

咸陽 大館林의 被害狀態 및 植物群集 構造

李景宰*, 趙南勳**, 鄭永觀***, 趙顯瑞****

*서울市立大學校 文理科大學 造景學科

**順天大學校 造景學科

***慶尙大學校 農科大學 林學科

****晉州農林專門大學 林學科

The Environmental Impact and the Structure of Plant Community of Daekwanrim in Hamyang

Lee, Kyong-Jae*, Cho, Nam-Hoon*, Chung, Young-Gwan**, Cho, Hyun-Seo***

*Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

**Dept. of Landscape Architecture Soon Chean University

***Dept. of Forestry, Gyeongsang National University

****Dept. of Forestry, Jinju National Agricultural and Forestry Junior College

ABSTRACT

The actual vegetation and environmental impact grade of Daekwanrim in Hamyang were investigated and the structure of the plant community was analyzed by the classification of TWI-NSPAN and three kinds of multivariate ordination (PCA, RA, DCA) techniques. Twenty-eight plots were set up by the clumped sampling method in June of 1990. *Carpinus laxiflora* and *C. tschonoskii* communities covered 38% and *Quercus* species communities covered 39% of the total area. Environmental impact class 3 and 4 area which should be restored because self-repair seemed to be impossible covered 11% and 23% of total area. Twenty-eight plots were divided into three groups according to the degree of damage by TWI-NSPAN and ordination techniques. The dominant species in the shrub layer of the heavily damaged site and the light damaged site were *Styrax japonica* and *Sasamorpha purpuranscens*, so the successional trends should be disturbed. As a result of the analysis for the relationship between the stand scores of DCA and the environmental impact class, they had a tendency to increase from the light damaged to heavily damaged site.

I. 序 論

咸陽 대관림은 경상남도 함양군 함양읍 대덕동에 위치하며, 신라말 眞聖女王때 함양의 太守이었던 崔致遠선생이 護岸林으로 조성한 인공림으로 알려져 있다. 당시에는 현재의 渭川이 함양읍의 중앙을 통과하여 매년 홍수 피해가 발생하자 이것을 막기위하여 독을 쌓아 강물을 돌리고 독위에 나무를 심었다고 한다. 처음에는 이 숲을 大館林이라고 하여 잘 보호하였으나 그후 중간이 파괴되어 上林과 下林으로 갈라졌으며, 하림은 거의다 파괴되고 현재에는 상림만이 남아 있다(文化公報部, 1973).

상림은 낙엽활엽수가 優占種으로서 1976년 당시 114종의 목본 식물이 조사·보고 되었는데, 이들 중 最大胸高直徑은 160cm에 이르는 것이 있고, 最多頻度는 50cm이며 대표종은 느티나무, 밤나무, 이팝나무, 굴참나무, 떡갈나무, 때죽나무, 대팻집나무, 윤노리나무, 서어나무, 층층나무였다(任, 1976). 1961년 天然記念物 154號로 지정된 상림의 면적은 약 12ha인데, 숲과 산책로사이에 보호시설이 없어 현재는 많은 이용객이 숲속에 들어가 레크레이션 장소로 이용하고 있다. 또한 남쪽과 동쪽의 경계선에 음식점들이 자리잡고 있고, 學士樓의 남쪽에 스탠드까지 갖춘 0.8ha 정도 크기의 운동장까지 들어서 있어 숲의 林床層이 계속 파괴되고 있는 실정이다. 또한 이용객의 출입이 적은 숲도 관리가 전혀 이루어지지 않아 次代林의 형성에 문제가 되고 있다.

본 연구는 함양 대관림중 上林에 대하여 이용객에 의한 環境被害의 정도를 밝히고, 현재의 森林群集構造를 밝혀 앞으로의 관리지침에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 調査地設定 및 調査方法

1. 調査對象地 範圍

함양 대관림의 전체 면적은 18.8ha(文化公報部, 1973)이나 이중 上林의 면적은 약 12ha이고 소유는 국유 및 사유로 되어 있다(任, 1976). 본 조사에서는 나무가 서있는 삼림중에서 경계선에 보호시

설이 설치되어 있는 숲 8ha와 운동장 1ha를 포함하여 9ha를 대상으로 정하였다.

2. 環境被害度 調査

운동장을 제외한 숲을 대상으로 Frissell(1978)의 環境被害等級에 따라 다음과 같이 5단계로 구분하였다.

0: 피해 없음, 1: 지피식생이 쓰러짐, 2: 주활동지대의 지피식생이 없음, 3: 대부분 지역에 지피식생이 없으며 부식층은 존재함, 4: 토양과 나무의 뿌리가 노출됨, 5: 토양침식이 발생하고 죽은 나무가 많이 출현함.

3. 植生 調査

가. 調査地 設定

조사 대상지에 임의로 28개소의 調査地(Plot)를 설정하였다. 각 조사지에 25×20m 方形區(Quadrat) 1개씩을 설치하였으며, 본조사는 1990년 6월에 실시하였다.

나. 環境調査

환경조사는 조사지역의 일반적 개황과 토양성질을 조사·분석하였다. 일반적 개황은 조사지별로 喬木上層群의 평균수고, 평균흉고직경, 울폐도, 喬木下層群의 평균수고와 울폐도, 灌木層群의 평균수고와 울폐도를 조사하였다. 토양분석을 위하여 조사지별로 3장소에서 지피층을 걷어내고 15cm 깊이에서 1kg정도의 토양시료를 채취하여 실험실로 운반, 수분함량, 토양산도, 유기물함량을 분석하였다.

다. 植物群集構造 分析

각 조사지역에 출현하는 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본 식물은 喬木下層群으로 구분하여 수종 및 DBH를, DBH 2cm 이하의 목본식물은 灌木層으로 구분하여 수종 및 수관투영면적을 기록하고, 층위구분은 朴(1985)의 방법을 이용하였다. 식생조사에서 얻어진 자료중 胸高斷面積, 被도와 密度로 相對優占值(Importance Value; I.V.)를 산출하였다(Curtis & McIntosh, 1951). Pielou

(1977)의 방법을 이용하여 種多樣性은 種多樣度 (Species Diversity; H'), 均在度 (Evenness; J'), 優占度 (Dominance; D), 最大種多樣度 (Maximum of Species Diversity; H' max)를 구하였다. 식생 자료중 Classification 및 Ordination에 필요한 합성치를 각각 Hill(1979b), Gauch(1982)의 방법에 의해 구하였고, Classification은 Hill(1979b)의 TWINSPLAN에 의하여 계산하였다. Ordination 분석은 3방법을 사용하였으며, PCA(Principal Component Analysis)는 Gauch(1977), RA(Reciprocal Averaging)와 DCA(Detrended Correspondence Analysis)는 Hill(1979a)의 방법을 이용하였다. 이상의 모든 분석은 Plant Data Analysis Package(PDAP)와 SAS Package를 이용하였고, 컴퓨터는 IBM-PC를 사용하였다.

