

## 한국 상수리나무(*Quercus acutissima*)림의 분포와 군집구조 분석

김인택\* · 송민섭 · 정승훈

창원대학교 생물학과

Received October 17, 2008 / Accepted March 17, 2009

**Analysis of Distribution and Association Structure on the Sawtooth Oak (*Quercus acutissima*) Forest in Korea.** In-Taek, Kim\*, Min-Sub Song and Sung-Hun Jung. Department of Biology, Changwon University, Changwon 641-773, Korea - This study has targeted *Quercus acutissima* forests in Korea and has classified the association between *Quercus acutissima* forests by using the phytosociological method. In addition, the correlation between each association, distribution, potential natural vegetation, and aspect of *Quercus acutissima* forest according to location have been analyzed to examine the characteristics of the Korean *Quercus acutissima* forests. Through factor analysis of DECORANA, it was revealed that *Quercetum serrato-acutissimae* forms in the basal zones of mountains, *Quercetum mongolico-acutissimae* is formed in the highlands, in the relatively high mountain area, and *Carpino-Quercetum acutissimae* is mainly distributed in valleys. However, this phenomenon is not very obvious, as each association structure is often mixed up. This result is caused by inhomogeneity of the *Quercus acutissima* forests, and most of it is distributed in basal zones or around farmlands where there are severe disturbance factors. The proposed potential natural vegetation of the *Quercus acutissima* forests in Korea is as follows; *Quercetum serrato-acutissimae* → *Quercus aliena-Quercus serrata* community → *Quercus serrata* community, *Quercetum mongolico-acutissimae* → *Quercus aliena-Quercus mongolica* community → *Quercus mongolica* community, *Carpino-Quercetum acutissimae* → *Quercus aliena-Carpinus laxiflora* community → *Carpinus laxiflora* community.

**Key words :** DECORANA, Sawtooth Oak, phytosociological, distribution

### 서 론

참나무속(*Quercus*)은 너도밤나무과(Fagaceae)에 속하는 상록성 또는 낙엽성의 교목 및 관목으로 북반구 온대지역을 중심으로 약 450종류가 널리 분포하고[13], 우리나라에는 4속 43종이 있다[14]. 본 속 식물은 엽맥에 달리면서 늘어지는 미상화서(尾狀花序)인 옹화서(雄花序), 반구형인 각두(殼斗), 횡단면이 원형이며 각두 당 1개인 견과 등의 특징에 의해 과내 다른 속 식물들과 구분된다[13].

참나무속은 크게 참나무아속(subgen. *Quercus*)과 가시나무아속[subgen. *Cyclobalanopsis* (Oerst.) C. K. Schneid.]으로 나누어진다[13]. 참나무아속은 전 세계적으로 약 350 여종을 포함하며, 아시아, 유럽, 북미, 북아프리카 등 북반구의 아한대에서 열대지역에 이르기까지 널리 분포한다[17].

본 조사는 한국의 내륙과 도서 지역에 분포하고 있는 상수리나무림 중 비교적 층상구조가 안정되어 있고 종조성이 충실한 상수리나무 식분을 대상으로 총 200개의 방형구를 선정하였다. 단, 조사지점의 전국적인 균일화를 위하여 환경부(1997~2003년)에서 시행한 제2차 전국자연환경조사 자료[18]를 추가하여 보충하였다. 이러한 결과를 토대로 한국 상수리나무림의 군집을 분류하고 각 군집과의 상관관계, 특성, 생활형 분석,

잠재자연식생 등을 분석하여 한국 상수리나무림의 생태학적 특징을 밝히고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 조사 지역의 개황

#### 조사지의 지형 및 지질

한반도의 지질은 선캄브리아이언의 변성암류로부터 고생대 및 중생대에 발달한 퇴적암과 화성암류 및 제3기에 발달한 퇴적암류와 화산암류, 그리고 제4기에 발달한 현무암류와 평야지대의 충적층에 이르기까지 다양한 지층으로 구성되어 있다. 이중 변성암류의 분포면적은 한반도 전체 지표의 약 50% 정도를 차지하고 있으며, 국토의 약 30%를 덮고 있는 화성암류에는 화강암이 가장 흔하며 한반도 전체에 흩어져 분포하고 있다. 또한 퇴적암류는 국토의 약 20%를 덮고 있다. 이와 같이 각각의 지질은 풍화에 대한 강도가 서로 다르기 때문에 풍화와 침식 혹은 이들의 퇴적 과정에서 형성되는 지형들이 서로 차이를 보이고 있다.

