

內藏山國立公園 植生景觀의 群集構造에 關한 研究(II)

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 (II)

Lee, Kyu-Wan · Shim, Kyung-Ku

Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

ABSTRACT

This study was to analyze the relationship between the community or species and environmental variables of the vegetation landscape in Naejangsan National Park. The analysis was performed by the ordination of DCA and CCA.

The study was to compare and analyze the species composition status by the layer and the growth characteristics of the following vegetations ; *Torreya nucifera* community, *Quercus variabilis* - *Acer palmatum* community, *Q. variabilis* community, *Q. variabilis* - *Sasa purpurascens* community and *Daphniphyllum macropodum* community.

The results are as follows ;

1. The result of the study on the relationship between the stand scores of DCA ordination and environmental variables showed that the soil pH, the ammount of AV-P₂O₅ and the ammount of C.E.C. tend to increase while *Pinus densiflora* community changes to *Q. variabilis*-*Q. serrata* community and finally *Carpinus laxiflora* species community siginificantly.

The relation between the stand scores of CCA ordination and several enviromental variables suggested that the species of *C. laxiflora* and *C. tschonoskii* the species of *Q. variabilis* and *Q. serrata* the species of *C. pisifera*, *P. densiflora* and *Q. aliana* in sequence grows in more fertile soil.

2. As the result of the analysis of the *T. nucifera* community showed, reproduction did not increase, and the characteristic of growth was not affected. The result is shown in the growth curve that was damaged by the climate and the human interference.
3. The *A. palmatum* was found to be as minor species in the middle layer and the crown areas

did not have sufficient crown.

4. The result of the analysis of the relationship between *Q. variabilis* community and *Q. variabilis*-*S. purpurascens* community showed a decreasing tendency in the growth and number of species.
5. *D. macropodum* which constituted the dominance species in the middle layer had a normal growth curve, and then the successional trend of *D. macropodum* species seems to be located in the climax species.

I. 緒 論

國立公園은 우리나라의 풍경을 대표할 만한 수려한 自然風景地의 保全을 위하여 指定되었으나, 地域的인 按配와 開發 爲主의 管理政策으로 1980년대 以後 급속한 소득의 증가로 인해 餘暇時間이 늘어남에 따라 野外空間의 利用率이 크게 증가하자 국립공원에 대한 이용이 증가되어 自然生態系의 毀損이 深化되고 있다. 이러한 自然生態系 파괴를 막기 위한 努力은 關聯機關, 專門家 및 保護團體 等 모든 國民들에게 매우 시급한 課題가 되고 있다.

自然環境의 保全과 管理上에 나타나고 있는 많은 문제점을 解決하기 위하여 다각적인 研究들이 進行되고 있는 바, Morandini(1978), Fujii et al(1979), Michael(1989), 藤井(1980), 重松(1983), 石坂(1985), 高橋와 龜山(1987) 등은 自然生態的인 접근방법을 통하여 삼림자원에 대한 管理方案을 세워 環境의 質을 높임으로서 資源을 永續性 있게 증대 시키고져 하였다. 井上(1980) 自然森林地는 植生調査를 통하여 植生의 評價, 植生保護方式의 決定, 植生管理計劃의 樹立 등이 이루어져야 한다고 하였으며, 自然公園의 植生管理指針을 植物生態系에 바탕을 두고 自然力順應型, 遷移抑制型, 遷移促進型, 群落造成型, 採取(利用)型으로 구분하여 제시한 바 있다.

또한 環境의 設計·管理에 있어서도 Lee(1982)는 最近 環境을 設計하는 데 生態的인 接近에 依存하는 경향이 많다고 하였으며, McDonald & Brown(1984)은 가장자리를 設計·管理할 때에는 周邊植生에 대한 생태적인 關係가 우선 考慮되어야 한다고 하였다. 이는 設計家와

管理者 모두 科學的이며 合理的인 接近方法을 추구해 오고 있는 결과이다.

한편, 李와 吳(1988), 徐丙秀 等(1991)은 국립공원의 과밀한 利用地域 및 環境을 保護하기 위해서는 自然環境의 實態와 人間干涉으로 인한 파괴에 대한 生態학적인 基礎研究와 그에 따른 保全對策의 수립이 요구된다고 하였으며, 李景宰(1991)는 자연공원의 생태계 파괴의 또 다른 原因을 管理當國의 政策不在에 의한 것으로 보고한 바 있다.

따라서 本 研究의 目的은 내장산국립공원 植生景觀의 群集構造에 관한 前報(李奎完·沈慶久; 1993)에 이어 環境要因과 植物群集, 樹種과의 相關關係를 DCA, CCA ordination 分析을 하고, 독특한 식생경관을 이루는 비자나무군집, 굴거리나무군집 등의 5個所 特定植生群集에 대한 조사로 내장산국립공원 삼림식생의 生育環境에 대한 綜合的인 考察을 통하여 植生景觀의 保全과 管理를 위한 기초자료가 되도록 하는데 있다.

II. 材料 및 方法

1. 調查區 選定 및 調查方法

環境要因의 분석에 使用된 植生 및 環境資料는 前報(李奎完·沈慶久; 1993)에서 조사된 72個所의 資料를 사용 하였다.

特定植生群集의 選定은 상록침엽수로서 독특한 植生景觀을 이루는 군집으로 내장사지구의 원적암과 백양사 주위에 집단으로 서식하고 있는 우리나라 천연기념물 제 153호인 비자나무群集과 李⁸⁾의 연구에서 이용객들의 利用動機와 내장산

에서 가장 인상 깊었던 장소라고 응답한 단풍나무에 의해 독특한 식생경관을 이루는 굴참나무-단풍나무群集을 대상으로 하였다. 또한, 굴참나무群集과 하층식생으로 조릿대가 優占하는 지역을 선정하여 각각에 대하여 분석 하였다. 또한 우리나라 천연기념물 제 91호이며 내장산국립공원이 生育北限地域으로서 자생하고 있는 굴거리나무群集의 5個 群集을 調査區로 選定하였다.

植生調査를 위한 조사구의 크기는 20m×25m로 하여 前報의 조사구와 동일하게 하였으며, 출현하는 胸高直徑(DBH) 2cm 以上の 목본식물에 대하여 그래프용지 상에 수목의 위치를 정확히 표시하고 각각의 수목에 대하여 수종명, 수고, 흉고직경, 수관투영면적을 측정 기록 하였다. 또한 生長特性을 조사하기 위하여 조사구내에 비교적 정상적인 생장을 보이는 수목 2~4株를 임의 선정하여 生長錐(increment borer)를 이용 木片(core)을 採取하였다.

2. 分析方法

植生과 環境要因과의 상관관계를 분석하기 위하여 環境變異에 種을 配列하는 방법으로 群集構成과 環境요인에 대한 자료를 분석하는 데 알맞는 DCA(deterended correspondence analysis)^{11, 23)}, CCA(canonical correspondence analysis)^{15, 18, 25)} ordination 방법을 이용하여 環境句配에 따른 種의 분포와 群集과 環境과의 相關關係를 밝히고 環境요인에 따른 種의 反應을 分析 하였다. 이상의 분석과 계산은 Plant Data Analysis Package(PDAP)¹³⁾와 SAS package⁷⁾를 이용 분석하였다.

特定植生群集에 대한 分析은 選定된 5個의 特定群集에 대하여 樹冠投影圖(crown projection) 및 立面圖(bisect)를 나타내고 층위별 相對優占值를 求하여 種間의 競爭關係, 層位構造 및 遷移傾向을 分析 하였으며, 선정된 特定植生群集內 수목의 樹齡 및 生長特性의 분석은 목편의 年輪數와 年輪幅을 측정하였다. 아울러 나이테에 의한 生長變化를 實在 나이테 관찰로 比較分析 하였다²⁰⁾.

III. 結果 및 考察

1. 植生과 環境과의 相關關係

가. 環境句配分析

種組成 변화에 關連되는 環境要因을 판단하기 위하여 土壤要因을 7단계로 나누어 DCA ordination을 이용 분석 하였다.

Table 1은 DCA ordination의 제 1,2축과 土壤의 化學的 性質과의 상관關係를 보이는 것으로 제 1축의 score 간에 토양산도(pH), 유효인산(AV-P₂O₅), 양이온치환용량(C.E.C.), 치환성카리(K⁺), 치환성칼슘(Ca⁺⁺), 치환성마그네슘(Mg⁺)은 고도의 正의 相關關係를 보이고 있다. 이러한 결과는 姜 等⁵⁾이 보고한 광릉 삼림식생의 경우와 李 等¹⁴⁾이 보고한 지리산 삼림식생의 경우와 비슷한 경향을 보이고 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Correlation between environmental variables and DCA stand scores.

