉화산 일대를 구분하였다.
- 생태적 특성을 고려하여 수달이나 뉴트리아는 낙동강, 서낙동강, 평강천, 맥도강 등의 수계를 포함하여 가덕도와 인근 해역, 멧돼지 조사는 봉화산, 가덕도 등 육지지역을 중심으로 조사권역을 구분하였다<그림 3-11-1~2>.



<그림 3-11-1> 수달 및 뉴트리아 조사권역



〈그림 3-11-2〉 멧돼지 조사권역

- 보호종인 멧퐁이의 조사는 멧퐁이가 서식하는 곳으로 알려진 곳과 양서파충류 조사 시 멧퐁이의 서식이 확인된 지역을 대상으로 추가조사를 실시하였다.

〈표 3-11-1〉 서부산권역 멧퐁이 조사지역

소권역	조사지역
강동동/대저동 권역	강서구 강동동, 대저동 일원(멧퐁이 조사 추가지점)
삼락지구	삼락지구 월형보전지-삼락생태공원-엄궁습지

2) 조사기간

(1) 수달, 뉴트리아, 멧돼지

- 1차(봄) 조사 : 2015년 4월~5월(수달, 뉴트리아, 멧돼지)
- 2차(여름) 조사 : 2015년 7월~8월(수달, 뉴트리아, 멧돼지)
- 3차(겨울) 조사 : 2016년 1월(수달, 멧돼지)
- 4차(겨울) 조사 : 2016년 2월(수달, 멧돼지)

(2) 맹꽁이

- 조사기간은 2015년 4월부터 2016년 3월까지이며, 계절별로 춘계 2015년 4월~5월, 하계 2015년 6월~7월, 춘계 2015년 9월~10월, 동계 2016년 2월~3월에 걸쳐 조사를 실시하였다.

3) 조사방법

(1) 수달 및 뉴트리아

- 수달 및 뉴트리아는 주로 야행성으로 직접관찰은 어렵기 때문에 배설물, 식흔, 족적 등을 통해 서식 및 분포지역을 확인하였다. 각 하천은 수변이나 교량, 수중보 등 시설물을 중심으로, 해안은 방파제 및 바위해안을 중심으로 수달의 배설물이나 족적, 은신처 등의 흔적을 확인하였다.
- 뉴트리아는 주요 수계 및 습지, 늪지 등을 대상으로 먹이취식, 배설물 등의 서식흔적을 확인하였으며, 청문조사시 출현이 잦은 지역에 대해서는 트랩을 설치하여 포획하도록 하였다.
- 수달 배설물의 경우 배설물의 상태에 따라 7일 이내의 것과 7일 이상 경과한 것으로 구분하여 최근 수달의 서식지 이용실태를 파악하였다(한국수자원공사, 2008; 2010). 또한 직접 확인을 위해서 무인센서카메라를 부착하여 촬영하였다.
- 현지조사와 함께 지역주민들에 대한 청문조사와 문헌조사를 병행하였다.



(2) 멧돼지

- 멧돼지를 비롯한 야생동물은 대부분 야행성이며, 야간에 가장 활동성이 강하여 직접 관찰은 어려우므로 흔적 조사를 통해 서식지 특성 및 분포 현황을 확인하였다(윤명희, 1997). 각 권역별로 임도 및 등산로, 소로 등을 따라 도보로 이동하면서 진흙 목욕 흔적이나 배설물, 식흔, 족적 등 서식흔적을 확인하였다. 흔적이 관찰된 지점은 GPS를 이용하여 정확한 좌표를 파악하고 도면상에 분포도를 표시하였다(환경부, 2006). 또한 다른 포유류 조사를 위해 설치한 무인센서카메라에 촬영된 멧돼지의 위치 좌표도 표시하였다.

- 현지조사와 함께 지역주민들에 대한 청문조사와 문헌조사를 병행하였다.



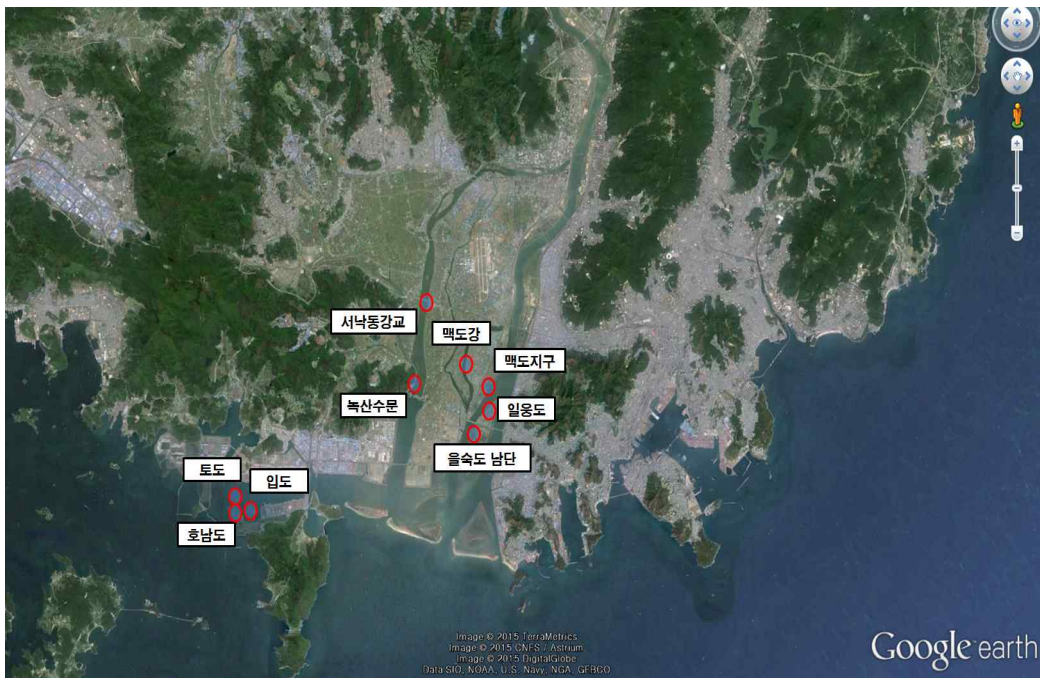
(3) 멧꿩이

- 산란시기에는 난괴, 유생과 성체 모두를 직접 관찰 확인하였고, 난괴와 유생의 경우 포획용 뜰채를 이용해 채집하여 확인하였다.
- 산란시기 외의 기간에는 양서류의 먹이활동이 왕성한 수변초지와 계곡부 등을 대상으로 직접 관찰하였고, 유미류의 경우 돌이나 고목 등을 들추어 숨어 있는 개체를 확인하였다. 무미류는 웅덩이와 하천, 습윤지 등을 도보로 걸으면서 포충망을 통해 포획 확인하거나 망원경으로 확인하였으며, 유생의 경우 뜰채 등을 이용해서 포획 확인하였다.
- 조사는 계획노선 및 주변지역의 산지지역 일대의 계곡부 및 소웅덩이, 경작지, 하천변 등에 남아 있는 종을 대상으로 아래와 같은 직접적인 방법(Direct survey), 간접적인 방법(Indirect survey) 및 주민들에 의한 탐문조사도 병행하였다.

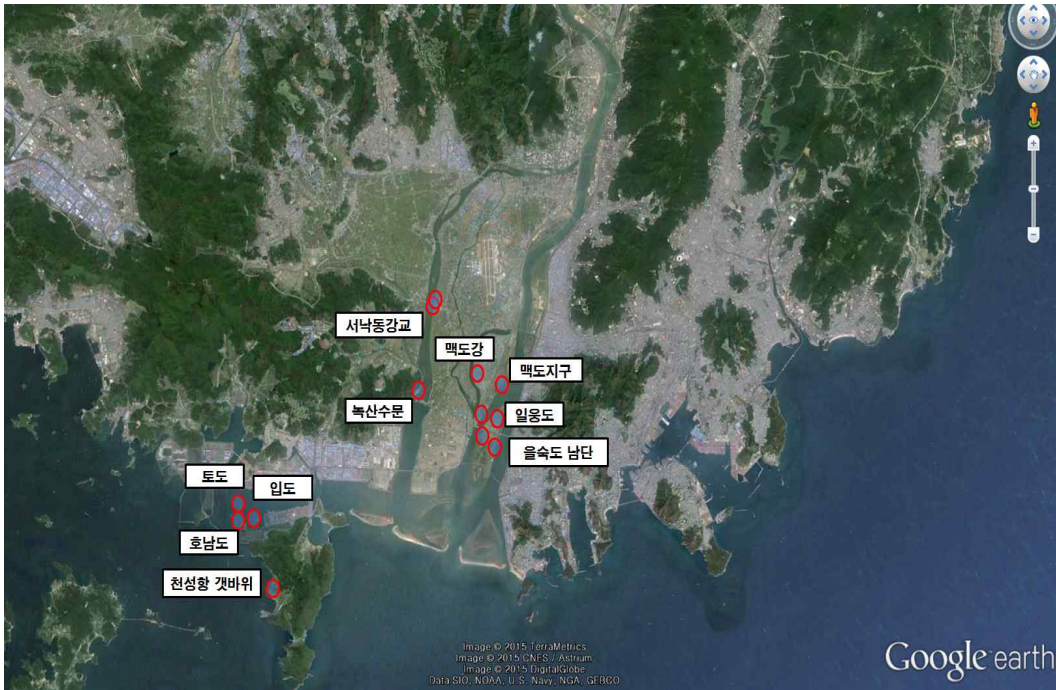
2. 결과

1) 수달

- 총 3계절에 걸친 현지조사결과 주요 하천인 낙동강, 서낙동강에서 비교적 수달의 흔적이 다수 발견되고 있어 이들의 왕성한 활동이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 반면 평강천의 경우 마을 주민에 의한 탐문조사시 평강천 새물머리일원에서 출현하는 것으로 조사되었으나 출현빈도는 저조한 것으로 조사되었다.



〈그림 3-11-3〉 수달 흔적 확인 지점(7일 이내 배설물 확인 지점)



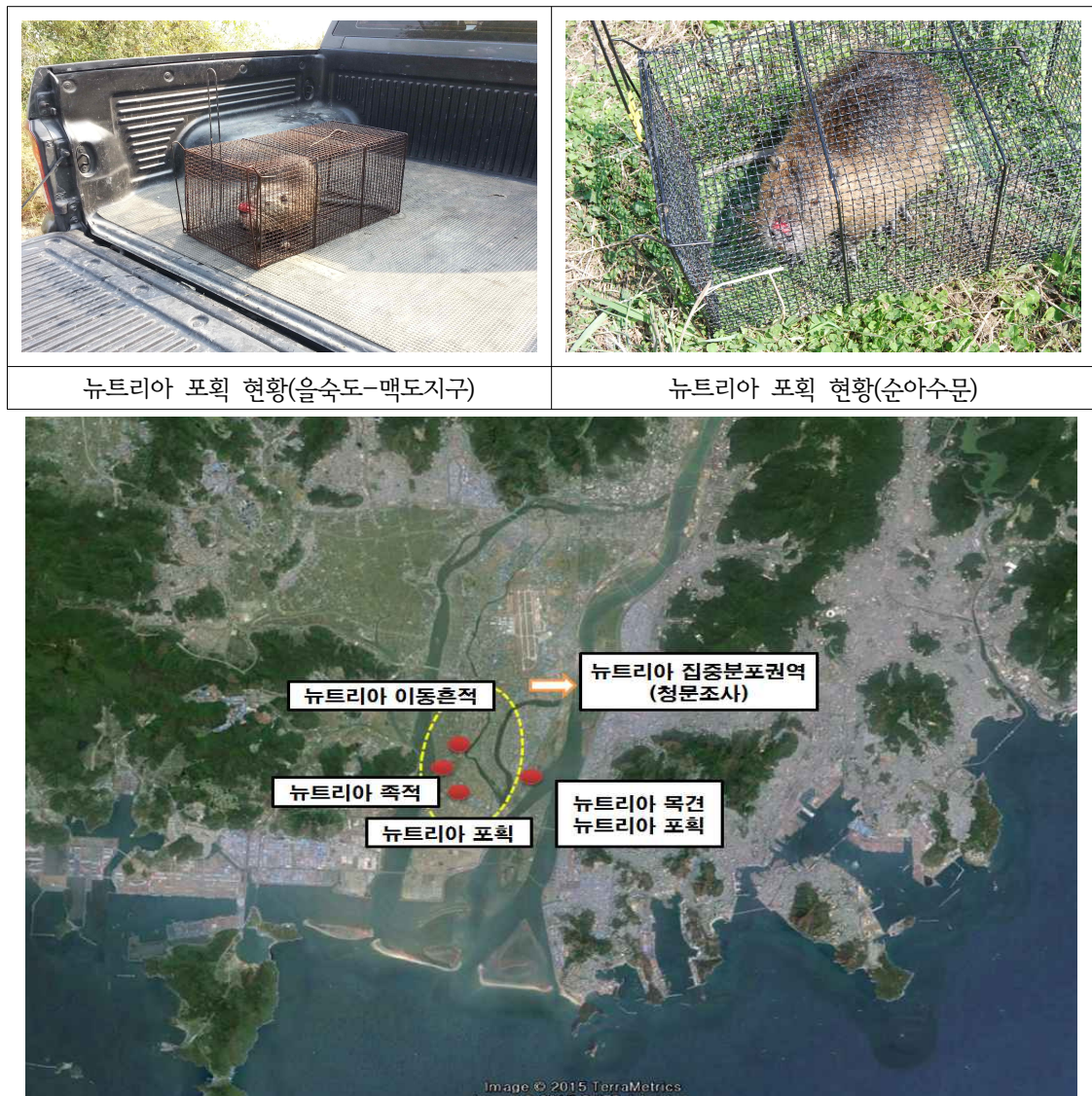
〈그림 3-11-4〉 수달 흔적 확인 지점(7일 경과 배설물 확인 지점)

2) 뉴트리아

- 총 2회 조사시 낙동강 본류(맥도지구)와 평강천에서 뉴트리아의 출현이 높은 것으로 현지조사 되었으며 청문조사시 서낙동강, 평강천, 맥도강, 낙동강 등 주요 하천과 수문(순아수문 등)에서 뉴트리아의 서식이 확인되고 있으며, 이들의 농작물 피해가 지속적으로 발생하고 있는 것으로 조사 되었다.
- 특히 평강천 지류의 하류로 갈수록 이들의 직접 목견되는 횡수가 증가하였으며, 이러한 조사결과는 녹산수문의 입지로 인해 뉴트리아가 더 이상 하류로 남하하지 못하고 평강천 지류의 하류를 중심으로 번식이 이루어지고 있는 것으로 현지 및 탐문조사 되었다.

〈표 3-11-3〉 뉴트리아 포획 및 목견

지점		지점			
		서낙동강	평강천	맥도강	낙동강
포획	1차	-	1	-	-
	2차	-	2	-	1
목견	1차	-	2	1	3
	2차	1	5	-	1
청문	1차	○	○	○	○
	2차	○	○	○	○



〈그림 3-11-5〉 뉴트리아 출현 지역 현황

3) 멧돼지

- 서부산권역에 위치한 가덕도 일원, 봉화산을 대상으로 멧돼지의 서식흔적 및 피해에 대한 흔적 등을 조사한 결과, 봉화산 일대에서 멧돼지의 족적이나 분변, 흔적 등이 발견되고 있으며, 특히 생곡쓰레기매립장 부근에서 생활음식쓰레기를 섭취하기 위해 자주 출몰하는 것으로 탐문조사 되었다.
- 그리고 가덕도 일대 산지지역인 갈마봉~구곡산, 매봉~마봉산 일원에서 멧돼지의 분변이 발견되었고, 마을 농경지까지 내려오는 경우가 발생하여 설치해 놓은 울타리는 멧돼지의 출입을 막지 못하는 것으로 주민들에 의해 탐문조사 되었다.
- 따라서 서부산권역 내 가덕도, 봉화산 일대 멧돼지의 서식이 확인되고 있으며 가덕도나 봉화산의 경우 생태적으로 이미 고립되어 있어 이들의 개체군이 포화 상태로 있을 것으로 판단되며, 가덕도의 경우 해역을 통하여 주변 지역까지 이동하는 것으로 탐문조사 되었다.



〈그림 3-11-6〉 멧돼지 출현 지역 현황

〈표 3-11-4〉 멧돼지 조사권역 및 서식 흔적

흔 적 \ 지 점	가덕도	봉화산
족적	+	+
식흔	+	+
목욕	+	+
배설물	+	+
촬영	-	-
청문	+	+



생곡쓰레기매립장 펜스



멧돼지 족적

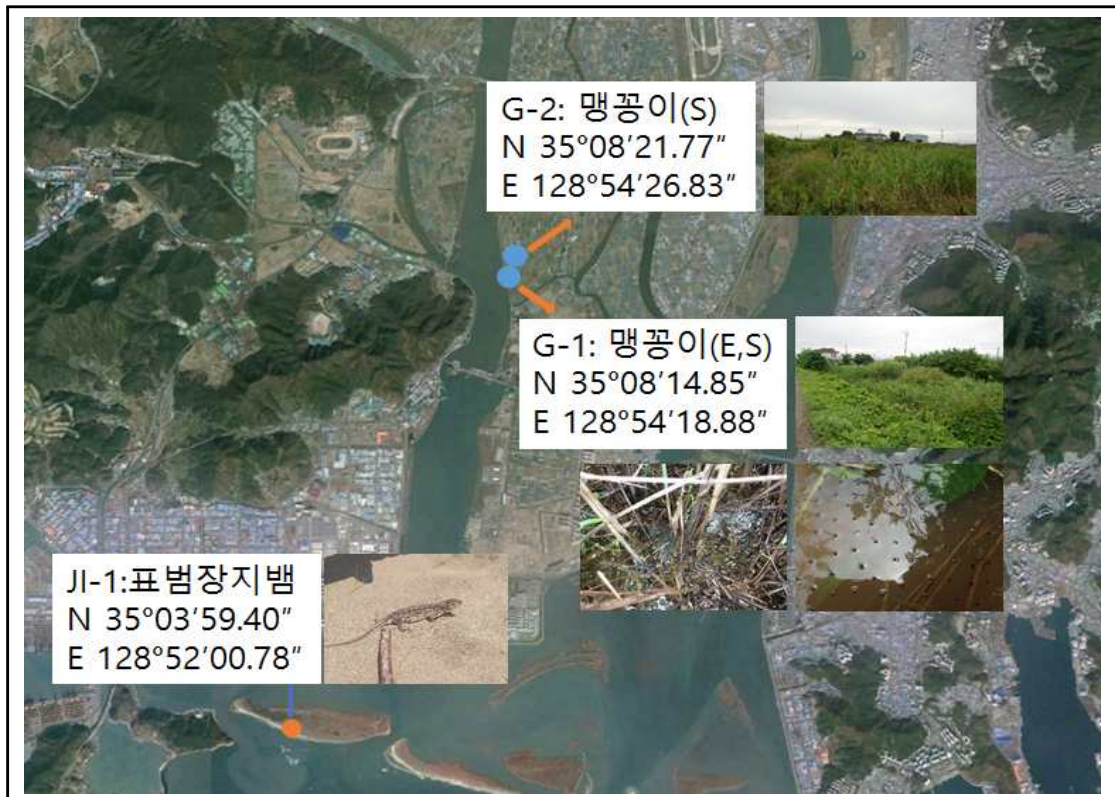
4) 맹꽁이

- 서부산권역에 분포하는 양서·파충류 조사시 법정보호종의 분포를 확인하기 위하여 강서구 강동동일원, 대저동(김해공항 인근) 및 낙동강하구언의 진우도 지역에 대하여 추가조사를 실시하였다.
- 조사결과 강서구 강동동 일원, 대저동, 삼락지구에서 멸종위기야생생물 II 급으로 지정된 맹꽁이의 알과 유생, 울음소리가 청음조사 되었으며, 진우도 지역에서 멸종위기야생생물 II 급인 표범장지뱀의 성체가 분포하는 것으로 조사되었다.
- 삼락지구에서는 총 3개 지점에서 맹꽁이의 분포가 확인되었다.

〈표 3-11-5〉 서부산권역 양서·파충류 출현 현황

학명	국명	강동동		대저동	진우도	삼락지구			비고
		G-1	G-2	D-1	Ji-1	sam-1	sam-2	sam-4	
Family Microhylidae 맹꽁이과 <i>Kaloula boreali</i>	맹꽁이	E,S	S	L:10		A:3	E,S	A:2	멸 II
Family Lacertidae 장지뱀과 <i>Eremias argus</i>	표범장지뱀				A:3				멸 II

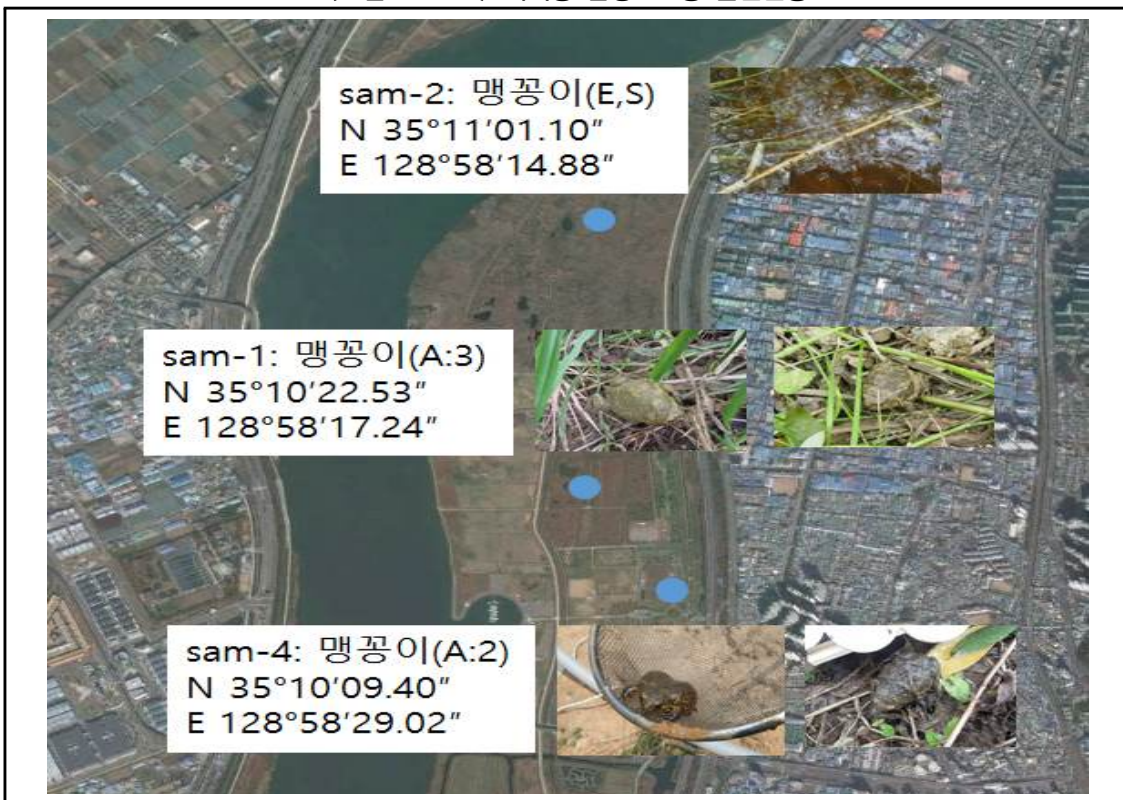
주 1) A:Adult(성체), S:Heard the song(울음소리), E:Egg(알), L:Litter(유생)



〈그림 3-11-7〉 강동동, 진우도 일원 법정보호종 출현 현황



〈그림 3-11-8〉 대저동 법정보호종 출현현황



〈그림 3-11-9〉 삼락지구 법정보호종 출현 현황

3. 결론 및 고찰

- 서부산권역의 수달, 뉴트리아, 멧돼지의 서식현황에 대하여 2015년 4월부터 2016년 2월까지 총 3계절에 걸친 현지조사결과 수달, 멧돼지, 뉴트리아 등이 직접 목견 및 서식흔적이 발견되었다.
- 수달에 대한 현지조사 결과, 낙동강, 서낙동강의 하천과 사구지역(대마등, 진우도, 신자도, 장자도, 백합등, 도요등), 가덕도 갯바위 일원을 포함하여 부산신항항만컨테이너 부두 일대 호남도, 토도, 입도 등에서 이들의 분변이 다량 발견되고, 주변지역으로 수달의 은신(수변식생군락, 암반 틈 등)이나 먹이활동 공간이 충분히 입지하고 있어 서부산권역의 수달 주 행동권으로 이용하고 있는 것으로 판단된다.
- 특히 가덕도를 포함하여 부산신항항만컨테이너 부두 일대 도서지역(호남도, 토도, 입도), 사구지역 등은 수달의 서식흔적이 지속적으로 발견되고 있고 주변지역의 생태적 공간의 수용력, 상대적으로 낮은 인위적인 간섭 등을 고려할 때 비교적 양호한 수달의 서식공간으로서 보존가치가 높은 것으로 조사되었다.
- 뉴트리아는 서낙동강, 평강천, 맥도강, 낙동강 일원에서 포획·관찰이 되고 있으며 강서구 명지동 일대(녹산수문~순아수문) 지류에서 뉴트리아의 출현빈도가 높은 것으로 조사되었으며 이러한 조사결과는 남하하던 개체들이 수문에 의해 더 이상 남하하지 못하고 막혀 본 지역을 중심으로 지속적인 번식이 이루어 지고 있는 것으로 조사되었다.
- 현재 천적이 없는 뉴트리아의 경우 지속적인 포획이나 제거작업이 필요 할 것으로 판단되며 빠른 번식력으로 인해 같은 생태적 위치에 있는 법정보호종인 수달의 서식처 협소화로 직결될 수 있으므로 이에 대한 시급한 대책이 필요 할 것으로 판단된다.
- 멧돼지의 경우 이들의 먹이공급이 가능한 봉화산의 생곡쓰레기매립장에서 매년 출몰하여 영향을 미치고 있는 것으로 현지 및 탐문조사 되었으며, 도서지역인 가덕도의 경우 포화상태로 인해 주변지역 까지 멧돼지가 이동한 사례도 있고 실질적으로 현지조사시 멧돼지의 서식흔적 다수 발견 되는 것으로 조사되었다.
- 멧돼지의 경우 서부산권역 내 정확한 개체군의 규모나 분포가 확인되고 있지 않아 본 지역에 대한 정밀모니터링이 필요할 것으로 판단된다.
- 맹꽂이의 경우 삼락지구 및 강동동 일원, 대저동일원에서 서식하고 있는 것으로 조사되었으며, 본 지역은 현재 각종 개발사업으로 인한 개발압이 부산권역에서 가장 높은 지역으로 현재 대규모 부지정지공사가 이루어지고 있으며, 향후에도 지속적인 공사가 예정되어 있는 곳이다.
- 특히 이동성이 매우 제한적인 양서·파충류들은 이러한 개발에 의한 영향으로 주요서식처의 소실이 발생할 것으로 예상된다.
- 따라서 각종 개발사업들이 예정되어 있는 지역에 포함되거나 인접하여 위치하고 있는 것으로 파악되는 주요 법정보호종에 대한 지속적인 모니터링이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

- 금번 서부산권 조사시 진우도에서 조사된 멸종위기야생생물Ⅱ급인 표범장지뱀의 경우 서식현황 및 개체군의 크기 등의 자료가 매우 부족하여 이들에 대한 생태적정보를 확보하기 위한 정밀조사가 필요 할 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- 강정훈. 2012. 한강수계에 서식하는 수달(*Lutra lutra*)의 서식지 특성에 관한 연구. 중앙대학교 대학원 박사학위 논문. 126pp.
- 이도훈·길지현·김동언. 2013. 뉴트리아(*Myocastor coypus*)의 국내 분포 및 서식 현황에 관한 연구. 한국환경생태학회지 27(3): 316-326.
- 윤명희. 1997. 빛깔있는 책들 -야생동물. 대원사. 142pp.
- 한국수자원공사. 2008. 섬진강댐 재개발사업 생태조사(육상동물 및 어류분야). 33pp.
- 한국수자원공사. 2010. 섬진강댐 재개발사업 생태조사(육상동물 및 어류분야). 38pp.
- 환경부. 2006. 제3차 전국자연환경조사 지침(포유류). 환경부. pp. 156-182.
- Erlinge, E. 1967. Home range of the otter *Lutra lutra* in Southern Sweden. Oikos 18: 186-209.

제 12 절 우수생태계

1. 연구방법

1) 조사지역 및 조사기간

- 우수생태계조사는 식물상 조사 그리고 식생조사의 과정에서 발견된 우수한 생태계에 대하여 정밀조사를 실시하였다.
- 조사기간은 식물상조사 및 현존식생조사와 동일한 기간인 2015년 6월~11월에 걸쳐 각 우수생태계 지역별 2일~6일에 걸쳐 실시하였다.

2) 조사방법

(1) 현존식생

- 현존식생조사는 동부산과 중부산권역의 조사와 동일하게 정밀 항공사진을 바탕으로 AutoCAD 프로그램을 이용하여 1차 구획하였으며 이를 1/5,000 수치지형도에 중첩한 후 1/5,000축척으로 출력하여 현장에서 보완하였다. 현장에서 보완한 현존식생도는 최종적으로 CAD 프로그램을 이용하여 수정하였으며 면적 및 비율 등 공간통계자료의 구축은 ArcGIS프로그램을 이용하였다. 현존식생의 분류방식은 부산시도시생태현황도(2010)의 현존식생 분류방식을 따랐다.

(2) 식물군집구조

- 식물군집구조 조사는 각 권역별 현존식생을 바탕으로 대표적 우점군락을 중심으로 조사구가 계곡 및 능선, 사면에 고르게 분포될 수 있도록 사전 조사루트를 설정하여 조사를 실시하였다.
- 식물군집구조 현황을 살펴보기 위해 10m×10m(100m²)의 방형구를 설치하여 주요 식생군락의 출현식물현황을 교목층과 아교목층, 관목층으로 층위를 구분하여 조사하였다.
- 식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3으로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P)를 구하였다.

- 조사 결과를 바탕으로 식물군락의 명명은 교목층의 상관식생에 의거하여 교목층의 수목 중 A종의 상대우점치(I.P.)가 50% 이상일 경우 A군락, A의 상대우점치가 50%이면서 B가 25% 이상일 경우와 A와 B의 상대우점치가 30% 이상일 경우 A-B군락, 주요 출현종의 상대우점치가 모두 30%를 넘지 않고 혼재되어 특정 군락으로 명명하기 어려운 경우 혼효림으로 명명하였다.

〈표 3-12-1〉 군락명 명명 기준

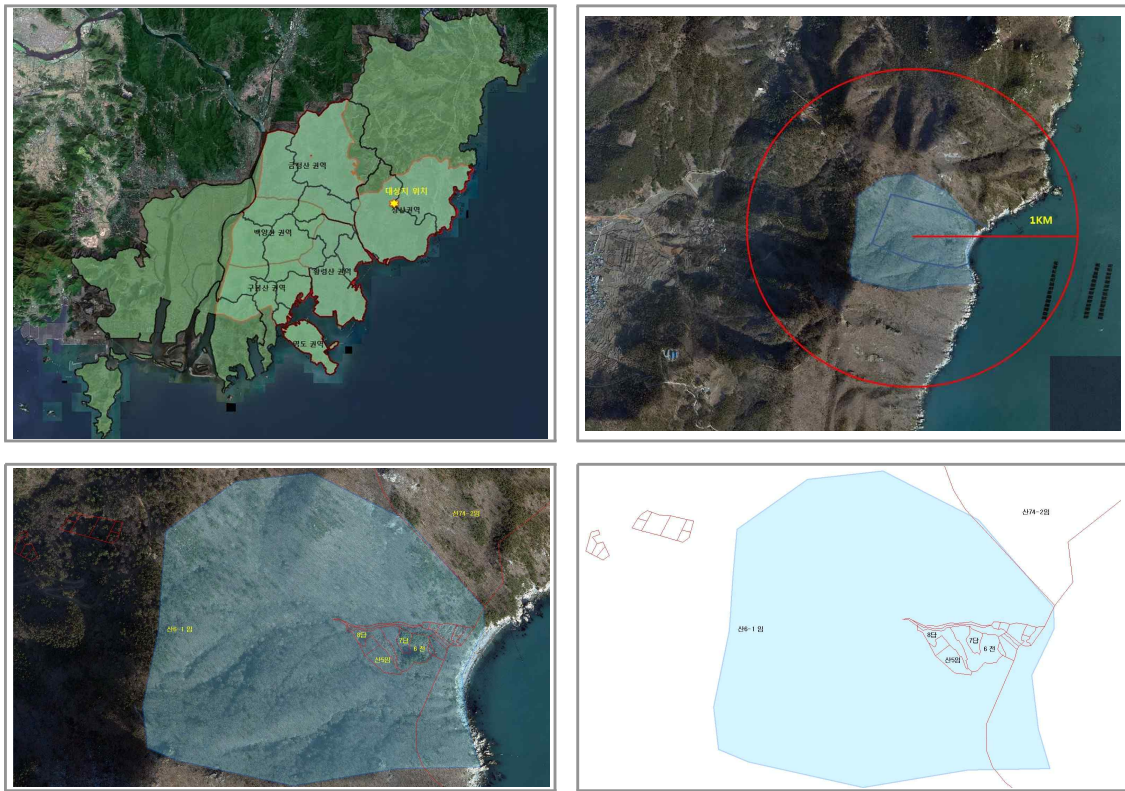
교목층의 우점 비율		군락명
A종	B종	
50% 이상	25% 이하	A군락
50%	25% 이상	A-B군락
30% 이상	30% 이상	
주요 출현종의 상대우점치가 모두 30%를 넘지 않을 경우		혼효림

2. 연구결과

1) 가덕도 어음포 계곡

(1) 일반적 특성

- 어음포 계곡은 가덕도에서 가장 높은 봉우리인 연대봉의 북동쪽에 위치한 계곡으로서 낙엽활엽수지역이다. 가덕도 어음포 계곡의 낙엽활엽수림은 졸참나무, 고로쇠나무, 이팝나무, 느티나무, 개서어나무, 산벚나무, 합다리나무, 비목나무 등이 상층을 점유하고 있으며, 중하층에는 털팽나무, 가막살나무, 감태나무, 생강나무, 윤노리나무 등이 서식하고 있다. 어음포 계곡은 사람이 주거하지 않는 동쪽에 위치하고 있어 비교적 사람들에게 의해 교란을 많이 받지 않은 지역이다.



〈그림 3-12-1〉 어음포 계곡의 위치 및 현황

(2) 조사결과

- 가덕도 어음포골에는 총 69과 135속 1변종, 175종류(taxa)의 식물이 분포하고 있으며, 7종의 귀화식물이 조사되었다.
- 가덕도 어음포골에는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II등급인 대홍란이 서식하고 있었다. 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 위기종에는 대홍란 등 1종, 취약종에는 애기등, 야고 등 2종, 약관심종에는 개족도리풀, 이팝나무, 두루미천남성 등 3종, 자료부족종에는 옥녀꽃대 등 1종이 조사되었다.

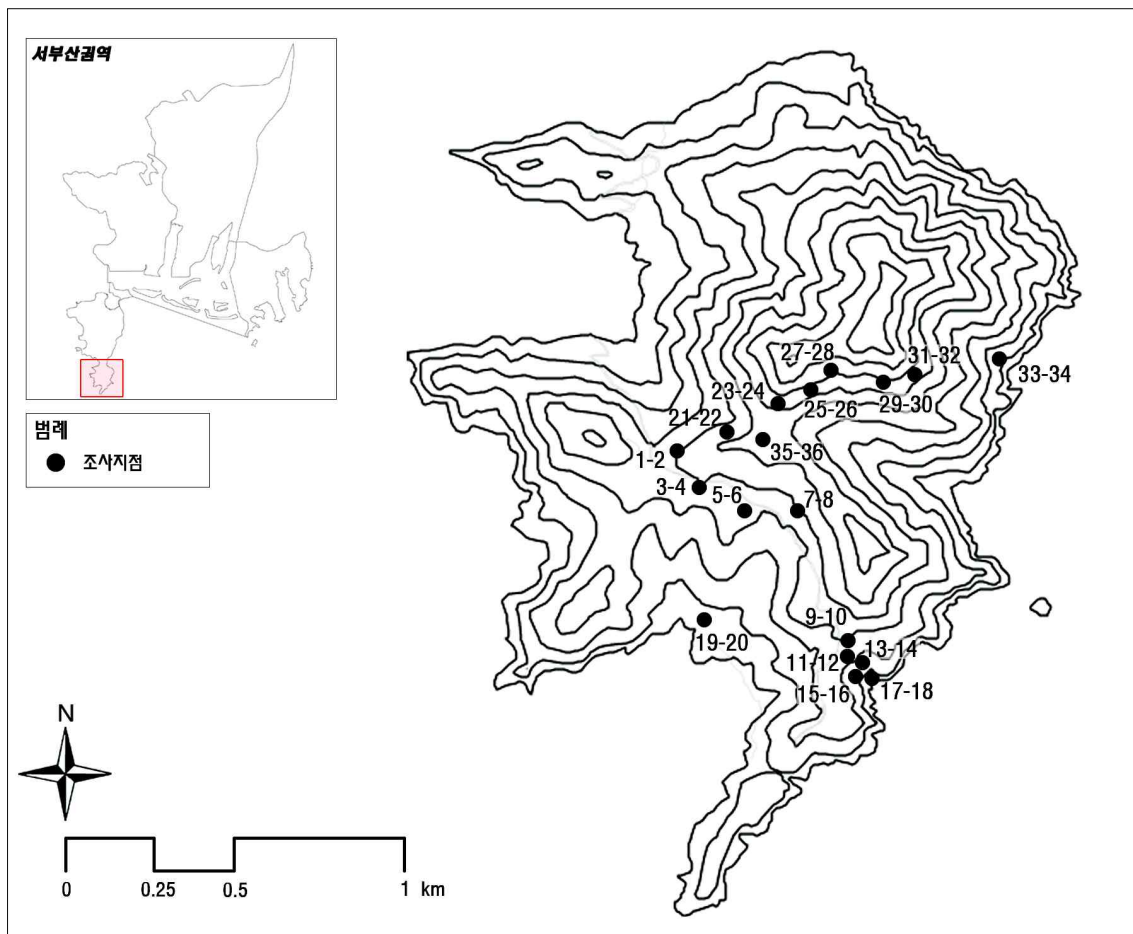


〈그림 3-12-2〉 가덕도 어음포 계곡의 현황

2) 가덕도 국수봉지역

(1) 일반적 특성

- 가덕도는 낙동강 하구의 서쪽 해상에 위치하며 면적은 20.75km²이고 둘레는 약 36km로 부산에서 가장 큰 섬이다. 가덕도는 일제 강점기 부터 지금까지 군사지역으로 민간인 출입이 통제되었고 동쪽 해안은 배의 접안이 어려운 해식애(海蝕崖)로 되어있으며, 경사가 급한 지형적 특성상 사람들의 출입이 제한적이다.
- 이로 인해 가덕도 국수봉지역은 인위적 교란이 배제되어 부산 해안림의 극상을 볼 수 있는 안정적이고 양호한 식물군집구조의 특성을 알 수 있는 곳이다.
- 가덕도 식물상 및 식생에 관한 연구(김인택 등, 1992)를 참고하여 본 과업에서는 가덕도 민간인 출입통제지역인 가덕도의 국수봉지역에 집중적으로 조사구를 설치하여 가덕도 우수 식생지역에 대한 식물군집구조 특성을 알아보았다.



〈그림 3-12-3〉 가덕도권역 우수 생태계 지역 조사구 위치도

(2) 조사결과

- 2015년 5월 28일 예비조사를 거쳐, 2015년 10월 17일 가덕도권역 우수 식생지의 정밀 식물군집 특성을 살펴보기 위해 10m × 10m(100m²) 크기의 방형구 총 36개소의 조사구를 설치하여 본 조사를 실시하였다. 방형구 내 출현식물을 교목층과 아교목층, 관목층으로 구분하여 조사하였다.
- 전체적으로 졸참나무, 개서어나무, 느티나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 숲이었으며, 동백나무, 참식나무 등 상록활엽수림도 일부 지역에 분포하고 있었다.
- 교목층을 형성하는 졸참나무, 개서어나무, 느티나무는 흉고직경 40cm전후의 대경목 군락을 형성하고 있었으며 고로쇠나무군락의 경우 평균 흉고직경이 53.5cm이었다.
- 소나무와 곰솔은 일부 지역에서 출현하였으나, 장기적으로 도태될 가능성이 높아 보이며 향후 지속적으로 졸참나무 등을 중심으로 낙엽활엽수림으로 천이가 진행될 것으로 보인다.

