

內藏山國立公園의 植物群集 및 利用行態에 관한 연구(I)^{1*}
— Ordination 방법에 의한 植生構造分析 —

李景宰² · 吳求均³ · 趙在昌²

Studies on the Structure of Plant Community and Visitor's
Activities in Mt. Naejang National Park (I)^{1*}

— Analysis of the Vegetational Structure
by the Ordination Techniques —

Kyong Jae Lee² · Koo Kyoon Oh³ · Jae Chang Jo²

要 約

內藏山國立公園 內藏寺地區의 現存植生 및 植生群集構造分析을 위하여 22개소에 調査區를 설치하고 植生 調査를 실시하여 4가지의 ordination 방법(PO, PCA, RA, DCA)을 적용하였다. 現存植生の 면적중 굴참나무군집, 신갈나무군집이 전체의 31.27, 20.77%이었으며, 또한 참나무류의 면적이 70.96%로 참나무류가 내장사지구 森林植生の 優占種이었다. 綠地自然度 9, 8, 7, 6의 면적구성비는 각각 30.9, 67.4%, 0, 0.02%이었다. 주요수종의 直徑分佈에 의한 動態分析結果 소나무군집은 참나무류군집으로, 참나무군집은 서어나무군집으로 遷移가 進行되고 있었다. 본 연구에서는 DCA 방법이 가장 효과적으로서 소나무군집과 활엽수군집으로 분리되었다. DCA에 의하여 추정된 遷移過程은 喬木上層에서 소나무→굴참나무, 갈참나무, 팔배나무, 굴피나무→나도밤나무, 서어나무, 물푸레나무, 느티나무, 층층나무의 순이었고, 喬木下層 및 灌木層에서는 진달래, 철쭉, 참싸리, 개웃나무→매죽나무, 굴거리나무, 노린재나무, 사람주나무→참회나무, 참빗살나무, 비목나무의 순이었다.

ABSTRACT

To investigate the structure of the plant community of the Naejang Temple District in Mt. Naejang National Park, 22 plots were set up by the vegetation physiognomy and vegetation analysis by four kinds of ordination techniques(PO, PCA, RA and DCA) was carried out. Pure and mixed forest community of *Quercus variabilis* and *Q. mongolica* were major forest communities and each of them covered 31.27 and 20.77%, respectively. The degree of human disturbance of vegetation 9, 8, 7 and 6 area covered 30.9, 67.0, 0 and 0.02%, respectively. According to stand dynamic analysis by DBH class distribution, the present *Pinus densiflora* and

¹ 接受 3月 11日 Received on March 11, 1988.

² 서울市立大學校 文理科大學 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea.

³ 서울大學校 大學院 Graduate School, Seoul National University, Suwon 440-744, Korea.

* 本 研究는 1986年度 文敎部 自由課題 學術研究造成費에 의해 이루어졌음.

Quercus communities may be succeeded to *Carpinus laxiflora* communities. DCA was the most effective method of this study. DCA ordination showed that successional trends of tree species seem to be from *P. densiflora* through *Q. variabilis*, *Q. aliena*, *Sorbus alnifolia*, *Platycarya strobilacea* to *Carpinus laxiflora*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Zelkova serrata*, *Cornus controversa* in the tree layer, and from *Rhododendron mucronulatum*, *Rh. schlippenbachii*, *Lespedeza cyrtobotrya*, *Rhus trichocarpa* through *Styrax japonica*, *Daphniphyllum macropodum*, *Sapium japonicum* to *Euonymus oxyphyllum*, *E. sieboldiana*, *Lindera erythrocarpa* in the subtree layer.

Key words ; vegetation structure ; ordination technique ; succession trend .

緒 論

國立公園은 국토내의 원시지역 또는 경관적, 역사적, 학술적으로 가치가 있는 지역의 보존을 위하여 국가에서 지정하는 일종의 自然公園인 것이다. 이러한 국립공원의 취지에 따라 세계각국에서 지정한 국립공원은 1872년 Yellowstone 국립공원의 지정을 효시로 지금까지 140여개국에 걸쳐 1,200개소에 달하며¹⁸⁾ 이들 가운데 대부분은 山岳公園으로서 그 주요는 自然保護의 요구와 더불어 계속 증가하고 있다.

우리나라에서는 1967년 3월에 公園法이 제정되어 1967년 12월에 智異山을 효시로 1987년 현재 17개 國立公園이 지정되었고, 그 면적은 남한전체행정구역 면적의 3.2%를 차지하고 있으며, 앞으로도 국민들의 자연에 대한 선호도의 증가에 따라 국립공원면적은 계속 증가하리라 생각된다.

國立公園은 양적으로는 현저하게 증가하고 있으나 국립공원지정의 근본취지를 살릴 學術的 研究, 開發 및 管理計劃의 미비로 국립공원의 체계적인 보호와 합리적 이용상의 문제점들이 제기되고 있다. 따라서, 국립공원지역에 대한 충분한 학술적 연구를 수행하여 공원지역내 自然資源의 保護 및 利用管理計劃을 체계적으로 수립하여 자연환경의 수용능력에 따른 適正利用水準을 유지할 국립공원이용 및 보호관리대책이 계획되어야 할 것이다.

內藏山國立公園은 1971년 11월 17일에 국립공원8호로 지정된 이후 좁은 면적 (76.03km²)에 연간 100만명이상의 利用客이 가을철에 집중되어 自然環境에 여러가지 악영향을 미치고 있다. 이에 본 연구는 內藏山國立公園地域의 自然環境實態 및 利用者의 心理를 분석하여 자연자원보호 및 관리계획에 필요한 기

초자료를 제공하는데 그 목적이 있으며, 本報(제1보)에서는 ordination방법에 의한 植物群集構造를 분석하는데에 국한하였다.

研究 方法

1. 調查地 概況

內藏山國立公園의 지리적 위치는 동경 126°48' ~ 126°56', 북위 35°24' ~ 35°31' 이고, 全北의 井州市, 井邑郡, 淳昌郡, 全南의 長城郡에 걸쳐 자리잡고 있으며, 전체면적은 76.03km²이다. 전북지역에 속하는 면적은 43.08km²인데 이중 內藏寺주위의 9봉(月迎峯-佛出峯-가치峯-將軍峯)의 안쪽 지역을 본조사대상지로 정하고 內藏寺地區로 칭하였는 바 그 면적은 631.44ha이었다. 한편, 본조사대상지는 土地用途區分상 自然保存地區에 속하는 것이다.

