

피아골 第一次林의 群集生態學的 研究

吳 桂 七 · 姜 倫 淳

(西江大學校 理工大學 生物學科)

Application of ordination techniques to the primary forest of Piagol valley in southern Korea

by

Oh, Kye Chil and Yoon Soon Kang

(Dept. of Biology, Sogang University)

Abstract

To elucidate ecological space, the species, stand and physical environment of Piagol primary summer green forest were determined in terms of stem number, basal area, and coverage of 68 vascular plant species from 40 quadrats with 5×20m size. From each quadrat 3 to 5 soil cores were collected. Soil pH, field capacity, exchangeable K, Ca, Na, easily soluble P and loss on ignition were also determined. Depth of mineral soil and litter layer were measured. For each sampling site, elevation and aspect were described.

For the species and quadrat(stand), composite value was calculated by dividing the total of stem number and basal area or coverage of each shrub and tree by 2. After successive refinement, secondary data matrix with 18 species by 26 stand was subjected to reciprocal averaging, centered principal component, centered-standardized principal component ordination and polar ordination in terms of stand and species ordination. Correlation between stand ordination scores and physical factors was analysed.

The results from the analyses and the linear relationship of log number of stems to diameter class for abundant tree species indicate that within the apparent homogeneous summer green forest four kinds of forest; *Carpinus laxifolia*, *Quercus serrata*, *Quercus mongolica* and *Abies holophylla* are distributed continuously from 500m to 1,500m elevation (sea level), and each forest appears to be near to climax stage. The branching pattern, dead trees and their decaying status also support the conclusion.

Of the physical factors elevation, amount of Na and the depth of soil seem to be the most influential to the forest distribution.

The species group: *Carpinus erosa*-*Acer pseudo sieboldianum*-*Carpinus laxifolia*-*Styrax obassia*-*Benzoin obtusilobum* sometimes *Quercus serrata*, *Quercus mongolica*-*Sasamorpha purpurascens*-*Weigelia florida* var. *glabra*, *Abies holophylla*-*Pinus koraiensis* seems to be associated closely each other.

Reciprocal averaging appears to be effective for the first approximation of the stand ordination to delete the stand and species for further refinement. For the species ordination reciprocal averaging and centered-standardized principal component analysis seem to be more effective than the centered principal component analysis and polar ordination so far in this study concerned.

緒 論

智異山은 北緯 35°22' 東經 137°31'에 있으며 小白山脈 안에 있다. 피아골은 252와 198 參考地點 안에 있다. (國立地理院, 土地利用現況圖, 1979發行). 本 調查地域은 최저 약 500m 최고 약 1,500m 범위에 있으며 大體로 片麻岩地帶였으나 지리산에는 一部 花崗岩地域도 있었다. 南原(海拔 약 115m)에서는 年平均氣溫이 12.3°C이고 年平均降水量이 약 1,300mm라고 한다(1972~1979年). 그러나 이곳 平地에서는 약 32°~33°C의 氣溫일 때 피아골지역에 있어서는 日中 氣溫이 약 20°C 정도였고 溪流의 水溫은 약 15°C였다.

이地域에서 Nakai(1915)의 智異山植物相에 관한 연구, Kim(1965)의 土壤無機養素維持能, 朴(1979, 1981)의 이 地域 植生에 대한 人間の 影響 및 落葉分解에 관한 연구가 각각 있었다.

그러나 植物群集에 관한 연구는 없었다. 그래서 이곳 森林群集의 組成, 均質性 및 主要構成種의 種集團構造등을 살펴보기 위하여 이곳에서 각가지 multivariate analysis를 試圖하여 보았다. 本研究을 支援해준 韓國自然保存協會에 감사한다.

