

 부산시설공단
태종대유원지사업소

부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구

2022. 6.

 부산 시설공단
태종대유원지사업소

부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구

2022. 06.



 부산시설공단
태종대유원지사업소

부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구

2022. 06.

부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구

제 출 문

부산시설공단 태종대유원지사업소 귀하

본 보고서를
《부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구》의
최종보고서로 제출합니다.

2022. 6.

부산대학교 산학협력단

참여 연구진

본 『부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구』는 다음과 같은 연구진에 의하여 수행되었습니다.

발 주 처			
사업총괄	이 국 수	태종대유원지사업소	소 장
사업담당자	조 현 모	태종대유원지사업소	주 임
연 구 진			
연구책임	최 송 현	부산대학교 조경학과	교 수 (前 문화재청 전문위원)
연구원	백 재 봉	부산대학교 조경학과	교 수
	박 석 곤	순천대학교 산림자원·조경학부	교 수
	강 현 미	목포대학교 조경학과	교 수
	황 인 천	한국환경기술개발(주)	박 사
	이 상 철	부산대학교 응용생태연구실	박 사
	연구보조원	강 지 우	목포대학교 조경학과
한 상 윤		순천대학교 조경학과	석사과정
유 승 봉		화랑조경	실 장(석사)
장 정 은		국립백두대간수목원	석 사
보조원	박 유 진	부산대학교 조경학과	학부과정
	허 채 림	부산대학교 조경학과	학부과정
	유 재 혁	목포대학교 조경학과	학부과정
자 문 위 원			
산림복원	조 동 길	동아대학교 조경학과	교 수
문화재수리기술자	차 욱 진	동아대학교 조경학과	교 수 (나무의사)
산림정책	최 윤 호	(사)백두대간숲연구소	정책실장
산림기술사	허 종 춘	(사)한국산림기술사협회	고 문

부산 태종대 식생 조사 및 보전관리 방안 연구

목 차

제1장 과업 개요

제1절 과업 배경 및 목적	1
1. 과업배경	1
2. 과업 목적	1
제2절 과업의 범위 및 내용	2
1. 시간적 범위	2
2. 공간적 범위	2
3. 과업 주요 내용	3
제3절 과업 수행 체계	4
제4절 토양 및 광환경 조사 방법	5

제2장 연구방법

제1절 일반현황 및 문헌조사	7
1. 인문환경 현황	7
2. 자연환경 현황	7
3. 문헌조사	7
제2절 식물상 조사 방법	8
1. 조사지점 및 시기	8
2. 식물상 조사내용 및 방법	9
제3절 식생 조사 방법	10
1. 식생 조사 개요	10
2. 식생 조사 방법(현장조사 매뉴얼)	14
3. 분석방법	19
제4절 토양 및 광환경 조사 방법	22
1. 토양환경	22
2. 광환경	23
제4절 토양 및 광환경 조사 결과	25

제3장 연구결과

제1절 일반현황 및 문헌조사 결과	27
1. 인문환경 현황	27
2. 자연환경 현황	30
3. 태종대 식생 관련 연구 검토	45
4. 관련 법규 및 계획 검토	48
5. 해안림에 대한 이해	52
6. 해안림 보전관리 사례	54
제2절 식물상 조사 결과	59
1. 식물상	59
2. 희귀 및 특산식물	63
3. 희귀 및 특이 식물	66
4. 외래 및 생태계교란식물	67
제3절 식생 조사 결과	69
1. 조사구 개황	69
2. 조사구별 분석	72
3. 조사구별 결과 종합	143
제4절 토양 및 광환경 조사 결과	154
1. 토양환경	154
2. 광환경	156
제5절 현지 조사 결과 종합 및 관리방안 구상	157

제4장 식생 보전 및 관리방안

제1절 보전·관리의 기본원칙	161
제2절 보전·관리 목표에 따른 전략	162
1. 식생 보전·관리의 비전	162
2. 관리전략	162
3. 관리전략의 주요 내용	163
제3절 태종대 식생 모니터링 체계	164
1. 식생 모니터링 개요	164
2. 식생 모니터링 지침	165

제4절 지역과 함께하는 건강한 해안림 보전	171
1. 공원운영위원회 운영 및 활용	171
2. 생태교육의 장	172
3. 기후변화 대응 및 생물다양성 증진	173
제5절 지속적이고 체계적인 관리계획	174
1. 사업관리 시스템 적용	174
2. 유형별 관리기법	176
3. 자연친화적 식생 관리모델	180
4. 중장기 관리계획 및 예산	184
참고문헌	187
부록	193

〈표 차례〉

표 1. 과업의 주요 내용	3
표 2. Braun-Blanquet의 우점도기준	21
표 3. 태종대 세분류토지피복도 분석 결과	29
표 4. 부산광역시 영도구 기상개황	30
표 5. 태종대 해발고도 분석 결과	31
표 6. 태종대 경사도 분석 결과	32
표 7. 태종대 사면향 분석 결과	33
표 8. 태종대 임상도 수종그룹별 분석 결과	34
표 9. 태종대 임상도 경급 분석 결과	35
표 10. 태종대 임상도 경급 분석 결과	36
표 11. 태종대 임상도 경급 분석 결과	37
표 12. 태종대 임상도 임분고 분석 결과	38
표 13. 태종대 토양통 분석 결과	40
표 14. 태종대 토양유형 분석 결과	41
표 15. 태종대 표토토성 분석 결과	42
표 16. 태종대 토양구조 분석 결과	43
표 17. 태종대 유효토심 분석 결과	44
표 18. 자연환경보전림의 조성·관리	51
표 19. 해안림 관리 해외 사례	58
표 20. 태종대 일대 식물 목록 현황	59
표 21. 태종대 조사구별 식물 목록 현황	60
표 22. 조사구별 출현식물 목록	60
표 23. 태종대 일대 한국 고유식물 목록	63
표 24. 태종대 일대에서 확인된 식물구계학적 특정종 목록	63
표 25. 태종대 일대 외래식물 목록	67
표 26. 조사구 개황	70
표 27. 조사구 1의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	72
표 28. 조사구 1의 수고 분석	73
표 29. 조사구 1의 흉고직경급별 분석	74
표 30. 조사구 1의 흉고단면적 분석	75
표 31. 조사구 1의 연륜 및 생장량 분석	75
표 32. 조사구 1의 생육상태 분석	76
표 33. 조사구 1의 추세판단 분석	77

표 34. 조사구 1의 초본층 상재도표	77
표 35. 조사구 2의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	78
표 36. 조사구 2의 수고 분석	79
표 37. 조사구 2의 흉고직경급별 분석	79
표 38. 조사구 2의 흉고단면적 분석	80
표 39. 조사구 2의 연륜 및 성장량 분석	80
표 40. 조사구 2의 생육상태 분석	81
표 41. 조사구 2의 추세판단 분석	82
표 42. 조사구 2의 초본층 상재도표	82
표 43. 조사구 3의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	83
표 44. 조사구 3의 수고 분석	84
표 45. 조사구 3의 흉고직경급별 분석	85
표 46. 조사구 3의 흉고단면적 분석	86
표 47. 조사구 3의 연륜 및 성장량 분석	86
표 48. 조사구 3의 생육상태 분석	87
표 49. 조사구 3의 추세판단 분석	88
표 50. 조사구 3의 초본층 상재도표	89
표 51. 조사구 4의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	90
표 52. 조사구 4의 수고 분석	91
표 53. 조사구 4의 흉고직경급별 분석	92
표 54. 조사구 4의 흉고단면적 분석	93
표 55. 조사구 4의 연륜 및 성장량 분석	93
표 56. 조사구 4의 생육상태 분석	94
표 57. 조사구 4의 추세판단 분석	95
표 58. 조사구 4의 초본층 상재도표	95
표 59. 조사구 5의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	96
표 60. 조사구 5의 수고 분석	97
표 61. 조사구 5의 흉고직경급별 분석	98
표 62. 조사구 5의 흉고단면적 분석	99
표 63. 조사구 5의 연륜 및 성장량 분석	99
표 64. 조사구 5의 생육상태 분석	100
표 65. 조사구 5의 추세판단 분석	101
표 66. 조사구 5의 초본층 상재도표	101
표 67. 조사구 6의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	102
표 68. 조사구 6의 수고 분석	103

표 69. 조사구 6의 흉고직경급별 분석	104
표 70. 조사구 6의 흉고단면적 분석	105
표 71. 조사구 6의 연륜 및 성장량 분석	105
표 72. 조사구 6의 생육상태 분석	106
표 73. 조사구 6의 추세판단 분석	107
표 74. 조사구 6의 초본층 상재도표	107
표 75. 조사구 7의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	108
표 76. 조사구 7의 수고 분석	109
표 77. 조사구 7의 흉고직경급별 분석	110
표 78. 조사구 7의 흉고단면적 분석	111
표 79. 조사구 7의 연륜 및 성장량 분석	111
표 80. 조사구 7의 생육상태 분석	112
표 81. 조사구 7의 추세판단 분석	113
표 82. 조사구 7의 초본층 상재도표	113
표 83. 조사구 8의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	114
표 84. 조사구 8의 수고 분석	115
표 85. 조사구 8의 흉고직경급별 분석	116
표 86. 조사구 8의 흉고단면적 분석	117
표 87. 조사구 8의 연륜 및 성장량 분석	117
표 88. 조사구 8의 생육상태 분석	118
표 89. 조사구 8의 추세판단 분석	119
표 90. 조사구 8의 초본층 상재도표	119
표 91. 조사구 9의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	120
표 92. 조사구 9의 수고 분석	121
표 93. 조사구 9의 흉고직경급별 분석	122
표 94. 조사구 9의 흉고단면적 분석	123
표 95. 조사구 9의 연륜 및 성장량 분석	123
표 96. 조사구 9의 생육상태 분석	124
표 97. 조사구 9의 추세판단 분석	125
표 98. 조사구 9의 초본층 상재도표	125
표 99. 조사구 10의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	126
표 100. 조사구 10의 수고 분석	127
표 101. 조사구 10의 흉고직경급별 분석	128
표 102. 조사구 10의 흉고단면적 분석	129
표 103. 조사구 10의 연륜 및 성장량 분석	129

표 104. 조사구 10의 생육상태 분석	130
표 105. 조사구 10의 추세판단 분석	131
표 106. 조사구 10의 초본층 상재도표	131
표 107. 조사구 11의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	132
표 108. 조사구 11의 수고 분석	133
표 109. 조사구 11의 흉고직경급별 분석	134
표 110. 조사구 11의 흉고단면적 분석	135
표 111. 조사구 11의 연륜 및 성장량 분석	135
표 112. 조사구 11의 생육상태 분석	136
표 113. 조사구 11의 추세판단 분석	137
표 114. 조사구 11의 초본층 상재도표	137
표 115. 조사구 12의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석	138
표 116. 조사구 12의 수고 분석	139
표 117. 조사구 12의 흉고직경급별 분석	139
표 118. 조사구 12의 흉고단면적 분석	140
표 119. 조사구 12의 연륜 및 성장량 분석	140
표 120. 조사구 12의 생육상태 분석	141
표 121. 조사구 12의 추세판단 분석	142
표 122. 조사구 12의 초본층 상재도표	142
표 123. 조사구별 평균상대우점치 분석	143
표 124. 조사구별 종다양도 분석	145
표 125. 조사구별 유사도 분석	146
표 126. 조사구별 종수 및 개체수 분석	147
표 127. 조사구별 평균 수고 분석	147
표 128. 조사구별 흉고단면적 분석	148
표 129. 조사구별 연륜 및 성장량 분석	149
표 130. 조사구별 생육상태 분석	150
표 131. 조사구별 추세 판단	151
표 132. 조사구 의 초본층 상재도표	153
표 133. 태종대 조사지별 토양 이화학적 성질	154
표 134. 태종대 조사지의 이화학적 성질 평가	155
표 135. 태종대 식생 모니터링 조사구 좌표	165
표 136. 흉고직경급별 ha당 적정 입목본수	181
표 137. 태종대 식생관리를 위한 예산계획(안)	184

〈그림 차례〉

그림 1. 과업의 공간적 범위	2
그림 2. 과업 수행 체계도	4
그림 3. 식물상 조사구역	8
그림 4. 식생조사 조사구역의 계획	10
그림 5. 조사구 설치 모식도	12
그림 6. 조사구 설치	12
그림 7. 안내판 설치	13
그림 8. 조사구 내부 사진촬영의 예	15
그림 9. 흉고측정 및 수목라벨의 부착 사례	16
그림 10. 수고 측정	17
그림 11. 초본층 식물 분포도 사례	17
그림 12. 수목 위치도와 평면도 및 입단면도 작성(예시)	18
그림 13. 조사야장	18
그림 14. 광합성광량자속밀도(PPFD) 센서	23
그림 15. 광합성광량자속밀도(PPFD) 센서를 이용한 광량측정 사진	23
그림 16. 과업의 공간적 범위	27
그림 17. 태종대 연혁	28
그림 18. 태종대 세분류토지피복도	29
그림 19. 태종대 해발고도 분석	31
그림 20. 태종대 경사도 분석	32
그림 21. 태종대 사면향 분석	33
그림 22. 태종대 임상도 수종그룹	34
그림 23. 태종대 임상도 경급	35
그림 24. 태종대 임상도 영급	36
그림 25. 태종대 임상도 밀도	37
그림 26. 태종대 임상도 임분고	38
그림 27. 태종대 토양통 분석도	40
그림 28. 태종대 토양유형 분석도	41
그림 29. 태종대 표토토성 분석도	42
그림 30. 태종대 토양구조 분석도	43
그림 31. 태종대 유효토심 분석도	44
그림 32. 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사 연구 요약	45
그림 33. 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조 연구 요약	46

그림 34. 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성 연구 요약	47
그림 35. 해안림의 기능	52
그림 36. 해안림 임상변화에 대한 모식도	53
그림 37. 곰솔 고사 후의 해안림의 천이과정	53
그림 38. 한반도해송숲 지속적 관리방안 연구 요약	55
그림 39. 태종대의 주요종 분포도	68
그림 40. 태종대 식생 조사구 위치도	69
그림 41. 태종대 조사구별 체적함수율	155
그림 42. 태종대 조사구별 하층의 광합성유효광	156
그림 43. 태종대 관리방안 구상	157
그림 44. 태종대 식생 보전·관리 기본원칙 다이어그램	161
그림 45. 태종대 식생 보전·관리 비전 및 전략	162
그림 46. 태종대 식생 모니터링 조사구 위치도	165
그림 47. 정밀 식생 모니터링 조사야장	168
그림 48. 태종대 식생관리 거버넌스 체계	171
그림 49. 태종대 식생관리 계획수립의 Keyword	173
그림 50. 적응관리 과정의 흐름과 주요 내용	175
그림 51. 태종대 식생관리 유형 구분	176
그림 52. 태종대 식생관리 보전형	178
그림 53. 태종대 식생관리 개량형	178
그림 54. 태종대 식생관리 유형 구분	179
그림 55. 태종대 식생관리 유형 구분	179
그림 56. 태종대 주요 식생군락의 종조성	180
그림 57. 식생복원수종 선정과정 및 주요 수종(안)	180
그림 58. 태종대 식생군락의 적정 입목밀도	181
그림 59. 태종대 곰솔군락 식재모델	183
그림 60. 태종대 낙엽활엽수류군락 식재모델	183

제1절 과업 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제3절 과업 수행 체계

제1장 과업 개요

제1절 과업 배경 및 목적

1. 과업배경

- 부산광역시 영도구에 위치한 태종대(太宗臺)는 1972년 6월 부산기념물 제28호로 지정되었다가 2005년 11월 국가지정문화재(명승 17호)로 지정되어 있고, 2013년 12월에는 국가지질공원으로 인정되었음
- 태종대는 남해안에 면한 태종산(해발고도 약 252m)을 중심으로 형성된 구릉지역으로 현재는 유원지로 지정되어 이용되고 있으며, 해안의 영향을 직접적으로 받아 곰솔림을 중심으로 독특한 해안성 목본 식생군락이 형성된 지역으로 우수한 식생자원이 보전되어 왔음
 - 영도구 최남단에 위치하고 있는 태종대유원지는 1,638,972㎡(약 163ha) 면적에 해발고도 약 252m의 태종산을 중심으로 곰솔을 비롯한 120여종의 수목이 울창하게 우거져 있으며, 해안으로 깎아 세운 듯한 절벽과 기암괴석 그리고 탁 트인 대한해협을 한눈에 볼 수 있는 명소로 예부터 많은 국내외 관광객들의 발길이 끊이지 않고 있음
 - 태종대는 백악기말에 호수에서 쌓인 퇴적층이 해수면 상승으로 파도에 의해 침식되어 만들어진 파식 지대, 해식에, 해안동굴 등의 암벽해안으로 유명한 부산을 대표하는 해안 경관지임
- 그러나, 태종대 식생과 관련한 연구는 일부 구역에 국한되어 조사가 시행(부산지방해양수산청, 2005; 김종엽, 2012; 신해선 등, 2019) 되어졌을 뿐, 태종대 식생의 체계적인 관리를 위한 기반 구축이 미비한 실정임
- 해안림은 바닷물 염분의 비산, 해무, 바람, 해일, 쓰나미 등의 재난으로부터 재산과 생명을 보호해주고, 인간의 문화, 역사, 신앙, 경관, 레크리에이션 등을 하는 공익적인 숲으로 훼손되면 인간의 일상생활에 심각한 재난과 심리적 불안을 겪게됨
- 또한, 태종대의 입지특성상 해풍에 의한 염분 피해가 수시로 발생하고, 소나무재선충병 피해와 토양 비옥화, 기후변화 등으로 인해 태종대에 폭넓게 분포하고 있는 곰솔림 쇠퇴가 예상되어 태종대 전반에 걸친 식생 현황조사 및 보전 관리 방안 구축이 시급하다고 판단됨

2. 과업 목적

- 본 과업은 태종대 일원 식생현황을 문헌조사 및 현장조사를 통해 과학적으로 분석하고, 식생현황을 정량적으로 진단하는 것이 최우선적인 목적임
- 현황진단을 통해 생태계 변화방향을 예측하여 태종대 전체 식생 및 병해충 피해지의 유지·보전·관리 방안을 제시하는데 최종적인 목적이 있음

제2절 과업의 범위 및 내용

1. 시간적 범위

- 과업의 시간적 범위
 - 착수일로부터 180일간
 - 2022년 1월 3일~6월 26일
- 보전·관리계획의 시간적 범위
 - 2022년~2027년 (5년간)
 - 단, 식생 천이과정의 단계적 관리계획을 감안하여 30~50년간의 장기계획도 함께 언급

2. 공간적 범위

- 부산광역시 영도구 태종대 일원 명승 제17호 보호구역
 - 부산광역시 영도구 동삼동 산29-1 등
 - 대상지 면적: 1,638,972㎡ (약 163ha)

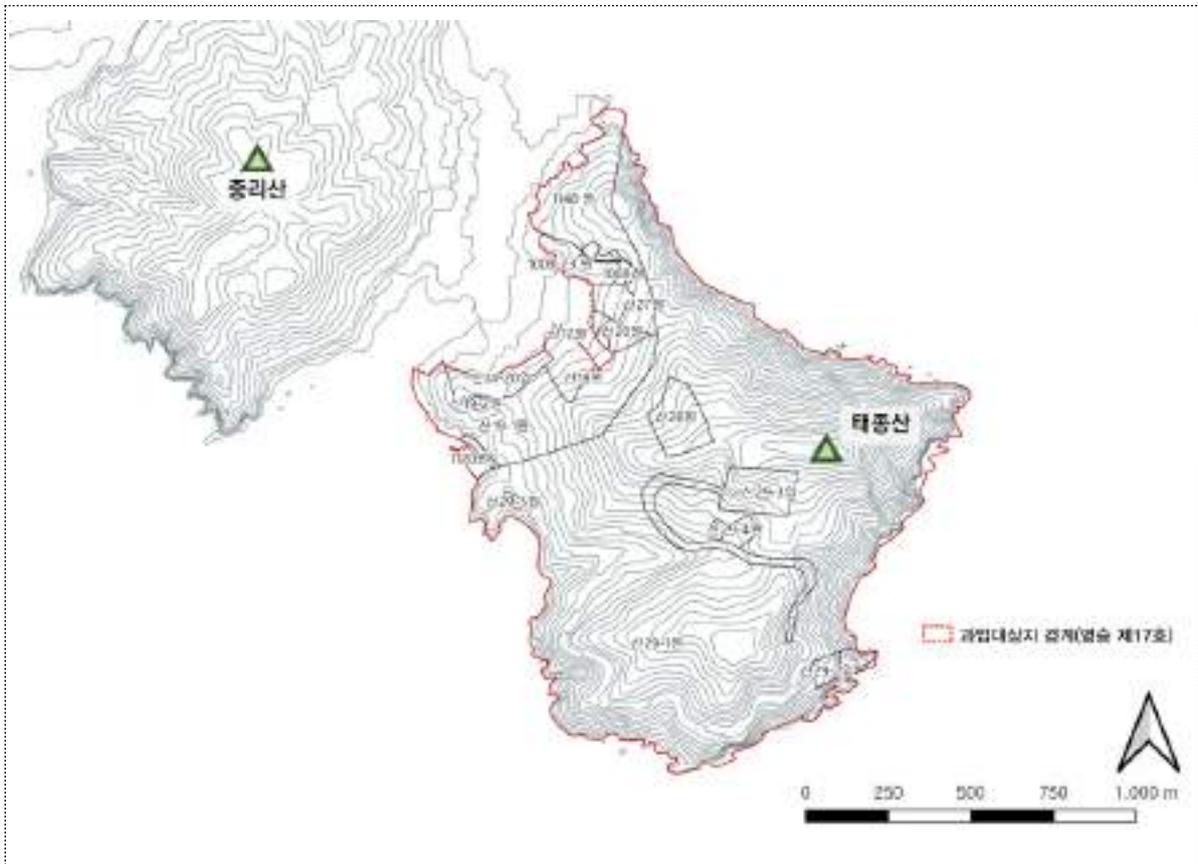


그림 1. 과업의 공간적 범위

3. 과업 주요 내용

가. 문헌조사

- 태종대 관련 일반현황 자료 검토
 - 지역여건, 토지피복, 기후, 지형, 임상, 토양도 등
- 태종대 식생 관련 자료 검토
- 해안림에 대한 자료 검토 및 보전관리 국·내외 사례

나. 현장조사 및 결과 분석

- 식물상
 - 대상지역에 분포하는 모든 식물종 대상으로 조사 실시
- 식생
 - 조사구는 매년 정기적으로 모니터링을 할 대상으로 방형구 설치
 - 과업지시서에 따른 조사구 관리번호 부여
 - 조사구 내에 출현하는 목본수종을 대상으로 층위별 매목조사 실시
- 토양 및 광환경
 - 식생 조사구 내 토양 및 광환경 조사 실시

다. 보전관리 방안 제시

- 식생 보전관리 모델 수립
 - 식생보전·관리를 위한 적정식물 선정 및 식재밀도 산정
 - 식생보전·관리를 위한 수관투영도 및 층위구조도 작성
- 태종대 식생관리 중·장기 계획 수립
 - 기후변화에 따른 천이현상 및 각종 병충해(소나무재선충병, 솔껍질깍지벌레 등), 염분 피해 등에 대응하기 위한 대응수종 선정 등 태종대 식생관리 중·장기 관리방안 수립

표 1. 과업의 주요 내용

구분	내용
문헌조사	<ul style="list-style-type: none"> • 해안림 개념적 정의 및 보전관리 사례 검토 • 해안림 관리 해외 사례 검토
현장조사 및 결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 식물종 현황 및 목록 작성, 희귀·특산식물 조사 • 정기적인 식생 모니터링을 위한 식생 중심 방형구 설치 및 분석 • 토양환경 및 빛환경 조사·분석
보전관리 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 식생 보전관리 모델 수립 • 태종대 식생관리 중·장기 계획 수립

제3절 과업 수행 체계

- 태종대 식생보전·관리 방안의 수립을 위해 관련 문헌과 자료를 충분히 검토하고 연구자 회의와 발주처와의 협의를 통해 연구추진의 목표와 방향을 확정하였음
- 본 과업은 문헌조사, 현장조사 및 분석, 관리방안 수립 순으로 크게 3단계로 진행
- 문헌조사 단계에서는 해안림 조성·관리 사례를 비롯하여 해안림 관련 해외 사례 등 각종 기초자료를 분석하여 태종대 해안림의 특성을 도출함
- 현장조사 및 분석은 식물상, 식생, 토양 및 광환경을 중심으로 현장에서 수행
- 관리방안은 식생 보전·관리 모델을 수립하고 식생관리 중·장기 계획을 수립하도록 함

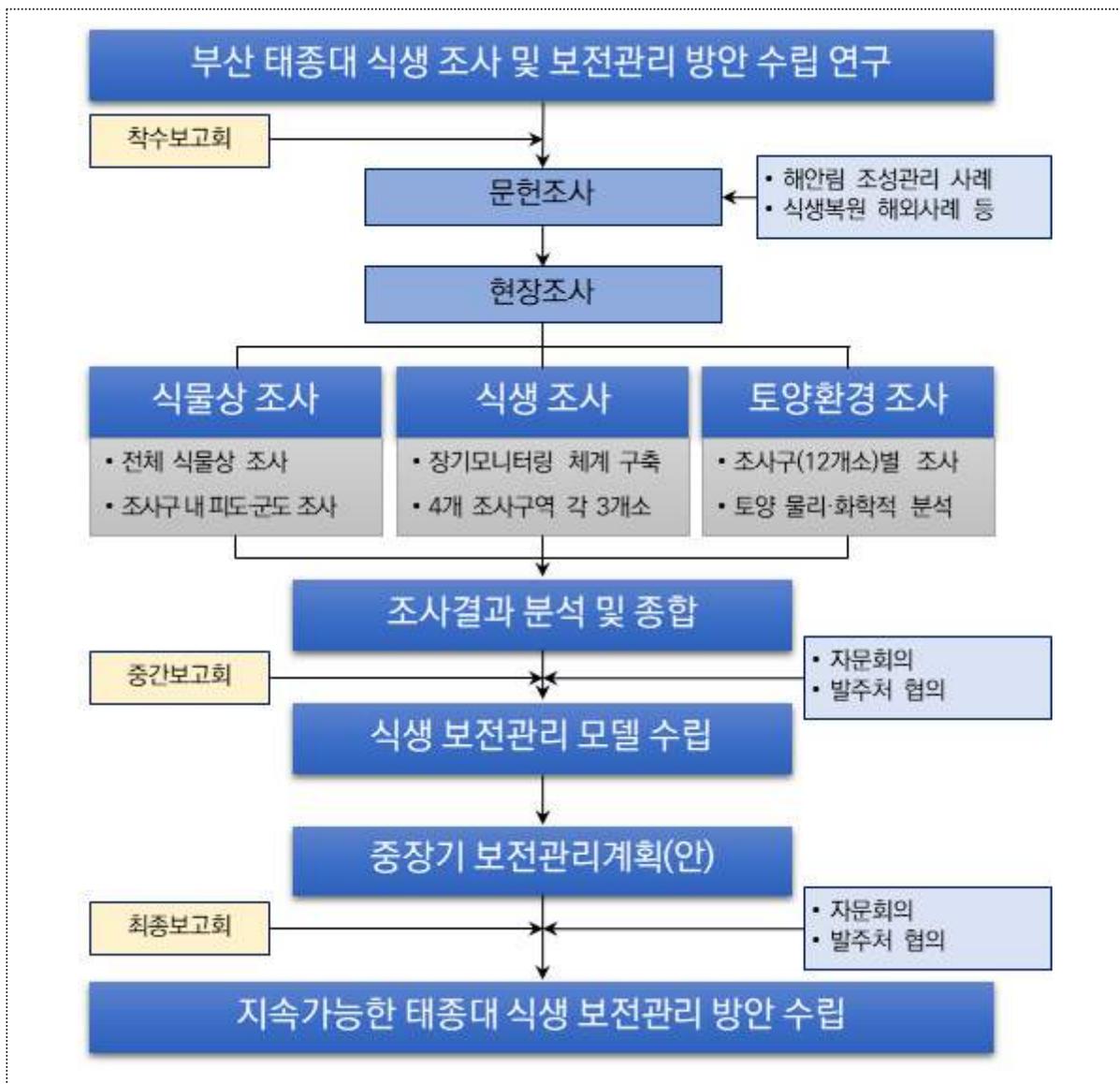


그림 2. 과업 수행 체계도

제1절 일반현황 및 문헌조사

제2절 식물상 조사 방법

제3절 식생 조사 방법

제4절 토양 및 광환경 조사 방법

제2장 연구방법

제1절 일반현황 및 문헌조사

1. 인문환경 현황

- 부산광역시 영도구 태종대 일대의 인문환경적 특성을 파악하기 위해 태종대유원지사업소 누리집, 영도구 구정백서와 부산광역시 통계연보 및 지역산림계획, 산지관리계획, 산림청 제공자료 등을 토대로 지역여건을 확인함
- 환경부 환경공간정보서비스에서 제공 받은 세분류토지피복도를 중심으로 태종대 일대의 토지피복현황을 분석함

2. 자연환경 현황

- 태종대 일원의 기상현황을 파악하기 위해 기상청 과거 관측자료를 활용하여 연평균온도, 강수량, 바람세기(풍속) 등을 분석함
- 태종대의 지형적 특성을 파악하기 위해 국토지리정보원에서 제공하는 수치지형도 (1:5,000)를 기반으로 QGIS 프로그램을 활용하여 해발고도, 경사도, 사면향 등을 분석
- 산림청에서 제공 받은 임상도를 바탕으로 임상, 영급, 경급, 소밀도, 임분고 등을 분석하여 태종대 임분의 특성을 살펴봄
- 국립농업과학원에서 제공 받은 토양도를 바탕으로 토양통, 토양유형, 표토토성, 토양구조, 유효토심 등을 분석하여 태종대의 전반적인 토양특성을 파악함

3. 문헌조사

- 해안림의 정의와 현황 등을 살펴보기 위해 기존 문헌들을 참고하여 정리
- 태종대 식생 관련 연구를 검토함
 - 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사 보고서(부산지방해양수산청, 2005)
 - 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조 연구(한국환경생태학회, 2012)
 - 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성 연구(한국환경생태학회, 2019)
 - 한반도해송숲 지속적 관리방안 보고서(신안군, 2020) 등
- 본 과업의 대상지는 「문화재보호법」에 따른 국가지정문화재 명승 제17호로 지정되어 있는 지역으로 문화재보호법 등 관련 법률을 검토하여 지정기준 및 허용행위 등에 대해 검토

제2절 식물상 조사 방법

1. 조사지점 및 시기

가. 조사시기

- 현지조사는 3월 2일-4일, 4월 5일, 4월 29일-5월 1일, 5월 27일까지 총 4회에 걸쳐 8일간 진행하였음

나. 조사지점

- 조사지점은 태종대를 전체를 대상으로 하였으며, 환경적인 요인을 고려해 해안부위와 산림부위로 나누었고, 해안과 산림 지역을 북측과 남측으로 다시 나누어 4개구역으로 비교할 수 있도록 하였음
- 4개의 조사 구역은 다음과 같음(그림 3)



그림 3. 식물상 조사구역

2. 식물상 조사내용 및 방법

- 태종대일대의 조사는 태종사를 기점으로 하여 태종로를 중심으로 북측과 남측으로 구분하고 해안부와 산림부 4구역으로 나누어 구분하였음
- 12개 식생조사지점에 대해서는 초본층 식생 조사 및 식물상 조사를 별도로 진행하였음
- 식물종 동정에 있어서는 이영노(1998, 2006); 이우철(1996); 이우철, 임양재(1978); 이창복(1980, 2003), The genera of vascular plants of Korea (Park, 2007), 한국의 나무 (김진석&김태영, 2012) 등을 참고 하였으며, 고유종은 김철환, 박진희(2014)의 고유종 목록을 귀화식물은 박수현(1995, 2009)의 목록을 참고하였음
- 식물구계학적 특정종은 (한국산 최신)식물구계학적 특정종(김철환 등, 2018)을 참고하였음
- 목록의 배열은 Engler 분류체계(Melchior and Werderman, 1954; Melchior, 1964)를 따랐으며, 과 및 속 내에서는 일반적으로 학명의 알파벳 순서로 배열하였음
- 학명과 국명의 사용에 있어서는 국가표준식물목록(산림청, 2020)을 참고하였음

제3절 식생 조사 방법

1. 식생 조사 개요

가. 식생 조사 목적

- 태종대 식생의 장기적인 식생변화 분석을 위한 장기모니터링 기반 구축
 - 문화재 관리를 위한 식생 특성 파악
 - 해안 입지 특성 상의 염해 피해 관찰
 - 소나무재선충병 피해지역의 식생 현황 파악
 - 지속적인 식생 모니터링을 통한 식생구조 변화 관찰

나. 식생 조사 범위

- 태종대 국가지정문화재 전체를 대상으로 주요 식생, 해안 입지와 같은 환경특성 등의 조건들을 고려하고, 태종대 관리주체인 부산시설공단 태종대유원지사업소의 의견을 수렴하여 조사지 선정계획을 수립하였음
- 이상의 조건을 고려하여 태종대를 4개 지역(동편, 태종산, 등대, 감지)으로 구분하였으며, 각각의 구역을 대상으로 식생유형을 파악할 수 있는 임상도와 예비조사 등을 통해 구역별로 3개소의 조사구를 최종 선정하였음



그림 4. 식생조사 조사구역의 계획(과업지시서 상 내용)

다. 식생 층위 구분

- 식생 층위는 목본성 식물의 경우 수고에 따라 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하였으며, 초본층은 별도로 구분하였음
 - 교목층: 하늘과 맞닿아 있는 최상위층 수목
 - 아교목층: 수고 2m 이상으로 교목층 아래에 있는 수목. 관목성상의 수목이라도 수고가 2m 이상인 수목은 아교목층으로 구분
 - 관목층: 수고 2.0m 미만의 수목
 - 초본층: 수고 0.5m 미만의 목본성 식물과 더불어 초본층 방형구에 출현하는 모든 초본식물
 - 관목층과 초본층에서 수고 0.5m 미만의 수목이 중첩되어 조사되었으나 관목층은 식생구조를 파악하기 위한 것이며, 초본층은 지표면을 피복하고 있는 식물의 우점도를 조사하기 위한 것임

라. 조사구 크기

- 조사구의 크기는 20m×20m(400m²)로 설정하였음
- 층위별 수목 특성을 고려하여 대상지 규모를 설정하되 각 층위별 조사구는 중첩되게 설치하였음
 - 교목층, 아교목층: 20m×20m(400m²)
 - 관목층: 10m×10m(100m²)
 - 초본층: 5m×5m(25m²)
- 20m×20m(400m²) 조사구를 4분위로 구분한 후 1개의 소형방형구(10m×10m(100m²))에 대해서는 수목의 위치도 및 평면도와 입면도를 포함한 상세도 작성을 실시하였음
- 초본층은 방형구 내에서 중첩방형구(5m×5m(25m²))를 별도로 설치하였음
- 조사는 수목 확인과 상세도 작성 위치 등을 고려하여 1개 조사구를 4분위로 구분하여 조사하였음

마. 조사구 설치

- 조사구 위치 표시
 - 조사구의 설치 장소는 1:5,000 지형도에 표시
- 조사구의 방향은 동일한 기준으로 설정
 - 조사구의 위쪽은 능선 및 정상부 방향으로 설정
 - 평지이거나 능선에서는 북쪽을 위쪽으로 설정

■ 조사구 경계 표시

- 조사구 설치 시 동일한 장소를 장기적으로 모니터링 할 수 있도록 조사구의 경계부를 표시
- 20m×20m(400m²) 방형구의 각 꼭지점과 각 변의 중앙(10m)에 말뚝을 설치하고, 외곽을 따라 PP로프 6mm를 사용하여 경계를 표시
- 초본층 조사 위치는 방형구 내에 5m×5m(25m²)의 소형방형구를 별도로 선정하여 PL로프 3mm를 사용하여 표시

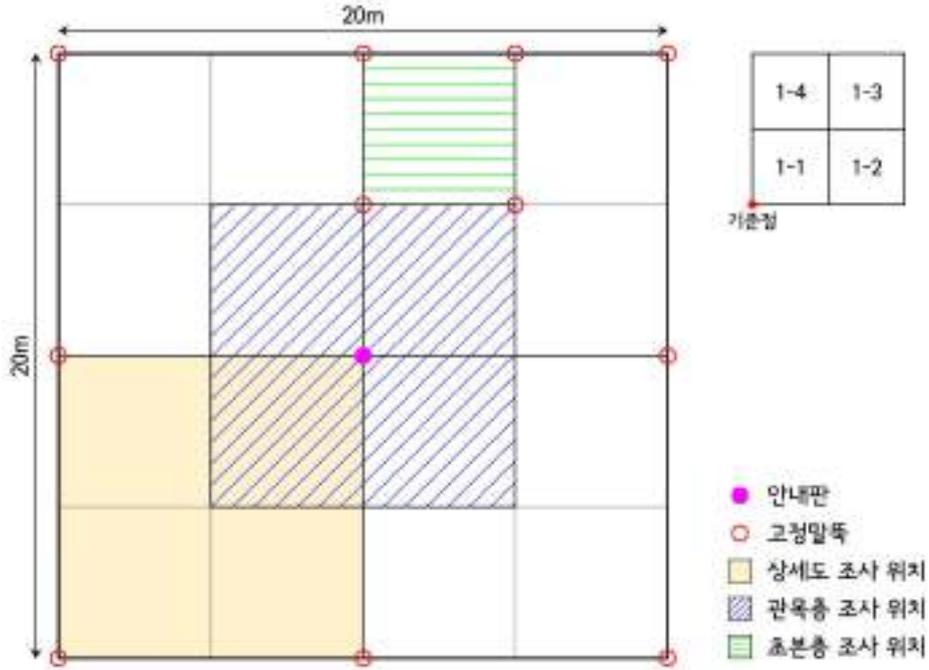


그림 5. 조사구 설치 모식도



그림 6. 조사구 설치

- 안내판 설치

- 조사구의 중앙에 폼엑스 소재의 안내판(크기: 가로 20cm × 세로 15cm)을 말뚝에 부착하여 설치
- 안내판은 사업명과 함께 조사구 관리번호를 표시



그림 7. 안내판 설치

라. 층위별 조사 항목

- 교목층, 아교목층: 수종명, 수고(m), 흉고직경(cm), 생육상태
- 관목층: 수종명, 수관투영면적(수관폭(cm): 장폭×단폭)
- 초본층: 식물명, 우점도, 수관투영면적

2. 식생 조사 방법(현장조사 매뉴얼)

- 본 과업의 식생 조사는 향후 장기적인 식생변화 연구 및 모니터링을 위한 기초조사로 향후 현장조사 시 일관된 조사 및 분석에 있어 객관성과 신뢰성을 확보하기 위해 현장에서 사용되는 조사방법을 매뉴얼화 하여 작성하였음
- 이에 따라 식생 조사는 현장조사 매뉴얼을 기준으로 동일한 조사방법에 의해 식생구조 현황 및 모니터링 조사를 실시하였음

가. 조사구 현황 및 환경요인 조사

- 방형구의 환경 조건을 살펴보기 위한 환경요인 조사를 실시하였음
- GPS 좌표 취득
 - KOREA TM 중부원점을 기준으로 조사구의 정중앙에서 좌표를 취득
- 조사구 위치 표시
 - 1:5,000 지형도에 조사구 위치 표시
- 해발고(고도), 경사도, 사면방위 등 조사
- 층위별 식피율 조사
- 생육상태 조사
 - 생육상태는 양호, 보통, 약함, 아주 약함 4단계로 구분
 - 양호(1): 전반적으로 생육상태가 아주 좋은 상태
 - 보통(2): 전반적으로 생육상태가 좋으나 생육이 약한 개체가 일부 발견되는 등 '양호' 보다는 다소 부족한 상태
 - 약함(3): 일부 건강한 개체가 발견되나 대체로 생육이 부진하여 조만간 상당한 개체가 사라질 것으로 예상되는 상태
 - 아주 약함(4): 생육상태가 좋지 않아 대부분의 개체가 사라질 위기에 있는 상태
- 추세판단
 - 조사구 내의 천이과정과 해당 종의 층위별 상대우점치 및 출현 개체수를 고려하여 해당 종의 추세를 판단하며 확산 예상, 현행 유지, 축소 예상, 위기 상황 4단계로 구분
 - 확산 예상: 해당 종의 밀도 및 빈도가 높아 확대 예상
 - 밀도와 빈도가 낮으나 교목층·아교목층 또는, 교목층·아교목층·관목층에서 함께 출현하는 경우
 - 기후대를 고려하여 상록활엽수의 경우 관목층에서만 출현하고 있어도 난온대 기후대의 대표 종인 경우
 - 현행 유지: 해당 종의 밀도 및 빈도 중 어느 하나가 높아 현행 유지
 - 교목층과 아교목층에서 밀도와 빈도가 낮으나 교목층 우점종 보다 천이 후기 종인 경우

- 축소 예상: 해당 종의 밀도 및 빈도가 낮아 축소 예상
 - 밀도와 빈도가 높으나 교목층에서만 출현하면서 천이계열 상 후기 종이 출현을 시작한 경우
- 위기 상황: 해당 종의 밀도 및 빈도가 아주 낮아 절멸 위기 상황

■ 위협요인 조사

- 조사자가 육안으로 조사한 내용을 기준으로 인위적 요인, 병해충, 동물피해, 경쟁 및 피압식물, 외래종, 기타 간접피해 등 6개로 구분
- 인위적 요인: 벌채, 임도, 등산로, 수렵, 울무 또는 덧, 수액 채취, 신초 및 나물 채취 등 인위적으로 훼손되는 경우
- 병해충: 각종 병해와 충해가 있는 경우
- 동물피해: 서식지 천공, 영역 표시(발톱), 식해 등 동물에 의해 피해가 발생하는 경우
- 경쟁 및 피압식물: 조사대상 식물을 피압하는 식물이 있는 경우 교목성 수목 피해, 관목성 수목피해, 덩굴성 수목피해, 초본류 피해로 분류하여 기록
- 외래종: 일반적 외래식물(귀화·도착 식물)이 아니라 생태계교란 외래식물에 의해 피해를 받는 경우를 말하며, 해당식물 목록은 환경부 고시 '생태계교란 생물 지정 고시'에 따라 식물명을 기록
- 기타 간접피해: 자연적 침수, 상습적 안개 및 벼락 발생지역, 풍충지 등을 조사
- 위협내용: 위의 위협요인에 대하여 간략히 서술식으로 기재(예: 불법채취, 병해충명, 외래식물명 등)
- 위협정도: 위협정도에 대하여 조사자가 주관적으로 판단하는 것으로 심각, 관심 2단계로 구분
- 심각: 위협정도가 심하여 적절한 조치가 필요한 경우
- 관심: 위협요인이 있으나 당장의 조치보다는 모니터링 후 대응방안을 찾는 것이 바람직한 경우

■ 조사구 내부 사진 촬영

- 조사구 중앙에서 각 분위의 특징이 나타나도록 조사구당 4장 이상 사진 촬영함



그림 8. 조사구 내부 사진촬영의 예

나. 식생 규격 조사

■ 교목층

- 20m×20m(400m²) 조사구 내에 출현하는 수목 중 하늘과 맞닿아 있는 수목을 전수 조사
- 1.2m 높이에서 직경테이프를 이용하여 흉고직경을 측정
- 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정
- 수목의 상태를 파악하기 위해 생육상태 조사 기준에 따른 생육상태 조사
- 전 수종은 측정 후 모니터링을 위한 수목 번호(라벨) 부착
- 조사는 조사구 중앙에 조사보조원이 위치하며, 조사원이 개체목마다 돌아가며 흉고직경과 수고, 생육 상태를 측정
- 상세도 조사 위치(분위)의 경우 수관폭을 함께 측정하고, 수목에 부여된 수목 번호를 함께 표시

■ 아교목층

- 20m×20m(400m²) 조사구 내에 출현하는 교목층 수목을 제외하고 수고 2m 이상의 수목을 전수 조사. 관목성상의 수목이라도 수고가 2m 이상인 수목은 아교목층으로 조사
- 1.2m 높이에서 직경테이프를 이용하여 흉고직경을 측정
- 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정
- 수목의 상태를 파악하기 위해 생육상태 조사 기준에 따른 생육상태 조사
- 전 수종은 측정 후 모니터링을 위한 수목 번호(라벨) 부착
- 조사는 조사구 중앙에 조사보조원이 위치하며, 조사원이 개체목마다 돌아가며 흉고직경과 수고를 측정
- 상세도 조사 위치(분위)의 경우 수관폭을 함께 측정하고, 수목에 부여된 수목 번호를 함께 표시



그림 9. 흉고측정 및 수목라벨의 부착 사례

■ 관목층

- 10m×10m(100m²) 조사구 내에 출현하는 수고 2m 미만의 수목을 전수 조사
- 줄자를 이용하여 수관투영면적(수관폭(cm): 장폭×단폭)을 측정
- 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정
- 단, 덩굴성 식물로 마삭줄, 송악, 담쟁이덩굴 등과 같이 줄기에서 기근을 내려 자라는 식물 중 넓은 면적을 차지하고 개체의 기준이 모호한 경우 식피율을 기준으로 조사하였으며, 조사 지점이 구분되어 개체의 파악이 가능한 경우이거나 식피율이 5% 미만인 경우 개체를 기준으로 조사. 또한, 자금우와 같이 땅속줄기가 뻗어 올라오는 경우 지표면 위로 올라온 개체를 기준으로 조사



그림 10. 수고 측정

■ 초본층

- 5m×5m(25m²) 조사구 내에 출현하는 수고 0.5m 미만의 수목과 초본식물을 조사
- 식물사회학적 연구방법에 의한 피도조사
- 식물 분포도 작성

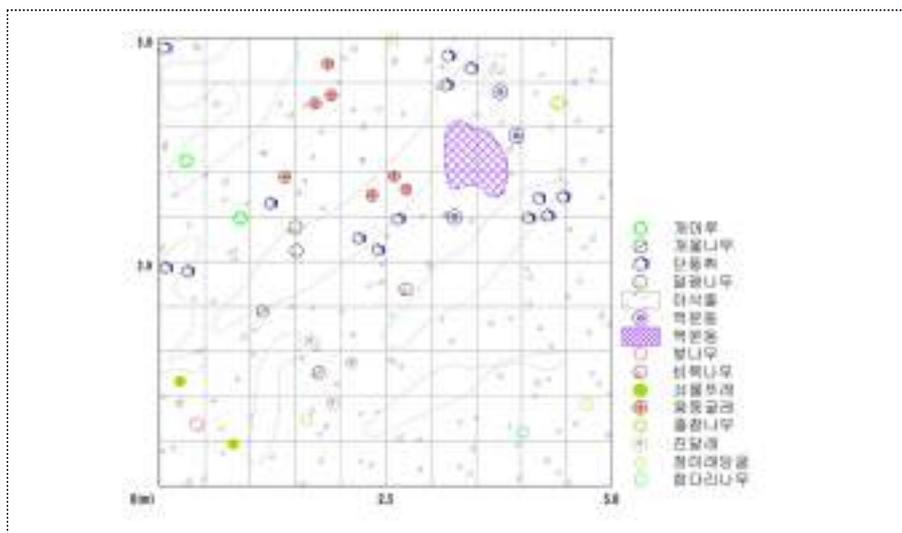


그림 11. 초본층 식물 분포도 사례

다. 수목위치도 작성

- 20m×20m(400m²)의 조사구 중 상세도가 작성될 10m×10m(100m²)의 소형 방형구에서 출현한 수목의 정확한 위치를 확인하기 위해 조사 수목의 위치를 도면화하였음
- 수목 위치도는 교목층과 아교목층을 구분하여 작성하고, 수목에 부여된 수목 번호를 함께 표시하였음
- 작성된 수목 위치도를 기준으로 평면도와 입면도 작성하였음

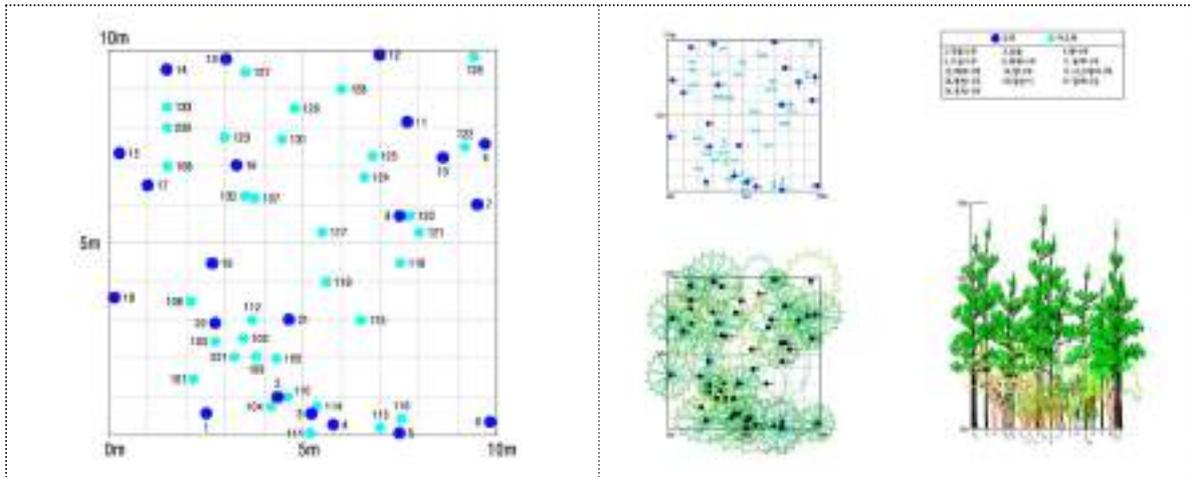


그림 12. 수목 위치도와 평면도 및 입단면도 작성(예시)

라. 조사내용 기록

- 조사내용은 식생 종합야장과 식생조사야장으로 나누어 기록
- 조사야장은 조사지 사진 및 성장량 등과 함께 DB로 구축

조사구명	조사구 위치	조사구 면적	조사구 상태
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

조사구명	조사구 위치	조사구 면적	조사구 상태	조사구 설명
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

그림 13. 조사야장(부록 참고)

3. 분석방법

가. 식생구조 분석

(1) 상대우점치 분석

- 상대우점치는 층위별 출현 종의 세력 비교를 통하여 각 조사구의 생태적 천이 경향 예측 및 층위구조 형성 판단을 위한 것임
- 식생구조 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였음
- 상대우점치(I.P.)는 상대밀도(RD: Relative Density)와 상대피도(RC: Relative Coverage)를 더한 값을 2로 나누어 계산하였음

$$I.P. = \frac{RC+RD}{2}$$

- 또한, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 분석하였음

$$M.I.P. = \frac{(\text{교목층 I.P.} \times 3) + (\text{아교목층 I.P.} \times 2) + (\text{관목층 I.P.} \times 1)}{6}$$

(2) 종다양도 분석

- 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도를 측정하기 위해 희귀종을 강조한 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하여 종다양도(Species Diversity; H'), 균재도(Evenness; J'), 우점도(Dominance; D), 최대종다양도(H'max)를 분석하였음
- Shannon의 수식

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$H' \text{ max} = \ln(S)$$

$$J' = H' / H' \text{ max}$$

$$D = 1 - J'$$

* p_i : (n_i/N) 전체 종의 총 개체수에 대한 어떤 종의 개체수 비

N: 총 개체수

n_i : i종의 개체수

S: 전체 출현 종수(구성 종수)

ln: 자연로그(e)

(3) 유사도 분석

- 종 구성상의 유사도지수(Similarity Index : S.I.)를 구하기 위하여 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 분석하였음
- Whittaker의 수식

$$\text{유사도지수(S.I.)} = \frac{2C}{S1+S2} \times 100(\%)$$

* S1: 제 1 조사구에서 출현한 종수

S2: 제 2 조사구에서 출현한 종수

C: 두 조사구에 동시에 출현한 종수

(4) 종수 및 개체수 분석

- 조사 자료를 바탕으로 각 조사구별 교목층, 아교목층, 관목층에 대해 각각 출현 수목의 종수와 개체수를 산정하였으며, 초본층의 경우 출현 종수만을 파악하였음

나. 생장량 분석

(1) 수고 분석

- 수고 측정기를 사용하여 각각의 수목에 대해 수고를 측정하였으며, 추후 모니터링을 통한 수고 생장량을 비교하기 위해 교목층과 아교목층을 대상으로 수고 분석을 실시하였음

(2) 흉고직경급별 분석

- 흉고직경급별 분포는 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로서 산림 천이의 양상을 추정할 수 있는 방법으로 향후 식생 발달 과정을 예측(Harcombe and Marks, 1978) 할 수 있음
- 식생구조 조사에서 얻어진 자료를 평가기준에서 정한 계급간격(5cm)으로 흉고직경분포를 분석하였음

(3) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적은 교목층과 아교목층에 해당하는 수목에 대해 측정한 흉고직경(cm)을 기준으로 흉고단면적(m²)을 산출한 후 이를 합산하여 분석을 실시하였음

(4) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구의 우점종 중 평균흉고직경에 가까운 수목 중 대표적인 수목이거나 특별한 수목을 선정하여 분석을 실시하였음
- 선정된 수목을 지상으로부터 1.2m 높이(가슴높이)에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하고, 추출된 목편을 분석하여 수목의 연륜 및 성장량을 파악하였음

다. 생육상태 분석

- 생육상태는 양호, 보통, 약함, 아주 약함 4단계로 구분하여 교목층과 아교목층에 대해 각각 출현 수목의 상태를 파악한 후 층위별, 수종별 생육상태를 파악하였음

라. 추세판단 분석

- 조사구 내에 출현하는 전체 종을 대상으로 조사구 내와 조사구 외의 분포 상태를 통해 각 종에 대한 앞으로의 변화 상태를 확산 예상, 현행 유지, 축소 예상, 위기 상황 4단계로 구분하여 각 종의 추세를 판단하였음

마. 초본층의 피도 분석

- 조사구 내 5m×5m(25m²)의 소형 중첩방형구에서 조사된 수고 0.5m 미만의 수목과 초본식물을 기준으로 피도(우점도)를 분석하였음
- 식생조사는 Zurich-Montpellier (Z-M) 학파의 식물사회학적 연구방법에 준하여 조사(Kim and Lee 1996) 하였으며, 피도는 Braun-Blanquet의 피도계급으로 판정하였음(Braun-Blanquet 1964)

표 2. Braun-Blanquet의 우점도기준

계급	우점도 기준
r	단독 이고 매우적은 피도
+	약간의 피도로 분포하는 소수개체 또는 산재
1	5% 미만의 피도이거나 많은 개체이면서 낮은 피도
2	개체수는 임의이며, 피도 5~25%
3	개체수는 임의이며, 피도 26~50%
4	개체수는 임의이며, 피도 51~75%
5	개체수는 임의이며, 피도 75~100%

제4절 토양 및 광환경 조사 방법

1. 토양환경

가. 토양시료 채취

- 12곳의 조사구별로 낙엽층과 유기물층을 제거하고, 식물의 뿌리가 주로 자라는 깊이 20cm 내외에서 토양시료 채취
- 조사구별로 3곳에서 토양시료를 채취하여 합쳐 하나의 시료를 조제하였음

나. 토양분석

- 토양산도, 전기전도도: 풍건한 토양시료와 증류수 1대 5로 섞은 현탁액에서 토양산도 메타와 전기전도도 메타(단위 dS/m)로 측정
- 총질소: Kjeldahl법(단위 %)
- 유효인산: Lancaster법(단위mg/kg)
- 교환성염류(Ca, K, Mg): ICP분석법(cmol+/kg)
- 양이온 교환성용량(CEC): CEC 간이법(cmol+/kg)
- 토양시료를 비중계법으로 점토, 미사, 모래 함량을 측정하여 미국 농무성의 삼각토성도를 활용하여 토성을 결정하였음
- 상기 토양 화학성 분석은 전라남도 농업기술원에 의뢰하여 분석하였음

다. 토양수분

- 토양수분은 시시각각 변하므로 식물이 실제 이용하는 유효수분량을 측정해야 하지만, 이 수분량은 측정이 번거로워서 특정 날짜에 TDR방식의 수분센서로 체적함수율을 측정하여 조사지별 상대적 토양수분량 수준을 비교하였음
- 수분센서(WT-1000N, 미래센서)를 이용하여 조사구별 3곳에서 체적함수율을 측정하여 평균하였음

2. 광환경

- 하층의 종조성, 종수는 광량 등의 빛환경에 영향을 받으므로 광합성유효광(PPFD)만을 측정하는 광센서(MQ-200, Apogee)를 사용하여 지표면으로부터 높이 2m에서 PPFD를 조사구별 5곳에서 측정하여 평균하였음
- 단, 숲 내부로 들어오는 광량은 기상 조건에 따라 변하므로 하늘에 차단이 없는 상태에서 들어오는 전광(全光) PPFD의 상대값(rPPFD)으로 나타냈음



그림 14. 광합성광량자속밀도(PPFD) 센서(SQ-110, Apogee사)

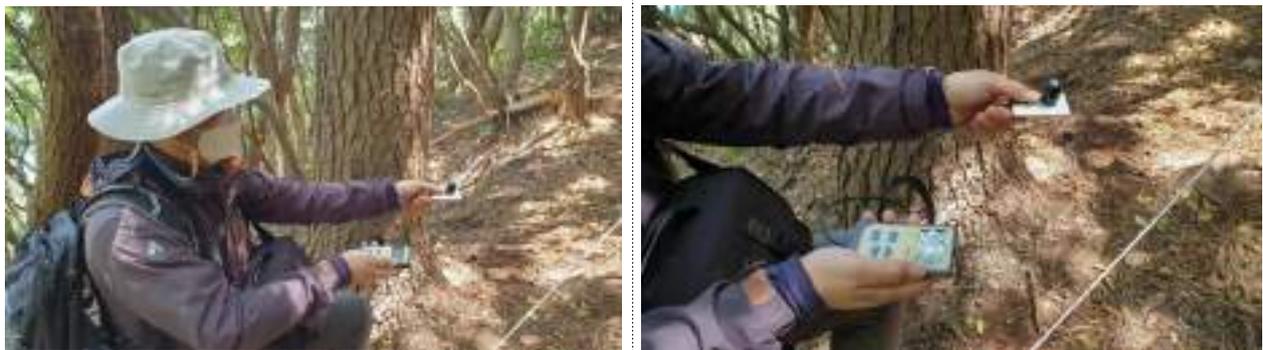


그림 15. 광합성광량자속밀도(PPFD) 센서를 이용한 광량측정 사진

제1절 일반현황 및 문헌조사 결과

제2절 식물상 조사 결과

제3절 식생 조사 결과

제4절 토양 및 광환경 조사 결과

제5절 현지 조사 결과 종합 및 관리방안 구상

제3장 연구결과

제1절 일반현황 및 문헌조사 결과

1. 인문환경 현황

가. 지역여건

- 태종대가 위치하고 있는 영도구는 한반도 남동부에 위치하고 있는 부산광역시의 남단에 위치한 섬으로 주위에는 늘 난류가 흐르고 있어 기후가 온화함. 옛날에는 제주도에 버금가는 명마 산지로 유명하였고, 그림자가 보이지 않는 준마를 생산하였다 하여 절영도(絶影島)라는 이름으로 불렸음
- 영도구 전체 면적은 14.20km²로 부산광역시 770.07km²의 1.84%에 해당되며, 구역별 면적을 살펴보면 최대동인 동삼1동(3.86km²)이 최소동인 영선1동(0.17km²)의 약 23배에 해당됨
- 최대표고 395m인 봉래산을 중심으로 중리산과 태종대가 위치하고 있으며, 남서측으로는 중리해변, 절영산책로가 위치하고 있고 지형특성상 해양경관이 수려한 지역임
- 태종대는 부산을 대표하는 해안절경과 지질학적 가치가 있는 곳으로 현재 국가 명승지 지정, 국가지질공원으로 인정받고 있음

