

## 월악산 주요 임분의 종조성과 구조: 국가장기생태연구지소를 중심으로

조현제\*·이중효·배관호<sup>1</sup>

경북대학교 농업과학기술연구소, <sup>1</sup>상주대학교 산림환경자원학과

### Composition and Structure of the Major Forest Stands in Mt. Worak, Korea: On the National Long-Term Ecological Research Sites

Cho, Hyun-Je\*, Jung-Hyo Lee and Kwan-Ho Bae<sup>1</sup>

*Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*

<sup>1</sup>*Department of Forest Resource and Environment, Sangju National University, Sangju 743-711, Korea*

**ABSTRACT:** We assessed the species composition and structure of the three representative forest stands (*Pinus densiflora* stand, *Quercus variabilis* stand, and *Quercus mongolica* stand), dominated in the National Long-Term Ecological Research Sites of Mt. Worak, Korea and established a benchmark series of permanent plots and transects with which future changes in forest composition and structure could be monitored. Species richness of *Q. mongolica* stand was greater than other two stands, due in large part to the greater habitat heterogeneity. Number of trees and species are decreased with increasing DBH classes. The successional trends of the three study stands would be mostly changed as *Q. mongolica* forest, regardless of forest types. Mean density ratio between alive trees and dead trees of three forest stands appeared with *Q. mongolica* stand 75:25, *Q. variabilis* stand 94:6, and *P. densiflora* stand 86:14. *Q. mongolica* stand appeared most highly from in three stands. This may be due to interspecific or intraspecific competition that it follows in various successional stages. One side, when it saw the tree status which shows the tree health, the three forest stands all standing alive type (AS) appeared most highly with 75% to 85% and fallen dead type (DF) did not appear entirely. Remeasurement of permanent plots at periodic intervals will provide useful information on the dynamics of the forest vegetation that can be used in the development of adaptive conservation plans.

**Key words:** Forest stands, Permanent plots, Species composition and structure, Successional trends, Tree status

### 서론

최근 국내외적으로 산림을 둘러싼 다양한 교란과 지구적 차원의 기후 변화 등이 복합적으로 작용하여 육상 생물권의 골격을 이루는 산림 생태계의 기능적 상태와 그 변화 추이에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 관심은 대기 오염, 기후 변화와 같은 해로운 환경적 영향에 대응하고 자연적인 생물 다양성 유지 측면에서 산림 생태계의 잠재력에 기인한다. 산림 생태계는 생물종 다양성 보유 및 유지 기능으로서 뿐만 아니라 양질의 수원, 토양 침식 보호, 높은 질의 경관 유지와 같은 특유의 기능적 역할을 하고 있다. 그러나 산림 생태계를 둘러싼 다양한 환경 요인의 변화와 유무형적 훼손압의 점증에 의해 양적 및 질적으로 큰 변화를 겪고 있다. 이런 현실을 고려할 때, 산림 생태계의 정기적 모니터링과 그 결과에 기초한 보전 및 복원 대책 수립이 필요하다. 이런 점에서 2004년부터 시작한 국가 장기

생태 연구(National Long-Term Ecological Research)사업은 우리나라 산림생태계의 현 상태와 향후 추세를 평가, 분석, 예측하여 그것의 자연성과 다양성을 회복하고 지속시키며 나아가 지구 차원의 기후 변화에 능동적으로 대응하기 위한 중요한 단초가 될 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 산림 식생의 구조는 구성 임분의 분포와 위치, 종조성과 구조, 영급과 직경급 분포 등을 포함하며, 대상지 산림 생물 다양성을 결정하는데 아주 중요하다(Dunn 1992, Gustafson and Crow 1996, Lindenmayer and McCarthy 2002). 그리고 자연적 및 인위적 산림 교란은 다양한 공간적 및 시간적 규모에 걸쳐 산림 구조를 결정한다(Pickett and White 1985). 본 지역에 대한 유사 연구로는 이(1979), Kang et al.(1988), 이(1991), Lee et al.(1998) 등이 있으나 지금까지 장기모니터링 성격의 주요 임분에 대한 종조성 및 구조적 특성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 상기의 점을 인식하여 월악산에서 광역 우점하고 있는 소나무림, 굴참나무림, 그리고 신갈나무림 등 3개 임분의



\* Corresponding author; Phone: +82-53-745-0851, e-mail: jhj132@chollian.net

중조성과 구조적 특성을 객관적으로 파악하여 향후 월악산 산림 생태계의 체계적 보전과 효율적 관리를 위한 유용 정보를 제공하는데 있다.