中央氣象臺 井州分室(해발고 30m에 위치)에서 측정된 1972~1986년의 15년간 기상자료의 평균치에 의하면 年平均氣溫 12.4℃, 平均最高氣溫 18.1℃, 平均最低氣溫 7.3℃, 年降水量 1,360.3mm이고, 溫度指數 및 寒冷指數는 각각 104.5℃, -14.1℃이었다. 본조사지는 해발 250~760m의 범위이므로 해발고 100m에 따라 평균기온 0.55℃씩 감소한다는 실²²⁾에 따라 환산하면 內藏寺地區의 연평균기온은 8.4~11.2℃로서 溫帶中部林에 해당하며 落葉闊葉樹가 優占種으로 출현할 수 있는 지역이다.

내장사지구의 土性은 砂質壤土 및 植質土가 주를 이루고, 경사는 30~40°의 急傾斜地로 하천의 유량이 적고 산사태가 빈번히 발생한다.

2. 調查方法

(1) 現存植生 및 綠地自然度 調查

현지에서의 植生相觀과 22개 方形區調查區의 上層

林冠의 우점종에 따라 現存植生圖를 작성하였다. 綠地自然度圖는 現存식생과 인간의 간섭의 정도에 따라 10등급⁸⁾으로 구분하여 작성하였다.

(2) 植生調査 및 構造分析

1) 調査區 設定

自然植生地域의 現存식생을 고려하여 Fig. 1과 같이 22개의 調査區를 설정하였고, 각 조사구에는 임의로 5개의 方形區를 설치하였다. 각 방형구크기는 喬木의 上·下層群 10×10m, 灌木層 5×5m로 하였다. 層位區分은 Monk의 방법¹²⁾을 참조하여 胸高直徑(DBH) 2cm이상의 수목군을 喬木層, 2cm이하를 灌木層으로 하였고, 교목층은 위치에 따라 교목상층, 교목하층으로 나누었고, 본조사는 1987년 7월에 실시하였다.

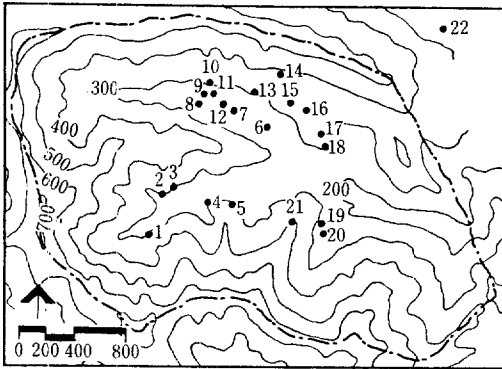


Fig. 1. Location map of study area, Naejang Temple district, and investigated plots. 1 to 22 is investigated plot number, respectively.

2) 環境調査

조사구별로 方位, 傾斜度, 海拔高를 조사하였고 토양층 A, B층에서 토양시료 0.5kg씩을 채취하여 실험실로 운반, 土壤含水量, 土壤酸度, 有機物含量을 Page¹³⁾의 방법에 의하여 분석하였다.

3) 植生構造分析

방형구별로 교목 상·하층수목은 DBH를, 관목층 수목은 樹冠投影面積을 측정하여 수종별로 植生調査를 하였다. 이상의 자료를 Curtis & McIntosh²⁾ 방법에 의한 相對優占值(importance value : I.V)와 평균상대우점치(Mean I.V : M.I.V.)를 계산하였고, 種多樣度(species diversity : H'), 最大種多樣度(maximum species diversity : H'max), 均在度

(evenness : J'), 優占度(dominance : D)는 Shannon의 수식¹⁶⁾, 類似度指數(similarity index : S.I.)는 Whittaker의 수식¹⁹⁾을 이용하였다.

(3) ordination 分析

식생자료중에서 ordination분석에 필요한 合成值를 Gauch⁴⁾의 방법에 따라 구하였다. ordination분석은 polar ordination(PO), principal component analysis(PCA), reciprocal averaging(RA), detrended correspondence analysis(DCA)의 방법을 사용하였다. PO는 Bray & Curtis의 방법¹⁾, PCA는 Gauch의 방법³⁾, RA와 DCA는 Hill의 방법^{6,7)}을 이용하였다. 이상의 모든 분석은 서울市立大學校 造景生態學研究室에서 개발된 plant data analysis package(PDAP)와 SAS package를 프로그램으로 이용하였고, IBM-PC와 VAX/780을 사용하였다.

結果 및 考察

1. 現存植生

植生相觀과 22개 조사구 優占種의 분석결과로 現存植生圖를 Fig. 2와 같이 작성하였으며, 植生群集別 면적은 Table 1과 같다. 內藏寺地區의 現存식생중 굴참나무군집(197.48ha)이 31.27%로 가장 높은 비율을 차지하고 있고 또한 신갈나무군집(131.16ha)이 20.77%, 기타 참나무류군집(119.42ha)이 18.91%로서 참나무류가 優占種인 지역이 모두 448.06ha로서 전체지역(631.44ha)의 70.96%를 차지하여

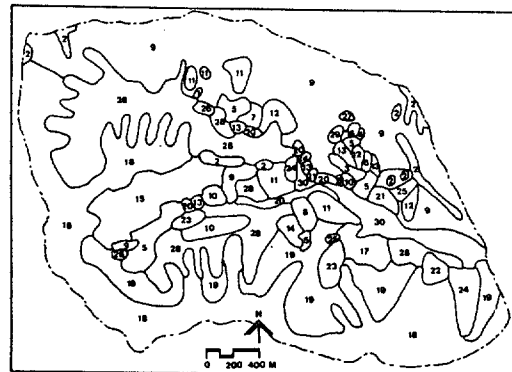


Fig. 2. Map of actual vegetation of Naejang Temple district. Legends of community numbers are the same as Table 1.

Table 1. Rate of actual vegetation coverage of the surveyed area in the Naejang Temple district.

No.	Community	Area (ha)	Percentage	No.	Community	Area (ha)	Percentage
1	<i>Torreya nucifera</i>	0.16	0.03	17	<i>Q. aliena-C. controversa</i>	7.72	1.22
2	<i>Pinus densiflora</i>	9.40	1.49	18	<i>Q. mongolica</i>	131.16	20.77
3	<i>P. densiflora-Quercus aliena</i>	1.72	0.28	19	<i>Q. mongolica-Q. aliena</i>	69.44	11.00
4	<i>Larix leptolepis</i>	0.28	0.04	20	<i>Zelkova serrata</i>	6.16	0.98
5	<i>Carpinus laxiflora</i>	15.16	2.40	21	<i>Z. serrata-C. laxiflora</i>	2.44	0.39
6	<i>C. laxiflora-Acer palmatum</i>	0.84	0.13	22	<i>Z. serrata-Q. mongolica</i>	3.08	0.49
7	<i>C. laxiflora-Cornus controversa</i>	2.60	0.41	23	<i>Z. serrata-Lindera erythrocarpa</i>	5.84	0.92
8	<i>C. laxiflora-C. controversa - Daphniphyllum macropodum</i>	2.48	0.39	24	<i>Z. serrata-A. palmatum</i>	8.56	1.36
9	<i>Quercus variabilis</i>	197.48	31.27	25	<i>A. palmatum</i>	1.96	0.31
10	<i>Q. variabilis-C. laxiflora</i>	7.64	1.21	26	<i>C. controversa</i>	0.60	0.10
11	<i>Q. variabilis-A. palmatum</i>	10.52	1.67	27	<i>Sasa coreana</i>	0.32	0.05
12	<i>Q. aliena</i>	5.48	0.87	28	Mixed broad-leaved forest	92.84	14.70
13	<i>Q. aliena-C. laxiflora</i>	3.64	0.58	29	Secondary prairie	0.68	0.11
14	<i>Q. aliena-C. laxiflora - D. macropodum</i>	2.64	0.42	30	Lown grassland	10.00	1.59
15	<i>Q. aliena-Q. variabilis</i>	29.88	4.73				
16	<i>Q. aliena-A. palmatum</i>	0.72	0.11				
				Total		631.44	100.00

