

참나무 天然林의 林分 構造에 대한 解析

金知洪² · 李敦求³ · 金眞水⁴ · 李景俊³ · 玄正悟³ · 黃在禹⁵ · 權琦遠⁶

The Interpretation for Stand Structure in Natural Oak Forests

Ji Hong Kim², Don Koo Lee³, Zin-Suh Kim⁴, Kyung Joon Lee³,
Jung Oh Hyun³, Jae Woo Hwang⁵ and Ki Won Kwon⁶

要 約

京畿道 廣州郡과 全羅南道 光陽郡에 위치한 서울대학교 演習林에서 참나무類가 주종을 이루고 있는 天然 闊葉樹林의 構成的인 특징을 중심으로 林分 構造를 파악하여 보다 효율적으로 경영하기 위한 기초 生態學的 그리고 造林學的 정보를 알아보기 위하여 본 연구를 수행하였다. 표본 조사 방법은 胸高 直徑 6cm 이상의 木本 植生에 대하여 點四分法을 이용하였고, 광주군의 산림에는 152개의 표본점을, 광양군 산림에는 187개의 표본점을 설정하였다. 두 지역의 조사 임분에 대하여 1) 重要值 산출에 의한 樹種 構成 狀態, 2) 주요 구성 수종별 단위 면적당 임목수, 3) 두 지역 산림의 樹種 多樣性, 그리고 4) X^2 檢定에 의한 참나무류 6수종에 대한 種間 相關關係를 비교 분석하였다.

참나무류의 상대우점도는 경기도 광주군에서 88%정도이고, 전남 광양지역에서는 50%정도로서, 두 지역에서 굴참나무와 신갈나무가 공통적으로 높은 우점도를 나타내고 있었다. 굴참나무는 광주지역에서 낮은 분포를 보이고, 상수리나무, 떡갈나무, 갈참나무는 광양에서 거의 출현하지 않았다.

참나무군집의 종다양성과 균재도는 광주에서 각각 0.82와 0.61인 반면, 광양지역은 각각 1.09와 0.73를 나타낸 것으로 보아서, 광주지역은 인간의 간섭을 더 많이 받은 지역으로 여겨지며, 광양지역은 서어나무, 단풍나무, 고로쇠나무 등이 많이 침입하여 종다양성이 증가하고 천이가 상대적으로 더 진전되고 있었다.

ABSTRACT

This study was carried out to understand the stand structure based on the compositional characteristics of natural deciduous forest dominated by *Quercus* species, which will provide with fundamental ecological and silvicultural information for effective forest management. Of two tracts selected from the Seoul National University Research Forests, one is located in Kwangju-Gun Kyunggi-Do, and the other in Kwangyang-Gun Chollanam-Do. Point-quarter sampling method was employed to survey woody vegetation confined to larger than 6cm in DBH. The numbers of sample points were 152 and 187, in Kwangju-Gun and Kwangyang-Gun, respectively. Comparative analysis for two forest tracts was made as follows: 1) species composition by calculation of importance values; 2) number of stems per hectare for major tree species; 3) species diversity for the forests in two locations; 4) inter-species association based on X^2 test.

¹ 接受 1993年 1月 28日 Received on January 28, 1993.

² 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangwon National Univ. Chuncheon, Korea.

³ 서울大學校 農業生命科學大學 College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National Univ., Suwon, Korea.

⁴ 高麗大學校 自然資源大學 College of Natural Resources, Korea Univ. Seoul, Korea.

⁵ 嶺南大學校 農畜產大學 College of Agriculture and Animal Science, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea.

⁶ 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National Univ., Taejeon, Korea.

* 이 연구는 1987-1990年度 科學技術處의 支援에 의해서 수행된 것임.

The relative dominance of *Quercus* species showed 88% at Kwangju-Gun, Kyunggi-Do and 50% at Kwangyang-Gun, Chollanam-Do. Such high dominance occurred due to high importance values of *Quercus variabilis* and *Q. mongolica* in both locations. *Quercus serrata* showed low value at Kwangju-Gun, Kyunggi-Do whereas *Q. acutissima*, *Q. dentata* and *Q. aliena* did none at Kwangyang-Gun, Chollanam-Do.

The species diversity and evenness in oak communities exhibited 0.82 and 0.61, respectively at Kwangju-Gun, Kyunggi-Do, while those did 1.09 and 0.73 at Kwangyang-Gun, Chollanam-Do. Therefore, it was considered that Kwangju-Gun region was disturbed severely by human activities but Kwangyang-Gun region was less disturbed. Frequent appearance of *Carpinus* and *Acer* species indicates increase in diversities and better development of succession at Kwangyang-Gun region.

Key words : oak forest, point-quarter sampling, species composition, species diversity, inter-species association.

緒 論

어떤 특정한 森林群集의 樹種 構成 상태는 그 군집이 처해있는 여러가지 복합적인 요소들의 相互作用에 의해서 결정된다. 遷移(succession)의 진척 상태, 토양과 微地形(microtopography)의 성격, 微氣候(microclimate)의 다양함, 인위적 혹은 자연적인 간섭 형태 및 빈도가 군집의 수종 구성 상태를 결정짓는 가장 중요한 生態的 요소들로 판단된다(Whittaker, 1975). 보다 구체적으로는 繁殖 매개체의 종류 및 밀도, 군집내 국부적인 환경 요소의 차이, 식생 상호간의 연관 작용에 의해서 그 산림 군집의 수종 구성이 이루어질 것이다. 군집 생태학자들은 토양, 미기후, 미지형 등의 국소적인 물리적 환경 변이와 식생 구성 상태의 연관 관계를 오랫동안 검토해 오면서 수많은 정보들을 제공하고, 이를 기초로 하는 군집의 역사적 간섭에 따르는 遷移의 단계를 추정하는데 상당히 익숙해 있으며, 이러한 종합적인 생태 정보들이 산림 保育, 收穫 伐採, 更新으로 이어지는 실질적인 적용에 이용되기를 희망한다.

