

## 월악산국립공원 영봉지역의 식생과 토양특성

신경현<sup>1)</sup> · 권혜진<sup>2)</sup> · 송호경<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 국립공원관리공단 · <sup>2)</sup> 충남대학교 대학원 · <sup>3)</sup> 충남대학교 산림환경자원학과

### Vegetation and Soil Properties of the Young-bong Area in Woraksan National Park

**Shin, Kyoungyouun<sup>1)</sup> · Kwon, Hyejin<sup>2)</sup> and Song, Hokyung<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Korea National Park Service,

<sup>2)</sup> Graduate School, Chungnam National University,

<sup>3)</sup> Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University.

#### ABSTRACT

This study was carried out to analyze vegetation, soil characteristic, and ordination of the Young-bong region in Woraksan National Park. Communities by species in Woraksan forest were composed of *Quercus mongolica* community group. This community group was classified into *Pinus densiflora* community, *Quercus variabilis* community, *Carpinus cordata* community and *Quercus mongolica* community. In the study, it was found that the composition of organic matter was 9.6~19.6%, nitrogen (0.3~0.7%), available phosphorous (4.5~8.8mg/kg), exchangeable K (0.3~0.5cmol<sup>+</sup>/kg), exchangeable Ca (1.6~6.7cmol<sup>+</sup>/kg), exchangeable Mg (0.8~1.5cmol<sup>+</sup>/kg), cation exchange capacity (C.E.C.; 7.6~32.9cmol<sup>+</sup>/kg), and pH was 4.5~5.1 respectively. The *Carpinus cordata* community were mostly found in high elevation and high percentage of total nitrogen, C.E.C., and organic matter. Controversially, *Pinus densiflora* community and *Quercus variabilis* community were found mostly in low elevation and low percentage of total nitrogen, C.E.C., and organic matter. The *Quercus mongolica* community were found in medium elevation and medium percentage of total nitrogen, C.E.C., and organic matter.

Key Words : *Quercus mongolica* community, *DCCA ordination*, *Phytosociology*, *Soil characteristic*.

**Corresponding author** : Song, Ho-kyung, Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea,  
Tel : +82-42-821-5747, E-mail : hksong@cnu.ac.kr

**Received** : 8 November, 2010. **Revised** : 7 December, 2010. **Accepted** : 14 January, 2011.

## I. 서 론

월악산국립공원은 1984년 12월 31일에 우리나라 20개 국립공원 중 17번째로 지정되었다. 행정구역상으로 문수봉, 대미산, 포함산, 마패봉 등의 능선을 경계로 북쪽은 충청북도 제천시, 충주시, 단양군에 속하며, 남쪽은 경상북도 문경시에 속해 있다. 위도 상으로는 북위 36°58'24.3" ~ 36°47'33.9" 동경 128°01'35.3" ~ 128°19'04.3"의 범위에 해당되고, 국립공원 면적은 약 287.5km<sup>2</sup>이다. 지역적으로 백두대간의 중하부 지역에 위치하고, 산림 지역은 경사가 급하고 암각지가 발달하여, 영봉을 비롯하여 만수봉, 포함산, 대미산, 문수봉, 황장산, 도락산 등과 같이 해발고 1,000m를 상회하는 봉우리들이 능선으로 연결되어 있다.

월악산국립공원내 식물자원은 총 501종으로 보고되었으며, 전형적인 내륙산악 지역의 산림식물 군집 구조와 종조성을 나타내는 천연림 지역으로서 우리나라 내륙 산악지역 산림식생연구의 귀중한 자료가 되고 있다(곽동훈, 1991). 월악산 영봉지역의 식생에 관한 연구는 이호준 등(1998)의 월악산 신갈나무림의 종조성과 토양환경, 최우경 등(2004)의 월악산국립공원의 산림군집구조, 김갑태와 추갑철(2005)의 월악산국립공원 덕주사-동창교 지역의 산림군집구조, 최송현 등(2005)의 월악산국립공원의 탐방로 주변부 식생 등의 연구가 이루어진 바 있다. 대부분의 연구가 일부 탐방로구간 내에서 주로 이루어졌으며, 최근 탐방객의 이용이 급증하고 있는 영봉지역의 4개 사면에 대한 조사는 이호준 등(1998)에 의해 일부 이루어졌으나, 주로 덕주사~영봉 구간에 조사구가 편중되었다. 때문에 영봉을 중심으로 하는 신갈나무림의 산림군락에 대한 자료는 미흡한 실정이고, 이호준 등(1998)이 1993년~1997년까지 조사한 영봉지역에 대한 식생자료와 약 15년 후의 식생의 변화상을 비교 분석한 자료는 식생의 구조적 변화를 예측하는데 중요한 자

료가 될 수 있다.

영봉 지역은 월악산국립공원의 주봉으로서 높이는 1,097m에 달하고, 영봉을 중심으로 4개 사면에 주요 탐방로가 위치하고 있으며, 환경부 지정 멸종위기 야생동식물 I 급인 산양과, II 급인 솔나리, 망개나무 등이 분포하고 있어 생태학적으로 보호해야 할 가치가 있는 지역이다(국립공원관리공단, 2006). 또한 국립공원관리공단에서 특별보호구로 지정하여 산양 증복원사업을 시행하고 있는 지역으로 지속적인 모니터링과 함께 체계적인 관리가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 영봉지역을 대상으로 산림군락을 분류하고 각 군락의 식생구조와 입지특성을 조사 분석하여, 단기적으로는 10여년간의 식생변화를 바탕으로 공원관리에 대한 기초자료 제공과 장기적으로는 산양 증복원사업의 생태 모니터링 및 식생관리방안을 세우는데 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

월악산 영봉지역은 북위 36°52'46.4" 동경 128°06'27.0"에 위치하고 있으며, 주요 산림식생은 소나무림, 신갈나무림, 굴참나무림이며, 계곡부와 저지대 임연부에는 일부 식재림과 활엽수 혼효림으로 구성하는 것으로 조사되었다(국립공원관리공단, 2006).

