

강화도 마니산 산림식생의 군집구조 특성

신학섭¹ · 신재권² · 김혜진^{3*} · 한상학³ · 이원희³ · 윤충원³

¹국립생태원 기후생태연구소, ²국립수목원 산림자원보존과, ³국립공주대학교 산림자원학과
(2014년 1월 9일 접수; 2014년 2월 13일 수정; 2014년 2월 19일 수락)

Characteristics of Community Structure for Forest Vegetation on Manisan, Ganghwado

Hak-Sub Shin¹, Jae-Kwon Shin², Hye-Jin Kim^{3*}, Sang-Hak Han³,
Won-Hee Lee³ and Chung-Weon Yun³

¹Department of Climate & Ecology, National Institute of Korea, Seochon 325-810, Korea

²Department of forest conservation, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

³Department of Forest Resources, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

(Received January 9, 2014; Revised February 13, 2014; Accepted February 19, 2014)

ABSTRACT

The purpose of this study was to furnish basic information for forest community ecology and to accumulate vegetational datum related to hierarchy of forest community for the efficient management of forest vegetation in Mt. Mani. Samples were collected and analyzed by 32 releves from August to October in 2010 using phytosociological analysis methodology of Z-M school and importance value analysis. The results were summarized that the forest vegetation was classified into 5 units in total. Importance value at vegetation unit 1 indicated *Pinus densiflora* 54.31 (18.10%), *Quercus mongolica* 39.21 (13.07%), *Carpinus coreana* 37.29 (12.43%), at vegetation unit 2 *Quercus mongolica* 89.43 (22.23%), *Rhododendron mucronulatum* 57.75 (14.43%), *Carpinus coreana* 47.19(11.80%), at vegetation unit 3 *Styrax japonica* 53.97 (13.50%), *Acer mono* 33.60 (8.40%), *Carpinus coreana* 26.48 (6.62%), *Quercus serrata* 22.51 (5.64%), at vegetation unit 4 *Carpinus coreana* 47.70 (11.92%), *Quercus acutissima* 38.40 (9.60%) and at vegetation unit 5 *Evodia daniellii* 80.59 (20.14%), *Robinia pseudoacacia* 35.00 (8.74%), *Pueraria thunbergiana* 28.63 (7.15%), *Quercus dentata* 28.20 (7.05%) in the order, respectively.

Key words: Forest community, Vegetation unit, Plant sociology, Importance value

I. 서 론

생물다양성은 육상생태계, 수생태계와 이들의 복합 생태계를 포함하는 모든 원천에서 발생한 생물체의 다양성을 말하며, 종내종간 및 생태계의 다양성을 포함한다(Kim, 2006). 생물다양성의 개념에는 종 다양성, 유전 다양성, 생태계 다양성을 총체적으로 포함한다(SAF, 1991; Shin, 1995). 생물다양성 감소의 원인으

로는 서식면적의 감소와 파편화, 외래종의 이입, 과도한 동식물의 채취, 각종 환경오염, 기후변화 등이 있으며, 현재도 각종 개발로 인한 녹지의 파편화와 단절로 인한 생물서식공간의 파괴, 개체군 고립, 인위적 교란으로 인한 생물종다양성 감소(Harris, 1984; Wilcox and Murphy, 1985)가 지속적인 문제가 되고 있다. 산림생태계의 종 다양성은 생물군집의 속성을 간접적으로 해석하는데 유의한 정보로서 활용될 수 있



* Corresponding Author : Hye-Jin Kim
(cwyun@kongju.ac.kr)

다(Kim *et al.*, 2012). 여러 가지 생물종이 어우러져 구성된 생물군집은 종간 상호작용이 다양할 것이므로 종다양성이 높은 군집은 구조적으로 복잡할 것이다. 따라서 종간 상호작용이 관여하는 에너지 흐름, 먹이 사슬 구조, 생태적 지위(niche)구성에 있어서 종다양성이 높은 군집일수록 보다 복잡하고 안정되며 성숙하였다고 볼 수 있다(Kim *et al.*, 1999).

산림식생(forest vegetation)의 분류는 그 분류의 목적에 따라 전통적인(classical) 방법과 수리적인(numerical) 방법을 구분 적용할 수 있다. 특수한 목적이나 보편타당한 목적으로 나눌 수도 있으며, 식생의 연속체(continuum)나 불연속체(discontinuum)의 논점으로 나누어 접근할 수도 있다. 자연성의 정도에 따른 접근 등 자료분석을 위한 접근방법이 매우 다양하여(Mucina, 1997), 식물사회학적 식생조사와 분석은 대상으로 하는 산림식생의 분류목적에 따라 그 가치와 방향 및 접근방식에 상당한 차이를 나타내고 있다. 현재 인천광역시 강화도 마니산의 경우 환경부의 식물상에 관한 연구(Ministry of Environment, 1999)와 마니산과 강화도 일대의 식생에 관한 연구(Kang, 1969) 등, 강화도 간척지 부근식물의 분류학적 연구를 다룬 자연과학논문들이 일부 있으나 마니산 산림식생의 군락구조에 대하여 군락별 구분종(differential species)과 군락단위별 중요치를 중심으로 종조성적 측면에서 접근한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구는 마니산 산림식생의 식물사회학적 식생유형을 기초로 군집수준에서 마니산의 현존식생을 파악하고, 식생군집 구조를 규명하여 마니산의 산림식생 관리에서 군집단위의 종 조성 바탕의 산림식생관리의 기초자료 제공을 목적으로 수행하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 조사지 개황

마니산 일대(동경 126°21'126°32', 북위 37°35'37°45')는 행정구역상 인천광역시 강화군 화도면 덕포리, 동막리, 사기리, 문산리 등 일원에 속하며(Ministry of Environment, 1999), 마니산은 해발 469.4m로 세 봉우리가 있고, 침성단은 그 중간 봉우리에 위치하고 있다. 침성단은 단군왕검이 하늘에 제를 올렸다는 곳으로 알려져 있으며, 마니산 정상에서 남쪽으로는 서해의 여러 섬이 보이고, 맑은 날에는 북

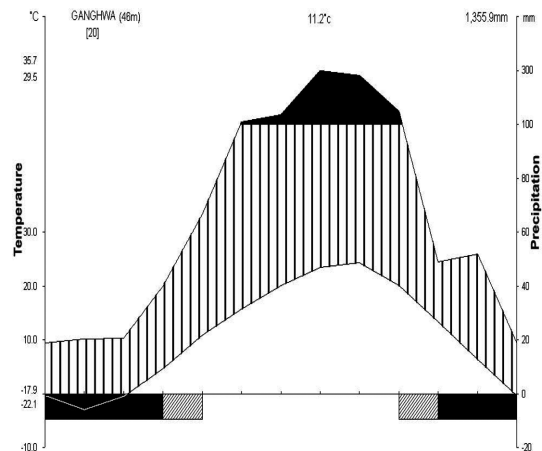


Fig. 1. Climate diagram of Ganghwa near the study area.

