한국환경생태학회지 30(2): 214-227, 2016 pISSN 1229-3857 eISSN 2288-131X
Korean J. Environ. Ecol. 30(2): 214-227, April 2016 http://dx.doi.org/10.13047/KJEE.2016.30.2.214

남해군 금산 식생 구조 연구 [1a]

김현숙[2] · 박관수[2*] · 이상명[3] · 이상진[2] · 이항구[2] · 박환우[2] · 박대연[2] · 이찬희[4] · 김정현[5] · 이중구[2]

A Study on the Vegetation Structure of the Geumsan in Namhae-gun of Korea[1a]

Hyoun-Sook Kim[2], Gwan-Soo Park[2*], Sang-Myong Lee[3], Sang-Jin Lee[2], Hang-Goo Lee[2], Hwan-Woo Park[2], Dae-Yeon Park[2], Chan-Hee Lee[4], Jung-Hyun Kim[5], Joong-Ku Lee[2]

요 약

본 연구는 남해군 금산에 분포하고 있는 식생의 구조를 파악하기 위해 2014년과 2015년에 실시되었다. 본 연구 조사지의 식생을 식물사회학적 방법과 DCCA ordination으로 분석한 결과, 10개의 자연림(졸참나무군락, 개서어나무군락, 신갈나무군락, 소나무군락, 곰솔군락, 소사나무군락, 굴참나무군락, 느티나무군락, 서어나무군락, 히어리군락)과 2개의 식재림(편백군락 및 삼나무군락)으로 구분되었다. 또한 복곡저수지 아래 계곡부에는 환경부지정 보호야생식물인 히어리가 아교목상으로 군락을 형성하고 있었으며, 복곡저수지 인근 천하저수지 위쪽 임도에서는 끈끈이주걱이 발견되었다. 식재림을 제외한 전체 군락에서 나타난 중요치는 졸참나무가 가장 높았으며(45.7), 중요치가 높은 주요 종에 대한 흉고직경급을 분석한 결과 졸참나무, 신갈나무 및 개서어나무는 정규분포형을 나타내고 있어 현재의 우점도를 유지할 것으로 보인다. 연구대상지내 군락의 토양을 분석한 결과, 평균 토양 pH는 4.28～4.76으로 나타났다. DCCA ordination 분석 결과, 졸참나무군락은 해발고와 상관없이 고르게 분포하는 것으로 나타났고, 곰솔군락 및 소나무군락은 다른 군락들 보다 해발고가 낮고 남사면에 주로 분포하였다.

주요어: **식물사회학**, DCCA ordination, **흉고직경급**, **중요치**

ABSTRACT

This study was conducted to classify the vegetation structure of the Geumsan in Namhae-gun. Using the phytosociological method and DCCA ordination, the vegetation was classified into 10 communities of natural forests (*Quercus serrata*, *Carpinus tschonoskii*, *Q.mongolica*, *Pinus densiflora*, *P.thunbergii*, *C. turczaninowii*, *Q. variablis*, *Zelkova serrata*, *C.laxifora* and *Corylopsis gotoana* var. *coreana*) and 2 communities of plantation forests (*Chamaecyparis obtusa* and *Cryptomeria japonica*). Among the communities other than the plantation forests, the importance value of *Q. serrata* (45.7) was found to be the highest . According to the results of DBH analysis among the species with high importance values, *Q. serrata*, *Q. mongolica* and *C. tschonoskii* showed normal patterns in the size-frequency distribution, suggesting that these species will continue to hold their

1 접수 2016년 2월 6일, 수정 (1차: 2016년 3월 11일), 게재확정 2016년 3월 12일
Received 6 February 2016; Revised (1st: 11 March 2016); Accepted 12 March 2016
2 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam National Univ., Daejeon 34134, Korea
3 국립중앙과학관 National Science Museum, Daejeon 34143, Korea
4 경북대학교 생물학과 Dept. of Biology, Kyungpook National Univ., Daegu 41566, Korea
5 KAIST 생명과학과 Dept. of Biological Science, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 34141, Korea
a 이 논문은 충남대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.
* 교신저자 Corresponding author: E-mail: gspark@cnu.ac.kr

current dominance. The average soil pH in the communities ranged from 4.28 to 4.76. The results of DCCA ordination analysis showed that *Q. serrata* was evenly distributed in the high and low elevation habitats. *P. thunbergii* and *P. densiflora* communities were mainly distributed in the lowest elevation habitats on the southern slope.

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

서 론

한반도는 북반구 중위도에 속하고 남북으로 길게 늘어진 반도로서 북고 남저, 동고 서저 지형과 산지가 66%, 동·서·남 삼면이 바다로 이루어져 있다. 온대지역 특성상 사계절이 뚜렷하며 강수량이 풍부하여 생물이 서식하기에 양호한 자연조건을 갖추어 종 다양성이 높은 지역이다.

우리나라 산림 식생의 대부분은 환경에 영향을 받고 식생이 환경에 작용하여 환경을 변화시키고 변화된 환경은 다시 식생의 조성에 영향을 주는 작용과 반작용을 계속적으로 반복한다. 특히 남해안지역은 우리나라 식생에서 그 보존가치가 인정되는 난·온대성 상록활엽수림이 분포하여 다양한 자원의 보고일 뿐만 아니라 학술적 가치가 큰 곳이라 할 수 있기 때문에 그 조사가 중요한 의미를 가진다고 할 수 있을 것이다(Park, 2002).

남해군 금산은 바다와 접하여 있고 유명한 해수욕장 및 암자가 자리하고 있을 뿐 아니라, 산업화에 따른 삶의 질이 향상되고 주 5일 근무제에 따라 이를 이용하는 등산객과 행락객들의 증가로 탐방로 주변의 식물 생육지가 심하게 훼손되고 있다. 이러한 사회적 변화에서 생물자원 보존과 관리는 매우 중요한 일이라 할 수 있다.

본 연구의 대상지인 남해군 금산의 식물상 및 식생에 관한 연구로는 금산의 남북사면에 따른 삼림식생 구조(Shin and Lee 1990), 남해, 가라산, 통영 지역을 대상으로 관속식물상(Kim *et al*., 1999), 한려해상국립공원 금산지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조(Park *et al*., 1999), 금산 식생에 관한 생태·교육학적 연구(Park, 2002), 남해군 금산지역 식생에 관한 연구(Kim and Lee, 2003), 남해군 삼림식생의 군락생태(Lee and Kim, 2005), 금산의 식물상과 삼림군집구조분석에 관한 연구(Park, 2008) 등이 꾸준히 연구가 되어 왔으나 2010년대 중반부터는 남해군 금산의 식생에 관한 연구가 미흡하다. 특히 흉고직경급 및 식물군락과 상관관계 분석으로서의 식생 연구는 좀 더 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 식물사회학적인 방법에 따라 산림군락을 구분하고 식물군락과 환경과의 상관관계를 규명하며 각 군락의 식생구조와 입지특성을 조사 분석하여 식생 천이에 따른 변화 양상을 파악하고 아울러 식생의 생태학적 보존대책과 남해군 금산의 보존관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 조사지 개황

본 조사지역인 남해군 금산은 행정구역상 남해도의 동남부에 위치한 남해군 상주면과 이동면에 속하고 지리적으로 북위 34° 42′30″～34° 46′31″, 동경 127° 56′01″～128° 00′21″사이에 위치하며, 최고봉인 화엄봉의 높이는 705m이다(Anonymous, 1991-2001). 식물구계학적으로 한반도 남부아구에 속하며(Lee and Yim, 1978), 난·온대성 상록활엽수림이 분포하고 있다(Yim and Kim, 1992). 조사 지역의 기후 조건을 파악하기 위하여, 본 조사지에서 가장 가까운 남해군의 기상청 자료를 이용하였다(Anonymous, 1981～2010). 연평균기온은 14.1°C, 연평균 최고 기온은 19.3℃, 연평균 최저 기온은 9.8℃로 기록되었고 연평균 강수량은 1,839.4㎜로 다소 많은 편이며 이중 51%인 939.8㎜가 여름(6월～8월)에 내려 하계에 강우가 집중되는 하기다우현상을 나타내고 있다(Figure 1). 또한 남해군의 온량지수는 114.6℃·month, 한랭지수는 -5.2℃·month로 나타나 난·온대 상록활엽수 분포대에 속하고 있다. 이 지역 식물상은 전체적으로 보아 졸참나무가 우점하고 개서어나무, 소나무, 신갈나무, 곰솔, 때죽나무, 노각나무, 소사나무, 당단풍, 산딸나무, 굴참나무 등이 분포하며, 사람주나무, 쇠물푸레, 느티나무, 서어나무, 팥배나무, 사스레피나무, 나도밤나무도 다수 분포하고 있다.