제천시점의 기상자료에 의하면, 월악산국립공원은 우리나라 중부내륙의 고지대에 위치한 관계로 다른 지방에 비해 첫서리, 첫얼음이 비교적 빨리 나타나고 있다. 30년간의 연평균기온은 10.1℃, 가장 무더운 8월 평균기온은 23.9℃, 가장 추운 달인 1월 평균기온은 -5.3℃를 보이고 있다. 연평균강수량은 1,294mm이고 5월, 6월, 9월은 월평균강수량이 100mm이상이며, 7월, 8월은 월평균강수량이 270mm이상인 하계집중호우형의 특성을 나타냈다(Figure 1). 연일조시간은 2156hr이

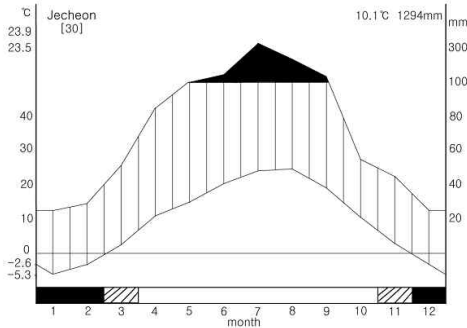


Figure 1. Climate diagram of Jecheon.

며, 4월, 5월, 6월에 일조량이 비교적 많은 것으로 조사되었다(기상청, 2001).

2. 식생조사와 토양조사 및 분석

식생조사는 2010년 6월부터 2010년 8월 사이에 월악산국립공원 영봉지역의 4개 사면에 위치한 탐방로를 기준으로 인위적인 교란이 적은 입지를 대상으로 실시하였다. 덕주사 구간 7개소, 동창교 구간 5개소, 보덕암 구간 12개소, 신록사 구간 10개소 등 총 34개의 조사구를 15m×15m(225㎡) 크기로 설치하였다(Figure 2). 각 조사구에서 출현하는 수목 가운데 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 매목조사를 실시하였다. 매목조사에

서 얻은 자료를 이용하여 Curtis와 McIntosh (1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하였다. 또한 식물사회학적 조사를 위하여 출현종을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 나누어 수관층별로 식생을 기록하고 평균 식생고를 측정하였다. 조사구 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet (1964)의 우점도 7등급을 변형한 Dierssen(1990)의 9등급을 적용하였다.

토양시료는 각 조사구 내에서 유기물층을 제거한 후, 0~10cm 깊이에서 채취하였으며, 실험실로 운반하여 음지에서 자연 건조한 후 이화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물함량은 Walkley-Black wet oxidation법으로 분석하였다. 토양 pH는 토양과 증류수의 비율을 1 : 5로 분석하였고, 전질소함량은 micro-Kjeldahl법으로, 치환성 K, Ca, Mg는 1M ammonium acetate로 침출시킨 후 ICP(inductively coupled plasma mass spectrometer)를 이용하여 분석하고 양이온치환용량(C.E.C.; cation exchange capacity)을 구하였다.

3. Ordination 분석

Ordination은 CA(correspondence analysis)의

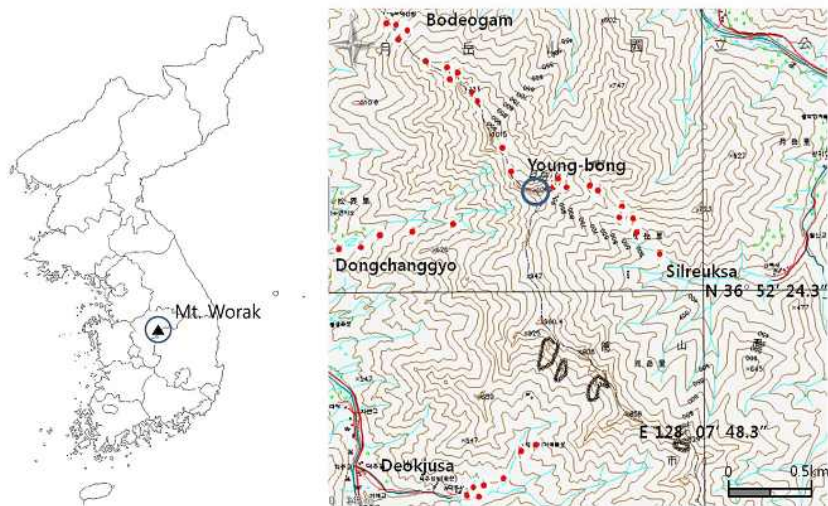


Figure 2. The location map of study area in Mt. Worak the young-bong Area.

● : Quadrat site.