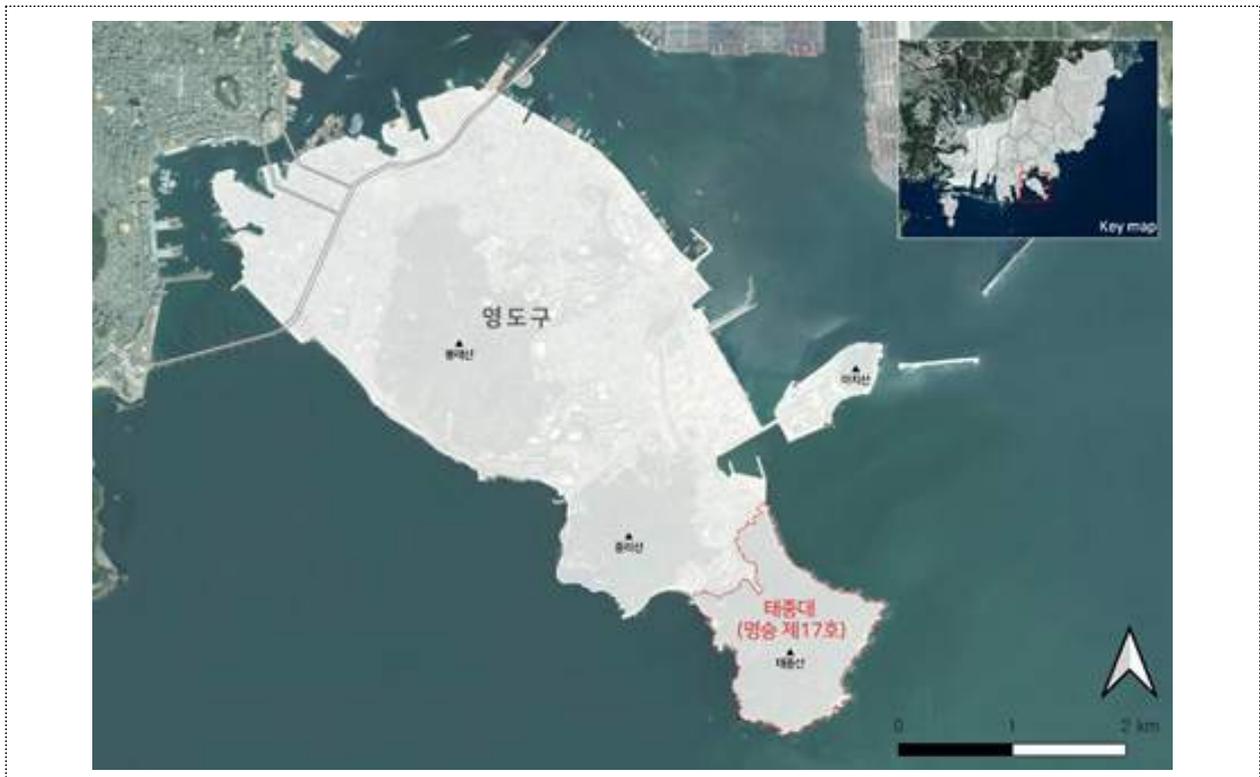


그림 16. 과업의 공간적 범위

나. 태종대 연혁

- 태종대는 영도의 남동쪽 끝에 위치하는 구릉지역으로 오륙도와 함께 부산을 대표하는 암석해안 명승지임
- 파도의 침식으로 형성된 100m 높이의 해안 절벽이 있으며, 태종대의 남쪽 해안은 영도 등대 아래에 발달한 용기 파식대인 신선암, 북쪽 해안은 태종암으로 불림
- 신선암은 태종대를 대표하는 명소로 약 12만년 전인 신생대 제4기 최종 간빙기에 생성된 것으로 알려져 있으며, 곳곳에 왕성한 해안 침식에 의한 해식 동굴, 해안 절벽 등 아름다운 지형이 형성되어 있음
- 태종대는 일제강점기 때부터 일본군 요새로 사용되며 일반 시민의 출입이 제한되어 오다가 1967년 건설교통부가 유원지로 고시하였고 뒤이어 1969년 관광지로 지정되었음
- 1972년 6월 26일 부산광역시 시도 기념물로 지정되었다가 2005년 11월 1일 명승 제 17호로 지정되었음

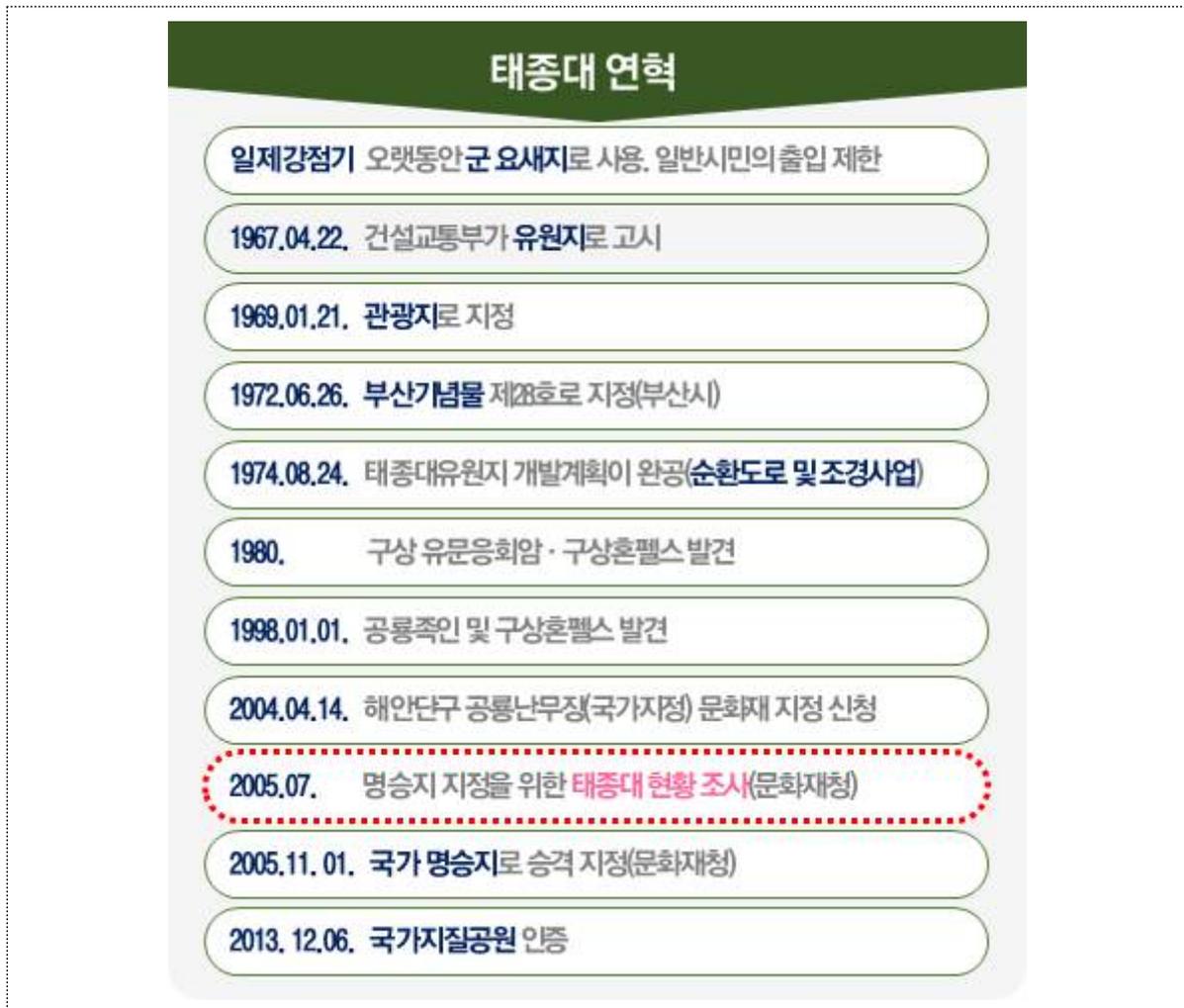


그림 17. 태종대 연혁

다. 토지피복현황

- 토지피복현황 분석 결과, 산림지역이 대부분을 차지하고 있었고, 그 중 침엽수림의 비율이 69.00%로 가장 높았음

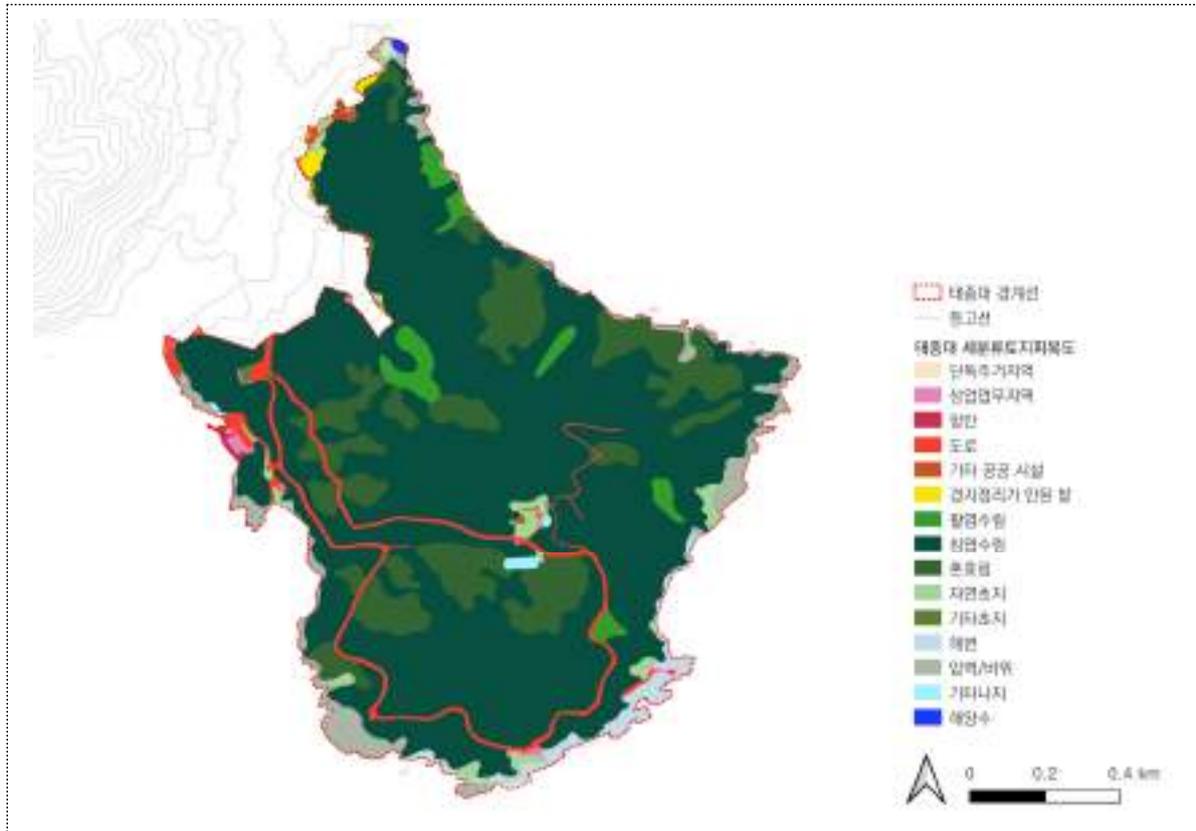


그림 18. 태종대 세분류토지피복도

표 3. 태종대 세분류토지피복도 분석 결과

대분류	세분류	면적(m ²)	비율(%)
산림지역	침엽수림	1,130,810.97	69.00
	혼효림	257,518.04	15.71
	활엽수림	41,199.33	2.51
초지	기타초지	3,673.03	0.22
	자연초지	29,305.23	1.79
시가화/건조지역	도로	54,890.44	3.35
	상업·업무시설	5,879.05	0.36
	기타 공공시설	2,900.02	0.18
	항만	2,021.02	0.12
	단독주거시설	758.01	0.05
농업지역	경지정리가 안 된 밭	6,260.05	0.38
수역	해양수	1,272.01	0.08
습지	갯벌	783.01	0.05
나지	암벽·바위	67,489.54	4.12
	해변	29,777.24	1.82
	기타나지	4,435.04	0.27
합계		1,638,972.00	100.00

2. 자연환경 현황

가. 기상

- 한반도 기후대는 크게 온대기후대와 냉대기후대로 나뉘며, 한반도 남동부지역에 위치한 부산은 ‘남해안경남동부 기후지역’으로 별도로 분류되기도 함
- 식물구계학적으로 부산광역시는 남해안아구로 분류되며, 온난한 기후 특성과 지리적 특성으로 인해 일부 난온대 및 아열대지역 분포중심종의 북한계 분포지역으로 고려되기도 함 (이우철과 임양재, 2002)
- 부산의 연평균 기온은 14.5°C이며, 온량지수(WI) 116.4, 한랭지수(CI) -2.8로 수평적 산림대로는 난온대림에 속하고, 상록활엽수 중 비교적 내한성이 강한 동백나무, 후박나무, 붉가시나무, 가시나무, 줄가시나무 등이 생육 가능한 지역임(이상철, 2018)
- 특히 영도구는 대한해협에 접하고 있어 해양성기후의 특징이 잘 나타나며, 그 영향으로 여름과 겨울의 기온차가 크지 않으며 4계절의 변화가 뚜렷한 곳으로 볼 수 있음
 - 겨울에는 대륙성 고기압의 영향으로 건조·한랭하며, 여름에는 태평양 고기압의 영향으로 습윤·고온인 해양성 기후권에 포함되고, 해안과 접한 지형적 영향으로 하절기에는 내륙보다 기온이 낮고, 동절기에는 높아 연간 기온차가 비교적 적은 지역임(부산녹색환경지원센터, 2021)
- 태종대는 계절의 구분 없이 연중 해풍이 부는 곳으로 식생분포에 영향을 주는 기후적 특성을 살펴보기 위해 평균기온, 강수량, 풍속 등을 기상청 자료를 토대로 분석하였음
- 그 결과, 2021년도 연평균기온은 15.7°C, 연간강수량 1,807.8mm, 연평균 풍속은 3.1m/s로 나타났으며, 연평균기온은 지속적으로 증가하고 있는 추세임
- 부산광역시의 경우에도 연평균기온과 더불어 일최고기온과 일최저기온은 점점 상승하고 있는 추세인데(이상철, 2018), 기후변화에 의한 온도상승으로 판단되며, 비교적 근래에 최고기온과 최저기온 등이 기록된 점을 살펴보았을 때, 기후위기와 더불어 도시의 확장, 그로 인한 산림 및 농경지의 감소의 영향이 큰 것으로 보임
- 기후변화에 따른 특정 식물군에 관한 분포를 예측하고자 하는 많은 연구활동이 지속되고 있으며(김현희 등, 2021), 향후 태종대를 중심으로 미기후 등을 고려하여 기상학적 정밀모니터링을 실시할 필요가 있다고 판단됨

표 4. 부산광역시 영도구 기상개황

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
기온 (°C)	14.9	14.6	14.5	13.9	15.3	15.4	15.7	15.2	15.1	15.7	15.2	15.7
강수량 (mm)	1441.9	1478.6	1983.3	931.5	1130.1	1396.7	1760.2	1014.4	1778.6	1623.2	2,281.6	1,807.8
풍속 (m/s)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1

나. 지형

(1) 해발고도 분석

- 해발고도는 기후대와 같이 생물종의 분포를 결정 짓는 주요한 환경인자임
- 태종대 일대를 중심으로 해발고도 분석을 한 결과는 다음과 같음(그림 15, 표6)
- 태종대는 최저고도 0m에서 최고고도 252m(태종산)로 나타났으며, 해발고도 50~100m 범위가 30.15%로 가장 높은 비율로 나타났으며, 200m 이하의 해발고도가 대부분을 차지하는 것을 확인할 수 있음

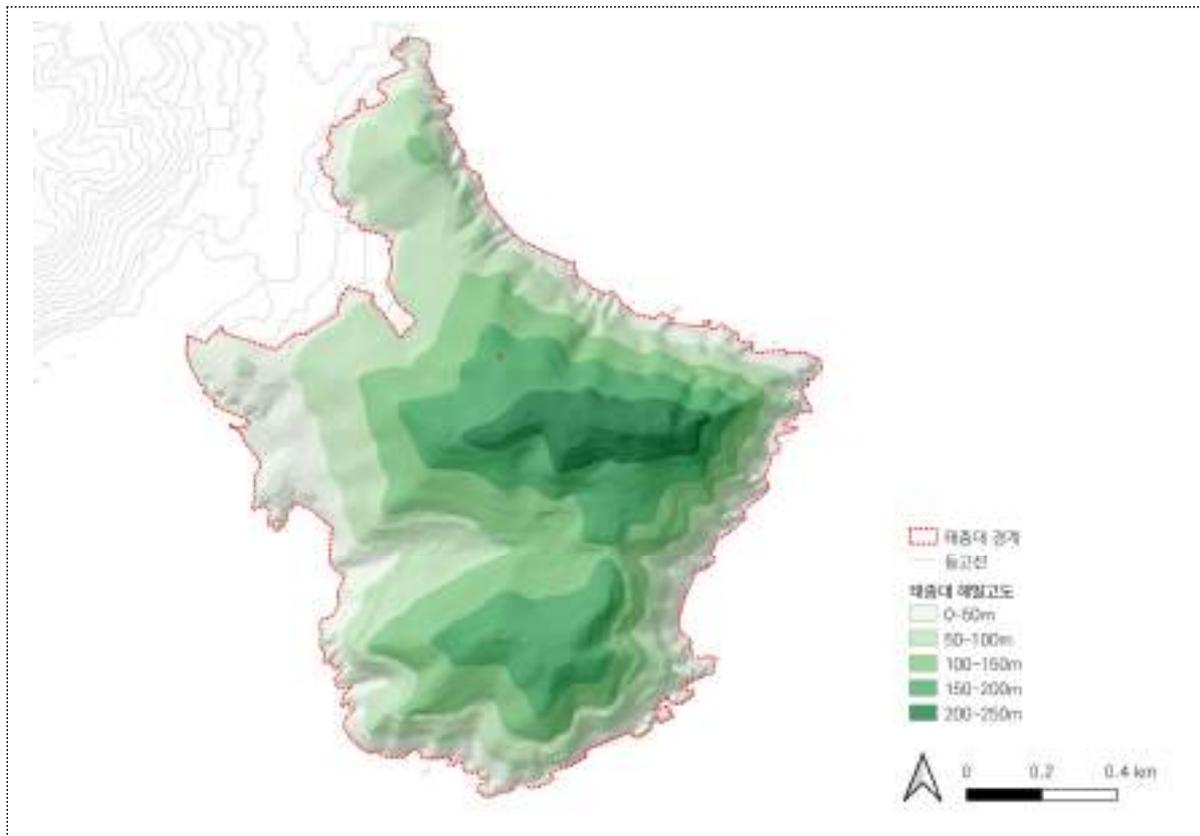


그림 19. 태종대 해발고도 분석

표 5. 태종대 해발고도 분석 결과

구분	면적(m ²)	비율(%)	비고
50m 이하	352,968.69	21.54	
50~100m	494,109.58	30.15	
100~150m	394,295.36	24.06	
150~200m	305,519.85	18.64	
200m 이상	92,078.53	5.62	
합계	1,638,972.00	100.00	

(2) 경사도 분석

- 태종대 일대의 경사도 분석 결과는 다음과 같음(그림 20, 표 6)
- 태종대 일대를 중심으로 경사도를 분석한 결과, 경사도 10~20° (26.22%), 20~30° (26.69%), 30~40° (19.67%)가 높은 비율로 나타났으며, 해안과 맞닿아 있는 북, 동, 남쪽 지역의 경사도가 높게 나타났음

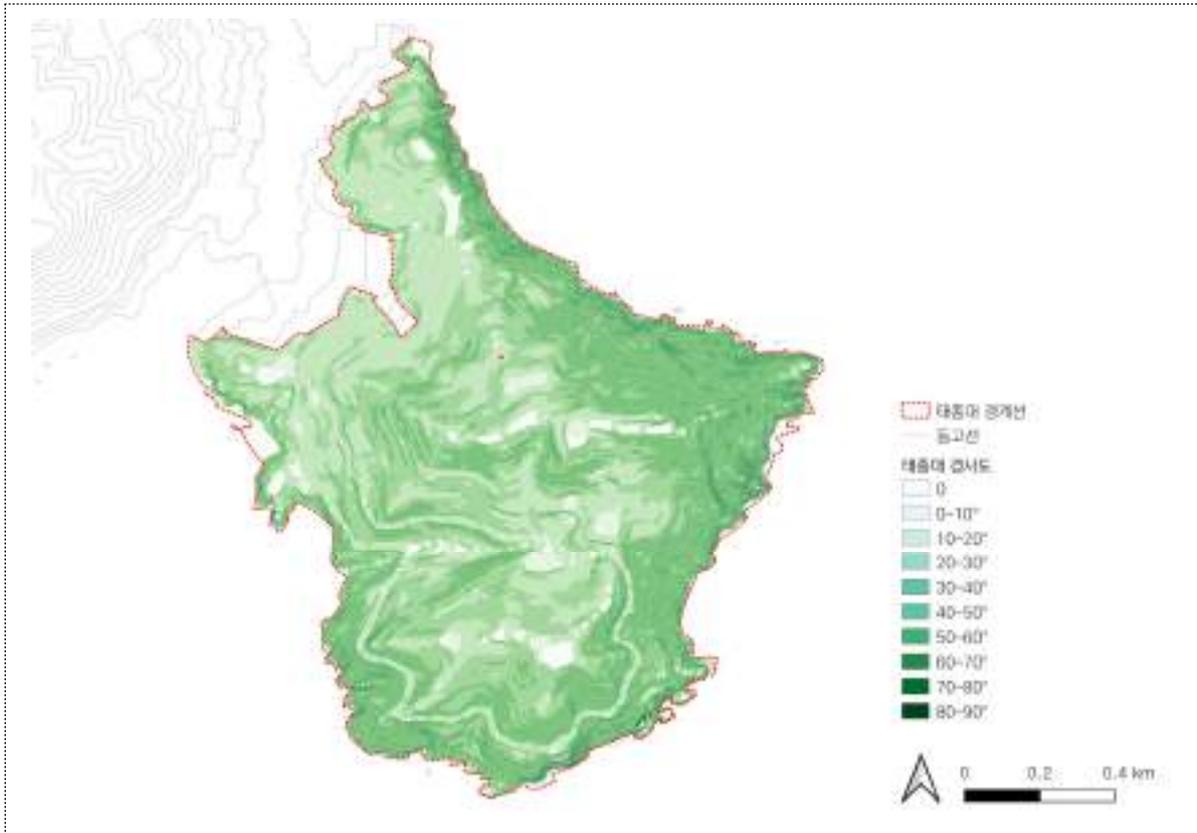


그림 20. 태종대 경사도 분석

표 6. 태종대 경사도 분석 결과

구분	면적(m ²)	비율(%)	비고
Flat	64763.68	3.95	
10° 이하	43752.95	2.67	
10~20°	429725.79	26.22	
20~30°	437463.48	26.69	
30~40°	322460.79	19.67	
40~50°	222894.50	13.60	
50~60°	88993.45	5.43	
60~70°	21902.47	1.34	
70~80°	6398.09	0.39	
80° 이상	616.82	0.04	
합계	1,638,972.00	100.00	

(3) 사면향 분석

- 사면향 분석 결과는 다음과 같음(그림 21, 표 7)
- 남서향 13.15%, 북서향 13.10%, 서향 12.63%로 서향의 비율이 약간 높았으나, 전방위에서 고르게 분포하고 있었음

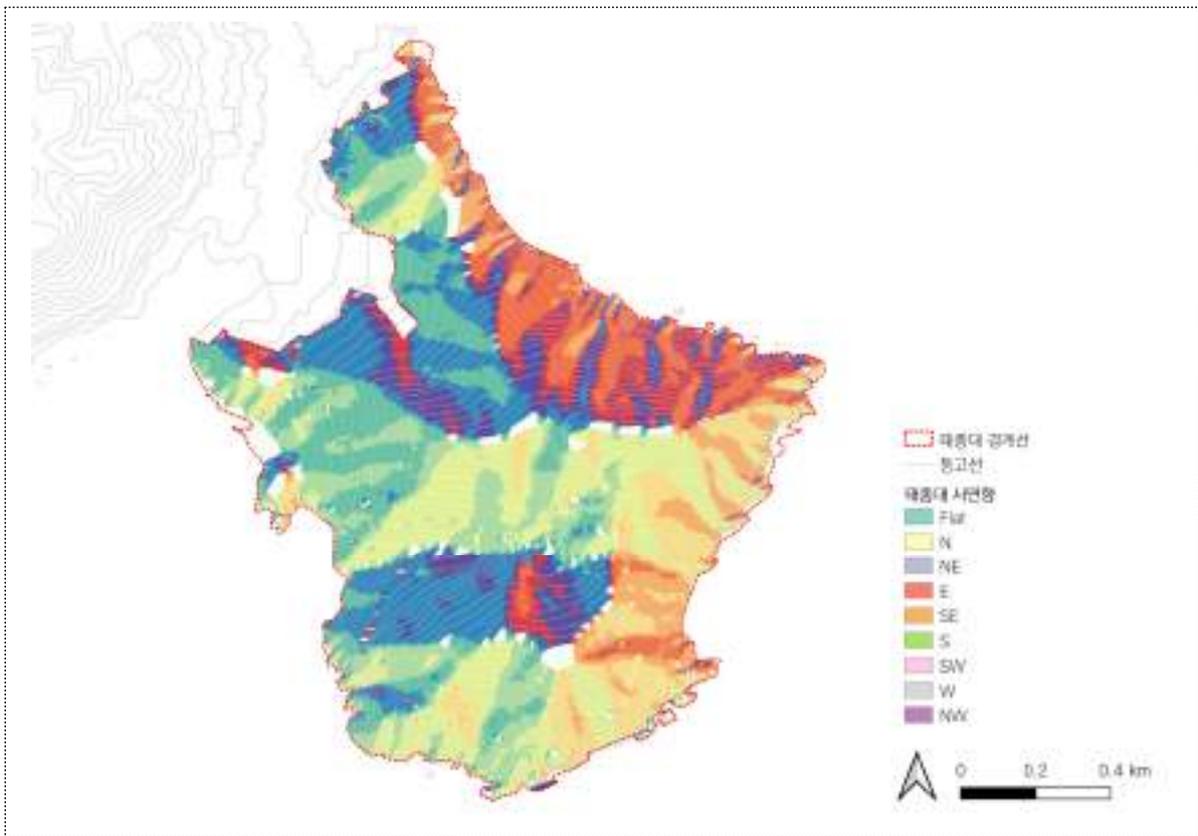


그림 21. 태종대 사면향 분석

표 7. 태종대 사면향 분석 결과

구분	면적(㎡)	비율(%)	비고
Flat	64,763.68	3.95	
N	206,258.83	12.58	
NE	203,876.05	12.44	
E	190,596.09	11.63	
SE	200,070.41	12.20	
S	200,776.15	12.25	
SW	215,612.25	13.15	
W	206,936.68	12.63	
NW	214,845.55	13.10	
합계	1,638,972.00	100.00	

다. 임상도

(1) 수종그룹

- 태종대 임상도 내 수종그룹을 분석한 결과, 태종대는 대부분 곰솔림(66.49%)로 나타났음
- 그 외 침활혼효림(16.80%)과 기타활엽수림(2.51%) 순으로 비율이 높게 나타났음
- 이는 기존 연구 결과(김종엽, 2012)와 유사한 비율이며, 북사면을 중심으로 곰솔과 함께 졸참나무, 굴참나무, 개서어나무 등이 경쟁하는 침활혼효림으로 분포하고 있었음
- 이러한 공간정보는 태종대 식생관리에 있어 매우 중요한 요소로 임상도를 기반으로 태종대의 정밀현존식생도 제작이 필요한 실정임

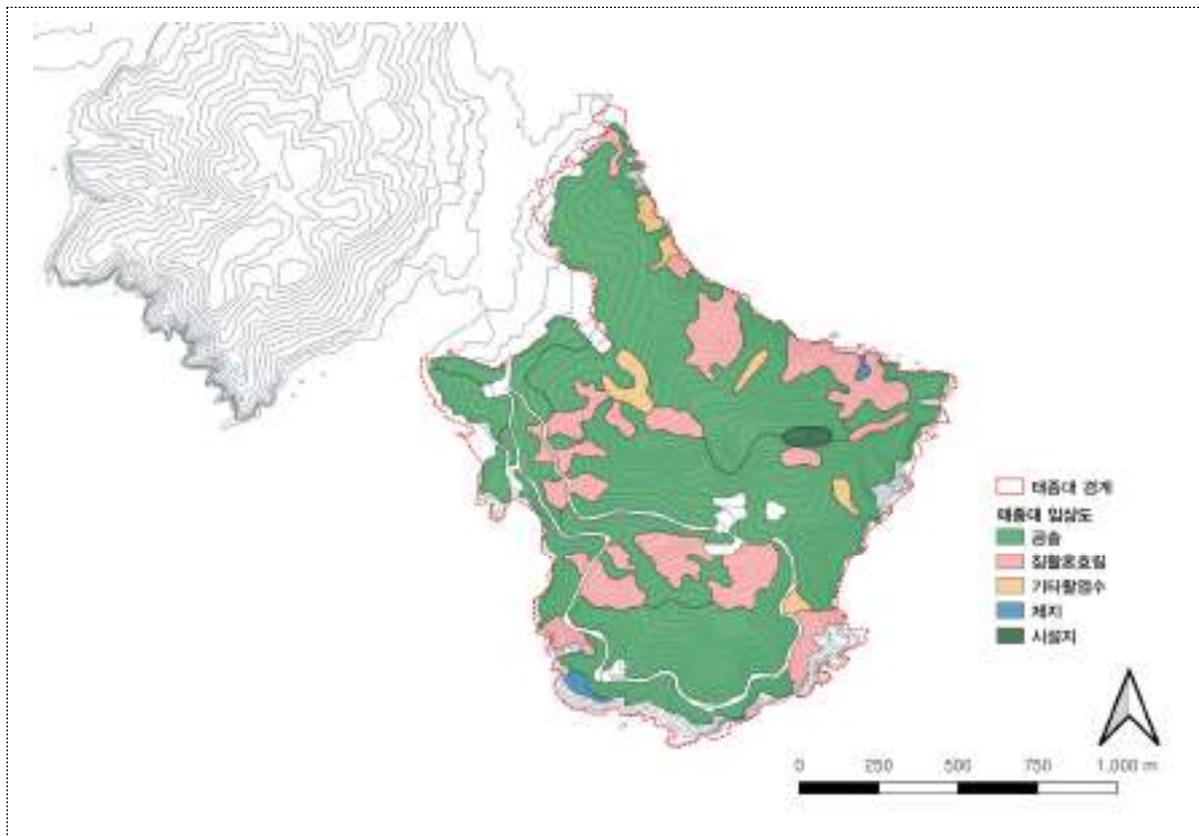


그림 22. 태종대 임상도 수종그룹

표 8. 태종대 임상도 수종그룹별 분석 결과

구분		면적(㎡)	비율(%)	비고
입목지	곰솔	1,089,764.3	66.49	
	기타활엽수	41,198.7	2.51	
	침활혼효림	275,365.5	16.80	
무립목지	제지	7,111.5	0.43	
비산림	주거지	8,049.0	0.49	
-		217,483.0	13.27	도로, 체육시설 등
합계		1,638,972.0	100.00	

(2) 경급

- 태종대의 경우 전체 임상 중 47.73%가 중경목이었으며, 대경목 36.81%, 소경목 1.27%로 분석되었으며, 부산광역시 전체 산림과 비교하여 대경목의 비율은 높고 소경목의 비율은 현저하게 낮은 실정

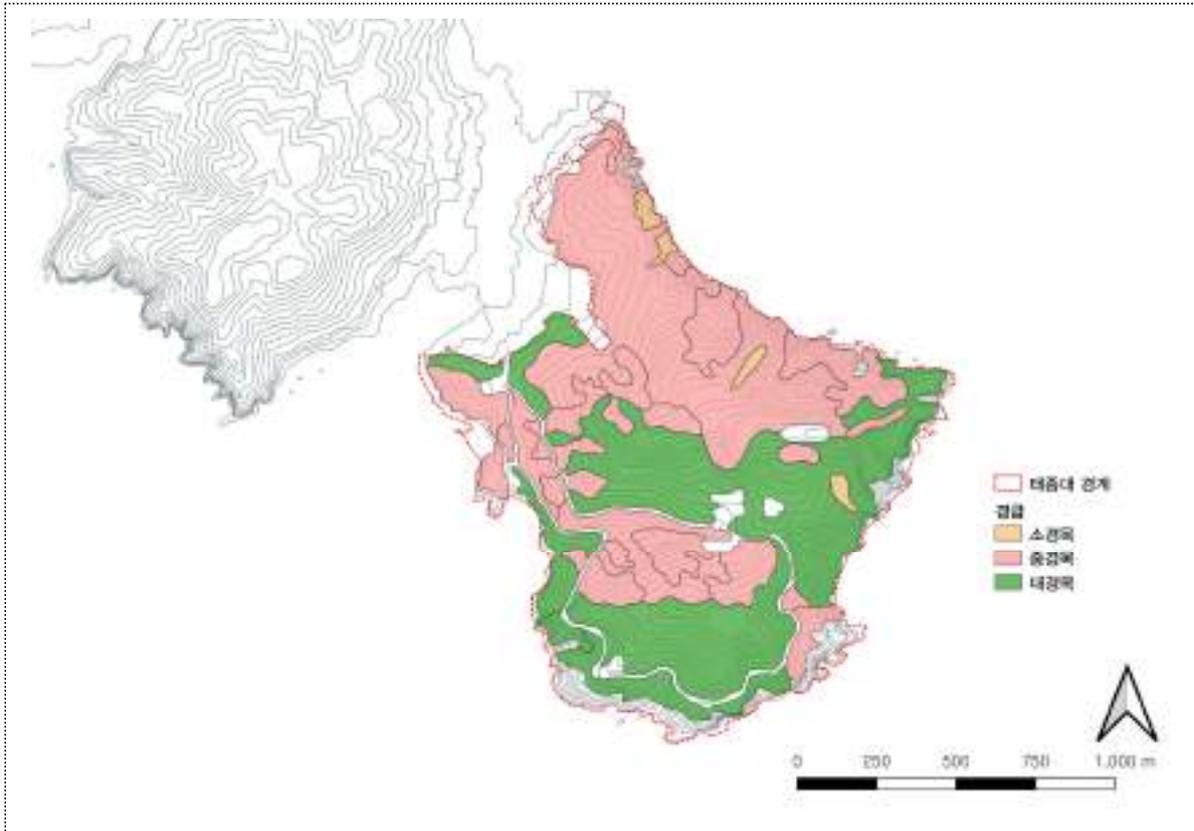


그림 23. 태종대 임상도 경급

표 9. 태종대 임상도 경급 분석 결과

구분	내용	면적(㎡)	비율(%)
치수	흉고직경 6cm 미만 입목의 수관점유면적 비율이 51% 이상	-	-
소경목	흉고직경 6cm 이상 18cm 미만의 입목의 수관점유면적 비율이 51% 이상	20,825.48	1.27
중경목	흉고직경 18cm 이상 30cm 미만의 입목의 수관점유면적 비율이 51% 이상	782,224.40	47.73
대경목	흉고직경 30cm 이상의 입목의 수관점유면적 비율이 51% 이상	603,278.57	36.81
-	무립목지/비산림경우와 수종이 죽림인 경우	232,643.55	14.19
합계		1,638,972.00	100.00

(3) 영급

- 태종대 영급 분포를 분석한 결과, 5영급이 67.21%로 나타났으며, 6영급 26.52%, 4영급 20.81%로 분석되었고, 1, 2영급은 나타나지 않았음
- 태종대의 경우 명승지로 산림의 공익적 가치가 중요하다는 점을 감안하더라도 영급의 구조가 균등하지 못하고 지나치게 한쪽으로 편향되어 있어 병해충에 취약한 구조를 보이고 있음

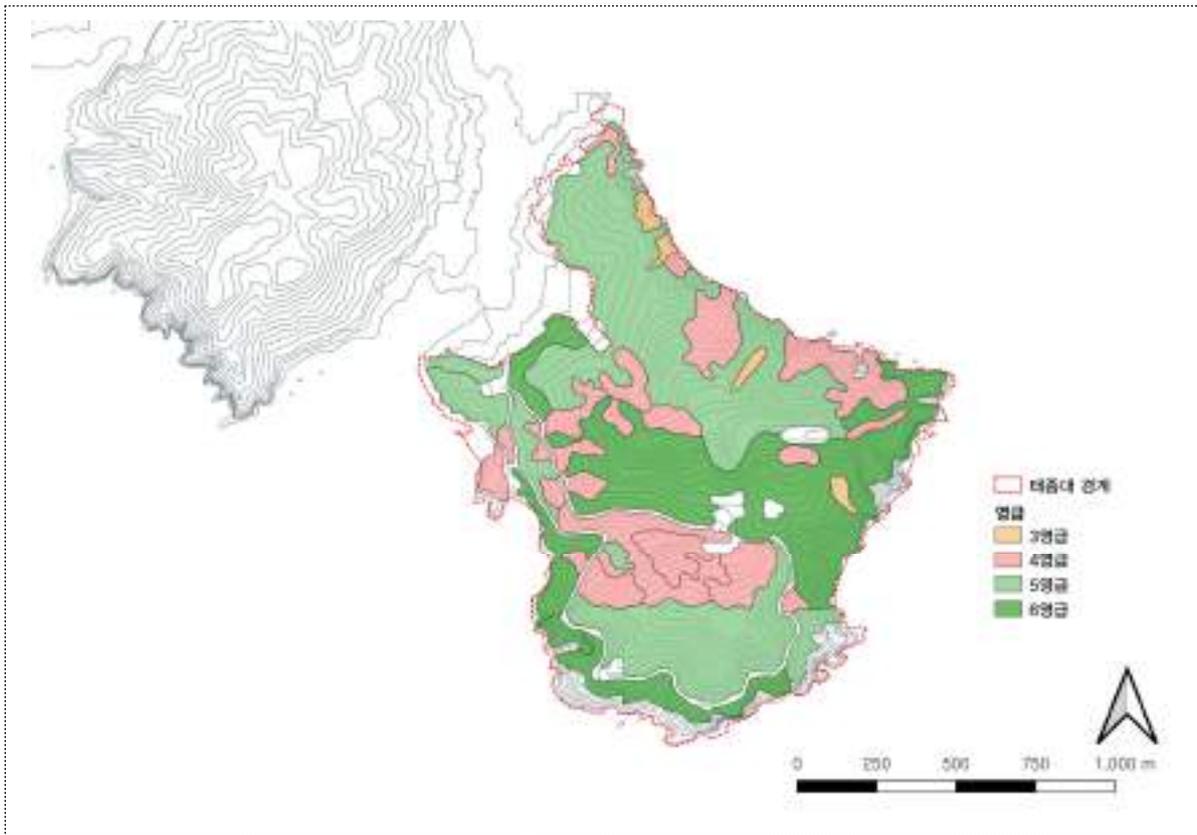


그림 24. 태종대 임상도 영급

표 10. 태종대 임상도 경급 분석 결과

구분	내용	면적(㎡)	비율(%)
1영급	1~10년생의 수관점유 비율이 50% 이상	-	-
2영급	11~20년생의 수관점유 비율이 50% 이상	-	-
3영급	21~30년생의 수관점유 비율이 50% 이상	20825.48	1.27
4영급	31~40년생의 수관점유 비율이 50% 이상	341077.48	20.81
5영급	41~50년생의 수관점유 비율이 50% 이상	609777.31	37.21
6영급	51~60년생의 수관점유 비율이 50% 이상	434648.18	26.52
-	무림목지/비산림경우와 수종이 죽림인 경우	232,643.55	14.19
합계		1,638,972.00	100.00

(4) 밀도

- 이는 소밀도의 분석 결과에서도 잘 나타나고 있는데, 전체 대상지 중 84.66%가 교목의 수관점유 면적이 71%가 넘는 밀한 지역으로 분석되었음
- 명승지인 부산 태종대의 특성을 감안하더라도 지나치게 밀한 산림의 경우, 대형재해에 취약하고 숲 내부로 투과되는 태양광이 매우 낮은 실정
- 하층식생 생육환경을 개선하여 하층식생 다양성을 확보하기 위한 시범사업을 수행하고 모니터링 한 후, 후계목 육성 및 식생천이를 유도할 수 있는 적절한 식생관리방안이 모색되어야 할 것임

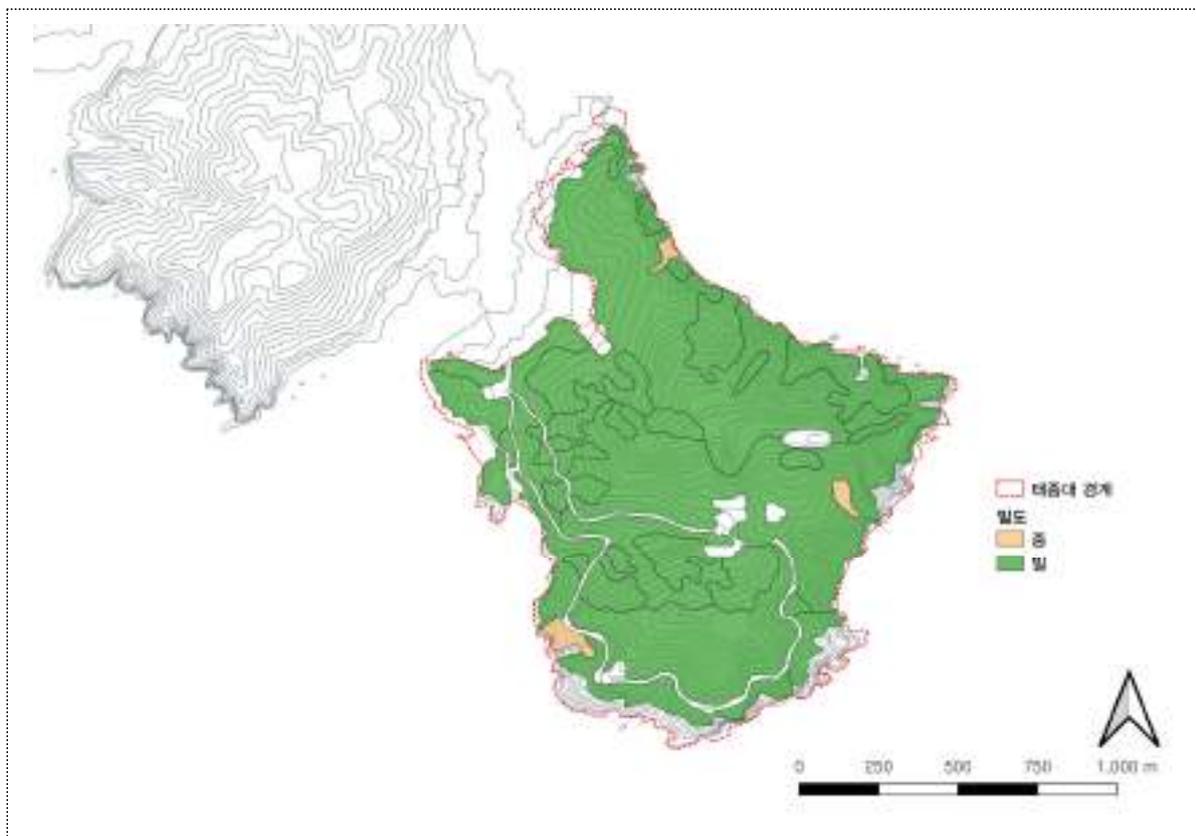


그림 25. 태종대 임상도 밀도

표 11. 태종대 임상도 경급 분석 결과

구분	내용	면적(m ²)	비율(%)
소	교목의 수관점유 면적이 50% 이하인 임분	-	-
중	교목의 수관점유 면적이 51~70%인 임분	18832.90	1.15
밀	교목의 수관점유 면적이 71% 이상인 임분	1387495.56	84.66
-	무림목지/비산림경우와 수종이 죽림인 경우	232,643.55	14.19
합계		1,638,972.00	100.00

(5) 임분고(林分高)

- 태종대 임상도 내 임분고를 분석한 결과, 임분고 17~19m(37.61%)가 가장 높은 비율을 보였으며, 19~21m, 13~15m 순으로 높게 나타났음
- 인근 중리산에 비해 전반적으로 임분고가 높게 나타났으며, 서측 해안에서 임분고가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있음

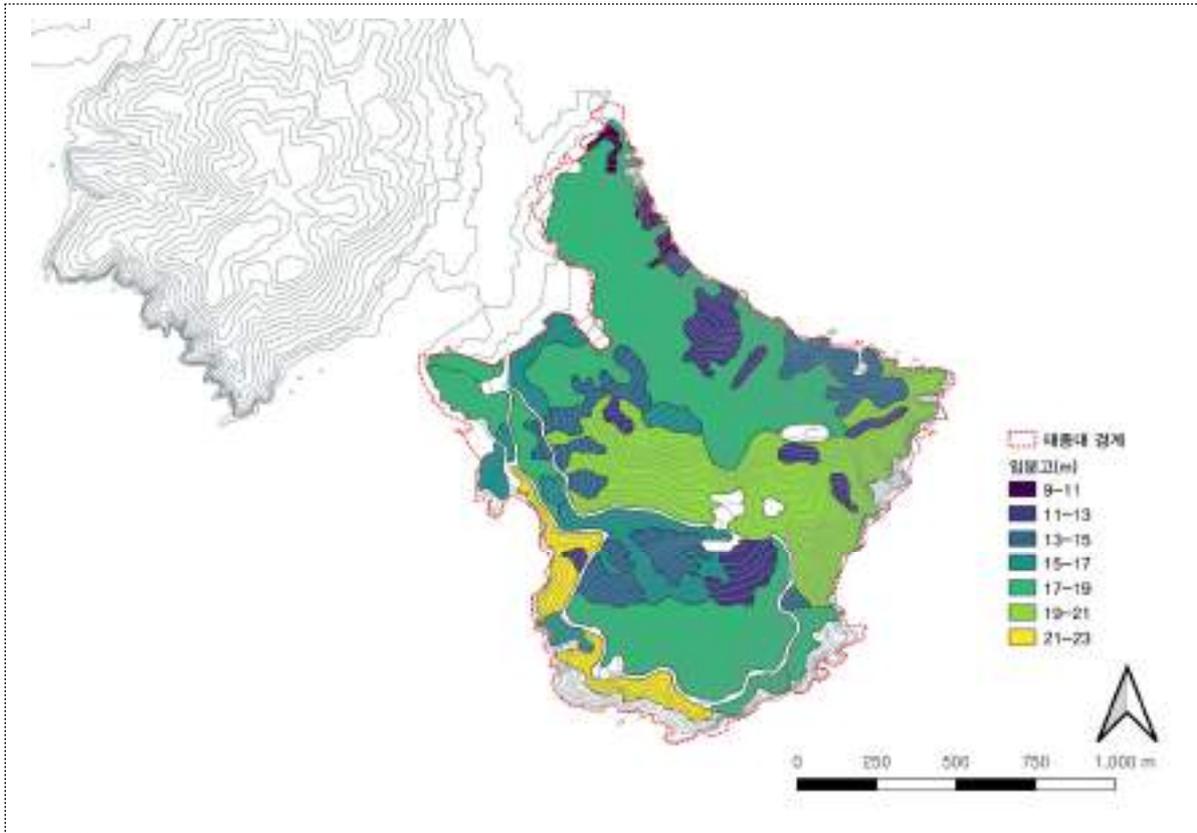


그림 26. 태종대 임상도 임분고

표 12. 태종대 임상도 임분고 분석 결과

구분	면적(㎡)	비율(%)	비고
9~11m	16,364.54	1.00	
11~13m	101,256.50	6.18	
13~15m	153,246.67	9.35	
15~17m	131,488.90	8.02	
17~19m	616,403.45	37.61	
19~21m	319,682.97	19.51	
21~23m	67,885.42	4.14	
-	232,643.55	14.19	
합계	1,638,972.00	100.00	

라. 토양도

- 토양은 쉽게 말해 흙이라고도 하며, 대부분의 토양은 암석의 풍화물(風化物)임
- 토양이 생성되는 데에는 수십년에서 수백 년 정도의 기간이 필요한 것으로 알려져 있으므로 토양의 연령은 토양의 성질에 상당한 영향을 미치고 있음
- 또한 토양 생성에 영향을 미치는 요인들은 서로 밀접하게 연관되어 토양의 성질에 영향을 미치고, 이러한 복합적인 요인들에 의해 같은 모질물로부터 서로 다른 토양이 생성되기도 함
- 토양의 성질 및 형태에 영향을 주는 주요 인자로는 모재(Parent material), 기후(Climate), 생물상(Biota), 지형(Topography), 시간(Time) 등으로 알려져 있음
- 특히 생물상 중 식생은 토양에서 생성되는 부식의 종류를 결정하며, 햇빛을 차단하여 유기물의 부패를 지연시키는 역할을 하며, 토양으로부터 칼슘, 칼륨, 인 등의 성분을 흡수해 용탈작용을 방해하며 토양의 침식을 방지함
- 부산 태종대 토양특성을 살펴보기 위해 토양도를 분석하였고, 현지조사를 통해 토양의 화학적 특성을 살펴보았음

(1) 토양통

- 토양의 종류는 매우 많고 그 분류방법에 따라 또다시 여러 종류로 구분할 수 있음
 - 토양의 종류를 구분하려면 토양 주변의 기후나 지형조건 등을 조사한 후 토양을 수직으로 파서 그 드러난 면을 보고 높이에 따라 다르게 형성된 토층별 특징 및 상태를 조사하여 토양 종류를 결정
- 토양을 분류하는 방법은 각 나라마다 다르기 때문에 전 세계적으로 통일할 필요가 생겨났으며, 1975년 신분류법(Soil Taxonomy)이라고 하는 새로운 토양분류안이 나오
 - 이 분류법은 전 세계적으로 사용되고 있고 현재 우리나라에도 이 기준에 따라 분류하고 있음
- 이 방법에서는 토양 생성 발달의 결과인 주요한 감식층위의 유무와 그 종류에 의하여 12개 목으로 분류하고, 다음으로 아목(亞目:suborder)·대군(大群:great group)·아군(亞群:subgroup)·속(屬:family)·통(統:series)으로 분류하고 있음
 - 현재까지 밝혀진 한국 토양의 목은 엔티졸·인셉티졸·알피졸·몰리졸·울티졸·안디졸·히스토졸 등 7개 종류이고, 토양통은 405개 통이 있음
- 부산 태종대 일대의 토양통을 분석한 결과(그림 23, 표14), 고산 59.53%, 무등 23.90%, 석토 11.55%, 봉산 1.12% 등으로 나타났음
- 고산통의 기암은 미풍화된 반암의 경암으로 산악지에서 발생하며 표토, 심토에 자갈이 있는 것이 특징임
 - 인근 영도구 중리산의 경우에도 고산통의 비율이 높은 것으로 나타났음

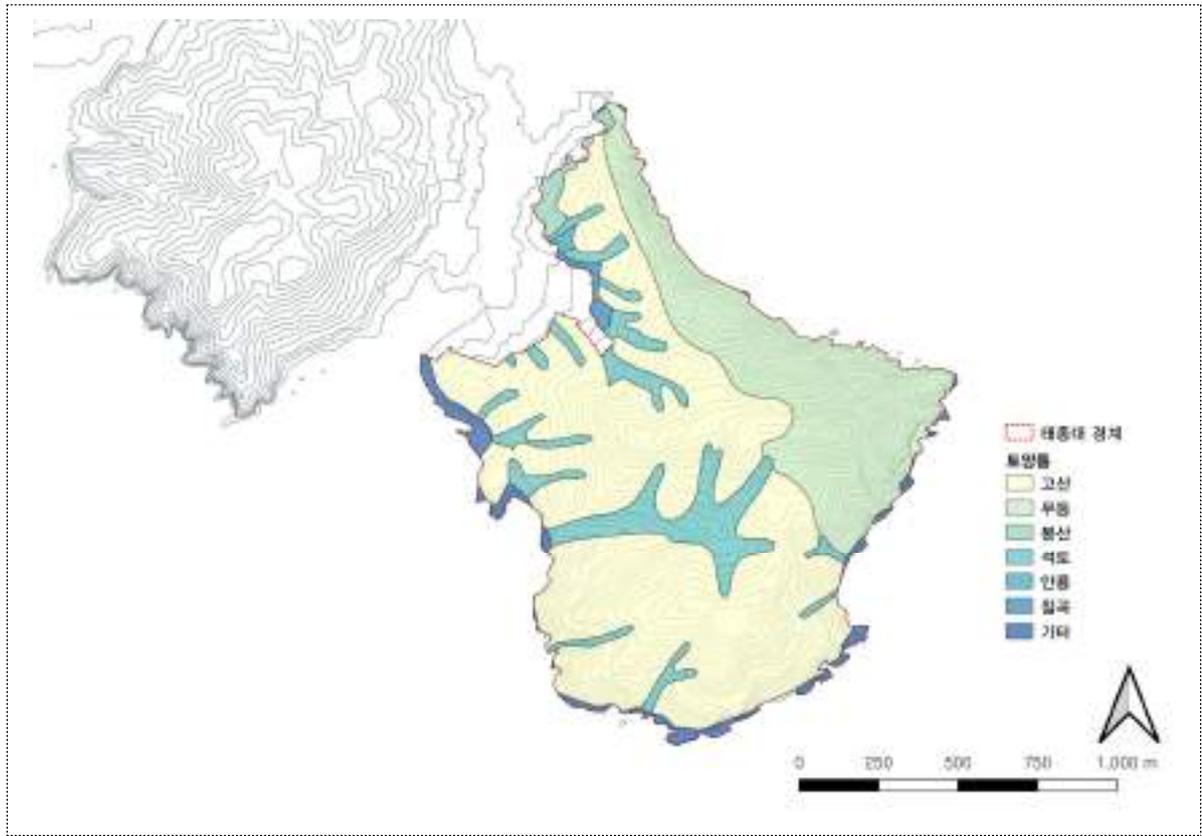


그림 27. 태종대 토양종 분석도

표 13. 태종대 토양종 분석 결과

구분	내용	면적(m ²)	비율(%)
고산	기암은 미풍화된 반암의 경암으로 산악지에서 발생하며, 표토, 심토에 자갈이 있음	975,742.92	59.53
무등	산악지에 위치하고 표토는 암갈색의 무등 자갈이 있는 미사질양토이며 소나무임지에서 나타남	391,718.38	23.90
석토	안산암질 반암과 화강암과 같은 산성결정암으로부터 기인한 산록경사지 붕적층에서 발달	189,375.57	11.55
봉산	저구릉 내지 구릉지에서 발달하며 반암, 안산암질 반암 및 유사한 변성암으로부터 기인함	18,295.14	1.12
칠곡	충분적물로부터 기인하며 산록경사지에서 발달	8,883.74	0.54
안릉	산성 또는 중성결정암으로부터 기인한 붕적층 모재의 산록경사지에서 발달	3,516.89	0.21
기타	-	51439.35	3.14
합계	-	1,638,972.00	100.00

(2) 토양유형

- 태종대 일대 토양도 중 토양유형을 분석한 결과, 산림지역 토양인 임지유형이 83.43%로 높게 나타났음. 이는 대상지의 입지적 특성을 반영한 결과로 판단되며, 일부 계곡부에서 사질전 유형이 나타났음

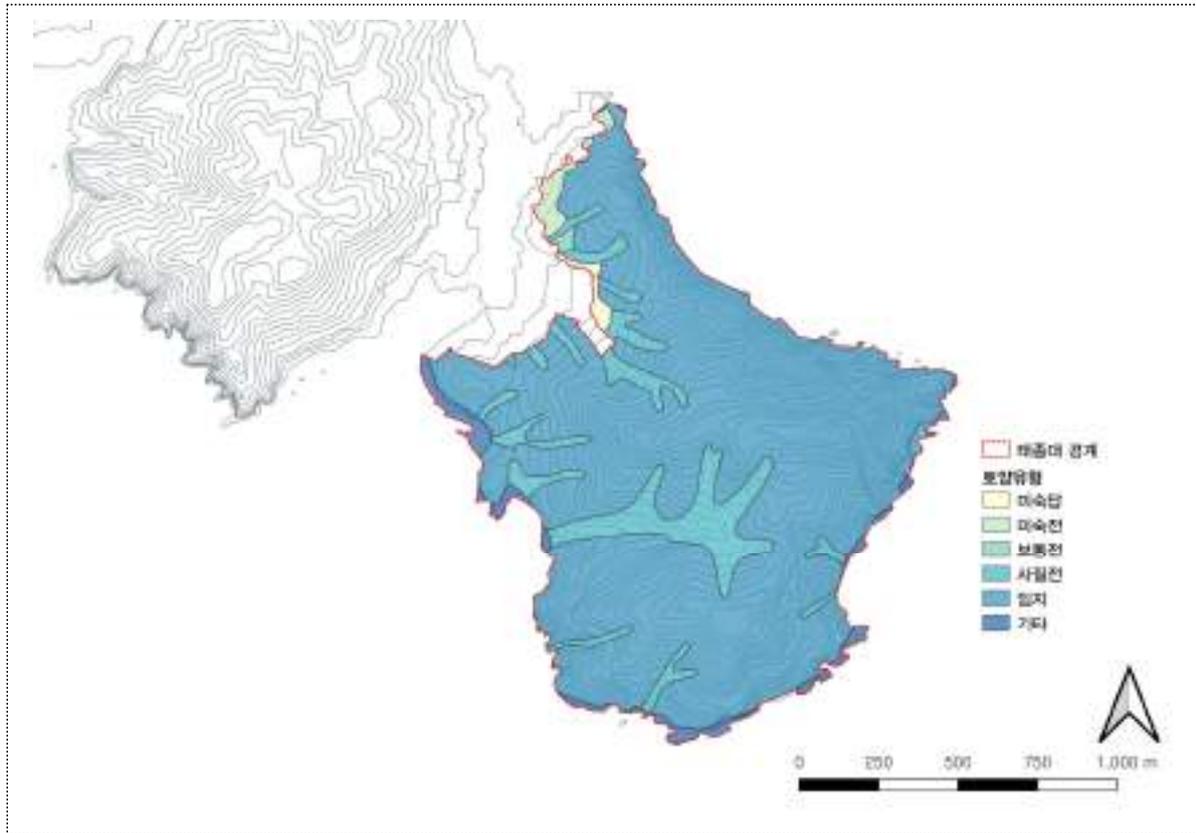


그림 28. 태종대 토양유형 분석도

표 14. 태종대 토양유형 분석 결과

구분		내용	면적(m ²)	비율(%)
논	미숙답	주로 곡간 및 대지에 분포하는 점토함량이 많은 토지생산력이 보통인 논토양	8883.75	0.54
	미숙전	토성이 식양토, 사양토 및 자갈이 많은 토심이 얇은 밭토양	18295.14	1.12
밭	보통전	토성이 식양토, 양토 및 사양토로서 토심이 깊은 밭토양	3516.89	0.21
	사질전	모래나 자갈함량이 많은 토심이 보통인 밭토양	189375.57	11.55
임지		산림지역 토양	1367461.30	83.43
기타		-	51439.36	3.14
합계		-	1,638,972.00	100.00