## 재료 및 방법

### 조사지 개황

월악산은 백두대간이 소백산을 지나 속리산으로 연결되는 중간(북위 36° 47' ~ 36° 55', 동경 128° 4' ~ 128° 12')에 위치하며, 행정 구역상 경상북도와 충청북도를 중심으로 2개 도, 4개 시·군 9개 읍면, 그리고 34개리에 걸쳐 있는 산으로 주봉의 높이와 총 면적은 각각 해발 1,093 m, 284.5 km<sup>2</sup>에 달한다. 지질은 화강암이 모암으로 대부분을 차지하고, 편마암과 석회암이 부분적으로 출현하고 있다(손 등 1979, 환경처 1991). 기후적으로는 한반도의 중남부 내륙에 위치하여 대륙성 기후의 특색을 띠며 험준한 산맥으로 둘러싸여 산악 기후의 특색을 반영하기도 한다. 강수량은 태백산지와 소백산맥, 차령산맥, 노령산맥 등에 연계된 지형성 강우의 영향으로 비교적 많으며 다우지역에 속한다. 1971년에서 2000년까지의 최근 30년간 연평균 기온과 강수량은 각각 10.0°C, 1,295.3 mm로 나타났으며(기상청 2005), 온량지수(WI)와 한랭지수(CI)는 각각 91.6°C/월, -30.5°C/월로 나타나 우리나라의 수평적 삼림 구분상 대표적인 냉온대 중부 삼림대에 속한다고 볼 수 있다(Yim 1977). 소산식물상은 400 ~ 500여종이 분포하고 있으며, 모감주나무, 망개나무, 읍나무, 애

기얇은부채, 미치광이풀, 개불알꽃, 천마, 백작약, 솔나리, 백리향, 꼬리진달래 등의 특정 식물이 있다. 식생은 신갈나무림과 소나무림이 대부분의 지역에서 우점하고 있는 가운데 해발 700 m 이하에서 굴참나무림, 졸참나무림, 상수리나무림이 발달하고 있으며, 일본잎갈나무림, 아까시나무림도 계곡이나 뺨지를 중심으로 비교적 넓게 식재되어 있다.

### 조사 방법

월악산 장기생태연구조사지소는 암산인 입지 특성을 고려하여 경사 30°이상이고 노암과 석력이 잘 발달되어 있는 곳을 대상으로 월악산 주봉에서 동쪽으로 다소 떨어져 있는 송계리(소나무림)와 월악리(굴참나무림, 신갈나무림) 주변 사면중상부에 위치하고 있다 (Table 1). 소나무림과 굴참나무림은 1 ha 크기의 영구 조사구를 설치할 정도의 지소를 찾기 어려워 0.04 ha 크기의 소조사구를 각각 6개소 설치하였으며, 신갈나무림은 매 두막에서 문수봉에 이르는 중앙 지점인 안봉 부근 사면 중상부에 1 ha 크기로 영구 조사구(0.04 ha 소조사구 25개소)를 설치하였다. 야외 조사는 2005년 6월에서 10월 사이에 4회에 걸쳐 수행되었으며, 조사 자료의 수집 및 분석 과정은 국가 장기 생태 모니터링 프로토콜(국가장기생태연구사업단 2005)에 따랐다.

