

덕유산국립공원 향적봉 일대 식생구조 연구¹

김현숙² · 이상명³ · 송호경^{2*}

Vegetation Structure of the Hyangjeokbong in the Deogyusan National Park¹

Hyoun-Sook Kim², Sang-Myong Lee³, Ho-Kyung Song^{2*}

요 약

본 연구는 덕유산국립공원 향적봉일대 산림 식생을 식물사회학적 방법과 구배분석을 실시하여 분석한 결과, 신갈나무군락(철쭉하위군락, 전형하위군락), 졸참나무군락, 굴참나무군락, 소나무군락, 층층나무군락, 들메나무군락 및 주목군락으로 구분되었으며 군락 간에는 종조성, 계층구조 및 식피율 등 생태적 특징에 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다. 전체 군락에서 나타난 중요치는 신갈나무가 가장 높고(81.2) 다음으로 들메나무, 졸참나무, 소나무, 당단풍, 굴참나무, 철쭉, 층층나무, 주목 등의 순이었다. 중요치가 높은 주요종에 대한 흉고직경급을 분석한 결과 신갈나무와 졸참나무는 계속적으로 우점도가 높아질 것이며, 들메나무는 계곡부에 군락을 형성하고 역J자형에 가까운 분포로 나타나 지형적 극상림으로 발달할 것으로 생각된다. 소나무와 주목은 당분간 우점도 상태를 유지 할 것으로 예상되며, 굴참나무와 층층나무는 정규분포형을 나타내고 있어 현상태로 계속 우점도를 유지할 것으로 생각된다. 식물사회학적 방법에 의하여 분류된 7개 군락과 12개의 환경 요인으로 DCCA ordination 분석한 결과 신갈나무군락과 주목군락은 해발고가 높고 건조하고 Ca의 양료가 적으며 pH가 비교적 낮은 곳에 분포하였으며, 졸참나무군락은 해발고가 낮고 수분이 비교적 많은 지역에 분포하였다. 소나무군락은 남사면의 해발고가 중간 정도이고 pH가 낮고 Ca 등의 양료가 적은 건조한 지역에 분포하였다. 들메나무군락은 해발고가 낮고 수분이 많은 계곡부에 분포하고 있으며, Ca의 양료가 많으며 pH가 높은 지역에 분포하였다.

주요어: 식물사회학, DCCA Ordination, 흉고직경급, 중요치

ABSTRACT

This study was carried out to classify vegetation structure of the Hyangjeokbong in the Deogyusan National Park using the gradient analysis and phytosociological method. The vegetation was classified into *Quercus mongolica* community(*Rhododendron schlippenbachii* subcommunity, typical subcommunity), *Q. serrata* community, *Q. variabilis* community, *Pinus densiflora* community, *Cornus controversa* community, *Fraxinus mandshurica* community and *Taxus cuspidata* community. Ecological characteristics such as species composition, layer structure, vegetation ratio, and the distribution of individual trees by DBH(diameter at breast height) were significantly different among communities. The order of important value of the forest community with DBH 2cm above plants was *Q. mongolica*(81.2), *F. mandshurica*, *Q. serrata*, *P. densiflora*, *Acer pseudosieboldianum*, *Q. variabilis*, *Rhododendron schlippenbachii*, *C. controversa*, *T. cuspidata*. Distribution

1 접수 2010년 6월 7일, 수정(1차: 2010년 12월 3일, 2차: 2010년 12월 16일), 게재확정 2010년 12월 17일

Received 7 June 2010; Revised(1st: 3 December 2010, 2nd: 16 December 2010); Accepted 17 December 2010

2 충남대학교 산림자원학과 Department of Forest Resources, Chungnam National Univ., Daejeon(305-764), Korea

3 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea

* 교신저자 Corresponding author(hksong@cnu.ac.kr)

of DBH of *Q. mongolica* and *Q. serrata* had suggesting a continuous domination of these species over the other species for the time being. In contrast, *F. mandshurica* appeared limited to the valley of the sheet and a higher frequency of young individuals, suggesting a continuous domination of these species the development of a climax forest terrain. *P. densiflora* and *T. cuspidata* had suggesting a continuous domination of these species over the other species for the time being in maintain. *Q. variabilis* and *C. controversa* had a formality distribution, suggesting a continuous domination of these species over the other species for the time being. This study examined the correlation between each community and the environment according to DCCA ordination. The *Q. mongolica* community and *T. cuspidata* community predominated in the highest elevation habitats which had few moisture, Ca and in the low pH. The *Q. serrata* community mainly occurred in the low elevation habitats which had many moisture. *P. densiflora* community predominated in the middle elevation and south-facing slope habitats which had few moisture, Ca and in the low pH. *F. mandshurica* community predominated in the low elevation habitats which had many moisture, Ca and pH.

KEY WORDS: PHYTOSOCIOLOGICAL, DCCA ORDINATION, DBH, IMPORTANCE VALUE

서론

우리나라 국립공원은 현재 20곳이 지정되어 있으며, 면적이 6,579,850km²(육지면적 3,898.948km², 해수면 2,680.902 km²)로 전체 국토면적의 6.6%로 적은 면적이지만 우리나라 생물 유전자원의 70%가 서식하는 지역이다.

덕유산국립공원은 2개 도 4개 군에 걸쳐 있으며, 덕유산(1,614m)은 한라산(1,950m), 지리산(1,915m), 설악산(1,708m)에 이어 남한에서 네 번째로 높은 산으로 1975년 2월 1일에 면적 231.650km²를 10번째 국립공원으로 지정하였다.

덕유산국립공원은 주봉인 향적봉(1,614m)을 중심으로 북으로 설천봉(1,510m), 두문산(1,051.2m), 적상산(1,029.2m), 거칠봉(1,177.6m), 남으로 중봉(1,593.3m), 무룡산(1491.9m), 남덕유산(1,507.4m)을 포함 지정되어 있다. 식물구계학적으로는 남부아구에 속하며(Lee and Yim, 1978), 식물구계학으로는 냉온대중부에 속한다(Yim and Kira, 1976).

한편 덕유산국립공원은 백두대간을 연결하는 등산로와 스키장을 비롯한 종합레저시설의 건설, 적상산 정상부 일대에 양수댐 건설과 전망대 설치, 구천동계곡과 적상산 정상부에 유명사찰이 있다. 이에 진입로의 확포장과 개설 등 이를 이용하는 등산객과 행락객들의 증가로 인한 주요 능선부와 계곡을 중심으로 한 탐방로 주변의 식물 생육지가 심하게 훼손되고 있다. 이러한 사회적 변화에서 국립공원 생물자원 보존과 관리는 매우 중요한 일이라 할 수 있으며 이에 앞서 이 지역에 대한 생태학적인 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

덕유산국립공원의 식물상 및 식생에 관한 연구는 Kim(1992)의 덕유산국립공원 산림식생의 구조와 2차 천이

에 관한 연구, Park et al.(1994)의 덕유산지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조, Oh(1994)의 덕유산 국립공원 적상산성 일원의 식물군집 구조, Kim and Kil(1997)의 CCA에 의한 덕유산 국립공원의 삼림식생 분석, Moon(2001)은 덕유산 아고산지대의 삼림식생구조에 관한 연구, Kim et al.(2009a)의 덕유산국립공원 남덕유지역 낙엽활엽수림을 중심으로, Kim et al.(2009b)의 덕유산국립공원 안성지구 산림식생을 중심으로 등 지속적으로 연구되고 있으나 최근에 덕유산 정상에서부터 북서쪽과 북동쪽으로 인접이 빈번한 지역의 주변에 위치한 산림을 대상으로 산림식생 군집구조 및 식물사회학적 조사는 미흡하였다.

따라서 본 연구는 덕유산국립공원 지역 중 북서쪽에 위치한 두문산일대, 북동쪽에 위치한 삼공지구, 동남쪽에 위치한 송계사지구를 중심으로 비교적 산림 생태계가 잘 유지되어 있는 지역을 대상으로 산림군락을 구분하고 각 군락의 식생구조와 입지특성을 조사 분석하여 식생 천이에 따른 변화 양상을 파악하고 아울러 식생의 생태학적 보존대책과 덕유산국립공원지역의 보존관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 조사지는 향적봉, 두문산, 중봉 및 거칠봉을 중심으로 덕유산국립공원의 정상에서 북서쪽과 북쪽, 북동쪽에 주로 위치하고 있다. 지리적으로 동경 127°43' ~127°49', 북위 35°49' ~35°57' 에 위치하고 이 지역의 기후는 장수군의

climate-diagram을 보면 연평균기온은 10.4℃이며, 7, 8월의 평균기온은 23.1℃, 2월의 평균기온은 -1.2℃이다. 연강수량은 1,422.1mm로서 여름철에 전체의 57% 정도가, 겨울철에 8% 정도의 강수량을 나타내고 있다. 또한 온량지수(warmth index: WI)는 85.7℃, 한랭지수(coldness index: CI)는 -20.7℃를 나타내고 있다(Korea Meteorological Administration, 1971~2000). 이 지역 식물상은 전체적으로 보아 신갈나무가 우점하고 들메나무, 졸참나무, 소나무, 당단풍이 분포하며, 굴참나무, 철쭉, 층층나무, 주목, 쪽동백나무, 고로쇠나무, 쇠물푸레나무도 다수 분포하고 있다.

2. 식생조사

본 조사지의 산림 식생을 비교·분석하기 위하여 2007년 5월부터 2009년 8월까지 조사지역 내에서 인위적인 간섭이 적었던 것으로 판단되는 지점을 선정하여 총 102개의 조사구를 설치하여 조사하였다(Figure 1).

식물사회학적 조사를 위하여 교목층, 아교목층, 관목층,

초본층으로 구분하여 기록하고, 교목층의 평균 수고와 각 층위별 평균 피도를 기록하였으며 식물종 기록은 Lee (1980) 도감을 따랐다. 각 계층별 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 Dierssen (1990)의 9단계 구분법을 사용하였다.