확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)로 환경인자를 직접 이용하여 분석하였고(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak와 Šmilauer(1998)의 CANOCO for Windows program을 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 식물사회학적 방법에 의한 개체군의 분류

총 34개의 조사구를 대상으로 분석을 실시하였으며, 전체 조사구에서 출현한 152종을 표 작성법으로 분석한 결과 월악산 영봉 주변의 산림 식생군락은 주요 우점종인 신갈나무를 중심으로 한 신갈나무군락군으로 분류되었다. 신갈나무군락군은 입지환경에 따라 종조성을 달리하는 소나무군락, 굴참나무군락, 까치박달군락, 신갈나무군락으로 구분되었다(Table 1).

아교목층과 관목층에서 당단풍과 생강나무가 조사구 전체적으로 분포하고 있었고, 고도별로 보면 굴참나무군락은 400~700m, 까치박달군락은 900~1000m 사이에서 위치하고 있다. 이는 해발고도와 지형 등 입지환경이 종조성의 차이를 나타내는 가장 큰 요인으로 작용한 것으로 생각된다. 이호준 등(1998)은 월악산 영봉지역의 신갈나무림을 신갈나무-조록싸리군락으로 보고하였는데, 본 연구에서는 소나무군락, 굴참나무군락, 까치박달군락, 신갈나무군락으로 차이를 보이고 있다. 이는 10여 년 전의 조사에서 전체적으로 분포하고 있던 조록싸리가 굴참나무군락과 일부 소나무군락에 한정적으로 출현하는 등 천이에 따른 식생변화와 조사구가 덕주사~영봉 구간에서 18개로 편중되었기 때문으로 생각된다.

##### 1) 소나무군락

소나무군락은 총 13개의 조사구가 포함되었으며, 해발고 282~753m 사이에 위치하고, 평균 노암율이 약 24.2%이다. 대부분 능선 주변으로 평균 25.5°의 경사로 다른 군락에 비해 경사가 완만

한 지역에 고르게 분포하고 있었다. 사면은 북서~북동사면 사이이고 평균출현종수는 22종이었다. 교목층은 60~90%의 피도로 대부분 소나무가 우점도 4~5로 출현하였다. 소나무와 함께 신갈나무가 혼생하고 있었으며, 물푸레나무, 졸참나무 등이 출현하였다. 아교목층의 평균피도는 65%로 신갈나무와 함께 물푸레나무, 쇠물푸레나무, 쪽동백, 팔배나무, 병꽃나무, 비목나무 등이 출현하였다.

김홍은 등(2000)은 월악산에 분포하는 소나무림에서 가장 높은 중요치를 보이고 있는 수종은 소나무 외에 굴참나무이며, 그 다음으로 신갈나무, 졸참나무, 쇠물푸레나무, 산벚나무, 굴피나무, 쪽동백, 병꽃나무 순으로 나타난다고 보고하였다. 이는 본 조사지의 소나무군락과 많은 부분 일치하는 것으로 나타났다. 송호경과 장규관(1997)은 강원도 일대와 경상북도 울진군 서면 일대의 소나무림을 대상으로 흉고직경급 분석과 천이에 대한 연구결과 해당 소나무림이 점차 굴참나무림과 신갈나무림으로 변화해 나갈 것이라고 보고하였는데, 본 조사결과에서도 신갈나무와 소나무가 경쟁하고 있어 일부 능선 부분이나, 척박한 암석지를 제외하고 신갈나무군락으로 천이가 진행될 것으로 예상된다.

관목층은 평균피도가 36.5%로 비교적 낮은 피도를 보이고 있었으며, 신갈나무, 당단풍, 생강나무, 쇠물푸레나무, 병꽃나무, 개울나무, 조릿대, 함박꽃나무, 조록싸리 등이 출현하였다. 초본층은 평균피도가 33%로 생강나무가 우점하였고, 그늘사초, 담쟁이덩굴, 대사초, 둥굴레, 단풍취, 조릿대, 큰기름새, 개고사리, 맑은대쭉, 선밀나무 등이 출현하였다.

##### 2) 굴참나무군락

굴참나무군락은 총 9개의 조사구가 포함되었고, 해발고 373~689m 사이에 위치하고, 평균 노암율이 약 28.8%로 다른 군락에 비해 비교적 높게 나타났다. 사면방향은 주로 북서 또는 남사면

이며, 토심이 얇고 비교적 건조한 지형이었다. 평균출현종수는 29종으로 4개의 군락 중 가장 많은 종들이 출현하였다. Kim(1992)은 굴참나무군락이 약산성으로 토심이 얇고 햇빛이 많이 드는 건조 입지에 잘 발달한다고 기술하였는데 본 조사 결과에서도 굴참나무군락의 입지조건이 이와 일치하는 경향이였다.

교목층은 80~95%의 높은 피도를 보이고 있었으며, 굴참나무가 우점도 2a~5의 값으로 우점하였고, 신갈나무와 졸참나무, 물푸레나무, 음나무, 고로쇠나무 등이 출현하였다. 아교목층은 평균 53%의 피도를 보이고 있었으며, 신갈나무, 쪽동백, 생강나무가 주로 우점하였고, 쇠물푸레나무, 당단풍, 졸참나무, 개웃나무 등이 출현하였다. 관목층의 평균피도는 48%로 다른 군락에 비해 가장 높게 나타났으며, 조릿대, 생강나무가 우점하였고, 굴참나무, 쇠물푸레나무, 쪽동백, 조릿대, 팔배나무, 노린재나무 등이 출현하였다. 관목층의 조릿대 밀집 현상으로 인해 초본층은 23%의 낮은 피도를 나타내고 있었으며, 큰기름새, 비목나무, 맑은대쭉, 조록싸리, 선밀나물 등이 출현하였다.