#### 조사지의 기후

우리나라의 연평균 기온은 6~16°C 분포로 지역 차가 큰 편이나 산악지대를 제외하면 대체로 10~16°C이다. 지역별로는 제주도의 제주가 15.5°C로 가장 높았으며 부산을 비롯하여 남동해안지방이 13~15°C 범위로 비교적 높게 나타났다. 연강수량은 1,100~1,800 mm로서 세계적으로 습윤 기후지역에

#### \*Corresponding author

Tel : +82-55-213-3450, Fax : +82-55-213-3459

E-mail : itkim@sarim.changwon.ac.kr

속하지만 해에 따라 강수량의 변동이 심한편이다. 특히, 연 강수량의 50~60%가 거의 전국적으로 여름에 집중되어 내리며 주로 장마와 태풍에 의해 결정된다. 조사지에서 강수량이 가장 많은 곳은 거제지역으로 1,811 mm 이며 진주, 산청, 고흥, 완도, 제주 등 남해안 지방이 1,400 mm 이상으로 비교적 다우지역에 해당한다[12].

**조사지역 및 방법**

**조사방법**

본 조사는 한국의 내륙과 도서 지역에 분포하고 있는 상수리나무림을 대상으로하였다. 조사지는 도서, 해안, 저지대, 산지를 망라하여 비교적 층상구조가 안정되어 있고 종조성이 충실한 상수리나무 식분을 대상으로 총 200개의 방형구를 선정하였다. 단, 조사지점의 전국적인 균일화를 위하여 환경부(1997~2003)에서 시행한 제2차 전국자연환경조사 자료[18]를 추가하여 보충하였다. 본 연구자가 조사한 지점 중 일부는 GPS를 이용하여 표시하였으며, 그 외 자료는 조사지점을 확인하여 표시하였다(Fig. 1).

**식생 조사와 군락 분류**

상수리나무림의 종조성과 구조를 알아보기 위하여 조사지역 내에서 식분이 비교적 균질한 지점을 선정, Braun-Blanquet [1,2]의 식물사회학적 연구 방법에 의거하여 조사를 실시하였다. 방형구의 크기는 수고를 참고하여 10×10 m, 15×15 m,

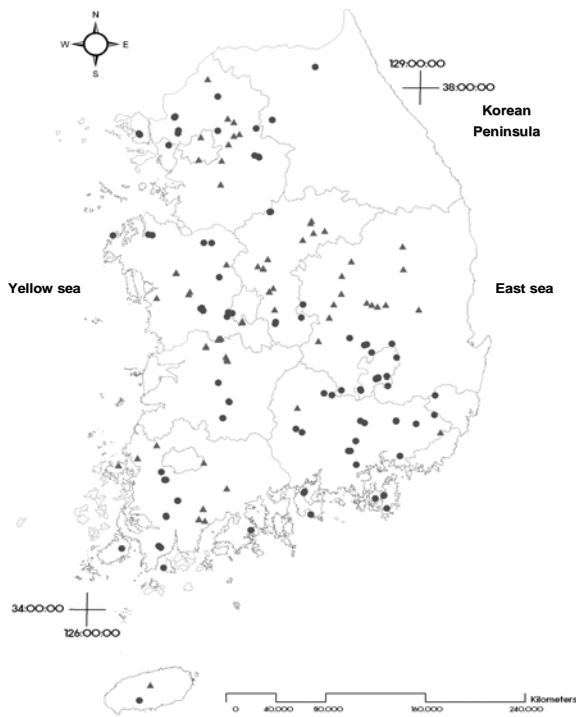


Fig. 1. The map showing study site in the Korean Peninsula (South Korea). \* ●: author's data, ▲: data from the Ministry of Environment

20×20 m 등으로 적절히 설정하였다. 조사된 자료는 Müller-Dombois and Ellenberg [16]와 김 등[11]의 방법에 의거하여 종합상재도 및 군집조성표를 작성하였다. 식물의 동정과 학명은 이(1980b)[14]에 따랐다. 또한 각 군락의 계층별 우점도를 파악하기 위하여 출현한 식물종의 양적(피도), 질적(빈도)으로 정량화된 합성지수[9]인 상대기여도(R-NCD)를 이용하였다.