## 결과 및 고찰

### 임분 구성목의 직경급별 분포 경향

Table 1. Mean soil and site characteristics for the three study stands in Mt. Worak

Soil/Site characteristic	<i>Quercus mongolica</i> community	<i>Quercus variabilis</i> community	<i>Pinus densiflora</i> community
GPS coordinates	N 36° 51' 19.6"	N 36° 53' 22.0"	N 36° 51' 19.0"
	E 128° 12' 23.1"	E 128° 08' 54.6"	E 128° 04' 45.5"
Elevation (m)	850.0	281.7	324.0
Aspect (°)	263.3	253.3	176.7
% Slope	26.7	51.7	33.3
Microtopography	Upper slope	Middle slope	Middle slope
Landform shape	Undulating	Undulating	Linear/concave
% Rock cover	76.7	<1	35.0
% Litter cover	17.5	92.5	54.6
Soil pH	4.4	5.0	4.9
% Total vegetation cover	88.3	81.7	81.7
Height (m)/coverage (%) of tree layer	14.4/80.0	13.4/73.3	12.9/78.3
Height (m)/coverage (%) of subtree layer	4.6/48.3	6.3/46.7	4.4/56.7
Height (m)/coverage (%) of shrub layer	2.1/41.7	1.7/45.0	1.7/48.3
Height (m)/coverage (%) of herb layer	0.2/20.0	0.4/6.7	0.7/33.3

조사 대상 3개 임분에서 모두 18종의 교목성 수종(≥2 cm DBH)이 출현하였으며 소나무림 7종, 굴참나무림 8종, 그리고 신갈나무림 11종으로 나타났다. Table 2는 각 임분별 구성종의 직경급별 분포 경향을 나타낸 것이다.

Table 2. Percentage distribution of individual species for the three study stands in different DBH (cm) classes

Species name	Diameter classes (cm)							Total
	<5	5~9.9	10~14.9	15~19.9	20~24.9	25~29.9	≥30	
<b><i>Quercus mongolica</i> stand</b>								
<i>Quercus mongolica</i>	2.4	4.8	8.0	6.4	10.4	5.6	6.4	44.0
<i>Prunus levilleana</i>	1.6	0.8			2.4	0.8		5.6
<i>Ulmus davidiana</i>			0.8		0.8			1.6
<i>Maackia amurensis</i>			0.8		0.8			1.6
<i>Styrax japonica</i>	0.8							0.8
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.6	8.8	4.0		0.8	0.8		16.0
<i>Betula schmidtii</i>		1.6						1.6
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	7.2	0.8						8.0
<i>Kalopanax pictus</i>		0.8			0.8			1.6
<i>Tilia amurensis</i>	1.6	0.8	0.8		0.8	1.6		5.6
<i>Magnolia sieboldii</i>	12.0	1.6						13.6
Total	27.2	20.0	14.4	6.4	16.8	8.8	6.4	100.0
<b><i>Pinus densiflora</i> stand</b>								
<i>Pinus densiflora</i>		0.6	1.2	7.5	9.8	12.7	6.9	38.7
<i>Quercus variabilis</i>	3.5	2.9	6.9	1.7	2.3	1.2		18.5
<i>Quercus mongolica</i>	5.2	3.5						8.7
<i>Quercus serrata</i>	0.6	1.2						1.7
<i>Prunus levilleana</i>	0.6							0.6
<i>Styrax obassia</i>	0.6	1.2						1.7
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	30.1							30.1
Total	40.5	9.2	8.1	9.2	12.1	13.9	6.9	100.0
<b><i>Quercus variabilis</i> stand</b>								
<i>Quercus mongolica</i>	24.7	12.1	1.8	0.5				39.1
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.5	0.8						1.3
<i>Prunus levilleana</i>	0.5	0.3	0.5					1.3
<i>Quercus aliena</i>	0.8	1.6	0.5					2.9
<i>Quercus variabilis</i>	3.9	11.5	10.0	12.6	4.2			42.3
<i>Platycarya strobilacea</i>	0.5	2.4	1.0	0.8	0.3			5.0
<i>Quercus dentata</i>	1.8	2.9	0.8					5.5
<i>Castanea crenata</i>	0.8	1.8						2.6
Total	33.6	33.3	14.7	13.9	4.5			100.0