강수량 1,335.8mm, 寒冷指數 -13.7℃, 雨量指數 100.8℃로서 任(1985)이 구분한 水平的 森林帶에 의하면 溫帶南部林에 해당하며 소나무, 서어나무, 개서어나무, 단풍나무, 개비자나무 등이 優占種으로 나타날 수 있는 지역이다. 대관림은 해발 240m에 위치하며, 喬木上層群의 平均胸高直徑과 平均樹高는 각각 40cm, 13m이었고, 喬木下層群에서의 그 값은 각각 7cm, 7m이었다.

II. 結果 및 考察

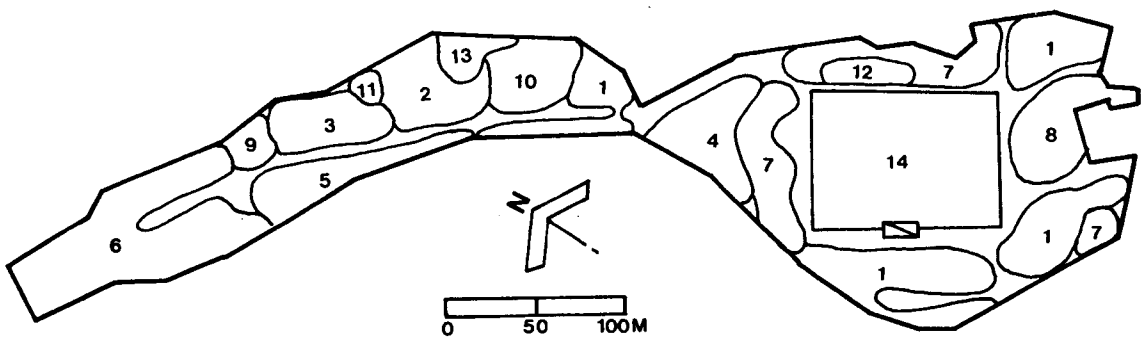
1. 調査地 概況

咸陽郡廳에서 조사한 6년간(1983~1988)의 평균 기상자료에 의하면 연평균 기온 12.27℃, 연간

2. 現存植生

함양대관림의 植生相觀에 의하여 작성된 現存植生圖는 Figure 1과 같다. 林相은 낙엽활엽수가 우점종으로 13개의 식물군집으로 구분할 수 있었다.

서어나무 및 개서어나무가 우점종인 군집이 전체의 23%로 가장 많으나 그림에서 보듯이 운동장 주위에 위치하고 있어 이용객에 의한 훼손이 계속 증가될 것이다. 전체 면적의 5%이상되는 면적을 가진 군집은 서어나무류-줄참나무군집 5%, 서어나무류-갈줄참나무군집 6%, 갈참나무군집 6%, 갈참나무-서어나무류군집 14%, 갈줄참나무군집 10%이었다. 그밖에는 서어나무류-갈참나무군집 4%, 갈줄참나무-서어나무류군집 4%, 나도



Legend

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Carpinus</i> spp. | 8. <i>Q. urticaefolia</i> - <i>Carpinus</i> |
| 2. <i>Carpinus</i> - <i>Q. serrata</i> | 9. <i>Q. acutissima</i> |
| 3. <i>Carpinus</i> - <i>Q. aliena</i> | 10. <i>Q. acutissima</i> - <i>Carpinus</i> |
| 4. <i>Carpinus</i> - <i>Q. urticaefolia</i> | 11. <i>Meliosma myriantha</i> |
| 5. <i>Q. aliena</i> | 12. <i>Zelkoba serrata</i> |
| 6. <i>Q. aliena</i> - <i>Carpinus</i> | 13. <i>Z. serrata</i> - <i>Q. aliena</i> |
| 7. <i>Q. urticaefolia</i> | 14. Ground area |

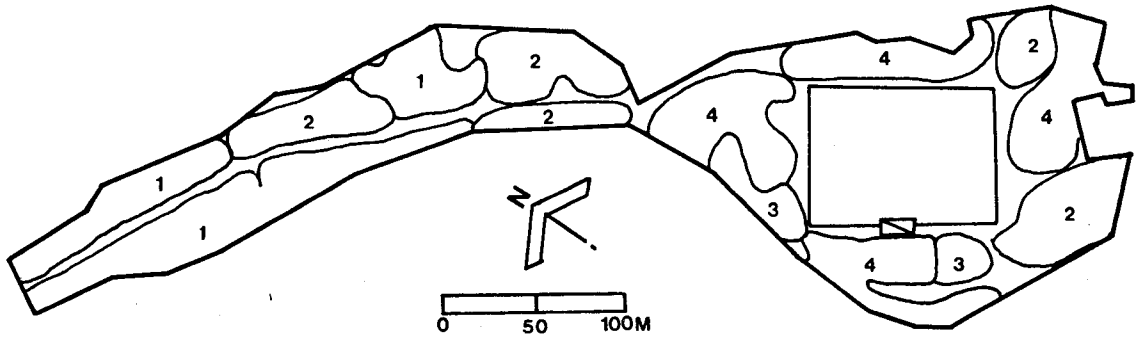
Figure 1. Actual vegetation map of Daekwanrim in Hamyang.

밤나무군집 1%, 느티나무군집 1%, 느티나무-갈참나무군집 1%이었고, 남쪽에 조성된 운동장의 면적은 전체 면적의 19%를 차지하고 있었다. 대관림의 우점종은 서어나무류군집, 참나무류군집으로서 각각 전체 면적의 38%, 39%이고 그 밖에는 나도밤나무군집 및 느티나무군집이 각각 1%, 2%를 차지하고 있을 뿐이나, 온대 남부림의 특징수종(李, 1986)인 개서어나무, 나도밤나무가 優占種으로 출

현하는 것이 특이하였다.

3. 環境被害度

이용객이 대관림 내부에 출입을 하여 삼림내의 자연환경에 대한 인위적인 훼손이 심하였다. Frissel(1978)의 시각적 환경피해도 등급에 따라 대관림의 환경피해도를 Figure 2와 같이 나타냈다. 전



(1 : ground vegetation flattened but not permanently injured, 2 : ground vegetation worn out away center of activity, 3 : ground vegetation lost on most of the site, but humus and litter still present in all areas, 4 : bare mineral soil widespread, and tree roots exposed on the surface.)