**Ordination 분석**

군락에서 식생과 환경과의 상호작용에 관여하는 인자들을 보다 정량적이고 객관적으로 분석하기 위하여 ordination (서열법) 분석을 실시하였다. 이러한 ordination 기법에는 PO (polar ordination), PCA (principal component analysis), RA (reciprocal averaging), DCA (detrended correspondence analysis) 등 서로 보완적인 몇 가지 방법들이 있다. 이들 방법 중 Bray and Curtis(1957) [3]의 polar ordination [4,10,15]을 보완한 DCA program [5-8]을 사용하여 ordination 분석을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**식물군락의 분류와 구조적 특성**

상수리나무림에 대해 식생조사표의 분석을 통해서 전반적인 한국 상수리나무림의 분포 및 특성을 파악하고 각 군집별 특성을 분석, 정리하였다(Table 1). 분석결과 한국 상수리나무림의 군집구분은 1군단 3군집 3아군집 3전형아군집으로 유형화되었다.

**상수리나무군단(Quercion acutissimae)**

상수리나무군단은 해발 30~785 m 범위에서 조사되었다. 입지 평균 경사도는 18.2°(0~50°)이며 방형구당 평균 출현종수는 31.3종(12~61종)이다.

**상수리나무-졸참나무군집(Quercetum serrato-acutissimae asso. nov.)**

상수리나무-졸참나무군집은 전체 조사구 중 144개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 30m~480m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 18.5°(0~50°)이며 방형구 당 평균 출현종수는 30.8종(12~59종)이다.

**갈참나무아군집(Quercetum serrato-acutissimae quercetosum subass. nov.)**

갈참나무아군집은 전체 조사구 중 81개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 30~470 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 19.5°(2~40°)이며 방형구 당 평균 출현종수는 30.6종(15~59종)이다.

**전형아군집(Quercetum serrato-acutissimae typicum subass. nov.)**

전형아군집은 전체 조사구 중 63개 방형구에서 출현하였으

Table 1. Synthesis vegetation table of *Quercus acutissima* forest in Korea

I : Quercion acutissimae  
 A : Quercetum serrato-acutissimae ass. nov.  
 A-1 : Quercetum serrato-acutissimae quercetosum subass. nov.  
 A-2 : Quercetum serrato-acutissimae typicum subass. nov.  
 B : Quercetum mongolico-acutissimae ass. nov.  
 B-1 : Quercetum mongolico-acutissimae quercetosum subass. nov.  
 B-2 : Quercetum mongolico-acutissimae typicum subass. nov.  
 C : Carpino-Quercetum acutissimae ass. nov.  
 C-1 : Carpino-Quercetum quercetosum subass. nov.  
 C-2 : Carpino-Quercetum acutissimae typicum subass. nov.