	1 Axis	2 Axis
pH	0.5756**	0.2690
Organic matter	0.2259	-0.1744
AV-P ₂ O ₅	0.5774**	0.1506
K ⁺	0.6512**	0.1730
Ca ⁺⁺	0.7895**	0.3204*
Mg ⁺⁺	0.5763**	0.2655
C.E.C.	0.6928**	0.2230

1-tailed significance.

** ; p < 0.01%, * ; p < 0.05

Figure 1은 DCA ordination 분석결과 토양산도, 유기물함량, 유효인산, 양이온치환용량을 계급단계별로 구분한 Table 2의 단계별 계급에 따라 토양의 화학적 성질을 제 1,2축에 나타낸 그림으로 모든 環境요인이 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하면서 높은 단계의 계급을 보이고 있다. 이는 천이의 진행과 밀접한 關係를 갖는 것으로 토양의 화학적 성질이 제 1축의 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하면서 계급의 단계가 점차 증가하는 경향은

Table 2. Ratings for representing ranges of environmental variables.

Range	pH	O.M.	AV-P ₂ O ₅	C.E.C
1	<4.1	< 1.5	< 6.0	< 1.69
2	4.2~4.4	1.6~ 4.3	7.0~ 31.0	1.70~ 5.07
3	4.5~4.7	4.5~ 7.1	32.0~ 56.0	5.08~ 8.45
4	4.8~5.0	7.2~ 9.9	57.0~ 81.0	8.46~11.83
5	5.1~5.3	10.0~12.7	82.0~106.0	11.84~15.21
6	5.4~5.6	12.8~15.5	107.0~131.0	15.22~18.59
7	5.7<	15.6<	132.0<	18.60<

천이의 진행과정으로 볼 수 있다.

Ordination分析 目的은 環境句配에 의한 식생 분포를 밝히는 것으로 李 等^{10,11,14}, 宋²³은 우리나라 온대림의 극상수종이라고 밝힌 서어나무, 까치박달나무로 천이가 진행될 수록 토양산도, 유기물함량, 치환성칼리, 치환성마그네슘 함량이 유의적으로 增加한다고 하였다. 이러한 경향은 前報(李奎完 · 沈慶久; 1993)에서도 환경구배에 의해 식생군집이 분리되고 천이가 진행된다는 결과를 밝힌 바 있다.

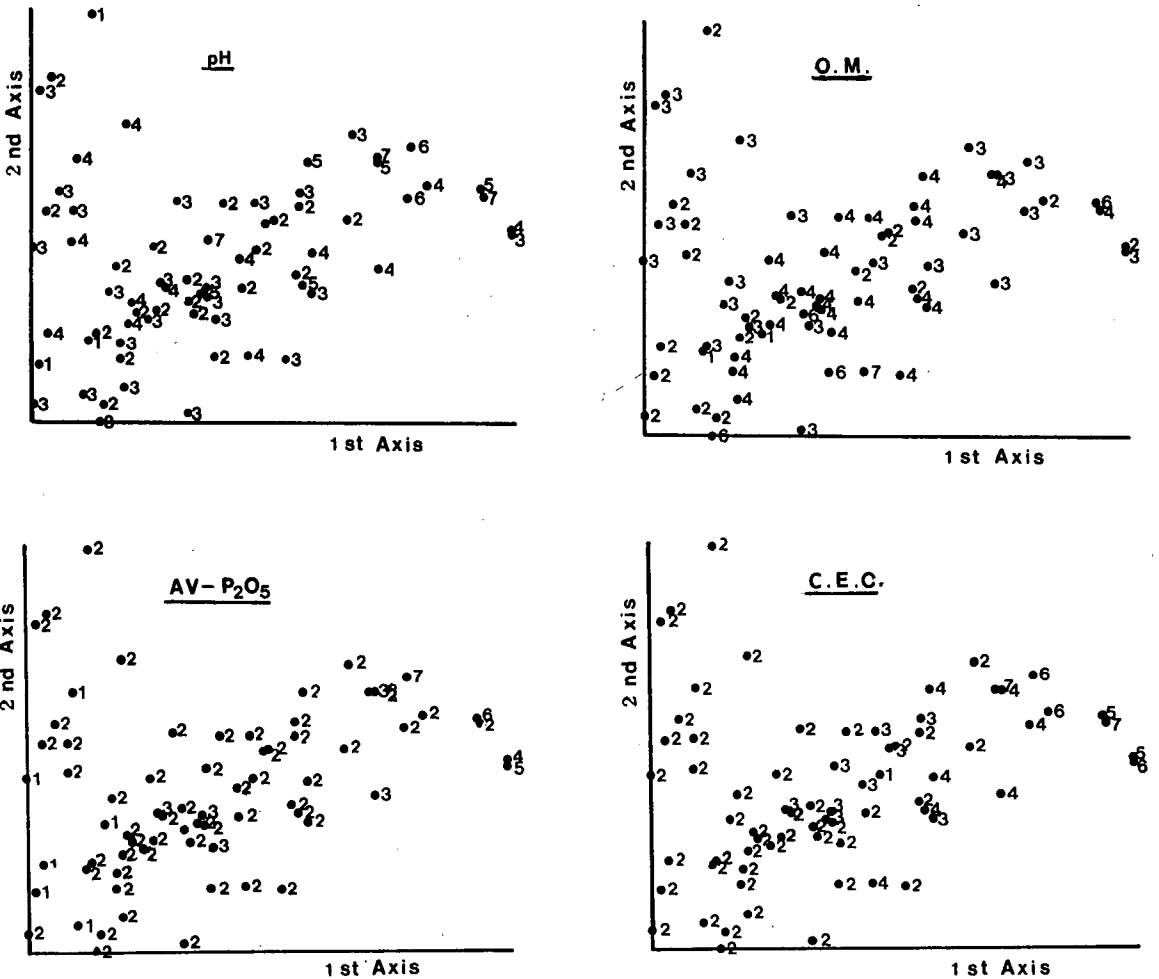


Figure 1. Distribution of environmental variables on the first two axes of DECORANA stand ordination. The ratings for range of environmental variables are referred to in table 2. The environmental variables are pH(soil pH), O.M.(Organic matter), AV-P₂O₅(Available phosphorus concentration), C. E. C.(Cation exchangeable capacity).

이상의 결과를 종합할 때 본 연구의 대상지인 내장산국립공원 삼림식생은 천이가 進行됨에 따라 土壤의 化學的 性質인 토양산도(pH), 유효인산(AV-P₂O₅), 양이온치환용량(C.E.C.)이 점차적으로 양호해지는 경향을 보이고 있어 선행연구 결과^{5, 19, 24)}들과 일치하고 있다.

나. 植生群集과 環境과의 相關關係 分析

Figure 2는 植生群集과 環境要因들과의 CCA ordination 분석으로서 제 1,2축의 평면상에 나타낸 것이다. 군집의 분포와 환경요인들과는 높은 상관관계(Eigenvalue=0.532)를 나타내고 있다.

그림에서 보는 바와 같이 화백-소나무군집, 소나무군집은 유기물(O.M.), 유효인산(AV-P₂O₅), 양이온치환용량(C.E.C.), 치환성카리(K⁺), 치환성칼슘(Ca⁺⁺), 치환성마그네슘(Mg⁺⁺) 등의 양료가 적은 곳에 위치하고 있으며, 굴참나무군집은 유기물이 중간이고 유효인산, 양이온치환용량, 치환성카리, 치환성칼슘, 치환성마그네슘 등의 養料는 낮은 곳에 분포하고 있다.

줄참나무-굴참나무군집은 굴참나무군집과 서어나무류군집의 중간지역에 주로 분포하고 있으며, 서어나무류군집은 유기물함량이 비교적 많은 곳에 위치하고 있다. 또한 비자나무-단풍나무군집은 유효인산, 양이온치환용량, 치환성카리, 치환성칼슘, 치환성마그네슘의 양료가 많고 유기물이 적은 곳에 위치하고 있으며, 느티나무군집은 유효인산, 양이온치환용량, 치환성카리, 치환성칼슘, 치환성마그네슘의 양료가 중간정도인 곳에 위치하고 있다. 이상의 결과는 화백-소나무군집, 소나무군집에서 굴참나무군집, 줄참나무-굴참나무군집, 서어나무류군집으로 갈수록 양료의 상태가 좋아지고 있음을 보이고 있다.

이러한 경향은 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경요인과의 상관관계를 분석한 宋²⁴⁾의 연구에서 서어나무군집은 양료가 많은 곳에 주로 분포하고 있으며, 소나무-신갈나무군집, 굴참나무군집은 중간인 곳에 위치하고 있으며, 소나무군집은 양료가 적은 부분에 주로 분포하고 있다고 한 결과와 비슷하게 나타났다. 따라서 이러한 養料

의 변화는 遷移過程과 깊은 관계가 있는 것으로 나타났다.