〈표 3-12-2〉 가덕도권역 우수생태계 식생군락 개요

조사구 번호	군락명	교목층 평균흉고직경	아교목층 우점종	아교목층 평균흉고직경	종수
1	줄참나무-곰솔	24.7	말오줌때	4.4	15
2	굴참나무	19.2	개웃나무	4.1	12
3	개서어나무	35.3	개서어나무	6.1	13
4	개서어나무-굴참나무	35.2	개서어나무	4.5	13
5	줄참나무	29.6	개웃나무	3.9	14
6	줄참나무	22.7	개웃나무	3.8	13
7	개서어나무	27.1	사스레피나무	3.6	14
8	줄참나무	32.5	때죽나무	4.4	16
9	굴참나무	34.5	개웃나무	3.8	13
10	굴참나무-줄참나무	33.8	때죽나무	5.3	13
11	낙엽활엽수혼효림	16.5	사스레피나무	9.3	15
12	줄참나무-굴참나무	18.9	사스레피나무	8.4	16
13	줄참나무-참식나무	17.9	참식나무	5.3	15
14	굴참나무-후박나무-줄참나무	20.0	사스레피나무	5.9	16
15	줄참나무	31.4	동백나무	7.3	11
16	줄참나무-참식나무	17.5	동백나무	3.9	9
17	합다리나무-참식나무	18.3	참식나무	8.6	13
18	참식나무-팽나무	20.4	후박나무	8.0	10
19	줄참나무	21.8	사스레피나무	5.8	11
20	소나무-줄참나무	20.2	사스레피나무	4.2	10
21	줄참나무	34.2	때죽나무	4.8	8
22	줄참나무	44.5	줄참나무	5.3	13
23	개서어나무	27.3	작살나무	3.8	11
24	개서어나무-곰솔-느티나무	31.4	고로쇠나무	3.4	13
25	느티나무	39.6	고로쇠나무	5.2	6
26	고로쇠나무	53.5	고로쇠나무	7.7	3
27	개서어나무	41.2	개서어나무	5.9	10
28	개서어나무	32.4	때죽나무	5.2	11
29	낙엽활엽수혼효림	41.5	개서어나무	6.0	10
30	낙엽활엽수-곰솔	33.7	개서어나무	5.1	16
31	낙엽활엽수혼효림	29.6	푸조나무	6.8	11
32	느티나무	33.2	느티나무	7.1	10
33	동백나무-참식나무	17.1	-	-	2
34	동백나무	13.2	-	-	7
35	낙엽활엽수-곰솔	29.1	나도밤나무	9.8	13
36	낙엽활엽수-곰솔	38.3	나도밤나무	5.7	11

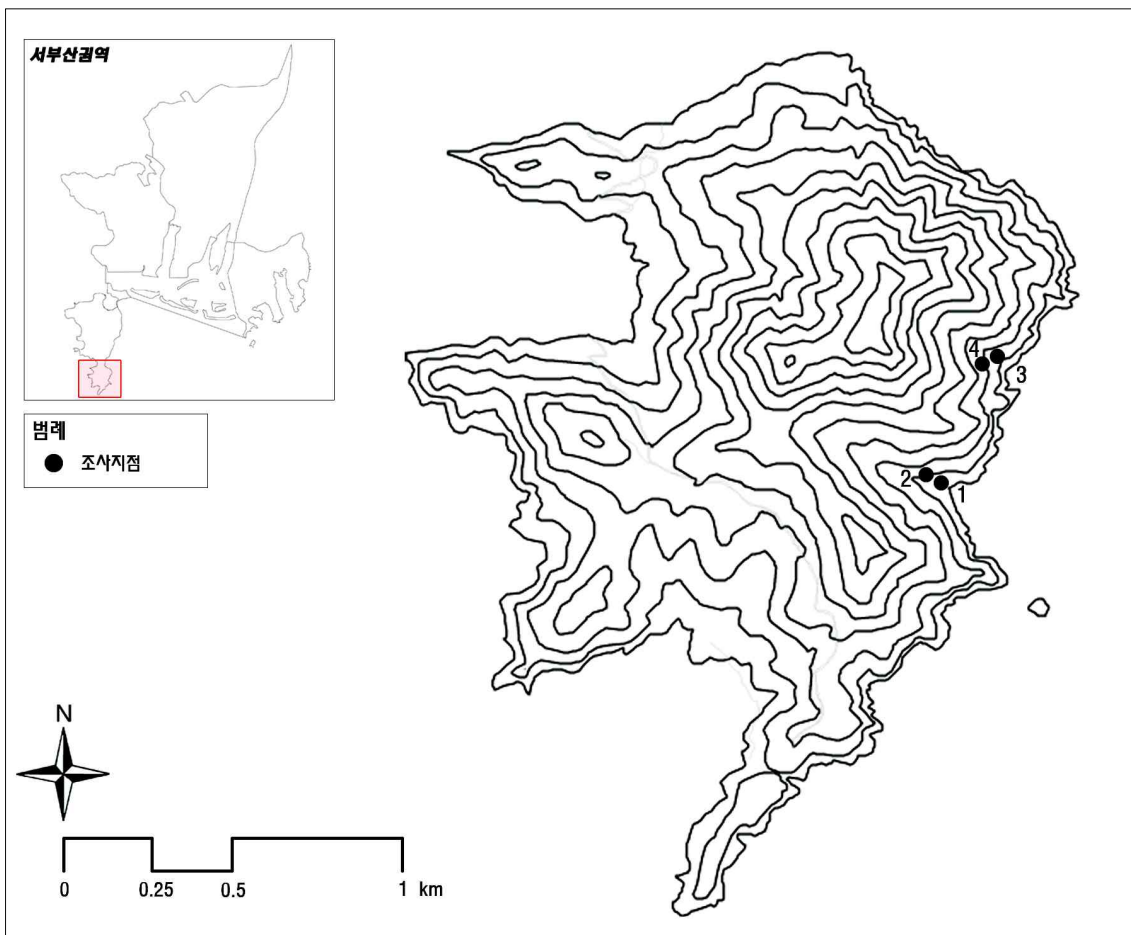


〈그림 3-12-4〉 가덕도권역 우수생태계 식생군락 사진

3) 가덕도 동백나무군락

(1) 일반적 특성

- 가덕도의 동백나무 군락은 국수봉(國守峰, 해발 269m)과 남산의 동쪽 중앙 계곡들을 중심으로 해안 암벽 위의 동남쪽 사면에 자생하고 있는데, 수령이 50~100년 정도로 추정되는 2,500주 정도가 약 6,600㎡의 넓이에 단순림으로 존재한다(부산광역시, 2015).
- 1993년 2월 1일 부산시지정문화재로 지정되었으며, 기존 문헌에 따르면 부산광역시에선 가덕도, 몰운대, 두도, 암남공원, 목도 등 5개 지역에서 동백나무가 자생하는 것으로 알려져 있다.



〈그림 3-12-5〉 가지산권역 동백나무군락 조사구 위치도

(2) 조사결과

- 본 과업에서는 가덕도 동백나무군락을 중심으로 2015년 5월 28일 예비조사를 거쳐, 2015년 6월 20일 총 4개소의 조사구를 설치하여 정밀 조사를 실시하였다.
- 4개 조사구에서 동백나무, 참식나무가 교목층에서 나타났으며, 아교목층을 이루는 수목은 나타나지 않았다.

- 조사구 1의 교목층에서는 동백나무가 I.P. 77.09로 우점하였으며, 참식나무, 느티나무가 출현하였다. 100㎡ 범위에서 동백나무 23개체, 참식나무 6개체, 느티나무 1개체가 나타났으며, 아교목층은 없었다. 관목층에서는 마삭줄이 출현하였다.
- 조사구 2의 교목층에서는 동백나무가 I.P. 84.29로 우점하였으며, 느티나무, 굴피나무, 참식나무가 출현하였다. 100㎡ 범위에서 동백나무 26개체, 느티나무 2개체, 굴피나무 1개체, 참식나무 1개체가 나타났으며, 조사구 1과 마찬가지로 아교목층은 나타나지 않고 관목층에서는 마삭줄이 출현하였다.
- 조사구 3의 교목층에서 동백나무 I.P. 67.55, 참식나무 I.P. 32.45로 나타났고, 관목층에서는 참식나무가 출현하였다.
- 조사구 4의 교목층에서는 동백나무, 참식나무를 포함한 팽나무, 때죽나무, 고욤나무, 느티나무, 산점양왓나무 등 다양한 종류의 수목이 출현하였으며, 동백나무가 I.P. 47.74로 우점하고 있었다. 동백나무 13개체, 참식나무 5개체, 팽나무 2개체 등으로 나타났고, 아교목층을 이루는 수목은 없었으며 관목층에서는 동백나무, 참식나무가 출현하였다.
- 가덕도 동백나무군락은 교목층에서 동백나무, 참식나무가 함께 나타났으며, 교목층의 식피율이 높아 아교목층과 관목층의 발달이 미미하였다.



〈그림 3-12-6〉 가덕도권역 동백나무군락 사진

〈표 3-12-3〉 가덕도권역 동백나무군락 식물군집구조 특성

조사구 번호	수종	교목층 I.P. (개체수)	아교목층 I.P. (개체수)	관목층 I.P. (개체수)	전체 I.P. (개체수)
1	동백나무	77.09 (23)	-	-	38.55 (23)
	참식나무	15.82 (6)	-	-	7.91 (6)
	느티나무	7.09 (1)	-	-	3.55 (1)
	마삭줄	-	-	100.00 (20)	16.67 (20)
2	동백나무	84.29 (26)	-	-	42.15 (26)
	느티나무	10.62 (2)	-	-	5.31 (2)
	굴피나무	2.98 (1)	-	-	1.49 (1)
	참식나무	2.11 (1)	-	-	1.06 (1)
	마삭줄	-	-	100.00 (5)	16.67 (5)
3	동백나무	67.55 (11)	-	-	33.78 (11)
	참식나무	32.45 (2)	-	100.00 (15)	32.89 (17)
4	동백나무	47.74 (13)	-	37.50 (3)	30.12 (16)
	참식나무	16.24 (5)	-	62.50 (5)	18.54 (10)
	팽나무	15.47 (2)	-	-	7.74 (2)
	때죽나무	7.05 (1)	-	-	3.53 (1)
	고욤나무	6.73 (1)	-	-	3.37 (1)
	느티나무	3.72 (1)	-	-	1.86 (1)
	산검양옻나무	3.05 (1)	-	-	1.53 (1)

4) 암남공원 해안림

(1) 일반적 특성

- 1972년 건설부고시로 공원으로 지정되었으나, 군사보호구역으로 출입이 통제되다가 1996년 일반인에게 개방되었다. 인위적 간섭의 영향을 상대적으로 덜 받은 곳으로 도심 속에서 보기 드문 자연생태적 해안림 군락이 발달한 지역이다.
- 암남공원의 식생은 가덕도, 물운대, 두도, 목도 등과 함께 동백나무, 사스레피나무, 천선과나무, 후박나무, 참식나무 등 상록활엽수가 자생하는 부산의 대표적 해안림이다.



〈그림 3-12-7〉 암남공원 해안림 조사구 위치도

(2) 조사결과

- 본 연구에서는 아미산권역 내 암남공원의 해안 산책로를 따라 17개소의 방형구(quadrat)를 집중적으로 설치하여 암남공원 해안림의 식물군집구조 특징을 조사·분석하였다.

- 대부분의 지역에서 곰솔이 우점하고 있었으며, 졸참나무, 떡갈나무 등 낙엽활엽수와 경쟁상태에 있는 곳이 일부 나타났다. 교목층의 평균 흉고직경은 16.7~42.4cm로 다양하게 분포하고 있었다.
- 곰솔 및 참나무류 하부에 바닷가 지형 변화에 따라 특정 식생군락이 아닌 다양한 식생군락이 나타났다. 아교목층의 우점종으로는 팔배나무, 소사나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수가 우점하는 곳과 돈나무, 사스레피나무, 천선과나무, 동백나무 등 상록활엽수가 우점하는 지역이 동시에 나타나고 있었다.
- 암남공원의 해안지역은 서부산권역의 가덕도, 몰운대, 두도, 목도 등과 함께 대표적인 상록활엽수군락 자생지이다. 향후 부산권역 상록활엽수림의 모니터링을 통해 체계적인 관리가 필요한 것으로 판단된다.

〈표 3-12-4〉 아미산권역 암남공원 해안림 식생군락 개요

조사구 번호	군락명	교목층 평균흉고직경	아교목층 우점종	아교목층 평균흉고직경	종수
1	졸참나무	29.2	팔배나무	4.5	17
2	곰솔-졸참나무	25.7	졸참나무	5.9	20
3	곰솔-졸참나무	24.0	소사나무	7.8	16
4	낙엽활엽수-곰솔	25.3	소사나무	9.5	14
5	굴피나무	16.7	-	-	17
6	곰솔	27.1	천선과나무	6.8	16
7	곰솔	31.8	돈나무	8.0	15
8	곰솔	24.5	돈나무	6.7	12
9	떡갈나무-굴참나무	16.5	돈나무	8.3	16
10	떡갈나무-곰솔	24.2	돈나무	5.9	8
11	곰솔	15.3	소사나무	11.8	13
12	곰솔	23.5	소사나무	9.4	12
13	곰솔	19.0	동백나무	6.5	12
14	곰솔	40.0	팔배나무	8.5	16
15	곰솔	42.4	사스레피나무	9.3	20
16	곰솔	25.4	사스레피나무	7.3	13
17	곰솔	24.4	사스레피나무	7.0	11



〈그림 3-12-8〉 아미산권역 암남공원 해안림 사진

3. 결론 및 고찰

1) 가덕도 어음포 계곡

- 어음포 계곡은 가덕도에서 가장 높은 봉우리인 연대봉의 북동쪽에 위치한 계곡으로서 낙엽활엽 수지역이다. 사람이 주거하지 않는 동쪽에 위치하고 있어 비교적 사람들에 의해 교란을 많이 받지 않은 지역이다.
- 가덕도 어음포골에는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 대홍란이 서식하고 있었다. 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 위기종에는 대홍란 등 1종, 취약종에는 애기등, 야고 등 2종, 약관심종에는 개족도리풀, 이팝나무, 두루미천남성 등 3종, 자료부족종에는 옥녀꽃대 등 1종이 조사되었다.

2) 가덕도 국수봉지역

- 가덕도는 부산에서 가장 큰 섬으로 섬의 남쪽지역은 오랜 세월동안 군사지역으로 이용되고 있어 민간인 출입이 통제되고 있다. 이로 인해 인위적 피해가 상대적으로 작아 부산 해안림의 극상을 볼 수 있는 안정적이고 양호한 식물군집구조의 특성을 알 수 있는 곳이다.
- 졸참나무, 개서어나무, 느티나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 숲이었으며, 동백나무, 참식나무, 사스레피나무 등 상록활엽수림도 폭넓게 분포하고 있었다.
- 소나무와 곰솔은 일부 지역에서 출현하였으나, 장기적으로 도태될 가능성이 높았다. 식생관리 유형 중 보전관리유형으로 낙엽활엽수림을 중심으로 기존림을 보전하고, 생태적으로 건전하고 안정적인 극상림으로 천이유도를 위한 생태적 보전 방안을 수립할 필요가 있다.

3) 가덕도 동백나무군락

- 가덕도 동백나무군락은 부산광역시 일부 지역에 자생하는 동백나무군락지 중 하나로 가덕도 남부 동쪽 계곡들을 중심으로 폭넓게 분포하고 있다.
- 교목층에서 동백나무, 참식나무가 동시에 나타났으며, 높은 교목층의 식피율로 인해 하층 발달이 미미하였다.
- 향후 기후변화로 인한 상록활엽수림의 확대를 예측할 수 있는 고정 조사구를 설정하여 지속적인 모니터링이 필요하다고 판단된다.

4) 암남공원 해안림

- 암남공원의 식생은 동백나무, 사스레피나무, 천선과나무, 후박나무, 참식나무 등 상록활엽수가 자생하는 부산의 대표적인 해안림이다.
- 조사 결과, 곰솔 및 참나무류 하부에 바닷가 지형 변화에 따른 다양한 하층 식생군락이 나타났으며, 팔배나무, 소사나무, 졸참나무, 돈나무, 사스레피나무, 천선과나무, 동백나무 등이 아교목층의 주요 우점종이었다.
- 식생의 유형 및 분포위치, 경관적 특성을 고려한 관리가 이루어져야 할 것이며, 체계적 관리를 위한 상록활엽수림 모니터링 설치가 시급한 실정이다.

5) 우수생태계 종합

- 서부산권역의 우수 식생지역은 가덕도의 어음포계곡, 국수봉지역과 암남공원지역이다. 이 지역 모두 군사시설로 인해 민간인 출입이 통제된 지역이었고, 암남공원은 비교적 최근에서야 출입이 가능했다. 즉, 인간의 간섭정도가 다른 지역에 비해 상당히 낮았던 곳이다.
- 두 지역 모두 부산 해안림의 극상림을 살펴볼 수 있는 우수한 식생이 분포하고 있는 곳으로 기후 변화에 따른 상록활엽수림의 확산과 더불어 향후 부산의 잠재자연식생의 모델 예측이 가능한 지역이므로 지속적인 모니터링 실시를 위한 고정 조사구 설정이 필요하다.

제 4 장

자연환경정보의 DB 구축

제1절 자연환경정보의 DB구축

제2절 자연환경정보 관리시스템 구축

제3절 생태·자연도 제작

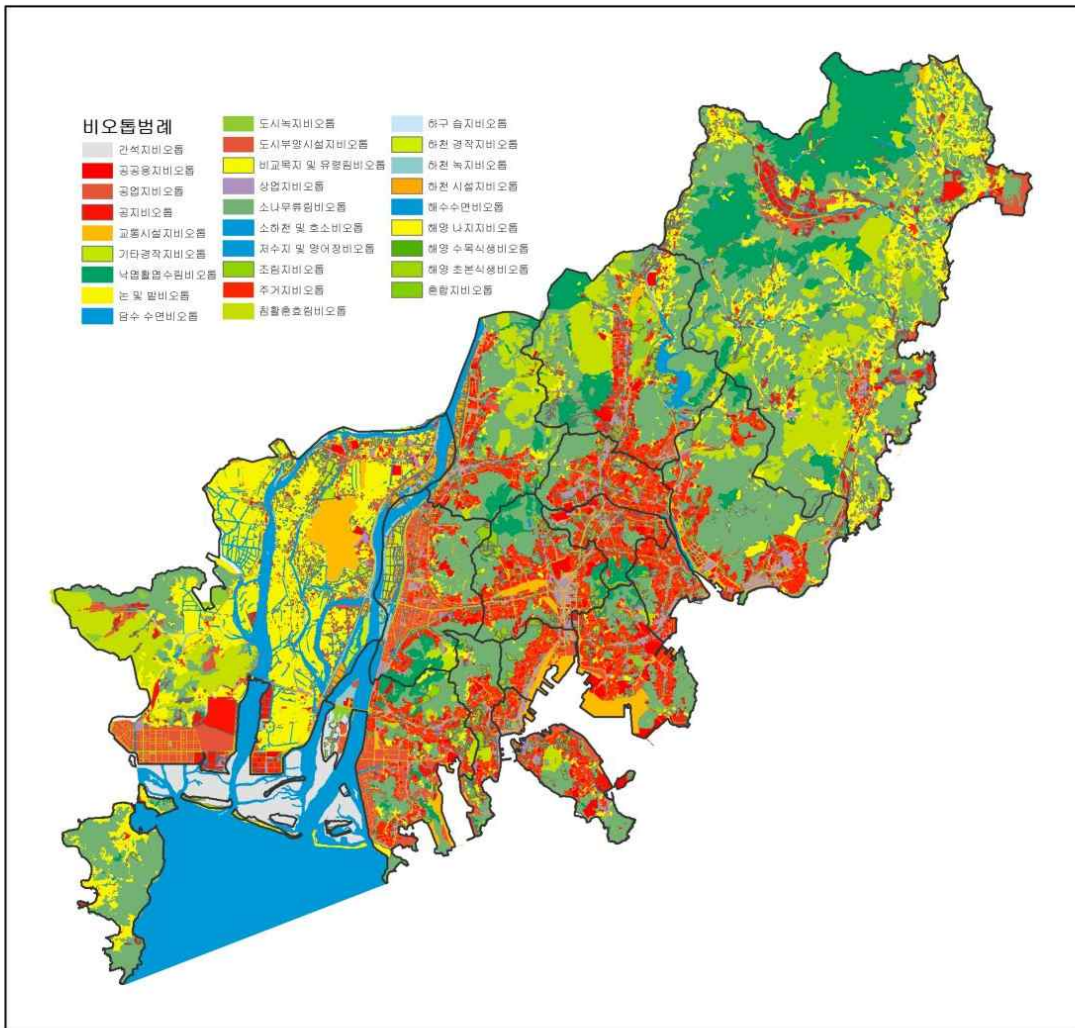
제1절 자연환경정보의 DB구축

1. 부산시 기존 자료

- 부산시는 지난 2001년~2004년까지 생물환경보전을 위하여 부산지역 전체에 대하여 1차 자연환경조사를 실시하였고, 8개 분야 15개 레이어를 GIS DB로 구축하였다(표 4-1-1).
- 부산시는 2007~2010년까지 친환경적인 도시계획에 적용가능한 도시생태현황도(비오톱지도)를 작성하였다(그림 4-1-1).
- 2차 자연환경정보 GIS DB구축에서는 1차 자연환경정보와 도시생태현황도 정보를 같이 포함하였다.

〈표 4-1-1〉 부산시 1차 자연환경조사에서 얻어진 도면 목록

항목	레이어목록	레이어 명	설명
지형경관	지형경관도	TOPO_SCENE_M	지형경관 조사 도면
식생	현존식생도	VEG_ACT_M	현존 식생도면
	주요식생군락분포	IMPO_VEG_COM	주요 식생 군락지 도면
	잠재자연식생도	VEG_POT_M	잠재 자연식생 도면
	식생인간간섭도	VEG_HEME_M	인간 간섭도면
조류	조류조사도	AVI_M	조류 조사지 도면
	특정조류분포도	AVI_SPE_M	특정조류 분포 도면
포유류	포유류조사도	MAM_M	포유류 조사 도면
	포유류분포도	MAM_DIST_M	관찰된 포유류 분포 도면
양서·파충류	특정양서·파충류분포도	AMPHI_SPEC_M	특정양서·파충류 분포 도면
	양서·파충류조사도	AMPHI_M	양서·파충류 조사 도면
어류	어류조사도	FISH_M	어류 조사 도면
곤충류	곤충조사도	ENT_M	곤충 조사 도면
해조류	해조류조사도	MA_M	해조류 조사 도면
	무척추동물조사도	MI_M	무척추동물 조사 도면



〈그림 4-1-1〉 부산시 도시생태현황도(비오톱지도)

〈표 4-1-2〉 부산시 도시생태현황도(비오톱지도)의 필드목록

Field Name	Field 명	Data Type	Size	비고
비오톱유형	비오톱유형	Text	254	비오톱 유형 구분
토지피복유	토지피복유형	Text	254	토지피복 유형 구분
토지이용유	토지이용유형	Text	254	토지이용 유형 구분
현존식생유	현존식생유형	Text	254	현존식생 유형구분
녹피율	녹피율	Real		
비오톱범주	비오톱범주	Text	254	비오톱의 범주구분
보전가치평	보전가치평가	Real		보전가치평가
서식지평가	서식지평가	Real		서식지가치 평가
비오톱범례	비오톱범례	Text	30	
이용범례	이용범례	Text	30	
식생범례	식생범례	Text	30	

2. 타기관 자료의 GIS DB구축

- 자연환경에 관한 정보는 부산시 뿐 만 아니라 여러 기관에서 다양한 형태의 주제도를 생성하여 관리하고 있다. 따라서 각기 다른 기관에서 보유하고 있는 정보들을 통합적으로 운영관리하기 위하여 데이터변환 작업이 필요하다.

1) 타 기관 자료의 현황

- 타 기관이 보유하고 있는 자연환경 자료는 <표 4-1-3>과 같다. 국립지리원, 산림청, 한국지질자원연구원, 국립농업과학원 등에서 자연환경과 관련된 자료를 생성·관리하고 있다.

<표 4-1-3> 타기관 자료의 현황

주제도	제공기관	주요내용	활용가능자료	비고
수치지형도	국토지리정보원	지형도상의 내용을 수치지도로 입력	-표고 -경사 -경사향 -도로 -행정경계 -base map 기능	수치지도
임상도	산림청	산림지역에 대한 수종, 경급, 영급, 소밀도 표기	-수종, 경급, 영급	수치자료
지질도	한국지질자원연구원	암석분포, 지질구조를 표기	-지질자료	수치자료
정밀토양도	국립농업과학원	심토, 침식, 지형 등을 표시하여 토양적성 파악	-유효심토 -침식여부 -토성	수치자료
생태자연도	환경부	자연생태의 가치를 등급화한 지도	-식물군락명 -식물대분류명 -보전등급	수치자료

2) 타 기관 자료의 DB레이어

- <표 4-1-3>에서 나타난 타 기관 자료를 이용하여 부산시 자연환경정보시스템에 필요한 자료를 추출하였다(<표 4-1-4>). 타 기관에서 추출한 자료는 기본정보로서 유용한 가치가 있다.

〈표 4-1-4〉 타 기관 자료에서 추출한 자료목록

항목	레이어명	자료명	설명
수치지형도	등고_50	cont_50	수치지형도 등고선 (Basemap 활용)
	주요도로	road	주요 도로(Basemap 활용)
	주요하천	river	시경계(Basemap 활용)
	구경계	boundgu10	구경계(Basemap 활용)
	주요지형지물	jugi	주요 지형지물
정밀토양도	정밀토양도	정밀토양도_2011_농촌진흥청	토양도
임상도	임상도	임상도_5000	수치 임상도
지질도	지질도	지질도_2008_지질자원연구소	수치 지질도
생태자연도	생태자연도	생태자연도_2012_k2000	수치 생태자연도

3. 조사자료의 GIS DB구축

1) GIS DB구축방법

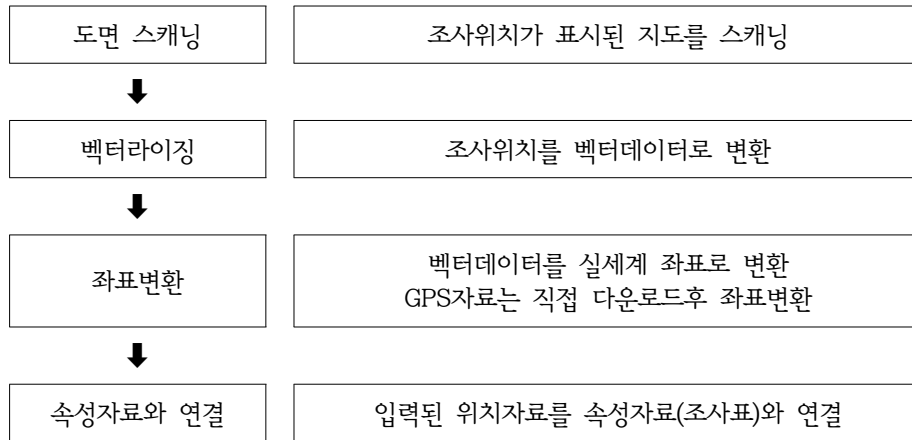
- 대부분의 GIS자료는 위치정보와 속성정보를 동시에 가지고 있다. 위치정보는 도면과 관련되는 위치정보이며, 속성정보는 이 위치정보를 설명하는 속성자료이다.

(1) 위치자료의 입력

- 부산시 자연환경조사에서도 조사자료는 주로 GPS를 사용하여 조사위치를 기록했지만 일부 자료는 1:5,000의 지도위에 조사지점을 표시하고 조사내용은 조사표에 기록하였다. 따라서 위치자료의 경우에는 〈그림 4-1-2〉와 같은 방법으로 입력하였다.

(2) 속성자료의 입력

- 속성자료를 GIS에 입력하기 위하여 Excel로 일단 입력한 후에 검수과정을 거쳐 GIS에 사용 가능한 데이터베이스파일로 변환하였다.



〈그림 4-1-2〉 위치자료의 자료구축순서

2) GIS DB 구축

- 자연환경조사 자료는 크게 각 조사지점의 분포를 나타내는 도면과 이에 대한 속성값을 갖고 있는 조사 자료로 나눌 수 있다. 도면에 관한 자료를 레이어라고 부르고, 속성값을 테이블이라고 한다.
- 3차년도는 지난 1, 2차년도의 도면자료와 속성값을 전부 입력하여 GIS DB를 구축하여 부산시 전체의 완성분을 만들었다.

(1) 레이어 목록

- 각각의 도면(레이어)자료는 조사를 통하여 얻어지며 조사항목에 따라 2가지 이상의 도면이 생성될 경우도 있다<표 4-1-5>. 이러한 도면자료와 연관된 조사속성자료가 테이블로 저장된다.

〈표 4-1-5〉 조사에서 얻어진 도면(레이어) 목록

항 목	레이어명	자료명	설명
지형경관	경관	경관지점	지형경관 조사 도면
	표고	dem5	표고분석데이터
	경사	slope10	경사분석데이터(degree)
	사면방위	aspect10	방위분석데이터
식생	현존식생도	현존식생도	현존 식생도면
	잠재자연식생도	잠재자연식생도	잠재자연식생
	인간간섭도	인간간섭도	인간간섭도
	보호종 및 귀화종 분포	보호종및귀화종	보호종 및 귀화종 분포도면
	상록활엽수 분포	상록활엽수분포	상록활엽수 분포도면
	습지식물	습지식물	습지식물 분포도면
	금정산습지	금정산습지	금정산습지 식생도
	장산습지	장산습지	장산습지 식생도
조류	조류분포(멸종위기종)	조류	조류(멸종위기종)분포도
	조류분포(보호종)	조류	조류(보호종) 분포도
	조류분포(천연기념물)	조류	조류(천연기념물) 분포도
포유류	포유류분포	포유류	포유류 분포도
	포유류보호종분포	포유류_보호종	포유류 보호종 분포도
	포유류유해종분포	포유류_유해종	포유류 유해종 분포도
양서·파충류	양서류분포	양서류	양서류 분포도
	파충류분포	파충류	파충류 분포도
어류	어류조사도	어류	어류 조사 도면
곤충류	곤충	곤충	곤충 조사 도면
	수서생물	수서	수서생물 조사도면
해양생물	해조류	해조류	해조류 조사 도면
	해변무척추동물	해변무척추동물	해변무척추동물 조사 도면

제2절 자연환경정보 관리시스템 구축

1. GIS시스템 구축

1) 목적 및 개발환경

- 부산시에서 3년간에 걸쳐서 조사하고 있는 부산시 자연환경조사 결과를 효과적으로 관리하고, 체계적으로 정리하여 앞으로의 정책수립 및 행정에 도움이 될 수 있는 GIS시스템을 구축하고자 한다.
- 2차 자연환경조사를 통해 획득된 경관, 식생, 조류와 포유류, 곤충류, 해조류 등의 생물종 자료와 1차 자연환경조사에서 구축된 자료, 타 기관에서 보유하고 있는 취득 가능한 수치정보들을 GIS 데이터베이스로 구축하여, 사용자가 쉽게 접근하여 검색할 수 있는 시스템을 구축하였다.
- 본 GIS 시스템의 구축에는 친숙한 기존의 고가인 ArcGIS를 대신하여 오픈소스GIS의 대표주자인 QGIS 2.14.1을 사용하여 GIS시스템을 구축하였다. 오픈소스 소프트웨어는 소프트웨어의 소스코드가 공개되어 있으며, 일반적으로 자유로운 사용, 복사, 수정, 재배포의 권한을 부여받아 일반 관공기관에서도 무료로 사용할 수 있다..
- QGIS는 오픈소스 기반의 강력하고 편리한 지리정보 소프트웨어로서, Windows, Mac OSX, Linus, Unix 등 다양한 시스템을 지원하는 것이 특징으로, C++, Python을 기반으로 개발되었다.
- 제품군으로는 QGIS Desktop, QGIS Browser, QGIS Server, QGIS Client로 구성되어 있으면, 본 연구에서는 QGIS Desktop을 사용하여 시스템을 구축하였다. QGIS의 주요 기능은 <표 4-2-1>에 나타나 있다.
- QGIS에 대한 자세한 내용은 <http://qgis.org> 사이트를 참고하면 되고, 이 사이트에서 QGIS의 여러 버전을 다운로드 받을 수 있고, 한글로 된 자세한 사용법과 교육교재도 얻을 수 있다.

〈표 4-2-1〉 QGIS의 주요 기능

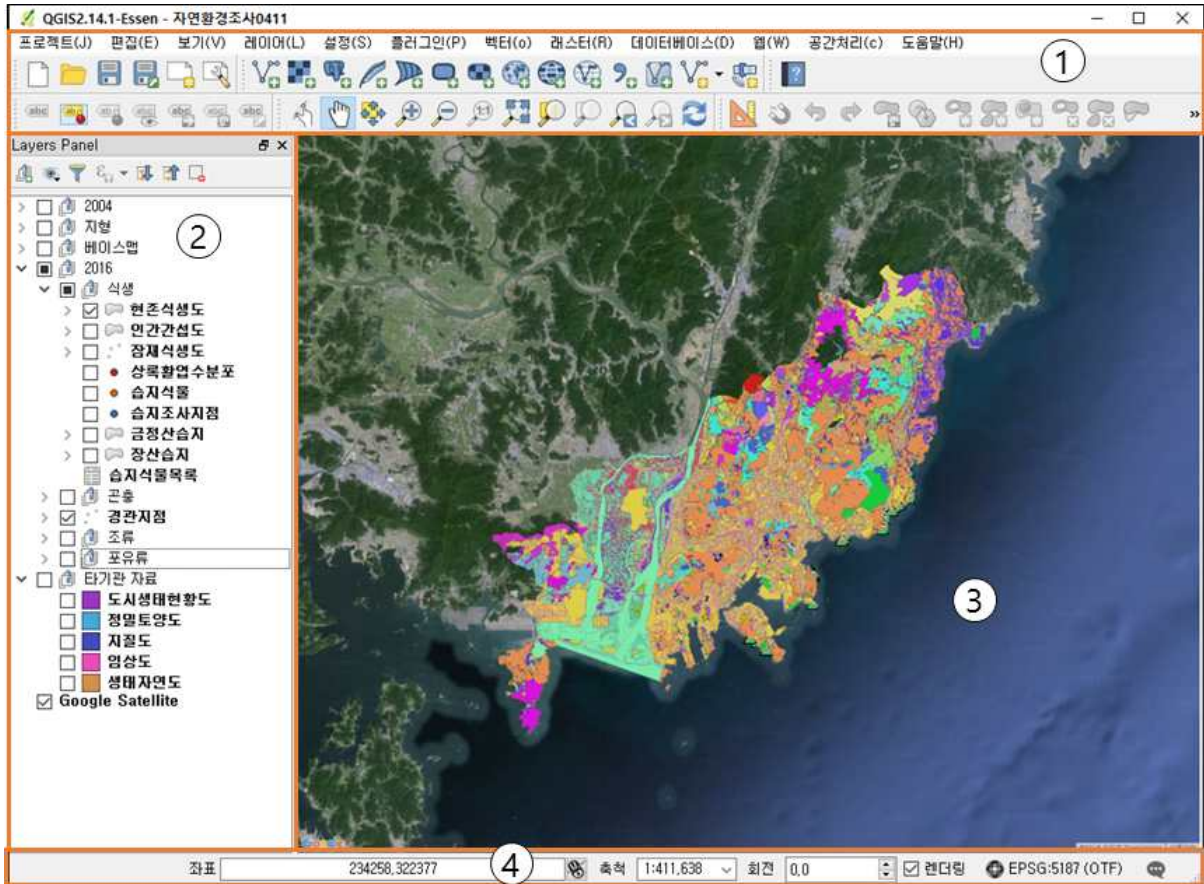
주요 기능 및 특징	설명
다양한 공간자료 포맷 지원	<ul style="list-style-type: none"> - PostGIS, SpatiaLite 등과 같은 DB - OGR을 이용한 대부분의 벡터 포맷 지원(SHP, TAB, SDTS, GML등) - GDAL을 이용한 대부분의 래스터 포맷 지원(GeoTiff, USGS DEM, IMG 등) - OGC WMS, WMS-T(Tile Cache), WFS, WFS-T
사용자 친화적인 공간 자료 조작도구	<ul style="list-style-type: none"> - EPSG 등록 좌표계 및 사용자 좌표계 지원 - 실시간 투영 기능 제공 - 인쇄 구성기 - 오버뷰 창 - 공간 책갈피 기능 - 객체 선택 및 조회 - 속성 정보 조회, 편집, 검색 - 객체 라벨링 - 벡터 다이어그램 중첩 - 벡터와 래스터에 다양한 심볼로지 적용 가능 - 경위도 격자 그리기 - 측정 기능 및 좌표 독취 기능
공간 자료 생성 및 편집	<ul style="list-style-type: none"> - 디지털라이징 기능 제공 - 속성 정보 및 래스터 계산 기능 - 래스터 자료 위치 등록 기능(GeoReferencer) - GPX 포맷 읽기/내보내기 등
공간분석기능	<ul style="list-style-type: none"> - Buffer, Intersect, Within 등 - Map Algebra - 지형 분석 기능 - 수문학적 모델링 - 네트워크 분석 등
강력한 플러그인 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 기본 플러그인 외에 다양한 3rd Party 플러그인 존재 - Python을 이용한 플러그인 직접 개발 가능
편리한 인터넷 지도 발행	<ul style="list-style-type: none"> - QGIS Server 혹은 UMN MapServer를 이용해 QGIS 지도를 편리하게 인터넷으로 서비스

2) GIS 시스템 사용법

(1) 초기화면

- 프로그램을 시작하면 〈그림 4-2-1〉과 같은 부산자연환경조사 관리시스템이 열린다. 〈그림 4-2-2〉에서 보는바와 같이 화면은 크게 4가지로 구분된다.
- 화면의 최상단에는 QGIS를 사용할 수 있는 메뉴와 도구시스템이 나타나고〈그림 4-2-1 의 ①〉, 왼쪽에는 다양한 자연환경조사 데이터를 조정할 수 있는 레이어조정 기능이 있으며〈그림 4-2-1의 ②〉, 화면의 중앙부는 레이어의 조정에 따라 다양한 자연환경자료를 지도로 보여줄 수 있는 윈도우 창이 있다〈그림 4-2-1의 ③〉.

- 사용자는 자기가 하고자 하는 업무에 따라 다양한 화면을 만들 수 있으며, <그림 4-2-1의 ④>는 화면상의 좌표 위치와 축척, 좌표체계를 알려주는 상태창이다.



<그림 4-2-1> 부산자연환경 관리시스템의 주화면

(2) 메뉴와 화면조정 도구

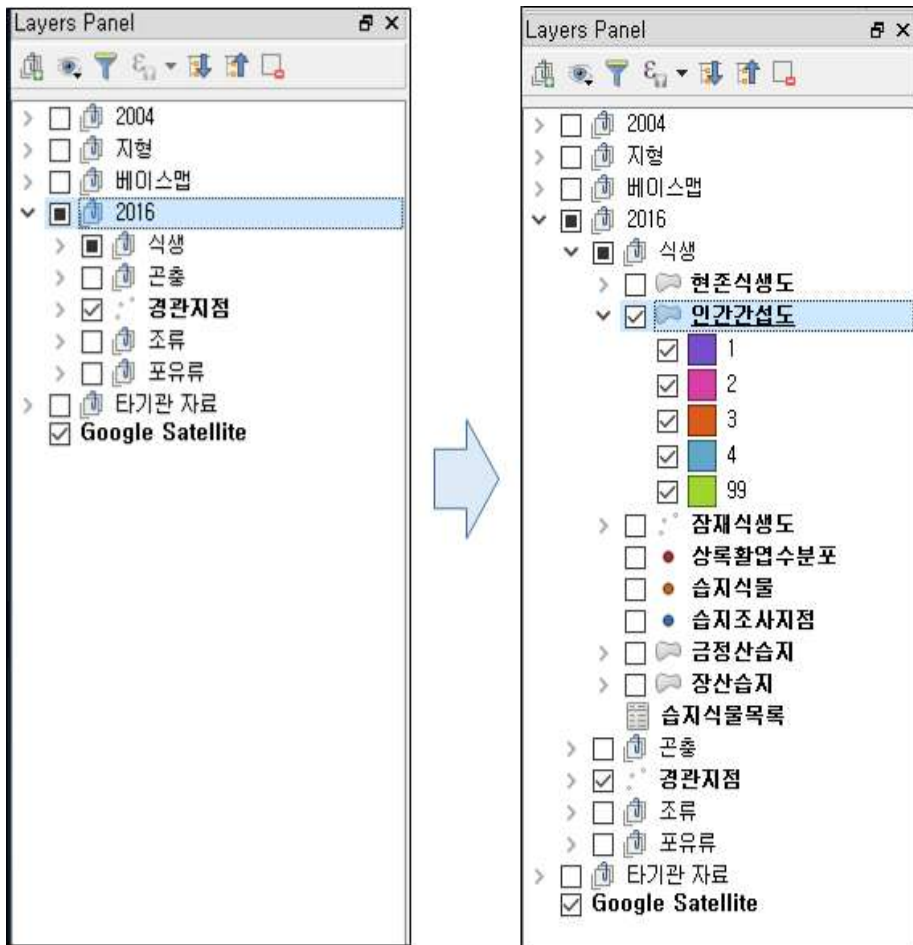
- 화면조정툴바에서 1은 지도이동, 2는 선택개체로 지도 이동, 3은 화면확대, 4는 화면 축소, 5는 실제크기로 보기, 6은 전체보기, 7은 선택영역 확대, 8은 레이어영역 확대, 9는 이전화면, 10은 다음화면, 11은 화면새로 고침 기능을 나타내고 있다<그림 4-2-2>.
- 이러한 화면조정툴바를 이용하여 원하는 만큼 지도를 확대, 축소, 이동을 할 수 있으며, 원하는 정보를 검색하거나 확인할 수 있다.



<그림 4-2-2> 지도를 조정할 수 있는 화면 조정 툴바

(3) 레이어조정

- 주화면의 왼편에 위치하고 있는 레이어조정 화면은 <그림 4-2-3>과 같다. 부산자연환경의 데이터셀은 크게 2004년자료, 지형 및 경관, 베이스맵, 2016년자료, 타기관자료로 나누어지며, 2016년자료 아래에 식생, 곤충, 조류, 포유류, 양서류, 파충류, 어류 등 분야별로 자료가 그룹화 되어 있으며, 그룹레이어 아래에 조사자료에 대한 하위레이어가 존재한다.
- 각 레이어 그룹의 > 를 누르면 <그림 4-2-3의 좌측>이 <그림 4-2-3의 우측>과 같이 확장되어 하위레이어가 나오며, 다시 레이어를 누르면 각 조사자료에 대한 범례가 나온다. 또한 레이어를 드래그하여 놓으면 자동적으로 순서를 변화시킬 수 있다.
- 각 레이어 이름 앞에 있는 □를 선택하면 ▣로 변하고, 이 자료가 화면에 출력되며, 다시 한번 더 누르면 □로 변하여 자료가 화면에 나타나지 않는다.