方 法

標本蒐集

植生·群集生態學의 基本 目的은 어디까지나 植物群集의 種組成, 構造를 基準으로 環境을 이해하는데 있다. 그러므로 species-stand data를 群集理解를 위한 根幹으로 삼는다. 本研究은 探索的이거나 集約的인 것이 아니고 pilot study의 범주에 속하므로 피아골의 삼흥소, 날라리봉-노고단을 잇는 약 15km²내의 森林群集을 대상으로 가능한한 전역에 걸쳐 40개소를 任意로 選擇적으로 標本蒐集하였다(Fig. 1). 標集區는 5×20m 크기이며 이들 區 사이의 변이를 줄이기 위해 그와 같은 長方形(矩形)을 취했으며 또한 等高線과 直角方向으로 이 區의 長軸을 설정했다. 5:20의 比는 1:4의 比로 보통 이용되고 있는 1:2나 1:4의 比의 범위 내에 속한다. 그러나 1:4의 比는 標集區의 edge effect가 클 것이기든 하나 교목의 數와 DBH를 측정하는데 그 목적이 있으므로 문제가 없었다. 흉고주위가 5cm 以下는 관목層으로 간주하고 5×5m 크기의 nested quadrat를 사용 측정하였다. 동시에 幼木의 수를 세었다. 草木層의 多數種을 기록하였다. 동시에 단위면적당 木本의 전 기저면적의 측정을 위해 wedge prism (Dilworth & Bell, 1977)을 사용하였다.