다. 主要樹種과 環境과의 相關關係 分析

Figure 3은 前報에 보고한 내장산국립공원의 주요수종과 환경요인을 CCA ordination 결과 제 1,2축에 의한 평면상에 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 수종들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 이들 환경요인들과 CCA ordination 결과에 의해 제 1축에서는 양이온치환용량(C.E.C), 치환성칼슘(Ca⁺⁺)이, 제 2축에서는 유기물함량(O.M)과의 相關關係가 높게 나타나고 있다. 따라서 種의 분포에 영향을 주는 主要 環境要因은 유기물함량, 양이온치환용량, 치환성칼슘이 중요한 인자임을 알 수 있다.

소나무, 화백, 떡갈나무는 유기물함량이 낮고 유효인산, 치환성카리(K⁺)의 양료가 적으며, 토양산도(pH)는 비교적 산성인 지역에 생육하고 있다.

줄참나무, 굴참나무, 참개암나무, 산딸나무는 유기물함량이 낮고 양이온치환용량, 치환성칼슘, 치환성마그네슘(Mg⁺⁺)의 양료가 낮은 지역에 분포하고 있는 것으로 나타났다.

서어나무류와 당단풍, 쪽동백, 생강나무는 유기물함량이 중간정도인 지역으로 양이온치환용량, 유효인산(AV-P₂O₅), 치환성카리, 치환성마그네슘의 양료가 중간인 지역에 주로 분포하고 있으며 진달래, 산철쭉은 유효인산, 치환성카리의 양료가 많고 유기물함량이 매우 높은 곳에서 생육하고 있음을 보이고 있다.

비목나무, 층층나무는 유기물함량이 적고 유효인산, 치환성카리의 양료가 중간인 지역에 생육하고 있으며, 자귀나무, 느티나무는 유기물함량이 적고 양이온치환용량, 치환성칼슘, 치환성마그네슘의 양료가 중간인 지역에서 생육하고 있다.

산뽕나무, 단풍나무는 유기물함량이 낮고 양이온치환용량, 치환성칼슘, 치환성마그네슘의 양료가 많은 지역에 생육하고 있으며 비자나무는 유효인산, 치환성카리의 양료가 많은 지역에 생육하고 있다.

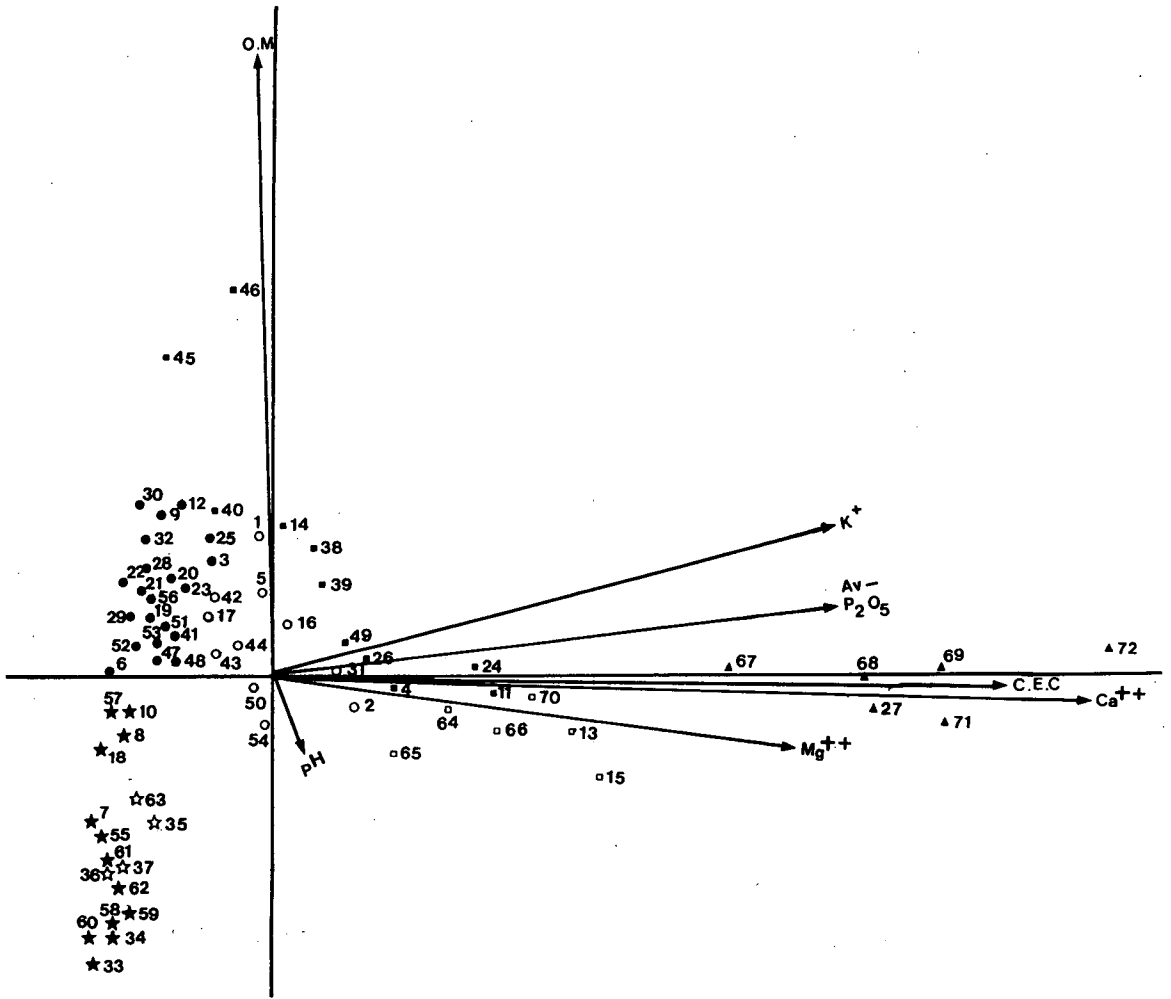


Figure 2. CCA ordination diagram with community and environmental variables in Naejangsan National Park.

The communities are ; ☆ : *C. pisifera*-*P. densiflora* comm., ★ : *P. densiflora* comm. ● : *Q. variabilis* comm., ○ : *Q. serrata*-*Q. variabilis* comm. ■ : *C. laxiflora* comm., □ : *Z. serrata* comm. ▲ : *T. nucifera*-*A. palmatum* comm.

The environment variables are pH : soil pH, O.M. : Organic matter, Av-P₂O₅ : Available phosphorus concentration, C. E. C. : Cation exchangeable capacity, K⁺ : Potassium concentration Ca⁺⁺ : Calcium concentration, Mg⁺⁺ : Magnesium concentration.

이상에서 분석된 바와 같이 소나무, 화백, 떡갈나무에서 졸참나무, 굴참나무와 서어나무, 개서어나무로 갈 수록 양료의 상태가 좋아지는 것을 볼 수 있으며, 수종상호간의 관계를 보면 유

기물함량에서는 소나무, 화백, 떡갈나무가 낮은 곳에, 서어나무류가 높은 곳에 분포하고 있으며, 양아온치환용량, 치환성칼슘에서는 단풍나무, 비자나무가 양료가 많은 곳에 생육하고 있음을 볼

