

點鳳山 一帶 天然闊葉樹林的
主要 構成 樹種에 대한 生態地位 評價^{1*}

金光澤^{2*} · 金知洪³

Evaluation of Ecological Niche for Major Tree Species
in the Natural Deciduous Forest of Mt. Chumbong^{1*}

Guang Ze Jin^{2*} and Ji Hong Kim³

요 약

점봉산 일대 천연활엽수림의 17개 주요 구성 수종을 대상으로 수직적 구조에서의 광선의 강도를 주요 환경경사로 할 경우와 수평적 분포에서의 다차원의 자원을 환경경사로 할 경우의 생태지위의 특성을 평가한 결과는 다음과 같다.

수직적 생태지위폭은 물푸레나무가 가장 크고, 다릅나무가 가장 작으며, 수평적 생태지위폭은 당단풍이 가장 크고, 거제수나무가 가장 작은 것으로 나타났는데, 수종별 두 가지 생태지위폭 간의 상관관계는 없었다. 수종의 내음성 지수가 높을수록 수직적 생태지위폭과 수평적 생태지위폭은 증가하는 것으로 나타났다. 수종의 내음성 지수 순위에 따른 수직적 및 수평적 생태지위폭 순위에 대하여 Spearman의 순위상관을 분석한 결과, 수직적 생태지위폭에 대한 순위상관계수는 $r_s=0.432(P\leq 0.1)$ 로 산출되어, 95% 확률수준에서 유의성이 없었는데, 아교목성 생육형을 지닌 까치박달을 제외하면, Spearman의 순위상관계수는 $r_s=0.650(P\leq 0.01)$ 로 산출되어 고도의 상관관계가 인정되었다. 수평적 생태지위폭에 대한 Spearman의 순위상관계수는 $r_s=0.797(P\leq 0.01)$ 로 산출되어 고도의 유의성이 있는 관계가 성립되었다.

수평적 분포에서의 수종간 생태지위중복도를 바탕으로 cluster분석을 하여 분류된 4가지 수종군은 입지 요구도가 비슷한 수종들로 이루어졌으며, 수종간 정의 상관관계를 갖는 수종들의 연결 양상과 상당히 부합되었다.

ABSTRACT

The characteristics of ecological niche, breadth and overlap, for seventeen major tree species were evaluated in the natural deciduous forest in Mt. Chumbong area. Employed by the plot sampling method, the environmental gradient for vertical niche was based on the intensity of light within the forest, and that for horizontal niche was based on multi-dimensional resources in distribution pattern.

The result showed that *Fraxinus rhynchophylla* had the highest value of vertical niche breadth and *Maackia amurensis* had the lowest, and *Acer pseudo-sieboldianum* had the highest value of horizontal niche breadth and *Betula costata* had the lowest. There was no significant correlation between both

¹ 接受 2001年 4月 10日 Received on April 10, 2001.

審査完了 2001年 5月 16日 Accepted on May 16, 2001.

² 江原大學校 大學院 森林經營學科 : Department of Forest Management, Graduate School, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

³ 江原大學校 山林科學大學 山林資源學部 : Division of Forest Resources, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

* 이 논문은 한국과학재단 지원 "북방농업의 개발과 연구협력사업" 연구 결과의 일부임.

* 연락처자 E-mail : hot365@hotmail.com

measures of niche breadth. However, the tolerance index for each species was positively correlated to the values of niche breadth. Spearman's rank correlation coefficients were applied to test the correlation between the species ranks of tolerance index and those of two ecological niche breadths. The coefficient of $r_s=0.432$ ($P \leq 0.1$) was not enough to support significant correlation between the tolerance index and vertical niche breadth at the 95% probability. If *Carpinus cordata*, rarely reach canopy of the forest due to its own growth form, are excluded from the analysis, coefficient was calculated as $r_s=0.650$ ($P \leq 0.01$), resulting in highly significant correlation. The Spearman's rank correlation coefficient was $r_s=0.797$ ($P \leq 0.01$) for tolerance indices and the values of horizontal niche breadth, indicating highly significant.

Four distinctive species groups, produced by cluster analysis on the basis of ecological niche overlap for each pair of species, were in considerable accord with the positively associated species constellation pattern created by the inter-species association analysis.

Key words : Niche breadth, Niche overlap, Species affinity, Interspecific association, Shade Tolerance.

