

內藏山國立公園 植生景觀의 群集構造에 關한 研究(I)¹⁾

李奎完 · 沈慶久

成均館大學校 造景學科

A Study on the Community Structure of Vegetation Landscape in Naejangsan National Park(I)

Lee, Kyu-Wan , Shim, Kyung-Ku

Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

ABSTRACT

This study analyzed the distribution and structure of the vegetation landscape in Naejangsan National Park.

The plant distribution was investigated using a field survey. There were 72 sites sampled using the clumped sampling method. The data derived from the investigation was analyzed using the quantitative analysis of Bray-Curtis method.

The analysis was performed by the classification of TWINSpan. The ordination of DCA and RA was used for the species composition and successional trends. The results are as follows;

1. *Quercus serrata* - *Q. variabilis* community as 21.76%(16.49km²), was the largest community in the actual vegetation of the Naejangsan National Park. The degree of green naturalness index 8 area covered 64.8% of the study area and the index 6 area did 16%.
2. Classified by the ordination of DCA and environmental variables, such as the plant community was divided into seven groups according to the altitude and forming the following groups; *Chamaecyparis pisifera* - *P. densiflora* community, *P. densiflora* community, *Q. variabilis* community, *Q. serrata* - *Q. variabilis* community, *Carpinus laxiflora* community, *Z. serrata* community, *T. nucifera* - *A. palmatum* community.
3. The species diversity and evenness indices of *C. pisifera* - *P. densiflora* community, *P. densiflora* community appeared low but *C. laxiflora* community the highest, also maximum of species diversity which was the most stable community in the study area.
4. The similarity indices between *Q. variabilis* community and *Q. serrata* - *Q. variabilis* community were calculated 58.84%, but those between other communities were comparatively low level.
5. The successional trends of DBH class seem to be from *C. pisifera* - *P. densiflora* community, *P.*

1) 1992年 10月 韓國造景學會 學術論文發表

論文의 一部임.

densiflora community to *Quercus* species community and from *Q. variabilis* community, *Q. serrata* - *Q. variabilis* community to *Carpinus* species community.

6. Results suggested that the successional trends in Naejangsan National Park; *P. densiflora* community → *Q. variabilis* community, *Q. serrata* - *Q. variabilis* community → *C. laxiflora* community in sequence.

I. 緒 論

自然風景地域이라 하면 일반적으로 국토의 가장 우수한 경관을 대표하는 국립공원을 생각하게 된다. 이러한 우수한 경관은 주로 울창한 삼림경관에 의해 이루어진 자연경관이 될 것이다. 이러한 자연경관이 생명력을 갖고 건전하게 육성되기 위해서는 생물학적인 기초에 근거를 둔 植生保全·管理가 요구되고 있다. 특히 植物群集으로 이루어진 식생보전·관리는 식물군집에 관한 植物生態學(vegetation ecology)적인 연구가 필요하다.

Michael²²⁾은 自然公園의 森林群集에 대하여 生態學에 기초한 관리를 필요로 하는 전형적인 장소라고 하였으며, 종합적인 植生管理體系는 植物生態學的 접근방식에 그 뿌리를 두어야 한다고 하였다. 高橋와 龜山¹⁴⁾은 綠의 건전한 육성을 위하여 생물학적인 기초를 둔 植生管理가 필요하며, 특히 식물을 개체로서가 아니라 群落의 단위로 취급하는 식생관리는 식물군락에 관한 생태학적인 기초가 절대적으로 필요하다고 하였다.

Rodiek³⁰⁾과 Lee¹⁵⁾는 최근의 연구동향으로 환경을 설계하는 데는 생태적인 접근에 의존하는 경향이 많다고 하였으며, 倭浩³³⁾은 公園綠地의 식생관리는 그 대상이 각각의 식물이 이루고 있는 植物社會를 취급하는 것이고 식물사회를 취급하는 것은 기본적으로 식생이 나아가는 방향에서의 계획이 전제된다고 하였다.

수려한 자연경관과 특이한 삼림식생을 갖고 있는 내장산국립공원은 최근 관광사업을 위한 각종 형태의 개발행위로 인해 크게 위협을 받고 있을 뿐만 아니라 일시적인 과도한 이용으로 이미 많은 식생경관이 파괴되고 있는 실정이다. 따라서 내장산국립공원의 삼림경관자원을 유지하고, 회복하려는 일은 해당기관, 관련전문가, 지역주민들

사이에서 매우 시급한 과제가 되고 있다. 이러한 필요성의 요구에 따라 내장산국립공원의 독특한 삼림식생공간에 대하여 다양한 식생구조의 특성을 파악하고 대책을 수립할 수 있는 종합적인 연구가 필요하다.

내장산국립공원 삼림식생에 대한 선행연구는 비교적 단편적인 연구^{13,30)}와 부분적인 연구¹⁷⁾로서 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 선행연구에서 그 효율성이 인정되고 있는 Bray-Curtis法의 定量的인 조사방법^{1,2,3,10)}에 의해 식생조사를 실시하여 삼림식생의 구조적 특성을 파악하고 이와 연관된 생태학적인 환경요인과의 관계를 분석하였다.

이상의 결과는 第1報로서 내장산국립공원의 삼림식생 保全과 管理를 위한 생태학적인 기초자료를 제공함을 목적으로 수행하였으며, 第2報는 1報를 기초로 環境要因과 植物群集 및 種과의 상관관계를 종합적으로 분석하여 삼림식생경관이 조화와 균형으로 生態的安全性이 유지될 수 있도록 하는 保全·管理方案을 제시하고자 한다.

II. 材料 및 方法

1. 調查地 概況

1) 人文環境

內藏山은 원래 韓國 8景의 하나로 수려한 山水와 울창한 수림, 그리고 가을의 단풍이 널리 알려져 있다. 1969年 1月 21日 交通部公告 第 2326號에 의해 관광지로 지정되었고 1971年 11月 17日 建設部公告 第 101號에 의하여 우리나라 국립공원 제 8호로 지정되었다.¹²⁾ 공간적으로는 北緯 35° 24' - 35° 32', 東經 126° 48' - 126° 57'의 지리적 위치에 놓여 있다. 면적은 76.03km²로서 전북지역

이 43.8km²로 58%를, 전남지역이 32.23km²로 42%를 차지하고 있으며, 2道 1市 3郡에 걸쳐 있다.

이용객은 1984년 이후 연평균 이용객수는 1,200천명으로 내장사지구에 81%인 971천명이 집중되는 경향을 보이고 있으며, 공원이용객의 변화는 내장사지구, 백양사지구 모두 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 또한 내장산국립공원 이용객의 수요 전망은 2001년까지 매년 5.3% 이상의 증가를 예상하고 있다²⁾.

1990년 월별이용객의 동향으로 가을인 10월과 11월에 전체의 61.9%인 877천명이 집중되어 한 계절에 이용객이 집중되는 현상을 보이고 있다. 그러나 1985년 이전의 이용객 70.4%의 집중율¹⁾ 보다는 최근에 다소 년중으로 분산되는 경향을 보이고 있다.

2) 自然環境

內藏山은 神仙峰(763m)을 주봉으로 西來峰(622m), 燕子峰(675m), 將軍峰(696m), 象王峰(741m)이 있으며 笠岩山(626m), 白岩山(721m)에는 獅子峰(723m), 白鶴峰(722m), 加仁峰(677m), 玉女峰(469m) 등이 해발 800m 이하의 山岳地帶

를 이루고 있다.

氣候는 Table 1에서 정주측후소의 1973년~1990년 기상자료²⁾에 의해 연평균기온은 12.59°C이고, 월평균최고기온이 18.34°C, 월평균최저기온이 7.37°C이며, 일최저기온은 1974년 2월 20일에 -20°C를 보였다. 또한 17년간의 기상자료에 의한 연평균 강수량은 1,305mm를 보이는 것으로 나타났다.

溫暖指數(warmth index)와 寒冷指數(cold index)³⁾는 각각 104.93°C, -13.87°C를 보이고 있으며, 이는 정주시내의 증광관상대 정주분실에서 측정된 것으로 대상지에 응용하기 위해서는 해발고가 100m 올라 감에 따라서 기온은 0.55°C 감소한다³⁾는 이론에 의거 해발고가 250m~760m에 위치하고 있는 내장산국립공원의 연평균기온이 8.7°C~11.2°C의 범위를 나타내고 있다. 이는 任³⁾이 구분한 우리나라 수평적 삼림대의 溫帶 中部林에 해당되며, 소나무, 참나무류, 서어나무류, 느릅나무류, 뽕나무류, 단풍나무류, 물푸레나무류가 優點하는 落葉闊葉樹林이 우점종을 이루고 適潤地性의 활엽수의 생육에 적합한 기후적 특징을 나타내고 있다.

