

智異山 물박달나무林的 植生構造와 動態¹

安鉉哲² · 李正煥³

Vegetation Structure and Dynamics of a *Betula davurica* Forest in Mt. Chiri¹

Hyun-Chul Ahn² and Jeong-Hwan Lee³

요 약

본 연구는 지리산 국립공원 오봉리 지역에서 집단적으로 분포하는 물박달나무림의 식생구조와 동태를 분석하여 물박달나무림의 경영과 분포지에 대한 정보를 제공하기 위하여 수행되었다. 그 결과 물박달나무림의 구조는 교목층(18종류), 아교목층(29종류), 관목층(43수종) 그리고 초본층(68종류)으로 구성되어 있다. 층위별 중요치는 교목층에서 물박달나무가 129.97%로 가장 높고 다음으로 물오리나무(49.04%), 밤나무(25.58%), 졸참나무(25.02%), 노각나무(14.49%), 아교목층에서 물박달나무(70.81%), 졸참나무(37.47%), 물푸레나무(25.35%), 비목나무(24.52%) 및 노각나무(18.86%)가 높은 우점을 보였고, 관목층에서는 조릿대(28.28%), 비목(24.94%), 개울나무(20.42%), 국수나무(19.90%), 그리고 초본층에서는 오미자(18.51%), 참취(12.26%), 애기나리(10.63%)로 우점하고 있었다. 30개 조사방형구에서 전층을 대상으로 출현 비출현에 의한 17수종에 대한 χ^2 검정결과 굴참나무 - 상수리나무, 노각나무 - 검노린재나무, 당단풍 - 신갈나무간에는 고도의 유의성이 인정되었다. 또 밀도에 의한 Pearson 상관에서는 χ^2 검정에서 보다, 많은 7개 쌍의 유의성이 인정되었고, Spearman 상관에서는 모두 18개의 상관관이 있는 쌍이 인정되었다. 물박달나무림에 대한 직경급의 분포는 물박달나무림의 지속이 계속될 것으로 예상되지만 치수 발생량이 거의 없어 앞으로 졸참나무, 노각나무 등 교목층과 아교목층을 형성하고 있는 활엽수종과 경쟁에 의하여 천이가 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

The present study focused on the vegetation structure and dynamics of *Betula davurica* forest were to provide the information for management, distribution and utilization of *B. davurica* forest in Mt. Chiri national park, southern Korea. The layer structure of *B. davurica* forest were consist of tree layer(18 species), middle layer(29 species), shrub layer(43 species) and herb layer(68 species). According to the importance value of stratification of layers, In tree layer, *B. davurica* dominant the highest value of 123.97%, *Alnus hirsuta* 49.04., *Castanea crenata* 25.58%, *Quercus serrata* 25.02%, *Stewartia koreana* 14.49%, in middle layer were *B. davurica* 70.81%, *Q. serrata* 37.74%, *Fraxinus rhynchophylla* 25.35% *Lindera erythrocarpa* 24.52%, *S. koreana* 18.86%, shrub layer were *Sasa borealis* 28.28%, *L. erythrocarpa* 24.94%, *Rhus trichocarpa*, 20.42%, *Stephanandra incisa* 19.90% and herb layer *Schizandra chinensis* 18.51%, *Aster scaber* 12.26%, *Disporum smilacinum* 10.63% etc, respectively. Results of chi-square test statistics based on presence-absence parameters, the positively associated species pair were *Quercus variabilis* - *Q. acutissima*, *Stewartia koreana* - *Symplocos paniculata*.

¹ 接受 1998年 5月 28日 Received on May 28, 1998.

² 진주산업대학교 산림자원학과 교수 Professor, Dept. of Forest Resources, Chinju Nat'l Univ., Chinju 660-280, Korea.

³ 진주산업대학교 산림자원학과 강사 Instructor, Dept. of Forest Resources, Chinju Nat'l Univ., Chinju 660-280, Korea.

Acer pseudo-sieboldianum - *Quercus mongolica*. And covariation was calculated based on quantitative measure of density. The results showed that the association and covariation values among species not agreed with each other. The frequency distribution of DBH *Betula davurica* species showed reverse J-shaped, therefore it's seems to remain as a dominant species. When predicting succession in *Betula davurica* forest, it is seedling and saplings were not richness, succession was governed by competition of hardwood species of subtree and tree layer.

Key words : *Betula davurica* forest, Structure and Dynamics, D.B.H., χ^2 test, Mt. Chiri.

서 론

식물군집은 생물적 요인과 비생물적 요인의 상호작용에 의한 복잡한 환경요인의 지배를 받아 변화하는데, 식생 천이에서 안정상태에 도달하는 시간은 기후, 토양 등의 제한인자와 동일한 물리적 조건에서도 해당군집의 속성에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 식물군집의 변화과정은 최근에 식물 군집생태학적 측면에서는 많은 연구가 이루어져 왔으나(김중홍, 1997; 박인협, 1985; 송호경, 1985), 천연림에 대한 무육과 이용에 대한 연구는 상대적으로 빈약한 편이다. 천연림에 대한 연구는 천연림의 기능, 구조 및 천이과정을 파악함으로써 천연림 관리의 방향과 이용에 대한 기초적 자료를 제공할 수 있을 것이다(신만용 등, 1992; 김성덕과 김윤덕, 1995). 즉 산림은 생명체의 유지를 위한 중요한 공급자이므로 시간의 경과에 따른 생물과정의 변화와 생태적 천이과정의 이해는 매우 중요하다고 할 수 있다.

국립공원의 대표적인 산으로 유명한 지리산은 천왕봉(1915m)을 비롯하여 중봉, 하봉, 제석봉, 반야봉, 삼도봉, 노고단, 종석대 등 약 20개의 봉우리로 동서 능선을 이루고 그 사이에 뱀사골, 칠선계곡, 장당골, 피아골, 한신계곡, 조개골 등 15개의 계곡을 이루고 있다. 이와 같이 웅장한 자태를 지니고 있는 지리산은 울창한 산림의 경관적 가치분만 아니라 식물학적으로도 매우 중요한 위치를 차지하며, 현재 지리산의 관속식물은 약 1,257종류에 특산식물만 68종류로 알려져 있는 등 우리나라 식물상의 보고로 불리고 있다(이정환과 김삼식, 1990).

본 연구의 대상식물인 물박달나무는 자작나무과(Betulaceae)의 자작나무속(*Betula*)에 포함되는 수종으로서 주로 분포지가 중부지방(이창복, 1982;

이우철, 1996), 경남 이북분포(정태현, 1957; 이영노, 1996) 등으로 기재되어 왔다. 본 수종의 특징은 수피가 회갈색 또는 회색으로 얇게 떨어져 지며, 잔가지의 끝이 안으로 굽어지는 특징을 가지고 있고, 이 지역에서는 초봄에 수액을 채취하여 이용하고 있다. 지금까지 지리산에 분포 여부는 워낙 광범위한 지역이라 물박달나무의 존재가 보고된바 없으나, 산청군 왕등재 지역에 單木으로 분포하고 있고 집단적으로 분포하고 있는 오봉리 지역은 처음으로 보고되는 바이다. 이 지역에서 물박달나무의 집단적 분포가 조사된 것은 임도가 개설되어 접근이 쉬워 분포를 확인할 수 있었다. 그러나 산림식생은 환경과 밀접한 상호관계를 지니고 있으므로, 임도 개설에 따른 자연환경과 인위적 간섭에 의하여 기존의 산림식생뿐만 아니라 주변환경의 변화를 가져올 수 있으므로 지속적인 관찰이 요망된다.