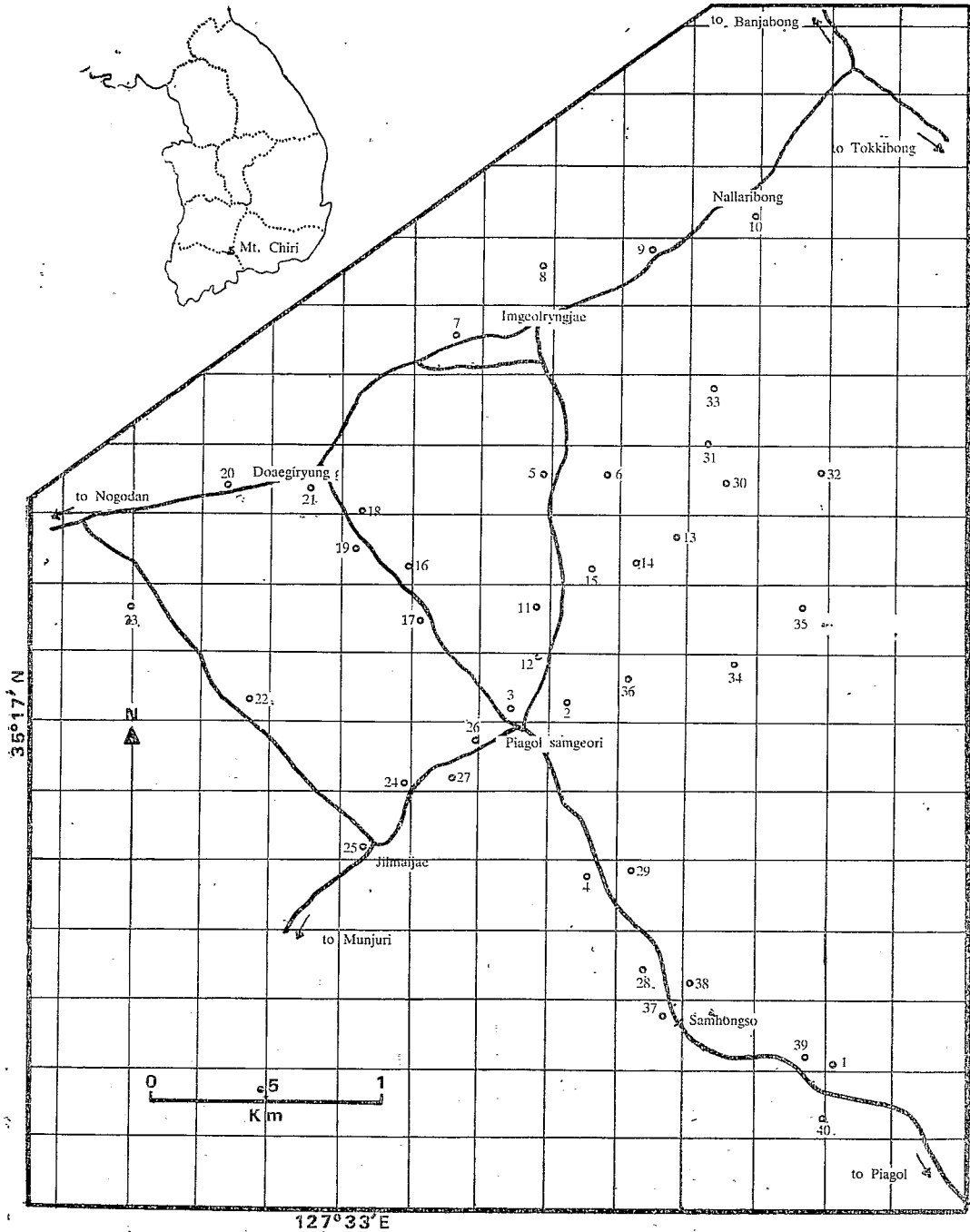


Fig. 1. Location of sampling sites in Piagol, Southern Korea.

각 標集區에서 경사도, 사면향, 高度, 土壤深度, 土壤可壓縮能, 落葉層의 두께, 현장토양습도, pH 등을 3회내지 5회 測定하였다. 토양 pH와 습도는 Soil pH Humidity tester (Takamura Electric Works, model DM-5)를, 그리고 토양가압측능은 Soil penetrometer (Soil test Inc., model CL-700)을 사용하였다. 그 밖의 土壤諸性を 측정하기 위해 地表의 落葉을 치운 후 직경 7.3cm 높

Table 1. *X values of 18 tree species from 40 quadrats of Piagol forest

Species	Stand number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
견 나 무	<i>Abies hodolophylla</i>																						
잣 나 무	<i>Pinus koraiensis</i>							52.244.518.512.5	2.7	1.3						8.9				1.1		29.6	
보얀쪽나무	<i>Benzoin erythrocarpum</i>	11.4	3.9	1.1	0.9					1.010.1						13.8	2.1						
생강나무	<i>Benzoin obtusilobum</i>	3.4	2.1	0.8	10.0						5.1	4.7	3.8	9.1	6.1	8.8	0.5	1.2	5.3				
까치박달	<i>Carpinus erosa</i>										0.8	15.5										1.8	
*서 나 무	<i>Carpinus</i> spp.	36.9	3.0	34.5	43.8	6.3	2.6	5.6	8.0		58.3	31.6	7.2	11.4	13.3		7.6						
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>					50.8	4.1	15.1	31.8	44.4	0.8	20.0	16.0			3.1	29.5	39.1	57.7	43.9	56.7	25.0	
줄참나무	<i>Quercus serrata</i>	4.7	4.9	17.5	20.8	52.1				1.0						32.9							
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	17.3	1.2	3.5	13.3	2.5					1.6					13.8	1.1		2.2				
좁은단풍나무	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> var. <i>typica</i>					5.4	0.9	2.9	3.2	2.3	0.8	2.8	13.9	33.8	7.5	1.1	12.5	1.8	2.7	9.9			
데역순나무	<i>Tripterygium regelii</i>						1.7			4.5						1.0				3.8	1.8	8.0	
노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	5.2				1.3	3.0									2.7	7.0	5.1				2.4	
쨍쪽나무	<i>Rhododendron schippenbachii</i>																						
노린재나무	<i>Palaura chinensis</i> var. <i>pilosa</i>	3.0	8.6	2.2	8.3	7.5	3.6	11.8	3.9	6.5	0.8	1.6				5.4				6.5	2.2	9.7	
쪽풍백나무	<i>Styrax obassia</i>	0.8	7.4	6.0												13.1	6.4	2.8	1.3				
쇠물푸레나무	<i>Fraxinus sieboldianum</i> var. <i>serrata</i>	1.6							0.8							8.8				7.1	4.6	0.6	
병꽃나무	<i>Weigela florida</i> var. <i>glabra</i>	22.8	2.1	2.5	1.6	1.8	2.3													6.5		1.8	2.4
조릿대	<i>Sasamorpha purpurascens</i> var. <i>bozealis</i>	11.8	5.8	2.6	5.1	9.8	8.1	5.8	9.0	2.2	7.7	6.2	4.8	12.6	10.8	2.2	26.9	13.6	14.1	6.4			