2. 식생조사

남해군 금산의 산림 식생을 분석하기 위하여 2014년과 2015년에 현존식생(Park, 2002)을 바탕으로 총 55개 조사구 중에 인위적인 간섭이 비교적 적은 곳으로 판단되는 자연림 46개 조사구, 식재림인 삼나무림 및 편백림 8개 조사

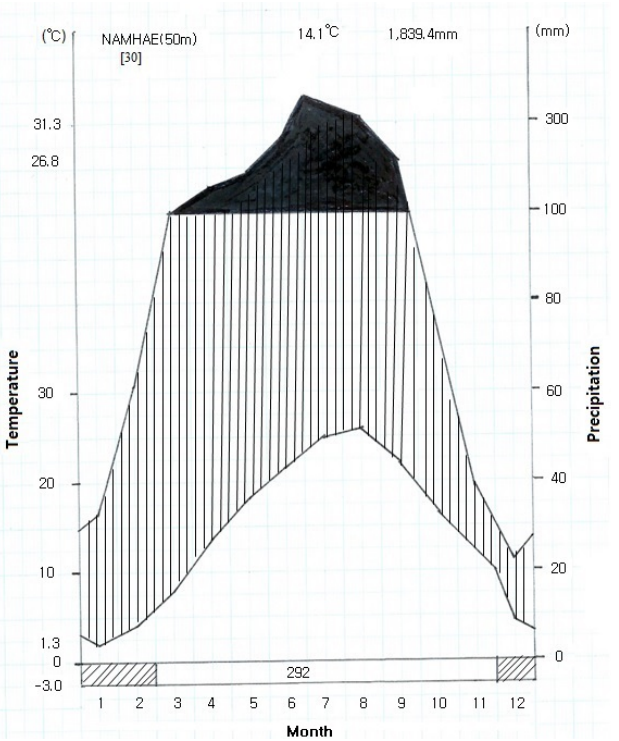

Figure 1. A Climate diagram of Namhae-gun near Geumsan (Meteorological an annual report, 1981-2010)

구, 히어리 조사구 1개를 설정하여 조사하였다(Figure 2). 조사구 면적은 종수-면적 곡선(Brower and Zar, 1977)에 기초하여 최소면적이상의 크기인 15m×15m로 설치하였고 종조성에 입각한 표조작법은 Mueller-Dombois and Ellenberg (1974)에 따랐다.

식물사회학적 조사를 위하여 조사구 내의 출현 식물을 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층으로 구분하고 교목층의 평균 수고와 각 층위별 평균 피도를 기록하였으며, 식물의 학명은 Lee(1980)에 따랐다. 각 조사구에서 출현하는 종 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. 각 계층별 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 사용하였다. 산림의 입지 환경요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하고 토양시료는 낙엽층과 유기물층을 제거한 뒤 깊이 20㎝ 내의 토양을 채취하였다.

3. 자료분석방법

조사구에서 얻어진 자료는 Mueller-Dombois and Ellenberg (1974)의 표조작법에 의하여 군락을 구분하였으며, 종합상재도표를 작성하여 군락간의 종조성을 비교하였다. 군락의 기재 순은 조사구수에 따라 많은 것부터 기재하였다. 또한, 산림군락의 특징을 보다 더 정확하게 분석하기 위하여 매목조사에서 얻은 자료를 이용하여 흉고직경급 분포를 분석하였고 Curtis and Mclntosh(1951)의 방법에 따라 중요치(importance value : IV)를 산출하였다.

채취한 토양시료는 실험실로 밀봉 운반하여, 상온에서 음건시킨 후 2㎜(1,250mesh) 규격체로 쳐서 분석에 사용하였

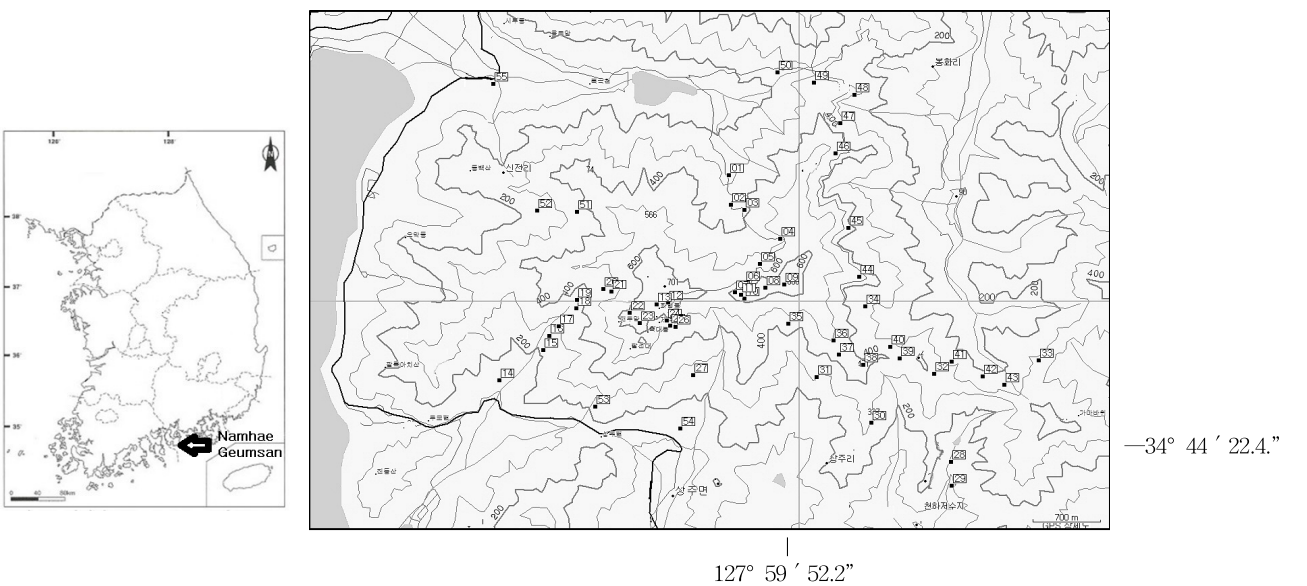

Figure 2. Sample plots of the Geumsan in Namhae-gun

다. 분석 항목 중 토양 pH는 1:5 증류수 토양현탁액에 대해 pH측정기(ISTEX, pH200L)를 이용하여 측정하였으며, 유기물은 Tyurin법, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법, 양이온치환용량은 Brown간이법, 칼륨은 염광분석법, 그리고 칼슘과 마그네슘은 EDTA적정법으로 측정하였다(Anonymous, 2000).

식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하기 위한 Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979a,b), Ter Braak(1998)의 CANOCO program을 이용하였다. Ordination 분석 시 해발고도는 미터(m) 단위를, 경사도는 도(°)를 사용하였으며, 방위는 360° 를 8등분으로 구분하고 수분과 밀접한 관계를 감안하여 '북·북동·북서·동·서·남동·남서·남'을'8·7·6·5·4·3·2·1'의 수치로 환산하여 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 식물사회학적 방법에 의한 군락 분류

총 55개의 조사구에서 출현한 212분류군을 대상으로 Mueller-Dombois and Ellenberg(1974)의 표조작법에 따라 종합상재도표를 작성하여 분류하였다(Table 1). 남해군 금산의 식물군락은 졸참나무군락, 개서어나무군락, 신갈나무군락, 소나무군락, 곰솔군락, 소사나무군락, 굴참나무군락, 느티나무군락, 서어나무군락, 히어리군락과 식재림인 편백군락 및 삼나무군락으로 구분되었다. Kim and Lee(2003)가 남해군 금산지역의 식생을 10개의 자연군락(소나무군락, 곰솔군락, 상수리나무군락, 졸참나무군락, 굴참나무군락, 신갈나무군락, 때죽나무군락, 느티나무군락, 개서어나무군락, 히어리군락)과 1개의 식재림(편백식재림)으로 구분한 결과와 비슷한 양상을 나타냈다. 또한, 복곡저수지 아래 계곡부에는 히어리가 아교목상으로 군락을 형성하고 있었으며, 복곡저수지 인근 및 천하저수지 위쪽 임도에서는 끈끈이주걱이 출현하였다.

A. 졸참나무군락(*Quercus serrata* community)

졸참나무군락은 졸참나무로 구분되었으며 군락 구분에 이용된 조사구는 12개이었다. 해발고 112～624m(평균 390m)의 모든 사면에 출현하며 본 조사지에서 가장 넓은 부분을 차지하고 있었는데 이는 Kim and Lee(2003)가 남해군 금산지역 식생에서 졸참나무군락은 정상부 북사면과 동사면의 해발 210～515m사이에 분포한다고 보고한 것과는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 졸참나무는 참나무속 낙엽활엽수 중에서 비교적 남방계에 속하는 분류군으로 중부지역에서는 습기가 많은 계곡부에서 주로 군락을 이루는 분류군이다(Kim, 2010). 그러나 남부지역 특히 도서지역과 해안가에서는 해양성기후에 영향을 받아서 계곡부가 아닌 지역에서도 고르게 분포하는 특징이 있다. 교목층의 평균 수고는 16m이고 경사는 5～30°(평균 17°)이며, 평균 출현 종수는 33분류군으로 조사되었다.