Table 1. Climatic data of Jeongju near Naejangsan during the period 1973~1990.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
Avg. temp.(°C)	-0.97	0.48	5.11	11.95	17.26	21.64	25.36	25.86	20.69	14.47	7.59	1.69	12.59
Avg. Max. temp.(°C)	3.90	5.73	11.31	18.79	23.90	27.37	30.02	30.98	26.39	21.12	13.76	6.78	18.34
Avg. Min. temp.(°C)	-5.60	-4.01	-0.39	5.37	10.82	16.58	21.33	21.16	15.85	8.03	2.41	-3.12	7.37
Precipitation(mm)	49.1	44.7	54.2	88.2	89.2	147.5	268.5	251.9	143.7	61.9	64.9	41.3	1305.1*
Warmth index(°C)													104.93
Cold index(°C)													-13.87

*: indicate total

2 調査方法

1) 調査區 選定

본 연구를 위한 調査區는 林相圖와 現存植生 및 環境因子 등을 고려한 現存植生圖를 작성한 후, 현존식생에 따른 群集別 면적 구성비를 고려

하여 전 지역을 대상으로 有意抽出法(clumped sampling)에 의하여 조사구를 선정하였다.^{24,25)} 선정된 조사구는 Figure 1과 같이 內藏寺地區, 白洋寺地區, 南創地區에서 각각 46개, 9개, 17개의 조사구로서 총 72개 조사구를 선정하였다.

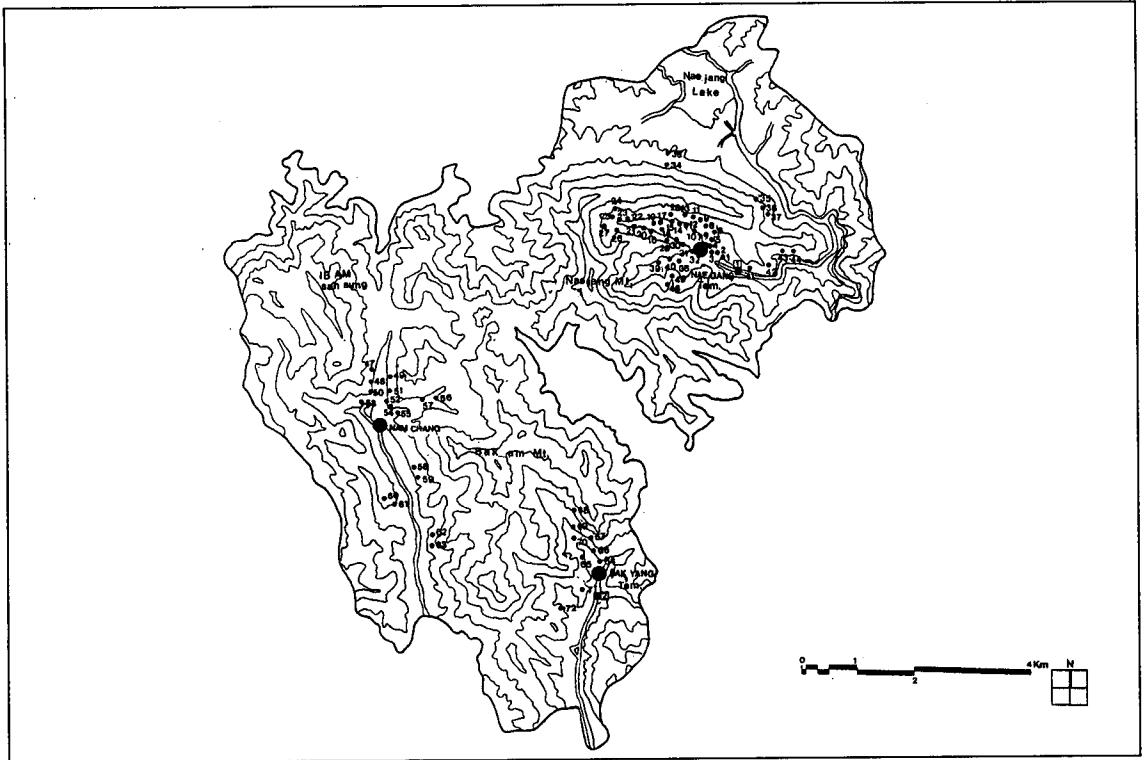


Fig. 1. Location of the study area in Naejangsan National Park. ●: The plot for analysis of community structure.

2) 環境要因調査

식생요인은 선정된 조사구에 대한 一般的 概況으로서 조사구의 식생층을 Monk et al.²⁾의 방법을 참조하여 胸高直徑(DBH) 2cm 이상의 수목군을 대상으로 상층수관을 이루고 있는 수목군을 喬木上層으로하고 上層林冠下의 수목군을 喬木下層으로 하였다. 灌木層은 흉고직경 2cm 미만의 수목군으로 조릿대를 포함한 灌木類로 구분 조사하였다. 土壤要因은 조사구별로 4개소씩을 택하여 地表의 유기물체를 제거하고 表層으로부터 15~20cm 깊이에서 거의 같은 양의 토양을 채취한 후 vinyl주머니에 모아서 균일하게 혼합하여 0.5~1.0Kg 정도의 시료를 실험실로 운반, 실내에서 陰乾하여 분석용 시료로 사용하였다.¹⁾

3) 植生調査

植物群集은 特定地域 또는 특정한 물리적 棲息

地에서 생활하고 있는 개체군의 집합체로서 일정 양식으로 공존하고 있어 식생과 군락이 갖는 법칙성을 이해하고 설명하는데 이용된다.²⁾ 본 논문에서는 植生群集分離에 있어 種組性과 環境要因이 기준이 되고 수량적인 방법으로 다양한 해석이 가능하여 응용분야에서 그 활용성이 기대되는 Bray-Curtis法(定量的方法)³⁾을 이용 조사하였다. 조사는 방형구법을 이용하였으며, 方形區의 크기는 20m×25m의 長方形으로 총 조사면적을 500m²로 하였다. 植生層位는 胸高直徑(DBH) 2cm이상의 수목군을 대상으로 교목상층과 교목하층으로 구분하여 각각 수종명, 흉고직경, 개체수를 조사하였다.

조사는 豫備調査와 本調査로 구분 실시하였는데, 예비조사기간은 1990년 8월에서 1991년 3월 사이에 실시하였으며, 본조사는 1991년 7월 19일에서 25일 사이에 식생조사를 실시하였다.

3. 分析方法

1) 植物群集分布

내장산국립공원의 現存植生圖(actual of vegetation map)作成은 地形圖, 林相圖, 航空寫眞, 기타 關聯文獻 및 現地踏査를 통하여 植生相關에 의해 現지에서 식물군집의 분포범위를 1/25,000의 지형도에 나타냈으며, 대상지역의 인간간섭정도의 파악을 위한 綠地自然度圖(map of degree of green naturality)는 現存식생 및 인위적 영향을 참조하여 현지조사 결과와 종합적인 조사자료를 토대로 등급을 판정하여 작도하였다.

2) 環境要因分析

환경요인분석은 조사구에 대한 일반적인 개황을 조사구별로 분석하였으며 조사구 土壤의 化學的 性質을 분석하였다. 분석항목으로는 토양산도, 유기물분석, 유효인산, 치환성 양이온량, 치환성 카리(K⁺), 칼슘(Ca⁺⁺), 마그네슘(Mg⁺⁺) 등 토양의 화학적 성분을 분석하였다.²⁾

3) 植物群集構造 分析

가. 植物群集構造

식물의 군집구조 분석을 위하여 Curtis & McIntosh방법²⁾에 의하여 상대우점치를, Shannon의 수식²⁾을 이용하여 종다양성지수를, Whittaker의 수식²⁾을 이용하여 유사도지수를 각각 구하였다.

나. 遷移系列分析

천이계열분석을 위하여 胸高直徑級 분류에 의한 분석과 classification과 ordination방법에 의한 천이계열분석을 하였다. 이들 분석결과를 상호보완적으로 이용하여 내장산국립공원 삼림식생의 천이계열을 분석하였다.

Classification과 ordination방법에 의한 천이계열 분석은 식생조사의 자료로부터 분석에 필요한 合成值를 구하여 이용하였다. 환경구배에 따른 ordination은 조사구나 種을 보다 축소된 공간으로 나타내는 것으로 유사한 종이나 조사구가 인접 위치하게 된다는 이론으로 분석방법은 각 종의 합성치(Mij)를 Gauch의 방법³⁾에 따라 구하였다.

$$Mij = (Rdij + RDij) / 2$$

여기서 Mij는 i조사구에서 수종 j의 합성치이며 Rdij는 상대밀도이고, RDij는 상대우점도를 나타낸다.

Ordination방법은 가장 널리 이용^{4,5,3)}되는 RA(reciprocal averaging), DCA(deterended correspondence analysis)를 이용 분석하였으며 이중 가장 적절히 표현되는 방법을 이용하였다.

Classification방법 중 Hill^{6,7)}의 TWINSpan(two-way indicator species analysis)은 種構成에 따른 조사지를 분리하기 위한 것으로 식물사회학적인 방법과 多變量技法을 이용 분석하였다.

이상의 분석과 계산은 李等²⁾이 개발 이용하고 있는 Plant Data Analysis Package(PDAP)와 SAS package를 이용 분석처리하였다.