원래 우리나라의 기후적이며 토양적 極盛相林은 여러가지 闊葉樹種이 어우러지는 특징을 갖는 中生 混濁林(mixed mesophytic forest)으로 만들어지지만 尹 등, 1987, 오랫동안 인간의 간섭을 지속적으로 받아온 우리나라 대부분의 산림은 3가지의 전형적인 二次林(secondary forest)으로 형성되어 있다. 즉, 소나무림, 소나무-참나무類 混濁林, 그리고 참나무類 혼효림으로 구분할 수 있다. 그 중에서도 참나무류 혼효림은 원래 중생 혼효림이 생성해 놓은 토양의 성질을 비교적 원 상태로 유지하고 있음으로 인하여 서어나무류

(*Carpinus* species), 단풍나무류(*Acer* species), 피나무류(*Tilia* species), 느티나무(*Zelkova serrata*) 등의 성숙한 극성상림의 지표가 될 수 있는 수종들이 침입할 수 있는 가능성을 지니고 있기 때문에(金과 辛, 1980; 宋, 1985), 천이의 진척 상황이 원만한 경우가 많다. 주로 6가지의 대표적인 참나무 수종(상수리나무, 갈참나무, 떡갈나무, 신갈나무, 줄참나무, 굴참나무)으로 구성되어 있는 이들 二次林 산림군집들은 비록 遷移의 初期段階에 속하지만 극성상 산림군집 보다는 구조가 단순하고 오히려 조림학적 생산력이 상대적으로 높기 때문에 합리적인 경영관리를 통한 林業的 이용에 일익을 담당할 수 있을 것이다.

본 연구는 우리나라에 광범위하게 분포되어 있는 참나무류 산림군집의 전형적인 성격을 띠고 있는 활엽수림에서 수종 구성 상태를 중심으로 군집의 구조상의 특징을 파악하여 장차 天然闊葉樹林 保育과 更新에 필요한 여러가지 군집 생태적 정보를 제공함으로써 천연림을 합리적으로 경영하기 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 실시되었다. 연구 대상 지역은 경기도 광주군과 전남 광양군의 참나무림을 선정하였다.

調査地 概況

본 연구는 京畿道 廣州郡 都尺面 祥林리에 소재한 서울대학교 農科大學 中部演習林과 全羅南道 光陽郡 津上리에 소재한 同大學 南部演習林 白雲山區의 闊葉樹林을 대상으로 실시되었다.

中部演習林은 1978년까지 京畿道有林이었으나, 그 이후 서울대학교 農科大學 山林資源學科에서 관리해 오고 있다. 미역산(614m), 태화산(642m), 정광산(521m) 등의 봉우리를 주봉으로 평

균경사도 15도 내지 30도의 비교적 험준하지 않은 지세를 이루고 있으며 내륙에 소재하고 있는 까닭에 고온다습한 여름철과 저온건조한 겨울철을 특징으로 하는 전형적인 溫帶內陸性 기후를 나타낸다.

일부 편마암 지대를 포함하고 있으나 화강암을 母岩으로 土壤風化作用과 生成作用을 거친 토양으로 대체로 배수가 양호한 砂質土壤으로 구성되어 있으며 일부는 埴質土壤으로서 土壤酸度は 약 산성 내지 중산성을 나타낸다.

잣나무, 낙엽송 및 밤나무를 식재한 인공조림지를 제외한 나머지 약 62%의 산림은 참나무類를 주요 구성 수종으로 하는 天然林으로서 1970년도 이후 인간의 간섭이 비교적 배제됨으로 인하여 萌芽에 의하여 성립된 闊葉樹林이다.

南部演習林의 白雲山區는 白雲山 山頂(1,217 m)을 중심으로 대부분이 산중복 이상에 위치하고 있는데, 섬진강을 향한 사면은 경사가 급하고 지세가 험준하지만 남서 사면은 비교적 경사가 완만하게 전개되어 있다.

기후는 남해안에 인접하여 비교적 온화한 기후를 나타내고 있으며 임내의 강수량은 1,700-1,990mm에 달한다. 地質系統은 대부분이 花崗岩의 기암으로 되어 있으며 片麻岩地帶가 산재되어 있다. 土壤은 일부의 埴土 또는 埴質壤土를 제외하고는 대부분이 砂質壤土로서 表土가 淺薄한 실정이나, 최근 부식물이 쌓여 표토가 깊어지고 지력이 현저히 개선되어 가고 있다.

植生을 보면 본 지역은 온대 남부지역에 위치하고 표고 80-1,750m 사이에 전개되어 산림대의 수직적 분포 서열이 잘 나타나고 있으며 식생구성도 비교적 다양하다. 天然的 林相은 참나무류, 서어나무류, 물푸레나무류, 단풍나무류 등 낙엽 활엽수와 소나무가 대부분을 차지하고 있으며, 인공림은 일본갈참나무, 잣나무, 삼나무 등 針葉樹 18種, 밤나무, 느티나무, 일본목련 등 활엽수 29種이 식재되어 있다. 특히 이 지역은 도벌 및 남벌의 피해를 많이 받았었으나, 현재는 피해적지에 참나무類를 중심으로 한 활엽수림이 조성되어 있다.