<그림 4-2-3> 레이어 조정을 할 수 있는 창

제3절 생태·자연도 제작

1. 생태·자연도 작성 기준

1) 생태·자연도 개요

- 생태·자연도는 산·하천·습지·호소·농지·도시·해양 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화하여 작성된 지도로 자연생태계의 구조와 기능을 체계적으로 이해하는데 필요한 자연경관, 생물분포현황 및 토지이용현황에 대한 정보를 지도상에 종합적으로 표현한 것이다.
- 생물다양성 보전을 위하여 자연환경보전법 제 30조, 31조에서는 매 5년마다 전국의 자연환경을 조사하도록 하고 있다. 또한 동 법 34조에서 조사결과를 토지이용 및 개발계획의 수립이나 시행에 활용할 수 있도록 생태·자연도 작성에 대한 사항을 언급하고 있다.
- 생태·자연도의 등급은 자연환경의 보전 및 복원 지역을 1등급, 자연환경의 보전 및 개발·이용에 따른 훼손을 최소화하는 지역을 2등급, 체계적인 개발 및 이용지역을 3등급으로 구분하여 작성되며, 다른 법률의 규정에 의하여 보전되는 지역 중 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전 등을 위하여 관리되고 있는 지역을 별도관리지역으로 구분하여 표현한다(표 4-3-1).
- 생태·자연도는 ① 「환경정책기본법」 제14조·제17조 및 제18조에 따른 국가환경종합계획·환경보전중기종합계획 및 시·도환경보전계획, ② 「환경영향평가법」 제9조 및 제43조에 따른 전략환경영향평가협의 대상계획 및 소규모 환경영향평가 대상사업, ③ 「환경영향평가법」 제22조에 따른 영향평가 대상사업, ④ 그 밖에 중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체의 장이 수립하는 개발계획 중 특별히 생태계의 훼손이 우려되는 개발계획에 활용할 수 있다.

〈표 4-3-1〉 생태·자연도 등급별 기준

등급	등급기준
1등급 권역	가. 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제2조 제2호에 따른 멸종위기 야생생물 (이하 "멸종위기야생생물"이라 한다)의 주된 서식지·도래지 및 주요 생태축 또는 주요 생태통로가 되는 지역 나. 생태계가 특히 우수하거나 경관이 특히 수려한 지역 다. 생물의 지리적 분포한계에 위치하는 생태계 지역 또는 주요 식생의 유형을 대표하는 지역 라. 생물다양성이 특히 풍부하고 보전가치가 큰 생물자원이 존재·분포하고 있는 지역 마. 그 밖에 가목 내지 라목에 준하는 생태적 가치가 있는 지역으로서 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 지역 ① 자연원시림이나 이에 가까운 산림 또는 고산초원 ② 자연상태나 이에 가까운 하천·호소 또는 강하구
2등급 권역	1등급에 준하는 지역으로서 장차 보전의 가치가 있는 지역 또는 1등급 권역의 외부지역으로 1등급 권역의 보호를 위하여 필요한 지역
3등급 권역	1등급 권역, 2등급 권역 및 별도관리지역으로 분류된 지역외의 지역으로서 개발 또는 이용의 대상이 되는 지역
별도관리지역	다른 법률의 규정에 의하여 보전되는 지역중 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전 등을 위하여 관리되고 있는 지역으로서 대통령령이 정하는 지역 ① 「산림보호법」 제7조 제1항에 따른 산림보호구역 ② 「자연공원법」 제2조 제1호의 규정에 따른 자연공원 ③ 「문화재보호법」 제25조에 따라 천연기념물로 지정된 구역(그 보호구역을 포함한다) ④ 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제27조 제1항에 따른 야생생물 특별보호구역 또는 같은 법 제33조제1항에 따른 야생생물 보호구역 ⑤ 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조의 규정에 따른 수산자원보호구역(해양에 포함되는 지역은 제외한다) ⑥ 「습지보전법」 제8조제1항의 규정에 따른 습지보호지역(연안습지보호지역을 제외한다) ⑦ 「백두대간보호에 관한 법률」 제6조의 규정에 따른 백두대간보호지역 ⑧ 법 제12조의 규정에 따른 생태·경관보전지역 ⑨ 법 제24조의 규정에 따른 시·도 생태·경관보전지역

출처: 자연환경보전법 및 자연환경보전법 시행령

2) 생태·자연도 평가항목별 작성 기준

- 환경부의 생태·자연도 작성지침(환경부예규 제547호, 2015.7.17, 일부개정)에 따르면 생태·자연도 작성 평가 기준은 〈표 4-3-2〉와 같다.
- 생태·자연도는 10년마다 행해지는 전국의 자연환경조사 결과를 기초로 작성하며, 작성된 생태·자연도에 대해서는 정밀조사 보완조사 또는 변화관찰 결과를 반영할 필요가 있는 경우는 매년 반영할 수 있다.

- 생태자연도 등급의 판정기준은 식생, 멸종위기야생생물, 습지, 지형항목을 기준으로 평가하며, 식생은 현존식생도 및 식생보전등급, 임상도 자료를 활용하고, 멸종위기야생생물은 자연환경조사보고서(무인도서 및 습지조사보고서 포함), 철새동시센서스보고서, 조수실태조사보고서, 멸종위기 야생생물 전국분포조사보고서, 철새도래지, 국제협약보호지역 관련 자료 등을 활용한다. 습지는 전국자연환경조사보고서, 철새동시센서스보고서, 조수실태조사보고서, 습지조사보고서 등을 활용하고 지형은 전국자연환경조사보고서, 관련 조사연구보고서 등을 활용한다.
- 환경부에서 제작하고 있는 생태·자연도의 평가기준은 <표 4-3-2>와 같다. 평가기준은 식생우수지역, 멸종위기야생동·식물의 분포 및 종수, 습지의 상태, 지형경관을 기준으로 생태자연도 등급을 정하고 있다.
- 평가항목 중에서 “멸종위기 야생생물 서식지”는 격자로 경계를 표시하되, 서식지를 명확하게 알 수 있는 경우에는 실선으로 표시할 수 있다. 격자는 국토교통부의 격자 좌표계 기준에 따르며, 한 격자의 크기는 가로250m x 세로250m(면적 62,500m²)로 한다.

〈표 4-3-2〉 환경부의 생태·자연도의 평가항목별 등급기준

평가분야	등급	권역 평가기준
식생	1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식생보전등급 I 등급에 해당하는 지역 ○ 식생보전등급 II 등급에 해당하는 지역
	2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식생보전등급 III 등급에 해당하는 지역 ○ 식생보전등급 IV 등급에 해당하는 지역 ○ 식생 조사가 안 된 지역의 경우 자연식생으로 임상도 2등급 이상 지역
	3	○ I등급 및 2등급 지역을 제외한 모든 지역은 3등급
멸종위기야생생물	1	<p>포유류</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생생물 I 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 IV 등급 또는 임상도 2등급 이상 지역에 서식하거나 습지에 서식하는 경우(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x 750m) ○ 멸종위기야생생물 II 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 III 등급 또는 임상도 3등급 이상 지역에 서식하거나 습지에 서식하는 경우(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		<p>조류</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생생물 I 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 IV 등급 또는 임상도 2등급 이상 지역에 서식하는 경우(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x 750m) ○ 멸종위기야생생물 II 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 III 등급 또는 임상도 3등급 이상 지역에 서식하는 경우(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		<p>양서·파충류</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생생물 I 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 IV 등급 또는 임상도 2등급 이상 지역에 서식하는 경우(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x 750m) ○ 멸종위기야생생물 II 급 종이 식생보전등급 I 등급에서 III 등급 또는 임상도 3등급 이상 지역에 서식하는 경우(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)

〈표 4-3-2〉 계속

평가분야	등급	권역 평가기준	
멸종위기 야생생물		곤충류	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생물 I급 종이 식생보전등급 I등급에서 IV등급 또는 임상도 2영급 이상 지역에 서식하는 경우(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x750m) ○ 멸종위기야생생물 II급 종이 식생보전등급 I등급에서 III등급 또는 임상도 3영급 이상 지역에 서식하는 경우(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		식물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생물 I급 종이 식생보전등급 I등급에서 IV등급 또는 임상도 2영급 이상 지역에 서식하는 경우(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x750m) ○ 멸종위기야생생물 II급 종이 2종 이상 식생보전등급 I등급에서 IV등급 또는 임상도 3영급 이상 지역에서 함께 서식하는 경우(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		철새도래지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 5년간 철새가 1만 마리 이상 매년 도래하면서 멸종위기야생동물인 조류가 평균 4종 이상 도래하는 철새도래지(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x750m) ○ 철새 한 종의 개체수의 1%이상이 도래하는 철새도래지(해당 서식지의 격자, 250m x 250m) ○ 철새도래지가 I등급 습지를 포함하는 경우 250m의 폭으로 습지 주변을 벨트화
		국제협약보호지역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자연환경관련 국제협약·기구에 등록된 지역(별도관리지역과 중첩되면 제외) ○ 자연환경보전을 위한 국가간 협력사업 대상지역
	2	동물	○ 평가된 생태·자연도 1등급 권역 이외의 지역으로서 멸종위기야생동물(포유류, 조류, 양서·파충류, 어류, 곤충)이 1종 이상 서식하고 있는 지역(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		식물	○ 평가된 생태·자연도 1등급 권역 이외의 지역으로서 멸종위기야생식물이 1종 이상 서식하고 있는 지역(해당 서식지의 격자, 250m x 250m)
		철철새도래지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가된 생태·자연도 1등급 권역 이외의 지역으로서 최근 5년간 철새가 1천 마리 이상 매년 도래하면서 멸종위기야생동물인 조류가 평균 2종 이상 도래하는 철새도래지(서식지를 기준으로 사방 8개 격자, 750m x750m) ○ 철새도래지가 습지를 포함하는 경우 250m의 폭으로 습지 주변을 벨트화 ○ 평가된 생태·자연도 1등급 권역을 둘러싸고 있는 지역으로서 철새가 다량 서식하고 있는 지역
	3	나머지 지역	

〈표 4-3-2〉 계속

평가분야	등급	권역 평가기준
습지	1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생동물이 2종 이상 번식 하거나 생육장으로 중요한 자연 습지 ○ 멸종위기야생동·식물이 6종 이상 살고 있는 습지 ○ 최근 5년간 물새가 2만 마리 이상 매년 도래하면서 멸종위기야생동물인 조류가 평균 4종 이상 도래하거나 최근 5년간 물새 한 종의 개체수의 1%이상이 매년 도래하는 습지 ○ 어류가 20종 이상 서식하는 자연호소(단, 외래 및 도입 어류는 제외) ○ 인공적인 변형이 없는 자연 하천습지로서 다음 어느 하나에 해당하는 경우 <ul style="list-style-type: none"> 1) 하도 내 수생식물 또는 목본류 등의 식생이 정착한 퇴적지형 2) 하도 내 식생이 정착하지 않은 하중도, 포인트바, 여울 등의 퇴적지형 3) 하천의 배후 충적지 가운데 수생식물 또는 목본류 등의 식생이 정착한 퇴적지형 4) 하천의 배후 충적지 가운데 식생이 정착하지 않은 퇴적지형 5) 과거에는 하천이었다가 유로의 절단, 구조운동 등의 결과로 현재는 우각호 형태를 띠고 있으면서 수생식물이 정착하여 있는 구하도 ○ 산지습지의 경우 멸종위기야생동물 I급 종이 1종 이상 또는 II급 종이 2종 이상 서식하는 산지습지 ○ 경제적·생태학적으로 중요한 회유성 어류의 이동통로·산란장인 자연하천 ○ 습지 중 하천을 1등급 권역으로 작성하는 경우 대상지로부터 상류 500m와 하류 500m 및 하천양안의 경계로부터 100m 이내 지역. 다만, 하천 양안 경계지역은 식생보전등급 1등급에서 IV등급 또는 임상도 2영급 이상 지역에 한함 ○ 습지 중 호소, 저수지, 하구, 산지습지 등을 1등급 권역으로 작성하는 경우 습지 경계로부터 100m 이내 지역. 다만, 습지 양안 경계지역은 식생보전등급 1등급에서 IV등급 또는 임상도 2영급 이상 지역에 한함
	2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생동물이 2~5종 살고 있는 습지 ○ 평가된 생태·자연도 1등급 권역 이외의 지역으로서 최근 5년간 물새가 5천 마리 이상 매년 도래하면서 멸종위기야생동물인 조류가 평균 2종 이상 도래하는 습지 ○ 어류가 11~19종 서식하는 자연호소(단, 외래 및 도입 어류는 제외) ○ 멸종위기야생동물이 1종 서식하는 산지습지 ○ 습지 중 하천을 2등급 권역으로 작성하는 경우 대상지로부터 상류 500m와 하류 500m 및 하천양안의 경계로부터 100m 이내 지역. 다만, 하천 양안 경계지역은 식생보전 IV등급 이하 또는 임상도 2영급 이상 지역에 한함 ○ 습지 중 호소, 저수지, 하구, 산지습지 등을 2등급 권역으로 작성하는 경우 습지 경계로부터 100m 이내 지역. 다만, 습지 양안 경계지역은 식생보전등급 IV등급 이하 또는 임상도 2영급 이상 지역에 한함
	3	나머지 지역
지형	1	지형보전등급이 I 등급인 지역. 다만, 취락지는 제외
	2	지형보전등급이 II 등급인 지역
	3	나머지 지역

자료: 환경부, 생태자연도 작성지침(환경부 예규, 제547)

2. 생태·자연도 제작

1) 환경부 생태·자연도 GIS-DB 구축

- 제2차 전국자연환경조사(1997년~2005년)에서 수집된 자료와 기존이 자연환경 관련 주제도를 이용하여 식생등급도와 동식물분포도, 지형경관 현황도, 별도관리지역 및 지도표현을 위한 기본도를 구축하고, 이를 토대로 생태·자연도를 제작(2007년)하였으며, 3차 전국자연환경조사(2006년~2012년)를 실시하여, 기 구축된 생태·자연도를 갱신하였다.

〈표 4-3-3〉 식생보전등급분류 기준

등급구분	분류 기준
가. I 등급	(1) 식생천이의 중국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 (가) 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등) (나) 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(오리나무군락, 비솔나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림 (2) 삼림식생 이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생 (가) 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 염습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생. 다만, 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함
나. II 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 삼림식생 (가) 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재 자연 식생을 반영하고 있음 (나) 난온대 상록활엽수림(동백나무군락, 신갈나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림) (2) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생
다. III 등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 삼림식생 (가) 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함 (나) 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 (2) 산지대에 형성된 2차 관목림이나 2차 초원 (3) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생
라. IV 등급	인위적으로 조림된 식재림
마. V 등급	(1) 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(묵밭이나 훼손지 등의 억새군락이나 기타 잡초군락 등) (2) 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등) (3) 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장 (4) 논밭 등의 경작지 (5) 주거지 또는 시가지 (6) 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수면과 그 하안 및 호안

주) 식재림은 인위적으로 조림된 수종 또는 자연적(2차림)으로 형성되었다 하더라도 아까시나무 등의 조림기원 도입종이나 개량종에 의해 식피율이 70%이상인 식물군락으로 한다. 다만, 녹화 목적으로 적지적수(適地適樹)가 식재된 경우에는 식재림으로 보지 않는다.

- 식생등급도는 기 구축된 임상도, 정밀녹지자연도, 현존식생도를 기본으로, 2, 3차 전국자연환경조사자료를 새로운 주제로 입력하여 평가기준에 맞게 분류한다<표 4-3-3>.
- 동·식물분포도와 지형경관도는 자연환경전국조사 자료를 이용하여 평가기준에 맞게 분류하였고<표 4-3-3>, 별도관리지역은 관계기관의 기 구축된 자료를 이용한다<표 4-3-1>.
- 도면작업의 기초가 되는 기본도는 1:25,000 수치지형도에서 22개의 레이어를 추출하여 구축하였다.

〈표 4-3-4〉 지형보전등급분류 기준

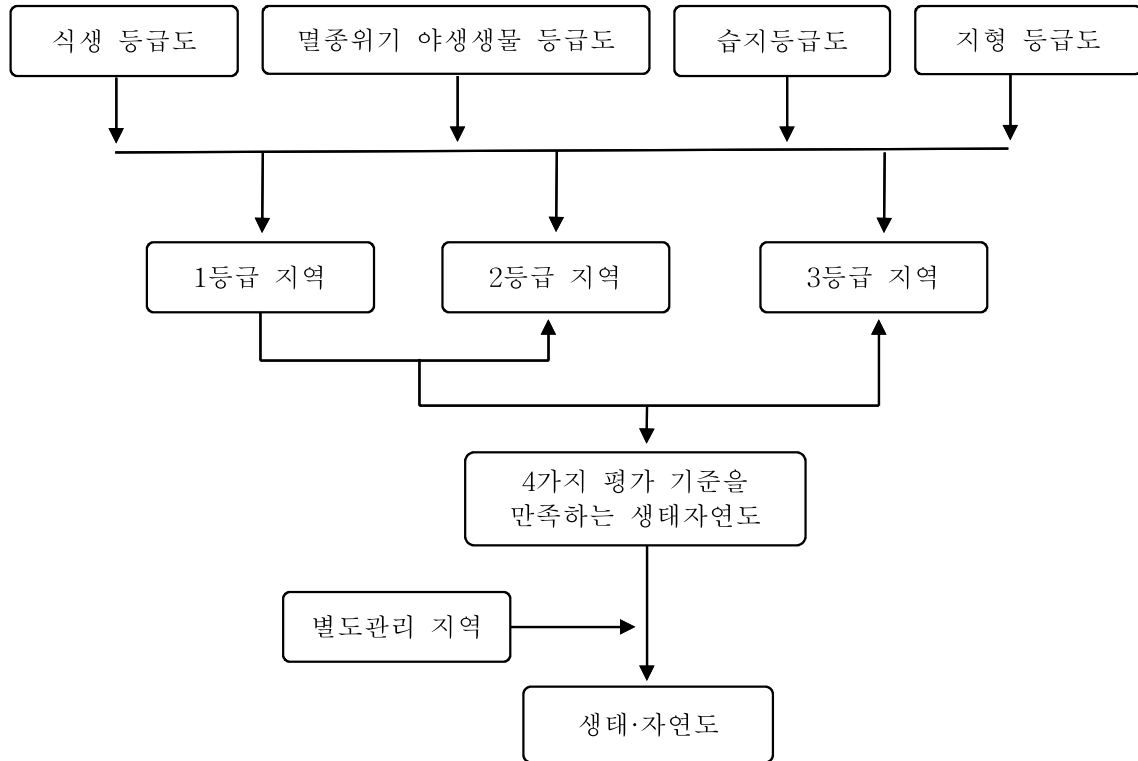
등급구분	분 류 기 준
가. I 등급	(1) 절대적으로 보전해야 하는 대상 지형 또는 보전대상 지형 분포 지역 (2) 8가지 지형보전등급 평가항목에 대한 표준점수가 90점 이상인 경우 (3) 위 항에 해당하지 않으나 조사자가 지형의 특수성을 인정하여 ‘기타 항목’에 의해 II 등급을 상향 조정하고 ‘기타 의견’란에 상세한 의견을 기재한 경우 (4) 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제2조 제2호의 규정에 의한 멸종위기 야생생물 I 급과 II 급처럼 생태 서식처 기능의 측면에서 단일 지형만으로도 절대적으로 보전되어야 할 가치가 있는 경우 (5) I 등급 지형 요소가 인접한 지역에서 집중적으로 분포할 경우 ‘특정 지형’ 지정과 정밀조사 건의를 검토함
나. II 등급	(1) 보전 대상 지형 또는 보전대상 지형 분포 지역에 해당 (2) 원형의 보전 상태가 양호한 지형 (3) 8가지 지형보전등급 평가항목에 대한 표준점수가 75점~89점인 경우 (4) 위 항에 해당하지 않으나 조사자가 지형의 특수성을 인정하여 ‘기타 항목’에 의해 III 등급을 상향 조정하고 ‘기타 의견’란에 상세한 의견을 기재한 경우
다. III 등급	(1) 준 보전 대상 지형 또는 지형 분포 지역에 해당 (2) 8가지 지형보전등급 평가항목에 대한 표준점수가 55점~74점인 경우 (3) 원지형이 일부 훼손된 지형으로 보전이나 관리가 필요한 지형 (4) 위 항에 해당하지 않으나 조사자가 지형의 특수성을 인정하여 ‘기타 항목’에 의해 IV 등급을 상향 조정하고 ‘기타 의견’란에 상세한 의견을 기재한 경우
라. IV 등급	(1) 지형으로서의 보전가치가 없음 (2) 원형이 훼손된 지형, 복원 가능성이 낮은 지형 (3) 지형의 성인, 특성, 형태 등의 측면에서 보편적으로 분포하는 지형 (4) 인공지형과 주민생활과 밀접한 관련이 있는 지형 (5) 8가지 지형보전등급 평가항목에 대한 표준점수가 54점 이하인 경우

〈표 4-3-5〉 환경부의 생태자연도 제작을 위해 사용된 주제도

구분	작업량	사용자료	제작단위
식생등급도	505도엽	○ 자연환경조사:식생 ○ 현존식생도 ○ 임상도 ○ 정밀녹지자연도	1:25,000
동·식물분포도 지형경관분포도	499도엽	○ 자연환경조사 - 지형경관 - 육상곤충 - 특정식물 - 포유류 - 양서류 - 파충류 - 조류 - 담수어류 - 담수무척추 - 해안무척추 - 해조류 - 염생식물	1:25,000 전국 1식
별도관리지역	전국 1식	○ 자연공원 ○ 상수원보호구역 ○ 수변보호구역 ○ 자연생태계보전지역 ○ 조수보호구역 ○ 수자원보호구역	전국 1식
기본도	559도엽	○ 수치지형도	1:25,000

2) 생태·자연도 제작 과정

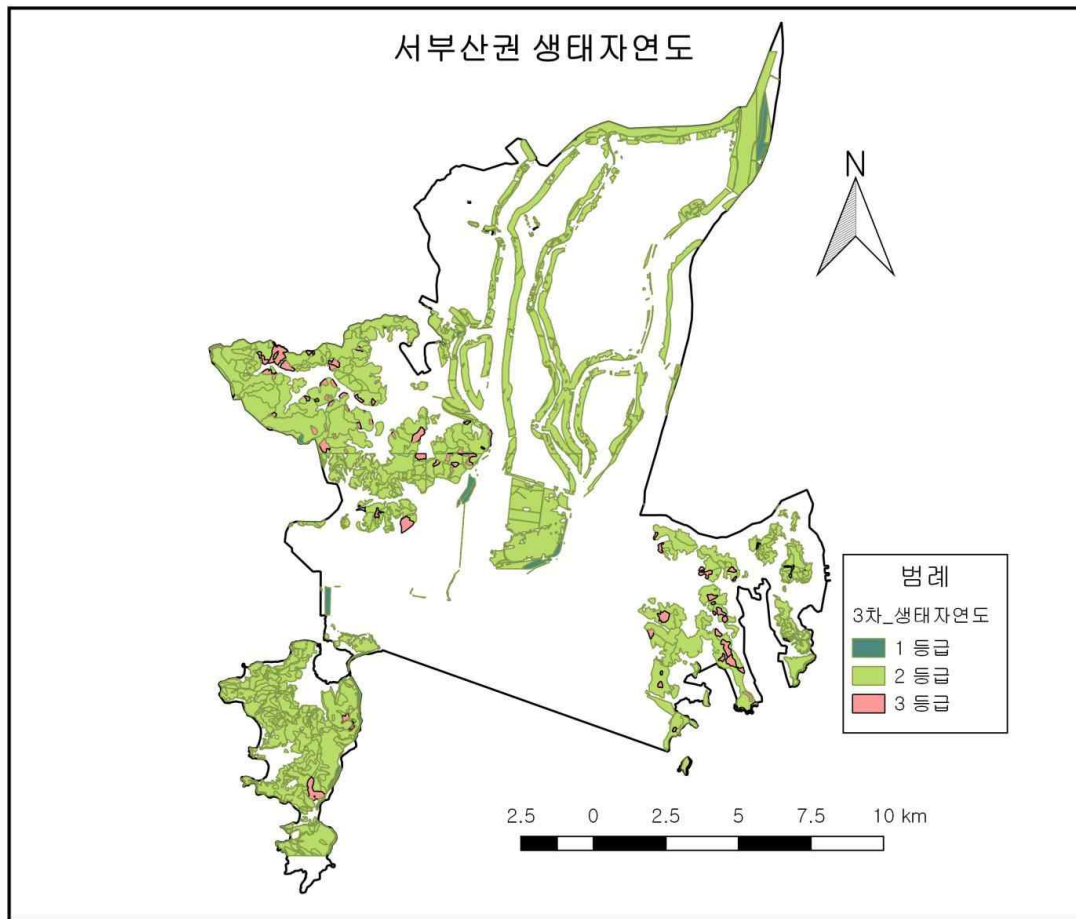
- 식생등급도, 멸종위기야생동·식물 분포, 습지등급, 생물다양성의 4가지 평가기준에 맞는 각각의 평가등급도를 작성한다.
- 각각의 평가등급도에서 같은 등급을 가지는 지역만을 모아서 1등급 지역, 2등급 지역, 3등급 지역을 나타내는 도면을 각기 작성한다.
- 1등급지역을 2등급지역에 중첩하고, 이 결과에 3등급지역을 중첩하게 하여 4가지 평가기준을 만족하는 생태·자연도를 만든다.
- 마지막 과정으로 별도관리지역이 있는 도면을 중첩하여 최종적인 생태·자연도를 생성한다.



〈그림 4-3-1〉 생태·자연도 작성 흐름도

3) 생태·자연도의 등급 조정

- 생태·자연도의 등급 조정은 이의가 있는 자가 관계중앙행정기관의 장 또는 시·도지사를 경유하여 국립생태원장에게 등급의 수정·보완을 신청할 수 있다. 신청시 해당 지역의 개요, 생태·자연도 등급의 수정·보완의 목적 및 사유, 자연환경조사결과, 기타 입증 자료를 첨부하여 제출해야 한다.
- 기존의 환경부에서 제공하고 있는 생태·자연도와 본 과업에서 작성한 중요 생태지역을 비교하여 등급을 조정할 필요가 있다. 현재 환경부의 서부산권 생태·자연도 등급은 〈그림 4-3-2〉와 같다.
- 부산시는 3차년도에 걸친 자연환경조사 결과를 정리하여 최종적으로 환경부에 생태·자연도 등급 조정을 신청할 수 있다.



〈그림 4-3-2〉 서부산권역 생태자연도

제 5 장

종합결론

제1절 종합결과

제2절 평가 및 제언

제1절 종합결과

1. 경관

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

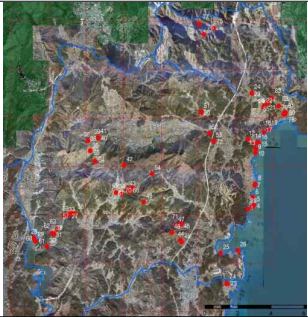
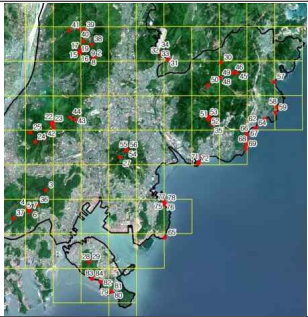
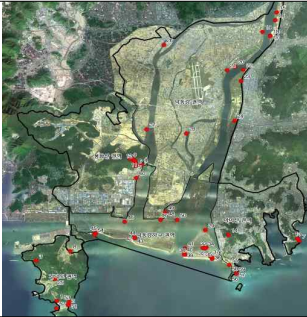
- 부산 지형경관은 기본적으로 3개의 단층선(일광단층선, 동래단층선, 양산단층선)이 남북방향으로 흐르는 골격 위에 형성되어있다. 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역에서 조사 및 기록했던 지형경관(산지·하천·해안경관)의 특징은 다음과 같이 정리할 수 있다

〈표 5-1-1〉 지형경관조사의 종합

구분	동부산권역	중부산권역	서부산권역
산지 경관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일광단층선 서측은 500m 내외의 노년 산지형 위주 ○ 산 사이의 협곡의 지형골격이 독특한 경관을 형성 ○ 산정의 암봉과 산록의 조화가 명품 ○ 대형 개발사업 추진 지속 ○ 산 주변 시가지 확장 가속 ○ 개별 건축물 입지로 구릉 훼손 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동래단층선 서북측은 500~800m 내외의 노년 산지형이 남북으로 강한 산줄기 형성 ○ 산 사이 계곡부의 지형골격이 독특한 경관 형성 ○ 산정의 암봉과 산록의 조화가 명품 ○ 산지 주변의 대규모 시가지 형성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양산단층선 위를 흐르는 낙동강 양안의 서측부에는 봉화산과 가덕도(연대봉, 국수봉)가 있고 동측부에는 천마산과 아미산이 위치 ○ 가덕도의 연대봉은 산 정상부의 암봉과 산록의 조화가 명품 ○ 아미산의 급경사지에서 낙동강 하구를 바라보는 경관이 특징적
하천 경관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상류부의 협곡, 기반암 하상, 여울 등 특징 ○ 중류부 자갈더미와 역새/갈대군락이 특징 ○ 하류부 수질오염 상태 지속 ○ SOC 시설 건설 과정의 공사관리와 건설 후 훼손된 주변 환경복원 필요 ○ 하류부 하천 관리 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상류부의 협곡, 기반암 하상, 여울 등 특징 ○ 대천천과 송정천을 제외하면 중류부는 대부분 복개되어 있거나 새롭게 조성되어 자연성을 찾기 어려운 상태 ○ 하류부 수질오염 상태 지속 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 서부산권의 중심부를 흐르는 낙동강과 서낙동강으로 크게 나뉘며 지류하천인 평강천, 맥도강, 조만강 등으로 구성 ○ 낙동강변 둔치도, 화명 생태공원, 삼락생태공원 등의 수변경관이 특징적이거나 서낙동강과 지류하천 주변은 점적 개발로 경관 훼손 양상
해안 경관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모래해안, 자갈 해안, 암석해안, 해안단구, 해식애, 파식대 등이 해안에 빈번히 분포 ○ 톱니바퀴 해안선의 특징 유지 ○ 개별 업소(식당, 커피숍, 펜션, 주택 등) 무분별 건립 ○ 어항 관련 시설 건립, 활어양식장 난립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태종대와 이기대에 희귀암석이 이루는 지형경관이 특징적 ○ 모래해안, 자갈 해안, 암석해안, 해안단구, 해식애, 파식대 등이 해안에 빈번히 분포 ○ 톱니바퀴 해안선의 특징 유지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙동강의 연안사주인 울타리섬, 가덕도 남측해안, 물운대, 다대포, 암남공원의 해안지형이 특징적 ○ 모래해안, 자갈 해안, 암석해안, 해안단구, 해식애, 시스택 등이 해안에 빈번히 분포 ○ 일부 톱니바퀴 해안선의 특징 유지

- 제2차 부산자연환경조사에서 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역의 지형경관조사 결과를 정리해 보면 총 793 지점을 기록하였으며, 이 중에서 비교적 특징적인 227개소의 자원을 선별하여 기록 정리하였다.

〈표 5-1-2〉 경관조사 결과 종합

구분	동부산권	중부산권	서부산권	합계
산지	32(121)	29(109)	14(48)	75(278)
하천	32(86)	27(55)	14(63)	73(204)
해안	19(118)	28(69)	32(124)	79(311)
합계	83(325)	84(233)	60(235)	227(793)
기록 지점 도면				-

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 이번 제2차 부산자연환경조사의 지형경관조사는 제1차 부산자연환경조사에서 발굴된 지형경관자원 목록을 토대로 추가발굴에 주안점을 두어 수행하였으며, 결과적으로 제1차 부산자연환경조사의 지형경관 자원 목록과 비교해 볼 때, 기록 양은 277지점에서 793지점(선별 227 자원)으로 증가하였다.

〈표 5-1-3〉 제 1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사의 경관조사 결과 비교

구분	동부산권역		중부산권역		서부산권역		합계	
	제2차	제1차	제2차	제1차	제2차	제1차	2차	1차
산지경관	32(121)	(35)	29(109)	(84)	14(48)	(33)	75(278)	(152)
하천경관	32(86)	(31)	27(55)	(38)	14(63)	(18)	73(204)	(87)
해안경관	19(118)	(11)	28(69)	(15)	32(124)	(12)	79(311)	(38)
합 계	83(325)	(77)	84(233)	(137)	60(235)	(63)	227(793)	(277)

주: ()는 총 기록자원을 의미하며 제2차 부산자연환경조사에서는 이들 중 비교적 양호하거나 우수한 경관 자원을 선별하였음

2. 식물상

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

- 제2차 부산자연환경조사의 식물상 조사 결과, 총 147과 554속 1,223종 24변종 12품종 총 1,259 종류의 식물이 나타났는데, 서부산권역에서 가장 많은 식물종(총 135과 457속 881종 15변종 6품종 총 902종류)이 조사되었으며, 다음은 중부산권역(총 133과 452속 857종 24변종 7품종 총 888종류)과 동부산권역(총 121과 391속 759종 19변종 10품종 총 788종류)의 순이었다(표 5-1-4). 귀화식물종은 부산시 전체에 총 118종이 조사되었는데, 서부산권역에서 총 100종으로 가장 많이 조사되었으며, 동부산권역과 중부산권역이 각각 76종과 72종이 조사되었다.

〈표 5-1-4〉 제2차 부산자연환경조사의 식물종 현황

대권역	과	속	종	변종	품종	종류	귀화식물
동부산권역	121	391	759	19	10	788	76
중부산권역	133	452	857	24	7	888	72
서부산권역	135	457	881	15	6	902	100
합계	147	554	1,223	24	12	1,259	118

- 제2차 부산자연환경조사에서 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 등급인 자주땅귀개, 삼백초, 대홍란, 가시연꽃 등 4종이 나타났으며, 식물구계학적 특정식물 231종이 조사되었다(표 5-1-5). 한국의 희귀식물목록에 포함되어 있는 6개 범주 중 멸종위기종인 자주땅귀개, 목련, 왕벚나무 등 3종이, 위기종으로는 눈향나무, 계목, 키큰산국, 긴잎팽의다리, 삼백초, 대홍란, 꼬리말밭도리 등 7종이, 취약종으로는 가시연꽃, 시호, 세뿔석위, 모감주나무, 호랑가시나무, 애기우산나물, 끈끈이주걱, 천마, 거꾸리개고사리, 삼지구엽초, 야고, 초종용, 땅귀개, 통발, 흑삼릉, 애기등, 두메대극 등 17종이, 약관심종으로는 측백나무, 검팽나무, 솜양지꽃, 창포, 뼈꼭나리, 쥐방울덩굴, 덩굴꽃마리, 모새달, 이팝나무, 두루미천남성, 꽃창포, 갯방풍, 낙지다리, 이삭귀개, 자라풀, 개족도리풀, 섬초롱꽃 등 17종이, 자료부족종으로는 채고추나물, 부산꼬리풀, 벚풀, 옥녀꽃대, 토현삼, 거제말기, 큰구와꼬리풀 등 7종이 조사되었다.

〈표 5-1-5〉 제2차 부산자연환경조사의 보호 식물종 현황

대권역	멸종위기동식물(환경부)		한국희귀식물 목록					
	특정종	II 급	소계	멸종위기	위기	취약	약관심	자료부족
동부산권역	103	2	20	1	4	7	6	2
중부산권역	137	1	24	1	3	9	7	4
서부산권역	160	2	24	1	1	6	12	4
합계	231	4	51	3	7	17	17	7

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 제2차 부산자연환경조사(2013~2016)의 식물상 조사에서 총 147과 554속 1,223종 24변종 12품종 1259종류가 조사되어 제1차 부산자연환경조사(2002~2005)의 141과 517속 1,004종 14변종 5품종 1,023종류에 비하여 다소 많은 종류가 조사되었으며, 귀화식물의 경우에도 제2차 부산자연환경조사에서 총 118종이 조사되어 제1차 부산자연환경조사의 92종에 비해 많이 조사되었다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사를 통해 총 156과 608속 1,410종 39변종 14품종 총 1,463종류의 식물이 기록되었다(표 5-1-6).

〈표 5-1-6〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 나타난 부산시의 식물상

	과	속	종	변종	품종	종류	귀화식물
제1차 부산자연환경조사 (2001~2004)	141	517	1,004	14	5	1,023	92
제2차 부산자연환경조사 (2013~2016)	147	554	1,223	24	12	1,259	118
합계	156	608	1,410	39	14	1,463	135

- 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 환경부지정 멸종위기 야생동식물 I 급은 조사되지 않았으며, 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II 급인 솔밭꽃과 삼백초가 제1차 부산자연환경조사에서 조사되었고, 삼백초, 자주땅귀개, 대홍란, 가시연꽃 등이 제2차 부산자연환경조사에서 조사되었다. 식물구계학적 특정식물은 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 각각 159종과 231종이 조사되어 총 270종이 기록되었다(표 5-1-7).
- 한국의 희귀식물목록에 올라있는 식물종의 경우에는 제2차 부산자연환경조사에서 멸종위기종 3종, 위기종 7종, 취약종 17종, 약관심종 17종, 자료부족종 7종 등 총 51종이 조사되어 제1차 부산자연환경조사의 총 30종에 비하여 다소 많이 조사되었으며, 제1차와 제2차 부산자연환경조사를 통해 총 66종의 한국 희귀식물목록이 기록되었다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 기록된 한국의 희귀식물목록은 다음과 같다.
 - 멸종위기종인 자주땅귀개, 목련, 왕벚나무, 들통발, 산마늘 등 5종
 - 위기종으로는 꼬리말발도리, 삼백초, 솔밭꽃, 대홍란, 긴잎핑의다리, 갯활랑나물, 키큰산국, 깨묵, 눈향나무 등 9종
 - 취약종으로는 가시연꽃, 시호, 세뿔석위, 모감주나무, 호랑가시나무, 애기우산나물, 끈끈이주걱, 천마, 야고, 초종용, 땅귀개, 통발, 흑삼릉, 삼지구엽초, 거꾸리개고사리, 애기등, 두메대극, 백작약, 금붓꽃, 개박하, 옹긋나물 등 21종
 - 약관심종으로는 측백나무, 검팽나무, 솜양지꽃, 창포, 삐딱나리, 쥐방울덩굴, 덩굴꽃마리, 모새달, 이팝나무, 물질경이, 두루미천남성, 꽃창포, 갯방풍, 낙지다리, 이삭귀개, 자라풀, 개죽도리풀, 너도바람꽃, 고란초, 태백제비꽃, 정향나무, 섬초롱꽃 등 22종

- 자료부족종으로는 채고추나물, 부산꼬리풀, 벚풀, 옥녀꽃대, 토현삼, 거제딸기, 큰구와꼬리풀, 긴흑삼릉, 염주사초 등 9종

〈표 5-1-7〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 보호 식물종 현황

	멸종위기동식물(환경부)		한국희귀식물 목록					
	특정종	Ⅱ 급	소계	멸종위기	위기	취약	약관심	자료부족
제1차 부산자연환경조사 (2001~2004)	159	2	30	3	4	6	13	4
제2차 부산자연환경조사 (2013~2016)	231	4	51	3	7	17	17	7
합계	270	5	66	5	9	21	22	9

3. 식생

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

(1) 현존식생

- 수치지형도에서 부산의 권역별 경계를 추출한 후 ArcGIS프로그램을 활용하여 면적을 산출한 결과 부산전역의 평면 면적은 약 80,325ha이었다. 부산시의 경우 산림이 44%, 도시화지역이 31%, 경작지가 13%, 초지 및 수역이 10%, 도시형식재지가 2%의 비율로 분포하고 있었다.
- 인공구조물에 의해 피복된 공간이 우점하는 도시화지역이 차지하는 비율을 살펴보면 동부산권역이 14%, 중부산권역이 44%, 서부산권역이 27%로 대부분의 시가화지역이 중부산권역에 집중되어 있는 것으로 나타났으며, 이는 중부산권역의 경우 낙동강과 인접한 평야지대로 일찍부터 사람들이 정착하여 생활하던 곳으로, 부산 대도시권의 중심부 역할을 해왔기 때문이다. 시가화지역은 부산 전역에 걸쳐 확장되고 있었으며 특히 동부산권역의 경우 시가지의 확장이 급격하게 진행되고 있어 2010년과 비교하였을 때 3년 동안 약 2%의 비율이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 추세는 현재뿐만 아니라 향후 자연지역의 변화양상이 부산 내에서 가장 급격하게 일어날 지역으로 판단되며, 현재의 양호한 자연환경이 급격히 훼손될 가능성이 농후한 지역으로 볼 수 있다.
- 시가화지역의 비율이 높은 중부산권역을 제외하고 동부산권역과 서부산권역에서는 시가화지역과 유사한 비율로 경작지가 분포하고 있었으며, 산림의 비율이 높은 서부산권역에서는 주로 밭경작지가 분포하였고, 낙동강과 인접하여 물의 공급이 용이한 서부산권역에서는 주로 논경작지가 분포하였다.
- 산림지역의 경우 동부산권역이 64%로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 중부산권역은 50%로 많은 비율을 차지하고는 있으나 산림의 대부분이 시가화지역으로 둘러싸여 파편화되어 위치하고 있었다. 서부산권역의 경우 산림의 비율이 21%로 상대적으로 적은 비율로 나타났지만, 낙동강하구권역과 낙동강으로 인하여 초지 및 수역이 약 26%를 차지하며 산지보다는 평야로 이루어져 있기 때문이다.