III. 結果 및 考察

1. 植物群集 分布

1) 現存植生圖

현지에서의 식생상관과 식생조사결과를 참조하여 교목상층의 우점종을 중심으로 작성된 現存植生圖는 Figure 2와 같다.

내장산국립공원의 現存식생중 椴나무-굴참나무군집이 16.49Km²(21.76%)로서 가장 높은 비율이었고, 활엽수혼효림 20.4%, 굴참나무군집 15.28%의 순이었으며 이중 참나무류가 優點種인 지역이 37.16Km²로서 전체 조사지역의 48.87%를 차지하고 있어 천이의 중간단계인 참나무류가 내장산국립공원의 우점종이었다. 참나무류군집은 건조한 산정상과 능선부에 주로 분포하고 있으며, 입암산성지역과 순창새재지역은 굴참나무가, 신선봉-서래봉지역은 椴나무, 굴참나무가 優點種이다. 溫帶林의 토지적 준극상림인 소나무군집은 8.17%를 차지하고 있으며, 주로 내장저수지 주변에 분포하고 있다. 또한 리기다소나무, 잣나무의 조림지역은 입암산성의 南西斜面에 식재되어 있다.

천연기념물인 비자나무는 백양사 주변과 내장

Table 2. The percentage of an area of green naturality in Naejangsan National park and others.

Degree	Outline	Naejangsan	Naejang*	Seolagsan*	Chiaksan*	Bukhansan*	Gayasan*
		Nat. Park	Temple	Nat. Park	Nat. Park	Nat. Park	Nat. Park
1	Build-up area	1.2	-	1.9	-	1.4	2.5
2	Crop field	1.7	-	-	3.4	1.8	-
3	Orchard	1.7	-	-	-	1.3	-
4	Secondary grassland I	1.5	1.6	-	-	-	-
5	Secondary grassland II	-	0.1	-	-	0.2	1.3
6	Reforestation	16.0	-	1.9	6.2	12.7	1.3
7	Secondary forest I	-	-	20.2	25.3	-	31.6
8	Secondary forest II	64.8	67.4	63.8	29.2	82.6	61.7
9	Natural forest	12.0	30.9	12.2	36.0	-	-
10	Natural grassland	-	-	-	-	-	-
0	Watershed	1.2	-	-	-	-	-

*李 等¹⁰⁾

사의 원적암 주위에 분포되어 있으며, 굴거리나무는 내장사지구의 北斜面에 분포하고 있으며, 까치봉의 南東斜面까지도 적은 個體數이지만 분포하고 있다.

또한 내장산의 상징수종으로 알려진 단풍나무는 교목상층에서 우점종의 집단을 형성하지 못하고 교목하층에서 발달된 군집을 보이고 있다.

2) 綠地自然度圖

현존식생도를 기본으로 하여 自然環境에 가해진 人爲的 影響의 정도에 따라 11등급으로 구분한 기준에 따라서 작성된 녹지자연도도는 Figure 3과 같다. 내장산국립공원 및 다른 국립공원의 綠地自然度 등급비율을 나타낸 Table 2에서 내장산국립공원은 자연도 8의 면적이 64.8%로 가장 많은 비율을 나타내고 있으며, 이는 주로 능선에 분포되고 있으며, 이곳은 자연보존지구로서 철저한 보전관리가 요구되고 있다. 또한 자연도 9 면적이 12%로 나타났으며, 이곳은 인간의 간섭에 대한 내성이 약한 곳으로 절대 보전되어야 하겠다.

Table 2에서 우리나라 국립공원 중 녹지자연도가 밝혀진 다른 국립공원과의 비교는 다소 무리가 있겠으나, 설악산과의 비교에서 자연도 7이

없는 것이 다르며, 자연도 6이 많이 나타나고 있어 자연림에 대한 인위적인 간섭이 많음을 보이고 있다.

2 環境要因分析

1) 植生要因

각 조사구 일반적인 개황으로 classification 분석 결과 제1 division에서 남, 북사면이 분리되었으며, 경사는 비교적 급경사지가 많으며 2°~45°까지 다양하게 나타났다.

교목상층의 평균수고 및 흉고직경은 각각 15m, 24cm이었으며, 교목하층의 경우는 8m, 8cm이었다. 또한 남사면의 교목상층과 하층의 평균 흉고직경은 각각 23cm와 9cm이었으며, 북사면은 22cm와 8cm이었다.

500m²당 출현하는 평균종수는 20종이었으며 남사면의 평균종수는 22종으로 북사면의 19종 보다 다양한 식생구조를 이루고 있는 것으로 나타나 남사면이 북사면보다 양호한 삼림구조를 이루고 있는 결과로서 이는 선행연구^{10,28)}들과 유사하였다. 반면 북사면의 비자나무와 단풍나무가 우점종인 조사구의 출현종수는 8종이하로 매우 빈약하였는데, 이는 종자의 채취, 하예작업 등 인위적

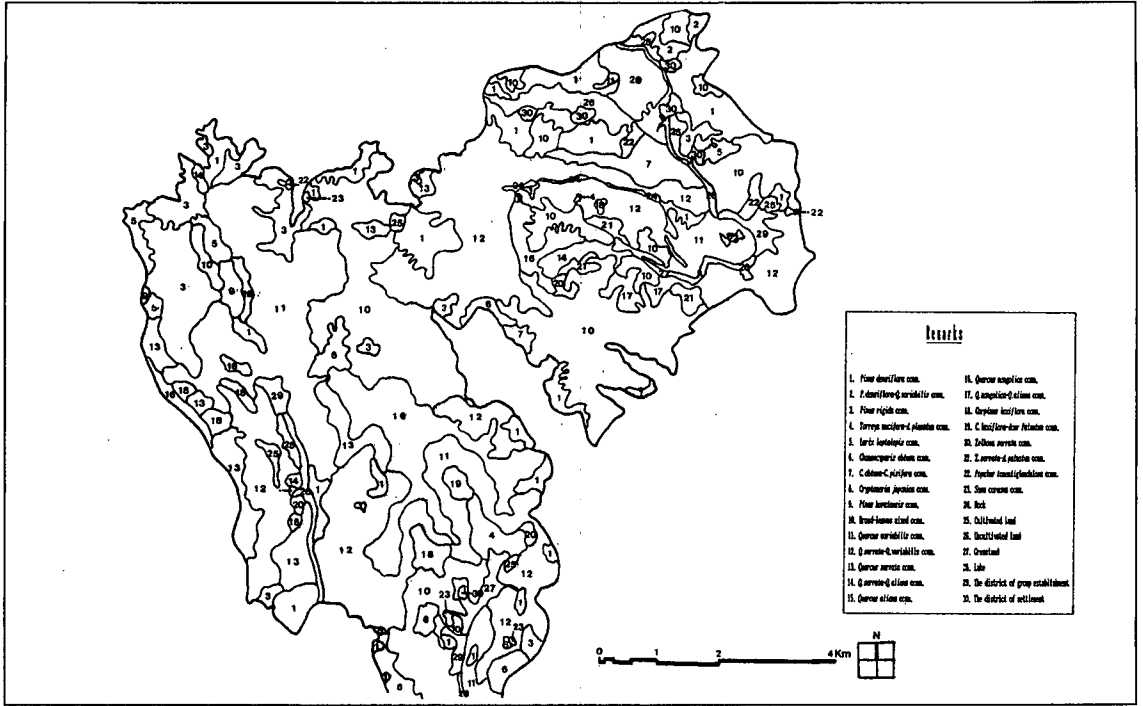


Fig. 2. The map of actual vegetation in Naejangsan National Park.

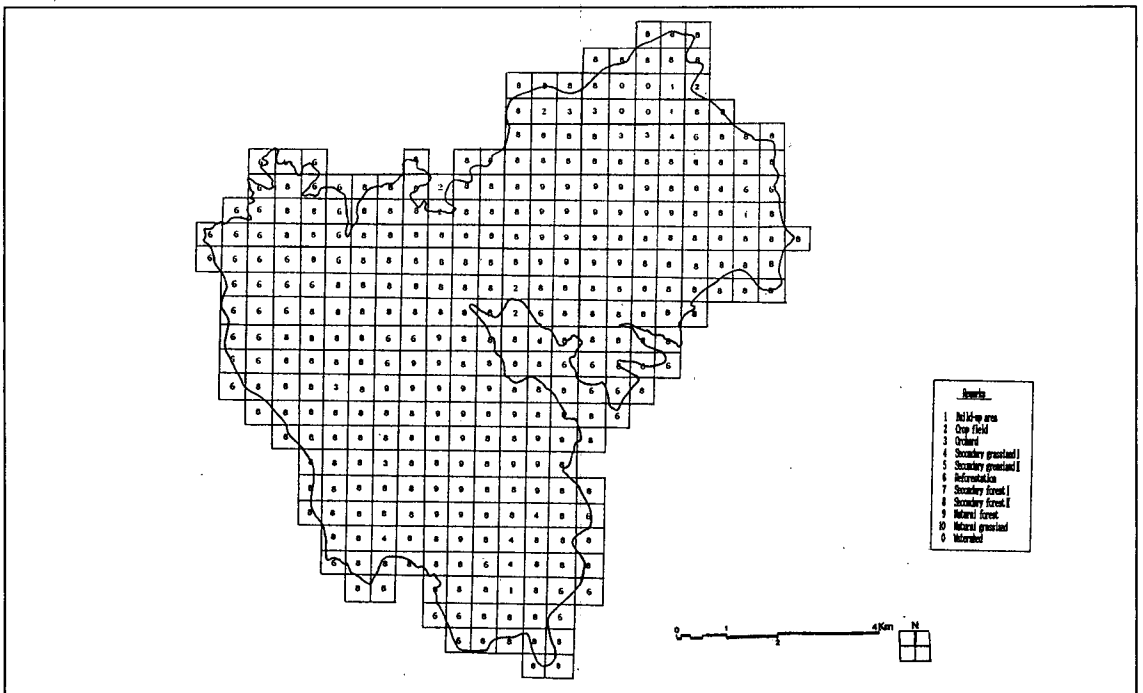


Fig. 3. The map of the degree of green naturality in Naejangsan National Park.

