한국환경생태학회지 28(2): 205-214, 2014
Korean J. Environ. Ecol. 28(2): 205-214, April 2014
pISSN 1229-3857 eISSN 2288-131X
http://dx.doi.org/10.13047/KJEE.2014.28.2.205

부산광역시 동백섬 문화경관림 식생구조 특성 연구[1]

김경원[2] · 이경재[3] · 최진우[4*] · 염정헌[2] · 안인수[5]

A Study on Vegetation Structure of Cultural Landscape Forest of Dongbaek Island, Busan[1]

Kyungwon Kim[2], Kyong-Jae Lee[3], Jin Woo Choi[4*], Jung Hun Yeum[2], In Su Ahn[5]

요 약

본 연구는 부산광역시 지정 기념물 제 46호인 동백섬에 대해 문화경관림으로서의 식생관리방안을 제시하고자 하였다. 연구대상지는 동백섬 내 자연휴식년제 지역인 정상부 주변 20,000㎡이었다. 지형, 식생, 식생관리현황을 기준으로 식생구조 유형을 분류하였으며 유형별 식물군집구조 분석을 통해 관리방안을 도출하였다. 식생구조 유형은 관리되고 있는 동백나무림, 관리되지 않은 사스레피나무림, 험준지의 미관리된 사스레피나무림 등 3개로 구분되었으며, 식물군집구조 분석결과, 교목층에서는 곰솔이 우점하였고 아교목층에서는 동백나무(유형Ⅰ), 사스레피나무(유형Ⅱ, Ⅲ)가 우점하였다. 특히, 관목층을 중심으로 난대림의 극상수종인 후박나무가 일부 분포하였다. 흉고직경급별 분석결과, 유형Ⅰ, Ⅱ에서 중경목의 팽나무와 후박나무가 일부 분포하였고 모든 유형의 관목층에서 후박나무가 4~44주 생육하였다. 교목층의 평균 수령은 66년, 아교목층은 22.9년이었으며 종다양도는 0.5472~0.8646로 분석되었다. 동백섬의 식생관리 방향으로서 기존 관리된 동백나무림은 주기적인 관리를 유지하며 관리되지 않은 사스레피나무림은 사스레피나무를 제거하고 동백나무를 식재하는 관리를 제안하였다. 관리되지 않은 험준지 사스레피나무림은 동백나무경관 형성이 불가능 할 것으로 예측되어 상록활엽수림으로의 천이유도 방안을 제시하였다.

주요어: 난대림, 문화경관복원, 자연휴식년제, 식생관리

ABSTRACT

The purpose of this study is to suggest vegetation management method as the cultural landscape forest of Dongbaek Island which is the district monument. The study area was 20,000㎡ around the peak area in management as the nature sabbatical area. Vegetation structure type was classified with the criteria of topography, vegetation, management and the management plan was derived from the vegetation structure analysis according to the types. Vegetation structure types were Management-*Camellia japonica*, Non-management-*Eurya japonica*, Non-management-Rugged area-*Eurya japonica*. As the result of vegetation structure, *Pinus thunbergii* dominated in canopy layer and *Camellia japonica* and *Eurya japonica* dominated in Type Ⅰ and in Type Ⅱ and Ⅲ, respectively. Especially, *Machilus thunbergii* as the climax species in the warm temperate forest were distributed centering shrubs, and as the result of distribution of diameter of breast

1 접수 2014년 2월 5일, 수정(1차: 2014년 4월 2일), 게재확정 2014년 4월 3일
Received 5 February 2014; Revised (1st: 2 April 2014); Accepted 3 April 2014
2 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul 130-743, Korea
3 서울시립대학교 도시과학대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, College of Urban Sciences, Univ. of Seoul, Seoul 130-743, Korea
4 (재)환경생태연구재단 Environmental Ecosystem Research Foundation, 239, Garak-ro, Songpa-gu, Seoul 138-830, Korea
5 토펙엔지니어링 TOPEC ENG, 29, Nonhyeon-ro 28-gil, Gangnam-gu, Seoul 135-854, Korea
* 교신저자 Corresponding author: jinunechoi@gmail.com

height, middle size of *Celtis sinensis* and *Machilus thunbergii* were distributed in type Ⅰ, Ⅱ. *Machilus thunbergii* were distributed in range of 4 to 44 individuals through the all types. Mean age of canopy layer was 66 year-old and sub-canopy layer was 22.9 year-old. Shanon's species diversity was analysed from 0.5472 to 0.8646. As the vegetation management direction of Dongbaek island, managed *Camellia japonica* forest was suggested to maintain the regular management and non-managed *Eurya japonica* forest was required to remove the *Eurya japonica* and plant the *Camellia japonica*. In case of non managed *Eurya japonica* forest in rugged area, vegetation succession was required to laurel forest.

KEY WORDS: WARM TEMPERATE FOREST, CULTURAL LANDSCAPE RESTORATION, NATURE EVERY SECOND YEAR, VEGETATION MANAGEMENT

서 론

부산 동백섬은 부산광역시 지정 기념물 제 46호로 지정되어 있으며 지형상 섬이었으나 장산폭포를 흘러내린 물과 좌동 동쪽 부흥봉에서 내려온 물이 합류한 춘천이 좌동, 중동, 우동지역 충적평야의 모래를 실어내려 육지와 연결된 육계도(陸繫島)이다. 기후적으로는 연평균기온(1981~2010년) 11.5℃, 한랭지수 -6.5℃/월(2012년 기준)로 난대림기후대에 속하며 과거부터 동백나무가 유명했던 숲으로 알려져 있다.