Vegetation units :	I					
	A		B		C	
	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
Number of relevé :	81	63	16	31	5	4
Average number of species :	30.6	31.0	31.9	33.2	26.4	37.8
Differential species of Quercetum serrato-acutissimae						
<i>Quercus acutissima</i>	V (3-5)	V (3-5)				
<i>Quercus serrata</i>	IV(+3)	III(r-3)	IV(+)	II(+2)	IV(+1)	3(+2)
Differential species of Quercetum serrato-acutissimae quercetosum						
<i>Quercus aliena</i>	V(+4)					
Differential species of Quercetum mongolico-acutissimae						
<i>Quercus acutissima</i>			V (3-5)	V (3-5)		
<i>Quercus mongolica</i>	I (+)	I (+)	II (1-2)	III(+2)		
Differential species of Quercetum mongolico-acutissimae quercetosum						
<i>Quercus aliena</i>			V(+2)			
Differential species of Carpino-Quercetum acutissimae						
<i>Quercus acutissima</i>					V (3-5)	4(3-5)
<i>Carpinus laxiflora</i>	3(+)	I (r-+)	1(+)		V (1-4)	4(1-3)
Differential species of Carpino-Quercetum quercetosum						
<i>Quercus aliena</i>					V(+1)	
<b>Companions :</b>						
<i>Quercus variabilis</i>	II(+2)	III(+3)	3(+2)	II(+1)	IV(+2)	1(1)
<i>Quercus dentata</i>	II(+2)	III(+3)	IV(+4)	III(+2)	I (1)	1(+)
<i>Lindera obtusiloba</i>	III(+3)	III(r-2)	IV(r-2)	IV(+3)	III(+2)	2(2)
<i>Smilax china</i>	III(+2)	III(r-2)	III(+)	III(+1)	III(+1)	4(+1)
<i>Carex lanceolata</i>	III(+4)	III(+5)	II(+4)	IV(+3)	IV(+2)	2(1)
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	III(r-2)	III(r-2)	II(+)	III(+1)		2(+)
<i>Aster scaber</i>	III(+1)	III(r-1)	IV(+)	IV(+2)	III(+)	2(+)
<i>Rhus trichocarpa</i>	III(+2)	III(+3)	III(+)	III(+2)	V(+3)	
<i>Cocculus trilobus</i>	III(r-2)	III(r-+)	II(+)	III(+2)		1(+)
<i>Prunus sargentii</i>	III(+2)	III(r-3)	II(+2)	II(+2)	I (+)	3(+1)
<i>Pueraria thunbergiana</i>	IV(+1)	II(+1)	3(+)	I (+1)	II(+)	1(+)
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	III(+3)	III(r-3)	1(+)	II(r-3)	I (+)	3(1-2)
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	III(+2)	III(r-1)	III(+2)	III(+2)	I (1)	2(+)
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	II(+2)	III(r-2)	3(+)	III(+1)	I (+)	3(+)
<i>Pinus densiflora</i>	II(+2)	III(+3)	III(+2)	II(+2)	II(+1)	1(+)
<i>Carex humilis</i>	III(+3)	III(+3)	III(+5)	II(+4)		2(+)
<i>Artemisia keiskeana</i>	II(+2)	II(+3)	V(+4)	II(+1)		1(+)
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	III(+2)	III(+3)	III(+3)	II(+3)		
<i>Lespedeza bicolor</i>	III(r-4)	III(+2)	3(+1)	II(+2)	II(+3)	
<i>Atractylodes japonica</i>	II(r-1)	II(r-+)	III(+2)	III(+2)	I (+)	
<i>Pyrola japonica</i>	I (+1)	III(+1)	III(+1)	III(+1)	I (+)	1(+)
<i>Juniperus rigida</i>	II(r-3)	III(r-1)	4(+2)	I (+)		
<i>Rosa multiflora</i>	II(r-1)	III(r-2)	2(+)	3(+1)		2(+)
<i>Styrax japonica</i>	II(+3)	II(+3)	3(+3)	II(r-2)	IV(+1)	3(+1)
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	II(r-3)	II(r-1)	4(+)	II(+4)		3(+2)
<i>Isodon inflexus</i>	II(+2)	III(r-1)	4(+)	I (r-1)		2(+)
<i>Indigofera kirilowii</i>	II(r-4)	II(r-2)	II(+2)	I (+2)	I (+)	
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	II(+3)	I (+2)	II(+1)	II(+3)	II(+)	1(1)
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	I (+2)	II(+1)	II(+1)	III(+4)	IV(+2)	
<i>Castanea crenata</i>	II(+2)	I (r-1)	4(+2)	I (+2)		2(+1)
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	II(+2)	I (+1)	II(+1)	II(+2)	I (+)	

Rare species: *Smilax nipponica*, *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*, *Stephanandra incisa*, *Disporum smilacinum*, *Smilax sieboldii*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, *Rhododendron mucronulatum*, *Lindera glauca*, *Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla*, *Lindera erythrocarpa*, *Commelina communis*, *Lonicera japonica*, *Albizia julibrissin*, *Platycarya strobilacea*, *Robinia pseudo-acacia*, *Celastrus orbiculatus*, *Isodon japonicus*, *Arundinella hirta*, *Fraxinus rhyncho-phylla*, *Rubus crataegifolius*, *Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*

며 주로 해발 35~470 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 17.3°(0~50°)이며 방형구 당 평균 출현종수는 31.0종(12~53종)이다.

