

# 제주도 동백동산 상록활엽수림 식생구조 연구<sup>1</sup>

곽정인<sup>2</sup> · 이경재<sup>3</sup> · 한봉호<sup>3</sup> · 송지호<sup>4\*</sup> · 장종수<sup>5</sup>

## A Study on the Vegetation Structure of Evergreen Broad-leaved Forest Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do, Korea<sup>1</sup>

Jeong-In Kwak<sup>2</sup>, Kyong-Jae Lee<sup>3</sup>, Bong-Ho Han<sup>3</sup>, Ji-Ho Song<sup>4\*</sup>, Jong-Soo Jang<sup>5</sup>

### 요 약

본 연구에서는 제주도 동백동산 상록활엽수림의 식생구조 특성을 파악하기 위하여 20m×20m 조사구 20개를 설정하고 식생조사를 실시하였다. TWINSpan과 DCA ordination, 평균상대우점치를 분석한 결과 종가시나무-구실잣밤나무-감탕나무(동백나무)군집, 종가시나무-구실잣밤나무-동백나무군집, 종가시나무-동백나무군집, 종가시나무-동백나무-곰솔군집, 곰솔-종가시나무군집 등 총 5개 군집으로 분류되었다. 동백동산 암괴기반에 분포하는 상록활엽수림 지역은 교목층에서 구실잣밤나무와 종가시나무가 우점하고 하층에 동백나무가 우점하는 식생구조이었고 일정 토심을 유지하는 지역은 교목층에서 곰솔이 우점하였다. 곰솔군집은 동백동산이 제주도기념물로 지정되기 이전 훼손된 지역 중 일부 토심이 유지되는 지역에 식재한 것으로 추정되었다. 동백동산은 구실잣밤나무와 종가시나무가 우점하는 식생과 곰솔이 우점하는 식생 모두 향후 종가시나무-동백나무 군집으로의 천이가 예상되었다. Shannon의 종다양도지수는 상록활엽수군집에서는 1.0268~1.0717이었고 곰솔군집이 1.2102로 가장 높았다. 상록활엽수 10종의 상대도가 80% 이상이었으나 향후 교목층을 형성할 수 있는 구실잣밤나무와 생달나무는 출현빈도와 우점도가 낮았다. 고령의 동백나무가 모든 조사구에서 출현했는데 과거 숲이 훼손될 시에도 신성시 여겨져 보호되어 왔기 때문에 판단되었다. 동백동산은 기존의 제주도 상록활엽수림과는 다른 식생구조를 보여 천이방향을 예측하기 어려운 상태이었고 과거 훼손 영향으로 다른 상록활엽수림과 다른 식생구조와 천이경향을 일부 보이고 있었다. 따라서 동백동산은 지속적 관찰이 요구되며, 식생이 안정될 수 있는 기간이 흐른 뒤에 천이방향과 군집특성을 규명하여야 할 것으로 판단되었다.

주요어: TWINSpan, 종가시나무, 구실잣밤나무, 동백나무, 곰솔

### ABSTRACT

This study investigated plant community structure of Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do to identify character as evergreen broad-leaved forest. 20 plots(size is 20m×20m) were set up and plant communities were divided into 5 communities of *Quercus glauca-Castanopsis cuspidata* var. *sievoldii-Ilex integra*(*Camellia japonica*), *Quercus glauca-Castanopsis cuspidata* var. *sievoldii-Camellia japonica*, *Quercus glauca-Camellia japonica*, *Quercus glauca-Camellia japonica-Pinus thunbergii* and *Pinus thunbergii-Quercus glauca* by using TWINSpan,

1 접수 2013년 2월 14일, 수정(1차: 2013년 4월 23일, 2차: 2013년 4월 25일), 게재확정 2013년 4월 26일

Received 14 February 2013; Revised(1st: 23 April 2013, 2nd: 25 April 2013); Accepted 26 April 2013

2 도시생태학연구센터 Urban Ecology Research Center, Bang-i 2 dong, Songpa-gu, Seoul(138-830), Korea

3 서울시립대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Univ. of Seoul, Seoul(130-743), Korea

4 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul(130-743), Korea(xyle123@naver.com)

5 기술사사무소 L.E.T Landscape Architect Office, LET, Bang-i 2dong, Songpa-gu, Seoul(138-830), Korea

\* 교신저자 Corresponding author(xyle123@naver.com)

DCA ordination, mean importance value and environmental condition. Area of Evergreen broad-leaved forest with stony ground is covered with *Quercus glauca* and *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in canopy layer and *Camellia japonica* in the subordinate layer. Area of remaining soil's depth is covered with *Pinus thunbergii*. It has been alleged that *Pinus thunbergii* planted by human when Dongbaekdongsan(Mt.) is not selected local monuments. All of communities is predicted success to community of *Quercus glauca*-*Camellia japonica*. Shannon's diversity ranged from 1.0268 to 1.0717 in area of Evergreen broad-leaved forest and 1.2102 in area of *Pinus thunbergii*. 10 species of broad-leaved tree's constancy ratio is over the 80%. In future, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* and *Cinnamomum japonicum* can cover canopy layer, but it has low importance value. Specially high aged *Camellia japonica* is appeared everywhere. It has been alleged that it was touched by divinity since past. Dongbaekdongsan(Mt.) has different plant structure with another evergreen broad-leaved forest. It is hard that knowing its successional sere because it was damaged when it isn't designate local monument. Accordingly continuous monitoring was required, successional direction and community's character is identified after forest become steady.

**KEY WORDS:** *TWINSPAN*, *Quercus glauca*, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, *Camellia japonica*, *Pinus thunbergii*

## 서론

제주도는 지질적 형성시기가 오래되지 않은 지역으로 화산활동에 따른 원지형이 대체로 잘 보존되어 있다(Song, 2000). 제주도의 용암은 크게 파호이호이와 아아(Aa)로 구분할 수 있는데 이 중 아아 용암류는 점성이 커서 표면이 거칠고 상부와 하부에 1~2m 두께의 클린커층을 형성한다(Song, 2000). Williams and McBirney(1979)는 아아 용암류 중에서도 주로 암괴로 이루어진 것을 암괴상 아아 용암류(Aa rubble flow)라 정의하였고 이곳에 자연림과 가시덤굴 등이 혼생하는 지역을 제주도 방언으로 꽃자왈(Gotchawal)이라 불렀다. 동백동산 및 제주도 북제주군 조천읍 선흘리 일대에 넓게 분포하고 있는 상록활엽수림 및 초지, 습지를 포함한 선흘리 일대는 꽃자왈이라는 화산지형을 기반으로 하고 있으며 지하수 함양율이 높고 다양한 식생이 분포하고 있는 천혜의 자원으로서 한라산과 해안을 잇는 녹지축을 형성하고 있다. 꽃자왈은 토양 발달이 빈약하고 작은 암괴들로 이루어져(Song, 2000) 농경과 주거에 부적합하여 방목지로 이용되던 곳이나 1960년대 이후 일부지역의 이용과 벌목을 금지한 뒤 난대 상록활엽수림으로 발달하여 그 보존가치가 매우 높다(Han et al., 2004). 이는 인접한 교래꽃자왈이 낙엽활엽수림으로 발달한 것과는 다른 모습을 보이는데 해발고에 따른 온도차이가 원인으로 추정된다.