따라서 넓은 면적을 가지고 있는 이 지역의 물박달나무림의 식생구조와 흉고직경급 별 분포를 조사하여 앞으로 활엽수림의 구조와 동태를 파악하여 산림경영과 경제적 이용에 대한 기초적 자료를 축적하는데 그 목적이 있다. 동시에 남부지역에서 발달하고 있는 노각나무, 신갈나무, 서어나무, 상수리나무, 굴참나무, 비목나무, 소사나무, 남해 도서지방의 상록수림 등 이차 천연활엽수림의 조사연구에 응용할 수 있는 기본자료를 축적하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

조사지는 행정구역상으로 경남 산청군 금서면 오봉리 지역으로 동경 127° 46' 30" 북위 35° 23' 00"의 범위에 위치하고 있으며, 국립공원구역의 산청군 북부지역에 포함된다(Fig. 1). 지리산의 임상은 아고산대에는 한국특산 식물인 구상나무,

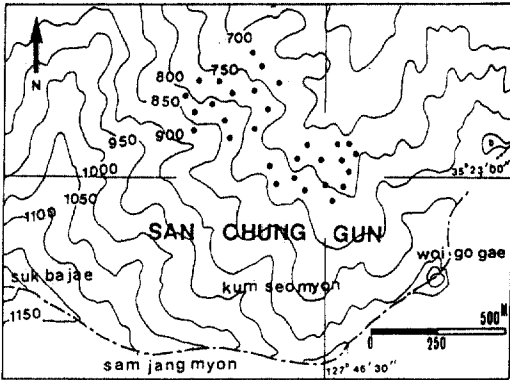


Fig. 1. Location map of the survey area of *Betula davurica* forest.

주목, 가문비나무 등이 주로 우점하고 그 아래로 신갈나무, 물푸레나무, 노각나무, 물오리나무 등 다양한 활엽수림이 넓은 분포대를 형성하고 있다. 또 과거에 사람의 접근이 매우 힘들었던 지리산의 계곡과 능선에 광범위한 분포영역을 가지고 있는 수종군락이 있을 것으로 추정된다. 오봉계곡에서 흘러내리는 계곡물은 방곡천을 따라 임천강 지역으로 유입되어 경호강을 거쳐 남강으로 유입된다. 이 지역의 기상자료에 의하면 산청군의 1월 평균기온이 -0.3°C 이고, 8월의 평균기온은 25.3°C 로서 연평균기온은 12.7°C 이다. 이 지역의 연강수량은 $1,300\text{mm}$ 이고 식물의 생육에 영향을 주는 온량지수는 104.55°C 이고, 연간 일조시간은 $2,386$ 시간이다.

2. 조사방법

물박달나무는 종종 산림 내에서 단독으로 분포하고 있는 것이 보통이나 이와 같이 집단적인 분포를 보이는 곳이 드문 실정인데 이 지역에서 넓은 분포대를 나타내고 있었다. 따라서 분포지의 사면을 따라 상세한 조사를 하였고 식생조사는 1997년 6월부터 8월에 걸쳐 3회 실시하였고 조사 방형구 수는 모두 30개 지소를 설정하였다. $10 \times 10\text{m}$ 크기의 방형구에서 물박달나무의 평균 수고를 기준으로 $>8\text{m}$, $2-8\text{m}$, $<2\text{m}$ 의 층위를 구분하고 dbh 2cm 이상의 수목에 대하여 매목조사를 실시하였다. 식생야장을 기초로 교목층과 아교목층 그리고 관목층에서는 밀도, 빈도, 기저면적에 의한 피도로서, 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 구하고(Curtis와 McIntosh, 1951), 초본층에 대하여는 상대빈도와 상대피도만으로 중요치를 산

출하였다.

$$IV(\text{Importance value}) = RD + RC + RF$$

$$RD(\text{Relative Density}) = \frac{\text{대상종의 밀도}}{\text{전체종의 밀도합계}} \times 100(\%)$$

$$RC(\text{Relative Coverage}) = \frac{\text{대상종의 피도}}{\text{전체종의 피도합계}} \times 100(\%)$$

$$RF(\text{Relative Frequency}) = \frac{\text{대상종의 빈도}}{\text{전체종의 빈도합계}} \times 100(\%)$$

물박달나무림의 층위별 식물 구성종의 다양성을 나타내는 지표로서 종다양도 지수(H')와 식물종에 대한 개체의 분포정도를 나타내는 군재도(J')를 구하였고(Brower and Zar, 1977), 군락내의 종다양도는 일반적으로 사용되는 Shannon의 식(Pielou, 1975)을 사용하였다. 그리고 χ^2 검정과 순위상관 분석에 사용된 computer package는 Ludwig과 Reynolds(1988)의 Statistical ecology에 들어있는 computer package를 사용하였다.

물박달나무림의 성장관계를 구명하기 위하여 토양을 채취하여 토양의 이화학적 성질을 분석하였는데, 토양분석은 낙엽층을 제거한 후 토심 10-30cm 깊이에서 약 500g의 토양을 사면별로 3반복 채취하여 실험실에서 건조시킨 후 분석하였다. 토양의 pH는 토양과 증류수를 1:5의 비로 혼합하여 30분간 진탕한 후 여과하여 pH meter로 측정하였다. 토양의 다른 화학적 분석은 Allen 등(1986)의 방법에 의하여, 토양시료를 산화시켜 총질소 함량은 macro-kjeldahl法으로 분석하였으며, 유효인산은 Lancaster法, 치환성양이온(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})은 원자흡광분광분석기(Atomic absorption spectrophotometer)로 정량하였다. 유기물함량은 5g의 토양을 Tyurin 비색법으로 정량하였다. 그리고 지리산 오봉지역에서 방형구법으로 조사한 교목층과 아교목층 수목의 흉고직경을 산출하여 물박달나무림의 2차 천이를 추정하였다.

결과 및 고찰

1. 토양의 이화학적 성질

물박달나무림 분포지의 지형적 특성을 고려하여 북동지역과 북서지역 사면별 토양의 이화학적 성질을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 이 지역은 비교적 토심이 깊고 북사면에 놓여 있어 반습성 토양의 형태를 보였다. 수목은

Table 1. Comparisons of chemical properties of soils at the northeast and northwest in the *Betula davurica* forest

Direction	pH (1 : 5)	EC (ms/cm)	T-N (%)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex-Cation cmol+/kg			CEC cmol+/kg
						K	Ca	Mg	
Northeast	4.54	0.07	0.60	13.1	171.0	0.91	3.35	1.86	18.0
Northwest	4.96	0.04	0.80	12.3	185.4	1.65	6.29	2.54	22.1

토양을 토대로 생육공간을 확장하며, 토양특성에 따라 수종의 분포영역도 달라지며 주변환경도 달라지게 된다. 토양, 물, 식물은 서로 상호작용을 하며 토양은 자연환경의 총체적인 산물로서 구성되기 때문에 토양조사에 의하여 그 지역의 환경조건을 추측할 수 있다(김태훈, 1989).