2차식생인 참나무류가 내장사지구의 우점종임을 알 수 있다. 참나무류군집은 본조사지역중 주로 건조한 산정상과 능선부에 주로 분포하는데, 西來峯-望海峯地域은 굴참나무, 神仙峯-將軍峯地域은 신갈나무가 우점종이었다. 溫帶林的 極相樹種¹¹⁾인 서어나무가 우점종인 군집은 21.08ha(3.34%)로서 그 세력이 미약하며 주로 금선목포계곡에 위치한다. 온대림의 土地的 準極相林²¹⁾인 소나무군집은 11.12ha로서 전체의 1.17%를 차지하여 거의 도태의 상태를 나타낸다.

內藏山の 상징수종으로 알려진 단풍나무는 사랑의 다리에서 佛出峯쪽으로 300m 정도 올라가면 400~500년생이 10여주가 集團을 형성하고 있으며, 이외에 단풍나무가 우점종인 지역은 20.74ha(3.31%)이나 큰 집단은 형성하지 못하고 있다. 현재 생육중인 단풍나무는 주로 굴참나무밑에 중층으로 발달되어 있으며, 고내장-원적암에 이르는 산책로 주변에 많이 분포한다.

2. 綠地自然度

現存植生을 기본으로 自然環境에 가해진 人爲的인程度에 따라 10등급으로 구분·작성한 綠地自然度圖를 Fig.3에 나타냈다. 자연도9의 면적이 30.9%인데 주로 계곡주위에 위치하는 곳으로 인위적 간섭에 대한 耐性이 약한 곳으로 절대보전되어야 하나 탐방객의 무질서한 이용으로 파괴현상이 나타나고 있다.

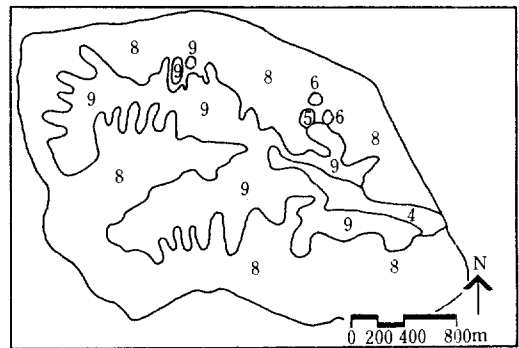


Fig. 3. Map of degree of human disturbance of vegetation of Naejang Temple district. (4 : secondary prairie I. 5 : secondary prairie II. 6 : Plantation 7 : Secondary forest I. 8 : Secondary forest II. 9 : Natural forest)

자연도8은 20~50년생의 2차림이 생육하는 곳으로 전체의 67.4%가 되며 주로 능선에 분포하는데 이곳도 절대보전하여 자연도9로 발전할 수 있도록 해야 하나 입산통제가 없는 현재와 같은 관리로는 기대하기가 어렵겠다. 특히 본 조사지역은 自然保存地區이므로 철저한 보호로 모든 지역이 자연도9에 도달되도록 하여야 할 것이다. 자연도6, 5 및 4는 각각 0.02%, 0.1%, 1.6%이었다. 한편 雪岳山の 자연도9, 8, 7, 6의 비율은 각각 12.2%, 63.8%, 20.2%, 1.9%이었고¹⁰⁾ 北漢山地區의 비율은 각각 0%, 82.

6%, 0%, 12.7%¹⁵⁾로서 우리나라 國立公園의 자연 환경에 대한 인간간섭의 정도가 매우 높음을 알 수 있다.

3. 植生構造分析

(1) 環境要因

Table 2는 조사구별의 一般의 概況을 보인 것이다. 방위는 대체로 남사면이 많았고, 경사는 10~20°가 주를 이루며 해발고는 대체로 250m이상이었다. 土壤含水量은 식생조사시에 함께 시료를 채취하였는데 장마철인 관계로 그 값이 높았다. 有機物含量은 조사구19인 단풍-느티나무군집이 22.9%로 가장 높았고 조사구22인 소나무군집이 7.3%로 가장 낮았다. 土壤酸度는 대체로 pH 4.5~5.5로서 산성이었으나 일부 활엽수림은 pH 5.5이상의 값을 갖고 있었다.

內藏寺地區에는 조릿대의 분포면적이 광대한 데, 조사구별로 灌木層에 나타난 조릿대의 被度를 측정 한 바 조릿대가 출현하지 않는 조사구는 3곳에 불과 하였고 대부분이 30-60%의 높은 피도를 나타냈으며 특히, 조사구17은 100%의 높은 피도를 갖고 있었

다.

(2) 種構成

조사구별로 平均相對優占值 (mean importance value : MIV)를 계산하여 주요 종만 나타낸 것이 Table 3 이다. 이상의 22개 조사구를 MIV에 따라 7개의 植物群集으로 유별하였다. 즉, 비자나무군집(조사구 9), 소나무군집(조사구 18, 22), 굴참-갈참나무군 집(조사구 10, 11, 12, 13, 15, 16, 21), 단풍나무군집 (조사구 14, 19), 활엽수혼효림(조사구 5, 7, 8, 20), 참나무-서어나무군집(조사구 4, 6, 7), 서어나무군 집(조사구 1, 2, 3.)으로 구분하였다.

비자나무군집은 喬木上層에 비자나무(IV 90. 6%), 팽나무(9.4%) 만이 출현하나 喬木下層과 灌木層에는 비자나무가 전혀 나타나지 않아 후계림 지 속에 문제가 있겠다. 소나무군집은 교목 상·중층의 소나무의 IV가 각각 47.1%, 10.6%로 우점종이나 굴참나무의 IV가 각각 13.4%, 6.7%이고, 또한 갈 참나무의 값이 각각 16.2%, 14.3%로 참나무류에 의해 소나무는 도태될 것이다. 굴참-갈참나무군집 에서는 굴참나무 및 갈참나무의 교목상층의 IV가 각 각 46.3%, 29.3%로 우세하나 교목하층이하에서는

Table 2. General description for each site.