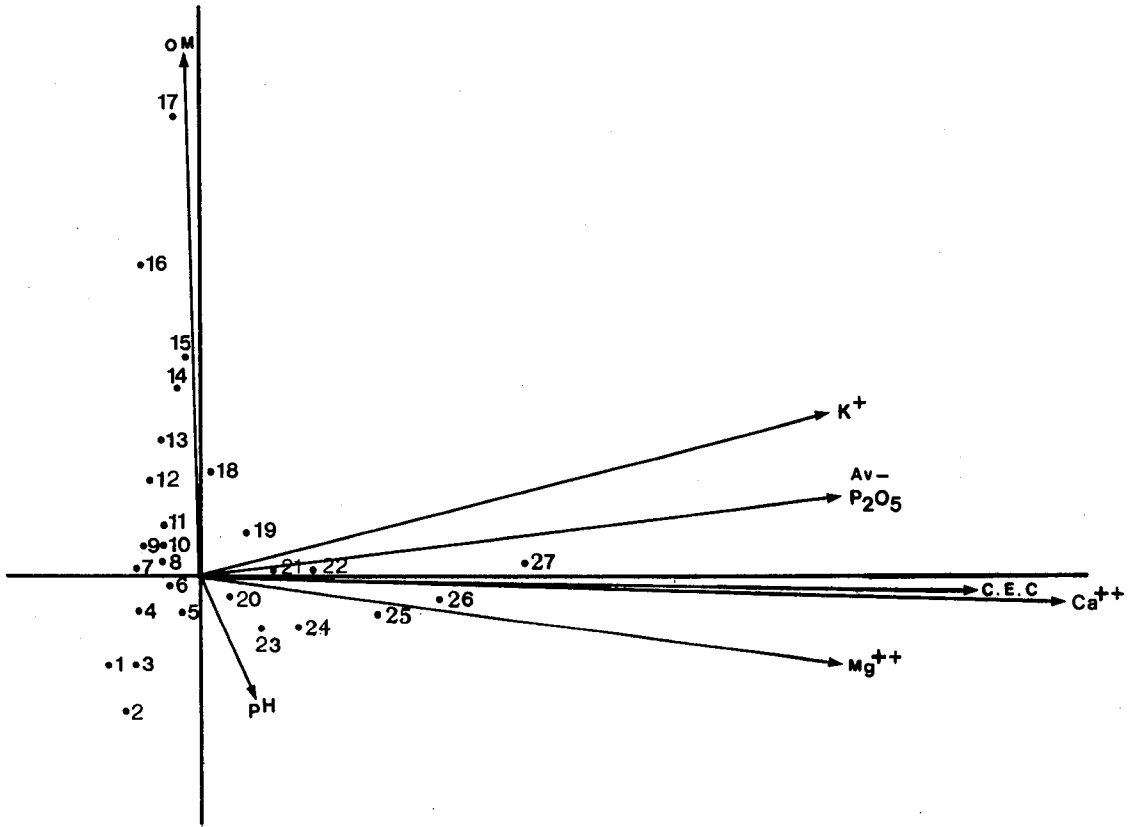


Figure 3. CCA ordination diagram of vegetation data of Naejangsan National Park with species (letters) and environmental variables(arrow).

- 1 : *Q. dentata*, 2 : *P. densiflora*, 3 : *C. japonica*, 4 : *Chamaecyparis pisifera*, 5 : *L. pyrifolia*, 6 : *P. strobilacea*, 7 : *Q. serrata*, 8 : *Corylus sieboldana*, 9 : *Q. variabilis*, 10 : *Cornus kousa*, 11 : *C. laxiflora*, 12 : *C. tschonoskii*, 13 : *A. pseudo-sieboldianum*, 14 : *S. obassia*, 15 : *L. obtusiloba*, 16 : *R. mucronulatum*, 17 : *R. schlippenbachii*, 18 : *Sapium japonicum*, 19 : *Q. aliena*, 20 : *Castanea crenata*, 21 : *L. erythrocarpa*, 22 : *C. controversa*, 23 : *A. julibrissin*, 24 : *Z. serrata*, 25 : *M. bombysis*, 26 : *A. palmatum*, 27 : *T. nucifera*

수 있다. 이러한 분석은 삼림식생의 遷移過程과 깊은 관계가 있는 분석으로서 아직은 응용분야에서 수행된 바 없어 다른 삼림식생지역과 비교검토와 그 활용성에는 다소 어려움이 있겠으나, 차

후 지속적인 연구를 통하여 식물의 분포와 수목의 생육에 필요한 養料狀態를 밝히는 데 매우 유용할 것으로 생각된다.

2. 特定植生群集 層位構造分析

가. 비자나무群集

내장산국립공원에서 소나무와 함께 출현하는 상록침엽수로서 독특한 식생경관을 이루고 있는 天然記念物 第 153號인 비자나무군집에 대한 분석으로 Figure 4는 대표적인 비자나무군집 조사구의 수관투영도 및 입면도를 나타낸 그림이다. 그림에서 조사구내에 비자나무가 대부분의 수관투영면적을 차지하고 있으며, 입면도에 나타난 비자나무군집의 식생층은 교목상층을 이루고 있는 비자나무에 의해 單層(single story)의 단순한 식생구조를 이루고 있으며, 교목상층의 비자나무 아래의 교목하층에 次世代를 형성할 수 있는 비자나무 후계림의 치수생육이 전혀 없어 천이의 진행에 따라 현재의 비자나무군집은 파괴가 예상된다.

Figure 5는 대표적인 비자나무군집 내에서 비교적 정상적인 성장을 보이며 교목상층을 이루고 있는 바자나무와 단풍나무의 年間生長特性으로 단풍나무는 비교적 정상적인 성장곡선을 나타내고 있는 반면에 비자나무의 경우는 氣候의 影響과 간섭에 의한 被害를 받아 나타나는 성장곡선²⁰⁾의 형태를 보이고 있다. 또한, 1975년 이후에는 성장율의 변화가 급격하게 감소하는 경향을 보이고 있어 그 피해의 정도가 더욱 심하였음을 보이고 있다. 이는 기후의 영향 보다는 인간의 간섭에 의한 피해로 생각된다.

이상에서 비자나무군집은 교목상층에서 상대우점치가 매우 높은 비자나무 우점종의 단순한 단층적인 식생구조를 이루고 있으며, 현재와 같은 식생경관이 持續될 수 있는 후계림의 형성이 전혀 없으며, 환경적인 변화와 간섭에 의해 현재와 같은 植生群集의 層位構造는 破壞가 예상되고 있다. 특히, 내장사지구 원적암 앞의 비자나무군집의 평균수령은 600년생으로 이제 成長率이 급격히 둔화되고 있으며, 후계림을 구성할 치수가 거의 없어 현재의 상태로 放置할 경우 본 비자나무림의 쇠퇴를 예상할 수 있다.

따라서 현재와 같은 비자나무군집의 식생군집을 보전하기 위해서는 후계림 형성을 위한 하층

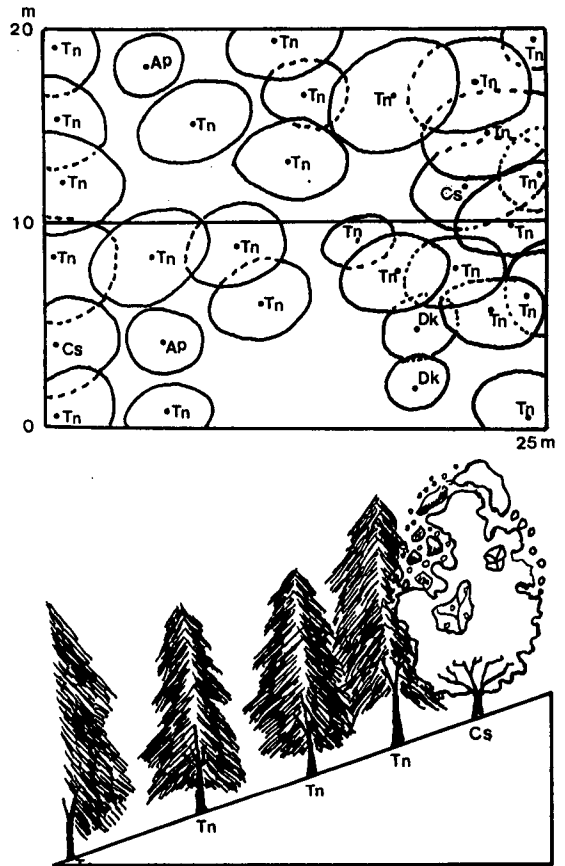


Figure 4. The crown projection and bisect in *T. nucifera* community. Tn : *T. nucifera*, Ap : *A. palmatum*, Cs : *C. sinensis*, Dk : *Diospyros kaki*.

식생의 보호가 요구되고 있다. 즉 비자나무는 음수로서 다른 나무의 그늘 아래에서 종자의 발아와 초기의 생육을 할 수 있기 때문에 下層植生の 保護가 요구된다. 또한 비자나무의 종자 채취 및 종자채취를 위한 下刈(풀각기)作業 등 인간의 간섭은 次世代의 후계림 형성을 위하여 배제되어야 하며, 비자나무 주위의 레크리에이션 행위에 의해 지력이 불량하여 치수의 생육이 불가능하다고 생각되는 지역에 대해서는 Trenching에 의한 根係競合을 除去시킴으로서 치수의 발생이 가능하도록 하는 방안 등의 다각적인 관리방안이 있어야 할 것으로 생각된다.

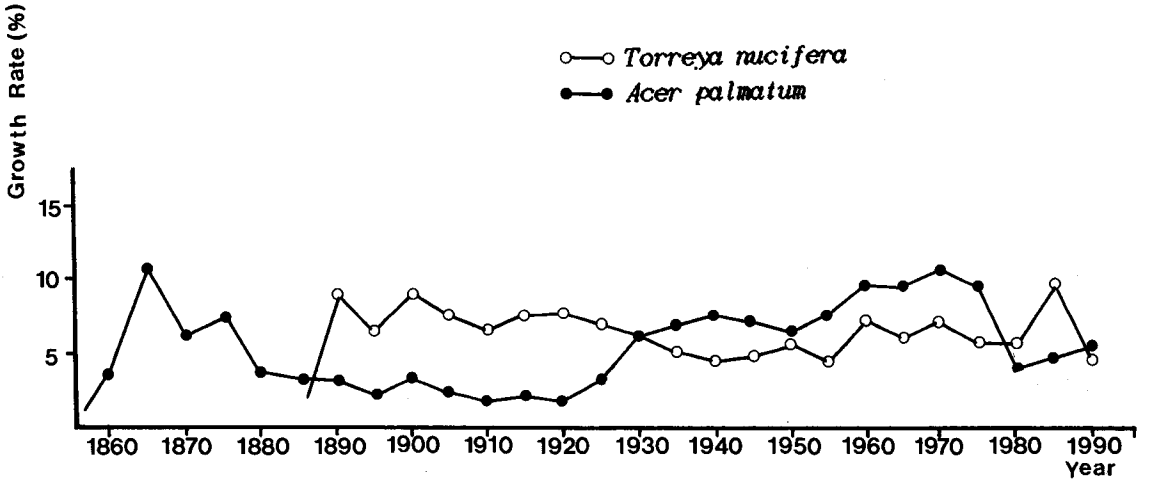


Figure 5. The growth rates of major woody species by the tree-ring sequence in *T. nucifera* community.