과거의 자료에 의해 동백섬 남단의 암반 위에는 최치원 선생의 친필로 전해지는 '해운대'라는 석각(Haeundaegu, 2006)이 있으며 1740년에 기록된 동래부지에는 '해운대는 동래부의 동쪽 8리에 있고 산이 바다속에 든 것이 누에 머리 같고 그 위는 동백, 두충, 송삼, 초롱 창취로 4계절이 한결같다. 특히, 봄과 겨울사이 동백꽃이 땅에 쌓여 지나가는 사람과 말발굽에 밟히는 것이 3~4치나 된다'라는 기록(Haeundaegu, 2006)이 전해진다. '문화경관'의 개념은 1992년 UNESCO 세계유산위원회에서 새로 채택된 세계유산의 유형에 포함되었으며 자연과 인간의 상호작용으로 형성된 유산으로서 그 가치를 인정하고 있다(Koo, 2013). 그 외 Kim(2000)은 거주자의 생활을 기록한 일종의 자서전인 동시에 특정 시대의 사회적 역학관계가 담겨져 있는 텍스트라고 하였으며 Hwang(2006)과 Lee(2006)는 자연경관에 대한 인간의 활동 내지는 작용이 오랜 시간을 통해 자연경관의 변화를 일으키며 표현되어진 경관을 문화경관이라 정의하고 있다. 결국, 문화경관림은 '과거의 생태적으로 형성된 자연경관에 대하여 인간이 감상 등의 문화적인 활동을 해 왔던 장소로서 생태적 천이와 인간의 간섭에 의하여 변화되고 있는 숲이며 민족의 삶, 역사, 문화와 더불어 형성된 고유의 문화경관(Lee *et al.*, 2009)이다.

난대림 기후의 자연식생구조에 대한 선행연구로서 Jin and Kim(2005)은 동백나무림에 대한 군락분류를 통해 한반도 상록활엽수림 아교목층에서 우점하는 종이 동백나무임을 제시하며 동백나무 군집의 특성을 밝혔고, Oh *et al.*(1993)은 난온대 상록수림지역에 대한 식생구조와 천이계열에 대한 연구를 통하여 입지환경을 고려한 난대림의 식생천이과정을 규명한 바 있다. 문화경관림 관리에 대한 연구로는 Lee *et al.*(1990)이 속리산 국립공원 법주사지구의 소나무가 문화경관을 형성하고 있어 지역의 보존대책이 요구됨을 언급하였으며, Lee *et al.*(2006)은 홍류동계곡의 소나무림 식생구조 분석을 통해 소나무림의 문화경관림으로서 관리의 필요성을 제시하였다. 그 외 Lee *et al.*(1991)은 경상남도 신라말 진성여왕 시기에 조성된 함양군 대관림 중 상림(천연기념물 154호)을 대상으로 이용객에 의한 환경피해 정도 및 식생군집특성을 밝힌바 있으며, 서울시 인왕산 소나무 경관에 대한 분석을 통한 보전 및 생태적 복원방안(Cho, 2009), 운문사 수구막이 소나무림의 유지관리 방안(Kang, 2013), 남한산성 소나무림의 복원관리 방안(Lee, 2012), 오대산국립공원 월정사 전나무 숲의 식생관리방안(Lee *et al.*, 2008), 경기도 수원시 화성 내 팔달공원을 대상으로 세계문화유산에 적합한 식생경관 복원을 위한 관리방안(Sim, 2010)등의 연구가 진행되었다. 대부분의 선행연구는 과거의 사료를 기준으로 하여 자연천이가 진행된 문화경관림에 대한 식생구조를 규명하고 이를 바탕으로 식생경관 관리 방안을 제시하고 있는데 본 연구의 대상지인 동백섬 역시 문화적으로 동백나무 경관이 아름다웠던 숲으로서 현재의 식생구조 현황에 따른 체계적 식생경관 관리가 필요한 지역이다.

따라서 본 연구는 과거로부터 인간에 의한 지속적 훼손과 함께 자연천이가 진행되고 있는 동백섬의 식생구조 특성을 규명하여 향후 동백섬의 식생경관 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상지 설정

동백섬은 부산시 해운대구 중동에 위치하고 있으며 예전에는 독립된 섬이었으나 하천 모래 퇴적에 의해 육지와 연결된 육계도(陸繫島)로서 면적은 1.51㎢ 이다. 해운대해수욕장의 백사장과 연결되어 있으며 동백섬 외곽으로 산책로, 누리마루 APEC하우스, 부산 웨스턴조선 호텔 등 대면적의 시설지가 위치해 있다. 본 연구대상지는 공원 내 중점관리 대상지로서 자연휴식년제(2008년 5월부터 2010년 4월까지) 지역인 정상부의 20,000㎡이었다.

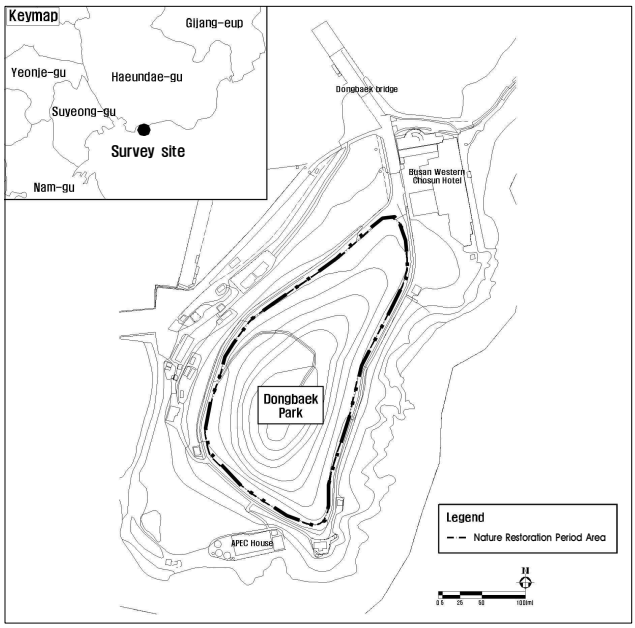

Figure 1. Location map of the study site

2. 식생구조 유형화 및 식생구조 조사분석

1) 식생구조 유형화

동백공원 전체에 대한 토지이용 및 현존식생은 1/2,000 수치지형도를 이용하여 조사하였으며, 식생관리지역 현황을 표시하였다. 블록 최소규모는 20m×20m를 기준으로 하였다. 식생구조 유형을 구분하기 위하여 지형, 식생, 식생관리 등 3가지 항목을 선정하였고, 각 항목별로 아교목 우점종, 경사도, 하예 및 식재관리 등을 지표로 설정하였다. 아교목 우점종은 식피율 30%이상인 종 중 제 1우점종을 선정하였으며 관리가 어려운 험준지는 30°(Ministry of Construction and Transportation; MOCT, 1999)를 기준으로 하였다. 문화경관림의 유지를 위해 하층관리 및 신규 식재가 된 지역의 구분은 식생구조 유형 구분의 척도로 활용빈도가 높은 (Choi, 2009) 30%를 기준으로 하였다. 분석방법으로서 Arc GIS 10.0을 이용하여 산림지역에 대한 경사도면, 아교목층 식생도, 산림관리도 등을 중첩 분석하였고 이를 유형화하였다. 자연휴식년제지역에 속하지만 일부 소규모로 식재된 지역은 분석에서 제외하였다.