소나무림의 경우, 거의 절반(49.7%)이 직경급  $\leq 9.9$  cm에 분포하고 있고 가장 큰 직경급인  $\geq 30$  cm에서 6.9%로 가장 낮은 분포비율을 보였다. 수종별 직경급 분포 특성을 보면 직경급  $< 5$  cm에서는 소교목성 수종인 쇠물푸레의 점유율이 높게 나타났고, 임분 우점종인 소나무는 직경급 25~29.9 cm와 20~24.9 cm에서 각각 12.7%, 9.8%로 상대적으로 높은 점유율을, 그리고 잠재 자연 식생인 신갈나무의 경우는 쇠물푸레를 제외하면 직경급  $< 5$  cm와 5~9.9 cm에서 다른 수종에 비하여 상대적으로 높은 점유율을 나타내었다. 전체적으로는 소나무가 38.7%로 가장 높은 점유율을 보였으며 다음으로 쇠물푸레(30.1%), 굴참나무(18.5%), 신갈나무(8.7%) 등의 순으로 나타났다. 굴참나무림의 경우 직경급 9.9 cm 이하에서 군락 전체 구성 수종의 66.9%가 집중 분포하고 있었으며, 직경급 20~24.9 cm에서 4.5%로 가장 낮게 나타났는데, 전체적으로는 굴참나무가 42.3%로 가장 높게 나타났지만 잠재 자연 식생인 신갈나무도 39.1%로 유사한 경향을 보였으며, 직경급이 증가할수록 개체수는 상대적으로 감소함을 알 수 있었다. 수종별 직경급 분포 특성을 보면 직경급  $< 5$  cm와 5~9.9 cm에서는 신갈나무가 각각 24.7%, 12.1%로 높은 점유율을 보이고 있었으며 다음으로 굴참나무가 각각 3.9%, 11.5%로 높게 나타났다. 한편 굴참나무의 경우는 직경급 15~19.9 cm와 10~14.9 cm에서 각각 12.6%, 10.0%로 단연 우점하고 있었으며 다른 종들의 분포는 아주 낮게 나타났다. 신갈나무림의 경우, 직경급  $< 5$  cm와 5~9.9 cm에서 각각 27.2%, 20.0%로 높게 나타났고 다음으로 직경급 20~24.9 cm가 16.8%, 10~14.9 cm가 14.4%로 다소 유사하게 나타났으며, 직경급 20~24.9 cm를 제외하면 직경급이 증가할수록 개체수가 상대적으로 감소함을 알 수 있다. 수종별 직경급 분포 특성을 보면 직경급  $< 5$  cm에서는 함박꽃나무(12.0%)의 점유율이 높았고 다음으로 쇠물푸레(7.2%), 신갈나무(2.4%) 등의 순으로 나타났고, 직경급 5~9.9 cm에서는 물푸레나무가 8.8%로 가장 높고 다음으로 신갈나무(4.8%)가, 그리고 직경급  $\geq 10$  cm에서는 신갈나무가 단연 높은 점유율을 보이고 있음을 알 수 있었다. 전체적으로는 신갈나무가 44.0%로 가장 높고 다음으로 물푸레나무(16.0%), 쇠물푸레(8.0%), 개벚나무(5.6%) 등의 순으로 나타났다.

이상과 같이 3개 임분별로 종과 개체의 직경급 분포 경향에 있어서는 다소 차이가 있지만 소나무림과 신갈나무림에 있어서 직경급 20~29.9 cm의 범위를 제외하면 대개 직경급이 증가할수록 개체 구성 비율은 감소함을 알 수 있었다. 그리고 직경급  $< 10$  cm의 낮은 직경급에서는 대부분의 수종이 포함되고 있었으나, 큰 직경급( $\geq 30$  cm)에서는 단 두 종(신갈나무, 소나무)이 포함되었다.

Fig. 1은 조사 대상 3개 임분에 있어서 흉고 직경  $> 2.5$  cm의 교목성 구성종을 기준으로 단위 면적당(본/ha) 흉고 직경 급별 개체수 분포도를 나타낸 것이다. 소나무림의 경우는 흉고 직경급 15 cm이하에서 굴참나무, 신갈나무의 변성이 심하여 장기적으로는 다른 교란 요인이 발생하지 않는 한 이들이 우점하는 숲으로 변화될 것으로 판단되었으며, 신갈나무림의 경우는 물