쪽으로 개성의 송악산이 보인다(<http://www.ganghwa.incheon.kr>). 식생은 상관적으로 소나무림이 독특하게 능선부 일대에 분포하고 있으며, 사면부에는 개서어나무림, 사면중하부에는 밤나무, 아까시나무 등이 각각 혼효되어 있고, 마을 인근에는 쉬나무, 상수리나무, 밤나무 등이 점유하고 있었다.

마니산의 기상자료는 조사지역과 인접한 강화기상관측소의 최근 20년간(1989-2008년) 기상자료를 이용하여 Climate diagram을 작성하였다(Walter, 1979). 기상자료에 의하면 강화도의 연평균기온은 11.2°C, 연평균강수량은 1,355.9mm이며, 절대최저기온은 -22.1°C, 절대최고기온은 35.7°C, 가장 추운 달인 1월의 일평균 최저기온은 -17.9°C, 가장 더운 달인 8월의 일평균 최고기온은 29.5°C로 나타났다(Fig. 1).

2.2. 조사 및 분석방법

마니산의 산림식생을 대상으로 2010년 8월부터 2010년 10월 마니산 일대의 전반적인 식생개황과 지형지세를 파악한 후, 총 32개소(10m×10m, 20m×20m)의 방형구를 현장 여건에 맞게 설치하여 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발 등의 여러 입지 환경 요인을 고려하였으며, 식생조사법에 따라 조사구내에 출현하는 각 종의 피도와 개체수를 조합시킨 우점도계급을 층위별로 구분하여 판정 기록하였고, 생육상태는 종개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도계급 등을 측정하여 식생조사를 수행하였고(Fig. 2), 식물종의 동정은 대한식물도감(Lee, 2003), 원색한국식물도감(Lee,

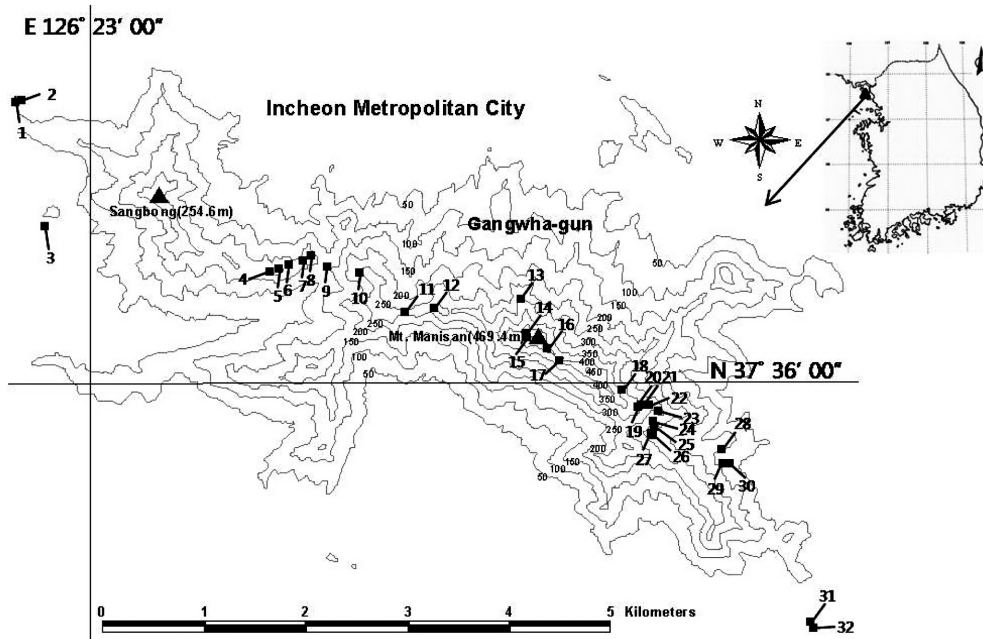


Fig. 2. Location of study site in Mt. Mani.

2004), 국립수목원(<http://www.kna.go.kr>)을 참고하였다. 식물사회학적 방법으로 조사된 우점도 계급을 우점도 범위의 중앙치로 환산한 상대우점도(Dierssen, 1990)와 상대빈도의 평균값으로 중요치를 구하였다. 중요치는 층위별 종의 점유정도를 정량적으로 파악할 수 있고, 또한 군락별 종(種) 조성 비교에도 유효하므로 식생단위와 층위를 각각 구분하여 종 조성에 근간을 둔 표조작 방법에 의해 작성된 식별표(상재도표) 상의 식생단위마다 각각 중요치를 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 식생유형과 종구성

본 조사지인 마니산에서 얻어진 32개소의 식생자료를 토대로 Z-M식물사회학적 방법에 의해 산림식생유형 분류를 수행하였던 바, 마니산의 산림식생유형은 소사나무, 생강나무, 팔배나무, 물푸레나무, 산딸나무, 대사초를 표징종으로 하는 소사나무군락과 쉬나무, 병아리꽃나무, 줄사철나무, 줄딸기, 장구밥나무, 명아주를 식별종 및 표징종으로 하는 쉬나무군락으로 크게 분류되었고, 소사나무군락은 신갈나무, 진달래, 맑은대썩, 산거울을 식별종으로 하는 신갈나무군과 때죽나무, 밤

나무, 고로쇠나무, 상수리나무, 쪽동백나무, 주름조개풀, 천남성을 식별종으로 하는 때죽나무군의 2개 군으로 세분되었다. 신갈나무군은 다시 소나무를 식별종으로 하는 소나무소군과 달팽나무, 실새풀, 가는잎죽제비고사리, 고깔제비꽃, 삼주를 식별종으로 하는 달팽나무소군으로, 때죽나무군은 굴참나무, 비목나무, 작살나무 등을 식별종으로 하는 굴참나무소군과 때죽나무전형소군으로 세분되었다. 한편 식별표에서 담쟁이덩굴, 칩, 아까시나무 등을 식별종으로 하는 담쟁이덩굴종군은 식생단위와는 별도로 앞으로 종군들의 체계화에 활용될 가능성이 높은 것으로 사료되었다. 따라서 마니산의 산림식생은 여러 종군들의 구분에 의해 2개 군락, 2개 군, 4개 소군으로 분류되었고, 또한 환경인자들의 총화로 결정되어진 것으로 사료되는 식생유형은 총 5개로 나타났다(Table 1).