이는 이호준 등(1998)이 월악산 굴참나무군락의 피도는 관목층을 제외하고 전체적으로 낮고, 초본층의 경우도 피도 30.5%로 타군락에 비해서 대단히 빈약하다고 보고한 결과와 일치하였다. 송종석 등(2009)은 보련산 굴참나무군락에서 교목층은 신갈나무, 소나무, 굴피나무, 졸참나무, 물푸레나무, 산벚나무 등이 혼생하고, 아교목층은 굴참나무, 쪽동백나무, 물푸레나무, 신갈나무, 소나무 등이 출현하며, 관목층은 쪽동백나무, 생강나무, 때죽나무, 신갈나무, 붉은병꽃나무, 산초나무, 초본층은 실새풀, 고사리, 참취, 맑은대쭉, 새, 큰기름새, 산거울, 조록싸리 등이 나타난다고 보고하였다. 본 조사지역의 굴참나무군락에서도 구성종이나 입지환경을 볼 때 선행 연구결과와 많은 부분 일치하였다.

### 3) 까치박달군락

까치박달군락은 총 6개의 조사구가 포함되었으며, 해발고 909~980m 사이의 고지대에 위치하고, 평균 노암율이 19.1%로 다른 군락에 비해 가장 낮은 것으로 조사되었다. 대부분 영봉 인근 지역으로 평균 33°의 급경사 지역에 분포하였다. 사면 방향은 1개 조사구를 제외한 나머지 조사구 모두 북서사면에 위치하고 있었고 평균 22종이 출현하였다.

교목층은 신갈나무와 까치박달이 우점도 2b~4로 분포한 가운데, 서어나무가 2a~3의 우점도로 출현하였다. 아교목층의 평균피도는 55%로 비교적 높게 나타났으며, 까치박달이 우점하였고, 당단풍, 병꽃나무, 철쭉, 팔배나무, 함박꽃나무, 다래나무 등이 출현하였다. 까치박달이 교목층에서 관목층까지 전체적으로 피도율이 높아져 까치박달의 생태적 지위가 대두되는 곳이지만, 까치박달은 당단풍과 같은 유형의 아교목성 수종임을 고려할 때, 서어나무가 까치박달나무보다 우점도가 다소 낮지만 장차 서어나무군락으로 변화될 것으로 추정된다. 관목층의 평균피도는 32%로 가장 낮게 나타났으며, 대부분 당단풍, 까치박달이 우점하였고, 쇠물푸레나무, 철쭉 등이 출현하였다. 초본층의 평균피도는 43%로 4개의 군락 가운데 가장 높게 나타났다. 이는 관목층의 피도가 타 군락에 비해 낮았기 때문으로 판단된다. 대부분 산수국이 우점하고 있었고, 담쟁이덩굴, 단풍취, 십자고사리, 제비꽃, 그늘사초, 국수나무 등이 출현하였다. 관중은 군락 식별종으로 타 군락에서는 출현하지 않았다.

### 4) 신갈나무군락

총 6개의 조사구가 포함되며, 해발고 296~914m 사이에 분포하며, 평균 노암율이 30%로 가장 높게 나타났다. 사면 방향은 주로 북동, 남동 사면에 위치하고 있으며, 평균 30°의 급경사를 이루고 있었다. 평균출현종수는 20종으로 가장 적은 종들이 출현하였다. 이것은 다른 군락에 비해

**Table 1.** Vegetation table of *Quercus mongolica* community group.

- A : *Pinus densiflora* community
- B : *Quercus variabilis* community
- C : *Carpinus cordata* community
- D : *Quercus mongolica* community