2) 식생구조

식물군집구조 조사는 산림지역 중 자연휴식년제 적용 지역에서 설정된 식생구조 유형에 따라 20m×20m(400㎡) 크기의 방형구 14개소를 설정하였다. 각 조사구별 환경요인 파악을 위해 고도, 향, 경사도 등을 조사하였고, 수종 간 상대적 우세를 파악하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2으로 계산하였고, 개체들의 크기를 고려하여 층위별로 가중치가 부여된 {(교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)}/6으로 평균상대우점치(Mean Imortance Percentage; M.I.P)를 구하였다(Park *et al.*, 1987). 관리된 지역이 넓게 분포하여 천이경향을 명확하게 예측할 수는 없으나 흉고직경급별 분석을 통해 식생관리유형별 난대림의 극상수종으로서 천이를 주도할 수 있는 교목성상의 수목 분포를 확인하고자 하였다. 표본목 분석을 통해 식생관리유형별 주요 수종의 생육특성을 확인하였으며 유형별 종의 다양성을 확인하기 위해 Shannon의 종다양도지수(H')(Pielou, 1975), 균재도(J'), 우점도(D), 최대종다양도(H'max) 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 식생구조 유형화

동백섬 산림지역 면적은 67,826㎡이었고 교목층은 곰솔이 97.11%로 우점하였다. 식생관리유형화를 위한 아교목층의 우점종은 동백나무, 사스레피나무, 사철나무, 광나무 등이 다양하게 분포하였으며. 아교목층 중 동백나무(57.57%)는 정상부를 중심으로 자연휴식년제지역의 북측과 북서측, 남측 사면을 중심으로 가장 넓게 분포하였으며, 사스레피나무(19.87%)는 동측과 남서측의 20° 이상의 급경사지에 주로 분포하였다. 관리지역은 동백나무 식재지를 중심으로 하예작업을 실시한 지역이 전체의 43%이었고, 경사가 급하여 관리되지 않고 자연천이가 진행되고 있는 미관리 지역이 전체의 57%이었다.

최종 중첩 분석된 식생관리유형별 분포 현황은 동백나무

Table 1. Area and ratio of each vegetation structure type of Dongbaek island

Type	Area (㎡)	Ratio (%)
Type Ⅰ (Management-*Camellia japonica*)	23,096	63.15
Type Ⅱ (Non-management-*Eurya japonica*)	6,939	18.97
Type Ⅲ (Non-management-Rugged area-*Eurya japonica*)	6,541	17.88
Total	36,576	100.00

*Exception of other areas not related types

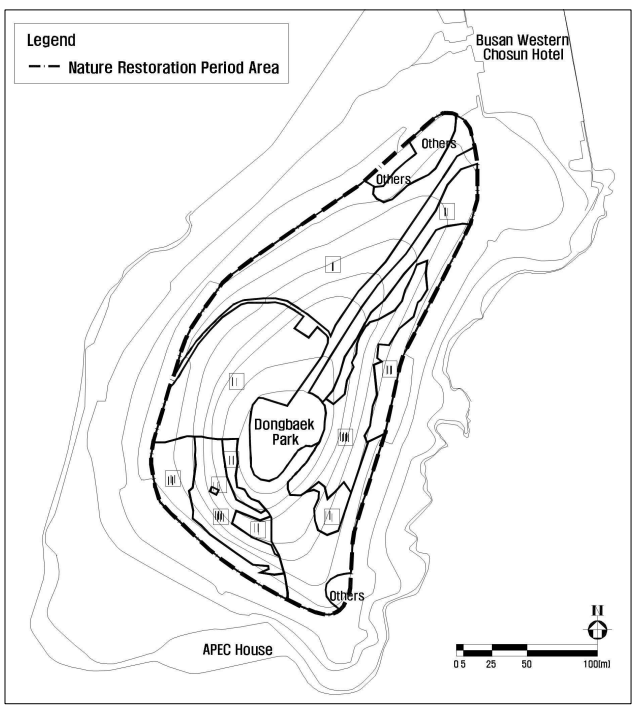

Figure 2. Vegetation structure of sub-canopy layer map of Dongbaek island*

* Ⅰ: Management-*Camellia japonica*
Ⅱ: Non-management-*Eurya japonica*
Ⅲ: Non-management-Rugged area-*Eurya japonica*

가 식재되어 관리되고 있는 유형Ⅰ이 전체의 63.15%인 23,096㎡로 가장 넓게 분포하였고, 미관리 지역 중 급경사지에 사스레피나무가 우점하고 있는 유형 Ⅱ의 분포 면적은 전체면적의 18.97%인 6,939㎡이었다. 유형 Ⅲ은 경사가 30°이상의 험준한 지역에 사스레피나무 우점하는 지역으로 전체 면적의 17.88%인 6,541㎡이었고, 유형Ⅱ와 유형Ⅲ은 모두 남측과 동측을 중심으로 분포하였다(Table 1).

2. 식생구조

1) 조사지 개황

유형별 식물군집구조를 분석하기 위해 지형을 고려하여 유형 Ⅰ 9개소, 유형 Ⅱ 2개소, 유형 Ⅲ 3개소 등 14개의 조사구를 설정하였다. 대부분 15~22°의 경사지이었으나 유형 Ⅲ의 일부지역은 절험지에 설치하였다. 향은 북서향과 남서향을 중심으로 분포하였으며 교목층의 수고는 18~23m, 아교목층의 수고는 6~8m로서 세 개의 유형 모두 유사한 수치를 나타내었다. 교목층의 평균흉고직경은 37.5㎝로 거의 비슷하였으나 유형별 아교목층의 평균흉고직경은 7.7~10㎝ 이었고 유형Ⅱ>유형Ⅲ>유형Ⅰ 순으로 분포하였다. 이는 유형 Ⅰ의 일부 조사구에서 동백나무가 비교적 최근에 식재되었기 때문으로 판단되었다.

