

## 청량산 삼림식생의 군락분류 및 종간연관 분석

이호준 · 정홍락 · 배병호\*

건국대학교 이과대학 생물학과 · 건국대학교 자연과학대학 원예학과\*

### Syntaxonomy and Analysis of Interspecific Association on the Forest Vegetation of Mt. Ch'öngnyang

Lee, Ho-Joon, Heung-Lak Choung and Byung-Ho Bae\*

Department of Biology, College of Science, Konkuk University

Department of Horticulture, College of Natural Science, Konkuk University\*

#### ABSTRACT

The forest vegetation on Mt. Ch'öngnyang was investigated for phytosociological analysis of the vegetation types and interspecific association. The forest was classified into seven vegetation units; A: *Quercus mongolica* community, A-1: Group of *Quercus variabilis*, A-1-a: Subgroup of *Pinus densiflora*, A-1-b: Typical subgroup, A-2: Group of *Aconitum trilobum*, A-3: Group of *Quercus dentata*, B: *Zelkova serrata* community.

The group of *Quercus variabilis* was distributed on southeast- and southwest-facing slopes in 400~830 m above the sea level, and organic matter in the soil was 3.36~4.67%. The group of *Aconitum trilobum* was distributed on northeast- and northwest-facing slopes in 650~830 m above the sea level, and organic matter in the soil was 7.18%. The group of *Quercus dentata* was distributed on southwest-facing slopes in the vicinity of 810 m above the sea level, and organic matter in the soil was 9.7%. The *Zelkova serrata* community was distributed in the vicinity of ravines, and organic matter in the soil was 7.6%. The contents of Mg and Ca, and electric conductivity in the *Zelkova serrata* community were relatively high, 11.82 me/100mg, and 11.27 me/100mg, 102.2  $\mu$ mos/cm, respectively.

In the results of polar ordination, environmental gradient of axis I and axis II were correlated with moisture, inclination and azimuth, respectively. Group of *Quercus variabilis* has occurred in xeric, group of *Aconitum trilobum* in submesic, and the *Zelkova serrata* community in mesic sites. In the meantime the interspecific association analysis based on chi-square yielded three species groupings with high positive affinity ( $p < 0.01$ ), i.e. group I consisted of 17 species, including *Lespedeza bicolor*, *Artemisia keiskeana*, *Carex humilis*, group II consisted of 18 species, including *Acer pseudo-sieboldianum*, *Ainsliaea acerifolia*, *Aconitum trilobum* and group III consisted of 19 species, including *Zelkova serrata*, *Oplismenus undulatifolius*, *Acer truncatum* var. *barbinerve*, respectively.

**Key words:** Coverage index, DBH-class, Interspecific association, Mt. Ch'öngnyang, Polar ordination, Soil properties, Vegetation type

## 서 론

한반도에서의 개화기 이후 삼림식생에 대한 연구는 꾸준히 이루어져 왔으며, 식물분포, 식물상과 식생지리학적 분류 및 기제, 종조성을 근간으로 하는 군락의 분류, 군락구조의 파악, 환경구배에 따른 입지와 유기적 관계를 연구대상으로 해왔다. 특히 최근 국내 식물사회학 분야에서 괄목할만한 성과는 Song(1992)이 발표한 북동아시아의 아고산대 침엽수림에 대한 식물사회학적 비교연구가 있고, Kim(1992)에 의한 북동아시아의 식생이 있다. 또한 宋(1988)은 한국의 침광혼교림에 관한 식물사회학적 연구에서 냉온대림의 대표적 수종인 신갈나무와 당단풍의 강한 결합을 지적했고, Kim(1992)은 신갈나무-철쭉꽃군목의 구분종이 대부분 대륙성이고, 내건성임을 밝히고 있음은 주목할만하다.

국지적인 삼림식생에 대해서도 많은 연구가 이루어졌으며, 각각 특징적인 군락 및 입지요인 등을 밝히고 있다(임과 백 1985, Kim and Yim 1986, 1988a, 1988b, 1993, 고와 임 1987, 김과 김 1988, 이 1988, 김 등 1991, 김과 길 1991, 이 등 1991, 1993a, 1993b, 1993c, 임과 김 1992, 변 1992, 전 1994 등). 금후에도 지역 삼림식생에 대한 보다 많은 연구성과가 기대되며, 이러한 소지역 삼림식생에 대한 보다 많은 자료의 축적은 대지역의 식생연구에 기초자료로서 충분히 활용될 것으로 본다.

청량산(870 m)은 1982년 경상북도 도립공원(48.76 Km<sup>2</sup>)으로 지정되었으며, 김과 임(1989)에 의해 현존식생이 밝혀졌으나, 식물상 및 식생에 관한 구체적인 연구는 없다. 따라서 본 연구는 청량산의 삼림식생을 식물사회학적으로 분류하고, 식물군락의 종조성, 구조적 특성과 입지요인 및 중간 친화력에 대한 정도를 파악하므로써 삼림식생에 대한 정보를 축적하는데 목적이 있다.

그동안 토양분석에 도움을 주신 안동군 농촌지도소 이동균 선생님께 감사드리는 바이다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

청량산(동경 128°53′~128°57′, 북위 36°46′~36°48′)은 행정구역상 경상북도 영양군 일월면과 봉화군 재산면에 속한다. 동으로는 일월산(1,219 m), 북으로는 태백산(1,540 m), 문수산(1,205 m) 등이 주변에 웅거하고 있으며, 서쪽 기슭에는 낙동강 상류가 북-남서 방향으로 흐르고 있다. 또한 12개의 크고 작은 봉우리가 동서의 능선을 따라 솟아있고, 지형이 복잡하여 산지 미기후의 변동이 심할 것으로 생각된다.