Species	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	# of Av- inci- dence
전 나 무 <i>Abies holophylla</i>	0.751.8	0.7	2.1	1.3	6.3	0.9	4.7	3.8	6.09	18										
자 나 무 <i>Pinus koratensis</i>	3.1	0.9	1.3	0.63	8															
보 환목나 무 <i>Benzoin erythrocarpum</i>	3.6	1.1	7.2	6.3	2.510.8	7.9	13.9	1.0	4.3	6.62.74	19									
생 강 나 무 <i>Benzoin obtusilobum</i>	1.6	7.9	0.7	8.6	8.512.7	7.4	6.9	2.7	9.4	3.7	1.7	2.4	1.0	0.8	1.4	3.46	29			
까 치 박 달 <i>Carpinus erosa</i>	17.4	4.7	5.3	31.9	2.1	1.99	8													
*서 나 무 <i>Carpinus spp.</i>	1.634.929.0	22.7	45.9	42.4	25.8	30.0	20.5	50.0	2.0	22.6	30.7	15.	27							
신 갈 나 무 <i>Quercus mongolica</i>	26.9	76.9	9.2	9.4	36.4	13.7	43.9	51.2	22.7	18.	21	24								
졸 참 나 무 <i>Quercus serrata</i>	1.5	2.7	1.3	15.6	25.0	3.9	4.60	13												
조 루 싸 리 <i>Lespedeza maximowiczii</i>	1.6	5.7	8.7	2.7	1.6	7.5	3.9	4.42.32	17											
좁 은 단풍나 무 <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> var. <i>typica</i>	1.9	3.7	10.6	1.4	3.6	8.9	8.2	1.8	7.9	10.9	1.3	1.0	3.2	6.3	4.31	29				
메 역순나 무 <i>Tripterygium regelii</i>	0.9	5.5	1.1	1.3	2.9	1.3	7.3	0.8	0.8	0.8	1.09	16								
노 각 나 무 <i>Stewartia koreana</i>	9.4	1.0	1.7	3.6	0.9	6.3	1.3	2.6	4.2	2.9	1.9	13.8	1.91	19						
철 쪽 나 무 <i>Rhododendron schiipenbachii</i>	25.5	10.6	5.8	5.8	3.0	11.1	17.1	21.2	1.0	4.74	19									
노 린재나 무 <i>Palura chinensis</i> var. <i>pilosa</i>	2.2	1.6	0.5	3.0	1.3	1.5	4.5	1.3	2.9	10.9	2.3	1.7	1.0	0.72.93	29					
죽 동백 나 무 <i>Styrax obassia</i>	3.4	3.3	3.5	1.3	2.1	5.2	0.8	0.8	2.0	0.8	1.2	1.56	18							
쇠 물푸레나 무 <i>Fraxinus sieboldianum</i> var. <i>serrata</i>	36.2	5.4	1.5	2.2	3.0	0.7	5.7	1.3	3.2	4.0	6.7	0.8	1.3	2.39	19					
병 꽃 나 무 <i>Weigela florida</i> var. <i>glabra</i>	2.4	4.8	10.2	1.4	1.1	4.2	4.4	0.9	2.9	9.7	1.1	0.8	1.6	3.8	2.33	23				
조 락 대 <i>Sasamorpha purpurascens</i> var. <i>boxalis</i>	2.2	4.8	1.4	8.7	4.9	1.9	1.6	4.78	26											

*X=(relative density + relative dominance) / 2.

*서 나 무 및 개서 나 무

이 6.8cm의 Soil sleeve를 사용하여 각 Site에서 3회씩 土壤을 定積 채취했다.

分析方法

植 生

野外에서 얻은 vegetation data를 바탕으로 種別, 標集區 別 data matrix를 作成하였다. 이 때 各種의 合成值 X_{ij} 를 다음과 같이 구했다.

$$X_{ij} = \frac{d_{ij} + D_{ij}}{2},$$

여기서 X_{ij} 는 i 種의 j 표집구에서의 合成值이며, d_{ij} 와 D_{ij} 는 i 種의 j 표집구에서의 상대밀도 및 상대우점도를 각각 나타낸다. 이 data matrix 즉, column(표집구) 40, row(種) 18을 기준으로 Polar ordination(PO), Principal component analysis (PCA) 및 Reciprocal averaging (RA)(Hill, 1973) 분석을 시도 하였다.