- 세부적으로 살펴보면 동부산권역은 부산시 내에서 자연지역이 가장 넓게 분포하는 지역으로, 대부분이 해안가에 위치하는 특성으로 곰솔군락이 대표적인 우점식생으로 볼 수 있었으며 상대적으로 바다의 영향이 적은 지역인 해안가와 거리를 두고 있는 계곡부의 경우 자연성이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 개서어나무를 중심으로 한 낙엽활엽수 혼효군락이 넓게 분포하고 있었으며, 이들 군락은 주로 삼각산지구에 분포하고 있었다. 삼각산 계곡부 일대에 넓게 우점하고 있는 개서어나무군락의 경우 전체 면적의 1.7%를 차지하고 있었으며 주로 습윤지성 낙엽활엽수가 혼효되어 나타나는 낙엽활엽수 혼효림 군락은 전체 면적의 3.1%를 차지하고 있었다.
- 중부산권역은 해안가 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 곰솔순군락과 곰솔혼효군락이 중부산권역 전체 면적의 약 33%로 산림면적의 1/2을 넘게 차지하였으며, 곰솔 이외 군락으로는 주로 해안에서 떨어진 내륙쪽 산림에서 우점하고 있는 소나무군락이 대표적인데 소나무 순군락 약 1%를 포함하여 소나무가 우점하는 군락이 전체 면적의 약 5%를 차지하고 있었다.
- 우리나라의 경우 대부분 지역에서 신갈나무군락이 극상수림으로 우점하는 것이 특징인데, 중부산권역의 경우 참나무류군락으로 졸참나무우점군락의 비율이 신갈나무우점군락보다 높은 비율을 차지하고 있는데, 이는 해안가 환경의 영향을 받아 나타나는 현상으로 볼 수 있다.
- 서부산권역은 동부산권역과 유사한 특성을 보였는데, 해안가 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 곰솔순군락과 곰솔혼효군락이 서부산권역 전체 면적의 약 6%로 산림면적의 1/4 정도 이상을 차지하였으며, 곰솔 이외 군락으로는 주로 해안에서 떨어진 내륙쪽 산림에서 우점하고 있는 소나무군락으로 소나무 순군락 4%를 포함하여 소나무가 우점하는 군락이 전체 면적의 약 7%를 차지하고 있었다. 곰솔군락과 소나무군락의 경우 지속적인 생태계 천이와 함께 소나무재선충의 피해가 복합적으로 나타나고 있어 향후 면적 축소가 보다 빠르게 나타날 것으로 판단된다.
- 종합하면 부산의 경우 시가지지역이 급격하게 확장하고 있었으며 특히 자연성이 높은 동부산권역에서 시가지의 확장이 빠르게 일어나고 있어 자연 훼손의 우려가 있었다. 중부산권역과 서부산권역에서는 매립을 통해 고층주거지를 조성하는 등 도심 고밀화가 일어나고 있었다. 부산의 전역에서 시가지 확장으로 인한 산림 면적 축소로 파편화된 산림의 보호 및 시가지 내 녹지확보 등 녹지의 양적 증대를 위한 노력이 필요할 것으로 보였다.
- 산림의 경우 부산은 바다와 접하고 있어 산림 식생의 대부분이 곰솔 및 곰솔 혼효군락이며, 참나무우점군락의 경우에도 우리나라의 경우 극상림이 신갈나무군락으로 알려져 있는데 반해 중부산권역에서는 신갈나무군락과 졸참나무군락이 유사한 비율을 보이는 등 전반적으로 식생유형이 바다의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.
- 특히 산림식생의 경우 전반적으로 바다의 영향을 받는 곰솔군락과 내륙의 소나무군락이 많은 비율로 나타나 침엽수 자연림군락의 비율이 높은 것이 특징이었다. 그러나 침엽수군락의 쇠퇴는 자연스런 현상으로 볼 수 있으나 재선충 피해에 따른 화학약품 처리가 무분별하게 일어나고 있음으로 이에 대한 친환경적 대응 방법이 모색되어야 할 것이다.

〈표 5-1-8〉 제2차 권역별 현존식생 유형별 비율(%)

대분류	중분류	소분류	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산전역	
			소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류
도시화 지역	시가화 지역(A)	A.시가화지역	11.3	13.5	35.6	43.9	22.3	27.0	25.1	30.6
	도로(B)	B.도로	2.2		8.2		4.6		5.5	
도시형 식재지(C)	도시형 식재지(C)	C1.잔디식재지	1.8	3.4	0.8	1.8	0.6	2.3	1.0	2.4
		C2.초본식재지(원예종 및 화예류)	1.0		0.1		0.1		0.3	
		C3.교목식재지	0.1		0.2		0.4		0.2	
		C4.교목식재지+초본	0.1		0.2		1.0		0.4	
		C5.층위가있는수목식재지(교목+관목)	0.5		0.6		0.1		0.4	
		C6.관목식재지	-		0.0		0.0		0.0	
	초지 및 수역(D)	D1.키작은건생초본식생	1.1	4.0	0.2	1.1	0.8	26.2	0.6	10.1
		D2.키큰건생 초본식생	0.5		0.0		0.6		0.3	
		D3.하천나지	0.0		0.1		0.8		0.3	
		D4.담수습지 초본식생	0.0		0.0		0.9		0.3	
		D5.해수습지 초본식생	-		0.1		1.7		0.6	
		D6.초본+수목식생지	0.9		0.1		0.5		0.5	
		D7.수역	1.4		0.5		20.9		7.5	
	경작지(E)	E1.논	4.5	14.9	0.2	3.0	14.7	23.6	6.1	12.8
		E2.밭	7.8		2.5		5.5		4.8	
E3.시설물설치 경작지		0.7	0.2		3.3		1.3			
E4.과수원		0.6	0.0		0.0		0.2			
E5.휴경지		0.3	0.0		0.1		0.1			
E6.묘포장		0.5	0.1		0.0		0.2			
E7.수생작물 경작지		0.6	0.0		0.0		0.2			
녹지 및 오픈 스페이스	산림 지역(F)	F01.조사 불가능지	0.5	64.1	2.8	50.2	2.6	21.0	2.2	44.1
		F02.암석 노출지, 시설물	-		0.1		0.0		0.1	
		F03.산불 및 벌채지	0.0		0.1		0.0		0.1	
		F04.대나무	0.0		0.0		0.0		0.0	
		F05.초지	0.0		0.3		0.0		0.1	
		F06.관목 식생지	0.3		0.1		-		0.1	
		F07.낙엽활엽수혼효림(3종이상)	3.1		0.2		0.1		0.9	
		F08.침엽혼효림(3종이상)	0.2		0.9		3.8		1.7	
		F09.침엽수혼효림(3종이상)	-		0.0		-		0.0	
		F10.참나무혼효림(3종이상)	6.2		-		-		1.6	
		F11.소나무	9.8		0.9		4.0		4.2	
		F1112.소나무,곰솔	3.8		3.0		-		2.2	
		F1114.소나무,편백나무	-		0.0		-		0.0	
		F1121.소나무,신갈나무	-		-		0.4		0.1	
		F1123.소나무,졸참나무	-		1.0		-		0.4	
		F1124.소나무,굴참나무	-		0.2		-		0.1	
		F1125.소나무,상수리나무	0.0		0.2		2.7		0.9	
		F12.곰솔	24.2		28.1		5.8		19.8	
		F1214.곰솔, 편백나무	-		0.0		-		0.0	
		F1218.곰솔, 아까시나무	0.1		0.2		0.1		0.1	
		F1219.곰솔, 사방오리나무	0.0		0.5		0.3		0.3	
		F1221.곰솔, 신갈나무	0.0		0.8		-		0.3	
		F1223.곰솔, 졸참나무	-		0.4		-		0.2	
		F1224.곰솔, 굴참나무	-		1.4		-		0.6	
		F1225.곰솔, 상수리나무	5.0		2.1		0.0		2.2	
		F1226.곰솔, 떡갈나무	-		-		0.0		0.0	
		F1227.곰솔, 밤나무	0.1		0.0		-		0.0	
		F1236.곰솔, 벚나무	-		0.0		-		0.0	
F1241.곰솔, 비목나무	-	0.1	-	0.0						

〈표 5-1-8〉 계속

대분류	중분류	소분류	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산전역	
			소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류
녹지 및 오픈 스페이스	산림 지역(F)	F1249.곰솔, 개잎갈나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F1251.곰솔, 측백나무	-		0.0		-		0.0	
		F13.리기다 소나무	0.1		0.0		-		0.0	
		F1318.리기다소나무, 아까시나무	-		0.0		-		0.0	
		F14.편백나무	0.0		0.2		-		0.1	
		F15.삼나무	-		0.1		-		0.0	
		F1555.삼나무, 화백	-		0.0		-		0.0	
		F16.갯나무	-		0.0		-		0.0	
		F17.일본 잎갈나무	0.0		-		-		0.0	
		F18.아까시 나무	0.0		0.4		0.1		0.2	
		F1825.아까시나무, 상수리나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F1827.아까시나무, 밤나무	-		0.0		-		0.0	
		F1834.아까시나무, 굴피나무	-		0.0		-		0.0	
		F1835.아까시나무, 산벚나무	-		-		0.0		0.0	
		F1848.아까시나무, 현사시나무	-		0.0		-		0.0	
		F19.사방오리나무	0.1		0.6		0.3		0.4	
		F1921.사방오리나무, 신갈나무	-		0.0		-		0.0	
		F1923.사방오리나무, 졸참나무	-		0.0		-		0.0	
		F1925.사방오리나무, 상수리나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F1927.사방오리나무, 밤나무	-		0.0		-		0.0	
		F1935.사방오리나무, 산벚나무	-		0.0		-		0.0	
		F1949.사방오리나무, 개잎갈나무	-		0.0		-		0.0	
		F21.신갈나무	0.2		1.6		-		0.7	
		F2112.신갈나무, 곰솔	0.4		-		-		0.1	
		F2123.신갈나무, 졸참나무	-		0.1		-		0.0	
		F2124.신갈나무, 굴참나무	3.5		-		-		0.9	
		F22.갈참나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F2225.갈참나무, 상수리나무	-		0.0		-		0.0	
		F23.졸참나무	0.1		1.8		0.0		0.8	
		F2324.졸참나무, 굴참나무	-		0.1		-		0.0	
		F2325.졸참나무, 상수리나무	-		0.0		-		0.0	
		F24.굴참나무	0.0		0.7		0.0		0.3	
		F2425.굴참나무, 상수리나무	-		0.1		-		0.0	
		F2434.굴참나무, 굴피나무	-		-		0.0		0.0	
		F25.상수리 나무	4.2		0.5		0.1		1.3	
		F2527.상수리나무, 밤나무	-		0.0		-		0.0	
		F2534.상수리나무, 굴피나무	-		0.0		-		0.0	
		F26.떡갈나무	0.1		0.0		-		0.0	
		F27.밤나무	0.2		0.0		0.0		0.1	
		F28.팽나무	-		-		0.1		0.0	
		F29.푸조나무	-		-		0.0		0.0	
		F30.느티나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F3036.느티나무, 벚나무	-		0.0		-		0.0	
		F31.서어나무	0.1		-		-		0.0	
		F32.개서어 나무	1.7		0.0		-		0.4	
		F34.굴피나무	0.0		0.0		0.1		0.1	
		F35.산벚나무	-		0.0		-		0.0	
F36.벚나무	-		0.1		0.0		0.0			
F39.단풍나무	-		0.0		-		0.0			
F41.비목나무	0.0		-		-		0.0			
F46.활엽수 유명림	-		0.0		0.1		0.1			
F47.두충나무	0.0		-		-		0.0			

〈표 5-1-8〉 계속

대분류	중분류	소분류	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산전역	
			소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	중분류
녹지 및 오픈 스페이스	산림 지역(F)	F48.현사시 나무	-		0.0		0.0		0.0	
		F49.일본 잎갈나무	0.0		0.0		0.0		0.0	
		F4955.개잎갈나무, 화백	-		-		0.0		0.0	
		F50.감나무	-		0.0		-		0.0	
		F52.벽오동	-		0.0		-		0.0	
		F53.칠	-		0.0		0.0		0.0	
		F54.향나무	-		0.0		-		0.0	
		F55.화백	-		0.1		0.0		0.0	
		F56.오리나무	0.0		-		-		0.0	
		F57.스트로브갯나무	0.0		-		-		0.0	
합 계			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

〈표 5-1-9〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 현존식생특성 종합

권역명	특성
동부산권역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대권역 중 자연지역이 가장 넓게 분포하고 있음 ○ 해안가의 영향으로 곰솔군락이 많이 분포하고 있었으며, 특히 계곡부의 경우 우수한 자연식생(낙엽활엽수군락)이 분포함 ○ 전체적으로 개발압력이 커지고 있는 상태에서 부산지역에 남아있는 대표적인 낙엽활엽수군락 등 보전 가치가 높은 군락의 훼손을 억제할 필요성이 있음
중부산권역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙동강과 인접한 평야지대로 일찍부터 사람들이 정착하여 생활하던 곳으로, 부산 대도시권의 중심부로서 시가지지역이 가장 넓게 분포하는 지역임. 인공구조물에 의해 피복된 공간이 우점하는 도시화지역이 차지하는 비율은 전체의 약44%로 매우 높게 나타났음 ○ 해안가 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 곰솔순군락과 곰솔혼효군락이 중부산권역 전체 면적의 약 33%로 산림면적의 1/2을 넘게 차지하였음 ○ 곰솔 이외 군락으로는 주로 해안에서 떨어진 내륙쪽 산림에서 우점하고 있는 소나무군락이 대표적인데 소나무 순군락 약 1%를 포함하여 소나무가 우점하는 군락이 전체 면적의 약 5%를 차지하고 있음 ○ 해안가의 영향을 받아, 우리나라의 경우 대부분 지역에서 신갈나무군락이 극상수림으로 우점하는 것과는 달리 중부산권역의 경우 참나무류군락으로 졸참나무우점군락의 비율이 신갈나무우점군락보다 높은 비율을 차지하고 있었음
서부산권역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙동강과 인접한 우리나라 대표적인 평야지대로 부산시 내에서 경작지 면적이 약 24%로 가장 넓게 분포하는 것으로 나타났음. 또한 낙동강 및 낙동강하구 권역이 포함되어 초지 및 수역 또한 약 26%로 많은 면적을 차지하였으나 최근 4대강 사업으로 인해 낙동강 하구의 둔치들이 대부분 공원화되어 도시형식 재지로 많이 변화된 것을 확인할 수 있었음 ○ 해안가 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 곰솔순군락과 곰솔혼효군락이 서부산권역 전체 면적의 약 6%로 산림면적의 1/4 정도 이상을 차지하였으며, 곰솔 이외 군락으로는 주로 해안에서 떨어진 내륙쪽 산림에서 우점하고 있는 소나무군락으로 소나무 순군락 4%를 포함하여 소나무가 우점하는 군락이 전체 면적의 약 7%를 차지하고 있었음 ○ 곰솔군락과 소나무군락의 경우 지속적인 생태계 천이와 함께 소나무재선충의 피해가 복합적으로 나타나고 있어 향후 면적 축소가 보다 빠르게 나타날 것으로 판단됨
부산전역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부산의 전역에서 시가지 확장으로 인한 산림 면적 축소로 파편화된 산림의 보호 및 시가지 내 녹지 확보 등 녹지의 양적 증대를 위한 노력이 필요할 것으로 보임 ○ 해안가의 영향으로 동부산권역과 중부산권역에 있어 전체 산림지역 대비 곰솔군락의 비율이 40% 이상을 차지하며, 대부분의 산림이 소나무와 곰솔 혼효군락으로 이루어져 있어 재선충의 피해가 있을 것으로 예상됨 ○ 기후변화에 따른 생육 적지 변화와 산림의 천이 등 침엽수군락의 쇠퇴는 자연스러운 현상으로 볼 수 있으나 소나무재선충 피해에 따른 화학약품처리가 무분별하게 일어나고 있으므로 이에 대한 친환경적 대응 방법이 모색되어야 할 것임

(2) 식물군집구조

- 부산광역시를 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역으로 나눠 2013년부터 2016년까지 제2차 부산자연환경조사를 실시하였고, 각 권역별 식생 비교를 하였다.
- 우선 2013년~2014년에 조사를 실시한 동부산권역의 경우, 총 7개의 소권역으로 나뉘지고 각 식생유형별 산림군집구조 특성을 알아보기 위해 설치한 10m × 10m(100m²) 크기의 방형구(quadrat)가 총 193개소였다.
- 동부산권역은 다른 권역에 비해 상대적으로 양호한 산림식생환경을 유지하고 있었으며, 각 소권역별 우점식생유형의 최상출현빈도 소나무, 개서어나무, 상수리나무, 신갈나무, 곰솔 등으로 다양했다. 또한 보전가치가 높은 노거수 군락지가 산림 계곡부까지 대규모 면적으로 형성되어 있는 지역이 일부 분포하고 있는 것이 특징이었다.
- 동부산권역 대부분 지역은 지속적인 유지관리로 인해 교목층을 형성하는 수목은 장령림을 형성하고 있었으나 아교목층과 관목층을 대상으로 지속적인 하예작업이 이뤄지고 있어 숲 전체의 층위안정성은 매우 떨어지는 것으로 확인되었다.
- 2014년~2015년에 조사를 실시한 중부산권역의 경우, 총 6개의 소권역으로 나뉘지고 산림군집구조 특성을 알아보기 위해 총 305개소의 방형구를 설치하였다.
- 중부산권역은 세 권역 중 시가화비율이 가장 높은 곳으로 시민들의 휴양 및 건강진흥 등의 목적으로 이용률이 높아 인위적 간섭의 정도가 타 권역에 비해 높았다. 각 소권역별 우점식생유형의 최상출현빈도는 금정산권역을 제외하고 모두 곰솔림이 가장 많이 출현하고 있었는데, 바닷가와 인접한 지역의 면적이 넓어 산림식생이 상대적으로 단조로운 특성을 지닌 것으로 판단된다.
- 우리나라 다른 지역에서와 달리 참나무류 군락의 분포 면적이 상대적으로 매우 적었고, 현장조사 결과 중부산권역의 경우 동부산권역과 마찬가지로 거의 대부분지역에서 식생의 유형, 분포위치, 경관적 특성 등이 고려되지 않고 하층식생의 관리가 집약적으로 이루어지고 있었다.
- 2015년~2016년에 조사를 실시한 서부산권역의 경우, 총 5개의 소권역으로 나뉘지만, 산림식생이 분포하는 가덕도권역, 봉화산권역, 아미산권역 3개소에 총 208개소의 방형구를 집중적으로 설치하여 각 식생유형별 산림군집구조 특성을 살펴보았다.
- 서부산권역의 경우, 우점식생유형의 최상출현빈도는 가덕도권역 졸참나무, 봉화산권역 신갈나무, 아미산권역 곰솔로 소권역별 식생 특성 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과는 소권역별 각기 다른 환경적 특성 때문이라고 판단된다.
- 인위적 교란이 상대적으로 적게 일어나는 가덕도권역의 경우 졸참나무, 개서어나무, 느티나무를 중심으로 한 낙엽활엽수군락이 폭넓게 분포하였으며, 시가화 비율이 높은 아미산권역의 경우 곰솔군락이 대부분이었고, 지속적인 하층식생관리로 인해 안정적인 숲 생태계 유지와 발달을 저해하는 것으로 보인다.
- 동·중·서부산권역으로 나눠 전반적인 부산의 식물군집구조를 분석한 결과, 극상림으로 보이는 안정된 식생군락이 일부지역에서 분포하고 있었지만, 대부분의 지역에서 식생의 유형, 분포위치, 경관적 특성 등이 고려되지 않고 하층식생의 관리가 집약적으로 이뤄지고 있었다. 특히 도시지역

에서의 산림식생의 관리는 생태적 측면, 경관적 측면, 경제적 측면이 복합적으로 고려되어야 함에도 불구하고 곰솔 및 소나무 등의 교목층을 중심으로 지속적인 하예작업이 이뤄지고 있어 안정적인 숲 생태계 유지와 발달을 저해하는 것으로 나타났다.

- 생물다양성을 고려하지 않은 관리는 최근 부산 전역에 퍼져있는 소나무재선충병의 병충해로 인한 피해로 숲 생태계의 기틀을 한순간에 위협받을 수 있는 상황을 초래하므로, 생태적 측면에서 각 지역에 맞는 안정적인 숲 생태계를 유지하고 천이과정을 유도할 수 있는 차별화된 전략적 관리 방안 모색이 필요한 시점이다.

〈표 5-1-10〉 제2차 부산자연환경조사의 동·중·서 부산권역 식생 비교

	동부산권역	중부산권역	서부산권역
	7	6	5
소권역 수 (조사구 수)	<ul style="list-style-type: none"> • 개좌산권역(22) • 달음산권역(19) • 삼각산권역(30) • 일광산권역(25) • 철마산권역(46) • 함박산권역(25) • 해안산지권역(26) 	<ul style="list-style-type: none"> • 금정산권역(80) • 백양산권역(52) • 장산권역(58) • 황령산권역(28) • 구봉산권역(37) • 영도권역(50) 	<ul style="list-style-type: none"> • 가덕도권역(75) • 낙동강권역 • 낙동강하구권역 • 봉화산권역(62) • 아미산권역(71)
총 조사구 수	193	305	208
권역별 우점 식생유형 (소권역 수)	소나무(3), 개서어나무(1), 상수리나무(1), 신갈나무(1), 곰솔(1)	곰솔(5), 소나무(1)	졸참나무(1), 신갈나무(1), 곰솔(1)
우수생태계(식생)	6개 지역	6개 지역	3개 지역
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 상대적으로 양호한 산림 식생환경을 유지 • 보전가치가 높은 노거수 군락지가 산림 계곡부까지 대규모 면적으로 형성되어 있는 지역이 일부 분포 	<ul style="list-style-type: none"> • 시가화비율이 가장 높은 곳 • 바닷가와 인접한 지역의 면적이 넓어 산림식생이 상대적으로 단조로운 특성을 지님 	<ul style="list-style-type: none"> • 소권역별 식생 특성이 뚜렷하게 나타남 • 가덕도권역은 상대적으로 양호한 산림식생환경을 보이고 있음

(3) 인간간섭정도

- 부산 전역의 경우 자연림 및 수역인 자연성평가 1등급 지역이 48.8%, 인공림 지역인 2등급 지역이 3.2%로 자연림과 인공림, 수계 등의 비율이 50% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 산림이 대부분이 자연림으로 이루어져 있었으며 동부산권역의 경우 64.3%로 부산에서 자연성이 가장 높은 지역으로 나타났다. 이는 다른 지역에 비해 산림의 면적이 넓으며, 다른 권역에 비해 시가지의 비율이 상대적으로 낮기 때문이다.
- 경작지 지역인 3등급 지역의 경우 특히 서부산권역에서 높게 나타났는데 앞서 살펴본 것과 같이 서부산권역의 경우 낙동강 하구의 평야지역으로 물의 공급이 용이하고 비옥한 토양에서 논경작지가 많이 분포하는 것으로 나타났다.

- 시가화지역인 4등급 지역의 경우 중부산권역이 44%로 부산 대도시의 중심으로 기성시가지가 많이 분포하기 때문이며, 서부산권역은 26.6%, 동부산권역은 13.5%로 나타났다. 특히 자연성이 낮은 4등급 지역은 산재하지 않고 한곳에 모여 분포하고 있으며, 시가지 확장으로 인한 4등급 지역이 확산될 것으로 예측되는 바 양극으로 분포하고 있는 1등급 지역과 4등급 지역의 연결 및 4등급 지역 내 자연성을 높이기 위한 방안이 모색되어야 할 것이다.
- 아울러 조사기간 동안 급속으로 확산된 소나무재선충 피해지역의 자연성 회복을 위한 대안마련이 체계적 모니터링을 기반으로 이루어져야 할 것이다.

〈표 5-1-11〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율

자연성 평가등급	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산 전역	
	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)
1	13,045	64.3	15,366	45.7	10,814	40.9	39,225	48.8
2	684	3.4	888	2.6	967	3.7	2,539	3.2
3	3,715	18.3	1,633	4.9	6,862	26.0	12,209	15.2
4	2,747	13.5	14,779	44.0	7,039	26.6	24,565	30.6
조사불가 지역	100	0.5	929	2.8	758	2.9	1,787	2.2
합계	20,291	100.0	33,595	100.0	26,439	100.0	80,325	100.0

(4) 잠재자연식생

- 부산은 대부분의 지역이 해안가의 영향을 받기 때문에, 해안가 입지 특성으로 인해 형성되는 저지대의 곶솔-돈나무 군락과 고지대에 위치한 곶솔-사스레피 군락이 전체 비율의 약 37%로 높게 나타났다. 특히 해안가 고지대의 입지 특성에 따라 형성되는 곶솔-사스레피군락의 경우 부산 전역의 약 21% 형성될 것으로 예측되었다.
- 또한, 산림 북사면지역에 주로 형성되는 신갈나무군락지는 전체면적의 12.4%의 면적으로 형성될 것으로 예측되었다. 일반적으로 우리나라 산림지역에서 신갈나무가 우점종으로 예측되는데, 부산전역의 경우에는 부산시의 행정구역 경계구분 특성상 남사면지역의 면적비율이 높으며 바닷가의 영향을 받는 해안가 지역이 넓은 것이 상대적으로 신갈나무군락으로 형성되는 지역이 적게 분포하는 원인으로 볼 수 있었다.
- 남사면 급경사지대에 지형적 특성으로 인해 형성되는 군락인 굴참나무군락은 부산 전역에 14.3% 분포될 것으로 예측되었으며, 이는 해발고가 높고 산림의 면적이 높은 동부산권역에서 잠재자연식생의 비율 중 굴참나무군락의 비율이 전체 동부산권역의 36.5%로 가장 넓은 면적으로 분포할 것으로 예측되었기 때문이다.
- 또한 계곡부에 주로 형성되는 군락인 개서어나무군락지와 팽나무-느티나무군락지의 경우 각각 7.6%와 12.8% 차지하고 있지만, 저지대 계곡부의 대부분이 현재 시가화지역 또는 경작지로 조성되어 있어 현실적으로 이들 식생이 늘어나기는 매우 어려울 것으로 예측되었다.

- 권역별로 살펴보면 동부산권역은 남사면 급경사지대에 지형적 특성으로 인해 형성되는 군락인 굴참나무군락이 전체 동부산권역의 36.5%로 가장 넓은 면적으로 분포할 것으로 예측되었으며 다음으로는 해안지역에 해발고가 다소 높은 지역에 형성되는 곰솔-사스레피나무군락이 전체 면적의 23.8%로 높게 형성될 것으로 예측되었다. 또한 산림 북사면지역에 주로 형성되는 신갈나무 군락지는 전체면적의 18.4%의 면적으로 형성될 것으로 예측되었다. 일반적으로 우리나라 산림지역에서 신갈나무가 우점종으로 예측되는데, 동부산권역의 경우에는 부산시의 행정구역 경계구분 특성상 남사면지역의 면적비율이 매우 높으며 바닷가의 영향을 받는 해안가 지역이 넓은 것이 상대적으로 신갈나무군락으로 형성되는 지역이 적게 분포하는 원인으로 볼 수 있었다.
- 중부산권역은 동쪽과 남쪽이 해안에 인접하고 있어 해안지역의 저지대에 나타나는 곰솔-돈나무 군락이 11.2%, 고지대에 나타나는 곰솔-사스레피나무군락이 24.1%로 곰솔혼효군락이 약 35%로 가장 넓게 분포할 것으로 예측되었다.
- 특히 서부산권역의 경우 여타 권역에 비해 잠재자연식생의 비율이 확연하게 구분되었는데, 남쪽으로는 해안이 접하고, 중앙으로 낙동강이 흐르고 있어 대부분의 지역이 강과 바다의 영향을 받고 있으며, 하구의 평지지역이기 때문에 대부분이 저지대에 위치하고 있기 때문이다. 해안지역의 저지대에 나타나는 곰솔-돈나무군락이 31.6%로 가장 많은 비율을 차지할 것으로 보였으며, 계곡부에 저지대에 주로 형성되는 군락인 팽나무-느티나무군락지는 낙동강의 영향으로 29.7%의 많은 비율이 차지할 것으로 예상되었다.

〈표 5-1-12〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 잠재자연식생 유형별 면적 및 비율

잠재자연식생	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산 전역	
	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)
곰솔 - 돈나무군락	681	3.4	3,754	11.2	8,366	31.6	12,801	15.9
곰솔 - 사스레피나무군락	4,831	23.8	8,106	24.1	4,104	15.5	17,041	21.2
개서어나무군락	311	1.5	4,181	12.4	1,623	6.1	6,115	7.6
팽나무 - 느티나무군락	815	4.0	1,619	4.8	7,860	29.7	10,294	12.8
굴참나무군락	7,410	36.5	4,085	12.2	25	0.1	11,520	14.3
신갈나무군락	3,733	18.4	5,186	15.4	1,030	3.9	9,949	12.4
졸참나무 - 감태나무군락	2,048	10.1	5,412	16.1	114	0.4	7,574	9.4
졸참나무군락	194	1.0	1,017	3.0	1,117	4.2	2,328	2.9
암반	-	-	53	0.2	-	-	53	0.1
수면	281	1.4	182	0.5	2,201	8.3	2,664	3.3
합계	20,304	100.0	33,595	100.0	26,439	100.0	80,338	100.0

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

(1) 현존식생

- 제1차 부산자연환경조사에서 현존식생의 경우 대표식생범례를 구분하여 면적 및 비율을 산출하고 범례에 따른 대표적인 식생군락을 나열하고 있으며, 제2차 부산자연환경조사에서는 부산시도 시생태현황도(2010)의 현존식생 분류방식을 따라 현존식생을 분류하여 면적 및 비율을 산출하였다. 특히 제2차 부산자연환경조사에서는 상층수목인 교목우점종 30%이상에 대해 군락명을 명명했으나 제1차 부산자연환경조사에서는 초본우점종까지 고려하고 있어 조사방법의 차이로 인해 객관적인 비교는 불가능하며, 제1차 부산자연환경조사의 식생범례와 제2차 부산자연환경조사의 중·소분류에 따른 대략적인 비교만을 수행하였다.
- 제1차 부산자연환경조사의 현존식생에 따르면 동부산권역의 경우 침엽수림이 약 36%, 활엽수림이 약 26%, 혼효림이 6%로 자연림이 약 70%를 차지하는 것으로 나타났다. 자연림 중 침엽수림의 경우 소나무 및 곰솔 혼효군락이었으며, 활엽수림의 경우 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등의 참나무 혼효군락, 개서어나무군락 등이 출현하였다. 제2차 부산자연환경조사의 현존식생과 비교하면 산림지역은 64%로 약 6% 줄어들었으며 식생유형은 제1차와 제2차가 유사한 형태로 곰솔 및 곰솔혼효군락이 대부분을 차지하고 있었으며, 활엽수림의 경우 상수리나무 4%, 신갈나무-굴참나무 3.5%가 출현하였고, 삼각산권역의 일부에서 계곡부 우수식생인 개서어나무가 1.7% 정도로 나타났다.
- 중부산권역의 경우 제1차 부산자연환경조사에서 침엽수식재림이 27%, 활엽수식재림이 약 3%, 산지활엽수림이 6%, 침활혼효림이 3% 등 산림지역이 약 40%를 차지하였다. 제2차 부산자연환경조사에서는 산림지역 59%로 산림지역이 늘어난 것으로 보이나 조사방법으로 인한 차이로 보인다. 세부 식생 유형으로는 곰솔 및 곰솔 혼효 군락이 35%정도로 과반수가 곰솔 및 곰솔혼효군락이며 일부지역에서는 졸참나무 2% 신갈나무 1.7%정도 출현하였고, 인공림의 경우 사방오리나무와 아까시나무가 약 1%정도 출현하였다.
- 서부산권역의 경우 제1차 부산자연환경조사에서 침엽수식재림이 14%, 활엽수식재림이 1%, 산지활엽수림이 6% 등 산림지역이 약 20% 정도로 나타났으며, 제2차 부산자연환경조사의 산림지역 21%와 유사하게 나타났다. 대부분이 곰솔 및 곰솔 혼효군락으로 약 6%, 소나무 및 소나무혼효군락이 7%, 침활혼효림 4% 등으로 나타났다.
- 정량적인 산림식생의 유형 변화를 파악하기에는 어려움이 있어 현존식생의 세부유형만을 비교하였으며 부산시의 경우 곰솔 및 곰솔혼효군락이 많은 비율을 차지하였고, 활엽수림의 경우 참나무림이 주로 분포하는 등 대부분이 자연림으로 이루어진 것으로 나타났다. 그 밖의 인공림의 경우 매우 적은 비율로 사방오리나무, 아까시나무군락 등이 출현하였다. 전반적으로 시가화지역이 늘어나는 추세였으며 인공조림식생의 천이가 진행되는 것을 확인하였다.
- 다만 부산시의 대부분을 차지하는 곰솔림과 소나무림에 대한 소나무 재선충 피해가 심각한 만큼 이에 대한 구체적 모니터링과 대응방안 마련이 시급히 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

(2) 식물군집구조

- 제1차 부산자연환경조사의 식생 조사 연구 결과, 부산광역시 녹색 자연의 구조와 발달은 해당 권역의 인구밀도와 밀접한 관련이 있는 것을 밝혔다. 본 내용은 제2차 부산자연환경조사의 연구 결과에서도 증명이 되었다. 즉 인구밀도가 높고 접근이 용이한 중부산권역의 산림식생의 경우, 동·서부산권역보다 단순한 식생군락을 보이고 있었다.
- 상대적으로 인간의 간섭정도가 적은 동부산권역과 서부산권역은 개서어나무, 신갈나무, 상수리나무, 졸참나무 등 낙엽활엽수군락이 폭넓게 분포하는데 비해 인구밀도가 높고 탐방객 수가 많은 중부산권역은 곰솔군락이 폭넓게 분포하고 있었다.
- 우리나라 산림식생은 소나무림 또는 곰솔림에서 참나무류림 또는 서어나무류 등의 낙엽활엽수림으로 변화하는 천이과정을 거치는데, 인위적 간섭으로 인한 방해극상은 산림 식생발달을 저해한다. 또한 이러한 방해극상의 유지는 생물다양성을 낮추어 최근 소나무재선충병 피해 사례로 보았을 때, 산림 생태계의 기틀을 위협하는 요인으로 작용된다.
- 자연성이 뛰어난 동부산권역의 개서어나무림, 중부산권역의 범어사계곡과 상록활엽수림, 서부산권역의 가덕도 우수 식생지역과 해안림 등 주요 우수식생은 제1차 부산자연환경조사와 동일하게 현재도 지속적으로 유지되고 있었다. 이러한 지역은 부산 산림의 생태적 건강성 회복을 위한 사례가 되는 곳이므로 식생정보 통합관리시스템 구축을 위한 모니터링을 실시하여 DB를 구축할 필요성이 있다.
- 제2차 부산자연환경조사의 식생부문은 조사방법 등의 차이로 제1차 부산자연환경조사와 직접적인 비교는 어려운 실정이다. 제1차 부산자연환경조사는 식물종과 식물사회를 규명하기 위한 전통식물사회학적 연구방법(Braun-Blanquet, 1964)이 이용되었으며, 제2차 부산자연환경조사는 식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다.
- 제1차 부산자연환경조사 경우, 초본식물까지 포함하는 식물군락의 분류로 부산지역 전체의 식물군락을 규명했다는 데 의의가 있다. 하지만 정확한 조사지점을 찾기 어렵고 주요 우점식생을 중심으로 조사를 실시하여 다양한 식물군집에 대한 결과를 알기 어렵다는 단점이 있다.
- 제2차 부산자연환경조사 경우, 초본식물은 제외하고 식물군락을 분류했다는 단점이 있지만, 현존식생도를 참고하여 각 권역별 다양한 식물군락을 규명했으며, 층위별 중요치를 바탕으로 상대우점치를 분석하였으므로 조사 결과를 체계적인 관리방안을 위한 기초자료로 활용할 수 있다는 장점이 있다.

(3) 인간간섭정도

- 제2차 자연환경조사에서는 인간간섭정도를 평가할 수 있는 헤메로비등급의 모든 등급적용은 현실적으로 한계가 있다고 판단하여 이를 기준하여 현존식생유형별로 등급을 재조정하여 4개 등급으로 설정한 후 평가에 사용하였다.
- 4개 등급으로의 조정은 인간간섭이 전혀 없는 생태계는 없는 것으로 판단하여 배제하였으며 농

업형태에 따라 2개 유형으로 구분되는 전통적인 헤메로비등급을 하나로 합쳐서 평가하였고, 시가화지역의 개발밀도에 따른 구분도 배제하였다.

- 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 인간간섭정도의 변화를 비교하기 위해 7등급으로 구분된 제1차 자연환경조사의 결과를 제2차 부산자연환경조사의 자연성 평가 등급 구분 기준에 따라 재구성하여 비교하였다<표 5-1-13>.

〈표 5-1-13〉 자연성 평가 등급 구분 기준

등급	등급명	등급 구분 기준	재등급	등급명
1	α -hemeroby	전혀 인간의 영향력이 미치지 않은 생태계이며 귀화종이 존재하지 않음	-	
2	oligo-hemeroby	인간의 영향을 약간 받은 생태계로 생태계에 약간의 변동이 있음	I	산림-자연림 및 수계
3	meso-hemeroby	임업으로 인한 새로운 생태계가 출현함	II	산림-인공림 지역
4	β -euhereroby	전통적인 기존의 영농형태, 즉 농경지와 농업경영형태에서 발생되는 생태계이다. 예를 들면 농경지의 가장자리, 농수로나 연못의 부영양화에 따른 수생식물, 갈대류, 과수원, 터주 식물류 등	III	경작지 및 초지
5	α -euhereroby	집약적인 농업경영형태, 정원조성, 화훼류의 재배로 발생하는 생태계로 자연발생적인 식물류의 출현이 저지됨		
6	poly-hemeroby	건축물이나 다른 이물질로 인하여 노출된 토양이 없으며 식물재배나 자연발생적인 식물류도 배척된 생태계, 이곳에서는 주로 한두해살이 터주 식물류가 때때로 개척식생의 잔류로 출현하기는 하지만 생태계의 파괴를 나타냄. 즉 다른 생물체들, 예를 들면 고사리류, 파충류, 어류들이 전혀 존재하지 않는 한편 조류나 박테리아, 곰팡이류는 왕성한 번식을 보임	IV	시가화지역
7	meta-hemeroby	독성물질 또는 건축물에 의한 식생의 완전파괴와 유기체들의 활동이 정지된 상태. 예를 들면 건물, 포장도로 등		

자료: Hemeroby를 이용한 자연환경평가 및 환경계획, 김혜주조수경(1998)

- 부산 전역의 경우 자연성등급이 1등급인 지역이 20.1%에서 48.8%로 급격하게 늘어난 것을 확인할 수 있는데 이는 자연성 평가 등급의 구분 기준이 추상적이며, 객관적인 기준을 제시하고 있지 못하기 때문이며 자연성등급 1등급지역과 2등급 지역을 합하면 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 결과가 각각 47.5%와 52%로 부산 전역의 인간의 영향을 적게 받는 지역의 비율은 유사한 것으로 나타났다. 또한 경작지 및 시가지로 인한 인간의 영향의 경우 제1차 자연환경조사에서는 24.1%와 24.5%로 경작지와 시가지의 비율이 유사한 것으로 나타났으나, 제2차 자연환경조사에서는 15.2%에서 30.6%로 많은 경작지가 시가화지역으로 변화된 것을 확인할 수 있었다.
- 권역별로 살펴보면, 동부산권역의 경우 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 자연성평가등급이 유사하게 분류되나 경작지인 3등급지역이 시가화지역인 4등급 지역으로 많이 변화된 것을 확인할 수 있었다.

- 중부산권역의 경우 부산의 기성시가지로서 산림이 파편화되어 입지하고 있어 인간의 영향을 받기 쉽기 때문에 제1차 부산자연환경조사에서는 1등급지역이 매우 적게 평가되었으나 자연림과 인공림 지역을 합할 경우 제1차 부산자연환경조사는 48.9%, 제2차 부산자연환경조사의 경우 48.3%로 유사한 것을 확인할 수 있었다. 또한 동부산권역과 같이 경작지인 3등급 지역의 약 6% 정도가 시가지지역으로 변화된 것이 확인되었다.
- 서부산권역의 경우 제1차 부산자연환경조사에서 경작지인 3등급지역이 약 46%로 많은 비율을 차지한데 반해 제2차 부산자연환경조사에서는 26%로 낙동강 하구의 너른 평야의 일부가 시가지 지역으로 변화되었고 낙동강과 접한 하천식생지가 1등급 지역으로 구분되었기 때문인 것으로 생각된다.
- 부산의 자연성평가등급의 경우 산림 및 수계인 1등급과 2등급 지역의 변화는 크지 않으나 경작지의 일부가 시가지지역으로 변화되고 있으며 특히 시가지지역의 경우 산재하지 않고 집중되어 있어 파편화된 산림을 보전하고 산림지역과 시가지지역을 연결하려는 노력이 필요할 것이다.

〈표 5-1-14〉 제1차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율(재구성)

자연성 평가등급	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산 전역	
	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)
1	12,527	62.8	2,368	6.2	1,307	5.9	16,202	20.1
2	1,522	7.6	16,411	42.6	4,112	18.6	22,045	27.4
3	5,128	25.7	4,095	10.6	10,193	46.1	19,416	24.1
4	544	2.7	15,083	39.2	4,121	18.6	19,748	24.5
조사불가 지역	214	1.1	537	1.4	2,372	10.7	3,123	3.9
합계	19,935	100.0	38,494	100.0	22,105	100.0	80,534	100.0

〈표 5-1-15〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자연성평가등급 면적 및 비율

자연성 평가등급	동부산권역		중부산권역		서부산권역		부산 전역	
	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)
1	13,045	64.3	15,366	45.7	10,814	40.9	39,225	48.8
2	684	3.4	888	2.6	967	3.7	2,539	3.2
3	3,715	18.3	1,633	4.9	6,862	26.0	12,209	15.2
4	2,747	13.5	14,779	44.0	7,039	26.6	24,565	30.6
조사불가 지역	100	0.5	929	2.8	758	2.9	1,787	2.2
합계	20,291	100.0	33,595	100.0	26,439	100.0	80,325	100.0

4. 포유류

1) 제2차 부산자연환경조사 종합결과

- 제 2차 부산자연환경조사(2013~2016)를 통해 관찰된 포유류는 총 23종이었다.
- 권역별로 보면 동부산권역이 20종, 중부산권역이 14종, 서부산권역이 18종으로 산림의 비율이 높은 동부산권역에서 다른 지역에 비해 많은 종이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 무인센스카메라로 촬영된 포유류는 삿, 고양이, 너구리, 족제비, 오소리, 수달, 멧돼지, 노루, 붉은사슴, 고라니, 청설모, 다람쥐로 12종이었다.
- 환경부 지정 멸종위기생물로는 I 급인 수달과 II 급인 삿이 확인 관찰되었으며 수달과 삿 모두 부산전역에 서식하는 것으로 나타났다.