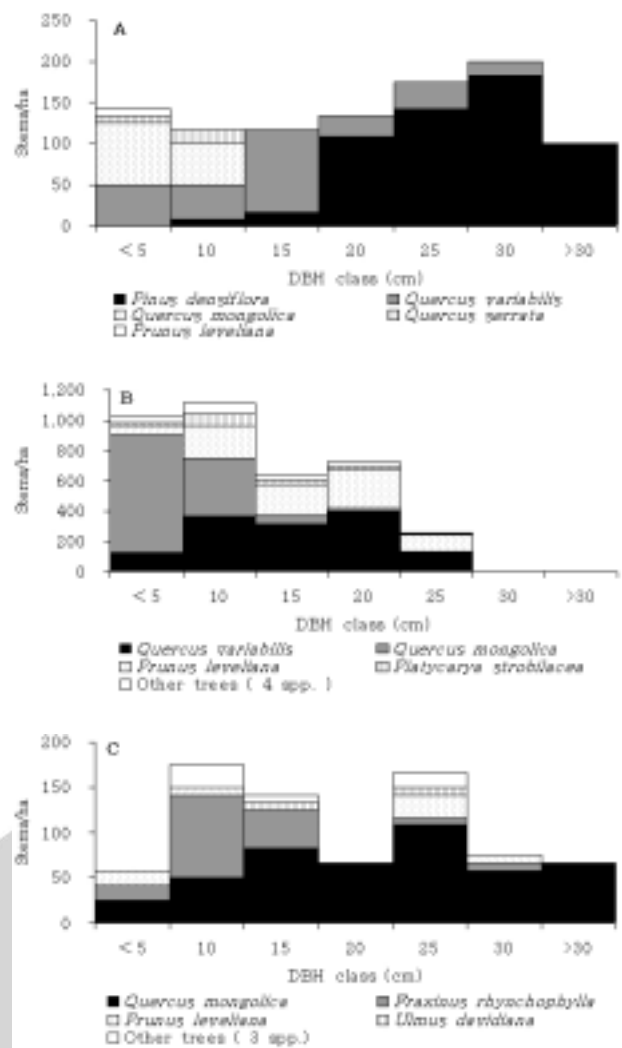


Fig. 1. Diameter distributions for three study stands in Mt. Worak. Alphabet A, B, C shows *Pinus densiflora* stands, *Quercus variabilis* stand, and *Quercus mongolica* stand, respectively.

푸레나무가 유령목에 다수 발달하고 있으나 전 직경급에서 우점 개체인 신갈나무가 고르게 분포하고 있어 지금보다 더욱 안정된 임분으로 발달될 것으로 판단되었다. 그리고 굴참나무림의 경우는 우점종인 굴참나무가 전직경급에서 분포하고 있으나 최근 들어 신갈나무가 유령목에서 급속히 번성하고 있어 신갈나무림으로의 천이가 진행중임을 알 수 있었다.

#### 임분 구조와 종조성적 특성

조사 대상 3개 임분의 구조와 종조성적 특성을 보면 Table 3과 같다. 단위 면적당 개체 밀도를 보면 굴참나무림 3,667 본/ha(생목 3,350 본/ha, 사목 317 본/ha), 소나무림 1,666 본/ha(생목 1,533 본/ha, 사목 133 본/ha), 그리고 신갈나무림 1,216 본/ha(생목 1,033 본/ha, 사목 183 본/ha) 등의 순으로 나타났으며, 굴참나무림이 다른 두 군락에 비하여 전체적으로 두 배 이상의 높은

Table 3. Stand structure and species composition data for the three study stands in Mt. Worak