교목층의 평균 피도는 91%로 졸참나무가 우점하고 개서어나무, 소나무, 굴참나무, 왕벚나무, 서어나무, 산벚나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 평균피도가 54%로 높은 피도를 나타내었으며, 사람주나무, 당단풍이 우점하고, 노각나무, 때죽나무, 산딸나무, 개서어나무, 쇠물푸레, 졸참나무 등이 혼생하였다. 관목층은 평균피도 36%로 사람주나무가 우점하고 생강나무, 철쭉, 덜꿩나무, 당단풍, 개옻나무, 쇠물푸레, 조록싸리 등이 혼생하였다. 초본층의 평균피도는 29%로 청미래덩굴, 사람주나무, 쇠물푸레, 국수나무, 조록싸리, 그늘사초, 애기나리, 생강나무, 단풍취가 우점하였다.

B. 개서어나무군락(*Carpinus tschonoskii* community)

개서어나무군락은 개서어나무가 우점하고 주요 군락 구분종은 까치박달, 만주고로쇠, 점박이천남성, 십자고사리이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 8개이었다. 해발고 228～621m(평균 453m)의 산 상부 북동사면에 분포하였으며 경사는 5～25°(평균 18°)로 약간 급한 편이고 출현 종수는 33분류군이며 교목층의 평균 수고는 16m로 조사되었다(Table 1).

이 군락의 피도는 교목층이 90%로 개서어나무가 우점하며 졸참나무, 신갈나무, 노각나무, 소나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 피도 66%로 때죽나무, 산딸나무가 우점하며 개서어나무, 당단풍, 노각나무, 까치박달, 층층나무, 비목나무 등이 혼생하였다. 관목층은 피도 29%로 국수나무, 좀작살나무가 우점하고 당단풍, 비목나무, 개서어나무, 쇠물푸레, 덜꿩나무, 산딸나무 등이 혼생하였다. 초본층은 피도 36%로 그늘사초, 비목나무, 국수나무, 좀작살나무, 생강나무가 우점하고 노랑제비꽃, 개족도리, 남산제비꽃, 점박이천남성, 단풍취, 둥굴레 편백 등이 혼생하였다. 본 군락은 교목층에서만 참나무류가 출현하였다.

C. 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community)

신갈나무군락은 신갈나무가 우점하고 군락의 구분에 이용된 조사구는 7개이었다. 해발고 628～675m(평균 650m)로 높은 지역의 모든 사면에 분포하였고 경사는 10～25°(평균 17°)로 비교적 급한 편이며, 교목층의 평균 수고는 11m로 낮은 수치를 보였고 평균 출현종수는 24분류군으로 조사되었다.

이 군락의 평균 피도는 교목층이 93%로 신갈나무가 우점

Table 1. A Synthesized table of forest community on the deciduous forest of the Geumsan in Namhae-gun

A : *Quercus serrata* community
B : *Carpinus tschonoskii* community
C : *Quercus mongolica* community
D : *Pinus densiflora* community
E : *Pinus thunbergii* community
F : *Carpinus turczaninowii* community
G : *Quercus variabilis* community
H : *Zelkova serrata* community
I : *Carpinus laxiflora* community
J : *Corylopsis gotoana* var. *coreana* community
K : *Chamaecyparis obtusa* community
L : *Cryptomeria japonica* community

Community type	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Number of relevé	12	8	7	5	5	4	2	2	1	1	5	3
Altitude(m)	390	453	650	270	268	461	451	547	380	40	271	310
Slope degree(°)	17	18	17	19	17	23	23	20	25	10	20	17
Height of tree layer(m)	16	16	11	12	15	9	11	17	13	10	21	16
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	91	90	93	80	79	86	95	83	95	85	83	92
Coverage of upper tree(T2) layer(%)	54	66	60	65	55	40	35	48	30	60	21	50
Coverage of shrub(S) layer(%)	36	29	39	32	34	45	50	23	55	20	40	35
Coverage of herb(H) layer(%)	29	36	54	27	21	45	48	73	50	10	37	43
Number of species	33	33	24	34	32.8	32	31	39	34	21	33	32
Differential species of *Quercus serrata* community												
Quercus serrata	V	IV	.	III	III	1	2	1	.	.	II	2
Differential species of *Carpinus tschonoskii* community												
Carpinus tschonoskii	II	V	I	I	II	.	.	1	.	.	I	.
Carpinus cordata	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer truncatum	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arisaema angustatum var. *peninsulae*	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polystichum tripteron	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Differential species of *Quercus mongolica* community												
Quercus mongolica	.	II	V	I	I	2	1	.	.	.	.	.
Differential species of *Pinus densiflora* community												
Pinus densiflora	II	II	I	V	III	1	.	.	.	.	I	1
Differential species of *Pinus thunbergii* community												
Pinus thunbergii	I	I	.	I	V	1	1	.	.	.	I	1
Differential species of *Carpinus turczaninowii* community												
Carpinus turczaninowii	.	.	I	.	.	4	1	.	.	.	.	.
Trachelospermum asiaticum var. *majus*	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Lepisorus onoei	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Differential species of *Quercus variabilis* community												
Quercus variabilis	II	I	.	II	I	1	2	.	.	.	.	1
Differential species of *Zelkova serrata* community												
Zelkova serrata	I	I	.	.	.	.	.	2	.	.	I	.
Hedera rhombea	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Cleistogenes hackelii	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Pseudostellaria palibiniana	.	I	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Persicaria nepalensis	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Pinellia ternata	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Differential species of *Carpinus laxiflora* community												
Carpinus laxiflora	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Differential species of *Corylopsis gotoana* var. *coreana* community												
Corylopsis gotoana var. *coreana*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Differential species of *Chamaecyparis obtusa* community												
Chamaecyparis obtusa	I	I	.	.	I	.	.	.	.	.	V	1
Cymbidium goeringii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
Lastrea japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
Differential species of *Cryptomeria japonica* community												
Cryptomeria japonica	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	I	3
Companions												
Stewartia koreana	IV	IV	V	IV	III	2	2	.	.	1	II	3

Table 1. (Continued)

Fraxinus sieboldiana	V	III	V	V	IV	4	2	2	.	.	IV	3
Lindera obtusiloba	IV	IV	.	II	III	3	2	2	.	.	II	3
Acer pseudosieboldianum	V	IV	V	II	II	2	.	2	.	.	II	1
Sorbus alnifolia	III	I	V	III	V	3	2	.	1	.	II	1
Rhododendron schlippenbachii	IV	II	V	V	I	4	2	.	.	.	III	1
Styrax japonica	IV	V	III	IV	V	3	.	2	1	1	III	1
Viburnum erosum	IV	III	I	IV	II	4	2	.	1	1	II	.
Cornus kousa	IV	V	.	III	IV	3	2	2	1	.	II	2
Sapium japonicum	V	III	II	II	II	.	2	2	.	.	I	1
Eurya japonica	I	I	.	III	III	.	.	2	.	1	III	3
Lindera erythrocarpa	III	V	III	IV	III	2	2	2	1	.	III	2
Stephanandra incisa	V	V	III	IV	III	3	2	2	1	1	III	1
Lespedeza maximowiczii	V	III	V	I	II	4	2	.	.	.	.	.
Smilax china	V	IV	V	IV	V	4	2	.	1	1	IV	2
Carex lanceolata	V	IV	V	III	II	4	2	2	1	.	II	1
Disporum smilacinum	V	IV	IV	III	IV	4	2	.	1	.	II	2
Oplismenus undulatifolius	III	IV	II	IV	V	3	2	2	1	.	III	.
Viola dissecta var. *chaerophylloides*	II	IV	III	III	I	3	.	2	1	.	III	1
Viola orientalis	IV	IV	II	I	II	3	2	.	.	.	II	2
Symplocos chinensis for. *pilosa*	III	I	III	II	I	3	2	2	.	.	II	.
Paederia scandens	II	II	I	V	III	4	2	2	1	.	II	3
Rhus trichocarpa	IV	II	I	IV	III	3	.	.	1	.	IV	1
Trachelospermum asiaticum var. *intermedium*	I	.	.	II	III	3	.	2	.	1	III	3
Callicarpa dichotoma	II	V	.	III	III	2	.	.	.	.	IV	2
Pyrola japonica	IV	I	II	I	I	2	2	.	.	.	.	.
Indigofera kirilowii	II	.	I	III	IV	3	2	.	.	.	.	1
Dryopteris bissetiana	I	IV	I	I	.	2	.	2	.	1	I	1

* The other species were omitted by author

하고 노각나무, 소나무, 개서어나무 등이 혼생하였다. 한편 전 지역에 분포하는 졸참나무는 본 군락에서는 출현하지 않았다. 아교목층은 평균피도 60%로 당단풍, 쇠물푸레, 팥배나무, 노각나무가 우점하고 철쭉, 때죽나무, 신갈나무, 소사나무, 개서어나무, 사람주나무 등이 혼생하였다. 관목층의 평균 피도는 39%로 철쭉이 우점하고 당단풍, 쇠물푸레, 털진달레, 노린재나무, 청미래덩굴, 조록싸리, 노각나무, 생강나무, 팥배나무, 진달래, 산철쭉 등이 혼생하였다. 초본층의 평균 피도는 54%로 그늘사초, 단풍취, 애기나리, 쇠물푸레, 철쭉, 당단풍 등이 우점하였다.