인 간섭으로 하층식생의 발달이 불량하며, 음수인 비자나무 종자발아에도 어려움이 있어 후계림 형성에 문제점을 보이고 있는 것으로 생각된다.

2) 土壤要因

Table 3은 각 조사지구별 토양의 화학적 성질을 분석한 결과로서 토양산도는 pH 4.1에서 pH 5.9범위로 약산성토양 이었다. 지구별 토양산도는 백양사지구에서 비교적 높은 값을 나타냈다.

유기물 함량은 0.1%에서 15.6%의 큰 차이를 보이고 있으며, 내장사지구는 7.3%, 백양사지구 6.0%, 남창지구 4.3%로서 모두 우리나라 森林土壤의 평균치 3.2%¹⁶⁾ 보다는 다소 높게 나타났다.

유효인산은 평균치가 29ppm으로 매우 낮게 나타난 반면 백양사지구의 토양은 49ppm으로 높게 나타났다. 양이온치환용량은 내장사지구와 남창지구에서 각각 4.97me/100g, 4.4me/100g였으며, 백양사지구는 12.11me/100g으로 가장 높게 나타났다. 토양산도와 밀접한 관계가 있는 치환성 칼슘이온 함량은 평균 4.9me/100g으로서 우리나라 평균치인 3.5me/100g¹⁶⁾보다는 다소 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 내장산국립공원의 삼림토양은 남창지구가 수목의 생육에 가장 양호한 토양으로 사료되었으며, 다음으로 내장사지구, 백양사지구가 土壤의 化學的 特性이 양호한 것으로 나타났다.

Table 3. Chemical characteristics of soil at each districts.

District	pH (H ₂ O) (1:5)	Organic matters (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (m.e./100g)	Exchangeable cation (m.e./100g)		
					K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
Naejang temple	4.6	7.3	22	4.97	0.19	2.5	0.5
Bakyang temple	5.2	6.6	49	12.11	0.33	10.1	1.3
Namchang district	4.8	4.3	15	4.40	0.14	2.1	0.6
Total	4.9	6.1	29	7.16	0.22	4.9	0.8

3. 植物群集構造分析

1) 群集分離

가. classification 分析

72개 조사구에 대하여 TWINSPAN에 의한 classification 분석을 한 결과는 Figure 4와 같다. 결과에서 제 1 division에서 남사면과 북사면으로 나뉘어졌고 제 3 division에서는 8개의 군으로 분

리되었다. 제 1 division의 남사면은 화백-소나무 군집(*C. pisi-fera*-*P. densiflora* community), 소나무 군집(*P. densiflora* community), 굴참나무군집(*Q. variabilis* community), 졸참나무-굴참나무군집(*Q. serrata*-*Q. variabilis* community)이었으며, 북사면은 서어나무류군집(*C. laxiflora* community), 느티나무군집(*Z. serrata* community), 비자나무-단풍나무 군집(*T. nucifera*-*A. palmatum* community)으로

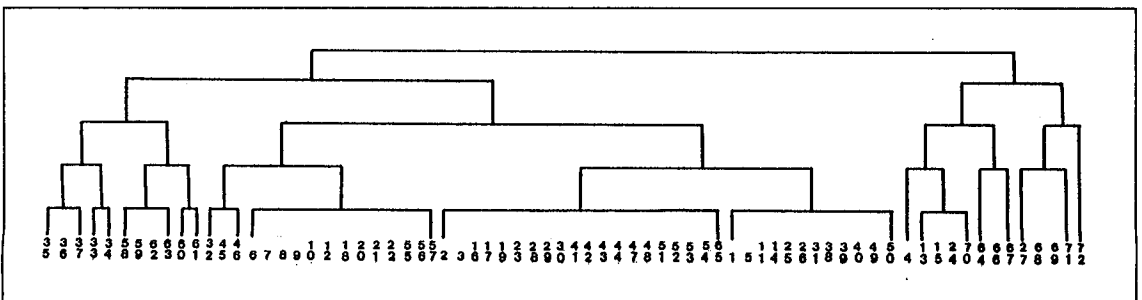


Fig. 4. Dendrogram of TWINSPAN stand classification seventy-two plots in Naejangsan National Park.(the number shows surveyed quadrate numbers)

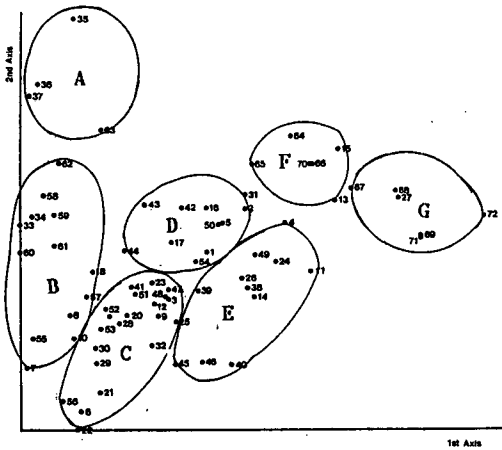


Fig. 5. DCA ordination of the sample plots in Naejangsan National Park.

A: *C. pisifera*-*Pinus densiflora* community
 B: *P. densiflora* community C: *Q. variabilis*
 community D: *Q. serrata*-*Q. variabilis*
 community E: *C. laxiflora* community F:
Z. serrata community G: *T. nucifera*-*A.*
palmatum community

분리되어 사면에 따라 삼림구조의 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다.

우리나라에서 보고된 선행연구 결과와 비교하면 치악산²⁰⁾, 가야산¹⁹⁾, 광릉의 삼림구조²⁰⁾는 제 1 division에서 건습형과 습윤형으로 분리되었고, 용문산의 삼림²¹⁾은 제 1 division에서 남사면과 북사면으로 분리하였다. 본 연구결과는 용문산의 분리인자와 동일하게 환경인자중 方位가 중요한 인자로 나타났다. 그러나 군집의 유형을 분리하는데 제 3 division에서 한개의 조사구 만이 포함되는 경우가 있어 TWINSpan에 의한 군집분리를 본조사에 그대로 적용함은 다소 무리가 있을 것으로 생각된다.

따라서 classification에 의한 군집유형 분리에 다소 문제가 있는 결과를 보임으로서 이는 인간의 간섭등에 의한 생태적 천이의 역사가 비교적 짧은 것에 기인된 것으로 생각된다.

나. Ordination 分析

群集의 類型을 分離하기 위하여 ordination 기법 중 DCA 와 RA 방법을 이용하여 72개 조사구에 대한 ordination 분석결과 classification 의한 군집유

형분리보다 ordination의 군집유형분리가 더욱 명확한 분리현상을 보이고 있으며, RA, DCA ordination의 군집유형분리에서 RA 방법은 군집간의 분리현상이 명확하지 못하여 본 조사지역에 적용하기 곤란하였으며, Figure 5의 DCA 분리에서 군집의 유형분리가 더욱 명확하게 분리 되었다.

이러한 경향은 선행연구결과에서 국내에서 ordination의 RA기법보다 DCA 기법이 더 효율적이라는 연구^{18,21)}와 동일한 결과를 보이고 있으며, 본 연구의 대상지인 내장산국립공원의 森林植生 群集類型分離 역시 ordination 방법중 DCA의 분리가 더 효율적이었다.

이상의 결과에 의한 군집유형분리는 화백-소나무군집(*C. pisifera*-*P. densiflora* community; A), 소나무군집(*P. densiflora* community; B), 굴참나무군집(*Q. variabilis* community; C), 졸참나무-굴참나무군집(*Q. serrata*-*Q. variabilis* community; D), 서어나무류군집(*C. laxiflora* community; E), 느티나무군집(*Z. serrata* community; F), 비자나무-단풍나무군집(*T. nucifera*-*A. palmatum* community; G)의 7개 類型으로 分離되었다.