Subcommunity type	A												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Serial number	2	4	22	28	1	3	30	8	27	9	10	5	11
Releve number	322	323	190	350	321	245	351	296	141	4	344	351	253
Altitude	308	448	753	283	282	342	325	582	441	615	676	568	750
Direction	322	323	190	350	321	245	351	296	141	4	344	351	253
Slope degree(°)	25	28	31	29	40	8	33	20	17	20	24	25	32
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	90	70	85	70	70	90	80	70	90	90	60	80	90
Coverage of lower tree(T2) layer(%)	80	50	60	50	80	70	100	60	60	95	40	50	50
Coverage of shrub(S) layer(%)	50	60	10	30	25	40	30	50	80	20	30	30	20
Coverage of herb(H) layer(%)	40	30	30	30	10	50	15	30	10	10	50	30	90
Number of species	15	26	20	21	17	29	17	25	15	26	21	18	30
Rock exposure ratio(%)	50	25	5	5	40	40	10	10	30	50	5	40	5
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	T1	3	3	3	.	.	2b	2b	.	4	3	4	5
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	T2	.	2a	3	.	.	2b	2b	.	2a	2b	2a	.
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	S	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	2a	.
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	H	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍)	T2	.	2a	.	2b	.	3	.	2b	3	2a	2a	.
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍)	S	.	.	.	2b	.	2b	.	2a	2a	.	.	.
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍)	H	.	.	+	2a	.	1	+	.	+	+	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	T2	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	S	2a	.	2m	2a	+	2a	2a	.	.	2a	+	.
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	H	+	2a	+	2a	+	.	2b	2m	+	2a	+	+
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	T1	4	4	4	4	4	3	3	3	2b	2b	2b	2a
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	T2	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus cordata</i> (까치박달)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus cordata</i> (까치박달)	T2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus cordata</i> (까치박달)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus cordata</i> (까치박달)	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i> (서어나무)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i> (서어나무)	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i> (서어나무)	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris crassirhizoma</i> (관중)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	T1	.	.	.	.	2b	.	.	.	2a	.	.	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	T2	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	H	.	+	+	2a	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	T2	3	.	2b	.	2a	.	2b	.	1	2a	2b	3
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	S	.	2a	2m	.	+	.	.	.	.	.	2a	2a
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	H	+	+	2m	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Stephanandra incisa</i> (국수나무)	S	.	2a	.	.	2m	+	2b	1	.	+	.	.
<i>Stephanandra incisa</i> (국수나무)	H	.	+	.	2a	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Carex lanceolata</i> (그늘사초)	H	2m	.	2m	.	+	.	.	.	.	1	2b	2a
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백)	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백)	T2	.	2a	.	.	.	3	.	2a	1	2a	.	.
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백)	S	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백)	H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	2b	.	.
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	T1	.	.	.	.	3	2a	2b	3	2a	.	.	.
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	T2	3	2b	.	.	3	.	.	.	2b	.	.	.
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	H	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (담쟁이덩굴)	H	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	H	2m	2m	.	.	2m	.	2m	.	.	1	.	2a
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (둥굴레)	H	+	+	+	.	1	+	.	.	.	.	+	+
<i>Wéigela subsessilis</i> (병꽃나무)	T2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Wéigela subsessilis</i> (병꽃나무)	S	.	.	.	r	+	.	.	.	.	+	+	.
<i>Wéigela subsessilis</i> (병꽃나무)	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Ainsliaea acrifolia</i> (단풍취)	H	.	.	.	.	+	.	+	.	2a	2a	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	T2	2a	+	.	2a	.	.	.	.	1	.	2a	.
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	S	2a	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.



교목층의 피도가 높고 노암율이 높아 식생이 생육하는데 불리한 환경조건으로 인한 결과라고 판단된다.

교목층은 평균 81%의 피도를 보이고 있었으며, 신갈나무가 우점도 3~5로 분포하였고, 물푸레나무, 쪽동백, 팽나무, 느릅나무, 갈참나무 등이 출현하였다. 아교목층은 평균 피도가 40%로 신갈나무, 당단풍이 우점하였고, 쇠물푸레나무, 개웃나무, 함박꽃나무, 난티잎개암나무, 다래나무, 서어나무, 산벚나무 등이 출현하였다. 관목층은 당단풍이 우점하였으며, 물푸레나무, 쇠물푸레나무, 국수나무, 병꽃나무, 털진달래 등이 출현하였다. 초본층은 생강나무, 그늘사초, 대사초, 단풍취, 싸리, 산수국, 개고사리 등이 27%의 피

도로 출현하였다.

김정언과 길봉섭(2000)은 신갈나무의 전형아군락은 특별한 식별종을 수반하지 않으며, 산의 능선부와 사면 중상부의 척박한 곳에 발달한다고 하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치하였다.

## 2. 중요치 분석

조사지역에서 출현한 종 가운데 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 조사구 34개소의 매목 조사를 실시하여 중요치를 분석하였다(Table 2).

전체 49종 가운데 신갈나무의 중요치가 79.32%로 가장 높게 나타났으며, 소나무 39.35%, 굴참나무 28.73%, 졸참나무 19.34%, 당단풍 18.09%, 쇠물푸레나무 13.23%, 물푸레나무 12.61%, 까치

**Table 2.** Importance value of major tree species of the *Quercus mongolica* community group.

Species	Relative density (%)	Relative coverage (5)	Relative frequency (5)	Importance value (%)
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	27.30	39.15	12.88	79.32
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	7.61	24.88	6.87	39.35
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	9.71	13.87	5.15	28.73
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	8.24	5.09	6.01	19.34
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍)	8.29	2.07	7.73	18.09
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	6.06	0.30	6.87	13.23
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	3.85	3.61	5.15	12.61
<i>Carpinus cordata</i> (까치박달)	5.33	2.63	3.43	11.39
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	4.57	0.75	5.58	10.89
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	2.36	0.06	5.15	7.57
<i>Carpinus laxiflora</i> (서어나무)	1.74	3.24	2.58	7.55
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	2.81	0.20	3.00	6.01
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	1.46	0.10	3.86	5.42
<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	2.18	0.34	2.58	5.10
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	0.98	0.57	3.43	4.99
<i>Kalopanax pictus</i> (읍나무)	1.24	1.05	2.58	4.87
<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)	0.82	0.91	2.58	4.31
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (노린재나무)	1.13	0.10	3.00	4.23
<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)	1.00	0.17	3.00	4.17
<i>Actinidia arguta</i> (다래나무)	1.07	0.07	3.00	4.14
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (느릅나무)	1.14	0.55	1.72	3.41
<i>Celtis sinensis</i> (팽나무)	0.61	0.25	2.15	3.00
<i>Euonymus oxyphyllus</i> (참회나무)	0.51	0.05	1.72	2.27
total	100	100	100	300