Site No.	Community	Aspects	Slope (°)	Altitude (m)	Soil			Coverage of <i>Sasa borealis</i>
					Moisture (%)	Humus (%)	pH	
1	<i>Carpinus laxiflora</i>	N	30	300	28.6	12.3	5.01	30%
2	<i>Carpinus laxiflora</i>	SW	20	290	28.1	10.7	4.60	60
3	<i>Carpinus laxiflora</i>	S	20	280	21.8	13.4	5.14	5
4	<i>Quercus aliena-C. laxiflora</i>	N	20	260	36.4	18.2	4.76	10
5	<i>Cornus controversa-Zelkova serrata</i>	N	5	240	26.1	15.5	4.38	50
6	<i>Q. aliena-C. laxiflora</i>	S	20	230	22.1	8.9	4.75	90
7	<i>C. controversa-Z. serrata</i>	S	5	250	23.1	22.7	4.84	60
8	<i>Z. serrata-Q. aliena</i>	S	5	250	24.5	11.0	4.99	60
9	<i>Torreya nucifera</i>	S	15	300	26.4	14.7	5.52	-
10	<i>Q. variabilis-Q. aliema</i>	S	20	310	26.1	12.6	4.87	30
11	<i>Q. variabilis-Q. aliema</i>	S	10	290	24.1	10.5	4.74	60
12	<i>Q. variabilis-Q. aliema</i>	S	15	270	25.2	13.5	4.94	40
13	<i>Q. variabilis-Q. aliema</i>	SE	10	320	28.9	13.9	6.63	60
14	<i>Acer palmatum-Z. serrata</i>	S	25	400	31.2	23.0	6.40	30
15	<i>Q. variabilis-Q. aliena</i>	S	15	350	25.8	10.7	4.94	40
16	<i>Q. variabilis-Q. aliena</i>	S	5	340	32.8	14.7	4.26	100
17	<i>Q. variabilis-C. laxiflora</i>	N	5	260	25.3	12.5	4.63	50
18	<i>Pinus densiflora-Q. aliena</i>	SE	5	250	29.4	16.4	4.69	60
19	<i>A. palmatum-Z. serrata</i>	E	20	240	27.2	22.9	5.62	-
20	<i>Z. serrata-Lindera erythrocarpa</i>	E	15	230	25.3	11.5	5.02	-
21	<i>Q. mongolica-Q. aliena</i>	W	15	270	36.4	12.5	5.03	40
22	<i>P. densiflora</i>	E	15	200	17.7	7.3	5.11	30

Table 3. Mean importance values of major woody species for each site.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<i>Torreya nucifera</i>									45.3													0.4	
<i>Pinus densiflora</i>													4.9	0.2	0.1		20.8						33.4
<i>Platycarya strobilacea</i>		2.9	1.2			0.7		1.0				14.7			1.3								6.6
<i>Carpinus laxiflora</i>	42.7	22.4	16.0	10.1	8.4	13.6	5.1	5.1		3.6	15.2	1.3	1.1	0.2	0.6	0.9	24.1	5.4	1.1	0.4	5.3	0.2	
<i>Castanea crenata</i>		0.3		3.2	9.9	12.9	4.8		0.1	1.1		5.9				5.7	2.7	9.0			3.2	1.1	
<i>Quercus aliena</i>	6.0	8.6	4.8	19.8	5.2	25.7	5.3	8.6		22.9	14.6	15.7	24.3	4.0	13.4	15.6	31.5	17.7			0.9	8.5	10.3
<i>Q. variabilis</i>		14.7	4.0	2.2	5.1	6.6				31.5	29.2	15.9	24.8	1.6	39.3	33.3	2.9	5.3			2.0		12.6
<i>Q. mongolica</i>																							11.0
<i>Zelkova serrata</i>			6.2	2.4	6.5		14.1	12.9	2.5	0.9	6.3	0.1		8.0									6.7
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.2	1.9		1.6	1.0	0.5	0.3	0.9		1.7	0.1	1.9	0.2	0.2	3.9		1.6	2.0	7.0		3.7	2.1	
<i>L. erythrocarpa</i>	5.1	3.4	7.2	2.8	2.2	0.3	4.5	10.8	0.2		0.5	4.2	0.1	10.6	0.2		0.4	0.1	6.0		7.2	0.6	0.7
<i>Albizia julibrissin</i>		0.1			0.2			7.1	6.5												3.8		1.8
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	5.9		1.0	11.3	0.2			1.2	1.0			0.1	0.8		0.9							2.3	13.0
<i>Ilex macrospora</i>							1.1					1.1	0.6				2.0	1.1					5.7
<i>Acer mono</i>	0.6					0.5	1.9	0.4	10.7			0.7	0.1										1.3
<i>A. palmatum</i>	0.5	1.8	9.2	5.6	8.2	1.4	6.2	4.4		0.7	3.3	0.3	1.4	32.0	2.9	2.1	2.1	0.6	51.6		3.3	9.8	
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>		1.3	1.1	0.5	0.5	1.8	0.5			5.4	0.1	1.3	4.5		2.6	0.3	5.0	1.5			0.6	8.1	
<i>Cornus controversa</i>	6.7	2.7		0.9	2.1	0.2	17.6	7.0	0.2		3.8			6.6			0.3	0.6					2.5
<i>Diospyros kaki</i>																							7.8
<i>Styrax japonica</i>			2.0	7.3	2.9	6.3	4.7	0.1	4.1	3.1	3.1	7.6	5.3	0.9	2.9	9.4	2.3	2.9			0.6	3.8	2.8
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		1.8	5.7		5.0	0.3	3.0	10.2	0.6	0.8	0.3	1.8	0.4	1.1	0.1			0.1	0.7	4.9	4.0	1.0	
<i>Indigofera kirilowii</i>		4.9				1.0				0.8		0.8	0.4		5.0	0.3		1.0					0.6
<i>Sasa borealis</i>	7.0	2.7	0.6	3.7	5.2	8.0	6.8	7.5		4.4	6.2	4.4	5.9	5.7	3.5	9.6	9.8	5.7					6.5

세력이 미약하여 계속적인 세력유지는 불가능할 것이다. 본 군집의 교목하층에서는 때죽나무의 IV가 13.8%로 높은 값인데 이 수종은 토양이 척박한 곳의 指標種이기에 참나무류가 우점종인 곳의 토양은 척박함을 간접적으로 나타내 준다. 內藏山國立公園의 탐방객의 가을집중행태는 가을의 단풍이 유명하기 때문이다. 그러나 단풍나무가 喬木上層을 형성하는 곳은 국부적인 장소에 제한되어 있고 대부분은 굴참-갈참나무군집의 喬木下層에서 생육하고 있다. 즉, 본 식생군집의 교목하층의 단풍나무와 당단풍나무의 IV는 10.5%로 높은 값을 지나 서어나무, 참나무류, 때죽나무와 경쟁을 하고 있다. 또한 단풍나무류의 灌木層의 IV는 1.8%로 낮아져 땅비싸리, 가막살나무, 조릿대 등의 피압으로 생장을 못하고 있었다.