D. 소나무군락(*Pinus densiflora* community)

소나무군락은 소나무가 우점하고 군락 구분에 이용된 조사구는 5개이었다. 해발고 178～440m(평균 270m)의 다소 낮은 남서사면에 분포하였으며, 이는 남해군 금산지역 식생에 관한 연구(Kim and Lee, 2003)에서 소나무군락은 해발 140～200m지점에 분포한다고 한 결과와는 다소 차이를 보였다. 경사는 10～30°(평균 19°)로 해발고가 낮은 지역에서는 경사가 완만한 편이었으나 해발고가 높은 지역의 소나무군락은 경사가 급한 지역에 분포하였다. 출현종수는 34분류군이었고 교목층의 평균 수고는 12m이었다.

이 군락의 교목층 평균피도 80%로 소나무가 우점하며 졸참나무, 노각나무, 곰솔, 굴참나무, 삼나무, 떡갈나무가 혼생하고, 아교목층은 65%로 소나무, 사스레피나무, 노각나무, 때죽나무, 산벚나무가 우점하며 쇠물푸레, 산딸나무, 졸참나무, 합다리나무, 당단풍, 삼나무 등이 혼생하였다. 관목층의 피도는 32%로 쇠물푸레가 우점하고 철쭉, 비목나무, 때죽나무, 국수나무, 좀작살나무 노각나무 등이 혼생하였다. 초본층의 피도는 27%로 쇠물푸레, 철쭉, 계요등, 청미래덩굴, 마삭줄, 노각나무, 애기나리, 땅비싸리, 구절초, 대사초, 단풍마 등이 혼생하였다.

E. 곰솔군락(*Pinus thunbergii* community)

곰솔군락은 곰솔로 구분되었으며 군락 구분에 이용된 조사구는 5개이었다. 남동사면과 남서사면의 해발고 142～442m(평균 268m)에 분포하였으며, 이 군락은 경사 5～30°(평균 17°)로 소나무군락과 같이 해발고가 낮은 지역에서는 경사가 완만한 편이었으나 해발고가 높은 곳에서는 경사가 급한 지역에 분포하였다. 교목층의 평균 수고는 15m로 조사되었고 출현종수는 33분류군이었다.

이 군락의 교목층은 79%로 곰솔이 우점하며 졸참나무도 높은 피도를 나타냈다. 아교목층은 55%로 곰솔, 때죽나무, 졸참나무가 우점하고, 산딸나무, 개서어나무, 노각나무, 사스레피나무, 산벚나무, 팥배나무, 당단풍, 사람주나무 등이 혼생하였으며, 관목층의 피도는 34%로 팥배나무, 쇠물푸레, 노각나무, 생강나무, 사스레피나무, 국수나무, 광나무, 개옻나무, 쪽동백나무 등이 혼생하고 초본층의 피도는 21%로 주름조개풀, 쇠물푸레, 마삭줄이 우점하고 팥배나무, 청미래덩굴, 애기나리, 땅비싸리. 계요등, 그늘사초, 때죽나무, 산딸나무, 비목나무 등이 소수로 혼생하였다.

F. 소사나무군락(*Carpinus turczaninowii* community)

소사나무군락은 소사나무가 우점하고 구분종은 백화등, 애기일엽초이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 4개이었다. 이 군락은 해발고 392～555m(평균 461m), 경사 15～30°(평균 23°)인 남서사면의 급한 지역에 분포하였다. 한편 이 군락은 사면상부에서 암반이 노출되어 있는 지역에 주로 분포하였는데 이는 Lee and Kim(2005)이 해발 440m 이상의 사면상부에서 정상부의 주로 암반이 노출되어 있는 지역에 주로 분포한다는 보고와 일치한다. 교목층 평균 수고는 9m로 다른 군락들에 비해 가장 낮은 수치를 나타냈고 출현종수는 32분류군으로 조사되었다.

이 군락의 교목층 평균 피도는 86%로 소사나무가 우점하고 졸참나무, 굴참나무, 팥배나무, 때죽나무, 신갈나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 피도가 40%로 소사나무, 쇠물푸레가 우점하고 서어나무, 생강나무, 팥배나무, 철쭉, 때죽나무 등이 혼생하며, 관목층은 피도 45%로 높은 값을 보이며, 쇠물푸레가 우점하고 소사나무, 철쭉, 때죽나무, 국수나무, 진달래 등이 혼생하였다. 초본층 피도는 45%로 쇠물푸레, 청미래덩굴, 조록싸리, 계요등, 그늘사초, 애기나리, 억새, 댕댕이덩굴, 마삭줄 등이 혼생하였다.

G. 굴참나무군락(*Quercus variablis* community)

이 군락 구분종으로는 굴참나무이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 2개이었다. 해발고 411～490m(평균 451m), 경사 20～25°(평균 23°)인 비교적 급한 남사면이었으며, Lee and Kim(2005)이 굴참나무군락은 대부분 해발 약 125～260m의 사면하부에 주로 분포하였다고 보고한 것과 차이가 있었으나 Kim et al.(2010)의 덕유산국립공원 남사면과 북사면의 식생 비교에서 굴참나무군락은 주로 남사면에 분포하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 교목층의 평균 수고는 11m이었으며 평균 출현종수는 31분류군으로 조사되었다.

이 군락의 평균 피도는 교목층이 95%로 굴참나무가 우점하고 졸참나무, 노각나무가 높은 피도를 나타냈다. 아교목층은 35%로 타 군락보다 낮은 값을 보였으며, 졸참나무, 소사나무, 굴참나무, 노각나무, 산딸나무, 사람주나무, 쇠물푸레 등이 혼생하였다. 관목층의 평균 피도는 50%로 타 군락보다 높은 값을 보였으며, 쇠물푸레, 조록싸리, 산딸나무, 졸참나무가 우점하며 초본층의 평균 피도는 48%로 땅비싸리, 굴참나무, 조록싸리, 그늘사초, 계요등, 억새 등이 우점하였다.

H. 느티나무군락(*Zelkova serrata* community)

느티나무군락은 느티나무가 우점하고 주요 군락 구분종은 느티나무, 송악, 대새풀, 큰개별꽃, 산여뀌, 반하이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 2개이었다. 해발고 523～571m(평균 547m), 경사 10～30°(평균 20°)로 급한 편의 남사면 계곡부에 분포하였는데 Cho and Kil(1987)이 대둔산에서 계곡부에 느티나무가 분포한다고 하였으며, Park et al.(1999)이 한려해상국립공원 금산지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조에서 계곡부에 느티나무가 우점한다는 보고와 일치한다. 조사구당 평균 출현 종수는 39분류군으로 조사된 군락 중 가장 다양하였다. 교목층의 평균 수고는 17m로 조사되었다.

이 군락의 평균피도는 교목층 83%로 느티나무가 우점하며 졸참나무, 개서어나무, 왕벚나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 평균피도 48%로 때죽나무, 사람주나무, 당단풍, 산딸나무, 팽나무 등이 혼생하였다. 관목층은 평균피도 23%로 때죽나무, 사람주나무, 쥐똥나무, 송악, 당단풍, 느티나무, 보리장나무 등이 소수로 혼생하였다. 초본층은 평균피도 73%로 대새풀, 송악, 큰개별꽃, 주름조개풀이 우점하고 산수국, 물봉선, 닭의장풀, 산여뀌 등이 혼생하였다. 이 군락은 조사된 타 군락에 비해 초본층의 피도가 높게 나타났는데 이는 교목층과 관목층의 피도가 낮아 광투과율이 높았기 때문이라 사료된다(Kim *et al*., 2010).

I. 서어나무군락(*Carpinus laxifora* community)

서어나무군락은 해발고 380m의 북동사면에 분포하였다. 경사는 25°로 급한 편이며, 조사구 출현 종수는 34분류군이고 교목층의 평균 수고는 13m로 조사되었다. 본 조사지에서는 개서어나무가 주로 분포하였고 서어나무는 드물게 나타났으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 1개이었는데 남해군 금산은 개서어나무군락이 서어나무군락에 비해 많이 분포 하였다.

주요 군락 구분종은 서어나무이었으며, 이 군락의 교목층 피도는 95%로 서어나무가 우점하며 졸참나무가 혼생하였다. 아교목층은 피도 30%로 산딸나무, 서어나무가 우점하며 팥배나무, 때죽나무, 비목나무, 나도밤나무, 회나무 등이 혼생하였다. 관목층은 피도 55%로 비목나무, 생강나무, 노

각나무가 우점하고 13분류군의 다소 많은 종이 관목층을 이루고 있었다. 초본층은 피도 55%로 높은 값을 보였으며, 쇠물푸레, 생강나무, 국수나무, 청미래덩굴이 높은 피도를 보였고 그늘사초, 주름조개풀, 계요등, 가새잎개머루, 대사초, 서어나무, 노각나무, 팥배나무, 때죽나무, 비목나무 등이 혼생하였다. Jang and Yim(1998)의 지리산 피아골에서 군집이 발달해 감에 따라 내음성이 강한 서어나무에 의해 신갈나무가 대체될 것이라는 연구 결과를 볼 때 본 조사 지역에서 광범위하게 분포하는 졸참나무군락에서 서어나무군락으로의 천이선상에 있는 것으로 사료된다.