조사구 면적은 중수-면적곡선에 기초하여 최소면적 이상의 크기인 20m×20m의 크기로 설치하였고, 각 조사구에서 출현하는 중 중 흉고직경 2cm 이상의 목본을 대상으로 매목 조사를 실시하였으며 조사구 내 교목층과 아교목층에 대한 흉고직경급을 분석하기 위하여 실생(seedling)과 치수(sapling)의 개체수를 조사하였다. 산림의 입지 환경요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하고 토양시료는 낙엽층과 유기물층을 제거한 뒤 깊이 20cm 내의 토양을 채취하였다.

3. 자료분석방법

조사구에서 얻어진 자료는 Mueller-Dombois and Ellenberg (1974)의 표작성법에 의하여 군락을 구분하였으며, 총합상

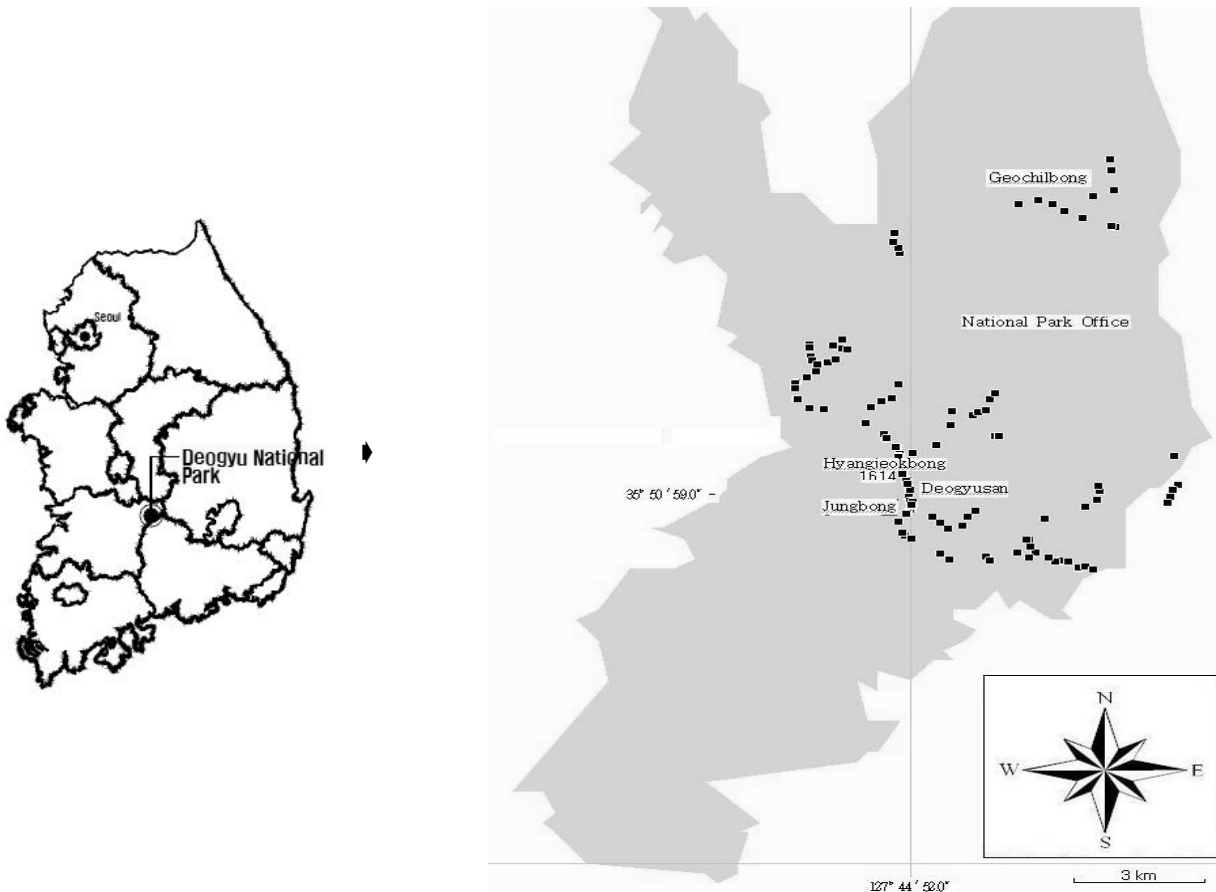


Figure 1. Sample plots at Deogyusan Hyangjeokbong

재도표를 작성하여 군락간의 종조성을 비교하였다. 또한 산림군락의 특징을 보다 더 정확하게 분석하기 위하여 매목조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치(importance value: IV)를 산출하였고, 흥고직경급을 분석하였다.

채취한 토양시료는 실험실로 밀봉 운반하여, 상온에서 음건시킨 후 2mm(1250mesh) 규격체로 쳐서 분석에 사용하였다. 분석 항목 중 토양 pH는 1:5 증류수 토양현탁액에 대해 pH메타(ISTEX, pH200L)를 이용하여 측정하였으며, 유기물은 Tyurin법, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법, 양이온치환용량은 Brown간이법, 칼륨은 염광 분석법, 칼슘과 마그네슘은 EDTA저장법으로 측정하였다(Rural Development Administration, 2000).

식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하기 위한 Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 식물사회학적 방법에 의한 군락 분류

총 102개의 조사구에서 출현한 336종류를 대상으로 Mueller-Dombois and Ellenberg의 표작성법에 따라 총합상재도표를 작성하여 분류한 결과, 향적봉 일대의 산림식생은 신갈나무군락(철쭉하위군락, 전형군락), 졸참나무군락, 굴참나무군락, 소나무군락, 층층나무군락, 들메나무군락 및 주목군락으로 구분되었다(Table 1).

A. 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community)

본 조사지에서 가장 넓은 부분을 차지하고 있었으며 군락구분에 이용된 조사구는 44개로 군락의 식별종은 신갈나무이었다.

신갈나무군락은 냉-온대 낙엽활엽수림대에서 기후적 극상림으로 발달하는(Kim, 1992; Song and Kim, 1993) 우리나라의 대표적 낙엽활엽수림으로(Yim and Kira, 1975), 잔존림의 형태로 가장 광범위하게 분포하고 있다. 또한 냉온대 전체에서 서어나무류를 극상수종으로 보는 Kim and Yim(1987)의 견해와 달리 현존식생 중 한반도, 만주, 연해주의 냉온대 영역에서 가장 광범위하게 분포하고 있어 우리나라의 극상수종으로 정의되는 견해도 있다(Song, 2001).

신갈나무는 우리나라에서 위도가 높은 지역인 설악산(Yim and Baek, 1985)에서는 해발 약 200m 이상, 소백산(Kim et al., 1989)에서는 해발 약 400m 이상, 계룡산(Kim

et al., 2004)에서는 600m이상에 분포하고 있다고 하였으며, 또한 Song et al.(2001)은 계룡산국립공원 내 군사보호구역 일대의 조사에서 신갈나무군락은 타 군락과 비교하여 해발고도가 높은 지역(685m)에 분포하고 있다고 하였다. 대둔산(Cho and Kil, 1987)에서는 신갈나무가 800m 부근, 무등산(Kim and Oh, 1993)에서는 700m에서 1,100m, 지리산(Yim and Kim, 1992)에서는 해발 약 800~1,400m에서 신갈나무군락이 주로 분포하는 것으로 나타났으며, Yee (1998)는 오대산지역에서 해발고도가 증가함에 따라 신갈나무의 빈도와 피도가 증가한다고 보고한 바 있다.

한편 덕유산은 위도가 다소 낮아 해발고도 약 900m 이상에서 분포하고 있다고 보고하였으나(Kim, 1992), 본 조사에서는 720m 이상에서 분포하는 것으로 나타나 기존 덕유산의 보고와는 상당한 차이가 있으나 한반도 신갈나무 분포에 관한 기존의 보고와는 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

따라서 신갈나무군락은 위도가 높아지면 해발고도가 낮은 지역까지 분포하고 위도가 낮아지면 해발고도가 높은 능선이나 정상에 분포하는 군락으로 위도에 따라 출현되는 고도가 다르게 나타나는 것으로 판단된다.

A-1. 철쭉하위군락(*Rhododendron schlippenbachii* subcommunity)

본 군락은 남사면을 제외한 모든 사면에 분포하고(275~120°), 해발은 평균 1,245m(1,046~1,504)로 주로 산지 능선부에 분포하였으며, 아고산대에서도 다수 분포하였다. 경사는 평균 17°(3~35°)로 완만한 지역과 급한 지역이 혼재하였다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 26개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 31분류군(15~51종)으로 조사되었으며 교목층의 평균 수고는 12m이었는데, 이 군락에서 주로 교목층을 이루고 있는 신갈나무는 아고산대에서 강한 바람 등 주위 환경 입지 때문에 제대로 자랄 수가 없어 교목층의 수고가 낮게 나타난 것으로 판단된다(Table 1).

주요 군락 구분종은 철쭉이었으며, 교목층의 평균피도는 88%로 신갈나무가 우점하고 들메나무, 쇠물푸레나무, 호랑버들, 물박달나무, 사스레나무 등이 혼생하였다. 아고목층의 평균피도는 34%로 신갈나무, 당단풍, 쇠물푸레나무, 철쭉이 우점하였다.

관목층의 평균피도는 54%로 철쭉, 당단풍, 노린재나무, 미역줄나무, 신갈나무가 우점하였다. 특히 해발고도가 비교적 높은 사면 상부와 능선 주변부의 산림에서는 관목층의 식피율이 높고 생육하는 종이 단순하였는데, 본 군락의 식별종인 철쭉이 이러한 입지에서 높은 우점을 하고 있었다. 초본층의 평균피도는 69%로 단풍취, 대사초, 미역줄나무, 비비추, 철쭉, 신갈나무, 애기나리, 족도리, 개고사리, 조릿대가 우점하였다.