Table 1에서 토양산도는 4.54~4.96으로 강산성을 나타내었는데, 이는 우리나라 산지 토양의 모암이나 모재가 대부분 화강암 또는 화강편마암이 주종을 이루고 있는 것으로 사료되며, 방향간에는 큰 차이가 없었고 낙엽층에서 용출되는 염기의 영향으로 다소 높은 경향을 보였다. 유기물 함량은 12.3~13.1%의 범위에 놓여 있는데, 모후산 굴참나무 군락(이준호 등 1995), 조계산(김종홍, 1997) 등의 활엽수림에서의 유기물 함량 2.9~11.1% 보다는 높았으나, 칠갑산 굴참나무림(고재기와 임양재, 1987)의 21.5% 보다는 낮았다. 우리나라 산지에서 유기물함량은 지역, 토성, 강우량, 기후별로 차이가 있는데 보통 52~103g/kg의 범위에 놓여있다. 전질소함량이 0.4 이하이면 부족한 경우인데, 조사지역의 경우 0.60~0.80% 범위에 놓여 있었고, 유효인산이 다소 높게 나타난 것은 토양시료 채취과정에서 차이 때문인지 검정할 필요가 있으나, 결과에 비추어 보면 매우 비옥한 토양임을 나타내었다. 치환성양이온은 토양성질과 비옥도와 밀접한 관계를 가지고 있고, 토양의 pH가 높고 비옥한 토양으로 평가하는데(진현오 등, 1994), Table 1에서도 Ca>Mg>K 순으로 치환성염기량이 감소하는 경향을 보이고 있다. 우리나라 산림의 양이온 치환용량은 보통 12.80me/100g정도인데, 본 조사지에서 이보다 높은 수치를 나타낸 것은 치환성 석회함량이 3.35~6.29cmol+/kg으로 높았기 때문이다.

2. 물박달림의 식생구조

Table 2는 오봉지역에 분포하는 물박달나무림의 식생구성을 중요치에 의하여 분석한 결과로서

교목층에서는 18종류의 수목이 형성되어 있고, Curtis와 McIntosh(1951)의 중요치 계산에 의하면 물박달나무(132.97), 물오리나무(49.04), 밤나무(25.58), 졸참나무(25.02), 노각나무(14.59), 상수리나무(9.33) 굴참나무(8.44) 그리고 물푸레나무(8.25)의 순으로 우점하고 있었다. 또 아교목층에서는 29종류의 수목이 출현하였고, 중요치별로는 물박달나무(70.81), 졸참나무(37.74), 물푸레나무(25.35), 비목나무(24.52), 물오리나무(18.44), 노각나무(18.86), 당단풍(17.03), 개울나무(17.38), 밤나무(9.66)의 순으로 나타났다. 또, 관목층에서 총 43종류의 수목이 출현하였는데, 중요치는 조릿대(28.28), 비목나무(24.94), 개울나무(20.42), 국수나무(19.90), 병꽃나무(17.49), 당단풍(16.07) 그리고 노각나무(15.52)의 순으로 우점하고 있는 것으로 조사되었다. 이와 같이 교목층과 아교목층에서는 물박달나무가 우점하고, 관목층에서 물박달나무(1.84)의 출현은 아주 빈약하였으며, 교목층의 평균 수고는 약 10m, 아교목층의 평균수고도 약 6m에 도달하여 전반적인 물박달나무림의 임내구조는 상층부가 발달하고 관목층과 초본층은 빈약한 발달양상을 보여 주었다. 또 노각나무림의 분포는 종종 다수의 맹아지가 발생하여 교목층과 아교목층을 형성하고 있었으며 치수의 발달도 상층수목의 분포에 비하여 많은 것으로 나타났다. 또 초본층에서는 68종류의 초본류와 수목의 유묘(seedling)가 조사되었는데 오미자(18.51), 참취(12.26), 애기나리(0.63), 산겨울(7.80) 등이었고, 유묘우점도 정도는 조록싸리(5.77), 노각나무(4.97), 비목나무(4.97), 물박달나무(2.52), 개울나무(2.52) 외에 밤나무, 산뽕나무, 졸참나무, 쪽동백, 병꽃나무, 층층나무 등의 유묘가 나타나고 있었다. 이들 초본층에 나타난 수목의 유묘가 관목층으로 발달하는 정도는 관목층의 우점도로 보아 노각나무가 가장 가능성이 높은 것으로 사료되었다. 초본층의 피도 정도는 사면과 습윤 정도에 따라 차이가 나타났는데 북서사면에서의 초본층의 발달이 우세하였다. 또 방형구에 따라서

Table 2. The Importance value of tree layers in the *Betula davurica* forest

Scientific name		RD	RC	RF	I.V.
Tree layer					
물박달나무	<i>Betula davurica</i>	57.23	48.22	18.52	123.97
물오리나무	<i>Alnus hirsuta</i>	14.06	19.24	15.74	49.04
밤나무	<i>Castanea crenata</i>	6.64	6.90	12.04	25.58
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	8.40	4.58	12.04	25.02
노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	1.95	7.08	5.56	14.59
상수리나무	<i>Quercus acutissima</i>	0.58	6.90	1.85	9.33
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>	2.14	0.74	5.56	8.44
물푸레나무	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.76	0.93	5.56	8.25
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>	1.17	0.51	5.56	7.24
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>	1.75	0.92	3.70	6.37
층층나무	<i>Cornus controversa</i>	0.78	1.26	3.70	5.74
소나무	<i>Pinus densiflora</i>	0.98	0.90	3.70	5.58
다릅나무	<i>Maackia amurensis</i>	0.98	0.55	3.70	5.23
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.58	0.64	2.78	4.00
자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	0.39	0.24	0.92	1.55
대팻집나무	<i>Ilex macropoda</i>	0.19	0.24	0.92	1.35
산뿔나무	<i>Morus bombycis</i>	0.19	0.12	0.92	1.23
서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.19	0.04	0.92	1.15
Subtree layer					
물박달나무	<i>Betula davurica</i>	26.82	29.29	14.70	70.81
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	15.12	8.72	13.90	37.74
물푸레나무	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	9.47	7.35	8.53	25.35
비목	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.99	20.43	3.10	24.52
노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	5.52	8.69	4.65	18.86
물오리나무	<i>Alnus hirsuta</i>	4.34	5.57	8.53	18.44
개울나무	<i>Rhus trichocarpa</i>	10.06	0.34	6.98	17.38
당단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	8.09	4.29	4.65	17.03
밤나무	<i>Castanea crenata</i>	2.56	2.45	4.65	9.66
쪽동백나무	<i>Styrax obassia</i>	0.99	5.61	1.50	8.10
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>	2.17	2.54	1.50	6.21
검노린재	<i>Symplocos paniculata</i>	1.97	0.58	3.10	5.65
층층나무	<i>Cornus controversa</i>	0.79	1.21	3.10	5.10
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>	1.97	0.59	2.32	4.88
산뿔나무	<i>Morus bombycis</i>	0.79	2.00	1.50	4.29
소나무	<i>Pinus densiflora</i>	0.79	1.17	2.32	4.28
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>	1.38	0.48	2.32	4.18
느릅나무	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	1.18	0.95	1.50	3.63
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>	0.79	0.80	1.50	3.09
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.79	0.61	1.50	2.90
산초나무	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.39	0.16	1.50	2.05
보리수	<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.79	0.44	0.78	2.01
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.99	0.03	0.78	1.80
합박꽃나무	<i>Magnolia sieboldii</i>	0.20	0.19	0.78	1.17
서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.20	0.18	0.78	1.16
상수리나무	<i>Quercus acutissima</i>	0.20	0.15	0.78	1.13
다릅나무	<i>Maackia amurensis</i>	0.20	0.15	0.78	1.13
뽕잎피나무	<i>Tilia taquetii</i>	0.20	0.05	0.78	1.03
두릅나무	<i>Aralia elata</i>	0.20	0.01	0.78	0.99