조사지역 일대는 태백산맥과 소백산맥의 영향으로 다소 대륙성 기후를 나타내며, 위도에 비해 한서의 차이가 심한 편이다. 봉화군 농촌지도소의 기상관측자료(봉화군 통계연감 1979~1989)에 의하면, 연평균기온 9.9℃, 연강수량이 1,083.9 mm이다(Fig. 1). 식물구계지리학상으로는 한반도 중부아구(이와 임 1978), 군계수준에서는 냉온대남부(Yim and Kira 1975), 식생지리학적 분포는 대륙형, 한반도아형의 중부/산지형(Kim 1992)이다.

지질은 중생대 쥐라-백악기에 형성된 경상계층군으로 역암, 니암, 석회암 등의 퇴적암류가 모암을 이루고 있다(이와 이 1963).

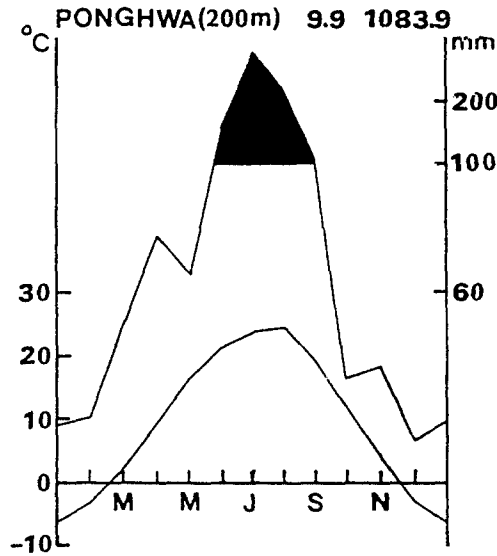


Fig. 1. Climate diagram of Ponghwa near Mt. Ch'ongnyang.

## 2. 식생조사 및 자료분석

식생조사는 1991년 4월부터 1992년 9월 사이에 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 연구방법에 따라 실시하였다. 총 37개의 조사방형구를 상관적인 식생유형에 따라 식물상·구조적으로 균질한 식분에 설치하였다(Fig. 2). 조사항목은 전 출현종의 계층별 피도 및 군도, 입지에 관한 정보 등을 기록했으며, 주요 수종에 대한 매목조사와 함께 A<sub>1</sub> 층의 토양을 채취하였다.

종조성표를 위한 표조작법은 Mueller-Dombois와 Ellenberg(1974)에 따랐으며, 컴퓨터 소프트웨어 Quattro Pro Version 4.0을 이용하였다. 식물의 학명은 이(1989)에 준하였다. 종간연관 분석은 Cole(1949), Kershaw(1973), Zar(1974) 등의 방법으로  $\chi^2$ -값을 구하고, 양의 친화력이 강한 ( $P <$

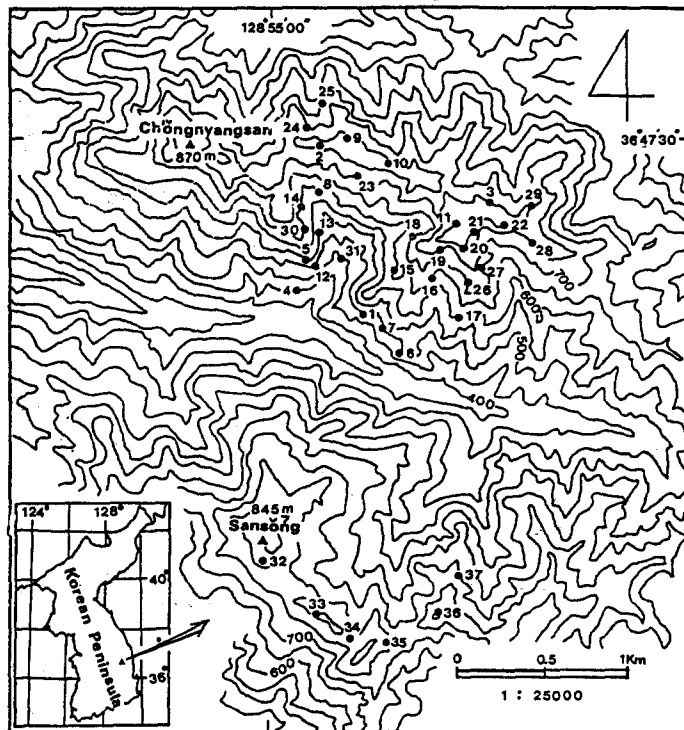


Fig. 2. Topography and study plots of the study area.

● : Relevé sites and numbers.

1%) 종들을 선택하여 Plexus diagram(Whittaker 1967, McIntosh 1978)을 작성하였다. Polar ordination은 Bray와 Curtis(1957)의 방법을 사용하였으며, 피도의 수치는 Braun-Blanquet (1964)의 우점도지수를 변형한 Stanek과 Orloci(1973)의 지수에 의거하였다. 군락의 계층별 우점정도를 파악하기 위한 피복지수 계산식은 Braun-Blanquet(1964)에 의거하였다.

토양분석은 농촌진흥청 농업기술연구소(1979)에 준하여 pH, 유기물함량, K, Ca, Mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 전기전도도 등을 각각 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식물상

본 조사지역의 삼림군락에 출현한 식물종은 70과 195종 31변종 4품종으로 총 230종이었다. 또한 식물상적으로 중요한 몇몇 식물종이 조사과정에서 발견되었다. 세뿔투구꽃, 진부애기나리, 꿩의다리아재비, 동자꽃은 신갈나무군락에서 발견되었으며, 백리향, 솔나리, 털댕강나무, 꼬리진달래, 회양목 등은 해발 800 m 이상의 능선부근에서 발견되었다. 그리고 일반적으로 신갈나무군락에서 흔한 노린재나무는 청량산의 조사지역에서 전혀 발견되지 않았다. 이와 같이 면밀한 식생조사에 의한 군락분류학적 연구는 식물지리학적 분포에 관한 주요 정보를 획득하는데 크게 기여하고 있다.