Figure 2. Impact rating class of Deakwanrim in Hamyang.

체 삼림중 무피해지는 거의 없고 경사도가 거의 0°인 관계로 토양침식은 발생하지 않아 극심 피해상태인 등급 5는 面的인 상태로는 출현하지 않았다. 심피해지인 등급 4가 전체 면적의 23%, 중간 피해지인 등급 3이 11%, 경피해지인 등급 2가 21%, 인간출입의 흔적 만이 보이는 등급 1이 26%이었다. 피해 등급 3, 4인 지역이 전체의 34%인데 이런 지

역은 피해가 심하여 林床層을 적극적으로 보호하지 않으면 자연적인 복구가 힘들겠다(李 等, 1987). Table 1은 TWINSpan에 의해 분리된 3개 Group에 대하여 층위별로 교목상·하층은 1개 조사지당(500m²)의 흉고단면적과 수목개체수, 관목층은 수관투영면적과 수목개체수를 나타낸 것이다.

Table 1. Mean basal area or coverage and number of individuals per plot (500m²) by forest strata for classified type by TWINSpan

Forest Strata	I		II		III	
	Basal area or Coverage(m ²)	No. of Individuals	Basal area or Coverage(m ²)	No. of Individuals	Basal area or Coverage(m ²)	No. of Individuals
Tree Stratum						
Canopy	620.49	16	521.58	17	505.14	9
Understory	121.61	15	154.45	44	435.51	65
Shrub Stratum	351.35	27	945.05	122	1,228.60	365

군집 I, II, III의 환경피해도의 평균치는 각각 3.6, 2.6, 1.0으로서 뚜렷한 차이를 보였다. 교목상층에서의 흉고단면적과 개체수는 환경피해등급과 연관성은 없었으나 교목하층, 관목층에서는 환경피해등급에 의한 감소 경향이 뚜렷하였다. 인간의 간섭에 의해 숲의 林床層에 자라고 있는 林木의 훼손이 심각하다고 판단되므로 대관림을 보존하는 근본적인 방법은 이용객의 출입을 전면통제 할 수밖에 없겠다. 자연환경이 심하게 훼손된 지역은 운동장 주변으로서 전체 숲이 천연기념물로 지정되어 있으므로 운동장을 다른 곳으로 옮기고 현재의 운동장은 숲으로 복원해야 한다. 또한 현재는 숲속에 이용객의 출입이 통제되지 않아 산책길이 많이 있는데, 중앙의 산책로 1개소만을 남기고 숲속의 출입을 전면 통제해야 하겠다.

4. 調査地의 Classification 및 Ordination 分析

28개 조사지에 대하여 TWINSpan에 의한 Classification 분석을 실시한 것이 Figure 3이다. 첫번째 Division에서는 2개의 Group으로 분리되었고, 두번째 Division에서는 4개의 Group으로 분리되었으나 가장 오른쪽에 위치한 Group에 2개의 조사지(조사지 5, 13)만이 포함되어 있어 신빙성이 낮아 세번째 Group에 합치는 것이 타당할 것으

로 판단되므로 제 2 Division에서는 결국 3개의 Group으로 구분된 셈이다. 한편 제 3 Division에서는 분리가 명확하지 않았다. 일반적으로 Classification분석의 제 3 Division에서는 8개의 Group, 제 2 Division에서는 4개의 Group으로 분리되는 것이 보통이고(Hukusima & Kershaw, 1987; 이등, 1989), 군집분리에 작용하는 환경인자도 토양습도(Huang & Moral, 1988; Taylor et al;1987)가 중요하다고 보고되었으나, 본 연구에서는 자연환경 피해정도에 따라 분리되었다. 제 3 Division에서는 분리가 불명확한 것으로 보아 전체의 삼림이 명확한 분리가 되지 않을 정도로 동질성의 군집이나 인간간섭에 의한 파괴정도가 매우 심하여 이런 결과가 나온 것으로 판단된다. 각 조사지를 Classification에 의하여 분리된 차례로 배열하고 3개의 Group으로 나누어 주요 수종별의 I.V.를 표시한 것이 Table 2이다. 군집 I, II, III에는 각각 9, 10, 9개의 조사지가 포함되었으나 대관림의 優占種인 서어나무류와 참나무류의 I.V.는 일정한 경향을 나타내지 않았고, 다만 서어나무류의 군집 III에서는 개서어나무가 출현하지 않고 서어나무만이 출현하는 경향을 보였을 뿐이다. 한편 환경피해도 등급이 높은 군집 I에서는 출현하지 않던 관목하층 및 수종이 군집 II, III에서는 뚜렷하게 優占値가 증가되었다. 이러한 수종은 생강나무, 사람

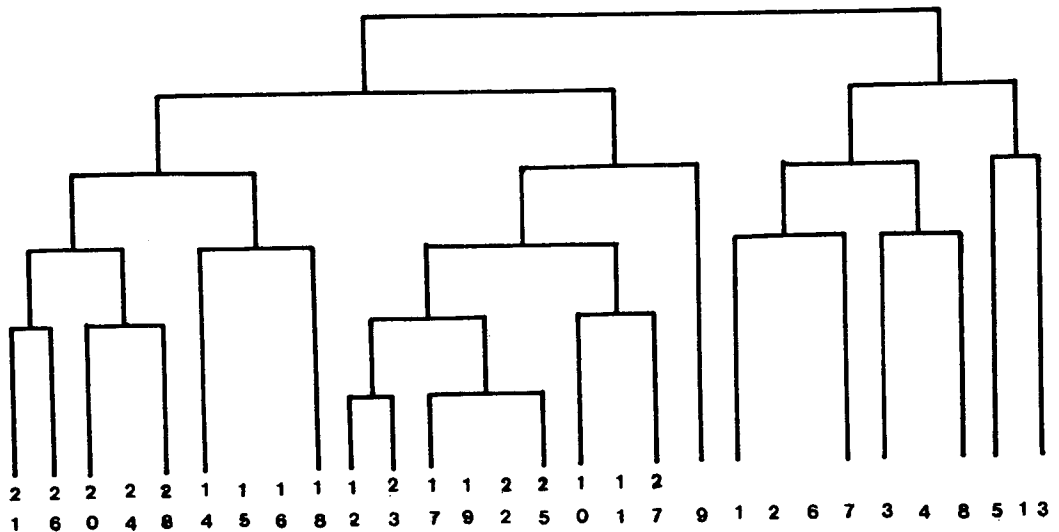


Figure 3. Dendrogram of TWINSpan stand classification of twenty-eight plots of Daekwanrim in Hamyang.