Table 2. Continue

Scientific name		RD	RC	RF	I. V.
Shrub layer					
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	11.11	1.71	15.46	28.28
비록	<i>Lindera erythrocarpa</i>	8.61	7.43	8.90	24.94
개울나무	<i>Rhus trichocarpa</i>	7.50	8.00	4.92	20.42
국수나무	<i>Stephanandra incisa</i>	5.56	2.86	11.48	19.90
병꽃나무	<i>Weigela subsessilis</i>	5.56	5.14	6.79	17.49
당단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	4.72	5.14	6.21	16.07
노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	5.83	5.71	3.98	15.52
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>	5.28	5.14	3.40	13.82
죽동백나무	<i>Styrax obassia</i>	4.44	4.00	2.93	11.37
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	3.89	4.57	2.69	11.15
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.16	4.00	2.10	10.26
검노린재	<i>Symplocos paniculata</i>	3.06	2.29	4.68	10.03
산초나무	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	2.78	4.57	2.11	9.56
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	2.78	2.29	4.45	9.52
물푸레나무	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.78	4.00	1.99	8.77
떡충나무	<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	1.67	3.43	1.40	6.40
철쭉꽃	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2.22	2.29	1.76	6.27
쇠물푸레	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.94	2.29	1.29	5.52
산딸기	<i>Rubus crataegifolius</i>	1.39	2.29	1.05	4.73
고광나무	<i>Philadelphus schrenckii</i>	1.67	1.71	1.05	4.43
이스라지	<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i>	1.39	1.71	0.94	4.04
층층나무	<i>Cornus controversa</i>	0.17	2.29	1.17	3.63
물오리나무	<i>Alnus hirsuta</i>	1.11	1.71	0.82	3.64
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.83	1.71	0.70	3.24
물박달나무	<i>Betula davurica</i>	1.11	1.14	0.70	2.95
느릅나무	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	0.83	1.14	0.59	2.56
고추나무	<i>Staphylea bumalda</i>	0.83	1.14	0.59	2.56
병조희풀	<i>Clematis heracleifolia</i>	0.83	1.14	0.59	2.56
밤나무	<i>Castanea crenata</i>	0.83	1.14	0.59	2.56
보리수	<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.83	1.17	0.59	2.56
대팻집나무	<i>Ilex macropoda</i>	0.83	1.14	0.59	2.56
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>	0.56	1.14	0.49	2.19
가막살나무	<i>Viburnum dilatatum</i>	0.56	1.14	0.47	2.17
조팝나무	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	0.56	0.57	0.35	1.48
매죽나무	<i>Styrax japonica</i>	0.56	0.57	0.35	1.48
참개암나무	<i>Colylus sieboldiana</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
다릅나무	<i>Maackia amurensis</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
고로쇠나무	<i>Acer mono</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
백동백	<i>Lindera glauca</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
청가시덩굴	<i>Smilax sieboldii</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
왕버들	<i>Salix hulteni</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
두릅나무	<i>Aralia elata</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.28	0.57	0.23	1.08
Herb layer					
오미자	<i>Schizandra chinensis</i>		15.21	3.30	18.51
참취	<i>Aster scaber</i>		5.67	6.59	12.26
애기나리	<i>Disporum smilacinum</i>		6.61	4.02	10.63
산겨울	<i>Carex humilis</i>		5.24	2.56	7.80

Table 2. Continue

Scientific name		RD	RC	RF	I.V.
Herb layer					
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.30	1.47	5.77	
노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>davidii</i>	2.20	2.93	5.13	
까치수영	<i>Lysimachia barystachys</i>	2.10	2.93	5.03	
노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	2.41	2.56	4.97	
비목	<i>Lindera erythrocarpa</i>	2.41	2.56	4.97	
물봉선	<i>Impatiens textori</i>	1.99	2.93	4.92	
파리풀	<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	1.99	2.93	4.92	
개고사리	<i>Athyrium niponicum</i>	1.05	3.66	4.71	
대사초	<i>Carex siderosticta</i>	3.57	1.10	4.67	
우산나물	<i>Syneilesis palmata</i>	2.20	2.20	4.40	
노루발풀	<i>Pyrola japonica</i>	1.99	2.20	4.19	
구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	1.78	2.20	3.98	
고사리	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	1.78	2.20	3.98	
실새풀	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1.57	2.20	3.77	
더덕	<i>Codonopsis lanceolata</i>	1.47	2.20	3.67	
맑은대쑥	<i>Artemisia keiskeana</i>	1.78	1.83	3.61	
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	1.47	1.83	3.30	
쪽동백	<i>Styrax obassia</i>	1.47	1.83	3.30	
오리방풀	<i>Isodon excisus</i>	1.47	1.83	3.30	
주름조개풀	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	1.36	1.83	3.19	
이삭여뀌	<i>Persicaria filiforme</i>	1.36	1.47	2.83	
당단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.26	1.47	2.73	
기름새	<i>Spodiopogon cotulifer</i>	1.26	1.47	2.73	
개울나무	<i>Rhus trichocarpa</i>	1.05	1.47	2.52	
삼주	<i>Atractylodes japonica</i>	1.05	1.47	2.52	
세잎양지꽃	<i>Potentilla freyniana</i>	1.05	1.47	2.52	
물박달나무	<i>Betula davurica</i>	1.05	1.47	2.52	
계요등	<i>Paederia scandens</i>	0.94	1.47	2.41	
등굴레	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	0.94	1.47	2.41	
층층나무	<i>Cornus controversa</i>	0.94	1.47	2.41	
닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	0.84	1.47	2.31	
새머루	<i>Vitis flexuosa</i>	0.63	1.47	2.10	
뼈국나리	<i>Tricyrtis dilatata</i>	0.94	1.10	2.04	
병꽃나무	<i>Weigela subsessilis</i>	0.94	1.10	2.04	
생강나무	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.94	1.10	2.04	
은대난초	<i>Cephalanthera longibracteata</i>	0.63	1.10	1.73	
넓은외잎쑥	<i>Artemisia stolonifera</i>	0.63	1.10	1.73	
죽도리풀	<i>Asarum sieboldii</i>	0.73	1.10	1.83	
사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i>	0.73	1.10	1.83	
밀나물	<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	0.73	1.10	1.83	
바디나물	<i>Angelica decursiva</i>	1.57	2.20	1.79	
미역취	<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	0.63	0.33	1.36	
등골나물	<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>	0.52	0.73	1.25	
개머루	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	0.52	0.73	1.25	
좁개잎	<i>Boehmeria spicata</i>	0.52	0.33	0.85	
밤나무	<i>Castanea crenata</i>	0.31	0.33	0.64	
꽃머느리밭풀	<i>Melampyrum roseum</i>	0.31	0.33	0.64	
단풍취	<i>Ainsliaea acerifolia</i>	0.31	0.33	0.64	