제주도는 식물의 수직적 분포가 뚜렷하고 해발 600m 이하 지역은 상록활엽수림대로서 제주도 전체면적의 83.2%를

차지하나 현재는 대부분의 지역이 취락지역 및 농경지가 조성되어 일부지역에서만 자연림이 존재한다(Song, 2007). 전체 산림면적의 약 2%만이 상록활엽수림(Im et al., 1990)으로 남아있으며, 동백동산의 상록활엽수림은 그 중 10%(Jeju culture and art foundation, 2003)를 차지하고 있다. 동백동산은 대면적의 평탄지에 상록활엽수림이 분포하는 지역으로 식생학적, 자연보전적 가치가 매우 높은 곳으로 평가되었고(Kim, 1998), 제주도는 1971년도에 동백동산을 제주도기념물 제10호로 지정하여 관리하고 있다. 그러나 기념물 지정 이전까지는 종가시나무 등 수목이 신탄재용으로 인하여 지속적으로 교란되었고 현재는 40여년간 인간에 의한 교란이 중단된 상태에서 식생회복이 진행되어 대부분 맹아림으로 구성되어 있다(Han et al., 2007).

제주도의 식생에 관한 연구는 1905년 市川 三喜(S. Ichigawa)가 채집한 62점의 식물 표본으로부터 시작되었고 中井의 '제주도 및 완도식물조사보고서'를 기점으로 발전하였다(Kim et al., 2006). 한라산 전체 식물상과 관련하여 Lee(1957), Kim(1986), Kim et al.(2006)의 연구 등이 있었고 오름에 관하여 Sun et al.(2001), Moon et al.(2002) 등이 연구를 수행하였다. Song(2005), Kim et al.(2007) 등은 제주도에 분포하는 귀화식물에 관하여 연구하였다. 그러나 상록활엽수림에 대해서는 소흑산도를 비롯한 남해안 일대의 섬과 서해, 서남해, 동남해 도서지역의 상록수림조사(Lee et al., 1979; 1980; 1981)와 같이 서해안과 남해안을 따라 분포하는 상록활엽수림에 대한 조사가 이루어져 있을 뿐 한라산 동서사면 상록활엽수림대에 분포하는 상록활엽수

림에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다. 제주도 동백동산에 관한 연구는 지질학적 특성(Song, 2000)이나 관속식물상(Yim, 2006)에 관한 연구가 주로 이루어져 왔으며 식생구조에 관한 연구는 2007년 남동측 일부지역(Han et al., 2007)에 한해서만 이루어진 실정이다.

이에 본 연구는 제주도 내에서도 유일하게 남아있는 대면적의 상록활엽수림이자 꽃자왈인 동백동산 중 기존에 연구가 이루어지지 않았던 남서측을 대상으로 식생구조 특성을 규명하고, 제주도 상록활엽수림과 꽃자왈의 보호 및 복원의 기초자료를 구축하는데 그 목적이 있다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

연구대상지인 동백동산은 제주도 북제주군 조천읍 선흘리 동쪽에 위치한 선흘꽃자왈로써 제주도에 분포하는 상록활엽수림의 10%가 이곳에 분포하고 있다. 선흘꽃자왈은 내부에 습지가 존재하는 매우 드문 형태의 생태계로 종가시나무의 우점도가 매우 높고 참가시나무, 구실잣밤나무, 패죽

나무, 동백나무, 사스레피나무 등이 혼재하고 있으며 종다양성이 높은 지역이다(Han et al., 2007). 1937년 7월부터는 함덕초등학교 선흘분교의 생태·자연학습장으로서 보전·이용되어 왔으며 2011년 3월에는 습지의 가치를 인정받아 전북 고창군의 운곡습지와 함께 람사르 습지로 새롭게 등록되었다.

조사구는 대상지 남서측 선흘리 함덕초등학교 선흘분교에서 시작하여 북동 방향으로 20m×20m(400m<sup>2</sup>)를 기본단위로 하여 식생분포 및 지형에 따라 20개소의 방형구를 설정하였고, 대섭이굴에서 시작하여 북서방향으로 조사구를 설정하였던 기존 연구(Han et al., 2007)와 차별화하였다.

### 2. 조사·분석 방법

식생조사는 2011년 10월에 실시하였고 조사구 내에서 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층과 아교목층은 수종명, 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을, 관목층은 수종명, 수고, 지하고, 수관폭을 측정하였다. 식생조사자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951) 방법으로 각 조사구의 층위별 상대우점치(I.P.: importance percentage) 및 평균상대우

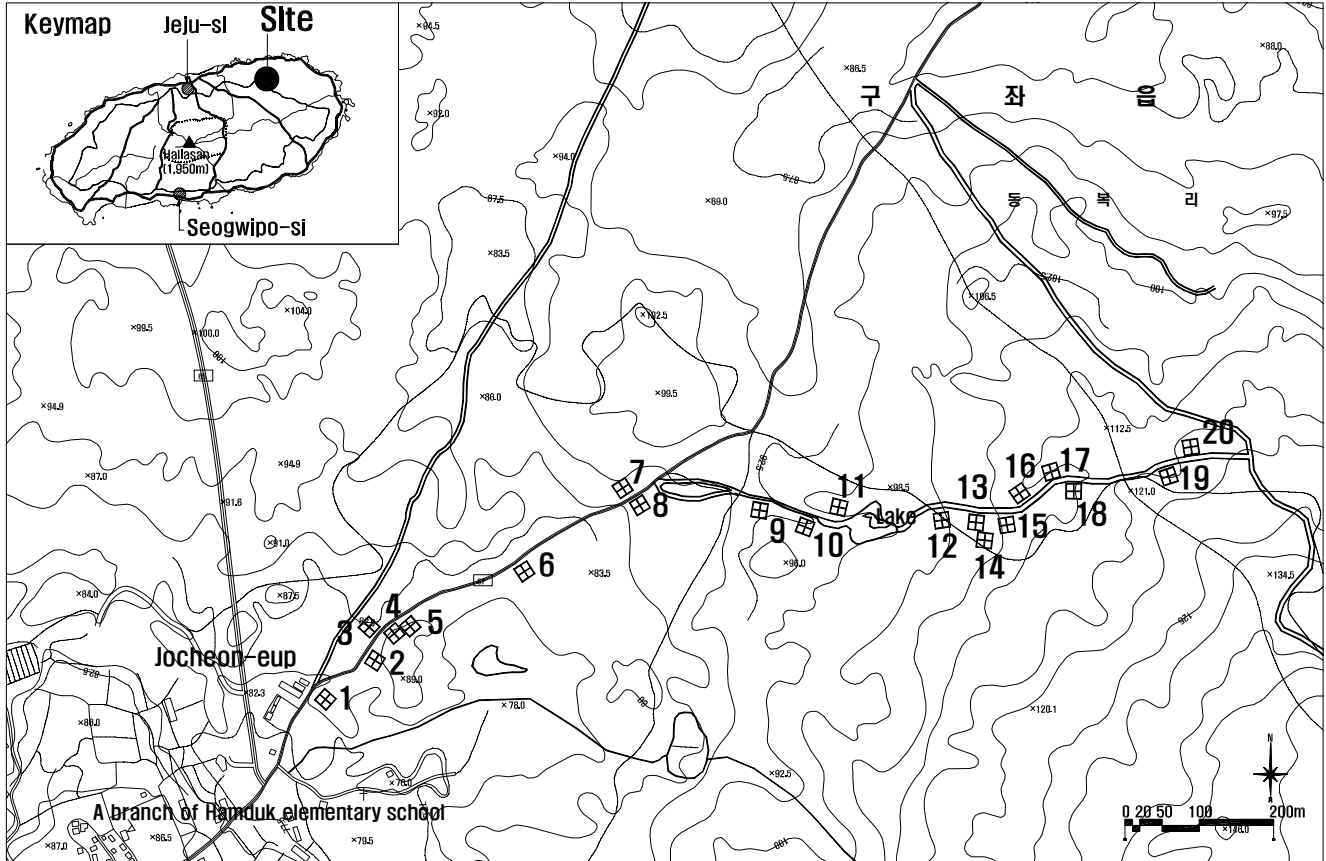


Figure 1. Location map of 20 plots and survey site of Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do