J. 히어리군락(*Corylopsis gotoana* var. *coreana* community)

히어리군락은 복곡저수지 아래 아교목상으로 군락을 형성하고 있었는데 군락 구분종은 히어리이었으며, 해발고 40～110m, 경사 10°로 북서사면 계곡부에 선상으로 분포하였다. 조사구 출현 종수는 21분류군이며, 교목층의 평균 수고는 10m로 조사되었다.

이 군락의 교목층 피도는 10%로 편백, 노각나무, 사방오리, 굴참나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 피도 85%로 히어리가 우점하며, 때죽나무, 사스레피나무 등이 높은 피도를 나타냈다. 관목층은 피도 20%로 히어리가 우점하며, 편백, 삼나무, 사스레피나무, 국수나무 등이 소수로 혼생하였다. 초본층은 피도 10%로 삼나무, 마삭줄, 히어리, 비비추, 처녀고사리, 고비, 청가시덩굴 등이 혼생하였다.

K. 편백군락(*Chamaecyparis obtusa* community)

편백군락은 편백이 우점하고 주요 군락 구분종은 편백, 보춘화, 지네고사리이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 5개이었다. 동사면과 남사면의 해발고 128～492m(평균 271m)에 분포하였으며, 이 군락은 경사 5～35°(평균 20°)로 비교적 급한 편이었는데 소나무 및 곰솔군락과 다르게 해발고가 낮은 지역에서는 경사가 급한 편이었으나 해발고가 높은 곳에서는 경사가 완만한 지역에 분포하였다. 교목층의 평균 수고는 21m로 다른 군락과 비교해 볼 때 높게 조사되었고 출현종수는 33분류군이었다.

이 군락의 교목층 평균피도는 83%로 편백이 우점하며, 졸참나무, 개서어나무, 느티나무, 소나무, 곰솔, 산벚나무 등이 혼생하였다. 아교목층은 평균피도 21%로 편백, 산딸나무, 졸참나무, 때죽나무, 사스레피나무, 노각나무, 개옻나무, 당단풍 등이 혼생하며, 관목층은 평균피도 40%로 사스레피나무, 쇠물푸레, 좀작살나무, 개옻나무, 졸참나무, 편백, 철쭉, 비목나무, 당단풍, 때죽나무, 광나무 등이 혼생하였다. 초본층은 피도 37%로 쇠물푸레, 청미래덩굴, 좀작살나무, 개옻나무, 국수나무, 주름조개풀, 마삭줄, 대사초, 보춘화 소나무 등이 혼생하였다.

L. 삼나무군락(*Cryptomeria japonica* community)

삼나무군락은 군락 구분종은 삼나무이었으며, 군락 구분에 이용된 조사구는 3개이었다. 해발고 217～406m(평균 310m)로 경사 10～25°(평균 17°)의 남서사면에 분포하였으며, 조사구당 평균 출현 종수는 32분류군이었다. 교목층의 평균 수고는 16m로 조사되었다.

이 군락의 평균피도는 교목층 92%로 삼나무가 우점하며, 졸참나무, 곰솔, 소나무, 굴참나무, 편백, 노각나무가 높은 피도로 혼생하였다. 식재림인 삼나무군락에서 소나무, 곰솔, 참나무류 등이 높은 피도를 차지하고 있는 바, 자연림으로 상당히 천이가 진행 된 것으로 사료된다(Kim, 2010). 아교목층은 평균피도 50%로 사스레피나무, 삼나무가 우점하며, 팽나무, 졸참나무, 산딸나무, 곰솔, 노각나무, 때죽나무, 합다리나무 등이 혼생하였다. 관목층은 평균피도 35%로 삼나무, 사스레피나무, 쇠물푸레, 비목나무, 좀작살나무, 감탕나무 등이 혼생하였다. 초본층은 평균피도 43%로 마삭줄, 계요등, 삼나무가 우점하고 비목나무, 쇠물푸레, 회잎나무, 애기나리, 담쟁이덩굴, 노랑제비꽃, 좀작살나무, 단풍마, 산딸나무, 노각나무, 청미래덩굴 등이 혼생하였다.

2. 토양환경과 식물군락

본 연구지역인 남해군 금산 토양의 화학적 특성은 다음과 같다(Table 2). 토양의 pH는 평균 4.58로 토양의 산성화가 일부 진행된 것으로 판단된다. Lee(2003)는 금산을 포함한 남해군 지역에 분포하고 있는 산림토양의 A층 평균 pH는 4.70로 보고하고 있으며, 또한 Lee(2008)는 남해군 서면에서의 산림토양의 pH는 4.08로 강산성을 가지고 있는 것으로 보고하였다. 일반적으로 수목의 생육 적정 pH는 4.8～6.5의 범위로(Lee, 2000) 알려지고 있으며, Jeong *et al*. (2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 A층 평균값인 5.48과 경남지역 산림토양의 A층 평균값인 5.27에 비하여 매우 낮은 것으로 나타났다.

본 연구지역의 토양 중 유기물 함량은 평균 8.47%로 Jeong *et al*. (2002)이 보고한 우리나라 산림토양에서의 평균값보다 높은 것으로 나타났으며, Lee (2003)가 보고한 남해군 지역 산림토양의 평균 유기물 함량인 10.3%보다는 낮은 값을 나타냈다. 토양 중 전질소 함량은 0.24%로 Jeong *et al*. (2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 평균값인 0.19%보다 다소 높게 나타났으며, 양이온 치환용량 또한 16.16cmol^{+}/kg으로 우리나라 산림토양의 평균(12.5cmol^{+}/kg)보다(Jeong *et al*., 2002) 높게 나타나서, 토양 내 유기물 함량이 전질소 함량 및 양이온치환용량에 영향을 미친다는

Table 2. Soil characteristics in 0～20㎝ soil depth of study area of the Geumsan in Namhae-gun

Commnity	pH (1:5,w/w)	T-N (%)	O.M. (%)	P2O5 (mg/kg)	EX-Cation			C.E.C ($cmol^+/kg$)
					K^+ ($cmol^+/kg$)	Ca^{++} ($cmol^+/kg$)	Mg^{++} ($cmol^+/kg$)	
Quercus serrata	4.63±0.30	0.28±0.08	9.23±3.96	11.97±4.37	0.35±0.52	0.46±0.61	0.15±0.21	18.50±9.07
Carpinus tschonoskii	4.58±0.10	0.26±0.09	9.02±2.76	13.49±8.39	0.25±0.07	0.59±0.24	0.44±0.68	16.02±5.40
Quercus mongolica	4.28±0.09	0.32±0.08	11.37±3.23	15.26±4.80	0.18±0.03	0.12±0.06	0.07±0.04	22.02±2.90
Pinus densiflora	4.53±0.21	0.15±0.08	3.63±4.21	7.88±7.64	0.23±0.04	0.41±0.01	0.72±0.51	12.95±1.94
Pinus thunbergii	4.65±0.17	0.14±0.08	5.85±3.06	8.69±4.91	0.21±0.10	0.47±0.26	0.14±0.08	10.86±2.84
Carpinus turczaninowii	4.66	0.26	11.56	23.54	0.18	1.04	0.20	14.33
Quercus variabilis	4.64	0.21	10.02	11.76	0.10	0.21	0.02	14.23
Zelkova serrata	4.45±0.04	0.42	12.10±0.26	56.91±7.49	0.32±0.04	0.98±0.26	0.23±0.04	25.74±0.53
Carpinus laxiflora	4.64	0.19	7.96	11.35	0.14	0.29	0.09	13.56
Chamaecyparis obtusa	4.76±0.14	0.22±0.14	7.01±4.85	30.51±30.98	0.33±0.18	1.84±2.01	0.53±0.38	17.10±6.55
Cryptomeria japonica	4.53±0.26	0.14±0.06	5.45±2.18	7.74±3.97	0.16±0.05	0.28±0.15	0.16±0.16	12.50±2.46
Total average	4.58±0.16	0.24±0.08	8.47±3.06	18.10±9.07	0.22±0.13	0.61±0.45	0.25±0.26	16.16±3.96

* T-N=Total nitrogen concentration, O.M.=Organic matter, C.E.C=Cation exchange capacity.

선행연구와 일치하는 결과를 보였다(Brady, 1990).

본 연구의 토양 중 치환성 Ca^{2+} 함량은 0.61$cmol^+/kg$으로 Jeong *et al*. (2002)이 보고한 우리나라 산림토양에서의 평균 함량보다 낮은 것으로 나타났으며, 치환성 K와 Mg의 함량은 유사한 경향을 보였다.