Table 1. Synthesized table of forest community on the deciduous forest at Deogyusan Hyangjeokbong

Community type	A		B	C	D	E	F	G
	A-1	A-2						
Number of relevé	26	18	11	9	9	4	15	10
Altitude(m)	1245	1199	757	828	969	822	969	1518
Direction(°)	140	134	183	200	195	250	144	73
Slope degree(°)	17	16	12	16	15	18	14	9
Height of tree layer(m)	12	12	18	14	17	15	1)	9
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	88	90	93	90	87	90	94	82
Coverage of upper tree(T2) layer(%)	34	33	54	41	42	33	34	44
Coverage of shrub(S) layer(%)	54	43	30	34	51	29	34	41
Coverage of herb(H) layer(%)	69	84	52	36	48	58	59	76
Number of species	31	33	37	34	30	40	30	39
Differential species of <i>Quercus mongolica</i> community								
<i>Quercus mongolica</i>	V	V	III	IV	III	.	I	IV
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	V	II	.	.	II	.	.	I
Differential species of <i>Quercus serrata</i> community								
<i>Quercus serrata</i>	.	I	V	II	II	.	I	.
Differential species of <i>Quercus variabilis</i> community								
<i>Quercus variabilis</i>	r	I	I	V	II	.	.	.
Differential species of <i>Pinus densiflora</i> community								
<i>Pinus densiflora</i>	r	I	.	I	V	.	.	.
Differential species of <i>Cornus controversa</i> community								
<i>Cornus controversa</i>	I	I	I	.	I	4	II	I
<i>Clematis apiifolia</i>	.	.	.	.	.	4	.	.
<i>Arisaema amurense</i>	.	.	.	.	.	3	I	.
Differential species of <i>Fraxinus mandshurica</i> community								
<i>Fraxinus mandshurica</i>	I	II	II	.	.	2	V	I
<i>Hydrangea serrata</i>	.	.	I	.	.	1	V	.
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	I	I	.	I	.	1	IV	I
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>	.	.	I	.	.	.	IV	.
<i>Cephalotaxus koreana</i>	.	.	.	I	.	.	III	.
<i>Aruncus dioicus</i>	r	I	.	.	.	.	III	.
<i>Celastrus flagellaris</i>	.	.	.	.	.	.	II	.
Differential species of <i>Taxus cuspidata</i> community								
<i>Taxus cuspidata</i>	.	I	.	.	.	.	.	V
<i>Abies koreana</i>	.	I	.	.	.	.	.	IV
<i>Acer tschonoskii</i>	r	I	.	.	.	.	.	V
<i>Betula ermani</i>	r	I	.	.	.	.	.	IV
<i>Lycopodium serratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	II
Companions								
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	IV	V	V	III	IV	2	IV	V
<i>Lindera obtusiloba</i>	II	III	V	V	IV	4	IV	.
<i>Sasa borealis</i>	III	IV	V	II	I	2	II	V

A: *Quercus mongolica* community, A-1. *Rhododendron schlippenbachii* subcommunity, A-2. *Quercus mongolica* typical subcommunity, B: *Quercus serrata* community, C: *Quercus variabilis* community, D: *Pinus densiflora* community, E: *Cornus controversa* community, F: *Fraxinus mandshurica* community, G: *Taxus cuspidata* community

Table 1. (Continued)

Community type	A		B	C	D	E	F	G
	A-1	A-2						
<i>Tripterygium regelii</i>	IV	IV	II	III	I	.	.	V
<i>Symplocos chinensis</i>	IV	V	IV	III	IV	1	I	II
<i>Styrax obassia</i>	I	II	V	IV	III	2	II	.
<i>Acer mono</i>	I	II	V	II	III	4	V	II
<i>Carex siderosticta</i>	V	III	I	II	II	1	I	II
<i>Carex okamotoi</i>	III	II	I	I	.	2	I	I
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	V	IV	II	I	II	.	I	I
<i>Smilacina japonica</i>	II	II	I	.	I	2	I	I
<i>Athyrium niponicum</i>	IV	III	.	I	III	.	I	I
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	III	II	.	II	.	2	I	III
<i>Lysimachia clethroides</i>	II	III	I	II	II	1	.	.
<i>Codonopsis lanceolata</i>	III	III	IV	II	II	1	I	.
<i>Smilax riparia</i>	II	III	V	IV	IV	1	I	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	IV	IV	IV	III	V	2	II	.
<i>Viola orientalis</i>	III	IV	III	IV	III	3	II	I
<i>Asarum sieboldii</i>	IV	IV	II	II	II	3	I	IV
<i>Stephanandra incisa</i>	I	II	V	II	I	3	I	I
<i>Dioscorea quinqueloba</i>	II	II	II	III	.	2	I	.
<i>Astilbe chinensis</i>	III	III	I	.	II	2	I	I
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	III	I	II	I	.	1	II	III
<i>Aster scaber</i>	III	V	II	III	III	.	I	III

A: *Quercus mongolica* community, A-1. *Rhododendron schlippenbachii* subcommunity, A-2. *Quercus mongolica* typical subcommunity, B: *Quercus serrata* community, C: *Quercus variabilis* community, D: *Pinus densiflora* community, E: *Cornus controversa* community, F: *Fraxinus mandshurica* community, G: *Taxus cuspidata* community

* The other species were omitted by author

교목층의 평균피도가 낮게 나타난 반면 상대적으로 관목층과 초본층의 평균피도는 높게 나타났다. 이는 이 군락의 분포지역이 산 능선부와 정상부에 주로 분포하여 빛의 투과량이 많아 관목층과 아교목층의 평균피도가 높게 나타난 것으로 사료된다. Kim(1992)이 철쭉-신갈나무군집은 고도 1,000m 이상 계곡을 제외한 지역에 분포하고 표징종으로 신갈나무, 철쭉, 단풍취, 꽃머느리밥풀 등이 출현하는 것으로 보고하였으나, 본 조사결과 신갈나무, 철쭉은 구분종으로 출현하였으나 선행 연구와 다소 차이를 나타냈다.

A-2. 신갈나무 전형하위군락(*Quercus mongolica* typical subcommunity)

본 조사지역은 모든 사면에 고루 분포하였고(10~343°), 해발 평균 1,199m(910m~1,520m)의 낮은 지역과 높은 지역에 혼재 하고 있으나 주로 높은 지역에 분포하였다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 18개였고 경사는 평균 16°(5~30°)로 군락간 차이가 심하였으며 주로 급경사면에 분포하였다. 교목층의 평균 수고는 12m이었으며, 평균 출

현종수는 33분류군(28~50종)이었다.

이 군락의 교목층의 평균피도는 90%로 신갈나무가 우점하고 아교목층의 평균피도는 33%로 신갈나무, 당단풍, 들메나무, 쪽동백나무 등이 우점하였다. 관목층의 평균피도는 43%로 노린재나무, 신갈나무, 미역줄나무, 당단풍, 생강나무가 우점하였다. 초본층의 평균피도는 84%로 조사지 중 가장 높게 나타났다. 우점종으로는 조릿대, 단풍취, 애기나리, 노랑제비꽃, 미역줄나무, 대사초, 노린재나무, 참취, 산딸기, 족도리, 둥굴레, 더덕, 밀나물, 신갈나무, 큰까치수영 등이었다.

그 동안 다른 연구자들의 결과(Lee et al., 1994a; Song et al., 1995; Lee et al., 1995)에서도 알 수 있듯이 층위구조나 토양환경 등이 비교적 잘 발달된 신갈나무군락에서 당단풍, 대사초, 단풍취 등이 비교적 높은 상재도와 식피율을 보이는 것은 공통적인 특징이다(Choung et al. 2000).

B. 졸참나무군락(*Quercus serrata* community)

졸참나무군락은 해발 평균 757m(632~884m)의 모든 사면(42~353°)에서 주로 낮은 지역에 분포하였다. 군락 구분에 이용된 조사구는 11개였고 교목층의 평균 수고는 18m(13~21m)로 타 군락에 비해 높게 나타났다. 경사는 평균 12°(5~25°)로 비교적 완만한 지역에 분포하였고, 평균 출현종수는 37분류군(23~53종)으로 타 군락에 비해 비교적 높게 조사되었다(Table 1).

군락 구분종은 졸참나무이었으며, 교목층의 평균 피도는 93%로 졸참나무가 우점하고 신갈나무, 들메나무, 굴참나무, 서어나무, 산벚나무, 물박달나무 등이 혼생하였다. 아교목층의 평균 피도는 54%로 쪽동백나무, 졸참나무, 당단풍 등이 우점하였고 신갈나무, 서어나무, 생강나무, 비목나무, 고로쇠나무, 층층나무, 들메나무, 팔배나무, 산뽕나무, 산딸나무 등이 혼생하였다. 이 군락에서는 교목층과 아교목층의 평균피도가 조사된 타 군락보다 높게 나왔으나 관목층과 초본층의 피도는 낮게 나타났다. 관목층의 평균 피도는 30%로 타 군락과 비교해 볼 때 가장 낮게 나왔는데 이는 교목층과 아교목층의 피도가 높아 빛의 투과량이 저조하였기 때문이라 예상된다. 관목층에서는 생강나무, 쪽동백나무, 당단풍이 우점하였다. 초본층의 평균피도는 52%로 조릿대, 생강나무, 비목나무, 쪽동백나무, 밀나물, 당단풍, 국수나무, 우산나물이 우점하였다.

일반적으로 쪽동백나무는 신갈나무군락의 아교목층을 형성하는 것으로 보고(Lee *et al.*, 1994b; Kim and Kil, 2000)된 바 있으나 Lee *et al.*(2004)의 졸참나무림의 식생구조와 생태적지에서 쪽동백나무는 졸참나무군락에서도 높은 밀도로 출현한다는 보고와 본 조사에서 쪽동백나무가 아교목층과 관목층에서 높은 우점도를 나타낸 것과 일치한다.

C. 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community)

굴참나무군락은 해발 평균 828m(640~930m)로 다소 낮은 지역의 남사면(120°~290°)에 분포하였으며, 경사는 평균 16°(10~28°)지역에 분포하였다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 9개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 34분류군(22~46종)으로 조사되었으며 교목층의 평균 수고는 14m(11~17m)로 타 군락에 비해 높게 조사되었다(Table 1).