Table 2. Continue

Scientific name	RD	RC	RF	I.V.
Herb layer				
물푸레나무	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.31	0.33	0.64
취	<i>Pueraria thunbergiana</i>	0.21	0.37	0.58
곡두서니	<i>Rubia akane</i>	0.21	0.33	0.54
천남성	<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i>	0.21	0.33	0.54
산비장이	<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>	0.21	0.33	0.54
억새	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.21	0.33	0.54
왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	0.21	0.33	0.54
참나리	<i>Lilium tigrinum</i>	0.21	0.33	0.54
산뽕나무	<i>Morus bombycis</i>	0.21	0.33	0.54
짚신나물	<i>Agrimonia pilosa</i>	0.21	0.33	0.54
산뱀나무	<i>Prunus sargentii</i>	0.21	0.33	0.54
취손이풀	<i>Geranium sibiricum</i>	0.21	0.33	0.54
평의밥	<i>Luzula capitata</i>	0.21	0.33	0.54
무릇	<i>Scilla scilloides</i>	0.21	0.33	0.54
장구채	<i>Melandryum firmum</i>	0.21	0.33	0.54
다래	<i>Actimidia arguta</i>	0.21	0.33	0.54

Table 3. Species diversity indices of tree layer in the *B. davurica* forest

Crown story	No. of species	No. of individual	Species diversity(H')	Maximum H'(Hmax.)	Evenness (J')	Dominance (1 - J')
Tree layer	18	512	0.803	1.255	0.640	0.360
Subtree layer	29	507	1.287	1.462	0.880	0.120
Shrub layer	43	379	1.429	1.633	0.875	0.125

는 집단적인 분포양상을 보이는 곳도 있었다. 이 지역의 물박달나무림은 북서사면, 북사면지역의 해발고도 500m에서 800m 지역에 걸쳐 분포를 보이는데, 550~700m 지역에 집중적인 분포를 하고 있고 주로 계곡부를 따라 습윤한 지역에 집중 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 물박달나무림에서 출현된 층위별 종 수는 털조장나무 군락에서 교목층 22종류, 아교목층 29종류, 관목층 45종류, 초본층 62 종류와 유사한 출현결과를 보였다 (김종홍, 1997).

본 조사지의 층위 구조별 종다양성을 Table 3에 나타내었는데, 교목층의 출현종수는 18종류, 아교목층에서 29종류 그리고 관목층에서 43종류로 나타났고, 층위별 종다양도(H')는 각각 0.803, 1.288, 1.429로 계산되었고, 균재도(J')에서는 교목층 0.640, 아교목층 0.880 그리고 관목층 0.875로 나타났다. 우점도(1-J')는 대체적으로 낮게 나타나, Table 2에서 보는바와 같이 다수의 종에 의하여 지배되고 있는 것으로 나타났고, 교목층에서는 물박달나무, 물오리나무, 밤나무, 졸참나

무 등의 수종에 의하여 우점되는 것으로 나타났다.

산림은 다양한 수종과 환경의 상호작용에 의하여 유지되므로 단순한 수량적 측정에 의한 비교가 어려운 것은 수종에 따라서 유사한 생육지를 선호하거나 특정 생육지를 기피하는 경우 두 수종간에 친화력 또는 반발력이 있거나 아무런 상관관계가 없을 경우가 있다. 따라서 상호간에 상관관계가 있을 수 있는 모든 수종을 대상으로 통계적 계산을 통하여 검정이 가능하다

Fig. 2는 물박달나무림의 조사방형구 30개의 10% 이상인 방형구에서 출현상태를 보인 17개 수종을 대상으로 출현(presence)-비출현(absent)의 자료를 바탕으로 χ^2 검정을 실시한 것으로서, 물박달나무는 전 방형구에서 출현하였기 때문에 intermediate를 고려하여 제외시켰다. 유의성 판정의 기준은 5%수준에서 자유도(df)가 1인 χ^2 값이 3.841보다 작으면 귀무가설을 받아들이고, χ^2 값이 3.841 보다 크면 기각하여 두 수종간에 유의성이 있다는 결론을 내렸다.

<i>Alnus hirsuta</i>														
	<i>Castanea crenata</i> +, ++ : Positive association ; $\alpha < 0.05$, $\alpha < 0.01$													
	<i>Quercus accutissima</i> -, -- : Negative association ; $\alpha < 0.05$, $\alpha < 0.01$													
	++	<i>Quercus variabilis</i>												
		<i>Platycarya strobilacea...</i>												
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>												
		<i>Lindera erythrocarpa</i>												
		<i>Cornus controversa</i>												
		<i>Quercus serrata</i>												
		<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>												
-								-	+	<i>Quercus mongolica</i>				
										+	<i>Prunus sargentii</i>			
											+	<i>Lindera obtusiloba</i>		
											+	<i>Rhus trichocarpa</i>		
											+	<i>Stewartia koreana</i>		
											+	++	<i>Symplocos paniculata</i>	
														<i>Pinus densiflora</i>

Fig. 2. Chi-Square matrix for 17 woody plant species in the study area.

+(++) sign은 양의 상관을 나타낸 것이고, -(-) sign는 음의 상관을 표시하고 있으며, 모두 9개 쌍에서 유의성이 있는 것으로 분석되었다. 상수리나무와 굴참나무, 당단풍과 신갈나무, 산벚나무와 생강나무, 물푸레나무와 개울나무, 개울나무와 노각나무, 개울나무와 검노린재나무, 노각나무와 검노린재나무는 양의 상관을 나타내었고, 특히 노각나무와 검노린재나무 상수리나무와 굴참나무에서는 강한 양의 상관이 인정되었다. 층층나무와 신갈나무, 물오리나무와 신갈나무는 음의 상관에서 유의성이 인정되었는데, 이들 음의 상관을 보인 종들은 천연림의 생태적인 천이과정에서 서로 다른 경향을 지니게 되며 물리적 환경요인에 따라 각각의 지위를 점유하게 될 것으로 생각된다. 김지홍 등(1993)은 참나무 천연림의 임분구조 해석을 통하여 상수리나무와 굴참나무는 고도의 음의 상관이 있어 두 수종은 서로 다른 지위를 가지고 생육한다고 보고한 바 있다. 본 조사지에서는 두 수종간에 고도의 양의 상관이 인정되었는데 이는 조사지역의 우점종이 물박달나무이고, Table 2에서와 같이 굴참나무와 상수리나무의 중·교목층의 우점도가 낮아 아직 완전한 지위를 형성하지 못한 것으로 사료된다.