Stand type*	Tree species	Density (stems/ha)		Largest DBH (cm)	Average DBH (cm)		Basal area (m <sup>2</sup> /ha)		Species composition		
		Alive	Dead		≤10 <sup>†</sup>	≥10 <sup>†</sup>	Alive	Dead	RD	RB	RIV
PIDE	<i>Pinus densiflora</i>	558	92	35.7	8.7	24.9	28.3	1.8	36.4	84.6	60.5
	Other trees (6 spp.)	975	42	14.1	5.4	16.2	5.2	0.2	63.6	15.4	39.5
	Overall	1,533	133	-	4.5	20.6	33.5	2.0	100.0	100.0	100.0
QUVA	<i>Quercus variabilis</i>	1,342	83	24.4	7.0	16.3	20.7	0.3	39.5	74.3	56.9
	Other trees (14 spp.)	2,008	234	24.7	7.0	12.4	7.2	0.5	60.5	25.7	43.1
	Overall	3,350	317	-	5.0	13.0	27.9	0.9	100.0	100.0	100.0
QUMO	<i>Quercus mongolica</i>	458	150	41.7	6.7	23.0	18.0	1.2	44.4	73.3	58.8
	Other trees (10 spp.)	575	33	32.2	5.1	20.9	6.5	0.1	55.6	26.7	41.2
	Overall	1,033	183	-	5.3	21.2	24.6	1.3	100.0	100.0	100.0

\* Stand type abbreviations are as in Table 2.

<sup>†</sup> Trees less or greater than 10 cm in diameter at breast height.

밀도를 보였으며 개체 밀도가 높을수록 사목 발생 빈도가 높음을 알 수 있었다. 각 군락의 우점종을 기준으로 생목과 사목의 개체 밀도 구성비를 보면 신갈나무림에 있어서 신갈나무는 75:25, 굴참나무림에 있어서 굴참나무는 94:6, 그리고 소나무림에 있어서 소나무는 86:14로 신갈나무 개체의 고사율이 가장 높고 굴참나무 개체의 고사율이 가장 낮게 나타났는데 이러한 경향은 각 군락의 천이 단계의 차이에 따른 종간 및 종내 경쟁의 결과로 판단된다.

3개 조사 대상 임분별 구성목의 평균 흉고직경을 ≤10 cm, ≥10 cm으로 구분하여 보면 신갈나무림은 각각 5.3 cm, 21.2 cm로 나타났으며, 우점종인 신갈나무 개체는 6.7 cm, 23.0 cm로 전체 평균보다 1~2 cm 정도 크게 나타났다. 굴참나무림은 전체 개체목의 경우는 5.0 cm, 13.0 cm로 나타났으며 우점종인 굴참나무 개체는 7.0 cm, 16.3 cm로 전체 평균보다 2~3 cm 정도 크게 나타났다. 그리고 소나무림은 전체 개체목의 경우는 4.5 cm, 20.6 cm로 나타났으며, 우점종인 소나무 개체는 8.7 cm, 24.9 cm로 ≤10 cm 이하 개체목의 경우는 다른 종에 비하여 거의 두 배의 직경 크기를 보이고 있었으며 ≥10 cm의 경우는 5 cm 정도 크게 나타났다. 단위 면적당 기저 면적(m<sup>2</sup>/ha)을 보면 생목의 경우에 있어서 소나무림, 33.5 m<sup>2</sup>, 굴참나무림 27.9 m<sup>2</sup>, 그리고 신갈나무림 24.6 m<sup>2</sup>로 소나무림이 가장 크게 나타났으며, 우점종을 기준으로 보면 각각 28.3 m<sup>2</sup>, 20.7 m<sup>2</sup>, 18.0 m<sup>2</sup>로 나타났다. 상대밀도와 상대기저면적을 기준으로한 즉 중요치에 의한 우점종의 상대적 종조성을 보면 소나무 60.5, 신갈나무 58.8, 굴참나무 56.9로 소나무가 가장 높게 나타났다.

**임분별 구성종의 중요치 점유 특성과 건강 상태**

한편 각 임분별 교목성 구성종의 상대 빈도, 상대 밀도, 상대

기저 면적을 기준으로 한 소경목과 대경목의 상대 중요치(relative importance values)를 보면 소나무림에 있어서 소경목은 쇠물푸레가 34.4로 가장 높게 나타났으며 다음으로 신갈나무 21.1, 쪽동백나무 16.7, 굴참나무 15.5로 나타났으며, 대경목의 경우는 소나무가 62.8로 단연 우세하고 굴참나무가 31.3으로 다음으로 나타났다. 굴참나무군락에 있어서는 소경목의 경우, 신갈나무가 36.6으로 가장 높았으며 굴참나무가 25.3으로 비교적 높게 나타났고 대경목은 굴참나무가 62.7로 단연 우세하고 신갈나무가 9.7로 다음으로 나타났다. 신갈나무림에 있어서는 소경목의 경우, 물푸레나무가 23.7로 가장 높게 나타났고 다음으로 함박꽃나무 19.5, 신갈나무 18.0, 쇠물푸레 15.8 등의 순으로 나타났고, 대경목의 경우 신갈나무가 55.8로 단연 우세하고 물푸레나무가 14.5로 비교적 높게 나타났다(Table 4).