우리나라 대부분의 산림식생 유형체계는 종군개념에서 가장 상위 단위에 신갈나무종군이 나타나는 반면에 (Yun *et al.*, 2011; Song and Yun, 2006; Lee *et al.*, 2005; Cho *et al.*, 2004; Lee and Yun, 2002; Lee *et al.*, 2001; Lee, 2000; Song *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 1999; Oh *et al.*, 1998), 본 조사지인 마니산의 산림식생은 소사나무군락 하위단위로 신갈나무가 나타났다

Table 1. Differentiated constancy table of forest vegetation in the Mt. Mani

Vegetation unit	1	2	3	4	5
Altitude(m)	295	294	150	166	26
Slope degree(°C)	27	26	12	13	45
Bare rock(%)	18	15	31	3	33
Coverage of tree layer(%)	89	90	82	73	55
Hight of tree layer(m)	5	7	12	11	12
DBH(Diameter at Breast Height) of tree layer(cm)	9	15	25	24	25
The number of present species	14	16	18	23	29
Releve	4	10	10	6	2
1. Character and differential species of <i>Carpinus coreana</i> community ;					
<i>Carpinus coreana</i>	214	IV+5	III15	IV15	144
<i>Lindera obtusiloba</i>	2++	IV+1	IV+1	IV+2	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	122	IV12	III+2	I33	1++
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2+1	III+1	III+1	II+1	-
<i>Cornus kousa</i>	2+1	III+3	II22	I11	-
<i>Carex siderosticta</i>	1++	II+2	II+1	I++	-
2. Character and differential species of <i>Evodia daniellii</i> community ;					
<i>Evodia daniellii</i>	-	-	-	-	214
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	-	-	-	-	2++
<i>Rhodotypos scandens</i>	-	-	-	-	211
<i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i>	-	-	-	-	211
<i>Rubus oldhamii</i>	-	-	-	-	2+1
<i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i>	-	-	-	-	133
3. Differential species of <i>Quercus mongolica</i> group ;					
<i>Quercus mongolica</i>	3+5	V15	-	-	-
<i>Rhododendron mucromulatum</i>	3+2	V+5	I+1	III1	-
<i>Artemisia keiskeana</i>	212	IV+1	-	-	-
<i>Carex humilis</i>	122	III+3	I++	-	-
4. Differential species of <i>Pinus densiflora</i> subgroup ;					
<i>Pinus densiflora</i>	415	-	III1	III1	-
5. Differential species of <i>Viburnum erosum</i> subgroup ;					
<i>Viburnum erosum</i>	1++	IV+1	I+1	I++	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1++	II+1	I++	-	-
<i>Dryopteris chinensis</i>	-	III+1	I++	I++	-
<i>Viola rossii</i>	2++	III+1	I++	-	-
<i>Atractylodes japonica</i>	1++	II++	-	-	-
6. Differential species of <i>Styrax japonica</i> group;					
<i>Styrax japonica</i>	1++	I++	V14	IVr1	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	III14	III12	-
<i>Acer mono</i>	-	-	IV+4	III+1	-
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	I45	II55	-
<i>Styrax obassia</i>	1++	I+1	III12	II+2	-
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	2r+	-	IV+2	V+1	111
<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i>	-	-	I++	IIr+	-
7. Differential species of <i>Quercus variabilis</i> subgroup ;					
<i>Quercus variabilis</i>	-	III1	III14	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	I++	III+2	-	-
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	II+1	-	-
<i>Dryopteris lacera</i>	-	-	III1	-	-
<i>Hepatica asiatica</i>	-	-	Ir+	-	-
8. Differential species group of <i>Parthenocissus tricuspidata</i> ;					
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	111	-	I+2	V24	211
<i>Pueraria thunbergiana</i>	-	-	-	V+1	133
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	-	-	-	IIr1	212
<i>Quercus aliena</i>	-	-	-	III1	111
<i>Smilax sieboldii</i>	2+1	-	-	III++	1++
<i>Commelina communis</i>	-	-	I++	III+1	211
9. Companion species group ;					
<i>Quercus dentata</i>	2++	III1	I+1	III12	122
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	212	III1	I+1	I++	-
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	212	II+1	-	I++	2++
<i>Quercus serrata</i>	2+1	II5	II45	-	-
<i>Asarum sieboldii</i>	-	IIIr+	III++	III1	-
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	1++	III+2	II++	-	-
<i>Disporum smilacinum</i>	111	II++	III+4	-	-

*Other 116 companion species among total of 164 species omitted.

Table 2. Importance value of major species at vegetation unit 1

Scientific name	Layer				Total(%)
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Pinus densiflora</i>	54.31	-	-	-	54.31(18.10)
<i>Quercus mongolica</i>	23.44	-	5.30	10.47	39.21(13.07)
<i>Carpinus coreana</i>	5.70	-	28.46	3.13	37.29(12.43)
<i>Cornus kousa</i>	5.70	-	7.77	1.52	14.99(5.00)
<i>Quercus serrata</i>	5.70	-	-	1.52	7.22(2.41)
<i>Juniperus rigida</i>	5.13	-	-	-	5.13(1.71)
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	18.11	3.04	21.16(7.05)
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	-	-	14.35	-	14.35(4.78)
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	9.18	3.04	12.22(4.07)
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	9.06	-	9.06(3.02)
<i>Quercus dentata</i>	-	-	3.88	1.52	5.41(1.80)
<i>Rhus sylvestris</i>	-	-	3.88	-	3.88(1.29)
<i>Artemisia keiskeana</i>	-	-	-	10.56	10.56(3.52)
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	-	-	-	10.56	10.56(3.52)
<i>Carex humilis</i>	-	-	-	7.43	7.44(2.48)
<i>Other 23 species</i>	-	-	-	47.21	47.21(15.75)
Total	100	-	100	100	300(100)

는 것이 특징이었다. 이는 서해안 강화도의 마니산 능선부에 우점적으로 분포하는 소사나무림 때문일 것으로 사료되었다.