### 2. 식물군락의 분류

조사된 식생자료의 분석결과 청량산의 삼림식생은 2군락, 3군, 2하위군으로 분류되었다(Table 1).

#### A. 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community)

식별종은 신갈나무, 쇠물푸레, 싸리, 산겨울, 맑은대쭉, 큰기름새, 삼주, 세잎양지꽃, 개갈퀴, 꽃머리리밥풀, 참취이다. 종조성과 입지조건에 따라 굴참나무군, 세뿔투구꽃군, 떡갈나무군으로 구분되었다.

신갈나무군락은 종조성과 입지조건이 신갈나무-맑은대쭉군집(Kim 1990)과 유사하다. 신갈나무-맑은대쭉군집은 주로 화강암과 화강편마암에서 발달한 토양에 잘 성립된다(Kim 1992). 그러나 청량산의 신갈나무군락은 역암, 사암, 니암 등 퇴적암류에서 발달한 토양에 성립되어 있었다.

#### A-1. 굴참나무군(Group of *Quercus variabilis*)

식별종은 굴참나무, 산구절초, 줄참나무이다. 주로 해발 400~830 m 범위의 남동·남서사면에 분포한다. 종조성의 차이에 의해서 소나무하위군과 전형하위군으로 구분되었다.

#### A-1-a: 소나무하위군(Subgroup of *Pinus densiflora*)

식별종은 소나무와 기름나물이다. 분포범위는 해발 400~800 m 이지만, 대부분 400~600 m 범위에 분포한다(Table 1). 입지의 평균경사각은 18°, pH는 평균 4.87, 유기물함량은 평균 3.36%, 전기전도도는 평균 58  $\mu\text{mhos/cm}$ 이다(Table 3).

교목층은 소나무, 굴참나무, 신갈나무가 혼생하며, 아교목층과 저목층의 식피율이 각각 59%, 66%로서 교목층과 함께 계층구조가 잘 발달되어 있었다. 초본층의 식피율은 63%이며, 다른군





**Table 2.** Comparison of the coverage index of major species among the community units on Mt. Ch'öngnyang

Community types	A-1-a	A-1-b	A-2	A-3	B	Total
Tree-1 layer						
<i>Quercus mongolica</i>	805.6	2500.0	7613.6	.	291.7	3114.9
<i>Quercus variabilis</i>	1363.3	4417.8	.	.	.	1406.2
<i>Pinus densiflora</i>	3501.3	.	.	.	.	851.6
<i>Quercus dentata</i>	.	.	.	8750.0	.	473.0
<i>Zelkova serrata</i>	.	.	.	.	1791.0	286.7
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	55.6	56.7	.	.	1000.0	203.0
<i>Acer truncatum</i> var. <i>barbinerve</i>	.	.	45.5	.	1166.7	189.2
Tree-2 layer						
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1305.6	250.0	182.7	.	.	872.2
<i>Quercus mongolica</i>	1056.7	611.1	592.7	255.0	1.7	595.9
<i>Lindera obtusiloba</i>	112.2	56.7	995.5	.	1291.7	534.6
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	55.6	.	1545.5	.	83.3	486.5
<i>Quercus variabilis</i>	1333.3	362.2	.	.	.	412.4
<i>Lеспедеза bicolor</i>	724.4	362.2	45.5	.	.	277.8
<i>Zelkova serrata</i>	55.6	.	.	.	1001.7	175.9
<i>Acer truncatum</i> var. <i>barbinerve</i>	.	.	0.9	.	791.7	128.6
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	460.0	74.6
<i>Quercus serrata</i>	112.2	55.6	.	.	.	40.8
<i>Quercus dentata</i>	.	.	.	500.0	.	27.0
Shrub layer						
<i>Lеспедеза maximowiczii</i>	420.0	3166.7	2364.5	2750.0	6.7	1725.1
<i>Lindera obtusiloba</i>	557.8	640.0	797.3	.	1791.7	818.9
<i>Lеспедеза bicolor</i>	418.9	1251.1	503.6	500.0	.	583.0
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	974.4	55.6	47.3	.	1.7	264.9
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	194.4	.	364.5	.	.	155.7
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	56.7	194.4	47.3	.	1.7	75.4
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	250.0	40.5
Herb layer						
<i>Carex humilis</i>	2362.2	1751.1	139.1	2750.0	.	1190.5
<i>Carex siderosticta</i>	1.1	55.6	1886.4	.	.	574.6
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	891.1	475.6	205.5	1125.0	.	454.3
<i>Potentilla freyniana</i>	307.8	555.6	205.5	1125.0	.	331.9
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	1.1	.	.	.	1710.0	277.6
<i>Artemisia keiskeana</i>	613.3	223.3	48.2	255.0	.	230.6
<i>Isodon japonicus</i>	58.9	115.6	208.2	500.0	86.7	145.4
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	227.8	116.7	255.0	50.0	170.0	140.0
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	1.1	57.8	137.3	5.0	458.3	129.7
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	1.1	1.1	366.4	.	55.6	123.0
<i>Saussurea macrolepis</i>	.	.	1.8	5.0	710.0	115.9
<i>Atractylodes japonica</i>	282.2	168.9	2.7	10.0	.	111.1
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	280.0	116.7	0.9	255.0	.	110.5