단풍나무군집에서는 단풍나무의 세력이 절대적이어서 교목 상, 중, 관목층의 IV가 각각 67.6%, 15.8%, 16.6%의 높은 값을 갖는다. 일반적으로 단풍나무는 亞喬木으로서 교목상층을 형성하지 못하여 副樹種(minor species)으로 존재하나 여기에서는 主樹種(major species)으로 생육하며 집단을 형성하고 있어 특수한 경우라고 할 수 있다. 활엽수혼효림에서는 느티나무와 층층나무의 상층IV가 각각 17.

1%, 12.8%로서 優占種이고 교목하층수종중 IV가 가장 컸던 서어나무(9.3%)는 관목층에서는 출현이 전혀 없었으며, 관목층의 IV가 큰 수종은 고추나무(5.4%), 조릿대(29.9%)로서 관목층에서 잔존할 수 있는 수종은 조릿대와 큰 연관이 있을 것이다. 참나무-서어나무군집에서 교목상층의 갈참나무와 서어나무의 IV는 각각 44.0%, 21.3%이고 교목하층에서도 높은 IV를 나타내던 서어나무(14.7%)가 관목층에서는 미약한 종이 되었다. 이는 관목층의 조릿대(IV 43.1%)와 관련이 있는 것으로 조릿대가 서어나무의 稚樹發達에 큰 영향을 주는 것으로 생각된다. 서어나무군집에서는 교목 상, 하층의 IV가 각각 37.6%, 23.8%이던 서어나무가 관목층에서는 2.0%로 낮아졌고, 또한 굴참나무, 갈참나무의 IV도 교목상층에서는 높다가 관목층에서는 매우 낮은 수종으로 바뀌어 이들은 조릿대와의 경쟁에 약함을 알 수 있다. 반면에 굴거리나무(IV 6.5%), 개비자(4.1%)는 높은 값을 나타내어 대조적이었다. 그러나 이런 굴거리나무, 개비자나무는 灌木木地 亞喬木相으로 후계림의 주수종이 되지 못하는데 문제점이 있다.

群集別로 대표조사구 2개씩을 선정 1000m²당 種多樣性指數를 구한 것이 Table 4이다. 出現樹種數는

Table 4. Values of various diversity by the vegetational community of the surveyed site. (per 1000m²)

No.	Community	Number of Species	Species diversity (H')	H'max	Evenness (J')	Dominance (D)
1	<i>Torreya nucifera</i>	52	1.3701	1.7160	0.7984	0.2016
2	<i>Pinus densiflora</i>	62	1.3239	1.7924	0.7415	0.2585
3	<i>Quercus variabilis-Q. aliena</i>	55	1.0993	1.7404	0.6316	0.3684
4	<i>Acer palmatum</i>	42	1.0736	1.6232	0.6614	0.3386
5	<i>Mixed broad-leaved forest</i>	54	0.9437	1.7324	0.5448	0.4552
6	<i>Quercus-Carpinus laxiflora</i>	54	1.0951	1.7324	0.6321	0.3679
7	<i>C. laxiflora</i>	57	1.1982	1.7559	0.6824	0.3176

단풍나무군집이 가장 낮아 42종이었고, 種多樣度는 활엽수혼효림이 0.94로 가장 낮았으며 비자나무군집이 1.37로 가장 높았다. 이는 활엽수혼효림이 어느 정도 중의 구성이 안정화되어 종다양도가 낮은 반면 비자나무군집은 인간의 간섭(밀꾸기, 답압)에 의해 내성이 높으면서도 번식력이 높은 즉, r selection이 작용하였기 때문일 것이다. 均在度는 활엽수혼효림이 가장 낮아 0.54를, 비자나무림이 가장 높아 0.80를 나타냈다.

Fig.4는 군집별의 類似度指數를 계산한 것이다. Whittaker²⁰⁾에 의하면 유사도지수가 20%이하일 때는 군집간 이질적이고 80%이상일때는 동질적이라고 하였다. 비자나무군집은 다른 활엽수군집들과는 유사도지수가 16%이하로서 매우 이질적임을 알 수 있다. 대체로 소나무림과 참나무림, 참나무림과 서어나무림간의 유사도지수가 50%이상으로 다른 군집간 보다는 높는데 이는 참나무류가 군집마다 共通種으로 출현하였기 때문이다.

(3) 조릿대와 他樹種間的 競爭

內藏寺地區에서 조릿대가 금선계곡, 원적암계곡

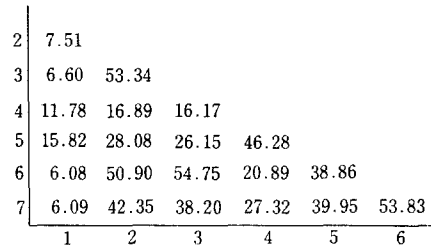


Fig. 4. Similarity index between plant communities.

을 중심으로 무성하게 자라고 있다. 조사구22개 가운데 조릿대가 출현하지 않는 것은 불과 3개소이며 관목층의 被度가 40%이상인 곳도 6개소나되었다. 조릿대가 무성하게 자라고 있는 것은 먹이사슬(food chain)에서 草食動物인 노루, 고라니, 멧토끼, 쥐종류등이 없어서 生産者를 소비하지 않는 것에 기인된다. 조릿대는 상록활엽수로 幹高가 1~2m로서 地下莖에 의하여 빠른 속도로 번식하며 物質生産量이 높은 수종이다¹⁴⁾. 조릿대가 관목층에서 다른 수종에게 미치는 영향을 조사한 것이 Table 5이다.

Table 5에서 보듯이 같은 植物群集에서도 조릿대의

Table 5. Relationship between *Sasa borealis* and other woody species for each plant community.