나. 굴참나무-단풍나무群集

Figure 6은 대표적인 굴참나무-단풍나무군집의 조사구에 대한 樹冠投影圖 및 立面圖를 나타낸 것으로 교목상층을 이루는 굴참나무는 수관의 발달이 왕성하여 매우 넓은 수관투영면적을 차지하고, 내장산의 이용동기와 가장 인상 깊었던 장소라고 응답⁸⁾한 단풍나무는 교목하층에 주로 분포하고 있으며 다른 수종들과 경쟁관계를 보이고 있다. 내장산국립공원의 독특한 식생경관을 이루는 굴참나무-단풍나무군집의 層位構造는 復層的(two-story) 식생층을 이루고 있다. 교목상층은 굴참나무가 매우 높은 상대우점치를 보이고 있으며, 교목하층의 경우는 단풍나무의 상대우점치가 높게 보이고 있다. 이러한 단풍나무는 아교목으로서 교목상층을 형성하지 못하고 副樹種(minor species)으로 교목하층에서 졸참나무, 산벚나무, 서어나무, 매죽나무들과 경쟁을 하고 있는 것으로 나타났다.

대표적인 굴참나무-단풍나무군집 내에서 비교적 정상적인 성장을 보이는 굴참나무, 졸참나무와 단풍나무에 대한 연간성장율의 변화로 굴참나무와 졸참나무는 비교적 정상적인 성장곡선을 보이고 있으나, 단풍나무는 최근에 들어 급격한 生長率의 低下로 亞喬木層에서 우점종으로 머물러 있을 뿐, 교목상층의 우점종으로 성장하기에는 어려움이 있을 것으로 생각된다.

Figure 7은 단풍나무의 胸高直徑(DBH)에 대한 수관투영면적과의 상관관계를 나타낸 그림으로서 이는 임분밀도를 설명하는데 생물학적인 원리를 적용한 것으로 수관투영면적은 그 줄기의 직경과 높은 상관을 지니고 있으며, 수고생장의 억압정도를 나타내는 좋은 기준으로 사용될 수 있다²⁷⁾.

그림에서 단풍나무의 수관투영면적과 흉고직경과의 회귀방정식은 $Y=2.18+0.19X(r^2=0.77)$ 를 보이고 있다. 이 식에서 흉고직경을 기준으로 단위면적당 단풍나무가 가질수 있는 最大樹冠面積(maximum crown area)值的 합계로 나타내는 단풍나무의 樹冠競爭係數(crown competition factor)는 전체평균이 100.1로서 단풍나무는 단위면적당 충분한 수관발달을 하고 있는 것으로 나타났으나, 흉고직경 3cm 이하에서는 76.4로서 충분한 수관면적을 이용하지 못하고 있었으며, 흉고직경 4cm 이상에서는 133.2로서 단풍나무가 갖는 최대수관면적의 2/3밖에 이용되지 못하고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 현재와 같은 굴참나무가 우점종인 숲에서 副樹種으로 자라고 있는 단풍나무의 성장은 제한을 받게 되어 내장산의 특색있는 단풍나무 경관은 지속될 수가 없을 것이다.

따라서 단풍나무의 자생적 식생경관을 인위적 재공간 내에 조성하는 방안 등으로 현재 내장사

지구대표소 - 일주문 사이의 잔디광장에 단풍나무 산책길을 조성하는 등 내장산국립공원의 단풍나무 식생경관을 찾는 이용객에게 욕구를 충족시킬 수 있는 개선안을 세우는 것이 좋을 것으로 생각된다.

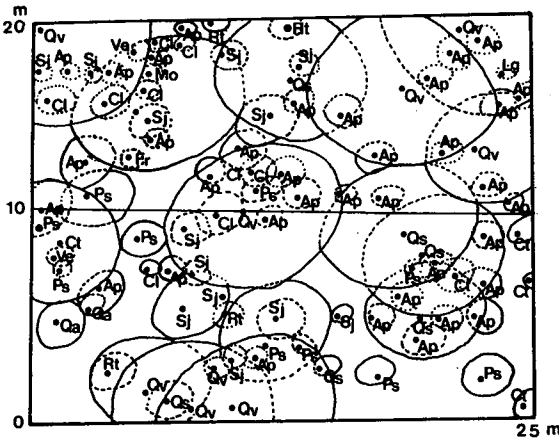


Figure 6. The crown projection and bisect in *Q. variabilis*-*A. palmatum* community.

Qv : *Q. variabilis*, Ap : *A. palmatum*, Ps : *P. sargentii*, Sj : *Sapium japonicum*, Cl : *C. laxiflora*, Mo : *M. oldhamii*, Qa : *Q. aliena*, Qa : *Q. serrata*, Lg : *L. glauca*, Ct : *C. tschonoskii*.

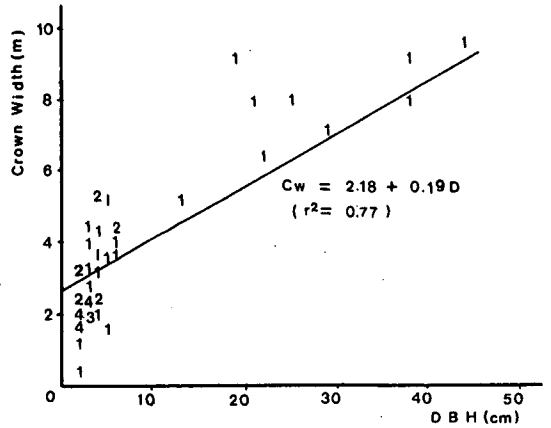
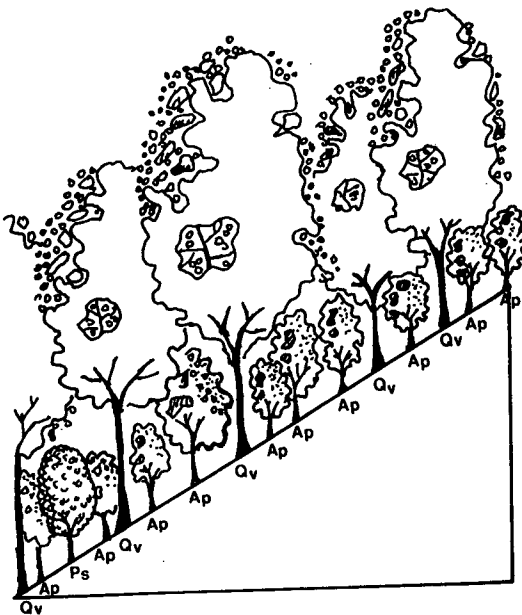


Figure 7. Correlation between the diameter of breast height(DBH) and crown raised plane at *A. palmatum*.

다. 굴참나무群集과 굴참나무-조릿대群集

1) 굴참나무群集

前報에서 내장산국립공원의 현존식생 중 단일식생군집으로 가장 넓게 분포하고 있는 굴참나무 군집의 수관투영도 및 입면도는 Figure 8에 나타난 바와 같이 층위구조는 다층적(multi-story)인 植生構造를 이루고 있으며 교목상층에는 굴참나무, 졸참나무 등의 수목이 상층수관을 이루며 넓은 수관투영면적을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 교목하층의 경우는 졸참나무, 느티나무, 서어나무, 쇠물푸레, 단풍나무, 덜꿩나무, 개웃나무, 노린재나무, 산가막살나무 등의 다양한 수종과 많은 개체수의 수목이 생육하고 있음을 보이고 있다.

굴참나무군집 내에 우점종을 이루며 성장하고 있는 굴참나무, 졸참나무의 성장특성은 초기에는 왕성한 성장을 보이고 후기로 갈수록 성장을 점차 감소하는 정상적인 生長曲線을 보이고 있다.

2) 굴참나무-조릿대群集

내장산국립공원의 하층식생으로 우점종을 보이는 조릿대 下位群集으로 대표적인 굴참나무-조릿대군집의 수관투영도 및 입면도는 Figure 9에서 보는 바와 같이 교목상층을 이루는 참나무류와 교목하층을 이루고 있는 관목류들에 의해 단순한 층위구조를 이루고 있다.