2) 相對優點值

Figure 6은 群集別, 樹冠層位別 주요 수종들의 상대우점치를 분석한 것으로 동일수종의 층위별 상대우점치를 비교분석함으로써 群集構造의 特性 및 遷移過程을 예측할 수 있다. 화백-소나무군집의 교목상층의 우점종은 화백, 소나무이며, 교목하층의 분포를 고려할 때 세력이 왕성한 갈참나무, 때죽나무에 의하여 소나무의 도태가 예상된다. 교목하층에서는 아직 음수 출현이 없어 얼마간 현 植生構造가 유지될 것이나, 화백, 편백, 삼나무등의 人工植栽에 의한 방해극상작용은 피해야 할것으로 생각된다.

소나무군집은 현재 교목상층에서 소나무의 우점성이 집중되어 있으나 그 세력은 향후 크게 약화되고 졸참나무, 굴참나무의 優點值가 점차로 증가되는 群集遷移가 예상된다. 교목하층에서 양수인 굴참나무보다 음수인 서어나무의 우점치가 높게 나타나고 있어 극상림으로 계속적인 변화가 예측된다.

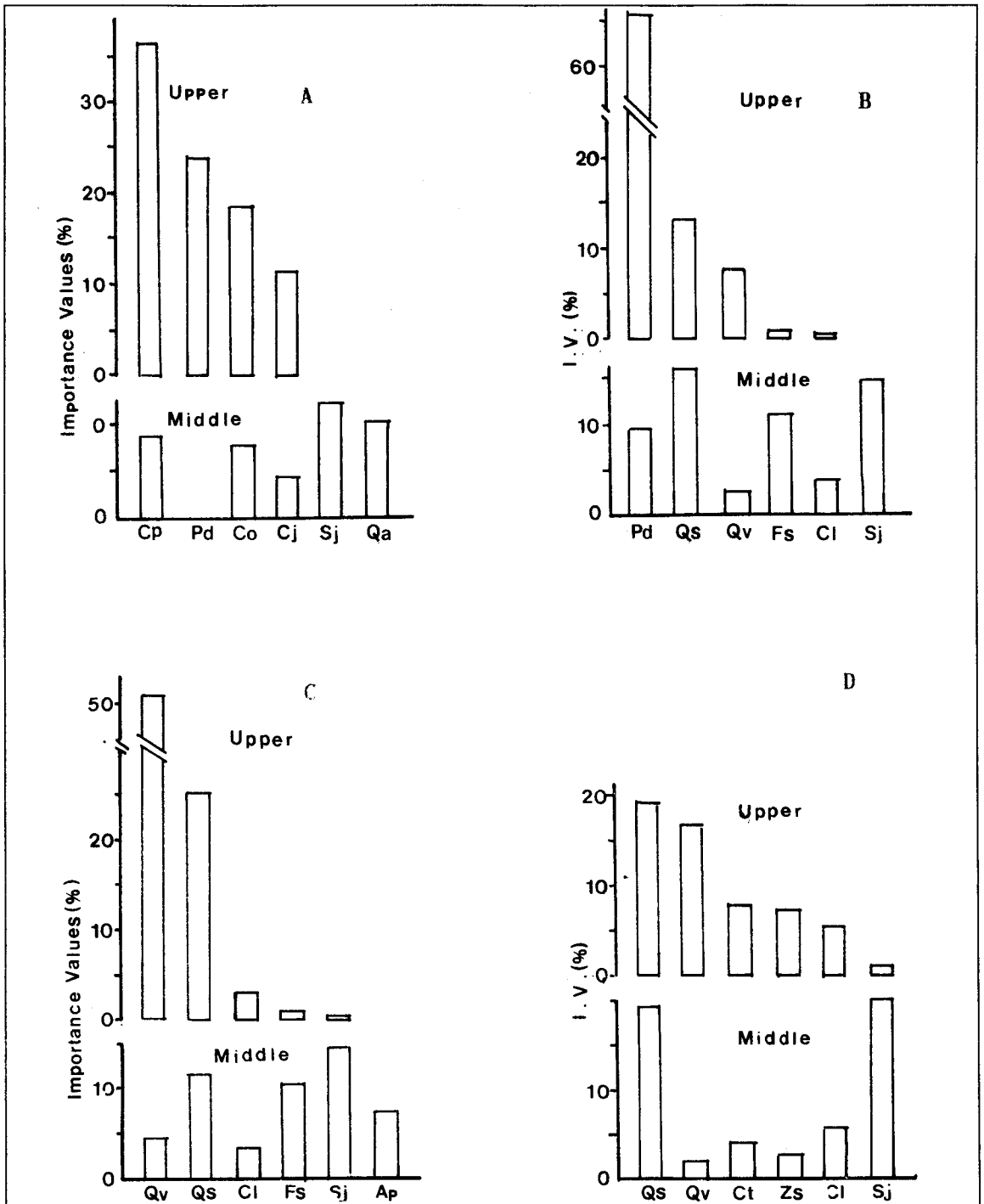
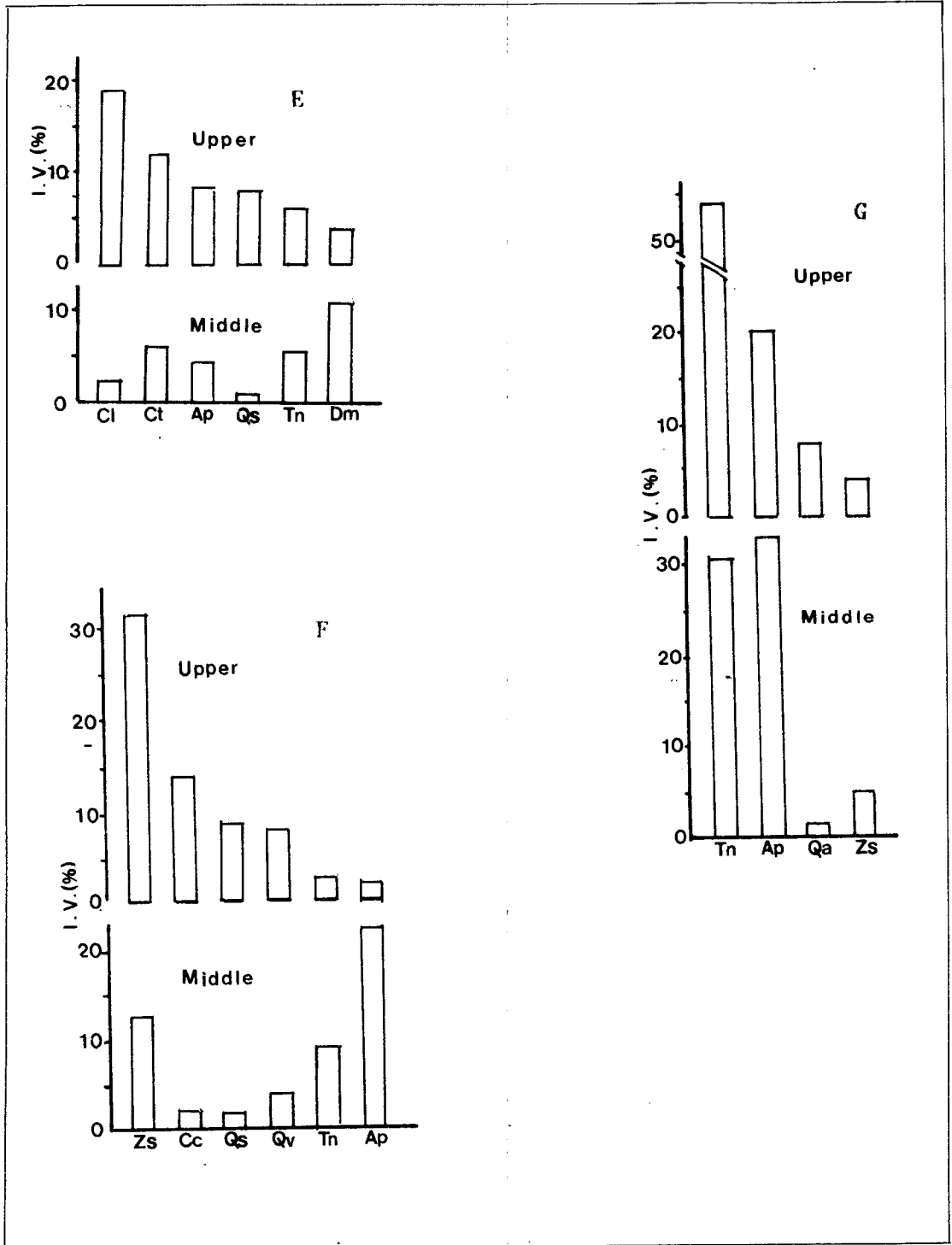


Fig. 6. Importance values of major woody species by crown stories at seven community.

- A: *C. pisfera* - *Pinus densiflora* community B: *P. densiflora* community
 C: *Q. variabilis* community D: *Q. serrata* - *Q. variabilis* community
 E: *C. laxiflora* community F: *Z. serrata* community G: *T. nucifera* - *A. palmatum* community



굴참나무군집은 현재 굴참나무와 졸참나무가 교목상층에서 경쟁관계를 유지하고 있으나, 교목하층의 상대우점치를 고려할 때 앞으로 이들 수종간의 경쟁력은 약화되고 졸참나무, 때죽나무, 쇠물푸레등의 경쟁이 심화될 것이다. 또한 음수인 서어나무의 출현으로 양수인 활엽수와 경쟁이 예상된다.