Community	Site number	Number of lower species	I. V. of <i>S. borealis</i>	Number of lower individuals (per 125m ²)		
				<i>S. borealis</i>	Other species	Total
<i>Quercus variabilis-Q. aliena</i>	15	31	20.7	222	269	491
	16	21	57.8	495	85	580
<i>Q. aliena-Carpinus laxiflora</i>	4	27	22.4	109	294	403
	17	22	58.8	352	136	488
<i>C. laxiflora</i>	3	28	5.0	8	119	127
	1	21	42.2	170	174	344
<i>Mixed broad-leaved forest</i>	20	44	0.0	0	223	223
	8	24	45.1	215	127	342

IV가 낮은 조사구가 높은 조사구보다 灌木層의 出現種數 및 조릿대이외의 수종의 個體數가 크게 나타났다. 특히 조사구 16, 17은 조릿대의 개체수가 매우 높아 같은 식물군집인 조사구 15, 4보다 다른 수종의 개체수가 매우 적었다. 이것은 함박꽃나무, 생강나무, 서어나무, 비목나무등의 활엽수 종자의 發芽 및 生育過程에서 조릿대에 의하여 도태되었기 때문이다. 이러한 현상이 지속되면, 교목 상·하층에서 우점종을 형성하고 있는 수종이라도 次代林의 형성이 어려워져 계속적인 세력을 유지할 수 없을 것이다. 조사구1은 조사구3보다 조릿대의 개체수가 많으나 全體密度上으로는 125m²당 170주밖에 안되어 다른 수종의 발달에 영향을 주지 못하였다. 그래서 조릿대의 出現率이 높은 조사구1이 낮은 조사구3보다 개비자나무, 굴거리나무의 개체수가 높았다. 그러나 이런 현상은 지역에 따라 차이가 있어 절대적인 것이 될 수 없는데, 조사구20, 8에서 그예를 볼 수 있다. 즉, 조사구8도 조사구1에 비해 조릿대의 출현율이 현저히 높지 않은데 비해 조릿대이외의 수종의 발달은 방해받고 있었다.

(4) 胸高直徑級 분포

7개 植生群集中 비자나무군집, 활엽수혼효림, 단풍나무군집을 제외한 4개의 군집에 대하여 각 군집마다 대표적인 조사구를 선정하여 대표종의 胸高直徑級에 따른 개체수의 변화를 나타낸 것이 Fig.5이다. 소나무군집은 조사구22, 굴참-갈참나무군집은 조사구10, 참나무-서어나무군집은 조사구4, 서어나무군집은 조사구1을 대상으로 하였다.

소나무군집에서 소나무는 胸高直徑(DBH : D) 10 cm에서 14주이던 것이 10cm이상의 계급에서는 계속 감소하나 교목상층의 우점종이다. 관목층에서는 갈참나무의 치수가 96주, D=4cm에서는 90주로 소나무와의 경쟁에서 완전우세하여 앞으로 교목상·중층의 소나무와의 경쟁에서까지 우세하여질 것이다. 굴참-갈참나무군집에서는 교목 상·중층은 갈참나무, 갈참나무가 우점종이나 관목층에서는 때죽나무와 단풍나무가 갈참나무보다 우세하고, 뒤이어 서어나무가 발달하고 있다. 耐陰性이 서어나무>단풍나무>때죽나무>참나무류의 순서인데²¹⁾, 본 식생군집에서는 가장 양수인 참나무류가 도태되고 단풍나무까지 발전되어 있어 앞으로 서어나무의 발전까지 기대할 수 있겠다. 참나무-서어나무군집에서는 교목

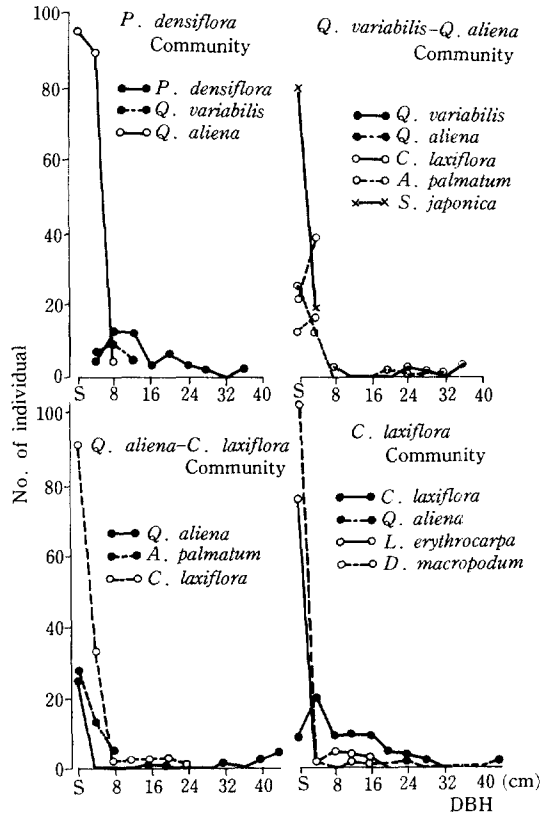


Fig. 5. DBH class distribution of major tree species by communities.

상층은 갈참나무, 교목하층 및 관목층은 서어나무가 優占種이어서 서어나무우점종의 숲으로 향할 것이다. 서어나무군집은 교목상·하층에서는 서어나무가 우점종이나 관목층에서는 서어나무보다 비목과 굴거리나무의 세력이 우세한데 이것은 조릿대의 밀도가 높아(500m²에 244주) 서어나무는 세력이 감퇴되고 비목과 굴거리나무는 조릿대와외의 경쟁에서 견딜 수 있는 것에 원인이 있는 것이다.

4. Ordination 分析

22개 조사구에서 출현한 목본은 총 102종인데 이중 出現頻度가 3회이상인 55종만으로 ordination 분석용 data matrix를 작성하였다. Fig.6은 4가지 ordination(PO, PCA, RA, DCA)방법에 의해 분석된 결과를 제1,2축에 나타낸 것이며 PCA는 non-PCA, c&s-PCA, cen-PCA 방법을 실시하였다. 모든 방법에서 제1축의 eigenvalue가 높아 제1축에

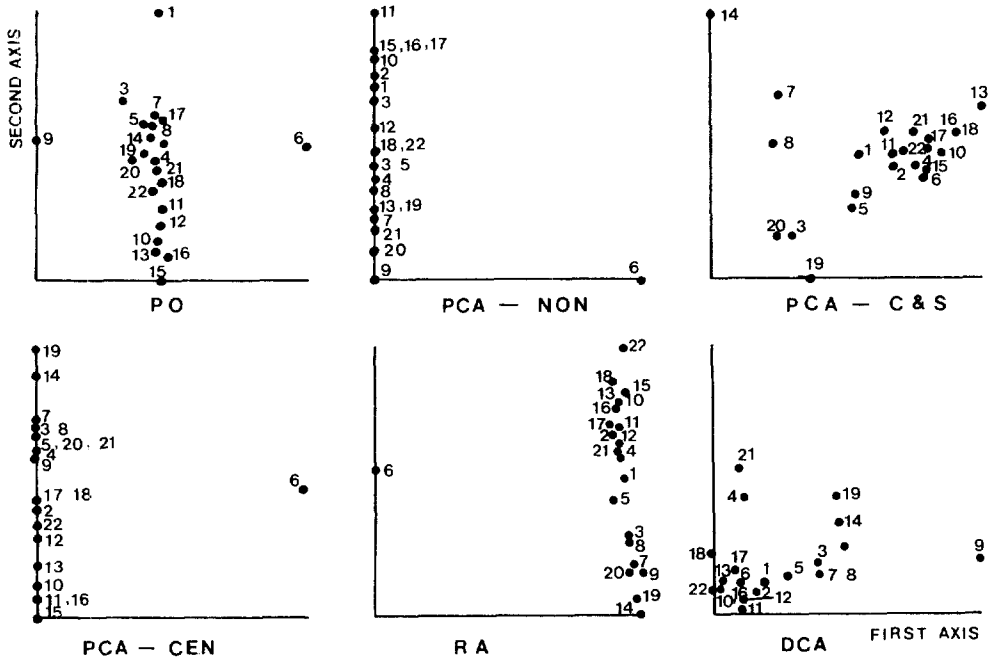


Fig. 6. PO, PCA, RA and DCA ordination of 22 sites in Naejang Temple district.