Notes: A-1-a: Subgroup of *Pinus densiflora*, A-1-b: Typical subgroup, A-2: Group of *Aconitum trilobum*, A-3: Group of *Quercus dentata*, B: *Zelkova serrata* community

**Table 3.** Soil properties in the community types of Mt. Ch'ongnyang

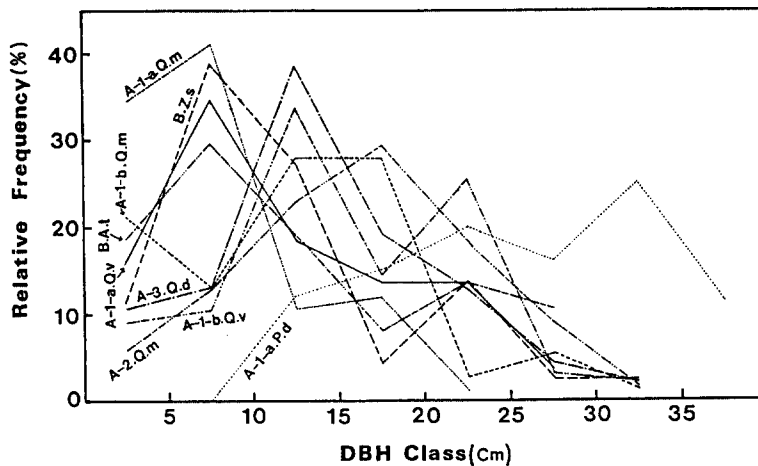
Soil properties	Community types				
	A-1-a	A-1-b	A-2	A-3	B
pH	4.87±0.14	5.00±0.14	4.89±0.12	5.1 ±0.14	5.68±0.24
OM(%)	3.36±0.64	4.67±0.68	7.18±0.87	9.70±0.00	7.68±1.41
<u>Exchangeable Cation (me /100mg)</u>					
K	0.14±0.02	0.16±0.02	0.19±0.02	0.25±0.03	0.20±0.03
Ca	4.03±0.47	7.48±1.81	7.27±1.39	7.25±4.07	11.82±1.14
Mg	1.89±0.20	7.00±2.75	5.98±2.10	10.50±6.36	11.27±2.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	40.71±4.74	34.00±4.05	32.91±1.80	30.00±0.71	36.67±2.34
EC(μmhos /cm)	58.00±7.09	81.50±4.29	85.73±6.75	85.00±9.90	102.2±11.9

\* Abbreviation is the same as in Table 2.

\*\* OM: organic matter, EC: electric conductivity

락에 비해 가장 낮다. 평균출현종수는 33종이다. 피복지수치(Table 2)에 의한 계층별 우점순위는 교목층의 소나무(3501.3), 굴참나무(1363.3), 신갈나무(805.6), 아교목층의 굴참나무(1333.3), 쇠물푸레(1305.6), 신갈나무(1056.7), 저목층의 쇠물푸레(974.4), 생강나무(557.8), 조록싸리(420.0), 초본층의 산거울(2362.2), 큰기름새(891.1), 맑은대쭉(613.3) 등이다.

흉고직경별 빈도분포(Fig. 3)를 보면, 5~10 cm의 범위에서 신갈나무가 우세하고, 30~35 cm의 범위에서는 소나무가 우세함을 알 수 있다. 이와 유사한 현상은 일월산과 학가산의 소나무아군집(이 등 1993b, 1993c)에서도 나타났다. 즉, 교목층에서는 소나무가 우점하고 있지만, 아교목층에서는 신갈나무 및 굴참나무가 높은 피복지수치를 나타내고 있다. 따라서 인위적 간섭이 멈추고, 소나무가 쇠퇴해지면 신갈나무군락의 굴참나무전형하위군(Table 1.)으로 천이가 진행될

**Fig. 3.** DBH-class distribution of major species in the forest communities on Mt. Ch'ongnyang.

A-1-a: Subgroup of *Pinus densiflora*, A-1-b: Typical subgroup, A-2: Group of *Aconitum trilobum*, A-3: Group of *Quercus dentata*, B: *Zelkova serrata* community

A. t: *Acer truncatum* var. *barbinerve*, P. d: *Pinus densiflora*, Q. d: *Quercus dentata*, Q. m: *Quercus mongolica*, Q. v: *Quercus variabilis*, Z. s: *Zelkova serrata*



것으로 사료된다.

#### A-1-b. 전형하위군(Typical subgroup)

이 하위군의 분포범위는 해발 500~830 m이며, 입지의 평균경사각은 25°이다. pH는 5.00, 유기물함량 4.67, 전기전도도 81.50  $\mu\text{mos/cm}$ 이다. 평균식피율은 교목층 80%, 아교목층과 저목층이 각각 41%, 68%, 초본층 80%이다. 피복지수치별 우점순위는 교목층의 굴참나무(4417.8), 신갈나무(2500.0), 아교목층의 신갈나무(611.1), 굴참나무(362.2), 싸리(362.2), 저목층의 조록싸리(3166.7), 싸리(1251.1), 생강나무(640.0), 초본층의 산거울(1751.1), 세잎양지꽃(555.6), 큰기름새(475.6) 등이다.

흉고직경의 상대빈도는 신갈나무가 10~20 cm 범위, 굴참나무가 15~25 cm 범위에서 가장 높다. 종조성은 일월산의 굴참나무군락(이 등 1993c) 및 학가산의 굴참나무변군집(이 등 1993b)과 유사하며, 주로 일사량이 많은 남동·남서사면의 건성입지에 분포하고 있다. 유기물함량은 학가산의 굴참나무변군집(7.83%)과 칠갑산의 굴참나무군락(고와 임 1987, 10.3%)에 비해 상당히 낮게 나타났다. 결국 청량산의 굴참나무전형하위군은 학가산(이 등 1993b)과 칠갑산(고와 임 1987)의 굴참나무변군집 및 굴참나무군락에 비해 높은 일사량과 낮은 토양습도로 낙엽의 분해율이 낮을 것(박과 이 1980)으로 풀이된다.