**상수리나무-신갈나무군집(*Quercetum mongolico-acutissimae* ass. nov.)**

상수리나무-신갈나무군집은 전체 조사구 중 47개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 40~785 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 18.6°(0~50°)이며 방형구 당 평균 출현종수는 32.7종(13~61종)이다.

**갈참나무아군집(*Quercetum mongolico-acutissimae quercetosum* subass. nov.)**

갈참나무아군집은 전체 조사구 중 16개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 120~645 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 18.4°(5~30°)이며 방형구 당 평균 출현종수는 31.9종(13~58종)이다.

**전형아군집(*Quercetum mongolico-acutissimae typicum* subass. nov.)**

전형아군집은 전체 조사구 중 31개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 40~785 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 18.1°(5~30°)이며 방형구당 평균 출현종수는 33.2종(17~61종)이다.

**상수리나무-서어나무군집(*Carpino-Quercetum acutissimae* asso. nov.)**

상수리나무-서어나무군집은 전체 조사구 중 9개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 125~600 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 10.3°(0~23°)이며 방형구당 평균 출현종수는 31.4종(18~36종)이다.

**갈참나무아군집(*Carpino-Quercetum quercetosum* subass. nov.)**

갈참나무아군집은 전체 조사구 중 5개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 125~250 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 5.0°(0~10°)이며 방형구당 평균 출현종수는 26.4종(18~32종)이다.

**전형아군집(*Carpino-Quercetum typicum* subass. nov.)**

전형아군집은 전체 조사구 중 4개 방형구에서 출현하였으며 주로 해발 155~600 m 범위에서 조사되었다. 군집의 입지 평균 경사도는 17.0°(5~23°)이며 방형구당 평균 출현종수는 37.8종(31~43종)이다.

**Ordination 분석**

DECORANA에 의한 요인분석(Factor analysis) 결과의 고유치(eigenvalue)는 제 I 축이 0.4045, 제 II 축이 0.3530, 제 III 축은 0.2765로 나타났다. 총 200개의 방형구는 그 정보량에 따라 각각의 좌표축 상에 배열되었는데 이는 군집의 입지를 반영하

는 것으로 나타났다(Fig. 2). 즉, 상수리나무-졸참나무군집은 저지대 산지, 상수리나무-신갈나무군집은 상대적으로 해발이 높은 지역의 산지대, 상수리나무-서어나무군집은 주로 계곡부에 형성되어 있음을 입증하고 있다. 방형구의 공간적 분포는 종조성의 차이에 따라 배열되는 것으로 추정되지만 이들 종조성은 결국 입지의 환경요인을 반영하게 되는 것이다.

그러나 각 군집들이 서로 혼재되어 있는 경우가 많아 그다지 명료하게 나타나지는 않고 있다. 이러한 결과는 상수리나무림의 종조성이 매우 불균질함에 기인하며, 상수리나무림의 대부분이 교란요인이 심한 저지대의 인가 혹은 농경지 주변에 분포하고 있기 때문으로 사료된다.

**잠재자연식생의 추정**

상수리나무-졸참나무군집하의 전형군집은 굴참나무, 떡갈나무가 비교적 높은 상대도를 나타내지만, 상대기여도에 의한 우점순위는 매우 낮고, 떡갈나무군락은 산불이나 벌채 이후 형성된 것으로 보인다[9]. 또한 신갈나무의 피도가 매우 낮게 나타나고 있어 향후 졸참나무군락으로 천이가 진행될 것으로 예상된다. 상수리나무-신갈나무군집하의 갈참나무아군집은 갈참나무가 높은 피도를 나타내어 상대도 V 및 상대기여도에 의한 우점순위 또한 상수리나무 다음으로 높게 나타나고 있어 일정기간 상수리나무와 갈참나무가 혼효림 상태로 경쟁 관계에 있을 것으로 판단되나, 해발 400 m 이상에서 낮은 피도이지만 신갈나무가 나타나고 있어, 향후 신갈나무군락으로 천이가 진행될 것으로 예상된다. 상수리나무-신갈나무군집하의 전형군집은 아교목층과 관목층에서 신갈나무가비교적 높은 상대도를 나타내고 있어 신갈나무군락으로 진행천이가 이루어 질