Polar ordination은 Bray & Curtis(1957) 方式을 따랐으나 endpoint selection은 기계적으로 처리했으며, Principal component analysis는 successive refinement를 위한 outlier나 disjunct를 제거 後 실시한 Centered PCA는 variance-covariance matrix를 바탕으로 사용한 方式과 이러한 처리를 한후 variance 기준으로 standardize한 Centered and standardized PCA 方式으로 실시했다. 後者의 경우는 상관계수 matrix를 secondary data matrix로 삼고 eigen analysis를 하였다.

상기한 ordination 分析을 위한 computer program은 Cornell Ecology Program Series 中の 하나인 ORDIFLEX(Gauch, 1977)를 사용했으며, 모든 계산은 한국과학기술원 전산실의 IBM 3032 MVS system을 사용했다.

同時에 主要樹種 集團의 age structure를 살피기 위해 직경계別 頻度分布를 시도하였다.

土壤分析

채취한 土壤을 분쇄 氣乾해서 2mm soil sieve로 친후 작가지 분석에 사용했다. pH는 흙, 증류수의 비를 1:2로 한후 glass electrode pH meter (Corning, model 10)로 측정하였다. 치환성 ion (K^+ , Ca^{++} , Na^+)은 pH 7.0, 1.0N ammonium acetate로 추출후 flamephotometer (Corning, model 400)로 측정하였고 가용성 P양은 Bray's method(1948)에 의거 spectrophotometer (Pye Unicam, model SP 8-100)로 측정하였다. 작열소실량은 기건토양을 0.5mm soil sieve로 친후 105°C에서 4시간 oven-dry 시킨후 Muffle furnace에서 450°C로 4시간 태운후 태우기전 무게와의 차이로 측정하였다.

結果 및 論議

피아골 안의 40개 표집구에서 수집된 木本은 모두 68종이며 이중 主要樹種의 표집구別 分布를 Table 1에 실었다. 서나무나 신갈나무의 平均 X값은 각각 15.7% 및 98.2%이며 이들의 出現 回數는 27/40 및 24/40로 이들은 이곳에서의 共多數種(co-abundant species)을 이루고 있다. 또한 졸참나무와 신갈나무는 前記 두 多數種보다 더욱 分明히 서로 다른 곳에서 자라고 있다.

Data matrix의 성질을 알아보기 위해 우선 68종×40stand의 primary data matrix를 대상으로 Reciprocal averaging 분석을 하였다(Gauch, 1977). 그 결과(Fig. 2) 각 표집구들은 第1軸에서 서

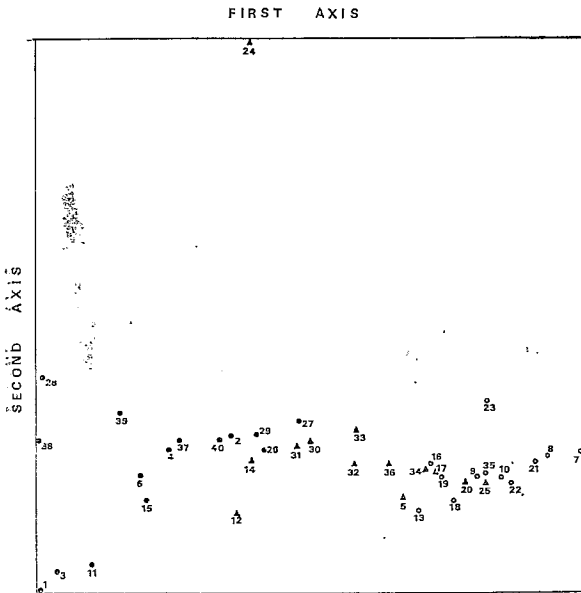


Fig. 2. Relative position of each stand in the space dimensioned by the first 2 principal components from the reciprocal averaging from the Piagol forest. For numbers see stand number of Table 1.