材料 및 方法

調査對象 地域에서 참나무類가 주종을 이루는

森林의 相觀(physiognomy)을 기준으로 하고, 1:25,000 地形圖를 참조하여 조사 林分을 선정하였다. 참나무 수종에 따라서 소집단을 형성하고 있는 점과 연구 대상지의 광범위함을 감안하여, 계곡에서 능선에 이르는 最適의 標本 진행 방향을 설정하고, 그 진행 방향 線上에서 무작위 추출 點四分法(point-quarter sampling method)을 채택하였다. 경기도 광주군 산림은 152개의 표본점을, 전남 광양군의 산림은 187개의 표본점을 설정하였다. 설정된 임의의 점에서 진행방향과 直交하는 4구역을 나누고 각 구역별로 표본점에서 최단 거리에 생육하는 흉고직경 6cm 이상의 임목에 대하여 수종을 식별하고 표본점과의 거리와 흉고직경을 실측하였으며 수관의 투영피복면적을 산출하여 각 수종별로 군집내에서의 우점정도를 파악하였다. 식생 자료 수집 및 자료 분석 방법은 Brower와 Zar(1977)를, 목본식물의 종류와 명명은 李(1982)를 參照하였다.

標本木으로 선택된 모든 임목을 대상으로 하여 각 樹種마다 相對密度, 相對頻度, 胸高斷面績 기준 相對被度와 수관 투영면적 기준 相對被度を 산출하여 이들을 바탕으로 하여 重要值로 표현되는 相對優占度を 測定하였다.

重要值(Importance Value : IV) =

$$\{ \text{상대밀도(RD)} + \text{상대빈도(RF)} + \text{상대피도(RC)} \} / 3$$

상대밀도 =

$$\frac{\text{어떤 수종의 표본개체수}}{\text{전체 수종의 총 개체수}} \times 100 = \%$$

상대빈도 =

$$\frac{\text{어떤 수종의 빈도}}{\text{전체 수종의 빈도 총합}} \times 100 = \%$$

상대피도(흉고단면적도) =

$$\frac{\text{어떤 수종의 피복면적(흉고단면적)}}{\text{전체 수종의 피복면적(흉고단면적)}} \times 100 = \%$$

각 연구 대상 지역별로 상대우점도가 높은 10개 수종에 대하여 단위면적당(ha당) 본수, 즉, 절대밀도를 추정하여 비교하였다. 또한 각 지역별로 상대적 우점도가 높은 참나무 樹種들의 直徑級별 상대밀도를 산출하여 그림으로 도시하고, 직경급별 참나무類의 分布狀況을 把握하였다. 단위면적당 추정 임목수는 다음 계산식에 의하였다.

$$d_i = \sum d_i \Sigma / n$$

$$A = d_i^2$$

$$TD = \mu / A$$

$$D_i = (RD_i) (TD)$$

d_i : 樹種 i 의 표본점과 표본목과의 평균거리

Σd_i : 수종 i 의 표본점과 표본목과의 거리 합계

Σn : 수종 i 의 총 본수

A : 각 표본목당 평균 면적

TD : 수종 i 의 총 밀도 (ha당)

μ : 단위면적 (ha)

D_i : 수종 i 의 절대밀도

RD_i : 수종 i 의 상대밀도

두 연구대상 산림군집에서 樹種 構成 상태의 多樣性을 나타내는 指標로써 Shannon-Wiener의 種 多樣指數 (Shannon-Wiener's species diversity index: H')를 구하고 이를 바탕으로 하는 樹種 最大 種 多樣度 (H'_{max})를 다음 공식들에 의해서 算出하였다.

$$H' = \sum P_i \log P_i$$

$$P_i = n_i / N$$

P_i : 수종 i 의 총 개체수에 대한 비율

n_i : 수종 i 의 개체수

N : 전체 수종의 총 개체수

$$H'_{max} = \log S$$

S : 수종의 수

각 수종들에 대한 개체수의 분산정도를 의미하는 均在度 (evenness: J')는 $J' = H' / H'_{max}$ 에 의해서 산출되었고, 優占度 (dominance)는 $1 - J'$ 로 표시하였다.

군집내 종 구성 상태를 바탕으로 두 연구 대상 지역간의 참나무 군집 유사도를 파악하기 위하여 Horn 1966 에 의해서 제안된 information theoretic index를 산출하여 군집간 유사도를 비교하였다.

$$\text{Horn's index: } R_0 = \frac{H'_1 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

$$H'_3 = -\sum \left[\frac{x_i - y_i}{N_1 - N_2} \log \frac{x_i - y_i}{N_1 - N_2} \right]$$

$$H'_1 =$$

$$N \log N - \sum x_i \log x_i - y_i \log y_i \quad N$$

$$H'_5 = N_1 H'_2 - N_2 H'_2 \cdot N$$

x_i : 군집 x 의 출현 수종의 개체수

y_i : 군집 y 의 출현 수종의 개체수

N_1 : 군집 x 의 전체 수종 개체수의 합계

N_2 : 군집 y 의 전체 수종 개체수의 합계

$$N: N_1 + N_2$$

H'_1 : 군집 x 의 종 다양도 지수

H'_2 : 군집 y 의 종 다양도 지수

각 조사지역에 출현한 참나무류 중에서 相對優占度가 높은 樹種을 선정하여 2×2 분할표에 의한 Chi-square (X^2) test로 각 주요 참나무 수종 상호간의 相關關係를 검정하여 참나무류가 어떠한 양상으로 어우러져 서식하고 있는가를 검토하였다.

結果 및 考察

1. 樹種 構成 狀態

각 조사 대상 지역에서 표본목으로 선정된 전체 수종에 대한 相對密度, 相對頻度, 胸高 단면적 기준 相對被度 및 수관 투영면적 기준 相對被度 그리고 相對優占度를 대표하는 重要值를 경기도 광주군 조사지역은 Table 1에, 전남 광양군 조사지역은 Table 2에 각각 나타내었다. 본 연구의 표본구에서 조사된 수종의 총수는 43개 種이었으며, 오직 10가지 樹種(굴참나무, 신갈나무, 졸참나무, 상수리나무, 물푸레나무, 물박달나무, 산벗나무, 쪽동백나무, 층층나무 소나무)만이 두 조사 대상 지역에서 공통적으로 출현하고 있다.