주요 군락 구분종은 굴참나무이었으며, 교목층의 평균피도는 90%로 굴참나무, 신갈나무가 우점하였다. 아교목층의 평균피도는 41%로 비교적 높은 값을 보였으며 신갈나무, 굴참나무, 쪽동백나무, 쇠물푸레나무, 개웃나무가 우점하였다. 관목층의 평균피도는 34%로 생강나무, 신갈나무, 굴참나무, 쇠물푸레나무가 우점하였으며, 초본층의 평균피도는 36%로 타 군락에 비해 가장 낮게 나왔으며 생강나무, 조록싸리, 노랑제비꽃, 그늘사초가 우점하였고 신갈나무, 쪽동백나무, 밀나물, 고사리, 비목나무, 머루, 선밀나물, 산딸기,

삼주, 평의다리, 굴참나무 등이 혼생하였다(Table 1).

Kim(1992)은 덕유산 굴참나무군락에서 쇠물푸레나무, 방아풀, 선밀나물, 조록싸리, 생강나무 등이 높은 상대도를 보였고, Lee *et al.*(1993)은 여러 문헌(Yim and Back, 1985; Kim and Yim, 1986; Koh and Yim, 1987)을 분석한 결과 굴참나무군락에서 공통적으로 출현하는 식별종과 주요 구성종으로서 싸리, 조록싸리, 선밀나물 및 산딸기 등이었음을 지적하였으며, Choung *et al.*(2000)은 굴참나무군락의 관목층에서 조록싸리의 상대기여도 우점 순위가 가장 높았다고 보고 하였다. 본 연구에서는 굴참나무군락에서 조록싸리가 우점하고 선밀나물, 산딸기, 삼주, 평의다리 등이 출현하여 기존의 보고와 다소 유사한 점을 보이고 있다.

D. 소나무군락(*Pinus densiflora* community)

소나무군락은 해발 평균 969m(698~1,305m)로 주로 남사면 123°~295°에 분포하고 있으며 칠봉과 두문산 주위에서는 약 1,000m 이상에서 소나무군락이 출현하였다. 경사는 평균 15°(5~28°)로 완만한 지역과 급한 지역에 혼재하였다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 9개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 30분류군(18~41종)으로 타 군락에 비해 비교적 낮았으며 교목층의 평균 수고는 17m(10~20m)로 타 군락에 비해 높게 나타났다.

주요 군락 구분종은 소나무이었으며, 교목층의 평균피도는 87%로 소나무가 우점하고, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 서어나무 등의 상대도가 높게 나타났고 아교목층의 평균피도는 42%로 신갈나무, 졸참나무, 서어나무, 당단풍이 우점하였다(Table 1).

관목층의 평균피도는 51%로 조릿대의 출현이 없는 것을 감안하면 조사된 군락 중 비교적 높은 값을 나타냈으며, 교목층에 침엽수종인 소나무의 평균피도가 낮아 빛의 투과량이 많아 관목층의 평균피도가 높은 값을 나타낸 것으로 판단된다. 관목층에서는 생강나무, 철쭉, 당단풍, 쪽동백나무, 쇠물푸레나무가 우점하였으며, 초본층의 평균피도는 48%로 그늘사초, 둥굴레, 쇠물푸레나무, 철쭉, 밀나물, 개웃나무, 생강나무, 노린재나무, 비비추, 진달래 등이 우점하였다.

또한 칠봉과 두문산지역의 산지 능선부에는 교목층과 아교목층에 신갈나무의 우점도가 높게 나타난 것과 흉고직경 급으로 볼때(Figure 3), 신갈나무로 천이 도중에 있는 것으로 판단되며(Song and Jang, 1997) 성지산지역의 해발고도 약 730m의 남서사면에 분포하는 소나무군락은 굴참나무의 피도와 개체수가 높게 나타났으며, 또한 덕곡호지역 해발 약 700m에 분포하는 소나무군락은 신갈나무, 졸참나무의 개체수가 높게 나타나 참나무류로 천이가 될 것으로 예상된다. 특히 두문산 지역의 해발 988m 지역에서 조사된 소나무군락에서는 아교목층에 서어나무의 우점도가 높게 나왔는

데 이는 Seo *et al.*(1995)의 덕유산국립공원 삼림식생구조에 관한 연구에서 DCA ordination 결과 소나무에서 서어나무로 천이과정을 추론할 수 있다는 결과와 유사하였다.

E. 층층나무군락(*Cornus controversa* community)

층층나무군락은 해발 평균 822m(739~921m) 주로 북사면에 분포하였다. 경사는 평균 13°(10~18°)로 중간 정도이었으며 군락의 구분에 이용된 조사구는 4개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 40분류군(37~45종)으로 타 군락에 비해 가장 높게 나타났다. 교목층의 평균 수고는 15m(13~17m)이었다(Table 1).

이 군락 구분종은 층층나무, 사위질빵, 남산천남성이었다. 교목층의 평균피도는 90%로 층층나무가 우점하고 들메나무, 고로쇠나무, 산뽕나무, 느릅나무 등이 혼생하였다. 아교목층의 평균피도는 33%로 비교적 낮은 값을 보였으며 고로쇠나무, 함박꽃나무, 층층나무가 우점하였다.

관목층의 평균피도는 29%로 7개 군락중 가장 낮은 값을 보였으며 생강나무, 고추나무, 단풍박쥐나무, 고팡나무, 함박꽃나무, 병꽃나무가 우점하였으며, 초본층의 평균피도는 58%로 십자고사리, 단풍박쥐나무, 관중이 우점하고, 사위질빵, 층층나무, 산수국, 노랑제비꽃, 남산천남성, 풀솜대 등이 혼생하였다.

본 조사지 층층나무군락에서 출현종은 들메나무군락과 유사하게 나타났는데, 가야산 식생에서도 들메나무군과 층층나무군이 유사한 종조성을 나타냈다고 보고하였다(Jeong *et al.*, 1997). Yun *et al.*(2007)은 충청남도 가야산 산림식생에서 층층나무군락이 전반적으로 사면 중하부 및 계곡부에 출현하고 있다고 보고하였고 Chung *et al.*(1997)은 운장산에서 층층나무군락은 해발고도가 비교적 높고 계곡부의 평탄한 곳에 분포한다고 보고 하였으며, Choung *et al.*(2000)도 계곡부에 군락이 형성되어 있다고 보고한 바 본 조사지의 층층나무군락과 유사한 경향을 보였다

Yee(1998)가 오대산 산림식생에서 관중-층층나무군은 토양수분조건이 양호하고 광량이 적은 북사면에 분포하며 다양한 교목류의 출현과 초본층의 피도율이 높은 것을 특징으로 보고 한 바 본 조사지와 유사한 경향을 나타냈다.

F. 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica* community)

들메나무군락은 서사면을 제외한 모든 사면(327~180°)에 분포하며, 해발 평균 969m(742~1,227m)로 낮은 지역과 높은 지역에 혼재하고 경사는 평균 14°(5~20°)로 완만한 지역에 분포하였다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 15개였고, 조사구당 평균 출현 종 수는 30분류군(17~56종)으로 조사된 군락 중 가장 낮은 수치를 보였고 교목층의 평균 수고는 18m(13~28)이었다(Table 1).

주요 군락 구분 종은 들메나무, 산수국, 바위말발도리, 박쥐나무, 개비자나무, 눈개승마, 푼지나무이었으며, 교목층의 평균피도는 94%로 타 군락에 비해 높으며 들메나무가 우점하였고 아교목층의 평균피도는 34%로 들메나무, 고로쇠나무, 당단풍, 함박꽃나무, 까치박달, 층층나무가 우점하였다.

관목층의 평균피도는 34%로 함박꽃나무, 바위말발도리, 들메나무, 당단풍, 생강나무, 산수국이 우점하였으며, 초본층의 평균피도는 59%로 타 군락보다 높은 피도를 보였다. 초본층에서는 들메나무, 십자고사리, 관중, 산수국이 우점하고 고로쇠나무, 박쥐나무, 개비자나무, 눈개승마, 푼지나무, 회잎나무, 함박꽃나무, 참나물, 쥐다래, 고팡나무, 오미자, 박쥐나물 등이 혼생하였다.

이 군락은 계곡부 전석지대를 중심으로 분포하고 있었는데 들메나무는 한반도 중부 이북의 비교적 낮은 계곡에 편재해 있으나, 중부 이남에서는 해발 900m 이상 계곡에 한정되어 분포하며(Kim, 1992), 여러 연구(Kim *et al.*, 1991; Oh, 1994; Jang and Yim, 1998; Kim *et al.*, 2009)에서도 계곡에 한정적으로 출현한다는 보고가 있으며, 이는 지형적 극상림을 형성하는 수종 중의 하나이다(Jang and Yim, 1998).

G. 주목군락(*Taxus cuspidata* community)

주목군락은 해발 평균 1,518m(1,435~1,583m)로 높은 지역의 동사면(35~166°)에 주로 분포하고 있었다. 경사는 평균 9°(5~18°)로 완만하였으며 군락의 구분에 이용된 조사구는 10개였다. 조사구당 평균 출현 종수는 39분류군(31~55종)으로 타 군락에 비해 높았다. 교목층의 평균 수고는 9m(8~11m)이었다.

이 군락 구분종은 주목, 구상나무, 시달나무, 사스래나무, 뱀톱이었다. 교목층의 평균피도는 82%로 주목, 신갈나무, 구상나무가 우점하였으며, 아교목층의 평균피도는 44%로 비교적 낮은 값을 보였고 주목, 신갈나무, 당단풍, 구상나무, 시달나무가 우점하였다.

관목층의 평균피도는 41%로 미역줄나무, 당단풍, 주목, 시달나무, 조릿대가 우점하였고 초본층의 평균피도는 76%로 조릿대, 관중, 미역줄나무, 큰개별꽃, 십자고사리, 물봉선 등이 우점하였다.

이 군락에서는 교목층의 피도가 현저히 낮아 아교목층과 관목층, 초본층의 피도가 상대적으로 높게 나타났는데 이는 군락내 빛의 투과량이 높았기 때문이라 사료된다.