Fig. 2는 각 임분 구성목의 건강 상태를 9개 유형(국가장기생태연구사업단 2005)으로 구분하여 그 구성 비율 나타낸 것이다. 조사 대상 3개 임분 모두 정상적인 AS (standing alive)형이 75~85%로 가장 높게 나타났으며 DF (fallen/prone dead)형은 전혀 나타나지 않았다. 임분별로 보면 신갈나무림은 AS형>DB (broken dead)형>AL (leaning alive)형 등의 순으로, 굴참나무림과 소나무림은 모두 AS형>DB형>AB형로 나타났으며 특히 신갈나무림에서 있어서 AL형이 나타난 것은 종내경쟁의 결과로 판단되었다.

**적 요**

본 연구는 월악산 국가장기생태연구기초소를 중심으로 이 지역에서 다른 개체군에 비하여 상대적으로 광역 우점하는 소나무림, 굴참나무림, 그리고 신갈나무림 등 3개 주요 임분을 대상으로 그들의 종조성과 구조적 특성을 평가하였다. 종 및 개체

Table 4. Importance values (relative frequency + relative density + relative basal area/3) for small (stems  $\geq 2.5$  cm dbh but  $< 10.0$  cm dbh) and large (stems  $\geq 10.0$  cm dbh) trees at the three study stands in Mt. Worak

Species	PIDE stand		QUVA stand		QUMO stand	
	Small tree	Large tree	Small tree	Large tree	Small tree	Large tree
<i>Quercus mongolica</i>	21.1	0.0	36.6	9.7	18.0	55.8
<i>Quercus variabilis</i>	15.5	31.3	25.3	62.7	-	-
<i>Pinus densiflora</i>	3.9	62.8	-	-	-	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	34.4	5.9	1.7	0.0	15.8	0.0
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	3.9	2.1	23.7	14.5
<i>Prunus leveilleana</i>	3.2	0.0	2.2	4.6	7.5	6.9
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	-	-	19.5	0.0
<i>Styrax obassia</i>	16.7	0.0	-	-	-	-
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	-	5.3	9.9	-	-
<i>Quercus serrata</i>	5.2	0.0	7.0	2.1	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	4.7	6.9
<i>Quercus dentata</i>	-	-	5.4	3.4	-	-
<i>Quercus aliena</i>	-	-	5.1	3.4	-	-
<i>Maackia amurensis</i>	-	-	-	-	0.0	8.2
<i>Castanea crenata</i>	-	-	5.6	2.1	-	-
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	-	-	3.3	3.8
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	4.5	0.0
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	0.0	3.8
<i>Styrax japonica</i>	-	-	-	-	3.0	0.0
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	1.7	0.0	-	-

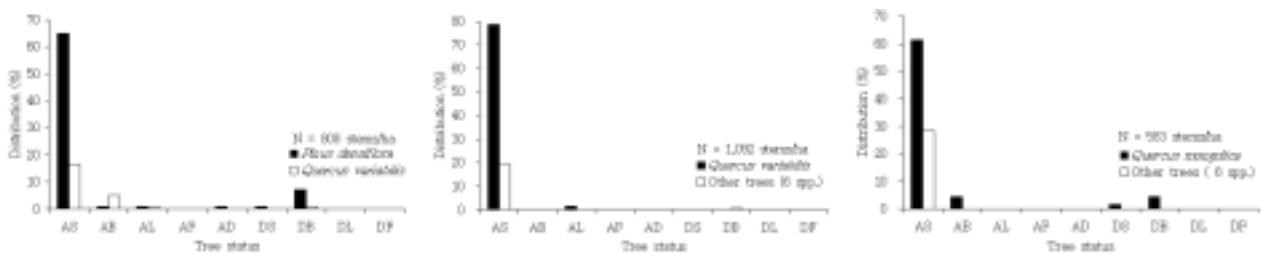


Fig. 2. Frequency distribution diagrams of tree status at the three study stands in Mt. Worak. AS standing alive, AB broken alive, AL leaning alive, AF fallen/prone alive, AD standing alive dead top, DS stand dead, DB broken dead, DL leaning dead, and DF fallen/ prone dead.