〈표 5-1-16〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 포유류상

과 명	종 명	동부산권역	중부산권역	서부산권역	비고
고슴도치과	작은땃쥐	●			
침서과	땃쥐	●	●	●	
두더지과	두더지	●	●	●	
고양이과	삿	●	●	●	II 급
	고양이			●	
개과	너구리	●	●	●	
족제비과	족제비	●	●	●	
	오소리	●	●	●	
	수달	●	●	●	I 급
멧돼지과	멧돼지	●	●	●	
사슴과	노루	●			
	붉은사슴*			●	
	고라니	●	●	●	
토끼과	멧토끼	●	●		
청설모과	청설모	●	●	●	
	다람쥐	●	●	●	
쥐과	집쥐	●	●	●	
	생쥐	●		●	
	등줄쥐	●	●	●	
	흰넓적다리붉은쥐	●			
	멧밭쥐	●			
	비단털들쥐	●		●	
뉴트리아과	뉴트리아			●	
종수		20	14	18	
총 종수		23			

- 생체포획용 트랩조사로 포획된 설치류는 작은땃쥐, 땃쥐, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 멧밭쥐, 비단털들쥐 8종이었다.
- 모든 지역에서 확인된 포유류는 땃쥐, 두더지, 샐, 너구리, 족제비, 오소리, 수달, 멧돼지, 고라니, 청설모, 다람쥐, 집쥐, 등줄쥐로 13종이었다.
- 사슴류로는 3종이 확인되었는데, 노루는 동부산지역에서만 관찰되었고, 고라니는 도시와 인접한 산림을 포함한 전 지역에서 가족단위로 생활하는 것으로 조사되었으며, 붉은사슴은 가덕도에서 촬영되었으나 이 개체는 사육농장에서 탈출한 것으로 판단된다.
- 유해조수로는 멧돼지와 뉴트리아 2종이 확인되었으며, 멧돼지는 부산시내에 위치한 산림지역을 제외한 모든 지역에서 확인되었으며, 뉴트리아는 낙동강과 낙동강하구에서 관찰되었다.

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 포유류의 종수는 각각 15종과 23종이었으며, 제1차 부산자연환경조사에서 발견된 모든 종이 제2차 부산자연환경조사에서도 발견되었다.
- 제1차 부산자연환경조사에서 관찰되지 않고, 제2차 부산자연환경조사에 확인된 종은 작은땃쥐, 붉은사슴, 집쥐, 생쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 멧밭쥐, 비단털들쥐, 뉴트리아로 8종이었다. 이는 제1차 부산자연환경조사 때에는 설치류 포획조사를 하지 않았기 때문이다.
- 환경부지정 멸종위기생물종으로 수달(I 급)과 샐(II 급)이 제1차 및 제2차 부산자연환경조사 모두에서 관찰되었다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 권역별 포유류상을 비교해보면 동부산권역의 경우, 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 포유류의 종수가 각각 12종과 20종으로 제 2차 부산자연환경 조사에서 작은땃쥐, 노루, 멧토끼, 집쥐, 생쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 멧밭쥐, 비단털들쥐 등 8종이 더 관찰되었다.
- 중부산권역에서는 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 포유류의 종수가 각각 11종과 14종으로 3종이 증가하였고 이는 수달, 땃쥐, 등줄쥐 등이었다. 제1차 부산자연환경조사 때 관찰되고 제2차 부산자연환경조사 때에 관찰되지 않은 종은 노루 1종이었다.
- 서부산권역에서는 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 포유류의 종수가 각각 12종, 18종으로 제2차 부산자연환경조사에서 6종이 더 관찰되었다. 땃쥐, 두더지, 붉은사슴, 집쥐, 생쥐, 등줄쥐, 비단털들쥐, 뉴트리아가 이번 제2차 부산자연환경조사에서 추가 확인된 종이며, 노루, 멧토끼는 2종은 제2차 부산자연환경조사 때 확인되지 않았다.

5. 조류

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

- 제2차 부산자연환경조사(2013~ 2016년)에서 관찰된 조류의 종수는 170종이고 개체수는 104,988개체이었다.
- 권역별로 동부산권역에서 130종 19,119개체, 중부산권역에서 99종 11,660개체, 서부산권역 170종 74,129개체가 조사되어 서부산권역이 다른 지역에 비해 많은 종과 개체수가 조사되었다. 이는 서부산권역에 우리나라의 대표적인 철새도래지인 낙동강하구와 낙동강이 있기 때문이다.
- 동부산권역은 산림지역이 넓게 분포하고 있지만 해안과 하천도 포함되어 있어 종수에서는 산새류가 많았지만, 개체수에서는 물새류가 많았다. 다른 권역에 비해 산림이 넓게 분포하고 교란이 적어 산새류의 번식환경이 비교적 양호한 것으로 판단된다.
- 중부산권역은 도심지에 가까이 위치한 권역으로 산림이 주택과 차량도로에 의해 고립된 곳이 많고, 등산로가 거미줄처럼 발달하여 사람에 의한 교란이 많은 곳이다. 그러나 산이 높고 울창한 곳이 많아 멸종위기종 II급으로 지정된 팔색조와 긴꼬리딱새 등이 번식한 것으로 조사되었다.
- 서부산권역은 각종 산업단지과 주거단지의 개발 등 도시화가 급속하게 진행되고 있는 지역이다. 그러나 우리나라의 대표적 철새도래지인 낙동강하구, 을숙도 등이 위치해 다른 지역에 비해 관찰된 조류의 종수와 개체수가 월등히 높았다. 서부산권역에서 멸종위기종 I 급으로는 매, 참수리, 노랑부리백로, 흰꼬리수리 4종이 관찰되었으며, 멸종위기종 II 급으로 벌매, 솔개, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 큰말뚝가리, 흰죽지수리, 흰목물떼새, 수리부엉이, 팔색조, 붉은해오라기, 개리, 큰기러기, 큰고니, 새호리기, 물수리, 잿빛개구리매, 검은머리물떼새, 알락꼬리마도요, 검은머리갈매기, 고대갈매기, 긴꼬리딱새 등 23종이 관찰되었고, 천연기념물종은 원앙, 황조롱이, 매, 참수리, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 소쩍새, 수리부엉이, 솔부엉이, 팔색조, 큰소쩍새, 개리, 큰고니, 황새, 노랑부리저어새, 노랑부리백로, 흰꼬리수리, 개구리매, 잿빛개구리매, 검은머리물떼새 22종이 관찰되었다.

〈표 5-1-17〉 제2차 부산자연환경조사에서 조사된 조류의 종수 및 개체수

구분	동부산권역	중부산권역	서부산권역	부산시 전체
종	130	99	170	198
개체수	19,199	11,660	74,129	104,988

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 조류의 종수는 각각 137종과 198종이었다. 제1차 부산자연환경조사에서 조사하지 않은 낙동강하구권역과 낙동강권역 등의 물새류를 제외하면 제2차 부산자연환경조사에서 관찰된 조류의 종수는 156종이다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 비교에서 대부분의 권역에서 제1차 부산자연환경조사 보다

제2차 부산자연환경조사에 관찰된 종수가 늘어나 과거 10년 전 보다 더 다양한 조류가 이곳을 이동하거나 서식하는 것으로 판단되었다. 특히 맹금류의 종수가 제1차 부산자연환경조사에 비해 제2차 부산자연환경조사에서 높게 조사된 경향이 컸다.

- 동부산권역은 제1차 부산자연환경조사에서 98종의 조류가 조사된 것에 비해 본 조사에서는 130종의 조류가 조사되었다. 북방긴꼬리딱새, 검은등뺨꾸기, 병어리뺨꾸기, 두견이, 소쩍새, 썩독새, 큰오색딱다구리, 오색딱다구리, 청딱다구리, 노랑때까치, 되지빠귀, 흰눈썹황금새 등 산림을 주서식지로 이용하는 산림성 조류와 뺨꾸기, 청호반새, 호반새, 파랑새, 피꼬리 등 산림에 서식하거나 의존하는 비율이 큰 종들이 많이 관찰된 것을 볼 때 동부산권역의 산림조류상이 어느 정도 안정되어 있는 것으로 판단된다.
- 중부산권역은 제1차 부산자연환경조사에서 91종의 조류가 조사된 것에 비해 본 조사에서는 99종의 조류가 조사되었다. 제2차 부산자연환경조사에서 장산권역이 66종으로 가장 높았고, 황령산권역이 58종으로 다음으로 많았으며, 구덕산권역 56종, 백양산권역 53종, 금정산권역 51종 영도권역이 48종으로 가장 낮았다. 이는 제 1차 부산자연환경조사 금정산권역(금정산), 장산권역(장산), 영도권역(봉래산), 구덕산권역(엄광산), 백양산권역(백양산)이 각각, 38종, 38종, 38종, 38종, 33종이었던 것에 비해 전반적으로 많은 종이 조사되었다.
- 서부산권역은 제 1차 부산자연환경조사에서 88종의 조류종이 조사된 것에 비해 본 조사에서는 170종의 조류가 조사되었다. 제 1차 부산자연환경조사와는 달린 제 2차 부산자연환경조사에서는 낙동강하구권역과 낙동강권역 등의 물새류도 포함되었기 때문에 발견된 조류의 종수가 크게 늘어났다. 낙동강하구권역과 낙동강권역을 제외하고 비교하면 99종으로 소폭 늘어난 결과를 보였다. 제2차 부산자연환경조사에서 권역별로는 가덕도권역 87종, 아미산권역 56종, 봉화산권역 55종으로 조사되었는데, 이는 제 1차 부산자연환경조사에서 가덕도권역(연대봉) 59종, 이미산권역(아미산, 물운대) 38종, 봉화산권역(봉화산, 옥녀봉) 40종에 비해서 전반적으로 권역별로 많은 종이 조사되었다.

〈표 5-1-18〉 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사의 권역별 종수

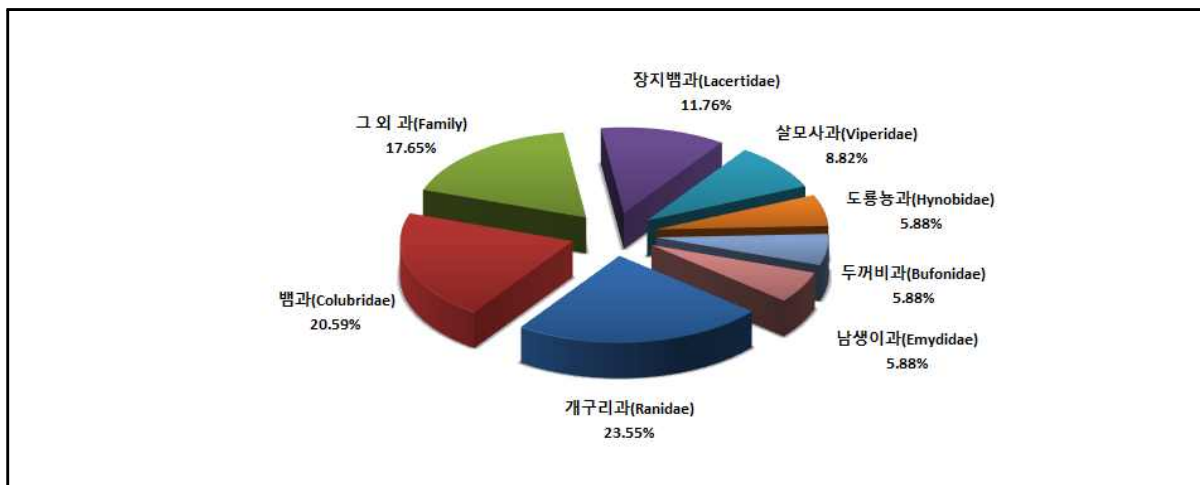
구분	동부산권역	중부산권역	서부산권역	부산시 전체
제1차 부산자연환경조사	98	91	88	137
제2차 부산자연환경조사	130	99	170(99*)	198(156*)

*낙동강권역과 낙동강하구 권역을 제외한 지역에서 발견된 조류 종수

6. 양서 · 파충류

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

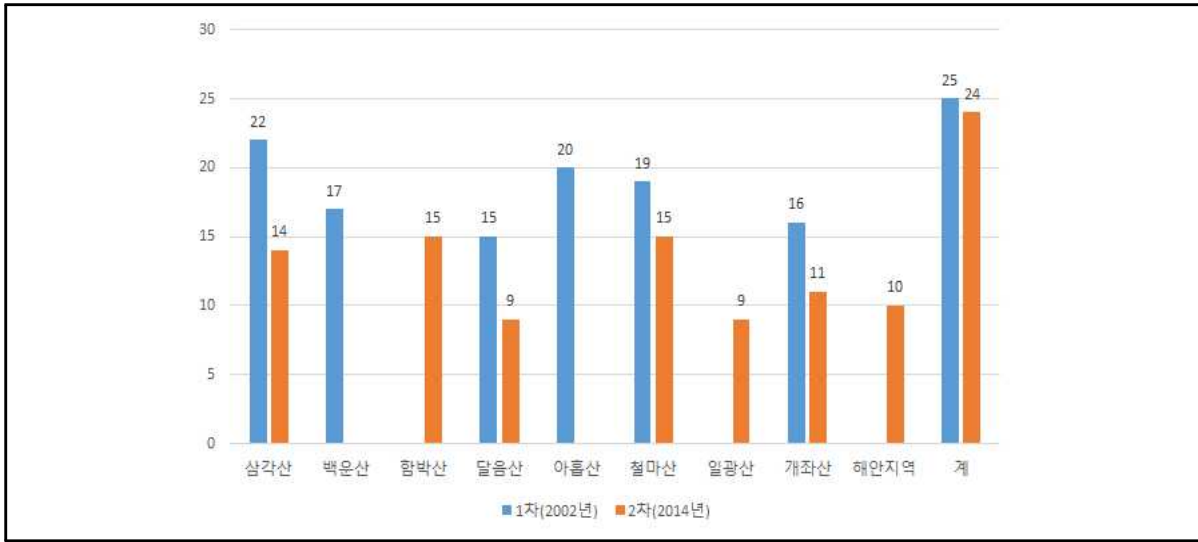
- 제2차 부산자연환경조사 결과, 동부산권역에 출현하는 양서·파충류는 양서류 5과 11종, 파충류 7과 13종으로 총 12과 24종이 조사되었고, 중부산권역은 양서류 5과 9종, 파충류 6과 12종으로 총 11과 21종, 서부산권역은 양서류 6과 11종, 파충류 6과 13종으로 총 12과 24종이 조사되어 전체 조사결과 양서류 6과 15종, 파충류 7과 19종으로 총 13과 34종이 출현하였다. 출현종은 동부산권역과 서부산권역에서 많았고 대부분 제1차 부산자연환경조사시 출현한 것들이었다.
- 과별로는 개구리과(Ranidae)가 8종(23.55%)으로 가장 많이 출현하였고, 뱀과(Colubridae)가 7종(20.59%), 장지뱀과(Lacertidae)가 4종(11.76%), 살모사과(Viperidae)가 3종(8.82%), 도롱뇽과(Hynobidae), 두꺼비과(Bufonidae) 및 남생이과(Emydidae)가 각각 2종(5.88%)씩 출현하였고 그 외 과에서 1종(2.94%)씩 출현하는 것으로 조사되었다.



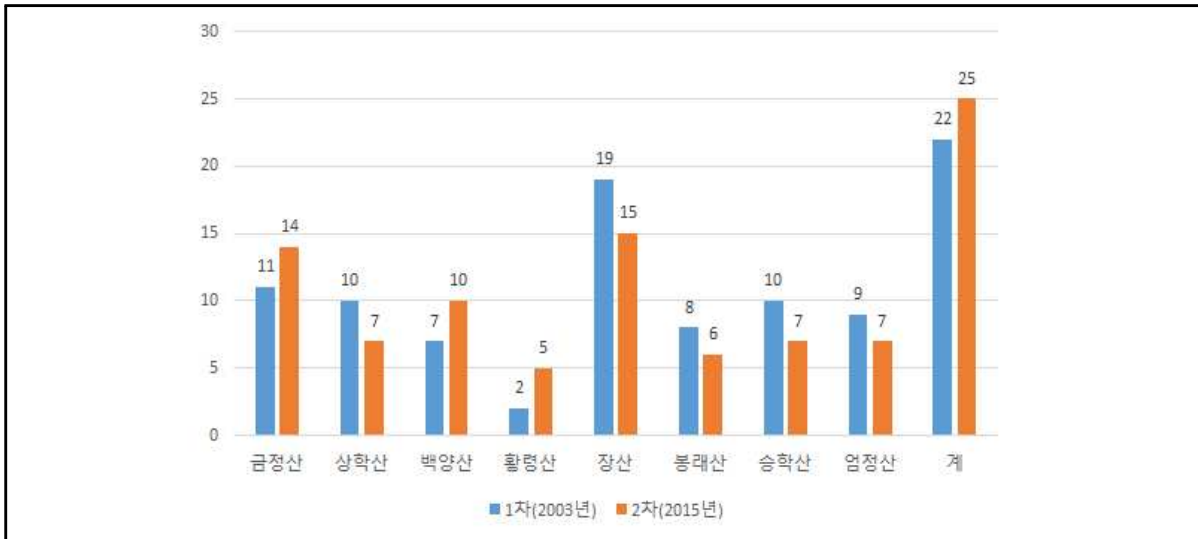
〈그림 5-1-1〉 제 2차 조사 시 양서파충류의 과(Family)별 출현양상

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

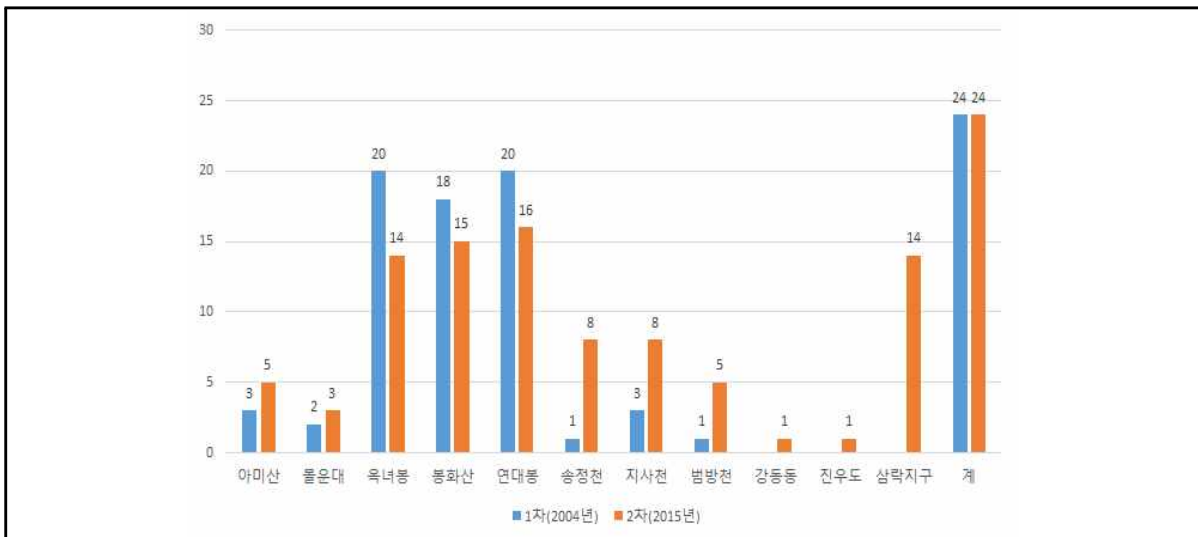
- 제1차 부산자연환경조사 결과와 비교하면 동부산권역 양서류의 출현종 수는 같고, 파충류에서 1종이 감소하였다. 중권역별로 비교하면 대체적으로 제1차 부산자연환경조사에 비해 제2차 부산자연환경조사 시 출현종의 수가 적었으나 동부산권역 전체의 종수는 차이가 없었다.
- 중부산권역에서는 양서류 1종 증가하였고, 파충류 1과 2종이 감소하였다. 중권역별로 비교하면, 금정산과 상학산, 황령산권역에서는 2차조사 시 각각 3종씩 증가하였고, 상학산, 장산, 봉래산, 송학산, 엄정산 등 나머지 중권역에서는 출현종 수가 감소하였다.
- 서부산권역에서는 전체 출현 종 수에는 차이가 없으나 제1차 부산자연환경조사에 비해 제2차 부산자연환경조사 시 출현종 수가 크게 증가한 곳이 송정천, 지사천, 범방천 등 세 곳으로 나타났다. 그러나 제1차와 제2차 부산자연환경조사 결과 전체 종 수에는 차이가 없었다.



〈그림 5-1-2〉 동부산권역의 양서파충류 출현종 수 비교



〈그림 5-1-3〉 중부산권역의 양서파충류 출현종 수 비교



〈그림 5-1-4〉 서부산권역의 양서파충류 출현종 수 비교

- 제1차 부산자연환경조사 시 동부산권역에서는 아홉산과 개좌산을 제외한 4지역에서 맹꽁이 1종(멸종위기야생생물 II 급), 삼각산과 아홉산지역에서 금개구리(멸종위기야생생물 II 급) 1종이 조사되었지만 제2차 부산자연환경조사에서는 확인되지 않았고 그 밖의 범정보호종의 출현도 확인 할 수 없었다. 생태계교란생물인 황소개구리는 제1차와 제2차 부산자연환경조사에 걸쳐 지속적으로 출현하였고, 제2차 부산자연환경조사 시에는 삼각산, 철마산, 개좌산, 해안지역에서 붉은귀거북 1종이 추가로 확인되었다.
- 제1차 부산자연환경조사 시 중부산권역에서는 상학산지역에서 남생이(천연기념물 제 453호, 멸종위기야생생물 II 급) 1종이 조사되었고, 제2차 부산자연환경조사 시에는 금정산과 봉래산지역에서 구렁이(멸종위기야생생물 II 급) 1종이, 장산지역에서 까치살모사(멸종위기야생생물 II 급) 1종이 조사되었다. 생태계교란생물인 붉은귀거북은 제1차 부산자연환경조사 시 백양산, 장산, 엄광산 등 3지역에서 조사되었지만, 제2차 부산자연환경조사 시에는 장산지역에서만 확인되었고, 제1차 부산자연환경조사에서 확인되지 않았던 황소개구리 1종이 제2차 부산자연환경조사 시 장산과 봉래산 지역에서 조사되었다.

〈표 5-1-19〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 시 출현한 양서류 목록

학명	국명	동부산권역		중부산권역		서부산권역		비고
		1차	2차	1차	2차	1차	2차	
Family Hynobidae 도롱뇽과								
<i>Hynobius leechi</i>	도롱뇽	○	○	○	○	○	○	
<i>Hynobius yangi</i> K&M.	고리도롱뇽		○					
Family Discoglossidae 무당개구리과								
<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	○	○	○	○	○	○	
Family Microhylidae 맹꽁이과								
<i>Kaloula boreali</i>	맹꽁이	○				○	○	멸 II
Family Bufonidae 두꺼비과								
<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	○	○	○	○	○	○	
<i>Bufo stejnegeri</i> Schmidt	물두꺼비					○	○	
Family Hylidae 청개구리과								
<i>Hyla japonica</i>	청개구리	○	○	○	○	○	○	
Family Ranidae 개구리과								
<i>Rana plandyi chosonica</i>	금개구리	○						멸 II
<i>Rana amurensis coreana</i>	아무르산개구리	○		○		○		
<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	○	○	○	○	○	○	
<i>Rana rugosa</i>	옴개구리	○	○	○	○	○	○	
<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	○	○	○	○	○	○	
<i>Rana coreana</i>	한국산개구리		○				○	
<i>Rana huanrenensis</i> F,Y&H	계곡산개구리		○		○			
<i>Rana catesbeians</i>	황소개구리	○	○		○	○	○	교
소 계		6과11종	5과11종	5과8종	5과9종	6과11종	6과11종	

주 멸 II : 멸종위기 야생생물 II 급, 천 : 천연기념물, 교 : 생태계교란생물

- 제1차 부산자연환경조사 시 서부산권역의 옥녀봉지역에서 맹꽁이(멸종위기야생생물Ⅱ급), 봉화산 지역에서 구렁이(멸종위기야생생물Ⅱ급) 등 총 2종의 법정보호종이 조사되었고, 제2차 부산자연환경조사 시 강동동지역에서 맹꽁이(멸종위기야생생물Ⅱ급), 진우도지역에서 표범장지뱀(멸종위기야생생물Ⅱ급) 등 총 2종의 법정보호종이 조사되었다. 제1차 부산자연환경조사에서 확인되었던 구렁이(멸종위기야생생물Ⅱ급)는 제2차 부산자연환경조사에서는 조사되지 않았다. 생태계교란생물인 황소개구리는 제1차와 제2차 부산자연환경조사에 걸쳐 지속적으로 출현하였고, 붉은귀거북 1종이 제2차 부산자연환경조사에서 송정천, 지사천, 삼락지역에 추가로 발견되었다.

〈표 5-1-20〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사 시 출현한 파충류 목록

학명	국명	동부산권역		중부산권역		서부산권역		비고
		1차	2차	1차	2차	1차	2차	
Family Trionychidae 자라과								
<i>Pelodiscus sinensis</i>	자라	○	○	○		○		
Family Emydidae 남생이과								
<i>Chinemys reevesii</i>	남생이	○		○				멸Ⅱ, 천
<i>Trachemys scripta elegans</i>	붉은귀거북		○	○	○		○	교
Family Lacertidae 장지뱀과								
<i>Eremias argus</i>	표범장지뱀						○	멸Ⅱ
<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	○	○					
<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	○	○	○	○		○	
<i>Takydromus auroralis</i> Doi	장지뱀					○		
Family Gekkonidae 도마뱀부치과								
<i>Gekko japonicus</i>	도마뱀부치		○	○	○		○	
Family Scincidae 도마뱀과								
<i>Leiopismis laterale</i>	도마뱀	○	○	○	○	○	○	
Family Colubridae 뱀과								
<i>Enhdiis rufodorsata</i>	무자치	○	○	○	○	○	○	
<i>Amphiesma vibakari ruthveni</i>	대륙유혈목이	○		○		○	○	
<i>Natrix tigrina lateralis</i>	유혈목이	○	○	○	○	○	○	
<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	○	○	○	○	○	○	
<i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i>	능구렁이	○	○	○	○	○	○	
<i>Elaphe schrenckii</i> Strauch	구렁이		○		○	○		멸Ⅱ
<i>Zamenis spiralis</i> P.	실뱀	○				○		
Family Viperidae 살모사과								
<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사	○	○	○	○	○	○	
<i>Agkistrodon brevicaudus</i>	살모사	○	○	○	○	○	○	
<i>Agkistrodon saxatilis</i>	까치살모사	○		○	○	○	○	
소 계		6과14종	7과13종	7과14종	6과12종	5과13종	6과13종	

주 멸Ⅱ : 멸종위기 야생생물Ⅱ급, 천 : 천연기념물, 교 : 생태계교란생물

7. 어류

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

- 제2차 부산자연환경조사를 통해 부산광역시 전 권역에 서식하는 어류를 조사한 결과, 총 16과 47종 1,877개체의 어류가 채집되었다(표 5-1-21). 잉어과(Cyprinidae)는 22종 1418개체(RA: 75.5%)로 가장 높은 출현 비율을 보였으며 망둑어과(Gobiidae)는 7종 106개체(RA: 5.6%)가 채집되어 잉어과 다음으로 높은 출현 비율을 보였고, 미꾸리과(Cobitidae)는 3종 48개체(RA: 2.6%)가 채집되었다. 검정우럭과(Centrarchidae)의 경우 2종 97개체(RA: 5.2%)가 채집되었으며, 미꾸리과(Cobitidae)와 메기과(Siluridae), 통가리과(Amblycipitidae), 큰가시고기과(Gasterosteidae), 바다빙어과(Osmeridae), 송어과(Mugilidae), 송사리과(Adrianichthyidae), 포에킬리아과(Poeciliidae), 동사리과(Odontobutidae), 가물치과(Channidae) 참복과(Tetraodontidae) 등은 1종씩 출현하였다. 고유종으로는 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 칼납자루(*Acheilognathus koreensis*), 긴물개(*S. g. majimae*) 등 총 12종 503개체(RA: 26.8%)가 채집되었으며, 외래종으로는 떡붕어(*C. cuvieri*), 구피(*Poecilia reticulata*), 블루길(*L. macrochirus*), 배스(*M. salmoides*)로 총 4종 108개체(RA: 5.8%)가 채집되었다. 우점종은 버들치(*R. oxycephalus*)로 440개체(RA: 23.4%)가 채집되었고, 아우점종은 참갈겨니(*Z. koreanus*)로 306개체(RA: 16.3%)가 채집되었다.
- 동부산권역 조사에서는 14과 40종 1,006개체로 나타나 3권역 중 가장 높은 종 다양성을 보였다. 우점종은 버들치(*R. oxycephalus*)로 188개체(RA: 18.7%)가 채집되었고 아우점종은 피라미(*Z. platypus*)로 171개체(RA: 17.0%)가 채집되었다. 고유종은 총 10종으로 나머지 2 권역과 비교하여 가장 높은 고유종의 상대풍부도(267개체; RA : 26.5%)를 나타냈으며, 외래종은 배스(*M. salmoides*)로 1종 채집되었다.
- 중부산권역 조사에서는 7과 18종 618개체로 나타나 3권역 중 가장 낮은 종 수를 보였다. 우점종은 버들치(*R. oxycephalus*)으로 248개체(RA: 40.1%)가 채집되었고 아우점종은 참갈겨니(*Z. koreanus*)로 204개체(RA: 33.0%)가 채집되었다. 고유종은 4종(216개체; RA: 35.0%)이 채집되었으며, 외래종은 4종(11개체; RA: 1.8%)으로 나타났다.
- 서부산권역 조사에서는 10과 24종 253개체로 나타났다. 우점종은 배스(*M. salmoides*)로 총 51개체(RA: 20.6%)가 채집되었고 아우점종은 붕어(*M. salmoides*)로 47개체(RA: 18.6%)가 채집되었다. 고유종(20개체; RA: 7.9%)은 5종, 외래종(91개체; RA: 36.0%)은 3종이 채집되었다.
- 서부산권역을 제외하고 동부산권역, 중부산권역의 우점하는 종은 버들치(*R. oxycephalus*)로 나타나 산간이나 상류지역에 속하는 어종이 주로 나타났다. 또한 고유종의 수 및 개체수가 중부산권역에 비해 동부산권역에서 높았고, 외래종은 중부산권역에서 가장 높은 종 수를 보였다.

〈표 5-1-21〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 어류상(※, 고유종; ▲, 외래종)

Family	과명	Species	종명	권역			전체
				동부	중부	서부	
Cyprinidae	잉어과	<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	8	9	4	21
		<i>Carassius auratus</i>	붕어	77	39	47	163
		▲ <i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어		1	3	4
		<i>Rhodeus ocellatus</i>	흰줄납줄개	10			10
		※ <i>Rhodeus uyekii</i>	각시붕어	2			2
		※ <i>Acheilognathus koreensis</i>	칼납자루	32			32
		<i>Acheilognathus rhombeus</i>	납지리	30			30
		<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리			4	4
		<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	10	19		29
		<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기			1	1
		※ <i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴물개	36		1	37
		※ <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	참물개	32	6		38
		<i>Squalidus multimaculatus*</i>	점물개	22			22
		<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	6			6
		<i>Tribolodon hakonensis</i>	황어	2			2
		<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	188	248	4	440
		<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니	7	21		28
		※ <i>Zacco koreanus</i>	참갈겨니	102	204		306
		<i>Zacco platypus</i>	피라미	171	7	24	202
		<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i>	끄리			3	3
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	1		13	14		
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	2		22	24		
Cobitidae	미꾸리과	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	19	4	2	25
		<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지	6	13	3	22
		※ <i>Cobitis sinensis*</i>	기름종개	1			1
Bagridae	종개과	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	동차개	1			1
Siluridae	메기과	<i>Silurus asotus</i>	메기	1		1	2
Amblycipitidae	통가리과	※ <i>Liobagrus mediadiposalis</i>	자가사리	1			1
Gasterosteidae	큰가시고기과	<i>Pungitius kaibarae</i>	잔가시고기	18			18
Osmeridae	바다빙어과	<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어	19		1	20
Mugilidae	송어과	<i>Mugil cephalus</i>	송어	40	5	6	51
		<i>Chelon haematocheilus</i>	가송어	1			1
Adrianchthyidae	송사리과	<i>Oryzias latipes</i>	송사리	43			43
Poeciliidae	포에킬리아과	▲ <i>Poecilia reticulata</i>	구피		7		7
Centropomidae	꺼지과	※ <i>Coreoperca herzi</i>	꺼지	29	3	2	34
Centrarchidae	검정우럭과	▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	블루길		1	36	37
		▲ <i>Micropterus salmoides</i>	배스	6	2	52	60
Odontobutidae	동사리과	※ <i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	10	3	3	16
Gobiidae	망둑어과	<i>Chaenogobius urotaenia</i>	꼭저구	20			20
		<i>Acanthogobius flavimanus</i>	문절망둑	4			4
		<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	4		1	5
		<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	6	26		32
		<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	23		18	41
		<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑	1		1	2
		<i>Luciogobius guttatus</i>	미끈망둑	2			2
Channidae	가물치과	※ <i>Channa argus</i>	가물치			1	1
Tetraodontidae	참복과	<i>Takifugu niphobles</i>	복섬	13			13
Total individuals				1006	618	253	1877
Total species				40	18	24	47

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 부산광역시의 하천을 대상으로 실시된 제1차 부산자연환경조사(2001~2004)와 비교 가능한 수계(동일한 조사지점)만을 이용하여 비교한 결과를 나타내었다(표 5-1-22).
- 동부산권역은 1차 조사에서는 총 23종 채집되었으나 본 조사결과에서는 27종이 채집되어 종의 수가 증가하였다. 고유종 수의 변화가 있었는데, 1차 조사에서는 총 2종이 채집되었고, 본 조사결과 5종이 채집되어 과거 조사에 비해 고유종 수가 상승하였다. 외래종의 경우, 1차 조사에서는 블루길(*L. macrochirus*)이 채집되었으나 본 조사결과에서는 채집되지 않았고, 배스(*M. salmoides*)가 새롭게 채집되었다. 또한 우점종으로 1차 조사에서는 민물두줄망둑(*T. bifasciatus*)이 우점하였으나(652개체, RA: 48.7%) 본 조사에선 버들치(*R. oxycephalus*)가 우점하여(182개체, RA: 33.0%) 우점종의 변화가 있었다.
- 중부산권역은 1차 조사에서는 총 19종이 채집되었으나 본 조사결과에서는 17종이 채집되어 종의 수가 감소하였다. 고유종의 경우, 1차 조사에서 3종이 채집되고, 본 조사에서도 3종이 채집되어 고유종의 수가 유지되었다. 외래종은 1차 조사에서 떡붕어(*C. cuvieri*)가 채집되었으나 본 조사에서는 채집되지 않았으며, 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)가 새롭게 채집되었다. 우점종의 경우, 1차 조사에서 버들치(*R. oxycephalus*)가 우점하였고(426개체, RA: 40.3%), 본 조사 결과에도 버들치(*R. oxycephalus*)가 우점하여(248개체, RA: 42.6%) 1차 조사 결과와 동일한 우점종을 나타내었다.
- 서부산권역은 1차 조사에서는 총 19종이 채집되었고, 본 조사결과에서 17종이 채집되어 종의 수가 감소하였다. 고유종의 경우, 1차 조사에서는 3종이 채집되었고, 본 조사에서도 3종이 채집되어 고유종의 수는 유지되었다. 외래종은 1차 조사조사에서 떡붕어(*C. cuvieri*), 블루길(*L. macrochirus*)과 배스(*M. salmoides*)가 출현하였으며, 본 조사에서도 동일한 종이 출현하였다. 우점종의 경우, 1차 조사에서 갈겨니(*Z. temmincki*)가 우점하였고(132개체, RA: 28.2%), 본 조사결과에서는 배스(*M. salmoides*)가 우점하여(24개체, RA: 18.9%) 1차 조사 결과와 달리 외래종이 우점하였다.