A. Stand Ordination (stand space)

RA, centered PCA, centered-standardized PCA, PO를 標集區에 適用한 結果를 Fig. 3의 (a), (b), (c) 및 (d)에 각각 나타냈다. (a), (c), (d)는 Fig. 2에서와 비슷하게 第1軸상에 疎林나무型, 疎林나무型 및 混合型의 順序로 進行한 傾向을 나타냈다. (b)의 경우에는 第1軸과 第2軸의 對角線上에 앞서 말한 順序로 세가지 型이 分離되고 있다. 大體로 네가지 標集區 ordination 經過는 서로 一致하고 있다. 이들 사이의 Spearman's rank correlation coefficient(Table 2)에서도 그러한 傾向을 確認할 수 있다.

상기한 ordination 즉 eigenanalysis 結果를 Table 3에 나타냈다. 최초의 3軸에 의한 eigenvalue로 미루어 RA, Centered PCA, Centered-standardized PCA의 total variance 集中은 59%, 82% 및 46%이다. 一般的으로 전형적인 群集研究에 있어 최초의 세개의 eigenvalue는 전체 variance 중의 40%내지 90%를 나타낸다는 점으로 미루어 볼 때(Gauch, 1982) 이 分析은 매우 타당한 것으로 여겨진다.

B. 환경 요인

標集區別 種組成 및 저적면적 차이와 이들 표집구의 주요 환경요인 사이의 관계를 살펴보기 위해 標集區別 환경요인들과 RA stand ordination의 第1 및 2축의 stand score 사이의 相關分析을

나무, 疎林나무, 疎林나무, 疎林나무 등으로 나뉘어진다. 그 中間의 混合型도 많음을 알 수 있다.

2축에서는 outlier인 疎林나무의 평균 X값이 47.5%를 차지하는 제 24표집구에 의하여 나머지 표집구들이 아래쪽으로 치우쳐져 있음을 볼 수 있다. 疎林나무 같은 outlier와 그림 2의 1축상의 左右로 물려있는 sample cluster (disjunct species) 그리고 rare species 등을 除去하는 successive refinement 過程을 거쳐 최종적으로 18種×26표집구로 축소한 secondary data matrix를 얻었다. 이것을 바탕으로 PO, 각가지 PCA, RA들의 ordination을 시행했다.

이 분석에서는 有無, octave scale 등이 아닌 untransformed data를 사용하였다(강, 1981).

PO에서의 각축의 endpoint는 RA에서 얻는 각축의 endpoint로 정했다.