Table 2. Importance Value of each plot for classified type by TWINSpan

Community Plot number	I										II				
	1	2	6	7	3	4	8	5	13	12	23	17	19	22	
<i>Carpinus tschonoskii</i>	21.3	13.7	25.2	32.9	14.0	9.2			28.5	6.9	23.9	28.5	17.2	43.1	
<i>C. laxiflora</i>	3.8		9.8		12.4	14.9	23.8	9.0		2.0			1.3		
<i>Quercus aliena</i>	13.0	20.1	4.5	14.3	28.2	1.0	7.7	3.6	0.4		0.2				
<i>Q. serrata</i>	12.9		22.0	7.1		7.7				26.9	21.5	12.3	31.0	25.8	
<i>Q. urticaefolia</i>	8.1		7.5	4.8	6.4	15.4	15.8	14.1	1.2	4.3	7.7		2.8	0.0	
<i>Zelkova serrata</i>									23.4	16.2	5.4	5.5	12.9		
<i>Lindera obtusiloba</i>										1.5	0.5		0.3	1.4	
<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>	8.4	10.6	9.6	13.4		3.2	13.3	10.8	14.8	6.2	0.9	0.1	1.2	1.4	
<i>Orixa japonica</i>		6.3				1.7	5.4	4.2	0.4	0.3	0.2		2.4		
<i>Sapium japonicum</i>										4.2	5.4	2.7	8.5	12.5	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>										6.7	7.6	0.4	5.6	3.5	
<i>Meliosma myriantha</i>										4.7	1.5	0.6	10.4	17.7	
<i>Styrax obassia</i>					6.9						0.2	6.8		0.6	
<i>S. japonica</i>	16.2	33.1	12.7	8.2		23.0	14.6	16.7	10.5	1.9	0.5	1.6		0.7	
<i>Viburnum dilatatum</i> for. <i>pilosulum</i>						7.7				7.6	5.6	3.8	0.2	3.1	
<i>Sasamorpha purpurascens</i>										14.8	3.0	13.4		15.9	

Community Plot number	II						III							
	25	10	11	27	9	21	26	20	24	28	14	15	16	18
<i>Carpinus tschonoskii</i>	21.0	25.1	0.5	25.1	6.7									0.9
<i>C. laxiflora</i>	0.9		4.3	3.2	29.0	16.8	13.6	21.5	16.7	16.1	3.9	30.1	21.8	24.0
<i>Quercus aliena</i>						4.1	2.1	10.7	8.7	0.9		6.0		8.4
<i>Q. serrata</i>	16.9	7.6	6.3	13.3	21.0	34.1	28.5	22.1	23.1	7.1	8.5		29.0	7.1
<i>Q. urticaefolia</i>			25.0	8.5				4.8	2.3	28.5	3.7	15.0		13.1
<i>Zelkova serrata</i>											13.3	12.9		2.4
<i>Lindera obtusiloba</i>	10.0	0.1			3.7	0.9		1.5	4.5	0.6				0.1
<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>laevis</i>	1.6	3.8		8.3					2.4		3.2	2.7	0.6	1.9
<i>Orixa japonica</i>	1.3				7.4		3.2	1.7	0.6	1.9	1.1	1.7		1.8
<i>Sapium japonicum</i>	10.7	1.7	7.6	2.6		4.3	1.7	2.8	11.5	8.5	9.5	1.3		5.1
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	7.3		7.2	2.1	5.3	6.5	3.6	17.8	1.8	0.6		0.6		1.4
<i>Meliosma myriantha</i>	0.7	19.1	2.5	2.3		10.9	1.8	7.9	9.0	3.5	5.6	5.9	6.0	21.1
<i>Styrax obassia</i>			0.6	1.2		0.5	6.4	3.7	4.0	9.8	5.6	2.4	6.3	
<i>S. japonica</i>	0.9	9.7	7.5	9.0	9.5		5.3	0.9	0.6	3.0	1.4	1.3	3.5	1.6
<i>Viburnum dilatatum</i> for. <i>pilosulum</i>	0.3	6.8	2.5		0.8	0.8	0.8	0.4		1.1	0.7	3.2	2.1	1.0
<i>Sasamorpha purpurascens</i>	10.8	13.0	8.9			15.2	15.7			6.9	15.7			6.7

주나무, 당단풍나무, 나도밤나무, 쪽동백나무, 가막살나무, 조릿대 등으로서 이들은 樹木性狀으로 보아 교목하층과 관목층의 층위에서 주로 생장을 하기 때문에 인간에 의해 훼손되었을 것이다.

28개 조사지에 대한 3종류의 Ordination 방법에 의해 분석, 제 1, 2축에서의 Eigen Value를 종합한 결과 Table 3과 같이 조사지 전체에서는 non-PCA와 DCA에서만 60%이상의 集中率을 나타내

Table 3. Eigen value of the first two axes for each ordination technique by users' impact of study area

	Total	Site I	Site II	Site III
		(Heavy damage)	(Medium damage)	(Light damage)
PCA-NON	64.8	76.8	74.3	85.1
PCA-CEN	53.9	59.4	52.8	71.9
PCA-C&S	27.1	53.4	38.5	46.3
RA	33.6	48.7	44.8	48.0
DCA	59.4	41.6	49.0	44.1

unit : %

었다. Eigen Value의 집중율이 높을 수록 Ordination 결과의 분석이 용이하므로(Austin & Greig-Smith, 1968; 李 等, 1990) 본 연구에서는 non-PCA와 DCA만을 채택할 수 밖에 없었다. Figure 4는 28개 조사지를 non-PCA와 DCA를 이용 Ordination 분석한 것이다. non-PCA에서는 분리 경향을 찾기가 곤란하였고, DCA에서는 TWINSpan에 의한 분리현상과 마찬가지로 3개의 Group으로 나뉘어졌다. 즉 환경피해등급이 높은 순서대로 오른쪽에서 왼쪽으로 분리가 되었다.