〈표 5-1-22〉 제1차 부산자연환경조사(2001~2004)와 제2차 부산자연환경조사(2013~2016)의 어류상 비교

Family	과명	Species	종명	동부산권역		중부산권역		서부산권역	
				제1차	제2차	제1차	제2차	제1차	제2차
Anguillidae	뱀장어과	<i>Anguilla japonica</i>	뱀장어	4					
Cyprinidae	잉어과	<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		6	7	9	2	1
		<i>Cyprinus carpio(fancy carp)</i>	비단잉어			20			
		▲ <i>Cyprinus carpio(Israel)#</i>	이스라엘잉어			2			
		<i>Carassius auratus</i>	붕어	89	65	15	20		8
		<i>Carassius auratus(Goldfish)</i>	금붕어			13			
		▲ <i>Carassius cuvier#</i>	땡붕어			1	1	13	3
		<i>Acheilognathus rhombeus</i>	납지리					7	
		<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리					4	2
		<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	174	5	6	9	7	
		<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기						
		※ <i>Squalidus gracilis majimae*</i>	긴몰개		4				
		※ <i>Squalidus chankaensis tsuchigae*</i>	참몰개				6	52	
		※ <i>Squalidus multimaculatus*</i>	점몰개	125	19	14			
		<i>Hemibarbus labeo</i>	누치		4			32	
		<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	40	182	426	248		
		<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니			380	21	132	
		※ <i>Zacco koreanus*</i>	참갈겨니		46		204		
		<i>Zacco platypus</i>	피라미	128	55		7	11	11
<i>Opsanichthys uncirostris anurensis</i>	끄리					40	2		
※ <i>Hemiculter eigenmanni*</i>	치리					24	10		
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치						18		
Balitoridae	종개과	<i>Lefua costata</i>	쌀미꾸리			1			
Cobitidae	미꾸리과	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	19	19	14	4	23	1
		<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지	2	1	4	13	7	3
		※ <i>Iksookimialongicorpus*</i>	왕종개	6					
<i>Cobitis sinensis*</i>	기름종개		1						
Bagridae	동자개과	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	동자개		1				
Siluridae	메기과	<i>Silurus asotus</i>	메기		1			1	
Gasterosteidae	큰가시고기과	<i>Pungitius kaibarae</i>	찬가시고기		13				
Osmeridae	바다빙어과	<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어	1	19			1	
Mugilidae	송어과	<i>Mugil cephalus</i>	송어	16	40		5	4	6
		<i>Chelon haematocheilus</i>	가송어		1				
Adionichthyidae	송사리과	<i>Oryzias latipes</i>	송사리	18					
Moronidae	농어과	<i>Lateolabrax maculatus</i>	점농어	3					
		<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어					1	
Centropomidae	꺼지과	※ <i>Coreoperca herzi*</i>	꺼지		1	3	3	3	
Centrarchidae	검정우럭과	▲ <i>Lepomis macrochirus#</i>	블루길	1			1	89	17
		▲ <i>Micropterus salmoides#</i>	배스		1		2	11	24
Odontobutidae	동사리과	※ <i>Odontobutis platycephala*</i>	동사리			1	3		
Gobiidae	망둑어과	<i>Chaenogobius urotaenia</i>	꼭저구		19	14			
		<i>Acanthogobius flavimanus</i>	문절망둑	5	4	1		6	
		<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	15	2			1	
		<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	20	5	111	26		
		<i>Tridentiger bifasciatus</i>	민물두줄망둑	652					
		<i>Tridentiger obscurus</i>	검정망둑	8	23			11	
		<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑			24			
<i>Luciogobius guttatus</i>	미끈망둑	3	2						
Tetraodontidae	참복과	<i>Takifugu niphobles</i>	복섬		13				
Sparidae	도미과	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	감성돔	1					
Siganidae	독가시과	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	9					
Bothidae	등갈참치과	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	1					
Total individuals				1340	552	1057	582	468	120
Total species				23	27	19	17	19	17

※, 고유종; ▲, 외래종

8. 수서동물

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

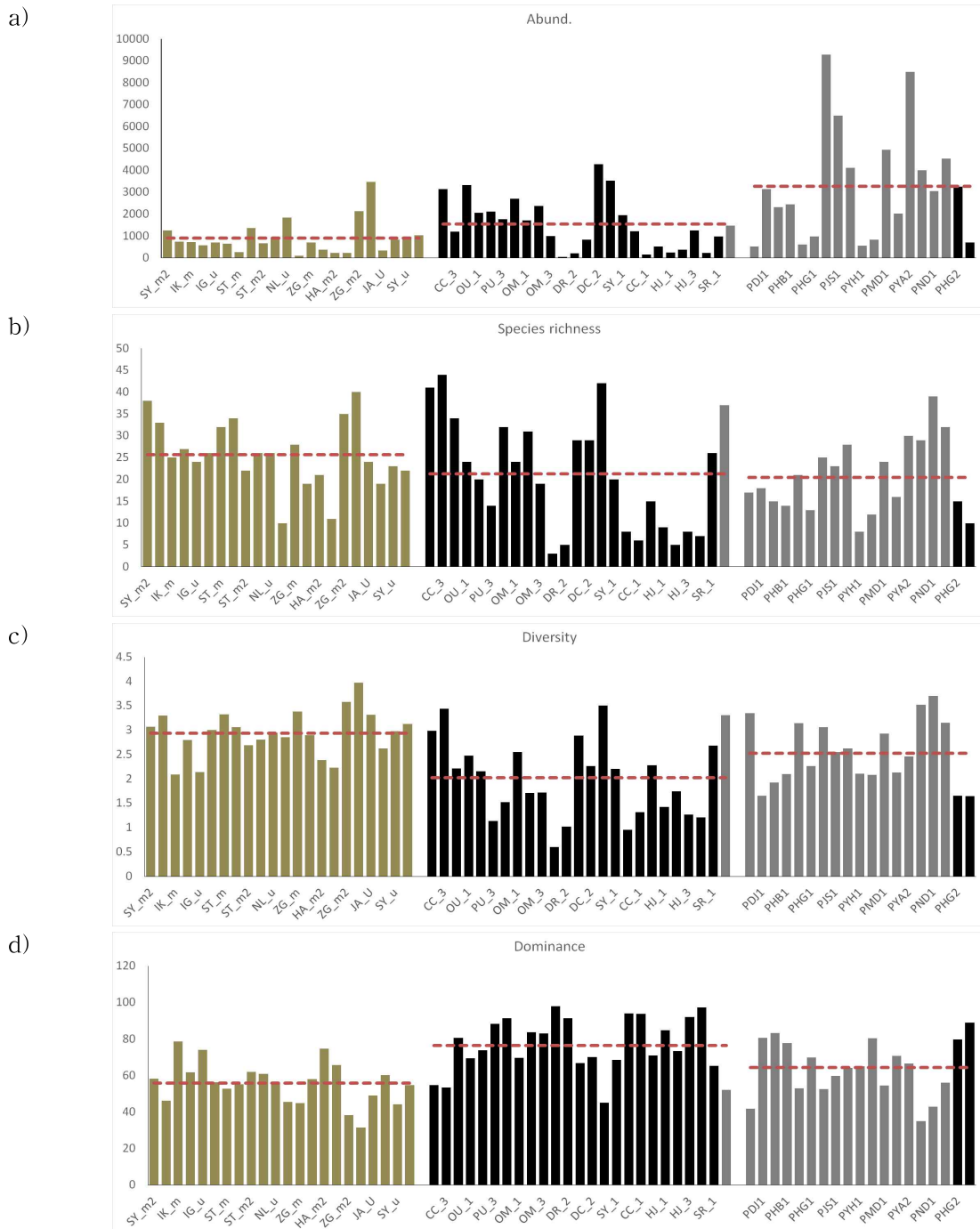
(1) 생물상

- 제2차 부산자연환경조사 기간 동안 동부산권역은 22개 지점에서 총 4문 7강 18목 56과 104종, 중부산권역은 25개 지점에서 총 4문 8강 20목 53과 101종, 서부산권역19개 지점에서 총 4문 8강 20목 52과 87종이 출현 하였다. 단순 종수로만 보았을 때 동부산권역에서 가장 많은 종이 출현하였고, 중부산권역 101종, 서부산권역 87종 순으로 출현 하였다.
- 동부산권역의 하천은 전반적으로 하천의 발원지로부터 바다까지의 길이가 짧아 대부분 중-하류 부에 모래 하상이 풍부하게 형성되지 않았다. 따라서 모래하상에서 서식하는 연체동물의 출현 빈도는 낮고, 자갈 하상에 잘 적응한 절지동물의 출현 빈도가 높았다. 전체 출현 종의 87%에 해당하는 절지동물 중 96%가 수서 곤충에 해당 되며, 청정하고 깨끗한 산간 하천에만 주로 출현하는 강도래목도 5종 발견되었다. 특히 수영강 상류 범기 수원지 상류계곡에 출현한 한국큰그물강도래(*Pteronarcys macra*)와 한국강도래(*Kamimuria coreana*)의 경우 국외반출승인종으로 주목할 만한데, 국외로 반출을 할 경우 국가의 승인이 필요한 종이다.
- 중부산권역의 경우도 수영강 본류 하천을 제외하고는 대부분 발원지로부터 본류까지의 길이가 짧았다. 중부산권역의 하천 중 금정산과 장산과 인접한 지점의 경우 대부분 자갈이나 호박돌 이상의 하상 크기를 보였다. 낙동강 본류와 인접한 사상구에 형성된 하천인 삼락천과 학장천의 경우 사상공단의 영향으로 복개되거나 유기물 오염의 유입이 심한 것으로 나타났다. 일부 학장천 상류부는 복원 공사 중으로 보였는데, 중-하류 부 역시 복원 공법 적용이 필요해 보인다. 반대로 상류부에 사찰이 형성되어 있는 온천천 상류 범어사 지점과 춘천의 경우 외부인의 출입 등이 차단되면서 자연스럽게 청정이 유지되었다. 중부산권역의 하천에서 출현한 전체 종의 82%에 해당하는 절지동물 중 95%가 수서 곤충에 해당 하며, 그 중 청정하고 깨끗한 산간 하천에만 주로 출현하는 강도래목이 11종 발견되었다. 온천천 상류 범어사 계곡 지점과 춘천 상류지점에서 출현한 한국강도래(*Kamimuria coreana*)의 경우 국외반출승인종으로 국외로 반출을 할 경우 국가의 승인이 필요한 종이었다.
- 서부산권역의 경우 낙동강 본류로 연결되는 하천들과 발원지로부터 해양까지의 길이가 짧은 하천이 많았다. 하상 구성은 산간 지역의 하천과 평지형 하천에서 다양한 구성을 보였다. 일부 지점들의 경우 오염이 진행되어 생물상의 구성이 매우 단순하였다. 전체 출현종의 81%가 절지동물로 나타났으며 절지동물중 92%가 수서곤충에 해당되며 대정천등에서는 진강도래 등이 발견되는 청정한 환경을 보여주었다.

(2) 군집 및 생물 지수

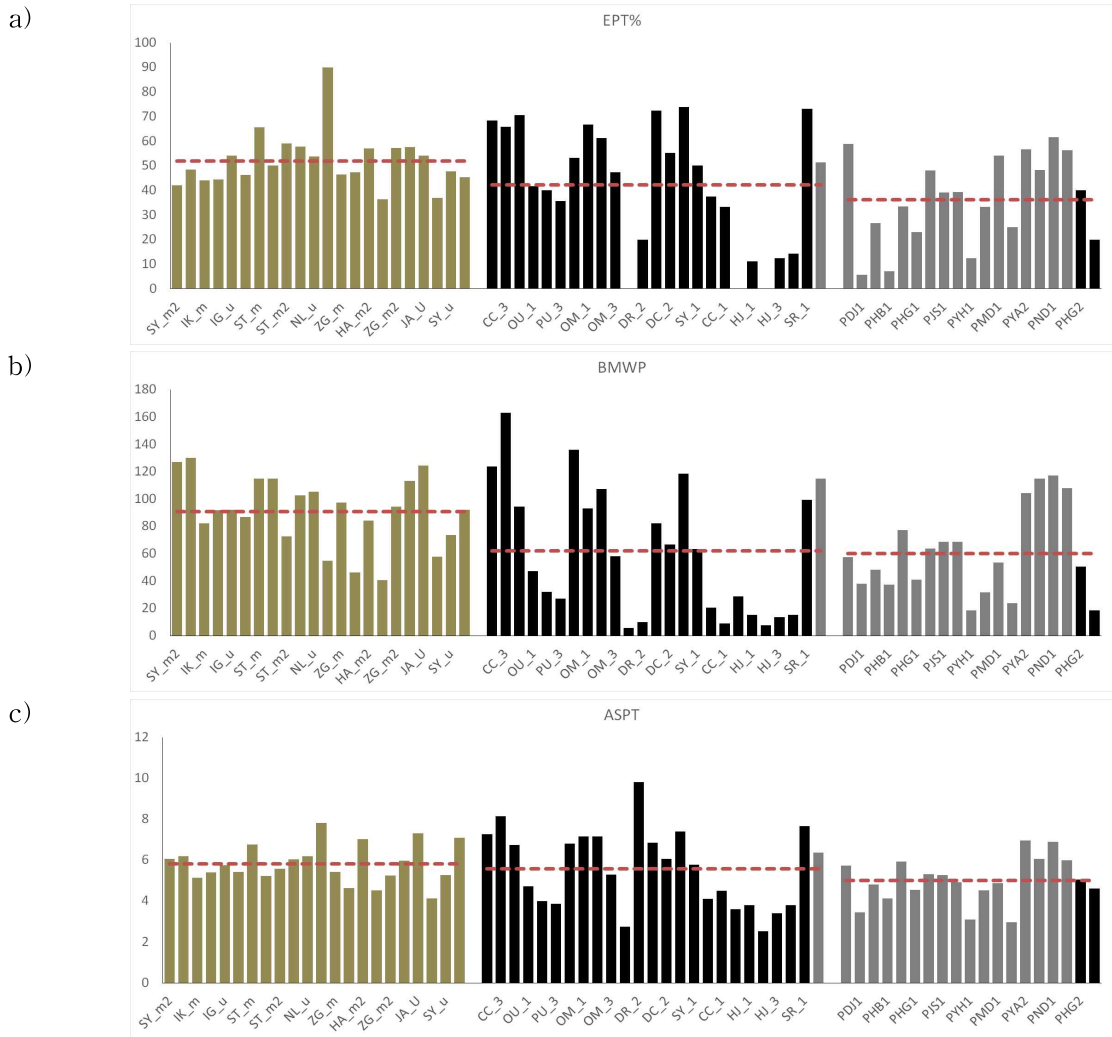
- <그림 5-1-5>는 각 권역의 군집지수(밀도, 종 풍부도, 다양도 지수, 우점도 지수)를 나타낸다. 모든 그래프에서 좌측(황갈색)은 동부산권역, 중앙(검은색)은 중부산권역, 우측(회색)은 서부산권역이고, 빨간색 점선은 각 권역의 평균값을 나타낸다. 밀도의 경우 동부산권역에서 평균값이

제일 낮았고, 중부산권역, 서부산권역의 순서로 나타났다(그림 5-1-5, a). 종 풍부도는 동부산권역에서 가장 높았고 중부산권역과 서부산권역은 비슷하게 나타났다(그림 5-1-5, b). 특히 중부산권역에서는 높은 값을 보인 지점들과 반대로 매우 낮은 값을 보인 지점들이 같이 나타났다. 전체적으로 수질의 평균 값이 감소되는 효과가 나타났다. 다양도 지수는 동부산권역에서 가장 높았고, 중부산권역, 서부산권역의 순서였다(그림 5-1-5, c). 반면에 우점도 지수는 반대로 중부산권역, 서부산권역, 동부산권역의 순서대로 나타났다(그림 5-1-5, d).



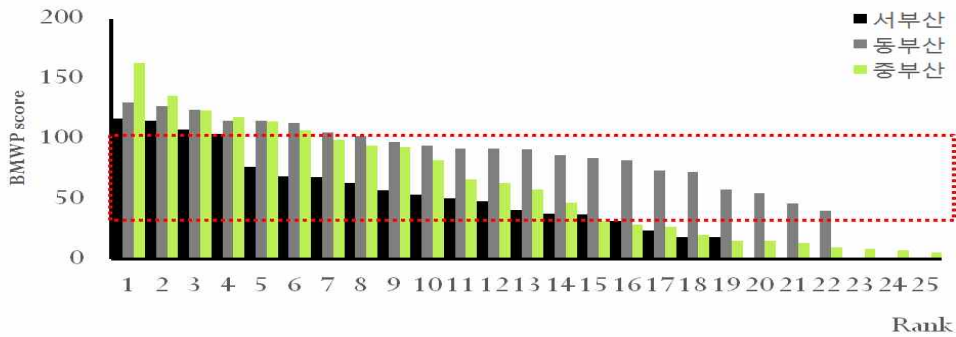
〈그림 5-1-5〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 수서곤충의 군집 지수 비교.

a)밀도, b)종 풍부도, c)다양도 지수, d)우점도 지수. 빨강색 점선은 각 권역의 평균값을 의미함



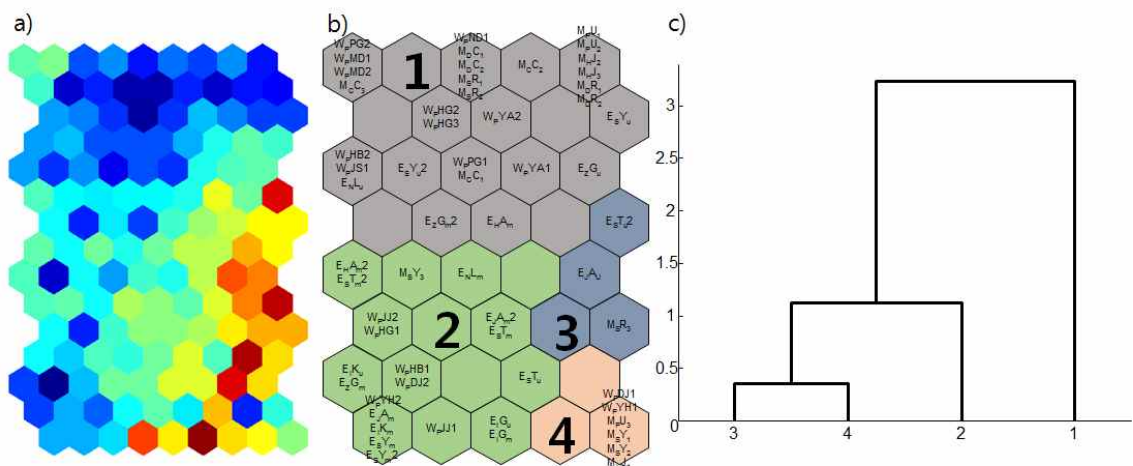
〈그림 5-1-6〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 수서곤충의 생물 지수 비교.
a)EPT%, b) BMWP, c)ASPT. 빨간색 점선은 평균값을 의미함.

- 〈그림 5-1-6〉은 생물지수인 EPT%, BMWP, ASPT를 각 권역에서 나타낸다. EPT%는 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역 순으로 나타났다. 동부산권역에서는 다양한 하루살이목, 날도래목, 강도래목이 출현 한 반면, 서부산권역에서는 하루살이목, 날도래목, 딱정벌레목, 파리목등이 많이 출현하였다(그림 5-1-6, a). BMWP도 동부산권역에서 가장 높았으며 중부산권역, 서부산권역은 비슷하였다. EPT%에 비해 상대적으로 수질 차이가 크게 나타났다. EPT%지수, 다양도 지수가 높은 동부산권역에서 BMWP가 높게 측정된 반면, 딱정벌레목, 파리목등의 영향으로 서부산권역에서는 중부산권역과 비슷하게 나타났다(그림 5-1-6, b). ASPT는 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역의 순서로 나타났으나 그 값은 대체로 비슷하게 나타났다(그림 5-1-6, c).
- 이미 수행된 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역의 수질을 BMWP 기준으로 비교하였다(그림 5-1-7). 중부산권역의 경우 청정하거나(100 이상) 심하게 오염된(40이하) 지점의 변이가 크게 나타났다. 동부산권역의 경우 BMWP 40-60 사이의 약간 오염된 지점이 많은 반면 서부산권역의 경우 상대적으로 40-100사이에 지점이 많았다. 도시화가 심한 중부산권역의 경우 극단적으로 오염된 지점이 있으므로 보전의 필요성이 높았다.



〈그림 5-1-7〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 BMWP 비교(랭크별)

- 〈그림 5-1-8〉은 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역의 생물상 자료를 이용하여 자가조직화 지도(SOM)을 수행한 결과이다. 자가조직화 지도분석에서 9*7의 맵 사이즈를 설정하였으며 입력 자료로써 60개의 지점과 출현 생물 146종이 사용되었다. 제일 좌측 U매트릭스에서 우측 하단 부분이 다른 지역과 상대적으로 거리가 있게 나타났다. 대체적으로 자료는 혼재되어 나타났으나 권역별로 나누어지는 경향을 보였으며, 전체적으로 상부의 1번과 하부의 2,3, 4번 클러스트로 구분되었다. 클러스터 1의 좌측 상단에는 서부산권역의 자료가 나타났고 클러스터 1의 우측 하단부로 동부산권역의 자료가 나타났다. 클러스터 2의 경우 좌측 하단과 우측 하단에 동부산권역 자료가 묶여져 나타났고 중앙 부분에 서부산권역의 자료가 나타났다. U-matrix에 의하면 3, 4번 클러스트가 상대적으로 크게 구별 되었다. 클러스터링 4에는 중부산권역과 서부산권역의 자료가 나타났다. 클러스터링 4에 위치한 지점들(예, 대정천, 예안천)은 매우 청정한 지역으로 나타났다. 클러스터링 3번에 위치한 지점들 또한 다른 지역과 비교하여 상대적으로 청정한 지역의 하천들이 나타났다. 클러스터링 3,4에 위치한 지점들은 대체로 강도래등이 출현한 지역이었다. 자가조직화 지도를 적용 하였을 때 지점들의 오염(교란)정도 생태적 온전성을 효율적으로 평가할 수 있음을 알 수 있었다.



〈그림 5-1-8〉 제2차 부산자연환경조사의 권역별 자료를 이용한 자가 조직화 지도.

a)U매트릭스, b)클러스터링, c)덴드로 그래프.

- 자가조직화 지도의 시각화 결과에서 다슬기(*Semisulcospira libertina*), 개똥하루살이(*Baetis fuscatus*), 깔따구류 spp.(non-red type)(Chironomidae spp.(red type 아닌 것)), 깔따구류 spp.(red type)(Chironomidae spp. (red type)), 줄날도래(*Hydropsyche kozhantschikovi*) 종들은 권역을 특정하지 않고 부산전역에서 나타났다. 하지만 좁주름다슬기(*Semisulcospira tegulata*), 방울실잠자리(*Platycnemis phillopoda*), 배치레잠자리(*Lyriothemis pachygastra*), 한국강도래 (*Kamimuria coreana*), 나비날도래 KUa(*Ceraclea KUa*) 종들은 특정 권역에만 국소적으로 나타났다.

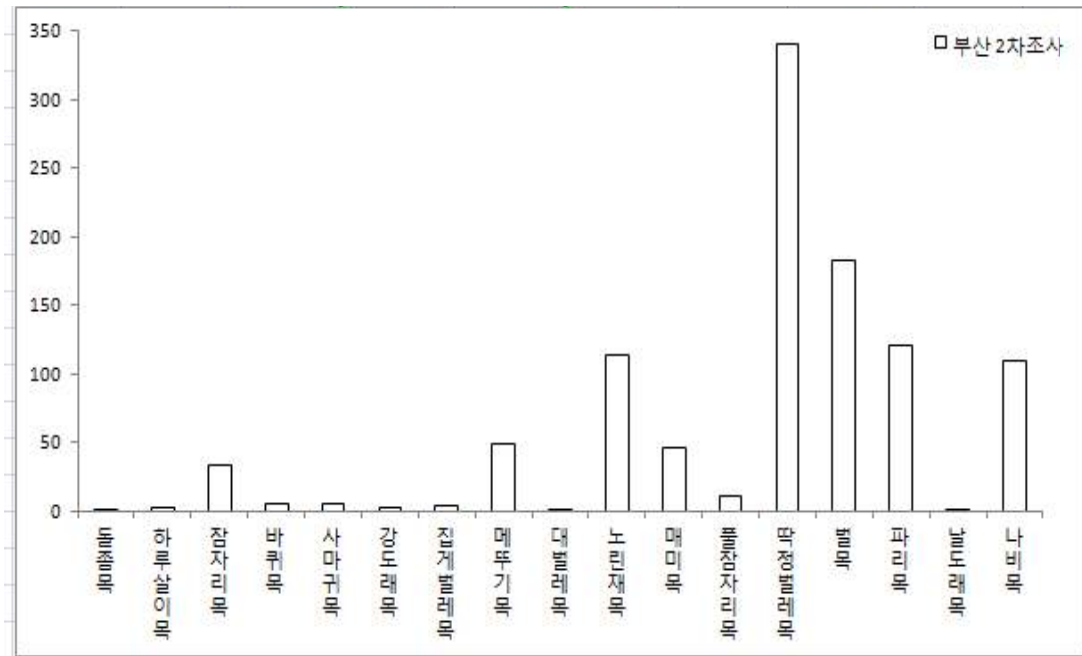
9. 곤충

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

- 제2차 부산자연환경조사의 곤충 조사 결과, 17목 169과 811속 1029종으로 조사되었다. 동부산 권역은 11목 104과 357속 395종으로 조사되었고, 중부산권역은 14목 122과 396속 493종, 서부산권역은 14목 98과 357속 417종이 조사되었다. 중부산권역이 가장 많은 종수가 조사되었고 그 다음으로 서부산권역, 동부산권역 순으로 나타났다<표 5-1-23, 그림 5-1-9>.
- 제2차 부산자연환경조사의 곤충 조사를 보게 되면, 딱정벌레목이 38과 25속 340종으로 33.04로 높은 비율로 나타났고, 벌목이 18과 142속 183종으로 17.78, 파리목 24과 103속 121종으로 11.76, 노린재목 23과 95속 114종으로 11.08, 나비목 21과 89속 110종, 메뚜기목 8과 43속 49종으로 4.76, 매미목 13과 40속 46종으로 4.76, 잠자리목이 7과 21속 33종으로 3.21, 바퀴목과 사마귀목이 5종으로 0.49, 집게벌레목이 4종으로 0.39, 강도래목이 3종으로 0.29, 돌좀목과 날도래목이 1종으로 0.10의 비율로 구성된다<표 5-1-23>.

〈표 5-1-23〉 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
돌좀목	1	0.59	1	0.12	1	0.10	1.00
하루살이목	1	0.59	2	0.25	2	0.19	2.00
잠자리목	7	4.14	21	2.59	33	3.21	4.71
바퀴목	2	1.18	2	0.25	5	0.49	2.50
사마귀목	1	0.59	4	0.49	5	0.49	5.00
강도래목	2	1.18	3	0.37	3	0.29	1.50
집게벌레목	2	1.18	4	0.49	4	0.39	2.00
메뚜기목	8	4.73	43	5.30	49	4.76	6.13
대벌레목	1	0.59	1	0.12	1	0.10	1.00
노린재목	23	13.61	95	11.71	114	11.08	4.96
매미목	13	7.69	40	4.93	46	4.47	3.54
풀잠자리목	6	3.55	10	1.23	11	1.07	1.83
딱정벌레목	38	22.49	250	30.83	340	33.04	8.95
벌목	18	10.65	142	17.51	183	17.78	10.17
파리목	24	14.20	103	12.70	121	11.76	5.04
날도래목	1	0.59	1	0.12	1	0.10	1.00
나비목	21	12.43	89	10.97	110	10.69	5.24
18목	169	100	811	100	1029	100	



〈그림 5-1-9〉 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조

- 동부산권역에서는 11목 104과 357속 395종으로 조사되었다. 딱정벌레목이 28과 115속 126종으로 31.90로 높은 비율로 나타났고, 파리목이 14과 60속 65종으로 16.46, 노린재목이 15과 48속 54종으로 13.67, 벌목이 10과 49속 53종으로 13.42, 나비목이 15과 39속 14종으로 3.54, 매미목이 7종으로 1.77, 집게벌레목이 4종으로 1.00, 사마귀목과 풀잠자리목이 2종으로 0.51의 비율로 나타났다<표 5-1-24>.
- 중부산권역은 14목 122과 396속 493종로 조사되었고 딱정벌레목이 26과 120속 151종으로 30.63의 비율로 높게 나타났다. 그 외에도 벌목이 12과 52속 73종으로 14.81, 나비목이 18과 55속 66종으로 13.39, 노린재목이 20과 53속 59종으로 11.97, 파리목이 11과 34속 44종으로 8.92, 메뚜기목이 8과 31속 36종으로 7.30, 매미목이 11과 25속 28종으로 5.68, 잠자리목이 4과 6속 12종으로 2.43, 풀잠자리목이 9종으로 1.83, 사마귀목이 5종으로 1.01, 집게벌레목이 4종으로 0.81, 바퀴목이 3종으로 0.61, 강도래목이 종으로 0.41, 대벌레목이 1종으로 0.20의 비율로 구성된다<표 5-1-25>.
- 서부산권역은 14목 98과 357속 417종이 조사되었고 딱정벌레목이 29과 135속 154종으로 36.93의 비율을 차지하여 가장 높은 다양성을 보였고, 벌목이 13과 66속 76종으로 18.23, 노린재목이 18과 61속 68종으로 16.31, 메뚜기목이 8과 27속 30종으로 7.19, 나비목이 8과 18속 27종으로 6.47, 매미목이 7과 17속 21종으로 5.04로 다양성을 보였고, 나머지 분류군은 파리목(3.84), 잠자리목(3.12), 사마귀목(0.96), 풀잠자리목(0.72), 집게벌레목(0.48), 바퀴목(0.24), 강도래목(0.24), 대벌레목(0.24) 순서로 나타났고, 중부산권역이 가장 많은 종수가 조사되었고 그 다음으로 서부산권역, 동부산권역 순으로 나타났다<표 5-1-26, 그림 5-1-10>.

〈표 5-1-24〉 제2차 부산자연환경조사의 동부산권역 곤충다양성 구조

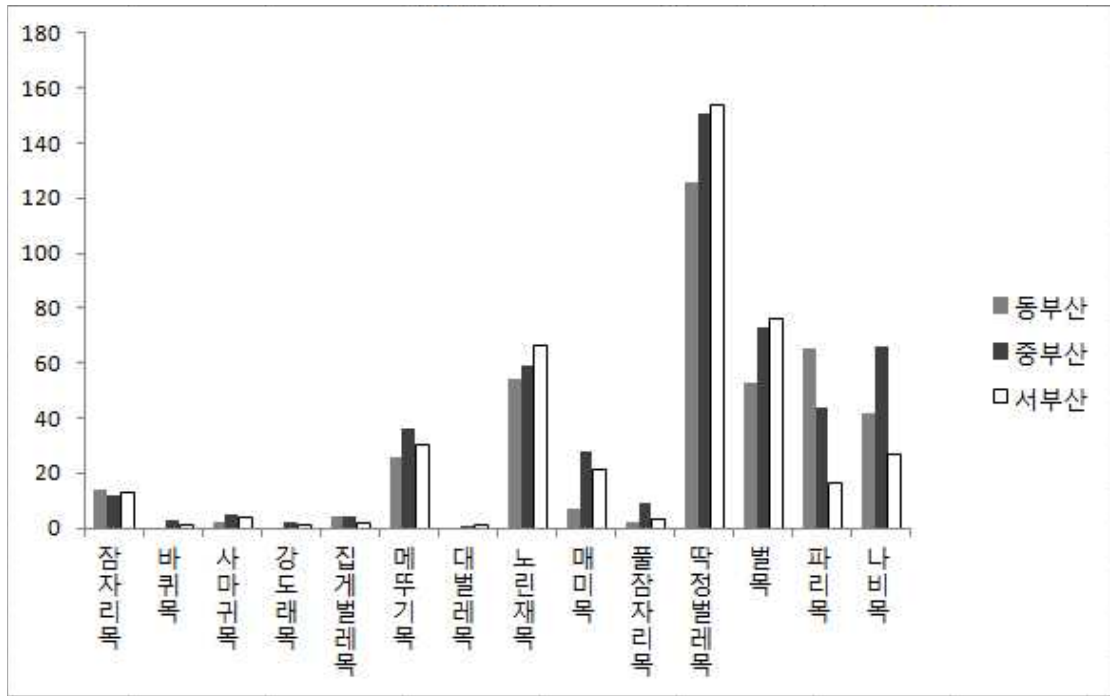
목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	과	속	속	속	종	속	
잠자리목	4	3.85	6	1.68	14	3.54	3.50
사마귀목	1	0.96	1	0.28	2	0.51	2.00
집계벌레목	3	2.88	4	1.12	4	1.00	1.33
메뚜기목	8	7.69	26	7.28	26	6.58	3.25
노린재목	15	14.42	48	13.45	54	13.67	3.60
매미목	4	3.85	7	1.96	7	1.77	1.75
풀잠자리목	2	1.92	2	0.56	2	0.51	1.00
딱정벌레목	28	26.92	115	32.21	126	31.90	4.50
벌목	10	9.62	49	13.73	53	13.42	5.30
파리목	14	13.46	60	16.81	65	16.46	4.64
나비목	15	14.42	39	10.92	42	10.63	2.80
11목	104	100	357	100	395	100	

〈표 5-1-25〉 제2차 부산자연환경조사의 중부산권역 곤충다양성 구조

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	과	속	속	속	종	속	
잠자리목	4	3.28	6	1.52	12	2.43	3.00
바퀴목	1	0.82	1	0.25	3	0.61	3.00
사마귀목	1	0.82	4	1.01	5	1.01	5.00
강도래목	2	1.64	2	0.51	2	0.41	1.00
집계벌레목	2	1.64	4	1.01	4	0.81	2.00
메뚜기목	8	6.56	31	7.83	36	7.30	4.50
대벌레목	1	0.82	1	0.25	1	0.20	1.00
노린재목	20	16.39	53	13.38	59	11.97	2.95
매미목	11	9.02	25	6.31	28	5.68	2.55
풀잠자리목	5	4.10	8	2.02	9	1.83	1.80
딱정벌레목	26	21.31	120	30.30	151	30.63	5.81
벌목	12	9.84	52	13.13	73	14.81	6.08
파리목	11	9.02	34	8.59	44	8.92	4.00
나비목	18	14.75	55	13.89	66	13.39	3.67
14목	122	100	396	100	493	100	

〈표 5-1-26〉 제2차 부산자연환경조사의 서부산권역 곤충다양성 구조

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	과	속	속	속	종	속	
잠자리목	2	2.04	9	2.52	13	3.12	6.50
바퀴목	1	1.02	1	0.28	1	0.24	1.00
강도래목	1	1.02	1	0.28	1	0.24	1.00
집계벌레목	1	1.02	2	0.56	2	0.48	2.00
사마귀목	1	1.02	3	0.84	4	0.96	4.00
대벌레목	1	1.02	1	0.28	1	0.24	1.00
메뚜기목	8	8.16	27	7.56	30	7.19	3.75
노린재목	18	18.37	61	17.09	68	16.31	3.78
매미목	7	7.14	17	4.76	21	5.04	3.00
잠자리목	3	3.06	3	0.84	3	0.72	1.00
딱정벌레목	29	29.59	135	37.82	154	36.93	5.31
벌목	13	13.27	66	18.49	76	18.23	5.85
파리목	5	5.10	13	3.64	16	3.84	3.20
나비목	8	8.16	18	5.04	27	6.47	3.38
14목	98	100	357	100	417	100	4.26



〈그림 5-1-10〉 제2차 부산자연환경조사의 조사권역별 곤충다양성 구조

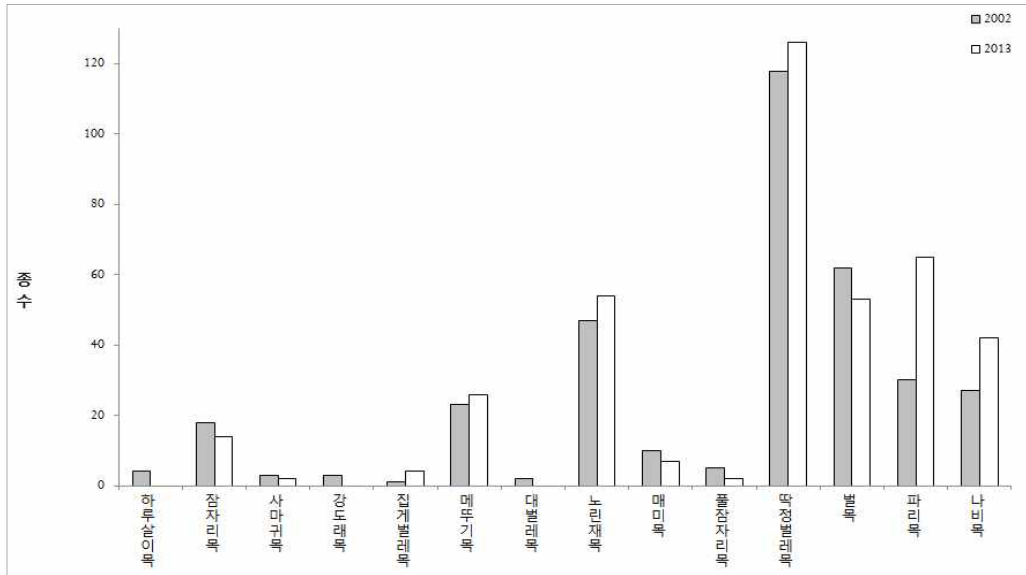
2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 동부산권역은 2002년 조사에서 14목 99과 353종이 조사되었고, 2013년 조사에서 11목 104과 357속 395종이 조사되었다(표 5-1-27). 10년 전과 비교했을 때 조사된 곤충의 종의 수는 증가했고 전체적인 종다양도는 딱정벌레목, 벌목, 파리목이 높게 나타났다(그림 5-1-11).

〈표 5-1-27〉 동부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2013/2003년 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	2003	2013	2003	2013	2003	2013	
하루살이목	-/2	-/2.02	-/4	-/1.32	-/4	-/1.13	-/2.00
잠자리목	4/7	3.85/7.07	6/11	1.68/3.64	14/18	3.54/5.10	3.50/2.57
사마귀목	1/1	0.96/1.01	1/2	0.28/0.66	2/3	0.51/0.85	2.00/3.00
강도래목	-/2	-/2.02	-/3	-/0.99	-/3	-/0.85	-/1.50
집게벌레목	3/1	2.88/1.01	4/1	1.12/0.33	4/1	1.0/0.28	1.33/1.00
메뚜기목	8/8	7.69/8.08	26/22	7.28/7.28	26/23	6.58/6.52	3.25/2.88
대벌레목	-/2	-/2.02	-/2	-/0.66	-/2	-/0.57	-/1.00
노린재목	15/15	14.42/15.15	48/41	13.45/13.58	54/47	13.67/13.31	3.60/3.13
매미목	4/4	3.85/4.04	7/10	1.96/3.31	7/10	1.77/2.83	1.75/2.50
풀잠자리목	2/3	1.92/3.03	2/4	0.56/1.32	2/5	0.51/1.42	1.00/1.67
딱정벌레목	28/26	26.92/26.26	115/103	32.21/34.11	126/118	31.90/33.43	4.50/4.54
벌목	10/11	9.62/11.11	49/49	13.73/16.23	53/62	13.42/17.56	5.30/5.64
파리목	14/10	13.46/10.10	60/27	16.81/8.94	65/30	16.46/8.50	4.64/3.00
나비목	15/7	14.42/7.07	39/23	10.92/7.62	42/27	10.63/7.65	2.80/3.86
11목	104/99	100/100	357/302	100/100	395/353	100/100	

- 동부산권역의 조사지역은 대부분 산지 하층부에 경작지가 많이 있는 상태였고, 경작생태계와 관련된 파리, 노린재 종류가 조사되었으며, 계류지역 주변에서는 지표보행성 딱정벌레 종류가 증가했다<표 5-1-27>. 조사된 종의 수는 증가했지만 자카드계수를 이용하여 시간의 따른 유사도는 0.22로 종 구성의 변화가 많다고 나타났다<그림 5-1-14>.



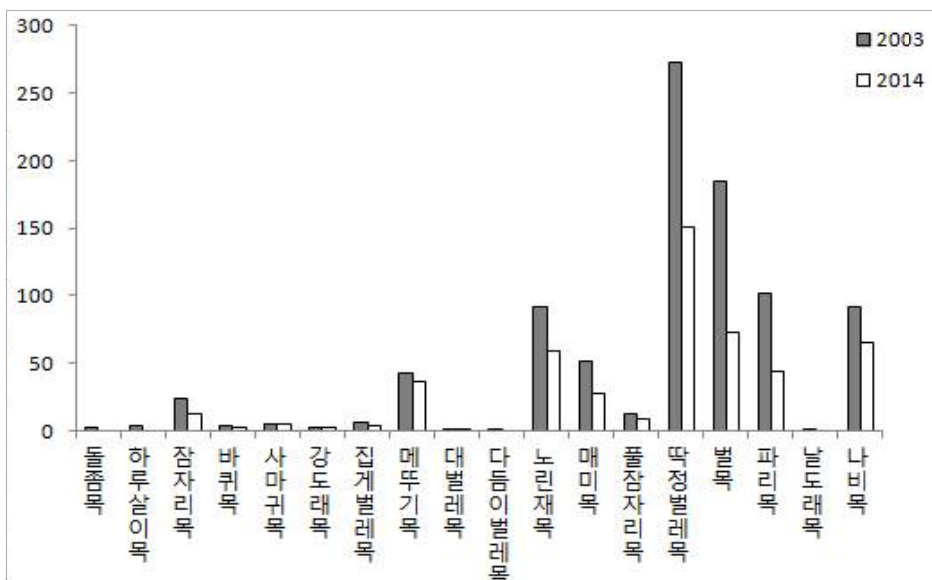
<그림 5-1-11> 동부산권역의 제1차와 제2차 부산자연환경조사 곤충다양성 구조 비교

- 중부산권역은 2003년 조사에서 18목 153과 903종이 조사되었고, 2014년 조사에서 14목 122과 396속 493종이 조사되었다<표 5-1-28>.

〈표 5-1-28〉 중부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2014/2003 비교)

목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
돌좀목	-/1	-/0.65	-/1	-/0.13	-/3	-/0.33	-/3.00
하루살이목	-/2	-/1.31	-/1	-/0.13	-/4	-/0.44	-/2.00
잠자리목	4/5	3.28/3.27	6/12	1.52/1.60	12/24	2.43/2.66	3.00/4.80
바퀴목	1/2	0.82/1.31	1/2	0.25/0.27	3/4	0.61/0.44	3.00/2.00
사마귀목	1/1	0.82/0.65	4/4	1.01/0.53	5/5	1.01/0.55	5.00/5.00
강도래목	2/2	1.64/1.31	2/3	0.51/0.40	2/3	0.41/0.33	1.00/1.50
집게벌레목	2/3	1.64/1.96	4/6	1.01/0.80	4/6	0.81/0.66	2.00/2.00
메뚜기목	8/8	6.56/5.23	31/38	7.83/5.07	36/43	7.30/4.76	4.50/5.38
대벌레목	1/1	0.82/0.65	1/1	0.25/0.13	1/1	0.20/0.11	1.00/1.00
다듬이벌레목	-/1	-/0.65	-/1	-/0.13	-/1	-/0.11	-/1.00
노린재목	20/21	16.39/13.73	53/82	13.38/10.95	59/92	11.97/10.19	2.95/4.38
매미목	11/13	9.02/8.50	25/49	6.31/6.54	28/51	5.68/5.65	2.55/3.92
풀잠자리목	5/5	4.10/3.37	8/11	2.02/1.47	9/13	1.83/1.44	1.80/2.60
딱정벌레목	26/34	21.31/22.22	120/215	30.30/28.70	151/273	30.63/30.23	5.81/8.03
벌목	12/15	9.84/9.80	52/155	13.13/20.69	73/185	14.81/20.49	6.08/12.33
파리목	11/18	9.02/11.76	34/88	8.59/11.75	44/102	8.92/11.30	4.00/5.67
날도래목	-/1	-/0.65	-/1	-/0.13	-/1	-/0.11	-/1.00
나비목	18/20	14.75/13.07	55/79	13.89/10.55	66/92	13.39/10.19	3.67/4.60
18목	122/153	100/100	396/749	100/100	493/903	100/100	

- 10년 전과 비교했을 때 조사된 곤충의 종의 수는 감소했고 전체적인 종다양도는 딱정벌레목, 벌목, 노린재목이 높게 나타났다(그림 5-1-12). 자카르테수를 이용하여 시간의 흐름에 따라 종의 유사도를 비교했을 때 0.51로 중부산권역의 곤충상의 종조성에는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다(그림 5-1-14).

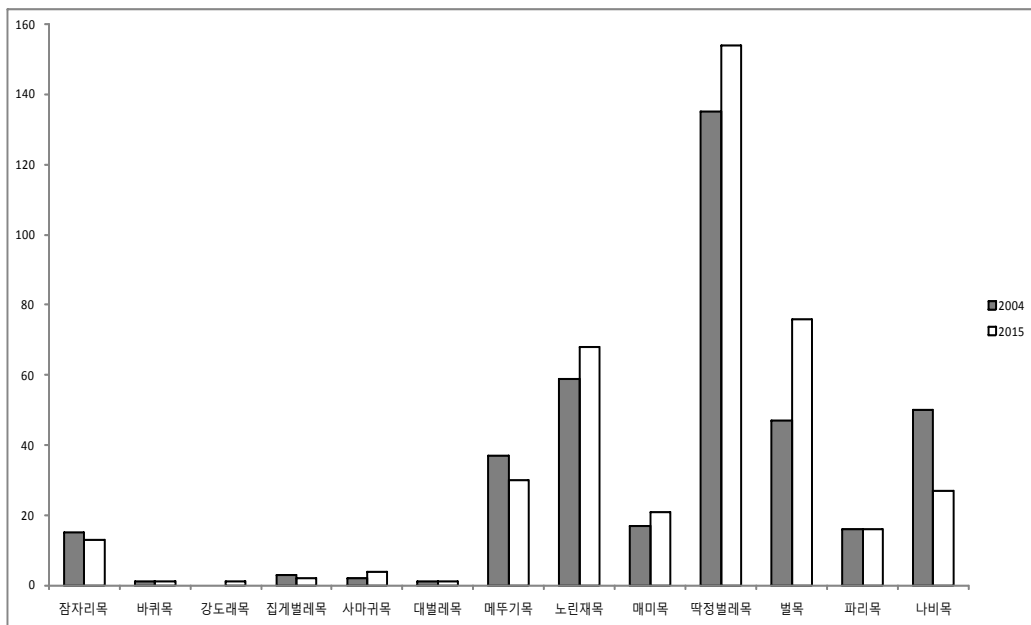


〈그림 5-1-12〉 중부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조 비교

- 서부산권역에서 2004년에 채집된 곤충상은 13목 97과 305속 386종이고, 2015년에 채집된 곤충상은 14목 98과 357속 417종으로 조사되었다<표 5-1-29>. 10년 전과 비교했을 때 조사된 곤충의 종수는 증가했고, 딱정벌레목, 벌목, 노린재목이 10년과 마찬가지로 높은 비율로 구성되어 있다<그림 5-1-13>. 자카드계수를 이용한 시간의 흐름에 따른 종의 유사도는 0.45로 서부산도 중부산과 마찬가지로 종 구성의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다<그림 5-1-14>.