(3) 표토토성

- 토양은 식물을 지탱해 주면서 생장에 필요한 무기 영양분(minerals) 및 수분을 공급해주는 중요한 매개체이며, 특히 식물의 뿌리부가 분포하는 표토의 경우 그 특성에 따라 식물생장에 많은 영향을 끼침
- 표토는 겉흙(topsoil)이라고도 하며, 보통 토양의 상부 5~20cm를 덮고 있는 흙을 의미함
- 토성이란 토양입자의 입경 분포에 따라 토양을 분류하는 것을 의미하며, 대부분의 식물은 양토(loam)에서 생육이 좋은 것으로 알려져 있음
- 태종대 일대 토양도 중 표토토성을 분석한 결과, 양토 96.86%, 기타 3.14%로 전 지역의 표토토성이 식물생육에 양호한 것으로 나타났음

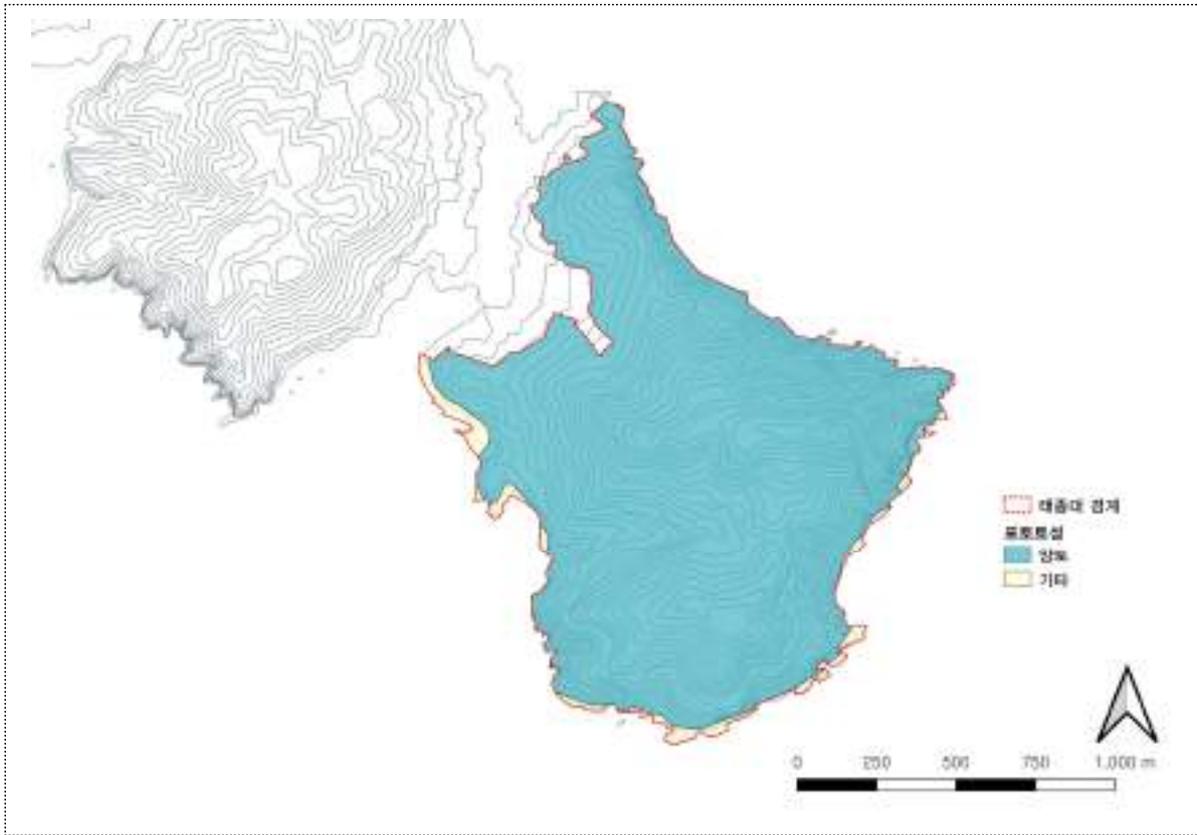


그림 29. 태종대 표토토성 분석도

표 15. 태종대 표토토성 분석 결과

구분	면적(m ²)	비율(%)	비고
양토	1,587,438.65	96.86	
기타	51,533.35	3.14	
합계	1,638,972.00	100.00	

(4) 토양구조

- 토양구조(soil structure)는 토양입자와 토양입단 그리고 토양입단과 입단이 서로 결합하여 독특한 모양과 배열을 이루고 있는 상태를 의미함
- 토양구조는 주로 판상(platy), 주상(prismlike), 괴상(blocky)과 입상구조(spheroidal)로 크게 네 가지로 구분할 수 있음
- 태종대의 경우 약반각괴상이 전체의 96.09%로 각괴상(산림지역과 같이 토성이 고운 하층토에서 발견되며, 모서리가 각이 져 있음)의 토양구조를 보이고 있음

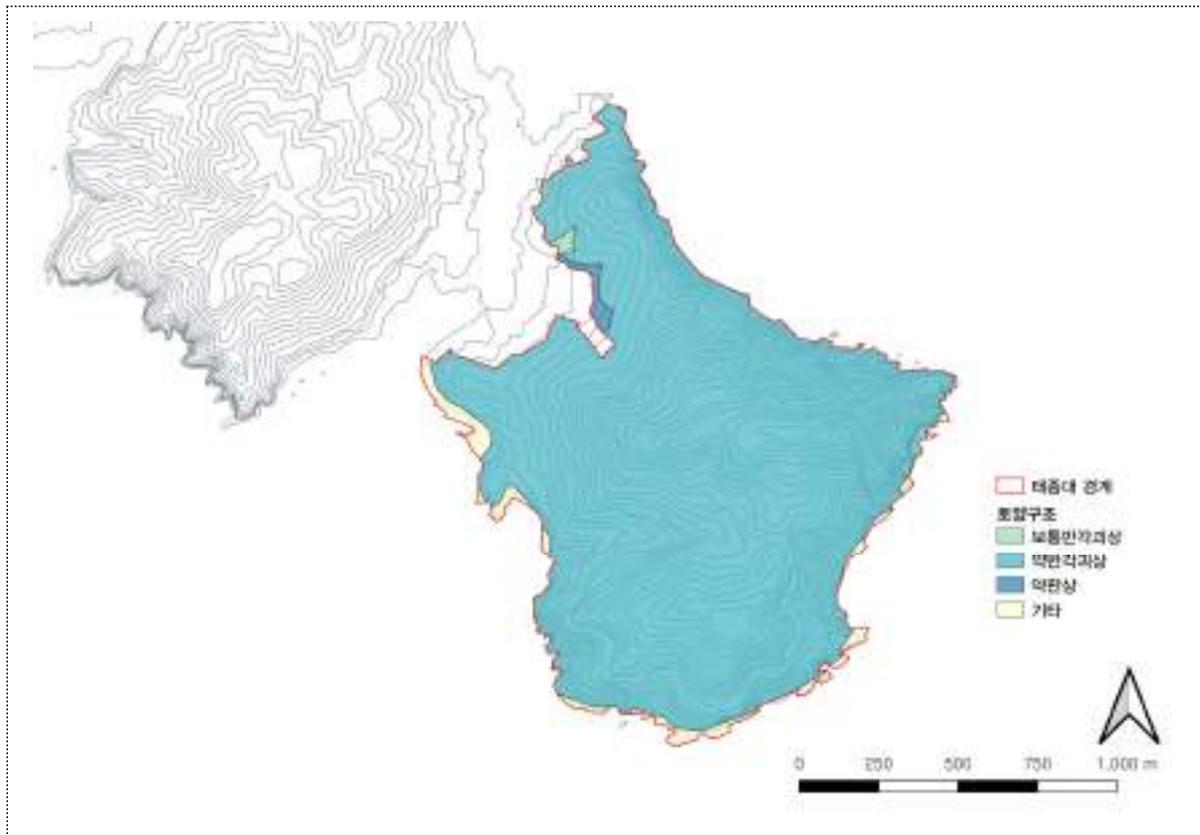


그림 30. 태종대 토양구조 분석도

표 16. 태종대 토양구조 분석 결과

구분	면적(m ²)	비율(%)	비고
약반각괴상	1574866.43	96.09	
약판상	8909.05	0.54	
보통반각괴상	3521.16	0.21	
기타	51675.36	3.15	
합계	1,638,972.00	100.00	

(5) 유효토심

- 토심(土深; depth of soil)은 토양의 깊이를 의미하며, 식물뿌리부가 성장할 수 있는 공간과 각종 양분이 저장되어 있는 곳이므로 식물의 생육과 밀접한 관계가 있음
- 태종대 일대의 유효토심을 분석한 결과, 유효토심 20~50cm가 71.10%로 가장 높게 나타났으며, 20cm 이하도 23.94%로 높게 나타났음
 - 인근 중리산의 경우, 50~100cm가 56.85%, 20~50cm가 42.16%로 분석되었는데, 중리산에 비해 토심이 매우 낮은 것을 알 수 있음

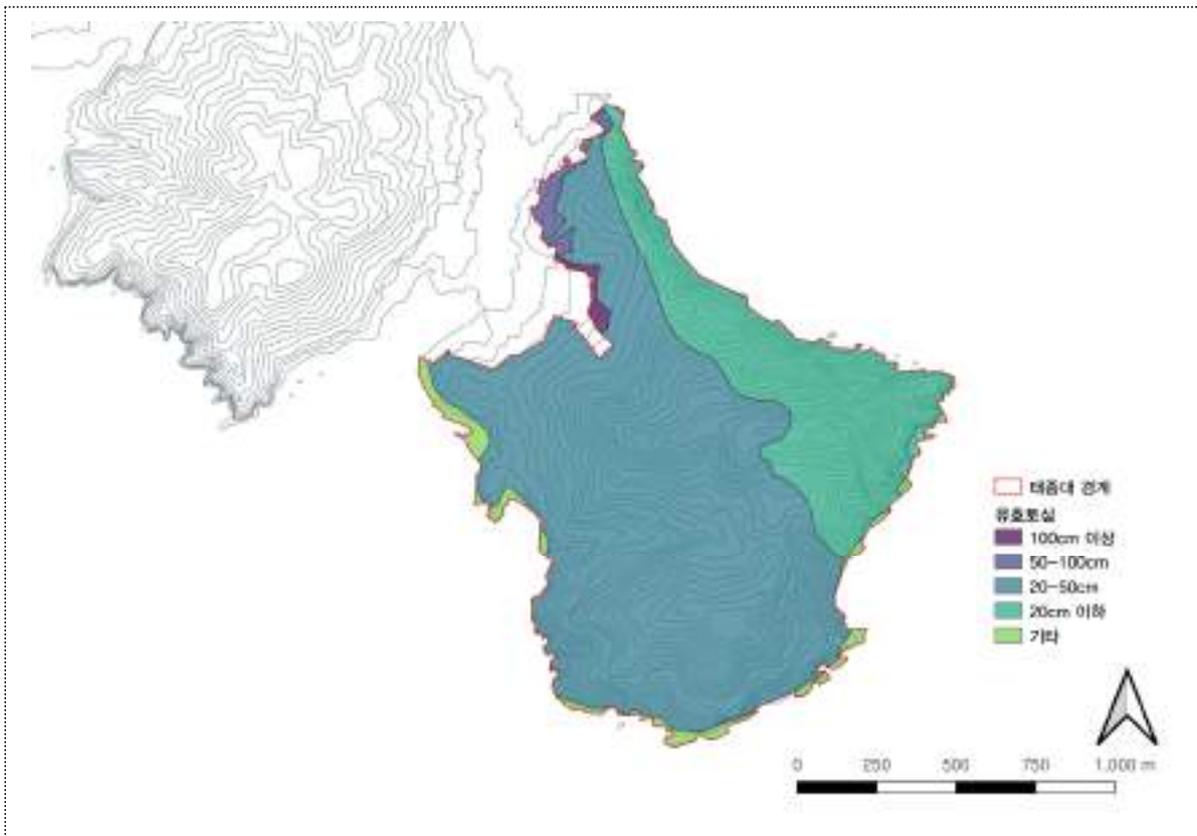


그림 31. 태종대 유효토심 분석도

표 17. 태종대 유효토심 분석 결과

구분	면적(㎡)	비율(%)	비고
100cm 이상	8,784.59	0.54	
50-100cm	21,852.14	1.33	
20-50cm	1165,341.11	71.10	
20cm 이하	392,327.74	23.94	
기타	50,666.41	3.09	
합계	1,638,972.00	100.00	

3. 태종대 식생 관련 연구 검토

가. 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사

- 영도 태종대 등대 일원 사면안정 및 자연환경 규명의 기본방향 조사 용역으로 부산지방 해양수산청에서 발주하고 (사)자연사·미래환경학회에서 수행하였음
- 전체 연구기간은 2005년 8월 22일부터 2005년 12월 29일까지 130일간이지만, 식물상 및 식생현황을 조사한 기간은 2005년 9월에서 10월까지로 다소 짧은 편임
- 보고서의 구성은 다음과 같음
 - 영도등대 일대 사면안정성 평가 조사
 - 영도등대 주변의 식생현황 및 식생복원방안
 - 태종대 공룡유적의 조사연구 및 보존대책
 - 명승지 태종대의 구상흔펠스에 대한 조사연구
 - 태종대의 지형조사
 - 태종대 해안사면 곤충부문 조사
 - 영도등대 일대의 사면안정과 자연사 문화재의 보전대책
- 등대 주변을 중심으로 식생조사를 실시하고 식생을 복원할 수 있는 공법을 조사함
- 조사된 식물은 총 49과 83속 100종, 목본 43종, 초본 57종



그림 32. 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사 연구 요약

나. 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조

- 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조 연구(김종엽, 2012)에서는 난온대 기후대에 위치한 부산광역시 태종대 해안 산림생태계의 현존식생, 식물군집구조, 천이계열을 규명하여 태종대의 관리방안 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었음
- 현존식생은 총 35개 유형으로 분류되었고, 조사면적 중 곰솔이 우점하는 식생은 전체의 80.7%이었고, 참나무류림은 5.0%, 개서어나무가 우점하는 식생은 0.4%로 나타났음
- 식물군집구조 조사 결과, 곰솔군집, 곰솔-졸참나무군집, 졸참나무-곰솔군집, 개서어나무-곰솔군집 등 4개의 식물군집으로 분리되었음
- 조사구의 일반적 개황을 살펴보면, 해발고도는 30~175m, 경사도는 7~25° , 주향은 남서향이었음
- 교목층의 평균수고는 15~17m, 식피율은 60~85%, 아교목층의 평균수고는 5~8m, 식피율은 40~85%, 관목층의 평균수고는 1~3m, 식피율은 25~40%이었음
- 곰솔군집은 38~59년생, 곰솔-졸참나무군집은 35~71년생, 졸참나무-곰솔군집은 37~53년생, 개서어나무-곰솔군집은 50~72년생으로 전체적으로는 35~72년의 산림이었음
- 태종대는 난온대 기후대 천이계열 초기단계에 있는 것으로 추정되었으며, 교목층에 사스레피나무가 우점하고 관목층에서는 사스레피나무와 마삭줄이 우점하는 식생으로 유지될 것으로 예측되었음



그림 33. 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조 연구 요약

다. 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성

- 본 연구(신해선 등, 2019)는 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성을 파악하여 해안림의 식생구조를 파악하고 향후 부산광역시 해안림 관리방안을 위한 기초 자료를 구축하고자 수행되었음
- 부산광역시 해안림 지역에 100m² 크기의 조사구를 97개를 설치하여 조사·분석하였는데, 광역적 범위에서 부산광역시 해안림 일대를 재조사하고 유형 및 구조를 규명하였다는데 연구의 의의가 있음
- TWINSpan과 DCA기법을 사용하여 부산광역시 해안림 곰솔군락을 분리한 결과, 곰솔-사스레피나무(1)군락, 곰솔-사스레피나무(2)군락, 곰솔-졸참나무군락, 곰솔-동백나무(1)군락, 곰솔-동백나무(2)군락, 곰솔-사스레피나무-동백나무군락으로 분리되었음
- 부산광역시 해안림 곰솔군락의 교목층에서는 곰솔이 우점종으로 나타났으며, 하층식생에서 사스레피나무와 동백나무가 우점하였음
- 곰솔-졸참나무군락에서 졸참나무가 일부 교목층과 아교목층에서 곰솔과 경쟁관계를 이루고 있으며, 천이과정을 살피기 위해서는 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨
- 해안림의 환경 특성상 곰솔을 비롯한 내염성이 강한 수종들이 군락을 이루고 있기 때문에 곰솔-졸참나무군락을 제외한 군락들은 급격한 환경변화가 발생하지 않으면 현 상태의 군락 구조를 당분간 유지할 것으로 예상됨

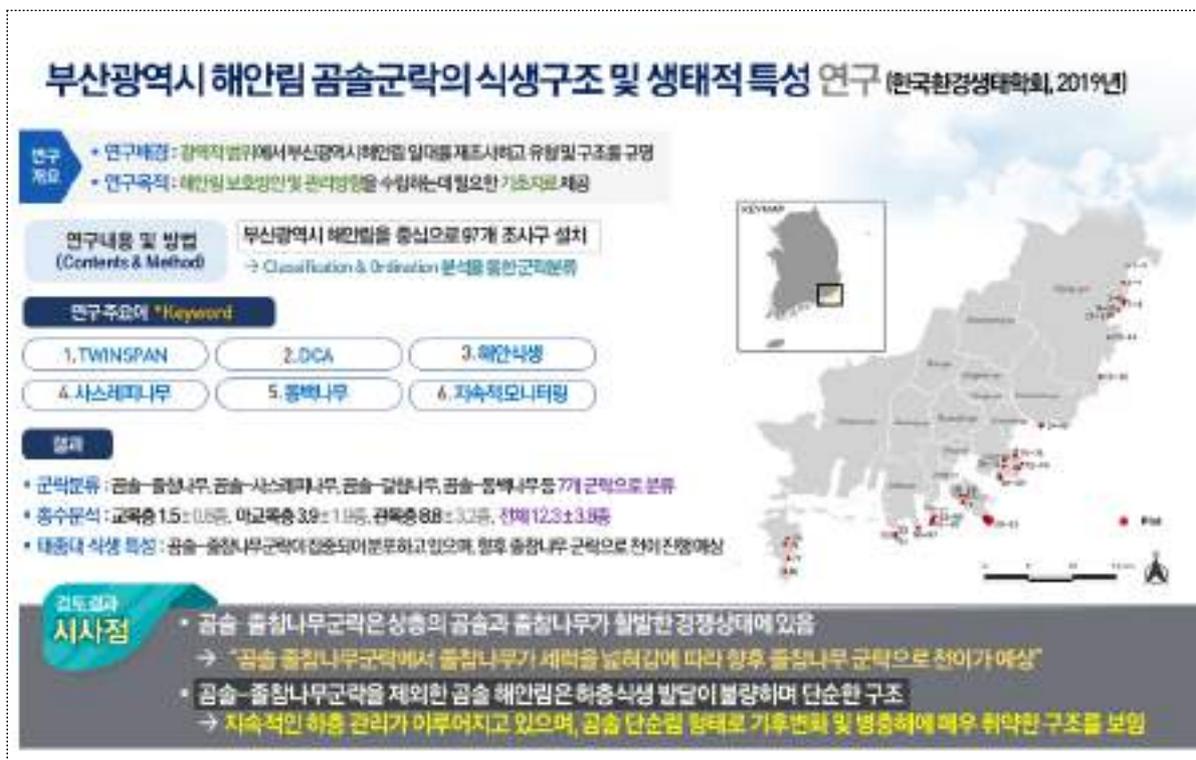


그림 34. 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성 연구 요약

4. 관련 법규 및 계획 검토

가. 문화재보호법

(1) 명승 지정기준

- 문화재보호법에서는 문화재를 유형문화재, 무형문화재, 기념물, 민속문화재로 구분하고 문화재청장은 문화재위원회의 심의를 거쳐 기념물 중 중요한 것을 사적, 명승 또는 천연기념물로 지정·관리하고 있음
- 국가지정문화재인 명승의 지정기준은 다음과 같으며, 부산 태종대의 경우 자연명승으로 절벽, 기암괴석 등 해안가 암석의 단애와 곰솔숲의 경관적 가치를 인정받아 지정됨

1. 제2호 각 목의 어느 하나에 해당하는 문화재로서 다음 각 목 중 어느 하나 이상의 가치를 충족하는 것

가. 역사적 가치

- 1) 종교, 사상, 전설, 사건, 저명한 인물 등과 관련된 것
- 2) 시대나 지역 특유의 미적 가치, 생활상, 자연관 등을 잘 반영하고 있는 것
- 3) 자연환경과 사회·경제·문화적 요인 간의 조화를 보여주는 상징적 공간 혹은 생활 장소로서의 의미가 있는 것

나. 학술적 가치

- 1) 대상의 고유한 성격을 파악할 수 있는 각 구성요소가 완전하게 남아 있는 것
- 2) 자연물·인공물의 회소성이 높아 보존가치가 있는 것
- 3) 위치, 구성, 형식 등에 대한 근거가 명확하고 진실한 것
- 4) 조경의 구성 원리와 유래, 발달 과정 등에 대하여 학술적으로 기여하는 바가 있는 것

다. 경관적 가치

- 1) 우리나라를 대표하는 자연물로서 심미적 가치가 뛰어난 것
- 2) 자연 속에 구현한 경관의 전통적 아름다움이 잘 남아 있는 것
- 3) 정자·누각 등의 조형물 또는 자연물로 이루어진 조망지로서 자연물, 자연현상, 주거지, 유적 등을 조망할 수 있는 저명한 장소인 것

라. 그 밖의 가치

「세계문화유산 및 자연유산의 보호에 관한 협약」 제2조에 따른 자연유산에 해당하는 것

2. 해당 문화재의 유형별 분류기준

가. 자연명승: 자연 그 자체로서의 심미적 가치가 인정되는 자연물

- 1) 산지, 하천, 습지, 해안지형
- 2) 저명한 서식지 및 군락지
- 3) 일출, 낙조 등 자연현상 및 경관 조망지점

나. 역사문화명승: 자연과 조화를 이루며 만들어진 인문적 가치가 있는 인공물

- 1) 정원, 원림(園林) 등 인공경관
- 2) 저수지, 경작지, 제방, 포구, 마을, 옛길 등 생활·생업과 관련된 인공경관
- 3) 사찰, 경관, 서원, 정자 등 종교·교육·위락과 관련된 인공경관

다. 복합명승: 자연의 뛰어난 경치에 인문적 가치가 부여된 자연물

- 1) 명산, 바위, 동굴, 암벽, 계곡, 폭포, 용천(湧泉), 동천(洞天), 구곡(九曲) 등
- 2) 구비문학, 구전(口傳) 등과 같은 저명한 민간전승의 배경이 되는 자연경관

(2) 행위허가

- 국가지정문화재에 대하여 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하려는 자는 허가 신청서를 관할 지자체장을 거쳐 문화재청장의 허가를 받아야 함
 - 국가지정문화재의 현상을 변경하는 행위(수목을 심거나 제거하는 행위)
 - 국가지정문화재의 보존에 영향을 미칠 우려가 있는 행위
 - 명승이나 천연기념물로 지정되거나 임시지정된 구역 또는 그 보호구역에서 동물, 식물, 광물을 포획·채취하거나 이를 그 구역 밖으로 반출하는 행위

나. 문화재 보존관리활용 기본계획(2022~2026)

(1) 계획의 수립 배경 및 개요

- 「문화재보호법」 제6조에 따라 문화재청장은 5년마다 문화재기본계획을 수립하여야 함
 - 이전 문화재 보존·관리·활용 기본계획(2017~2021)의 기간이 만료됨에 따라 2022년부터 2026년까지의 기본계획을 수립하였음
- 법정계획으로 문화재의 보존·관리 및 활용을 위한 종합적인 기본계획

(2) 비전 및 목표

- “국민과 함께하는 문화유산의 미래가치 창출”이라는 비전으로 문화유산의 새로운 가치 창출을 통한 도약, 문화재 정책과 행정 서비스의 디지털 대전환, 지속가능한 보존과 문화유산 활용의 조화·상생이라는 목표를 두고 있음

(3) 핵심과제

- 본 계획에서 제시하는 4가지 핵심과제 중 ‘지속가능한 문화재 보존·전승’ 및 ‘국민행복 시대의 문화유산 활용’ 전략에서 국가지정문화재 명승에 해당하는 내용을 찾아볼 수 있지만, 세부과제별 실천계획은 없음
- (지속가능한 문화재 보존·전승) 기후변화에 대응하는 자연유산 보존체계 구축
 - 천연기념물·명승 정기조사 및 모니터링 지속 추진을 통한 기후변화 대응 보존·관리방안 마련
 - 유형별 상시관리 표준 매뉴얼 및 수립지·마을숲, 자생지 등 보존·관리방안 마련, 철새도래지 등 지정구역 조정 및 서식지·번식지·도래지 휴식년제 도입
- (국민행복 시대의 문화유산 활용) 디지털 기술로 재조명되는 문화유산
 - 자연유산 원형데이터를 활용한 AR·VR 등 비대면 향유 콘텐츠 개발로 복원·재현 자료 축적 및 대국민 무료 서비스 제공
 - 명승: 라이다측량, 3D스캔, 사계 드론 촬영 등

다. 산림청 숲가꾸기 매뉴얼(공익기능을 고려한 숲가꾸기)

- 산림청은 산림을 관리하는 것이 주목적인 부처이기 때문에 과거부터 지속적으로 숲가꾸기를 진행해왔으며, 숲가꾸기에 대한 매뉴얼을 체계적으로 정립하여 제시하고 있음
- 산림청의 숲가꾸기 매뉴얼은 공익 증진을 위한 숲가꾸기 사업 매뉴얼, 지속가능한 산림자원관리 표준 매뉴얼, 산림기능별 숲가꾸기 매뉴얼이 있음
- 산림기능별 숲가꾸기 매뉴얼에서는 공익기능인 수원함양림, 산지재해방지림, 산림휴양림, 자연환경보전림, 생활환경보전림에 목재생산림을 포함하여 6가지 기능의 숲가꾸기 방법을 제시하고 있음
- 지속가능한 산림자원관리 표준 매뉴얼은 「지속가능한 산림자원 관리지침」에 따라 구체적인 산림 관리 방향 및 방법을 제시하고 있음
- 공익 증진을 위한 숲가꾸기 매뉴얼에서는 작업종에 따라 공익림과 경제림으로 분류하여 공익림의 숲가꾸기 방법을 중점적으로 제시하고 있음
- 공익적 기능에 따른 산림은 수원함양림, 생활환경보전림, 산림휴양림, 산지재해방지림, 자연환경보전림으로 크게 5가지 기능의 산림으로 구분됨
- 수원함양림
 - 관리목표: 수자원 함양기능과 수질 정화기능이 고도로 증진되는 산림으로 육성
 - 목표산림: 다층혼효림
 - 나무의 뿌리가 다층구조를 이룰 수 있도록 심근성 수종과 함께 중근성, 천근성 수종 등이 혼합되도록 조림수종 선정
 - 숲아베기는 침엽수인공림에 대하여 수관울폐도를 50~80% 수준으로 유지
- 생활환경보전림
 - 관리목표: 도시와 생활권 주변의 경관 유지 등 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 산림으로 육성
 - 목표산림: (공원형·경관형) 생태적·경관적으로 다양한 다층혼효림, (방풍·방음형) 다층림 또는 계단식 다층림, (생산형) 생태적으로 건강한 목재생산림으로 조성
 - (공원형·경관형) 다층혼효림으로 조성하되 지역적으로 특성이 있는 수종이 있을 경우 동일 수종으로 후계림을 조성하여 다층림 유도
 - (방풍·방음형) 최소 30m 폭으로 계단식 다층림의 수림대를 조성하고, 경관수종, 화목류, 관목류, 식이수종, 지역특색수종을 선정하되 침엽수종도 포함
 - (생산형) 목재생산림의 우량대경재에 준하여 관리
- 산림휴양림
 - 관리목표: 다양한 휴양기능을 발휘하고, 종다양성이 풍부하고 경관이 다양한 특색있는 산림으로 유지·관리
 - 목표산림: 지역적 특성에 적합한 다층림 또는 혼효림

- 시설부지, 등산로, 산책로 주변으로부터 30m 이내 지역은 공간이용지역, 나머지 지역은 자연유지지역으로 구분
- 공간이용지역은 경관수종, 화목류, 관목류, 식이수종, 지역특색수종을 선정하여 조림하며, 자연유지지역은 목재생산림의 우량대경재에 준하여 관리
- 산지재해방지림
 - 관리목표: 산사태, 토사유출, 대형산불, 산림병해충 등 각종 산림재해에 강한 산림으로 유지·관리
 - 목표산림: 산사태, 토사유출에 강한 다층혼효림으로 구성 / 내화수림대가 포함된 혼효림으로 유도 / 병해충에 강하고 생태적으로 건강한 다층혼효림 조성
 - (사방지, 토사방지보안림) 질소고정 효과가 큰 수종과 초기 생장이 빠른 속성수 혼합
 - (산사태 우려 침엽수 단순림) 약도의 슈아베기를 5년 내외의 간격으로 수회 실시하여 활엽수의 유입을 촉진시켜 침활혼효림으로 유도
 - (산불 발생 우려 침엽수 단순림) 벌채는 교호대상으로 진행하고 강도의 슈아베기를 실시하거나 약도의 슈아베기를 수회 반복 실시하여 혼효림으로 유도
 - (병충해 피해 우려 단순림) 산림병해충의 피해가 없는 수종 및 혼효림으로 조성하여 종 다양성이 높고 생태적 활력이 좋은 다층구조혼효림으로 조성
- 자연환경보전림의 관리목표 및 관리원칙 등은 다음과 같음

표 18. 자연환경보전림의 조성·관리

구분	내용 및 범위	
관리목표	• 산림 내 보호할 가치가 있는 산림자원이 건강하게 보전될 수 있는 산림으로 육성	
목표산림	• 다층혼효림 또는 지정·결정·관리의 목적을 달성	
관리대상	<ul style="list-style-type: none"> • 산림법에 의한 생활환경보전림, 어촌보안림, 산림유전자원보호림, 채종림, 채종원, 시험림 • 백두대간보호지역 안의 산림, 보전녹지지역 안의 산림, 자연공원 안의 산림 • 자연생태보전지역, 생태·자연도 1등급 권역 안의 산림 • 조수보호구 안의 산림, 습지보호지역 안의 산림, 특정도서 안의 산림 • 전통사찰보존법에 의한 사찰림 • 문화재보호구역 안의 산림, 수목원 안의 산림 • 대학설립·운영규정에 의한 연습림, 학교숲 • 그 밖에 자연환경보전을 위해 관리가 필요하다고 산림관리자가 인정하는 산림 	
관리원칙	• 해당 법률 지정·결정의 취지에 맞게 관리하여야 하며, 해당 부처·기관과 협의하여 추진	
	보전형	<ul style="list-style-type: none"> • 숲의 상태와 천이과정을 고려하여 약도의 슈아베기 5년 이상 간격으로 수회 실행(울폐도를 감안하여 본수 비율 대비 30%를 넘지 않도록 추진) • 슈아베기로 공한지가 발생할 경우 자생수종 천연치수 발생을 유도하고, 외래 수종이 침입하거나 치수발생이 어려운 지역은 자생수종을 식재하여 혼효 • 멸종위기생물, 희귀생물 등의 출현 지역은 별도로 표시하여 특별 관리
	문화형	<ul style="list-style-type: none"> • 보호해야 할 숲으로 주요 수종이 피압될 경우 경쟁수종을 우선 제거 • 특별히 보존해야 할 숲 또는 나무는 보호울타리 등 보호시설 설치
	학술·교육형	<ul style="list-style-type: none"> • 학술림은 연구 목적에 맞게 지속적으로 슈아베기 실시 • 방음, 교육, 휴식, 경계 등의 기능을 최대한 발휘할 수 있도록 유지·관리

5. 해안림에 대한 이해

가. 해안림의 개념적 이해

- 해안림이란, 해안에 있는 숲을 말함
 - 해안: 바다와 육지가 맞닿은 부분으로 연안(沿岸), 해서(海澨), 바닷가
 - 연안: 강이나 호수, 바다를 따라 잇닿아 있는 육지, 물이 근처에 있는 언덕이나 기슭을 의미하고, 일반적으로 바다와 육지가 맞닿아서 서로 밀접한 영향을 미치는 지역 및 해역을 총칭
 - 해안림(해안+숲): 염분이 많은 해안의 모래땅, 암석지 따위에 발달하는 숲
- 다시말해, 해안의 소금바람 환경에 적응하여 성립된 숲의 군락으로, 모래언덕 뿐만 아니라 구릉·벼랑에 만들어진 숲을 말하고, 생태학적으로는 내륙숲과는 종조성이나 구조적 차이가 있는 숲으로 정의할 수 있음
- 해안림에 대한 법적 정의는 없으나, 유사어를 통해 그 의미를 유추할 수 있음
 - 해안선은 해수면이 약최고고조면(일정기간 조석을 관찰하여 산출한 결과 가장 높은 해수면)에 이르렀을 때의 육지와 해수면과의 경계
 - 연안관리법에 의하면 연안은 연안해역과 연안육역으로 구분되고, 연안육역이란 무인도서 및 연안해역의 육지쪽 경계선(해안선)으로부터 500m 또는 1km 이내 지역을 말함

나. 해안림의 기능적 이해

- 해안림은 방재기능, 보전기능, 여가적 기능, 경관적 기능 등 다양한 기능을 수행하고 있음
- 해안림은 방재기능을 수행하기 위해 인공적으로 조성된 곳이 많으며, 잘 가꾸어진 해안림은 보전기능 뿐만 아니라 여가적·경관적 기능으로 우리에게 혜택을 줌
 - 다양한 해안림의 기능을 수행할 수 있는 태종대 식생 보전·관리 방안을 수립할 필요가 있음



그림 35. 해안림의 기능

다. 해안림의 천이

- 해안림을 자연상태로 놓아두면, 숲 속에 낙엽·낙지의 퇴적 등으로 인해 토양에 수분과 양분이 축적되고, 숲 밖으로부터 공급된 초본류나 목본류의 종자가 발아 후 제거되지 않고 정착할 수 있게됨
- 정착된 목본류 중 활엽수류가 아교목성상으로 자라면서 숲 속의 조도가 저하되어 곰솔의 아랫가지는 고사되고 종자 발아가 미약해 짐
- 활엽수의 번성과 활엽수 낙엽의 퇴적 축적으로 토양속의 균상이나 pH의 변화함으로써 활엽수의 생육에 양호한 환경이 형성되어 감

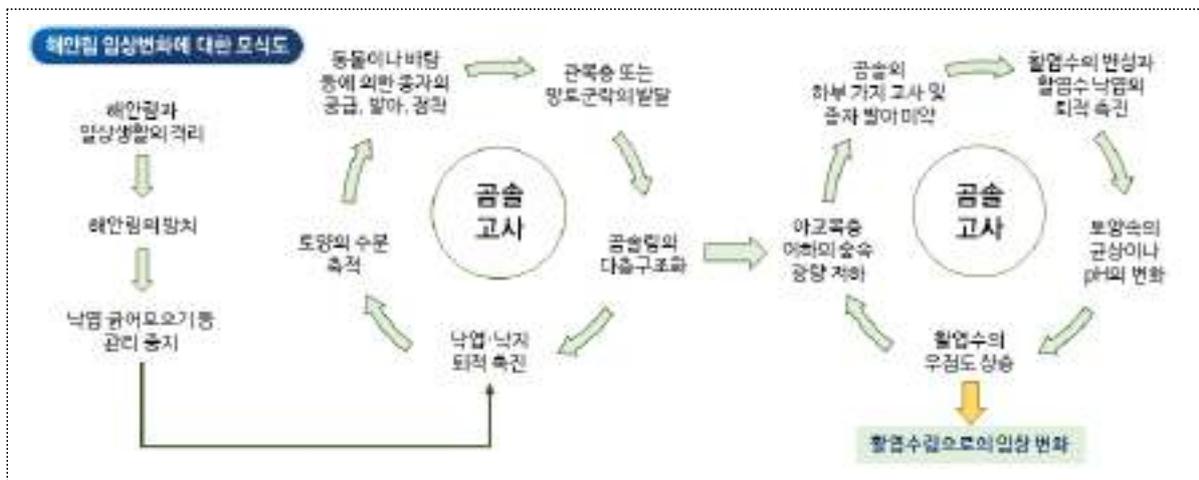


그림 36. 해안림 임상변화에 대한 모식도(전근우, 2012)

- 숲 속의 환경이 변하여 곰솔이 고사하게 되면, 천이가 진행됨
- 곰솔의 생육상태와 고사의 속도 등에 따라 천이의 속도는 다르지만 혼효림이 된 이후 활엽수 교목림으로 변화해 나감
 - 정기적 관리로 인해 하층관리가 이루어진 지역에서 곰솔이 고사할 경우, 번식력이 강한 생태계교란종 등이 번성할 수 있음
- 상층 곰솔이 일순간에 고사한 경우, 다량의 곰솔 종자가 발아하여 천연갱신이 일어나는 경우도 있음

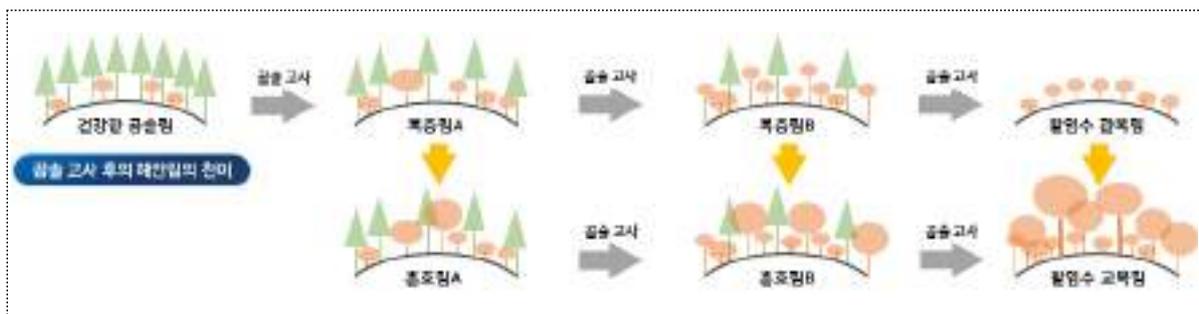


그림 37. 곰솔 고사 후의 해안림의 천이과정(전근우, 2012)

6. 해안림 보전관리 사례

가. 한반도 해송숲 지속적 관리방안

- 최근 한반도해송숲의 곰솔 수세가 약화하고 고사목이 대량으로 발생하고 있어 2016~2020년까지 매년 솔잎혹파리 등 병해충 방제사업 등을 시행하였으나 그 효과가 미흡하였음
- 이에 신안군에서는 지속가능한 곰솔림 관리방안 모색이 필요하였으며, 한반도해송숲에서 토양 이화학성 등의 환경요인과 곰솔의 생육상태 등에 대해 기초조사를 실행하여 곰솔의 생육 불량 및 고사 원인을 찾아내고자 연구를 추진하였음
- 해당 연구를 통해 한반도해송숲의 경제적, 경관적 가치를 높이고 생태적으로 건강한 숲이 될 수 있도록 지속 가능한 관리방안을 구축하고자 하였음
- 대상지의 기상, 지형, 토양환경 및 임목 상황을 분석한 결과, 한반도해송숲의 고사목 발생과 수세 약화에 관한 원인은 여러 가지가 복합적으로 작용했겠지만, 제1요인은 곰솔 생장에 따른 적정한 입목밀도 관리가 부족했기 때문이라고 판단됨
- 1980년대 당시 3,000본/ha 이상 조림했는데, 곰솔이 자람에 따라 임상이 우거지면서 곰솔 수관이 서로 겹쳐 하부 가지까지 충분한 태양광이 도달하지 않아서 하부 가지가 고사한 것으로 사료됨
- 곰솔의 하부 가지 고사로 엽량(葉量)이 적어짐에 따라 광합성량이 부족해 성장량이 둔화하고, 바닷가의 열악한 환경조건에 취약해져 수세가 점점 약화하면서 해풍 등에 직접적으로 영향을 받는 바닷가 근처에서 곰솔 고사목이 대규모로 발생하였다고 판단됨
- 현재 한반도해송숲의 고사지는 입목밀도가 낮게 보이는데 이는 과거 고사목을 지속적으로 제거했기 때문이며, 최근 7~8년 전부터 곰솔의 비대생장이 급하게 줄어드는 것으로 보아 이때부터 적정 입목밀도보다 지나치게 높았을 것으로 추정됨
- 곰솔의 생리 특성상 수간 하부에 맹아가 발생하지 않고 고정생장을 하므로 수세가 약화하면 수관폭이 다시 넓어져 수세가 회복될 가능성이 적음
- 한반도해송숲 전 지역은 사토(沙土; 모래토양)라서 유효수분량이 적어 가뭄 시나 태풍 등의 염분농도 증가로 인해 수분부족 스트레스 발생 가능성이 큼
- 이곳의 토양은 양이온치환용량(CEC)이 낮고 무기양분(질소 등)이 거의 없어 곰솔의 생장이 둔화하거나 수세가 약화하는데 제2요인으로 작용할 가능성이 큼
- 이 요인과 함께 풍속측정 결과에 숲 내부 45m까지 해풍의 영향권이라서 지속적으로 해풍과 태풍에 의한 모래 날림에 의한 복토, 수분부족 및 염분 스트레스가 곰솔림 내부까지 영향을 미치고 있음

- 최근 직접적인 태풍 진로에 놓인 곰솔숲은 염분이 잎에 묻거나 토양에 유입되어 토양수분 흡수 장애가 발생할 수 있음
- 건강한 곰솔은 수분부족과 염분에 강한 편이지만 수세가 약화된 한반도해송숲에게는 해안가 근처의 이런 환경압이 치명적인 악영향을 줄 수 있음
- 종합하면, 한반도해송숲은 고사목 발생, 수세 약화 등의 생육피해 원인으로서는 높은 입목밀도, 생육에 불리한 토양조건, 해풍 등의 환경압, 병해충 등을 들 수 있음
- 조풍에 강한 곰솔림의 입목밀도는 730본/ha, 형상비는 60 이하라서 한반도해송숲의 입목밀도를 현 수준보다 낮추는 산림사업이 필요함
- 토양수분 부족 문제는 퇴비, 부엽토, 피트모스 등의 유기질 토양개량제 또는 토양보습제를 혼합하여 보수성을 증대하고, 지표면을 우드칩 등으로 멀칭 처리하여 수분 증발을 방지하는 것이 필요함
- 무기양분 부족 문제는 우분퇴비, 부엽토 등의 부숙유기질 비료를 혼합하는 것이 장기적으로 무기양분을 공급할 수 있고 보수성에도 효과적임
- 상기에서 언급한 생육환경개선사업(입목밀도 조절, 곰솔 식재, 방풍책 설치), 토양환경개선사업(토양수분 및 무기양분 증진, 비산모래 제거), 성장촉진사업(증산억제제 살포, 엽면시비)을 시화사업으로 추진하여, 순응적 관리기법 체계에 따라 모니터링을 시행하여, 그 효과를 검증하여 최적의 관리기법을 찾아야 함



그림 38. 한반도해송숲 지속적 관리방안 연구 요약

나. 해안림 관리 해외 사례

(1) 일본

- 일본은 29,751km에 이르는 굴곡이 심한 해안선을 가지고 있음
- 일본은 해안방재림을 산림생태계-농경지-해빈-해양생태계로 이어지는 일련의 생태계 흐름상에서 산림생태계과 해양생태계의 추이대로 간주하고 있으며, 생물다양성의 기능에도 주목하고 있음
- 일본에서는 보안림 중 어부보안림, 조해방지보안림, 비사방지보안림, 방풍보안림 등이 해안방재림에 해당되며, 산림법 제25조 보안림에서 해안방재림 관련 내용이 포함되어 있음
- 1995년에는 일본 전역에서 어부보안림 정비사업을 통해 행정적 지원이 이루어졌음
 - 전국적으로 186개소(2005년 조사)에서 어민 숲 만들기를 실시하였음
 - 홋카이도는 어협중심으로 운동을 주도하고 있으며 혼슈와 큐슈 등은 지자체나 민간비영리단체가 운동을 주도하고 있음
- 2011년 관동 대지진 이후 해일 피해 지역에서의 해안방재림의 해일 방재효과에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음

(2) 중국

- 중국은 해안을 포함하고 있는 성(省)을 중심으로 해안방재림에 대한 연구와 프로젝트가 진행되고 있음
- 중국의 해안선의 길이는 북쪽 압록강 입구부터 남쪽 북륜 하구까지 약 18,000km에 달함
- 중국에서는 해안방재림을 ‘연해방호림’ 또는 ‘해안방호림’이라 하며, 1950년대부터 해안방재림 조성을 시작하였음
- 1988년 ‘연해방호림체계공정’을 시작한 후, 중국 해안방재림이 본격적으로 발전하기 시작
 - 당시 해안방재림 조성은 생태경제형 방호림 체계구축을 주제로 하여 방호림과 용재림, 경제림, 신탄림 등과 함께 유기적인 산림 조성을 목표로 하였음
- 중국의 해안림 조성 목표는 크게 다음의 5가지로 볼 수 있음
 - 첫째, 해안림 조성에서 다양한 수종이 결합한 혼합형 해안림 체계로 거시적인 관점에서 해안림의 수종 배치 및 공간 분포를 합리적이고 다원화하여 산림생태 네트워크로 발전
 - 둘째, 단일 생태형 해안림 조성에서 다기능형 종합 해안림 체계 조성을 통해 현지 경제발전, 주민의 생활 개선 등과 밀접한 해안림으로 발전
 - 셋째, 단층 교목단순림 조성에서 다수종 다층구조의 혼효림으로 조성
 - 넷째, 단순 임업 발전 위주의 모델에서 임업, 농업, 목축업, 어업이 결합한 종합방재모형으로 발전

- 마지막으로 단순 해안방재림 경영에서 산림생태계 경영으로 발전시켜 전통적인 '해안방재림' 경영에서 '생태계' 경영으로 전환

(3) 미국

- 미국은 국토의 11%를 차지하는 약 95만km의 해안선을 가지고 있음
- 1972년에 발표된 Coastal Zone Management Act를 바탕으로 미국 내 해안을 포함하고 있는 주(Oregon, Washington 등)에서는 해안지역 관리 방침을 두고 있음
- 미국은 연방정부와 주정부 간 공조 프로그램(Coastal Zone Enhancement Program)을 신설하여 관리하며 각 주정부간의 협동 체제를 구축하고 있음
- 연방정부는 주정부를 제어하기 위해 연안관리프로그램 지침을 수립하고, 연안의 재정적 지원에 관한 규정을 가지고 있음
- 관련 주정부는 실질적인 대규모 개발 사업의 점검과 허가에 관한 권한을 가지고 있음
- 지역에서는 토지이용과 소규모 개발을 다루는 규정을 관리하고 있음
- 연방차원에는 연안관리프로그램을 비롯하여 연안재해 대응 활동, 홍수 방지프로그램 등을 수행하고 있음
- 특히 연방재해관리청(Federal Emergency Management Agency)과 육군공병단(United States Army Corps of Engineers)은 모래해안, 사구 등의 관리와 관련한 업무를 담당하고 있음

(4) 호주

- 호주는 36,700km의 해안선을 보유하고 있으며 주정부에 해양 및 연안관리 권한을 가지고 있음
- 통합연안관리를 목표로 하여 해안지역을 관리하고 있으며 호주의 연안통합관리는 미국과 달리 관련 법률에 근거한 제도가 아닌 주정부와 연방정부 간의 협정에 의한 정책으로 관리 되고 있음
- 호주의 Queensland 주는 해안사구와 사구 식생의 규모와 다양성에서 대표적인 사례로 꼽힘
- Queensland 주에서 1962년 Beach Protection Act를 만들고 이 법을 바탕으로 해변 보호기구(Beach Protection Agency)를 설립하였음

(5) 해외 사례 종합

- 해외의 해안림 관련 사례로서 일본, 중국, 미국, 호주 등의 사례를 살펴보았음
- 그 결과, 국외 사례에서는 전반적으로 해안지역을 연안완충공간으로 지정하였고, 해안방재림을 그 안에 구성요소로서 관리 및 보호하고 있었음
- 미국과 호주에서는 그러한 경향이 더 뚜렷하게 나타났으며, 법률에 의한 관리뿐 아니라 사업이나 프로젝트 등을 통해 적극적으로 관리하고 있는 것으로 나타났음
- 해안림 기능 향상을 위한 활발한 연구가 진행되고 있었으며, 다층구조 혼효림을 구성하는 등 생태적 경영으로 전환되고 있었음
- 해안림 관리에 있어 정부와 지자체간 협동체제를 구축하고 있었으며, 식생관리를 위한 전담 보호기관을 설립하여 운영하고 있음

표 19. 해안림 관리 해외 사례

구분	내용 및 범위
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 29,751km에 이르는 굴곡이 심한 해안선을 가지고 있음 • 산림생태계와 해양생태계의 추이대로 간주하고 있으며, 생물다양성의 기능에도 주목 • 어부보안림, 조해방지보안림, 비사방지보안림, 방풍보안림 등이 해안림에 해당되며, 산림법 제25조 보안림에서 해안방재림 관련 내용이 포함 • 2011년 관동 대지진 이후 해일 피해 지역에서의 해안방재림의 해일 방재효과에 대한 연구가 활발히 진행
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 해안선의 길이는 북쪽 압록강 입구부터 남쪽 북륜 하구까지 약 18,000km • 해안방재림을 ‘연해방호림’ 또는 ‘해안방호림’이라 하며, 1988년 ‘연해방호림체계공정’을 시작한 후 본격적으로 발전 • 목표: 산림생태네트워크로 발전, 주민 생활 개선, 다층구조 혼효림 조성, 종합방재모형으로 발전, 단순 해안림 경영에서 생태적 경영으로 전환
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 국토의 11%를 차지하는 약 95만km의 해안선을 가지고 있음 • 1972년에 발표된 Coastal Zone Management Act를 바탕으로 미국 내 해안을 포함하고 있는 주에서는 해안지역 관리 방침을 두고 있음 • 연방정부와 주정부 간 공조 프로그램(Coastal Zone Enhancement Program)을 신설하여 협동 체제를 구축하고 있음 • 연방정부는 주정부를 제어하기 위해 연안관리프로그램 지침을 수립하고, 연안의 재정적 지원에 관한 규정을 가지고 있음
호주	<ul style="list-style-type: none"> • 36,700km의 해안선을 보유하고 있으며, 주정부에 해양 및 연안관리 권한을 가지고 있음 • 호주의 연안통합관리는 미국과 달리 관련 법률에 근거한 제도가 아닌 주정부와 연방정부 간의 협정에 의한 정책으로 관리 • 호주의 Queensland 주는 해안사구와 사구 식생의 규모와 다양성에서 대표적인 사례로 꼽힘 • 해안사구 식생에 관심, 해변보호기관 설립

제2절 식물상 조사 결과

1. 식물상

- 태종대 일대의 식물상에 대한 문헌은 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사(부산지방 해양수산청, 2005)가 있으며, 등대 주변으로 식생조사 일환으로 진행되어 목본 43분류군, 초본 57분류군으로 51과 82속 88종 1아종 10변종 1품종으로 100분류군이 기록되었음
- 2022년 현지 조사에서는 태종대 일대에 대한 전체적인 조사를 진행 하였으며, 97과 216속 274종 2아종 20변종 3품종으로 299분류군이 확인되었음
- 문헌조사를 포함하여 확인된 종은 100과 229속 300종 4아종 21변종 4품종으로 총 329분류군이 확인되었음(표 20)

표 20. 태종대 일대 식물 목록 현황

구분	과	속	종	아종	변종	품종	계
북측 산림	66	125	143	2	11	2	158
북측 해안	70	128	141	-	13	1	155
남측 산림	66	111	136	1	5	1	143
남측 해안	54	93	98	1	6	-	105
소 계	97	216	274	2	20	3	299
문헌	51	82	88	1	10	1	100
계	100	229	300	4	21	4	329

- 식생조사 지점 별로는 조사구 10에서 51분류군으로 가장 많은 종이 확인되었으며, 조사구 12에서 22분류군으로 가장 적은 종이 확인되었음(표 21)
- 조사구 10번조사구 51분류군, 3번조사구 48분류군, 11번조사구 47분류군 순으로 확인 되었으며, 조사구의 위치가 상대적으로 경사가 심하지 않고, 계곡부에 위치한곳으로 습도가 높아 많은 종이 확인된 것으로 판단됨
- 12번조사구 22분류군, 2번조사구 28분류군 순으로 분포종이 적은 곳이며, 해당 조사구는 상층부 식물에 의한 빛의 차단으로 초본층에서의 식물분포가 적은 것으로 보이며, 상층부 식생의 고사 등에 의한 변화가 아니면 초본층에서의 식물은 계속 줄어들 것으로 예상되는 곳임

표 21. 태종대 조사구별 식물 목록 현황

조사구	과	속	종	아종	변종	품종	계
1	28	36	36	-	-	-	36
2	21	28	28	-	-	-	28
3	28	39	48	-	-	-	48
4	32	42	41	-	2	1	44
5	23	30	34	-	1	-	35
6	25	31	34	-	-	-	34
7	24	28	30	-	-	-	30
8	26	32	36	-	1	-	37
9	25	34	40	-	-	-	40
10	37	47	48	1	2	-	51
11	31	42	45	-	2	-	47
12	18	22	22	-	-	-	22
계	60	97	117	1	6	1	125

- 종별로는 곰솔, 송악, 보리밥나무가 12개 모든 조사구에서 확인되었으며, 광나무, 사스레피나무, 졸참나무 11곳, 때죽나무, 마삭줄, 맥문동, 벗나무, 참식나무, 팔배나무는 각 10개조사구에서 확인되어 조사지역내의 대표종으로 확인되었음(표 22)
- 각 조사구의 초본층 조사에서는 송악, 마삭줄, 자금우 3종이 피도와 빈도가 높게 나타났으며, 조사지역의 대표적인 종으로 확인되었음
- 송악, 마삭줄, 자금우는 초본층내에서 각각의 우점종 또는 혼생하여 분포됨으로 초본층을 구분짓는 특징적인 종으로 확인되었음

표 22. 조사구별 출현식물 목록

종명	조사구												빈도
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
곰솔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
보리밥나무	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
송악	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
광나무	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	11
사스레피나무	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	11
졸참나무	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	11
때죽나무	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	10
마삭줄			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
맥문동	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	10
벗나무	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	10
참식나무	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0	10
팔배나무			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

종명	조사구												빈도
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
개울나무	0	0	0		0	0	0		0	0	0		9
청미래덩굴	0	0	0			0	0	0	0	0	0		9
후박나무	0	0	0	0	0	0			0	0		0	9
비목나무	0	0	0			0		0	0	0	0		8
생달나무	0	0		0	0	0	0	0		0			8
소사나무			0		0	0	0	0	0	0	0		8
자금우	0		0		0	0	0	0		0		0	8
개서어나무			0		0	0		0	0	0	0		7
산병나무	0	0		0	0		0	0		0			7
느티나무				0	0	0		0		0		0	6
덜꿩나무			0			0		0	0	0	0		6
돈나무	0		0	0		0	0			0			6
말꿀		0	0	0	0				0	0			6
윤노리나무			0	0		0		0	0		0		6
작살나무		0	0		0				0	0	0		6
큰천남성				0	0	0	0			0		0	6
팔손이	0	0	0	0						0	0		6
합다리나무			0	0		0		0		0	0		6
굴피나무	0				0	0		0		0			5
말오줌때	0								0	0	0	0	5
사철나무	0			0	0	0	0						5
줄사초	0	0	0		0	0							5
참회나무			0							0	0	0	5
천선과나무		0		0	0	0	0						5
개머루			0					0			0	0	4
구골나무	0	0	0									0	4
굴참나무			0		0					0	0		4
광광나무	0	0	0									0	4
담쟁이덩굴	0							0		0	0		4
쇠물푸레나무	0								0		0	0	4
애기나리			0						0	0	0		4
쥐똥나무						0		0	0		0		4
쪽동백나무			0					0	0	0			4
홍지네고사리		0	0		0			0					4
가는잎족제비고사리			0						0		0		3
노린재나무	0							0	0				3
단풍취			0						0		0		3
동백나무	0			0	0								3
바위족제비고사리					0		0			0			3
부산사초			0					0	0				3

종명	조사구												빈도
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
상수리나무			0				0		0				3
식나무		0	0	0									3
이삭여뀌		0		0						0			3
일월비비추			0						0		0		3
초피나무							0			0	0		3
팽나무				0	0					0			3
개고사리				0						0			2
개암나무			0						0				2
긴사상자				0						0			2
남산제비꽃										0	0		2
돌외		0		0									2
두릅나무							0		0				2
배풍등				0			0						2
비늘고사리				0						0			2
생강나무									0		0		2
용동굴레									0		0		2
으름		0		0									2
죽대			0		0								2
지네고사리	0			0									2
진달래									0		0		2
진황정				0	0								2
짚레								0		0			2
참나리					0						0		2
참마	0			0									2
털대사초			0								0		2
털머위						0				0			2
파리풀				0						0			2
하늘말나리									0		0		2
화살나무			0			0							2
계	36	28	48	44	35	34	30	37	40	51	47	22	

1회 출현종 : 1: 계요등, 쉬나무, 주름조개풀, 참나물, 황칠나무, 2: 뱀고사리, 소태나무, 3: 목포용동굴레, 밤나무, 조록싸리, 4: 공비늘고사리, 꼬리고사리, 늘메기천남성, 닭의장풀, 도깨비쇠고비, 방기, 염주괴불주머니, 참나도히초미, 콩짜개덩굴, 5: 밀사초, 6:이팝나무, 7: 감탕나무, 개벗나무, 8: 감태나무, 노박덩굴, 사방오리, 산죽제비고사리, 으아리, 칩, 9: 다릅나무, 서어나무, 인동덩굴, 참개암나무, 10: 누리장나무, 도둑놈의갈고리, 줄딸기, 11: 고사리, 굴거리나무, 녀줄고사리, 땅비싸리, 백운산원추리, 실새풀, 해변싸리, 12: 고욤나무

2. 희귀 및 특산식물

가. 고유식물

- 한국고유식물은 해변싸리, 놀메기천남성, 백운산원추리, 털중나리 4분류군이 확인되었음 (표 23)
- 확인된 종은 해변싸리의 경우 남해안을 중심으로 흔히 분포되며, 그 외 비교적 전국적으로 많은 분포를 보이고 있는 종임