점치(M.I.P.: mean importance percentage)를 구하였다. 군집분류는 TWINSpan 기법을 이용한 classification 분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination(Hill, 1979a), 평균상대우 점치에 의한 종조성 특성을 고려하여 분류하였다. 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이의 양상을 추정할 수 있는 흉고직경급별분포를 분석하였다(Harcomb and Marks, 1978). Pielou(1975)의 방법으로 종다양도지수를, 군집의 평균적인 수령 분포를 파악하기 위하여 표본목의 목편을 채취하여 분석하였다. 종분포의 입지환경과 인위적 간섭 정도를 파악하기 위하여 상재도를 분석하였다. 상재도 분석범위는 기존의 연구(Han *et al.*, 2007)를 따라 80% 이상, 50~80%, 30~50%, 10~30%, 10%이하로 구분하였다.

이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에 서 개발한 PDAP(plant data analysis package) 프로그램과

McCune and Grace에 의해 개발된 생태분석프로그램인 PC ORD 4.0을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사구 일반적 개황

연구대상지에 설정한 조사구의 일반적 개황을 살펴보면 (Table 1) 조사구는 주로 해발 80~120m 위치에 설정하였으며, 평지가 대부분이었다. 평균 수고는 교목층 15~24m, 아교목층 5~9m, 관목층 0.5~1.5m 이었고, 평균흉고직경은 교목층 16~45cm, 아교목층 5~15cm 이었으며, 식피율은 교목층 80~95%, 아교목층 25~90%, 관목층 10~60% 이었다. 대부분 다층구조를 형성하고 있었다.

Table 1. Environmental characteristics and growth-form of tree surveyed each plots

Community	I				II				III		
Plot number	16	17	18	20	14	15	19	4	5	6	
Altitude(m)	109	110	110	117	104	106	115	86	86	81	
Aspect	Plane	W	W	Plane	Plane	Plane	Plane	Plane	Plane	Plane	
Slope(°)	5	5	5	1	1	2	2	1	2	1	
Canopy layer	Height(m)	18	15	17	15	17	18	15	16	15	
	Mean DBH(cm)	45	18	25	16	45	40	30	40	23	
	Coverage(%)	95	90	90	90	95	95	90	95	85	
Understory layer	Height(m)	6	6	8	7	7	6	7	5	5	
	Mean DBH(cm)	6	7	8	7	6	6	8	8	8	
	Coverage(%)	50	80	70	80	70	70	80	60	70	
Shrub layer	Height(m)	1	1	1	0.7	0.7	1	0.5	1.5	1	
	Coverage(%)	30	40	40	35	30	15	20	25	25	

\* Plant community names are referred from Table 2

(Table 1. Continued)

Community	III			IV				V		
Plot number	10	12	13	1	8	9	11	2	3	7
Altitude(m)	93	99	103	81	87	92	96	84	83	88
Aspect	Plane	W	Plane	N	S30W	Plane	Plane	Plane	Plane	S
Slope(°)	1	30	1	6	4	1	1	1	1	5
Canopy layer	Height(m)	16	17	17	20	17	17	14	17	24
	Mean DBH(cm)	25	30	21	45	20	30	20	22	45
	Coverage(%)	80	80	95	80	85	85	95	70	60
Understory layer	Height(m)	5	7	7	7	6	6	4	4	9
	Mean DBH(cm)	6	7	7	15	6	8	5	8	12
	Coverage(%)	60	60	70	90	60	90	25	80	70
Shrub layer	Height(m)	1	1	0.7	1	1.5	1	1	1	1.5
	Coverage(%)	15	20	30	30	60	20	20	40	30

\* Plant community names are referred from Table 2

교목층에서는 주로 증가시나무, 구실잣밤나무가 우점하며 일부 조사구에서 곰솔이 우점하고 있었다. 아교목층에서는 증가시나무, 동백나무, 감탕나무가 우점하고 있었고 관목층에서는 동백나무, 증가시나무, 사스레피나무 등이 우점하고 있었으며 초본층에서는 고사리류가 출현하고 있었다. 향은 평지가 많았으며 경사는 대부분 5° 이하였고 습도는 적윤하였다. 특이점으로는 조사구 2, 3, 7은 사양토로 일정 토심을 유지하고 있었지만 나머지 조사구는 현무암 전석지대이었고 조사구 2, 3, 7에서만 교목층에서 곰솔이 우점하고 있는 군집이 출현했기 때문에 토심유지와 곰솔생육 간에 연관성이 있다고 판단되었다.

2. 군집분류 결과

총 20개의 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시한 결과(Figure 2) 제 1 division에서는 오른쪽으로 후박나무가 식별종이었다. 제 1 division에서 암괴가 발달한 생육기반의 상록활엽수림과 토심이 확보된 지역에 형성된 곰솔군집, 2개 그룹으로 구분되었으며, eigenvalue는 0.3024이었다. 제 2 division에서 왼쪽으로 호자나무, 감탕나무, 오른쪽으로 청미래덩굴이 식별종이었고, 제 4 division에서는 오른쪽으로 육박나무가 식별종이었다. 제 5 division에서는 오른쪽으로 개머루가 식별종이었으며 제 10 division에서는 오른쪽으로 곰솔이 식별종이었다.

조사구 간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 DCA ordination 분석 결과(Figure 3), 크게 3개 군집으로 구분되었다. 군집 I은 조사구 1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20(16개 조사구), 군집 II는 조사구 2, 3, 7(3개 조사구), 군집 III은 조사구 10(1개 조사구)으로 DCA에 의한 군집분류는 TWINSpan에 비해 명확하지 않았다.

본 연구대상지는 DCA에 의한 군집분류보다 TWINSpan에 의한 군집분류가 타당하였고, 여기에 보완적으로 조사구별 평균상대우점치(Table 2)와 환경적 요인을 고려하였을 때 다음과 같이 5개의 군집으로 최종 분류하였다(Table 3). 군집 I~IV는 암괴가 발달한 생육기반에 형성된 상록활엽수 우점군집으로, 군집 I은 증가시나무-구실잣밤나무-감탕나무(동백나무)군집(조사구 16, 17, 18, 20), 군집 II는 증가시나무-구실잣밤나무-동백나무군집(조사구 14, 15, 19), 군집 III은 TWINSpan에서 분류된 군집 III과 군집 V를 합친 증가시나무-동백나무군집(조사구 4, 5, 6, 10, 12, 13), 군집 IV는 증가시나무-동백나무-곰솔군집(조사구 1, 8, 9, 11)이었고, 군집 V는 토심이 확보된 지역에 형성된 곰솔-증가시나무군집(조사구 2, 3, 7)이었다(Table 2).