졸참나무-굴참나무군집은 현재 교목상층에서 졸참나무, 굴참나무간에 활발한 경쟁관계에 있으나, 교목하층을 고려할 때 졸참나무의 세력이 우세할 것으로 예상된다. 따라서 일정기간 양수인 졸참나무군집이 지속적으로 유지될 것이지만 음수인 서어나무의 출현으로 극상림으로의 변화가 예상된다.

서어나무류군집은 교목상층의 우점종은 서어나무와 개서어나무이며, 교목하층의 우점종을 고려할 때 음수인 서어나무류에 의해 안정된 군집으로의 변화가 예상되며, 굴거리나무의 우점성이 증가할 것이다. 또한 양수인 졸참나무는 음수인 활엽수림에 의해 경쟁에서 도태되고 있음을 보이고 있다. 느티나무군집은 현재 교목상층의 경우 느티나무에 우점치가 집중되고 있으며, 교목하층에서도 비교적 높은 우점치를 나타내고 있어 당분간 현식생의 구조가 지속될 것이나, 앞으로 교목하층의 단풍나무, 비목나무와의 경쟁도 예상된다.

비자나무-단풍나무군집은 교목상층과 하층에서 비자나무, 단풍나무의 상대우점치가 높게 나타나고 있어 얼마간 현재의 植生構造가 지속적으로 유지될 것이나, 차후 비자나무의 하층식생이 적어지는 등 천연기념물인 비자나무군집의 파괴가 예상된다.

이상에서 화백-소나무군집, 소나무군집은 陽樹인 闊葉樹林에 의해 소나무의 도태가 예상되며, 굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집은 현재 참나무류들 간에 활발한 競爭을 보이고 있으며, 서어나무류군집에서는 양수인 참나무류가 음수인 활엽수에 의해 도태되고 있음을 보여주고 있다. 따라서 양수인 참나무류군집에서 식생천이를 주도하는 교목하층의 식생은 음수인 활엽수로 천이를 예측할 수 있겠다.

3) 種多樣性

Figure 7은 7개의 군집별 종다양성을 계산하여 변화를 도면화한 것으로서 군집별 종다양성은 다르게 나타나고 있다. 소나무군집, 비자나무-단풍나무군집에서 종다양도와 균재도가 낮게 나타난 반면에 우점도는 높게 나타나고 있는데, 이러한 경향은 소나무와 비자나무, 단풍나무의 세력이 다른 수종보다 높은 것으로 소나무 군집에서는 아직 종의 분화가 활발히 진행되지 않았기 때문으로 생각되며, 비자나무-단풍나무 군집에서는 인위적인 간섭에 의한 것으로 생각된다. 또한 화백-소나무군집의 종다양도는 낮으나 균재도에 있어서는 비교적 높게 나타나고 있는데, 이는 화백, 편백의 인공식재로 인한 결과로 생각된다.

李 等³⁰⁾은 소나무림에서 서어나무림으로 진행할수록 種多樣性의 값이 감소하여 군집의 구성수종들의 경쟁상태가 安定化 된다고 하였으며, 그러나 본 연구의 지역은 서어나무가 높은 비율을 차지하고 있지 않고 여러 종의 활엽수가 아직 활발한 競爭을 하고 있는 植生構造를 이루고 있다고 할 수 있겠다. 이러한 현상은 서어나무군집에서 뚜렷하게 나타나고 있는 바, 종다양도가 가장 높고 均在度에 있어서도 높게 나타나고 있어 양호한 토양조건 등으로 동일한 생태적 지위에 공존하는 種數가 많은 것이기 때문으로 생각된다.

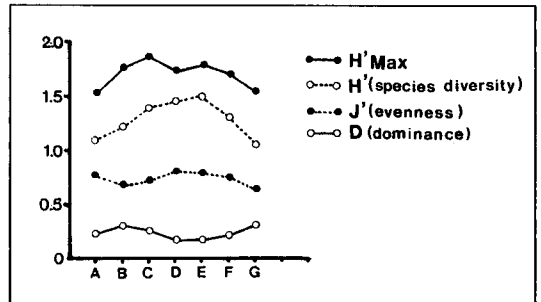


Fig. 7. Values of various diversity in each community for classified type by DCA.

- A: *C. pisfera*-*Pinus densiflora* community
- B: *P. densiflora* community
- C: *Q. variabilis* community
- D: *Q. serrata*-*Q. variabilis* community
- E: *C. laxiflora* community
- F: *Z. serrata* community
- G: *T. nucifera*-*A. palmatum* community

또한 최대 종다양도에 종다양도의 값이 근접할 수록 안정된 상태에서 도달된 삼림이라는 선행 연구결과¹⁹⁾와 천이가 진행됨에 따라 종합적인 환경조건은 향상되며 생태적인 지위는 분화되어 종다양도는 증가한다²⁰⁾라는 이론에 따라서 본 조사 지역의 졸참나무-굴참나무군집, 서어나무류군집에서 최대 종다양도와 종다양도의 값이 근접하고 있어 비교적 안정된 군집을 보이고 있다. 그러나 아직은 전체적인 삼림식생이 遷移의 進行過程으로서 활발하게 경쟁을 하고 있는 段階로 볼 수 있다.

따라서 본 조사지역은 중기의 경쟁단계에 있는 것으로 예측할 수 있으며 비자나무-단풍나무군집은 인간의 간섭에 의한 成熟林의 단계로 생각할 수 있다.

4) 類似度 指數

Table 4는 유사도지수를 나타낸 표로서 군집간의 유사도지수는 10.34%~58.84%의 범위를 나타내어 치악산의 군집간의 유사도지수 42~60%²⁰⁾ 보다는 낮은 값을 보였으나, 가야산 7~34%¹⁹⁾ 보다는 높은 값을 보이고 있다. 군집별 종구성에 따른 類似性으로 화백-소나무군집은 소나무군집과 소나무군집은 굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집과 굴참나무군집은 졸참나무-굴참나무군집, 서어나무군집과 졸참나무-굴참나무군집은 서어나무류군집, 느티나무군집과 서어나무류군집

Table 4. Similarity indices among the each community for classified type by DCA.

	A	B	C	D	E	F
B	41.33					
C	20.44	45.27				
D	24.45	41.58	58.84			
E	14.16	23.74	40.61	49.01		
F	21.13	21.62	25.10	42.03	40.10	
G	10.36	10.34	11.25	23.30	22.47	38.27

A: *C. pisifera*-*P. densiflora* community, B: *P. densiflora* community, C: *Q. variabilis* community, D: *Q. serrata*-*Q. variabilis* community, E: *C. laxiflora* community, F: *Z. serrata* community, G: *T. nucifera*-*A. palmatum* community.

은 느티나무군집과의 類似度指數는 40.1%~58.8%이었다. 그러나 전체적으로 비교적 낮은 유사도지수를 나타내 이질적인 종구성 상태의 삼림식생구조를 보이고 있다.

5) 種의 相關關係

Table 5는 각 조사구의 相對優點值에 의한 주요수종간의 相關關係를 분석한 결과로서 소나무는 개웃나무와 정의 상관관계를 보이고 있으며, 여타의 다른 수종과는 부의 상관관계를 보이고 있어, 이질적인 生態的 地位(niche)를 차지하고 있었다. 선행연구²⁰⁾에서는, 소나무와 굴참나무와의 높은 정의 상관관계를 보이고 있어 유사한 생태적 지위를 갖고 있다고 하였는데 본 조사지역에서는 상이한 결과를 나타내었다.

소나무의 경우 負의 상관관계를 가지는 수종이 비교적 많은 것은 본 조사 지역에 있어 소나무 조사지는 대체적으로 순림을 형성하고 있다고 볼 수 있다. 또한 당단풍나무는 개서어나무, 서어나무와 졸참나무는 굴참나무, 서어나무와 느티나무는 단풍나무와 有意的인 정의 상관관계를 보이고 있어 서로 유사한 생태적 지위에 공존한다고 볼 수 있다. 그러나 졸참나무는 단풍나무와 굴참나무는 서어나무, 개서어나무, 느티나무, 단풍나무

Table 5. Correlation table among the major species of importance values.

Species	Pd	Aps	Qs	Rt	Qv	Ct	Am	Cl	Zs
Aps	-								
Qs									
Rt	++								
Qv	-		++						
Ct	-	++				-			
Am	-		-						
Cl	-	++				-	+		
Zs	-					--			
Ap	-		--	--	--			+	+

++, --: significant(P=0.01), +, -: significant(P=0.05)

Pd: *P. densiflora*, Aps: *A. pseudo-sieboldianum*, Rt: *R. trichocarpa*, Qv: *Q. variabilis*, Ct: *C. tschonoskii*, Am: *A. mono*, Cl: *C. laxiflora*, Zs: *Z. serrata*, Ap: *A. palmatum*, Qs: *Q. serrata*

와는 부의 상관관계를 보이고 있어 이질적인 niche에 존재하고 있었다. 서어나무와 개서어나무는 유의적인 정의 상관관계를 보이고 있어 이 두 수종이 서로 유사한 생태적 지위를 공유하기 때문으로 천이계열상 인접하고 있음을 알 수 있다.