군락별로 보면 편백군락에서 토양의 pH가 가장 높은 것으로 나타났다(Table 2). 토양 중 유기물함량, 전질소, 유효인산 및 양이온치환용량은 느티나무군락에서 가장 높게 나타났으며, 소나무군락에서 낮게 나타났다. 토양의 치환성양이온(K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+})함량은 토양 pH와 밀접한 관계가 있는데 pH가 가장 낮은 신갈나무군락에서 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 토양 유기물함량은 전질소 및 유효인산과 밀접한 관계가 있으며(Jeong *et al*., 2002), 신갈나무군락과 졸참나무군락에 있어서 토양 pH는 졸참나무군락은 높게 나타나고 신갈나무군락은 낮게 나타났는데 이는 Park and Jang(1998), Lee and Kim(2005), Kim *et al*. (2010)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

3. 군락별 중요치 분석

남해군 금산의 산림군락에서 DBH 2㎝ 이상의 수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과(Table 3), 전체 군락에서 나타난 중요치는 졸참나무가 45.7로 가장 높았고, 다음으로 개서어나무, 소나무, 신갈나무, 곰솔, 때죽나무, 노각나무, 소사나무, 당단풍, 산딸나무, 굴참나무, 사람주나무, 느티나무, 쇠물푸레, 서어나무, 팥배나무, 산벚나무, 사스레피나무 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 식물사회학에서 군락을 구분한 것과 같이 교목층이 졸참나무, 개서어나무, 신갈나무, 소나무, 곰솔, 소사나무, 굴참나무, 느티나무, 서어나무, 편백, 삼나무가 우점종으로 구성되어 있음을 나타냈다.

군락에 따라 중요치를 분석해 보면(Table 3), 졸참나무군락에서 30분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 졸참나무가 125.3으로 높게 나타났다. 다음으로 때죽나무, 개서어나무, 당단풍, 노각나무, 사람주나무 등의 순으로 나타났는데 이들은 아교목 수종이어서 졸참나무의 중요치는 계속 높을 것으로 생각된다. 개서어나무군락에서 29분류군에 대한 중요치 분석결과 개서어나무는 119.9로 높게 나타났고 다음으로 산딸나무, 때죽나무, 졸참나무, 당단풍, 노각나무 등의 순으로 나타났다.

신갈나무군락에서 15분류군에 대한 분석 결과 신갈나무가 120.8로 높았고 다음으로 노각나무가 42.2로 높게 나타났으며, 당단풍, 팥배나무, 쇠물푸레, 때죽나무, 철쭉, 개서어나무 등의 순이었다. 이러한 결과는 교목층에 신갈나무가 우점하고 있음을 나타내고 노각나무는 아교목층에서 높은 우점도를 보이고 있었다.

소나무군락에서 22분류군에 대한 분석 결과 소나무가 126.1로 가장 높게 나타났고 다음으로 노각나무, 사스레피나무, 졸참나무, 산벚나무, 때죽나무, 삼나무, 곰솔 등의 순이었다.

곰솔군락에서 19분류군에 대한 분석결과 곰솔이 138.4로 가장 높았고 다음으로 졸참나무, 소나무, 때죽나무, 사스레피나무, 산벚나무, 노각나무 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 교목층에 곰솔이 우점하고 있음을 나타내고, 특히 타 군락에 비해 졸참나무의 중요치가 높게 나타났는데 이는 Choung and Hong(2006)이 소나무류군락은 대부분 참나무류에 의해 쇠퇴한다고 보고한 바, 본 조사지에서도 일부 곰솔군락에서 졸참나무군락으로 천이가 진행될 것으로 판단된다.

Table 3. Importance values of major tree species on the deciduous forest of the Geumsan in Namhae-gun

A : *Quercus serrata* community B : *Carpinus tschonoskii* community C : *Quercus mongolica* community
D : *Pinus densiflora* community E : *Pinus thunbergii* community F : *Carpinus turczaninowii* community
G : *Quercus variabilis* community H : *Zelkova serrata* community I : *Carpinus laxiflora* community
J : *Chamaecyparis obtusa* community K : *Cryptomeria japonica* community

species	total IV	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Quercus serrata	45.7	125.3	21.0	-	19.8	30.5	3.3	55.2	10.3	24.5	18.3	23.6
Carpinus tschonoskii	29.1	18.7	119.9	10.2	2.9	9.6	-	-	11.6	-	8.0	-
Pinus densiflora	20.6	9.3	8.3	3.3	126.1	19.0	4.0	-	-	-	4.9	15.2
Quercus mongolica	20.6	-	5.8	120.8	4.1	-	11.2	-	-	-	-	-
Pinus thunbergii	18.0	1.9	4.0	-	9.7	138.4	3.8	10.1	-	-	3.9	28.2
Styrax japonica	17.7	18.8	22.6	15.0	15.6	17.4	13.4	-	31.4	18.1	12.0	5.0
Stewartia koreana	16.9	15.1	12.7	42.2	21.1	10.1	4.3	16.9	-	-	7.5	7.3
Carpinus turczaninowii	14.2	-	-	8.7	-	-	138.0	25.0	-	-	-	-
Acer pseudosieboldianum	13.5	18.6	16.4	25.6	6.9	3.2	3.9	-	8.0	-	4.5	-
Cornus kousa	12.2	13.3	22.9	-	8.0	9.4	7.3	17.9	10.1	40.3	6.2	6.2
Quercus variabilis	10.5	4.0	1.6	-	6.2	4.8	35.5	114.2	-	-	-	7.4
Sapium japonicum	8.3	14.5	8.1	5.4	2.6	3.2	-	10.9	23.5	-	-	-
Zelkova serrata	7.0	2.3	1.5	-	-	-	-	-	139.4	-	5.2	-
Fraxinus sieboldiana	7.0	5.5	-	17.8	5.6	-	21.8	12.6	-	-	4.2	-
Carpinus laxiflora	6.5	6.1	-	-	-	-	18.7	-	-	164.2	4.1	-
Sorbus alnifolia	6.4	3.1	2.4	21.5	2.6	6.6	8.9	8.4	-	-	-	-
Prunus sargentii	6.4	5.0	4.2	-	17.0	14.8	4.5	10.6	-	-	4.1	5.0
Eurya japonica	5.8	4.7	1.9	-	20.5	14.9	-	-	7.7	-	26.5	27.9
Prunus yedoensis	4.8	4.5	9.5	8.0	-	2.6	-	-	11.4	-	-	-
Rhododendron schlippenbachii	3.7	4.4	-	14.9	-	-	4.4	-	-	-	-	-
Meliosma myriantha	2.7	3.8	3.5	-	-	-	-	-	9.3	17.5	-	4.6
Lindera erythrocarpa	2.7	2.2	5.8	2.2	-	-	-	-	9.1	17.5	-	4.6
Chamaecyparis obtusa	1.8	4.8	-	-	-	4.3	-	-	-	-	167.4	12.9
Styrax obassia	1.7	2.5	1.9	2.2	-	-	-	9.4	-	-	-	-
Meliosma oldhamii	1.6	2.8	-	-	5.0	2.7	-	-	-	-	-	5.3
Carpinus cordata	1.5	-	8.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptomeria japonica	1.4	-	-	-	12.5	-	-	-	-	-	4.1	127.2
Cornus controversa	1.1	-	3.8	-	-	-	-	-	8.8	-	-	-
Symplocos chinensis for. *pilosa*	0.9	1.0	-	-	2.5	-	3.4	-	-	-	-	-
Lindera obtusiloba	0.8	1.0	-	-	-	-	6.7	-	-	-	-	-
Celtis sinensis	0.8	-	-	-	-	2.8	-	-	10.7	-	4.2	9.9
Fraxinus mandshurica	0.7	1.5	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycarya strobilacea	0.7	1.5	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-
Ligustrum japonicum	0.7	-	-	-	3.2	2.7	-	-	-	-	-	-
Morus alba	0.6	-	1.5	-	-	-	-	-	8.7	-	6.7	4.6
Ilex integra	0.6	1.2	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1
Fraxinus rhynchophylla	0.6	-	-	-	2.7	-	-	8.8	-	-	-	-
Malus baccata	0.4	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cornus macrophylla	0.4	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus dentata	0.3	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-
Clerodendron trichotomum	0.3	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euonymus sachalinensis	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	17.9	-	-
Lindera glauca	0.3	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-
Albizzia julibrissin	0.3	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euonymus macroptera	0.3	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex macropoda	0.3	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-
Rhus trichocarpa	0.3	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	8.2	-
Acer truncatum	0.3	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnolia sieboldii	0.3	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Euscaphis japonica	0.3	-	-	-	-	-	3.2	-	-	-	-	-

IV : Importance value.

소사나무군락에서 19분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 소사나무는 138.0으로 높게 나타났고 다음으로 굴참나무, 쇠물푸레, 서어나무, 때죽나무, 신갈나무 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 교목층이 소사나무가 우점하고 있음을 나타내고, 특히 개서어나무의 중요치는 나타나지 않았으며, 굴참나무(35.5)의 중요치는 다른 분류군에 비해 소사나무 다음으로 높게 나타났다.

굴참나무군락에서 12분류군에 대한 분석 결과는 굴참나무가 114.2로 가장 높았고 다음으로 졸참나무, 소사나무, 산딸나무, 노각나무, 쇠물푸레, 사람주나무 등의 순이었다. 이러한 결과는 교목층에 굴참나무가 우점하고 있음을 나타내고 있으나 졸참나무(55.2)와 소사나무(25.0)의 중요치가 높게 나타난 것은 각 군락마다 졸참나무와 소사나무의 우점도가 높게 분포하고 있는 것을 보여주며, 산딸나무, 노각나무, 쇠물푸레, 사람주나무는 아교목층에서 높은 우점율을 보이고 있었다.