서 론

생태지위는 그 생물이 점유하고 있는 물리적인 공간뿐만 아니라 군집 내에 있어서의 기능적인 역할 및 수분, 온도, 토양 등 기타 생활조건이 되는 여러 가지 환경경사 중의 생물의 위치가 포함되는데 공간 생태지위, 영양 생태지위, 다차원적 생태지위로 구분할 수 있다.

미국의 동물학자 Grinnell(1917)은 같은 영역권에서 두 종이 오랫동안 같은 생태지위를 차지할 수 없다 하였고, 동일하지는 않지만 유사한 서식처를 택하거나 먹이를 취하는 방법이 비슷함으로 인해 중간 경쟁이 유발된다고 주장하였는데, 이것이 바로 "공간 생태지위"이다. 동물 생태학자 Elton(1927)은 생태지위를 군집 안에서 종의 역할이라고 하였으며, 먹이사슬의 에너지 관계에 역점을 두어 "영양 생태지위"로 이해되고 있다. Hutchinson(1957)은 경쟁적 배타의 원리를 바탕으로 생태지위 개념을 공식화하였는데, 생태지위는 모든 물리적이고 생물적 변인들이 고려되는 n-차원의 초공간에서 개체군의 반응을 표현하였다. n-차원의 초공간은 먹이의 종류, 크기 등 생물적 공간과 온도, 광선, 수분 등의 비생물적 공간이 포함된다. Hutchinson은 기본적인 생태지위와 현실적인 생태지위를 구분하였다. Odum(1971)은 생활장소를 생물학적인 의미로 그 생물의 "주소", 생태지위는 "직업"이라고 묘사하였다.

생태지위의 특성을 나타냄에 있어서 수리 생태학적 방법으로는 생태지위폭과 생태지위중복도가 많이 사용된다. 이런 수리 생태학적 접근은 MacArthur

와 Levins(1967), Pianka(1973), Hurbert(1978), Petraitis(1979) 등에 의해 계량 생태학적 지수들이 고안되었으며, 이런 계량 생태학적 지수의 출현은 어떤 지수가 가장 적절한가에 대한 논쟁을 야기시켰다. Ricklefs와 Lau(1980)는 생태지위중복도는 표본의 크기에 많은 영향을 받는다고 하였고, Smith와 Zaret(1982)는 자원의 수적 변화, 표본의 크기 및 자원 균재도의 변화에 따른 편의(bias)를 분석한 결과, Morisita index는 표본의 크기와 자원의 수와는 상관없이 편의가 거의 0에 가깝다고 평가하였다. Morisita index는 자원이 개체수로 표현되어야 하는데, 자원이 개체수로 표시되지 않을 경우는 Horn index가 가장 적합하다고 하였다.

우리나라에서는 吳桂七(1975)이 최초로 생태지위폭을 자연생 유령 소나무림내 초본층에 대하여 적용하였으나, 종다양성의 개념으로 접근하였으며, 개개 식물종 차원에서 생태지위폭에 대한 연구는 아직 이루어지지 않은 실정이다.

이 연구는 점봉산 일대 활엽수림을 대상으로 17개 주요 구성 수종들에 대하여 산림의 수직적 구조에서의 광선의 강도를 주요 환경경사로 할 경우와 수평적 분포에서의 다차원의 자원을 환경경사로 할 경우의 생태지위폭과 생태지위중복도를 산출하여 그 특성을 파악하고자 수행되었다.

자료 및 방법

1. 조사지 개황

이 연구는 행정구역상 강원도 인제군 기린면에 위치한 점봉산 일대의 천연활엽수림을 대상으로

실시되었다. 韓國自然保存協會(1984)에서는 이 일대의 지질, 식생, 토양, 조류, 포유류, 곤충, 담수어, 양서, 파충류 등의 학술연구를 하였고, 尹鍾和 등(1987)은 이 지역의 환경과 산림의 생태학적 구조에 대하여 연구하였으며, Kim(1989)은 Classification과 Ordination을 같이 사용하여 이 일대 산림을 분류하였고, 李炳天(1993)은 산림군락 구조를 분석하였다. 또한 지형적 위치에 따른 산림 군집 속성(姜馨基 등, 2000) 및 산림 천이 경향(李元燮 등, 2000)에 대한 연구가 진행된 바 있다.