Table 2. Area and ratio of each vegetation structure type of Dongbaek island

Plot number		1	2	3	7	8	9	10	11	12	4	6	5	13	14
Type*		Ⅰ									Ⅱ		Ⅲ		
Aspect		N70W	N70W	N70W	N70W	N70W	N40W	N	N	N	N75W	S50W	S60W	S60E	E
Slope (°)		22	22	17	12	20	22	16	20	18	17	15	20	25	30
Canopy	Height (m)	23	23	22	22	22	20	23	23	23	20	20	22	23	18
	Mean DBH (cm)	45	35	35	45	40	30	45	40	30	35	35	35	45	30
	Coverage (%)	60	60	70	60	60	60	70	50	50	65	75	65	50	40
Sub-canopy	Height (m)	8	8	8	8	6	8	7	7	7	6	6	6	6	7
	Mean DBH (cm)	10	10	10	10	10	4	4	6	6	10	10	10	6	10
	Coverage (%)	85	85	85	85	85	30	90	100	95	70	80	80	95	70
Shrub	Height (m)	-	1.5	1.5	-	-	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.2
	Coverage (%)	-	70	10	-	-	30	30	30	20	60	70	60	60	100

* Ⅰ: Management-*Camellia japonica*, Ⅱ: Non-management-*Eurya japonica*, Ⅲ: Non-management-Rugged area-*Eurya japonica*

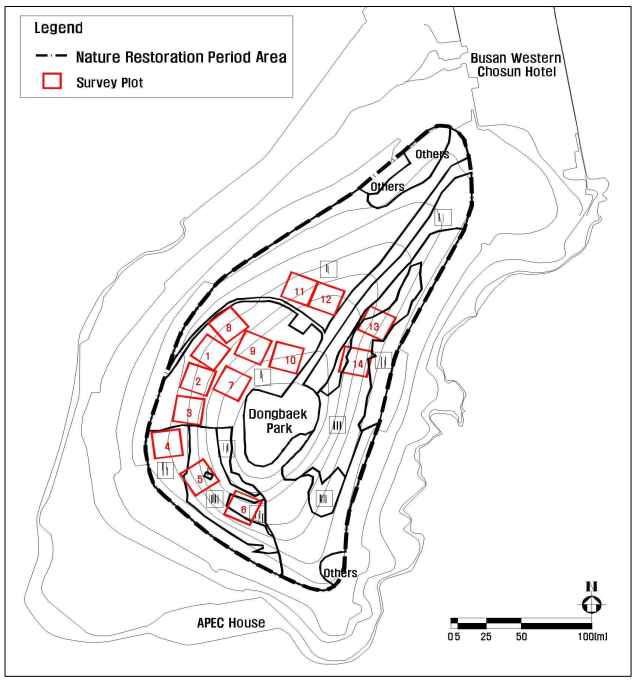

Figure 3. Location of survey plot
* Ⅰ: Management-*Camellia japonica*
Ⅱ: Non-management-*Eurya japonica*
Ⅲ: Non-management-Rugged area-*Eurya japonica*

2) 식생 구조

(1) 상대우점치

식생관리유형별 상대우점치를 살펴보면, 유형Ⅰ의 식생구조에서 교목층은 대부분 곰솔(I.P. 98.91%)이었으며 부분적으로 소나무가 관찰되었다. 아교목층에서는 동백나무(I.P. 88.4%)가 우점하였고 사스레피나무, 감나무가 분포하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P. 31.55%), 광나무, 사스레피나무, 후박나무, 팽나무 등이 다양하게 출현하였다. 유형Ⅱ는 교목층이 모두 곰솔(I.P. 100%)이었으며 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 72.19%)가 우점하며 동백나무, 광나무 등이 출현하였다. 관목층에서는 광나무(I.P. 65.56%)가 가장 넓게 분포하며 사스레피나무, 팽나무, 후박나무 등이 출현하였다. 유형Ⅲ은 유형Ⅱ의 식생구조와 마찬가지로 교목층에서 모두 곰솔(I.P. 100%)이 분포하였고 아교목층에서도 유형Ⅱ와 비슷한 구조로서 사스레피나무(I.P. 81.5%)가 우점종이었다. 관목에서는 광나무(I.P. 67.77%), 사스레피나무, 후박나무, 검팽나무 등이 다양하게 출현하였다.

부산 동백섬 자연휴식년제 구간에 대한 식생구조를 살펴본 결과, 대부분 교목층에서는 곰솔림이었으나 아교목층은 관리지역의 경우, 동백나무가 우점하였으며 미관리지역에서는 사스레피나무가 넓게 분포하고 있음을 확인할 수 있었다. 부산 동백섬은 Oh *et al.*(1993)의 연구에서 한반도 난대림지역의 상록활엽수림대가 과거 벌채, 연료채취 등의 인위적 영향으로 대부분 파괴되었고 교목층이 참나무류를 중심으로한 낙엽활엽수림대 또는 곰솔수림대로서 원형을 상실하였음을 밝힌 것과 동일한 경향이었다. Kim(2006)은 인간의 간섭이 제어된 잠재자연식생형으로 구분하였을 때 동백섬 일대를 구릉지 상록활엽수림 및 저해발 산지-구릉지 상록활엽수림에 속하는 후박나무림과 후박나무-팽나무림으로 구분하였으며 Chung *et al.*(2011) 은 동백나무림 주변 산림군집에서서의 상록활엽수의 확산패턴을 분석하면서 해송아래 동백나무림에서 발생하는 치수의 90%정도가 참식나무, 후박나무, 광나무임을 밝혔다. 또한, 200m 떨어진 해송림에서 치수발생이 낮으나 상록활엽수로의 천이가 시작되고 있는 것으로 분석하였는데, 유형 Ⅰ, 유형 Ⅱ, 유형 Ⅲ 모두에서 교목성상의 상록활엽수인 후박나무와 관목성상의 광나무가 출현하였으며 유형 Ⅱ, 유형 Ⅲ에서 팽나무 등이 출현하여 상록활엽수림으로의 천이가능성이 있는 것으로 판단되었다.