서 조사구간의 분리가 나타나야만 타당할 것이나, PO, non-PCA, cen-PCA, RA는 제2축에서의 분리가 명확하여 본 內藏寺地區에서는 효과적인 방법이 아님을 알 수 있다. c&s-PCA는 조사구13(굴참나무-갈참나무군집)과 14(단풍나무-느티나무군집)가 양극으로 분리되어 있으나, 두 조사구는 모두 활엽수림으로 합리적인 분리로 볼 수가 없다. DCA는 조사구9(비자나무군집)와 조사구18, 22(소나무군집)가 양극으로 분리되었는데 조사구9는 내장사지구에서 원적암근처에만 나타나는 偶然出現群集으로 이를 제거하면 Fig.7과 같다. Fig.7에 의하면 조사구14, 19(단풍나무-느티나무군집), 조사구20(느티나무-비목나무군집)과 조사구22, 18(소나무군집)이 양극으로 나누어져 소나무와 활엽수가 분리현상을 나타내어 DCA가 內藏寺地區에서는 효과적임을 알 수 있다. ordination 방법중 環境勾配의 오차를 줄일 수 있는 것이 RA이며⁵⁾, 또한 RA의 제2축의 표현방법을 개선한 것이 DCA라 하여 가장 효과적인 방법으로 보고되었다⁷⁾. 국내에서 DCA방법이 적용된 것은 北漢山의 森林構造分析¹⁵⁾에서 처음인데, 여기서도 가장 효과적인 방법임이 밝혀졌고 다른 지역에서는 DCA가 적용되지 않아 RA방법이 효과적임이 보고되었다.^{9,11,17)}

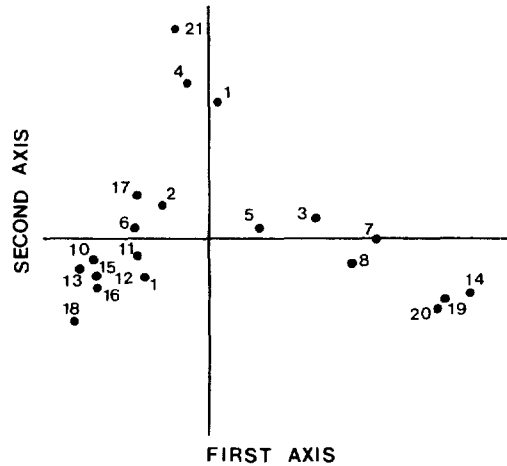


Fig. 7. DCA ordination of 21 sites with the exception of *Torreya nucifera* community (plot 9).

각 조사구의 種組成的 변화에 관련되는 主要環境要因을 판단하기 위하여 3개의 환경요인들은 5단계 (Table 6)로 나누어 DCA결과에 의하여 제1, 2축에 표시한 것이 Fig.8이다. 그림에 의하면 모든 환경요인에서 계급간의 분리가 일정하지 않았다. 이는 내장사지구의 조사구별의 土壤의 要因이 큰 차이를 보

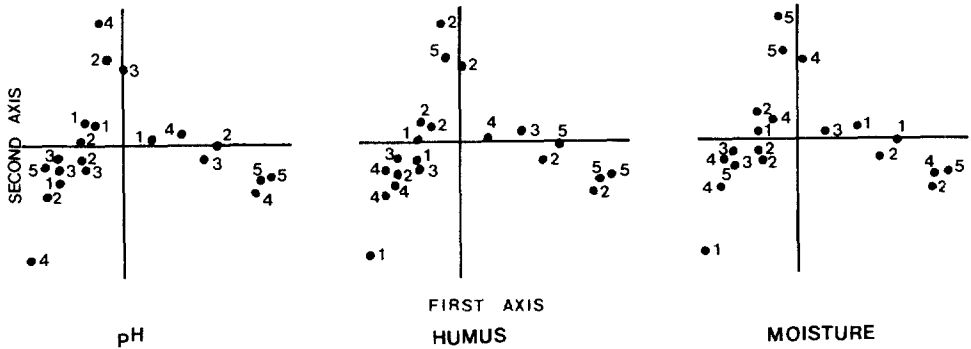


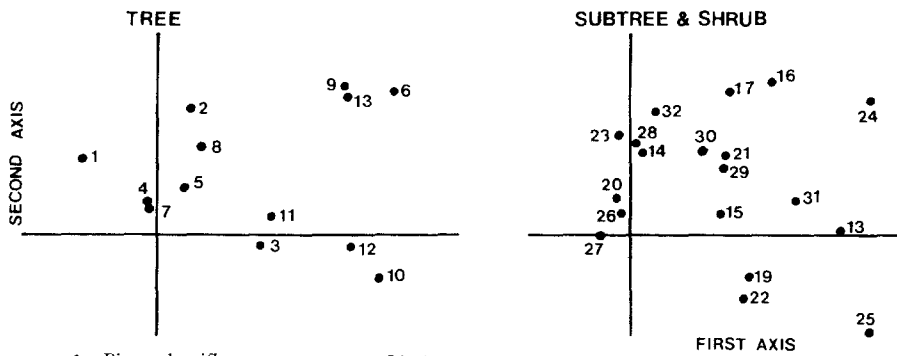
Fig. 8. Distribution of environmental factors on DCA ordination based on 21 sites in Naejang Temple district.

Table 6. Ratings of representing ranges of environmental variables.

Class	Soil		
	pH	Humus(%)	Moisture(%)
1	>4.67	>10.70	>23.82
2	4.67-4.85	10.70-12.50	23.82-25.40
3	4.85-5.01	12.50-13.82	25.40-27.04
4	5.01-5.29	13.82-17.12	27.04-30.12
5	5.29>	17.12>	30.12>

이지 않았기 때문이다. 국내에서 조사된바에 의하면 北漢山¹⁵⁾의 森林群集에서는 토양유기물, 토양수분의 요인에서, 伽椰山⁹⁾에서는 토양산도, 토양유기물, 토양수분에서 분리가 뚜렷하여 본 연구결과와는 다른 현상을 보였다.