2. 자료 수집

연구대상 산림의 식생 및 지형자료를 수집하기 위하여 1:25,000 지형도를 참조하여 비교적 교란이 없이 임분의 수직적 구조가 잘 발달되었다고 판단되는 지역에 1998년부터 2000년까지 3차년에 걸쳐 20m×20m 정방형 표본구를 총 106개 설치하고, 표본구내 상·중·하층의 수관층별로 수종을 식별하고, 수고, 흉고직경, 수관폭 등을 측정하였다. 임분의 최상층을 점유하고 있는 것은 상층으로, 상층 임관 아래 피압되어 있는 것은 중층으로, 수고가 3m 이하인 것은 하층으로 구분하였으며, 상층목에 대해서는 살아있는 수관층의 높이를 실측하였다. 수종의 식별과 명명은 李昌福(1982)을 참조하였다.

3. 분석방법

1) 수종 구성

연구대상 지역에서 수집된 모든 교목의 식생자료에 대하여 Curtis와 McIntosh(1951)의 방법의 해서 상대 우점도를 산출하여 수종 구성을 파악하였다.

2) 생태지위폭

산림군집에서 광선의 강도는 임관의 최상층에서 임상으로 내려오면서 지속적으로 감소되며, 습도를 포함하는 기타 미세기후 인자도 변한다. 산림의 수직적 구조를 연출함에 있어서 광선은 결정적 역할을 하므로, 산림의 수직적 위치에서 각 수종의 생태지위 또한 달라질 것이다. 따라서 산림을 상·중·하층으로 구분하고(즉 환경경사 수준의 수는 3개), 수직적 구조에서의 생태지위폭(이하 수직적 생태지위폭이라고 함)을 산출하였

다.

식생조사를 하기 위해 설치한 106개 표본구는 수분, 광선, 토양 등의 환경조건이 다를 것이며, 이런 다차원의 자원을 이용하는 수종의 경쟁력도 다를 것이다. 따라서 개개의 표본구를 하나의 환경경사로 간주하고(환경경사 수준의 수는 106개), 수평적 분포에서의 주요 수종들에 대하여 생태지위폭(이하 수평적 생태지위폭이라고 함)을 산출하였다. 생태지위폭의 산출은 Levins(1968)가 고안한 모델을 이용하였다.

$$B_{Ai} = \frac{B_i - 1}{s - 1}$$

$$B_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^s p_{ik}^2} \quad \text{단, } p_{ik} = (n_{ik}/N_i + C_{ik}/C_i)/2$$

수종 i 에 있어서 B_{Ai} 는 표준화된 생태지위폭, B_i 는 생태지위폭, p_{ik} 는 환경경사 수준 k 에 있어서의 반응 확률, n_{ik} 는 환경경사 수준 k 에서의 개체수, N_i 는 총 개체수, C_{ik} 는 환경경사 수준 k 에서의 피도, C_i 는 총 피도이며, s 는 환경경사 수준의 수이다.

수종의 생태지위폭과 내음성간에 어떤 관계가 있는가를 파악하기 위하여 주요 구성 수종들에 대하여 내음성 지수를 추정하고 Spearman의 순위상관을 이용하여 생태지위폭의 순위와 내음성 지수의 순위를 비교하였다. 내음성 지수의 추정은 수목의 외형과 갱신 특성을 기초로 하여 상층 수목의 살아 있는 수관층이 전체 수고에 차지하는 비율과, 피압되어 있으나 생존하고 있는 중하층의 개체수를 매개 변수로 내음성 지수를 추정하는 Lorimer(1983)의 분석방법을 이용하였다.

내음성 지수 = (살아있는 상층수관비율의 R_i + \log_2 (하당 피압된 개체수)의 R_i)/2

$$R_i = \frac{10(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}$$

여기서, R_i 는 종 i 의 상대적 점수이고, x_i 는 종 i 의 관찰된 값이며, x_{\max} 과 x_{\min} 은 최고값과 최저값을 의미한다.

3) 생태지위중복도

여러 가지 생물종들이 이용하는 자원이 같거나 비슷하면 중간 경쟁은 불가피하며, 생태지위중복 현상이 나타난다. 여기서 생태지위중복도는 두 가지 생물종의 어떤 자원에 대한 공동 이용 정도

를 표현한 것이다. 대상 산림의 주요 구성 수종쌍들간의 자원에 대한 공동 이용 정도를 파악하기 위하여 Horn index(1966)를 산출하였으며, 수종간 상관관계와의 부합 정도를 검토하였다. 수종간 상관관계는 출현과 비출현을 바탕으로 하는 상관관계 분석방법을 이용하였으며, 자료의 계산은 Ludwig & Reynolds(1988)에서 제시한 분석 프로그램을 이용하였다.