3.2. 중요치

3.2.1. 식생단위 1(소사나무군락-신갈나무군-소나무소군; 조사구수 4)

본 식생단위는 소사나무군락에서 종군 3의 신갈나무, 진달래, 맑은대쭉, 산거울의 식별종 출현으로 신갈나무군으로 분류되었고, 신갈나무군은 다시 종군 4의 소나무 식별종 출현에 의해 소나무소군으로 세분된 단위이다. 총 조사구는 4개소로 입지환경요인들 중 평균해발고는 295m (204m-421m), 지형은 사면상부에 집중되었고, 출현종수는 14종으로 전체 식생단위 중에서 가장 낮았다. 교목층 평균수고는 5m (4m-5m), 평균흉고직경은 9cm (6cm-12cm)로 가장 5개 식생단위 중에서 가장 작은 것으로 나타났다(Table 1).

식생단위 1의 중요치는 소나무 54.31 (18.10%), 신갈나무 39.21 (13.07%), 소사나무 37.29 (12.43%), 진달래 21.16 (7.05%), 산딸나무 14.99 (5.00%), 노린재나무 14.35 (4.78%), 물푸레나무 12.22 (4.07%) 순으로 중요치가 높게 나타났다. 교목층에는 소나무의 중요치가 54.31, 신갈나무 23.44, 소사나무 5.70의 순

으로 중요치가 나타났으며, 관목층의 중요치는 소사나무가 28.46, 진달래 18.11, 노린재나무 14.34의 순으로 높게 나타났고, 초본층의 중요치는 큰기름새, 산거울이 각각 10.56, 신갈나무가 10.47 순으로 나타났다(Table 2). 교목층에서 소나무의 중요치가 54.31로 높았지만 아교목층 이하에서는 전혀 출현하지 않았고, 신갈나무는 교목층, 관목층, 초본층에서 각각 23.44, 5.30, 10.47로 나타나 전반적으로 모든 층위에서 출현하고 있었다. 소사나무는 관목층, 교목층, 초본층에서 각각 28.46, 5.70, 3.13로 나타나 관목층의 중요치가 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 본 식생단위의 잠재식생이 소사나무림이 될 수도 있을 것으로 사료되었다.

3.2.2. 식생단위 2(소사나무군락-신갈나무군-덜꿩나무소군; 조사구수 10)

본 식생단위는 소사나무군락의 신갈나무군에서 종군 5의 덜꿩나무, 실새풀, 가는잎족제비고사리, 고깔제비꽃, 삼주의 식별종에 의해 분류된 덜꿩나무소군이다. 덜꿩나무소군에서 덜꿩나무의 상재도는 등급으로 높게 나타났고, 총 조사구수는 10개소이며, 입지환경은 평균해발고가 294m (202m-400m), 평균경사도는 26° (10°-45°), 사면상부의 지형에 주로 분포하고 있었다. 관목층의 평균식피율은 66% (30%-90%)로 전체 식생단위

Table 3. Importance value of major species at vegetation unit 2

Scientific name	Layer				Total(%)
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Quercus mongolica</i>	56.49	22.32	4.62	6.00	89.43(22.36)
<i>Carpinus coreana</i>	14.06	25.24	6.71	1.17	47.19(11.80)
<i>Sorbus alnifolia</i>	11.44	12.97	2.42	0.59	27.41(6.85)
<i>Quercus serrata</i>	6.57	3.61	1.54	1.85	13.58(3.39)
<i>Prunus leveilleana</i>	4.58	-	-	-	4.58(1.14)
<i>Quercus variabilis</i>	2.29	2.81	-	-	5.10(1.27)
<i>Quercus dentata</i>	2.29	-	-	-	2.29(0.57)
<i>Carpinus tschonoskii</i>	2.29	-	-	-	2.29(0.57)
<i>Cornus kousa</i>	-	22.22	1.54	0.59	24.33(6.08)
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	3.61	48.61	5.55	57.75(14.43)
<i>Carpinus cordata</i>	-	3.61	5.50	1.26	10.38(2.59)
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	3.61	3.63	1.17	8.41(2.10)
<i>Symplocos chinensis</i>	-	-	6.16	-	6.16(1.54)
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	-	5.50	1.76	7.24(1.80)
<i>Viburnum erosum</i>	-	-	5.17	4.78	9.95(2.49)
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	3.08	-	3.08(0.77)
<i>Styrax obassia</i>	-	-	1.54	1.17	2.71(0.68)
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	1.54	1.17	2.71(0.68)
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	1.21	0.59	1.80(0.45)
<i>Pourthiaea villosa</i>	-	-	1.21	-	1.21(0.30)
<i>Carex humilis</i>	-	-	-	10.92	10.92(2.73)
<i>Smilax riparia</i>	-	-	-	6.78	6.78(1.69)
<i>Carex siderosticta</i>	-	-	-	5.51	5.51(1.38)
Other 30 species	-	-	-	49.19	49.19(12.34)
Total	100	100	100	100	400(100)

중에서 가장 높게 나타났다.