박달 11.39% 등의 순으로 나타났다. 김갑태와 추갑철(2005)은 월악산의 신갈나무-소나무군락에서 평균상대우점치가 신갈나무가 31.1%로 가장 높고, 다음으로 소나무, 물푸레나무, 느릅나무 순이고, 소나무-졸참나무군락에서는 소나무가 29.0%로 가장 높고 졸참나무, 신갈나무, 물푸레나무 순이라고 보고하였는데, 이와 비교하면 수치에서 약간의 차이는 있지만 중요치가 높은 수종은 많은 부분 일치하였다. 신갈나무군락군의 중요치를 분석한 결과 교목층은 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 졸참나무가 우점종으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 당단풍의 중요치가 높은 이유는 신갈나무군락의 표징종으로 아교목층 또는 관목층에 전체적으로 신갈나무와 함께 출현하기 때문이라고 판단된다. 또한 아교목층은 당단풍, 쇠물푸레나무, 물푸레나무, 까치박달, 쪽동백 등이 우점하고 있었으며, 이들 종들은 각각 비슷한 세력을 형성하고 있었다.

3. 흉고직경급 분석

흉고직경급 분포는 군집의 구조 이해와 생태적 천이 과정을 추론할 수 있는 유용한 방법(이경재 등, 1990)으로 널리 사용되고 있다. 월악산 국립공원 영봉지역의 신갈나무군락군의 천이 과정을 추론하고자 본 조사지역에서 출현 종 가운데 중요치가 높은 종을 대상으로 흉고직경급별 분포도를 작성하였다(Figure 3).

신갈나무는 흉고직경 10~30cm의 중간 크기

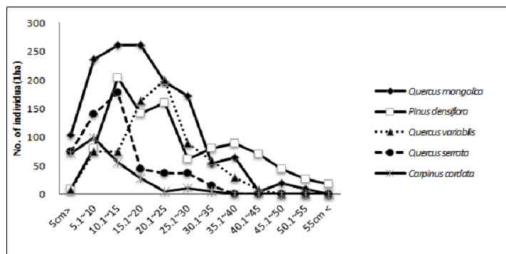


Figure 3. DBH distribution of major species in tree species of *Quercus mongolica* community group.

개체의 밀도와 10cm 이하의 밀도가 높아 계속해서 우점할 것으로 예상된다. 이호준 등(1998)은 1993년~1997년까지 월악산 신갈나무군락의 흉고직경을 조사한 결과 굴참나무하위락의 신갈나무분포는 6~10cm급이 26.2%로 가장 높았고, 다음으로 11~15cm급이 23.0%이며, 특히 2~10cm 급에 해당하는 소경목과 11~20cm에 해당하는 중경목이 각각 전체의 42.9%, 40.1%로 높은 빈도를 나타내어 전체적으로 역 J자 모양의 곡선을 보여준다고 보고하였는데, 본 조사결과 10여년이 지난 현재까지 지속적인 성장으로 20~30cm 중경목의 비율이 높아진 것으로 판단된다. 굴참나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고 중간 개체의 밀도가 높은 정규분포형 비슷한 밀도를 나타내고 있으나, 어린 개체의 밀도가 낮아, 점차 시간이 지나면 중요치가 감소할 것으로 예상된다.

권기철(1998)은 천연갱신을 위한 월악산 천연림의 군집생태학적 무육 방안 연구에서 소나무-굴참나무군집의 천이방향을 소나무->굴참나무->신갈나무로 진행될 것으로 예상하였다. 또한 김갑태와 추갑철(2005)은 월악산 덕주사 동창교 지역의 신갈나무-소나무 군락의 흉고직경급 분석에서 소나무의 치수는 상대적으로 적으며, 신갈나무와 물푸레나무의 치수가 많아 앞으로 신갈나무와 물푸레나무의 상대우점치가 높아지며, 당분간 신갈나무 우점군락으로 천이가 진행될 것이라고 보고하였는데, 본 연구에서도 같은 결과를 보이고 있다. 그러나 산 정상부나 암벽지대 등 신갈나무의 생육이 어려운 지역을 중심으로 소나무림이 지속적으로 유지될 것으로 예상된다.

4. 토양특성 분석

산림토양은 산림생태계의 중요한 구성요소중의 하나로서 임목의 분포, 성장 및 갱신에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 보고되었다(박관수·이수욱, 1990). 본 조사대상지의 신갈나무군락군

**Table 3.** Physicochemical properties of the soils used for *Quercus mongolica* community group.

Soil property	<i>Pinus densiflora</i> community	<i>Quercus variabilis</i> community	<i>Carpinus cordata</i> community	<i>Quercus mongolica</i> community
O.M*(%)	9.9	9.6	19.6	11.8
T.N*(%)	0.3	0.3	0.7	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *(mg/kg)	5.6	4.5	8.8	6.4
K(cmol <sup>+</sup> /kg)	0.3	0.3	0.5	0.4
Ca(cmol <sup>+</sup> /kg)	3.6	1.6	4.6	6.7
Mg(cmol <sup>+</sup> /kg)	1.0	0.8	1.1	1.5
pH	4.8	4.5	4.6	5.1
C.E.C*(cmol <sup>+</sup> /kg)	17.6	18.8	32.9	23.4

\* O.M. : Organic matter, T.N. : Total Nitrogen, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : available phosphate, C.E.C. : cation exchange capacity.