두 지역 모두 외형적 相觀 (physiognomy)이 보이는 양상과 부합되는 참나무 군집으로 분류된다. 굴참나무와 신갈나무는 두 지역에서 공통적으로 높은 상대우점도를 보이고 있는 반면에 졸참나무는 경기도 광주 지역에서 그리고, 상수리나무는 전남 광양 지역에서 매우 낮은 분포도를 나타내고 있고, 떡갈나무, 갈참나무는 전남 광양 지역에서 표본목으로 전혀 선정되지 않는 점이 주목된다. 경기도 광주 지역에서는 졸참나무를 제외한 참나무류 5개 수종의 상대우점도가 88% 이상을 나타내었고, 전남 광양 지역에서는 참나무류 우점도는 50% 가량 밖에 도달하지 못하여 매우 대조적이다. 이것은 광양지역 참나무림에서 어나나무, 고로쇠나무, 느티나무, 단풍나무 등 遷移 (succession) 계열상 중반 이후에 나타날수 있는 대표적인 수종들이 침투한 것으로 미루어 보아서 遷移가 상당히 진척되고 있다는 사실을

Table 1. Ecological measurement for oak forests in Kwangju-Gun study area

species	RD	RF	RC		IV	
			BA	COV	BA	COV
<i>Quercus variabilis</i>	37.0	26.9	34.4	23.9	32.8	29.3
<i>Quercus acutissima</i>	21.5	19.7	36.8	38.4	26.0	26.5
<i>Quercus mongolica</i>	12.0	15.2	7.6	8.8	11.6	12.0
<i>Quercus dentata</i>	11.7	13.6	5.4	6.7	10.2	10.7
<i>Quercus aliena</i>	7.7	8.9	6.5	8.8	7.7	8.5
<i>Pinus densiflora</i>	1.6	2.6	2.5	1.7	2.2	2.0
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.3	2.6	1.1	1.2	1.7	1.7
<i>Betula davurica</i>	1.3	2.2	1.2	1.2	1.6	1.6
<i>Prunus sargentii</i>	0.7	1.3	0.8	2.3	0.9	1.4
<i>Acer ginnala</i>	1.0	1.0	0.6	1.9	0.9	1.3
<i>Salix gracilistyla</i>	0.5	0.3	1.4	1.2	0.7	0.7
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.7	1.0	0.4	0.8	0.7	0.8
<i>Styrax obassia</i>	0.7	0.6	0.3	1.3	0.5	0.5
<i>Rhus chinensis</i>	0.5	1.0	0.1	0.1	0.5	0.5
<i>Picrasma quassioides</i>	0.3	0.6	0.2	0.3	0.4	0.4
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.3	0.6	0.1	0.3	0.3	0.4
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2
<i>Salix koreensis</i>	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
<i>Ulmus davurica</i> var. <i>japonica</i>	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2
<i>Cornus controversa</i>	0.2	0.3	0.1	0.4	0.2	0.3
<i>Quercus serrata</i>	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.2
<i>Albizzia julibrissin</i>	0.2	0.3	0.0	0.2	0.2	0.2

abs. RD : relative density
 RF : relative frequency
 RC-BA : relative coverage based on basal area
 RC-COV : relative coverage based on crown coverage
 IV-BA : importance value based on basal area
 IV-COV : importance value based on crown coverage

암시한다. 참나무류 중에서는 비교적 耐陰性이 뒤떨어지는 상수리나무, 떡갈나무, 갈참나무가 본 지역에서 거의 혹은 전혀 출현하지 않는것도 이러한 상황을 뒷받침한다고 사료된다.

경기도 광주 지역 조사 산림에 출현하는 하층 식생으로는 상층 喬木層 수종의 稚樹 이외에 작살나무, 개암나무, 두릅나무, 싸리나무, 산초나무, 국수나무, 진달래, 철쭉, 개웃나무, 말발도리, 쥐똥나무 등의 목본식물과, 청가시덩굴, 칩, 머루, 다래 등의 덩굴식물과 양지꽃, 산딸기, 억새, 고사리, 곰취, 들국화, 쑥, 닭의 장풀, 제비꽃, 엉겅퀴, 까치수영, 며느리밥풀, 천남성 등의 초본식물이다. 전남 광양 지역에 나타나는 하층 식생은 곰솔, 개비자나무, 딱총나무, 병꽃나무, 산목련, 꾸지뽕나무, 국수나무, 개암나무, 참싸리, 조록싸리, 바위 말발도리, 산초나무, 인동, 정금나무 등의 목본식물과, 다래, 청가시덩굴, 청미래덩굴 등의 덩굴식물과 조릿대가 중요한 하

층식생으로 생육하고 있다.

Table 3은 두 연구 대상 지역별로 상대우점도가 높은 10개 수종에 대한 ha당 임목 본수를 추정하여 나타낸 것이다. 경기도 광주 지역의 조사 산림에서 흉고직경 6cm 이상 임목의 총 밀도는 ha당 1,236그루였으며, 그 중에서 참나무류 ha당 임목 본수는 1,111그루로 추정되어 전체 밀도에 대해 상대적으로 매우 높고, 단일 수종으로는 굴참나무의 밀도가 ha당 547그루로서 으뜸이다. 한편, 전남 광양 지역의 총 밀도는 ha당 1,112그루로 산출되었으며 참나무류의 ha당 본수는 501그루로써 비교적 낮은 밀도를 나타내고 있고, 경기도 광주 지역과 마찬가지로 굴참나무의 밀도가 가장 높아서 ha당 263그루가 생육하는 것으로 추정되었다.