수는 분포 경향은 흉고 직경급이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 종 풍부성에 있어서 다양한 입지 적응 폭을 가지고 있는 신갈나무림이 다른 두 임분에 비하여 상대적으로 높게 나타남을 알 수 있었다. 천이 경향은 임분별로 천이 단계상 다소 차이가 있지만 장기적으로 보면 임분 유형에 관계없이 모두 신갈나무림으로 변화될 것으로 판단되었다. 각 임분의 우점종을

기준으로 생목과 사목의 개체 밀도 구성비를 보면 신갈나무림에서 신갈나무 개체 75:25, 굴참나무림에서 굴참나무 개체 94:6, 그리고 소나무림에서 소나무 86:14로 신갈나무림에서 개체 고사율이 가장 높고 굴참나무림이 가장 낮게 나타났다. 이것은 각 임분의 천이 단계의 차이에 따른 종간 및 종내 경쟁의 결과로 판단되었다. 한편, 임분별 구성 개체목의 건강 상태를 보면 임분

유형에 관계없이 AS형이 75~85%로 가장 높게 나타났으며 DF형은 전혀 나타나지 않았다. 끝으로 본 연구를 위해 설치한 영구 방형구는 향후 정기적인 조사를 통하여 이 지역 산림 생태계 보전에 적합한 유용 정보를 제공하여 줄 수 있을 것이다.

### 인용문헌

- 국가장기생태연구사업(KNLTER)단. 2005. 국가장기생태연구프로토콜. 350pp.
- 기상청. 2005. 기후통계자료(1971-2000). <http://www.kma.go.kr> (2005. 2. 1).
- 손치무, 정지곤, 박수인. 1979. 월악산-주흘산 일대의 지질. 한국자연보존협회 조사보고서 15: 23-40.
- 이희선. 1979. 월악산 및 주흘산 삼림군락의 식물사회학적 연구. 한국자연보존협회 조사보고서 15: 111-120.
- 이희선. 1991. 월악산 삼림군락의 고도에 따른 연속적 변화에 관한 연구. 서원대 기초과학논문집 5: 55-66.
- 환경처. 1991. '90 자연생태계 전국조사 (II-1), 제5차년도 (충북의 식생). 청주시, 청원군, 괴산군 편. 환경처, 서울. pp 207-258.
- Kang SJ, Lee CS, Kim HE. 1988. Distribution and environmental gradient analysis of forests in Mt. Weolag. Cheongju, Bull Nat Sci 1(2): 75-84. (in Korean with English abstract)
- Lee HJ, Chun YM, Kim CH. 1998. Floristic composition and soil condition of *Quercus mongolica* forest on Mt. Worak. J Korean Soc Environ Biol 16(2): 169-180 (in Korean with English abstract).
- Dunn Patrick. 1992. Long-Term Biological Resource and Threat Monitoring of Hawaiian Natural Areas. Produced for The Hawaii Department of Land and Natural Resources Division of Forestry and Wildlife by The Nature Conservancy of Hawaii. Honolulu, HI.
- Gustafson EJ, Crow TR. 1996. Simulating the effects of alternative forest management strategies on landscape structure. J Environ Manag 46: 77-94.
- Lindenmayer DB, McCarthy MA. 2002. Congruence between natural and human forest disturbance: a case study from Australian montane ash forests. Forest Ecol Manag 155: 319-335.
- Pickett STA, White PS. 1985. The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press Inc., San Diego, USA, 472p.
- Yim YJ. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula. IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate. Jap J Ecol 27: 269-278.
- (2006년 8월 29일 접수, 2006년 11월 3일 채택)

K C I