(2) 흉고직경급별 분포

식생천이과정 예측을 위해 흉고직경급별 분포를 활용하는 방법은 기존의 연구에서 이용(Lee *et al.*, 1990)되었다. 3개의 식생관리유형별 흉고직경급별 분포 결과는 다음과 같다(Table 5). 유형 Ⅰ(관리-동백나무)의 경우, 곰솔은 흉고직경 17~52cm에 걸쳐 고르게 분포하였고, 특히, 흉고직경 32cm 이상의 대경목이 63주 분포하였다. 동백나무는 2~22cm에 걸쳐 집중 분포하였으며 사스레피나무가 2~17cm에 걸쳐 전반적으로 분포하였다. 17cm 이하의 중경목에서 밤나무, 상수리나무, 팽나무, 아까시나무 등이 일부 분포하였으며, 관목층에서 교목성상의 난대림 극상수종인 후박나무가 44주 생육하였다.

유형 Ⅱ(미관리-사스레피나무)에서는 곰솔이 흉고직경 22~52cm에 걸쳐 18주가 분포하였으며 사스레피나무가 2~22cm에 걸쳐 집중 분포하였다. 동백나무는 2~17cm에 걸쳐 분포하였으며 17cm이하의 중경목에서 후박나무, 밤나무, 벚나무 등이 분포하였다. 관목층에서는 동백나무와 사스레피나무가 집중분포하며 후박나무와 팽나무 등이 출현하였다.

유형 Ⅲ(미관리-험준지-사스레피나무)은 곰솔이 흉고직경 12~52cm에 걸쳐 고르게 분포하였고 32cm 이상의 대경목이 17주 분포하였다. 동백나무와 사스레피나무 모두 흉고직경 2~22cm의 중소교목에서 집중하여 분포하였으며, 관목층에서도 동백나무와 사스레피나무의 수가 우점하면서 후박나무와 팽나무 등이 함께 출현하였다. Chung *et al.*(2011)은 거제도 학동 동백나무림과 주변 지역의 상록활엽수류인 참식나무, 후박나무, 광나무의 흉고직경급별 분포 현황을 분석을 통해, 후박나무는 동백나무와 참식나무에 비

Table 3. Importance percentage of woody species of three types for Management

Type*	Species name	Layer**				Species name	Layer**			
		C	U	S	M		C	U	S	M
Ⅰ	*Pinus thunbergii*	98.91	0.00	0.00	49.46	*E. fortunei* var. *radicans*	0.00	0.00	0.17	0.03
	P. densiflora	1.09	0.00	0.00	0.55	*Vitis amurensis*	0.00	0.00	0.13	0.02
	Castanea crenata	0.00	0.2	0.00	0.07	*Ampelopsis heterophylla*	0.00	0.00	0.51	0.09
	Quercus acutissima	0.00	0.31	0.00	0.10	*Stewartia koreana*	0.00	0.09	0.00	0.03
	Q. myrsinaefolia	0.00	0.00	0.06	0.01	*Camellia japonica*	0.00	88.4	11.94	31.46
	Celtis choseniana	0.00	0.27	0.07	0.10	*Eurya japonica*	0.00	7.38	10.95	4.29
	C. sinensis	0.00	0.09	0.16	0.06	*Hedera rhombea*	0.00	0.00	0.05	0.01
	Morus bombycis	0.00	0.11	0.43	0.11	*Fatsia japonica*	0.00	0.00	8.68	1.45
	M. bombycis	0.00	0.00	0.46	0.08	*Diospyros kaki*	0.00	1.43	0.00	0.48
	Machilus thunbergii	0.00	0.00	0.69	0.12	*Symplocos chinensis* for. *pilosa*	0.00	0.00	0.05	0.01
	Pittosporum tobira	0.00	0.00	0.11	0.02	*S. paniculata*	0.00	0.25	1.22	0.29
	Stephanandra incisa	0.00	0.00	31.6	5.26	*Styrax japonica*	0.00	0.28	0.00	0.09
	Prunus persica	0.00	0.43	0.17	0.17	*Ligustrum japonicum*	0.00	0.55	16.96	3.01
	P. yedoensis	0.00	0.09	0.00	0.03	*L. obtusifolium*	0.00	0.00	0.06	0.01
	Pueraria thunbergiana	0.00	0.00	7.37	1.23	*Osmanthus fragrans*	0.00	0.00	0.47	0.08
	Robinia pseudo-acacia	0.00	0.13	0.06	0.05	*Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*	0.00	0.00	6.25	1.04
	Ilex cornuta	0.00	0.00	0.23	0.04	*Catalpa ovata*	0.00	0.00	0.05	0.01
	Euonymus japonica	0.00	0.00	0.84	0.14	*Viburnum awabuki*	0.00	0.00	0.30	0.05
Ⅱ	*Pinus thunbergii*	100	0.00	0.00	50	*E. fortunei* var. *radicans*	0.00	0.00	0.22	0.04
	Castanea crenata	0.00	1.17	0.00	0.39	*Ampelopsis heterophylla* for. *citrulloides*	0.00	0.00	0.23	0.04
	Celtis choseniana	0.00	0.00	0.31	0.05	*Camellia japonica*	0.00	13.15	5.55	5.31
	C. sinensis	0.00	0.00	1.22	0.2	*Eurya japonica*	0.00	72.19	12.85	26.21
	Morus bombycis	0.00	0.00	0.78	0.13	*Hedera rhombea*	0.00	0.00	0.51	0.09
	M. bombycis	0.00	0.00	0.22	0.04	*Fatsia japonica*	0.00	0.00	4.40	0.73
	Lindera erythrocarpa	0.00	0.00	0.25	0.04	*Symplocos chinensis* for. *pilosa*	0.00	0.58	0.00	0.19
	Machilus thunbergii	0.00	0.56	0.81	0.32	*S. paniculata*	0.00	0.00	0.82	0.14
	Prunus persica	0.00	0.58	0.00	0.19	*Ligustrum japonicum*	0.00	11.23	65.56	14.67
	P. serrulata var. *spontanea*	0.00	0.56	0.00	0.19	*Osmanthus fragrans*	0.00	0.00	0.47	0.08
	Pueraria thunbergiana	0.00	0.00	0.45	0.08	*Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*	0.00	0.00	3.59	0.60
	Zanthoxylum piperitum	0.00	0.00	0.28	0.05	*Smilax china* var. *microphylla*	0.00	0.00	0.23	0.04
	Euonymus japonica	0.00	0.00	1.03	0.17	-				
Ⅲ	*Pinus thunbergii*	100	0.79	0.00	50.26	*Camellia japonica*	0.00	12.8	1.59	4.53
	Castanea crenata	0.00	0.00	0.33	0.06	*Eurya japonica*	0.00	81.5	17.41	30.07
	Celtis choseniana	0.00	0.00	0.14	0.02	*Fatsia japonica*	0.00	0.00	3.53	0.59
	Morus bombycis	0.00	0.00	0.13	0.02	*Ardisia japonica*	0.00	0.00	0.33	0.06
	Machilus thunbergii	0.00	0.00	0.16	0.03	*Symplocos paniculata*	0.00	0.00	2.53	0.42
	Pittosporum tobira	0.00	0.00	0.74	0.12	*Ligustrum japonicum*	0.00	4.91	67.77	12.93
	Stephanandra incisa	0.00	0.00	0.88	0.15	*L. obtusifolium*	0.00	0.00	0.33	0.06
	Rosa maximowicziana	0.00	0.00	0.13	0.02	*Osmanthus fragrans*	0.00	0.00	0.92	0.15
	Prunus serrulata var. *spontanea*	0.00	0.00	0.96	0.16	*Smilax china* var. *microphylla*	0.00	0.00	0.34	0.06
	Ilex cornuta	0.00	0.00	0.60	0.10	*S. sieboldii*	0.00	0.00	0.13	0.02
	Euonymus japonica	0.00	0.00	1.02	0.17	-				