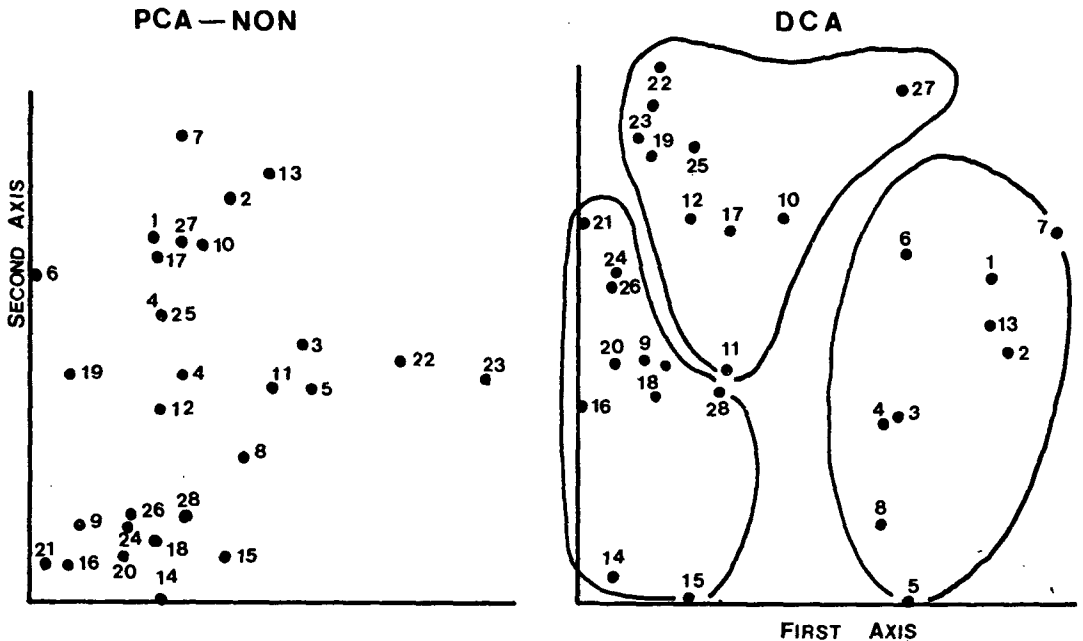


Figure 4. Ordination of twenty-eight plots of study area by non-PCA and DCA techniques.

TWINSpan에 의해 분리된 3개의 Group별로 non-PCA를 이용·분석한 것이 Figure 5이다. Group별로 군집이 명확하게 분리가 되지않아 TWINSpan에 의한 군집분리에서도 언급하였듯이 대관림은 群集構造가 거의 동일한 것으로 판단되었다. 각 Group별로 분리된 군집을 살펴보면 환경피해가 심한 군집 I은 갈참나무-개서어나무군집, 서어나무-갈참나무군집, 느티나무-갈참나무군집, 서어나무-느티나무군집, 환경피해가 경미한 군집 II는 개서어나무-졸참나무군집, 서어

나무-졸참나무군집, 갈참나무-느티나무군집, 환경피해가 경미한 군집 III은 졸참나무-서어나무군집, 활엽수혼효군집으로 분리가 되었다. 3개의 Group별로 種多様性を 계산한 것을 Figure 6에 나타냈다. 대관림에서의 種多様度(H)는 1.0을 넘지 못하여 광릉 삼림의 1.3(李 等, 1990), 치악산 삼림의 1.4(朴 等, 1988), 가야산 삼림의 1.5(이 등, 1989) 보다 수치가 낮아 인간에 의한 군집구조의 훼손이 심함을 알 수 있다. 환경 피해가 심한 군집이 중간인 군집보다 종다양성이 높는데, 피해가

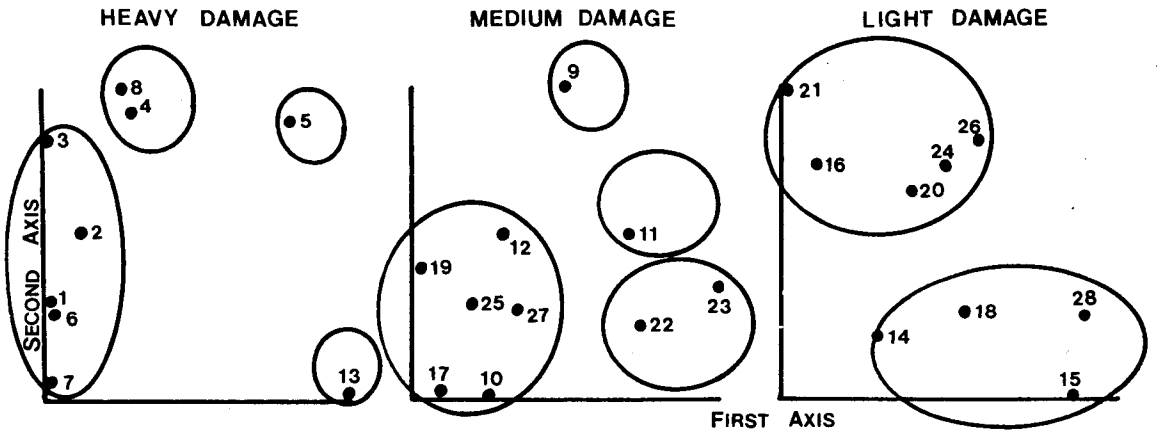


Figure 5. Ordination of twenty-eight plots for users' impact class of study area by non-PCA techniques.

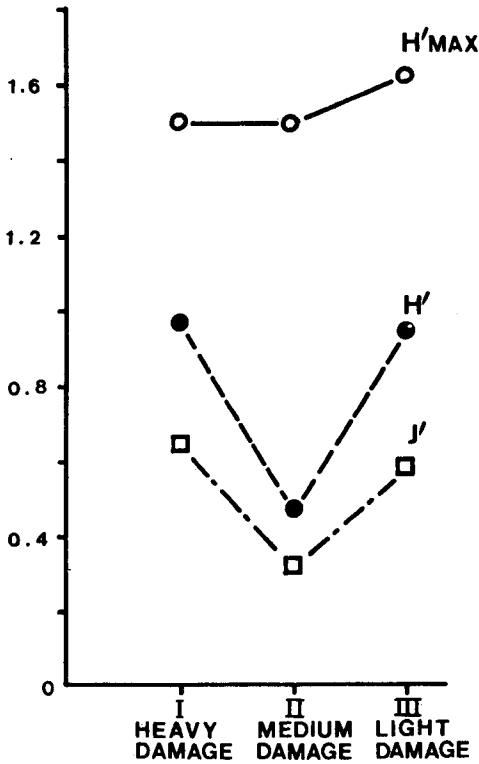
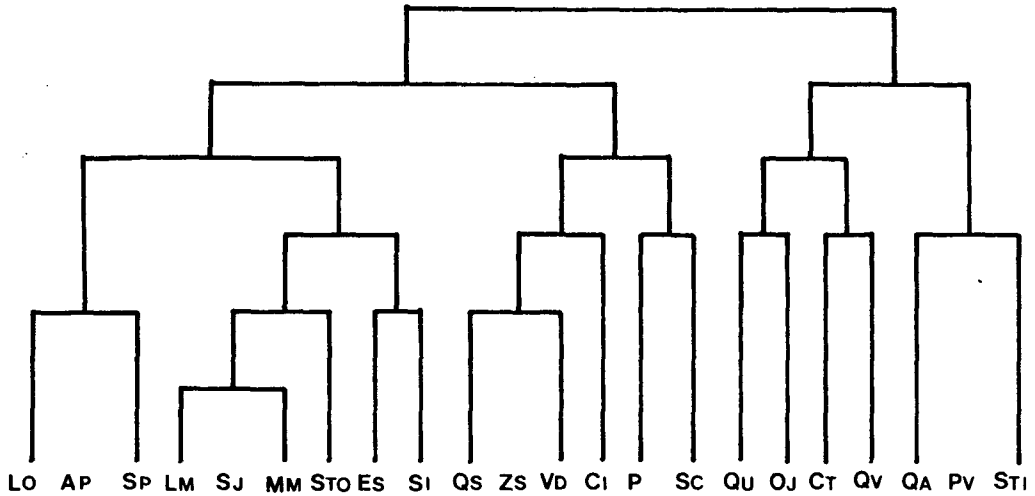