Table 4는 물박달나무림에서 유의성이 인정된

9개 수종간의 상관지수를 구한 것으로서 두 수종간에 전혀 상관관계가 없는 0.0에서 최고의 상관관계를 의미하는 1.0의 구간에 있음을 보여주고 있다. Schluter(1984)는 출현-비출현을 이용한 χ^2 검정에서 전상관지수(overall association)의 변이율(variation ratio ; VR)이 VR>1이면 정의 상관을 가지고, VR<1이면 음의 상관을 가진다고 하였는데, 본 조사에서는 VR>0.99로서 전체 상관이 음의 상관을 가지는 것으로 나타났지만 거의 1에 가까운 결과를 보였다. 그 결과 상수리나무와 굴참나무 그리고 노각나무와 검노린재나무에서 가장 높은 상관 지수를 보였고, 층층나무와 신갈나무간에는 전혀 상관이 없는 서로 독립적인 것으로 나타났다. 그러나 통계량(W=29.67)은 18.49~43.77의 구간에 놓여 있어 9개 수종간에 상관이 없다는 귀무가설을 수용하였다. 또 조사지에서 전적으로 어떤 수종의 출현과 비출현만을 이용한 상관관계 보다는 밀도, 흉고단면적, 피도, biomass 등을 이용한 자료를 통하여 더 많은 상관을 갖는 쌍을 얻을 수 있으며, 어느 한 수종의 양적인 표본값이 증가함에 따라 다른 수종의 표본값이 증가하거나 감소하는 경우에는 수종간 공변이관계를 분석할 수 있다(Ludwig과 Reynolds, 1988 ; Kim과 Kuen, 1991). Table 5는 조사구별 임목밀도에 의한 모두 153개 쌍의

Table 4. Interspecific association indices and test statistics between seventeen trees in the *Betula davurica* forest

Species pair		Association type	χ^2 value	Association indices		
				Ochiai	Dice	Jaccard
<i>A. hirsuta</i>	- <i>Q. mongolica</i>	-	5.185	0.385	0.333	0.200
<i>Q. acutissima</i>	- <i>Q. variabilis</i>	++	8.235	0.707	0.667	0.500
<i>F. rhynchophylla</i>	- <i>R. trichocarpa</i>	+	5.051	0.738	0.737	0.583
<i>C. controversa</i>	- <i>Q. mongolica</i>	-	5.714	0.000	0.000	0.000
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	- <i>Q. mongolica</i>	+	5.488	0.667	0.667	0.500
<i>P. sargentii</i>	- <i>L. erythrocarpa</i>	+	5.294	0.612	0.545	0.375
<i>R. trichocarpa</i>	- <i>S. koreana</i>	+	5.089	0.680	0.667	0.500
<i>R. trichocarpa</i>	- <i>S. paniculata</i>	+	4.314	0.577	0.500	0.333
<i>S. koreana</i>	- <i>Symplocos. paniculata</i>	++	8.235	0.707	0.667	0.500

Multiflous Species
 VR, Index of overall association = 0.99
 W, Test statistic = 29.67

Table 5. Pearson(upper-right triangle) and Spearman(lower-left triangle) correlation coefficients for tree species(Spp) by density data

Spp	Pearson Product-Moment Correlations																	
	B.D.	A.H.	C.C.	Q.A.	Q.V.	P.L.	F.R.	L.E.	C.O.	Q.S.	A.P.	Q.M.	P.S.	L.O.	R.T.	S.K.	S.P.	P.D.
B.D.																		
A.H.	-0.309																	
C.C.	-0.276	-0.207																
Q.A.	-0.150	0.013	0.287															
Q.V.	-0.066	-0.226	0.220	0.635**														
P.L.	-0.134	-0.136	0.311	0.393	0.509*													
F.R.	-0.286	-0.063	-0.127	-0.260	-0.300	0.105												
L.E.	-0.263	0.292	0.456*	0.138	-0.092	-0.041	0.168											
C.O.	-0.186	0.521**	-0.448*	-0.030	-0.106	-0.031	-0.036	-0.140										
Q.S.	0.086	0.125	-0.067	-0.367	-0.544**	-0.136	-0.049	0.020	-0.035									
A.P.	-0.309	-0.244	0.206	0.123	0.096	-0.100	0.121	0.319	-0.254	-0.001								
Q.M.	0.194	-0.598**	0.128	0.054	0.183	0.238	-0.021	0.320	-0.463*	0.344	0.403							
P.S.	0.126	0.071	-0.273	-0.057	-0.149	-0.263	0.128	-0.127	0.128	0.440*	0.186	-0.299						
L.O.	-0.170	-0.107	-0.033	-0.175	-0.270	0.077	0.571**	-0.171	0.228	0.477*	0.029	-0.269	0.464*					
R.T.	0.165	-0.395	-0.029	0.358	-0.423	0.254	0.442*	0.201	-0.005	0.141	0.214	0.141	-0.071	0.320				
S.K.	0.465*	-0.063	0.025	-0.269	-0.186	0.367	0.152	0.237	-0.462*	-0.072	-0.073	0.019	-0.125	-0.269	0.270			
S.P.	0.170	-0.233	-0.024	-0.139	-0.215	0.190	-0.046	-0.166	-0.240	-0.161	0.057	0.193	0.066	-0.139	0.435*	0.476*		
P.D.	-0.136	0.335	-0.321	-0.175	-0.014	0.237	0.178	0.208	0.680**	-0.167	-0.269	-0.269	-0.084	-0.175	-0.182	-0.269	-0.139	

Spearman Rank Correlations

B.D.; *Betula davurica*, A.H.; *Alnus hirsuta*, C.C.; *Castanea crenata*, Q.A.; *Quercus acutissima*, Q.V.; *Quercus variabilis*, P.L.; *Platycarya strobilacea*, F.R.; *Fraxinus rhynchophylla*, L.E.; *Lindera erythrocarpa*, C.O.; *Cornus controversa*, Q.S.; *Quercus serrata*, A.P.; *Acer pseudo-sieboldianum*, Q.M.; *Quercus mongolica*, P.S.; *Prunus sargentii*, L.O.; *Lindera obtusiloba*, R.T.; *Rhus trichocarpa*, S.K.; *Stewartia koreana*, S.P.; *Symplocos paniculata*, P.D.; *Pinus densiflora*

공변이 상관을 분석한 결과, Pearson 상관을 이용한 분석에서는 7쌍의 종간 상관이 인정되었는데, 소나무와 층층나무가 가장 높은 0.742의 값을 가지고 있고, 층층나무와 물오리나무, 신갈나무와 굴참나무, 당단풍과 상수리나무, 굴피나무

와 굴참나무간에는 강한 양의 상관이 인정되어 동일한 생육지위를 가지는 것으로 나타난 반면에, 신갈나무와 물오리나무는 음의 상관을 나타내어 서로 다른 지위를 가지는 것으로 조사되었다. Spearman 상관에서도 모두 18쌍의 종간 상