이는 金³⁾의 연구결과에서는 서어나무와 개서어나무를 서로 다른 천이계열이라고 분석한 결과와는 상이한 결과로서 이는 조사방법과 환경요인의 분석에서 차이가 있는 것으로 생각된다.

6) 遷移系列 分析

가. 胸高直徑級 分析

Figure 8은 군집별 7개의 群集에 대한 胸高直徑級別 빈도분포를 보이는 것으로, 빈도분포에 의한 생태적인 遷移過程을 추론할 수 있는 것으로 본 그림에서 내장산국립공원 식생군집의 천이 과정을 예측할 수 있다. Graph A는 화백-소나무군집(*C. pisiifera*-*P. densiflora* community)으로 소나무가 DBH 22cm 이상에서는 우점종이나 DBH 22cm 이하에서는 소나무의 개체수는 매우 적고 화백, 갈참나무, 편백, 삼나무의 개체수가 우세함으로 소나무의 도태가 예상된다.

Graph B는 소나무군집(*P. densiflora* community)으로 소나무가 DBH 12cm 이상에서는 우점종이나 DBH 12cm이하에서는 졸참나무, 서어나무의 개체수가 절대적인 우세를 보이고 있으며, 또한 굴참나무, 쇠물푸레나무가 우세를 보이고 있어 소나무군집 역시 소나무의 도태가 예상된다.

Graph C는 굴참나무군집(*Q. variabilis* community)으로 DBH 12cm 이상에서 굴참나무가 졸참나무보다 절대적인 우세를 보이고 있는 군집으로 현재의 삼림식생이 계속적으로 유지된다면 굴참나무가 우점종을 이루는 식생구조가 지속될 것으로 예상된다. DBH 12cm 이하의 교목하층에는 단풍나무, 쇠물푸레나무가 우점을 이루며 생육하고 있는 군집이다.

Graph D는 졸참나무-굴참나무군집(*Q. serrata*-*Q. variabilis* community)으로서 DBH 12cm 이상에서 졸참나무와 굴참나무가 우점종이나 DBH 7cm 이하에서는 서어나무가 절대적인 우세종으로 현재의 삼림이 계속 보존된다면 삼림식생의

천이진행에 따라 서어나무가 우점종을 이루는 군집으로의 진행이 예상된다.

Graph G는 서어나무류군집(*C. laxiflora* community)으로 전체경급에서 서어나무와 개서어나무가 우점종으로 이 군집 역시 현재의 삼림구조가 보존된다면 우리나라 온대지방의 극상수종인 서어나무류에 의한 안정된 상태의 극상림의 식생구조를 이룰 수 있을 것으로 예상된다.

Graph F는 느티나무군집(*Z. serrata* community)으로 전체경급에서 느티나무의 세력이 절대적으로 강하여 다른 수종으로의 천이 진행을 예측하기 곤란하다.

Graph G는 비자나무-단풍나무군집(*T. nucifera*-*A. palmatum* community)으로 전체경급에서 비자나무, 단풍나무가 함께 경쟁을 하고 있으며, DBH 42cm 이상에는 대형목인 비자나무가 절대적인 우위를 점하고 있다. 흉고직경급 분포로 보아 앞으로 얼마간은 지속적으로 현재의 식생구조가 유지될 것으로 예상된다.

이상의 결과에서 소나무는 淘汰가 예상되며, 굴참나무, 졸참나무는 음수인 서어나무류로의 천이를 예상할 수 있다. 또한 서어나무류군집, 느티나무군집, 비자나무-단풍나무군집은 현재의 삼림구조에 대한 인위적인 간섭을 하지 않는다면 지속되어 안정된 植生構造를 이룰 것으로 예상된다. 따라서 예상되는 생태적 식생천이는 소나무군집→굴참나무, 졸참나무군집→서어나무류군집으로의 植生遷移가 예상되고, 느티나무군집, 비자나무-단풍나무군집은 지속적으로 현재의 植生構造가 유지될 것으로 豫想된다. 이는 선행연구^{8,10,17,19,20,21,28,29,35} 결과와 동일한 결과를 보이고 있다.

IV. 結 論

內藏山國立公園의 독특한 森林植生景觀의 植物群集 分布와 構造分析을 위하여 Bray-Curtis法の 정량적인 방법으로 식생조사를 실시하여 조사된 식생자료를 TWINSpan에 의한 classification 및 ordination의 RA(reciprocal averaging), DCA(deterended correspondence analysis)기법을 적용하여 種構成狀態 및 遷移過程을 분석한 연구결과를

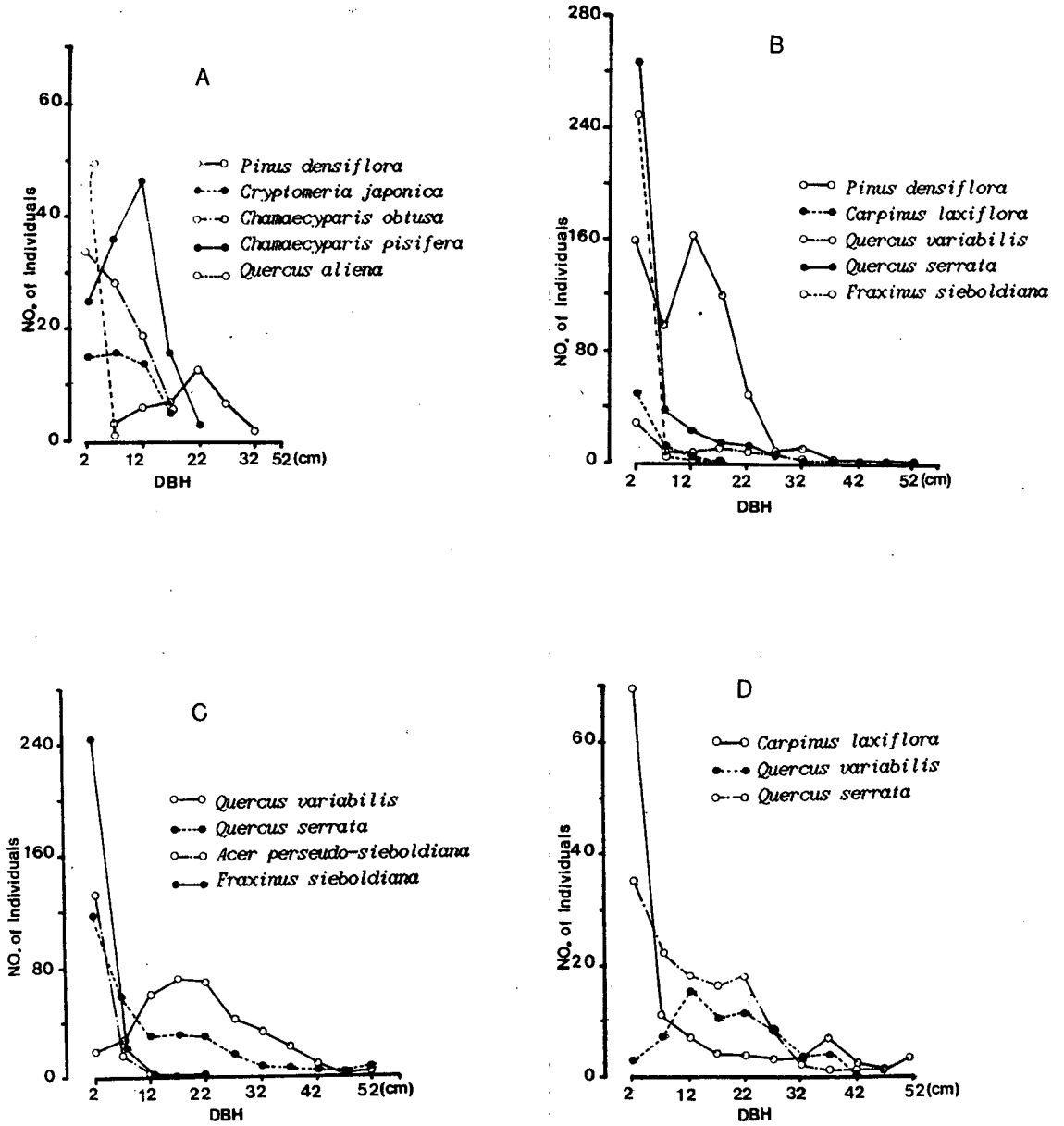
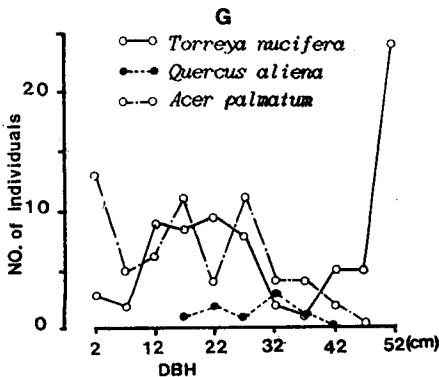
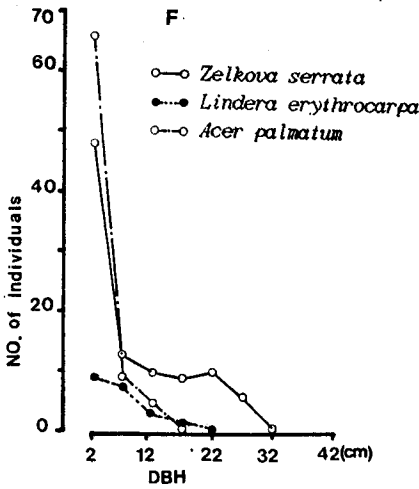
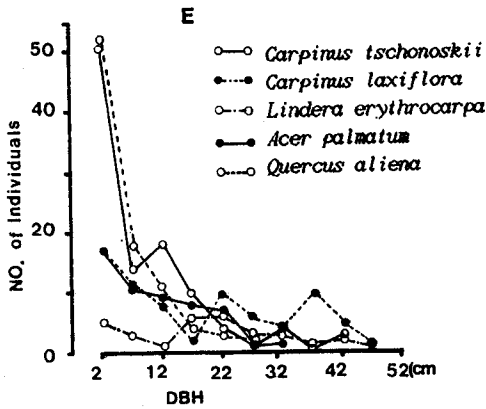