느티나무군락에서 14분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 느티나무는 139.4로 높게 나타났고 다음으로 때죽나무, 사람주나무, 개서어나무, 왕벚나무, 팽나무, 졸참나무, 산딸나무 등의 순으로 나타났다.

서어나무군락에서 7분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 서어나무는 164.2로 높게 나타났고 다음으로 산딸나무, 졸참나무, 때죽나무 등의 순으로 나타났다.

편백군락에서 18분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 편백이 167.4로 높게 나타났고 다음으로 사스레피나무, 졸참나무, 때죽나무 등의 순으로 나타났다.

삼나무군락에서 17분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 삼나무가 127.2로 높게 나타났고 다음으로 곰솔, 사스레피나무, 졸참나무, 소나무, 편백 등의 순으로 나타났다.

아교목층 수종인 때죽나무, 산딸나무는 조사된 군락 전체에 다소 높은 중요치로 고르게 분포하였다. 사스레피나무는 삼나무군락과 편백군락에서 각각 27.9, 26.5로 높게 나타났으며, 쇠물푸레는 소사나무군락에서 21.8로 다소 높게 나타났다. 사람주나무는 느티나무군락에서 당단풍은 신갈나무군락에서 높은 중요치로 나타났다(Table 3).

4. 흉고직경급 분석

각 조사구에서 매목조사를 실시하여 얻어진 자료를 기초로 중요치가 높게 나타난 수종중 자연림군락을 이루는 교목층 수종인 졸참나무, 개서어나무, 신갈나무, 소나무, 곰솔, 굴참나무, 느티나무 및 서어나무의 8개 분류군에 대한 흉고직경급별 분포상태를 분석하였다(Figure 3). 흉고직경급별 분포는 수량 및 산림식생 구조의 간접적인 표현이며, 식생천이의 양상을 추론할 수 있다(Kim and Oh, 1993). 우점종의 경급이 정규분포를 하고 있을 때 그 산림은 항상성을 유지할 수 있고, 역J자형의 분포를 할 때 동령림에서는 경쟁이 일어나고, 이령림에서는 극상림으로의 유지가 가능하다고 보고하였다(Moon, 2001).

졸참나무와 신갈나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 정규분포형을 나타내고 있는 것으로 보아 당분간은 이들 수종에 의한 우점 상태가 계속될 것으로 보이며, 개서어나무는 어린개체의 밀도가 높아 계속적으로 우점도가 높아질 것으로 판단된다. 특히 DBH 10㎝이하에서 졸참나무에 비해 개서어나무의 개체밀도가 높아 개서어나무의 우점 상태가 현저히 높아질 것으로 예상되며, 식물사회학적분석과 중요치분석에서도 나타난 바, 일부군락에서는 참나무 군락에서 개서어나무군락으로 천이선상에 있는 것으로 사료된다.

한편 아교목층에서 중요치가 높게 나타난 수종인 때죽나무, 노각나무, 당단풍, 산딸나무, 사람주나무, 쇠물푸레, 사스레피나무 및 철쭉의 8분류군에 대한 흉고직경급별 분포

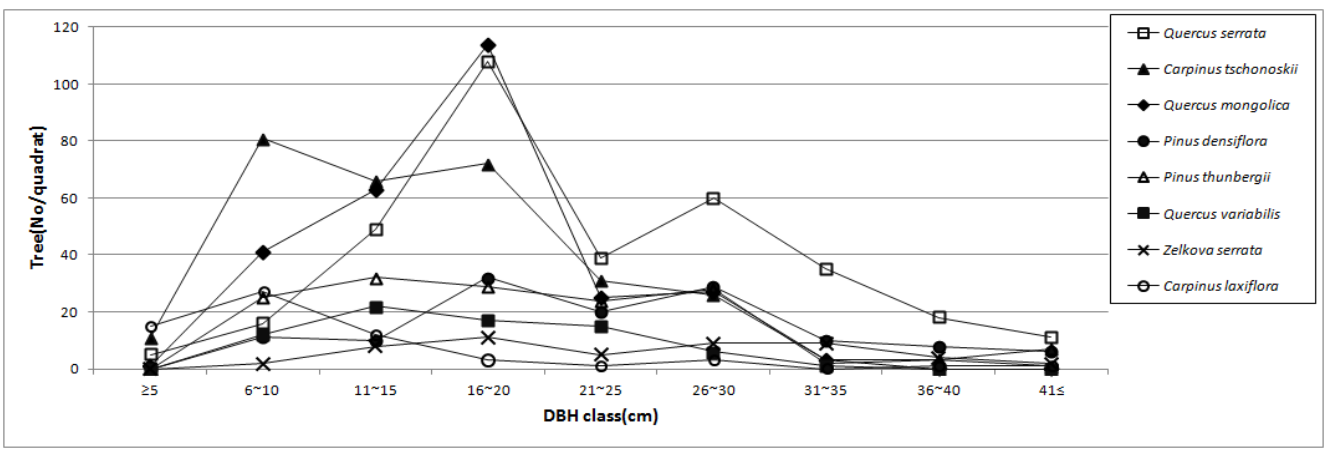

Figure 3. DBH distribution of major upper tree(T1) layer species of the Geumsan in Namhae-gun

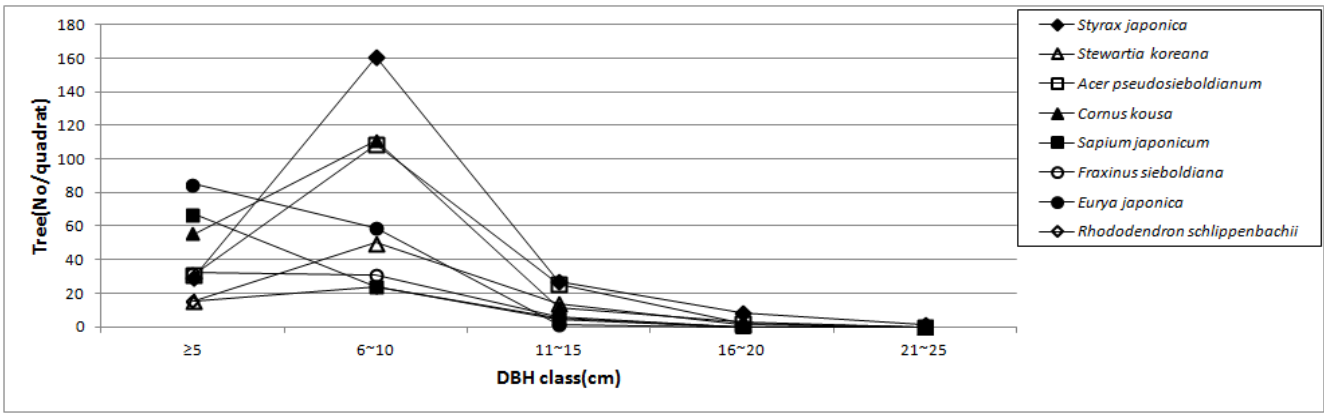

Figure 4. A DBH distribution of major upper tree(T2) layer species of the Geumsan in Namhae-gun

상태를 분석하였다(Figure 4). 때죽나무, 산딸나무 및 당단풍은 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 정규분포형의 밀도를 나타내고 있는 것으로 보아 당분간은 이들 수종에 의한 아교목층에서 우점 상태가 계속될 것으로 보이며, 사람주나무와 사스레피나무는 중간 이상의 개체와 비교해 볼 때 어린개체의 밀도가 높아 아교목층에서 계속적으로 우점도가 높아질 것으로 판단된다.

5. Ordination 분석

본 연구에서 식재림과 히어리군락을 제외한 46개 방형구의 산림식생을 식물사회학적 방법에 의해 분류된 9개 군락과 해발고, 방위, 경사의 환경 요인으로 DCCA ordination 분석한 결과를 최초 1, 2축에 의해 나타낸 것이다(Figure 5). 제 1축에서는 해발고와 높은 상관관계를 보였는데 신갈나무군락, 개서어나무군락과 느티나무군락, 소사나무군락과 굴참나무군락, 소나무군락과 곰솔군락으로 배열되는 경향이며, 제 2축에서는 방위와 높은 상관관계를 보이며, 개서어나무군락, 신갈나무군락, 소나무군락과 곰솔군락, 느티나무군락, 소사나무군락, 굴참나무군락으로 배열되는 경향이 있다.

식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고도(즉 온도인자)가 가장 중요한 인자로 알려져 있는데(Yu and Song, 1989; Seo *et al*., 1995; Chung *et al*., 1997; Song *et al*., 1998; Kim *et al*., 2009b) 본 조사에서도 해발고도가 군락의 분포와 상관이 높은 것으로 나타났다. 제 1축에서 해발고, 제 2축에서는 사면방향이 높은 상관관계를 나타냈다(Table 4).

분류된 9개 군락과 환경요인들과의 관계를 살펴보면(Figure 5), 졸참나무군락은 해발고와 상관없이 고르게 분포하였으며, 신갈나무군락은 해발고가 높은 곳에 분포하였다. 이러한 결과는 Yu and Song(1989), Song(1990), Song *et al*.(1998), Kim *et al*.(2009a)의 결과와 일치한다. 개서어나무군락은 북사면의 경사가 완만한 지역에 분포하였다. 소나무군락과 곰솔군락은 해발고가 낮은 남사면에서 분포하며(Kim *et al.,* 2010; Kim *et al*., 2011), 소사나무군락과 굴참나무군락은 남사면의 해발고가 중간 정도 지역에 분포하는 것으로 나타났다(Figure 5).