식생단위 2의 중요치는 신갈나무 89.43 (22.23%), 진달래 57.75 (14.43%), 소사나무 47.19 (11.80%), 팔배나무 27.41(6.85%), 산딸나무 24.33 (6.08%), 졸참나무 13.58 (3.39%), 산겨울 10.92 (2.73%) 순으로 높게 나타났다. 교목층에는 신갈나무의 중요치가 56.49, 소사나무 14.06, 팔배나무 11.44의 순으로 나타났다으며, 아교목층에는 소사나무 25.24, 신갈나무 22.32, 산딸나무 22.22의 순으로 나타났다. 관목층에서는 진달래의 중요치가 48.61로 가장 높았고, 소사나무 6.71, 생강나무 6.16의 순으로 나타났으며, 초본층에는 산겨울 10.92, 밀나물 6.78, 신갈나무 6.00 순으로 나타났다. 신갈나무의 중요치는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층에 각각 56.49, 22.32, 4.62, 6.00으로 모든 층위에서 높게 나타나고 있었고, 소사나무는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층에 각각 14.06, 25.24, 6.71, 1.17로서 아교목층이 가장 높게 나타났다. 진달

래는 아교목층, 관목층, 초본층에서 각각 3.61, 48.61, 5.55로 관목층의 점유율이 매우 높게 나타났고, 덜꿩나무는 교목층, 아교목층에서 나타나지 않았고, 관목층과 초본층에서만 출현하였는데 중요치는 각각 5.17, 4.78로 나타났다(Table 3).

3.2.3. 식생단위 3(소사나무군락-매죽나무군-굴참나무소군; 조사구수 10)

본 식생단위는 소사나무군락에서 종군 6의 매죽나무, 밤나무, 고로쇠나무, 상수리나무, 쪽동백나무, 주름조개풀, 천남성의 식별종 출현으로 매죽나무군으로 분류되었고, 매죽나무군은 다시 종군 7의 굴참나무, 비목나무, 작살나무, 비늘고사리, 노루귀의 식별종 출현에 의해 세분된 굴참나무소군의 단위이다. 입지환경요인들 중 평균경사도는 12° (5°-20°)로 5개 식생단위 중에서 가장 낮게 나타났으며, 평균노암율은 31% (1%-60%)로 두 번째로 높았으며, 교목층의 평균수고와 평균흉고직

경은 각각 12m, 25cm로 나타났고, 관목층의 식피율은 29%로 가장 낮게 나타났다.

본 식생단위의 중요치는 때죽나무 53.97 (13.50%), 고로쇠나무 33.60 (8.40%), 소사나무 26.48 (6.62%), 졸참나무 22.51 (5.64%), 애기나리 17.98 (4.50%), 밤나무 17.92 (4.48%), 굴참나무 17.35 (4.34%) 순

으로 중요치가 높게 나타났다. 교목층에는 졸참나무의 중요치가 17.73, 굴참나무 17.35, 밤나무 15.76, 상수리나무 12.30의 순으로 높게 나타났으며, 주요 참나무과 수종(졸참나무, 굴참나무, 밤나무, 상수리나무)의 중요치가 12.00이상으로 높게 나타난 것이 특징적이었다. 아교목층에서는 때죽나무의 중요치가 30.19로 가장 높

Table 4. Importance value of major species at vegetation unit 3

Scientific name	Layer				Total(%)
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Quercus serrata</i>	17.73	4.78	-	-	22.51(5.64)
<i>Quercus variabilis</i>	17.35	-	-	-	17.35(4.34)
<i>Castanea crenata</i>	15.76	1.55	-	0.61	17.92(4.48)
<i>Quercus acutissima</i>	12.30	-	-	-	12.30(3.08)
<i>Carpinus coreana</i>	8.98	14.62	2.26	0.61	26.48(6.62)
<i>Acer pictum</i>	7.53	9.11	15.11	1.84	33.60(8.40)
<i>Styrax japonica</i>	4.91	30.19	18.25	0.61	53.97(13.50)
<i>Zelkova serrata</i>	2.80	1.55	-	-	4.36(1.09)
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.11	1.55	2.26	1.84	7.76(1.94)
<i>Prunus leveilleana</i>	2.11	1.23	1.39	-	4.73(1.18)
<i>Quercus dentata</i>	2.11	-	1.39	0.61	4.11(1.03)
<i>Tilia taquetii</i>	2.11	-	-	0.61	2.72(0.68)
<i>Pinus densiflora</i>	2.11	-	-	-	2.11(0.53)
<i>Tilia amurensis</i>	2.11	-	-	-	2.11(0.53)
<i>Styrax obassia</i>	-	9.42	-	-	9.43(2.36)
<i>Cornus kousa</i>	-	7.17	-	-	7.17(1.79)
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	5.49	5.91	-	11.40(2.85)
<i>Carpinus cordata</i>	-	3.94	9.13	0.61	13.68(3.42)
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	2.39	4.60	1.30	8.29(2.07)
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	2.39	4.53	2.53	9.45(2.36)
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	1.55	5.03	2.46	9.04(2.26)
<i>Picrasma quassioides</i>	-	1.55	-	-	1.55(0.39)
<i>Hovenia dulcis</i>	-	1.55	-	-	1.55(0.39)
<i>Lonicera praeflorens</i>	-	-	4.60	-	4.60(1.15)
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	4.53	3.14	7.67(1.92)
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	3.65	1.23	4.88(1.22)
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	3.65	0.61	4.27(1.07)
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	3.65	-	3.65(0.91)
<i>Viburnum erosum</i>	-	-	2.77	1.30	4.07(1.02)
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	-	2.26	1.23	3.49(0.87)
<i>Symplocos chinensis</i>	-	-	2.26	0.61	2.88(0.72)
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	1.39	3.74	5.12(1.28)
<i>Pourthiaea villosa</i>	-	-	1.39	-	1.39(0.35)
<i>Disporum smilacinum</i>	-	-	-	17.98	17.98(4.50)
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	-	-	-	13.20	13.20(3.30)
<i>Asarum sieboldii</i>	-	-	-	3.69	3.69(0.92)
Other 37 species	-	-	-	39.52	39.52(9.84)
Total	100	100	100	100	400(100)

게 나타났고, 소사나무, 쪽동백나무가 각각 14.62, 9.42의 순으로 나타났다. 관목층에서의 중요치는 때죽나무 18.25, 고로쇠나무 15.11, 까치박달 9.13의 순으로 나타났고, 초본층에는 애기나리 17.98, 주름조개풀 13.20의 순으로 나타났다. 교목층에서 중요치가 굴참나무 17.35, 상수리나무 12.30으로 높았지만, 아교목층 이하에서는 출현하지 않았고, 때죽나무는 아교목층 30.19, 관목층 18.25로 중요치가 가장 높게 나타나고 있었다. 소사나무는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층

에 각각 8.98, 14.62, 2.26, 0.61로 전반적으로 모든 층위에서 출현하고 있었다(Table 4).