Fig. 8. DBH class distribution of major tree species for each community.
 A: *C. pisifera*-*Pinus densiflora* community B: *P. densiflora* community
 C: *Q. variabilis* community D: *Q. serrata*-*Q. variabilis* community
 E: *C. laxiflora* community F: *Z. serrata* community
 G: *T. nucifera*-*A. palmatum* community



요약하면 다음과 같다.

1. 내장산국립공원의 植物群集 分布는 現存植生 中 졸참나무-굴참나무군집이 16.49Km²(21.76%)로서 가장 많았으며, 綠地自然度 등급비율은 자연도 8의 면적이 64.8%로 가장 많은 비율을 나타내고 있으나, 자연도 6의 인공식재지의 면적이 16%로 다음을 차지하고 있어 인간의 간섭을 받고 있는 森林植生으로 나타났다.

2. 삼림식생군집 類型分離는 classification의 TWINSpan에 의한 분리 보다 ordination의 DCA에 의한 분리가 더 效果的이었으며, 이들을 相互補完的으로 이용하여 분리된 군집은 화백-소나무군집(*Chamecyparis pisifera*-*Pinus densiflora* community), 소나무군집(*P. densiflora* community), 굴참나무군집(*Quercus variabilis* community), 졸참나무-굴참나무군집(*Q. serrata*-*Q. variabilis* community), 서어나무류군집(*Carpinus laxiflora* community), 느티나무군집(*Zelkova serrata* community), 비자나무-단풍나무군집(*Torreya nucifera*-*Acer palmatum* community)의 7개 유형으로 分離할 수 있었으며, 이와 같은 분리인자는 環境要因 中 海拔高와 方位이었다.

3. 森林群集構造를 분석한 결과 소나무군집, 비자나무-단풍나무군집에서 종다양도, 균재도가 낮게 나타났으며, 서어나무군집은 종다양도가 가장 높고, 또한 最大種多樣度에 종다양도의 값이 가장 접근하고 있어 본 연구의 조사군집중 가장 안정된 상태의 군집으로 나타났다.

4. 조사군집 간의 類似度指數 분석은 굴참나무군집과 졸참나무-굴참나무군집 간의 유사도지수가 58.84%로서 가장 類似한 群集이었으며, 이외의 군집 사이에는 49% 이하의 상이한 군집이 었다.

5. 胸高直徑級에 의한 천이계열 분석은 화백-소나무군집, 소나무군집에서 소나무의 유묘는 감소하고 참나무류의 유묘가 증가하고 있어 참나무류로의 천이가 진행중이었으며, 특히 졸참나무-굴참나무군집은 서어나무류가 우점하는 군집으로 遷移의 進行이 豫想 되었다.

6. 본 연구를 종합한 결과 內藏山國立公園의 전체적인 삼림식생의 遷移는 소나무→굴참나무,

졸참나무→서어나무류로의 진행을 예측할 수 있다.

引用文獻

1. Bridgewater, P.B.(1989) "Syntaxonomy of the Australian mangal refined through iterative ordinations", *Vegetatio* 81: 159-168.
2. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh.(1951) "An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin", *Ecology* 32: 868-875.
3. Gauch, H.G.(1983) *Multivariate analysis in community ecology*, Cambridge University Press, England. p. 181-186.
4. Gauch Jr. H.G., G.B.Chase and R.H.Whittaker. (1974) "Ordination of vegetation sample by gaussian species distributions", *Ecology* 55: 1382-1390.
5. Hill, M.O.(1973a) "Reciprocal averaging: An eigenvector method of ordination", *Journal of Ecology* 61: 237-249.
6. _____.(1973b) DECORANA-a FORTRAN program for trended correspondence analysis and reciprocal averaging, *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca. New York. p. 52.
7. _____.(1973c) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes *Ecology and Systematics*, Cornell University Ithaca, New York. p. 99.
8. 張錫模(1991) "曹溪山 森林植生の 生態學的 研究", 「韓國林學會誌」, 80(1): 54-71.
9. 정주측후소(1970-1990) 氣象統計年報.
10. 趙顯濟(1990) 「八公山 森林植生の 群落生態學的 研究」, 慶北大學校 大學院 博士學位論文. p. 142.
11. 趙成鎮, 朴天緒, 嚴大翼(1990) 「三訂 土壤學」, 鄉文社. 서울. p. 371.
12. 建設部(1988) 「國立公園長期綜合開發計劃」, 建設部 p. 770.
13. 金正彥(1987) 「分類法과 序列法에 의한 內藏山森林植生 研究」, 中央大學校 大學院 博士學位論文. p. 123.
14. 高橋理喜南, 龜山 章(1987) 「綠の景觀ヒ植生管理」, Soft Science publications. Toko. p. 237.
15. Lee, B.J.(1982) "An ecological comparison of the McHarg method with other planning initiatives in the Great Lakes Basin", *Landscape Planning* 9: 147-169.
16. 李壽煜(1981) "韓國의 森林土壤에 관한 研究(II)", 「韓國林學會誌」 54: 25-35.
17. 李景宰(1987) 「內藏山國立公園 內藏寺地區의 自然保全管理對策에 관한 研究」, 서울市立大學校 造景學科. p. 100.
18. _____. 吳求均, 錢龍俊(1988) "王陵의 植生景觀構造 및 管理對策에 관한 研究(I) - 東九陵 植生群集의 遷移-", 「韓國造景學會誌」 16(1): 13-26.
19. _____. 趙在昌, 禹鍾瑞(1989) "Ordination과 Classification방법에 의한 가야산지구의 식물군집구조분석", 「용용생태연구」 3(1): 28-41.
20. _____. 李鳳洙, 李道錫(1990) "光陵 森林의 植物群集構造(I)", 「韓國林學會誌」 79(2): 173-186.
21. _____. _____. 柳彰熙(1990) "Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집 구조분석", 「植物學會誌」 33(3): 173-182.
22. Michael, L.C.(1989) "The analysis of angular data in ecological field studies", *Ecology* 70(5): 1540-1543.
23. Monk, C.D., G.I.Child and S.A.Nicholson.(1969) "Species diversity of a stratified Oak-hickory community", *Ecology* 50(3): 468-470.
24. Moore, P.D. and S.B.Chapman.(1976) *Methods in plant ecology*, Blackwell scientific publications, London. p. 445.
25. Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg.(1974) *Aims and methods of vegetation ecology*, John wiley & sons, Inc. p. 445.
26. 農村振興廳(1988) 「土壤化學分析法, -土壤, 植物體, 土壤微生物-」, 農村 振興廳 農業技術研究所. p. 123.
27. Odum, E.P.(1971) *Fundamentals of ecology*, W.B. Saunders Co. Ltd. Philadelphia. p. 574.
28. 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 관한 研究」, 서울大學校 大學院 博士學位論文. p. 48.
29. _____. 李景宰, 趙在昌(1988) "치악산국립공원의 삼림군집구조, -구릉사, 비로봉을 중심으로-", 「용용생태연구」 2(1): 1-8.
30. 朴奉奎(1975) "內藏山의 森林群集의 連續變化에 關하여", 「韓國生活科學 研究院 論文集」 15: 101-105.
31. Podani, J.(1989) "Comparison of ordinations and classifications of vegetation data", *Vegetation* 83: 111-128.
32. 俵浩三(1987) "知床國立公園特性自然保護強化必

- 要性”,「造園雜誌」50(5): 185-190.
33. Rodiek, J.E.(1978) “Landscape analysis, —A Technique for ecosystem assessment and land use planning—”, *Landscape Planning* 5: 27-44.
34. 石塚和雄(1977)「群落の分布と環境」, 朝倉書店, 日本. p. 357.
35. 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 大學院 博士學位論文. p. 54.
36. 任慶彬 외.(1990)「新高 造林學原論」, 鄉文社. 서울 p. 467.