표 23. 태종대 일대 한국 고유식물 목록

국명	확인지역				문헌	비고
	1	2	3	4		
해변싸리		0				I
놀메기천남성				0		
백운산원추리		0				
털중나리			0			

1: 남측해변일대, 2: 남측산림일대, 3: 북측해변일대, 4: 북측산림일대, 5: 문헌-(태종대 등대 일대 조사)

나. 식물구계학적 특정식물

- 멸종위기종 등은 확인되지 않았으며, 식물구계학적 특정식물에 해당하는 종은 식재된 종을 제외하고 79분류군이 확인되었음(표 24)
- IV등급에 해당하는 식물은 구골나무, 갯고들빼기 등 2분류군이 확인되었으며, III등급에 해당하는 종은 풀고사리, 큰족제비고사리, 생달나무, 멸꿀, 방기, 갯괴불주머니 등 26분류군, II등급 11분류군, I등급 41분류군이 확인되었음
- 이중 분포가 비교적 적거나 특정지역에 한정 분포되어 특이할 만한 종으로는 갯고들빼기(IV), 세뿔석위(II), 먹쇠채(III), 그늘보리빵이(III) 등을 들 수 있음

표 24. 태종대 일대에서 확인된 식물구계학적 특정종 목록

등급	종명	1	2	3	4	문헌	비고
V	목련	0					식재
IV	구골나무		0	0	0		
	갯고들빼기	0				0	

등급	종명	1	2	3	4	문헌	비고
III	풀고사리				0		
	큰족제비고사리			0			
	생달나무	0	0	0	0	0	
	멀꿀	0	0	0	0		
	방기			0	0		
	갯괴불주머니	0		0			
	굴거리나무	0	0		0		
	천선과나무	0	0	0	0	0	
	왕모시풀	0		0		0	
	우묵사스레피나무	0	0	0			
	자주잎제비꽃	0					
III	돈나무	0	0	0	0	0	
	다정큼나무	0		0		0	
	식나무		0		0		
	광광나무		0		0		
	감탕나무	0					
	단풍나무	0					식재
	황칠나무		0		0		
	팔손이	0	0	0	0	0	
	낙시돌풀					0	
	아왜나무		0			0	식재
	털머위	0	0	0	0	0	
	그늘보리뻥이				0		
	떡쇠채	0					
	진황정			0	0		
금난초				0			
II	부채괴불이끼			0			
	세뿔석위			0			
	번행초	0				0	
	버들명아주					0	
	갯장구채			0			
	찰피나무			0			
	갯완두			0			
	갯기름나물	0				0	
	갯메꽃	0				0	
	개질경이					0	
	갯하늘지기	0				0	

등급	종명	1	2	3	4	문헌	비고
I	실고사리	0					
	홍지네고사리		0	0	0		
	참나도히초미			0	0		
	콩짜개덩굴			0	0		
	비목나무		0	0	0		
	감태나무		0				
	후박나무	0	0	0	0		
	참식나무	0	0	0	0		
	옥녀꽃대				0		
	노루귀				0		
	합다리나무		0	0	0		
	개서어나무		0			0	
	소사나무	0	0	0	0	0	
	동백나무		0	0	0	0	
	사스레피나무	0	0	0	0	0	
	돌외				0		
	자금우	0	0	0	0	0	
	까치수염				0		
	갯까치수염	0				0	
	윤노리나무		0			0	
	돌가시나무	0		0		0	
	수리딸기		0				
	해변싸리		0				
	보리밥나무	0	0	0	0	0	
	사철나무	0	0	0	0	0	
	예덕나무		0	0			
	사람주나무			0			
	말오줌때	0	0				
	산검양울나무		0	0	0		
	송악	0	0	0	0	0	
	광나무	0	0		0	0	
	계요등		0			0	
	좀딱취		0				
	해국	0		0		0	
	큰천남성	0	0	0	0	0	
	줄사초	0		0	0		
	홍노줄사초			0			
	밀사초	0		0	0	0	
	산기장			0			
	일월비비추		0			0	
보춘화				0			
계		38	38	44	43	30	

1: 남측해변일대, 2: 남측산림일대, 3: 북측해변일대, 4: 북측산림일대, 5: 문헌-(태종대 등대 일대 조사)

3. 희귀 및 특이 식물

가. 세뿔석위

- 식물구계학적특정식물 II등급으로 비교적 넓은 분포역을 보이며, 주로 남해안 일대의 섬이나 해안지역에 바위나 암반에 붙어서 분포됨
- 하지만 간혹 소수개체만이 확인되는 종으로 개체수에 있어서는 많지 않은 종으로 볼 수 있음
- 태종대에서는 태종산 정상에서 동측 해변으로 이어지는 암벽지역에서 50여개체 가량을 확인하였음

나. 갯고들빼기

- 식물구계학적특정식물 IV등급으로 남해안일대 바닷가 바위틈이나 바위에서 분포하는 종으로 거제도, 거문도 등의 분포지가 알려져 있는 식물임
- 태종대에서는 등대 부근과 유람선 선착장 북측 암벽 상부 전망대 일대에서 30개체가량 확인되었음

다. 역식재

- 식물구계학적특정식물 III등급으로 섬지역 및 해안에서 드물게 확인되는 식물이며, 해외 분포는 중국, 몽골, 러시아 등지로 북방계성 식물로 볼 수 있음
- 태종대 내에서는 유람선 선착장 북측 암벽 상부의 전망대 부근에서 5개체가량이 확인되었음

라. 그늘보리쟁이

- 식물구계학적특정식물 III등급으로 비교적 분포는 넓은 편이지만 주로 제주도 산림내 그늘진 곳에서 확인되며, 간혹 남해안 지역에서도 확인됨
- 태종대 동측 주차장 출입문 주변에서 소수개체가 확인되었음

마. 구골나무

- 식물구계학적특정식물 IV등급식물로 남부 해안가에 분포되는 종으로 주 분포지가 부산을 중심으로 한 남해 지역일대로 예상되며, 태종대의 특징적인 종으로 태종대 내에서는 전체적으로 많은 분포를 나타내었음

4. 외래 및 생태계교란식물

가. 외래식물

- 외래식물은 25분류군이 확인되었으며, 귀화식물은 20분류군, 식재 된 개체만이 확인된 종은 5분류군이 확인됨. 이중 복사나무는 식재탈출종으로 보임(표 25)
- 환삼덩굴은 외래식물로 보지는 않으나 생태계교란생물로 지정되어 목록에 포함하였음
- 외래식물 중 귀화식물은 16분류군이 확인되었으며, 대부분은 주차장 주변으로 분포하였고 일부는 등대와 전망로 주변으로 확인되었음

나. 생태계교란식물

- 생태계교란식물은 환삼덩굴, 도깨비가지, 서양금혼초 3분류군이 확인되었으며, 5월 까지의 조사된 결과로 실제로는 보다 많은 종이 분포할 것으로 예상됨(표 25, 그림 39)
- 도깨비가지는 동측 주차장 끝부분 등산로 초입부에 10여개체가 확인되었음. 도깨비가지의 경우, 땅속의 줄기가 10-30cm 깊이로 자라며, 영양번식을 통한 확산 또한 이루어 지고, 땅속줄기로 인하여 단순 제초로는 제거가 되지 않음. 제초제에 대해서도 영향을 적게 받는식물로 잎과 줄기에 끈고 긴 가시가 많아 사람들에게 직접적인 피해를 줌
- 서양금혼초는 잎이 땅바닥에 퍼져 로제트형으로 자라며, 짧은 땅속줄기를 통하여 영양 번식을 병행함. 제주도의 경우 도로변에 지속적인 제초로 인하여 오히려 서양금혼초의 확산을 부추기는 경우가 있음. 종자는 관모가 있어 바람을 타고 멀리 퍼질 수 있는 종임. 태종대에서는 동측 주차장 등산로 입구부를 중심으로 하는 사면부에 많은 개체가 분포되어 있음

표 25. 태종대 일대 외래식물 목록

국명	확인지역				문헌	비고
	1	2	3	4		
환삼덩굴					0	생태계교란생물
미국자리공			0		0	귀화식물
명아주					0	귀화식물
좀명아주					0	귀화식물
유럽점나도나물		0				귀화식물
소리쟁이	0					귀화식물
무궁화	0					식재
수국		0		0		식재
황매화					0	식재
복사나무					0	식재탈출
죽제비싸리	0					귀화식물
큰낭아초		0				귀화식물

국명	확인지역				문헌	비고
	1	2	3	4		
배롱나무		0				식재
미국담쟁이				0		귀화식물
도깨비가지				0		생태계교란생물
서양수수꽃다리	0					식재
선개불알풀		0				귀화식물
큰개불알풀		0				귀화식물
망초	0	0	0		0	귀화식물
주홍서나물			0		0	귀화식물
개망초		0				귀화식물
서양금혼초				0		생태계교란생물
방가지뚥	0		0		0	귀화식물
큰이삭풀	0	0				귀화식물
오리새		0				귀화식물
큰김의털		0		0		귀화식물

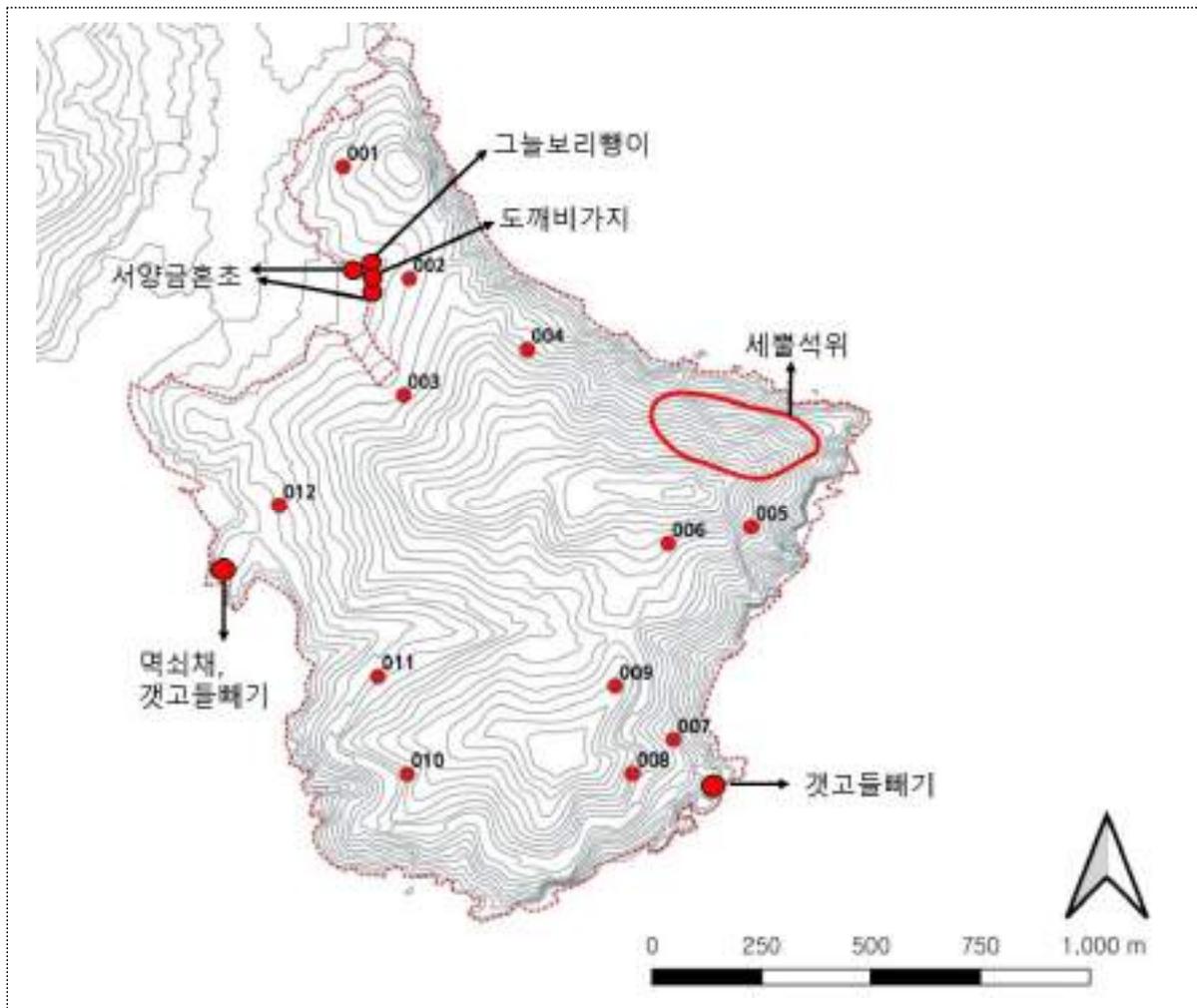


그림 39. 태종대의 주요종 분포도

제3절 식생 조사 결과

1. 조사구 개황

- 태종대 전체를 대상으로 조사구역을 4개 지역으로 구분하고 각각의 구역을 대상으로 3개소의 조사구를 설치하고 식생 특성을 파악하기 위한 현장조사를 실시하였음
- 조사구는 해발 48~204m 범위의 경사 5~35°의 완경사에서 급경사에 이르는 구간에 위치하고 있음
- 군락은 곰솔군락을 중심으로 곰솔과 졸참나무, 참식나무, 느티나무 등의 낙엽활엽수와 상록활엽수가 함께 출현하는 군락 등이 확인되었음. 현재 태종대는 활엽수만이 우점하고 있는 지역의 면적이 협소하고 곰솔이 대부분의 산림을 우점하고 있었음
- 각각의 조사구에서 출현하고 있는 종수는 동편에서 조사된 조사구에서 좀 더 높게 확인되고 있음
- 조사구 내부의 위협요인을 확인한 결과 조사구 6은 소나무재선충병에 의한 영향을 받고 있으며, 조사구 1, 2는 주변 지역에서 소나무재선충병의 발병 흔적이 있어 주의가 필요한 상태임. 또한, 조사구 4의 경우 피압식물에 의해 수목의 고사가 발생할 수 있어 관심이 필요한 조사구로 확인되었음

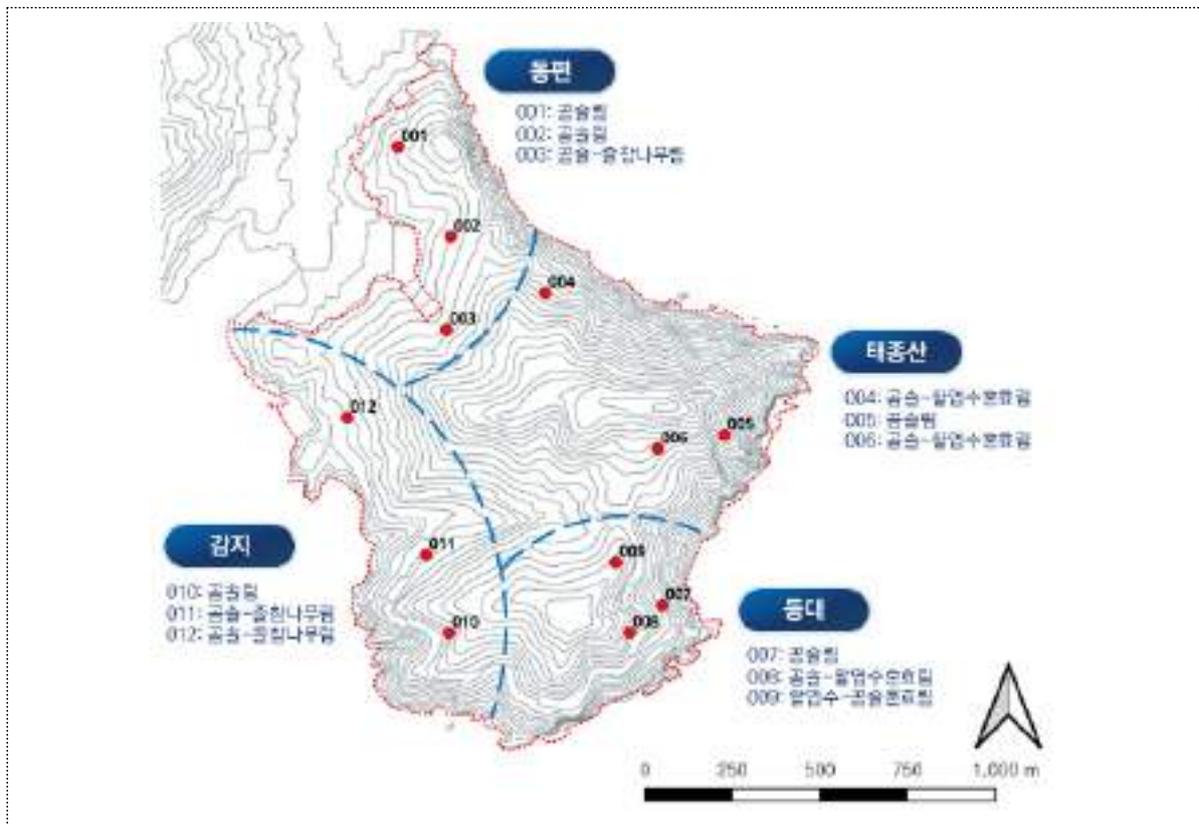


그림 40. 태종대 식생 조사구 위치도

표 26. 조사구 개황

구분 \ 조사구		동편			태종산		
		1	2	3	4	5	6
해발고		72	75	110	101	130	204
사면방위(°)		300	310	330	50	165	175
경사(°)		15	5	20	27	32	17
출현 종수		30	18	32	23	24	27
군락명		곰솔	곰솔	곰솔-졸참나무	곰솔 활엽수혼효	곰솔	곰솔 활엽수혼효
이계면대관	우점종	곰솔	곰솔	곰솔, 졸참나무	곰솔, 참식나무, 느티나무, 팽나무	곰솔	곰솔, 사스레피나무
	평균 수고(m)	11.9	15.6	13.7	12.9	12.9	14.0
	평균 흉고직경(cm)	17.1	29.8	24.5	29.4	31.0	18.8
	식피율(%)	90	70	60	40	40	50
아계면대관	우점종	사스레피나무, 때죽나무	사스레피나무	사스레피나무, 팔배나무	동백나무, 참식나무, 산뽕나무	동백나무	사스레피나무, 참식나무, 때죽나무
	평균 수고(m)	4.7	4.7	4.1	4.4	3.8	4.4
	평균 흉고직경(cm)	5.5	4.7	5.7	7.6	5.7	6.4
	식피율(%)	50	50	50	70	80	80
이계면대관	우점종	후박나무, 송악, 광나무	송악, 팔손이	마삭줄	마삭줄	마삭줄, 동백나무, 자금우	자금우, 마삭줄
	평균 수고(m)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1
	식피율(%)	70	70	80	60	60	60
삼계면대관	우점종	자금우	송악	마삭줄	마삭줄	마삭줄	자금우, 마삭줄
	평균 높이(m)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	식피율(%)	10	10	80	60	60	85
근교면대관	위험정도	관심	관심	-	관심	-	심각
	위험내용	조사구 주변 재선충 피해	조사구 주변 재선충 피해	-	피압식물에 의한 수목 피해	-	조사구 내 재선충 피해

표 26. 조사구 개황(계속)

구분		조사구	등대			감지		
			7	8	9	10	11	12
해발고		100	153	173	128	72	48	
사면방위(°)		78	168	300	210	300	270	
경사(°)		35	20	15	13	25	17	
출현 종수		20	25	25	32	26	17	
군락명		곰솔	곰솔-활엽수혼효	활엽수혼효-곰솔	곰솔	곰솔-졸참나무	곰솔-졸참나무	
이계면대	우점종	곰솔	곰솔	졸참나무, 곰솔, 개서어나무	곰솔	곰솔, 졸참나무	곰솔, 졸참나무	
	평균 수고(m)	12.0	13.0	10.8	14.8	13.3	11.9	
	평균 흉고직경(cm)	22.2	31.3	26.6	40.7	26.9	27.9	
	식피율(%)	50	70	70	70	60	60	
이계면대	우점종	사스레피나무	사스레피나무	팔배나무, 개울나무, 소사나무	사스레피나무	사스레피나무, 때죽나무, 쇠물푸레나무	사스레피나무	
	평균 수고(m)	5.6	4.7	3.3	4.4	4.4	5.5	
	평균 흉고직경(cm)	8.6	5.5	4.1	6.5	7.3	7.4	
	식피율(%)	70	80	50	60	50	70	
이계면대	우점종	생달나무, 마삭줄, 자금우	자금우	마삭줄	자금우	마삭줄	광나무, 자금우	
	평균 수고(m)	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	
	식피율(%)	80	70	80	90	80	10	
이계면대	우점종	마삭줄, 자금우, 생달나무	자금우	마삭줄, 송악	자금우, 송악	마삭줄	자금우	
	평균 높이(m)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	식피율(%)	40	60	70	65	75	5	
이계면대	위협정도	-	-	-	-	-	-	
	위협내용	-	-	-	-	-	-	

2. 조사구별 분석

가. 조사구 1

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 생태적 천이경향 예측 및 형성된 층위구조를 판단하기 위해 상대우점치 및 평균상대우점치를 분석하여 층위별 출현종의 세력을 비교한 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 96.42%)이 우점하였으며, 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 38.20%)와 때죽나무(I.P. 21.01%)가 우점하는 가운데 다양한 상록활엽수와 낙엽활엽수가 뒤를 이어 확인되었음. 관목층은 후박나무(I.P. 24.69%), 송악(I.P. 22.53%), 광나무(I.P. 21.24%) 등이 높은 비율로 확인되었음. 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곶솔(M.I.P. 48.21%)과 아교목층의 우점종인 사스레피나무(M.I.P. 12.81%)와 때죽나무(M.I.P. 7.00%) 등이 높게 확인되었음
- 현재 교목층에서는 곶솔이 우점하고 있으나 교목층과 아교목층에서 천이계열상 곶솔 다음에 출현하는 것으로 알려진 졸참나무가 출현하고 있는 것으로 보아 곶솔에서 졸참나무로의 천이가 진행 중에 있는 것으로 판단됨. 또한, 아교목층과 관목층에서 난온대 상록활엽수의 대표수종으로 알려진 후박나무, 참식나무, 생달나무(박석곤 등, 2021) 등이 출현하는 것으로 보아 난온대림의 특성이 반영된 군락으로의 변화를 예상할 수 있음
- 그러나 조사구 주변으로 소나무재선충병의 피해 흔적이 있어 교목층에서 곶솔 세력의 축소가 더 빨리 진행될 수 있을 것으로 예상되므로 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요해 보임

표 27. 조사구 1의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔		96.42	-	-	48.21	팔배나무		-	1.20	-	0.40
사스레피나무		-	38.20	0.47	12.81	비목나무		-	0.93	0.40	0.38
때죽나무		-	21.01	-	7.00	광광나무		-	0.39	0.83	0.27
광나무		-	9.72	21.24	6.78	자금우		-	-	1.42	0.24
후박나무		-	4.06	24.69	5.47	굴피나무		-	0.69	-	0.23
송악		-	-	22.53	3.76	생달나무		-	-	1.24	0.21
졸참나무		2.68	7.18	-	3.73	사철나무		-	-	0.90	0.15
구굴나무		-	5.12	8.07	3.05	동백나무		-	0.39	-	0.13
벗나무		-	4.29	0.32	1.48	말오줌때		-	-	0.66	0.11
개울나무		-	2.23	4.37	1.47	개머루		-	-	0.47	0.08
팔손이		-	1.26	5.64	1.36	담쟁이덩굴		-	-	0.47	0.08
쇠물푸레나무		-	3.30	-	1.10	노린재나무		-	-	0.27	0.05
참식나무		-	-	2.80	0.47	황칠나무		-	-	0.25	0.04
쉬나무		0.90	-	-	0.45	돈나무		-	-	0.24	0.04
청미래덩굴		-	-	2.51	0.42	보리밥나무		-	-	0.24	0.04

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 11.9m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.7m로 확인되고 있음

표 28. 조사구 1의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	11.9	9.5	17.0
	졸참나무	10.0	10.0	10.0
	쉬나무	11.0	11.0	11.0
	평 균	11.9	9.5	17.0
아교목층	개울나무	4.8	3.0	6.0
	광나무	3.3	2.0	6.0
	구골나무	3.3	2.0	4.0
	굴피나무	7.5	7.5	7.5
	광광나무	2.0	2.0	2.0
	동백나무	3.5	3.5	3.5
	때죽나무	6.3	2.0	8.0
	벗나무	5.7	4.0	8.0
	비목나무	5.8	5.0	6.5
	사스레피나무	5.0	2.0	8.0
	쇠물푸레나무	4.7	2.5	6.5
	졸참나무	5.4	2.0	8.0
	팔손이	2.7	2.5	3.0
	팔배나무	5.5	4.0	7.0
	후박나무	3.7	2.0	7.5
	평 균	4.7	2.0	8.0

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 1에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 2cm 이상~37cm 미만의 소경목에서 대경목에 이르는 구간에서 확인되었으며, 중경목 구간에서의 출현 개체수가 가장 많은 것을 확인할 수 있었음. 아교목층의 우점종인 사스레피나무와 때죽나무는 흉고직경 17cm 미만의 소경목 구간에서 출현 개체수가 많았으며, 관목층에서는 개체수의 기준이 모호한 덩굴식물을 제외하면 상록활엽수의 대표 수종 중 하나인 후박나무(박석곤 등, 2021)가 가장 많이 출현하였음
- 이를 통해 볼 때 곰솔이 점점 도태되면서 졸참나무가 우점하는 군락으로의 변화가 예상되며, 난온대 상록활엽수의 대표 수종인 후박나무가 관목층과 소경목구간에서 출현을 시작하고 있어 장기적으로는 곰솔→졸참나무→후박나무로의 천이가 진행될 것으로 예상됨

표 29. 조사구 1의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	1	14	27	24	8	3	2	-	-	-	-
사스레피나무	8	5	26	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	1	4	11	2	1	-	-	-	-	-	-	-
광나무	112	3	13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	200	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	-	-	4	5	1	-	1	-	-	-	-	-	-
구골나무	56	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	4	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개울나무	64	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔손이	48	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠물푸레나무	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쉬나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광광나무	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사철나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
동백나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말오줌때	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개머루	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
담쟁이덩굴	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노린재나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
황칠나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돈나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량을 비교하기 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 20,714.19cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 252.61cm²로 확인되었음
- 출현 종을 기준으로 살펴보면 졸참나무가 곰솔에 비해 평균흉고단면적이 높게 나타나고 있음
- 아교목층의 흉고단면적은 4,862.18cm²이며 평균흉고단면적은 34.00cm²로 확인되고 있으며, 때죽나무의 평균흉고단면적이 가장 높게 확인되었고 다음으로 졸참나무와 사스레피나무가 높게 확인되었음

표 30. 조사구 1의 흉고단면적 분석

(조사구 면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	곰솔	19,987.52	253.01	79
	줄참나무	605.97	302.99	2
	쉬나무	120.70	120.70	1
	소 계	20,714.19	252.61	82
아교목층	개울나무	81.22	20.31	4
	광나무	333.73	18.54	18
	구골나무	90.10	7.51	12
	굴피나무	33.17	33.17	1
	짙짙나무	3.80	3.80	1
	등백나무	4.52	4.52	1
	때죽나무	1,397.08	73.53	19
	벗나무	212.91	35.49	6
	비목나무	23.00	11.50	2
	사스레피나무	2,082.26	43.38	48
	쇠물푸레나무	83.34	11.91	7
	줄참나무	392.53	43.61	9
	팔손이	21.08	7.03	3
	팔배나무	48.65	24.33	2
	후박나무	54.79	5.48	10
	소 계	4,862.18	34.00	143
합 계	25,576.37	113.67	225	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 1에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 47~52년생으로 확인되었음

표 31. 조사구 1의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	12.0	32.6	47	3.4
	15.0	28.6	52	2.7

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 53.2%의 수목은 전반적으로 생육상태가 아주 좋은 상태로 확인되었으나 생육이 부진한 약함과 아주 약함이 27.8%로 생육이 불량한 개체 또한 많이 확인되고 있음. 아교목층의 경우 76.2%의 수목이 생육상태가 양호한 것으로 확인되었음

표 32. 조사구 1의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교 목 층	곰솔	42 (53.2%)	15 (19.0%)	17 (21.5%)	5 (6.3%)	79 (100.0%)
	졸참나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	쉬나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	45 (54.9%)	15 (18.3%)	17 (20.7%)	5 (6.1%)	82 (100.0%)
아 교 목 층	개웃나무	2 (50.0%)	1 (25.0%)	1 (25.0%)	-	4 (100.0%)
	광나무	16 (88.9%)	2 (11.1%)	-	-	18 (100.0%)
	구골나무	11 (91.7%)	-	1 (8.3%)	-	12 (100.0%)
	굴피나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	짱짱나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	동백나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	때죽나무	12 (63.2%)	4 (21.1%)	2 (10.5%)	1 (5.3%)	19 (100.0%)
	벗나무	6 (100.0%)	-	-	-	6 (100.0%)
	비목나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	사스레피나무	36 (75.0%)	11 (22.9%)	-	1 (2.1%)	48 (100.0%)
	쇠물푸레나무	5 (71.4%)	2 (28.6%)	-	-	7 (100.0%)
	졸참나무	7 (77.8%)	-	2 (22.2%)	-	9 (100.0%)
	팔손이	1 (33.3%)	-	2 (66.7%)	-	3 (100.0%)
	팔배나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	후박나무	8 (80.0%)	2 (20.0%)	-	-	10 (100.0%)
	소 계	109 (76.2%)	23 (16.1%)	9 (6.3%)	2 (1.4%)	143 (100.0%)
합 계	154 (68.4%)	38 (16.9%)	26 (11.6%)	7 (3.1%)	225 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 확산이 예상되는 종은 광나무, 사스레피나무, 생달나무, 참식나무, 후박나무 등의 상록 활엽수와 때죽나무, 벗나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수 그 외 지표면을 피복하고 있는 송악, 자금우가 있음
- 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종은 개웃나무, 구골나무, 짱짱나무, 쇠물푸레나무, 쉬나무, 청미래덩굴, 팔배나무로 다양한 층위구조에서 현재의 상태가 유지될 것으로 보임
- 천이계열 및 밀도나 빈도 등을 고려하여 축소가 예상되는 종은 곰솔, 굴피나무, 동백나무, 비목나무가 확인되었음
- 그 외 개머루, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 돈나무, 보리밥나무, 황칠나무 등은 밀도와 빈도가 아주 낮은 상태로 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 전체적으로 교목층의 우점종인 곰솔의 세력이 축소되면서 기후 특성이 반영된 상록활엽수의 확산이 예상되고 있음. 그러나 동백나무, 돈나무, 황칠나무, 보리밥나무와 같이 기후대를 고려한 상록활엽수는 현 조사구 내에서의 밀도와 빈도만이 고려되어 축소 예상이나 위기 상황 종으로 분류되었으나 전체적인 주변 상황을 고려한다면 확산이 예상되는 종으로 볼 수 있을 것으로 판단됨

표 33. 조사구 1의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개머루	-	-	-	-	0.47	8	위기 상황
개울나무	-	-	2.23	4	4.37	64	현행 유지
곰솔	96.42	79	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	9.72	18	21.24	112	확산 예상
구골나무	-	-	5.12	12	8.07	56	현행 유지
굴피나무	-	-	0.69	1	-	-	축소 예상
괭괭나무	-	-	0.39	1	0.83	8	현행 유지
노린재나무	-	-	-	-	0.27	4	위기 상황
담쟁이덩굴	-	-	-	-	0.47	8	위기 상황
돈나무	-	-	-	-	0.24	4	위기 상황
동백나무	-	-	0.39	1	-	-	축소 예상
때죽나무	-	-	21.01	19	-	-	확산 예상
말오줌때	-	-	-	-	0.66	8	위기 상황
벗나무	-	-	4.29	6	0.32	4	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	0.24	4	위기 상황
비목나무	-	-	0.93	2	0.40	4	축소 예상
사스레피나무	-	-	38.20	48	0.47	8	확산 예상
사철나무	-	-	-	-	0.90	8	위기 상황
생달나무	-	-	-	-	1.24	16	확산 예상
송악	-	-	-	-	22.53	236	확산 예상
쇠물푸레나무	-	-	3.30	7	-	-	현행 유지
쉬나무	0.90	1	-	-	-	-	현행 유지
자금우	-	-	-	-	1.42	24	확산 예상
줄참나무	2.68	2	7.18	9	-	-	확산 예상
참식나무	-	-	-	-	2.80	20	확산 예상
청미래덩굴	-	-	-	-	2.51	40	현행 유지
팔손이	-	-	1.26	2	5.64	48	확산 예상
팔배나무	-	-	1.20	2	-	-	현행 유지
황칠나무	-	-	-	-	0.25	4	위기 상황
후박나무	-	-	4.06	10	24.69	200	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 전체 피도는 10%로 초본층의 피도가 낮게 나타나며, 이는 상층부의 피도가 높아 초본층에서의 피복율이 낮은 것으로 보임, 출현 종수는 12종으로 확인되며 이중 자금우가 우점도 2로 가장 높게 나타남

표 34. 조사구 1의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
자금우	2		송악	+	
광나무	1		쇠물푸레나무	+	
팔손이	1		청미래덩굴	+	
후박나무	1		담쟁이덩굴	r	단일 출현
개울나무	+	단일 출현	벗나무	r	
구골나무	+		전체 피도: 10%, 종수: 12종		
생달나무	+				

나. 조사구 2

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 2의 식생구조 분석 결과, 교목층에서는 곰솔(I.P. 100.00%)만이 확인되었으며, 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 67.97%)가 우점하는 가운데 때죽나무(I.P. 22.43%)가 뒤를 이어 높게 확인되고 있음. 관목층은 송악(I.P. 43.16%)과 팔손이(I.P. 25.39%)가 높은 비율로 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곰솔(M.I.P. 50.00%)과 아교목층의 우점종인 사스레피나무(M.I.P. 22.78%)가 높게 확인되었음
- 교목층에서는 내염성이 강한 곰솔이 우점하고 있으며 아교목층에서는 곰솔의 친화종으로 알려진 사스레피나무(이상철 등, 2020)가 우점하고 있어 곰솔군락이 일정기간 유지될 것으로 보이나 조사구 주변의 소나무재선충병과 같은 환경변화와 교목층에서만 곰솔이 출현하고 있는 점 등을 고려할 필요가 있어 보임
- 또한, 후박나무, 참식나무 등과 같은 난온대 상록활엽수의 대표수종(박석곤 등, 2021)이 관목층에서 출현을 시작하고 있어 환경변화에 따라 천이진행 속도가 달라질 수 있을 것으로 판단됨

표 35. 조사구 2의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곰솔		100.00	-	-	50.00	구골나무		-	-	2.90	0.48
사스레피나무		-	67.97	0.72	22.78	참식나무		-	-	2.18	0.36
때죽나무		-	22.43	-	7.48	줄참나무		-	0.90	-	0.30
송악		-	-	43.16	7.19	청미래덩굴		-	-	1.22	0.20
팔손이		-	1.47	25.39	4.72	개울나무		-	-	0.69	0.12
광나무		-	7.22	3.21	2.94	으름덩굴		-	-	0.62	0.10
후박나무		-	-	9.59	1.60	소태나무		-	-	0.39	0.07
비목나무		-	-	6.25	1.04	작살나무		-	-	0.38	0.06
천선과나무		-	-	2.98	0.50	보리밥나무		-	-	0.31	0.05

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 15.6m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.7m로 확인되고 있음

표 36. 조사구 2의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	15.6	12.0	25.0
	평 균	15.6	12.0	25.0
아교목층	광나무	2.8	2.0	7.0
	때죽나무	8.1	7.0	8.5
	사스레피나무	4.7	2.0	8.5
	졸참나무	7.5	7.5	7.5
	팔손이	2.1	2.0	2.5
	평 균	4.7	2.0	8.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 2에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 12cm 이상~47cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며, 중경목과 대경목 구간에서 집중적으로 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음. 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 17cm 미만의 소경목 구간에서만 개체가 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음

표 37. 조사구 2의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	1	6	3	5	5	5	2	-	-
사스레피나무	8	4	113	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	-	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-
송악	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔손이	140	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	28	4	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
천선과나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구골나무	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개울나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
으름덩굴	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소태나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
작살나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 20,219.33cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 748.86cm²로 확인되었으며, 아교목층의 흉고단면적은 3,901.43cm²이며 평균흉고단면적은 25.17cm²로 확인되고 있음

표 38. 조사구 2의 흉고단면적 분석

(조사구 면적: 400m²)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	곰솔	20,219.33	748.86	27
	소 계	20,219.33	748.86	27
아교목층	광나무	186.14	12.41	15
	때죽나무	1,498.61	149.86	10
	사스레피나무	2157.38	17.26	125
	줄참나무	45.34	45.34	1
	팔손이	13.96	3.49	4
	소 계	3,901.43	25.17	155
합 계		24,120.76	132.53	182

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 2에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 50~59년생으로 확인되었음

표 39. 조사구 2의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	15.5	38.5	59	2.8
	15.0	46.1	50	4.4

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층의 출현종인 곰솔의 경우 92.6%의 수목이 양호한 상태로 확인되었음
- 아교목층은 69.7%가 양호, 21.9%가 보통, 7.7%가 약함으로 확인되었는데 수종별로 보면 사스레피나무의 생육상태가 생육이 약한 개체가 일부 발견되는 보통의 상태가 높게 확인되었음

표 40. 조사구 2의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	곰솔	25 (92.6%)	2 (7.4%)	-	-	27 (100.0%)
	소 계	25 (92.6%)	2 (7.4%)	-	-	27 (100.0%)
아교목층	광나무	12 (80.0%)	1 (6.7%)	2 (13.3%)	-	15 (100.0%)
	때죽나무	10 (100.0%)	-	-	-	10 (100.0%)
	사스레피나무	83 (66.4%)	32 (25.6%)	10 (8.0%)	-	125 (100.0%)
	졸참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	팔손이	2 (50.0%)	1 (25.0%)	-	1 (25.0%)	4 (100.0%)
	소 계	108 (69.7%)	34 (21.9%)	12 (7.7%)	1 (0.6%)	155 (100.0%)
	합 계	133 (73.1%)	36 (19.8%)	12 (6.6%)	1 (0.5%)	182 (100.0%)

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 앞으로 세력을 키워 나가며 확산이 예상되는 종은 광나무, 구골나무, 때죽나무, 비목나무, 사스레피나무, 송악, 참식나무, 청미래덩굴, 팔손이, 후박나무로 다양한 상록활엽수 종이 확산될 것으로 보임
- 현재의 상태가 일정기간 유지될 것으로 보이는 종은 곰솔로 현재 아교목층에서 교목층의 대체할 종은 졸참나무가 있으나 졸참나무의 밀도와 빈도가 낮아 곰솔이 현재 상태를 유지할 것으로 판단됨
- 현재 조사구 내에서 밀도와 빈도가 낮아 축소가 예상되는 종은 졸참나무로 졸참나무는 아교목층에서 출현을 시작하였으나 상황에 따라 변화가 예상되고 있음
- 개울나무, 보리밥나무, 소태나무, 으름덩굴, 작살나무, 천선과나무는 관목층에서만 나타나며 밀도와 빈도도 낮아 위기 상황으로 파악되었음
- 전체적으로 교목층에서는 곰솔만이 우점하고 있어 곰솔이 우점하는 현재의 상태가 일정기간 유지될 것으로 보이나 다양한 상록활엽수의 확산이 예상되고 있어 상록활엽수의 변화 등을 고려한 변화를 살펴볼 필요가 있을 것으로 판단됨

표 41. 조사구 2의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개웃나무	-	-	-	-	0.69	8	위기 상황
곰솔	100.00	27	-	-	-	-	현행 유지
광나무	-	-	7.22	15	3.21	28	확산 예상
구골나무	-	-	-	-	2.90	20	확산 예상
때죽나무	-	-	22.43	10	-	-	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	0.31	4	위기 상황
비목나무	-	-	-	-	6.25	60	확산 예상
사스레피나무	-	-	67.97	125	0.72	8	확산 예상
소태나무	-	-	-	-	0.39	4	위기 상황
송악	-	-	-	-	43.16	300	확산 예상
으름덩굴	-	-	-	-	0.62	8	위기 상황
작살나무	-	-	-	-	0.38	4	위기 상황
졸참나무	-	-	0.90	1	-	-	축소 예상
참식나무	-	-	-	-	2.18	16	확산 예상
천선과나무	-	-	-	-	2.98	4	위기 상황
청미래덩굴	-	-	-	-	1.22	16	확산 예상
팔손이	-	-	1.47	4	25.39	140	확산 예상
후박나무	-	-	-	-	9.59	76	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 전체 피도는 10%로 초본층의 피도가 낮게 나타나며, 출현 종수는 6종으로 확인되 피도와 종수 모두 낮게 나타나고 있음, 송악이 우점도 2로 가장 높게 나타나며, 참식나무, 팔손이 1 순으로 나타남

표 42. 조사구 2의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
송악	2		보리밥나무	r	
참식나무	1		식나무	r	단일 출현
팔손이	1		전체 피도: 10%, 종수: 6종		
흥지네고사리	+				

다. 조사구 3

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 3의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 곶솔(I.P. 58.79%)과 졸참나무(I.P. 26.54%)가 높은 상대우점치를 보이고 있었으며, 아교목층에서는 상록활엽수인 사스레피나무(I.P. 38.30%)와 함께 팔배나무(I.P. 16.82%), 때죽나무(I.P. 9.69%), 개웃나무(I.P. 6.25%), 졸참나무(I.P. 6.05%) 등의 다양한 낙엽활엽수가 뒤를 이어 확인되었음. 관목층에서는 덩굴성 식물인 마삭줄(I.P. 42.78%)이 가장 높은 비율로 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 곶솔(M.I.P. 29.40%), 졸참나무(M.I.P. 15.29%), 사스레피나무(M.I.P. 13.05%) 등이 높게 확인되었음
- 교목층에서 곶솔이 도태되면서 경쟁관계인 졸참나무가 우세해지고 있으며, 그 외 개서어나무, 팔배나무, 상수리나무, 굴참나무 등의 낙엽활엽수도 출현하고 있어 곶솔의 세력이 감소하면서 낙엽활엽수혼효군락으로의 천이가 진행 중에 있는 군락으로 판단됨
- 이러한 곶솔-졸참나무군락은 부산 해안림 곶솔군락에서 곶솔과 졸참나무가 활발한 경쟁 관계에 있음을 보여주는 이를 통해 향후 졸참나무의 세력이 지속적으로 증가할 것으로 판단하고 있는 기존 연구(신해선 등, 2019)와도 유사한 결과를 보이고 있음

표 43. 조사구 3의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔		58.79	-	-	29.40	구골나무		-	2.33	0.25	0.82
졸참나무		26.54	6.05	-	15.29	벗나무		-	2.07	0.74	0.81
사스레피나무		-	38.30	1.70	13.05	소사나무		-	2.35	-	0.78
마삭줄		-	-	42.78	7.13	비목나무		-	0.56	1.67	0.47
팔배나무		2.87	16.82	-	7.04	보리밥나무		-	-	2.51	0.42
개웃나무		-	6.25	15.02	4.59	참식나무		-	0.80	0.66	0.38
때죽나무		-	9.69	-	3.23	송악		-	-	2.06	0.34
개서어나무		4.56	-	-	2.28	광광나무		-	0.66	0.41	0.29
쪽동백나무		-	4.40	4.75	2.26	청미래덩굴		-	-	1.48	0.25
상수리나무		4.41	-	-	2.21	밤나무		-	0.64	-	0.21
덜꿩나무		-	2.91	4.79	1.77	식나무		-	0.61	-	0.20
자금우		-	-	9.72	1.62	조록싸리		-	0.55	-	0.18
굴참나무		2.83	-	-	1.42	참회나무		-	-	0.55	0.09
광나무		-	3.37	1.46	1.37	작살나무		-	-	0.52	0.09
팔손이		-	-	6.69	1.12	돈나무		-	-	0.41	0.07
후박나무		-	1.66	1.60	0.82	개머루		-	-	0.21	0.04

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 13.7m로 확인되었으며, 아교목층의 평균 수고는 4.1m로 확인되고 있음

표 44. 조사구 3의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	개서어나무	17.0	17.0	17.0
	곰솔	14.1	12.0	15.0
	굴참나무	12.0	12.0	12.0
	상수리나무	11.0	11.0	11.0
	졸참나무	13.0	11.0	16.5
	팔배나무	10.5	10.5	10.5
	평 균	13.7	10.5	17.0
아교목층	개웃나무	3.1	2.0	4.5
	광나무	3.8	2.0	4.5
	구골나무	5.3	2.0	6.5
	광광나무	2.0	2.0	2.0
	덜꿩나무	2.8	2.0	3.0
	때죽나무	6.5	2.5	8.5
	밤나무	4.0	4.0	4.0
	벗나무	3.2	2.0	4.0
	비목나무	2.0	2.0	2.0
	사스레피나무	3.6	2.0	6.0
	소사나무	7.5	2.5	7.5
	식나무	2.0	2.0	2.0
	조록싸리	2.5	2.5	2.5
	졸참나무	5.0	2.5	8.0
	쪽동백나무	8.3	8.0	8.5
	참식나무	4.0	4.0	4.0
	팔배나무	7.0	6.0	8.0
	후박나무	2.0	2.0	2.0
평 균	4.1	2.0	8.5	

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 3에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층에서 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 7cm 이상 ~42cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며, 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 22cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며 소경목 구간에서의 출현 개체수가 많았음

표 45. 조사구 3의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	1	1	1	5	1	3	1	-	-	-
졸참나무	-	-	1	2	3	1	2	-	-	-	1	-	-
사스레피나무	8	3	23	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-
마삭줄	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	2	3	3	-	1	-	-	-	-	-	-
개울나무	160	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개서어나무	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
쪽동백나무	68	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
상수리나무	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
덜꿩나무	48	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	184	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴참나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	8	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔손이	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구골나무	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	12	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
괭괭나무	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
밤나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
식나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조록싸리	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참회나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
작살나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돈나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개머루	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 12,126.77cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 527.25cm²로 확인되었으며, 야교목층의 흉고단면적은 3,850.45cm²이며 평균흉고단면적은 41.40cm²로 확인되고 있음

표 46. 조사구 3의 흉고단면적 분석

(조사구 면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	개서어나무	578.64	578.64	1
	곰솔	7,403.21	569.48	13
	굴참나무	158.29	158.29	1
	상수리나무	542.98	542.98	1
	졸참나무	3,274.02	545.67	6
	팔배나무	169.63	169.63	1
	소 계	12,126.77	527.25	23
아교목층	개울나무	66.98	6.70	10
	광나무	93.67	23.42	4
	구골나무	13.53	3.38	4
	괭괭나무	9.62	9.62	1
	덜꿩나무	16.91	3.38	5
	때죽나무	456.56	65.22	7
	밤나무	7.54	7.54	1
	벗나무	35.11	11.70	3
	비목나무	1.77	1.77	1
	사스레피나무	1,500.63	42.88	35
	소사나무	97.78	48.89	2
	식나무	5.94	5.94	1
	조록싸리	0.79	0.79	1
	졸참나무	299.79	74.95	4
	쪽동백나무	255.73	127.87	2
	참식나무	20.42	20.42	1
	팔배나무	963.83	120.48	8
	후박나무	3.85	1.28	3
	소 계	3,850.45	41.40	93
합 계	15,977.22	137.73	116	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 3에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 52년생, 졸참나무는 62년생으로 확인되었음

표 47. 조사구 3의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	14.0	33.9	52	3.1
졸참나무	15.0	26.7	62	1.9

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 46.2%는 생육상태가 아주 좋은 양호 상태로 확인되었으나 53.8%는 생육이 보통인 상태로 확인되었음. 아교목층은 72.0%의 수목이 생육상태가 양호한 것으로 확인되었음

표 48. 조사구 3의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교 목 층	개서어나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	곰솔	6 (46.2%)	7 (53.8%)	-	-	13 (100.0%)
	굴참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	상수리나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	5 (83.3%)	1 (16.7%)	-	-	6 (100.0%)
	팔배나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	15 (65.2%)	8 (34.8%)	-	-	23 (100.0%)
아 교 목 층	개울나무	6 (60.0%)	3 (30.0%)	1 (10.0%)	-	10 (100.0%)
	광나무	2 (50.0%)	2 (50.0%)	-	-	4 (100.0%)
	구골나무	3 (75.0%)	1 (25.0%)	-	-	4 (100.0%)
	팥팥나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	덜꿩나무	4 (80.0%)	1 (20.0%)	-	-	5 (100.0%)
	때죽나무	6 (85.7%)	1 (14.3%)	-	-	7 (100.0%)
	밤나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	벗나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	비목나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	사스레피나무	25 (71.4%)	8 (22.9%)	1 (2.9%)	1 (2.9%)	35 (100.0%)
	소사나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	식나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	조록싸리	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	3 (75.0%)	1 (25.0%)	-	-	4 (100.0%)
	쪽동백나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	참식나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	팔배나무	7 (87.5%)	1 (12.5%)	-	-	8 (100.0%)
	후박나무	2 (66.7%)	-	1 (33.3%)	-	3 (100.0%)
	소 계	67 (72.0%)	22 (23.7%)	3 (3.2%)	1 (1.1%)	93 (100.0%)
합 계	82 (70.7%)	30 (25.9%)	3 (2.6%)	1 (0.9%)	116 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 밀도와 빈도 등을 고려하여 개울나무, 광나무, 구골나무, 팥팥나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 벗나무, 보리밥나무, 비목나무, 사스레피나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 쪽동백나무, 참식나무, 청미래덩굴, 팔손이, 팔배나무, 후박나무는 확산이 예상되는 종으로 판단됨. 이 중 졸참나무는 교목층의 곰솔과 천이경쟁 중에 있는 것으로 보이며 상록활엽수 중 교목성상의 참식나무와 후박나무의 확산이 예상되고 있어 추후 변화를 관찰할 필요가 있음
- 현행 유지가 예상되는 종은 개서어나무, 굴참나무, 상수리나무, 소사나무로 교목층·아교목층에서의 밀도와 빈도는 낮은 상태이나 천이계열상 교목층의 우점종인 곰솔 다음에 출현하는 종으로 현재의 상태가 일정기간 유지된 후 세력을 확산할 것으로 보임. 그 외 청미래덩굴도 현재의 상태가 유지될 것으로 예상됨

- 세력의 축소가 예상되는 종은 곰솔, 개머루, 밤나무, 식나무, 조록싸리로 곰솔의 경우 교목층에서만 출현하고 있으며 밀도와 빈도도 낮아지고 있어 천이에서 도태되고 있는 상태로 세력의 축소가 예상되며, 그 외 종은 출현 밀도와 빈도가 낮아 축소가 예상됨
- 돈나무, 작살나무, 참회나무는 관목층에서만 출현하고 있고 빈도와 밀도도 아주 낮은 상태로 위기 상황에 놓인 종으로 조사구 내에서 절멸할 가능성이 높아 보임
- 전체적으로 곰솔에서 졸참나무로의 천이가 진행 중에 있어 이에 따라 조사구의 변화가 예상되므로 추후 종들의 변화 상황을 관찰하는 것이 필요해 보임

표 49. 조사구 3의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개머루	-	-	-	-	0.21	4	축소 예상
개서어나무	4.56	1	-	-	-	-	현행 유지
개울나무	-	-	6.25	10	15.02	160	확산 예상
곰솔	58.79	13	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	3.37	4	1.46	8	확산 예상
구골나무	-	-	2.33	4	0.25	4	확산 예상
굴참나무	2.83	1	-	-	-	-	현행 유지
괭괭나무	-	-	0.66	1	0.41	8	확산 예상
덜꿩나무	-	-	2.91	5	4.79	48	확산 예상
돈나무	-	-	-	-	0.41	8	위기 상황
때죽나무	-	-	9.69	7	-	-	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	42.78	320	확산 예상
밤나무	-	-	0.64	1	-	-	축소 예상
벗나무	-	-	2.07	3	0.74	12	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	2.51	44	확산 예상
비목나무	-	-	0.56	1	1.67	20	확산 예상
사스레피나무	-	-	38.30	35	1.70	8	확산 예상
상수리나무	4.41	1	-	-	-	-	현행 유지
소사나무	-	-	2.35	2	-	-	현행 유지
송악	-	-	-	-	2.06	40	확산 예상
식나무	-	-	0.61	1	-	-	축소 예상
자금우	-	-	-	-	9.72	184	확산 예상
작살나무	-	-	-	-	0.52	4	위기 상황
조록싸리	-	-	0.55	1	-	-	축소 예상
졸참나무	26.54	6	6.05	4	-	-	확산 예상
쪽동백나무	-	-	4.40	2	4.75	68	확산 예상
참식나무	-	-	0.80	1	0.66	8	확산 예상
참회나무	-	-	-	-	0.55	8	위기 상황
청미래덩굴	-	-	-	-	1.48	28	확산 예상
팔손이	-	-	-	-	6.69	44	확산 예상
팔배나무	2.87	1	16.82	8	-	-	확산 예상
후박나무	-	-	1.66	3	1.60	12	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 전체 피도는 80%로 초본층의 피도가 높게 나타나며, 출현 종수는 18종으로 식물의 분포종 또한 다양하게 나타났음, 하지만 마삭줄이 우점도 5로 단일 우점을 나타내고 그 외 종들은 우점도 1이하로 마삭줄에 의한 영향을 받는 것으로 보임

표 50. 조사구 3의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	5		합다리나무	+	
가는잎족제비고사리	1		구골나무	r	
개울나무	1		돈나무	r	단일 출현
벗나무	1		비목나무	r	
쪽동백나무	1	단일 출현	일월비비추	r	
개머루	+		죽대	r	단일 출현
애기나리	+		줄사초	r	
참식나무	+		화살나무	r	단일출현
청미래덩굴	+		전체 피도: 80%, 종수: 18종		
팔손이	+				

라. 조사구 4

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 4의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 곰솔(I.P. 30.36%), 참식나무(I.P. 23.96%), 느티나무(I.P. 21.83%), 팽나무(I.P. 18.29%) 등 다양한 수종이 비슷한 세력을 형성하며 우점하고 있었으며, 아교목층에서는 상록활엽수인 동백나무(I.P. 39.71%)가 우점하는 가운데 참식나무(I.P. 18.78%)와 산뽕나무(I.P. 15.65%) 등이 뒤를 이어 확인되었음. 관목층은 덩굴성 식물인 마삭줄(I.P. 47.17%)이 높은 비율로 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 참식나무(M.I.P. 20.21%)와 곰솔(M.I.P. 15.18%), 아교목층의 우점종인 동백나무(M.I.P. 15.19%)가 높게 확인되었음
- 조사구 4의 경우, 다른 조사구에 비해 교목층에서 기후적 특성이 반영된 상록활엽수의 우점 비율이 가장 높은 조사구임
- 평균상대우점치를 기준으로 보면 참식나무가 우점하고 있는 비율이 높아 현재 참식나무가 우점하는 난온대 상록활엽수로의 천이가 진행 중인 군락으로 앞으로의 모니터링을 통해 참식나무 외에 후박나무, 생달나무 등의 상록활엽수의 변화를 관찰할 필요가 있는 군락이라 할 수 있음

표 51. 조사구 4의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
	교목층	아교목층	관목층			교목층	아교목층	관목층	
참식나무	23.96	18.78	11.80	20.21	천선과나무	-	-	2.98	0.50
동백나무	-	39.71	11.72	15.19	사스레피나무	-	0.95	-	0.32
곰솔	30.36	-	-	15.18	광나무	-	0.92	-	0.31
팽나무	18.29	6.79	-	11.41	윤노리나무	-	0.88	-	0.29
느티나무	21.83	-	-	10.92	보리밥나무	-	-	1.74	0.29
산뽕나무	5.57	15.65	-	8.00	금식나무	-	0.84	-	0.28
마삭줄	-	-	47.17	7.86	으름덩굴	-	-	1.57	0.26
사철나무	-	10.30	5.07	4.28	생달나무	-	-	1.07	0.18
팔손이	-	-	8.92	1.49	합다리나무	-	-	0.98	0.16
후박나무	-	3.60	-	1.20	멀꿀	-	-	0.58	0.10
송악	-	-	5.81	0.97	돈나무	-	-	0.58	0.10
팔배나무	-	1.59	-	0.53	-	-	-	-	-

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 12.9m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.4m로 확인되고 있음

표 52. 조사구 4의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	14.5	13.0	15.0
	느티나무	13.7	13.0	15.0
	산뽕나무	12.5	12.5	12.5
	참식나무	10.5	10.0	12.0
	팽나무	13.3	12.5	14.0
	평 균	12.9	10.0	15.0
아교목층	광나무	2.5	2.5	2.5
	금식나무	3.0	3.0	3.0
	동백나무	3.6	2.0	6.5
	사스레피나무	4.0	4.0	4.0
	사철나무	3.8	2.0	6.0
	산뽕나무	6.8	5.5	8.0
	윤노리나무	2.5	2.5	2.5
	참식나무	5.5	2.0	9.0
	팔배나무	7.5	7.5	7.5
	팽나무	6.7	6.0	8.0
	후박나무	6.3	4.0	8.5
	평 균	4.4	2.0	9.0

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 4에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종인 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 22cm 이상~42cm 미만의 중경목과 대경목 구간에서 확인되었음
- 평균상대우점치가 가장 높은 참식나무의 경우 흉고직경이 2cm 이상~42cm 미만의 구간에서 확인되었으며 소경목 구간에서의 출현 개체가 많이 확인되었음. 아교목층의 우점종인 동백나무는 흉고직경 17cm 미만의 소경목 구간에서 개체의 출현이 많았음

표 53. 조사구 4의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
참식나무	80	-	4	7	3	2	-	-	-	1	-	-	-
동백나무	56	2	24	2	4	-	1	-	-	-	-	-	-
곰솔	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-
팽나무	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	1	-	-
느티나무	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-
산뽕나무	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-
마삭줄	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사철나무	28	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
팔손이	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
천선과나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사스레피나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
윤노리나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
금식나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
으름덩굴	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합다리나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말골	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돈나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 10,406.05cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 743.29cm²로 확인되었으며, 아교목층의 흉고단면적은 4,987.90 cm²이며 평균흉고단면적은 75.57cm²로 확인되고 있음

표 54. 조사구 4의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	곰솔	3,345.47	836.37	4
	느티나무	2,313.07	771.02	3
	산뽕나무	415.27	415.27	1
	참식나무	2,012.03	503.01	4
	팽나무	2,320.21	1,160.11	2
	소 계	10,406.05	743.29	14
아교목층	광나무	15.9	15.90	1
	금식나무	8.39	8.39	1
	동백나무	1467	44.45	33
	사스레피나무	19.63	19.63	1
	사철나무	573.62	95.60	6
	산뽕나무	1,258.84	314.71	4
	윤노리나무	12.56	12.56	1
	참식나무	890.86	68.53	13
	팔배나무	83.28	83.28	1
	팽나무	450.48	150.16	3
	후박나무	207.34	103.67	2
	소 계	4,987.90	75.57	66
합 계	15,393.95	192.42	80	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 4에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 57년생, 참식나무는 32년생으로 확인되었음

표 55. 조사구 4의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/연)
곰솔	13.0	33.5	57	2.1
참식나무	10.0	21.3	32	3.4

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 곰솔은 양호한 상태는 확인되지 않았으며 75.0%는 생육이 보통 상태로 확인되었으며 25.0%는 불량한 상태로 확인되었음. 참식나무의 경우는 25.0%가 양호한 상태 75.0%가 보통의 상태로 높게 확인되었음. 아교목층은 59.1%가 양호, 34.8%가 보통 6.1%가 약함으로 확인되었음