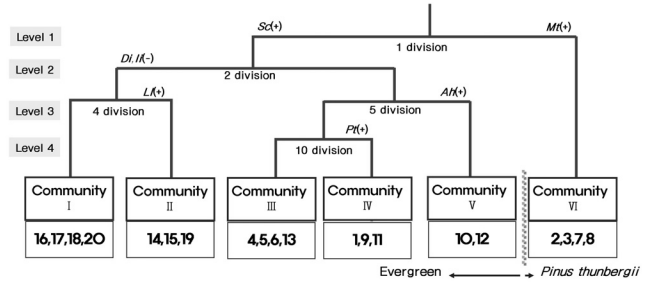


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using 20 plots in Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do(Sc: *Smilax china*, Mt: *Machilus thunbergii*, Di: *Damnacanthus indicus*, Ii: *Ilex integra*, Ll: *Lazoste lancifolia*, Ah: *Ampelopsis heterophylla*, Pt: *Pinus thunbergii*)

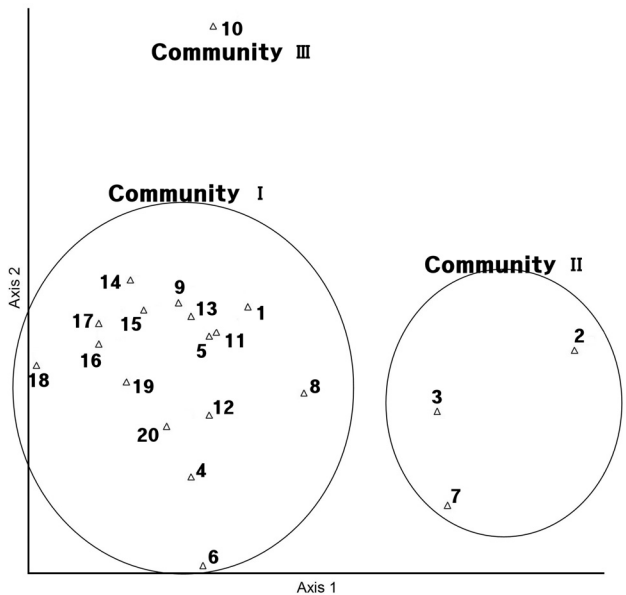


Figure 3. DCA ordination of 20 plots of Dongbaek-dongsan(Mt.) in Jeju-do

군집별 조사구의 평균상대우점치를 살펴보면(Table 3) 군집 I(조사구 16, 17, 18, 20)에서는 증가시나무가 42.6~51.7%로 우점도가 가장 높은 수종으로 분석되었고 구실잣밤나무가 6.1~15.2%, 감탕나무가 4.6~26.9%, 동백나무가 4.8~15.8%로 전반적으로 우점도가 높게 나타났다. 군집 II(조사구 14, 15, 19)에서는 증가시나무의 평균상대우점치가 36.6~43.6%로 나타나 구실잣밤나무(15.2~25.2%)와 경쟁하고 있는 것으로 판단되었고 동백나무가 13.0~16.1%로 우점도가 높았다. 군집 III(조사구 4, 5, 6, 10, 12, 13)에서는 증가시나무가 평균상대우점치 37.8~56.5%로 우점도가 가장 높은 수종이었고 동백나무가

Table 2. Importance percentage of major woody plant species stratum of classified by TWINSpan in Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do

Comm.	Characteristics of community	Importance percentage of major woody plant species stratum	
I	Community of <i>Q. glauca</i> - <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>I. integra</i> ( <i>C. japonica</i> ) : plot 16, 17, 18, 20	Canopy layer	<i>Quercus glauca</i> (I.P.: 61.1%), <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (I.P.: 21.5%)
		Understory layer	<i>Q. glauca</i> (I.P.: 51.2%), <i>I. integra</i> (I.P.: 23.1%), <i>Camellia japonica</i> (I.P.: 18.2%)
		Shrub	<i>C. japonica</i> (I.P.: 19.3%), <i>I. integra</i> (I.P.: 14.3%)
II	Community of <i>Q. glauca</i> - <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>C. japonica</i> : plot 14, 15, 19	Canopy layer	<i>Q. glauca</i> (I.P.: 55.3%), <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (I.P.: 38.6%)
		Understory layer	<i>C. japonica</i> (I.P.: 38.3%), <i>Q. glauca</i> (I.P.: 33.6%), <i>I. integra</i> (I.P.: 12.6%)
		Shrub	<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> (I.P.: 17.1%), <i>C. japonica</i> (I.P.: 8.0%)
III	Community of <i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> : plot 4, 5, 6, 10, 12, 13	Canopy layer	<i>Q. glauca</i> (I.P.: 84.4%), <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (I.P.: 8.0%)
		Understory layer	<i>C. japonica</i> (I.P.: 54.0%), <i>Q. glauca</i> (I.P.: 20.7%)
		Shrub	<i>C. japonica</i> (I.P.: 15.4%), <i>T. asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> (I.P.: 14.3%), <i>Eurya japonica</i> (I.P.: 10.1%)
IV	Community of <i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> - <i>P. thunbergii</i> : plot 1, 8, 9, 11	Canopy layer	<i>Q. glauca</i> (I.P.: 71.7%), <i>P. thunbergii</i> (I.P.: 11.0%), <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (10.8%)
		Understory layer	<i>C. japonica</i> (I.P.: 42.7%), <i>Q. glauca</i> (I.P.: 32.4%)
		Shrub	<i>C. japonica</i> (I.P.: 24.6%), <i>T. asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> (I.P.: 13.6%)
V	Community of <i>P. thunbergii</i> - <i>Q. glauca</i> : plot 2, 3, 7	Canopy layer	<i>P. thunbergii</i> (I.P.: 74.8%), <i>Q. glauca</i> (I.P.: 17.1%)
		Understory layer	<i>Q. glauca</i> (I.P.: 19.9%), <i>E. japonica</i> (I.P.: 18.4%), <i>C. japonica</i> (I.P.: 14.7%)
		Shrub	<i>E. japonica</i> (I.P.: 15.5%), <i>Q. glauca</i> (I.P.: 12.1%)

\* Community I : *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*I. integra*(*C. japonica*), II : *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*C. japonica*, III : *Q. glauca*-*C. japonica*, IV : *Q. glauca*-*C. japonica*-*P. thunbergii*, V : *P. thunbergii*-*Q. glauca*

15.3~24.9%로 높게 나타났다. 군집 IV(조사구 1, 8, 9, 11)에서는 종가시나무가 평균상대우점치 39.8~59.4%로 가장 세력이 강한 수종이었고 동백나무가 14.2~25.0%로 높게 나타났다. 곰솔이 0.8~11.0%로 일부 출현하였다. 군집 V에서는 곰솔의 평균상대우점치가 34.2~42.8%로 우점하고 있

었고 종가시나무가 6.5~22.3%로 비교적 높은 평균상대우점치를 보였다.

2007년 남동측 연구결과(Han et al., 2007)에서는 먼나무 군집, 구실잣밤나무군집, 구실잣밤나무-종가시나무군집, 종가시나무-구실잣밤나무군집, 종가시나무군집, 종가시나무-

Table 3. Mean importance percentage of the woody plants in five community types classified by TWINSpan in Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do

Species name	Community I				Community II			Community III					
	16	17	18	20	14	15	19	4	5	6	10	12	13
<i>Quercus glauca</i>	50.6	51.7	42.6	44.0	36.6	38.4	43.6	37.8	56.5	55.8	51.0	49.9	54.8
<i>Camellia japonica</i>	7.2	9.7	4.8	15.8	16.1	13.0	14.9	20.6	24.9	24.2	19.3	15.3	20.7
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	15.2	6.1	15.0	13.4	25.2	20.5	15.2	14.8	-	-	3.4	8.9	2.6
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
<i>Eurya japonica</i>	3.2	2.4	0.9	3.3	3.1	4.4	1.8	10.2	5.4	0.6	2.9	3.5	5.2
<i>Ilex integra</i>	12.7	17.8	26.9	4.6	4.3	6.7	8.5	4.9	2.4	1.9	0.3	0.1	2.2
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	0.6	2.9	2.0	1.4	3.8	2.8	2.2	3.2	2.5	2.5	2.0	2.7	1.7
Other species	10.6	9.6	7.8	17.5	10.9	14.1	13.9	8.5	8.3	14.9	21.2	17.4	12.8