Figure 6. Values of various diversity for users' impact class of study area.

집에서는 계속적인 답압의 영향으로 내성이 강한 중간인 군집에서 교목하층과 관목층에 자라고 있는 踏壓에 대한 耐性이 약한 수종이 피해를 입음에 따라 종다양도가 낮아 졌다. 또한 피해가 심한 군수종의 개체수가 일정해지는 등 세력이 균일해짐에 따라 종다양도는 다시 증가하게 된 것이다.

5. 樹種의 Classification 및 Ordination 分析

28개 지역에서 출현하는 수종중 頻度가 5회 이상인 수종에 대하여 TWINSpan의 분석의 내용을 Figure 7과 같이 도시하였다. 제 2 Division에서 3개의 Group으로 분리되어 기존의 연구에서 4개의 Group으로 분리된 것(이 등, 1989; 李 等, 1990)과 차이가 있었다. 왼쪽에 분리된 Group에 속하는 생강나무, 당단풍나무, 조릿대, 조록싸리, 사람주나무, 회나무, 국수나무 등은 교목하층 및 관목층에서 자라는 수종으로서 환경피해가 심한 군집 I에서는 거의 출현하지 않은 수종들인데, 이들 수종이 하나의 Group으로 구분되는 것으로 보아 수종에 대한 TWINSpan 분석에서도 환경피해의 영향이 미쳤음을 알 수 있다. 한편 Ordination 분석에서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않아 Graph화하지 않았다. Kent & Ballard(1988)에 의하면 Classification과 Ordination기법은 독자적으로 1960년대부터 연구가 활발하게 진행되다가 1980년대 후반부터는 두 기법을 함께 이용하여 상호보완하는 추



(LO : *Lindera obtusiloba*, Ap : *Acer pseudo-sieboldianum*, Sp : *Sasamorpha purpurascens*, Lm : *Lespedeza maximowiczii*, Sj : *Sapium japonicum*, Mm : *Meliosma myriantha*, Sto : *Styrax obassia*, Es : *Euonimus sachalinensis*, Si : *Stephanandra incisa*, Qs : *Quercus serrata*, Zs : *Zelkova serrata*, Va : *Viburnum dilatatum* for. *pilosulum*, Cl : *Carpinus laxiflora*, Ps : *Prunus sargentii*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Qu : *Quercus urticaefolia*, Oj : *Orixa japonica*, Ct : *Carpinus tschonoskii*, Qv : *Quercus variabilis*, Qa : *Quercus aliena*, Pv : *Pourthiaea villosa* var. *laevis*)

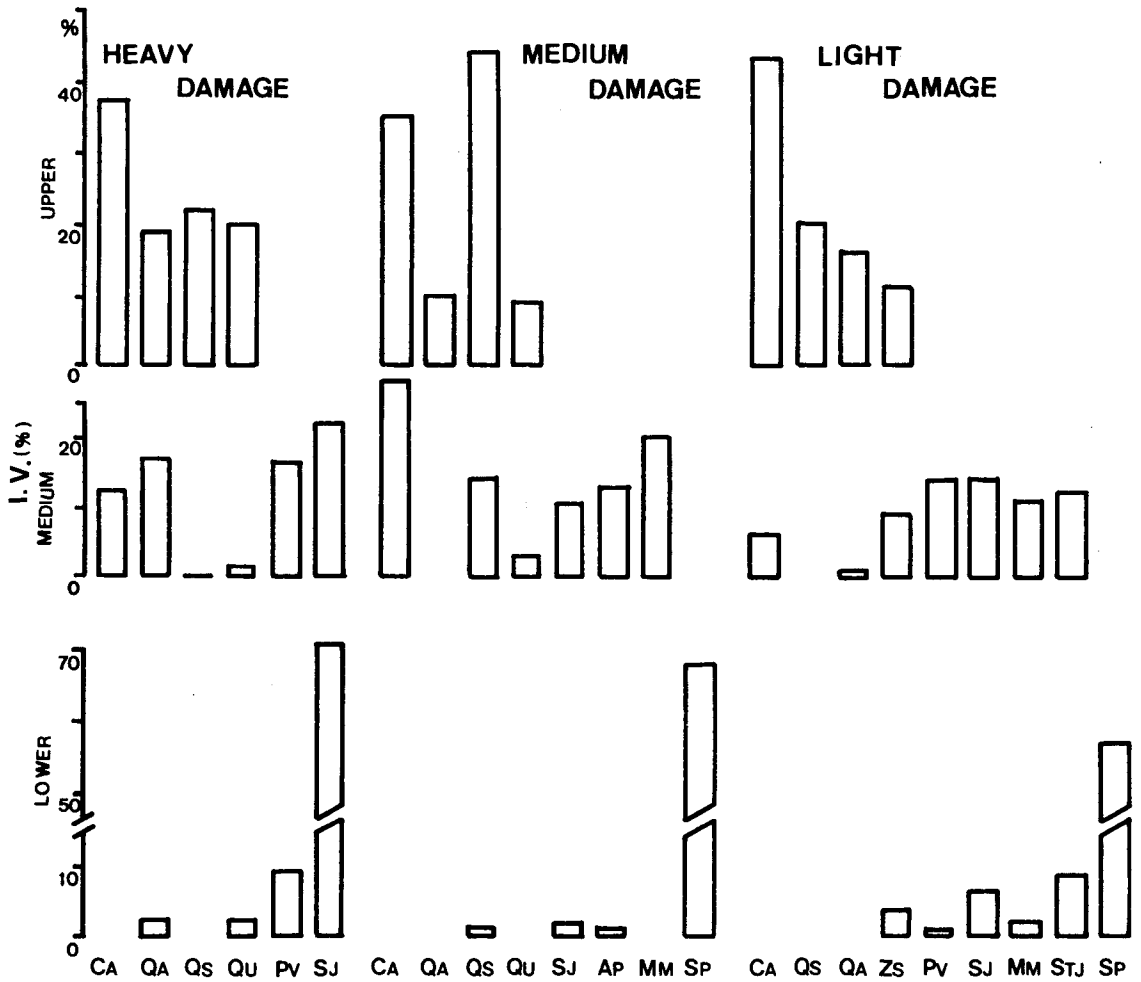
Figure 7. Dendrogram for TWINSPLAN stand classification of twenty-two woody species of Daekwanrim in Hamyang.