$$R_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^s (d_{ik} + d_{jk}) \log_e(d_{ik} + d_{jk}) - \sum_{k=1}^s d_{ik} \log_e d_{ik} - \sum_{k=1}^s d_{jk} \log_e d_{jk}}{2 \log_e 2}$$

R_{ij} : 수종 i 와 수종 j 의 생태지위중복도

결과 및 고찰

1. 수종 구성 상태

연구 대상 산림의 교목 수종의 ha당 평균 개체 수는 약 2,800본으로서, 상층에는 340본, 중층에는 1,115본, 하층에는 1,345본이 생육하고 있었고, 평균 흉고단면적은 39.2m²/ha, 그중 상층이

27.3m²/ha, 중층은 11.7m²/ha, 하층은 0.22m²/ha인 것으로 파악되었다. 전체 표본 임목 직경급별 개체수 분포는 역“J”자형 모양을 나타내어, 전형적인 이령림의 분포 양상을 보였다(Figure 1).

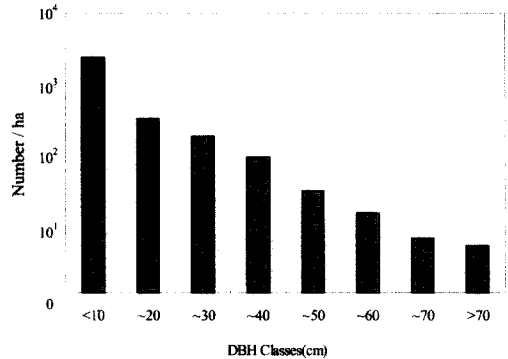


Figure 1. Number of trees per hectare by DBH classes.

수직층별 수종 구성 분석 결과, 상층에서는 신갈나무의 우점도가 가장 높았고, 다음은 음나무, 피나무, 물푸레나무 등의 순으로 우세하였으며,

Table 1. Species composition and tolerance indices for 17 major tree species in the study area.

Species	Important value(%)			Suppressed trees/ha (1)	Live crown ratio(%) (2)	Relative score		Tolerance index (5)
	Overstory	Midstory	Understory			(3)*	(4)**	
<i>Betula costata</i> (BC)***	3.0	0.2	0.0	0.9	28.4	0.0	0.0	0
<i>Maackia amurensis</i> (MA)	1.0	1.0	0.5	7.3	35.7	3.1	2.0	2.53
<i>Juglans mandshurica</i> (JM)	3.2	1.0	0.5	7.8	36.9	3.2	2.3	2.74
<i>Fraxinus mandshurica</i> (FM)	5.2	1.3	0.5	10.8	44.8	3.7	4.4	4.05
<i>Cornus controversa</i> (CT)	3.0	4.4	1.2	36.1	40.3	5.5	3.2	4.36
<i>Kalopanax pictus</i> (KP)	9.7	1.6	0.5	13.4	50.3	4.0	5.9	4.95
<i>Sorbus alnifolia</i> (SA)	0.5	2.7	3.4	58.7	43.1	6.3	3.9	5.11
<i>Ulmus laciniata</i> (UL)	1.7	2.0	1.2	21.2	54.2	4.7	6.9	5.82
<i>Prunus sargentii</i> (PS)	3.1	2.2	0.6	19.6	54.9	4.6	7.1	5.85
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (FR)	7.0	6.7	7.3	221.7	48.7	8.3	5.5	6.87
<i>Acer mono</i> (AM)	4.9	8.3	6.9	165.6	54.8	7.8	7.1	7.46
<i>Acer mandshuricum</i> (AD)	1.6	2.0	4.9	275.2	55.7	8.6	7.3	7.96
<i>Tilia amurensis</i> (TA)	8.3	10.4	10.4	72.9	63.2	6.6	9.3	7.96
<i>Abies holophylla</i> (AH)	3.3	2.8	7.1	81.1	65.7	6.8	10.0	8.38
<i>Quercus mongolica</i> (QM)	38.0	11.0	3.8	126.4	63.7	7.4	9.5	8.45
<i>Carpinus cordata</i> (CC)	1.6	19.9	15.4	489.6	64.1	9.5	9.6	9.53
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> (AP)	0.1	18.2	24.5	687.7	-	10.0	-	-
Others	4.8	4.3	11.3					

* : Relative score for log_e{column (1)} value.

** : Relative score of column (2).

*** : Species abbreviations are applied to Figures 2, 3, 4, and 5.

중층에서는 까치박달, 당단풍, 신갈나무, 피나무 등의 순으로 우세하였고, 하층에서는 당단풍, 까치박달, 피나무, 물푸레나무 등의 순으로 구성 비율이 높게 나타났다(Table 1).