*Type names are referred from Table 2

**C: Importance value of canopy layer, U: Importance calue of understory layer, S: Importance value of shrub layer, M: Mean importance value

Table 4. Distribution of diameter of breast height of major woody species in each four communities in Dongbaek island

Type*	Scientific name	DBH class**												
		SH	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
Ⅰ	*Pinus thunbergii*	0	0	0	0	0	10	11	20	20	16	9	7	11
	Pinus densiflora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Castanea crenata	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus acutissima	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Quercus myrsinaefolia	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Celtis choseniana	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Celtis sinensis	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Machilus thunbergii	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus persica	8	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Robinia pseudo-acacia	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stewartia koreana	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camellia japonica	692	0	202	320	50	6	0	0	0	0	0	0	0
	Eurya japonica	552	0	1	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ligustrum japonicum	772	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Viburnum awabuki	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ⅱ	*Pinus thunbergii*	0	0	0	0	0	0	2	1	3	3	6	0	3
	Castanea crenata	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Celtis choseniana	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Celtis sinensis	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lindera erythrocarpa	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Machilus thunbergii	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus serrulata var. *spontanea*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camellia japonica	60	0	11	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eurya japonica	136	0	3	18	30	4	1	0	0	0	0	0	0
	Ligustrum japonicum	512	0	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ⅲ	*Pinus thunbergii*	0	0	0	0	1	4	12	6	9	2	4	2	0
	Castanea crenata	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Celtis choseniana	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Machilus thunbergii	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prunus serrulata var. *spontanea*	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Camellia japonica	36	0	20	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Eurya japonica	316	0	55	70	26	4	0	0	0	0	0	0	0
	Ligustrum japonicum	984	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Type names are referred from Table 2

**D1<2, 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, D12≧52

해 출현 개체수가 적고 치수발생량도 적어 경쟁관계에서 다소 떨어진다고 하였다. 하지만 후박나무의 분포범위가 참식나무와 유사하며(Ohwi and Kitagawa, 1983) 난온대 상록활엽수 중에서 가장 넓은 분포역을 가지고 고위도 까지 분포하기(Lee and Choi, 2010) 때문에 확산 등에 대한 모니터링이 필요하다고 하였는데, 본 대상지의 후박나무 치수 분포도 아직은 미미하나 향후 확산에 대한 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

(3) 층위별 평균 수령

교목층 곰솔의 수령은 유형 Ⅰ에서 70.5년, 유형 Ⅱ에서 49.0년, 유형 Ⅲ에서 78.7년으로 분석되었으며 평균 66년이었다. 아교목층은 유형 Ⅰ의 동백나무 3주 평균이 26.3년, 유형 Ⅱ의 사스레피나무 20년, 유형 Ⅲ의 광나무 19.5년으로 아교목층 평균 수령은 22.9년으로 분석되었다. 이를 통하여 교목층에 비해 아교목층에서 지속적인 훼손이 발생하였고 약 20년전에 현재의 아교목층이 형성되었음을 알 수 있었다. Oh *et al.*(1993)의 연구에서 난대림지역의 상록활엽수림대가 벌채 및 연료채취 등으로 대부분 파괴되었고, 교목층이 참나무류를 중심으로한 낙엽활엽수림대 또는 곰솔수림대로서 원형을 상실하였음을 밝힌 것과 동일한 경향

Table 5. Mean year of each type

Type*	Canopy layer	Year	Individuals	Sub-canopy layer	Year	Individuals
Ⅰ	*Pinus thunbergii*	70.5	11	*Camellia japonica*	26.3	3
Ⅱ	*Pinus thunbergii*	49.0	1	*Eurya japonica*	20.0	1
Ⅲ	*Pinus thunbergii*	78.7	3	*Ligustrum japonicum*	19.5	1
Mean year	-	66.0	-	-	22.9	-