표 56. 조사구 4의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	곰솔	-	3 (75.0%)	-	1 (25.0%)	4 (100.0%)
	느티나무	2 (66.7%)	1 (33.3%)	-	-	3 (100.0%)
	산뽕나무	-	-	-	1 (100.0%)	1 (100.0%)
	참식나무	1 (25.0%)	3 (75.0%)	-	-	4 (100.0%)
	팽나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	소 계	5 (35.7%)	7 (50.0%)	-	2 (14.3%)	14 (100.0%)
아교목층	광나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	금식나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	동백나무	20 (60.6%)	13 (39.4%)	-	-	33 (100.0%)
	사스레피나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	사철나무	3 (50.0%)	2 (33.3%)	1 (16.7%)	-	6 (100.0%)
	산뽕나무	3 (75.0%)	-	1 (25.0%)	-	4 (100.0%)
	윤노리나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	참식나무	7 (53.8%)	4 (30.8%)	2 (15.4%)	-	13 (100.0%)
	팔배나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	팽나무	1 (33.3%)	2 (66.7%)	-	-	3 (100.0%)
	후박나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	소 계	39 (59.1%)	23 (34.8%)	4 (6.1%)	-	66 (100.0%)
합 계	44 (55.0%)	30 (37.5%)	4 (5.0%)	2 (2.5%)	80 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 확산이 예상되는 종은 동백나무, 보리밥나무, 사철나무, 산뽕나무, 참식나무, 팔손이, 팽나무, 후박나무와 덩굴성 식물인 마삭줄, 송악, 으름덩굴이 확인되었음. 이 중 참식나무는 교목성이면서 교목층, 아교목층, 관목층 모든 층위에서 높은 밀도와 빈도를 나타내고 있어 추후 조사구의 변화를 예상하기에 중요한 종으로 보임
- 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종은 느티나무로 교목층에서의 출현 빈도와 밀도가 높은 편이나 아교목층과 관목층에서 출현하고 있지 않아 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종임
- 천이계열상 도태를 시작한 곰솔과 아교목층에서 1개의 개체만 출현하고 있는 광나무, 금식나무, 사스레피나무, 윤노리나무, 팔배나무는 조사구 내에서의 세력이 축소될 것으로 예상됨
- 돈나무, 멀꿀, 생달나무, 천선과나무, 합다리나무는 관목층에서만 출현하고 있고 밀도와 빈도가 아주 낮아 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 전체적으로 기후대의 특성이 반영된 참식나무의 세력이 확장되면서 참식나무군락으로의 천이가 예상되는 조사구로 판단됨

표 57. 조사구 4의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
곰솔	30.36	4	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	0.92	1	-	-	축소 예상
금식나무	-	-	0.84	1	-	-	축소 예상
느티나무	21.83	3	-	-	-	-	현행 유지
돈나무	-	-	-	-	0.58	4	위기 상황
동백나무	-	-	39.71	33	11.72	56	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	47.17	160	확산 예상
멀골	-	-	-	-	0.58	4	위기 상황
보리밥나무	-	-	-	-	1.74	12	확산 예상
사스레피나무	-	-	0.95	1	-	-	축소 예상
사철나무	-	-	10.30	6	5.07	28	확산 예상
산뽕나무	5.57	1	15.65	4	-	-	확산 예상
생달나무	-	-	-	-	1.07	8	위기 상황
송악	-	-	-	-	5.81	40	확산 예상
윤노리나무	-	-	0.88	1	-	-	축소 예상
으름덩굴	-	-	-	-	1.57	12	확산 예상
참식나무	23.96	4	18.78	13	11.80	80	확산 예상
천선과나무	-	-	-	-	2.98	8	위기 상황
팔손이	-	-	-	-	8.92	12	확산 예상
팔배나무	-	-	1.59	1	-	-	축소 예상
팽나무	18.29	2	6.79	3	-	-	확산 예상
합다리나무	-	-	-	-	0.98	4	위기 상황
후박나무	-	-	3.60	2	-	-	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 조사구 4의 경우, 바위가 많은 곳으로 초본층의 분포에 좋지 않은 장소이나 전체 피도는 60%로 초본층의 피도가 높은 편임. 출현 종수는 13종으로 확인되며 이중 마삭줄 우점도 4, 개울나무 3, 참식나무 2 순으로 나타남

표 58. 조사구 4의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	4		비늘고사리	+	단일 출현
개울나무	3	단일 출현	사철나무	+	
참식나무	2		생달나무	+	
넓은잎천남성	1	단일 출현	송악	+	
방기	1	단일 출현	으름덩굴	+	단일 출현
배풍등	1	단일 출현	큰천남성	r	
보리밥나무	+		전체 피도: 60%, 종수: 13종		

마. 조사구 5

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 5의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 87.27%)이 우점하였으며, 아교목층에서는 동백나무(I.P. 41.87%)가 높은 상대우점치를 보이고 있으며, 다양한 상록활엽수와 낙엽활엽수가 뒤를 이어 확인되었음. 관목층은 마삭줄(I.P. 32.30%), 동백나무(I.P.29.01%), 자금우(I.P.13.21%) 등이 높은 비율로 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곶솔(M.I.P. 43.64%)과 아교목층의 우점종인 동백나무(M.I.P. 18.79%) 등이 높게 확인되었음
- 교목층에서 곶솔이 우점하는 군락이나 굴참나무가 출현하는 것으로 보아 곶솔과 졸참나무 사이의 종간경쟁이 시작되고 있는 초기 단계로 판단되나, 아교목층과 관목층에서는 곶솔의 친화종으로 알려진 동백나무, 마삭줄, 송악, 광나무, 사스레피나무 등(이상철 등, 2020)이 함께 출현하고 있어 부산 해안림의 특성이 반영된 군락으로 볼 수 있음
- 하지만, 참식나무, 생달나무, 후박나무 등 난온대 상록활엽수의 대표수종(박석곤 등, 2021)도 아교목층과 관목층에서 출현을 시작하고 있어 모니터링을 통한 군락 변화를 관찰하는 것이 필요해 보임

표 59. 조사구 5의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치 (M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치 (M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔	87.27	-	-	43.64	사철나무	-	0.29	5.20	0.96		
동백나무	-	41.87	29.01	18.79	소사나무	-	2.70	-	0.90		
굴참나무	12.73	2.92	-	7.34	팽나무	-	1.63	-	0.54		
마삭줄	-	-	32.30	5.38	벚나무	-	1.18	-	0.39		
광나무	-	10.63	1.66	3.82	생달나무	-	1.14	-	0.38		
굴피나무	-	9.43	-	3.14	산뽕나무	-	1.05	-	0.35		
참식나무	-	6.18	4.15	2.75	졸참나무	-	0.98	-	0.33		
팔배나무	-	7.68	-	2.56	작살나무	-	0.63	-	0.21		
사스레피나무	-	7.52	-	2.51	보리밥나무	-	-	1.00	0.17		
자금우	-	-	13.21	2.20	후박나무	-	-	0.76	0.13		
느티나무	-	3.85	3.11	1.80	멀골	-	-	0.60	0.10		
송악	-	-	9.01	1.50	개울나무	-	0.31	-	0.10		

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 12.9m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 3.8m로 확인되고 있음

표 60. 조사구 5의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	13.0	11.0	15.0
	굴참나무	12.3	12.0	12.5
	평 균	12.9	11.0	15.0
아교목층	개울나무	2.0	2.0	2.0
	광나무	4.3	2.0	7.0
	굴참나무	6.5	6.5	6.5
	굴피나무	7.3	6.0	9.5
	느티나무	6.5	6.0	7.0
	동백나무	3.4	2.0	6.0
	벗나무	2.8	2.0	4.0
	사스레피나무	3.2	2.0	5.0
	사철나무	2.5	2.5	2.5
	산뽕나무	5.0	4.5	5.5
	생달나무	3.0	2.0	4.0
	소사나무	5.2	3.5	7.5
	작살나무	2.5	2.0	3.0
	출참나무	9.0	9.0	9.0
	참식나무	3.8	2.0	7.0
	팔배나무	4.8	3.0	9.0
	팽나무	6.5	5.0	8.0
	평 균	3.8	2.0	9.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 5에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 17cm 이상~52cm 미만의 중경목에서 대경목에 이르는 구간에서 확인되었음
- 아교목층의 우점종인 동백나무는 흉고직경 27cm 미만의 소경목과 중경목 구간에서 출현 개체수가 많았으며, 관목층에서는 자금우가 가장 많이 출현하였음

표 61. 조사구 5의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	-	4	4	2	3	2	1	1	-
동백나무	92	22	77	6	-	1	1	-	-	-	-	-	-
굴참나무	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-
마삭줄	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	4	-	8	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-
참식나무	20	1	10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	3	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
사스레피나무	-	-	7	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
자금우	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
느티나무	4	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
송악	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사철나무	16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팽나무	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산뽕나무	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
작살나무	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
멀골	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개울나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 15,456.33cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 813.49cm²로 확인되었음
- 아교목층의 흉고단면적은 8,761.65cm²이며 평균흉고단면적은 48.95cm²로 확인되고 있음

표 62. 조사구 5의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	곰솔	13,146.70	773.34	17
	굴참나무	2,309.63	1,154.82	2
	소 계	15,456.33	813.49	19
아교목층	개울나무	5.31	5.31	1
	광나무	1,030.8	60.64	17
	굴참나무	463.53	463.53	1
	굴피나무	1,408.18	281.64	5
	느티나무	576.29	288.15	2
	동백나무	2,099.73	19.62	107
	벗나무	60.87	20.29	3
	사스레피나무	877.63	97.51	9
	사철나무	1.77	1.77	1
	산뽕나무	87.06	43.53	2
	생달나무	52.36	17.45	3
	소사나무	227.41	45.48	5
	작살나무	12.54	6.27	2
	줄참나무	122.66	122.66	1
	참식나무	495.4	41.28	12
	팔배나무	1,051.32	175.22	6
	팽나무	188.79	94.40	2
소 계	8,761.65	48.95	179	
합 계	24,217.98	122.31	198	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 5에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 72~97년생으로 확인되었으며, 굴참나무는 71년생으로 확인되었음

표 63. 조사구 5의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	12.0	48.9	97	2.6
	14.0	43.5	72	1.4
굴참나무	12.0	26.3	71	1.8

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 58.8%의 수목은 전반적으로 생육상태가 아주 좋은 상태로 확인되었으나 생육상태가 보통과 부진한 약함이 41.2%로 확인되었음
- 아교목층의 경우 61.5%의 수목의 생육상태가 양호한 것으로 확인되었는데 수종별로 보면 동백나무의 생육상태가 생육이 약한 개체가 일부 발견되는 보통의 상태가 높게 확인되었음

표 64. 조사구 5의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	곰솔	10 (58.8%)	5 (29.4%)	2 (11.8%)	-	17 (100.0%)
	굴참나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	소 계	11 (57.9%)	6 (31.6%)	2 (10.5%)	-	19 (100.0%)
아교목층	개울나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	광나무	12 (70.6%)	5 (29.4%)	-	-	17 (100.0%)
	굴참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	굴피나무	3 (60.0%)	2 (40.0%)	-	-	5 (100.0%)
	느티나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	동백나무	66 (61.7%)	38 (35.5%)	3 (2.8%)	-	107 (100.0%)
	벗나무	2 (66.7%)	-	-	1 (33.3%)	3 (100.0%)
	사스레피나무	4 (44.4%)	3 (33.3%)	2 (22.2%)	-	9 (100.0%)
	사철나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	산뽕나무	-	2 (100.0%)	-	-	2 (100.0%)
	생달나무	2 (66.7%)	1 (33.3%)	-	-	3 (100.0%)
	소사나무	2 (40.0%)	3 (60.0%)	-	-	5 (100.0%)
	작살나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	줄참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	참식나무	7 (58.3%)	5 (41.7%)	-	-	12 (100.0%)
	팔배나무	4 (66.7%)	1 (16.7%)	-	1 (16.7%)	6 (100.0%)
	팽나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	소 계	110 (61.5%)	61 (34.1%)	6 (3.4%)	2 (1.1%)	179 (100.0%)
합 계	121 (61.1%)	67 (33.8%)	8 (4.0%)	2 (1.0%)	198 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 굴참나무, 동백나무, 광나무, 굴피나무, 사스레피나무 등 대부분의 종이 2개 이상의 층위에서 출현하거나 하나의 층위에서 출현하더라도 밀도와 빈도가 높아 조사구 내 대부분의 종이 확산이 예상되고 있음. 이는 다양한 수종이 경쟁관계에 있어 나타난 결과로 보임
- 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종은 벗나무, 산뽕나무, 생달나무, 팽나무로 판단됨
- 곰솔은 교목층에서 밀도와 빈도가 가장 높게 나타나고 있으나 천이계열상 곰솔 다음에 출현하는 굴참나무가 교목층에서 확인되면서 축소가 예상되고 있으며, 그 외 개울나무, 줄참나무도 축소가 예상되는 종임
- 멀꿀, 보리밥나무, 후박나무는 밀도와 빈도가 낮아 조사구 내에서 위협 받고 있는 종으로 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 현재 다양한 수종이 경쟁관계를 형성하고 있어 확산이 예상되는 종이 많이 확인되고 있어 천이가 진행됨에 따라 종의 추세 변화를 판단하는 것이 필요해 보임

표 65. 조사구 5의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개웃나무	-	-	0.31	1	-	-	축소 예상
곰솔	87.27	17	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	10.63	17	1.66	4	확산 예상
굴참나무	12.73	2	2.92	1	-	-	확산 예상
굴피나무	-	-	9.43	5	-	-	확산 예상
느티나무	-	-	3.85	2	3.11	4	확산 예상
동백나무	-	-	41.87	107	29.01	92	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	32.30	100	확산 예상
멸꿀	-	-	-	-	0.60	4	위기 상황
벗나무	-	-	1.18	3	-	-	현행 유지
보리밥나무	-	-	-	-	1.00	8	위기 상황
사스레피나무	-	-	7.52	9	-	-	확산 예상
사철나무	-	-	0.29	1	5.20	16	확산 예상
산뽕나무	-	-	1.05	2	-	-	현행 유지
생달나무	-	-	1.14	3	-	-	현행 유지
소사나무	-	-	2.70	5	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	9.01	72	확산 예상
자금우	-	-	-	-	13.21	104	확산 예상
작살나무	-	-	0.63	2	-	-	확산 예상
줄참나무	-	-	0.98	1	-	-	축소 예상
참식나무	-	-	6.18	12	4.15	20	확산 예상
팔배나무	-	-	7.68	6	-	-	확산 예상
팽나무	-	-	1.63	2	-	-	현행 유지
후박나무	-	-	-	-	0.76	4	위기 상황

(8) 초본층 우점도 군도

- 조사구 5의 전체 피도는 60%로 건조한 사면부위임에도 초본층의 피도가 높은편으로 나타나며, 출현 종수는 6종으로 적은수가 확인됨, 이중 마삭줄이 우점도 4로 초본층에서 최대우점종으로 나타남

표 66. 조사구 5의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	4		사철나무	+	
자금우	1		송악	+	
참식나무	1		전체 피도: 60%, 종수: 6종		
동백나무	+	단일 출현			

바. 조사구 6

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 6의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곰솔(I.P. 67.50%)이 우점하는 가운데 졸참나무(I.P. 9.48%), 개서어나무(I.P. 7.62%) 등 다양한 낙엽활엽수들이 출현하고 있음
- 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 32.90%)가 높은 상대우점치를 보이는 가운데 참식나무(I.P. 17.64%), 때죽나무(I.P. 11.56%)가 뒤를 이어 높게 확인되고 있음
- 관목층은 자금우(I.P. 40.99%)와 마삭줄(I.P. 27.62%)이 높게 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곰솔(M.I.P. 33.75%)과 아교목층의 우점종인 사스레피나무(M.I.P. 10.97%)가 높게 확인되었음
- 곰솔과 졸참나무, 개서어나무가 경쟁하는 군집으로 현재 곰솔이 도태되고 있는 상태이며, 조사구 내에서 소나무재선충병의 피해 흔적이 확인되고 있어 곰솔의 도태 및 고사 속도가 더 빨라 질 수 있으므로 곰솔의 도태 및 고사에 대한 꾸준한 모니터링이 필요해 보이는 군락임

표 67. 조사구 6의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곰솔		67.50	-	-	33.75	굴피나무		2.85	-	-	1.43
사스레피나무		-	32.90	-	10.97	송악		-	-	4.88	0.81
참식나무		-	17.64	10.22	7.58	참개암나무		-	-	4.12	0.69
자금우		-	-	40.99	6.83	돈나무		-	1.39	-	0.46
개서어나무		7.62	3.49	-	4.97	덜꿩나무		-	-	2.45	0.41
졸참나무		9.48	-	-	4.74	후박나무		-	-	2.42	0.40
마삭줄		-	-	27.62	4.60	벚나무		-	-	1.64	0.27
때죽나무		-	11.56	2.30	4.24	화살나무		-	0.72	-	0.24
팔배나무		3.12	7.66	-	4.11	천선과나무		-	0.71	-	0.24
광나무		-	9.44	0.32	3.20	비목나무		-	-	1.29	0.22
소사나무		-	8.45	-	2.82	칭미래덩굴		-	-	0.84	0.14
합다리나무		3.19	3.11	-	2.63	보리밥나무		-	-	0.39	0.07
느티나무		3.18	2.92	0.19	2.60	생달나무		-	-	0.32	0.05
이팝나무		3.07	-	-	1.54	-		-	-	-	-

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 14.0m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.4m로 확인되고 있음

표 68. 조사구 6의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	개서어나무	12.2	12.0	12.5
	곰솔	15.2	12.0	18.5
	굴피나무	11.5	11.5	11.5
	느티나무	15.0	15.0	15.0
	이팝나무	12.0	12.0	12.0
	졸참나무	13.3	11.5	16.0
	팔배나무	11.5	11.5	11.5
	합다리나무	12.0	12.0	12.0
	평 균	14.0	11.5	18.5
아교목층	개서어나무	3.4	2.0	6.0
	광나무	3.4	2.0	5.0
	느티나무	8.0	8.0	8.0
	돈나무	2.5	2.0	3.0
	때죽나무	5.6	2.0	10.5
	사스레피나무	4.1	2.0	6.0
	소사나무	5.3	3.0	7.5
	참식나무	4.1	2.0	6.5
	천선과나무	2.0	2.0	2.0
	팔배나무	9.3	8.5	10.0
	합다리나무	8.5	8.5	8.5
	화살나무	6.5	6.5	6.5
	평 균	4.4	2.0	10.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 6에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과는 다음과 같음
- 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 12cm 이상~52cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며
- 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 12cm 미만의 소경목 구간에서만 개체가 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음

표 69. 조사구 6의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	1	-	1	3	2	1	2	2	1
사스레피나무	-	1	24	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	28	1	10	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개서어나무	-	-	4	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
마삭줄	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	8	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-
광나무	4	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
합다리나무	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
느티나무	4	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
이팝나무	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
송악	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참개암나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돈나무	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
덜꿩나무	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
화살나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
천선과나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 18,270.95cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 761.29cm²로 확인되었음
- 아교목층의 흉고단면적은 3,647.45cm²이며 평균흉고단면적은 47.99cm²로 확인되고 있음

표 70. 조사구 6의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	개서어나무	498.73	166.24	3
	곰솔	14,767.97	1,136.00	13
	굴피나무	280.41	280.41	1
	느티나무	400.95	400.95	1
	이팝나무	359.5	359.50	1
	줄참나무	1,178.95	392.98	3
	팔배나무	379.94	379.94	1
	합다리나무	404.50	404.50	1
	소 계	18,270.95	761.29	24
아교목층	개서어나무	62.49	15.62	4
	광나무	256.68	28.52	9
	느티나무	165.05	165.05	1
	돈나무	5.20	2.60	2
	때죽나무	603.11	120.62	5
	사스레피나무	912.70	29.44	31
	소사나무	424.74	106.19	4
	참식나무	566.90	37.79	15
	천선과나무	4.15	4.15	1
	팔배나무	462.53	231.27	2
	합다리나무	178.99	178.99	1
	화살나무	4.91	4.91	1
소 계	3,647.45	47.99	76	
합 계	21,918.40	219.18	100	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 6에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 93년생, 합다리나무는 50년생으로 확인되었음

표 71. 조사구 6의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	18.0	53.4	93	4.7
합다리나무	12.0	22.7	50	3.0

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 38.5%가 양호하며 15.4%가 보통, 46.2%가 생육이 부진한 약함으로 확인되었음. 아교목층의 경우 85.5%가 양호, 11.8%가 보통, 2.6%가 약함으로 확인되었음

표 72. 조사구 6의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교 목 층	개서어나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	곰솔	5 (38.5%)	2 (15.4%)	6 (46.2%)	-	13 (100.0%)
	굴피나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	느티나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	이팝나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	팔배나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	합다리나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	15 (62.5%)	2 (8.3%)	7 (29.2%)	-	24 (100.0%)
아 교 목 층	개서어나무	4 (100.0%)	-	-	-	4 (100.0%)
	광나무	8 (88.9%)	1 (11.1%)	-	-	9 (100.0%)
	느티나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	돈나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	때죽나무	5 (100.0%)	-	-	-	5 (100.0%)
	사스레피나무	31 (100.0%)	-	-	-	31 (100.0%)
	소사나무	3 (60.0%)	2 (40.0%)	-	-	5 (100.0%)
	참식나무	9 (64.3%)	4 (28.6%)	1 (7.1%)	-	14 (100.0%)
	천선과나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	팔배나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	합다리나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	화살나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	65 (85.5%)	9 (11.8%)	2 (2.6%)	-	76 (100.0%)
합 계	80 (80.0%)	11 (11.0%)	9 (9.0%)	-	100 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 개서어나무, 느티나무, 팔배나무, 합다리나무 등 다양한 교목성상의 수종과 광나무, 때죽나무, 사스레피나무, 소사나무, 참식나무 등 아교목층에서의 밀도와 빈도가 높은 종, 털팽나무, 마삭줄, 비목나무, 송악, 자금우, 후박나무와 같이 관목층에서의 밀도와 빈도가 높은 종들이 확산이 예상되는 종으로 확인되었음
- 굴피나무, 이팝나무, 졸참나무, 돈나무는 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종임
- 천이계열 및 밀도나 빈도를 고려하여 축소가 예상되는 종은 곰솔, 천선과나무, 화살나무가 확인되었음
- 벚나무, 보리밥나무, 생달나무, 참개암나무, 청미래덩굴은 아주 낮은 밀도와 빈도를 보이고 있는 종으로 위기 상황에 놓인 종으로 예상됨
- 곰솔의 세력이 축소되면서 개서어나무, 졸참나무 등의 세력이 확장되고 있는 조사구로 곰솔의 추세 변화와 함께 낙엽활엽수와 상록활엽수의 추세 변화를 관찰하는 것이 필요해 보임

표 73. 조사구 6의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개서어나무	7.62	3	3.49	4	-	-	확산 예상
곰솔	67.50	13	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	9.44	9	0.32	4	확산 예상
굴피나무	2.85	1	-	-	-	-	현행 유지
느티나무	3.18	1	2.92	1	0.19	4	확산 예상
덜꿩나무	-	-	-	-	2.45	24	확산 예상
돈나무	-	-	1.39	2	-	-	현행 유지
때죽나무	-	-	11.56	5	2.30	8	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	27.62	240	확산 예상
벗나무	-	-	-	-	1.64	4	위기 상황
보리밥나무	-	-	-	-	0.39	8	위기 상황
비목나무	-	-	-	-	1.29	12	확산 예상
사스레피나무	-	-	32.90	31	-	-	확산 예상
생달나무	-	-	-	-	0.32	4	위기 상황
소사나무	-	-	8.45	4	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	4.88	100	확산 예상
이팝나무	3.07	1	-	-	-	-	현행 유지
자금우	-	-	-	-	40.99	840	확산 예상
줄참나무	9.48	3	-	-	-	-	현행 유지
참개암나무	-	-	-	-	4.12	4	위기 상황
참식나무	-	-	17.64	15	10.22	28	확산 예상
천선과나무	-	-	0.71	1	-	-	축소 예상
청미래덩굴	-	-	-	-	0.84	8	위기 상황
팔배나무	3.12	1	7.66	2	-	-	확산 예상
합다리나무	3.19	1	3.11	1	-	-	확산 예상
화살나무	-	-	0.72	1	-	-	축소 예상
후박나무	-	-	-	-	2.42	12	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 조사구 6 초본층의 전체 피도는 85%로 피도가 높게 나타나며, 이중 마삭줄이 우점도 5로 단일 우점하는 듯 나오지만 자금우 3, 송악 2 등 상대적으로 높은 편으로 초본층의 밀집이 높은 곳임. 출현 종수는 8종으로 확인됨

표 74. 조사구 6의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	5		맥문동	1	
자금우	3		사철나무	+	
송악	2		청미래덩굴	+	
줄사초	2		전체 피도: 85%, 종수: 8종		
털머위	2				

사. 조사구 7

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 7의 식생구조를 알아보기 위한 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 89.30%)이 우점하는 가운데 졸참나무(I.P. 8.24%), 상수리나무(I.P. 2.47%)가 출현하고 있으며, 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 83.22%)가 높은 상대우점치로 확인되었음
- 관목층에서는 상록활엽수인 생달나무(I.P. 34.02%)가 가장 높은 비율로 확인되었으며, 마삭줄(I.P. 12.63%), 자금우(I.P. 12.60%), 보리밥나무(I.P. 12.21%), 송악(I.P. 9.13%) 등과 더불어 향후 교목성상으로 성장이 가능한 상록활엽수인 참식나무(I.P. 9.67%)도 출현하였음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 곶솔(M.I.P. 44.65%), 사스레피나무(M.I.P. 27.95%) 등이 높게 확인되었음
- 곶솔이 교목층에서 우점하고 있으나 아교목층과 관목층에서 출현하지 않는 반면, 졸참나무는 교목층과 아교목층에서 출현하고 있는 것을 기준으로 볼 때 참나무류의 세력이 점차 확장될 것으로 판단됨
- 더 나아가 아교목층에서 가장 높은 비율로 출현하고 있는 생달나무의 영향으로 향후에는 졸참나무가 우점하는 군락을 지나 생달나무나 참식나무가 우점하는 상록활엽수군락으로의 천이도 예상할 수 있음

표 75. 조사구 7의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔		89.30	-	-	44.65	소사나무		-	4.07	-	1.36
사스레피나무		-	83.22	1.26	27.95	상수리나무		2.47	-	-	1.24
생달나무		-	0.62	34.02	5.88	벚나무		-	2.98	0.99	1.16
졸참나무		8.24	1.48	-	4.61	돈나무		-	-	2.58	0.43
마삭줄		-	-	12.63	2.11	때죽나무		-	1.13	-	0.38
자금우		-	-	12.60	2.10	감탕나무		-	-	1.86	0.31
광나무		-	5.07	2.21	2.06	팔배나무		-	0.51	-	0.17
보리밥나무		-	-	12.21	2.04	산뽕나무		-	-	0.29	0.05
참식나무		-	0.93	9.67	1.92	개울나무		-	-	0.29	0.05
송악		-	-	9.13	1.52	청미래덩굴		-	-	0.29	0.05

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 최고 수고 16.5m, 최소 수고 10.0m로 평균 수고는 12.0m로 분석되었음
- 아교목층의 경우, 최고 수고는 광나무, 사스레피나무, 졸참나무 등이 8.0m로 나타났고, 최소 수고는 2.0m로 평균 수고는 5.6m로 분석되었음

표 76. 조사구 7의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	12.1	10.0	16.5
	상수리나무	12.0	12.0	12.0
	졸참나무	11.6	10.0	14.0
	평 균	12.0	10.0	16.5
아교목층	광나무	5.8	4.5	8.0
	때죽나무	7.5	7.5	7.5
	벚나무	5.8	5.0	7.0
	사스레피나무	5.6	3.0	8.0
	생달나무	5.5	5.5	5.5
	소사나무	5.5	2.5	7.0
	졸참나무	7.0	6.0	8.0
	참식나무	2.8	2.0	3.5
	팔배나무	6.0	6.0	6.0
	평 균	5.6	2.0	8.0

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 7에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 7cm 이상~52cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며, 중경목 구간에서 집중 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음
- 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 2cm 이상~22cm 미만의 구간에서 확인할 수 있음
- 관목층에서는 상록활엽수인 생달나무 개체가 많이 확인되고 있음

표 77. 조사구 7의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	4	8	7	6	2	1	2	2	-	1
사스레피나무	8	-	34	42	11	4	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	208	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	-	-	1	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-
마삭줄	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	16	-	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	68	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
상수리나무	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
벗나무	4	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돈나무	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
감탕나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산뽕나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개웃나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 17,771.17cm²이며, 이를 개체수 대비 환산한 평균 467.66cm²로 확인되었음
- 아교목층의 흉고단면적은 7,940.15cm²이며 평균흉고단면적은 70.27cm²로 확인되고 있음

표 78. 조사구 7의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	곰솔	16,306.07	494.12	33
	상수리나무	408.07	408.07	1
	졸참나무	1,057.03	264.26	4
	소 계	17,771.17	467.66	38
아교목층	광나무	382.70	63.78	6
	때죽나무	109.30	109.30	1
	벗나무	191.24	47.81	4
	사스레피나무	6,821.10	74.96	91
	생달나무	28.26	28.26	1
	소사나무	295.15	59.03	5
	졸참나무	93.61	46.81	2
	참식나무	7.45	3.73	2
	팔배나무	11.34	11.34	1
	소 계	7,940.15	70.27	113
합 계		25,711.32	170.27	151

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 7에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 89~104년생으로 확인되었음

표 79. 조사구 7의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	12.0	44.2	89	2.8
	16.5	53.8	104	2.2

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 21.2%의 수목은 생육상태가 아주 좋은 상태로 확인되었으나 48.5%의 수목이 보통인 상태로 확인되며 30.4%의 수목이 생육이 부진한 약함과 아주 약함으로 생육이 불량한 개체가 다수 확인되고 있음
- 아교목층의 경우 54.9%가 양호, 27.4%가 보통, 12.4%가 약함, 5.3%가 아주 약함으로 확인되었음

표 80. 조사구 7의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	곰솔	7 (21.2%)	16 (48.5%)	5 (15.2%)	5 (15.2%)	33 (100.0%)
	상수리나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	졸참나무	4 (100.0%)	-	-	-	4 (100.0%)
	소 계	11 (28.9%)	16 (42.1%)	6 (15.8%)	5 (13.2%)	38 (100.0%)
아교목층	광나무	3 (50.0%)	1 (16.7%)	2 (33.3%)	-	6 (100.0%)
	때죽나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	벗나무	1 (25.0%)	2 (50.0%)	1 (25.0%)	-	4 (100.0%)
	사스레피나무	57 (62.6%)	24 (26.4%)	6 (6.6%)	4 (4.4%)	91 (100.0%)
	생달나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	소사나무	1 (20.0%)	-	2 (40.0%)	2 (40.0%)	5 (100.0%)
	졸참나무	-	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	2 (100.0%)
	참식나무	-	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	2 (100.0%)
	팔배나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	소 계	62 (54.9%)	31 (27.4%)	14 (12.4%)	6 (5.3%)	113 (100.0%)
합 계	73 (48.3%)	47 (31.1%)	20 (13.2%)	11 (7.3%)	151 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 해당 종의 밀도와 빈도가 높거나 2개 이상의 층위에서 출현하여 확산이 예상되는 종은 광나무, 돈나무, 마삭줄, 벗나무, 보리밥나무, 사스레피나무, 생달나무, 소사나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 참식나무가 확인되었음
- 상수리나무는 현재의 상태가 유지될 것으로 보임
- 곰솔은 교목층에서 밀도와 빈도가 가장 높으나 천이계열 상 도태가 시작된 종으로 세력의 축소가 예상되며, 그 외 때죽나무와 팔배나무의 축소가 예상됨
- 조사구 내에서의 밀도와 빈도가 낮아 위기 상황에 놓인 종으로는 감탕나무, 개울나무, 산뽕나무, 청미래덩굴이 확인되었음
- 전체적으로 확산이 예상되는 종이 많으나 덩굴성 식물의 밀도와 빈도가 높아 다른 종들의 추세 변화를 관찰할 필요가 있어 보이며, 덩굴성 식물을 제외한 상록활엽수인 생달나무, 참식나무는 난온대 기후대의 우점종으로 꾸준한 모니터링 등을 통해 기후 특성을 반영한 세력확산에 대한 추세판단이 필요할 것으로 판단됨

표 81. 조사구 7의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
곰솔	89.30	33	-	-	-	-	축소 예상
감탕나무	-	-	-	-	1.86	4	위기 상황
개울나무	-	-	-	-	0.29	4	위기 상황
광나무	-	-	5.07	6	2.21	16	확산 예상
돈나무	-	-	-	-	2.58	20	확산 예상
때죽나무	-	-	1.13	1	-	-	축소 예상
마삭줄	-	-	-	-	12.63	40	확산 예상
벗나무	-	-	2.98	4	0.99	4	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	12.21	68	확산 예상
사스레피나무	-	-	83.22	91	1.26	8	확산 예상
산뽕나무	-	-	-	-	0.29	4	위기 상황
상수리나무	2.47	1	-	-	-	-	현행 유지
생달나무	-	-	0.62	1	34.02	208	확산 예상
소사나무	-	-	4.07	5	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	9.13	116	확산 예상
자금우	-	-	-	-	12.60	160	확산 예상
졸참나무	8.24	4	1.48	2	-	-	확산 예상
참식나무	-	-	0.93	2	9.67	68	확산 예상
청미래덩굴	-	-	-	-	0.29	4	위기 상황
팔배나무	-	-	0.51	1	-	-	축소 예상

(8) 초본층 우점도

- 조사구 7 초본층의 전체 피도는 40%로 나타나며, 마삭줄 우점도 3, 생달나무 3, 자금우 2로 우점도에 있어서는 3종이 주요 종으로 다양한 편으로 나타남. 출현 종수는 12종으로 출현종에 있어서도 타 조사구에 비해 상대적으로 높은편으로 나타남

표 82. 조사구 7의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	3		홍지네고사리	1	
생달나무	2		산뽕나무	+	단일 출현
자금우	2		천선과나무	+	단일 출현
맥문동	1		벗나무	r	
사스레피나무	1	단일 출현	털머위	r	
사철나무	1		전체 피도: 40%, 종수: 12종		
송악	1				

아. 조사구 8

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 8의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 65.07%)이 높은 상대우점치를 보이는 가운데 개서어나무(I.P. 9.26%), 굴피나무(I.P. 9.19%) 등 다양한 낙엽활엽수가 출현하고 있음
- 아교목층에서는 상록활엽수인 사스레피나무(I.P. 75.59%)가 우점하고 있으며, 관목층은 자금우(I.P. 74.39%)가 높은 비율로 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곶솔(M.I.P. 32.54%)과 아교목층의 우점종인 사스레피나무(M.I.P. 25.43%)가 높게 확인되었음
- 곶솔이 도태되고 있는 군락으로 아교목층에서 곶솔의 친화종으로 알려진 사스레피나무(이상철 등, 2020)가 우점하고 있으나 교목층에서 개서어나무, 굴피나무, 느티나무 등과 함께 상록활엽수인 생달나무가 세력을 넓혀가고 있어 곶솔과 낙엽활엽수의 경쟁관계에 있는 현재의 상태를 지나면 생달나무와 참식나무가 우점하는 상록활엽수군락으로의 천이도 예상해 볼 수 있는 군락으로 판단됨

표 83. 조사구 8의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔	65.07	-	-	32.54	합다리나무	-	1.94	-	0.65		
사스레피나무	-	75.59	1.41	25.43	벚나무	-	1.57	-	0.52		
자금우	-	-	74.39	12.40	때죽나무	-	1.45	-	0.48		
개서어나무	9.26	-	-	4.63	청미래덩굴	-	-	2.76	0.46		
굴피나무	9.19	-	-	4.60	송악	-	-	2.26	0.38		
느티나무	5.74	1.54	-	3.38	참식나무	-	1.00	-	0.33		
줄참나무	3.82	2.11	-	2.61	덜꿩나무	-	-	1.54	0.26		
마삭줄	-	-	15.66	2.61	소사나무	-	0.67	-	0.22		
생달나무	3.68	0.96	0.37	2.22	윤노리나무	-	0.44	-	0.15		
쪽동백나무	3.23	0.91	-	1.92	보리밥나무	-	-	0.80	0.13		
광나무	-	5.65	-	1.88	노박덩굴	-	-	0.41	0.07		
사방오리	-	4.15	-	1.38	담쟁이덩굴	-	-	0.37	0.06		
팔배나무	-	2.02	-	0.67	-	-	-	-	-		

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 13.0m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.7m로 확인되고 있음

표 84. 조사구 8의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	개서어나무	12.0	11.0	13.0
	곰솔	13.6	10.5	16.0
	굴피나무	12.3	11.0	14.0
	느티나무	11.5	11.5	11.5
	생달나무	12.0	12.0	12.0
	줄참나무	13.5	13.5	13.5
	쪽동백나무	10.5	10.5	10.5
	평 균	13.0	10.5	16.0
아교목층	광나무	4.1	2.0	6.0
	느티나무	6.0	4.5	7.0
	때죽나무	8.5	8.5	8.5
	벗나무	7.0	7.0	7.0
	사방오리	7.0	7.0	7.0
	사스레피나무	4.6	2.0	8.5
	생달나무	4.0	2.5	5.5
	소사나무	5.5	5.5	5.5
	윤노리나무	3.0	3.0	3.0
	줄참나무	7.0	7.0	7.0
	쪽동백나무	3.5	3.5	3.5
	참식나무	4.5	4.5	4.5
	팔배나무	5.8	4.5	7.0
	합다리나무	7.0	7.0	7.0
	평 균	4.7	2.0	8.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 8에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 22cm 이상~47cm 미만의 중·대경목 구간에서 확인되고 있음
- 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 17cm 미만의 소경목 구간에서만 개체가 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음

표 85. 조사구 8의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	-	-	3	3	2	5	1	-	-
사스레피나무	8	4	76	24	3	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개서어나무	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
굴피나무	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-
느티나무	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
졸참나무	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
마삭줄	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	4	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
쪽동백나무	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
광나무	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사방오리	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합다리나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
덜꿩나무	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
윤노리나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노박덩굴	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
담쟁이덩굴	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 19,073.65cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 829.29cm²로 분석되었음
- 아교목층의 흉고단면적은 4,243.57cm²이며 평균흉고단면적은 31.67cm²로 확인되고 있음

표 86. 조사구 8의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	개서어나무	1,872.30	936.15	2
	곰솔	13,212.75	943.77	14
	굴피나무	1,018.06	339.35	3
	느티나무	1,361.10	1,361.10	1
	생달나무	576.51	576.51	1
	졸참나무	629.14	629.14	1
	쪽동백나무	403.79	403.79	1
	소 계	19,073.65	829.29	23
아교목층	광나무	194.43	21.60	9
	느티나무	36.02	12.01	3
	때죽나무	91.56	91.56	1
	벗나무	102.02	102.02	1
	사방오리	320.31	320.31	1
	사스레피나무	3,026.98	28.29	107
	생달나무	17.65	8.83	2
	소사나무	25.50	25.50	1
	윤노리나무	5.94	5.94	1
	졸참나무	147.34	147.34	1
	쪽동백나무	13.77	6.89	2
	참식나무	21.21	10.61	2
	팔배나무	108.17	54.09	2
	합다리나무	132.67	132.67	1
소 계	4,243.57	31.67	134	
합 계	23,317.22	148.52	157	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 8에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 82년생, 느티나무는 83년생으로 확인되었음

표 87. 조사구 8의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	14.0	45.8	82	2.5
느티나무	11.5	40.8	83	2.1

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하는 곰솔의 경우 7.1%의 수목이 양호한 상태이고 21.4%의 수목이 생육이 약한 개체가 일부 발견되는 보통의 상태로 확인되었으며 71.4%의 수목이 생육이 부진한 약함과 아주 약함으로 생육상태가 불량한 개체가 많이 확인되고 있음. 아교목층의 경우 59.0%의 수목의 생육상태가 양호한 것으로 확인되었음

표 88. 조사구 8의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	개서어나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	곰솔	1 (7.1%)	3 (21.4%)	9 (64.3%)	1 (7.1%)	14 (100.0%)
	굴피나무	-	3 (100.0%)	-	-	3 (100.0%)
	느티나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	생달나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	쪽동백나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	7 (30.4%)	6 (26.1%)	9 (39.1%)	1 (4.3%)	23 (100.0%)
	아교목층	광나무	6 (66.7%)	2 (22.2%)	1 (11.1%)	-
느티나무		2 (66.7%)	1 (33.3%)	-	-	3 (100.0%)
때죽나무		1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
벗나무		-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
사방오리		1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
사스레피나무		63 (58.9%)	33 (30.8%)	7 (6.5%)	4 (3.7%)	107 (100.0%)
생달나무		-	1 (50.0%)	-	1 (50.0%)	2 (100.0%)
소사나무		1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
윤노리나무		-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
졸참나무		1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
쪽동백나무		-	2 (100.0%)	-	-	2 (100.0%)
참식나무		1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
팔배나무		2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
합다리나무		1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
소 계		79 (59.0%)	41 (30.6%)	9 (6.7%)	5 (3.7%)	134 (100.0%)
합 계	86 (54.8%)	47 (29.9%)	18 (11.5%)	6 (3.8%)	157 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 확산이 예상되는 종은 개서어나무, 굴피나무, 느티나무, 생달나무, 졸참나무, 쪽동백나무 등 교목층에서 출현하는 다양한 종과 사스레피나무, 광나무, 털팽나무, 마삭줄, 송악, 자금우, 청미래덩굴처럼 아교목층·관목층에서 출현하는 다양한 종이 확인되었음
- 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종은 참식나무와 팔배나무가 확인되었음
- 조사구 내에서 축소가 예상되는 종은 때죽나무, 벗나무, 사방오리, 윤노리나무, 합다리나무와 같이 아교목층에서의 출현 빈도가 1회인 종과 출현 빈도와 밀도는 높으나 도태가 시작된 곰솔로 확인되었음
- 출현 밀도와 빈도가 아주 낮은 상태로 위기 상황에 놓인 종은 노박덩굴, 담쟁이덩굴, 보리밥나무가 확인되었음
- 다양한 종의 확산이 예상되고 있으며, 이 중 낙엽활엽수와 상록활엽수가 함께 확산이 예상되고 있어 시간의 경과를 지켜보면서 앞으로의 변화를 관찰한 추세판단이 필요함

표 89. 조사구 8의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개서어나무	9.26	2	-	-	-	-	확산 예상
곰솔	65.07	14	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	5.65	9	-	-	확산 예상
굴피나무	9.19	3	-	-	-	-	확산 예상
노박덩굴	-	-	-	-	0.41	4	위기 상황
느티나무	5.74	1	1.54	3	-	-	확산 예상
담쟁이덩굴	-	-	-	-	0.37	4	위기 상황
덜꿩나무	-	-	-	-	1.54	16	확산 예상
때죽나무	-	-	1.45	1	-	-	축소 예상
마삭줄	-	-	-	-	15.66	80	확산 예상
벗나무	-	-	1.57	1	-	-	축소 예상
보리밥나무	-	-	-	-	0.80	8	위기 상황
사방오리	-	-	4.15	1	-	-	축소 예상
사스레피나무	-	-	75.59	107	1.41	8	확산 예상
생달나무	3.68	1	0.96	2	0.37	4	확산 예상
소사나무	-	-	0.67	1	-	-	축소 예상
송악	-	-	-	-	2.26	24	확산 예상
윤노리나무	-	-	0.44	1	-	-	축소 예상
자금우	-	-	-	-	74.39	380	확산 예상
줄참나무	3.82	1	2.11	1	-	-	확산 예상
쪽동백나무	3.23	1	0.91	2	-	-	확산 예상
참식나무	-	-	1.00	2	-	-	현행 유지
청미래덩굴	-	-	-	-	2.76	28	확산 예상
팔배나무	-	-	2.02	2	-	-	현행 유지
합다리나무	-	-	1.94	1	-	-	축소 예상

(8) 초본층 우점도 군도

- 전체 피도는 60%로 초본층의 피도가 높은 편으로 나타나며, 자금우가 우점도 4이며 그 외 수종은 1이하로 낮게 나타나 자금우가 단일 우점하는 것으로 나타남. 출현 종수는 8종으로 확인됨

표 90. 조사구 8의 초본층 상재도표

종명	상재도	비고	종명	상재도	비고
자금우	4		참식나무	+	
송악	1		홍지네고사리	+	
때죽나무	+	단일 출현	노박덩굴	r	
마삭줄	+		전체 피도: 60%, 종수: 8종		
생달나무	+				

자. 조사구 9

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 9의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 졸참나무(I.P. 43.62%)가 우점하는 가운데 곰솔(I.P. 23.23%)이 뒤를 이어 높게 확인되고 있음
- 아교목층에서는 팔배나무(I.P. 23.24%)가 우점하는 가운데 개울나무(I.P. 16.33%)와 소사나무(I.P. 13.93%), 빗나무(I.P. 11.93%) 등의 낙엽활엽수가 높은 비율로 확인되었음
- 관목층은 마삭줄(I.P. 47.84%)이 높게 확인되었음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 졸참나무(M.I.P. 24.52%)와 곰솔(M.I.P. 11.62%)이 높게 확인되었음
- 졸참나무가 곰솔보다 우위를 차지하고 있는 군락으로 곰솔이 교목층에서만 출현하는데 비해 교목·아교목·관목층의 모든 층위에서 졸참나무가 출현하고 있어 향후 졸참나무의 세력이 점점 더 확장될 것으로 보임
- 다만, 천이단계에서 참나무류 다음에 출현하는 것으로 알려진 개서어나무와 도서 및 해안지대에 분포하는 대표적인 식물로 알려진 소사나무(김용훈 등, 2021)도 높은 비율로 출현하고 있어 개서어나무와 소사나무가 우점하는 식생으로의 천이도 예상할 수 있으므로 천이과정을 관찰해 볼 필요가 있는 군락으로 판단됨

표 91. 조사구 9의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치 (M.I.P.; %)	종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치 (M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
졸참나무		43.62	6.74	2.75	24.52	쪽동백나무		-	2.25	-	0.75
곰솔		23.23	-	-	11.62	참개암나무		-	1.61	1.07	0.72
소사나무		10.36	13.93	-	9.82	작살나무		-	-	1.65	0.28
팔배나무		3.33	23.24	0.40	9.48	청미래덩굴		-	-	1.39	0.23
마삭줄		-	-	47.84	7.97	비목나무		-	-	1.29	0.22
개울나무		-	16.33	7.38	6.67	생강나무		-	0.47	0.25	0.20
개서어나무		11.23	2.07	-	6.31	참회나무		-	-	0.75	0.13
빗나무		-	11.93	7.51	5.23	진달래		-	-	0.52	0.09
덜꿩나무		-	7.86	11.24	4.49	보리밥나무		-	-	0.38	0.06
상수리나무		8.23	-	-	4.12	두릅나무		-	-	0.35	0.06
때죽나무		-	9.33	3.88	3.76	노린재나무		-	-	0.19	0.03
송악		-	-	10.47	1.75	말오줌때		-	-	0.17	0.03
윤노리나무		-	4.25	0.54	1.51	-		-	-	-	-

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 10.8m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 3.3m로 확인되고 있음

표 92. 조사구 9의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	개서어나무	11.0	11.0	11.0
	곰솔	11.9	11.0	12.5
	상수리나무	10.0	10.0	10.0
	소사나무	10.2	10.0	10.5
	졸참나무	10.7	10.0	12.0
	팔배나무	10.5	10.5	10.5
	평 균	10.8	10.0	12.5
아교목층	개서어나무	2.3	2.0	2.5
	개울나무	2.8	2.0	4.5
	덜꿩나무	2.5	1.0	3.0
	때죽나무	4.3	2.0	8.5
	벗나무	2.6	2.0	7.0
	생강나무	2.0	2.0	2.0
	소사나무	6.4	3.5	7.0
	윤노리나무	2.1	2.0	2.5
	졸참나무	7.5	7.0	8.0
	쪽동백나무	2.3	2.0	2.5
	참개암나무	2.5	2.5	2.5
	팔배나무	5.5	2.0	7.5
	평 균	3.3	2.0	8.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 9에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 졸참나무의 경우 흉고직경(DBH) 7cm 이상~42cm 미만의 구간에서 확인되었으며, 아교목층의 경우 우점종인 팔배나무는 흉고직경 2cm 이상~17cm 미만의 소경목 구간에서 출현하고 있는 것을 확인할 수 있음. 관목층에서는 개체수의 기준이 모호한 덩굴식물을 제외하면 덜꿩나무, 개울나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수가 많이 출현하고 있음

표 93. 조사구 9의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
졸참나무	64	-	-	1	1	1	2	1	-	3	-	-	-
곰솔	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-
소사나무	-	-	1	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	8	-	4	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-
마삭줄	536	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개웃나무	88	9	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개서어나무	-	1	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
벗나무	44	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
덜꿩나무	136	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
상수리나무	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
때죽나무	28	1	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
윤노리나무	4	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쪽동백나무	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참개암나무	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
작살나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생강나무	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참회나무	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
진달래	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
두릅나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노린재나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말오줌때	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 11,793.83cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 620.73cm²로 확인되었으며, 아교목층의 흉고단면적은 2,602.18cm²이며 평균흉고단면적은 22.24cm²로 확인되고 있음

표 94. 조사구 9의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	개서어나무	1,407.37	703.69	2
	곰솔	2,996.86	749.22	4
	상수리나무	700.13	350.07	2
	소사나무	581.44	193.81	3
	졸참나무	5,942.98	849.00	7
	팔배나무	165.05	165.05	1
	소 계	11,793.83	620.73	19
아교목층	개서어나무	18.93	4.73	4
	개웃나무	182.42	6.08	30
	덜꿩나무	75.10	5.01	15
	때죽나무	263.00	26.30	10
	벗나무	131.44	5.97	22
	생강나무	2.01	2.01	1
	소사나무	569.17	81.31	7
	윤노리나무	43.28	5.41	8
	졸참나무	306.25	153.13	2
	쪽동백나무	28.46	7.12	4
	참개암나무	39.56	19.78	2
	팔배나무	942.56	78.55	12
	소 계	2,602.18	22.24	117
합 계	14,396.01	105.85	136	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 9에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 55년생, 졸참나무는 59년생으로 확인되었음

표 95. 조사구 9의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	11.0	36.3	55	2.4
졸참나무	12.0	39.2	59	3.7

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하는 졸참나무의 경우 85.7%가 양호한 상태로 확인되었으며 14.3%가 보통의 상태로 확인되었음. 아교목층의 경우 92.3%가 양호한 것으로 확인되었음

표 96. 조사구 9의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	개서어나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	곰솔	3 (75.0%)	1 (25.0%)	-	-	4 (100.0%)
	상수리나무	1 (50.0%)	-	1 (50.0%)	-	2 (100.0%)
	소사나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	졸참나무	6 (85.7%)	1 (14.3%)	-	-	7 (100.0%)
	팔배나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	16 (84.2%)	2 (10.5%)	1 (5.3%)	-	19 (100.0%)
아교목층	개서어나무	4 (100.0%)	-	-	-	4 (100.0%)
	개울나무	26 (86.7%)	2 (6.7%)	1 (3.3%)	1 (3.3%)	30 (100.0%)
	덜꿩나무	15 (100.0%)	-	-	-	15 (100.0%)
	때죽나무	10 (100.0%)	-	-	-	10 (100.0%)
	벗나무	21 (95.5%)	1 (4.5%)	-	-	22 (100.0%)
	생강나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	소사나무	6 (85.7%)	1 (14.3%)	-	-	7 (100.0%)
	윤노리나무	8 (100.0%)	-	-	-	8 (100.0%)
	졸참나무	-	-	1 (50.0%)	1 (50.0%)	2 (100.0%)
	쪽동백나무	4 (100.0%)	-	-	-	4 (100.0%)
	참개암나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	팔배나무	12 (100.0%)	-	-	-	12 (100.0%)
	소 계	108 (92.3%)	4 (3.4%)	3 (2.6%)	2 (1.7%)	117 (100.0%)
합 계	124 (91.2%)	6 (4.4%)	4 (2.9%)	2 (1.5%)	136 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 곰솔에서 졸참나무, 개서어나무로의 천이가 진행 중에 있는 조사구로 개서어나무, 소사나무, 졸참나무, 팔배나무와 같은 교목층의 우점종과 개울나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 벗나무, 윤노리나무, 쪽동백나무, 참개암나무와 같은 아교목층의 출현종, 마삭줄, 비목나무, 송악, 작살나무, 참회나무, 청미래덩굴과 같은 관목층의 출현종이 확산이 예상되는 종으로 파악되었음
- 상수리나무의 경우 교목층에서 출현하고 있으나 밀도와 빈도 등을 고려하면 현재의 상태가 유지될 것으로 판단됨
- 곰솔의 경우 졸참나무, 개서어나무로의 천이가 진행되면서 도태가 시작되고 있어 앞으로의 세력이 약해지면서 조사구 내에서의 축소가 예상됨
- 그 외 노린재나무, 두릅나무, 말오줌때, 보리밥나무, 진달래는 밀도와 빈도를 고려할 때 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 전체적으로 낙엽활엽수가 우점하고 있고 앞으로의 세력확장에도 낙엽활엽수가 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨

표 97. 조사구 9의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개서어나무	11.23	2	2.07	4	-	-	확산 예상
개울나무	-	-	16.33	30	7.38	88	확산 예상
곰솔	23.23	4	-	-	-	-	축소 예상
노린재나무	-	-	-	-	0.19	4	위기 상황
덜꿩나무	-	-	7.86	15	11.24	136	확산 예상
두릅나무	-	-	-	-	0.35	4	위기 상황
때죽나무	-	-	9.33	10	3.88	28	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	47.84	536	확산 예상
말오줌때	-	-	-	-	0.17	4	위기 상황
벗나무	-	-	11.93	22	7.51	44	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	0.38	8	위기 상황
비목나무	-	-	-	-	1.29	16	확산 예상
상수리나무	8.23	2	-	-	-	-	현행 유지
생강나무	-	-	0.47	1	0.25	4	확산 예상
소사나무	10.36	3	13.93	7	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	10.47	240	확산 예상
윤노리나무	-	-	4.25	8	0.54	4	확산 예상
작살나무	-	-	-	-	1.65	12	확산 예상
줄참나무	43.62	7	6.74	2	2.75	64	확산 예상
진달래	-	-	-	-	0.52	8	위기 상황
쪽동백나무	-	-	2.25	4	-	-	확산 예상
참개암나무	-	-	1.61	2	1.07	8	확산 예상
참회나무	-	-	-	-	0.75	16	확산 예상
청미래덩굴	-	-	-	-	1.39	28	확산 예상
팔배나무	3.33	1	23.24	12	0.40	8	확산 예상

(8) 초본층 우점도

- 조사구 9 초본층의 전체 피도는 70%로 초본층의 피도가 높게 나타나며, 마삭줄이 우점도 4로 가장 높게 나타나며, 송악 3, 단풍취 2 등의 순으로 마삭줄, 송악이 우점종으로 확인됨. 출현 종수는 14종으로 확인됨

표 98. 조사구 9의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	4		비목나무	+	
송악	3		줄참나무	+	
단풍취	2		후박나무	+	
덜꿩나무	2		가는잎족제비고사리	r	
일월비비추	2		맥문동	r	
청미래덩굴	2		애기나리	r	
부산사초	1	단일 출현	전체 피도: 70%, 종수: 14종		
하늘말나리	1	단일 출현			

차. 조사구 10

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 10의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 89.80%)이 우점하였으며, 졸참나무(I.P. 5.26%), 개서어나무(I.P. 4.95%) 등이 출현하였음
- 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 49.35%)가 우점하는 가운데 때죽나무(I.P. 10.83%), 개서어나무(I.P. 8.31%), 굴참나무(I.P. 6.19%), 팔배나무(I.P. 6.02%) 등 다양한 낙엽활엽수가 뒤를 이어 확인되었음
- 관목층은 자금우(I.P. 58.43%)가 높은 비율로 확인되었으며, 송악(I.P. 14.95%), 마삭줄(I.P. 7.00%) 등이 출현하였음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 교목층의 우점종인 곶솔(M.I.P. 44.90%)과 아교목층의 우점종인 사스레피나무(M.I.P. 16.72%) 등이 높게 확인되었음
- 현재는 교목층에서 곶솔이 아교목층에서 사스레피나무가 우점하는 부산 해안림 곶솔군락(신해선 등, 2019)의 전형적인 모습을 보이는 군락이나 교목층과 아교목층에서 졸참나무와 개서어나무가 출현하고 있어 곶솔이 졸참나무, 개서어나무와 천이 경쟁을 시작한 군락임

표 99. 조사구 10의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔	89.80	-	-	44.90	비목나무	-	0.59	1.28	0.41		
사스레피나무	-	49.35	1.60	16.72	보리밥나무	-	-	1.50	0.25		
자금우	-	-	58.43	9.74	후박나무	-	0.65	-	0.22		
개서어나무	4.95	8.31	-	5.25	개울나무	-	0.58	0.18	0.22		
때죽나무	-	10.83	5.56	4.54	생달나무	-	0.60	-	0.20		
졸참나무	5.26	4.89	0.88	4.41	합다리나무	-	-	0.70	0.12		
송악	-	-	14.95	2.49	담쟁이덩굴	-	-	0.64	0.11		
굴참나무	-	6.19	-	2.06	팽나무	-	-	0.51	0.09		
팔배나무	-	6.02	-	2.01	참회나무	-	-	0.40	0.07		
굴피나무	-	4.19	-	1.40	팔손이	-	-	0.33	0.06		
마삭줄	-	-	7.00	1.17	말오줌때	-	-	0.26	0.04		
산뽕나무	-	2.19	2.30	1.11	벗나무	-	-	0.24	0.04		
광나무	-	1.87	-	0.62	줄딸기	-	-	0.15	0.03		
소사나무	-	1.53	0.54	0.60	참식나무	-	-	0.11	0.02		
느티나무	-	1.60	0.16	0.56	개머루	-	-	0.11	0.02		
덜꿩나무	-	0.61	2.05	0.55	쪽동백나무	-	-	0.11	0.02		

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 14.8m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.4m로 확인되고 있음

표 100. 조사구 10의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	개서어나무	12.0	12.0	12.0
	곰솔	15.3	13.0	18.0
	졸참나무	12.0	12.0	12.0
	평 균	14.8	12.0	18.0
아교목층	개서어나무	7.0	3.0	9.0
	개울나무	2.5	2.5	2.5
	광나무	2.3	2.0	2.5
	굴참나무	10.0	10.0	10.0
	굴피나무	9.0	9.0	9.0
	느티나무	9.0	9.0	9.0
	덜꿩나무	3.0	3.0	3.0
	때죽나무	4.9	2.5	8.5
	비목나무	2.5	2.5	2.5
	사스레피나무	4.0	2.0	7.0
	산뽕나무	4.2	3.5	5.0
	생달나무	3.0	3.0	3.0
	소사나무	6.0	6.0	6.0
	졸참나무	9.0	9.0	9.0
	팔배나무	10.0	10.0	10.0
	후박나무	3.5	3.5	3.5
	평 균	4.4	2.0	10.0