#### A-2. 세뿔투구꽃군(Group of *Aconitum trilobum*)

식별종은 대사초, 세뿔투구꽃, 당단풍, 병조희풀, 더덕, 참나물, 눈빛승마, 단풍취, 족도리, 노루귀, 민둥갈퀴, 산수국, 큰꼭두서니, 미역줄나무이다.

이 군락은 해발 650~830 m 범위의 북동·북서사면에 주로 분포하며, 입지의 평균경사각은 24°이다. pH는 4.89, 유기물함량은 7.18%, 전기전도도 85.73  $\mu\text{mos/cm}$ 이다. 평균식피율은 교목층 87%, 아교목층 46%, 저목층 68%, 초본층이 77%이며, 평균출현종수는 36종이다. 피복지수치별 우점순위는 교목층의 신갈나무(7613.6), 아교목층의 당단풍(1545.5), 생강나무(995.5), 신갈나무(592.7), 저목층의 조록싸리(2364.5), 생강나무(797.3), 싸리(503.6), 초본층의 대사초(1886.4), 참나물(366.4), 둥굴레(255.0) 등이다.

이 군락의 입지조건은 적당한 경사와 습하고 영양염류가 풍부한 사면에 분포한다는 점에서 Kim(1992)의 신갈나무-동자꽃-털둥근갈퀴아군집과 유사하다. 그러나 분포범위가 다르고, 신갈나무-맑은대쭉군집의 표징종 및 식별종을 다수 포함하고 있다. 특히 식별종인 세뿔투구꽃은 분포역이 극히 제한된 식물(양 1961, 이 1989)로서 본 군락의 입지조건을 잘 반영하고 있다. 그리고 본 군락은 신갈나무-당단풍이 잘 결합된 신갈나무-당단풍극상림(宋 1988, Kim and Yim 1988a)으로 사료되며, 멸종위기인 세뿔투구꽃이 분포한다는 점에서 보존대책이 요구된다.

#### A-3. 떡갈나무군(Group of *Quercus dentata*)

이 군락은 측류봉의 동쪽능선 해발 800 m 부근의 남서사면에 형성되어 있으며, 입지의 평균경사각은 22°이다. pH는 5.1, 유기물함량 9.7%, 전기전도도 85  $\mu\text{mos/cm}$ 이다. 평균식피율은 교목층 91%, 아교목층 30%, 저목층 45%, 초본층 93%이며, 출현종수는 평균 38종이다. 흉고직경은 10~15 cm의 빈도가 가장 높다. 피복지수치별 우점순위는 교목층의 떡갈나무(8750), 아교목층의 떡갈나무(500.0), 신갈나무(255.0), 저목층의 조록싸리(2750.0), 싸리(500.0), 초본층의 산거울(2750.0), 큰기름새(1125.0), 세잎양지꽃(1125.0) 등이다.

떡갈나무는 산화적지에서 재생력이 강하며, 초본층에서 큰기름새, 산거울 등의 우점도가 높다 (김 등 1983, 김 1983). 이 등(1991)도 검단산의 식생에서 떡갈나무군락을 분류하였으며, 중요치가 높은 종으로 노린재나무, 참싸리, 물푸레나무, 큰기름새, 산거울, 뺨고사리, 고사리, 애기나리 등을 기재한 바 있다.

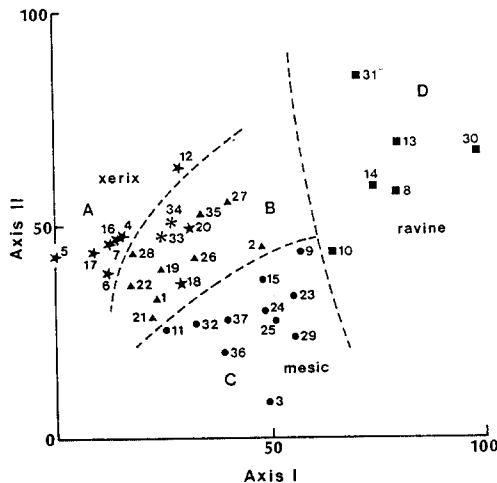
**B. 느티나무군락(*Zelkova serrata* community)**

식별종은 느티나무, 털만주고로쇠, 줄딸기, 산뽕나무, 꽃향유, 주름조개풀, 물참대, 담쟁이덩굴, 고추나무, 청다래넝쿨, 미나리냉이, 풀솜대, 쌀새, 박쥐나무, 지렁쿠나무, 눈피불주머니이다.

이 군락은 청량사와 가까운 계곡을 따라 형성되어 있으며, 정상부근(해발 830 m)의 습윤한 곳에서도 조사되었다. pH는 5.68, 유기물함량 7.68%, 전기전도도 102  $\mu\text{mhos/cm}$ 이며, 특히 Mg, Ca함량(11.82me/100mg, 11.27me/100mg) 및 전기전도도가 다른 군락에 비해 가장 높다. 입지의 평균경사각은 14°, 평균식피율은 교목층 84%, 아교목층 63%, 관목층 73%, 초본층 86%이며, 평균종수는 42종이다. 피복지수치별 우점순위는 교목층의 느티나무(1791.0), 털만주고로쇠(1166.7), 물푸레나무(1000.0), 아교목층의 생강나무(1291.7), 느티나무(1001.7), 털만주고로쇠(791.7), 저목층의 생강나무(1791.7), 고추나무(250.0), 초본층의 주름조개풀(1710.0), 각시서덜취(710.0) 등이다.