\* Community I : *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*I. integra*(*C. japonica*), II : *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*C. japonica*, III : *Q. glauca*-*C. japonica*, IV : *Q. glauca*-*C. japonica*-*P. thunbergii*, V : *P. thunbergii*-*Q. glauca*

(Table 3.Continued)

Species name	Community type				Community V			
	1	8	9	11	2	3	7	
<i>Quercus glauca</i>	39.8	46.6	52.8	59.4	6.5	20.4	22.3	
<i>Camellia japonica</i>	25.0	14.2	17.1	15.3	4.6	8.0	8.3	
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	5.9	1.3	13.7	5.4	1.8	4.9	-	
<i>Pinus thunbergii</i>	6.0	11.0	0.8	4.5	42.8	37.8	34.2	
<i>Eurya japonica</i>	0.8	11.0	3.9	5.8	4.1	9.3	17.7	
<i>Ilex integra</i>	-	0.1	0.3	-	-	-	-	
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	3.5	1.3	1.4	2.5	0.5	1.8	1.3	
Other species	19.1	14.5	10.0	7.2	39.8	17.8	16.3	

\* Community I: *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*I. integra*(*C. japonica*), II: *Q. glauca*-*C. cuspidata* var. *sieboldii*-*C. japonica*, III: *Q. glauca*-*C. japonica*, IV: *Q. glauca*-*C. japonica*-*P.thunbergii*, V: *P. thunbergii*-*Q. glauca*

동백나무군집, 종가시나무-매죽나무군집으로 군집분류 되었는데 대부분이 종가시나무와 구실잣밤나무가 우점하는 군집이고 일부 훼손되었던 지역에서 일시적으로 형성된 것으로 판단된 먼나무군집으로 분류된 바 있다. 지난 연구와 이번 군집분류 결과를 종합해 보면 동백동산 대부분의 지역은 종가시나무와 구실잣밤나무가 우점하는 상록활엽수군락이 분포하고 있으며 일부 교란된 지역에서 먼나무군집, 곰솔군집 등 곳자왈에서 좀처럼 관찰할 수 없는 특징적인 식생군집이 나타나는 것으로 추정되었다.

### 3. 군집별 식생구조 특성

#### 1) 군집별 상대우점치

최종적으로 분류된 각 군집의 층위별 상대우점치를 분석하였다(Table 4). 종가시나무-구실잣밤나무-감탕나무(동백나무)군집(군집 I)은 4개 조사구(16, 17, 18, 20)로 교목층에서 종가시나무(I.P.: 59.7%)와 구실잣밤나무(I.P.: 22.4%)가 우점하는 군집이었다. 아교목층에서는 종가시나무(I.P.: 50.1%)의 우점도가 높은 반면 구실잣밤나무는 출현하지 않았고 관목층에서도 같은 경향을 보여주었다. 기타 감탕나무

Table 4. Importance percentage of the woody plants by the stratum in five community types classified by TWINSpan in Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do

Species name	Community type				Community I*				Community II*				Community III*			
	C**	U**	S**	M**	C**	U**	S**	M**	C**	U**	S**	M**	C**	U**	S**	M**
<i>Q. glauca</i>	59.7	50.1	4.0	47.2	55.7	33.3	3.3	39.5	85.8	20.1	59.7	50.1				
<i>C. japonica</i>	1.7	16.8	17.6	9.4	0.8	38.4	8.9	14.7	-	54.2	1.7	16.8				
<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	22.4	-	7.1	12.4	38.2	-	7.2	20.3	7.9	1.1	22.4	-				
<i>P. thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-				
<i>E. japonica</i>	-	5.0	4.6	2.4	-	7.5	3.6	3.1	-	8.5	-	5.0				
<i>I. integra</i>	8.9	25.6	15.1	15.5	2.2	12.8	7.0	6.5	0.7	3.5	8.9	25.6				
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	-	-	10.3	1.7	-	-	17.4	2.9	-	-	-	-				
<i>L. lancifolia</i>	-	-	-	-	-	1.1	6.3	1.4	0.7	0.4	-	-				
<i>Hedera rhombica</i>	-	-	1.1	0.2	-	-	5.5	0.9	-	-	-	-				
<i>Celtis sinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-				
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-				
<i>Meliosma myriantha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>M. thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Quercus acuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Quercus alicina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Other species	7.3	2.5	40.1	11.2	3.1	6.9	40.8	10.7	4.1	8.8	7.3	2.5				

\* Plant community names are referred from Table 2

\*\* C: Importance percentage in canopy layer, U: Importance percentage in understory layer, S: Importance percentage in shrub layer, M: Mean importance percentage

(Table 4. Continued)

Species name	Community type	Community IV*				Community V*			
		C**	U**	S**	M**	C**	U**	S**	M**
<i>Q. glauca</i>		72.3	34.6	11.8	49.7	15.7	19.8	11.6	16.4
<i>C. japonica</i>		0.8	40.5	24.0	17.9	-	15.7	10.1	6.9
<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>		10.8	2.3	2.3	6.6	-	8.8	2.3	3.3
<i>P. thunbergii</i>		10.4	1.2	-	5.6	75.2	1.9	-	38.3
<i>E. japonica</i>		-	9.9	12.5	5.4	-	22.7	16.7	10.4
<i>I. integra</i>		-	0.4	0.2	0.2	-	-	-	-
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>		-	-	13.2	2.2	-	-	7.2	1.2
<i>L. lancifolia</i>		2.4	-	1.1	1.4	-	8.8	4.2	3.6
<i>H. rhombea</i>		-	-	1.6	0.3	-	-	3.1	0.5
<i>C. sinensis</i>		3.3	-	-	1.6	-	1.0	-	0.4
<i>A. palmatum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. myriantha</i>		-	-	-	-	-	11.2	-	3.7
<i>M. thunbergii</i>		-	-	0.5	0.1	-	2.4	-	0.8
<i>Q. acuta</i>		-	2.3	-	0.8	-	-	0.6	0.1
<i>Q. alicina</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
Other species		-	8.8	32.8	8.2	9.1	7.7	44.2	14.4

\* Plant community names are referred from Table 2

\*\* C: Importance percentage in canopy layer, U: Importance percentage in understory layer, C: Importance percentage in shrub layer, M: Mean importance percentage

및 동백나무 등 다양한 수종이 출현하고 있었다.

종가시나무-구실잣밤나무-동백나무군집(군집 II)은 3개 조사구(14, 15, 19)로 교목층에서 종가시나무(I.P.: 55.7%)와 구실잣밤나무(I.P.: 38.2%)가 우점하는 군집이었다. 아교목층에서는 종가시나무(I.P.: 33.3%)의 우점도가 높은 반면 교목층 우점종 중 하나인 구실잣밤나무는 출현하지 않았으며 아교목성상인 동백나무(I.P.: 38.4%)의 우점도가 높았다. 관목층에서는 종가시나무가 출현하였고 감탕나무 및 동백나무 등 다양한 수종이 생육하였다.

종가시나무-동백나무군집(군집 III)은 6개 조사구(4, 5, 6, 10, 12, 13)로 교목층에서 종가시나무(I.P.: 85.8%)가 크게 우점하는 군집이었다. 아교목층에서는 동백나무(I.P.: 54.2%)와 종가시나무(I.P.: 20.1%)의 우점도가 높았고 관목층에서는 종가시나무가 생육하였으며 동백나무, 마삭줄, 사스레피나무 등 다양한 수종이 함께 출현하였다.