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 10에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 22cm 이상~52cm 미만의 중·대경목 구간에서 확인되었음
- 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 2cm 이상~17cm 미만의 소경목 구간에서만 개체수가 출현하는 것으로 확인되었음

표 101. 조사구 10의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	-	-	2	-	4	1	4	1	2
사스레피나무	16	-	51	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	1,080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개서어나무	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-
때죽나무	104	2	3	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-
줄참나무	28	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
송악	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴참나무	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
굴피나무	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
마삭줄	168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산뽕나무	32	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
느티나무	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
덜꿩나무	56	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개울나무	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생달나무	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합다리나무	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
담쟁이덩굴	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팽나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참회나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔손이	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말오줌때	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
줄딸기	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개머루	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쪽동백나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 22,197.92cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 1,387.37cm²로 확인되었으며, 아교목층의 흉고단면적은 5,014.47cm²이며 평균흉고단면적은 56.98cm²로 확인되고 있음

표 102. 조사구 10의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	개서어나무	808.87	808.87	1
	곰솔	20,443.84	1,460.27	14
	줄참나무	945.21	945.21	1
	소 계	22,197.92	1,387.37	16
아교목층	개서어나무	662.81	220.94	3
	개울나무	1.54	1.54	1
	광나무	16.50	5.50	3
	굴참나무	563.82	563.82	1
	굴피나무	362.87	362.87	1
	느티나무	103.82	103.82	1
	덜꿩나무	4.15	4.15	1
	때죽나무	629.71	78.71	8
	비목나무	2.54	2.54	1
	사스레피나무	1,529.83	25.50	60
	산뽕나무	48.55	16.18	3
	생달나무	3.46	3.46	1
	소사나무	96.20	96.20	1
	줄참나무	433.52	433.52	1
	팔배나무	547.11	547.11	1
	후박나무	8.04	8.04	1
	소 계	5,014.47	56.98	88
합 계	27,212.39	261.66	104	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 10에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 94년생으로 확인되었음

표 103. 조사구 10의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	15.0	65.0	94	2.7

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 35.7%의 수목은 생육상태가 아주 좋은 상태로 확인되었으나 생육이 약한 개체가 일부 발견되는 보통의 상태가 28.6% 생육이 부진한 약함의 상태가 28.6%로 생육이 불량한 개체 또한 확인되고 있음. 아교목층의 경우 56.8%의 수목의 생육상태가 양호한 것으로 확인되었음

표 104. 조사구 10의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	개서어나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	곰솔	5 (35.7%)	4 (28.6%)	4 (28.6%)	1 (7.1%)	14 (100.0%)
	졸참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	7 (43.8%)	4 (25.0%)	4 (25.0%)	1 (6.3%)	16 (100.0%)
아교목층	개서어나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	개울나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	광나무	2 (66.7%)	1 (33.3%)	-	-	3 (100.0%)
	굴참나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	굴피나무	-	-	-	1 (100.0%)	1 (100.0%)
	느티나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	덜꿩나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	때죽나무	6 (75.0%)	-	2 (25.0%)	-	8 (100.0%)
	비목나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	사스레피나무	32 (53.3%)	20 (33.3%)	6 (10.0%)	2 (3.3%)	60 (100.0%)
	산뽕나무	2 (66.7%)	1 (33.3%)	-	-	3 (100.0%)
	생달나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	소사나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	팔배나무	-	-	-	1 (100.0%)	1 (100.0%)
	후박나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
소 계	50 (56.8%)	26 (29.5%)	8 (9.1%)	4 (4.5%)	88 (100.0%)	
합 계	57 (54.8%)	30 (28.8%)	12 (11.5%)	5 (4.8%)	104 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 7의 경우, 개서어나무, 개울나무, 광나무, 느티나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 비목나무, 사스레피나무, 산뽕나무, 소사나무, 졸참나무, 보리밥나무, 팽나무, 합다리나무와 같은 다양한 종의 확대가 예상되고 있으며, 이 외 담쟁이덩굴, 마삭줄, 송악, 자금우와 같은 덩굴성 식물이 높은 밀도와 빈도를 나타내고 있어 종의 확산이 예상됨
- 현재의 상태가 유지되는 현행 유지 단계의 수종은 확인되지 않았음
- 곰솔, 굴참나무, 굴피나무, 생달나무, 팔배나무, 후박나무는 축소가 예상되는 종들로 곰솔을 제외한 종은 아교목층에서 출현하고 있지만, 출현 빈도가 1회로 축소가 예상되며, 곰솔은 천이과정상 도태가 시작되고 있어 종의 축소가 예상됨
- 개머루, 말오줌때, 벗나무, 줄딸기, 쪽동백나무, 참식나무, 참회나무, 팔손이는 조사구 내에서 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 기후 특성을 고려할 때 상록활엽수가 우점할 수 있는 조사구이나 현재의 출현 밀도와 빈도만을 고려하면 말오줌때, 생달나무, 참식나무, 후박나무 등의 난온대 기후대에 출현하는 종들이 축소가 예상되거나 위기 상황에 놓인 것으로 분석되고 있어 이러한 종들에 대한 추세판단을 모니터링할 필요가 있어 보임

표 105. 조사구 10의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개머루	-	-	-	-	0.11	4	위기 상황
개서어나무	4.95	1	8.31	3	-	-	확산 예상
개울나무	-	-	0.58	1	0.18	4	확산 예상
곰솔	89.80	14	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	1.87	3	-	-	확산 예상
굴참나무	-	-	6.19	1	-	-	축소 예상
굴피나무	-	-	4.19	1	-	-	축소 예상
느티나무	-	-	1.60	1	0.16	4	확산 예상
담쟁이덩굴	-	-	-	-	0.64	24	확산 예상
덜꿩나무	-	-	0.61	1	2.05	56	확산 예상
때죽나무	-	-	10.83	8	5.56	104	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	7.00	168	확산 예상
말오줌때	-	-	-	-	0.26	4	위기 상황
벗나무	-	-	-	-	0.24	8	위기 상황
보리밥나무	-	-	-	-	1.50	36	확산 예상
비목나무	-	-	0.59	1	1.28	24	확산 예상
사스레피나무	-	-	49.35	60	1.60	16	확산 예상
산뽕나무	-	-	2.19	3	2.30	32	확산 예상
생달나무	-	-	0.60	1	-	-	축소 예상
소사나무	-	-	1.53	1	0.54	8	확산 예상
송악	-	-	-	-	14.95	260	확산 예상
자금우	-	-	-	-	58.43	1,080	확산 예상
줄참나무	5.26	1	4.89	1	0.88	28	확산 예상
줄딸기	-	-	-	-	0.15	4	위기 상황
쪽동백나무	-	-	-	-	0.11	4	위기 상황
참식나무	-	-	-	-	0.11	4	위기 상황
참회나무	-	-	-	-	0.40	8	위기 상황
팔손이	-	-	-	-	0.33	4	위기 상황
팔배나무	-	-	6.02	1	-	-	축소 예상
팽나무	-	-	-	-	0.51	12	확산 예상
합다리나무	-	-	-	-	0.70	20	확산 예상
후박나무	-	-	0.65	1	-	-	축소 예상

(8) 초본층 우점도

- 조사구 10 초본층의 전체 피도는 15%로 초본층의 피도가 낮은 편으로 나타나며, 출현 종수는 8종으로 이중 송악, 자금우가 우점도 2로 가장 높게 나타나고 그 외 종은 우점도 1이하로 초본층의 피도와 종수가 모두 낮게 나타남

표 106. 조사구 10의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
송악	2		큰천남성	+	
자금우	2		팔손이	+	
멀꿀	1	단일 출현	작살나무	r	단일 출현
덜꿩나무	+		전체 피도: 65%, 종수: 8종		
보리밥나무	+				

카. 조사구 11

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 11의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 곶솔(I.P. 64.23%)과 졸참나무(I.P. 28.33%)가 높은 상대우점치를 보이고 있었음
- 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 29.70%)와 함께 때죽나무(I.P. 14.82%), 쇠물푸레나무(I.P. 11.85%) 등의 활엽수가 뒤를 이어 확인되었음
- 관목층에서는 마삭줄(I.P. 55.84%)이 높게 확인되었고, 개울나무(I.P. 10.36%), 쇠물푸레나무(I.P. 5.56%), 청미래덩굴(I.P. 4.48%) 등이 출현하였음
- 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 곶솔(M.I.P. 32.12%), 졸참나무(M.I.P. 16.02%), 사스레피나무(M.I.P. 9.99%) 등이 높게 확인되었음
- 곶솔과 졸참나무가 활발한 경쟁상태에 놓여있는 군락으로 졸참나무가 전 층위에서 확인되고 있는데 반해 곶솔은 교목층에서만 확인되고 있어 졸참나무가 세력을 넓혀감에 따라 졸참나무군락으로의 천이가 예상됨

표 107. 조사구 11의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	층위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔		64.23	-	-	32.12	생강나무		-	2.20	-	0.73
졸참나무		28.33	5.31	0.49	16.02	광나무		-	1.43	1.45	0.72
사스레피나무		-	29.70	0.51	9.99	비목나무		-	1.04	2.18	0.71
마삭줄		-	-	55.84	9.31	윤노리나무		-	1.06	0.72	0.47
때죽나무		-	14.82	1.05	5.12	참회나무		-	1.04	0.58	0.44
팔배나무		3.33	9.32	1.33	4.99	진달래		-	-	2.36	0.39
쇠물푸레나무		-	11.85	5.56	4.88	보리밥나무		-	-	1.44	0.24
소사나무		-	7.96	-	2.65	송악		-	-	0.99	0.17
벗나무		-	5.65	3.25	2.43	담쟁이덩굴		-	-	0.48	0.08
개울나무		-	2.12	10.36	2.43	해변싸리		-	-	0.37	0.06
굴참나무		4.10	-	0.17	2.08	쥐똥나무		-	-	0.30	0.05
덜꿩나무		-	2.11	5.71	1.66	작살나무		-	-	0.24	0.04
굴거리나무		-	4.40	-	1.47	개머루		-	-	0.16	0.03
청미래덩굴		-	-	4.48	0.75	-		-	-	-	-

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 13.3m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 4.4m로 확인되고 있음

표 108. 조사구 11의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	13.6	12.0	15.0
	굴참나무	12.5	12.5	12.5
	졸참나무	12.9	12.0	14.0
	팔배나무	13.5	13.5	13.5
	평 균	13.3	12.0	15.0
아교목층	개울나무	2.0	2.0	2.0
	광나무	3.0	3.0	3.0
	굴거리나무	2.5	2.5	2.5
	덜꿩나무	2.0	2.0	2.0
	때죽나무	5.0	2.0	7.0
	벗나무	2.6	2.0	3.5
	비목나무	3.0	3.0	3.0
	사스레피나무	5.4	2.0	8.5
	생강나무	2.0	2.0	2.0
	소사나무	6.1	4.0	8.0
	쇠물푸레나무	4.1	2.0	7.0
	윤노리나무	2.5	2.5	2.5
	졸참나무	7.3	6.5	8.0
	참회나무	2.0	2.0	2.0
	팔배나무	7.8	7.5	8.5
	평 균	4.4	2.0	8.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 10에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과는 다음과 같음
- 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 12cm 이상~42cm 미만의 중경목과 대경목 구간에서 확인되고 있음
- 반면, 졸참나무의 경우 7cm 이상~37cm 미만의 소경목과 중경목 구간에서 출현하는 것을 확인할 수 있음
- 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 2cm 이상~27cm 미만의 구간에서 개체가 출현하는 것을 확인할 수 있음

표 109. 조사구 11의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	4	1	1	3	3	3	-	-	-
졸참나무	12	-	-	1	2	1	1	2	2	-	-	-	-
사스레피나무	8	-	5	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-
마삭줄	680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	12	-	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	24	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
쇠물푸레나무	108	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소사나무	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	40	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개웃나무	80	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴참나무	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
덜꿩나무	64	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴거리나무	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생강나무	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광나무	16	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비목나무	24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
윤노리나무	16	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참회나무	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
진달래	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
담쟁이덩굴	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
해변싸리	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
취뽕나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
작살나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개머루	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 14,783.95cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 616.00cm²로 확인되었음
- 아교목층의 흉고단면적은 3,377.65cm²이며 평균흉고단면적은 67.55cm²로 확인되고 있음

표 110. 조사구 11의 흉고단면적 분석

(면적: 400㎡)

층위	종명	흉고단면적(㎠)	평균흉고단면적(㎠)	개체수
교목층	곰솔	9,752.09	650.14	15
	굴참나무	597.98	597.98	1
	졸참나무	4,063.55	580.51	7
	팔배나무	370.33	370.33	1
	소 계	14,783.95	616.00	24
아교목층	개웃나무	7.95	3.98	2
	광나무	29.21	29.21	1
	굴거리나무	229.27	229.27	1
	덜꿩나무	7.56	3.78	2
	때죽나무	528.34	75.48	7
	벗나무	43.66	8.73	5
	비목나무	2.83	2.83	1
	사스레피나무	1,330.97	133.10	10
	생강나무	13.19	6.60	2
	소사나무	267.54	66.89	4
	쇠물푸레나무	260.17	32.52	8
	윤노리나무	4.15	4.15	1
	졸참나무	223.69	111.85	2
	참회나무	2.57	2.57	1
	팔배나무	426.55	142.18	3
소 계	3,377.65	67.55	50	
합 계	18,161.60	245.43	74	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 11에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 91년생, 졸참나무는 55~61년생으로 확인되었음

표 111. 조사구 11의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	13.5	36.9	91	1.5
졸참나무	12.0	30.3	61	2.7
	14.0	33.3	55	2.1

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하고 있는 곰솔의 경우 66.7%의 수목은 전반적으로 생육상태가 아주 좋은 상태로 확인되었으며 33.3%의 수목은 보통인 상태로 확인되었음. 졸참나무의 경우 85.7%의 수목 상태가 아주 좋은 상태로 확인되며 14.3%의 수목은 보통인 상태로 확인되었음. 아교목층은 72.0%가 양호, 18.0%가 보통, 6.0%가 약함, 4.0%가 아주 약함으로 확인되었음

표 112. 조사구 11의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교 목 층	곰솔	6 (66.7%)	3 (33.3%)	-	-	9 (100.0%)
	굴참나무	1 (14.3%)	-	6 (85.7%)	-	7 (100.0%)
	졸참나무	6 (85.7%)	1 (14.3%)	-	-	7 (100.0%)
	팔배나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	소 계	14 (58.3%)	4 (16.7%)	6 (25.0%)	-	24 (100.0%)
아 교 목 층	개울나무	1 (50.0%)	1 (50.0%)	-	-	2 (100.0%)
	광나무	-	-	1 (100.0%)	-	1 (100.0%)
	굴거리나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	덜꿩나무	1 (50.0%)	-	1 (50.0%)	-	2 (100.0%)
	때죽나무	4 (57.1%)	3 (42.9%)	-	-	7 (100.0%)
	벗나무	5 (100.0%)	-	-	-	5 (100.0%)
	비목나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	사스레피나무	7 (70.0%)	1 (10.0%)	1 (10.0%)	1 (10.0%)	10 (100.0%)
	생강나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	소사나무	4 (100.0%)	-	-	-	4 (100.0%)
	쇠물푸레나무	4 (50.0%)	4 (50.0%)	-	-	8 (100.0%)
	윤노리나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	참회나무	-	-	-	1 (100.0%)	1 (100.0%)
	팔배나무	3 (100.0%)	-	-	-	3 (100.0%)
	소 계	36 (72.0%)	9 (18.0%)	3 (6.0%)	2 (4.0%)	50 (100.0%)
합 계	50 (67.6%)	13 (17.6%)	9 (12.2%)	2 (2.7%)	74 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 곰솔, 굴거리나무, 개머루, 작살나무, 쥐똥나무, 해변싸리를 제외한 대부분의 수종이 조사구 내에서 확산이 예상되는 종으로 확인되었음
- 현재의 상태가 유지될 것으로 보이는 종은 확인되지 않았음
- 곰솔은 도태가 시작되면서 조사구 내에서의 축소가 예상되며, 굴거리나무의 경우 아교목층에서 1회만 출현하고 있어 기후 특성 등을 고려한다면 확산을 예상할 수 있으나 출현 빈도가 낮아 축소가 예상됨
- 개머루, 작살나무, 쥐똥나무, 해변싸리의 경우 출현 밀도와 빈도가 낮은 상태에서 관목층에서만 출현하고 있어 위기 상황에 놓인 종으로 보임
- 졸참나무로의 천이가 진행 중인 조사구로 다양한 낙엽활엽수와 아교목성상의 광나무, 사스레피나무와 같은 상록활엽수가 세력을 확산하고 있어 추후 시간이 경과 함에 따른 층위별 추세판단 분석이 필요해 보임

표 113. 조사구 11의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
개머루	-	-	-	-	0.16	4	위기 상황
개울나무	-	-	2.12	2	10.36	80	확산 예상
곰솔	64.23	15	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	1.43	1	1.45	16	확산 예상
굴거리나무	-	-	4.40	1	-	-	축소 예상
굴참나무	4.10	1	-	-	0.17	4	확산 예상
담쟁이덩굴	-	-	-	-	0.48	12	확산 예상
덜꿩나무	-	-	2.11	2	5.71	64	확산 예상
때죽나무	-	-	14.82	7	1.05	12	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	55.84	680	확산 예상
벗나무	-	-	5.65	5	3.25	40	확산 예상
보리밥나무	-	-	-	-	1.44	28	확산 예상
비목나무	-	-	1.04	1	2.18	24	확산 예상
사스레피나무	-	-	29.70	10	0.51	8	확산 예상
생강나무	-	-	2.20	2	-	-	확산 예상
소사나무	-	-	7.96	4	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	0.99	24	확산 예상
쇠물푸레나무	-	-	11.85	8	5.56	108	확산 예상
윤노리나무	-	-	1.06	1	0.72	16	확산 예상
작살나무	-	-	-	-	0.24	4	위기 상황
줄참나무	28.33	7	5.31	2	0.49	12	확산 예상
쥐똥나무	-	-	-	-	0.30	4	위기 상황
진달래	-	-	-	-	2.36	28	확산 예상
참회나무	-	-	1.04	1	0.58	12	확산 예상
청미래덩굴	-	-	-	-	4.48	68	확산 예상
팔배나무	3.33	1	9.32	3	1.33	24	확산 예상
해변싸리	-	-	-	-	0.37	8	위기 상황

(8) 초본층 우점도

- 조사구 11 초본층의 전체 피도는 75%로 초본층의 피도가 높게 나타나며, 출현 종수는 14종으로 이중 마삭줄이 우점도 5로 가장 높게 나타나며, 그 외 종은 우점도 2이하로 마삭줄이 단일우점하는 곳임

표 114. 조사구 11의 초본층 상재도표

종명	우점도	비고	종명	우점도	비고
마삭줄	5		진달래	1	단일 출현
단풍취	2		청미래덩굴	1	
개머루	1		덜꿩나무	+	
개울나무	1		벗나무	+	
맥문동	1		줄참나무	+	
비목나무	1		합다리나무	+	
쇠물푸레나무	1		전체 피도: 75%, 종수: 14종		
용dung굴레	1	단일 출현			

타. 조사구 12

(1) 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

- 조사구 12의 식생구조를 확인하기 위한 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 다음과 같음
- 교목층에서는 곶솔(I.P. 64.34%)과 졸참나무(I.P. 30.16%)가 높은 상대우점치를 보이고 있었으며, 팔배나무(I.P. 5.50%)가 출현하고 있었음
- 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 72.55%)가 높은 비율로 확인되었으며, 때죽나무(I.P. 11.35%), 팔배나무(I.P. 8.92%)가 출현하고 있었음. 때죽나무, 팔배나무는 도시화에 적응성이 강하며, 토양 유기물의 함량이 낮은 지역에서도 생육이 양호하고, 환경오염에 대해서도 내성이 강한 수종(이준복 등, 1998; 우수영 등, 2000)으로 향후 지속적으로 세력을 유지할 것으로 판단됨
- 관목층에서는 상록활엽수인 광나무(I.P. 52.59%)와 자금우(I.P. 22.11%)가 높게 확인되었음. 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치는 곶솔(M.I.P. 32.17%), 사스레피나무(M.I.P. 24.18%), 졸참나무(M.I.P. 15.98%) 등이 높게 확인되었음
- 조사구 11과 유사한 형태로 곶솔이 졸참나무에 밀려 도태되고 있는 군락으로 곶솔-졸참나무군락에서 졸참나무군락으로의 천이가 진행 중에 있음

표 115. 조사구 12의 상대우점치 및 평균상대우점치 분석

종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)	종명	총위	상대우점치(I.P.; %)			평균상대우점치(M.I.P.; %)
		교목층	아교목층	관목층				교목층	아교목층	관목층	
곶솔		64.34	-	-	32.17	마삭줄		-	-	3.94	0.66
사스레피나무		-	72.55	-	24.18	벗나무		-	1.49	-	0.50
졸참나무		30.16	2.31	0.79	15.98	고욤나무		-	1.30	-	0.43
광나무		-	-	52.59	8.77	보리밥나무		-	-	2.41	0.40
팔배나무		5.50	8.92	-	5.72	쇠물푸레나무		-	1.16	-	0.39
때죽나무		-	11.35	-	3.78	말오줌때		-	0.92	-	0.31
자금우		-	-	22.11	3.69	참식나무		-	-	1.51	0.25
구골나무		-	-	7.96	1.33	후박나무		-	-	0.81	0.14
송악		-	-	7.89	1.32	-		-	-	-	-

(2) 수고 분석

- 수고 분석은 현재 측정된 수고를 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 평균 수고는 11.9m로 확인되었으며, 아교목층 평균 수고는 5.6m로 확인되고 있음

표 116. 조사구 12의 수고 분석

층위	종명	평균 수고(m)	최소 수고(m)	최고 수고(m)
교목층	곰솔	12.3	10.0	15.0
	졸참나무	11.4	10.5	13.0
	팔배나무	10.5	10.5	10.5
	평 균	11.9	10.0	15.0
아교목층	고욤나무	8.0	8.0	8.0
	때죽나무	7.1	5.0	8.5
	말오줌때	7.5	7.5	7.5
	벗나무	8.5	8.5	8.5
	사스레피나무	5.1	2.5	8.5
	쇠물푸레나무	9.0	9.0	9.0
	졸참나무	5.2	4.0	7.0
	팔배나무	7.4	4.5	9.5
	평 균	5.6	2.5	9.5

(3) 흉고직경급별 분석

- 조사구 12에서 출현하는 종을 기준으로 흉고직경급별 분포 분석을 실시한 결과, 교목층의 우점종이면서 평균상대우점치가 가장 높은 곰솔의 경우 흉고직경(DBH) 12cm 이상~47cm 미만의 구간에서 확인되고 있으며, 아교목층의 우점종인 사스레피나무는 흉고직경 22cm 미만의 구간에서 집중적으로 출현하고 있음

표 117. 조사구 12의 흉고직경급별 분석

종명	관목	D ₁ *	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
곰솔	-	-	-	-	1	-	3	5	1	2	2	-	-
사스레피나무	-	5	51	48	4	1	-	-	-	-	-	-	-
졸참나무	4	-	-	3	2	1	2	1	2	-	-	-	-
광나무	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	-	-	2	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
때죽나무	-	-	2	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-
자금우	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
구골나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
마삭줄	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
고욤나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
보리밥나무	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
쇠물푸레나무	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
말오줌때	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
참식나무	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: D₁<2(cm), 2≤D₂<7, 7≤D₃<12, 12≤D₄<17, 17≤D₅<22, 22≤D₆<27, 27≤D₇<32, 32≤D₈<37, 37≤D₉<42, 42≤D₁₀<47, 47≤D₁₁<52, 52≥D₁₂

(4) 흉고단면적 분석

- 흉고단면적 분석은 현재 측정된 흉고직경을 기준으로 추후 모니터링을 통한 성장량 비교를 위한 것으로 현재 교목층의 흉고단면적은 15,955.30cm²이며 이를 개체수 대비 환산한 평균흉고단면적은 664.80cm²로 확인되었으며, 아교목층의 흉고단면적은 7,120.66cm²이며 평균흉고단면적은 51.98cm²로 확인되고 있음

표 118. 조사구 12의 흉고단면적 분석

(면적: 400m²)

층위	종명	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수
교목층	곰솔	11,222.27	801.59	14
	졸참나무	4,306.37	538.30	8
	팔배나무	426.66	213.33	2
	소 계	15,955.3	664.80	24
아교목층	고욤나무	132.67	132.67	1
	때죽나무	993.65	82.80	12
	말오줌때	78.50	78.50	1
	벗나무	160.52	160.52	1
	사스레피나무	4,666.91	42.82	109
	쇠물푸레나무	113.04	113.04	1
	졸참나무	172.08	57.36	3
	팔배나무	803.29	89.25	9
	소 계	7,120.66	51.98	137
합 계	23,075.96	143.33	161	

(5) 연륜 및 성장량 분석

- 조사구 12에서 조사된 표본목의 연륜 분석 결과, 곰솔은 86~89년생, 졸참나무는 50년생으로 확인되었음

표 119. 조사구 12의 연륜 및 성장량 분석

종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/년)
곰솔	15.0	33.7	86	1.6
	12.0	38.8	89	1.9
졸참나무	11.0	21.5	50	2.2

(6) 생육상태 분석

- 조사구 내에 출현하는 교목층과 아교목층의 수목을 대상으로 현재의 생육상태를 분석한 결과, 교목층에서 가장 많이 출현하는 곰솔의 경우 50.0%의 수목이 양호한 상태이며 50.0%의 수목이 보통의 상태이거나 약함으로 확인되었음. 아교목층은 61.3%가 양호, 28.5%가 보통, 7.3%가 약함, 2.9%가 아주 약함으로 확인되었음

표 120. 조사구 12의 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

층위	종명	양호	보통	약함	아주 약함	계
교목층	곰솔	7 (50.0%)	4 (28.6%)	3 (21.4%)	-	14 (100.0%)
	졸참나무	8 (100.0%)	-	-	-	8 (100.0%)
	팔배나무	2 (100.0%)	-	-	-	2 (100.0%)
	소 계	17 (70.8%)	4 (16.7%)	3 (12.5%)	-	24 (100.0%)
아교목층	고욤나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	때죽나무	8 (66.7%)	3 (25.0%)	-	1 (8.3%)	12 (100.0%)
	말오줌때	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	벗나무	-	1 (100.0%)	-	-	1 (100.0%)
	사스레피나무	64 (58.7%)	33 (30.3%)	10 (9.2%)	2 (1.8%)	109 (100.0%)
	쇠물푸레나무	1 (100.0%)	-	-	-	1 (100.0%)
	졸참나무	1 (33.3%)	1 (33.3%)	-	1 (33.3%)	3 (100.0%)
	팔배나무	9 (100.0%)	-	-	-	9 (100.0%)
소 계	84 (61.3%)	39 (28.5%)	10 (7.3%)	4 (2.9%)	137 (100.0%)	
합 계	100 (62.7%)	43 (26.7%)	13 (8.1%)	4 (2.5%)	161 (100.0%)	

(7) 추세판단 분석

- 조사구 내에서 출현하는 전체 수종을 대상으로 각 층위별 상대우점치 및 출현 개체수 등을 고려하여 해당 종에 대해 앞으로의 변화 추세를 판단하였음
- 광나무, 구골나무, 사스레피나무와 같은 상록활엽수와 때죽나무, 졸참나무, 팔배나무와 같은 낙엽활엽수, 그 외 마삭줄, 보리밥나무, 송악, 자금우와 같은 덩굴성 식물이 밀도와 빈도 등을 고려할 때 확산이 예상되는 종으로 관찰되었음
- 현재의 상태가 유지될 것으로 예상되는 종은 확인되지 않았음
- 교목층에서 도태를 시작한 곰솔과 고욤나무, 말오줌때, 벗나무, 쇠물푸레나무는 조사구 내에서의 축소가 예상됨
- 참식나무와 후박나무의 경우 관목층에서만 출현하고 있고 밀도와 빈도가 낮아 위기 상황에 놓인 종으로 판단됨
- 조사구가 위치하고 있는 곳은 기후 특성상 난온대 상록활엽수가 우점할 수 있는 곳이나 난온대 천이계열상 우점종이라 할 수 있는 참식나무와 후박나무가 밀도와 빈도만을 놓고 볼 때 위기 상황에 놓인 종으로 분석되고 있어 이러한 종들에 대한 추세판단을 모니터링 할 필요가 있어 보임

표 121. 조사구 12의 추세판단 분석

종명	교목층		아교목층		관목층		추세판단
	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	상대우점치(%)	개체수	
고욤나무	-	-	1.30	1	-	-	축소 예상
곰솔	64.34	14	-	-	-	-	축소 예상
광나무	-	-	-	-	52.59	52	확산 예상
구골나무	-	-	-	-	7.96	12	확산 예상
때죽나무	-	-	11.35	12	-	-	확산 예상
마삭줄	-	-	-	-	3.94	20	확산 예상
말오줌때	-	-	0.92	1	-	-	축소 예상
벗나무	-	-	1.49	1	-	-	축소 예상
보리밥나무	-	-	-	-	2.41	12	확산 예상
사스레피나무	-	-	72.55	109	-	-	확산 예상
송악	-	-	-	-	7.89	40	확산 예상
쇠물푸레나무	-	-	1.16	1	-	-	축소 예상
자금우	-	-	-	-	22.11	116	확산 예상
졸참나무	30.16	8	2.31	3	0.79	4	확산 예상
참식나무	-	-	-	-	1.51	8	위기 상황
팔배나무	5.50	2	8.92	9	-	-	확산 예상
후박나무	-	-	-	-	0.81	4	위기 상황

(8) 초본층 우점도

- 조사구 12 초본층의 전체 피도는 5%로 초본층의 피도가 낮게 나타나며, 이는 상층부의 피도가 높아 빛의 투과량이 적은곳으로 초본층에서의 식물분포가 낮게 나타난 것으로 보임. 출현 종수 또한 6종으로 적은편이며, 자금우가 우점도 1로 가장 높게 나타나고 그 외 종은 단일 분포 또는 소수의 개체가 분포함

표 122. 조사구 12의 초본층 상재도표

종명	상재도	비고	종명	상재도	비고
자금우	1		느티나무	r	단일 출현
광나무	+		졸참나무	r	
보리밥나무	+		전체 피도: 5%, 종수: 6종		
후박나무	+				

3. 조사구별 결과 종합

가. 식생구조 분석

(1) 평균상대우점치 분석

- 12개 조사구의 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치 분석 결과, 곰솔은 조사구 2(M.I.P. 50.00%)에서 가장 높게 나타났으며, 조사구 9(M.I.P. 11.62%)에서 가장 낮게 확인되었음
- 졸참나무는 조사구 9(M.I.P. 24.52%)에서 높게 확인되었고, 사스레피나무는 조사구 7(M.I.P. 27.95%)에서, 참식나무는 조사구 4(M.I.P. 20.21%)에서 각각 높게 확인되었음
- 전체적으로 대부분의 조사구에서 곰솔이 우점하고 있음. 이는 층위별로 교목층에서 대부분 곰솔이 우점하면서 졸참나무가 함께 출현하고 있는 것이 영향을 미친 결과임
- 아교목층은 양지에서 천연하종이 잘 되며 건조하고 척박한 토양에서 잘 자라고 수분 요구도가 낮으면서(장진성 등, 2011) 잎이 넓은 활엽수보다 곰솔과 같은 침엽수 아래서 더 잘 자라는 특징이 있는 사스레피나무(강현미, 2020)가 대부분의 조사구에서 출현하며, 또 다른 상록활엽수인 동백나무와 참식나무 등과 낙엽활엽수인 때죽나무, 팔배나무 등이 출현하고 있어 곰솔 다음으로 평균상대우점치가 높은 것을 확인할 수 있음
- 또한, 마삭줄, 자금우, 송악 등의 덩굴식물이 지표면을 피복하면서 관목층에서 우점하고 있어 몇몇 조사구에서 높은 평균상대우점치를 보이는 것으로 나타났음

표 123. 조사구별 평균상대우점치 분석

(단위: %)

종명	조사구	동편			태종산			등대			감지		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
곰솔		48.21	50.00	29.40	15.18	43.64	33.75	44.65	32.54	11.62	44.90	32.12	32.17
감탕나무		-	-	-	-	-	-	0.31	-	-	-	-	-
개머루		0.08	-	0.04	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	-
개서어나무		-	-	2.28	-	-	4.97	-	4.63	6.31	5.25	-	-
개울나무		1.47	0.12	4.59	-	0.10	-	0.05	-	6.67	0.22	2.43	-
고욤나무		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.43
광나무		6.78	2.94	1.37	0.31	3.82	3.20	2.06	1.88	-	0.62	0.72	8.77
구골나무		3.05	0.48	0.82	-	-	-	-	-	-	-	-	1.33
굴거리나무		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.47	-
굴참나무		-	-	1.42	-	7.34	-	-	-	-	2.06	2.08	-
굴피나무		0.23	-	-	-	3.14	1.43	-	4.60	-	1.40	-	-
금식나무		-	-	-	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-
짙짙나무		0.27	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노린재나무		0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-

종명	조사구	동편			태종산			등대			감지		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
노박덩굴		-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-
느티나무		-	-	-	10.92	1.80	2.60	-	3.38	-	0.56	-	-
담쟁이덩굴		0.08	-	-	-	-	-	-	0.06	-	0.11	0.08	-
덜꿩나무		-	-	1.77	-	-	0.41	-	0.26	4.49	0.55	1.66	-
돈나무		0.04	-	0.07	0.10	-	0.46	0.43	-	-	-	-	-
동백나무		0.13	-	-	15.19	18.79	-	-	-	-	-	-	-
두릅나무		-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-
때죽나무		7.00	7.48	3.23	-	-	4.24	0.38	0.48	3.76	4.54	5.12	3.78
마삭줄		-	-	7.13	7.86	5.38	4.60	2.11	2.61	7.97	1.17	9.31	0.66
말오줌때		0.11	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.04	-	0.31
멸꿀		-	-	-	0.10	0.10	-	-	-	-	-	-	-
밤나무		-	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벗나무		1.48	-	0.81	-	0.39	0.27	1.16	0.52	5.23	0.04	2.43	0.50
보리밥나무		0.04	0.05	0.42	0.29	0.17	0.07	2.04	0.13	0.06	0.25	0.24	0.40
비목나무		0.38	1.04	0.47	-	-	0.22	-	-	0.22	0.41	0.71	-
사방오리		-	-	-	-	-	-	-	1.38	-	-	-	-
사스레피나무		12.81	22.78	13.05	0.32	2.51	10.97	27.95	25.43	-	16.72	9.99	24.18
사철나무		0.15	-	-	4.28	0.96	-	-	-	-	-	-	-
산뽕나무		-	-	-	8.00	0.35	-	0.05	-	-	1.11	-	-
상수리나무		-	-	2.21	-	-	-	1.24	-	4.12	-	-	-
생강나무		-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	-	0.73	-
생달나무		0.21	-	-	0.18	0.38	0.05	5.88	2.22	-	0.20	-	-
소사나무		-	-	0.78	-	0.90	2.82	1.36	0.22	9.82	0.60	2.65	-
소태나무		-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
송악		3.76	7.19	0.34	0.97	1.50	0.81	1.52	0.38	1.75	2.49	0.17	1.32
쇠물푸레나무		1.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.88	0.39
쉬나무		0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
식나무		-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
윤노리나무		-	-	-	0.29	-	-	-	0.15	1.51	-	0.47	-
으름덩굴		-	0.10	-	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-
이팝나무		-	-	-	-	-	1.54	-	-	-	-	-	-
자금우		0.24	-	1.62	-	2.20	6.83	2.10	12.40	-	9.74	-	3.69
작살나무		-	0.06	0.09	-	0.21	-	-	-	0.28	-	0.04	-
조록싸리		-	-	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
줄참나무		3.73	0.30	15.29	-	0.33	4.74	4.61	2.61	24.52	4.41	16.02	15.98

종명	조사구	동편			태종산			등대			감지		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
출딸기		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
취동나무		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-
진달래		-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	0.39	-
쪽동백나무		-	-	2.26	-	-	-	-	1.92	0.75	0.02	-	-
참개암나무		-	-	-	-	-	0.69	-	-	0.72	-	-	-
참식나무		0.47	0.36	0.38	20.21	2.75	7.58	1.92	0.33	-	0.02	-	0.25
참회나무		-	-	0.09	-	-	-	-	-	0.13	0.07	0.44	-
천선과나무		-	0.50	-	0.50	-	0.24	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴		0.42	0.20	0.25	-	-	0.14	0.05	0.46	0.23	-	0.75	-
팔손이		1.36	4.72	1.12	1.49	-	-	-	-	-	0.06	-	-
팔배나무		0.40	-	7.04	0.53	2.56	4.11	0.17	0.67	9.48	2.01	4.99	5.72
팽나무		-	-	-	11.41	0.54	-	-	-	-	0.09	-	-
합다리나무		-	-	-	0.16	-	2.63	-	0.65	-	0.12	-	-
해변싸리		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-
화살나무		-	-	-	-	-	0.24	-	-	-	-	-	-
황칠나무		0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무		5.47	1.60	0.82	1.20	0.13	0.40	-	-	-	0.22	-	0.14

(2) 종다양도 분석

- 12개 조사구의 종다양도 분석 결과, 단위면적(400m²) 당 조사구 1이 2.5603으로 가장 높게 나타났으며, 조사구 6이 1.5119로 가장 낮게 나타났음. 균재도는 조사구 1이 0.7528으로 가장 안정된 개체수 분포를 나타내고 있었으며, 조사구 6이 0.4587로 균일하지 못한 개체수 분포 형태를 보였음

표 124. 조사구별 종다양도 분석

(단위면적: 400m²)

조사구	종다양도	균재도	우점도	최대종다양도	
동편	1	2.5603	0.7528	0.2472	3.4012
	2	2.0740	0.7176	0.2824	2.8904
	3	2.4778	0.7149	0.2851	3.4657
태종산	4	2.1195	0.676	0.324	3.1355
	5	2.1660	0.6815	0.3185	3.1781
	6	1.5119	0.4587	0.5413	3.2958
등대	7	2.2396	0.7476	0.2524	2.9957
	8	1.6842	0.5232	0.4768	3.2189
	9	2.1088	0.6551	0.3449	3.2189
감지	10	1.8247	0.5265	0.4735	3.4657
	11	2.0859	0.6329	0.3671	3.2958
	12	2.1191	0.7479	0.2521	2.8332

(3) 유사도 분석

- 각 조사구별 종 조성의 차이를 알아보기 위해 12개 조사구간 유사도지수를 분석 결과, 곰솔을 교목층의 우점종으로 하면서 사스레피나무와 때죽나무를 아교목층의 우점종으로 갖는 조사구 1과 조사구 2가 79.56으로 높은 유사성을 보였으며, 조사구 2와 조사구 9가 18.08로 낮은 유사성을 보였음. 이는 조사구 2는 교목층에 곰솔만 출현하며, 조사구 9는 졸참나무를 우점으로 하며 다양한 낙엽활엽수가 출현하고 있어 출현 종에 대한 차이가 큰 영향을 미친 것으로 보여짐
- 전반적으로 태종산 조사구 4가 다른 조사구와의 유사도지수가 낮은 경향을 보이고 있음

표 125. 조사구별 유사도 분석

조사구	동편			태종산			등대			감지	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
동편	2	79.56									
	3	57.96	51.37								
태종산	4	20.75	20.48	26.49							
	5	54.29	51.59	46.97	44.86						
	6	59.20	54.42	65.4	32.95	57.36					
등대	7	67.58	72.20	56.85	21.60	58.28	61.11				
	8	53.15	58.94	58.06	23.66	49.51	69.62	71.07			
	9	24.76	18.08	58.53	21.33	23.05	39.22	24.33	25.19		
감지	10	71.28	70.45	62.03	21.09	59.70	73.49	72.95	72.59	31.78	
	11	57.25	49.54	79.14	24.90	47.47	64.45	53.13	51.17	55.14	59.32
	12	63.99	64.21	72.79	18.65	46.51	64.86	68.80	67.60	39.65	65.87

(4) 종수 및 개체수 분석

- 12개 조사구에 대해 각 조사구별 단위면적(400m²) 당 출현한 목본식물을 중심으로 종수 및 개체수 분석을 실시한 결과, 교목층에서 1~8종, 아교목층에서 5~18종, 관목층에서 9~24종으로 나타났으며, 평균 출현 종수는 25.0±5.0종이었음. 출현 개체수는 교목층에서 16~82개체, 아교목층에서 50~179개체, 관목층에서 268~1,916개체가 확인되었으며, 평균 출현 개체수는 1,039.1±459.4개체였음. 층위별 종수의 경우 교목층은 조사구 6이 8종, 아교목층은 조사구 3이 18종, 관목층은 조사구 10이 24종으로 가장 많은 종이 확인되었으며, 개체수의 경우 교목층은 조사구 1이 82개체, 아교목층은 조사구 5가 179개체, 관목층은 조사구 10이 1,916개체로 조사되었음

표 126. 조사구별 종수 및 개체수 분석

(단위면적: 400㎡)

조사구	종수				개체수				
	교목층	아교목층	관목층	전체	교목층	아교목층	관목층	전체	
동편	1	3	15	22	30	82	143	888	1,113
	2	1	5	15	18	27	155	696	878
	3	6	18	21	32	23	93	1,040	1,156
태종산	4	5	11	13	23	14	66	428	509
	5	2	17	11	24	19	179	428	626
	6	8	12	15	27	24	76	1,300	1,400
등대	7	3	9	14	20	38	113	724	875
	8	7	14	10	25	23	134	556	713
	9	6	12	20	25	19	117	1,260	1,396
감지	10	3	16	24	32	16	88	1,916	2,020
	11	4	15	23	27	24	50	1,280	1,354
	12	3	8	9	17	24	137	268	429
평균	4.3±2.1	12.7±3.9	16.4±5.3	25.0±5.0	27.8±18.1	112.6±38.9	898.7±478.8	1,039.1±459.4	

나. 성장량 분석

(1) 수고 분석

- 12개 조사구별 평균 수고 분석 결과, 교목층은 조사구 2의 평균 수고가 15.6m로 가장 높게 확인되었으며, 조사구 9가 10.8m로 가장 낮게 확인되었음. 아교목층은 조사구 7과 조사구 12가 5.6m로 가장 높게 확인되었으며, 조사구 9가 3.3m로 가장 낮게 확인되었음

표 127. 조사구별 평균 수고 분석

조사구	층위	평균 수고(m)	조사구	층위	평균 수고(m)
동편	1	교목층	등대	7	교목층
		아교목층			아교목층
	2	교목층		8	교목층
		아교목층			아교목층
	3	교목층		9	교목층
		아교목층			아교목층
태종산	4	교목층	감지	10	교목층
		아교목층			아교목층
	5	교목층		11	교목층
		아교목층			아교목층
	6	교목층		12	교목층
		아교목층			아교목층

(2) 흉고단면적 분석

- 12개 조사구별 흉고단면적 분석 결과, 교목층은 조사구 10의 흉고단면적이 22,197.92cm²로 가장 높게 확인되었으며, 조사구 4의 흉고단면적이 10,406.05cm²로 가장 낮게 확인되었음. 아교목층은 조사구 5의 흉고단면적이 8,761.65cm²로 가장 높게 확인되었으며, 조사구 9의 흉고단면적이 2,602.18cm²로 가장 낮게 확인되었음

표 128. 조사구별 흉고단면적 분석

(면적: 400m²)

조사구	층위	흉고단면적(cm ²)	평균흉고단면적(cm ²)	개체수	
동편	1	교목층	20,714.19	252.61	82
		아교목층	4,862.18	34.00	143
		합 계	25,576.37	113.67	225
	2	교목층	20,219.33	748.86	27
		아교목층	3,901.43	25.17	155
		합 계	24,120.76	132.53	182
	3	교목층	12,126.77	527.25	23
		아교목층	3,850.45	41.40	93
		합 계	15,977.22	137.73	116
태종산	4	교목층	10,406.05	743.29	14
		아교목층	4,987.90	75.57	66
		합 계	15,393.95	192.42	80
	5	교목층	15,456.33	813.49	19
		아교목층	8,761.65	48.95	179
		합 계	24,217.98	122.31	198
	6	교목층	18,270.95	761.29	24
		아교목층	3,647.45	47.99	76
		합 계	21,918.40	219.18	100
등대	7	교목층	17,771.17	467.66	38
		아교목층	7,940.15	70.27	113
		합 계	25,711.32	170.27	151
	8	교목층	19,073.65	829.29	23
		아교목층	4,243.57	31.67	134
		합 계	23,317.22	148.52	157
	9	교목층	11,793.83	620.73	19
		아교목층	2,602.18	22.24	117
		합 계	14,396.01	105.85	136
감지	10	교목층	22,197.92	1,387.37	16
		아교목층	5,014.47	56.98	88
		합 계	27,212.39	261.66	104
	11	교목층	14,783.95	616.00	24
		아교목층	3,377.65	67.55	50
		합 계	18,161.60	245.43	74
	12	교목층	15,955.3	664.80	24
		아교목층	7,120.66	51.98	137
		합 계	23,075.96	143.33	161

(3) 연륜 및 성장량 분석

- 12개 조사구별 연륜 분석 결과, 조사구 7의 곰솔이 104년생으로 가장 높게 확인되었으며 조사구 4의 참식나무가 32년생으로 가장 낮게 확인되었음
- 태종대 전체를 기준으로 볼 때 곰솔은 47~104년생으로 평균 74.6년생으로 확인되었으며, 졸참나무는 50~62년생으로 평균 57.4년생으로 확인되었음. 그 외 굴참나무 71년생, 느티나무 83년생, 합다리나무 50년생, 참식나무 32년생으로 확인되었음. 연륜을 기준으로 보면 상록활엽수인 참식나무의 연륜이 가장 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있는데 이를 통해 태종대 숲이 상록활엽수가 우점하는 숲으로 천이가 진행될 것을 예측할 수 있음

표 129. 조사구별 연륜 및 성장량 분석

조사구	종명	수고(m)	흉고직경(cm)	예측수령(년)	평균성장량(mm/연)	
동편	1	곰솔	12.0	32.6	47	3.4
		곰솔	15.0	28.6	52	2.7
	2	곰솔	15.5	38.5	59	2.8
		곰솔	15.0	46.1	50	4.4
	3	곰솔	14.0	33.9	52	3.1
		졸참나무	15.0	26.7	62	1.9
태종산	4	곰솔	13.0	33.5	57	2.1
		참식나무	10.0	21.3	32	3.4
	5	곰솔	12.0	48.9	97	2.6
		곰솔	14.0	43.5	72	1.4
		굴참나무	12.0	26.3	71	1.8
	6	곰솔	18.0	53.4	93	4.7
합다리나무		12.0	22.7	50	3.0	
등대	7	곰솔	12.0	44.2	89	2.8
		곰솔	16.5	53.8	104	2.2
	8	곰솔	14.0	45.8	82	2.5
		느티나무	11.5	40.8	83	2.1
	9	곰솔	11.0	36.3	55	2.4
	졸참나무	12.0	39.2	59	3.7	
감지	10	곰솔	15.0	65.0	94	2.7
	11	곰솔	13.5	36.9	91	1.5
		졸참나무	12.0	30.3	61	2.7
		졸참나무	14.0	33.3	55	2.1
	12	곰솔	15.0	33.7	86	1.6
		곰솔	12.0	38.8	89	1.9
졸참나무		11.0	21.5	50	2.2	

다. 생육상태 분석

- 12개 조사구별 생육상태 분석 결과, 밀도가 높은 조사구에서 출현하는 수목의 생육상태가 좀 더 불량한 것으로 확인되고 있으나 대체적으로 생육상태는 건강한 것으로 확인되고 있음

표 130. 조사구별 생육상태 분석

단위: 개체수(%)

조사구	층위	양호	보통	약함	아주 약함	계	
동편	1	교목층	45 (54.9%)	15 (18.3%)	17 (20.7%)	5 (6.1%)	82 (100.0%)
		아교목층	109 (76.2%)	23 (16.1%)	9 (6.3%)	2 (1.4%)	143 (100.0%)
		소 계	154 (68.4%)	38 (16.9%)	26 (11.6%)	7 (3.1%)	225 (100.0%)
	2	교목층	25 (92.6%)	2 (7.4%)	-	-	27 (100.0%)
		아교목층	108 (69.7%)	34 (21.9%)	12 (7.7%)	1 (0.6%)	155 (100.0%)
		소 계	133 (73.1%)	36 (19.8%)	12 (6.6%)	1 (0.5%)	182 (100.0%)
	3	교목층	15 (65.2%)	8 (34.8%)	-	-	23 (100.0%)
		아교목층	67 (72.0%)	22 (23.7%)	3 (3.2%)	1 (1.1%)	93 (100.0%)
		소 계	82 (70.7%)	30 (25.9%)	3 (2.6%)	1 (0.9%)	116 (100.0%)
	소 계	교목층	85 (64.4%)	25 (18.9%)	17 (12.9%)	5 (3.8%)	132 (100.0%)
		아교목층	284 (72.6%)	79 (20.2%)	24 (6.1%)	4 (1.0%)	391 (100.0%)
		합 계	369 (70.6%)	104 (19.9%)	41 (7.8%)	9 (1.7%)	523 (100.0%)
태종산	4	교목층	5 (35.7%)	7 (50.0%)	-	2 (14.3%)	14 (100.0%)
		아교목층	39 (59.1%)	23 (34.8%)	4 (6.1%)	-	66 (100.0%)
		소 계	44 (55.0%)	30 (37.5%)	4 (5.0%)	2 (2.5%)	80 (100.0%)
	5	교목층	11 (57.9%)	6 (31.6%)	2 (10.5%)	-	19 (100.0%)
		아교목층	110 (61.5%)	61 (34.1%)	6 (3.4%)	2 (1.1%)	179 (100.0%)
		소 계	121 (61.1%)	67 (33.8%)	8 (4.0%)	2 (1.0%)	198 (100.0%)
	6	교목층	15 (62.5%)	2 (8.3%)	7 (29.2%)	-	24 (100.0%)
		아교목층	65 (85.5%)	9 (11.8%)	2 (2.6%)	-	76 (100.0%)
		소 계	80 (80.0%)	11 (11.0%)	9 (9.0%)	-	100 (100.0%)
	소 계	교목층	31 (54.4%)	15 (26.3%)	9 (15.8%)	2 (3.5%)	57 (100.0%)
		아교목층	214 (66.7%)	93 (29.0%)	12 (3.7%)	2 (0.6%)	321 (100.0%)
		합 계	245 (64.8%)	108 (28.6%)	21 (5.6%)	4 (1.1%)	378 (100.0%)
등대	7	교목층	11 (28.9%)	16 (42.1%)	6 (15.8%)	5 (13.2%)	38 (100.0%)
		아교목층	62 (54.9%)	31 (27.4%)	14 (12.4%)	6 (5.3%)	113 (100.0%)
		소 계	73 (48.3%)	47 (31.1%)	20 (13.2%)	11 (7.3%)	151 (100.0%)
	8	교목층	7 (30.4%)	6 (26.1%)	9 (39.1%)	1 (4.3%)	23 (100.0%)
		아교목층	79 (59.0%)	41 (30.6%)	9 (6.7%)	5 (3.7%)	134 (100.0%)
		소 계	86 (54.8%)	47 (29.9%)	18 (11.5%)	6 (3.8%)	157 (100.0%)
	9	교목층	16 (84.2%)	2 (10.5%)	1 (5.3%)	-	19 (100.0%)
		아교목층	108 (92.3%)	4 (3.4%)	3 (2.6%)	2 (1.7%)	117 (100.0%)
		소 계	124 (91.2%)	6 (4.4%)	4 (2.9%)	2 (1.5%)	136 (100.0%)
	소 계	교목층	34 (42.5%)	24 (30.0%)	16 (20.0%)	6 (7.5%)	80 (100.0%)
		아교목층	249 (68.4%)	76 (20.9%)	26 (7.1%)	13 (3.6%)	364 (100.0%)
		합 계	283 (63.7%)	100 (22.5%)	42 (9.5%)	19 (4.3%)	444 (100.0%)
감지	10	교목층	7 (43.8%)	4 (25.0%)	4 (25.0%)	1 (6.3%)	16 (100.0%)
		아교목층	50 (56.8%)	26 (29.5%)	8 (9.1%)	4 (4.5%)	88 (100.0%)
		소 계	57 (54.8%)	30 (28.8%)	12 (11.5%)	5 (4.8%)	104 (100.0%)
	11	교목층	14 (58.3%)	4 (16.7%)	6 (25.0%)	-	24 (100.0%)
		아교목층	36 (72.0%)	9 (18.0%)	3 (6.0%)	2 (4.0%)	50 (100.0%)
		소 계	50 (67.6%)	13 (17.6%)	9 (12.2%)	2 (2.7%)	74 (100.0%)
	12	교목층	17 (70.8%)	4 (16.7%)	3 (12.5%)	-	24 (100.0%)
		아교목층	84 (61.3%)	39 (28.5%)	10 (7.3%)	4 (2.9%)	137 (100.0%)
		소 계	100 (62.7%)	43 (26.7%)	13 (8.1%)	4 (2.5%)	161 (100.0%)
	소 계	교목층	38 (59.4%)	12 (18.8%)	13 (20.3%)	1 (1.6%)	64 (100.0%)
		아교목층	170 (61.8%)	74 (26.9%)	21 (7.6%)	10 (3.6%)	275 (100.0%)
		합 계	208 (61.4%)	86 (25.4%)	34 (10.0%)	11 (3.2%)	339 (100.0%)
전 체	교목층	188 (56.5%)	76 (28.8%)	55 (16.5%)	14 (4.2%)	333 (100.0%)	
	아교목층	917 (68.0%)	322 (23.8%)	83 (6.1%)	29 (2.1%)	1,351 (100.0%)	
	총 계	1,105 (65.6%)	398 (23.6%)	138 (8.2%)	43 (2.6%)	1,684 (100.0%)	

라. 추세판단 분석

- 현재 대부분의 조사구가 곰솔이 우점하고 있으나 졸참나무가 함께 출현하면서 곰솔에서 졸참나무 등의 활엽수림으로의 천이가 진행 중인 상태로 곰솔은 대부분의 조사구에서 축소가 예상되며, 그 외 활엽수들은 확산이 예상됨
- 그 중 생달나무, 참식나무, 후박나무 등의 난온대 기후대의 우점종인 상록활엽수의 확산이 예상되고 있으며, 덩굴성 상록활엽수인 송악, 자금우, 마삭줄의 확산도 예상되고 있음

표 131. 조사구별 추세 판단

조사구	추세판단	종명	
동편	1	확산 예상	광나무, 때죽나무, 벗나무, 사스레피나무, 생달나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 참식나무, 팔손이, 후박나무
		현행 유지	개울나무, 구골나무, 팡팡나무, 쇠물푸레나무, 쉬나무, 청미래덩굴, 팔배나무
		축소 예상	곰솔, 굴피나무, 동백나무, 비목나무
	2	위기 상황	개머루, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 돈나무, 말오줌때, 보리밥나무, 사철나무, 황칠나무
		확산 예상	광나무, 구골나무, 때죽나무, 비목나무, 사스레피나무, 송악, 참식나무, 청미래덩굴, 팔손이, 후박나무
		현행 유지	곰솔
	3	축소 예상	졸참나무
		위기 상황	개울나무, 보리밥나무, 소태나무, 으름덩굴, 작살나무, 천선과나무
		확산 예상	개울나무, 광나무, 구골나무, 팡팡나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 벗나무, 보리밥나무, 비목나무, 사스레피나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 쪽동백나무, 참식나무, 청미래덩굴, 팔손이, 팔배나무, 후박나무
4	현행 유지	개서어나무, 굴참나무, 상수리나무, 소사나무	
	축소 예상	개머루, 곰솔, 밤나무, 식나무, 조록싸리	
	위기 상황	돈나무, 작살나무, 참회나무	
태종산	4	확산 예상	동백나무, 마삭줄, 보리밥나무, 사철나무, 산뽕나무, 송악, 으름덩굴, 참식나무, 팔손이, 팡나무, 후박나무
		현행 유지	느티나무
		축소 예상	곰솔, 광나무, 금식나무, 사스레피나무, 윤노리나무, 팔배나무
	5	위기 상황	돈나무, 멀꿀, 생달나무, 천선과나무, 합다리나무
		확산 예상	광나무, 굴참나무, 굴피나무, 느티나무, 동백나무, 마삭줄, 사스레피나무, 사철나무, 소사나무, 송악, 자금우, 작살나무, 참식나무, 팔배나무
		현행 유지	벗나무, 산뽕나무, 생달나무, 팡나무
	6	축소 예상	개울나무, 곰솔
		위기 상황	멀꿀, 보리밥나무, 졸참나무, 후박나무
		확산 예상	개서어나무, 광나무, 느티나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 비목나무, 사스레피나무, 소사나무, 송악, 자금우, 참식나무, 팔배나무, 합다리나무, 후박나무
	7	현행 유지	굴피나무, 돈나무, 이팝나무, 졸참나무
		축소 예상	곰솔, 천선과나무, 화살나무
		위기 상황	벗나무, 보리밥나무, 생달나무, 참개암나무, 청미래덩굴

조사구	추세판단	증명	
등대	7	확산 예상	광나무, 돈나무, 마삭줄, 벚나무, 보리밥나무, 사스레피나무, 생달나무, 소사나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 참식나무
		현행 유지	상수리나무
		축소 예상	곰솔, 때죽나무, 팔배나무
		위기 상황	감탕나무, 개울나무, 산뽕나무, 청미래덩굴
	8	확산 예상	개서어나무, 광나무, 굴피나무, 느티나무, 덜꿩나무, 마삭줄, 사스레피나무, 생달나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 쪽동백나무, 청미래덩굴
		현행 유지	참식나무, 팔배나무
		축소 예상	곰솔, 때죽나무, 벚나무, 사방오리, 소사나무, 윤노리나무, 합다리나무
		위기 상황	노박덩굴, 담쟁이덩굴, 보리밥나무
	9	확산 예상	개서어나무, 개울나무, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 벚나무, 비목나무, 생강나무, 소사나무, 송악, 윤노리나무, 작살나무, 졸참나무, 쪽동백나무, 참개암나무, 참회나무, 청미래덩굴, 팔배나무
		현행 유지	상수리나무
		축소 예상	곰솔
		위기 상황	노린재나무, 두릅나무, 말오줌때, 보리밥나무, 진달래
감지	10	확산 예상	개서어나무, 개울나무, 광나무, 느티나무, 담쟁이덩굴, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 보리밥나무, 비목나무, 사스레피나무, 산뽕나무, 소사나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 팽나무, 합다리나무
		현행 유지	-
		축소 예상	곰솔, 굴참나무, 굴피나무, 생달나무, 팔배나무, 후박나무
		위기 상황	개머루, 말오줌때, 벚나무, 줄딸기, 쪽동백나무, 참식나무, 참회나무, 팔손이
	11	확산 예상	개울나무, 광나무, 굴참나무, 담쟁이덩굴, 덜꿩나무, 때죽나무, 마삭줄, 벚나무, 보리밥나무, 비목나무, 사스레피나무, 생강나무, 소사나무, 송악, 쇠물푸레나무, 윤노리나무, 졸참나무, 진달래, 참회나무, 청미래덩굴, 팔배나무
		현행 유지	-
		축소 예상	곰솔, 굴거리나무
		위기 상황	개머루, 작살나무, 쥐똥나무, 해변싸리
	12	확산 예상	광나무, 구굴나무, 때죽나무, 마삭줄, 보리밥나무, 사스레피나무, 송악, 자금우, 졸참나무, 팔배나무
		현행 유지	-
		축소 예상	고욤나무, 곰솔, 말오줌때, 벚나무, 쇠물푸레나무
		위기 상황	참식나무, 후박나무

마. 초본층 우점도

- 초본층을 기준으로 식물사회학적 방법을 적용하여 우점도와 군도를 통합한 통합우점도 조사를 통해 초본층의 상대도표를 작성한 결과, 조사구 내에서 출현 빈도가 가장 높은 종은 송악으로 확인되었으며, 뒤를 이어 마삭줄과 자금우의 출현 빈도가 높은 것으로 확인되었음. 송악, 마삭줄, 자금우는 모두 지표면을 피복하고 있는 종들로 태종대 조사구의 대부분은 상록성 식물이 지표면을 피복하고 있으며, 다른 종들에 비해 송악, 마삭줄, 자금우의 우점도가 월등히 높았고, 조사지역 초본층의 대표적인 종으로 확인됨

표 132. 조사구 의 초본층 상대도표

조사구 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
피도	10	10	80	60	60	85	40	60	70	65	75	5	
종수	12	6	18	13	6	8	12	8	14	8	14	6	빈도
송악	+	2		+	+	2	1	1	3	2			9
마삭줄			5	4	4	5	3	+	4		5		8
자금우	2				1	3	2	4		2		1	7
참식나무		1	+	2	1			+					5
청미래덩굴	+		+			+			2		1		5
맥문동						1	1		r		1		4
벗나무	r		1				r				+		4
보리밥나무		r		+						+		+	4
사철나무				+	+	+	1						4
생달나무	+			+			2	+					4
팔손이	1	1	+							+			4
덜꿩나무									2	+	+		3
비목나무			r						+		1		3
졸참나무									+		+	r	3
홍지네고사리		+					1	+					3
후박나무	1								+			+	3
가는잎죽제비고사리			1						r				2
개머루			+								1		2
광나무	1											+	2
구골나무	+		r										2
단풍취									2		2		2
개울나무			1								1		2
쇠물푸레나무	+										1		2
일월비비추			r						2				2
애기나리			+						r				2
출사초			r			2							2
털머위						2	r						2
큰천남성				r						+			2
합다리나무			+								+		2

* 단일 출현 종

조사구1: 개울나무 +, 담쟁이덩굴 r / 조사구2: 식나무 r / 조사구 3: 돈나무 r, 죽대 r, 쪽동백나무 1, 화살나무 r / 조사구 4: 개울나무 3, 넓은잎천남성 1, 방기 1, 배풍등 +, 비늘고사리 +, 으름덩굴 + / 조사구 5: 동백나무 + / 조사구 7: 사스레피나무 1, 산뽕나무 +, 천선과나무 + / 조사구 8: 노박덩굴 r, 때죽나무 + / 조사구 9: 부산 사초 1, 하늘말나리 1 / 조사구 10: 멀꿀 1, 작살나무 r / 조사구 11: 용동굴레 1, 진달래 1 / 조사구 12: 느티나무 r

제4절 토양 및 광환경 조사 결과

1. 토양환경

- 토양산도(pH)는 한국 산림토양보다 더 높았고, 총질소와 유기물량도 더 높은 수준이었음
- 비옥도를 기준이 되는 양이온교환용량(CEC)은 비슷한 수준이었지만, 유효인산은 낮은 편이었음
- 유기물량이 상당히 높은 이유는 곰솔 낙엽은 수지 성분이 많아 분해가 늦기 때문이며, 이 분해 과정에서 유기산이 침출되어 토양산도를 낮춘 것으로 보임
- 종합적으로 볼 때 대부분 항목에서 한국의 산림토양에 비슷한 수준을 보였으며, 총질소가 높다는 점에서 척박지에 적응력이 뛰어난 곰솔보다 활엽수종의 생육에 유리하게 작용할 것으로 판단됨

표 133. 태종대 조사지별 토양 이화학적 성질

조사구	산도 (pH)	전기전도도 (EC)	총질소	유기물량	유효인산	CEC	K	Ca	Mg	Na	토성	
		1:5	%	g/kg	mg/kg	cmol/kg						
동편	1	4.82	0.21	0.12	30	2	8.38	8.38	0.16	1.23	0.08	미사질 양토
	2	4.52	0.27	0.11	34	2	10.34	0.3	0.66	0.35	0.06	미사질 점토
	3	4.39	0.26	0.19	71	13	11.76	0.18	0.41	0.3	0.07	미사질 양토
태종산	4	4.91	0.34	0.3	58	4	14.76	0.33	3.89	1.51	0.26	미사질 양토
	5	5.27	0.37	0.39	88	12	16.46	0.75	3.25	2.08	0.31	미사질 양토
	6	4.71	0.24	0.33	88	24	13.73	0.24	1.14	0.45	0.11	미사질 양토
등대	7	5.06	0.41	0.18	54	12	11.45	0.37	1.31	1.24	0.4	미사질 양토
	8	5.21	0.27	0.29	66	10	11.45	0.27	2.25	0.95	0.21	양토
	9	4.49	0.23	0.17	38	12	8.57	0.09	0.31	0.17	0.03	양토
감지	10	4.81	0.17	0.18	48	8	7.86	0.17	1.08	0.39	0.07	양토
	11	5.48	0.15	0.12	29	2	4.67	0.21	1.68	1.06	0.12	미사질 양토
	12	4.70	0.22	0.21	64	6	9.33	0.18	0.55	0.4	0.1	미사질 양토
평균값	4.90	0.26	0.22	55.7	8.9	10.73	0.96	1.39	0.84	0.15	양토	
한국 산림토양*	5.65	-	0.10	30.7	17.1	11.2	0.2	2.5	1.0	0.2	-	

*출처: 정진현 등(2003) 한국 산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회 92(3): 254-262.