관이 있었는데, 소나무-층층나무 쌍에서 0.680 으로서 가장 높은 값을 가지고 있고, 굴참나무와 상수리나무, 층층나무와 물오리나무, 생강나무와 물푸레나무, 소나무와 층층나무간에는 강한 양의 상관관이 있었고, 비목나무와 밤나무, 노각나무와 물박달나무, 굴참나무와 굴피나무, 개웃나무와 물푸레나무, 산벚나무와 졸참나무, 생강나무와 졸참나무, 생강나무와 산벚나무, 검노린재와 개웃나무, 검노린재와 노각나무간에는 양의 상관관이 인정되어 이들의 생육지위가 동일한 것으로 인정된다. 또 신갈나무와 물오리나무, 졸참나무와 굴참나무간에는 강한 음의 상관관을 가지고 있고, 층층나무와 밤나무, 신갈나무와 층층나무, 노각나무와 층층나무간에는 음의 상관관이 인정되어 이들 수종은 서로 다른 생육지위를 가지고 있는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 대부분 χ^2 검정결과와 서로 유사하였고, 출현과 비출현 보다는 밀도의 증가에 따라 다른 수종의 영향을 미치는 것으로 사료된다. 이와 같이 수종간 상관관계는 동일 지소에서 성장하고 있는 수종간의 親疎關係를 알 수 있으므로, 앞으로 천연림 보육과 인위적 무역을 통한 생산력 높은 임분의 조성에 도움이 될 것이다. 김지홍과 권기현(1991)은 양의 상관관계를 가지는 수종끼리 생장시킴으로서 합리적이고, 합자연성의 造林과 撫育施業에 응용될 수 있다고 하였다.

3. 개체군 구조

일반적으로 산림의 변화는 현재 나타나고 있는 식생을 이용하거나, 크기계급을 이용한 정적분석 (static analysis)법을 이용하고 있는데(Austin, 1977), 시간의 경과에 따라 지리산 물박달나무림의 식생구조 및 개체군의 동태를 예측하기 위하여 아교목·교목층에서 중요치 10% 이상이 되는 5개 수종과 전체 물박달나무림의 직경분포 상태를 Fig. 3에 나타내었다. 이러한 흉고직경 크기에 의한 분포도의 모양은 앞으로 그 해당 군락의 지속성 유지 가능성 및 식생천이에 대한 중요한 정보를 제공할 수 있다. 즉 직경급의 모양이 역 J자형은 동령림에서는 경쟁이 일어나고, 이령림의 경우에는 극상림의 경우로서 지속적으로 유지될 수 있는 집단을 의미한다. 그리고 정규분포형과 역 J자형이 공존할 경우, 역 J자형의 개체가 작을 경우 정규분포형 집단은 후자에 의하여 교체되어 천이가 진행되는 것으로 보고 되었다(배

관호와, 홍성천, 1996; Ford, 1975; 이창석 등, 1993; Moler 등, 1978; Barbour 등, 1980). 조사지의 상·아교목층을 우점하고 있는 수종별 직경분포도는 물박달나무(Fig. 3A)는 유묘와 치수와 같은 어린 개체의 출현은 적으나, 5-15cm 경급의 밀도가 높고 높은 직경급의 밀도가 낮은 전형적인 역 J형 분포를 보여 앞으로 지속적인 유지를 할 것으로 예상된다. 물오리나무(Fig. 3B)는 반대로 어린 개체의 밀도가 상대적으로 낮은 J형 분포를 보였는데, dbh 21cm 이상의 구간에는 개체수의 분포가 없었다. 노각나무(Fig. 3C)는 역 J자형으로 어린 개체의 밀도가 높았고, 모수(母樹) 주변에서 치수와 유묘의 공급이 많아 시간의 경과에 따라 물박달나무림의 천이과정에서 노각나무가 경쟁수종으로 발달할 지에 대하여는 장기적인 관찰이 필요한 것으로 사료된다. 졸참나무(Fig. 3D)도 역 J자형 분포를 보이는데, 어린 개체의 밀도가 높고, 노각나무와 더불어 치수의 공급이 가장 많아 앞으로 천이의 중간단계에 포함되는 이들 수종이 주변환경과의 상호작용에 의하여 물박달나무와 경쟁관계를 거칠지에 대하여는 연구가 지속되어야 할 것이다. 밤나무(Fig. 3E)는 생산연령을 초과하면서 차츰 쇠퇴하는 경향을 보이고 있는데 앞으로 이 수종의 개체수는 감소할 것으로 보인다. 전체 물박달나무림(Fig. 3F)의 직경급별 분포는 종형(Bell-shaped)을 나타내어 물박달나무의 우점이 일정기간 지속될 것으로 예상되고, 광선, 수분, 교목층 수목의 영향 등 미환경의 변화와 교목층에서 출현되고 있는 다른 활엽수종과의 경쟁이 있을 것으로 예상된다.

즉 아직까지 개체수가 미약하거나, 교목층에 피압되어 성장이 억제되고 있는 교목성의 치수들이 교목층의 gap, 고사목 발생, 수목벌채 등에 의하여 급격한 성장을 시작할 수도 있다고 하였는데(Kelty, 1986; Deal과 Farr, 1994), 본 조사지에서도 노각나무와 물오리나무, 졸참나무 등의 성장가능성도 배제할 수 없다. 김지홍(1993)은 우리나라 84개 활엽수종의 극성상 지수를 분석하였는데, 자작나무과 극성상 지수는 서어나무가 83.3%로 가 높아 일반적인 우리나라 산림대의 극상림을 뒷받침 하였으나, 물박달나무는 50%로 추정된 것으로 미루어 극상림으로 도달하기는 어려울 것으로 보인다. 송호경(1985)은 우리나라의 전형적인 산림천이는 소나무, 참나무류, 서어나