Kim *et al.*(1994)은 덕유산 국립공원 백련사~향적봉지구 삼림집구조에 관한 연구에서 해발고도가 비교적 높은 북서사면과 계곡상부의 식생으로 사스래나무, 시달나무, 철쭉 등이 수반 종으로 나타나 주목림을 구분하였고 Yim *et*

al.(1993)은 소백산 비로봉 주목림에서 북서사면의 계곡상 부에서 상층에 주목, 신갈나무가 우점하고 중층에서는 주목, 쪽동백나무, 귀룽나무, 시달나무의 순으로 우점한다고 보고한 바 있으나 본 조사에서의 주목군락은 동사면에서 주목과 신갈나무가 우점하여 선행 연구와 다소 차이를 보였다.

2. 중요치 분석

향적봉일대의 산림군락의 특징을 보다 더 정확하게 알아 보기 위하여 조사구 102개에서 흉고직경(DBH) 2cm 이상 74종에 대한 중요치를 분석한 결과, 신갈나무가 81.2로 가장 높았고 다음으로 들메나무 25.4, 졸참나무 19.1, 소나무 16.2, 당단풍 16.2, 굴참나무 13.7, 철쭉 10.8, 층층나무

10.1, 주목 9.2 등의 순으로 나타났다(Table 2). 조사지역의 산림은 전체적으로 신갈나무가 우점하였고 타 지역 산림에 서와 다르게 들메나무의 중요치가 높게 나타나는 게 특징이며, 소나무의 중요치는 점차 줄어들 것으로 예상된다 (Choung and Hong, 2006).

군락에 따라 중요치를 분석해 보면 신갈나무군락에서 49종에 대한 중요치를 분석한 결과, 신갈나무가 161.1로 높게 나타났다. 다음으로 철쭉, 당단풍, 쇠물푸레나무 등의 순으로 나타났는데 이들은 아교목 수종이어서 신갈나무의 중요치는 계속 높을 것으로 생각된다. 졸참나무군락에서 36종에 대한 중요치 분석결과 졸참나무는 116.2로 높게 나타났고 다음으로 쪽동백나무, 신갈나무, 들메나무, 당단풍, 물박달 나무 등의 순으로 나타났다.

Table 2. Importance value of major tree species on the deciduous forest at Deogyusan Hyangjeokbong

Species	Community							Total IV	Species	Community							Total IV
	A	B	C	D	E	F	G			A	B	C	D	E	F	G	
<i>Quercus mongolica</i>	161.1	19.4	61.0	20.9	-	5.9	50.3	81.2	<i>Maackia amurensis</i>	1.6	-	3.8	-	-	-	-	1.0
<i>Fraxinus mandshurica</i>	5.7	14.1	1.7	-	22.4	137.5	7.5	25.4	<i>Pinus rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.0
<i>Quercus serrata</i>	1.5	116.2	13.0	9.6	-	2.0	-	19.1	<i>Cornus kousa</i>	-	4.0	-	-	-	1.3	-	0.9
<i>Pinus densiflora</i>	1.4	1.0	5.9	147.7	-	-	-	16.2	<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-	-	3.8	1.7	0.8
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	19.7	12.1	6.8	8.4	12.8	16.0	22.7	16.2	<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	0.8	1.7	-	-	-	0.9	-	0.6
<i>Quercus variabilis</i>	2.9	9.2	128.3	10.3	-	-	-	13.7	<i>Phellodendron amurense</i>	-	2.0	-	-	-	2.4	-	0.6
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	25.2	-	-	15.2	-	0.9	2.8	10.8	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.5
<i>Cornus controversa</i>	2.6	4.9	-	2.8	143.8	15.6	4.5	10.1	<i>Castanea crenata</i>	-	2.2	-	-	-	-	-	0.5
<i>Taxus cuspidata</i>	1.4	-	-	-	-	-	89.7	9.2	<i>Sorbus commixta</i>	0.7	-	-	-	-	-	2.5	0.5
<i>Styrax obassia</i>	4.7	28.2	15.0	6.8	9.9	8.4	-	8.9	<i>Ilex macropoda</i>	0.4	1.8	-	1.4	-	-	-	0.5
<i>Acer mono</i>	3.4	8.0	5.5	-	20.8	21.7	7.5	7.7	<i>Malus sieboldii</i>	0.4	1.8	-	1.2	-	-	-	0.5
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	9.6	2.1	7.0	11.9	-	0.9	7.4	6.2	<i>Acer barbinerve</i>	-	-	-	-	-	1.2	2.6	0.4
<i>Lindera obtusiloba</i>	5.0	8.6	12.4	10.0	9.2	4.2	-	5.5	<i>Tripterygium regelii</i>	0.4	-	-	-	-	-	3.0	0.4
<i>Prunus sargentii</i>	4.8	8.7	10.0	4.1	9.1	4.9	4.5	5.3	<i>Prunus padus</i>	-	-	-	-	-	0.9	2.8	0.4
<i>Carpinus cordata</i>	4.3	0.9	-	1.4	10.0	12.2	-	5.0	<i>Cornus walteri</i>	-	-	-	-	-	2.8	-	0.4
<i>Betula davurica</i>	4.6	11.8	-	4.5	-	1.7	-	4.0	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	-	-	-	4.2	0.9	0.3
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.8	0.9	-	1.3	14.6	12.4	4.1	3.9	<i>Prunus maackii</i>	-	1.3	-	-	-	1.3	-	0.3
<i>Abies koreana</i>	2.4	-	-	-	-	-	29.8	3.7	<i>Alnus hiRsuta</i>	0.4	-	-	-	-	1.5	-	0.3
<i>Pinus koraiensis</i>	2.7	-	-	5.0	4.1	0.9	11.8	3.0	<i>Abies holophylla</i>	0.4	-	-	-	-	1.2	-	0.3
<i>Carpinus laxiflora</i>	0.4	8.2	3.4	14.4	-	1.2	-	3.0	<i>Styrax japonica</i>	-	1.0	2.1	-	-	-	-	0.3
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.9	3.6	6.0	5.3	-	1.2	-	2.5	<i>Euonymus macroptera</i>	-	-	-	-	-	4.2	0.9	0.3
<i>Morus bombycis</i>	0.4	3.5	1.7	1.3	14.9	5.9	-	2.4	<i>Abies nephrolepis</i>	-	-	-	-	-	-	2.7	0.3
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	2.4	-	-	-	-	-	14.4	2.3	<i>Castanea bungeana</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.2
<i>Kalopanax pictus</i>	2.2	0.9	-	1.3	-	4.9	2.6	2.1	<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	1.8	0.2
<i>Betula ermani</i>	2.4	-	-	-	-	-	-	11.8	2.0	-	-	-	-	-	-	-	0.2
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	3.2	1.3	-	1.6	-	1.0	3.0	1.9	<i>Quercus acutissima</i>	0.5	-	-	-	-	-	-	0.2
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	4.7	2.1	-	7.3	2.1	-	1.8	<i>Tilia taquetii</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Salix hulteni</i>	4.4	-	-	-	-	1.1	-	1.7	<i>Celtis sinensis</i>	-	-	-	-	-	1.0	-	0.1
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.6	4.4	-	2.6	-	-	-	1.4	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Tilia amurensis</i>	2.2	1.2	1.7	2.8	-	1.2	-	1.4	<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	-	-	-	-	1.2	0.1
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	0.4	3.2	-	-	13.3	3.2	-	1.4	<i>Betula chinensis</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Betula schmidtii</i>	0.4	-	2.1	-	-	2.3	-	1.4	<i>Lonicera maackii</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Cornus walteri</i>	0.8	0.9	-	-	-	2.1	4.9	1.4	<i>Broussonetia kazinoki</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	2.7	-	-	4.2	-	0.9	-	1.4	<i>Corylus sieboldiana</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	-	-	-	0.9	-	0.1
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.4	2.2	5.7	1.2	-	0.9	-	1.1	<i>Pyrus ussuriensis</i>	-	-	-	-	-	0.9	-	0.1
<i>Betula costata</i>	0.9	-	-	1.3	-	3.4	1.4	1.0	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>apterus</i>	-	-	-	-	-	-	1.1	0.1
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	3.0	4.7	1.7	3.6	-	-	1.0	<i>Staphylea bumalda</i>	-	0.9	-	-	-	-	-	0.1

A: *Quercus mongolica* community, B: *Quercus serrata* community, C: *Quercus variabilis* community, D: *Pinus densiflora* community, E: *Cornus controversa* community, F: *Fraxinus mandshurica* community, G: *Taxus cuspidata* community

굴참나무군락에서 21종에 대한 분석 결과 굴참나무가 128.3으로 높았고 다음으로 신갈나무가 61.0으로 다소 높게 나타났으며 쪽동백나무, 졸참나무, 생강나무, 산벚나무 등의 순이었다. 이러한 결과는 교목층에 굴참나무가 우점하고 있음을 나타내고 다음으로 신갈나무의 우점도가 높게 나왔는데 이는 본 조사지역 중 일부 조사구에서 굴참나무군락이 신갈나무군락으로 천이선상에 있는 것과 상관이 있는 것으로 생각된다. 실제 많은 지역의 굴참나무군락이 신갈나무군락으로 천이될 것으로 예측한 바 있다(Kim, 1992; Chung *et al.*, 2000).

소나무군락에서 28종에 대한 분석 결과 소나무가 147.7로 가장 높게 나타났고 다음으로 신갈나무, 철쭉, 서어나무, 쇠물푸레나무, 굴참나무, 생강나무, 졸참나무 등의 순이었다. 이러한 결과는 본 조사에서 일부 군락이 소나무군락에서 신갈나무군락으로 천이 도중상에 있는 것을 예상 할 수 있으며, 일부에서는 소나무군락에서 중요치가 높게 나타난 서어나무나 참나무류로 천이가 진행될 것으로 판단된다 (Choung and Hong, 2006).

층층나무군락에서 15종에 대한 분석결과 층층나무가 143.8로 가장 높았고 다음으로 들메나무, 고로쇠나무, 산뽕나무, 함박꽃나무, 느릅나무 등의 순으로 나타났고, 이러한 결과는 교목층이 층층나무가 우점하고 있음을 나타내고, 특히 타 군락에 비해 신갈나무의 중요치가 나타나지 않았으며 쪽동백나무는 아교목층에서 높은 우점율을 보이고 있었다.