종가시나무-동백나무-곰솔군집(군집 IV)은 4개 조사구(1, 8, 9, 11)로 교목층에서 종가시나무(I.P.: 72.3%)가 우점하였으며 곰솔 및 구실잣밤나무가 함께 생육하는 군집이었다. 아교목층에서는 동백나무(I.P.: 40.5%)와 종가시나무(I.P.: 34.6%)의 우점도가 높았다. 관목층에서 종가시나무가 출현하면서 동백나무, 마삭줄, 사스레피나무 등 다양한 수종이 함께 생육하였다.

곰솔-종가시나무군집(군집 V)은 3개 조사구(2, 3, 7)로 모두 일정 토심을 유지하는 지역이었다. 교목층에서 곰솔

(I.P.: 75.2%)이 우점종이었고 종가시나무(I.P.: 15.7%)가 주요 출현수종이었다. 그러나 아교목층에서는 곰솔이 출현하지 않았으며 사스레피나무(I.P.: 22.7%)와 종가시나무(I.P.: 19.8%), 동백나무(I.P.: 15.7%)의 우점도가 높았다. 관목층에서는 사스레피나무가 출현하면서 종가시나무, 동백나무 등 다양한 수종이 함께 생육하였다.

## 2) 군집별 흉고직경급별 분포

동백동산의 천이 양상을 추정하기 위해 군집별 주요 수종의 흉고직경급별분포를 분석하였다(Figure 4, Table 5). 종가시나무-구실잣밤나무-감탕나무(동백나무)군집(군집 I)은 종가시나무가 흉고직경 2~42cm 범위에서 고르게 출현하고 있었으며 대경목으로 구실잣밤나무가 출현하였으나 개체수가 적고 중소경목을 형성하지 못하고 있어 점차 쇠퇴할 것으로 판단되었다. 군집 I은 향후 종가시나무-감탕나무 또는 종가시나무-동백나무군집으로의 천이가 예측되었다.

종가시나무-구실잣밤나무군집(군집 II)은 종가시나무가 흉고직경 2~47cm 범위에서 고르게 생육하고 있고 대경목으로 구실잣밤나무가 출현하였으나 개체수가 적고 중소경목을 형성하지 못하고 있었다. 특히 소경목에서 종가시나무와 동백나무가 다수의 개체수로 생육하여 향후 종가시나무-동백나무군집으로 천이될 것으로 판단되었다.

종가시나무-동백나무군집(군집 III)은 종가시나무가 다양한 흉고직경급에서 많은 개체수가 생육하였고, 아교목성



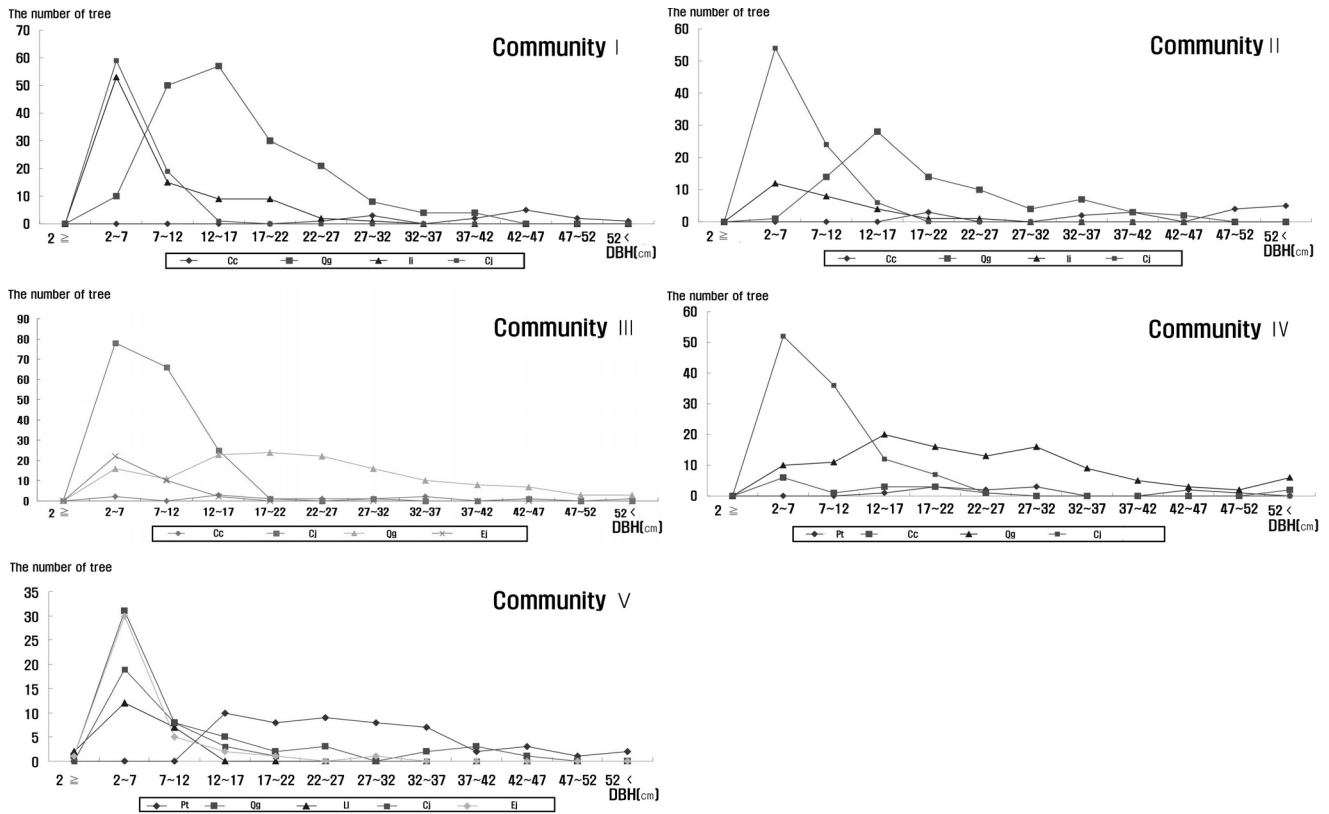


Figure 4. Diameter of breast height class distribution of major woody species of five plant communities in Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do

(Cc: *C. cuspidata* var. *sievoldii*, Qg: *Q. glauca*, Ii: *I. integra*, Cj: *C. japonica*, Ej: *E. japonica*, Pt: *P. thunbergii*, Ll: *L. lancifolia*; Plant community names are referred from Table 2)

상을 이루는 동백나무와 사스레피나무는 소경목이 많아 종가시나무-동백나무군집으로 유지될 것으로 예측되었다.

종가시나무-동백나무군집(군집 IV)은 구실잣밤나무가 생육하고 있으나 개체수가 적고 종가시나무가 다양한 흉고직경급에서 분포하고 있었다. 곰솔이 혼효되어 있었지만 흉고직경 17~32cm의 일정 흉고직경으로만 나타나는 모습을 보여 천이경향에 영향을 주지 못할 것으로 판단되었다. 동백나무가 중소경목에 발달하고 있어 앞으로도 종가시나무-동백나무군집으로 유지될 것으로 예측되었다.

곰솔-종가시나무군집(군집 V)은 대경목의 곰솔이 우점하는 군집으로 아교목층에서 중·소 경목의 곰솔이 생육하지 못하고 있는 상태에서 종가시나무 및 동백나무가 발달하고 있어 향후 자연적으로 발생하고 있는 종가시나무와 동백나무가 군집을 형성할 것으로 예측되었다. 꽃자왈에서 침엽수의 생육은 제한적인 것으로 알려져 있으나 군집 V가 분포하는 지역은 일정 토심을 유지하는 지역으로 꽃자왈의 일반적인 환경조건과는 차이가 있으며, 과거 숲이 훼손되었을 당시 이러한 환경조건 하에서 식재된 곰솔이 남아있는 것으

로 판단되었다.