의 토양에 대한 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

군락별 입지환경 규명을 위해 토양의 특성을 분석한 결과, 4개의 군락을 대표하는 각 조사지역의 pH는 4.5~5.1로 군락별로 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 이는 이호준 등(1998)이 1993년에 영봉지역에서 조사한 평균 pH 5.28 보다는 산성토양인 것으로 나타났다. 유기물함량, 전질소함량, 유효인산함량의 평균값은 1993년에 조사한 결과인 8.86%, 0.34%, 8.88%에 비하여 현재는 12.73%, 0.42%, 6.33%로 유효인산함량을 제외하고 모두 증가하였다. 토양의 이화학적 특성에 있어서 유기물함량은 토양의 물리적 특성 변화에 지배적 역할을 하는데, 질소의 대부분을 공급하고, 유효인산의 50~60%를 공급하며, 양이온치환용량을 개선시키는 등 토양 특성에 가장 큰 영향을 주는 인자이다(Brady, 1990). 따라서 월악산의 신갈나무군락군의 토양환경은 예전에 비해 상대적으로 좋아진 것으로 판단된다. 또한, 군락별로 질소함량과 유기물함량을 비교해 보면 까치박달군락은 질소함량 0.7%, 유기물함량 19.6%로 가장 높고, 굴참나무군락은 질소함량 0.3%, 유기물함량 9.6%로 가장 낮은 것으로 조사되었다.

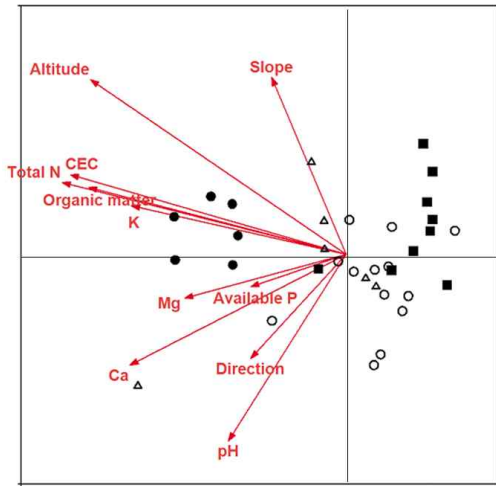
정진현 등(2002)은 1984년부터 1990년까지 전국 915개 산림토양에 대하여 이화학적 분석을

실시한 결과 pH가 높고 석회암을 모재로 생성된 토양이 많은 강원도 지역이 Ca 함량은 낮게 나타났다고 보고하면서, 치환성양이온의 경우 A층을 기준으로 할 때 일반적으로 산림토양에서 Ca > Mg > K 순으로 감소한다고 하였다. 토양 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성 양이온을 분석한 결과 Ca > Mg > K 순으로 감소하여 위 결과와 일치하였고, 이호준 등(1998)이 조사한 치환성양이온 함량은 Ca, Mg, K가 0.38 cmol<sup>+</sup>/kg, 3.24 cmol<sup>+</sup>/kg, 0.96 cmol<sup>+</sup>/kg으로 Ca를 제외하고 전체적으로 높게 나타났다.

## 5. Ordination 분석

식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고(온도인자)와 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있다. 본 조사지역의 해발고, 경사, 방위, 토양의 이화학적 특성 등의 환경요인들과 신갈나무군락군의 상관관계를 분석하였다. 식물사회학적 방법에 의하여 구분된 군락을 대상으로 11개의 환경요인으로 DCCA ordination 분석한 결과를 I/II 평면상에 나타내었다(Figure 4).

월악산 영봉 지역의 신갈나무군락군은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 이를 환경요인들과 DCCA ordination 결과에 의한 제 1축, 제 2축과의 상관관계를 살펴보면 여러 환경 요인들이 군락의 분포와 상관관계가 있음을 알 수 있다.



**Figure 4.** Vegetation data of *Quercus mongolica* community group : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(○, ■, ●, △) and environmental variables(arrow). The plots are : ○=*Pinus densiflora* community, ■=*Quercus variabilis* community, ●=*Carpinus cordata* community, △=*Quercus mongolica* community.

주요 군락들과 환경 요인들과의 관계를 보면, 까치박달군락은 4개의 군락 가운데 해발고가 가장 높고, 전질소, C.E.C., 유기물함량이 많은 입지에 분포하는 것으로 나타났다. 소나무군락과 굴참나무군락은 해발고가 낮고, 전질소, C.E.C., 유기물함량이 낮은 입지에 분포하고, 신갈나무군락은 까치박달군락과 굴참나무군락의 중간 입지에 분포하는 것으로 나타났다.

이호준 등(1998)은 월악산 신갈나무림의 종조성과 토양환경 연구에서 굴참나무, 소나무 등은 고도 400~850m의 낮은 해발고도에서 토양함수량이 낮고 유기물함량이 적은 곳에 주로 분포한다고 보고하였고, 이미정(2007)은 우리나라 주요 참나무림의 군락구조분석 및 생태적 식재 모델 연구에서 굴참나무군락은 전질소와 유기물함량이 적은 지역에 분포한다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

#### IV. 결 론

본 연구는 월악산 영봉지역을 대상으로 식물사회학적 조사방법을 통하여 군락분류를 실시한 결과 신갈나무군락군으로 구분되었으며, 신갈나무군락군은 종조성에 의해 소나무군락, 굴참나무군락, 까치박달군락, 신갈나무군락으로 구분되었다. 식별된 군락 간에 구성종의 차이를 보였는데, 이러한 차이는 해발고, 토양의 이화학적 특성, 주변 산림식생 천이과정 등의 요인에 의한 것으로 사료된다. 또한 중요치 분석 결과 신갈나무가 79.32%로 가장 높게 나타났으며, 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 당단풍, 쇠물푸레나무, 물푸레나무, 까치박달 순으로 조사되었다. 흉고직경급 분석 결과 신갈나무는 흉고직경 10~30cm의 중간 크기 개체의 밀도가 높아 계속해서 우점할 것으로 예상된다.