2. 주요 수종의 생태지위폭

산림 군집의 수직적 구조는 구성 식생의 생육형 이외에 수직적 광선 변이와 생육 공간에 대한 구성원들의 대처 방식에 따라 정해지고(Krebs, 1985), 반면에 수평적 분화는 구성원의 공간 분포 양상과 입지 요구도 또는 구성원간 상관관계에 따라서 연출된다(Whittaker, 1975). 이러한 속성과 자원 이용에 따라서 산림 군집을 구성하는 수종들의 생태지위가 결정될 것이다.

연구 대상 산림을 상·중·하층으로 구분하여 광선과 수직적 생육 공간을 인자로 하는 수종별 수직적 생태지위폭과, 개개의 표본수를 하나의 환경경사로 하는 수평적 생태지위폭을 Levins(1968)가 개발한 방법에 의해서 산출하고, 두 가지 생태지위폭을 좌표로 삼아 주요 수종들의 지수들을 Figure 2에 도시하였다. 수직적 생태지위폭은 물푸레나무가 가장 크고, 다릅나무가 가장 작은 것으로 나타났으며, 수평적 생태지위폭은 당단풍이 가장 크고, 거제수나무가 가장 작은 것으로 나타났다. Figure 2의 상관 직선을 보듯이, 수종별 두 가지 생태지위폭 간의 상관관계는 거의 없는 것으로 판단된다.

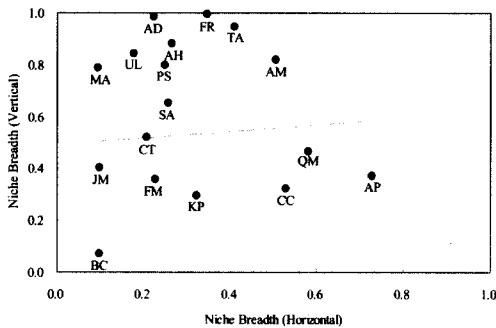


Figure 2. Plotting of species on the axes of vertical and horizontal niche breadth. Species abbreviations are from Table 1.

물푸레나무, 복장나무, 피나무 등과 같이 수직적 생태지위폭 값이 비교적 큰 수종은 상·중·하층에 따라서 변이가 있는 수직적 생육 자원을 효

율적으로 이용한다는 의미이며, Table 1에 산출된 수직층별 중요치의 변이가 적은 것과 결부된다. 상층에는 적은 수의 큰나무들이 분포하고 중·하층에는 많은 수의 작은 나무들이 분포하기 때문이다. 반면에 당단풍, 신갈나무, 까치박달 등과 같이 수평적 생태지위폭 값이 큰 것은 전반적으로 많은 개체가 넓게 고르게 분포한다고 해석되는데, Table 1에서 볼 수 있듯이 수직층별 중요치의 변이가 큰 것으로 나타났다. 신갈나무는 중·하층에 생육하고 있는 나무들의 수가 적기 때문에 미래에도 상층의 현재 우점도를 유지하기는 어려울 것이다. 그러나 상층에 큰 나무가 거의 없고 중·하층에 개체수가 집중되어 있는 까치박달과 당단풍은 중층까지의 수직적 생육 자원은 효율적으로 이용하게 되겠지만, 상층 임관의 생육 자원은 이용하지 못할 것이다.

거제수나무는 수직적·수평적 생태지위폭이 모두 작게 산출되었는데, 이것은 선구 수종의 역할을 하는 거제수나무의 생태적 속성과 관계가 있다. 즉, 교란된 임지에 먼저 들어와 정착하였다가 시간이 지나면서 산림의 수직적 분화가 생기면 내음성이 약한 거제수나무는 하층에 후계목을 발생시킬 능력이 부족하기 때문에 소수의 상층목으로 존재하다가 점점 그 세력이 약화될 것이다. 이러한 현상은 가래나무, 들메나무, 음나무의 분포 양상에도 어느 정도 적용된다.

연구 대상 산림과 같이 수직적으로 분화가 발달된 산림에서는 각 수종의 내음성이 생태지위를 결정하는데 큰 몫을 한다. Lorimer(1983)에 의해서 고안된, 피압된 나무의 개체수와 상층목의 살아 있는 수관의 비율로써 내음성 지수를 산출하여 Table 1에 표시하였다. 까치박달의 내음성 지수가 9.53으로 산출되어 가장 높았고, 거제수나무는 0.00으로 가장 낮게 추정되었다. 당단풍은 상층까지 도약한 나무가 없어서 내음성 지수 산출에서 제외하였다.