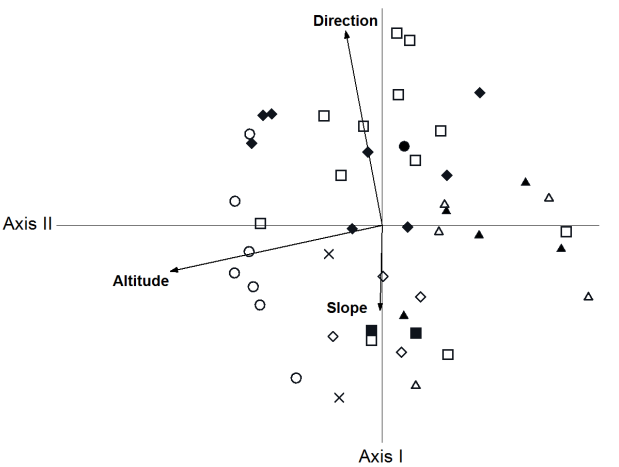

Figure 5. A DCCA ordination diagram of plots on the deciduous forest of the Geumsan in Namhae-gun
The plots are : □=*Quercus serrata* community, ◆=*Carpinus tschonoskii* community, ○=*Quercus mongolica* community, ▲=*Pinus densiflora* community, △=*Pinus thunbergii* community, ◇=*Carpinus turczaninowii* community, ■=*Quercus variabilis* community, ×=*Zelkova serrata* community, ●=*Carpinus laxiflora* community.

남해군 금산에서 중요치가 높게 분류된 24개 수종과 환경요인들과의 관계를 살펴보면(Figure 6), 본 조사지역에서

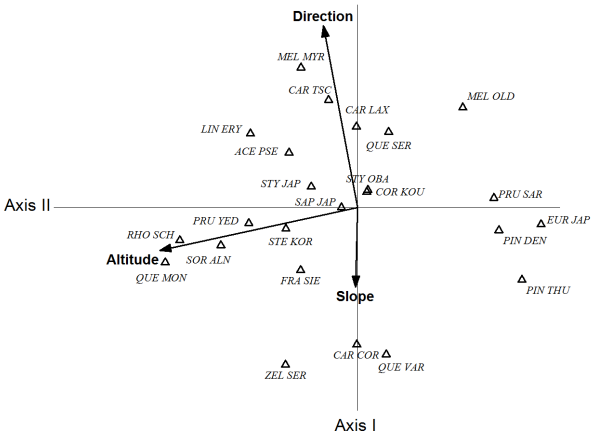

Figure 6. A DCCA ordination diagram of major tree species on the deciduous forest of the Geumsan in Namhae-gun

The species are :ACE PSE=*Acer pseudosieboldianum*, CAR COR=*Carpinus turczaninowii*, CAR LAX=*C. laxiflora*, CAR TSC=*C. tschonoskii*, COR KOU=*Co. kousa*, EUR JAP=*Eurya japonica*, FRA SIE=*Fraxinus sieboldiana*, LIN ERY=*Lindera erythrocarpa*, MEL MYR=*Meliosma myriantha*, MEL OLD=*M. oldhamii*, PIN DEN=*Pinus densiflora*, PIN THU=*P. thunbergii*, PRU SAR=*Prunus sargentii*, PRU YED=*P. yedoensis,* QUE MON=*Quercus mongolica*, QUE SER=*Q. serrata*, QUE VAR=*Q. variabilis*, RHO SCH=*Rhododendron schlippenbachii*, SAP JAP=*Sapium japonicum*, SOR ALN=*Sorbus alnifolia*, STE KOR=*Stewartia koreana*, STY JAP=*Styrax japonica*, STY OBA=*S. obassia*, ZEL SER=*Zelkova serrata*.

신갈나무, 철쭉, 팥배나무는 해발고가 높은 지역에 분포하고 나도밤나무, 개서어나무 및 서어나무는 북사면의 경사가 완만한 지역에 주로 분포하며, 산벚나무, 사스레피나무, 소나무 및 곰솔은 남사면의 해발고가 낮은 지역에 분포하는 것으로 나타났다. 본 조사지에서 굴참나무, 소사나무 및 느티나무는 경사가 급한 산 중복에 분포하는 것으로 나타났다. 비목나무, 당단풍, 때죽나무, 사람주나무, 노각나무, 쇠물푸레, 산딸나무 및 쪽동백나무는 모든사면의 해발고가 중간 정도 지역에 분포하는 것으로 나타났으며, 졸참나무는 본 조사지 전체에 고르게 분포하는 것으로 나타났다(Figure 6).

Table 4. Vegetation data of the Geumsan in Namhae-gun from Figure 5 and 6 : the inter set correlation of environmental variables with two axes of DCCA. For description of variables, see Figure 5 and 6 legend

axis / variables	correlation coefficients	
	1	2
Altitude	-0.8084***	-0.1494
Direction	0.1394	-0.6340**
Slope	0.0079	-0.2772*

* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

REFERENCES

Anonymous(1981-2010) Meteorological an annual report. Korea Meteorological Administration.

Anonymous(1991-2001) Statistical yearbook of Namhae-gun. Namhae-gun.

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

Brady, N.C.(1990) The nature and properties of soils. Macmillan pub. Com., New Yok, 621pp.

Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa, 194pp.

Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. grundzüge der vegetationskunde. Springer-Verlag, New York, 631pp. (in German)

Cho, J.B. and B.S. Kil(1987) Floristic composition and vertical distribution of Daedunsan. Kor. J. Eco. 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)

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. Ecology 32(3): 476-496.

Dierssen, K.(1990) Einführung in die pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp. (in German)

Hill, M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN Program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 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 attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 99pp.

Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physio-chemical properties of Korean forest soils by regions. Jour. Korean For. Soc. 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)

Jeong, Y.S. and Y.J. Yim(1998) Vegetation types and their structures of the Piagol, Chirisan. Korean J. Bot. 28(2): 165-175. (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, 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, H.S.(2010) A Study on ecological characteristic of forest vegetation in Deogyusan National Park, Korea. Chungnam National University a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy 207pp. (in Korean)

Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2010) An analysis of the vegetation on the southern and northern slopes in the Deogyusan National Park. Kor. J. Env. Eco. 24(5): 601-610. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2011) Actual vegetation distribution status and ecological succession in the Deogyusan National Park Kor. J. Env. Eco. 25(1): 037-046. (in Korean with English abstract)

Kim, I.T. and J.H. Lee(2003) The vegetation of Mt. Geum area in Namhae-gun. Korean Journal of Life Science. 13(5): 740-745. (in Korean with English abstract)

Kim, Y.S., D.O. Lim, S.H. Chun and H.T. Shin(1999) Flora of Hallyo-Haesang National Park -Case study of Namhae, Kerasan and Tongyong areas-. Kor. J. Env. Eco. 12(4): 301-316. (in Korean with English abstract)

Lee, C.K.(2008) Studies on the relation between acid deposition and soil chemical properties in forest areas1 –especially in Gyeongsangnam-Do province-. Kor. J. Env. Eco. 22(3): 206-267. (in Korean with English abstract)

Lee, C.Y.(2000) Forest environment soil science. Boseongmoonhwasa, 350pp. (in Korean)

Lee, J.H.(2003) Phytosociological study on the forest vegetation of Namhae-gun. Changwon National University Graduate School, Korea. Changwon University a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy 125pp. (in Korean)

Lee G.H. and I.T. Kim(2005) Synecology of the forest vegetation in Mamhae-gun. Korean J. Ecol. 28(2): 69-77. (in Korean with English abstract)

Lee, T.B.(1980) Illustrated flora of Korea. Hangmunsa, 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. (in Korean with English abstract)

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

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

Park, G.S. and K.K. Jang(1998) Soil properties in Quercus mongolica communities. Kor. J. Env. Eco. 2(2):236-241. (in Korean with English abstract)

Park, I.H., D.H. Lim, S.B. Ryu and S.M. Lee(1999) Forest structure in relation to altitude and part of slope in a valley forest at Keumsan, Hallyo-Haesang National Park. Kor. J. Env. Eco. 12(4): 373-380. (in Korean with English abstract)

Park, K.H.(2008) A Study on the relationship between vascular plant and forest structure in Keumsan Namhae-gun. Jinju National University a Dissertation for the Master's Degree 97pp. (in Korean)

Park, T.H.(2002) An ecological and educational study on the vegetation in Mt. Geum. Korea. Changwon University a Dissertation for the Master's Degree 105pp. (in Korean)

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)

Shin, H.C. and K.Y. Lee(1990) A comparative study on the structure of forest vegetation at the southern and northern slopes of Mt. Kum in Namhae. Jour. Korean For. Soc. 79(3): 245-254.

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

Ter Braak, C.J.F.(1998) CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 4.0). Data analysis in community and landscape ecology, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-173pp.

Yu, J.E. and 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. (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. (in Korean with English abstract)