영봉 지역 신갈나무군락군의 토양 특성은 이호준 등(1998)이 조사한 결과와 비교해 보면 토양은 pH 5.28에서 pH 4.75로 산성화되었고, 유기물함량, 전질소함량, 유효인산함량의 평균값은 12.73%, 0.42%, 6.33%로 유효인산함량을 제외하고 모두 증가하였다.

신갈나무군락군의 군락별 식생과 환경의 상관관계를 분석한 결과, 까치박달군락은 해발고가 높고 전질소, C.E.C., 유기물함량이 많은 입지에 주로 분포하는 것으로 조사되었다. 소나무군락과 굴참나무군락은 해발고가 낮고 전질소, C.E.C., 유기물함량이 낮은 지역에 분포하는 것으로 나타났다. 또한 신갈나무군락은 까치박달군락과 굴참나무군락의 중간 입지에 분포하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 월악산국립공원 영봉지역의 4개 사면에는 고도별로 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 까치박달 등 다양한 삼림군락이 입지환경에 따라 분포하고 있는 것으로 판단된다. 또한 본 조사과정에서 환경부 지정 멸종위기 야생식물Ⅱ급인 솔나리가 국립공원관리공

단(2006)에서 조사된 영봉 지역 외에 보덕암 인근 지역에서도 30여 개체 이상 자생하는 것을 확인하였다. 신규로 확인된 솔나리 자생지 대부분이 대부분 탐방로 인근에 위치하고 있어 탐방객에 의한 훼손 또는 토양 답압으로 인한 훼손이 우려된다. 특히 월악산 영봉 지역은 탐방객의 약 36% 정도가 이용할 정도로 많은 탐방객이 찾고 있으며, 정규탐방로 외의 출입으로 인한 셋길 생성 및 외래식물 유입 등이 우려되므로 영봉지역 내에 솔나리의 자생지를 중심으로 탐방객의 출입을 통제하는 목책 등의 보호시설 설치 및 특별보호구 지정 등 적극적인 보호방안과 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

### 인 용 문 헌

- 국립공원관리공단 2006. 월악산국립공원자연자원조사. pp.101-156.
- 권기철. 1998. 천연생신을 위한 월악산 천연림의 군집생태학적 무육방안. 충북대학교 대학원 석사학위논문. pp.85.
- 기상청. 2001. 한국기후표. 기상청.
- 김갑태 · 추갑철. 2005. 월악산국립공원 덕주사-동창교 지역의 산림군집구조. 한국환경생태학회지 19(2) : 75-82.
- 김정연 · 길봉섭. 2000. 한국의 신갈나무 숲. 원광대학교 출판국. pp.511.
- 김홍은 · 권기철 · 정택상. 2000. 월악산에 분포하는 소나무림에서의 교란체제와 천이 과정. 산림바이오에너지 19(2) : 79-85.
- 곽동훈. 1991. 월악산 삼림군집의 식물사회학적 연구. 충북대학교 대학원 석사학위논문. pp.43.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. pp. 202.
- 박관수 · 이수욱. 1990. 산림토양내의 유기물함량이 토양 입단화에 미치는 영향. 한국임학회지 79(4) : 367-375.
- 송종석 · 신동국 · 이장순 · 김현규 · 엄광호. 2009. 충청북도 보련산 삼림식생에 대한 군락생태학적 연구. 한국환경생태학회지 23(1) : 66-77.
- 송호경 · 장규관. 1997. 소나무림과 신갈나무림의 흉고직경급 분석과 천이에 관한 연구. 한국임학회지 86(2) : 223-232.
- 이경재 · 조재창 · 이봉수 · 이도석. 1990. 광릉산림의 식물군집 구조( I ) Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생 분석. 한국임학회지 79(2) : 173-186.
- 이미정. 2007. 우리나라 주요 참나무림의 군락구조 분석 및 생태적 식재모델연구. 충남대학교 대학원 박사학위논문. pp.173.
- 이호준 · 전영문 · 강상호. 1998. 월악산 신갈나무(*Quercus mongolica*)림의 종조성과 토양환경. 환경생물학회지 16 : 170-177.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91 : 694-700.
- 최우경 · 김성현 · 최송현 · 오구균. 2004. 월악산국립공원의 산림군집구조-영봉 및 도락산 일원을 중심으로. 한국환경생태학회 학술대회지 2004(2) : 51-53.
- 최송현 · 오구균 · 조현서 · 강현미. 2005. 월악산국립공원 탐방로의 주변부식생. 한국환경생태학회 학술대회지 2005(2) : 37-40.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soil. Macmillan, New York.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York. pp.865.
- 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. 241.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA-A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Anal-

- ysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press.
- Hill, M. O., and H. G. Jr. Gauch 1980. Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* 42 : 47-58.
- Kim, J. W. 1992. Vegetation of northeast Asia on the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests. Ph. D. Thesis, Wien University. pp.314.
- Ter Braak, C. J. F., and Šmilauer P. 1998. CANOCO-Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power, Ithaca, USA. pp.352.