- 한국조경학회 조경설계기준(1999)의 토양등급 기준으로 태종대 조사지의 토양 성질을 평가해 보면, 토양산도, 교환성 칼륨을 제외하고 대부분 항목이 중급 이상에서 식물 생육에는 큰 문제는 없었음

표 134. 태종대 조사지의 이화학적 성질 평가

등급*	상급	중급	하급	불량	태종대 조사지(평균값 기준)	평가등급
토양산도(pH)	6.0~6.5	5.5~6.0 6.5~7.0	4.5~5.5 7.0~8.0	4.5 미만 8.0 이상	5.65	하급
전기전도도 (dS/m)	0.2 미만	0.2~1.0	1.0~1.5	1.5 이상	0.26	중급
총질소량(%)	0.12 이상	0.12~0.06	0.06 미만	-	0.14	상급
유효인산함량 (mg/kg)	200 이상	200~100	100 미만	-	8.9	하급
양이온치환용량 (CEC)	20 이상	20~6	6 미만	-	11.2	중급
교환성 칼륨 (cmol+/kg)	3.0 이상	3.0~0.6	0.6 미만	-	0.2	하급
교환성 칼슘 (cmol+/kg)	5.0 이상	5.0~2.5	2.5 미만	-	2.5	중급
교환성 마그네슘 (cmol+/kg)	3.0 이상	3.0~0.6	0.6 미만	-	1.0	중급

*출처: 한국조경학회(1999) 조경설계기준 [부표 5-1]

- 체적함수율은 조사구 1~4, 10~12번이 15% 이상으로 상대적으로 조사구 5~9번보다 더 높았음
- 조사구 5~9번은 급경사지의 해안가에 인접한 지역으로 토양 발달이 미흡하여 토심이 깊지 않고 자갈과 암석이 많아 토양수분 저장량이 많지 않았음
- 이 조사구에서는 가뭄 시에 수분건조 스트레스로 인해 식물 생육에 불리한 영향을 줄 수 있어 하층식생 발달을 저해하는 환경요인으로 작용할 것임

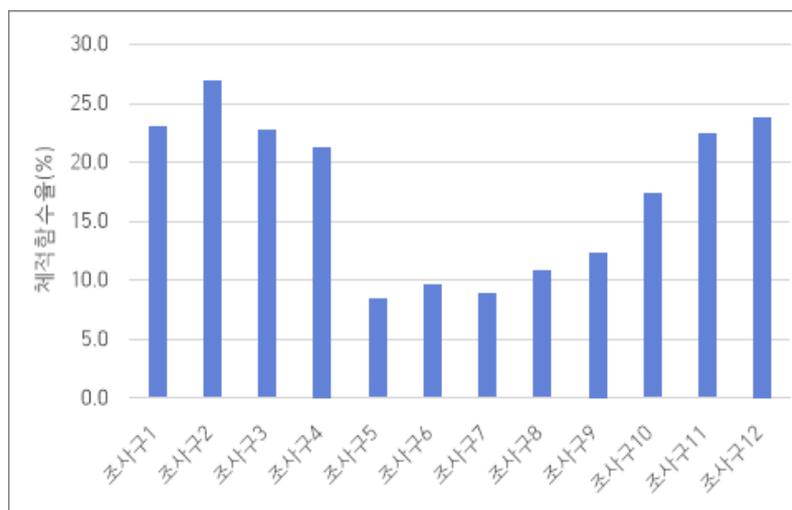


그림 41. 태종대 조사구별 체적함수율

2. 광환경

- 조사구 5, 7, 12의 하층 광합성유효광이 2% 이하로 극단적으로 하층으로의 입사광이 적었는데 이는 하층식생에 영향을 미칠 것으로 판단됨
- 교목층의 곰솔 개체수 밀도와 아교목층의 상록활엽수종이 하층의 입사광에 직접적인 영향을 주며, 토양 이화학적 성질, 토양수분 등과 함께 식생 발달에 영향을 줄 것으로 판단됨

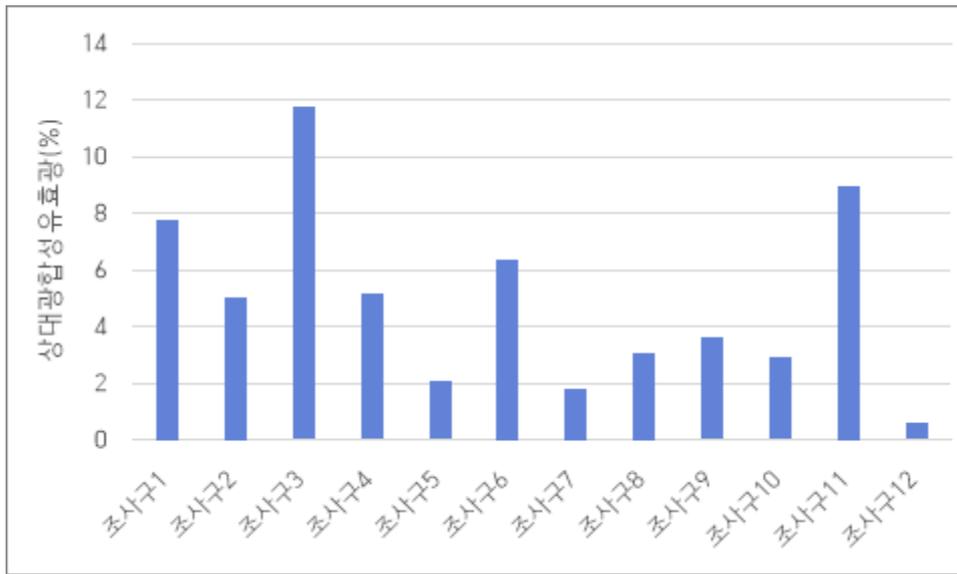


그림 42. 태종대 조사구별 하층의 광합성유효광

제5절 현지 조사 결과 종합 및 관리방안 구상

- 태종대를 중심으로 수행된 식물상 및 식생조사, 토양 및 빛환경 조사를 토대로 태종대 식생 관리의 방안을 구상하였음
- 첫째, 곰솔의 입목 밀도가 높아 개량이 필요한 지역으로 곰솔이 상층에서 우점하나 고 밀도로 분포하고 있고 생육상태가 불량한 곳에 적용할 관리방안이 필요함. 곰솔의 후세 목 발달이 미비하고 상록활엽수종이 하층에서 다량으로 발생하고 있는 지역임을 감안
 - 곰솔림 밀도 조절, 후세목 양성, 곰솔 병해충 예찰 등
- 둘째, 곰솔과 활엽수가 경쟁하는 지역에 적용할 관리방안이 필요함. 교목층 곰솔과 하층의 참식나무, 후박나무, 졸참나무 등의 지속적인 경쟁이 예상되어지며, 곰솔 세력은 지속적으로 약화될 전망이다
 - 식생천이를 유도하는 관리방안, 지속적인 모니터링으로 식생변화를 파악할 필요가 있음
- 셋째, 향후 훼손지에서 복원이 예상되는 지역으로 자연림을 표방하는 군락식재 개념으로 접근하는 관리방안이 필요함
 - 극심한 병해충으로 인한 신규 식재지, 군부대 이전에 따른 복구림 등 식재모델 구축 필요
- 마지막으로 곰솔 혹은 낙엽활엽수가 건전하게 생육하고 있는 지역으로 인위적인 간섭을 최소화하여 관리 할 수 있는 방안이 필요함
 - 병해충 예찰 및 모니터링을 지속적으로 수행하고, 자연 그대로 보전할 수 있도록 함

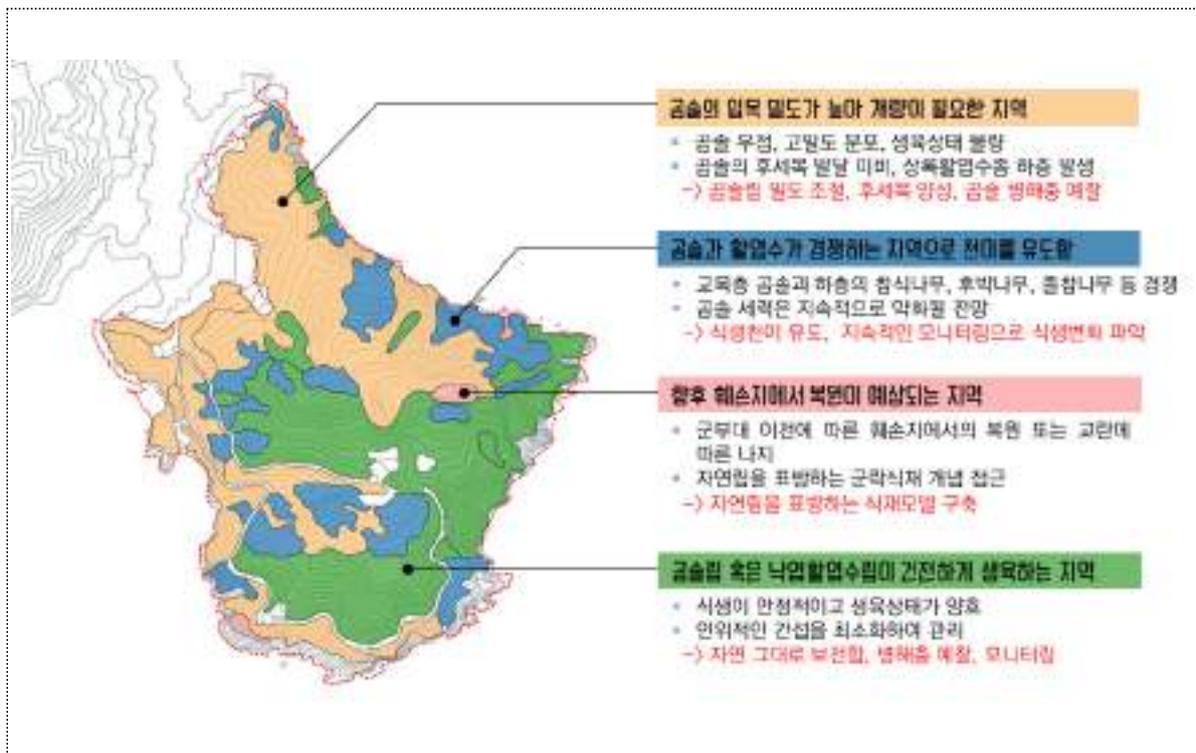


그림 43. 태종대 관리방안 구상

제1절 보전관리의 기본원칙

제2절 보전관리 목표에 따른 전략

제3절 태종대 식생 모니터링 체계

제4절 지역과 함께하는 건강한 해안림 보전

제5절 지속적이고 체계적인 관리계획

제4장 식생 보전 및 관리방안

제1절 보전·관리의 기본원칙

- 부산 태종대는 자연환경 및 역사·문화적 가치를 인정받아 국가지정문화재(명승17호)로 지정되었고, 그 가치를 보전하기 위한 다양한 노력들을 기울어 왔음
- 태종대의 대표 군락인 곰솔림은 해안림으로서의 경관적 가치가 우수하여 오랫동안 지역 사회의 사랑의 받아왔지만, 기후변화 및 소나무재선충병 등을 포함한 병해충으로 인하여 지속적으로 쇠퇴하고 있음
- 이에 태종대 식생 보전·관리의 기본원칙을 수립하여 우수한 해안림 경관을 유지함과 동시에 미래를 위한 새로운 해안림 경관으로 자연스럽게 생태적 안정성이 확보된 상태로 세대 교체가 가능토록 함
- 보전관리 기본원칙 첫째, 태종대 식생의 생태적 건강성을 확보함
 - 기후변화 대응, 식생 천이 과정을 고려한 지속가능한 식생관리
- 둘째, 식생 보전관리를 위한 모든 사업은 현지조사를 기반으로 수행
 - 지속적인 모니터링 수행, 위협요인 발생시 즉각 대응, 식생관리모델 구축
- 셋째, 입지환경의 다양성을 고려하여 식생 유형별로 관리함
 - 곰솔림, 혼효림, 낙엽활엽수림 등 식생유형별 목표임상 설정 및 사업추진
- 넷째, 생태계 순환과정 및 NbS를 적용한 저관리를 지향함
 - 관리비용 저감을 위한 경제적 효율성 추구



그림 44. 태종대 식생 보전·관리 기본원칙 다이어그램

제2절 보전·관리 목표에 따른 전략

1. 식생 보전·관리의 비전

- 태종대 식생관리의 목표는 「부산광역시 해안림 관리 체계의 초석으로써 태종대 먼저 미래로」 임
- 태종대 식생에 대한 숲생태 관리를 통해 달성하고자 하는 목표임상은 ‘다양한 토착수종으로 구성된 다층구조 건강한 숲’임
 - 토착수종: 태종대에서 자생하고 천연림을 구성하고 있는 식물종
 - 다층구조: 상층 교목에서부터 중층의 아교목, 하층의 관목, 초본류까지 구성된 숲의 구조
 - 건강한 숲: 곰솔림, 혼효림, 낙엽활엽수림 등 현재의 우점종과 미래세대가 건전하게 생육하는 숲
- 부산광역시 내에 분포하는 다수 해안림 중 유일하게 태종대에는 전담관리 조직이 있어 식생 보전·관리를 위한 체계적인 접근이 가능함
 - 태종대 식생관리를 위한 다양한 사업들을 사전조사, 사업수행, 사후조사 체계로 수행하는 과정 중에 확보된 모니터링 자료를 토대로 부산광역시 해안림 식생관리를 미래지향적 그려나갈 수 있음
 - 또한 부산시설공단(태종대유원지사업소)의 관리방향이 향후 부산시 해안림 관리 모델의 선구적 사례로 활용가능하며, 이를 바탕으로 부산 내 기존 해안림 및 신규 조성되는 해안·수변림을 전문적으로 관리하는 전담관리기관의 역할을 수행 할 수 있을 것으로 판단됨

2. 관리전략

- 기후변화 및 병해충 등에 대응하기 위한 태종대 식생 보전·관리목표에 필요한 전략은 다음과 같음(그림 45)

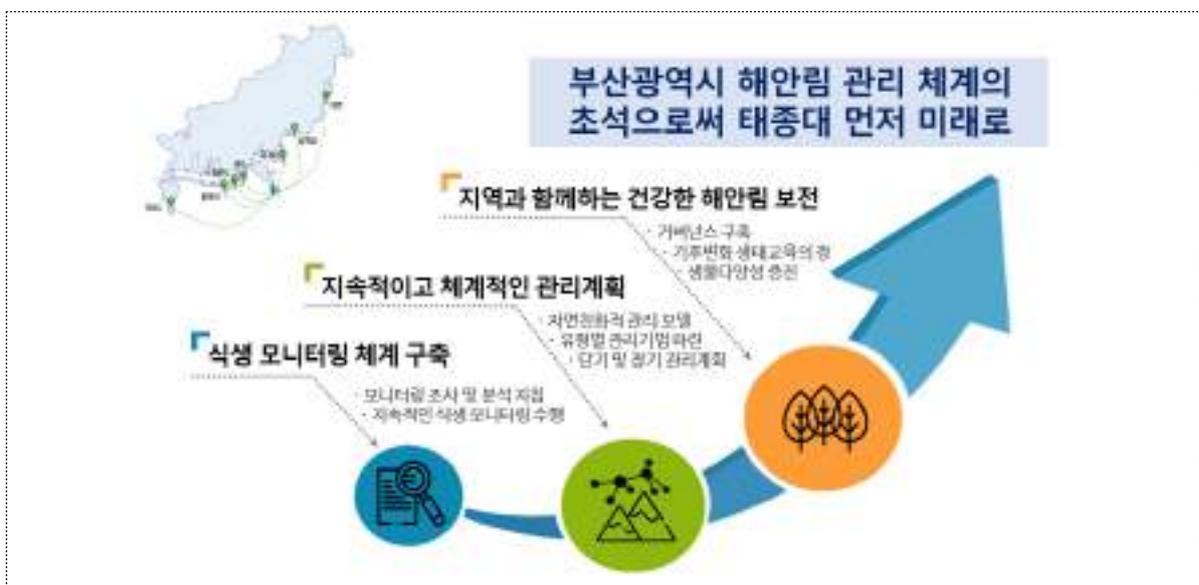


그림 45. 태종대 식생 보전·관리 비전 및 전략

3. 관리전략의 주요 내용

가. 식생 모니터링 체계 구축

- 기후변화 및 병해충 등에 대응하기 위한 태종대 식생관리는 장기적인 사업으로 본 연구를 통해 언급되는 다양한 사업들에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어지고 평가과정을 거쳐야 이후 사업량과 사업방식을 보다 명확하게 제시하며 미래로 나아갈 수 있음
- 따라서 지속적으로 모니터링을 수행하기 위해서는 식생 조사 및 분석을 위한 지침이 필요함
 - 장기 모니터링일 경우, 다양한 조사가원이 투입되고 다양한 방법으로 식생구조가 분석되어지므로 모니터링의 연속성을 확보하기 위한 방안으로 지침을 수립
- 태종대 식생 모니터링 지침을 바탕으로 과학적이고 체계적인 조사결과에 근거한 식생 관리가 이루어질 수 있도록 지속적인 현장 모니터링체계가 운영될 수 있도록 꾸준한 예산확보 방안이 강구될 필요가 있음

나. 지속적이고 체계적인 관리계획

- 태종대 식생의 지속적이고 체계적인 관리를 위해서는 우선 태종대에 적합한 자연친화적인 식생관리모델이 구축되어야 함
- 또한 입지환경적 특성이 반영된 현재의 임상을 기준으로 유형별로 목표임상을 설정하여 생태적 순환과정이 고려된 관리기법을 적용하여야 함
- 식생관리사업의 목표 및 시급성 등을 판단하여 사업의 우선순위를 파악할 필요가 있음
 - 즉시사업: 돌발병해충 등으로 인해 짧은 시간 내 식생교란이 예상되는 지역에 적용
 - 단기사업: 기후변화 및 병충해 등으로 인한 피해지 식생의 건강성 개선을 위한 지역에 적용
 - 장기사업: 기후변화 및 병충해 등에 대응 가능한 생물다양성이 확보가능한 지역에 적용

다. 지역과 함께하는 건강한 해안림 보전

- 부산시설공단 태종대유원지사업소가 태종대 식생 보전·관리를 전담하는 조직이지만, 관련부처(문화재청, 산림청 등), 지자체(부산광역시 산림녹지과, 영도구 문화관광과 등), 학술단체(부산대학교, 동아대학교 등 지역대학 및 부산연구원 등), 시민·환경단체(부산생명의 숲, 부산그린트러스트 등) 등과 거버넌스 구축을 통한 사업추진이 필요함
- 태종대는 부산광역시의 대표적인 관광지로 수많은 관광객의 발길이 끊이지 않는 곳으로 기후변화의 최전방에 있어 이를 활용한 생태교육의 장으로 활용가능할 것으로 판단됨
- 현재 태종대 숲에 대한 이해와 미래의 숲을 교육함으로써 기후변화 대응 및 생물다양성 증진사업에 대한 홍보효과를 기대할 수 있음

제3절 태종대 식생 모니터링 체계

1. 식생 모니터링 개요

가. 개요

- 태종대 식생 모니터링은 본 연구를 통해 수행기반이 마련되었으며, 식생변화를 살펴보기 위해서는 장기간 지속적으로 수행되어야 함
- 태종대 식생 현황을 살펴보기 위한 모니터링은 현장조사를 원칙으로 진행하고 이를 통해 축적되는 데이터베이스는 향후 보전·관리업무에 귀중한 자료로 활용될 수 있음
 - 지속적인 현장조사에는 상당한 시간과 노력, 특히 안정적인 예산이 확보되어야 함
- 주체: 부산시설공단 태종대유원지사업소
 - 모니터링 자료 및 결과는 부산시청과 보전관리 추진위원회에 공유되어야 함

나. 목적

- 기후변화 대응하는 식생경관 회복과 생태계 다양성 확보를 위해 본 연구에서 제시한 목표달성을 위해 실시하는 일련의 과정을 지속적으로 모니터링하여 문제점을 발굴하고 상황에 맞는 대안을 제시하기 위함
- 태종대 식생 천이양상을 파악하여 지속가능한 식생관리가 이루어지도록 함
- 지속적인 모니터링을 실시하여 위협요인을 사전에 차단할 수 있도록 함

다. 모니터링 유형

(1) 일반 식생 모니터링

- 매년 시행되는 모니터링으로 조사구 내 식물의 생육상태를 판단하고 위협요인을 조사
- 사무소에서 관리·감독을 원칙으로 담당직원이 직접 수행하거나 인력확보가 어려울 경우, 시민과학자를 모집하여 모니터링 방법에 대해 교육하고 모니터링 수행
 - 시민과학자란 시민과학의 한 유형으로 일반 시민과 전문 과학자의 중간 단계에 있는 일종의 아마추어 과학자로 단순 체험이 아니라 연구에 참여하여 과학적 성과를 달성함

(2) 정밀 식생 모니터링

- 외부 전문조사기관에 의뢰하여 5년마다 시행되는 모니터링으로 조사구 내 매목조사를 바탕으로 식생 모니터링 지침에 따라 수행
- 그간 식생변화를 파악하고, 식생 보전·관리 목표달성을 위한 사업수행의 기초자료 구축

2. 식생 모니터링 지침

가. 모니터링 조사구

- 모니터링 조사구는 현재 설치된 12개소를 기본으로 하고, 식생 보전·관리 사업 이후에 필요하다고 판단하는 경우 추가로 설치할 수 있음

표 135. 태종대 식생 모니터링 조사구 좌표

조사구번호	구역	식생군락명	위도	경도
태종대-001	동편	곰솔림	35°03'53.69"	129°04'59.98"
태종대-002	동편	곰솔림	35°03'45.30"	129°05'05.42"
태종대-003	동편	곰솔-활엽수혼효림	35°03'36.86"	129°05'04.43"
태종대-004	태종산	곰솔-활엽수혼효림	35°03'40.48"	129°05'15.64"
태종대-005	태종산	곰솔림	35°03'26.95"	129°05'35.63"
태종대-006	태종산	곰솔-활엽수혼효림	35°03'25.40"	129°05'28.00"
태종대-007	등대	곰솔림	35°03'10.78"	129°05'28.55"
태종대-008	등대	곰솔-활엽수혼효림	35°03'09.20"	129°05'23.99"
태종대-009	등대	활엽수-곰솔혼효림	35°03'15.42"	129°05'23.05"
태종대-010	감지	곰솔림	35°03'09.25"	129°05'04.43"
태종대-011	감지	곰솔-활엽수혼효림	35°03'16.63"	129°05'02.34"
태종대-012	감지	곰솔-활엽수혼효림	35°03'28.47"	129°04'53.77"

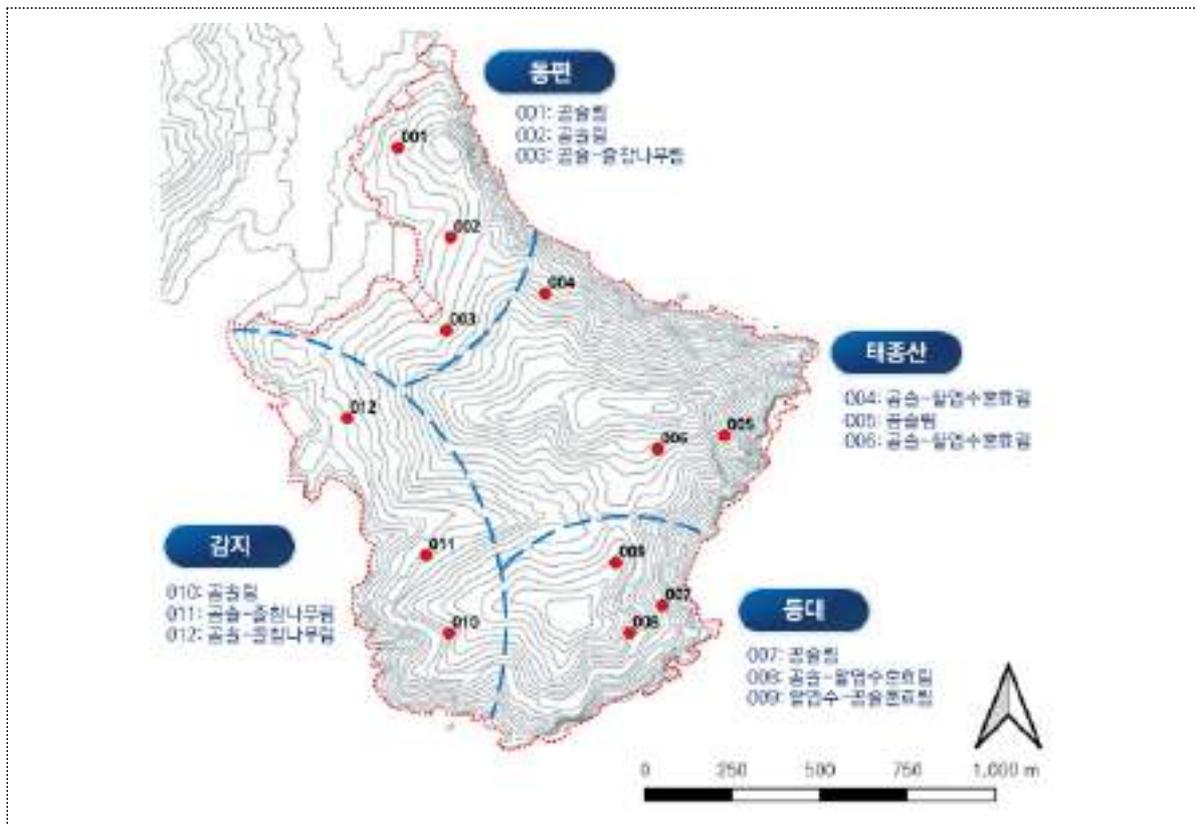


그림 46. 태종대 식생 모니터링 조사구 위치도

나. 현장조사 및 DB구축

(1) 일반 식생 모니터링

- 사무소 전담직원 혹은 시민과학자를 활용한 모니터링 조사구 현장점검, 연 2회
 - 안내판 및 로프 유실여부 확인
 - 태풍, 집중호우 등 기상재해로 인한 피해여부 판단
 - 돌발병해충 파악
 - 조사시기는 최소 2회(수시확인가능)로 생육상태 확인이 용이한 봄철(5월), 가을철(9월)에 진행함
- 교목층, 아교목층에 대한 생육상태 확인: 양호, 보통, 약함, 아주약함 등 4단계 구분
 - 양호(1): 전반적으로 생육상태가 아주 좋은 상태
 - 보통(2): 전반적으로 생육상태가 좋으나 생육이 약한 부분이 일부 발견되는 등 '양호'보다는 다소 부족한 상태
 - 약함(3): 대체로 생육이 부진하여 조만간 상당한 식물기관(잎, 가지 등)이 사라질 것으로 예상되는 상태
 - 아주 약함(4): 생육상태가 좋지 않아 해당 개체가 곧 고사할 위기에 있는 상태
- 조사구 내 위협요인에 대해 조사자가 육안으로 판단
 - 인위적 요인: 벌채, 임도, 등산로, 수렵, 울무 또는 덧, 수액 채취, 신초 및 나물 채취 등 인위적으로 훼손되는 경우
 - 병해충: 각종 병해와 충해가 있는 경우
 - 동물피해: 서식지 천공, 영역 표시(발톱), 식해 등 동물에 의해 피해가 발생하는 경우
 - 경쟁 및 피압식물: 조사대상 식물을 피압하는 식물이 있는 경우 교목성 수목 피해, 관목성 수목피해, 덩굴성 수목피해, 초본류 피해로 분류하여 기록
 - 외래종: 일반적 외래식물(귀화·토착 식물)이 아니라 생태계교란 외래식물에 의해 피해를 받는 경우를 말하며, 해당식물 목록은 환경부 고시 '생태계교란 생물 지정 고시'에 따르며, 필요 시 산림청에서 추가하여 공지. 또한, 외래종의 조사는 해당 외래종의 식물명을 기록하고 분포면적에 따라 개체수준, 소규모, 중규모, 대규모로 나누어 기록. 해당 조사 진행 중 발견되는 모든 외래종의 식물명과 GPS 좌표, 분포특성을 기록
 - 기타 간접피해: 자연적 침수, 상습적 안개 및 버락 발생지역, 풍충지 등을 조사
 - 위협내용: 위의 위협요인에 대하여 간략히 서술식으로 기재(예: 불법채취, 병해충명, 외래식물명 등)
 - 위협정도: 위협정도에 대하여 조사자가 주관적으로 판단하는 것으로 심각, 관심 2단계로 구분
 - 심각: 위협정도가 심하여 적절한 조치가 필요한 경우
 - 관심: 위협요인이 있으나 당장의 조치보다는 모니터링 후 대응방안을 찾는 것이 바람직한 경우
- 조사구 내부 사진 촬영
 - 사진은 조사구 중앙에 설치된 안내판을 중심으로 4개의 소방형구(10m×10m)의 상층과 하층이 식별 되도록 촬영
 - 그 외 현장점검 시 발견되는 특징을 촬영

(2) 정밀 모니터링

- 정밀 식생 모니터링은 5년마다 외부 전문조사기관에 의뢰하여 시행되는 것으로 일반 식생 모니터링 내용을 포함하여 식생 조사 및 분석이 포함되는 외부용역으로 진행함
 - 용역내용은 식물상 조사, 식생 조사 및 분석, 보전관리사업 평가 등이 포함되도록 함
 - 조사시기는 식물동정 및 식생 생육상태 확인이 용이한 2~3월, 5~6월, 9~10월로 연 3회 실시
- 식생 조사 및 분석결과를 바탕으로 식생변화를 파악하고 추세판단을 통해 태종대 식생 보전·관리 목표를 달성하기 위한 지속적인 기초자료(DB)를 구축함

(가) 식생 조사

- 식생조사는 모니터링 조사구 내 모든 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 나누어 매목조사를 실시
- 교목층
 - 20m×20m(400m²) 조사구 내에 출현하는 수목 중 하늘과 맞닿아 있는 수목을 전수 조사
 - 1.2m 높이에서 직경테이프를 이용하여 흉고직경을 측정
 - 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정
 - 수목의 상태를 파악하기 위해 생육상태 조사 기준에 따른 생육상태 조사
 - 전 수종은 측정 후 모니터링을 위한 수목 번호(라벨) 부착
 - 조사는 조사구 중앙에 조사보조원이 위치하며, 조사원이 개체목마다 돌아가며 흉고직경과 수고, 생육 상태를 측정
 - 상세도 조사 위치(분위)의 경우 수관폭을 함께 측정하고, 수목에 부여된 수목 번호를 함께 표시
- 아교목층
 - 20m×20m(400m²) 조사구 내에 출현하는 교목층 수목을 제외하고 수고 2m 이상의 수목을 전수 조사. 관목성상의 수목이라도 수고가 2m 이상인 수목은 아교목층으로 조사
 - 1.2m 높이에서 직경테이프를 이용하여 흉고직경을 측정
 - 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정
 - 수목의 상태를 파악하기 위해 생육상태 조사 기준에 따른 생육상태 조사
 - 전 수종은 측정 후 모니터링을 위한 수목 번호(라벨) 부착
 - 조사는 조사구 중앙에 조사보조원이 위치하며, 조사원이 개체목마다 돌아가며 흉고직경과 수고를 측정
 - 상세도 조사 위치(분위)의 경우 수관폭을 함께 측정하고, 수목에 부여된 수목 번호를 함께 표시
- 관목층
 - 10m×10m(100m²) 조사구 내에 출현하는 수고 2m 미만의 수목을 전수 조사
 - 줄자를 이용하여 수관투영면적(수관폭(cm): 장폭×단폭)을 측정
 - 수고 측정기를 이용하여 수고를 측정

- 단, 덩굴성 식물로 마삭줄, 송악, 담쟁이덩굴 등과 같이 줄기에서 기근을 내려 자라는 식물 중 넓은 면적을 차지하고 개체의 기준이 모호한 경우 식피율을 기준으로 조사하였으며, 조사 지점이 구분되어 개체의 파악이 가능한 경우이거나 식피율이 5% 미만인 경우 개체를 기준으로 조사. 또한, 자금우와 같이 땅속줄기가 뻗어 올라오는 경우 지표면 위로 올라온 개체를 기준으로 조사

■ 초본층

- 5m×5m(25m²) 조사구 내에 출현하는 수고 0.5m 미만의 수목과 초본식물을 전수 조사
- 식물사회학적방법의 피도와 군도 조사
- 식물 분포도 작성

■ 조사내용 기록

- 조사내용은 식생 종합야장과 식생조사야장으로 나누어 기록
- 조사야장은 조사지 사진 및 성장량 등과 함께 DB로 구축

그림 47. 정밀 식생 모니터링 조사야장

(나) 식생구조 분석방법

① 상대우점치 분석

- 상대우점치는 층위별 출현 종의 세력 비교를 통하여 각 조사구의 생태적 천이 경향 예측 및 층위구조 형성 판단을 위한 것임
- 식생구조 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석
- 상대우점치(I.P.)는 상대밀도(RD: Relative Density)와 상대피도(RC: Relative Coverage)를 더한 값을 2로 나누어 계산

$$I.P. = \frac{RC+RD}{2}$$

- 또한, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 분석

$$M.I.P. = \frac{(교목층 I.P. \times 3) + (아교목층 I.P. \times 2) + (관목층 I.P. \times 1)}{6}$$

② 초본층의 우점도 및 군도 분석

- 조사구 내 5m×5m(25m²)의 소형 중첩방형구에서 조사된 수고 0.5m 미만의 수목과 초본식물을 기준으로 우점도 및 군도를 분석

③ 종다양도 분석

- 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도를 측정하기 위해 희귀종을 강조한 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하여 종다양도(Species Diversity; H'), 균재도(Evenness; J'), 우점도(Dominance; D), 최대종다양도(H'_{max})를 분석

④ 유사도 분석

- 종구성상의 유사도지수(Similarity Index : S.I.) 및 상이도지수(Dissimilarity Index : D.S.I.)를 구하기 위하여 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 분석

⑤ 종수 및 개체수 분석

- 조사 자료를 바탕으로 각 조사구별 교목층, 아교목층, 관목층에 대해 각각 출현 수목의 종수와 개체수를 산정
- 초본층의 경우 출현 종수만 파악

(다) 생장량 분석

① 수고 분석

- 수고 측정기를 사용하여 각각의 수목에 대해 수고를 측정하고, 추후 모니터링을 통한 수고 생장량을 비교하기 위해 교목층과 아교목층을 대상으로 수고 분석을 실시

② 흉고직경급별 분석

- 흉고직경급별 분포 분석을 통해 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로서 산림 천이의 양상을 추정하고 향후 식생 발달 과정을 확인
- 식생구조 조사에서 얻어진 자료를 평가기준에서 정한 계급간격(5cm)으로 흉고직경분포를 분석

③ 흉고단면적 분석

- 흉고단면적은 교목층과 아교목층에 해당하는 수목에 대해 측정한 흉고직경(cm)을 기준으로 흉고단면적(m²)을 산출한 후 이를 합산하여 추후 모니터링을 통한 변화량을 비교하기 위해 분석을 실시

④ 연륜 및 성장량 분석

- 조사구의 우점종 중 평균흉고직경에 가까운 수목 중 대표적인 수목이거나 특별한 수목을 선정하여 분석을 실시
- 선정된 수목을 지상으로부터 1.2m 높이(가슴높이)에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하고, 추출된 목편을 분석하여 수목의 연륜 및 성장량을 파악

(라) 생육상태 분석

- 생육상태는 양호, 보통, 약함, 아주 약함 4단계로 구분하여 교목층과 아교목층에 대해 각각 출현 수목의 상태를 파악한 후 층위별, 수종별 생육상태를 파악

(마) 추세판단 분석

- 조사구 내에 출현하는 전체 종을 대상으로 조사구 내와 조사구 외의 분포 상태를 통해 각 종에 대한 앞으로의 변화 상태를 확산 예상, 현행유지, 축소 예정, 위기상황 4단계로 구분하여 각 종의 추세를 판단

제4절 지역과 함께하는 건강한 해안림 보전

1. 공원운영위원회 운영 및 활용

- 태종대 식생에 대한 관리는 부산시설공단 태종대유원지사업소가 하는 것이 원칙이나 산림 사업에 대한 기술력이 부족하고 관련 예산도 충분하지 않기 때문에 문화재청 및 지자체와의 협력체계 구축을 통한 사업추진이 매우 중요함
- 또한 지역주민과 지역의 시민·환경단체, 관련 전문가 등이 참여하여 사업을 추진함으로써 사업의 당위성과 함께 갈등요소를 줄이는 것이 매우 중요하다고 할 수 있음
- 거버넌스란, 공동의 목표를 달성하기 위하여 주어진 자원 제약하에서 모든 이해 당사자들이 책임감을 가지고 투명하게 의사 결정을 수행할 수 있게 하는 제반 장치를 말함
- 이에 본 연구에서는 부산시설공단 태종대유원지사업소와 문화재청, 지자체, 전문가, 시민사회, 지역사회 등이 참여하는 거버넌스 구축방안을 다음과 같이 제시함
 - 문화재청: 산림청과의 협력체계 구축, 정책 관련 예산확보 및 배정
 - 지자체: 문화재청 협력체계 구축 등
 - 부산시설공단: 예산집행, 지침과 매뉴얼 제공, 모니터링과 평가, 기본계획 수립 등
- 다만, 현재 태종대유원지사업소에서 운영 중인 ‘태종대유원지 운영위원회’를 활용하여 기후변화에 대응가능하고 각종 병해충에도 온전성을 잃지 않도록 체계적인 식생관리를 위한 거버넌스를 확고하게 연계할 수 있도록 함
- 운영위원회 개최시 해당사항을 논의하고, 식생관리 분야 현안과제 발생 시 전문가, 시민단체 등 자문위원회를 추가 소집하여 대응방안을 논의토록 함



그림 48. 태종대 식생관리 거버넌스 체계

2. 생태교육의 장

가. 현황 및 여건

(1) 태종대 반딧불이 관찰체험행사

- 매년 태종대유원지 내 체육공원 및 태종사 주변에서 학생 및 가족 등 시민을 대상으로 반딧불이 관찰·체험행사가 개최되고 있음
 - 2022년 6월에 제21회 태종대 반딧불이 관찰 체험행사가 성료
- 반딧불이 관찰체험행사를 통해 지역 주민을 비롯한 방문객에게 반딧불이 보호에 대한 관심을 유도하고 반딧불이가 안전하게 서식할 수 있도록 태종대 보전관리의 가치를 제고함
- 행사는 반딧불이 생태전시관에서 교육 및 체험하는 「친환경 생태체험 한마당」, 지질해설사의 안내로 지오투레일 코스를 탐방하는 「태종대 지질탐방」, 개막식과 문화공연이 포함된 「기념공연」 등과 연계하여 진행

(2) 태종대 보물찾기 ‘에코 오리엔티어링’ 프로그램 운영

- 에코 오리엔티어링은 수국 축제기간 중 진행되는 짚신신고 숲길걷기, 수국 도슨트, SNS 이벤트 등을 연계하여 방문객으로 하여금 볼거리, 즐길거리를 제공하는 것임
- 에코 오리엔티어링은 누구나 쉽게 참여 가능하며, 지도와 과제지를 받고 주어진 지점에서 스스로 미션을 수행하는 방식으로 진행
- 모든 코스를 완수한 참여자에게는 기념품 제공
- 에코 오리엔티어링에 참가한 시민들에게 태종대의 아름다운 자연환경을 체험하고 문화/생태/역사를 이해하는 기회를 제공한다는데 의의가 있음

나. 생태교육 프로그램 개발 및 제공

- 태종대는 연간 160만명이 방문하는 부산의 대표적인 관광지로 앞서 언급한 문화·체험프로그램 등 다양한 행사가 진행되고 있어 생태교육의 장으로서 충분한 여건을 지니고 있음
- 또한, 현재 주말에 부산시에서 파견된 문화해설사가 태종대의 역사·문화·관광자원에 대한 스토리텔링 해설서비스를 제공하고 있기에 기후변화 및 숲생태 관련 프로그램을 추가한다면 미래지향적 태종대 식생관리방안을 시민들에게 교육·홍보할 수 있음
- 기후변화에 대응하는 태종대 숲을 주제로 난온대림 우점종에 대한 설명과 더불어 곰솔림의 쇠퇴와 태종대 미래숲에 대한 천이 과정을 교육프로그램으로 개발하여 시민들에게 해설서비스를 제공할 필요가 있음

3. 기후변화 대응 및 생물다양성 증진

- 본 과업이 수행된 궁극적인 목표는 태종대의 아름다운 숲을 기후변화에 대응가능하도록 하고 병충해 피해에도 건강한 숲이 유지되도록 생물다양성을 증진하는 것임
- 「아름다운 태종대 숲의 보전」이라는 목표, 그것을 달성한다는 것은 대단히 큰 사업이며, 장기간 상당한 열의와 끈기를 필요로 함
- 대부분의 해안림 관리기관은 아름답게 관리되던 예전의 곱솔림으로 계속해서 유지하고 복원하는 것을 중요한 역할로 인식하고 있음
- 하지만, 숲의 공익적 측면이 강조되고 기후변화로 인한 숲의 천이가 진행되는 시점에서 태종대 전체지역의 목표임상을 곱솔림으로 목표를 둔다는 것은 퇴행천이를 유발하는 것이며, 숲관리 패러다임의 퇴보를 의미함
- 따라서 관리가 필요한 부분과 그렇지 않은 부분을 명확하게 구분하여 필요한 작업을 집중적으로 실시하지 않으면 생태적으로 건강한 태종대 식생 관리를 할 수 없음
- 태종대 식생 관리는 일시적인 활동이 아니라, 다세대에 걸친 많은 사람들이 계속해서 보전활동을 해 나아갈 때 비로소 생태적으로 건강한 태종대를 보전할 수 있음
- 식생관리의 관점이 다른 사람들이 계속해서 협동하기 위해서는 어느 곳을, 무엇을 위해, 어떻게 보전해야 할 것인가 등 태종대 식생관리에 있어야 할 모습에 대해 명확한 방향성을 공유하는 것이 절대적으로 중요함
- 태종대 식생 보전관리의 방향에 있어 중요한 키워드는 기후변화 대응과 생물다양성 증진이라 할 수 있음



그림 49. 태종대 식생관리 계획수립의 Keyword

제5절 지속적이고 체계적인 관리계획

1. 사업관리 시스템 적용

- 현재 부산시설공단은 태종대 식생 보전·관리에 대한 사업관리 시스템은 전무한 상태
- 즉, 일련의 병해충 방제사업이 포함된 식생 보전관리사업에 대한 총체적인 관리와 평가, 문제점에 대한 개선 등 사업 과정에 대한 명확한 업무와 업무분장이 이루어지지 않은 상태임
- 따라서 사업관리 시스템을 구축하는 것은 향후 태종대 식생 보전관리사업의 성패를 좌우하는 주요한 요소라고 할 수 있음
- 본 과업에서는 적응관리 형태의 사업관리 시스템을 제안하고자 함
- 생태계 관리(ecosystem management)는 흔히 생태계의 온전성(integrity) 유지와 생태계 서비스의 지속적인 공급 및 이용이라는 상호 절충이 필요한 두 목적(Grumbine, 1994)을 기준으로 접근함
- 생태계 관리 의사결정이 어려운 이유는 그 과정에서 자원의 이용과 보전 사이에 많은 갈등을 겪게 된다는 점도 있지만, 장기적 관리 차원에서 기후변화와 같은 불확실성이 미래에 대한 예측을 어렵게 하여 의사결정 과정에 확고한 정보를 주는 데 실패하기 때문이기도 함
- 적응관리의 개념은 측정 가능하고 명확한 관리 목표, 관리 영향의 불확실성, 모델링, 모니터링, 유동적 의사결정, 이해관계자 참여 등을 핵심사항으로 두고 불확실성을 줄여나감으로써 관리의 성과를 증진시키는 체계적인 생태계 관리 과정임(Williams 등, 2009)
- Williams 등(2009)은 다음과 같이 적응관리에서 중점을 두어야 하는 네 가지 사항을 제시하였음
 - 관리 행동에 따른 생태계의 기능과 반응에 관한 불확실성을 드러내놓고 인정
 - 관리 목표를 달성하기 위해 시스템 행동에 대한 이해를 촉진하도록 설계
 - 의도하는 결과에 따라 행동을 취함
 - 이해관계자 참여 필요
- 특히, 관리 목표를 명확히 하고 관리 목표를 달성하는 방법의 불확실성을 명확히 정하는 것이 적응관리의 핵심이라고 할 수 있음
- 이는 시행착오 방식과 유사한 것으로 오해하지만, 시행착오 방식과의 차이점은 단순히 관리 행동을 모니터링하고 임의로 계획을 수정하는 시행착오 방식과는 본질적인 차이가 있음

- 즉, 시스템의 불확실성에 대한 가정과 이행이라는 실험을 통한 시스템 학습과 학습을 통한 가정 및 관리방향을 수정하는 과정이라는 점에서 차이가 있음
- 기존의 방식과 달리 평가의 기능을 강화하고 조정의 기능을 적극 적용하는 방법이라고 할 수 있음
- 한편, 사업관리를 시행하기 위한 부처별 역할은 다음과 같음
- 식생관리 사업을 위한 기본구상 및 계획은 문화재청 및 지자체 예산을 확보하여 부산시설공단(태종대유원지사업소)이 수립 하도록 함
- 또한 사업 후 모니터링과 평가 및 조정은 부산시설공단에서 시행하되 기존 공원운영 위원회 및 기타 식생관리 전문가 및 시민단체 등과의 자문회의를 통하여 사업 추진 시 발생하는 갈등이나 문제점 등을 보완해 나가도록 함
- 이는 관리를 통해 추구하는 최종적인 목표가 다층혼효림이라는 측면에서 본 연구의 목표와 일맥상통하는 부분이 있으나 생물다양성의 제고와 경관의 질적 향상, 주변 임상으로의 변화 등 차이점도 분명히 있음
- 따라서 태종대 식생관리의 주무부처인 부산시설공단(태종대유원지사업소)은 문화재청과 지자체 간의 의견교류를 통해 사업의 품질 향상을 도모해야 하며, 궁극적으로는 새로운 해안림 관리 방안 도출을 위해 노력해야 함

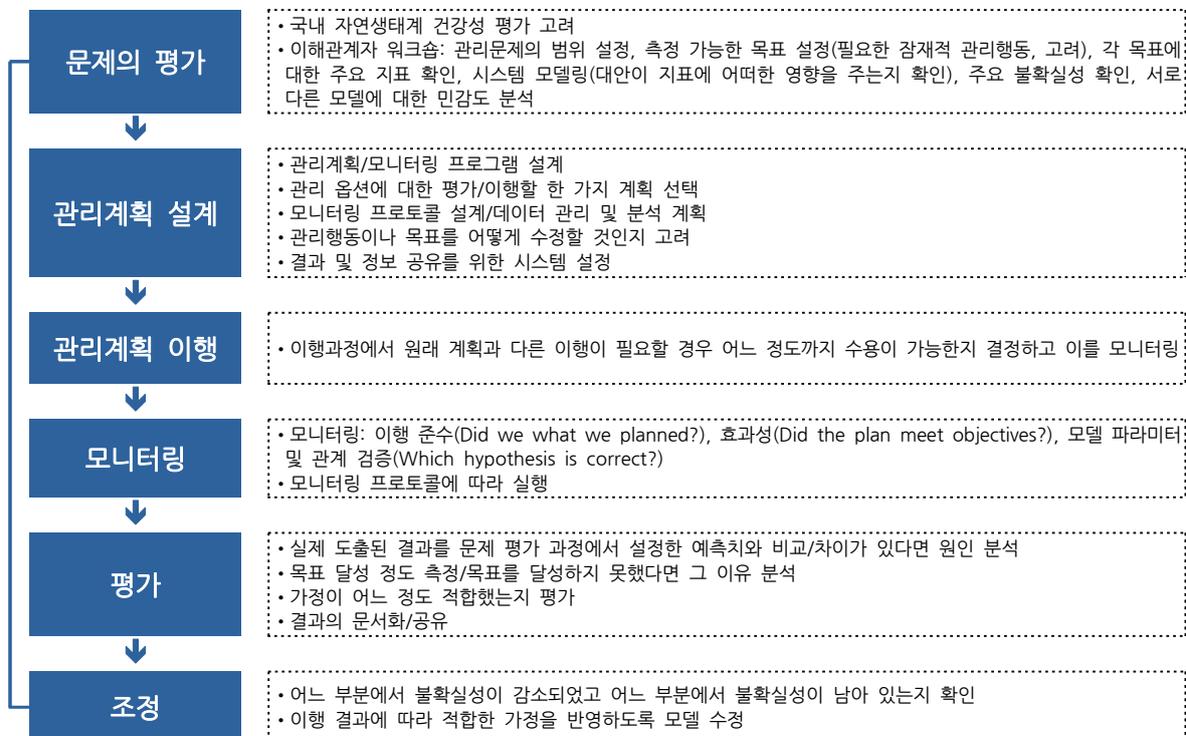


그림 50. 적응관리 과정의 흐름과 주요 내용

(출처: 권영한 등, 2015)

2. 유형별 관리기법

가. 식생관리 유형 구분

- 태종대 식생분포 특성을 고려하여 자연친화적 식생관리 유형을 보전형, 개량형, 유도형, 조성형으로 구분하였음
- 보전형은 기존 식생을 유지한다는 목표하에 생육상태가 건전하고 양호한 숲을 중심으로 현재 상태를 보전하기 위한 인위적 간섭을 최소화하는 관리기법으로 자연 그대로 보전·관리가 가능하다는 효과가 있음
- 개량형은 기존 식생 보완을 목표로 식생천이가 진행되지 않고 퇴행된 상태로 남아있거나 생육상태가 건전하지 못한 숲의 식생구조를 개량하는 관리기법으로 현재 불량한 식생 구조를 건전한 식생 구조로 개량하는 효과가 있음
- 유도형은 태종대가 위치하고 있는 난온대림의 주요 우점종으로 식생 천이를 유도하는 목표하에 하층에서 난온대 상록활엽수종 및 낙엽활엽수가 성장하는 숲으로 관리하여 기후변화에 적응가능한 난온대림 우점종으로 숲의 구조를 유도하는 것을 말함
- 조성형은 신규로 조성되는 산림복원지에 활용할 목적으로 제안되며, 병충해 피해지 등 식생 훼손지로 발생한 나지 등에 대해 자연림 식생구조를 모방하여 새롭게 숲을 조성하는 기법으로 새로운 난온대림을 조성하는 효과가 있음
- 다만, 본 연구에서 제시하는 식생관리 유형이 절대적인 것은 아니며, 생육환경개선, 병충해방제, 식생천이 유도, 신규 조림 사업 등 식생관리사업을 실행하기 전에 사업대상지에 대한 정밀한 조사 후 적절한 방법을 혼합적으로 적용할 수도 있음
 - 모든 식생관리사업 전에는 현지조사를 기반으로 사업을 계획·설계·실행·평가 단계를 거쳐 수행



그림 51. 태종대 식생관리 유형 구분

나. 보전형

- 남사면을 중심으로 현재 곰솔이 우점하는 지역과 활엽수의 생육상태가 양호한 지역으로 인위적 간섭을 최소화하여 자연생태계 그대로 보전하는 유형임
 - 병충해 방제작업 시 생물다양성이 교란되지 않도록 주의해야 함
- 탐방로 주변 경관을 위한 식재시 가급적 자생수목을 식재하고 탐방객의 접근범위를 명확히 설정하여 훼손 최소화에 노력을 기울여야 함
- 보전형에 해당하는 식생지역의 면적은 약 51.8ha

다. 개량형

- 곰솔의 밀도가 높아 기후변화 및 병해충으로 인한 수세 약화가 진행되는 지역
 - 입목밀도 조절 필요, 병해충 확산 방지를 위한 지속적인 모니터링 필요
- 병해충으로 인한 곰솔 고사목은 2차 피해가 없을 경우 그대로 놓아두는 것이 바람직하지만, 추가 피해가 우려되어 제거할 경우 하층식생이 교란되지 않도록 유의하여 사업을 진행해야 함
- 개량형에 해당하는 식생지역의 면적은 약 61.3ha

라. 유도형

- 곰솔과 활엽수가 경쟁하거나 이미 활엽수가 우점하는 지역으로 기후변화에 대응하여 난온대 우점종의 건전한 생육을 위한 관리가 필요함
 - 교목층 경쟁관계를 파악하여 난온대 활엽수종이 교목층에 우점하도록 유도
- 하층식생이 교란되어 미래목이 불분명한 경우, 난온대 수종(후박나무, 참식나무 등)의 포트묘를 활용하여 수하식재를 실시
- 유도형에 해당하는 식생지역의 면적은 약 27.5ha

마. 조성형

- 훼손지 및 나지 등에 태종대 식생구조를 모방하여 종조성 및 입목밀도를 고려하여 새롭게 조성하는 지역
 - 신속한 식생피복이 필요한 지역, 군부대 이전 시 적용 가능
- 생태학적 식재기법을 활용한 신규 조성
 - 고밀도 균락식재, 포트묘 도입, 토양개량, 멀칭처리, 사후관리 지속 등