각 조사 대상 지역에서 높은 상대적 우점도를 갖고서 생육하고 있는 참나무 수종들의 직경급별 상대밀도를 산출하여 경기도 광주 지역은 Fig. 1

Table 2. Ecological measurement for oak forests in kwangyang-Gun study area

species	RD	RF	RC		IV	
			BA	COV	BA	COV
<i>Quercus variabilis</i>	22.1	16.9	24.9	15.4	21.3	18.1
<i>Quercus serrata</i>	14.2	12.1	32.7	27.2	20.0	17.8
<i>Lindera erythrocarpa</i>	15.6	10.3	6.1	8.0	10.7	11.3
<i>Quercus mongolica</i>	10.3	9.9	6.7	10.4	9.0	10.2
<i>Styrax japonica</i>	10.1	12.4	2.7	7.9	8.4	10.1
<i>Platycarya strobilacea</i>	6.6	7.0	11.0	6.4	8.2	6.7
<i>Carpinus laxiflora</i>	5.1	6.0	3.3	6.9	4.8	6.0
<i>Meliosma oldhamii</i>	4.2	4.6	2.3	3.8	3.7	4.2
<i>Stewartia koreana</i>	2.4	2.6	0.9	1.3	2.0	2.1
<i>Sapium japonicum</i>	2.4	2.8	0.5	1.1	1.9	2.1
<i>Betula schmidtii</i>	1.7	2.4	1.5	1.9	1.9	2.0
<i>Cornus controversa</i>	1.2	2.8	1.6	1.0	1.9	1.7
<i>Acer mono</i>	1.4	1.4	1.5	2.4	1.4	1.7
<i>Pinus koraiensis</i>	0.7	1.0	1.3	0.6	1.0	0.8
<i>Styrax obassia</i>	0.9	1.4	0.3	0.6	0.9	1.0
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.8	1.2	0.4	0.5	0.8	0.8
<i>Lindera obtusiloba</i>	1.0	1.2	0.1	0.8	0.8	1.0
<i>Prunus sargentii</i>	0.3	1.0	0.4	1.1	0.6	0.8
<i>Alnus japonica</i>	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5
<i>Zelkova serrata</i>	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.5	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4
<i>Pyrus ussuriensis</i>	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3
<i>Acer palmatum</i>	0.2	0.4	0.1	0.3	0.2	0.3
<i>Quercus acutissima</i>	0.0	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3
<i>Pinus densiflora</i>	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1
<i>Betula davurica</i>	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1
<i>Alnus hirsuta</i>	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Meliosma myriantha</i>	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2

abs. RD : relative density

RF : relative frequency

RC-BA : relative coverage based on basal area

RC-COV : relative coverage based on crown coverage

IV-BA : importance value based on basal area

IV-COV : importance value based on crown coverage

예, 전남 광양 지역은 Fig. 2에 각각 도시하였다. 두 조사 지역이 공통적으로, 직경급에 대한 임목 분수의 분산은 심한 경향을 보임으로써 불규칙한 직경 분포를 나타내고 있지만, 同齡林보다는 오히려 異齡林의 성격을 많이 띠고 있다. 경기도 광주 지역은 Table 3에서 나타난 바와 같이, 단위 면적당 임목 분수는 많으나 직경급 18cm 이하의 소경목이 전체 참나무들의 78% 이상을 점유하고 있는 반면에, 전남 광양 지역의 직경급 분포는 보다 다양화 되어 있고, 특히 직경급 30cm 이상의 출참나무의 상대밀도는 54%

가량을 나타냄으로써 특기할 만하다.

이상과 같이, 두 조사 대상 지역에서 특징적으로 보이고 있는 수종 구성 상태, 단위면적당 수종의 밀도, 그리고 직경급의 분포상태 등을 미루어 보아 전남 광양지역 참나무 군집의 천이의 진척 상황이 경기도 광주 지역보다는 많이 앞서 있음을 알 수 있다. 이와같은 조림학적이며 생태학적 정보들은 참나무류를 주종으로 이루고 있는 천연 활엽수림을 육성할 경우에 효율적으로 이용할 수 있는 유익한 정보로서의 역할을 충분히 담당할 수 있을 것이다.

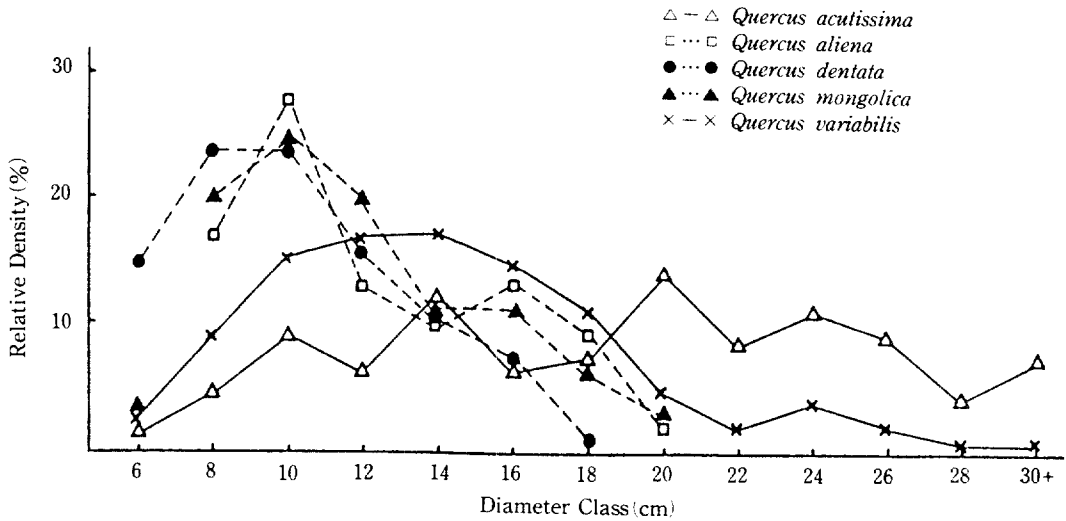


Fig. 1. Relative density distribution of diameter classes for five major *Quercus* species in Kwangju-Gun study area.