*Type names are referred from Table 2

Table 6. Mean analysis of the number of species and individuals according to the vegetation structure type

Type*	No. of individuals				No. of species			
	Canopy	Sub-canopy	Shrub	Total	Canopy	Sub-canopy	Shrub	Total
Ⅰ	11.7±3.4	71.2±19.1	470.7±180.0	553.6±165.7	1.1±0.3	4.3±2.4	12.8±3.7	15.7±3.8
Ⅱ	9.0±5.7	46.5±9.2	460.0	515.5±14.8	1.0	5.5±0.7	15.0±5.7	18.0±5.7
Ⅲ	13.0±3.0	65.7±23.1	538.7±137.7	617.3±163.1	1.0	3.0	11.3±2.5	12.3±2.5

*Type names are referred from Table 2

Table 7. Species diversity analysis according to the vegetation structure type

Type*	H' (Shannon)	Simpson'	J' (eveness)	D (dominance)	H'max
Ⅰ	0.8646	5.0087	0.6440	0.2566	1.0792
Ⅱ	0.7822	3.3067	0.5827	0.4173	1.3424
Ⅲ	0.5472	2.4799	0.5472	0.4528	1.0000

*Type names are referred from Table 2

이었다. Han *et al.*(1999)은 한려해상국립공원 거제도 학동 지역 동백나무림 특별보호구내 식물군집구조 분석에서 교목층의 곰솔은 31년생, 동백나무는 36~78년생으로 분석하였는데, 본 대상지와는 달리 동백나무림 보호를 위해 곰솔이 관리되는 지역임을 알 수 있다. Jin and Kim(2005)이 우리나라 동백나무군집의 경우, 교목층을 이루는 수목이 거의 없으며 동백나무가 순림으로 우점하는 곳 중 거제도 학동 동백나무림이 포함된다고 한 것과 일치하였다.

(4) 종수 및 개체수

평균 종수 분석에서는 유형Ⅱ, 유형Ⅰ, 유형Ⅲ의 순이었고, 교목층에서는 유형Ⅰ이 1.1종, 아교목 및 관목층에서는 유형Ⅱ가 5.5종, 18.0종으로 가장 많았다. 평균 개체수 분석에서 교목층은 유형Ⅲ이 13.0개체, 유형Ⅰ 11.7개체, 유형Ⅲ 13.0개체의 순이었다. 아교목층에서는 유형Ⅰ이 71.2개체로 가장 많았고, 관목층에서는 유형Ⅲ이 538.7개체로 가장 많았다.

(5) 종다양도

종다양도에 따른 식생구조 특성을 살펴본 결과, Shannon의 종다양도가 가장 높은 곳은 유형Ⅰ지역이며 이는 유형Ⅰ이 출현종수가 많으며 우점도는 비교적 낮아 균등하게 분포하기 때문이다. 출현 종수를 반영한 최대종다양도는 유형Ⅱ가 가장 높았다. 가장 종 다양도가 낮은 곳은 유형Ⅲ으로서 출현종 중 일부 우점하는 종들에 의해 편중 분포하기 때문인 것으로 판단되었다. 거제도 학동 동백나무림의 식생구조와 관련하여 Han *et al.*(1999)의 연구에서는 동백나무군집의 종다양도는 1.0366이었으며 하층이 관리된 유형 Ⅰ보다는 다소 높았다. 아교목층에 동백나무가 일정 면적 분포하는 미관리 사스레피나무군집의 경우, 학동 동백나무-사스레피나무 군집의 0.7771과 유사하였다.

3. 관리방안

최근 국립공원을 중심으로 역사문화적 고유경관의 체계적 관리에 대한 중요성이 대두됨(Lee *et al.*, 2008)에 따라 문화경관림인 동백섬의 식생구조 규명과 더불어 동백나무 문화경관의 보전 및 복원을 위한 관리방안을 제시하였다. 기존의 가야산 홍류동계곡(Lee *et al.*, 2006)과 속리산 법주사(Lee *et al.*, 2009) 일대의 소나무 문화경관림의 보전을 위한 연구에서는, 자연천이의 잠재성이 높은 지역의 경우 적극적인 방해극상 관리를 시행하고, 천이가 이미 진행되었거나 관리가 어려운 지역에 대해서는 자연천이에 따른 순응형 관리를 제안한 바 있다.

동백섬의 유형별 관리방향으로서 험준한 지형으로서 실질적 관리가 어려운 사스레피나무 우점지역(유형 Ⅲ)은 관목층의 후박나무와 팽나무 등 교목성상의 수종에 대한 보전관리를 통해 상록활엽수림으로의 천이를 유도하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. Jin and Kim(2005)은 동백나무-후박나무군집의 경우, 교목층에서 후박나무가 우점하며, 팽

Table 8. Management type and method according to the vegetation structure type

Management type	Vegetation structure type		Management method
Conservation management	Ⅲ. Non-management-Rugged area -*Eurya japonica*		- Monitoring of *Machilus thunbergii*, *Celtis choseniana* in shrub layer
Restoration management	Ⅰ	1. Dominated area by *Camellia japonica* in Subtree layer	- Regular management of *Camellia japonica* planted area
		2. Dominated area by *Camellia japonica* & *Eurya japonica* in Subtree layer	- Regular management of *Camellia japonica* planted area - Plantation of *Camellia japonica* after partial Removal of *Eurya japonica*
		3. Area of Small diameter of *Camellia japonica* in Subtree layer	- Regular management of *Camellia japonica* planted area - Reinforcement of management intensity
	Ⅱ. Non-management-*Eurya japonica*		- Plantation of *Camellia japonica* after Removal of *Eurya japonica* - Management of planted area

나무, 곰솔이 혼생하고 아교목층에서 동백나무가 우점하며 후박나무, 광나무 등이 혼생하는 구조를 갖는다고 한 연구 결과를 기반으로 상록활엽수림으로의 천이가 가능할 것으로 예측되었다.