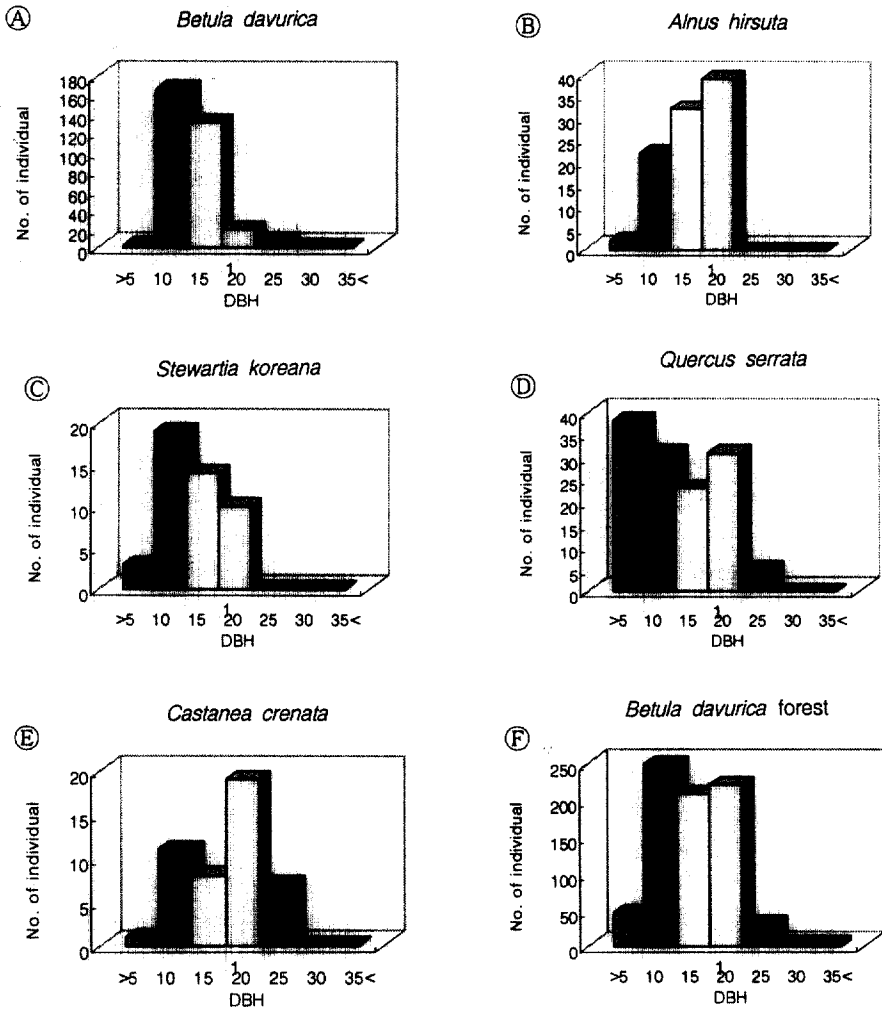


Fig. 3. Size-frequency distribution of major tree species in the *Betula davurica* forest

무 순으로 진행된다고 하였는데, 본 조사지에서는 서어나무류의 출현이 없었기 때문에 물박달나무림은 극성림으로 이행되는 천이단계의 중간과정에서 참나무류 등 다른 활엽수종과 경쟁관계를 거칠 것으로 추정된다. 즉 극성상 수종들은 그들이 많은 하층임관에 정상적인 생육을 하여야 하는데, 물박달나무의 치수발생량이 적어 앞으로 극성상으로의 천이는 힘들고, 교목층과 아교목층을 형성하고 있는 활엽수림의 경쟁이 있을 것으로 예상된다.

이처럼 본 조사지에서 물박달나무의 치수발생은 거의 없고, 조사지에서 치수와 seedling의 발생이 있는 수종은 노각나무, 졸참나무 및 물오리

나무 등으로서 임상에서 발아가 가능하지만, 물박달나무는 크기가 작은 시과류로서 자연 낙화된 낙엽층에서 발아율이 크게 약화된 것으로 추정된다. Haper(1977)는 수목종자의 대부분이 가을, 겨울 또는 봄에 산포되는 종자이고, 종자의 산포 거리는 종에 따라 다양하고 풍속, 수고, 주풍방향, 산포시기와 관련이 있으며, 종자의 무게와는 역비례관계에 있으며, Oliver와 Larson(1990)은 자작나무류의 종자는 종자가 겨울에 떨어질 때는 표면을 타고 바람에 날려 이동한다고 보고한 바 있다. 조사지역의 낙엽층에 떨어진 종자가 휴면상태, 생존기간의 경과, 또는 수관층의 개방이 없어 종자 발아조건에 미비에 의한 것인지 물박

달나무의 유묘 발생이 작은 것에 대하여는 앞으로 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

결론적으로 물박달나무림의 공간구조를 파악하기 위해서는 치수와 유묘의 발생이 거의없고, 상·하층 수목간의 광선경쟁, 시간의 경과에 따른 개체별 크기와 수고 성장속도간의 수종별 차이 등을 고려하여 장기간의 관찰이 필요하다고 하겠다.

인 용 문 헌

1. 고재기·임양재. 1987. 칠갑산의 식생. 한국생태학회지 10(1) : 25-32.
2. 김종홍. 1997. 조계산 털조장나무군락의 구조와 동태, 한국생태학회지. 20(1) : 15-25, 1997.
3. 김지홍. 1993. 생태형태학적 특성분석에 의한 활엽수종의 극성상 지수 추정. 한국임학회지 82(2) : 176-187.
4. 김지홍 외 6인. 1993. 참나무 천연림의 임분구조에 대한 해석. 한국임학회지 82(3) : 235-245.
5. 김창환·길봉섭. 1991. 서열법에 의한 전북 장안산 삼림군락분석. 한국생태학회지 14(3) : 231-241.
6. 박인협. 1985. 백운산 지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문, 48pp.
7. 배관호·홍성천. 1996. 가야산 소나무군락의 구조 및 동태. 한국임학회지. 85(2) : 260-270.
8. 송호경. 1985. 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문, 54pp.
9. 이우철. 1996. 한국식물명고. 아카데미서적.
10. 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사. 990p.
11. 이창석·김홍은·박현숙·강상준·조현제. 1993. 모감주나무 군락의 구조 및 유지기작. 한국생태학회지. 16(4) : 377-395.
12. 이영노. 1996. 한국식물도감. 교학사.
13. 이정환·김삼식. 1990. 지리산의 관속식물상과 특산식물. 경성대학교 연세림연구보고. 1 : 81-138.
14. 정태현. 1957. 한국식물도감(수목편). 신지사. p.69.
15. 진현오·이명종·신영오·김정제·전상근. 1994. 삼림토양학. 향문사 155-188p.
16. Allen, S.E., H.M. Grimshaw and A.P. Rowland. 1986. Chemical analysis. P.285-344 in Moore, P.D. and S.B. Chapman, ed. Methods in Plant Ecology. 2nd ed. Blackwell Scientific Pub. Oxford.
17. Austin, M.P., 1977. Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. Vegetation 35 : 22pp.
18. Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts. 1980. Terrestrial plant ecology. The Benjamin & Cummings Publ.Co. pp.62-68.
19. Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WM. C. Brown Co. Publ., Iowa.194pp.
20. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An Upland forest continuum in the prairie forest bolder region Wisconsin. Ecology. 9 : 161-166.
21. Deal R.L. and Farr W.A. 1994. Composition and development of conifer regeneration in thinned and unthinned natural stands of western hemlock and Sitka spruce in south-east Alaska. Can. Jour. of Forest Research 24 : 976-984.
22. Ford, E.D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant mono cultures. J. Ecol. 63 : 311-333.
23. Haper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic press. New York.
24. Keltly M.J. 1986. Development patterns in two hemlock-hardwood stands in southern New England. Can. Jour. of Forest Research 16 : 885-891.
25. Kim, J.H. and Kee-Hyun Kuen. 1991. Analysis of inter-species association and co-variation in a natural deciduous forest. Jour. Korean. For. Soc. 80(4) : 360-368.
26. King. D. 1986. Treeform, height growth and susceptibility to wind damage in *Acer saccharum*. Ecology 67 : 980-990.
27. Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds, 1988. Statistical Ecology. Wiley & Sons.
28. Mohler, C.L., P.L. marks and D.G. Spru-

- gel. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. *J. Ecol.* 66 : 599-614
29. Oliver, C.D. and B.C. Larson. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill Inc., New York. p.128.
30. Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons, New York. 168pp.
31. Schluter, D. 1984. A Variance test for detecting species associations, with some example applications. *Ecology* 65 : 998-1005.