<표 5-1-29> 서부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조(2015/2004년 비교)

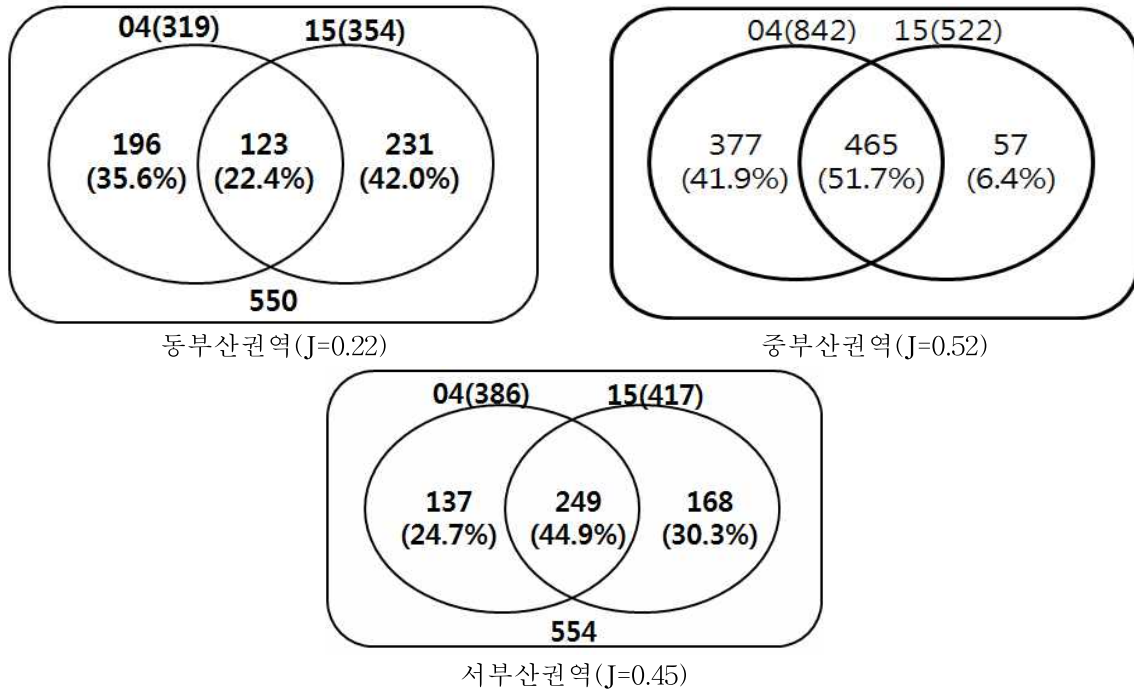
목	과(%)		속(%)		종(%)		종/과
	2015	2004	2015	2004	2015	2004	
잠자리목	2/4	2.04/4.12	9/9	2.52/2.95	13/15	3.12/3.89	6.50/3.75
바퀴목	1/1	1.02/1.03	1/1	0.28/0.33	1/1	0.24/0.26	1.00/1.00
강도래목	1/-	1.02/-	1/-	0.28/-	1/-	0.24/-	1.00/-
집게벌레목	1/2	1.02/2.06	2/3	0.56/0.98	2/3	0.48/0.78	2.00/1.50
사마귀목	1/1	1.02/1.03	3/2	0.84/0.66	4/2	0.96/0.52	4.00/2.00
대벌레목	1/1	1.02/1.03	1/1	0.28/0.33	1/1	0.24/0.26	1.00/1.00
메뚜기목	8/9	8.16/9.28	27/32	7.56/10.49	30/37	7.19/9.59	3.75/4.11
노린재목	18/19	18.37/19.59	61/55	17.09/18.03	68/59	16.31/15.28	3.78/3.11
매미목	7/4	7.14/4.12	17/16	4.76/5.25	21/17	5.04/4.40	3.00/4.25
잠자리목	3/3	3.06/3.09	3/3	0.84/0.98	3/3	0.72/0.78	1.00/1.00
정벌레목	29/25	29.59/25.77	135/93	37.82/30.49	154/135	36.93/34.97	5.31/5.40
벌목	13/10	13.27/10.31	66/38	18.49/12.46	76/47	18.23/12.18	5.85/4.70
파리목	5/6	5.10/6.19	13/12	3.64/3.93	16/16	3.84/4.15	3.20/2.67
나비목	8/12	8.16/12.37	18/40	5.04/13.11	27/50	6.47/12.95	3.38/4.17
합계	98/97	100/100	357/305	100/100	417/386	100/100	4.26/3.98



<그림 5-1-13> 서부산권역에 대한 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 곤충다양성 구조 비교

- 자카드계수를 이용한 시간에 따른 종의 유사도를 비교해보았을 때 중부산권역과 서부산권역은 종구성에 있어서의 약간의 차이만 나타나는 상황이고 동부산권역의 경우는 종구성에 있어서 변화가 많이 나타난 것으로 보인다<그림 5-1-14>. 동부산권역에서 이러한 차이가 발생하는 것은 동부산권역은 도시개발의 과정으로 지면포장, 도로개설, 공원화 등으로 토양생태계가 줄어들고

서식조건이 악화된 것에 의해 전체적인 종구성 변화에 큰 원인이 된 것으로 사료된다.



〈그림 5-1-14〉 자카드계수를 이용한 제1차 부산자연환경조사(2001~2004)와 제2차 부산자연환경조사(2013~2016)의 시간 변화에 따른 권역별 종 유사도

10. 해조류 및 해변무척추동물

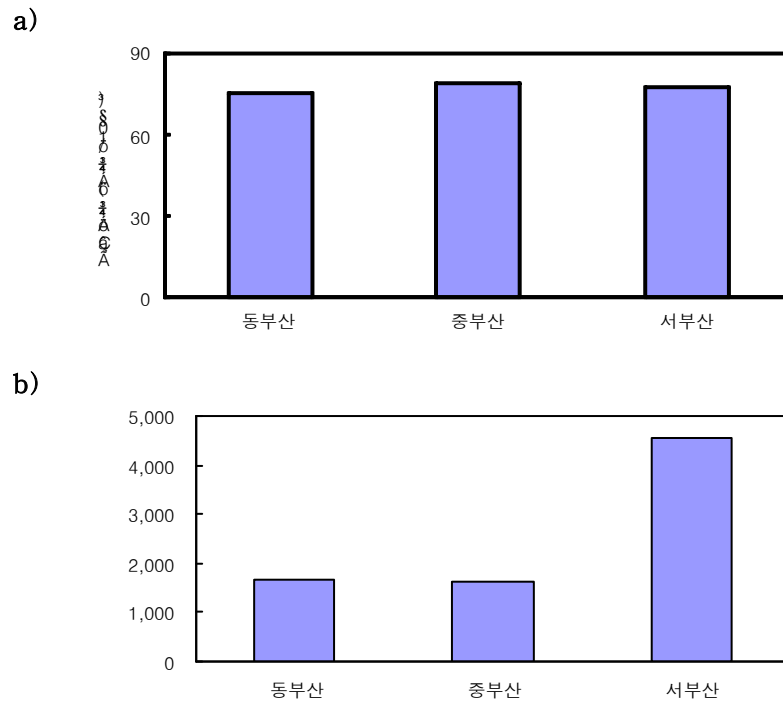
1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

(1) 해변무척추동물

- 제2차 부산자연환경조사(동부산권역, 중부산권역, 서부산권역)에서 출현한 출현종수는 총 125종이었다. 분류군별 출현종수는 연체동물이 72종, 57.6%로 가장 많은 점유율을 차지하였으며, 절지동물과 환형동물이 각각 21종(16.8%)과 20종(16.0%)이 출현하였다.

〈표 5-1-30〉 제2차 부산자연환경조사에서 출현한 권역별 무척추동물의 분류군별 출현종 수

분류군/권역별	동부산	중부산	서부산	총합계
환형동물문	2	11	13	20
절지동물문	11	12	13	21
극피동물문	1	1	1	2
연체동물문	55	48	43	72
기타동물문	7	7	8	10
합계	76	79	78	125

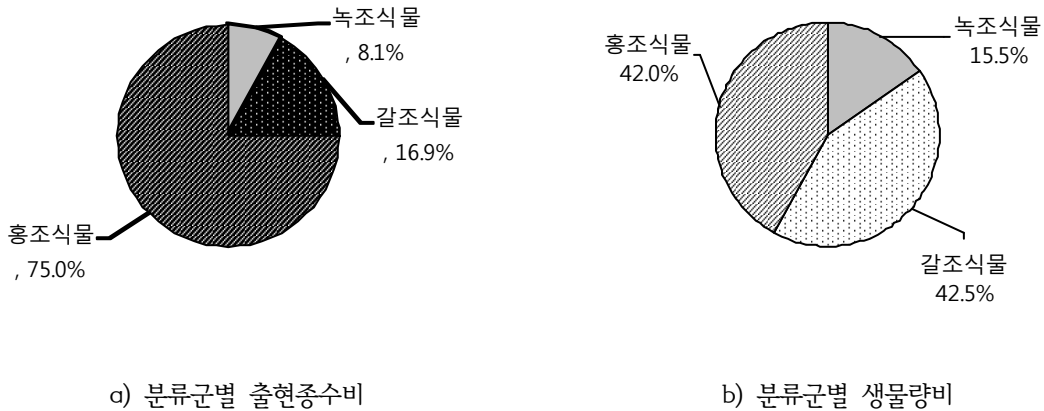


〈그림 5-1-15〉 제2차 부산자연환경조사에서 출현한 권역별 무척추동물의 출현종 수^{a)} 및 개체수^{b)}(inds./m²)

- 권역별로 살펴보면 중부산권에서 79종으로 가장 많이 출현하였으나 나머지 권역인 서부산과 동부산에서 각각 78종과 76종으로 유사한 출현종수를 보였다. 각 권역별 주요 우점 분류군은 연체동물이 공통적으로 우점하였으며, 다음으로 절지동물이었다〈표 5-1-30, 그림 5-1-15〉.
- 제2차 부산자연환경조사에서 출현한 권역별 개체수는 서부산권역에서 4,545int./m²로 가장 많은 개체가 채집되었으며, 동부산권역과 중부산권역에서는 각각 1,664int./m²와 1,645int./m²이 채집되었고, 주요 우점 분류군은 연체동물과 절지동물이었다. 서부산권역에서 높은 개체수를 나타낸 것은 상부에서 서식하는 절지동물 만각류인 조무래기따개비의 서식밀도가 높아서 나타난 현상이다〈그림 5-1-15〉.

(2)해조류

- 제2차 부산자연환경조사(동부산권역, 중부산권역, 서부산권역)에서 총 124종의 해조류가 출현하였다. 분류군별 출현종수는 녹조식물 10종(8.1%), 갈조식물 21종(16.9%), 홍조식물 93종(75.0%)로 홍조식물에서 가장 많은 종이 출현하였다〈그림 5-1-16〉.



〈그림 5-1-16〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 분류군별 출현종수비 및 생물량비

- 권역별 출현종수는 동부산권역의 10개 지점에서 녹조식물 9종(11.3%), 갈조식물 18종(22.5%), 홍조식물 53종(66.3%)으로 총 80종으로 조사되었고, 중부산권역의 10개 지점에서 녹조식물 6종(8.5%), 갈조식물 15종(21.1%), 홍조식물 50종(50.0%)으로 총 71종이 출현한 것으로 나타났으며, 서부산권역의 10개 지점에서 조사된 해조류는 녹조식물 녹조식물 7종(8.9%), 갈조식물 12종(15.2%), 홍조식물 60종(75.9%)으로 총 79종이 출현한 것으로 나타났다〈표 5-1-31〉.
- 해조류의 생물량은 제2차 조사에서 총 100,016.9gWWt(평균 15,259.7 gWWt/m²)이 출현하였으며, 각 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 2,367.7gWWt/m²(15.5%), 갈조식물 6,480.0 gWWt/m²(42.5%), 홍조식물 6,412.0 gWWt/m²(42.0%)으로 갈조식물과 홍조식물의 생물량이 비슷하게 나타났다〈그림 5-1-16〉.
- 권역별 생물량은 동부산권역에서 총 52,408.9gWWt/m²(평균 1,310.2 gWWt/m²)으로, 각 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 107.6 gWWt/m²(8.2%), 갈조식물 535.5 gWWt/m²(40.9%), 홍조식물 667.1gWWt/m²(50.9%)으로 나타났다. 중부산권역에서 해조류의 생물량은 총 19,063.1 gWWt(평균 454.2 gWWt/m²)이었으며, 각 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 72.3 gWWt/m²(22.5%), 갈조식물 200.0 gWWt/m²(46.6%), 홍조식물 140.9 gWWt/m²(30.9%)으로 조사되었다. 서부산권역에서 해조류의 생물량은 총 28,544.9gWWt/m²(평균 2,854.5 gWWt/m²)이었으며, 각 분류군별 평균 생물량은 녹조식물 530.4gWWt/m²(18.6%), 갈조식물 1,208.5gWWt/m²(42.3%), 홍조식물 1,115.6gWWt/m²(39.1%)로 나타났다〈표 5-1-32〉.

〈표 5-1-31〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 출현종 수

분류군	조사정점		동부산권역		중부산권역		서부산권역		전체	
	종수	비율(%)	종수	비율(%)	종수	비율(%)	종수	비율(%)	종수	비율(%)
녹조식물	9	(11.3)	6	(8.5)	7	(8.8)	10	(8.1)		
갈조식물	18	(22.5)	15	(21.1)	12	(15.0)	21	(16.9)		
홍조식물	53	(66.3)	50	(50.0)	60	(76.3)	93	(75.0)		
합계	80	(100.0)	71	(100.0)	79	(100.0)	124	(100.0)		

〈표 5-1-32〉 제2차 부산자연환경조사 해조류 평균 생물량

분류군	조사정점		동부산권역		중부산권역		서부산권역		전체	
	조사정점	동부산권역	중부산권역	서부산권역	전체	조사정점	동부산권역	중부산권역	서부산권역	전체
녹조식물		107.6 (8.2)	72.3 (22.5)	530.4 (18.6)	236.8 (15.5)					
갈조식물		535.5 (40.9)	200.0 (46.6)	1,208.5 (42.3)	648.0 (42.5)					
홍조식물		667.1 (50.9)	140.9 (30.9)	1,115.6 (39.1)	641.2 (42.0)					
합계		1,310.2 (100.0)	454.2 (100.0)	2,854.5 (100.0)	1,526.0 (100.0)					

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

(1)해변무척추동물

- 제1차 부산자연환경조사에서는 조간대와 조하대 암반을 포함한 넓은 범위에 서식하고 있는 무척추동물에 대하여 채집을 실시하였으나 제2차 부산자연환경조사에서는 조간대만을 대상으로 채집을 실시하여 직접적인 비교는 어렵다고 판단된다. 하지만 동일한 지점에서 조사를 실시한 곳을 대상으로 비교를 실시한 결과, 동부산권역(월내, 임랑, 칠암, 죽성)에서는 공통으로 연체동물에서 가장 다양한 종이 출현하였으며, 절지동물 만각류의 조무래기따개비가 높은 서식밀도를 나타내었다. 중부산권역(동암리, 동백섬, 조도, 감천항, 물운대)에서도 연체동물이 우점하는 양상을 보였다. 서부산권역(물운대, 놀차, 대항, 천성)에서도 연체동물이 우점하였고, 조무래기따개비가 높은 서식밀도를 차지하고 있었다.
- 따라서 조사 범위(조간대부터 조하대 암반까지)가 넓은 제1차 부산자연환경조사에서 더 다양한 종이 출현했으나 우리나라의 전체적인 바위나 자갈 해변 무척추동물 군집구조와 유사하게 연체동물이 공통적으로 우점하는 것으로 나타났다.

〈표 5-1-33〉 동부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수

조사시기	조사정점	월내	임랑	칠암	죽성
제1차 부산자연환경조사(2001~2004)		31	67	51	49
제2차부산자연환경조사(2013~2016)		25	24	39	27

〈표 5-1-34〉 중부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수

조사시기	조사정점	동암리	동백섬	조도	감천	물운대
제1차 부산자연환경조사(2001~2004)		43	37	46	30	25
제2차부산자연환경조사(2013~2016)		33	31	30	26	14

〈표 5-1-35〉 서부산권역에서 출현한 해변무척추동물의 출현종 수

조사시기	조사정점	몰운대	눌차도	대항	천성
제1차 부산자연환경조사(2001~2004)		35	34	37	37
제2차 부산자연환경조사(2013~2016)		15	18	36	28

② 해조류

- 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사가 중복되는 지점인 동부산권역(월내, 임랑, 칠암, 죽성), 중부산권역(동암리, 동백섬, 조도, 감천항, 몰운대), 서부산권역(몰운대, 눌차, 대항, 천성)의 총 출현종수를 비교하면, 동부산권역은 1차 조사에서 84종, 2차 조사에서 49종으로 35종이 감소하였으며, 중부산권역은 1차 조사에서 85종, 2차 조사에서 62종으로 23종이 감소하였으며, 서부산권역은 1차 조사에서 42종, 2차 조사에서 63종으로 21종이 증가하였다. 2차 조사의 10개지점 총 출현종수와 비교해도 서부산권역을 제외한 동부산권역과 중부산권역은 1차조사보다 출현종수가 낮게 나타났으며, 서부산권역은 38종이 증가한 것으로 조사되었다(표 5-1-36).
- 동부산권역 생물량은 1차 조사에서 482.6gWWt/m², 2차 조사에서 1,135.5gWWt/m²로 2.3배 증가하였으며, 중부산권역이 생물량은 1차 조사에서 평균 861.4gWWt/m², 2차 조사에서 평균 1,037.1gWWt/m²로 1.2배, 서부산권역의 생물량은 1차조사에서 721.5gWWt/m², 2차 조사에서 2,439.0gWWt/m²으로 제일 높은 3.3배의 생물량이 증가한 것으로 나타났다(표 5-1-36).

〈표 5-1-36〉 제1차와 제2차 부산자연환경조사의 권역별 조간대에 출현한 해조류 출현종수 및 생물량

조사시기	조사정점	녹조 식물	갈조 식물	홍조 식물	합계	평균 생물량 (gWWt/m ²)
제1차 부산자연환경조사 (2001~2004)	동부산권역	11	15	55	84	482.6
	중부산권역	10	19	56	85	861.4
	서부산권역	8	8	26	42	721.5
제2차부산자연환경조사 (2013~2016)	동부산권역	5	5	39	49	1,135.5
	중부산권역	5	13	44	44	1,037.1
	서부산권역	8	12	43	63	2,439.0

11. 보호 및 유해동식물

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

(1) 동부산권역

- 동부산권역에서는 수달, 뉴트리아, 멧돼지 및 멧꿩이에 대한 조사를 실시하였으며 수달과 뉴트리아 조사는 크게 5개 권역, 멧돼지 조사는 6개 권역, 멧꿩이의 조사는 서식이 예상되는 지점을 중점지역으로 선정 후 조사를 실시하였다.
- 동부산권역의 수달, 뉴트리아, 멧돼지의 서식현황에 대하여 2013년 7월부터 2014년 2월까지 총 4회의 현지조사결과 수달과 멧돼지의 서식흔적은 확인 되었으나 뉴트리아의 서식은 확인되지 않았다.
- 뉴트리아는 현지조사에서는 흔적이 확인되지 않았으며, 문헌 조사결과 현재까지는 낙동강 수계와 서낙동강 수계에 주로 서식 하는 것으로 나타났다(이도훈 등, 2013).
- 멧돼지의 경우 2002년(부산광역시, 2002) 조사에서는 동부산권역의 5개 지역에서 확인 되지 않았고, 본 현지 조사에서는 족적 및 식흔이 확인되었으나 오래된 흔적이며, 경작지 근처에 피해를 주는 야생동물은 주로 고라니에 의한 것으로 확인되었다. 도로공사 등 다양한 인간의 간섭과 산림과 인접한 농경지의 경우 대부분 주말 농장 등으로 운영하여 사람의 출입이 잦은 지역으로 멧돼지의 경우 고지대에서만 서식하는 것으로 판단된다.
- 멧꿩이는 본 조사(2013~2014)에서 동부산권역에 나타나지 않았다. 그러나 멧꿩이는 낙동강하구의 둔치와 명지지구, 을숙도 등에 서식하는 것으로 알려져 있으며, 낙동강하구의 둔치에 대한 4회에 걸친 조사에서 서식이 확인되었다.

(2) 중부산권역

- 중부산권역에서는 수달, 뉴트리아 및 멧돼지에 대한 조사를 실시하였으며 수달과 뉴트리아 조사는 이들의 생태적 특성을 고려하여 주요 강 및 하천을 중심으로 조사를 실시하였고, 멧돼지 조사는 크게 4개 권역을 선정 후 조사를 실시하였다.
- 중부산권역의 수달, 뉴트리아, 멧돼지의 서식현황에 대하여 2014년 6월부터 2015년 2월까지 총 3계절에 걸친 현지조사결과 수달과 멧돼지의 서식흔적은 확인 되었으나 뉴트리아의 서식은 확인되지 않았다.
- 뉴트리아는 현지조사에서는 흔적이 확인되지 않았으며, 문헌 조사결과 현재까지는 낙동강 수계와 서낙동강 수계에 주로 서식 하는 것으로 나타났다(이도훈 등, 2013).
- 멧돼지의 경우 본 현지 조사에서는 족적 등 이동흔적, 식흔, 목욕 장소, 배설물 등 다양한 흔적이 확인되었다. 결과적으로 중부산권역의 경우 산림의 대부분이 도심에 의해 고립되어 있는 구봉산권역, 영도권역 등은 멧돼지가 서식하기에는 적합하지 않은 것으로 판단되며, 금정산, 장산권역 등은 비교적 산림이 연결되어 있어 멧돼지의 서식이 확인되었다. 그러나 다양한 인간의 간섭과 산림과 인접한 농경지의 경우 대부분 주말 농장 등으로 운영하여 사람의 출입이 잦은 지역으로 멧돼지의 경우 고지대에서만 서식하는 것으로 판단된다.

(3) 서부산권역

- 서부산권역의 수달, 뉴트리아, 멧돼지의 서식현황에 대하여 2015년 4월부터 2016년 2월까지 총 3계절에 걸친 현지조사결과 수달, 멧돼지, 뉴트리아 등이 직접 목견 및 서식흔적이 발견되는 것으로 조사되었다.
- 수달에 대한 현지조사 결과, 낙동강, 서낙동강의 하천과 사구지역, 가덕도 갯바위 일원을 포함하여 부산신항항만컨테이너 부두 일대 호남도, 토도, 입도 등에서 이들의 분변이 다량 발견되고 있고 주변지역으로 수달의 은신이나 먹이활동 공간이 충분히 입지하고 있어 서부산권역의 수달 주행동권으로 이용하고 있는 것으로 판단된다.
- 뉴트리아는 서낙동강, 평강천, 맥도강, 낙동강 일원에서 포획·관찰이 되고 있으며 강서구 명지동 일대 지류에서 뉴트리아의 출현빈도가 높은 것으로 조사되었으며 이러한 조사결과는 남하하던 개체들이 수문에 의해 더 이상 남하하지 못하고 막혀 본 지역을 중심으로 지속적인 번식이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 현재 천적이 없는 뉴트리아의 경우 지속적인 포획이나 제거작업이 필요 할 것으로 판단되며 빠른 번식력으로 인해 같은 생태적 위치에 있는 법정보호종인 수달의 서식처 협소화로 직결될 수 있으므로 이에 대한 시급한 대책이 필요 할 것으로 판단된다.
- 멧돼지의 경우 이들의 먹이공급이 가능한 봉화산의 생곡쓰레기매립장에서 매년 출몰하여 영향을 미치고 있는 것으로 현지 및 탐문조사 되었으며, 도서지역인 가덕도의 경우 포화상태로 인해 주변지역 까지 멧돼지가 이동한 사례도 있고 실질적으로 현지조사시 멧돼지의 서식흔적 다수 발견되는 것으로 조사되었다.

12. 우수생태계

1) 제2차 부산자연환경조사의 종합결과

- 동부산권역 일광산습지의 경우, 일반적으로 볼 수 있는 웅덩이 형태의 산지습지가 아닌 사면지역에 형성되어 지속적으로 지하수의 완만한 유입으로 발생하여 그 사례를 찾아보기 어려운 산지형 습지이다. 그럼에도 불구하고 현재 관리가 제대로 이루어지지 않고 있으며 습지의 훼손이 점차 심해지는 것으로 판단되는 바 우선적으로 습지주변에 출입을 막기 위한 펜스의 설치가 필요하다고 판단되며 꾸준한 모니터링을 통해 습지의 생태적 특성을 밝혀내야 할 것이다.
- 동부산권역의 해안가는 지속적인 개발로 인해 자연상태를 온전하게 유지하고 있는 암반지역이 거의 자취를 감춘 상태이며, 해안 지역을 중심으로 정밀조사 대상지를 선정하여 생태계가 안정화될 수 있도록 관리가 필요한 것으로 판단되었다.
- 동부산권역 중 삼각산권역의 개서어나무군락지는 희소성이 매우 높은 습윤지성 낙엽활엽수 대경목이 대규모로 형성되어 있는 지역으로 보전가치가 매우 높은 지역으로 판단된다. 극상림으로 안정적인 숲 생태계를 형성하고 있음에도 지속적인 숲가꾸기 사업으로 인한 후계목이 제거가 이루어지고 있어 생태경관보전지역으로의 지정과 함께 자연상태의 다층구조 수립대로 유도하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- 두구동 조리공원주변 느릅나무류 군락지는 하천변에 자연적으로 형성된 느릅나무과 수종인 느티나무와 팽나무, 푸조나무 노거수가 집단적으로 생육하고 있는 보호가치가 매우 큰 지역이라 할 수 있으나 자료가 확보되지 않고 있으며 공공공간의 개인 점유, 노거수 보호관리 부재 등으로 인해 생육환경이 점점 나빠지고 있는 지역이다. 이에 노거수 생육환경의 개선과 하천과의 연계성 확보 등이 우선적으로 시행되어야 하겠으며 적절한 보호와 여가 및 휴양이 함께 일어날 수 있도록 하는 방안이 모색되어야 하겠다.
- 장안읍 기룡리일대 곰솔 군락지는 농경지와 도로 사이에 위치하고 있는 수림으로 특별한 관리는 이루어지고 있지 않는 것으로 판단된다. 현재 상태에서 생육수목의 고사를 방지하기 위해서는 우선적으로 출입의 억제와 경운을 통한 토양경도개선 등이 선행되어야 할 것이다.
- 일광 강송정공원일대 곰솔림은 현재 강송정공원으로 지정되어 관리가 이루어지고 있으며 과거 방풍림의 형태로 조성된 수림지로 판단된다. 휴식공간으로 활용되고는 있으나 대경목군락으로서의 관리는 미흡한 것으로 판단되므로 곰솔이 보다 건강한 생육상태를 유지하기 위한 관리방안을 모색해야 할 것이다.
- 일광 이천마을 당숲은 변 모두가 주택가로 둘러싸여 고립된 형태를 띠고 있으며 현재는 나무아래 데크와 콘크리트 포장이 되어 있으며, 관리상태는 양호한 편이다. 현재 답압에 의한 불량한 생육환경을 적극적으로 개선할 필요성이 있으며 시 차원에서의 보호방안 마련이 시급하였다.
- 중부산권역의 금정산 북문습지는 현재 육상식물의 이입으로 인해 육화가 진행되고 있는 지역이며, 이러한 육상화의 가장 큰 원인은 인위적인 시설물의 도입, 특히 습지 가장자리의 측구 조성이 큰 원인으로 판단되었는데, 향후 습지의 기능 유지를 포함한 관리를 위해서는 정확한 데이터 구축이 선행되어야 할 것이며, 이를 위해서는 지속적이면서 정밀한 조사가 이루어져야 할 것으로

보인다.

- 중부산권역 장산습지에는 주연부와 습지내 건조지를 중심으로 억새가 가장 넓게 분포하고 있었으며, 분포면적은 약 55,287㎡로 전체 습지면적의 약 51.6%이었다. 습지는 생물다양성의 가치가 높고 다양한 기능을 수행하는 지역이므로 습지를 보호하기 위해 정밀조사 및 모니터링을 실시할 필요가 있으며, 습지보전 교육, 습지 토지의 용도 제한, 습지의 기능유지 관리방안 확립, 사유지 일 경우 세금 인센티브 제도 등 다양한 방법들이 논의되어야 할 것이다.
- 범어사계곡 낙엽활엽수군락은 개서어나무와 졸참나무가 우점하는 숲이었으며 느티나무우점지역, 다릅나무우점지역 등이 분포하고 있었으며 교목층을 형성하는 수목이 개서어나무를 포함하여 대부분 50cm를 상회하는 대경목군락을 형성하고 있었다.
- 산성고개부근 식생군락은 소나무, 곰솔의 침엽수와 개서어나무, 참나무류 등의 낙엽활엽수와 함께 나타나는 지역으로 교목층의 평균 흉고직경이 25cm를 상회하는 장령림군락이었다. 능선부에서는 침엽수가 계곡부에서는 습윤지성의 낙엽활엽수가 조화롭게 형성되었으며 높은 생태적 건강성을 보이고 있어 보전가치가 충분한 지역이었다.
- 죽도 후박나무림은 난대대림의 대표수종인 후박나무가 자연상태로 생육하고 있어 보호가치가 높은 지역이었지만 현재 후박나무림 하부에 설치된 탐방로와 체육시설로 인해 답압 피해가 예상되는 바 추가적인 피해가 발생하지 않도록 유지관리계획을 세워야할 필요성이 있었다.
- 황령산권역 왕벚나무 식재림은 순 왕벚나무군락으로 지속적 관리가 이뤄져 개화기인 봄철에 탐방객들이 많을 것으로 예상되며 탐방객들에 의한 답압 피해가 발생하지 않도록 관리해야 할 것이다.
- 서부산권역 중 가덕도 우수 식생지역은 졸참나무, 개서어나무, 느티나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 숲이었으며, 동백나무, 참식나무 등 상록활엽수림도 일부 지역에 분포하고 있었다. 소나무와 곰솔은 일부 지역에서 출현하였으나, 장기적으로 도태될 가능성이 높아 보이며 향후 지속적으로 졸참나무 등을 중심으로 낙엽활엽수림으로 천이가 진행될 것으로 보인다.
- 가덕도 동백나무군락은 부산광역시 일부 지역에 자생하는 동백나무군락지 중 하나로 가덕도 남부 동쪽 계곡들을 중심으로 폭넓게 분포하고 있다. 향후 기후변화로 인한 상록활엽수림의 확대를 예측할 수 있는 고정 조사구를 설정하여 지속적인 모니터링이 필요하다고 판단된다.
- 암남공원의 식생은 동백나무, 사스레피나무, 천선과나무, 후박나무, 참식나무 등 상록활엽수가 자생하는 부산의 대표적인 해안림이다. 식생의 유형 및 분포위치, 경관적 특성을 고려한 관리가 이루어져야 할 것이며, 체계적 관리를 위한 상록활엽수림 모니터링 설치가 시급한 실정이다.
- 도시화로 인해 산림지역은 개발의 압력을 피할 수 없으며, 파편화되고 있다. 특히 얼마 남지 않은 우수생태계에 대한 정밀조사가 진행되어야 하고, 보호지역으로 지정함에 있어 각 세부 연구를 통한 우선순위를 설정하여 체계적인 보호지역 설정이 필요하다. 또한 파편화된 도시숲을 연결하기 위한 다양한 방법의 녹지축 네트워크 계획이 필요하다.

〈표 5-1-37〉 제2차 자연환경조사 우수생태계 종합

권역명	우수생태계	특징
동부산 권역	일광산습지	대상지 면적은 약 1,300㎡으로 소규모 면적이거나 독특한 산지습지로 현재 까지 습지기능이 양호한 것으로 판단되는 부산시 내에서 보호가치가 매우 높은 중요한 공간 중 하나
	해안 암반식생	동부산권역의 해안가는 지속적인 개발로 인해 자연상태를 온전하게 유지하고 있는 암반지역이 거의 자취를 감춘 상태
	삼각산권역 개서어나무군락	희소성이 매우 높은 습윤지성 낙엽활엽수 노거수군락지가 대규모로 형성된 지역으로 보전가치가 매우 높은 지역
	두구동 조리공원주변 느릅나무류 군락지	하천변에 자연적으로 형성된 느릅나무과 수종인 느티나무와 팽나무, 푸조나무 노거수가 집단적으로 생육하고 있는 보호가치가 매우 큰 지역
	장안읍 기룡리일대 곰솔림	기장군 장안읍 기룡리 395번지 일대에 위치하고 있으며 노거수가 위치하는 군락지의 면적은 약 445㎡임
	일광 강송정공원일대 곰솔림	현재 강송정공원으로 지정되어 관리가 이루어지고 있으며 과거 방풍림의 형태로 조성된 수림지로 판단
	일광 이천마을 당숲	현재는 나무아래 데크와 콘크리트 포장에 되어 있으며, 관리상태는 양호한 편이지만, 주택가 사이에 위치하고 있어 주변 건물에 의한 부정적 영향이 있다고 판단됨
중부산 권역	금정산성습지	현재 육상식물의 이입으로 인해 육화가 진행되고 있는 지역이며, 이러한 육상화의 가장 큰 원인은 인위적인 시설물의 도입, 특히 습지 가장자리의 측구 조성이 큰 원인으로 판단되었음
	장산습지	장산습지에는 주연부와 습지내 건조지를 중심으로 역새가 가장 넓게 분포하고 있었으며, 분포면적은 약 55,287㎡로 전체 습지면적의 약 51.6%이 었음
	금정산권역 범어사계곡 낙엽활엽수군락	개서어나무와 졸참나무가 우점하는 숲이었으며 느티나무우점지역, 다릅나무우점지역 등이 분포하고 있었으며 일부 지역에서는 편백 식재지역도 분포
	금정산권역 산성고개부근 식생군락	소나무, 곰솔의 침엽수와 개서어나무, 참나무류 등의 낙엽활엽수와 함께 나타나는 지역으로 교목층의 평균 흉고직경이 25cm를 상회하는 장령림군락이었음
	장산권역 죽도 후박나무림	부산시 해운대구 송정해수욕장의 죽도공원입구에 생육하고 있는 후박나무 군락은 식재가 된 것인지 자생하는 것인지 정확히 알 수는 없지만 난대림의 대표수종으로 자연상태로 생육하고 있어 보호가치가 높은 것으로 판단되었음
	황령산권역 왕벚나무 식재림	순 왕벚나무군락으로 지속적 관리가 이뤄져 아교목층은 나타나지 않았으며, 상대적으로 관목층의 식피율이 90% 이상으로 높았음
	서부산 권역	가덕도 우수 식생지역
가덕도 동백나무군락		교목층에서 동백나무, 참식나무가 함께 나타났으며, 교목층의 식피율이 높아 아교목층과 관목층의 발달이 미미
암남공원 해안림		암남공원의 해안지역은 서부산권역의 가덕도, 물운대, 두도, 목도 등과 함께 대표적인 상록활엽수군락 자생지이며, 향후 부산권역 상록활엽수림의 모니터링을 통해 체계적인 관리가 필요한 것으로 판단되었음

2) 제1차 부산자연환경조사와의 비교

- 제1차 부산자연환경조사에서는 우수 생태계라는 용어 대신 식생의 경우, 각 권역별 주요 식물군락 분포를 설명하고 있다. 일부는 제2차 부산자연환경조사의 우수 생태계 지역으로 포함되어 조사·분석을 실시하였으며, 대부분의 식물군락은 각 권역별 식물군집구조 조사에 포함되었다.
- 또한 제2차 부산자연환경조사에서는 각 권역별 식물군집구조 조사 결과를 바탕으로 우수 생태계 지역을 선정하여 추가적인 정밀조사를 실시하였기 때문에 습지식생, 해안식생, 마을 당숲, 낙엽활엽수군락 등 다양한 유형의 우수 생태계 지역을 살펴보았다.
- 얼마 남지 않은 우수생태계에 대한 정밀조사가 진행되어야 하고, 보호지역으로 지정함에 있어 각 세부 연구를 통한 우선순위를 설정하여 체계적인 보호지역 설정이 필요하다고 판단된다.

〈표 5-1-38〉 제1차 자연환경조사 우수생태계 종합

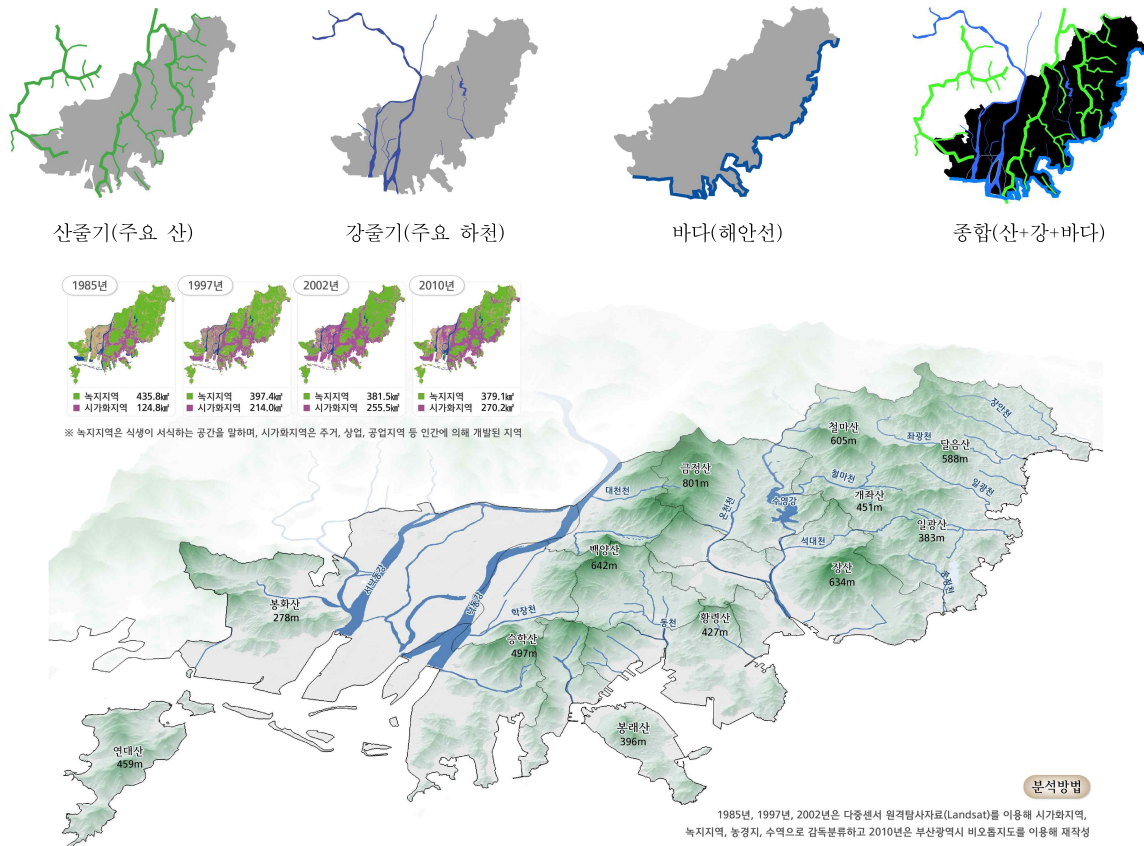
권역명	군락명	장소	제2차기 반영
동부산 권역	개서어나무 -서어나무군락	장안읍 장안리 장안사 맞은편 장안읍 장안리 장안천 단애지	삼각산권역 개서어나무군락
	굴참나무군락	장안읍 용소리 삼각산	
	굴참나무 -사람주나무군락	일광면 용천리 달음산 상곡마을	
	개수염사초군락	일광면 삼성리 일광산	일광산습지
	진퍼리새군락		
	굴참나무 -사람주나무군락	철마면 임기리 철마산	-
	신갈나무		-
	-사람주나무군락		-
중부산 권역	개서어나무군락	사상구 모라동 백양산 운수사 금정구 청룡동 범어사	- 범어사계곡 낙엽활엽수림군락
	생달나무 -참식나무군락	영도구 태종대	-
	굴참나무 -사람주나무군락	금정구 금성동	-
	서어나무군락	금정산 내원사 부근	범어사계곡 낙엽활엽수림군락
	신갈나무 -서어나무군락	금정구 청룡동 범어사 계곡	
	진퍼리새 -하늘산제비난군락	금정산 북문	금정산성습지
	후박나무군락	기장군 기장읍 죽도	장산권역 죽도 후박나무림
서부산 권역	졸참나무 -좁작살나무군락	강서구 천가동 연대봉-매봉 계곡	가덕도 우수 식생 지역
	느티나무군락		
	서어나무 -나도밤나무군락	강서구 천가동 국수봉	
	소사나무군락	강서구 천가동 매봉 능선	
	마가목군락	강서구 천가동 국수봉	
	오리나무 -진퍼리새군락	강서구 녹산동 옥녀봉 묵논	-
	해송-돈나무군락	서구 암남동 암남공원 해안절벽	암남공원 해안림

제2절 평가 및 제언

1. 경관

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 제2차 부산자연환경조사를 통해 부산은 여전히 산, 하천, 바다가 이루는 천혜의 자연지형이 이룬 경관자원을 보유하고 있는 도시임을 확인할 수 있다. 근래 부산의 토지이용변화(1985~2010)를 살펴보면 자연지역이 인공지역으로 변모되어가는 양상을 확인할 수 있다. 자연지형이 이룬 경관자원을 배경으로 보다 조화로운 도시를 지속적으로 이루어내기 위해서는 부산이 보유한 경관자원의 발굴과 그 가치에 대한 인식과 공유가 확산되어가야 할 것이다.