3.2.4. 식생단위 4(소사나무군락-때죽나무군-때죽나무전형소군; 조사구수 6)

본 식생단위는 소사나무군락의 때죽나무군에서 종군 7의 식별종들이 출현하지 않음으로 해서 분류된 때죽나무전형소군으로 총 6개소가 조사되었다. 입지환경요인 중 평균노암율이 3% (0%-10%)로 전체 식생단위

Table 5. Importance value of major species at vegetation unit 4

Scientific name	Layer				Total(%)
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Quercus acutissima</i>	25.60	12.31	-	0.48	38.40(9.60)
<i>Carpinus coreana</i>	16.95	12.31	17.46	0.97	47.70(11.92)
<i>Castanea crenata</i>	13.72	-	-	0.55	14.28(3.57)
<i>Tilia amurensis</i>	12.80	-	-	0.55	13.36(3.34)
<i>Ficus erecta</i>	10.16	-	9.38	4.47	24.01(6.00)
<i>Quercus dentata</i>	8.30	-	3.17	2.07	13.55(3.39)
<i>Pinus densiflora</i>	4.15	7.68	-	-	11.83(2.96)
<i>Quercus aliena</i>	4.15	-	3.17	0.97	8.30(2.07)
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	4.15	-	-	0.48	4.64(1.16)
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	20.03	3.17	-	23.21(5.80)
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	12.31	9.52	1.52	23.36(5.84)
<i>Styrax obassia</i>	-	12.31	2.04	1.11	15.46(3.87)
<i>Styrax japonica</i>	-	7.68	9.52	0.48	17.69(4.42)
<i>Acer mono</i>	-	7.68	-	1.11	8.79(2.20)
<i>Prunus leveilleana</i>	-	7.68	-	-	7.68(1.92)
<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	8.24	-	8.25(2.06)
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	6.20	-	6.21(1.55)
<i>Cornus kousa</i>	-	-	3.17	0.97	4.15(1.04)
<i>Rhododendron mucromulatum</i>	-	-	3.17	0.97	4.15(1.04)
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	3.17	-	3.18(0.79)
<i>Cudrania tricuspidata</i>	-	-	3.17	-	3.18(0.79)
<i>Acer ginnala</i>	-	-	3.17	-	3.18(0.79)
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	2.04	20.26	22.30(5.57)
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	2.04	0.55	2.59(0.65)
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	-	-	2.04	-	2.04(0.51)
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	-	2.04	-	2.04(0.51)
<i>Morus bombycis</i>	-	-	2.04	-	2.04(0.51)
<i>Euonymus alatus for. ciliato-dentatus</i>	-	-	2.04	-	2.04(0.51)
<i>Davallia mariesii</i>	-	-	-	3.91	3.92(0.98)
<i>Pilea peploides</i>	-	-	-	3.91	3.92(0.98)
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	-	-	-	3.60	3.60(0.90)
<i>Pueraria thunbergiana</i>	-	-	-	3.19	3.19(0.80)
Other 59 species	-	-	-	47.76	47.76(11.96)
Total	100	100	100	100	400(100)

중에서 가장 낮게 나타났고, 아교목층의 평균식피율은 22% (0%-55%)로 가장 낮았으나, 초본층 평균식피율은 63% (45%-80%)로 가장 높았으며, 대부분 사면 하부에 분포하고 있었다.

본 식생단위의 중요치는 소사나무 47.70 (11.92%), 상수리나무 38.40 (9.60%), 천선과나무 24.01 (6.00%), 생강나무 23.36 (5.84%), 팔배나무 23.21 (5.80%), 담쟁이덩굴 22.30 (5.57%), 때죽나무 17.69 (4.42%) 순으로 높게 나타났다. 교목층에는 상수리나무 25.60, 소사나무 16.95, 밤나무 13.72 순으로 중요치가 나타났으며, 아교목층의 중요치는 팔배나무가 20.03으로 가장 높게 나타났고, 상수리나무, 소사나무, 생강나무, 쪽동백나무는 모두 12.31로 나타났다. 관목층의 중요치는 소사나무 17.46, 생강나무 9.52, 천선과나무 9.38의 순이었고, 초본층은 담쟁이덩굴의 중요치가 20.26으로 가장 높게 나타났으며, 천선과나무 4.47, 넝쿨고사리와 물통이 3.91로 각각 나타났다. 소사나무의 중요치는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층 각각

16.95, 12.31, 17.46, 0.97로 전반적으로 모든 층위에서 다소 높게 출현하고 있었다. 교목층에는 상수리나무가 25.60으로 가장 높았으며, 팔배나무는 아교목층, 관목층에서 각각 20.03, 3.17로 나타났고, 담쟁이덩굴은 관목층, 초본층에서 각각 2.04, 20.26으로 초본층의 중요치가 가장 높았다(Table 5). 이는 사면하부의 본 식생단위가 다른 식생단위에 비해 교란의 정도가 다소 높다는 것을 반영하고 있는 것으로 사료되었다.

3.2.5. 식생단위 5(쉬나무군락; 조사구수 2)

본 식생단위는 종군 2의 쉬나무, 명아주, 병아리꽃나무, 줄사철나무, 줄딸기, 장구밥나무의 표집종 또는 식별종 출현에 의해 분류된 쉬나무군락의 단위로 총 2개소가 조사되었다. 본 식생단위의 입지환경을 볼 때, 평균해발고는 26m (22m-29m)로 5개의 식생단위 중에서 가장 낮았으나, 평균경사도는 45°, 평균암석노출도 33% (30%-35%)로 가장 높은 수치를 나타내고 있었다. 교목층의 평균식피율은 55% (30%-80%)로