들메나무군락에서 44종에 대한 중요치를 분석한 결과 들메나무는 137.5로 높게 나타났고 다음으로 고로쇠나무, 당단풍, 층층나무, 함박꽃나무, 까치박달 등의 순으로 나타났고. 이러한 결과는 교목층이 들메나무가 우점하고 있음을 나타내고, 특히 고로쇠나무, 층층나무, 함박꽃나무, 까치박달 등 습윤지에 주로 분포하는 수종들의 중요치가 높게 나타난 것으로 미루어 볼 때((Jeong *et al.*, 1997; Yee and Song, 2000) 들메나무군락은 계곡부에 주로 분포하고 지형적 극상림으로 발달할 것으로 예상된다. 까치박달, 당단풍은 아교목층에서 높은 우점율을 보이고 있었다.

주목군락에서 27종에 대한 분석 결과는 주목이 89.7로 가장 높았고 다음으로 신갈나무, 구상나무, 당단풍, 시달나무, 사스래나무, 잣나무 등의 순이었다. 이러한 결과는 교목층이 주목으로 우점하고 있음을 나타내고 있으나 신갈나무(50.3)와 구상나무(29.8)의 중요치가 높게 나타난 것은 각 군락마다 신갈나무와 구상나무의 우점도가 높게 분포하고 있는 것을 보여주며, 당단풍, 시달나무는 아교목층에서 높은 우점율을 보이고 있다.

아교목층 수종인 당단풍은 조사된 군락 전체에 다소 높은 중요치로 고루 분포하였다. 철쭉은 신갈나무군락에서 25.2로 높게 나타났으며, 쪽동백나무는 졸참나무군락과 굴참나무

군락에서 각각 28.2, 15.0으로 다소 높게 나타났다. 쇠물푸레나무는 신갈나무군락에서 생강나무는 굴참나무군락에서 까치박달은 들메나무군락에서 높은 중요치로 나타났고 (Table 2).

3. 흉고직경급 분석

각 조사구에서 매목조사를 실시하여 얻어진 자료를 기초로 중요치가 높게 나타난 수종들에 대한 흉고직경 분포상태를 분석하였다(Figure 2). Moon(2001)은 덕유산에서 우점종의 경급이 정규분포를 하고 있을 때는 그 산림은 항상성을 유지할 수 있고, 역J자형의 분포를 할 때는 동령림에서는 경쟁이 일어나고, 이령림에서는 극상림으로의 유지가 가능하다고 보고 하였다.

신갈나무와 졸참나무는 어린 개체와 중간 개체의 밀도가 높아 계속적으로 우점도가 높아질 것이며, 들메나무는 계곡부에 군락을 형성하고 지리산 피아골(Jang and Yim, 1998), 적상산(Kim *et al.*, 1991; Oh, 1994) 등의 조사에서도 계곡부에 한정적으로 출현하는 것으로 보고 된 것으로 보아서 어린개체의 밀도가 높은 역J자형에 가까운 분포로 나타나 지형적 극상림으로 발달할 것으로 생각된다(Kim *et al.*, 2009b). 굴참나무와 층층나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도는 낮고 중간개체의 밀도가 높은 정규분포형을 나타내고 있어 현상태로 계속 우점도를 유지할 것으로 생각된다. 주

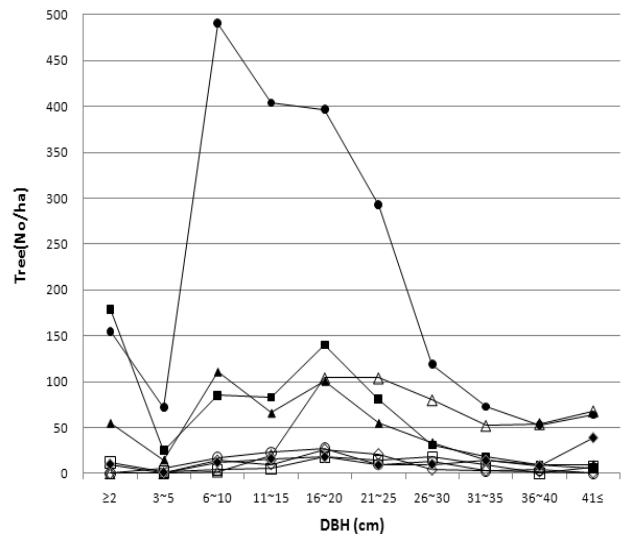


Figure 2. DBH distribution of major tree species on the deciduous forest at Deogyusan Hyangjeokbong (●: *Q. mongolica*, ▲: *Q. serrata*, □: *Q. variabilis*, △: *P. densiflora*, ○: *C. controversa*, ■: *F. mandshurica*, ◆: *T. cuspidata*, ◇: *Abies koreana*)

목은 중간개체와 큰개체가 많아 계속적으로 우점도 상태를 유지 할 것으로 예상된다.

흉고직경급별 분포는 수량 및 산림식생 구조의 간접적인 표현이며, 식생천이의 양상을 추론할 수 있다(Kim and Oh, 1993)고 하였고 Kimmins(1987)는 삼림의 우점종이 역J자형을 가진 size-class빈도 분포형을 나타낸다면 그 지역의 우점종으로 자체 대체가 이루어지는 극상종이라 보고 하였다. 그리고 정규분포형과 역J자형이 공존하고 역J자형의 개체가 많을 경우 정규분포형 집단은 후자에 의하여 천이가 진행될 것으로 보고 하였다.

따라서 식물사회학적 방법과 중요치 분석에서 천이가 진행될 것으로 예상되는 졸참나무군락, 굴참나무군락, 소나무군락, 주목군락을 대상으로 흉고직경급 분포에 의한 천이 경향을 살펴보았다.

졸참나무군락에서 주요수종 5개의 흉고직경급 분포를 살펴보면(Figure 3), 졸참나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 정규분포형을 나타내고 있다. 졸참나무군락은 국지적으로 교목층과 아교목층에 서어나무의 피도가 높고(Table 1), 5cm 이하 어린 개체 수가 많아 서어나무군락으로 천이가 진행될 것으로 추론된다.

굴참나무군락에서 주요수종 5개의 흉고직경급 분포를 살펴보면(Figure 3), 신갈나무와 굴참나무는 어린 개체와 중간 개체가 많아 계속적으로 우점상태를 유지 할 것이며, 굴참나무군락, 졸참나무군락은 성숙된 군락이라 예상되나(Kim, 1992; Song, 2001) 덕유산국립공원 굴참나무군락의 가장자리는 어린개체 수가 현저히 높은 신갈나무가 침입되어 이들 군락은 신갈나무로 점진적인 천이가 진행될 것으로 생각된다.

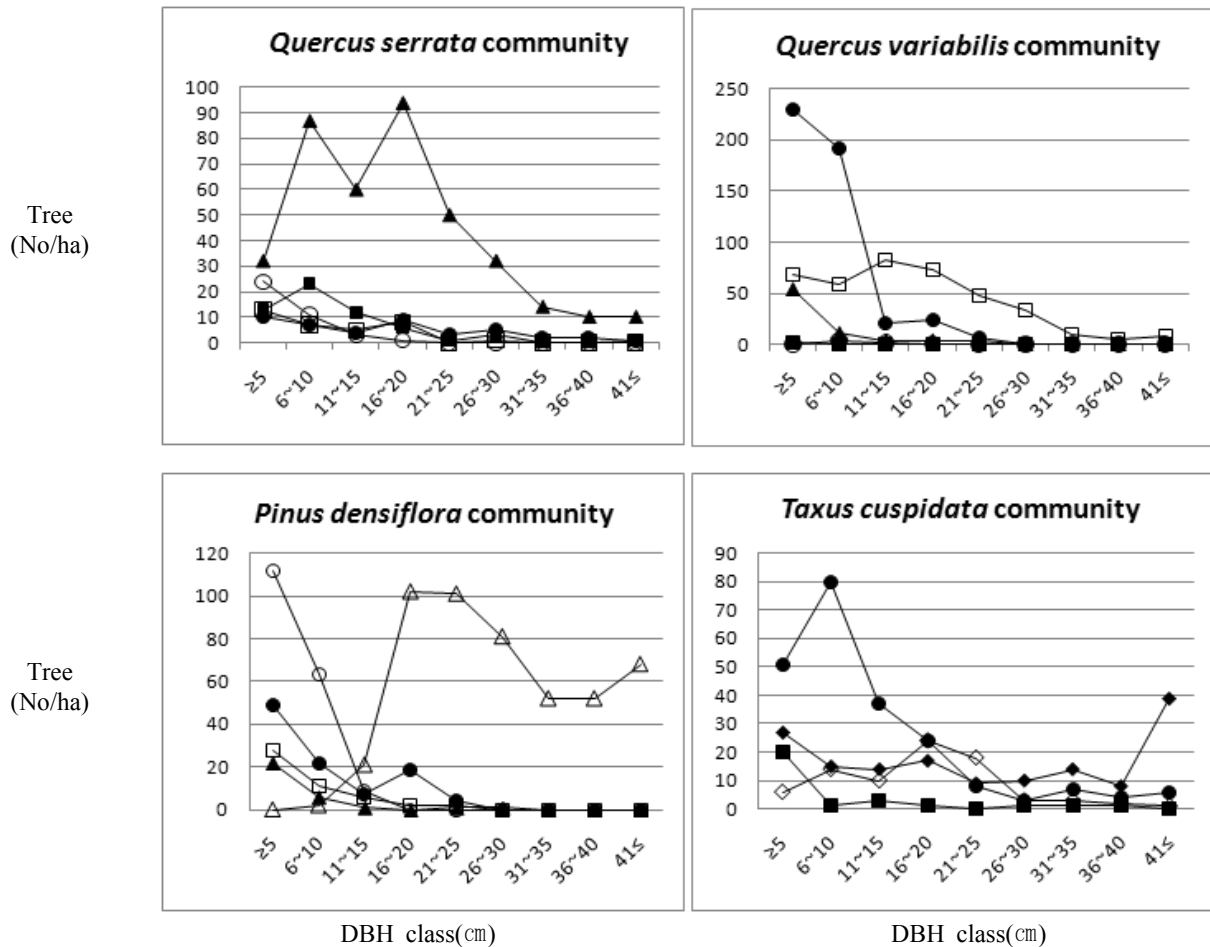


Figure 3. DBH distribution of major tree species on the deciduous forest at *Q. serrata* community, *Q. variabilis* community, *P. densiflora* community, *T. cuspidata* community at Deogyusan Hyangjeokbong (●: *Q. mongolica*, ▲: *Q. serrata*, □: *Q. variabilis*, △: *P. densiflora*, ○: *C. controversa*, ■: *F. mandshurica*, ◆: *T. cuspidata*, ◇: *A. koreana*)