자료: 부산발전연구원, 2014, 「부산발전포럼」, Vol.147(5-6월호), pp.60-61

〈그림 5-2-1〉 부산의 주요 지형경관 구조

- 이런 측면에서 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사를 견지해 보면, 조사단위의 상세성 보완, 변화양상의 모니터링, 조사방법의 과학화의 3가지 과제가 도출된다.

- ① 지형경관 조사단위의 상세성 보완: 우수한 자연지형이 이룬 경관자원을 보유한 것으로 예측되는 동부산권의 철마천과 좌광천 상류지역, 서부산권의 쥐섬·모자섬·거북섬·두도 등의 섬 지역에 대해서는 상세 지형경관조사가 별도로 추진되어질 필요가 있다. 이를 위해서는 향후 조사 시 지형경관 상세조사지역을 별도로 설정해 추진해야 한다.
- ② 변화양상의 모니터링: 자연지형은 비교적 지속되는 경향이 강하지만 인위적인 간섭강도에 따라 크게 바뀌기도 한다. 동부산권과 서부산권에 산지·하천·해안의 접경부의 도시적 토지이용 변화를 견지하여 1차와 2차 기록지점에 대한 지속적인 변화양상을 점검할 필요가 있다. 1차와 2차 기록지점에서 자연지형의 경관변화를 확인하기 위해서는 기록한 사진자료와 위치정보의 관계를 확인하여 주기적 기록화의 체계를 구축해야 한다.
- ③ 지형경관 조사방법의 과학화: 1차와 2차 조사자료를 종합하여 부산의 특성에 적합한 지형경관 분류체계를 개발할 필요가 있다. 이를 위해서는 3가지 지형경관 분류(산지·하천·해안)를 토대로 세분류체계를 구체화해야 한다. 또한 조사자의 접근이 어려운 산지, 하천 상류의 계곡부, 해안지역의 섬 등의 접근한계지역의 기록 보강을 위해 드론(Drone)이나 소형로봇 등을 활용할 필요가 있겠다.

2) 정책제언

- 자연과 인공의 접경지역(接境地域) 관리대책 마련: 지형경관이 우수한 지역의 접경부에 공장, 식당, 주택 등이 개별입지하여 시가지의 점적확장이 무분별하게 발생하고 있어 이에 대한 상세 실태분석과 제도적 개선대책 마련이 이루어질 필요가 있다. 산·하천·해안 접경부 관리를 위한 종합적인 대책마련이 요구된다.
- 우수 지형경관의 자원보호, 훼손예방, 체험강화를 위한 가이드라인 개발: 곳곳에 분포하는 우수 지형경관자원의 훼손을 방지하고 경관자원의 가치를 공유할 수 있는 방안의 마련이 필요하다. 지형경관자원 안내서 제작, 지점별 안내표지 제작, 체험로 지정 및 정비 등 산지·하천·해안 지형경관자원별 특성을 반영한 상세한 가이드라인을 구축해야 한다.
- 시민 공감대 형성을 위한 협력적 토대 구축: 경관자원의 지속적인 발굴을 위해서는 해당 지역에 오랫동안 거주하여 그 지역을 잘 아는 주민이 함께 참여할 수 있는 방안이 접목될 필요가 있다. 시민들이 참여하는 지형경관지도 제작, 지형경관발굴 주민단 운영, 지형경관 교육 및 체험 관광 프로그램 개발 등이 필요하다.

2. 식물상

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 제1차, 제2차 부산자연환경조사에서 총 156과 608속 1,410종 39변종 14품종 총 1,463종류의 식물종이 조사되었다. 실제 식물이 서식하고 있는 지역은 부산시 전체 면적의 절반이 훨씬 넘어 이 모든 지역을 조사하기는 현실적으로 어렵다. 상기의 결과도 부산시 전체 지역의 극히 일부만을

대상으로 실시한 것으로서 실제 부산시에는 이 보다 더 많은 식물종이 서식하고 있을 것으로 예상된다. 더욱이 희귀한 식물이 서식하고 있는 지역은 사람의 접근이 어려운 지역이 많아 조사에는 어려움이 많다. 부산에 서식하고 있는 식물상의 목록을 보다 실제에 근접하게 파악하기 위해서는 보다 넓은 지역에 대한 면밀한 조사가 필요할 것이다.

- 제1차 부산자연환경조사에서 한국의 희귀식물 목록에 올라있는 희귀식물 30종이 조사되었다. 그러나 제2차 부산자연환경조사에서는 이들 중 상당수가 발견되지 않았다. 이들의 조사되지 않은 종이 실제 지역 멸종하였다기 보다는 기존 서식지가 조사 지역에 포함되지 않았거나 조사시 누락되었을 가능성이 크다. 한국의 희귀식물 목록에 포함되어 있는 종은 멸종 가능성이 있어 보다 면밀한 관찰과 보호가 필요한 종이다. 따라서 이들 종에 대해서는 지속적인 추적 관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 식물상 조사는 어떠한 식물종이 부산에 분포하고 있는가에 초점이 맞춰져 있었다. 따라서 식물상의 변화에 대한 정보를 얻는 것에는 한계가 있었다. 그러나 생물종 다양성의 보전이나 생물종 자원의 보전을 위해서는 부산지역 식물 서식지의 변화에 대한 정보가 필요하며, 이곳에서 어떠한 식물종이 변화에 취약한지 또한 어떠한 식물종이 새롭게 번성하는 지에 대한 정보를 파악할 필요가 있다.

2) 정책제언

- 부산광역시의 생물종 다양성의 보전과 생물종 자원의 활용을 위해서는 우선 부산광역시에 어떠한 식물종이 어디에 서식하고 있는지를 알아야 한다. 그러나 식물이 서식하고 있는 공간이 매우 다양하고 넓어 일부의 전문가 만을 통한 정기적인 조사만으로는 이를 전부 조사하는 것에는 한계가 있다. 이를 보완할 수 있는 시스템의 마련이 필요하다. 최근 인터넷을 통해 야생화와 관련된 시민 전문가들의 활동이 늘어가고 있다. 이들은 인터넷을 통한 정보의 교환 등으로 식물 종 서식지의 파악과 분류 등에 전문성이 크게 향상되고 있다. 이들은 집단적인 지성과 정보를 활용하여 부산광역시의 식물종 정보를 구축하는 것이 필요할 것이다. 향후 정기적인 부산자연환경조사와는 별도로 일반시민이나 시민 전문가들로 구성된 시민이 참여하는 자연환경 조사 시스템을 구축하는 것이 필요할 것으로 판단된다.
- 제1차와 제2차 부산자연환경조사에서 환경부지정 멸종위기 야생동식물 II급 5종을 포함하여 한국의 희귀식물목록에 올라있는 식물종 66종이 기록되었다. 그러나 이들 식물종 어느 곳에 얼마나 서식하는지에 대한 정보가 부족하여 이들은 보전하기 위한 대책 마련도 쉽지 않은 실정이다. 특히 멸종위기에 있는 식물종은 환경의 변화에 민감하여 기존의 서식지가 쉽게 훼손되고 사라지므로 이들을 찾기도 쉽지 않다. 따라서 이들은 제대로 보호하고 활용하기 위해서는 이들 식물종에 대한 면밀한 추적관리가 필요하다. 부산에서 발견된 희귀식물 목록종에 대한 정보를 식물종 단위로 정리하여 관리하는 것이 필요하며, 이들 중 중 보호가 필요한 종은 부산광역시 보호 동식물로 지정하여 보전하는 것이 필요할 것이다.
- 현재 전 지구적인 기후변화가 진행되고 있으며, 부산시의 경우에도 일부 식물의 경우에는 부분적인 영향을 받고 있는 것으로 파악되고 있다. 그러나 이러한 식물상의 변화에 대한 정보는 여전히 부족한 실정이다. 특히 부산지역이 북방한계선에 있거나 남방한계선에 있었던 식물종의 경우에

는 이러한 기후의 변화에 민감할 수밖에 없으며, 이로 인하여 지역 멸종의 위험에 처해 있는 경우가 많다. 이들 식물종이 서식하고 있는 지역이거나 부산의 대표적인 식물상을 나타내는 몇몇 서식지에 대해서는 장기 모니터링 조사가 필요하며, 이를 통하여 기후변화에 대한 식물종에 대한 취약성을 파악하고 이를 토대로 이를 보전하기 위한 방안을 마련해야 할 것이다.

3. 식생

1) 문제점 및 향후 개선방안

- 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사의 경우 조사방법의 차이로 인해 객관적 비교가 어렵기 때문에 서술을 통한 비교에 그쳤다. 그러나 제2차 부산자연환경 조사의 경우 조사지침서에 따라 조사되었으며 GIS를 통한 자연환경자료를 데이터베이스화하여 향후 3차 자연환경조사나 장기적인 모니터링에 활용될 수 있을 것으로 예상된다.
- 현존식생의 분류 기준이 된 2010년도 발행된 부산시 비오톱 지도의 경우 발행연도가 오래되어 부산 내의 시가지 확장과 매립, 4대강사업을 통한 둔치 공원화 등 변화된 부산시의 자연환경을 담지 못함으로 개정된 비오톱 지도의 구축이 필요할 것이다.
- 현재 대부분 산림지역에서 식생유형 및 산림식생 천이과정을 고려하지 않은 일반적인 숲 가꾸기의 형태로 식생군락은 교란 받고 있다. 이러한 인위적 간섭은 산림 생태계의 생물다양성을 저해할 뿐만 아니라 바람직한 극상림으로 변화하는데 큰 문제점으로 작용한다. 향후 식생관리 대상지역을 정밀한 사전 현장조사를 통해 자연성회복지역, 식생복원지역, 식생교란중제거지역 등으로 구분하여 도시숲 관리정책을 수립할 필요가 있을 것이다.

2) 정책제언

- 부산의 경우 산림지역의 30% 이상이 곰솔 및 소나무 혼효군락으로 이루어져 있으며, 이러한 침엽수림의 경우 기후변화로 인한 생육적지 감소와 소나무재선충 발병 등으로 인해 생육에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 소나무재선충의 피해를 완화시키기 위해서 모든 숲을 관리하는 것은 불가능하며 자연환경정보 관리시스템 구축 등 통합관리시스템을 통해 숲의 전면적인 Zoning system을 구축하여 구역의 우선순위를 정하고 구역별 숲의 가치를 극대화 할 수 있는 세부관리 지침 마련이 필요할 것이다.
- 우리나라 산림식생은 침엽수림에서 참나무류림으로 변화하는 천이과정을 거치는데, 방해극상의 유지는 산림 식생발달을 저해하고 생물다양성을 낮추어 생태계 건강성에 위협이 된다. 최근 소나무재선충병 피해 사례로 보았을 때, 산림 생태계의 자연갱신 기능을 파괴하는 위협적인 요인으로 작용함을 확인하였다. 이에 일반적인 숲가꾸기 사업 또는 재선충 방제의 형태가 아닌 생태적, 경관적, 경제적 측면이 복합적으로 고려된 도시림의 관리강도 조절이 필요하며, 특히 기후변화와 관련된 탄소저감 등 복잡한 환경문제와 연관되어 단순히 수목의 규격만을 대상으로 하는 숲가꾸기는 지양해야 할 것이다. 이를 위해 부산시의 산림환경 특성에 적합한 관리방식을 면밀히 분석해야 할 필요가 있다.

- 기후변화로 인해 산림식생의 생육환경이 변화되고 있으며, 이로 인해 생태계 교란 및 멸종 등 생물다양성에 심각한 영향을 초래할 것으로 보인다. 기후변화와 관련하여 가덕도 등 상륙활엽수림 출현지역에 대한 고정조사구를 설치하여 장기적 연구가 요구된다.
- 부산의 경우 시가지지역의 가장자리로 산림이 둘러싸고 있으며, 도시화로 인해 산림지역은 개발의 압력을 받고 있어 산림이 파편화되고 있다. 파편화되어 분포하고 있는 자연성이 우수한 산림과 시가지지역을 연결하기 위한 다양한 방법의 녹지축 네트워크 계획 및 파편화된 산림의 보호 방안이 필요하다.
- 특히 얼마 남지 않은 우수생태계 지역에 대한 정밀조사가 진행되어야 하며, 보호지역 지정을 위한 세부적인 정밀 생태계연구 수행 및 보전 우선순위 설정을 통한 체계적인 보호지역 설정이 필요하다.

4. 포유류

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 부산의 산지는 도로와 도시의 발달로 고립되어 단절된 곳이 많다. 하천과 해안의 경우에도 인공 구조물이 많이 만들어져 생물의 이동을 방해하는 경우가 많다.
- 특히 서부산권역과 동부산권역은 여전히 우수한 자연환경을 유지하고 있는 지역이다. 그러나 새롭게 도시가 확산하면서 포유류의 서식과 이동을 방해하는 경우가 늘어나고 있어 이에 대한 대책 마련이 요구된다.
- 중부산권역의 경우에도 금정산과 장산은 도심에 위치하고 있음에도 불구하고 우수한 자연환경을 유지하고 있어 포유류의 개체수가 증가하고 있다. 그러나 도심 속의 섬생태계 속에서 늘어나는 등산객으로 인한 강한 스트레스 속에 낮에는 은둔하며 야간에 행동하는 것으로 조사되었다.
- 멸종위기종 I 급이며 천연기념물인 수달이 동부산권역을 비롯하여 중부산권역, 서부산권역의 도심하천과 해안에서 생활하는 것이 확인되며 일부는 가족을 이루어 생활하고 있어 낙동강하구나 가덕도 지역에 번식지가 있을 것으로 추정된다.

2) 정책제언

- 수달은 세계자연보전연맹(IUCN)에 의해 습지와 하천 등의 수생생태계의 먹이사슬 균형을 조절해 주는 핵심종으로 선정된 종이며 생태계의 최우점종으로 그 지역 생태계의 건강성을 측정하는 기준이 되는 종이다. 이러한 수달이 부산 전 지역에 서식하고 있는 것이 확인된 것은 매우 고무적인 일이며, 향후 수달을 보호하기 위한 지속적인 모니터링을 통한 관리 방안 마련이 필요할 것이다.
- 비교적 자연환경이 잘 보전되어 있어 포유류의 주 서식처가 되었던 동부산권역과 서부산권역에서 최근 대규모 개발사업이 진행됨으로 인해 점차 포유류의 서식기반이 축소되고 있다. 특히 도로의 개설은 포유류의 이동로를 단절함으로써 중대형 포유류에 큰 위협이 되고 있다. 도시계획에

있어 녹지축 단절과 서식지 교란을 최소화 할 수 있는 방안 마련이 필요하며 더 나아가 생태축과 녹지축 복원을 통한 포유류의 서식환경 개선이 필요할 것으로 판단된다.

5. 조류

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 부산은 대양에서 넘어오는 여름철새의 이동경로에 위치하여 중간기착지 및 번식지로써 중요한 역할을 하는 지역이다. 동부산권역은 도심지역에 떨어진 지역으로 동해안과 연결되어 있고 삼각산, 달음산 등의 산림이 넓게 분포하여 여름철 산새류에게 있어 좋은 번식지를 제공할 수 있는 곳이다. 중부산권역은 부산의 도심이 위치한 곳으로 다른 지역에 비하여 인위적인 교란이 심하다. 그러나 금정산, 장산 등 큰 산들이 위치해 있으며 숲이 울창하여 산새류 중 텃새들이 서식하기에는 좋은 조건을 가지고 있다. 서부산권역은 낙동강하구와 낙동강이 위치해 겨울철 이동성 물새류들에게도 중요한 지역이지만 다른 지역으로 이동하기 위한 산림성조류들이 이곳을 지나가는 중간기착지로써 활용할 것으로 예상되는 지역이기도 하다.
- 금정산은 우수한 자연경관과 산림이 조성되어 있고 초지와 낮은 산림지역, 절벽등이 있어 다양한 조류들이 이용하기에 좋은 조건을 가지고 있는 지역이다. 숲속의 물웅덩이와 습지는 지빠귀류와 멧새류들이 서식하기에 좋은 조건을 가지고 있으며, 초지와 가까운 절벽사이에는 맹금류, 특히 수리부엉이들이 번식하기에 좋은 장소를 가지고 있다. 하지만 무분별하게 들어선 대규모 식당가와 주택지와 이곳을 찾는 등산객들은 여러 가지 방해요인으로 교란을 일으킬 수 있다. 화명수목원과 연계하여 산새들의 먹이터와 번식동지 등을 마련해 주어 산새를 보호하는 생태 교육장으로 활용했으면 한다.
- 구덕산권역은 낙동강과 인접한 지역으로 이동성조류가 많이 관찰된다. 정상의 넓은 초지는 이동성 소형조류가 중간기착지 및 번식지로 이용하기 좋은 조건을 가지고 있다. 또한 구덕산의 숲은 울창하여 지빠귀류와 남방계 조류가 번식하기에 좋은 조건을 가지고 있다. 이번 조사에서도 팔색조, 긴꼬리딱새, 호반새가 번식하는 것이 확인되어 우수한 번식지임을 알 수 있었다. 향후 체계적인 숲관리를 통해 산새의 번식지로 유지 관리하기 위한 노력이 필요할 것이다.
- 달음산권역과 삼각산권역은 울창한 산림과 계곡, 해안이 잘 어우러져 이곳을 이동하는 조류들에게 훌륭한 중간기착지 및 번식지의 역할을 하고 있다. 그러나 여름철이면 이곳을 찾는 수많은 피서객에 의해 교란이 클 것으로 판단된다. 향후 피서객들을 대상으로 한 관리 및 교육 프로그램의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

2) 정책제언

- 우리나라 이동성 조류의 경로는 크게 금강과 영산강등을 포함한 서해안지역과 낙동강을 포함한 동해안지역으로 구분된다. 남서해안지역의 흑산도에는 국가적 이동성철새연구소를 통해서 활발한 연구가 진행되고 있으나, 남동해안과 낙동강하구에는 이동성 조류에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 우리나라에서 가장 큰 철새도래지인 낙동강과 낙동강하구가 위치한 부산은 이동성 조류를

연구하기에 최적의 조건으로 이와 관련한 전문적 연구기관의 설립이 필요할 것으로 판단된다.

- 철새도래지로서 낙동강과 낙동강하구의 중요성을 인식함에 따라 부산시에서 2002년부터 매년 낙동강하구생태계모니터링 연구를 실시하고 있다. 그러나 이러한 연구는 부산지역의 연구에 한정되어 있다. 낙동강하구를 찾는 철새에 대한 영향 요인을 낙동강하구에서만 찾는 것은 어렵다. 이들 철새는 행동반경이 매우 넓기 때문에 국내의 다른 연구기관 및 지자체와의 협조도 필요하며, 국제적 이동성조류 네트워크가입을 통해 다른 나라와의 정보 교환과 공동 연구도 실시해야 할 것이다.

6. 양서 · 파충류

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 제1차 부산자연환경조사와 제2차 부산자연환경조사를 비교하면 중권역별로 조사된 생물종이 감소한 경향을 보인다. 반면 황소개구리나 붉은귀거북과 같은 생태계교란종의 서식이 확인되는 경우가 늘어나고 있다. 고유종의 보전과 생물다양성의 보전을 위해서 이들 생태계교란종을 제거하기 위한 방안 마련이 필요하다.

2) 정책제언

- 양서파충류의 서식지는 습지에 포함되거나 근접해 있는 경우가 많다. 그러나 도시의 발달로 이러한 습지가 많이 사라졌으며 여전히 사라지고 있는 습지가 있다. 특히 대표적인 습지인 논습지와 주변의 둠벙 등이 대표적인 예이다. 양서파충류의 보전을 위해서 사라지고 있는 소규모의 습지를 보전하는 것이 중요하다. 동부산권역과 서부산권역에서 논경작지가 점차 줄어들고 있으며, 이로 인하여 용도가 폐기되는 저수지가 발생한다. 이들 지역은 양서파충류를 포함하여 생물다양성이 높은 지역이다. 이들 지역을 정책적으로 보전하기 위한 방안 마련이 필요할 것이다.

7. 어류

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 동부산권역의 하천(주로 상류)은 중부산권역과 서부산권역에 비해 자연성이 뛰어난 구간이 많다. 하지만, 하천이 변형, 정비된 좌광천에서 고유종이 채집되지 않았는데, 이는 도시화로 인한 하천의 변형이 특정종 서식과 밀접한 관계가 있음을 나타낸다. 일반적으로 도시화는 담수어류의 종 수를 감소시키는데(Argent and Carline, 2004), 인간의 편의성 위주로 하천이 정비되어 고유종의 서식 환경을 고려하지 못한 개발이 실시된 것으로 보인다. 따라서 도시화로 인한 하천 복원에 있어 미소서식처를 마련하는 등의 보전방안이 필요할 것이다. 더욱이 하천복원 후에는 구조적인 부분과 함께 생태기능적인 복원 정도에 대한 평가와 표면적·잠재적 부작용에 대한 대비책과 복원하천의 유지관리 및 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

- 중부산권역은 부산의 대표적인 인구 밀집 지역이며, 대부분의 하천(주로 하류)이 복개되어 상류부분만 존재하거나 복개되지 않은 하천의 경우도 대부분 공원 및 친수공간으로 이용되고 있었다. 비교적 인위적인 활동이 적은 동부산권역과의 비교를 통해 확인한 종수, 수질 및 서식 환경의 차이를 볼 수 있었는데, 대도시 내 하천의 특징인 하천 연속성 단절, 오염 물질 유입, 행락객 및 등산객의 이용 등이 원인인 것으로 보인다. 복원된 하천인 동천, 온천천, 학장천의 경우 이전 자료와 비교해 보면 종수가 감소한 것을 확인할 수 있다. 이러한 종수의 감소는 하천 복원이 생물종 다양성 확보 및 서식처 확보 차원에서 이루어지지 않았기 때문으로 판단되며, 저수로 사행 유지 및 서식수변환경의 개선을 통한 하천 정비가 필요할 것으로 보인다.
- 서부산권역의 하천은 농경활동으로 인한 비점오염원의 유입과 공단의 존재로 인한 점오염원의 유입이 빈번히 일어나고 있는 지점이다. 점오염원 및 비점오염원이 하천으로 유입되면 어류상의 다양도에 영향을 미친다고 알려져 있다(Barrella and Petreire, 2003). 비교적 점·비점오염원의 유입이 적은 동부산권역과 비교했을 때, 서부산권역의 종 다양성은 상대적으로 낮은 값을 나타냈다. 즉 농경활동을 통해 배출되는 비점오염원이나 공장으로부터 배출되는 점오염원에 대한 철저한 관리가 필요한 것으로 판단된다. 또한 서부산권역은 10년전 조사인 1차 조사와 마찬가지로 외래종의 높은 출현율을 보이고 있으며, 이에 따라 외래종의 우점을 막고, 고유종 및 재래종의 유지를 위한 어류상의 지속적인 모니터링 및 관리가 필요하다.

2) 정책제언

- 부산광역시 하천의 효율적인 관리를 위해선 인간 활동에 따른 하천 이용형태를 이용과 보전에 대한 조화를 고려하고, 생물 다양성이 높은 지역의 보호구역 설정이 요구된다. 동부산권역의 하천은 중부산권역, 서부산권역에 비해 자연성이 상대적으로 높아 다양한 개발 행위를 실시하기 전에 하천 수변은 포괄적이고 효과적으로 보전하는 전략이 요구된다. 중부산권역의 하천은 대부분 공원 및 친수공간으로 활용되고 있으므로, 인간의 편의성을 수용하되, 자연성을 보전할 수 있는 하천 관리 전략이 실시되어야 할 것이다. 서부산권역의 하천은 농경활동을 통해 배출되는 비점오염원이나 공장으로부터 배출되는 점오염원에 대한 규제가 요구된다.
- 생태공원이나 하천 정비에 있어서 오염과 교란에 의해 자연성이 떨어진 하천을 기능적인 부분까지 모두 회복하기 위해서는, 천편일률적인 조경학적 하천복원을 지양하고 설계단계부터 복원대상하천의 하천 형태, 하상구조, 수질, 어류를 포함한 수서동물상, 저수로 변의 식생 등에 대한 철저하고 종합적인 사전연구가 필요하다(박 등, 2009). 복원 시에는 자연친화적인 재료를 사용하고 하천의 정비를 최소화 할 경우 생물상의 변화 역시 줄일 수 있으며 하천의 고유한 특성에 따른 맞춤형 복원방법을 시행해야 한다. 어류의 경우 하상의 상태에 따라 서식은 물론 산란에 큰 영향을 미치므로 하상이나 한쪽 수변에 목재 잔해와 같은 자연친화적 소재를 이용해 미소서식처를 만들어 주면 물리적인 서식처 회복에 도움이 되며(Palmer et al., 2010; Schwartz et al., 2015), 여울이나 소를 만들고 범람원을 조성하며, 하천 주변에 생태녹지대를 확보하여 인간생활권과 완충지를 두는 것 역시 어류의 서식공간을 확보하고 다양성을 증진시킬 수 있다. 하천복원 후에는 구조적인 부분과 함께 생태기능적인 복원 정도에 대한 평가와 표면적-잠재적 부작용에 대한 대비책과 복원하천의 유지관리 및 지속적인 모니터링이 실시되어야 할 것이다.

8. 수서동물

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 부산광역시 하천들을 대상으로 한 수서동물을 조사에서 오염 정도가 상대적으로 중부산권역<서부산권역>동부산권역의 양상으로 나타났다. 특히 중부산권역 사상구에 위치한 학장천은 오염의 정도가 매우 심한 것으로 나타났다. 오염이 심한 하천들은 점오염원과 비점오염원 관리가 시급한 것으로 보인다. 반면 청정한 곳에서 출현한 종이 채집된 곳도 있었는데 동부산권역의 수영강 상류 법기 수원지 상류계곡과 중부산권역의 온천천 상류 범어사 계곡 지점과 춘천 상류지점에서 한국큰그물강도래(*Pteronarcys macra*)와 한국강도래(*Kamimuria coreana*)이 출현하였는데 이들은 국외반출승인종으로 국외로 반출을 할 경우 국가의 승인이 필요한 종이다. 적절한 보전 대책이나 연구(예, 개체수 조사 또는 유전자원 조사)가 필요한 것으로 판단된다.

2) 정책제언

- 전체적으로 아래와 같이 요약 및 건의 될 수 있겠다.
 - ① 저서성 대형무척추동물은 물고기, 조류(algae) 등과 함께 생태적 온전성 관점에서 수서 생태계 수질을 효과적으로 중요함으로 제시할 수 있다.
 - ② 특히 저서성 대형무척추동물은 종다양성, 정주성 등이 높아 종합적 지표로서 가치가 있다.
 - ③ 생물 지수는 물리-화학적 지수를 보완하여 생태적 온전성을 종합적으로 모니터링 할 수 있다.
 - ④ 특히 생물 지표는 생물의 생활 양태를 직접 보여주므로 Social network을 통해 실시간 제시하면 시민들의 생태적 친미감을 고취 시킬 수 있다
 - ⑤ 도시 환경에서 청정한 지점은 도시 생태계의 생태적 온전성 관점에서 중요함으로 특별히 청정한 곳은 적절히 지정하여 보전하고 시민들에게 친숙하게 할 필요가 있다.
 - ⑥ 극단적으로 오염된 지점의 경우도 적절히 지정하고 보전 노력을 통해 생태계 온전성을 회복할 필요가 있다.

9. 곤충

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 현재 실시되고 있는 부산자연환경조사는 10년을 기준으로 조사가 이루어지고 있는 실정이다. 하지만 십년에 한 번씩 많은 지역에서 급히 이루어지는 일회성 조사로 조사된 지역의 곤충상을 비교하고 이해하기 힘들다. 곤충상은 전체적인 종다양성이 너무 밝혀지지 않아, 몇몇 지표종을 추출하거나 일부 선정된 분류군으로 조사가 대체되어도 수준이 안된다. 따라서 충분한 정보가 확보될 정도로 종 분포가 파악될 때까지는 지역상을 조사하는 것이 합리적이다. 추후에는 1산 또는

1수변 등과 같이 1 지점을 선정하여 1년간 계절적인 출현도 고려하고 생태적 서식지 분할도 고려한 집중적인 조사가 면밀하게 이루어지고 다음해에는 다른 지점을 집중조사하는 방법으로 과학적으로 이루어지는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

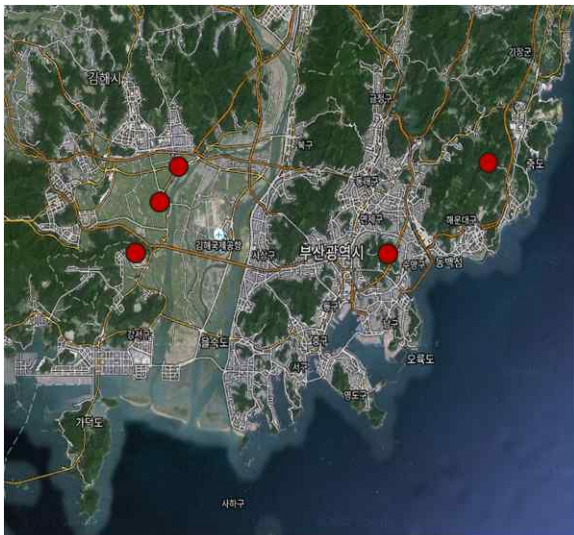
2) 정책제언

(1) 소나무재선충 관련 곤충의 관리

- 소나무재선충은 박멸을 목표로 하므로 그 숙주로 확산벡터가 되는 솔수염하늘소 등도 역시 박멸 수준으로 제거되는 방법이 채택되고 있다. 이 조사는 솔수염하늘소의 출현시기가 지난 5월에 주로 시작되어 이 종에 대한 조사나 연구는 실제로 진행되지 않았으나, 소나무의 상태를 고려하면 이 종에 대한 부산시 차원에서 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다. 확산 억제를 위한 감시 연구를 소나무만이 아니라 매개곤충 차원에서 진행하는 것이 도움이 될 것이다.

(2) 피해 곤충의 관리

- 주홍날개꽃매미(*Lycorma delictula* White) : 포도, 머루, 복숭아 등 과수작물에 피해를 주는 주홍날개꽃매미가 제1차 부산자연환경조사에서는 발견되지 않았으나, 제2차 부산자연환경조사에서는 서부산권역, 중부산권역, 동부산권역 모두에서 발견되었다.
- 서부산권역에서는 옥녀봉에서 채집이 되었고 강서구 가락동 충혼탑, 강서구 식만동 식만마을회관 인근에서도 관찰되었다. 그리고 중부산권역의 장산과 황령산에서도 주홍날개꽃매미 유충이 관찰된 것으로 보아 주홍날개꽃매미의 확산이 빠르게 진행되고 있다고 보여진다. 현재까지 전남, 영월, 대구, 울산 등의 지역에서 피해를 받은 사실이 나타났고 부산지역의 심각한 피해는 현재 발생하지 않은 상태이다. 그러나 이 종의 습성을 보건데, 확산이 빠르게 진행된다면 활엽수를 고사시키거나, 많은 양의 분비물에 의한 그늘음병을 유발하여 식물의 광합성을 방해하는 일이 발생될 것으로 보이므로 피해가 발생하기 전에 사전에 면밀한 조사가 필요하다.



〈그림 5-2-2〉 주홍날개꽃매미 관찰지역

- 등검은말벌(*Vespa velutina* Buysson) : 2003년 부산 영도에서 처음 발견된 침입종인 등검은말벌이 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역에서 모두 기록되었다. 현재 등검은말벌에 의한 재래종의 감소가 도처에서 일어나고 있으며, 도시 중심부에서도 둥지를 만들어 활동하고 인명피해도 발생하였고 양봉은 물론 재래종 말벌들도 습격을 받는 등 심각한 상황으로 추후 면밀한 조사를 통한 정책적 연구가 필요하다.

(3) 보호 곤충의 관리

- 반딧불이 : 동부산권역, 중부산권역, 서부산권역에서 환경지표종인 반딧불이가 서식하는 것으로 나타났고, 반딧불이의 보전을 위한 서식지나 주변환경 등의 지속적이고 정책적인 관리와 유지가 필요하다.



파파리반딧불이
Hotaria papariensis (Doi)



늦반딧불이
Lychnuris rufa (Olivier)

〈그림 5-2-3〉 부산에 서식하는 파파리반딧불이(左)와 늦반딧불이(右)

10. 해조류 및 해변무척추동물

1) 정책제언

- 조간대 및 조하대 암반지역까지 조사 범위를 확대하여 부산지역 해변에 서식하는 해조류 및 해변 무척추동물에 대한 ①종 다양성에 대한 자료 확보 및 ②지구온난화 및 난류역의 지리적 상승에 대비한 지속적인 아열대 생물의 분포상황을 파악하여 향후 해변생물의 변화방향을 예측하기 위해 보다 체계적이고 지속적인 모니터링이 필요하다.

11. 보호 및 유해동식물

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 수달은 자연보전연맹(IUCN)이 습지와 하천등의 수생태계의 먹이사슬 균형을 조절해 주는 핵심종으로 선정하여 보호하고 있는 종이기도 하며 앞으로 개체수의 격감이 예상되는 종을 특별관리

대상종이기도 하다. 부산시는 넓은 강, 하천, 하구가 있어 수달이 서식하기에 좋은 조건을 갖추고 있고 이번 조사에서도 확인되었다. 하지만 이 지역들은 도시화되었거나 현재 각종 개발이 진행 중으로 이들의 서식환경은 매우 열악한 것으로 보인다. 수달과 사람이 같이 살아갈 수 있는 방안마련과 더불어 사람의 교란으로부터 안전한 서식환경 조성도 필요할 것이다.

- 멧꿩이는 서부산권역의 낙동강 주변으로 그 서식지가 넓게 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 특히 낙동강의 둔치, 강동동과 대저동의 농경지에서 서식하고 있었다. 이들 지역은 향후 각종 도시계획의 대상이 되는 지역으로 향후 이들의 서식지 보전과 이주 대책 마련이 필요할 것으로 판단된다.
- 멧돼지는 도시 주변의 산림에서 쉽게 발견되며, 이들 중 일부가 도심지역에서 번번하게 출몰하여 시민들에게 위협이 되고 있다. 일부 도심지역의 산림에서는 멧돼지의 흔적조사를 통해 보면 멧돼지 개체군이 포화상태인 것으로 판단된다. 그러나 정확한 개체군의 규모나 분포가 확인되고 있지 않아 본 지역에 대한 정밀모니터링이 필요할 것으로 판단되며 이를 통하여 구체적인 멧돼지 개체군의 조절을 위한 방안 마련이 필요할 것이다.
- 뉴트리아는 낙동강 수계에서만 서식이 확인되었다. 특히 강서구 명지동 일대(녹산수문~순아수문) 지류에서 뉴트리아의 출현빈도가 높은 것으로 조사되었다. 현재 뉴트리아의 포획을 통한 개체군 조절을 하고 있지만, 매년 지속적으로 많은 비용이 드는 것에 비해 근본적인 대책이 되지 못하는 것으로 판단된다. 현재의 뉴트리아 개체군 조절 대책에 대한 점검과 더불어 보다 근본적인 대책 마련을 위한 논의가 필요할 것이다.

2) 정책제언

- 도시생태계는 서식지가 단절되고 파편화되어 종의 국지적 멸종 위험성이 매우 높다. 한 종이 국지적으로 멸종되게 된다면 외부에서 그 종이 새롭게 유입되지 않아 해당 종의 서식지는 점차 줄어들게 되며, 결국 부산지역 전체에서 그 종이 사라지게 될 위험성이 커진다. 이러한 문제를 보완하기 위해서는 파편화되어 있는 서식지들을 서로 연결함으로써 국지적으로 특정 종이 사라진다고 하더라도 그 종이 외부에서 새롭게 유입될 수 있도록 하여야 한다. 이를 위하여 도로와 철도의 건설, 하천 정비 등으로 발생한 단절된 생태계를 생태통로, 녹지 등의 조성으로 서로 연결하는 노력이 필요하다. 즉, 부산광역시 전체에 대한 생태 네트워크 계획을 통해 부산시의 모든 생태계가 연결될 수 있는 구상이 필요하고, 세부적으로는 생태통로 계획, 녹지 네트워크 계획을 통해 이를 연결해 나가야 할 것이며, 더 나아가 광역적인 네트워크 계획과 연계하여 외부에서의 종 유입이 보다 원활하게 이루어 질 수 있도록 해야 할 것이다.
- 국제적인 무역의 증가로 인하여 외부로부터 새로운 종이 지속적으로 유입되고 있다. 새롭게 유입되는 종에 대한 통제와 더불어 현재 유입되어 있는 종에 대한 제어 관리도 필요한 시점이다. 특히 낙동강하구지역은 생태계교란 생물이 다수 서식하고 있다. 현재의 제어 정책은 이들 종의 확산을 막고 있지 못하다. 보다 근본적인 대책 마련을 위한 전문가와 시민들의 논의가 필요하다. 또한 생태계 교란 생물종 별로 서식실태와 서식 특성을 파악하여 생물종별 맞춤형 박멸대책 마련과 시행이 필요할 것으로 판단된다.

12. 우수생태계

1) 문제점 및 향후 개선 방안

- 제1차 자연환경조사에서는 식물군집조사 내에 우수식생군락에 대한 세부적인 조사를 실시하였으며, 제2차기에서는 별도의 우수생태계 지역을 선정하여 세부 조사를 실시하였다. <표 5-1-38> 같이 제1차 우수생태계 지역의 경우 제2차 조사에서도 우수생태계 지역으로 일부 포함되는 것을 확인할 수 있었는데, 지난 10년간의 변화양상 및 변화요인 등에 대한 자료를 확인할 수 없었다.
- 특히 동부산권역의 경우 굴참나무-사람주나무군락, 신갈나무-사람주나무군락 등 10년 전 우수식생군락이 사라진 것을 확인할 수 있었으며, 향후 현재 남아있는 우수 생태계 지역 보호를 위해서 고정조사구 설치를 통한 지속적이고 장기적인 모니터링이 필요하다고 판단되었다.
- 이에 본 연구 결과를 참고하여 우수생태계의 우선순위를 정하고 시범지역을 통해 조사구 및 모니터링 방향에 대한 연구를 실시해야 할 것이다. 또한 장기적으로 전체적인 우수생태계를 보호지역으로 설정할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

2) 정책제언

- 부산의 경우 산림이 시가지지역을 둘러싸고 있어, 시가지의 확장이 산림의 축소 및 산림 파편화 등에 영향을 주며, 전 지구적으로 기후변화로 인해 산림식생의 생육환경이 변화되고 있는 등 현재 남아있는 산림을 보호하기 위한 노력이 절실하다.
- 특히 서부산권역의 가덕도 등지에 출현하는 상록활엽수림의 경우 한반도 내에서도 남해안과 남해 도서지역, 제주도 등지에서만 분포하며, 현재 소나무군락과 곰솔군락 등과의 생존경쟁으로 부산에서도 일부지역에서만 분포하는 바 고정조사구를 설정하여 지속적이고 장기적인 모니터링이 요구된다.
- 그 밖에도 동부산권역의 개서어나무군락과 굴참나무군락, 중부산권역의 낙엽활엽수림군락 등 얼마 남지 않은 우수생태계 지역에 대한 정밀조사가 진행되어야 하며, 보호지역 지정을 위한 세부적인 정밀 생태계연구 수행 및 보전 우선순위 설정을 통한 체계적인 보호지역 설정이 필요하다.
- 이를 위해서는 본 자연환경조사 결과를 바탕으로 우수생태계에 대한 기초 DB를 구축하고 이를 활용하여 부산지역 우수생태계 정보를 통합할 수 있는 통합관리시스템의 구축이 선행되어야 할 것이다.

연구진

연구진			연구참여자				
부 산 발 전 연 구 원	여운상	연구위원/연구책임	(주)한국환경생태연구소	김달호	연	구	원
	오동하	연 구 위 원	(주)해양생태기술연구소	한규삼	연	구	원
	박상필	연 구 위 원	고 신 대 생 명 과 학 부	백승호	연	구	원
	김태좌	전 문 위 원	부산대학교 생명과학과	곽규숙	연	구	원
	이창현	전 문 위 원	부산대학교 생명과학과	홍동균	연	구	원
	김진희	연 구 원	부산대학교 생명과학과	조현빈	연	구	원
	배연한	연 구 원	부산대학교 조경학과	김지석	연	구	원
	장아운	연 구 원	부산대학교 조경학과	강현미	연	구	원
	이예찬	연 구 원	부산대김학교 조경학과	이상철	연	구	원
	부 산 대 학 교 조 경 학 과	최송현	교 수	한국환경생태기술연구소	강지훈	연	구
부 산 대 학 교 조 경 학 과	홍석환	교 수	한국환경생태기술연구소	김진영	연	구	원
고 신 대 학 교 생 명 과 학 부	문태영	교 수	한국환경생태기술연구소	서진형	연	구	원
부 산 대 학 교 생 명 과 학 과	주기재	교 수	한국환경생태기술연구소	예상열	연	구	원
부 산 대 학 교 생 명 과 학 과	전태수	교 수	한국환경생태기술연구소	김기범	연	구	원
(주)해양생태기술연구소	손민호	연 구 원	(주)한국환경생태연구소	한승우	보 조 연 구 원		
(주)해양생태기술연구소	김진희	연 구 원	(주)해양생태기술연구소	박재영	보 조 연 구 원		
한국환경생태기술연구소	김맹기	소 장	(주)해양생태기술연구소	김대익	보 조 연 구 원		
			(주)해양생태기술연구소	이종욱	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	김정수	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	김성기	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	리 빈	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	이상빈	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	홍성원	보 조 연 구 원		
			부산대학교 생명과학과	고의정	보 조 연 구 원		
			부산대학교 조경학과	강래열	보 조 연 구 원		
			부산대학교 조경학과	우효선	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	고민균	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	이현용	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	이준필	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	김병수	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	김정열	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	정인용	보 조 연 구 원		
			한국환경생태기술연구소	성시내	보 조 연 구 원		