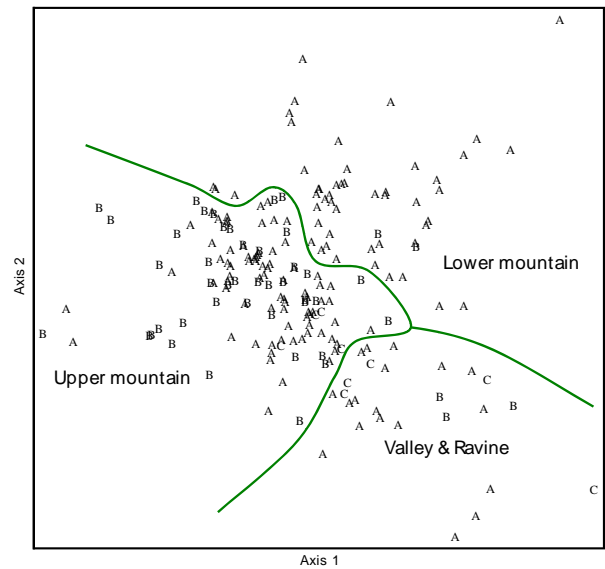


Fig. 2. Plot ordination by DCA of 200 relevés. A: *Quercetum serrato-acutissimae*, B: *Quercetum mongolico-acutissimae*, C: *Carpino-Quercetum acutissimae*

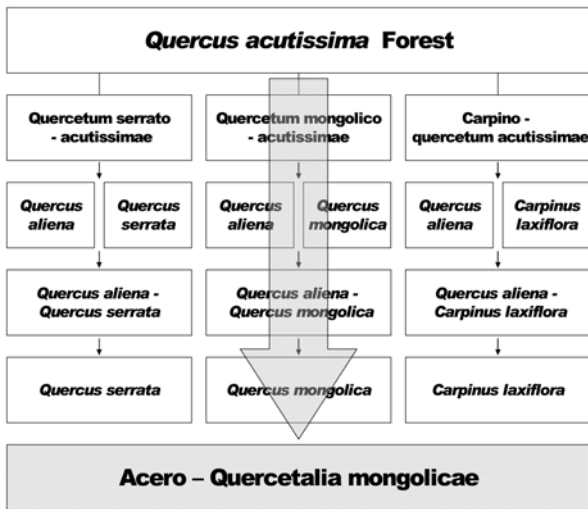


Fig. 3. Possible developmental pathways of each association of *Quercus acutissima* forest in Korea.

것으로 기대된다. 상수리나무-서어나무군집하의 갈참나무아군집은 교목층과 아교목층에 서어나무가 높은 피도를 나타내는데, 이는 토지적, 지형적 극상림으로 예상된다. 또한 선행된 연구에서 서어나무는 계곡뿐 아니라 사면부에서도 흔히 군락을 형성하는 것으로 알려져 있으므로 우리나라의 복잡한 지형 조건을 상기해보면 토양환경이나 미기후 등의 복합요인에 의해 모자이크 양상의 극상림을 성립시킬 수 있다[19]. 상수리나무-서어나무군집하의 전형군집은 교목층과 아교목층에 서어나무가 높은 피도를 나타내고 있어 서어나무군락으로 진행천이가 이루어 질 것으로 예상되며, 한국 상수리나무군단은 상급단위로 당단풍-신갈나무군목(Acero-Quercetalia mongolicae Song 1988 em. Takeda et al. 1994)에 속할 것으로 판단된다(Fig. 3).

요 약

본 연구는 우리나라에 분포하고 있는 상수리나무림을 대상으로 식물사회학적 조사를 통하여 상수리나무림의 군집을 분류하고 각 군집간의 상관관계, 잠재자연식생, 입지에 따른 상수리나무의 분포 양상 등을 분석하여 한국 상수리나무림의 특성을 밝히고자 한다.

1. 한국 상수리나무림의 군집구분은 1군단, 3군집, 3아군집, 3전형아군집으로 유형화되었다.

I. 상수리나무군단(Quercion acutissimae)

A. 상수리나무-졸참나무군집(Quercetum serrato-acutissimae ass. nov.)

A-1. 갈참나무아군집(Quercetum serrato-acutissimae quercetosum subass. nov.)

A-2. 전형아군집(Quercetum serrato-acutissimae typicum subass. nov.)

B. 상수리나무-신갈나무군집(Quercetum mongolico-acutissimae asso. nov.)

B-1. 갈참나무아군집(Quercetum mongolico-acutissimae quercetosum subass. nov.)