소나무군락에서 중요치가 높게 나타난 주요 수종 5개에 대한 흉고직경급별 분포 상태를 살펴보았다(Figure 3). 소나무는 어린 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체 이상의 밀도가 높아 정규 분포형과 유사한 밀도를 나타내고 있는 것으로 보아 당분간은 소나무 군락이 유지될 것으로 보인다. Song and Jang(1997)은 우리나라의 전형적인 산림 천이는 소나무, 참나무류, 서어나무 순으로 진행된다고 하였는데, 소나무군락에서 서어나무, 신갈나무, 졸참나무의 우점율이 높아 극상림으로 이행되는 천이단계에서 참나무류 등 다른 활엽수종과 경쟁관계를 거칠 것으로 추정된다. 따라서 흉고직경 10cm 이하에서 서어나무, 신갈나무, 굴참나무, 졸참나무 등의 개체 밀도가 높아 해발고도가 높은 지역은 신갈나무군락으로, 해발고도가 낮으며 계곡부 북서사면은 서어나무군락으로 천이가 일어날 것으로 예상되며, 해발고도가 낮으며 남서사면 능선부의 건조지역은 소나무군락이 잔존할 것으로 사료된다.

주목군락에서 주요수종 4개를 대상으로 흉고직경급별 분포를 살펴보았다(Figure 3). 주목은 어린개체와 중간개체가 높아 계속적으로 우점도를 유지할 것으로 예상되나 신갈나무의 어린 개체 밀도가 높아 일부 지역은 주목군락에서 신갈나무군락으로 천이가 될 것으로 예상되며, 구상나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도는 낮고 중간 개체의 밀도가 높은 정규분포형을 나타내고 있어 현상태로 계속 우점도를 유지할 것으로 생각된다. 구상나무와 주목은 중경목에 해당하는 본수가 많이 조사 되었고 하층에서 낮은 수치를 나타내어 치수의 발생이 아주 억제되어 있다는 것을 알 수 있는데 이는 조릿대의 침입으로 빛의 투과량이 차단되어 두 수종의 어린 개체는 낮은 수치를 나타낼 수밖에 없을 것이다.

이상의 4개 군락의 중요치 및 흉고직경급 분포 결과와 냉온대 중부 및 북부지방의 산림군집구조와 천이계열을 (Song and Jang, 1997) 비교하여 볼 때, 본 조사지의 산림구조는 신갈나무군락과 들메나무군락, 졸참나무군락은 계속적으로 우점도를 유지할 것으로 예상된다. 굴참나무군락은

국지적으로 신갈나무군락 천이 도중상에 있었고, 소나무군락은 소나무에서 참나무류림으로 식생천이가 상당히 진행될 것으로 생각된다(Choung and Hong, 2006). 층층나무군락은 당분간 현 상태로 유지되고 주목군락은 지구온난화의 영향으로 국지적으로 아고산대에 분포한 신갈나무군락으로 천이가 진행될 것으로 판단된다.

4. Ordination 분석

본 연구에서 조사된 102개 방형구의 산림식생을 식물사회학적 방법에 의해 분류된 7개 군락과 12개의 환경 요인 (Table 1, 3)으로 DCCA ordination 분석한 결과를 최초 1, 2축에 의해 나타낸 것이다(Figure 4).

제 1축에서는 주목군락과 신갈나무군락, 소나무군락, 굴참나무군락, 졸참나무군락, 들메나무군락, 층층나무군락으로 배열되는 경향이며, 제 2축에서는 군락 간 배열이 뚜렷하지 않았다.

식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고도(즉 온도인자)와 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있는데(Yu and Song, 1989; Song et al., 1998; Seo et al., 1995; Chung et al., 1997) 본 조사에서도 해발고도와 수분이 군락의 분포와 상관이 높은 것으로 나타났다. 제 1축에서 해발고 외에 수분, Ca의 양료, pH도 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 제 2축에서는 사면방향이 높은 상관관계를 나타냈다.

조사된 7개 군락과 환경과의 상관관계를 살펴보면 주목군락과 신갈나무군락은 해발고가 높고 pH가 낮으며 Ca 등의 양료가 적은 건조한 지역에 분포하였는데 Kim and Kil(1997)은 CCA에 의한 덕유산국립공원의 삼림식생분석에서 신갈나무-구상나무군과 주목은 보다 높은 지역(1,400~1,600m)에 분포한다는 보고하였다. 반면 pH가 높고 Ca 양료가 많으며 습한 계곡부 중에 해발고가 낮은 곳에는 층층나무군락이, 해발고가 비교적 높은 곳에는 들메나무

Table 3. Soil characteristics of study site in Deogyusan Hyangjeokbong

Commnity	pH (1:5,w/w)	T-N (%)	Organic matter (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EX-Cation			C.E.C (cmol+/kg)	Sample No.
					Ca ²⁺ (cmol+/kg)	Mg ²⁺ (cmol+/kg)	K ⁺ (cmol+/kg)		
<i>Quercus mongolica</i>	4.40±0.25	0.52±0.19	13.4±7.7	16.9±15.8	0.87±1.46	0.52±0.73	0.36±0.27	25.5±10.5	44
<i>Q. serrata</i>	4.64±0.21	0.47±0.13	10.0±2.08	10.9±5.5	0.87±0.48	0.56±0.27	0.31±0.12	19.6±4.2	11
<i>Q. variabilis</i>	4.67±0.31	0.28±0.08	7.5±2.4	11.9±6.5	0.27±0.27	0.74±0.74	0.39±0.39	16.9±4.8	9
<i>Pinus densiflora</i>	4.46±0.37	0.35±0.14	9.6±6.2	8.6±4.2	1.03±1.32	0.48±0.26	0.32±0.13	21.7±9.4	9
<i>Cornus controversa</i>	5.30±0.20	0.56±0.21	12.5±5.5	44.5±26.6	14.84±6.86	2.51±0.67	1.08±0.53	22.9±7.2	4
<i>Fraxinus mandshurica</i>	4.98±0.30	0.76±0.49	16.8±11.9	30.9±22.4	8.35±8.07	2.00±1.46	0.80±0.61	32.2±17.5	15
<i>Taxus cuspidata</i>	4.26±0.29	0.69±0.32	11.9±8.0	20.6±3.7	0.80±0.24	0.46±0.12	0.46±0.08	24.6±11.5	10

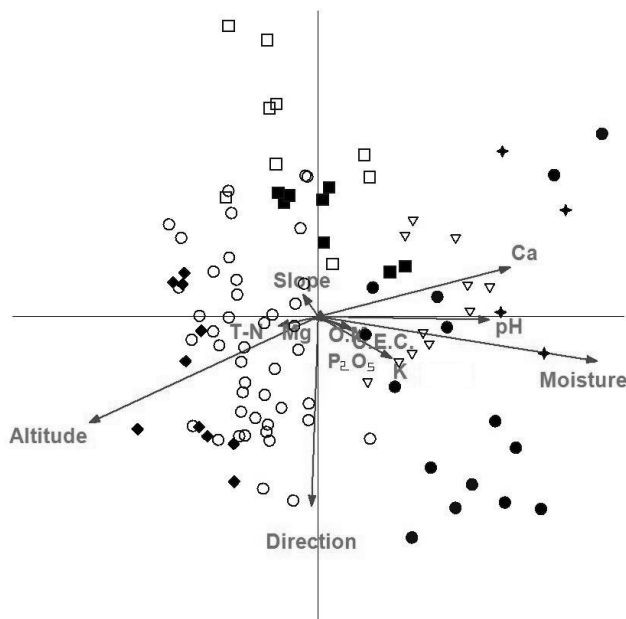


Figure 4. DCCA ordination diagram of plots on the deciduous forest at Deogyusan Hyangjeokbong (○: *Q. mongolica* community, ▽: *Q. serrata* community, ■: *Q. variabilis* community, □: *P. densiflora* community, ◆: *C. controversa* community, ●: *F. mandshurica* community, ◆: *T. cuspidata* community)

군락이 분포하였다. 이는 Kim and Kil(1992)이 DCCA와 polar ordination에 의한 무등산의 삼림 군락 분석에서 들메나무군락은 습하고 고도가 높은 지역과 K, C.E.C 등의 양료가 많은 지역에 군락을 형성하고 있다고 보고 하였으며, Kim and Kil(1997)은 들메나무군락이 토양 수분이 많은 지역에 분포하고 있다고 보고하였고, Chung *et al.*(1997)은 해발고가 비교적 높고 유기물이 많은 계곡부에 들메나무군락이 분포한다는 보고와 일치한다. 소나무군락은 해발고가 중간 정도이고 건조한 곳에 분포하였는데 많은 연구자들의 선행 연구(Yu and Song, 1989; Song, 1990; Kim and Kil, 1992)에서 소나무군락은 건조하고 고도가 낮은 지대와 K, C.E.C, 유기물함량 등의 양료가 상대적으로 적은 지역에 군락을 형성하고 있다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 졸참나무군락은 해발고가 낮고 수분이 많으며 Ca 양료가 적은 곳에 분포 하였는데 Kim *et al.*(2009b)이 남덕유산에서 졸참나무군락은 해발고는 낮으며 양료가 적은 곳에 분포한다는 보고와 일치한다. 굴참나무군락은 중간 정도에 분포하는 것으로 나타났다.