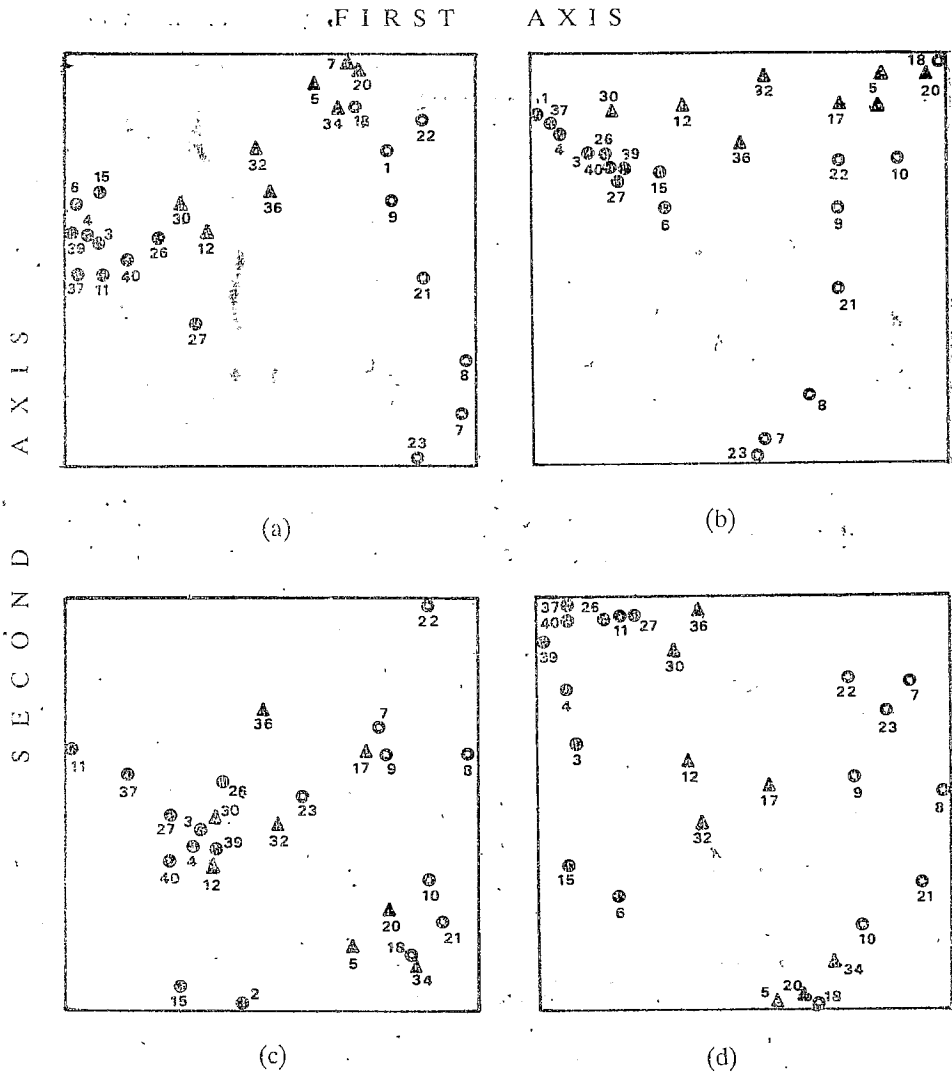


Fig. 3. Relative position of each stand in the space dimensioned by the first and second axes from the reciprocal averaging (a), centered principal component analysis (b), centered-standardized principal component analysis (c), and polar ordination (d), ●, ○, ▲ indicate broad-leaved deciduous stand, coniferous stand and mixed stand respectively.

시도하였다(Table 4).

그 결과 15가지 RA stand ordination 환경요인 중에서 고도와 Na의 양만이 第1軸의 score와 有意한 상관 관계를 나타냈으며, 第2軸과의 상관분석에서는 土壤深度만 유의한 결과를 나타냈다. 그러나 기저면적의 크기, soil pH, 土壤濕度, 치환성 Ca 등에서도 그러한 경향을 엿볼 수 있다. 각 가지 PCA와 PO의 경우도 거의 비슷한 樣相을 보여준다. 元來가 이들 분석에서 통계학적 有意性을 검정하는데에는 無理가 있으며 統合의인 경향을 찾는 데 있으므로 이상의 결과는 示唆하는 바 크다. 즉 植生은 一次林의 모습을 하고 있으나, 岩石이 많아 단위지적당 土壤容量이 적기 때문에 土壤深度가 중요한 복합 土壤 환경요인으로 作用할 가능성이 높을 것으로 생각되며, 약 600m에서 약 1,000m에 이르는 高度 gradient는 필연적으로 대기 온도와 降水量에 큰 차이를 나타낼 것으로 여겨

Table 2. Spearman's rank correlation coefficient among four kinds of stand ordination

	Centered PCA	Centered standardized PCA	RA
PO	0.892	0.873	0.955
Centered PCA		0.882	0.876
Centered standardized PCA			0.849

Table 3. Eigenvalues of the first five components by three ordination techniques

Component	RA			Centered PCA				Centered-standardized PCA			
	eigen-value	% eigen-value	sum of eigen-value	% eigen-value	eigen-value	% eigen-value	sum of eigen-value	% eigen-value	eigen-value	% eigen-value	sum of eigen-value
1	0.5905	26.07	26.07	16,320	43.37	43.37	3.847	21.37	21.37		
2	0.4111	18.15	44.23	9,157	24.34	67.71	2.556	14.20	35.57		
3	0.3379	14.92	59.15	5,396	14.34	82.05	2.042	11.34	46.91		
4	0.2698	11.91	71.07	2,509	6.67	88.72	1.728	9.60	56.51		
5	0.2171	9.59	80.65	1,552	4.13	92.84	1.540	8.56	65.07		