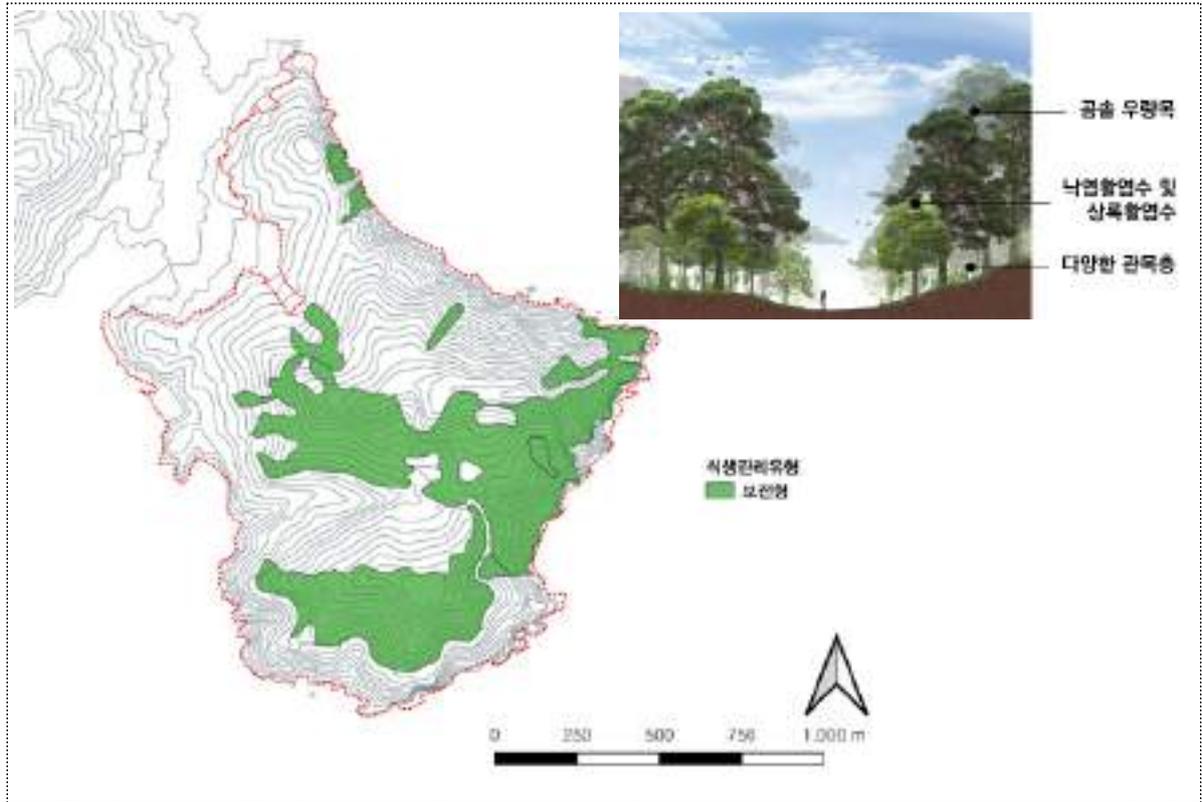


그림 52. 태종대 식생관리 보전형

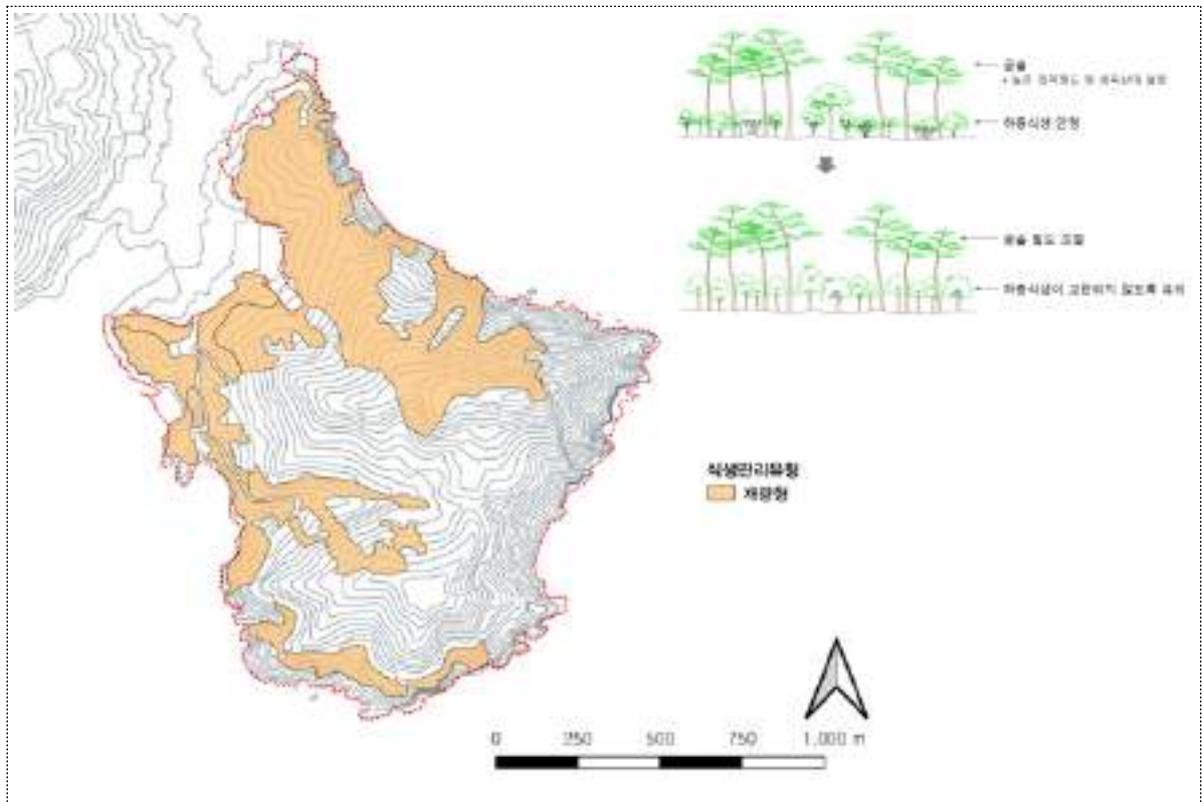


그림 53. 태종대 식생관리 개량형

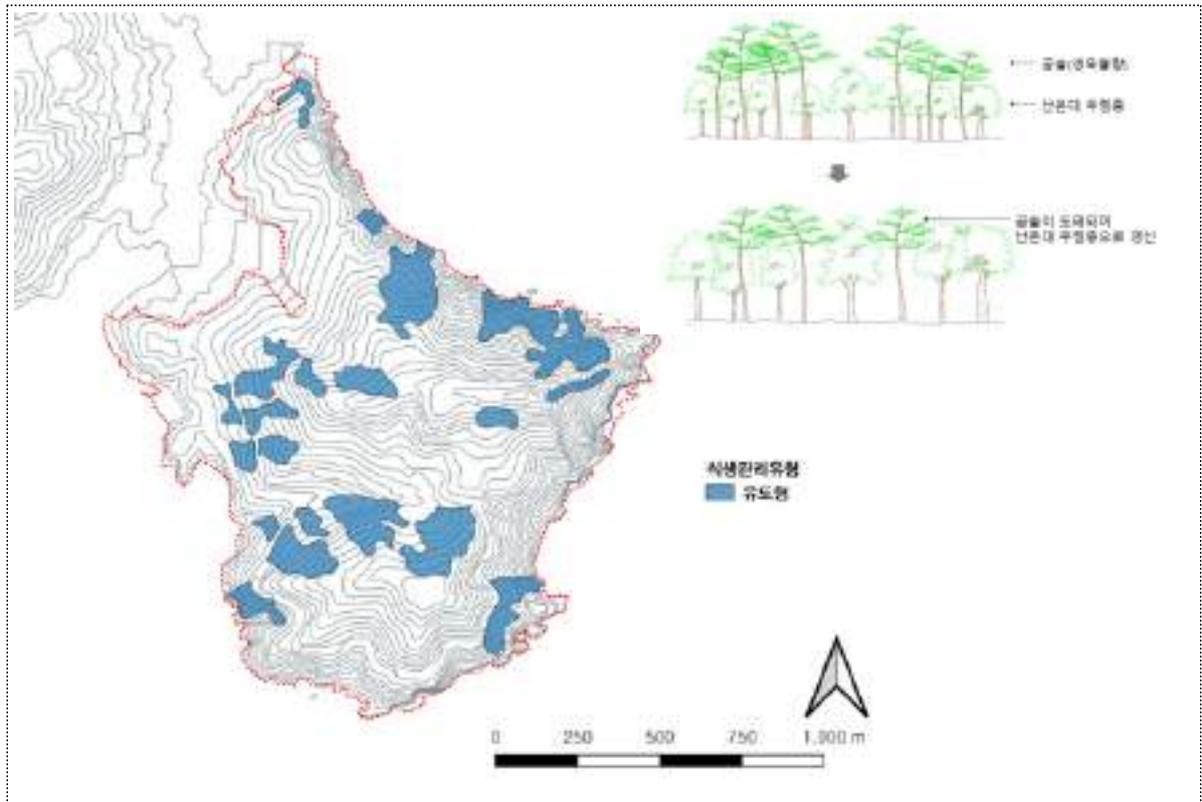


그림 54. 태종대 식생관리 유형 구분

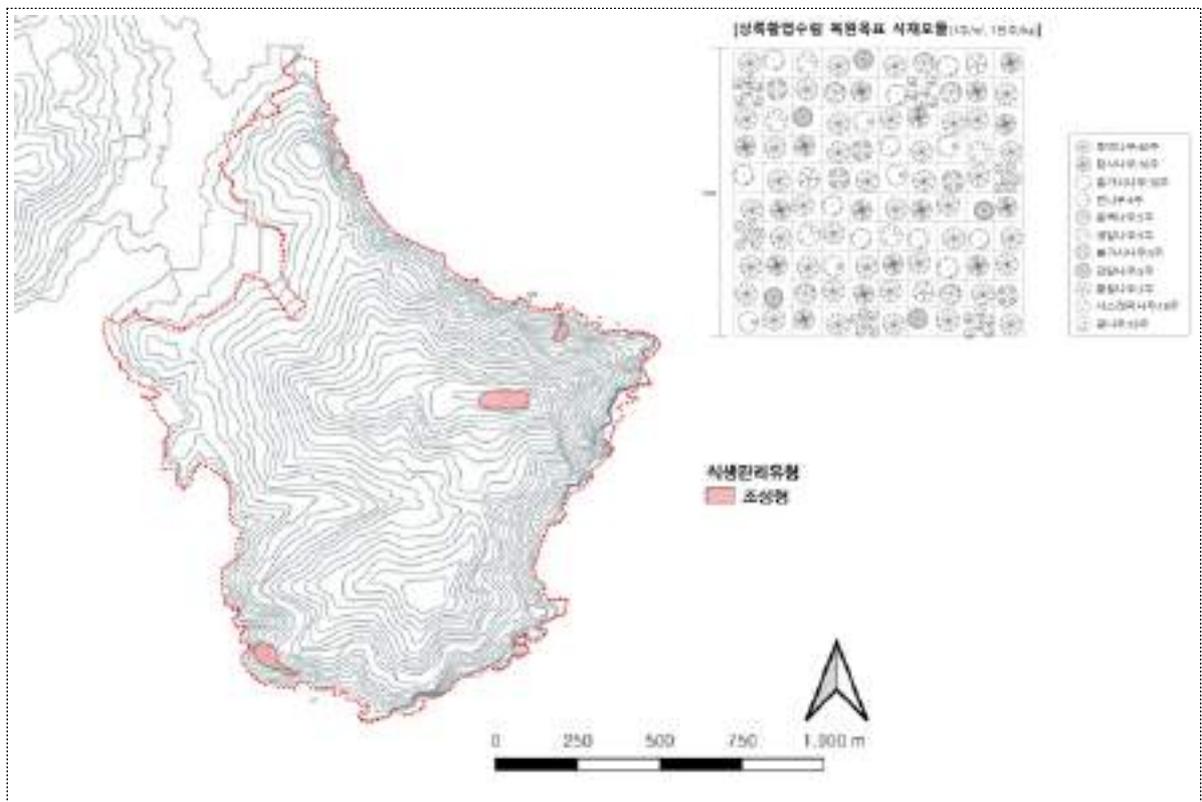


그림 55. 태종대 식생관리 유형 구분

3. 자연친화적 식생 관리모델

가. 태종대 식생군락의 종조성

- 태종대 식생군락의 종조성을 살펴보기 위해 단위면적 100m² 방형구를 기준으로 본 연구의 모니터링 조사구 48개소, 기존 부산광역시 자연환경조사 중 식생 조사구 38개소를 포함한 총 86개소의 식생조사 자료를 활용하여 식물사회네트워크 분석을 실시하였음
- 식물사회네트워크란 복잡한 식물사회구조를 시각화하여 자연친화적인 식생관리 모델의 기초자료로 활용가능하며 목표군락의 친화종을 도출할 수 있음



그림 56. 태종대 주요 식생군락의 종조성



그림 57. 식생복원수종 선정과정 및 주요 수종(안)

나. 태종대 식생군락의 적정 입목 본수

- 식생 조사 자료를 토대로 흉고직경급별 태종대 식생군락의 적정 입목밀도를 선정하기 위한 회귀식을 도출하였음
- 그 결과, 산림청에서 권고하는 간벌 후 입목본수 기준과 유사한 경향으로 회귀식이 도출되었으며, 조사구 1번의 경우 입목밀도가 높은 것으로 나타났음
- 일본 삼림총합연구소(森林総合研究所,2011)에서 제안한 곰솔 해안림의 관리 매뉴얼에 제안한 목표 입목밀도에 의하면, 강풍 등에 강한 수형을 만들기 위해 형상비 60을 적용한다면, 태종대 곰솔림의 입목 밀도는 730~870본/ha가 됨

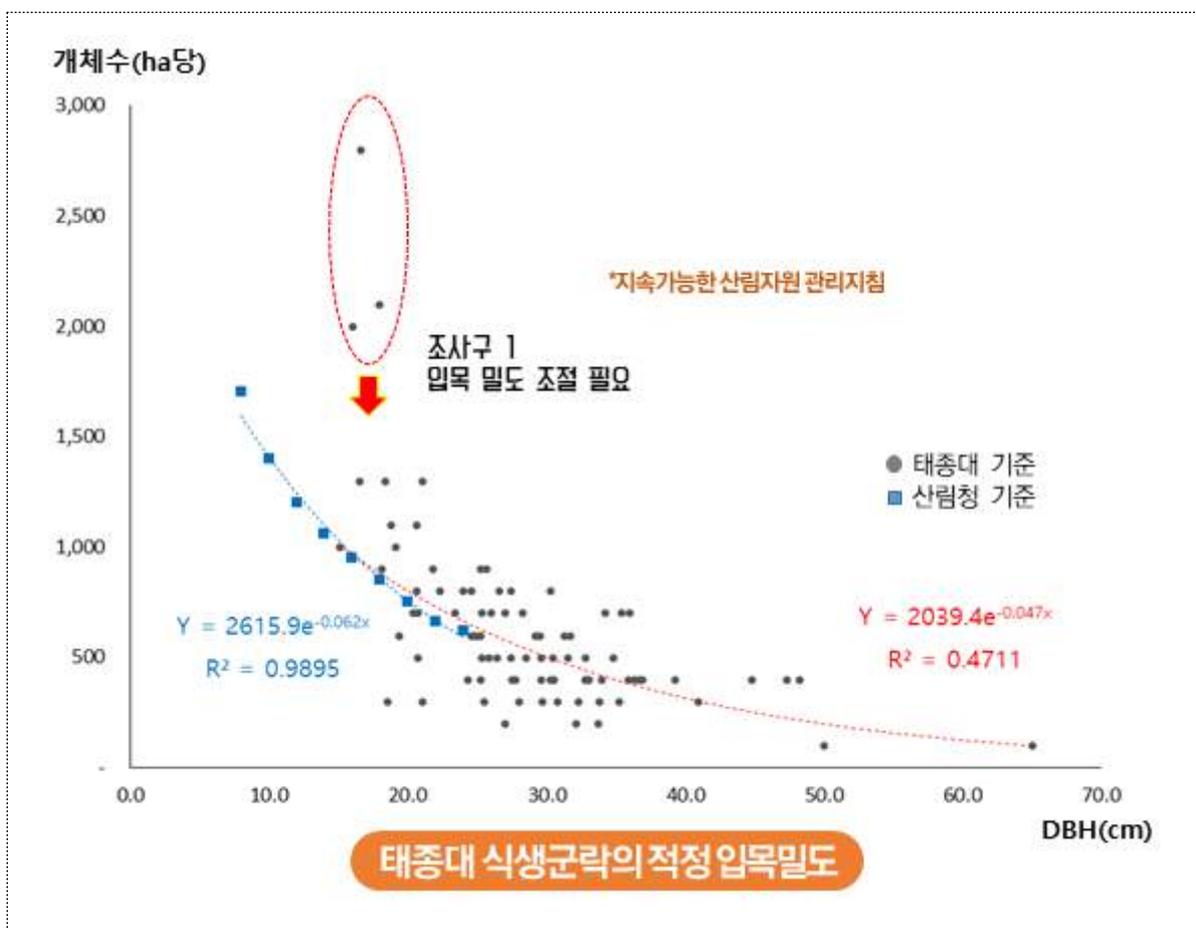


그림 58. 태종대 식생군락의 적정 입목밀도

표 136. 흉고직경급별 ha당 적정 입목본수

구분	흉고직경(cm)											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
태종대	1,400	1,274	1,160	1,056	961	875	796	725	660	600	546	497
산림청*	곰솔	1,700	1,400	1,200	1,060	950	850	750	660	620	-	-
	참나무류	980	880	800	730	660	600	540	500	460	430	360

*[참고] 지속가능한 산림자원 관리지침

다. 생태적 식재모델 제안

- 자연식생을 모방한 생태학적 식재모델의 조성과정은 먼저 식재예정지역에 대한 현황조사(지형, 토양, 주변임상, 모니터링 자료 등)를 기반으로 잠재자연식생을 추정해야 함
- 잠재자연식생을 추정하는 것은 그 지역의 기후와 토양에 적합한 식생유형을 파악하는 것이므로 이를 통해 목표군락을 선정하도록 함
- 본 과업에서는 목표군락을 곶솔군락과 낙엽활엽수류군락으로 크게 2가지로 구분하여 식재 모델을 제시하고자 함
 - 본 과업에서 제시하고 있는 식재모델은 단위면적 100m²(10m×10m)를 기준으로 식재 수목의 규격을 교목층의 흉고직경 8cm(근원직경의 경우 10cm), 아교목층의 흉고직경 2cm를 표준목으로 작성하였음
 - 별도의 수목 규격에 적합한 식재밀도는 앞서 제시한 흉고직경급별 적정 입목밀도 회귀식을 이용하여 도출하고 적용해야 할 것임
 - 단위면적(100m²)당 식재종수는 종다양성의 개념으로 많은 종수가 포함되면 좋지만, 너무 많은 종수를 목표로 잡을 경우, 묘목 확보 및 향후 관리의 어려움 등을 고려하여 적절한 수준으로 정할 필요가 있기에 목표군락의 표징종이 될만한 수종과 지역의 대표적인 수종을 몇 가지만을 선택하여 식재모델로 제시하였음
 - 여기에서 제시된 수종과 식재밀도는 단지 예를 들어서 만들어 본 것이므로 반드시 이를 적용할 필요는 없으며, 실제로 사업이 시행될 경우 조성 예정지의 충분한 현지 조사 결과를 검토하고 식재전문가의 자문을 받아서 도입 수종의 수급가능 여부 등 해당지역에 알맞은 자생종을 중심으로 적정 밀도를 재구성할 수 있어야 함
 - 즉, 태종대에 적합한 식재모델을 개발하기 위해서는 꾸준한 모니터링의 결과로 지속적으로 수정·보완되어야 할 것으로 판단됨
- 우선 태종대의 대표군락인 곶솔군락을 조성할 경우에 식재모델은 다음과 같음(그림 59)
 - 교목층의 식재밀도는 흉고직경 8cm를 기준으로 단위면적(100m²) 14주, 식재간격은 약 2.5m
 - 곶솔군락은 주로 남사면에 출현하는데, 친화종으로는 사스레피나무, 광나무, 동백나무, 돈나무, 팔손이, 팽팡나무, 자금우, 송악, 마삭줄 등이 있음
 - 곶솔-사스레피나무군락은 태종대의 잠재자연식생으로 평가(부산광역시, 2016)되고 있지만, 사스레피나무의 경우 현재 식재수종으로 인식이 저조하여 유통을 위한 재배가 거의 이루어지지 않고 있으며, 임산물유통정보시스템 내 조경수 가격 및 묘목 가격이 없음
 - 이에 사스레피나무를 제외한 광나무, 동백나무, 때죽나무, 팔배나무를 약 16주 식재할 것을 제안함
 - 관목층은 돈나무, 팔손이, 팽팡나무, 자금우, 송악, 마삭줄 등을 식피율 40~45%가 되도록 식재
- 낙엽활엽수류군락을 조성할 경우에 식재모델은 다음과 같음(그림 60)
 - 교목층의 식재밀도는 흉고직경 8cm를 기준으로 단위면적(100m²)당 16주, 식재간격은 약 2.0m
 - 교목층의 수종은 식재 대상지의 환경적 여건(해발고도, 사면방향, 토성 등)을 고려하여 선정함
 - 아교목층에는 팔배나무, 벚나무 등 낙엽활엽수와 더불어 후박나무, 참식나무 등 상록활엽수를 도입하여 기후변화에 적응가능한 군락으로 조성
 - 관목층의 경우, 광나무, 돈나무, 팔손이, 마삭줄 등을 식피율 40~45%가 되도록 식재

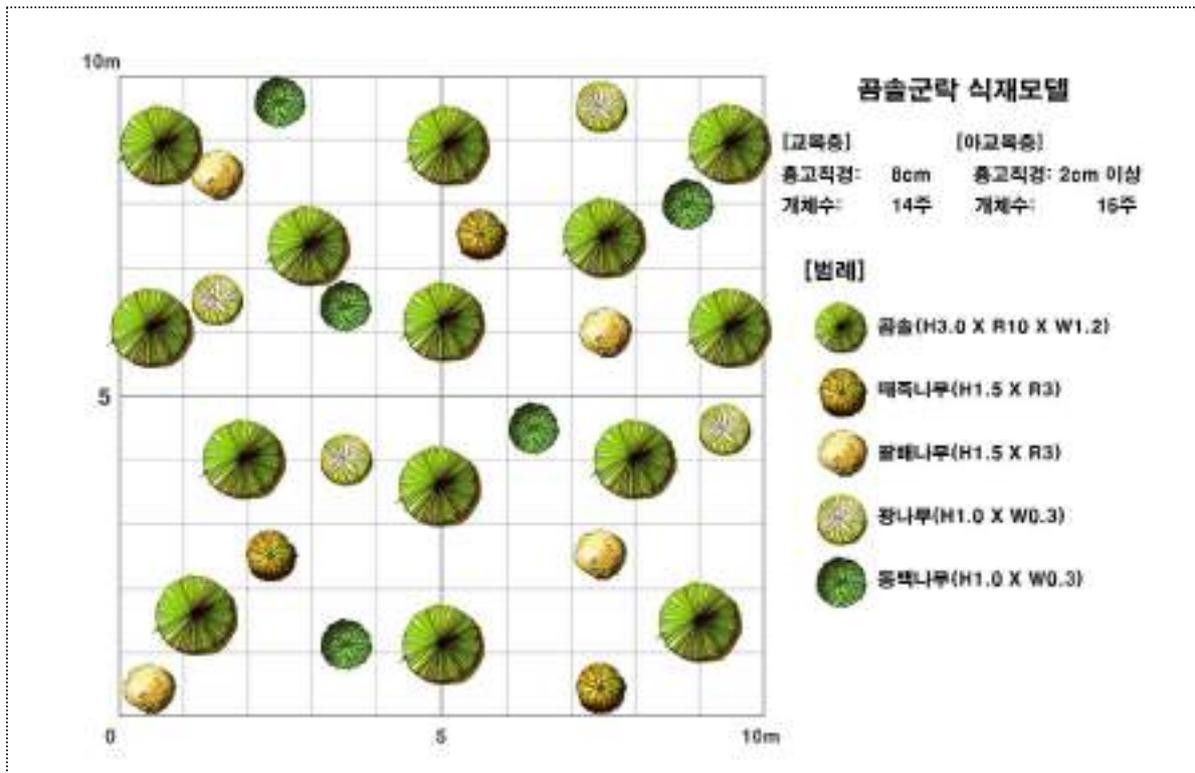


그림 59. 태종대 곰솔군락 식재모델(교목·아교목층)



그림 60. 태종대 낙엽활엽수류군락 식재모델(교목·아교목층)

4. 중장기 관리계획 및 예산(안)

- 본 과업에서 제시한 사업과 향후 태종대 식생관리를 위한 사업 등에 대한 소요예산을 추정하고, 이를 토대로 연차별 시행 계획을 작성하였음
 - 시행계획은 5년을 기준으로 작성하였으며, 소요 예산은 태종대유원지사업소 담당자와 협의를 통해 현행 식생관리(주로 병해충 방제에 집중) 예산 상황을 고려하여 편성하였음
- 우선 가장 시급한 사업은 병해충 방제사업이지만, 병해충이 점차 줄어든다고 가정하여 해당예산을 친환경 병해충 방제사업 및 생육환경 개선사업으로 활용하도록 함
 - 태종대의 경우, 부산을 대표하는 명승지로 많은 탐방객이 방문하는 곳임을 감안할 때, 화학적 방제보다는 생물학적 방제, 임업적 방제에 노력을 기울여야함
- 기후변화 및 병해충 피해로 인해 대규모 훼손지가 발생할 경우, 식생복원사업을 시행하되, 본 과업에서 제시한 태종대 자생식물을 중심으로 생태학적 식재기법을 활용하여 자연친화적이고 기후위기에 대응 가능한 식생군락을 조성하도록 함
- 본 과업을 계기로 태종대 식생 모니터링에 대한 장기적인 발판이 마련 되었으며, 일반 모니터링 사업 및 정밀 모니터링 사업이 지속적으로 수행될 수 있도록 계획적인 예산배정이 이루어져야 할 것으로 판단됨
 - 일반식생모니터링은 매년 2회 이상 실시하고, 정밀식생모니터링은 5년 마다 전문 조사기관에 의뢰함
- 현재 수행 중인 식생관리 사업들의 설계와 평가과정에서 사업관리 시스템을 적용하고 공원운영위원회 내 식생관리와 관련한 전문가 및 시민단체를 보완하여 협의해 나감으로써 바람직한 태종대 식생관리 방향성을 확고히 함과 동시에 갈등요소를 줄이는 것은 매우 중요하다고 할 수 있음

표 137. 태종대 식생관리를 위한 예산계획(안)(2022~2027) (단위: 백만원)

구분	사업명	2022	2023	2024	2025	2026	2027
문화재 보수·정비 사업	병해충 방제사업	300	150	200	180	160	140
	생육환경 개선사업 (식생복원사업 등)	-	-	-	20	40	60
	연구용역 (병충해 피해지 복원연구/ 정밀 식생 모니터링)	60 (이월)	-	60 피해지 복원연구	-	-	60 정밀 식생 모니터링
	소 계	360	150	260	200	200	260
일반사업	일반 식생 모니터링	-	5	5	5	5	-
	생태교육 프로그램	5	5	5	5	5	5
	거버넌스 운영	5	5	5	5	5	5
	소 계	10	15	15	15	15	10
총 계		370	165	275	215	215	270

참고문헌

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoniologie. Springer-Verlag. 3rd ed. Vienna. New York. pp.865.
- 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 32:476-496.
- Grumbine, R. E. 1994. "What is Ecosystem Management?" Conservation Biology, 8(1): 27-38.
- Harcombe, P.A. and P.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in Southeast Texas Forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Kim JW and YK Lee. 1996. Classification and assessment of plant communities. Worldscience press. Korea. pp.240
- Melchior, H. 1964. A Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien 12. Angiospermen 2. 666 pp.
- Melchior, H. and E Werderman. 1954. A Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, Gebruder Borntraeger. Berlin, Germany 367 pp.
- Melchior, H.(1964) A Engler's syllabus der pflanzenfamilien band II. Gebruder Borntraeger. Berlin. 666pp.
- Park, C. W.(ed.). 2007. The Genera of Vascular Plants
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the great smoky mountains. Ecological Monographs 26(1): 1-80.
- Williams, B. K., R. C. Szaro, and C. D. Shapiro(2009) Adaptive Management: The U. S. Department of the Interior Technical Guide. Adaptive Management Working Group, U. S. Department of the Interior, Washington, DC. 72pp.
- 강현미(2020) 진도군 접도의 식생 특성. 한국환경생태학회지 34(1): 27-41.
- 권영한, 이승준, 박채아(2015) 한국환경정책·평가연구원(2015) 기후변화에 대응하기 위한 생태계 환경안보 강화방안(Ⅲ). 한국환경정책·평가연구원. 176pp.
- 김석환, 최송현(2007) 부산광역시 해안림의 구조와 생태적 특성. 한국환경생태학회지 21(1): 67-73.

- 김용훈, 권오정, 반수홍, 오충현(2021) 인천 및 경기도 도서지역 소사나무림 군집구조분석 연구 -석모도, 영종도, 영흥도 및 대부도를 대상으로-. 한국환경생태학회지 35(1): 68-80.
- 김종엽(2012) 부산광역시 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조. 한국환경생태학회지 26(3): 426-436.
- 김진석 & 김태영(2012) 한국의 나무. 돌베개. 687pp.
- 김철환, 문명옥, 안진갑, 황인천, 이승혁(2018) (한국산 최신)식물구계학적 특정종. 국립생태원. 728pp.
- 김철환, 박진희(2014) 한반도고유종 식물. 국립생물자원관. 912pp.
- 김현희, 水野一晴, 이호상, 구재균, 공우석(2021) 한반도 주요 도서 지역의 기후변화 지표 식물 분포. 한국환경과학회지 30(1): 29-43.
- 문화재청(2022) 문화재 보존·관리·활용 기본계획 89pp.
- 박석곤, 성찬용, 강현미(2021) 서남해안 도서지역의 난온대 식생유형화 및 훼손등급. 한국환경생태학회지 35(6): 579-593.
- 박수현(1995) 한국귀화식물 원색도감. 일조각. 서울. 575pp.
- 박수현(2009) 세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물. 일조각. 서울. 588pp.
- 부산녹색환경지원센터(2021) 부산시 중리산 칠보치마 서식지 환경생태조사에 따른 보호·관리방안 수립 연구. 부산녹색환경지원센터. 124pp.
- 부산지방해양수산청(2005) 태종대의 사면안정방안 및 자연환경조사
- 신해선, 이상철, 최송현, 강현미(2019) 부산광역시 해안림 곰솔군락의 식생구조 및 생태적 특성. 한국환경생태학회지 33(5): 539-551.
- 우수영, 김동근, 이동섭(2000) 여천공단주변 대기오염이 때죽나무의 생장 특성에 미치는 영향. 한국대기환경학회지 16(2): 121-128.
- 이상철(2018) 도시숲의 식생구조와 식물사회네트워크 분석을 활용한 생태적 식재모델 연구. 부산대학교 박사학위논문. 267pp.
- 이상철, 최송현, 조우(2020) 식재설계에 활용 가능한 식물사회네트워크 시각화 및 분석 방법에 관한 연구 -부산광역시 산림식생지역을 중심으로-. 한국환경생태학회지 34(3): 259-270.
- 이영노(1998) 원색한국식물도감. 교학사. 서울. 1,243pp.
- 이영노(2006) 새로운 한국식물도감. 교학사. 서울. 1,864pp.

- 이우철(1996) 한국식물명고. 아카데미서적. 서울. 1,688pp.
- 이우철, 임양재(1978) 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. 한국식물분류학회지 8: 1-33.
- 이준복, 심경구, 노의래, 하유미(1998) 조경수 이용을 위한 자생 팔배나무의 생태 및 생육 특성에 관한 조사연구. 한국조경학회지 26(2): 229-239.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사. 서울. 990pp.
- 이창복(2003) 원색대한식물도감(상). 향문사. 서울. 914pp.
- 이창복(2003) 원색대한식물도감(하). 향문사. 서울. 910pp.
- 장진성, 김휘, 장계선, (2011) 한국동식물도감. 제43권, 식물편(수목). 교육과학기술부. 511pp.
- 전근우(2012) 해안림과의 공생(Symbiosis with coastal forest). 中島 勇喜·岡田 穰편저. 강원대학교 출판부. 249pp.
- 정진현, 김춘식, 구교상, 이충화, 원형규, 변재경(2003) 한국 산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국산림과학회지 92(3): 254-262

부록

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
Selaginellaceae	부처손과						
<i>Selaginella tamariscina</i> (P. Beauv.) Spring	바위손			0			
Equisetaceae	속새과						
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기				0		
Osmundaceae	고비과						
<i>Osmunda japonica</i> Thunb.	고비		0	0			
Hymenophyllaceae	치녀이끼과						
<i>Crepidomanes minutum</i> (Blume) K. Iwats.	부채괴불이끼			0			II
Lygodiaceae	실고사리과						
<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	실고사리	0					I
Gleicheniaceae	발풀고사리과						
<i>Diplazium glaucum</i> (Thunb. ex Houtt.) Nakai	풀고사리				0		III
Dennstaedtiaceae	잔고사리과						
<i>Dennstaedia hirsuta</i> (Sw.) Mett. ex Miq.	잔고사리		0	0			
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex A. Heller	고사리		0		0		
Aspleniaceae	꼬리고사리과						
<i>Asplenium incisum</i> Thunb.	꼬리고사리			0	0		
Athyriaceae	개고사리과						
<i>Athyrium niponicum</i> (Mett.) Hance	개고사리	0	0	0	0		
<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H. Christ	뺨고사리				0		
<i>Deparia conilii</i> (Franch. & Sav.) M. Kato	좁긴고사리				0		
Thelypteridaceae	치녀고사리과						
<i>Macrothelypteris oligophlebia</i> var. <i>elegans</i> (Koidz.) Ching	각시고사리				0		
<i>Thelypteris glanduligera</i> (Kunze) Ching	사다리고사리		0	0	0		
<i>Thelypteris japonica</i> (Baker) Ching	지네고사리				0		
Dryopteridaceae	관중과						
<i>Cyrtomium falcatum</i> (L. f.) C. Presl	도깨비쇠고비	0	0	0	0	0	
<i>Cyrtomium fortunei</i> J. Sm.	쇠고비		0		0		
<i>Dryopteris bissetiana</i> (Baker) C. Chr.	산죽제비고사리	0	0		0		
<i>Dryopteris chinensis</i> (Baker) Koidz.	가는잎죽제비고사리		0		0		
<i>Dryopteris erythrosora</i> (D. C. Eaton) Kuntze	홍지네고사리		0	0	0		I
<i>Dryopteris lacera</i> (Thunb.) Kuntze	비늘고사리		0	0	0		
<i>Dryopteris pacifica</i> (Nakai) Tagawa	큰죽제비고사리			0			III
<i>Dryopteris saxifraga</i> H. Itô	바위죽제비고사리	0	0	0	0		
<i>Dryopteris uniformis</i> (Makino) Makino	곰비늘고사리				0		
<i>Dryopteris varia</i> (L.) Kuntze	죽제비고사리					0	
<i>Polystichum ovato-paleaceum</i> var. <i>coraiense</i> (H. Christ) Sa. Kurata	참나도허초미			0	0		I
Davalliaceae	넉줄고사리과						
<i>Davallia mariesii</i> T. Moore ex Baker	넉줄고사리		0	0			
Polypodiaceae	고란초과						
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i> C. Presl	콩짜개덩굴			0	0		I
<i>Pyrrhosia hastata</i> (Thunb.) Ching	세뿔석위			0			II
Pinaceae	소나무과						

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	곰솔	0	0	0	0	0	
Magnoliaceae	목련과						
<i>Magnolia heptapeta</i> (Buc' hoz) Dandy	백목련					0	
<i>Magnolia kobus</i> DC.	목련	0					식재, V
Lauraceae	녹나무과						
<i>Cinnamomum japonicum</i> Siebold	생달나무	0	0	0	0	0	III
<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino	비목나무		0	0	0		I
<i>Lindera glauca</i> (Siebold & Zucc.) Blume	감태나무		0				I
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume	생강나무		0	0			
<i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc.	후박나무	0	0	0	0		I
<i>Neolitsea sericea</i> (Blume) Koidz.	참식나무	0	0	0	0		I
Chloranthaceae	홀아비꽃대과						
<i>Chloranthus fortunei</i> (A. Gray) Sloms	옥녀꽃대				0		I
Aristolochiaceae	취방울덩굴과						
<i>Asarum sieboldii</i> Miq.	죽도리풀			0			
Ranunculaceae	미나리아재비과						
<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i> (Rupr.) Ohwi	으아리	0	0	0		0	
<i>Hepatica asiatica</i> Nakai	노루귀				0		I
Lardizabalaceae	으름덩굴과						
<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne.	으름덩굴	0		0	0	0	
<i>Stauntonia hexaphylla</i> Decne.	벌꿀	0	0	0	0		III
Menispermaceae	새모래덩굴과						
<i>Cocculus orbiculatus</i> (L.) DC.	덩댕이덩굴			0		0	
<i>Sinomenium acutum</i> (Thunb.) Rehder & E. H. Wilson	방기			0	0		III
Sabiaceae	나도밤나무과						
<i>Meliosma oldhamii</i> Miq. ex Maxim.	합다리나무		0	0	0		I
Fumariaceae	현호색과						
<i>Corydalis heterocarpa</i> Siebold & Zucc.	염주괴불주머니			0	0		
<i>Corydalis platycarpa</i> (Maxim. ex Palib.) Makino	갯괴불주머니	0		0			III
<i>Corydalis remota</i> Fisch. ex Maxim.	현호색		0	0			
Daphniphyllaceae	굴거리나무과						
<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq.	굴거리나무	0	0		0		III
Ulmaceae	느릅나무과						
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	느티나무		0	0	0		
Celtidaceae	팽나무과						
<i>Celtis sinensis</i> Pers.	팽나무		0	0	0	0	
Cannabaceae	삼과						
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴					0	교
Moraceae	뽕나무과						
<i>Morus bombycis</i> f. <i>dissecta</i> Nakai ex Mori	가새뽕나무					0	
<i>Ficus erecta</i> Thunb.	천선과나무	0	0	0	0	0	III
<i>Morus bombycis</i> Koidz.	산뽕나무	0	0	0	0	0	
Urticaceae	췌기풀과						
<i>Boehmeria pinnosa</i> Nakai & Satake ex Oka	왕모시풀	0		0		0	III
<i>Boehmeria spicata</i> (Thunb.) Thunb.	췌기잎나무			0			
Juglandaceae	가래나무과						
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc.	굴피나무	0	0	0	0	0	

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
Fagaceae	참나무과						
<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.	밤나무				0		
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	상수리나무	0	0		0		
<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무			0			
<i>Quercus dentata</i> Thunb.	떡갈나무				0		
<i>Quercus serrata</i> Murray	졸참나무	0	0	0	0		
<i>Quercus variabilis</i> Blume	굴참나무	0	0	0	0		
Betulaceae	자작나무과						
<i>Alnus firma</i> Siebold & Zucc.	사방오리		0				
<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume	서어나무		0				
<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim.	개서어나무		0		0		I
<i>Carpinus turczaninowii</i> Hance	소사나무	0	0	0	0	0	I
<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.	개암나무		0	0	0		
<i>Corylus sieboldiana</i> Blume	참개암나무		0				
Phytolaccaceae	자리공과						
<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공			0		0	외(귀)
Aizoaceae	번행초과						
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	번행초	0				0	II
Chenopodiaceae	명아주과						
<i>Chenopodium album</i> L.	명아주					0	외(귀)
<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	좁명아주					0	외(귀)
<i>Chenopodium acuminatum</i> subsp. <i>virgatum</i> (Thunb.) C.H.Blom	버들명아주					0	II
Amaranthaceae	비름과						
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i> Miq.	쇠무릎	0		0	0	0	
Portulacaceae	쇠비름과						
<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름					0	
Caryophyllaceae	석죽과						
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	유럽점나도나물		0				외(귀)
<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (Takeda) Ohwi	큰개별꽃		0				
<i>Sagina japonica</i> (Sw.) Ohwi	개미자리	0					
<i>Silene aprica</i> var. <i>oldhamiana</i> (Miq.) C. Y. Wu	갯장구채			0			II
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	쇠별꽃			0			
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	별꽃	0		0	0		
Polygonaceae	마디풀과						
<i>Persicaria filiformis</i> (Thunb.) Nakai ex T. Mori	이삭여뀌	0	0	0	0	0	
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	흰여뀌			0		0	
<i>Persicaria longiseta</i> (Bruijn) Kitag.	개여뀌					0	
<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H. Gross ex Nakai	머느리밀씻개					0	
<i>Polygonum aviculare</i> L.	마디풀					0	
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	0					외(귀)
<i>Rumex maritimus</i> L.	금소리쟁이					0	
Theaceae	차나무과						
<i>Camellia japonica</i> L.	동백나무		0	0	0	0	I
<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino	우묵사스레피	0	0	0			III
<i>Eurya japonica</i> Thunb.	사스레피나무	0	0	0	0	0	I
Actinidiaceae	다래나무과						
<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	다래			0			
<i>Actinidia polygama</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	개다래			0			

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
Tiliaceae	피나무과						
<i>Corchoropsis tomentosa</i> (Thunb.) Makino	수까치개	0		0			
<i>Tilia mandshurica</i> Rupr. & Maxim.	찰피나무			0			II
Malvaceae	아욱과						
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	무궁화	0					외, 식재
Violaceae	제비꽃과						
<i>Viola albida</i> var. <i>chaerophylloides</i> (Regel) F. Maek.	남산제비꽃		0	0	0	0	
<i>Viola grypoceras</i> A. Gray	남시제비꽃		0	0	0		
<i>Viola rossi</i> Hemsl.	고깔제비꽃			0			
<i>Viola verecunda</i> A. Gray	콩제비꽃			0			
<i>Viola violacea</i> Makino	자주잎제비꽃	0					III
Cucurbitaceae	박과						
<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thunb.) Makino	들외				0		I
<i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim.	하늘타리	0					
Brassicaceae	십자화과						
<i>Cardamine flexuosa</i> With.	황새냉이			0			
<i>Cardamine leucantha</i> (Tausch) O. E. Schulz	미나리냉이			0			
Ericaceae	진달래과						
<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	영산홍		0		0	0	식재
<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz.	진달래		0				
<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i> (H. Lév.) M. Sugim.	산철쭉			0			
Styracaceae	때죽나무과						
<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	때죽나무	0	0	0	0		
<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc.	쪽동백나무	0	0	0	0		
Ebenaceae	감나무과						
<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무				0		
Symplocaceae	노린재나무과						
<i>Symplocos sawafutagi</i> Nagam.	노린재나무		0				
Myrsinaceae	자금우과						
<i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume	자금우	0	0	0	0	0	I
Primulaceae	앵초과						
<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge	까치수염				0		I
<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	큰까치수염	0			0	0	
<i>Lysimachia japonica</i> Thunb.	좁가지풀		0				
<i>Lysimachia mauritiana</i> Lam.	갯까치수염	0				0	I
Pittosporaceae	돈나무과						
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W. T. Aiton	돈나무	0	0	0	0	0	III
Hydrangeaceae	수국과						
<i>Hydrangea macrophylla</i> Ser.	수국		0		0		외, 식재
Crassulaceae	들나물과						
<i>Hylotelephium erythrostictum</i> (Miq.) H. Ohba	평의비름			0			
<i>Orostachys japonica</i> (Maxim.) A. Berger	바위솔	0					
<i>Orostachys malacophylla</i> (Pall.) Fisch.	둥근바위솔					0	
<i>Sedum oryzifolium</i> Makino	망채송화					0	
Rosaceae	장미과						
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	짚신나물				0		
<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke	뱀딸기			0	0		

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.	황매화					0	외
<i>Potentilla fragarioides</i> L.	양지꽃				0		
<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	세잎양지꽃				0		
<i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne.	윤노리나무		0		0		I
<i>Prunus jamasakura</i> Siebold ex Koidz.	벚나무	0	0		0		
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	복사나무					0	외
<i>Prunus verecunda</i> (Koidz.) Koehne	개벚나무	0					
<i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> (Thunb.) Ohashi	다정큼나무	0		0		0	III
<i>Rosa hybrida</i> Hortorum	덩굴장미		0				식재
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	철레꽃	0	0	0	0	0	
<i>Rosa wichuraiana</i> Cr.p.	돌가시나무	0		0		0	I
<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.	수리딸기		0				I
<i>Rubus oldhamii</i> Miq.	줄딸기		0	0	0		
<i>Rubus parvifolius</i> L.	명석딸기				0	0	
<i>Sorbus alnifolia</i> (Siebold & Zucc.) K. Koch	팔배나무	0	0	0	0		
<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel	국수나무			0			
Fabaceae	콩과						
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무	0					
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	0					외(귀)
<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> (Benth.) H. Ohashi	새콩					0	
<i>Hylodesmum podocarpum</i> subsp. <i>oxyphyllum</i> (DC.) H. Ohashi & R.R. Mill	도둑놈의갈고리		0		0		
<i>Indigofera bungeana</i> Walp.	큰낭아초		0				외(귀)
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib.	땅비싸리	0	0		0		
<i>Lathyrus japonicus</i> Willd.	갯완두			0			II
<i>Lespedeza maritima</i> Nakai	해변싸리		0				고, I
<i>Lespedeza maximowiczii</i> C. K. Schneid.	조록싸리		0	0	0		
<i>Maackia amurensis</i> Rupr.	다릅나무		0				
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	췌		0	0		0	
<i>Rhynchosia volubilis</i> Lour.	여우콩	0			0		
<i>Vicia unijuga</i> A. Braun	나비나물			0	0		
<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i> Maxim.	광릉갈퀴			0			
Elaeagnaceae	보리수나무과						
<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	보리밥나무	0	0	0	0	0	I
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	보리수나무		0				
Lythraceae	부처꽃과						
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	배롱나무		0				외, 식재
Alangiaceae	박취나무과						
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> (Miq.) Ohwi	박취나무			0			
Cornaceae	층층나무과						
<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	층층나무			0			
Aucubaceae	식나무과						
<i>Aucuba japonica</i> f. <i>variegata</i> (Dombrain) Rehder	금식나무		0		0		식재
<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	식나무		0		0		III
Celastraceae	노박덩굴과						
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	노박덩굴		0	0			
<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold	화살나무				0		

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무	0	0	0	0	0	I
<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq.	참회나무		0				
Aquifoliaceae	감탕나무과						
<i>Ilex crenata</i> Thunb.	팽팽나무		0		0		III
<i>Ilex integra</i> Thunb.	감탕나무	0					III
Euphorbiaceae	대극과						
<i>Mallotus japonicus</i> (L. f.) Müll.	예덕나무		0	0			I
<i>Neoshirakia japonica</i> (Siebold & Zucc.) Esser	사람주나무			0			I
Vitaceae	포도과						
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv.	개머루	0	0		0	0	
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	미국담쟁이덩굴				0		외(귀)
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	담쟁이덩굴		0	0	0	0	
<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	왕머루			0			
<i>Vitis heyneana</i> subsp. <i>ficifolia</i> (Bunge) C.L.Li	까마귀머루				0	0	
Staphyleaceae	고추나무과						
<i>Euscaphis japonica</i> (Thunb.) Kanitz	말오줌때	0	0				I
Aceraceae	단풍나무과						
<i>Acer palmatum</i> Thunb.	단풍나무	0					III, 식재
<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i> (Maxim.) Franch.	고로쇠나무			0			
Anacardiaceae	웃나무과						
<i>Rhus javanica</i> L.	붉나무			0		0	
<i>Toxicodendron sylvestri</i> (Siebold & Zucc.) Kuntze	산점양웃나무		0	0	0		I
Simaroubaceae	소태나무과						
<i>Picrasma quassioides</i> (D. Don) Benn.	소태나무			0			
Rutaceae	운향과						
<i>Tetradium daniellii</i> (Benn.) T.G.Hartley	쉬나무		0				
<i>Zanthoxylum piperitum</i> DC.	초피나무	0	0				
Oxalidaceae	팬이밥과						
<i>Oxalis corniculata</i> L.	팬이밥	0	0			0	
<i>Oxalis stricta</i> L.	선팬이밥		0	0			
Araliaceae	두릅나무과						
<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.	두릅나무	0		0			
<i>Dendropanax trifidus</i> (Thunb.) Makino ex H. Hara	황칠나무		0		0		III
<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. & Planch.	팔손이	0	0	0	0	0	III
<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean	송악	0	0	0	0	0	I
Apiaceae	미나리과						
<i>Osmorhiza aristata</i> (Thunb.) Rydb.	긴사상자	0	0	0	0		
<i>Peucedanum japonicum</i> Thunb.	갯기름나물	0				0	II
<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.) Nakai	참나물			0	0		
<i>Sanicula chinensis</i> Bunge	참반디		0		0		
Apocynaceae	혈죽도과						
<i>Trachelospermum asiaticum</i> (Siebold & Zucc.) Nakai	마삭줄	0	0	0	0	0	
Solanaceae	가지과						
<i>Solanum carolense</i> L.	도깨비가지				0		교
<i>Solanum lyratum</i> Thunb.	배풍등	0	0	0	0	0	
<i>Solanum nigrum</i> L.	까마중					0	
Convolvulaceae	메꽃과						
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	갯메꽃	0				0	II

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
Boraginaceae	지치과						
<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevir.) Steven ex Palib.	꽃마리		0				
Verbenaceae	마편초과						
<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	작살나무		0	0	0		
<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	누리장나무		0				
Phrymaceae	파리풀과						
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>oblongifolia</i> (Koidz.) Honda	파리풀	0	0	0	0		
Lamiaceae	꿀풀과						
<i>Clinopodium multicaule</i> (Maxim.) Kuntze	탑꽃			0			
<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) H. Hyl.	향유			0	0		
<i>Glechoma grandis</i> (A. Gray) Kuprian.	긴병꽃풀		0				
<i>Isodon japonicus</i> (Burm. f.) H. Hara	방아풀			0	0		
<i>Meehania urticifolia</i> (Miq.) Makino	벌개덩굴			0			
<i>Scutellaria indica</i> L.	골무꽃			0	0		
Plantaginaceae	질경이과						
<i>Plantago asiatica</i> L.	질경이		0				
<i>Plantago camtschatica</i> Cham. ex Link	개질경이					0	II
<i>Plantago major</i> L.	왕질경이					0	
Oleaceae	물푸레나무과						
<i>Chionanthus retusus</i> Lindl. & Paxton	이팝나무				0		
<i>Fraxinus sieboldiana</i> Blume	쇠물푸레나무		0	0	0		
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	광나무	0	0		0	0	I
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc.	취퐁나무	0	0	0	0	0	
<i>Osmanthus heterophyllus</i> (G. Don) P. S. Green	구굴나무		0	0	0		IV
<i>Syringa vulgaris</i> L.	서양수수꽃다리	0					외, 식재
Scrophulariaceae	현삼과						
<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀		0				외(귀)
<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀		0				외(귀)
Acanthaceae	취꼬리망초과						
<i>Justicia procumbens</i> L.	취꼬리망초		0				
Rubiaceae	꼭두선이과						
<i>Galium spurium</i> L.	갈퀴덩굴			0	0		
<i>Oldenlandia strigulosa</i> Bartl. ex DC.	낙시돌풀					0	III
<i>Paederia foetida</i> L.	계요등		0		0	0	I
<i>Rubia cordifolia</i> L.	갈퀴꼭두서니		0				
Caprifoliaceae	인동과						
<i>Lonicera harai</i> Makino	길마가지나무		0	0			
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	인동덩굴		0		0	0	
Viburnaceae	산분꽃나무과						
<i>Viburnum carlesii</i> Hemsl.	분꽃나무					0	
<i>Viburnum erosum</i> Thunb.	털팽나무		0	0	0		
<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i> (K. Koch) Zabel ex Rumpler	아왜나무		0			0	III, 식재
Asteraceae	국화과						
<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch. Bip.	단풍취		0	0	0		
<i>Ainsliaea apiculata</i> Sch. Bip. ex Zoll.	좁닥취		0				I
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	사철쭉	0				0	
<i>Artemisia indica</i> Willd.	쭉	0		0		0	

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
<i>Aster ageratoides</i> Turcz.	까실쭉부쟁이				0		
<i>Aster spathulifolius</i> Maxim.	해국	0		0		0	I
<i>Atractylodes ovata</i> (Thunb.) DC.	삼주			0	0		
<i>Bidens bipinnata</i> L.	도깨비바늘			0		0	
<i>Bidens tripartita</i> L.	가막사리					0	
<i>Carpesium divaricatum</i> Siebold & Zucc.	긴담배풀			0	0		
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Regel) Kitam.	영경귀				0		
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	0	0	0		0	외(귀)
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	주홍서나물			0		0	외(귀)
<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano	이고들빼기	0		0			
<i>Crepidiastrum lanceolatum</i> (Houtt.) Nakai	갯고들빼기	0				0	IV
<i>Dendranthema indicum</i> (L.) Des Moul.	감국			0			
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초		0				외(귀)
<i>Eupatorium japonicum</i> Thunb.	등골나물	0		0			
<i>Farfugium japonicum</i> (L.) Kitam.	털머위	0	0	0	0	0	III
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	서양금혼초				0		교
<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev	썸바귀	0			0		
<i>Ixeris debilis</i> (Thunb.) A. Gray	번음썸바귀		0				
<i>Ixeris stolonifera</i> A. Gray	썸썸바귀		0				
<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기					0	
<i>Lapsanastrum humilis</i> (Thunb.) Pak & K. Bremer	그늘보리쟁이				0		III
<i>Leibnitzia anandria</i> (L.) Turcz.	숨나물	0			0		
<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	떡쇠채	0					III
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚱	0		0		0	외(귀)
<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Maxim.	우산나물			0			
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	쁘리뱅이	0	0	0	0		
Araceae	천남성과						
<i>Arisaema peninsulae</i> f. <i>convolutum</i> (Nakai) Y. S. Kim & S. C. Ko	눌메기천남성				0		교
<i>Arisaema ringens</i> (Thunb.) Schott	큰천남성	0	0	0	0	0	I
<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Ten. ex Breitenb.	반하		0				
Commelinaceae	닭의장풀과						
<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀	0		0	0	0	
Juncaceae	갈풀과						
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	길갈풀				0		
Cyperaceae	사초과						
<i>Carex ciliatomarginata</i> Nakai	털대사초		0	0	0		
<i>Carex fusanensis</i> Ohwi	부산사초		0		0	0	
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H. Lev. & Vaniot) Ohwi	가는잎그늘사초				0		
<i>Carex lenta</i> D. Don	줄사초	0		0	0		I
<i>Carex lenta</i> var. <i>sendaica</i> (Franch.) T. Koyama	홍노줄사초			0			I
<i>Carex polyschoena</i> H. Lévl. & Vaniot	가지청사초			0			
<i>Carex wahuensis</i> var. <i>robusta</i> (Franch. & Sav.) Franch. & Sav.	밀사초	0		0	0	0	I
<i>Fimbristylis sieboldii</i> Miq. ex Franch. & Sav.	갯하늘지기	0				0	II
Poaceae	벼과						
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i> Ohwi	겨이삭				0		
<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka	새			0			
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	숲개밀	0		0	0		
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	큰이삭풀	0	0				외(귀)

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	실새풀		0	0			
<i>Cymbopogon goeringii</i> (Steud.) A. Camus	개솔새	0					
<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새		0				외(귀)
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	바랭이					0	
<i>Elymus tsukushiensis</i> Honda	개밀				0		
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털		0		0		외(귀)
<i>Festuca ovina</i> var. <i>coreana</i> St. Yves	참김의털				0		
<i>Festuca parvigluma</i> Steud.	김의털아재비				0		
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Hack.	물억새			0			
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	참억새	0				0	
<i>Muhlenbergia japonica</i> Steud.	취꼬리새	0	0		0		
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult.	주름조개풀			0	0	0	
<i>Phaenosperma globosa</i> Munro & Benth.	산기장			0			I
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	갈대	0					
<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i> (Mitford) Stapf ex Rendle	숨대					0	
<i>Poa annua</i> L.	새포아풀	0	0				
<i>Poa hisauchii</i> Honda	구내풀				0		
<i>Pseudosasa japonica</i> (Siebold & Zucc. ex Steud.) Makino ex Nakai	이대				0		
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	금강아지풀					0	
<i>Setaria viridis</i> var. <i>pachystachys</i> (Franch. & Sav.) Makino & Nemoto	갯강아지풀	0		0		0	
<i>Spodipogon sibiricus</i> Trin.	큰기름새		0				
<i>Sporobolus fertilis</i> (Steud.) Clayton	취꼬리새풀	0					
<i>Trisetum bifidum</i> (Thunb.) Ohwi	잠자리피				0		
<i>Zoysia sinica</i> Hance	갯잔디					0	
Liliaceae	백합과						
<i>Allium thunbergii</i> G. Don	산부추			0			
<i>Asparagus rigidulus</i> Nakai	노간주비짜루	0			0		
<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth	비짜루					0	
<i>Barnardia japonica</i> (Thunb.) Schult. & Schult. f.	무릇	0		0	0	0	
<i>Disporum smilacinum</i> A. Gray	애기나리	0	0		0		
<i>Hemerocallis hakuunensis</i> Nakai	백운산원추리		0				고
<i>Hosta capitata</i> (Koidz.) Nakai	일월비비추		0		0		I
<i>Hosta longipes</i> (Franch. & Sav.) Matsum.	비비추				0		
<i>Lilium amabile</i> Palib.	털중나리			0			고
<i>Lilium lancifolium</i> Thunb.	참나리		0	0	0		
<i>Lilium tsingtauense</i> Gilg	하늘말나리		0	0			
<i>Liriope muscari</i> (Decne.) L.H. Bailey	맥문동	0	0	0	0	0	
<i>Polygonatum cryptanthum</i> H. Lévl. & Vaniot	목포용동굴레				0		
<i>Polygonatum falcatum</i> A. Gray	진황정			0	0		III
<i>Polygonatum involucratum</i> (Franch. & Sav.) Maxim.	용동굴레		0				
<i>Polygonatum lasianthum</i> Maxim.	죽대			0	0		
Amaryllidaceae	수선화과						
<i>Lycoris squamigera</i> Maxim.	상사화	0	0				식재
Iridaceae	붓꽃과						
<i>Iris rossii</i> Baker	각시붓꽃				0		
Smilacaceae	청미래덩굴과						
<i>Smilax china</i> L.	청미래덩굴	0	0	0	0	0	

학명	국명	1	2	3	4	5	비고
Dioscoreaceae	마과						
<i>Dioscorea japonica</i> Thunb.	참마				0		
<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	부채마				0		
<i>Dioscorea quinqueloba</i> Thunb.	단풍마					0	
Orchidaceae	난초과						
<i>Cephalanthera falcata</i> (Thunb.) Blume	금난초				0		III
<i>Cephalanthera erecta</i> (Thunb.) Blume	은난초		0				
<i>Cymbidium goeringii</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	보춘화			0			I
I - V :식물구계학적종등급 I - V 등급, 고:고유종, 외: 외래식물, 교: 생태계교란생물, 귀:귀화식물, 1: 남측해변일대, 2: 남측산림일대, 3: 북측해변일대, 4: 북측산림일대, 5: 문헌-(태종대 등대 일대 조사)							