Kim과 Yim(1988a)은 내장산에서 느티나무-고로쇠나무군집, 느티나무-비자나무군집을 기재했으며, Kim(1992)은 이들을 서어나무군집으로 정리하였다. 또한 임 등(1985)은 주왕산, Kim과 Yim(1993)은 모악산에서 각각 느티나무군락을 기재하였다. 느티나무를 중심으로 하는 군락은 주로 계곡과 지반이 불안정한 입지조건에서 지형적·토양적 극상을 이룬다(Kim and Yim 1993). 서울근교 산지계곡림으로 기재된 바 있는 느티나무-귀룽나무군락(김과 김 1988)은 그러한 토지적 극상림의 좋은 예이다. 본 조사지역의 느티나무군락은 다른 지역의 느티나무군락과

종조성에서 큰 차이가 있지만, 입지조건과 주요 구성종(고로쇠나무, 주름조개풀, 박쥐나무, 고추나무 등)은 유사하다.



**Fig. 4.** Polar ordination of the 37 relevés.

★: Subgroup of *Pinus densiflora* ▲: Typical subgroup, ●: Group of *Aconitum trilobum*, ■: *Zelkova serrata* community, \*: Group of *Quercus dentata*

**Polar Ordination(PO) 및 종간연관 분석**

분류법과 서열법이 상호보완적으로 이용될 수 있음은 이미 많은 연구자들에 의해 규명되었다(Baruch 1984, Kent and Ballard 1988, Kim and Yim 1988b, 김과 길 1991, 변 1992).

PO의 목적은 자료의 2차원적 배열로 군락간의 유사관계 및 군락과 환경과의 구배관계를 이해하는 것이다(Austin 1976). Fig. 4는 Q-mode(방형구)에 의한 PO의 결과를 그림으로 표시한 것이다. I축은 습도, II축은 사면과 방위각 등의 입지조건을 반영하는 것으로 추정된다. 즉, A군은 소나무하위군, B군은 전형하위군으로서 다소 건조하며, 남동·

남서 사면에 위치한다. C군은 세뿔투구꽃군으로 A, B군보다는 습한 지형으로서 북동·북서 사면에 분포한다. D군은 느티나무군락으로 다습한 지형에 위치하는데 본 조사지역에서는 계곡부근으로 남동·남서 사면에 분포하고 있다. 떡갈나무군(relevé no. 33, 34)은 조사 방형구수가 적어 정확한 입지정도를 알 수는 없지만 B군의 전형하위군에 속하여 분포입지 및 종조성이 유사함을 알 수 있다. 또한 소나무하위군의 18번과 20번 relevé도 표조작의 결과와는 달리 B군에 포함되어 있으며, A, B의 2군은 유사한 입지조건임을 시각적으로 파악할 수 있다. D군의 10번 relevé 은 정상부근의 세뿔투구꽃군과 인접한 느티나무군락인데 종조성은 C군과 유사하다. 이

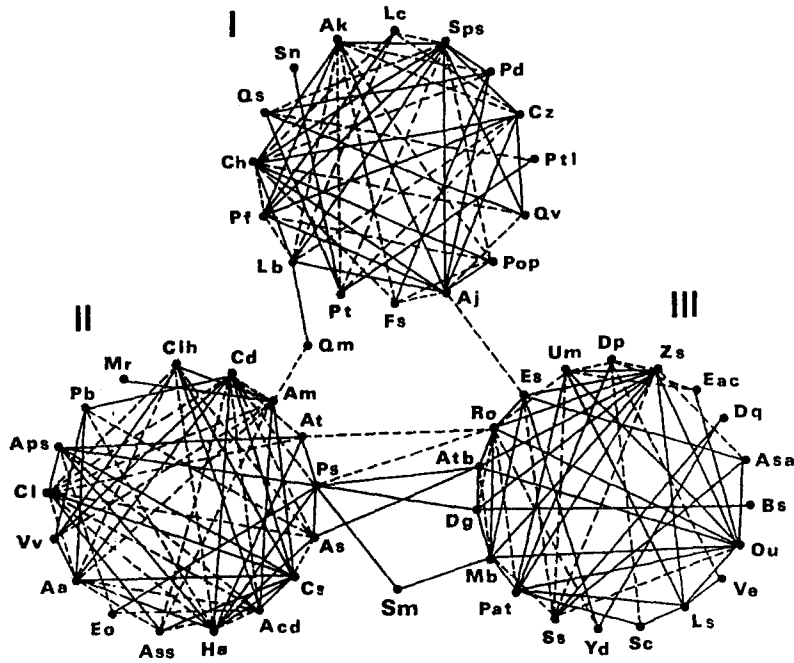


Fig. 5. Constellation of plant species based on significant associations according to chi-square (- :  $p < 0.01$ , --- :  $0.01 < p < 0.05$ )