주요 수종별로 내음성 지수에 대한 수직적 생태지위폭과 수평적 생태지위폭의 좌표를 설정하고 각각 Figure 3과 4에 도시하였다. 각 수종의 내음성 지수가 높을수록 수직적 생태지위폭과 수평적 생태지위폭은 증가하는 것으로 나타났다. 주요 수종의 내음성 지수 순위에 따른 수직적 및 수평적 생태지위폭 순위에 대하여 Spearman의 순위상관을 분석한 결과, 수직적 생태지위폭에 대한 순위상관계수는 $r_s=0.432(P<0.1)$ 로 산출되

어, 95% 확률수준에서는 유의성이 없었다.

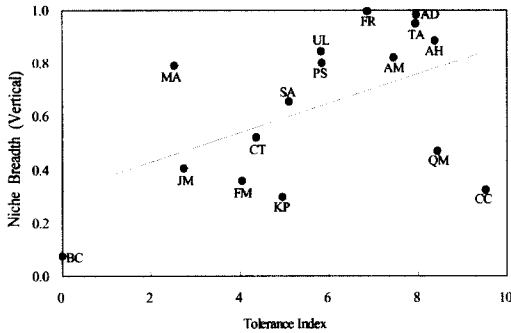


Figure 3. Plotting of species on the axes of tolerance index and vertical niche breadth. Species abbreviations are from Table 1.

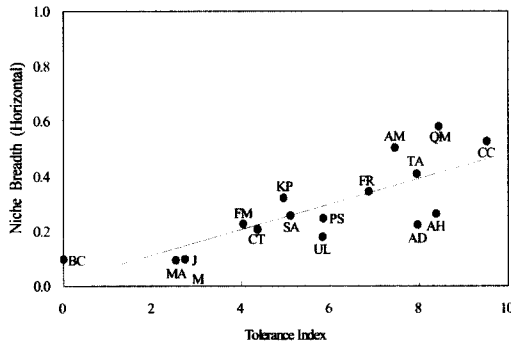


Figure 4. Plotting of species on the axes of tolerance index and horizontal niche breadth. Species abbreviations are from Table 1.

Figure 3에서 높은 내음성 지수에 비하여 작은 값의 수직적 생태지위폭을 나타낸 까치박달은 상관 직선에서 많이 벗어났는데, Table 1의 수직층별 중요치에서 볼 수 있듯이, 상층의 세력이 너무 미약하기 때문이다. 이것은 까치박달의 아교목성 생육형에 기인한 것이다. 이러한 이유에서, 까치박달을 제외하고 다른 수종들의 내음성 지수에 대한 Spearman의 순위상관계수는 $r_s=0.650(P \leq 0.01)$ 로 산출되어 고도의 상관관계가 인정되었다. 신갈나무와 음나무가 상관 직선에서 많이 벗어난 이유는, 까치박달과는 반대 현상으로, 상층의 거목으로 인한 우점도에 비해서 중·하층 후계목의 세력이 너무 미약하기 때문으로 사료된다.

수평적 생태지위폭에 대한 Spearman의 순위상관계수는 $r_s=0.797(P \leq 0.01)$ 로 산출되어 고도의

유의성이 있는 관계가 성립되는 것으로 파악되었다. 내음성 지수가 높은 까치박달, 신갈나무, 피나무 등과 같은 수종은 수평적 생태지위폭이 크게 나타났고, 내음성 지수가 낮은 거제수나무, 님나무, 가래나무 등은 수평적 생태지위폭 역시 작게 나타났다(Figure 4). 이러한 현상은 수직적 분화가 잘 이루어져 있고 종다양성이 비교적 높은, 즉 산림천이가 상당히 진척되어 안정기에 접어드는 천연활엽수림에서 어떤 수종이 분포 세력을 떨치려면 내음성이 높아야한다는 것을 시사한다.

3. 주요 수종간 생태지위중복도

수종간 상관관계는 비교 수종들의 입지 요구도가 비슷한가 혹은 다른가에 따라서 정(positive)의 관계, 부(negative)의 관계, 또는 상관없음 등 3가지로 구분된다. 두 수종간에 정의 상관관계를 갖고 어우러져 생육하는 속성이 있다면 생태지위가 유사하다고 추정할 수 있고, 그에 따른 생태지위중복도는 높아질 것이다. 한편, 두 수종간에 부의 상관관계를 가질 경우, 친화력은 없이 상이한 생태지위를 추구한다고 추정할 수 있고, 그에 따른 생태지위중복도는 낮아지거나 없을 것이다 (Kim과 Kuen, 1991).