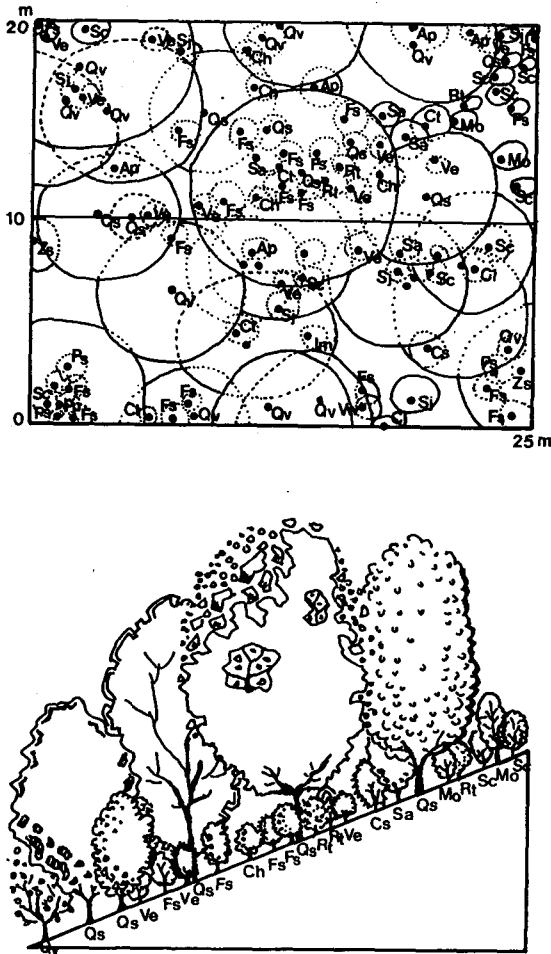


Figure 8. The crown projection and bisect in *Q. variabilis* community. Qv: *Q. variabilis*, Qs: *Q. serrata*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Ap: *A. palmatum*, Zs: *Z. serrata*, Cl: *C. laxiflora*, Ve: *V. erosum*, Fs: *F. sieboldana*, Ch: *Corylus heterophylla* var. *thunber*, Rt: *R. trichocarpa*, Mo: *M. oldhamii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Sj: *S. japonicum*, Im: *I. macropoda*, Ps: *P. sargentii*, Ct: *C. ischonoskii*, Vw: *V. wrightii*, Cs: *C. sieboldiana*.

삼림식생이 成木段階로 들어가면 식생이 層化가 일어나 관목류로 된 下層(sub-stratum)의 식생이 생겨나며, 시간이 경과 함에 따라 副林冠

層(subordinate stratum)이 뚜렷해진다²⁷⁾라는 결과와는 상이한 결과로서 이는 조릿대의 영향으로 생각된다. 또한 이러한 경향은 朴¹⁹⁾의 연구에서 조릿대는 조릿대가 나타나지 않는 지역에 대한 다른 연구와 비교 할 때 교목층 상부의 현존량을 증가시키는 반면에 조릿대가 존재함으로써 灌木類와 草本類의 현존량을 감소시킨다는 결과에 의하여 설명할 수 있겠다.

대표적인 굴참나무-조릿대군집 내에서 비교적 정상적인 생장을 보이는 굴참나무, 졸참나무의 성장특성으로 굴참나무는 비교적 정상적인 성장곡선을 보이며 생육하고 있는 반면에 교목하층에 생육하고 있는 졸참나무의 年間生長率 변화는 비록 20년생 정도의 林木이지만 20년이 넘어서자 성장율이 급격히 낮아져 조릿대의 영향에 의한 것으로 판단된다.

이상의 결과로서 조릿대는 교목상층을 이루며 성장하는 수목에는 비교적 적은 영향을 주고 있으나 교목하층을 구성하는 관목류 및 유묘의 성장에는 많은 영향을 주고 있는 것으로 思料된다.

3) 調查群集間의 比較

내장산국립공원의 단일 수종으로 가장 많은 식생군집을 이루고 있는 굴참나무군집 중 하층식생으로 조릿대가 나타난 지역과 나타나지 않는 지역에 대한 비교로서 굴참나무군집과 굴참나무-조릿대군집의 수관투영도 및 입면도를 나타낸 Figure 8과 Figure 9은 좋은 對照를 보이고 있다. 즉, Figure 8은 교목상층과 교목하층에 다양한 수종으로 많은 수목이 생육하고 있음을 보이고 있는 반면 Figure 9에서는 이와 상이한 그림으로 교목상층과 교목하층에 적은 個體數의 수종이 생육하고 있는 것으로 나타났다.

굴참나무군집과 굴참나무-조릿대군집의 층위구조 비교분석으로 굴참나무군집은 굴참나무와 졸참나무가 우점종을 이루며, 교목상층과 하층에서도 교목성인 다양한 수종이 생육하고 있음을 보이고 있는 반면에 굴참나무가 우점종으로 교목하층에 지피식생인 조릿대의 皮度가 높은 군집의 층위구조는 비교적 단순한 식생구조를 보이고 있다.

굴참나무군집내의 굴참나무와 졸참나무의 성장

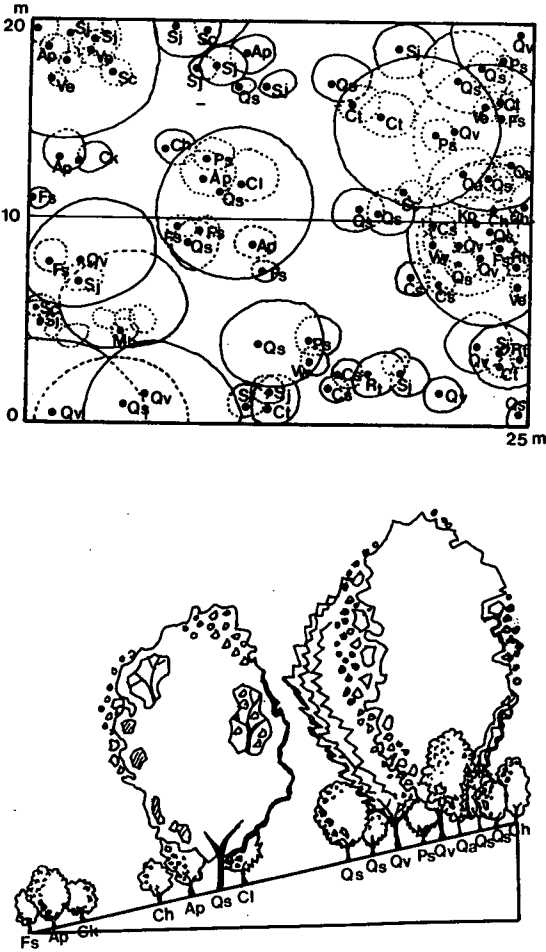


Figure 9. The crown projection and bisect in *Q. variabilis*-*S. purpurascens* community.
 Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Fs : *F. sieboldana*, Ve : *V. erosum*, Ap : *A. palmatum*, Sj : *S. japonicum*, Cs : *C. sinensis*, Sc : *Symplocos chinensis*, Vw : *V. wrightii*, Rt : *R. trichocarpa*, Ps : *P. sargentii*, Ch : *Corylus heterophylla* var. *thunber*, Qa : *Q. aliena*, Ct : *C. tschonoskii*, Ck : *C. kousa*, Cl : *C. laxiflora*.

관계는 굴참나무, 졸참나무 모두 정상적인 생장 곡선을 보이며 왕성한 생장을 보이고 있는 반면에 굴참나무-조릿대군집내의 졸참나무의 연간 생장을 변화는 비록 20년생 정도되는 林木이지만 20년이 넘어서자 생장율이 급격히 둔화되고

있으며, 이는 하층식생인 조릿대의 영향에 의한 것으로 思料되는 生長特性을 보이고 있다.

이상 결과에서 내장산국립공원 하층식생으로 優點種을 보이는 조릿대는 상록활엽수이며 수고 1~2m로서 지하경에 의해 매우 빠른 속도로 번식하고, 物質生長量이 높은 수종으로 교목상층과 하층의 활엽수 種子의 發芽 및 生長에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상이 계속되면 교목상층, 하층에서 우점종을 이루고 있는 수종 이더라도 후계림의 형성이 어려워 持續的인 植生 遷移가 이루어지지 못함으로, 내장산국립공원 삼림식생의 천이과정에서 예상되는 식생경관이 연출되지 못하여 예상치 못하는 경관을 이루게 될 것으로 생각된다.

따라서 조릿대가 무성하게 자라고 있는 지역, 특히 자연보전지구의 일정범위 내에 초식동물인 노루, 고라니, 산토끼, 설치류 등을 방사하여 生態的인 방법에 의해 조릿대를 除去하는 방법을 실험적으로 실시하고, 이러한 효과에 대한 기대가 把握되면 그 범위를 자연보전지구의 전역으로 확대 조정하여 초식동물의 보호와 식물군집의 보전을 위해 인간의 출입을 통제하여 식물군집에 대한 물리적 환경의 변화를 막을 수 있도록 하여야 한다.