- Aa; *Ainsliaea acerifolia*, Acd; *Astilbe chinensis* var. *dauidii*, Aj; *Atractylodes japonica*, Ak; *Artemisia keiskeana*, Am; *Asperula maximowiczii*, Aps; *Acer pseudosieboldianum*, As; *Asarum sieboldii*, Asa; *Aster ageratoides*, Ass; *Aster scaber*, At; *Aconitum trilobum*, Atb; *Acer truncatum* var. *barbinerve*, Bs; *Boehmeria spicata*, Cd; *Cimicifuga davurica*, Ch; *Carex humilis*, Cl; *Codonopsis lanceolata*, Clh; *Clematis heracleifolia*, Cs; *Carex siderosticta*, Cz; *Chrysanthemum zawadskii*, Dg; *Deutzia glabrata*, Dp; *Deutzia prunifolia*, Dq; *Dioscorea quinqueloba*, Eac; *Euonymus alatus* for. *ciliato-dentatus*, Eo; *Euonymus oxyphyllus*, Es; *Elsholtzia splendens*, Fs; *Fraxinus sieboldiana*, Ha; *Hepatica asiatica*, Lb; *Lespedeza bicolor*, Lc; *Lysimachia clethroides*, Ls; *Lonicera subhispidata*, Mb; *Morus bombycis*, Mr; *Melampyrum roseum*, Ou; *Oplismenus undulatifolius*, Pat; *Parthenocissus tricuspidata*, Pb; *Pimpinella brachycarpa*, Pd; *Pinus densiflora*, Pf; *Potentilla freyniana*, Pop; *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, Ps; *Philadelphus schrenckii*, Pt; *Pueraria thunbergiana*, Ptl; *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, Qm; *Quercus mongolica*, Qs; *Quercus serrata*, Qv; *Quercus variabilis*, Ro; *Rubus oldhamii*, Sc; *Smilax china*, Sm; *Saussurea macrolepis*, Sn; *Smilax nipponica*, Sps; *Spodiopogon sibiricus*, Ss; *Securinega suffruticosa*, Um; *Ulmus macrocarpa*, Ve; *Viburnum erosum*, Vv; *Vicia venosissima*, Yd; *Youngia denticulata*, Zs; *Zelkova serrata*

상의 결과로 보아 PO에 의해 분류된 군집은 표 조작에 의한 결과와 일치하는 것을 볼 수 있다.

Fig. 5는 친화력이 강한 종( $P < 1\%$ )들의 Plexus diagram이다.

I군의 식물은 싸리, 맑은대쑥, 신갈나무, 졸참나무, 산거울, 칩, 세잎양지꽃, 큰까치수영, 선밀나무, 삼주, 쇠물푸레, 둥굴레, 굴참나무, 고사리, 산구절초, 소나무, 큰기름새 등 주로 굴참나무군의 요소가 강하다.

II군의 식물은 눈빛승마, 병조희풀, 개갈퀴, 참나무, 당단풍, 더덕, 노랑갈퀴, 단풍취, 참회나무, 참취, 노루귀, 노루오줌, 세뿔투구꽃, 각시서덜취, 족도리, 고평나무, 대사초, 꽃머느리밥풀 등 주로 세뿔투구꽃군의 요소가 강하다.

III군의 식물은 느티나무, 바위말발도리, 왕느릅나무, 졸딸기, 쯤개잎나무, 털만주고로쇠, 산뽕나무, 물참대, 담쟁이덩굴, 광대싸리, 이고들빼기, 청미래덩굴, 털괴불나무, 털썩나무, 주름조개풀, 꽃향유, 까실쑥부쟁이, 단풍마, 회잎나무 등 느티나무군락의 구성종군으로 이루어졌다. 특히 느티나무군락은 제한된 입지조건으로 계곡에 주로 나타나는 고유의 종들을 많이 포함하고 있다. 중간연관분석의 결과는 종조성표에 의한 군락분류와 유사한 3개 종군으로 구분해 볼 수 있다. 즉, I군 및 II군의 신갈나무군락과 III군의 느티나무군락이다. 특히 신갈나무가 I군과 II군의 상반된 종군에 모두 연관되어 있는 것은 김과 길(1991), 변(1992) 및 전(1994)의 결과와 대조적이다. 그러나 Bray와 Curtis(1957) 및 Socol과 Sneath(1963)에 의하면 이 분석은 높은 우점도를 가진 종들의 지수가 계산되지 않기 때문에 현실적이지 못하고 단순한 관계만 내포한다. 청량산에서도 광범위한 관계를 나타내며 정확한 식별종이나 표징종은 나타나 있지 않다.

## 적 요

청량산(870 m)일대 삼림식생의 유형과 중간연관 분석을 위하여 식물사회학적 조사를 실시하였다. 삼림식생은 A. 신갈나무군락, A-1. 굴참나무군, A-1-a. 소나무하위군, A-1-b. 굴참나무전형하위군, A-2. 세뿔투구꽃군, A-3. 떡갈나무군, B. 느티나무군락으로 구분되었다.

굴참나무군은 해발 400~830 m 범위의 남동·남서사면에 분포하였으며, 토양의 유기물함량은 3.36~4.67%였다. 세뿔투구꽃군은 해발 650~830 m 범위의 북동·북서사면에 분포하였으며, 토양의 유기물함량은 7.18%였다. 떡갈나무군은 해발 810 m 부근의 남서사면에 분포하였으며, 토양의 유기물함량은 9.7%였다. 느티나무군락은 계곡부근에 분포하였으며, 토양의 유기물함량은 7.6%였다. 또한 Ca, Mg함량 및 전기전도도는 느티나무군락에서 가장 많은 11.82me/100mg, 11.27me/100mg, 102.2  $\mu$ mos/cm를 나타냈다.

PO에서는 제 I축의 습도, 제 II축의 사면과 방위각에 따라 각각 구배가 결정되었으며, 다소 건조한 입지의 소나무하위군 및 전형하위군, 중간 정도로 습한 입지에 세뿔투구꽃군, 다습한 계곡부근에는 느티나무군락이 각각 나타났다. 중간연관 분석결과 I군은 싸리, 맑은대쑥, 산거울 등 17종, II군은 당단풍, 단풍취, 세뿔투구꽃 등 18종, III군은 느티나무, 주름조개풀, 털만주고로쇠 등 19종이 각각 높은 양의 친화력을 보였다.