연구 대상 산림의 주요 수종에 대한 상관관계를 분석하고 정의 상관을 갖는 수종들을 연결한 모식도를 Figure 5에 도시하였다. 여기서 생태지위가 유사한 수종들은 서로 연결되어 수종군을 형성함으로써 생태지위중복도와의 부합 정도를 파악하는 기초 자료로 삼았다.

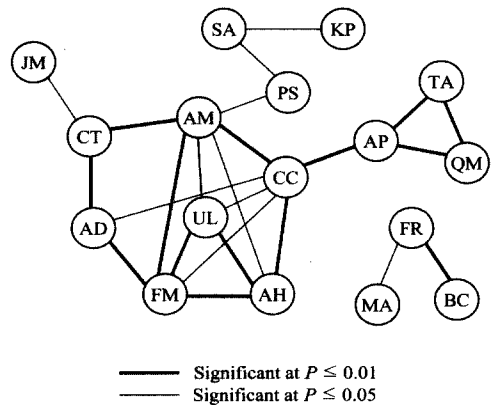


Figure 5. Constellation of positive association among species. Species abbreviations are from Table 1.

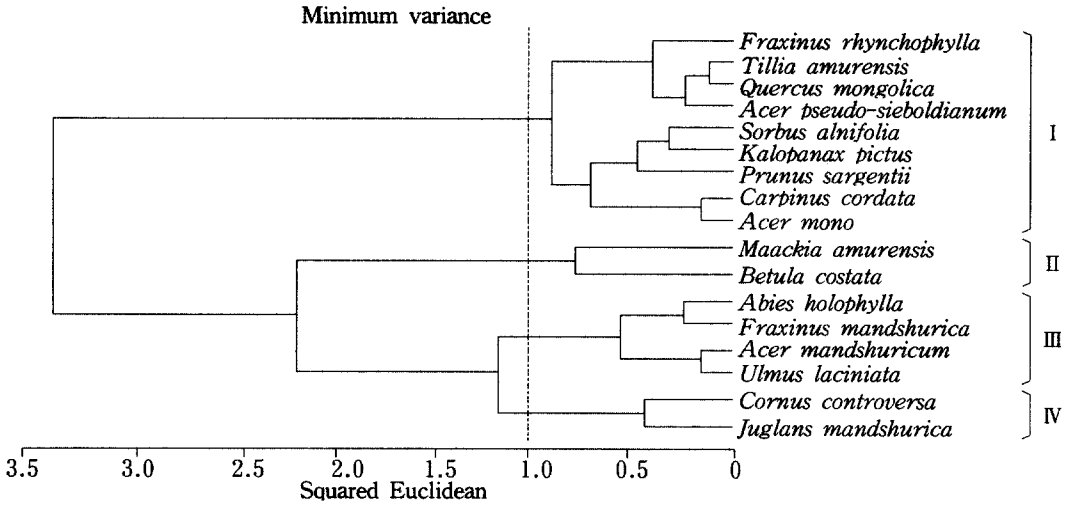


Figure 6. Cluster dendrogram on the basis of niche overlap value for 17 major tree species.

Figure 6은 Horn(1966)이 고안한 분석 방법에 의해서 수종간 생태지위중복도를 산출한 수치를 바탕으로 Euclidean의 거리계수 자승값을 매개변수로 cluster분석을 한 결과의 dendrogram을 나타낸 것이다. Euclidean의 거리계수 자승값 1.0을 기준으로 4가지의 수종군으로 분류되었다. Figure 6의 dendrogram에서 분류된 수종군은 Figure 5의 정의 상관관계를 갖는 수종군과 상당히 부합되었다.

Figure 6의 제 I 수종군은 고로쇠나무와 까치박달을 시작으로 산벚나무, 팔배나무, 음나무 등과 연결되어 생태지위중복도가 높은 양상이 Figure 5의 정의 수종간 상관관계 연결 고리와 상당히 부합되었다. 또한 제 I 수종군 내에서도 당단풍, 신갈나무, 피나무가 서로 연결되어 생태지위중복도가 높은 양상은 Figure 5의 상관관계 모식도에서도 뚜렷이 나타나고 있어서 생육지 요구도, 즉 생태지위가 유사한 것으로 추정된다. Figure 6의 거제수나무와 다릅나무가 독립적인 제 II 수종군으로 구분된 양상은 Figure 5에서는 물푸레나무를 중재 수종으로 두 수종이 연결되었다. Figure 6의 가래나무와 층층나무가 연결된 제 IV 수종군은 복장나무를 거쳐서 난티나무, 들메나무, 전나무 등의 제 III 수종군과 연결된 양상이 Figure 5에서 정의 상관관계 수종들이 연결된 양상과 유사하게 나타났다.