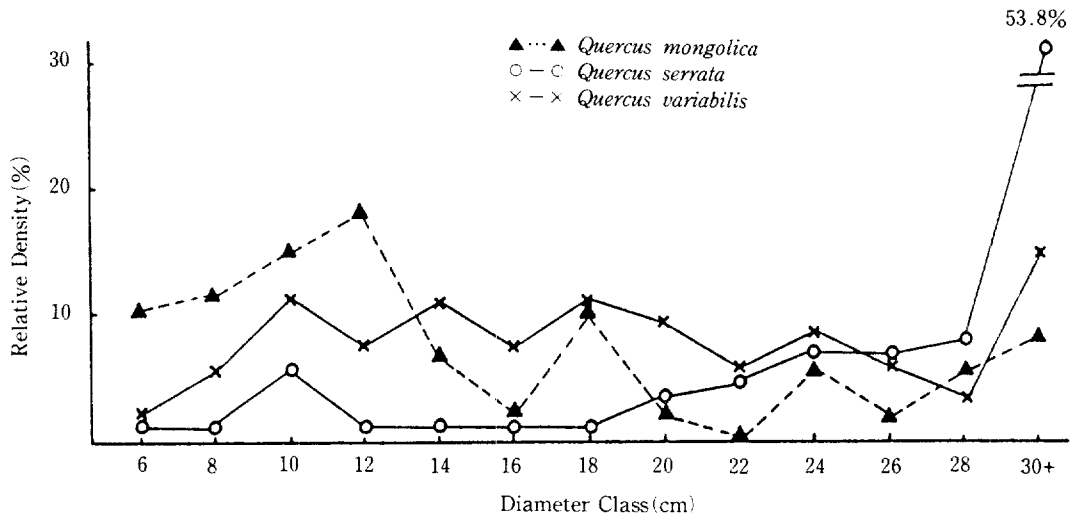


Fig. 2. Relative density distribution of diameter classes for three major *Quercus* species in Kwangyang-Gun study area.

2. 樹種 多樣性

조사 대상 산림에 있어서 胸高直徑 6cm 이상의 林業의 目的 樹種의 多樣性 정도를 파악하기 위하여 각 조사 지역에 대한 Shannon-Wiener의 diversity index (H')를 산출하고, 그것을 바탕으로 최대 종다양도 (H'_{max}), 均在度 (evenness: J'), 그리고 優占度 (dominance: $1-J'$)를 계산하여 Table 4에 요약하였다.

H' 로 표현되는 Shannon의 종다양도는 군집의

不確實性 (uncertainty)과 관계가 있고, 종 구성상의 여러가지 군집 정보를 제공한다. 특정한 종을 군집내에서 무작위로 선택한다고 가정할 경우 종의 구성상태의 변이가 높을수록 이미 선택된 종이 다시 선택될 가능성은 작아지며 불확실성은 증가할 것이다, 그러므로 단일종으로 구성된 군집에서의 종 다양도 지수는 0으로 나타날 것이며, DeJong(1975)은 수종 구성상태가 극도로 복잡한 중생 혼효림 (mixed mesophytic forest)에

Table 3. Comparison of estimated number of trees per ha. for major tree species in the both study areas

species	Kwangju -Gun	Kwangyang -Gun
<i>Quercus variabilis</i>	547	263
<i>Quercus mongolica</i>	208	122
<i>Quercus acutissima</i>	175	
<i>Lindera erythrocarpas</i>		134
<i>Quercus dentata</i>	130	
<i>Styrax japonica</i>		120
<i>Quercus serrata</i>		116
<i>Quercus aliena</i>	51	
<i>Platycarya strobilacea</i>		50
<i>Carpinus laxiflora</i>		39
<i>Stewartia koreana</i>		38
<i>Meliosma oldhamii</i>		28
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	27	
<i>Prunus sargentii</i>	15	
<i>Acer ginnala</i>	12	
<i>Sapium japonicum</i>		12
<i>Pinus densiflora</i>	11	
<i>Betula davurica</i>	8	

서 종 다양도 지수가 7까지 이르는 예를 제시한 바 있다.

경기도 광주군 참나무 군집의 종 다양도지수와 均在度 값이 0.8246과 0.6142를 나타내고, 전남 광양군의 군집에서는 1.0958과 0.7347을 각각 나타내었다. 조사 방법상의 차이에 의한 효과도 다소 있지만 宋 1985 이 조사한 계룡산 국립공원내의 참나무의 종 다양도 1.179보다, 그리고 윤 등 1987 이 조사한 점봉산 활엽수 군집들의 종 다양도 0.967 내지 1.360 보다 현저히 낮은 값을 보이며, 朴 1985 이 보고한 백운산 산북부위의 상층부 교목 식생군의 종 다양도(0.972-1.049)와 비슷한 값을 나타내고 있고, 북한산 지역의 상수리나무 군집 혹은 갈참나무-상수리나무 군집과 대체적으로 유사한 수종 다양성(0.879-0.968)을 나타내고 있다(朴 등, 1987).

경기도 광주군 지역의 수종 다양도와 均在度는 자연 활엽수림인 것을 감안할 때 상당히 낮은 편이며 인간의 집약적인 간섭의 역사를 암시한다. 벌채후 강한 萌芽力에 의해서 조성된 소수의 참나무류 수종의 개체수가 많음으로 인한 우점종의 증가 현상일 것이다. 이러한 현상은 우점종이 조성한 군집환경이 다수의 비우점종이 점유할 상대적 지위를 제한하는 요소로써 등장하기 때문이다. 일반적으로 온대활엽수 군집의 수종 다양도

Table 4. Various diversity indices for the both study areas and community similarity between two study areas

	Kwangju-Gun	Kwangyang-Gun
R	22	31
H'	0.8246	1.0958
H' _{max}	1.4324	1.4914
J'	0.6142	0.7347
1-J'	0.3858	0.2653
Similarity	0.4451	

abs. R : species richness

H' : Shannon-Wiener's species diversity

H'_{max} : maximum H', using H'