## 인용문헌

고재기·임양재. 1987. 칠갑산의 식생. 한국생태학회지 10:33-42.

김 원·서정호·이종운. 1983. 당지동 산화적지의 초기식생천이. 한국생태학회지 6:237-242.

- 김정언 · 임양재. 1989. 청량산 도립공원의 현존식생. *자연보존* 68:32-48.
- 김종원 · 김준호. 1988. 서울근교 산지의 삼림식생에 대한 식물사회학적 연구. *한국생태학회지* 11:97-107.
- 김창환 · 강선희 · 길봉섭. 1991. 적상산의 식생. *한국생태학회지* 14:137-148.
- 김창환 · 길봉섭. 1991. 서열법에 의한 전북 장안산 삼림군락 분석. *한국생태학회지* 14:231-241.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1979. 토양화학 분석법. 321p.
- 박봉규 · 이인숙. 1980. 광릉의 잎갈나무(*Larix kaempferi*)와 졸참나무(*Quercus serrata*)낙엽의 분해에 미치는 잎의 영양함량과 입지의 영향. *식물학회지* 23:45-48.
- 변두원. 1992. Z-M방법과 서열법에 따른 오대산 삼림식생의 식물사회학적 비교 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문. 서울. 80p.
- 양인석. 1961. 경북식물조사연구. *경대논문집(자연과학)* 5:17-65.
- 이대성 · 이하영. 1963. 한국지질도 예안도폭. 국립지질조사소.
- 이우철 · 이철환. 1989. 한국산 소나무림의 식물사회학적 연구. *한국생태학회지* 12:257-284.
- 이우철 · 임양재. 1978. 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. *한국식물학회지* 8(부록):1-33.
- 이은복. 1988. 북한산국립공원의 식생에 관한 연구. 중앙대학교 대학원 박사학위논문. 서울. 49p.
- 이창복. 1989. 대한식물도감. 향문사. 서울. 990p.
- 이호준 · 김하송 · 조은부. 1991. 검단산 삼림식생의 식물사회학적 연구. *한국생태학회지* 14:273-303.
- 이호준 · 변두원 · 김원식 · 이재석 · 김창호. 1993a. 가야산 삼림식생에 대한 식물 사회학적 연구. *한국생태학회지* 16:287-303.
- 이호준 · 정홍락 · 강혜원 · 김창호. 1993b. 학가산 삼림식생의 식물사회학적 분류와 입지환경 분석. *건국대학교 기초과학연구소 이학논집* 18:109-126.
- 이호준 · 정홍락 · 변두원 · 김창호. 1993c. 일월산의 삼림식생 분석. *한국생태학회지* 16:239-259.
- 임양재 · 백순달. 1985. 설악산의 식생. 중앙대학교. 서울. 199p.
- 임양재 · 이은복 · 고재기. 1985. 주왕산의 식생. *한국자연보존협회 조사보고서* 23:75-86.
- 임양재 · 김정언. 1992. 지리산의 식생. 중앙대학교. 서울. 467p.
- 전재인. 1994. 팔공산 자연식생의 군락생태학적 연구. 영남대학교 대학원 박사학위논문. 대구. 138p.
- 宋鍾頌. 1988. 韓國의針廣混交林に關する植物社會學的研究. *Hikobia* 10:145-156.
- Austin, M.P. 1976. On non-linear species response models in ordination. *Vegetatio* 33:33-41.
- Baruch, Z. 1984. Ordination and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan paramos. *Vegetatio* 55:115-126.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl, Springer-Verlag, Wein. New York. 865p.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:325-349.
- Cole, L.C. 1949. The measurement of interspecific association. *Ecology* 30:411-424.

- Kent, M. and J. Ballard. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio* 78:109-124.
- Kershaw, K.A. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold Publishing Co. Ltd., London. 308p.
- Kim, J.U. and Y.J. Yim. 1986. Classification of forest vegetation of Seonunsan Area, Southwestern Korea. *Korean J. Ecol.* 9:209-223.
- Kim, J.U. and Y.J. Yim. 1988a. Phytosociological classification of plant community in Mt. Naejang, Southwestern Korea. *Kor.J.Bot.* 31:1-31.
- Kim, J.U. and Y.J. Yim. 1988b. Indirect ordination of the forest communities of Mt. Naejang, Southwestern Korea. *Korean J. Ecol.* 11:131-136.
- Kim, J.U. and Y.J. Yim. 1993. Classification and multidimensional analysis of plant communities in Mt. Moak Provincial Park, Korea. *Korean J. Ecol.* 16:1-15.
- Kim, J.W. 1990. A syntaxonomic scheme for the deciduous oak forests of South Korea. *Abstracta Botanica* 14:51-81.
- Kim, J.W. 1992. Vegetation of Northeast Asia - on the syntaxonomy and syneogeography of the oak and beech forests -. Ph.D. Thesis. Wien Univ., Wien. 314p.
- McIntosh, R.P. 1978. Matrix and plexus techniques. *In* R.H. Whittaker (ed.). *Ordination of plant communities*. W. Junk, The Hague, pp.151-184.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York. 547p.
- Sokal, R.R. and P.H.A. Sneath. 1963. *Principles of numerical taxonomy*. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 359p.
- Song, J.S. 1992. A comparative phytosociological study of the subalpine coniferous forests in Northeastern Asia. *Vegetatio* 98:175-186.
- Stanek, W and L. Orloci. 1973. Comparison of Braun-Blanquet's method with sum-of-squares agglomeration for vegetation classification. *Vegetatio* 27:323-345.
- Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42:207-264.
- 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. *Japanese J. Ecol.* 25:77-88.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

(1995년 1월 16일 접수)