이와 같이, 비록 수리 통계적 분석 방법을 다르게 접근할지라도 산림생태계의 자연적인 현상을

해석함에 있어서 그 결과가 유사하게 도출됨으로서 객관성을 높이는 성과를 얻을 수 있었다. 그러나 필자들은 이 연구에서 터득한 결과가 거대하고 심오한 자연계의 구조와 기능 중에서 티끌 만한 해석에 지나지 않음을 잘 안다. 그리고 우리는 어떠한 인위적인 방법을 동원하든지, 혹은 인간의 능력을 아무리 최대한으로 발휘하든지 자연계의 현상을 감히 온전하고 오류 없이 해석할 수 있다고 생각하지는 않는다. 다만, 우리가 몸담고 있으면서 흥미로워 하는 자연계와 더불어 있기를 원할 따름이다.

인용문헌

1. 姜聲基·金知洪·金光澤·梁熙文. 2000. 點鳳山一帶 天然闊葉樹林의 地形의 位置에 따른 群集 構造의 屬性 分析(1) - 樹種構成, 種多樣性, 生活型을 中心으로. 森林科學研究 16: 93-103.
2. 吳桂七. 1975. 自然生幼齡 소나무林內 草本層의 種多樣度와 生態的地位量에 對하여. 韓國植物學會誌 18(1) 18-22.
3. 尹鍾和·韓相燮·金知洪. 1987. 原始林의 環境과 構造에 關한 研究. 江原大學校 演習林 研究報告 7: 3-26.
4. 李炳天. 1993. 點鳳山 山林群集 構造 및 分布에 關한 研究. 慶北大學校 大學院 博士學位論文. 84pp.

5. 李元燮·金知洪·金光澤. 2000. 點鳳山一帶天然闊葉樹林의 地形의 位置에 따른 遷移傾向 分析. 韓國林學會誌 89(5) : 655-665.
6. 李昌福. 1982. 大韓植物圖鑑. 鄉文社. pp. 990.
7. 韓國資源保存協會. 1984. 江原道 點鳳山 一帶 綜合學術調查報告書 22號. 124pp.
8. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region Wisconsin. *Ecology* 9 : 161-166.
9. Elton, C. 1927. *Animal ecology*. Sedgwick and Jackson. London. pp. 207.
10. Grinnell, J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk* 34 : 427-433.
11. Horn, H. S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100 : 419-424.
12. Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59 : 67-77.
13. Hutchinson, C. E. 1957. Concluding remarks. Cold spring harbor symposium on quantitative biology 22 : 415-427.
14. Kim, J. H. 1989. The forest communities of Mt. Chombong described by combined methods of classification and ordination. *Journal of Korean Forestry Society* 78(3) : 255-262.
15. Kim, J. H. and K. H. Kuen, 1991. Analysis of inter-species association and covariation in a natural deciduous forest. *Journal of Korean Forestry Society* 80(4) : 360-368.
16. Krebs, C. J. 1985. *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (3rd ed.), Harper & Row Pub. Co. New York, pp. 800.
17. Levins R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton University Press. Princeton. pp. 120.
18. Lorimer C. G. 1983. A test of the accuracy of shade-tolerance classifications based on physiognomic and reproductive traits. *Canada Journal of Botany* 61 : 1595-1598.
19. Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons. New York. pp. 337.
20. MacArthur, R. H. and R. Levins. 1967. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101 : 377-385.
21. Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology* (3rd ed.). Philadelphia. Saunders. pp. 574.
22. Petraitis, P. S. 1979. Likelihood measures of niche breadth and overlap. *Ecology* 60 : 703-710.
23. Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4 : 35-74.
24. Ricklefs, R. E. and M. Lau. 1980. Bias and dispersion of overlap indices : results of some Monte Carlo simulations. *Ecology* 61 : 1019-1024.
25. Smith, E. P. and T. M. Zaret, 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology* 63 : 1248-1253.
26. Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Macmillan Pub. Co. New York. pp. 385.