Table 6. Importance value of major species at vegetation unit 5

Scientific name	Layer				Total(%)
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
<i>Evodia daniellii</i>	48.72	23.72	5.44	2.71	80.59(20.14)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	25.64	-	5.44	3.91	35.00(8.74)
<i>Quercus dentate</i>	25.64	-	-	2.56	28.20(7.05)
<i>Carpinus coreana</i>	-	23.88	-	2.56	26.44(6.61)
<i>Pueraria thunbergiana</i>	-	16.55	9.52	2.56	28.63(7.15)
<i>Grewia biloba</i>	-	7.17	16.33	2.56	26.05(6.51)
<i>Celtis biondii</i>	-	7.17	9.52	-	16.69(4.17)
<i>Prunus persica</i>	-	7.17	5.44	-	12.61(3.15)
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	7.17	-	5.12	12.28(3.07)
<i>Tilia amurensis</i>	-	7.17	-	-	7.17(1.79)
<i>Euonymus alatus</i>	-	-	16.33	-	16.33(4.08)
<i>Quercus aliena</i>	-	-	5.44	-	5.44(1.36)
<i>Hovenia dulcis</i>	-	-	5.44	-	5.44(1.36)
<i>Vitis flexuosa</i>	-	-	5.44	-	5.44(1.36)
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	3.91	-	3.91(0.98)
<i>Prunus leveilleana</i>	-	-	3.91	-	3.91(0.98)
<i>Rhus chinensis</i>	-	-	3.91	-	3.91(0.98)
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	3.91	-	3.91(0.98)
<i>Euonymus japonica</i>	-	-	-	5.77	5.77(1.44)
<i>Humulus japonicus</i>	-	-	-	5.77	5.77(1.44)
<i>Rhodotypos scandens</i>	-	-	-	5.12	5.12(1.28)
Other 27 species	-	-	-	61.39	61.39(15.38)
Total	100	100	100	100	400(100.00)

가장 낮았으며, 평균출현종수는 29종으로 가장 많이 나타났지만, 칩, 아카시나무, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴, 명아주 등의 구성종들로 이루어 볼 때, 종다양성은 높지만 마을 인근에 위치하고 있는 조사지 교란의 원인에 기인된 것으로 사료되었다.

본 식생단위의 중요치는 쉬나무 80.59 (20.14%), 아카시나무 35.00 (8.74%), 칩 28.63 (7.15%), 떡갈나무 28.20 (7.05%), 소사나무 26.44 (6.61%), 장구밥나무 26.05 (6.15%), 쪽나무 16.69 (4.17%)의 순으로 높게 나타났다. 교목층에는 쉬나무의 중요치가 48.72, 아카시나무, 떡갈나무는 모두 25.64의 순으로 높게 나타났고, 아교목층은 소사나무 23.88, 쉬나무 23.72, 칩 16.55의 순으로 나타났다. 관목층은 장구밥나무, 회살나무가 모두 16.33으로 가장 높게 나타났으며, 초본층에는 사철나무와 환삼덩굴이 5.77, 담쟁이덩굴이 5.12의 순으로 나타났다. 쉬나무의 중요치는 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층에 각각 48.72, 3.72, 5.44, 2.71로 모든 층위에서 높은 중요치 값으로 나타나고 있었으며, 장구밥나무는 아교목층, 관목층, 초본층 각각 7.17, 16.33, 2.56으로 각각 나타났다(Table 6).

3.3. 환경과의 상관관계

총 32개 조사지 식생군락의 입지환경을 분석한 결과 소사나무군락은 해발 26m에서 295m까지 전체적으로 출현하였고, 마니산 조사지의 경사도는 45에서 12까지 나타나고 있었다. 암석노출도는 3에서 33%로 나타나고 있었으며, 교목층의 수고는 5m에서 12m로 능선부의 소사나무는 입지조건에 극심한 환경요인으로 수고가 높지 않은 것으로 나타났다. 각 조사지의 평균

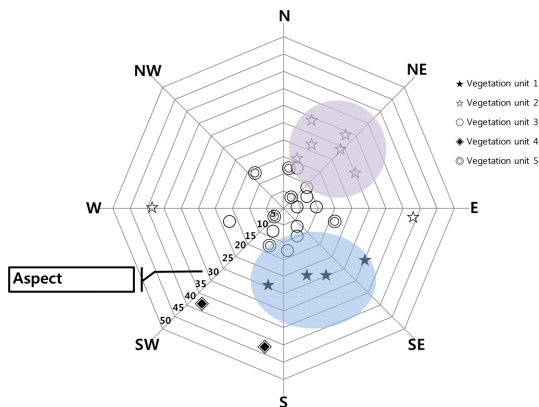


Fig. 3. Relationships between aspect and vegetation units.

출현종수는 20종으로 나타났으며, 특히 마니산에서 출현하고 있는 식생유형의 사면별 분포 경향을 살펴보면, 주로 남사면에서 소나무가 많이 분포하는 경향을 보이고 있었고, 북사면에는 신갈나무가 분포하고 있었는데, 이는 한국 산림의 식물사회학적 분류(Yun, 2011)에서 보고하는 것과 같은 양상으로 신갈나무는 우리나라의 대표적인 산림군락으로 사면방향분포가 대부분 북사면에 위치하고 있다는 결과와 비슷한 결과를 나타내고 있었다(Fig. 3).

적 요

본 연구의 목적은 산림식생에 대한 기본 정보를 확인하고, 강화도 마니산에 있는 산림의 효율적인 관리를 위한 산림식생의 계층구조와 관련된 식생학적 자료를 축적하는 데 있다. 샘플은 2010년 8월에서 10월까지 수집된 32개소의 조사지에 대해 ZM학파의 식물사회학적 분석방법으로 식생군락을 구분하였고, 중요치 분석을 수행하였다. 식물사회학적 식생분석결과 산림식생은 여러 종들의 구분에 의해 2개 군락, 2개 군, 4개 소군으로 분류되었고, 복잡한 환경인자들에 의해 결정되어진 것으로 사료되는 식생유형은 총 5단위로 나타났다. 5개의 식생유형 중 식생단위1의 중요치는 소나무 54.31 (18.10%)로 나타났으며, 신갈나무 39.21 (13.07%), 식생단위2의 서어나무가 37.29 (12.43%), 신갈나무 89.43 (22.23%), 진달래 63.525 (14.43%)로 나타났다. 식생단위3에서 때죽나무의 중요치 53.97 (13.50%), 당단풍 33.60 (8.40%), 서어나무 26.48 (6.62%), 줄참나무 22.51 (5.64%)로 나타났으며, 식생단위4에서는 서어나무 47.70 (11.92%), 상수리나무 38.40 (9.60%)로 나타났고, 식생단위5의 쉬나무가 80.59 (20.14%), 아카시나무 35.00 (8.74%), 칩의 중요치가 28.63 (7.15%), 떡갈나무 28.20 (7.05%)의 순으로 중요치가 나타났다. 이는 1997년 강화도의 기후와 산림생태계 현황(Lee, 1997)에서 온대중부림의 생태적 천이는 소나무에서 참나무류를 거쳐 서어나무류의 순서라는 학설이 거의 입증되었는데, 강화도 마니산의 산림식생은 천이발달의 중간단계로 보고한 바 있는데, 현재의 산림식생은 소나무군집, 신갈나무군집, 때죽나무군집, 서어나무군집, 쉬나무군집으로 분류되고, 각 식생단위에서 서어나무의 중요치가 높게 나타나는 것으로 미루어 인위적, 자연적 교란이 없는 한 서어나무로의 천이가 진행될 것