라. 굴거리나무群集

내장산국립공원에 자생하고 있는 굴거리나무는 우리나라 天然記念物 第 91號로서 내장산국립공원이 生育北限界를 이루며 상록활엽수로서 이곳의 독특한 식생경관을 이루고 있는 수종이다. 굴거리나무가 우점종인 대표적인 군집의 수관투영도 및 입면도는 Figure 10과 같다.

굴거리나무군집의 層位構造는 교목상층에 양수인 졸참나무가 우점종을 보이고, 교목하층에 음수인 굴거리나무가 우점종을 보이고 있으나 사람 주나무, 쇠물푸레나무, 때죽나무, 개서어나무 등의 활엽수들과 활발한 경쟁을 보이고 있다. 예상되는 천이는 현재와 같은 식생구조를 계속적으로 保全·維持된다면 교목하층에서 절대적인 우위를 점하고 있으며, 生長率에 있어서도 굴거리나무가 비록 수령이 40년생 이하의 수목이지만 후

기의 생장이 졸참나무, 신갈나무 보다 약간 높은 생장율을 보이고 있어 굴거리나무가 우점종인 군집으로 변화가 예상된다.

그러나 현재 굴거리나무는 개체수가 많은 다른 활엽수들과 競爭關係에 있어 정상적인 생육에 영향을 받고 있는 생장곡선을 보이고 있어 굴거리나무가 集團으로 서식하고 있는 지역에 한하여 亞喬木層을 이루는 참나무류에 대해서는 선별적인 제거방안이 필요할 것으로 생각된다. 또한, 굴거리나무군집은 비교적 이용객이 많이 모이는 케이블카 승강대 우측의 북서사면과 금선계곡의 남서사면에 주로 분포되어 있어, 이용객들이 쉽게 접근할 수 있는 곳으로 採取 및 踏壓에 의한 根係露出 등의 인위적인 피해 현상이 나타나고 있다.

이러한 국립공원 내의 생물체인 천연기념물은 공원의 중요한 관광, 경관, 학술자원임을 인식하여 보다 적극적인 보전방안이 필요하며, 또한 단목이 아닌 植物群落으로 지정된 굴거리나무군집은 생태계가 한번 파괴되면 전체 군집의 원형을 상실하게 되어 그의 회복이 거의 불가능하다. 따라서 식물군집의 생태계에 영향을 주는 일정범위까지는 사람의 출입을 완전히 통제하고, 이용을 규제하며, 주기적인 학술조사를 실시하여 보다 과학적인 管理方案이 수립되어야 할 것으로 생각된다.

3. 植生景觀 保全·管理를 위한 綜合 考察

가. 一般植生群集

前報(李奎完·沈慶久; 1993)에 보고된 내용과 본 연구결과를 綜合하여 내장산국립공원 전체적인 植生景觀은 참나무류가 전체 삼림면적의 49.1%를 차지하고 있어 내장산국립공원의 식생구성에 있어 우점종을 이루고 있다. 이러한 지역은 李⁸⁾의 연구에서 우리나라의 대부분의 삼림생태계의 우점종 지역으로서 생태적 천이단계에서 발전단계에 있는 자연림으로서 철저히 보존 해야 할 귀중한 자연생태계지역이라고 하였다. 또한 李¹²⁾는 삼림생태계가 파괴되면 야생동물의 종이 감소되고 표토유실과 토양의 보수기능이 저하되

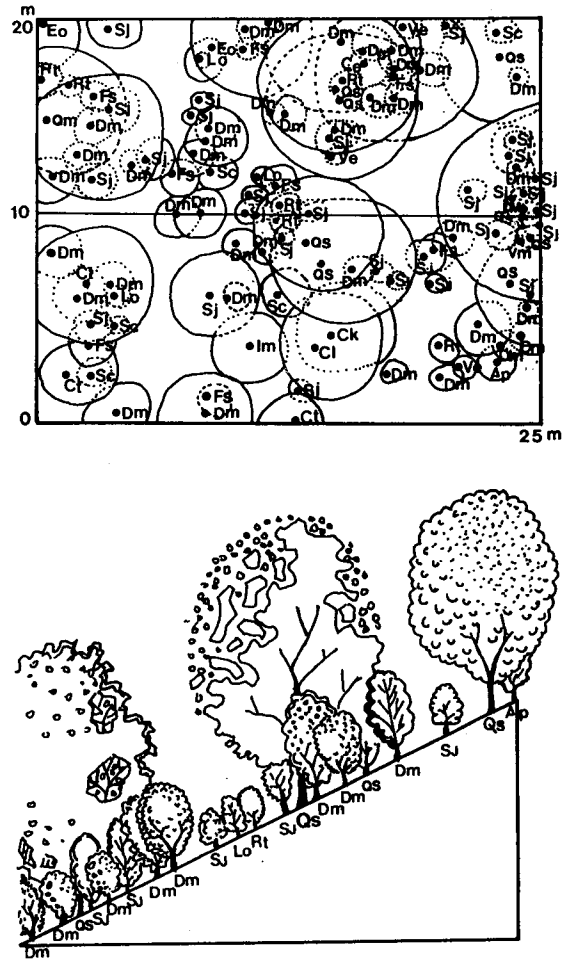


Figure 10. The crown projection and bisect in *D. arcropodum* community.

Dm : *D. macropodum*, Qs : *Q. serrata*, Cl : *C. laxiflora*, Ct : *C. tschonoskii*, Sk : *Sapium japonicum*, Fs : *F. sieboldana*, Ve : *V. erosum*, Lo : *L. obatusiloba*, Rt : *R. trichocarpa*, Ap : *A. palmatum*, Im : *I. xmacropoda*, Ck : *Cornus kousa*, Sc : *S. chinensis* for. *pilosa*, Qm : *Q. mongolica*.

는 등의 副作用이 발생된다고 하였다. 따라서 삼림식생 遷移進行에 따라 극상림의 식생구조가 예상되는 지역에 대해서는 현재 자연환경지역으로 지정되어 있는 곳은 자연보전지역으로 그 용도지역의 변경이 요구된다. 李¹²⁾는 우리

나라 국립공원에서는 보존대상의 생물종을 중심으로 자연보존지구를 재설정하고 자연공원법규상에 규정하는 대로 보존을 철저히 시행되어야 한다고 하였다.

이렇게 함으로서 울창한 삼림식생을 이루게 되면 식생에 의해 水源含量이 많아짐으로서 계곡에 지속적인 수량을 유지할 수 있을 것이며 지속적인 수량의 확보는 물고기의 생육을 가능하게 하고, 또한 많은 곤충이 모여 들게될 것이다. 곤충이 많이 많이 모여드는 장소에는 조류들이 모이게 되어 자연적으로 生態系의 循環이 유지되어 지속적인 아름다운 식생경관이 연출될 것이다.

나. 特定植生景觀

내장산국립공원의 특정식생군집인 비자나무군집, 굴참나무-단풍나무군집, 굴참나무군집, 굴참나무-조릿대군집, 굴거리나무군집의 保全과 管理를 위한 종합적인 제안을 하였다.

비자나무군락은 내장사의 원적암 주위와 백양사 주위에 주로 분포하고 있으며, 비자나무의 열매는 약재와 이용객들에게 판매되고 있어 매년 마을주민들과 이용객들에 의해 채취되고 있으며, 또한 마을주민들은 종자의 채집을 위한 下刈(풀각기)作業을 함으로서 하층식생과 치수가 제거되어 후계림을 형성할 수 있는 치수의 생육이 거의 없는 실정이다. 따라서 음수인 비자나무의 종자의 발아와 생육을 위해서 하층식생의 보전과 관리가 절대적으로 필요하다. 또한 내장사지구의 원적암 앞의 수령 600년 이상되는 비자나무군집은 현재 생장율이 저하되고 있어 군집의 파괴가 예상되는 바 이에 대한 특별한 보호대책이 요구되고 있다.