2007년 선행연구(Han *et al.*, 2007)에서도 비슷한 경향이 나타났는데 모든 군집에서 동백나무가 소경목으로 다수 생육하고 있었고 대부분의 군집에서 종가시나무가 소경목으로 출현하고 있어 향후 종가시나무-동백나무군집으로의 천이를 예측하였다. 다만 구실잣밤나무군집에서는 구실잣밤나무가 흉고직경급별로 고르게 분포하고 관목층에서 다수의 개체로 출현하여 구실잣밤나무 군집을 유지할 것으로 판단하였고 교란된 지역에 일시적으로 형성되었을 것이라 판단되는 먼나무군집 또한 종가시나무 및 동백나무의 출현 개체수가 많지 않아 한동안 먼나무군집으로 유지될 것이라고 하였다. 동백동산은 대부분 종가시나무-동백나무군집으로 천이가 진행될 것이며 일부 지역에서 구실잣밤나무군집과 교란된 식생의 군집이 분포할 것으로 판단되었다.

### 3) Shannon의 종다양도지수

군집별 Shannon의 종다양도지수 분석결과(Table 6) 종다양도지수(H')는 1.0268~1.2102이었으며, 곰솔-종가시

Table 5. Prediction of ecological succession

Comm.	Character of community	Prediction of ecological succession	Area
I	<i>Q. glauca</i> - <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>I. integra</i> ( <i>C. japonica</i> ) community	Changing <i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> community After Weeding out	Stonny
II	<i>Q. glauca</i> - <i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>C. japonica</i> community	<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	
III	<i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> community	Remain <i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> community	
IV	<i>Q. glauca</i> - <i>C. japonica</i> - <i>P. thunbergii</i> community		
V	<i>P. thunbergii</i> - <i>Q. glauca</i> community	Succeeded to <i>Q. glauca</i> community	

\* Plant community names are referred from Table 2

나무군집(군집 V)의 종다양도가 가장 높았고 종가시나무-동백나무-곰솔군집(군집 IV)이 가장 낮았다. 군집 V는 상대적으로 출현종이 많고(H'max: 1.5002) 군재도가 높아 종다양도가 높았고, 군집 III에서는 출현종은 군집 II보다 많았으나(H'max: 1.3007) 종가시나무 및 동백나무의 우점도가 높아 종다양도지수(H')가 낮은 것으로 판단되었다. 상대적으로 토심이 확보된 지역에서 출현종이 많은 것으로 나타났다.

2007년 동백동산 남동측을 대상으로 한 연구(Han et al., 2007)에서는 Shannon의 종다양도지수(H')가 0.7619~1.3018로 군집별 차이가 비교적 컸었는데 본 연구에서는 군집별 종다양도지수의 편차가 크지 않았다. 2007년 연구에서 0.7619를 나타낸 군집은 먼나무 군집으로 먼나무의 우점도가 높아 종다양도지수가 크게 낮았고 종다양도지수가 1.3018로 가장 높았던 군집은 종가시나무-때죽나무 군집으로 상록활엽수와 함께 다양한 낙엽활엽수가 생육하는 지역이었다.

Table 6. Species diversity related community group (Unit: 400 m<sup>2</sup>)

Community	H' (Shannon)	J' (evenness)	D (dominance)	H'max
I	1.0325	0.8551	0.1449	1.2109
II	1.0717	0.8649	0.1351	1.2387
III	1.0272	0.7899	0.2101	1.3007
IV	1.0268	0.7691	0.2310	1.3362
V	1.2102	0.8070	0.1930	1.5002

\* Plant community names are referred from Table 2

4) 표본목 수령

동백동산 식물군집별 표본목 수령 분석결과(Table 7) 우점종의 수령이 대체적으로 유사하였다. 가장 수령이 많은 수종은 동백나무로, 수령 58년생이었는데 이는 과거부터 식재하여 관리해왔기 때문이었다. 구실잣밤나무와 곰솔은 대체적으로 40년 전후의 수령을 나타냈다. 이는 40년 전 숲이

훼손되던 시기에 구실잣밤나무가 일부 남아 현재 생육한 것으로 추정되며 곰솔은 유사한 시기에 식재된 것으로 추정되었다. 종가시나무는 수령 30년 정도이었는데 훼손 이후 숲이 자연적으로 복원되는 과정에서 발생하여 숲을 형성한 것으로 판단되었다.

Table 7. Sample tree's age related community group

Comm.	Species	Height(m)	DBH(cm)	Age
I	<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	17	39+31	40
	<i>Q. glauca</i>	14	25	29
II	<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	18	52+55	47
	<i>Q. glauca</i>	16	34+16+5	29
III	<i>C. cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	17	32+32+36+22+20+37	31
	<i>Q. glauca</i>	18	33+26	30
IV	<i>Q. glauca</i>	21	32	36
	<i>C. japonica</i>	8	14	58
V	<i>P. thunbergii</i>	16	26+9	40
	<i>Q. glauca</i>	14	26+3+3+3+3	30

\* Plant community names are referred from Table 2

5) 상재도

동백동산에서 출현한 목본식물의 상재도 분석결과(Table 8) 목본식물은 총 71종이 출현하였는데 이 중에서 상록활엽수 10종의 상재도가 80% 이상이었다. 종가시나무, 동백나무, 사스레피나무, 백량금, 광나무, 마삭줄이 전 조사구에 출현하여 상재도 100%로 동백동산에서 적응력이 가장 높은 수종으로 판단되었다. 그 뒤로 생달나무(95%), 남오미자(90%), 구실잣밤나무(85%) 순이었다. 생달나무 및 구실잣밤나무는 교목층을 형성할 수 있는 수종이지만 아직 그 세력이 약했다. 50~80%의 상재도를 나타낸 수종은 청미래덩굴 등 6종, 30~50%의 상재도를 나타낸 수종은 때죽나무 등 6종이었다. 10~30%의 상재도를 나타낸 수종은 팽나무 등 17종이었으며, 10%이하의 청가시덩굴 등 32종이었다. 이

중 동백나무는 모든 조사구에서 많은 개체수가 출현하였는데 이는 동백나무가 과거 숲이 훼손될 당시부터 동백기름을 얻는 귀한 나무로 신성시되며 보전되어 온 까닭으로 추정되었다. 동백나무는 2007년 동백동산 남동측 조사(Han *et al.*, 2007)에서도 전 조사구에서 출현하여 본연구와 동일한 상재도 100%를 나타냈었다.

**6) 군집구조 분석 종합**

동백동산 상록활엽수림의 식생구조는 일부 지역에서 우리나라의 일반적 곳자왈지역과 다르게 독특한 식생군락인 곰솔군집이 형성되어 있으며 이는 과거에 숲을 훼손한 이후 전석지대가 아닌 일정 토심을 유지하고 있는 지역에 한해서 곰솔이 식재되었던 것으로 추정되었다. 이는 과거 연구(Han *et al.*, 2007)에서 훼손지역을 중심으로 동백동산의 주요 우점종인 종가시나무나 구실잣밤나무가 아닌 먼나무군집이 형성된 결과와 비교되었다.