세가 늘어난다고 한바, 본 연구에서도 Classification과 Ordination기법을 함께 적용한 것이 좋은 결과를 보였다. Figure 8은 환경피해 등급에 따라 구분된 군집별 樹冠層位別의 주요종에 대한 I.V.를 도시화한 것이다. 각 군집에서 우점종은 서어나무류, 갈참나무, 졸참나무, 갈줄참나무이었다. 피해가 심한 군집의 교목상층에서 I.V.가 가장 높은 수종은 서어나무류이었고 갈참나무, 졸참나무, 갈줄참나무도 20%정도의 I.V.를 갖고 있으나 교목하층에서는 갈참나무 17%, 서어나무 12%를 나타낼뿐 때죽나무 22%, 윤노리나무 16.5%로 우점종에 변화가 생겼다. 관목층에서는 더욱 심하게 변화되어 교목상층에서 우점종이던 수종이 관목층에서는 稀少種으로 변화였고, 답압에 대한 내성이 강한 때죽나무의 I.V.가 71%로 증가되어, 군집 I에서 현재와 같은 무관리 상태로는 교목상층의 次代林 형성은 불가능하다. 피해중간지인 군집 II와 피해 경미지인 군집 III에서의 교목상층의 우점종인 서어나무, 갈참나무, 졸참나무 등은 교목하층에서도 다른 수종에 비해 I.V.가 높았으나 관목층에서는 이들 수종은 희소종으로 변하고 조릿대의 I.V.

가 군집 II는 68%, 군집 III은 57%로서 조릿대가 우점종으로 출현하였다. 그러므로 인간의 간섭이 심하지 않은 대관림의 숲도 현재와 같이 그대로 방치한다면 교목상층 우점종의 次代林은 형성되지 않을 것이다. 28개 조사지에서 대형목은 갈참나무가 DBH 120cm로서 가장 컸으며, DBH 70cm 이상인 수종은 갈참나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈줄참나무, 서어나무이었다.

6. 環境因子의 Ordination 分析

각 조사지의 종조성변화에 관련된 환경요인을 판단하기 위해 4개의 환경요인을 5단계로 나누어 (Table 4) DCA기법을 이용하여 제 1, 2축에 표시한 것이 Figure 9이다. 토양수분과 환경피해도 등급에서만 분리 명확한데, 환경인자와 DCA의 제 1, 2축의 Score와의 상관관계를 밝힌 것이 Table 5이다. DCA의 제1축의 Score와 환경인자 중 토양수분이 5%, 환경피해 등급이 1% 수준에서 정의 상관관계를 나타내어 DCA의 제1축의 분리는 환경피해등급이 가장 중요한 인자임이 인정



(Ca : *Carpinus* spp., Qa : *Quercus aliena*, Qs : *Quercus serrata*, Qu : *Quercus urticaefolia*, Pv : *Pourthiaea villosa* var. *laevis*, Stj : *Styrax japonica*, Sj : *Sapium japonicum*, Ap : *Acer pseudo-sieboldianum*, Mm : *Meliosma myriantha*, Sp : *Sasamorpha purpuranscens*, Zs : *Zelkoba serrata*)

Figure 8. Importance values of dominant species by crown story for users' impact class of study area.

Table 4. Ratings of representing ranges of environmental variables

	Soil moisture(%)	Soil pH	Soil humus(%)	Impact rating
1	> 3.7	> 4.05	> 2.09	> 1.59
2	3.73-4.87	4.06-4.40	2.10-2.83	1.60-2.19
3	4.88-6.02	4.41-4.75	2.83-3.57	2.20-2.79
4	6.03-7.17	4.76-5.10	3.58-4.32	2.80-3.39
5	7.18 >	5.11 >	4.33 >	3.40 >

Table 5. Correlation between environmental variables and DCA stand scores of the first and second axes

	1st Axis	2nd Axis
Soil moisture	.328*	-.059
Soil pH	.238	-.020
Soil humus	-.033	.025
Impact rating	.838**	.059