J' : evenness, using H'

1-J' : dominance, using H'

Similarity : Horn(1966) coefficient of community

가 生態界 安定性的 부분적인 측도가 될 수 있다는 점과(Odum, 1969), 그 군집의 천이단계와 대단히 밀접한 관계가 있다는 점(Krebs, 1986)에서 본 참나무 군집은 천이의 단계가 상당히 뒤떨어져 있고, 항상성을 향해서 계속적인 변화를 추구할 것이라고 예상된다. 이에 반해서 전남 광양의 참나무 군집의 종 다양도와 均在度 값이 공통으로 높은 값을 나타내는 것은, 전술한 바와 같이 경기도 광주군의 군집보다 천이의 진행 단계가 앞서 있고, 서어나무, 고로쇠나무, 느티나무, 단풍나무 등의 천이 계열상 중반 이후에 번성하는 수종들이 상당수 출현하고 있다는 사실로써 뒷받침된다.

두 조사지역 산림군집의 유사도는 Table 4에 표시된 바와 같이 0.4451로 나타났다. 두 군집간 혹은 한 군집의 시간상의 변화에 따르는 유사도 지수가 최대 가능값인 1.00을 나타낼 경우에는, 두 군집간 혹은 한 군집의 시간상 변화에 따라 존재하는 종의 구성상태나 각 종에 대한 數度(abundance)가 동일함을 의미한다. 두 조사 대상 산림 군집에서 나타난 총 수종의 수는 43개 종이며 공동으로 출현한 수종의 수는 10개 종인 것에 비하여 비교적 높은 유사도 지수를 나타낸 이유는 두 산림군집의 우점종이 공통적이며 높은 밀도를 보이는 동시에 비우점종들 역시 공통적으로 매우 낮은 밀도를 나타냄으로써 야기된 현상으로 생각된다.

3. 樹種間 相關關係 分析

조사지역내 생육하는 전체 수종중에서 생태적 우점도가 비교적 높고 천연 활엽수림에서 경영 목적 수종으로써의 역할을 할수 있는 6개 참나무 수종들에 대하여 각 표본점에서 出現과 非出現의 관계를 바탕으로 2×2 분할표에 의한 Chi-square (X^2) 값으로써 각 참나무 수종간의 相關關係를 검정하고 경기도 광주군 조사 산림은 Fig. 3에, 그리고 전남 광양군 조사 산림은 Fig. 4에 나타내었다. ++와 +는 陽의 상관관계를, --와 -는 陰의 상관관계를 나타낸 것이며 ++와 --는 99%의 확률 수준에서 +와 -는 95%의 확률 수준에서 두 수종간의 상관관계가 有意性이 있음을 표시한 것이다(Agnew, 1961).

두 수종간에 陽의 상관관계가 인정된다는 사실은 우연성을 초월하여 서식처를 공유하며 어울려 생육할 수 있는 가능성을 내포한 것이다. 그러나 이러한 현상은 한 수종의 존재 여부가 상대 수종의 출현 여부의 원인이 된다는 것을 의미하지는 않으며, 두 수종이 微細環境 요소들의 복합적인 양상에 비슷한 분포반응을 보인다고 해석할 수 있다. 수종 구성상태가 대단히 복잡한 군집에서는 이러한 陽의 상관관계를 근거로 하여 수종의 집단과 미세환경과의 관계를 분석함으로써, 그 수종 집단 자체가 하나의 독립된 群叢(association)으로 취급될 수 있고, 각 집단의 수종 구성상태를 파악함으로써 국부적인 산림지의 生態的 遷移 단계를 추정할 수 있다(Welch, 1960).

Fig. 3과 Fig. 4에 나타난 바와 같이, 경기도 광주군 연구대상 산림에서 상수리나무는 갈참나무, 떡갈나무와는 陽의 상관관계를 가지고 있어서 흔히 어울려서 생육하고 있으나, 굴참나무와는 고도의 陰의 상관을 나타내어 서로 다른 서식처를 가지고 생육한다고 추정할 수 있다. 신갈나무는 굴참나무와 陽의 상관관계를 나타내고 있는 반면에, 갈참나무는 신갈나무, 굴참나무와 陰의 상관관계를, 그리고 떡갈나무도 굴참나무와 陰의 상관관계를 나타내고 있다. 전남 광양군의 연구대상 산림에서, 신갈나무는 졸참나무와는 고도의 陰의 상관관계를 보이고 있지만, 신갈나무와 굴참나무가 고도의 陽의 상관관계를 가지고 있는 점은 경기도 광주지역의 양상과 일치한다. 그리고 졸참나무와 굴참나무는 陰의 상관관계를 나타내고 있다. 두 조사 지역간에 신갈나무와 굴참나무

의 상관관계가 일치되는 것 이외에 다른 참나무 수종간의 상관관계가 일치되는 바가 없는 것

Quercus acutissima					
+	Quercus aliena				
+	--	Quercus dentata			
			Quercus mongolica		
				Quercus serrata	
--	--	--	-	Quercus variabilis	

Fig. 3. Chi-square matrix for six Quercus species in Kwangju-Gun study area.

+ : positive associations
- : negative associations

Quercus acutissima					
	Quercus aliena				
		Quercus dentata			
			Quercus mongolica		
			--	Quercus serrata	
			++	-	Quercus variabilis

Fig. 4. Chi-square matrix for six Quercus species in Kwangyang-Gun study area.

+ : positive associations
- : negative associations

은, Table 1과 2에서 보는 바와 같이 광주군 조사지역에서는 졸참나무가 희소한 반면에 광양군 조사지역에서는 우점도가 매우 높은 수종으로 등장하였고, 상수리나무, 떡갈나무 및 갈참나무가 거의 출현하지 못하고 있기 때문인 것으로 생각된다.