곰솔림을 제외한 동백동산의 상록활엽수림은 종가시나무가 우점종으로 구실잣밤나무와 공존하고 있었다. 제주도 상록활엽수림의 주요 우점종은 구실잣밤나무이나(Kim, 1991) 본 대상지에서는 구실잣밤나무가 종가시나무와의 경쟁관계에서 세력을 확장하지 못하고 있었다. 이는 과거에 동백동산이 구실잣밤나무림이었으나 인간의 간섭에 의한 훼손으로 일부 남겨진 구실잣밤나무가 천이진행으로 나타난 종가시나무와 공존하고 있기 때문으로 추측된다(Yang *et al.*, 1990). 또한 대상지의 천이계열 분석결과 과거 난대 상록활엽수림의 천이 극상수종을 육박나무와 국지적으로 후박나무, 생달나무, 황칠나무, 참식나무가 발달할 것으로 예측했던 연구결과(Kim and Oh, 1997; Oh and Kim, 1998)와 일치하지 않았다. 육박나무가 출현한 조사구가 있었으나 군집 내에서 개체목으로 분포하고 있어 현재는 동백동산에서 우점종이 될 수 있는 여건은 아닌 것으로 판단되었다. 아교목층과 관목층은 동백나무가 우점하는 구조로서 현 상태를 지속적으로 유지할 것으로 판단되었다.

동백동산은 기존의 난대 지방에 분포하는 상록활엽수림과는 다른 식생구조와 천이 경향을 보여 식생의 변화를 예측하기 어려운 상태이었고 과거 제주도기념물 지정 전 훼손 영향으로 일반적인 상록활엽수림과 다른 식생구조와 천이 경향을 일부 보이고 있었다. 따라서 동백동산은 지속적인 연구와 식생구조의 천이경향에 대한 모니터링이 요구되며, 식생이 안정될 수 있는 기간이 흐른 뒤에 천이방향을 재검토 해야 할 것으로 판단되었다. 또한 동백동산은 제주도 내에서도 중요한 상록활엽수림 분포지역으로 명확한 식생조사 분석결과를 바탕으로 훼손 전 동백동산의 원형을 유추하고 보다 안정된 식생군락을 형성할 수 있도록 보전·관리가 필요하였다. 훼손된 지역에 대해서는 인접한 상록활엽수군

락을 모델로 장기적인 복원계획을 수립하여 동백동산 상록활엽수림의 생태적 가치 향상이 필요하였다.

**인용문헌**

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

Han, B.H., J.H. Kim and J.H. Bae(2004) Restoration for Evergreen Broad-leaved Forests by Successional Trends of Pasture-grassland in the Seonheulgot, Jeju-do, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 18(4): 369-381. (in Korean with English abstract)

Han, B.H., J.Y. Kim, I.T. Choi and K.J. Lee(2007) Vegetation Structure of Evergreen Broad-leaved Forest in Dongbaekdongsan (Mt.), Jeju-Do, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 21(4): 336-346. (in Korean with English abstract)

Harcomb, P.A. and R.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. *For. Sci.* 24(2): 153-166.

Hill, M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for trended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, N.Y., 52pp.

Hill, M.O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, N.Y., 99pp.

Im, Y.J., G.S. Beak and N.J. Lee(1990) Vegetation of Mt. Halla. *Univ. of Chung-Ang*, 76pp. (in Korean)

Jeju culture and art foundation(2003) A catalog of cultural properties by government · local government. *Jeju culture & art foundation*, 14pp. (in Korean)

Kim, C.S., M.O. Moon, J.K. Go and G.P. Song(2007) Exotic plant of Jeju. *Jeju Regional Environmental Technology Development Center*, 426pp. (in Korean)

Kim, C.S., Y.J. Kang, M.O. Moon and G.P. Song(2006) Vegetation of Mt. Halla, A series of Mt. Halla IX. *Ecological and cultural Institute of Mt. Halla*, 327pp. (in Korean)

Kim, M.H.(1986) Phytosociological study on the Coniferous Forests of Subalpine Zone, Korea. *Journal of education* 3: 25-36. (in Korean with English abstract)

Kim, M.H.(1991) Phytosociological Studies on the Vegetation in Cheju Island 1. Natural *Castanopsis-Machilus* type forest, Korea. *Journal of Field Biology and Ecology* 14(1): 39-48. (in

- Korean with English abstract)
- Kim, M.H.(1998) Senheul Dongbaekdongsan, flora and vegetation of *Daphne kiusiana* and *Asplenium scolopendrium* community. Jeju Deelopment Institute, Report of Senheul Dongbaekdongsan, Conservation and Use of *Daphne kiusiana* and *Asplenium scolopendrium* community, pp. 19-51. (in Korean)
- Kim, Y.S. and K.K. Oh(1997) Restoration Model of Evergreen Broad-leaved Forests in Warm Temperate Region(2) - Rare, Endangered and Naturalized Plants -. Kor. J. Env. Eco. 10(1): 128-139. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.B.(1957) Studies on flora in Jeju-Do. Korea Univ. Humanities and sciences, pp. 339-412. (in Korean)
- Lee, I.K.(1979) On the distribution and conservation state for the ever-green board-leaved trees in Island of west seashore. The Korean Association for Conservation of Nature. Bulletin of the KACN ser. 1: 79-91. (in Korean with English abstract)
- Lee, I.K.(1980) On the distribution and conservation state for the ever-green board-leaved trees in Island of west-south seashore. The Korean Association for Conservation of Nature. Bulletin of the KACN ser. 2: 13-25. (in Korean with English abstract)
- Lee, I.K.(1981) On the distribution and conservation state for the ever-green board-leaved trees in Island of east-south seashore. The Korean Association for Conservation of Nature. Bulletin of the KACN ser. 3: 89-109. (in Korean with English abstract)
- Moon, M.O., C.S. Kim, Y.J. Kang, C.H. Kim and B.Y. Sun(2002) *Thelypteris interrupta* (Thelypteridaceae) and *Dryopteris subexaltata* (Dryopteridaceae), Unrecorded fern species from Korean flora. Kor. J. Plant Tax. 32(4): 481-489. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K. and Y.S. Kim(1998) Restoration Model of Evergreen Broad-leaved Forests in Warm Temperate Region(4) - Vegetation Structure of the Case Study Areas -. Kor. J. Env. Eco. 11(3): 334-351. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Song, C.G.(2005) The Naturalized plants Jeju-do. Local Agenda 21 For Namjeju-Gun, 205pp. (in Korean)
- Song, G.P.(2007) The Flora and Vegetation of Evergreen Broad-leaved Forest Zone on East-Facing and West-Facing Slopes of Mt. Halla
- Song, S.T.(2000) Distributions and Lithology of the Aa Rubble Flows on Cheju Island, Korea. Thesis for the Degree of Doctor, Department of Geology, Graduate School. Univ. of Pusan, 118pp. (in Korean with English abstract)
- Sun, B.Y., M.H. Kim, C.H. Kim and C.W. Park(2001) Mankuya (Ophioglossaceae): a new fern genus from Cheju, Korea. Taxon 50: 1019-1024. (in Korean)
- Williams, H. and A.R. MacBirney(1979) Volcanolog., Freeman, Cooper and Co., USA, 397pp.
- Yang, Y.H., B.C. Kim and M.H. Kim(1990) Phytosociological Studies on The Vegetation in Cheju Island 2. Secondary Broad-leaved Forest, The journal of basic sciences, Cheju national university 3(1): 37-48. (in Korean with English abstract)
- Yim, E.Y.(2006) Bryophyte Flora of Dongbeak-dongsan, Jeju-Do. Thesis for the Degree of Master, Department of Life Science, Graduate School, Cheju National Univ., 82pp. (in Korean with English abstract)