아교목층의 동백나무가 관리되고 있는 유형 Ⅰ은 3가지 세부유형으로 구분하여 관리하는 것을 제시하였다. 아교목층에서 동백나무가 식재되어 있는 지역은 주기적 관리를 통해 동백나무 경관을 유지하며, 아교목층에서 동백나무와 사스레피나무가 경쟁하는 지역의 경우 사스레피나무를 일부 제거한 후 동백나무를 보식함으로써 동백나무 경관으로 복원하는 것을 제시하였다. 아교목층의 동백나무 식재지 중 소경목이 식재된 지역은 강도 높은 관리를 통해 동백나무가 안정화 될 수 있도록 관리하는 것이 필요하였다. 미관리된 사스레피나무 우점지역(유형 Ⅱ)은 동백나무 경관을 강화하기 위해 사스레피나무를 제거한 후 동백나무를 보식하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

본 연구는 문화경관림으로서 동백섬의 관리유형별 식생관리 방안을 제시하였으며 향후 관리를 위한 기초자료로서의 의미가 있을 것으로 판단되었다. 하지만 유형별 조사구의 개수가 다소 상이하였고 식재 밀도 등 관리방법을 구체적으로 제시하지 못한 점은 연구의 한계로서 추후 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

REFERENCES

Cho, J.S.(2009) A Study on Restoration Plan of Cultural Landscape Forest and Change of *Pinus densiflora* Forest in Inwangsan. Seoul. Master's Thesis, University of Seoul, 122pp. (in Korean with English abstract)

Choi, J.W.(2009) Development of Classification and Evaluation Process of Biotope Type by Suitable Regional Characteristics in Seoul Metropolitan Area, Korea. Ph. D. Dissertation, University of Seoul, 306pp. (in Korean with English abstract)

Chung, J.M., H.R. Jung and H.S. Moon(2011) Spreading pattern of evergreen broad-leaved trees in forest community adjacent to the *Camellia japonica* stands. Journal of Agriculture and Life Sciences 45(6): 89-94. (in Korean with English abstract)

Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.

Haeundaegu(2006) White Paper for Haeundae Borough. Haeundaegu, 897pp. (in Korean)

Han, B.H., H.S. Cho and K.S. Song(1999) Vegetation management planning and plant community structure of *Camellia japonica* forest at Hakdong, Kojedo, Hallyo-Haesang National Park. Korean J. Environ. Ecol. 12(4): 345-360. (in Korean with English abstract)

Hwang, G.W.(2006) Ulsan Bankudae heritage in the viewpoint of landscape. Journal of Art History Study Society 252: 353-368.

Jin, Y.G. and I.T. Kim(2005) Study of community classification *Camellia japonica* forest in the Korean Peninsula. Journal of Korea Society of Life Science 15(5): 767-771. (in Korean with English abstract)

Kang, K.W.(2013) Growth Characteristics and Vegetation Structure for the *Pinus densiflora* Forest for Sugumagi of Unmun Temple, Cheongdo-gun, Korea. Master's Thesis, University of Seoul, 171pp. (in Korean with English abstract)

Kim, D.H.(2000) Reading landscape for quality of life - "Sense of union with the living earth" of Neo-Confucian tradition as themes of cultural geography -. Journal of Geographical Society 35(2): 281-294. (in Korean with English abstract)

Kim, J.W.(2006) Vegetation Ecology. World Science, 340pp.

Koo, J.W.(2013) A Study on Characteristics of Vegetation Structure and Management Planning of the *Pinus densiflora* Forest in

Gayasan National Park. Master's Thesis, University of Seoul, 109pp. (in Korean with English abstract)

Lee, H.K.(2012) Management Planning and Change in Vegetation Structure of the *Pinus densiflora* S. et. Z Forest in Namhan Mountain Fortress. Master's Thesis, University of Seoul, 167pp. (in Korean with English abstract)

Lee, H.Y.(2006) Cultural landscape characters of Hansan Palyoung (Eight Beautiful Landscapes). Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 24(3): 23-38. (in Korean with English abstract)

Lee, J.H. and B.H. Choi(2010) Distribution and northernmost limit on the Korean Peninsula of three evergreen trees. Korean J. Pl. Taxon. 40: 267-273. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., J.S. Kim, J.W. Choi and B.H. Han(2008) Vegetation structure of *Abies holophylla* forest near Woljeong Temple in Odaesan National Park. Korean J. Environ. Ecol. 22(2): 173-183. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., J.W. Choi, W.K. Choi and B.H. Han(2006) Change for fifteen years (1989~2004) of plant community structure of the *Pinus densiflora* S. et Z. forest in Hongrudong valley, Gayasan National Park. Korean J. Environ. Ecol. 20(2): 188-199. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., K.B. Yim, J.C. Jo and C.H. Ryu(1990) A study on forest Sokrisan (Mt.) studies on the structure of the forest community in Mt. Sokri(1) - The conservation planning of *Pinus densiflora* community -. Korean J. Environ. Ecol. 4(1): 23-32. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., K.S. Ki and J.W. Choi(2009) Vegetation succession and vegetation management of the *Pinus densiflora* S. et Z. forest in the Beopjusa area, Songnisan National Park. Korean J. Environ. Ecol. 23(2): 208-219. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., N.H. Jo, Y.K. Jong and H.S. Jo(1991) The environmental impact and the structure of plant community of Daekwanrim in Hamyang. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 19(2): 2052-2064. (in Korean with English abstract)

MOCT(1999) A Study on Environmental Evaluation Criteria for System Improvement in Green-belt. MOCT, 280pp. (in Korean)

Oh, K.K. and S.H. Choi(1993) Vegetational structure and successional sere of warm temperate evergreen forest region, Korea. Journal of Ecology and Field Biology 16(4): 459-476. (in Korean with English abstract)

Ohwi, J. and M. Kitagawa(1983) New flora of Japan. Shibundo Co., Ltd., Tokyo, 1716pp.

Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest community structure of Mt. Bukhan area. Korean J. Environ. Ecol. 1(1): 1-23. (in Korean with English abstract)

Pielou, E.C.(1975) Mathematical Ecology. John Wiley and Sons, N.Y., 385pp.

Sim, H.R.(2010) Management Planning of Vegetation Landscape in Paldal Park, World Culture Heritage Hwaseong, Suwon, Korea. Master's Thesis, University of Seoul, 158pp. (in Korean with English abstract)