B-2. 전형아군집(Quercetum mongolico-acutissimae typicum subass. nov.)

C. 상수리나무-서어나무군집(Carpino-Quercetum acutissimae asso. nov.)

C-1. 갈참나무아군집(Carpino-Quercetum quercetosum subass. nov.)

C-2. 전형아군집(Carpino-Quercetum typicum subass. nov.)

2. DECORANA에 의한 요인분석 결과 상수리나무-졸참나무군집은 저지대 산지, 상수리나무-신갈나무군집은 상대적으로 해발이 높은 지역의 산지대, 상수리나무-서어나무군집은 주로 계곡부에 형성되어 있음을 입증하고 있다. 그러나 각 군집들이 서로 혼재되어 있는 경우가 많아 그다지 명료하게 나타나는 않았다. 이러한 결과는 상수리나무림의 대부분이 저지대 및 농경지 주변의 교란요인이 심한 지역에 분포하고 있기 때문으로 사료된다.

3. 상수리나무림의 잠재자연식생을 추정한 결과는 다음과 같다.

1) Quercetum serrato-acutissimae asso. nov. → Quercus serrata-Quercus aliena Community → Quercus serrata Community

2) Quercetum mongolico-acutissimae ass. nov. → Quercus mongolica-Quercus aliena Community → Quercus mongolica Community

3) Carpino-Quercetum acutissimae asso. nov. → Carpinus laxiflora-Quercus aliena Community → Carpinus laxiflora Community

References

1. Braum-Blanquet, J. 1928. Pflanzensoziologie. Springer-Verlag, 1st ed., Berlin. 1928., 2nd ed., Vienna. 1951. 631p., 3rd., Vienna. New York. 1964. 865p.
2. Braun -Blanquet, J. 1928/1964. Pflanzensoziologie. 1st eds. Springer-Verlag. Wien. 3rd eds. Springer-Verlag. Wien.
3. Bray, J. R. and J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs* 27, 325-349.
4. Cottam, G., F. G. Goff, and R. H. Whittaker. 1973. Wisconsin comparative ordination, pp. 193-221, In Whittaker (ed.) Handbook of Vegetation Science, Vol. 5, The Hague, Junk.
5. Gauch, H. G. Jr. and R. H. Whittaker. 1981. Hierarchical classification of community data. *Journal of Ecology* 69, 537-557.
6. Gibson, D. J. and P. Greig-Smith. 1986. Community pattern analysis; A method for quantifying community mosaic

- structure. *Vegetatio* **66**, 41-47.
7. Hill, M. O. 1979. DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell Univ. Ithaca, New York.
  8. Hill, M. O. and H. G. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetation* **42**, 47-58.
  9. Kim, J. W. and Y. I. Manyko. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the Southern Sikhote Alin, Russian Far East. *Kor. J. Ecol.* **17**, 391-413.
  10. Knight, D. H. 1965. A gradient analysis of Wisconsin prairie vegetation on the basis of plant structure and function. *Ecology* **46**, 744-747.
  11. Kim, W. 1983. The secondary vegetation of the burned area of a mountain in Dangji-Dong. *Journal of ecology and field biology* **6**, 237-242.
  12. Korea Meteorological Administration, 1999. Annual climatological report, Korea Meteorological Administration.
  13. Kubitzki, K. 1993. Fagaceae. In the Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants. Dicotyledons: Mongoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families. *berg*, pp. 301-309, In Kubitzki, K., J. G. Rohwer, and V. Bittrich (eds.), Vol. **II**, Springer-Verlag, Berlin, Heidel.
  14. Lee, T. B., 1980. IBllustrated Flora of Korea. pp. 990, Hyangmun publishing Co., Ltd., Seoul.
  15. Loucks, O. L. 1962. Ordinating forest communities by means of environmental scalars and phytosociological indices. *Ecol. Monogr.* **32**, 137-166.
  16. Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, pp. 547, John Wiley and Sons. New York.
  17. Nixon, K. C. 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. Forest.* **50**, (Suppl.) 25s-34s.
  18. The Ministry of Environment. 2005. A guide of the second national survey on the natural environment.
  19. Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. pp. 385, 2nd ed. Macmillian Co. NewYork.