Fig. 9는 DCA방법에 의한 주요목본 32종에 대한 ordination분석의 결과인데 喬木上層의 제1축에서는 오른쪽에 느티나무, 고로쇠나무, 단풍나무, 물푸레



- | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| 1. <i>Pinus densiflora</i> | 16. <i>Lindera obtusiloba</i> | |
| 2. <i>Platycarya strobilacea</i> | 17. <i>L. glauca</i> | 31. <i>Callicarpa japonica</i> |
| 3. <i>Carpinus laxiflora</i> | 18. <i>L. erythrocarpa</i> | 32. <i>Viburnum erosum</i> |
| 4. <i>Quercus variabilis</i> | 19. <i>Sorbus commixta</i> | |
| 5. <i>Q. aliena</i> | 20. <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | |
| 6. <i>Zelkova serrata</i> | 21. <i>Daphniphyllum macropodum</i> | |
| 7. <i>Sorbus alnifolia</i> | 22. <i>Sapium japonicum</i> | |
| 8. <i>Prunus sargentii</i> | 23. <i>Rhus trichocarpa</i> | |
| 9. <i>Acer mono</i> | 24. <i>Euonymus oxyphyllus</i> | |
| 10. <i>A. palmatum</i> | 25. <i>E. sieboldiana</i> | |
| 11. <i>Meliosma myriantha</i> | 26. <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> | |
| 12. <i>Cornus controversa</i> | 27. <i>Rhododendron mucronulatum</i> | |
| 13. <i>Fraxinus rhynchophylla</i> | 28. <i>Rh. schlippenbachii</i> | |
| 14. <i>Corylus sieboldiana</i> | 29. <i>Symplocos chinensis</i> for <i>pilosa</i> | |
| 15. <i>Magnolia sieboldii</i> | 30. <i>Styrax japonica</i> | |

Fig. 9. DCA ordination of woody species based on 21 sites in Mt. Naejang forest.

Table 7. Successional trends of major woody species in Mt. Naejany forest.

Tree	Sub-tree
<i>Pinus densiflora</i>	<i>Rhododendron mucronulatum</i>
↓	<i>Rh. schlippenbachii</i>
<i>Quercus variabilis</i>	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>
<i>Q. aliena</i>	<i>Rhus trichocarpa</i>
<i>Sorbus alnifolia</i>	<i>Viburnum erosum</i>
<i>Platycarya strobilacea</i>	↓
<i>Prunus sargentii</i>	<i>Styrax japonica</i>
↓	<i>Daphniphyllum macropodum</i>
<i>Meliosma myriantha</i>	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>
<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Sapium japonicum</i>
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	↓
<i>Zelkova serrata</i>	<i>Euonymus oxyphyllum</i>
<i>Cornus controversa</i>	<i>E. sieboldiana</i>
<i>Acer palmatum</i>	<i>Lindera erythrocarpa</i>

나무, 왼쪽에 소나무가 분리되었다. 喬木下層 및 灌木層에서는 제1축의 오른쪽에 참회나무, 참빗살나무, 외쪽에 진달래, 참싸리, 개웃나무가 분리되었으며, 이상으로 추정되는 遷移系列를 밝힌 것이 Table 7이다. 표에서 보듯이 內藏寺地區 植物群集의 喬木上層은 소나무→굴참나무, 갈참나무, 팔배나무, 굴피나무→나도밤나무, 서어나무, 물푸레나무, 느티나무, 층층나무로 遷移가 진행중이었다. 또한 喬木下層 및 灌木層에서는 진달래, 철쭉, 참싸리, 개웃나무→때죽나무, 굴거리나무, 노린재나무, 사람주나무→참회나무, 참빗살나무, 비목나무의 순으로 遷移가 진행중이었다. 우리나라의 온대림에서 ordination에 의한 교목상층의 천이의 경향은 대체로 소나무→참나무류→서어나무의 순으로 진행됨이 계속 보고되었는데,^{9,11,14} 內藏寺地區도 위의 보고결과와 일치하여 極相林으로 향한 천이진행을 위해서는 삼림내의 인간출입의 규제가 필요하겠다. 특히 본 조사대상지는 자연보존지구로 內藏山國立公園의 森林중 가장 양호한 곳의 일부로서 천이에 의한 극상림까지의 진행을 위해서는 인간간섭을 완전히 규제해야 한다.

引用 文 獻

1. Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 37 : 325-349.
2. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32 : 476-496.
3. Gauch, H.G. 1977. Ordiflex-A flexible computer program for four ordination techniques: weighted averages, polar ordination, principal components analysis and reciprocal averaging. Release B. Cornell University, New York, 185 pp.
4. Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. 298pp.
5. Gauch, H.G., R.H. Whittaker and T.R. Wentworth. 1984. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.* 65 : 157-174.
6. Hill, M.O. 1973. Reciprocal averaging: An eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* 61 : 237-249.
7. Hill, M.O. 1979. DECORANA-A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, New York. 52pp.
8. 日本環境廳. 1982. 日本の自然環境. 日本環境廳, 東京. 249pp.
9. 趙在昌. 1987. 自然公園에서의 소나무林 保存對策에 관한 연구. 서울市立大學校 碩士論文. 56 pp.
10. 江原道. 1984. 雪岳山 學術調查報告書. 457pp.
11. 姜倫淳, 吳桂七. 1982. 光陵 森林群集에 대한 ordination 방법의 適用. 韓國植物學會誌 25(2) : 83-99.
12. Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified oak hickory community. *Ecology* 50(3) : 468-470.
13. Page, A.L. ed. 1982. Methods of soil analysis. ASA and SSSA. pp. 225-262.
14. 朴仁協. 1986. 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大博士學位論文. 48pp.
15. 朴仁協, 李景宰, 趙在昌. 1987. 北漢山地域의 森林群集構造에 관한 연구. 응용생태연구1(1) : 1-23.
16. Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John

- Wiley & Sons, New York. 168pp.
17. 宋鎬京, 辛昌男. 1985. 鷄竜山森林群集型과 그의 構造에 관한 연구. 忠南大學校 環境研究報告書 3(1) : 19-58.
 18. Tilden, F. 1968. The national parks. Alfred A. Knopf Inc., New York. 562pp.
 19. Whittaker, R.H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26 : 1-80.
 20. Whittaker, R.H. 1957. Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev. 49 : 207-264.
 21. 任慶彬. 1986. 新矯造林學原論. 鄉文社, 서울. 491pp.
 22. Yim, Y.J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsular III. Distribution of tree species along the thermal gradient. Jap. J. Ecol. 27 : 177-189.