인용문헌

- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. grundzüge der vegetationskunde. Springer-Verlag, New York, 631pp.
- Cho, J.B. and B.S. Kil(1987) Floristic composition and vertical distribution of Mt. Daedun. Korean J. Ecol. 10(2): 53-62. (in Korean with English abstract)
- Choung, H.L. and S.K. Hong(2006) Distribution patterns floristic differentiation and succession of *Pinus densiflora* forest in south Korea: A perspective at nation-wide scale. phytocoenologia 36(2): 213-229. (in Korean with English abstract)
- Choung, H.L., Y.M. Chun and H.J. Lee(2000) Syntaxonomy of the forest vegetation in and surrounding Taegu, Korea. Korean J. Ecol. 23(5): 407-421. (in Korean with English abstract)
- Chung, J.C., K.K. Jang, J.H. Choi, S.K. Jang and D.H. Oh(1997) An analysis of vegetation-environment relationship and forest community in Mt. Unjang by TWINSpan and ORDINATION. Jour. Korean For. Soc. 86(4): 459-465. (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. J. Ecology 32: 476-496.
- Dierssen, K.(1990) Einführung in die pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Hill, M.O. and H.G. Jr. Gauch(1980) Detrended correspondence analysis and improved ordination technique. Vegetatio. 42: 47-58.
- Hill, M.O.(1979) TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an order two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press, 50pp.
- Jang, Y.S. and Y.J. Yim(1998) Vegetation types and their structures of the piagol, Mt. Chiri. Korean J. Bot. 28(2): 165-175. (in Korean with English abstract)
- Jeong, M.H., C.H. Kim, B.C. Kil, H.G. Yoo and S.E. Shin(1997) The forest vegetation of Mt. Kaya National Park, Korea. Korean J. Ecol. 20(2): 145-151. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H. and B.S. Kil(1992) DCCA and polar ordination analysis on the forest communities of Mudŕngsan. Korean J. Ecol. 15(2): 117-125. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H. and B.S. Kil(1997) Canonical correspondence analysis(CCA) on the forest vegetation of Mt. Togyu national park, Korea. Korean J. Ecol. 20(2): 125-132. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H.(1992) A Study on the structure of forest vegetation and the secondary succession in Tögyusan National Park, Korea. Wonkwang University a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, 156pp. (in Korean with English summary)
- Kim, C.H., S.H. Kang and B.S. Kil(1991) The vegetation of Mt. Choksang. Korean J. Ecol. 14(2): 137-148. (in Korean with

English abstract)

Kim, C.S. and J.G. Oh(1993) Phytosociological study on the vegetation of Mt. Mudeung. Korean J. Ecol. 16(1): 93-114. (in Korean with English abstract)

Kim, G.T., J.S. Kim, G.C. Choo and W.H. Jin(1994) Studies on the structure of forest community at Paekryunsa-Hyangchokpong area in Tökyusan National Park. App. Eco. Res. 7(2): 155-163. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S., H.J. Kim, K.S. Lee and H.K. Song(2004) Forest vegetation on the south and north slopes of Donghaksa valley in Gyeryongsan National Park. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 7(2): 52-61. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2009) A study of the vegetation in the Deogyusan National Park(focused on the forest vegetation of the Anseong district). J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 12(6): 1-17. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2009a) A study of the vegetation in the Deogyusan National Park(focused on the forest vegetation of the Anseong district). J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 12(6): 1-17. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S., S.M. Lee, H.L. Chung and H.K. Song(2009b) A study of the vegetation in the Deogyusan National Park - Focused on the deciduous forest at Namdeogyu area-. Kor. J. Env. Eco. 23(5): 471-484. (in Korean with English abstract)

Kim, J.U. and B.S. Kil(2000) The Mongolian oak forest in Korea. Wonkwang University Press, 511pp. (in Korean with English summary)

Kim, J.U. and Y.J. Yim(1986) Classification of forest vegetation of Seonunsan area, Southwestern Korea. Korean J. Ecol. 9: 209-223. (in Korean with English abstract)

Kim, J.U. and Y.J. Yim(1987) Actual vegetation and potential natural vegetation of Seonunsan area, southwestern Korea. Korean J. Ecol. 10: 159-164. (in Korean with English abstract)

Kim, J.U., Y.J. Yim and G.Y. Yang(1989) A exist vegetation of the south-eastern slope in Sobaek National Park. Chung-ang University Journal of the institute for basic science 3: 101-114.

Kimmins, J.P.(1987) Forest ecology. Macmillan, 531pp.

Koh, J.K. and Y.J. Yim(1987) Vegetation of Mt. Chil-gab. Korean J. Ecol. 10(1): 33-42. (in Korean with English abstract)

Korea Meteorological Administration(1971~2000) Meteorological an annual report. Korea Meteorological Administration.

Lee, C.S., H.E. Kim, H.S. Park, S.J. Kang and H.J. Cho(1993) Structure and maintenance mechanism of *Koelreuteria paniculata* community. Korean J. Ecol. 16(4): 377-395. (in Korean with English abstract)

Lee, H.J., D.W. Byun, W.S. Kim, J.S. Lee and C.O. Kim(1994a) Phytosociological study on the forest vegetation of Mt. Kaya. Korean J. Ecol. 16(3): 287-303. (in Korean with English ab-

stract)

Lee, H.J., H.L. Choung and B.H. Bae(1995) Syntaxonomy and analysis of interspecific association on the forest vegetation of Mt. Ch'öngnyang. Korean J. Ecol. 18(1): 121-136. (in Korean with English abstract)

Lee, H.J., J.S. Lee and D.W. Byun(1994b) Community classification and vegetation pattern of *Quercus mongolica* forest in Mt. Myongji. Korean J. Ecol. 17(2): 185-201. (in Korean with English abstract)

Lee, M.J., S. Yee, H.J. Kim, Y.U. Ji and H.K. Song(2004) Vegetation structures and ecological niche of *Quercus serrata* forests. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 7(1): 50-58. (in Korean with English abstract)

Lee, T.B.(1980) Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 990pp. (in Korean)

Lee, W.T. and Y.J. Yim(1978) Studies on the distribution of vascular plants in the Korean Peninsula. Korean J. Pl. Taxon. 8, Supplement: 1-33.

Moon, H.S.(2001) Studies on the forest vegetation structure in sub-alpine zone of Mt. Deokyu National Park. J. Agriculture & Life Sciences 35: 47-54.

Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and sons, N.Y., 547pp.

Oh, K.K.(1994) Plant Community Structure of the Chöksang-sansöng area in Tökyusan National Park. App. Eco. Res. 7(2): 172-180. (in Korean with English abstract)

Park, I.H., G.S. Moon and Y.C. Choi(1994) Forest structure in relation to altitude and part of slope in a valley forest at Tökyusan Area. App. Eco. Res. 7(2): 181-186. (in Korean with English abstract)

Rural Development Administration(2000) Soil chemistry analysis. 450pp.

Seo, B.S., S.C. Kim, K.W. Lee, C.M. Park and C.H. Lee(1995) A study on the structure of vegetation in Deokyusan National Park. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 22(4): 177-185. (in Korean with English abstract)

Song, H.K.(1990) An analysis of vegetation-environment relationships of Mt. Gyeryong and Mt. Deokyu by detrended canonical correspondence analysis. Jour. Korean For. Soc. 79(2): 216-221. (in Korean with English abstract)

Song, H.K. and K.K. Jang(1997) Study on the DBH analysis and forest succession of *Pinus densiflora* and *Quercus mongolica* forests. Jour. Korean For. Soc. 86(2): 223-232. (in Korean with English abstract)

Song, H.K., K.K. Jang and D.H. Oh(1998) An analysis of vegetation-environment relationships of *Quercus mongolica* in Sörsaksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 11(4): 462-468. (in Korean with English abstract)

- Song, H.K., K.S. Lee, S. Yee, H.J. Kim, M.J. Lee and Y.U. Ji(2001) Forest vegetation of military protective sector in Kyeryongsan National Park. Kor. J. Env. Eco. 14(4): 332-340. (in Korean with English abstract)
- Song, J.S and H.K. Kim(1993) Synecological study on the forest vegetation of Imha-dam area, Andong. Korean. J. Ecol. 16(4): 439-457. (in Korean with English abstract)
- Song, J.S.(2001) Phytosociological Study of the Oak(*Quercus* spp.) Forests on Mt. Kaya, bisul, unmun and kaji in southern Kyonfpook peovince. Korean. J. Ecol. 24(1): 9-18. (in Korean with English abstract)
- Song, J.S., S.D. Song, J.H. Park, B.B. Seo, H.S. Chung, K.S. Roh and I.S. Kim(1995) A phytosociological study of *Quercus mongolica* forest on Mt. Sobaek by ordination and classification techniques. Korean J. Ecol. 18(1): 63-87. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C. J. F.(1987) CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 2.1) TNO institute of applied computer science, statistics department, Wageningen, The Netherlands.
- Yee, S.(1998) Waldvegetation und standorte im Odaesan-National Park (Südkorea). Culterra 25, 182pp.
- Yee, S. and H.K. Song(2000) Phytosociological study on vegetation of valley in Kyeryongsan National Park. Kor. J. Env. Eco 14(1): 88-98. (in Korean with English abstract)
- Yim, K.B., G.T. Kim, K.J. Lee and J.S. Kim(1993) Studies on the structure of forest community at Birobong area in Sobaeksan. App. Eco. Res. 6(2):154-161. (in Korean with English abstract)
- Yim, Y.J. and J.U. Kim(1992) The vegetation of Mt. Chiri National Park. The Chung-Ang University Press. 200pp.
- Yim, Y.J. and S.D. Baek(1985) The vegetation of Mt. Sörak National Park. The Chung-Ang University Press. 199pp.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Ecol. 25: 77-88.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1976) Distribution of forest vegetation and climate in Korean peninsula. II. Distribution of climatic humidity/aridity. Jap. J. Ecol. 26: 157-164.
- Yu, J.E., H.K. Song(1989) The analysis of vegetation - environment relationships of Mt. Sokri by TWINSPAN(Two-way indicator species analysis)and DCCA. Res. Rep. Env. Sci. Tech Chungnam Univ., Korea. Vol. 7: 1-8.
- Yun, C.W., C.H. Lee and H.J. Kim(2007) The community structure of forest vegetation in Mt. Gaya, Chungcheongnam-Do Province. Kor. J. Env. Eco. 21(5): 379-389. (in Korean with English abstract)