내장산국립공원의 독특한 식생경관으로 유명한 단풍나무는 교목상층수관을 이루지 못하고 우점종인 참나무류의 교목하층에서 副樹種으로 군집을 이루고 있다. 단풍나무의 흉고직경에 대한 수관투영면적과의 관계를 분석한 결과에서 교목상층의 참나무류에 의한 피압과 교목하층 수종들과의 경쟁으로 단풍나무의 세력이 확장되지 못하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구의 결과를 토대로 교목상층을 이루고 있는 참나무류는

단풍나무와 생태적지위를 같이하고 있지 않는 점 등 이에 대한 충분한 연구 검토 후에 잔디광장에 단풍나무 산책로를 조성하는 계획과 또한 다양한 葉色의 단풍나무를 人工植栽空間에 생태적인 군식을 함으로서 이용객들에게 내장산 특유의 단풍나무 식생경관을 감상할 수 있는 기회의 부여 등, 다각적인 方案이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

하층식생으로 우점종을 보이고 있는 조릿대는 수목의 성장과 후계림을 형성할 수 있는 치수의 생육에 많은 영향을 주고 있어 하층식생으로 조릿대가 우점종인 곳은 내장산국립공원 삼림식생의 일반적인 천이진행에 의해 예상되는 식생경관과 상이한 경관이 예상되고 있다. 따라서 국립공원의 일정범위 내에 초식동물들을 방사하는 등 生態的인 方法에 의한 조릿대 除去방안이 수립되어야 하겠다.

굴거리나무군락은 금선계곡의 남서사면과 케이불까 승강대 우측의 북서사면에 주로 분포하고 있으며, 이 곳은 비교적 사람이 쉽게 접할 수 있는 곳으로 채취 및 답압에 의한 인공적인 파괴현상을 나타내고 있다. 이는 굴거리나무와 군집을 이루고 있는 천연기념물인 군집의 생태계가 한번 파괴되면 그 전체 군집의 원형을 상실하게 되어 회복이 거의 불가능하다. 그러므로 이와 같이 군집을 이루는 굴거리나무의 보전을 위하여 사람의 출입을 완전히 통제하고 週期的인 學術調査를 실시하여 체계적인 보전관리의 방안이 수립하도록 해야 할 것이다.

IV. 結 論

內藏山國立公園의 森林植生景觀의 植物群集造에 대하여 DCA, CCA ordination을 이용하여 森林群集과 環境要因과 관계를 종합적으로 분석하고, 내장산국립공원의 특정식생군집으로 비자나무군집, 굴참나무-단풍나무군집, 굴참나무군집, 굴참나무-조릿대군집, 굴거리나무군집에 대한 층위별 종구성상태와 生長特性을 비교분석하여 生態的인 調和와 均衡으로 안전된 내장산국립공원 식생경관의 保全·管理를 위한 研究結果를

要約하면 다음과 같다.

1. 土壤環境을 DCA와 CCA ordination 분석한 결과 천이의 진행에 따라 토양의 화학적 성질인 토양산도, 유효인산, 치환성염기용량은 높은有意性을 갖고 증가하는 경향을 보이고 있으며, 주요수종과 토양환경과의 상관관계는 비교적 양료가 많은 곳에서는 서어나무, 개서어나무가, 중간인 곳에 졸참나무, 굴참나무가, 척박한 곳에 소나무, 화백, 떡갈나무 등이 주로 분포하고 있는 것으로 나타났다.

2. 特定植生群集에 대한 분석으로 天然記念物 제 153호인 비자나무군집은 후계림을 형성하는 치수의 발달이 전혀 없었으며, 성장특성에 있어서도 기후적인 영향과 인간의 간섭에 의한 피해로 나타나는 성장곡선을 보이고 있어 현재의 식생구조는 변화가 예상된다.

3. 내장산의 독특한 식생경관을 이루는 단풍나무는 교목하층에 주로 분포하는 副樹種으로 군집을 형성하고 있었으며, 교목하층에서 졸참나무, 산벚나무, 서어나무 등과 경쟁을 하고 있는 것으로 나타났다. 또한 단풍나무는 단위면적당 충분한 수관발달을 하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

4. 굴참나무군집과 조릿대가 하층식생으로 발달된 굴참나무군집은 교목상층과 하층에서 매우 현격한 차이의 種構成狀態를 보이고 있으며, 군집내 주요수종의 성장관계에 있어서도 前者의 경우는 비교적 정상적인 성장곡선을 보이고 있는 반면에 後者の 경우는 20년생 정도의 立木이지만 20년이 넘어서자 성장율이 급격히 낮아지는 현상을 보이고 있다.

5. 내장산국립공원이 生育北限地域인 굴거리나무군집은 교목하층에서 굴거리나무가 優點種으로 다른 활엽수들과 경쟁을 보이고 있으며, 성장특성은 비교적 정상적인 성장곡선으로 교목상층의 졸참나무, 신갈나무 보다 다소 높은 성장특성을 보이고 있어, 지속적으로 현재의 식생구조가 維持된다면 굴거리나무가 극상인 군집이 예상된다.

引用 文 獻

1. 藤井英二郎, 陳內巖(1979) “關東地方にけるマツ平地林の林床管理と植生遷移(Ⅰ), 一種組成と生活型組成(種數による)について”, 「日本林學會誌」, 61(3) : 76~82.
2. Fujii, E., S. Tatsumi and J. Zinnai(1979) “Studies on the relationship between the management of floor layers and the succession of *Pinus* plain forests in Kanto region(Ⅱ), The dynamic of the life-forms”, *J. Jap. For. Sci.*, 61 : 273~279.
3. 井上康平(1980) “植生管理のための植物社會學的基礎調査”, 「應植研」, 9 : 28~38.
4. 重松敏則(1983) “Recreation林における下刈り, 光, 踏壓の諸條件が林床植生に及ぼす效果”, 「造園雜誌」, 46(5) : 194~199.
5. 姜倫淳, 吳桂七(1982) “光陵 森林群集에 對한 Ordination 方法의 適用”, 「韓國植物學會」, 25(2) : 83~99.
6. 高橋理喜南, 龜山 章(1987) 「綠の景觀と植生管理」, Soft Science publications. Toko. p.237.
7. 엄정국, 문경일(1989) 「통계분석을 위한 SPSS/PC+」, 永進出版社, 서울. p.465.
8. 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 關한 研究」, 서울시立大學校 造景學科. p.100.
9. 李景宰, 吳求均(1988) “國道立公園 森林景觀資源의 管理對策(Ⅲ), 一內山國立公園 내장사지구一”, 「國立公園」, 39/40 : 20~25.
10. _____, 박인협, 조재창, 오충현(1990) “속리산 삼림구조에 관한 연구(Ⅱ), 一Classification 및 Ordination에 의한 식생분석一”, 「응용생태연구」, 4(1) : 33~43.
11. _____, 趙在昌, 柳彰熙(1990) “Classification 및 Ordination 方法에 의한 용문산 삼림의 식물군집 구조분석”, 「植物學會誌」, 33(3) : 173~182.
12. _____(1991) “자연공원의 생태계 파괴현황과 방지대책”, 「대구대학교 농업기술정보」, 5 : 31~44.
13. _____, 柳彰熙, 禹鐘瑞(1991) “王陵의 植生景觀構造 및 管理對策에 關한 研究(Ⅲ), 一隆建陵 植物群集의 遷移一”, 「韓國造景學會誌」, 19(3) : 41~54.
14. _____, 구관효, 최재식, 조현서(1991) “Classification 및 Ordination 方法에 의한 지리산 대원계

- 곡의 삼림군집구조 분석”, 「응용생태연구」, 5(1) : 54~67.
15. Machena, C.(1987) “Zonation of submerged macrophyte vegetation in Lake Kariba, Zimbabwe and its ecological interpretation”, *Vegetatio*, 73 : 111~119.
 16. Michael, L. C.(1989) “The analysis of angular data in ecological field studies”, *Ecology*, 70(5) : 1540~1543.
 17. Morandini, R.(1978) “Survey and analysis for forestry and soil protection in Italy”, *Landscape Planning*, 5 : 181~192.
 18. Moss, M. R.(1988) *Landscape ecology and management*, Polyscience publications Inc., Canada. p.240.
 19. 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.
 20. Schweingruber, F. H.(1987) *Tree rings*, Library of congress, New York. p.261.
 21. 徐丙秀, 金世泉, 李奎完, 朴種旻, 李昌憲(1991) “智理山國立公園 道路비탈면의 植生과 景觀分析에 관한 研究(I), -植生調査分析-”, 「韓國造景學會誌」, 19(2) : 75~91.
 22. 石坂建彦(1985) “大規模綠地における植生管理のための基礎的研究(III), -アカマツ林の下刈り放置後回の植生變化-”, 「應植研」, 14 : 9~18.
 23. 宋鎬京(1985) 「鷄龍山 森林 群集型과 그의 構造에 관한 研究」, 서울大學校 大學院 博士學位論文. p.54.
 24. _____(1990) “DCCA에 의한 鷄龍山과 德裕山の 森林群集과 環境의 相關關係 分析”, 「韓國林學會誌」, 79(2) : 216~221.
 25. ter Braak, C. J. F.(1988) “CANOCO—an extension of DECORANA to analysis species—environment relationships”, *Vegetatio*, 75 : 159~160.
 26. Veno, P. A.(1976) “Successional relationships of five Florida plant communities”, *Ecology*, 57 : 498~508.
 27. 任慶彬 外(1991) 「新高 造林學原論」, 鄉文社. 서울 p.467.