으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2013년 차세대 산림사업기술개발 연구사업단(과제번호:S211313L020110)의 지원에 수행되었습니다.

REFERENCES

- Braun-Blanquet, J., 1964: *Pflanzensoziologie Grundzueger der Vegetation der Vegetation*(3). Auf, Springer-Verlag, Wien, N. Y., 865pp.
- Cho, H. J., B. C Lee, and J. H. Shin, 2004: Forest vegetation structure and species composition of Baekdudaegan mountain range in South Korea. *Journal of Korean Forest Society* **93**(5), 331-338. (in Korean with English abstract)
- Dierssen, K., 1990: *Einführung Pflanzensoziologie*. Akademie-Verlag. Berlin., 241pp.
- Ellenberg, H., 1956: *Grundlagen der vegetationsgliederung. I. Aufgaben und Methoden der Vegetation skunde*. In : *Walter, H.(Hrsg.) Einführung in die Phytologie IV*. Stuttgart., 136pp.
- Harris, L. D., 1984: *The fragmented forest: Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*, The University of Chicago Press.
- Kang, Y. M., 1969: taxonomic study in the vicinity of the reclaimed land in Kanghwa island. Seoul University. Master's Thesis, 408pp.
- Kim, J. Y., 2006: Development of the community planting models for the urban green space in the metropolitan area, the middle temperate zones, Korea University of Seoul. Ph. D. Thesis, 283pp.
- Kim, Y. H., I. H. Park, and K. J. Cho, 2012: Bird species diversity analysis according to the type of forest vegetation. *The Korea Society of Environment Restoration Technology* **15**(6), 43-52. (in Korean with English abstract)
- Kim, W., J. H. Park, and Y. H. Cho, 1999: Effects of fire on forest vegetation in Mt. Samma. *Korean Journal of Environment and Ecology* **89**(99), 145-153. (in Korean with English abstract)
- Lee, B. C., and C. W. Yun, 2002: Study on the distribution of forest vegetation communities in Mt. Naeyeon. *Journal of Ecology and Field Biology* **25**(3), 153-161. (in Korean with English abstract)
- Lee, B. C., C. W. Yun, J. H. Shin, and J. S. Oh, 2001: Community classification of forest vegetation in Mt. Myeonsan. *Journal of Korean Forest Society* **90**(4), 548-557. (in Korean with English abstract)
- Lee, D. K., 2000: Sprouting and sprout growth of four Quercus species (*Q. mongolica*, *Q. variabilis*, *Q. acutissima* and *Q. dentata*). *Annual Report of Research in Agriculture and Life* **4**(1), 238-240.
- Lee, H. J., B. H. Bae, H. N. Jung, Y. M. Jun, and M. P. Hong, 1999: Forest vegetation and soil environment on Mt. Paekun. *Korean Journal of Environment Biology* **17**(1), 35-50. (in Korean with English abstract)
- Lee, J. H., C. W. Yun, and S. C. Hong, 2005: Community and population structure of *Berchemia berchemiaefolia*. *Journal of Korean Forest Society* **94**(4), 269-276. (in Korean with English abstract)
- Lee, K. J., 1997: Status of forest ecosystems and the climate of Ganghwa. *World and word*. Incheon Catholic University Press. 139-179.
- Lee, T. B., 2003: *Coloured Flora of Korea*. Hyangmunsa. Seoul., 990pp.
- Lee, Y. N., 2004: *Flora of Korea*. Kyohak. Seoul., 1247pp.
- Ministry of Environment, 1999: *The natural environment of Ganghwa (Mt. Mani)*. Ministry of Environment, 166pp.
- Mucina, L., 1997: Classification of vegetation: Past, present and future. *Journal of Vegetation Science* **8**(6), 751-760.
- Oh, S. H., C. W. Yun, K. H. Bae, and S. C. Hong, 1998: A study forest vegetation in Mt. Cheongok, Kyungsangpuk-do-by the method of phytosociological studies. *Journal of Korean Forest Society* **87**(1), 27-39. (in Korean with English abstract)
- Society of America Foresteres (SAF), 1991: Selection cuts increased natural beauty in two Adirondack forest stands, 419pp.
- Shin, J. H., 1995: Biodiversity conservation strategies of forest ecosystems. *Journal of Korean Forest Society* **84**(1), 377-393. (in Korean with English abstract)
- Song, J. S., K. S. No, H. S., Jung, Keiichi Ohno, and Tetsuo Mochida, 1999: Phytosociological study of the forest vegetation in the mountainous areas of the northern part, Kyungpook province using the methodology of physiognomy and numerical syntaxonomy. *Korean Society of Environment and Ecology* **22**(5), 241-254. (in Korean with English abstract)
- Song, Y. H., and C. W. Yun, 2006: Community type and stand structure of the Korean Pine(*Pinus koraiensis*) national forest in Seoraksan national park. *Korean Society of Environment and Ecology* **20**(1), 29-40. (in Korean with English abstract)
- Walter, H., 1979: *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere (2nd ed.)*. Springer-Verlag. New York., 274pp.
- Wilcox, B. A., and D. D. Murphy, 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Nationalist*. **125**, 879-887.
- Yun, C. W., J. H. Shin, H. M. Yang, J. H. Lim, and B. C. Lee, 2011: Phytosociological classification of forest vegetation in Korea. Korea Forest Research Institute. Seoul, 135pp.
- <http://www.kna.go.kr>
- <http://www.ganghwa.incheon.kr>