이상과 같은 수종간 상관관계 양상은 참나무류 천연림을 保育할 때 유익한 생태적 정보를 제공한다. 즉, 인위적인 참나무류의 혼효림 조성이나 혹은 천연림의 撫育을 통한 생산력 높은 임분으로 조성하고자 미래목을 선정할 때, 陽의 상관관계를 가지는 수종들끼리 어울려 생육시킴으로써 보다 합리적이고 합자연성의 造林施業에 응용될 수 있을 것이다(金과 權, 1991).

結 論

참나무類 森林群集의 樹種 構成 狀態를 중심으로 群集의 構造上의 특징을 파악하여, 장차 天然林 保育上 필요한 여러가지 群集 生態的 정보를 제공함으로써 天然林을 합리적으로 경영하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 경기도 광주군 참나무林과 전남 광양군 참나무林을 대상으로 연구한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 두 地域에서 굴참나무와 신갈나무는 공통적으로 높은 相對優占度를 보이고 있는 반면 졸참나무는 경기도 광주 地域에서는 매우 낮은 分布를 보이고 있었고, 상수리나무, 떡갈나무, 갈참나무는 전남 광양지역에서는 거의 출현하지 않았다.
2. 경기도 광주지역에서는 참나무類의 상대우점도가 88% 이상이 되었고, 전남 광양지역에서는 50% 정도였는데, 광양지역 참나무林에 서어나무, 고로쇠나무, 느티나무, 단풍나무 등 천이 계열상 중반 이후에 생육하는 대표 樹種들이 침투하였고, 참나무類 중에서는 비교적 내음성이 뒤떨어지며 여타 활엽수와의 경쟁력이 약한 상수리나무, 떡갈나무, 갈참나무가 출현하지 않는 것으로 보아서 광양지역 참나무림의 遷移가 상대적으로 보다 앞서서 진척되고 있다는 사실을 알 수 있었다.
3. 임목들의 직경 분포는 임분의 구조를 결정지을 만한 징후를 찾아볼 수 없이 불규칙적이었다. 두 지역 모두 굴참나무가 가장 높은 밀도를 유지하고 있었으며, 각 수종들의 직경급 分布가 상당히 분산되어 있는 것으로 보아서 異令林의 性格을 비교적 많이 띠고 있었다.
4. 경기도 광주지역의 참나무群集의 種 多樣度 지수와 均在度가 0.8246과 0.6142를 나타내고, 전남 광양지역의 群集에서는 1.0958과 0.7347을 각각 나타낸 것으로 보아서 경기도 광주지역은 인간의 집약적인 간섭의 역사를 받은 것으로 여겨지고, 전남 광양지역은 遷移가 상당히 진행되고 있다는 것으로 생각된다.
5. 두 지역간 森林群集의 類似度 指數는 0.4451으로 두 지역의 참나무林이 어느 정도 비슷하다고 판단되었다.
6. 두 지역에서 樹種間의 상관분석을 실시한 결과 경기도 광주지역에서는 상수리나무, 갈참

나무, 그리고 떡갈나무가 우연성을 초월하여 서식처를 공유하며 생육하고 있었고, 신갈나무와 굴참나무가 같은 경향을 보였으며, 갈참나무와 신갈나무, 상수리나무와 굴참나무, 떡갈나무와 굴참나무간에는 負의 상관을 나타내어 서로 다른 서식처를 가지고 생육한다고 추정할 수 있었다. 전남 광양지역에서는 신갈나무와 굴참나무가 서로 어울려 생육하고 있었고, 신갈나무와 졸참나무, 그리고 졸참나무와 굴참나무는 負의 상관을 나타내어 서로 다른 서식처에서 생육하고 있었다. 이러한 결과는 참나무 혼효림을 保育할 때 陽의 상관관계를 가지는 樹種들끼리 같이 생육시킴으로써 보다 합리적인 造林作業을 추진할 수 있다고 판단된다.

引用 文 獻

1. 金邊敏·辛昌男. 1980. 雉岳山の 二次林의 保護를 위한 比較研究. 自然保全研究 報告書 第二輯: 35-48.
2. 金知洪·權奇賢. 1991. 天然闊葉樹林에서의 樹種間 相關關係와 共變異 關係의 分析. 韓國林學會誌 80(4): 360-368.
3. 朴仁協. 1985. 白雲山地域 天然林 生態系의 森林構造 및 物質生産에 關한 研究. 서울大學校 博士學位論文. 48pp.
4. 朴仁協·李景宰·趙在昌. 1987. 北韓山 地域의 森林群集 構造에 關한 研究. 應用生態研究 1(1): 1-23.
5. 宋鎬京. 1985. 鷄龍山 森林 群集型과 그의 構造에 關한 研究. 서울大學校 博士學位論文. 54pp.
6. 尹鍾和·韓相燮·金知洪. 1987. 原始林의 環境과 構造에 關한 研究. 강원大學校 演習林 研究報告 7: 1-27.
7. 李昌福. 1982. 大韓植物圖鑑. 鄉文社. 990 pp.
8. Agnew, A.D.Q. 1961. The ecology of *Juncus effusus* L. in North Wales. *J. Ecol.* 49: 83-102.
9. Brower, J.E., and J.H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M. C. Brown Co. 194pp.
10. DeJong, J.M. 1975. A comparison of three

- diversity indices based on their comparison of richness and evenness. *Oikos* 26 : 222-227.
11. Horn, H.S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer. Natur.* 100 : 419-424.
 12. Krebs, C.J. 1986. *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 3rd ed. Harper Row. N.Y.
 13. Odum, E.P. 1969. *The strategy of ecosystem development*. Science 164 : 262-270.
 14. Shannon, D.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell. System Tech. J.* 27 : 623-656.
 15. Welch, J.R. 1960. Observation on deciduous woodland in the eastern provenance of Tanganyika. *J. Ecol.* 48 : 557-573.
 16. Whittaker, W.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. MacMillan Pub. Co. N.Y. 385pp.