· 1-tailed signifi. : * : 5%, ** : 1%

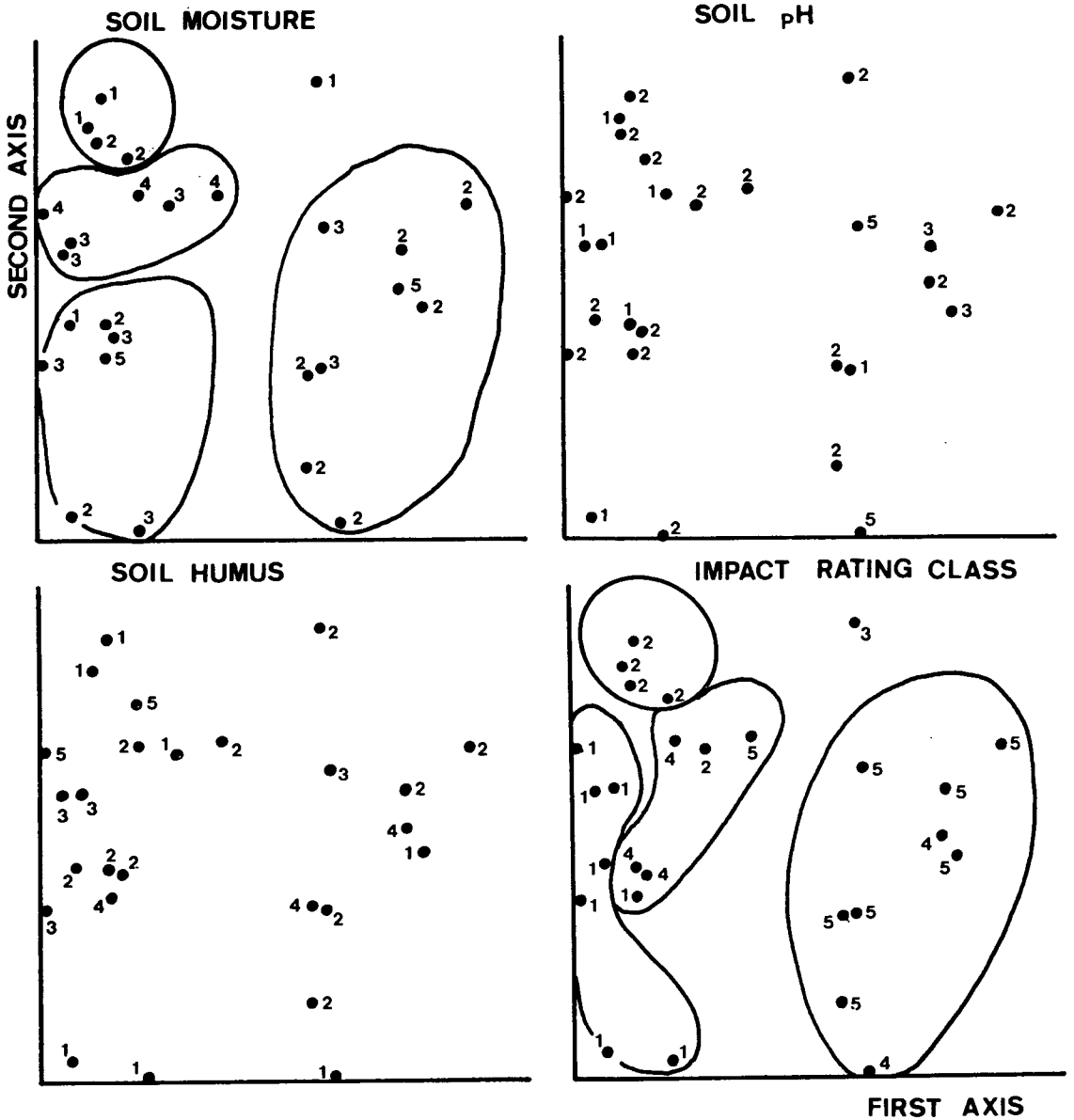


Figure 9. Distribution of environmental variables on the first two axes of DECORONA stand ordination. The ratings for range of environmental variables should be referred to Table 3.

된 것이다. 환경피해등급에 의한 분리현상에 관한 연구 발표는 거의 없고, 토양수분에 의한 구배에 관한 연구는 여러편이 발표되었다(Feet & Louck, 1977;朴等, 1988;李等, 1989; 이 등, 1990).

IV. 結 論

咸陽 大館林의 현존식생 및 환경피해 상황을 조사하고, 또한 삼림의 植物群集構造分析을 위하여 28개소에 조사지(1개 조사지당 25×20m 방형구 1

개 설치)를 설정하고 식생조사를 실시한 후 TWINS-SPAN에 의한 Classification 방법과 3종류의 Ordination(PCA, RA, DCA)방법을 적용하였다. 식생과피등급에 의한 조사결과 자연적인 회복이 불가능한 등급 3 및 등급 4가 각각 11%, 23%이었다. 현존식생은 서어나무 및 개서어나무가 優占種인 군집이 전체 삼림의 38%, 참나무류 우점종인 군집이 39%이었다. 28개 조사지에 대한 TWINS-SPAN과 Ordination 분석결과 식생과피 정도에 따라 3개의 Group으로 분리되었다. Ordination에 의한 조사지 분석에서는 non-PCA가 가장 효과적이었다. 환경피해가 심한 군집과 환경피해가 경미한 군집의 灌木層 우점종은 각각 때죽나무 및 조릿대로서 喬木層 우점종의 次代林形成은 불가능할 것이다. 환경인자의 Ordination 분석에 의하면 환경피해가 경미한 군집에서 심한 군집으로 이행할 수록 환경피해등급이 증가하였다.

引用文獻

1. Austin, M. P. and P. Greig-Smith. 1968. The application of quantitative methods to vegetation survey. II. Some methodological problems of data from rain forest. *J. Forestry* 56 : 827-844.
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. Frissell, S. S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. *J. Forestry* 76 : 481-483.
4. 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, 185pp.
5. Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University, Ithaca, New York, 52pp.
6. Hill, M. O. 1979a. DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 52pp.
7. Hill, M. O. 1979b. TWINS-SPAN-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, 99pp.
8. Huang, C. and R. Moral. 1988. Plant-environment relationship on the Montlake Wildlife area, Seattle, Washington, U.S.A. *Vegetatio* 75 : 103-113.
9. Hukusima, T. and K. A. Kershaw. 1987. The impact on the Senjogahara ecosystem of extreme run-off events from the River Sakasagawa, Nikko National Park. II. The correlation of vegetation and environmental disturbance using TWINS-SPAN and DCA ordination techniques. *Ecol. Res.* 2 : 85-86.
10. 李昌福, 1986. 新稿樹木學, 鄉文社, 331pp.
11. 李景宰, 吳求均, 權英先, 1987. 宣靖陵의 適正受容能力 推定 및 管理方案(I)-土壤環境 및 植生分析-. 韓國造景學會誌 14(3) : 33-45.
12. 이경제, 조재창, 우종서, 1989. Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산지구의 식물군집구조분석. *응용생태연구* 3(1) : 28-41.
13. 李景宰, 趙在昌, 李鳳洙, 李道錫, 1990. 광릉삼림의 식물군집구조(I)-Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉 지역의 삼림구조 분석-. 韓國林學會誌 79(2).
14. Kent, M. and J. Ballard, 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology *Vegetatio* 98 : 109-124.
15. 文化公報部, 1973. 文化財大觀(天然記念物篇), 459pp.
16. 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, 48pp.
17. 박인협, 이경재, 조재창, 1988. 치악산 국립공원의 삼림군집구조-구룡사, 비로봉계곡을 중심으로-. 응용생태연구 2(1) : 1-9.
 18. Peet, P. K. and O.L. Loucks. 1977. A gradient analysis of southern Wisconsin forests. Ecology 58:485-499.
 19. Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York. 385pp.
 20. Taylor, S.J., T.J. Carleton and P. Adams. 1987. Undrestory vegetation changes in a *Picea mariana* chronosequence. Vegetatio 73 : 63-72.
 21. 任慶彬, 1976. 咸陽 大館林. 서울大學校 農科大學 演習林報告書 12 : 91-97.