Table 4. Correlation coefficients between fifteen environmental variables and the stand scores of the first and the second axes by RA; *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Environmental variables	Stand scores of the first axis	Stand scores of the second axis	Environmental variables	Stand scores of the first axis	Stand scores of the second axis
Elevation	.861***	.119	Pore space	.037	-.144
Depth of soil	.060	.426*	Soil pH	.251	-.031
Soil compressibility	-.218	.177	Loss on ignition	.185	-.245
Basal area	.223	-.125	Easily soluble phosphorus	-.166	-.347
Thickness of litter layer	.063	-.152	Exchangeable potassium	.121	-.307
Field soil pH	-.304	-.029	Exchangeable calcium	.214	-.268
Field soil moisture	.320	-.059	Exchangeable sodium	.398*	-.257
Maximum field capacity	.056	-.258			

진다. 또한 고산이고 東南海岸에 가깝고 복잡한 地形을 이루고 있어 태풍의 영향과 침엽수림으로 Na의 양이 특히 고지대에서 크지 않을까 하는 추측도 해보게 한다.

이와같은 결과는 光陵森林群集의 경우 RA stand ordination의 第1軸 score와 환경요인과의 상관분석 결과 총 19가지 환경요인 중 11가지가 有意한 관계를 나타 낸 것과 비교할 때 현저한 차이를 나타내고 있다(강, 1981).

피아골 森林群集에서는 標集區의 고도 차이가 光陵森林群集의 그것 보다 약 5배가 된다. 그래서 피아골의 비생물환경요인의 차이나 β diversity(Pielou, 1975)가 光陵林의 그것 보다 클 것으로 예상되거나 coenocline을 가정하고 data matrix를 바탕으로 피아골 森林群集의 β diversity를 算出해본 결과는 약 1.8HC로 光陵의 1.5-1.8HC와 비슷하였다. 高度 이외의 그 밖의 비생물환경요인의 변이도 光陵林의 그것과 큰 차이가 없는 것 같다(Table 5). 그러나 피아골 森林群集안의 高地帶는 盛夏期에도 약 20°C의 낮은 氣溫이므로 落葉의 分解率이 낮을 것으로 推理된다. 그래서 낙엽층의 두께가 크고, 작열소실량도 높아서 최대용수능, 공극양, 치환성이온 등이 光陵의 그것 보다 상당히

Table 5. Summary of environmental variables for Piagol forest

	Elevation (m)	Soil depth(cm)	Soil compressibility (kg/cm ²)	Basal area (cm ² /100m ²)	Litter layer (cm)	Field soil pH	Field soil moisture	Max. field capacity (%)
\bar{x}	1,053.5	32.16	0.45	2,332.2	4.05	6.36	37.14	115.61
Max.	1,480.0	40.00	1.280	4,725.0	9.54	6.67	62.00	156.54
Min.	530.0	12.40	0.10	986.0	1.66	5.83	20.00	76.80
S \bar{x}	55.236	1.543	0.053	35.825	0.335	0.045	1.957	4.622
	Pore space (%)	Soil pH	Loss on ignition (%)	Easily soluble phosphorus (ppm)	Exchange-able K(ppm)	Exchange-able Ca(ppm)	Exchangeable Na(ppm)	
\bar{x}	101.44	4.55	25.71	9.71	177.83	353.95	23.67	
Max.	127.71	5.03	33.41	28.26	300.70	6680.0	36.40	
Min.	71.18	4.00	18.50	3.71	80.90	83.50	14.53	
S \bar{x}	2.626	0.049	0.843	1.052	9.838	34.589	1.185	

높은 수치를 나타내고 있다. 즉 피아골은 光陵 보다 전반적으로 보다더 mesic한 경향을 보이고 있다. 일반적으로 피아골 森林群集의 분포 즉, 전나무型, 신갈나무型, 서나무-졸참나무型의 분포에는 高度가 가장 중요한 요인으로 作用하는 것 같다. 또한 地形의 險峻性 및 단위지적당 岩片의 양(可用總土壤量) 등도 크다고 생각된다. 특히 光陵林內 8月の 氣溫도 약 20°C를 나타낸다(Oh, 1959).

C. 種의 ordination

RA, Centered PCA, Centered-standardized PCA 및 RA의 4종류의 species ordination 결과를 Fig. 4의 a, b, c 및 d에 각각 나타냈다.

RA의 결과를 보건데 잣나무-전나무집단, 신갈나무-철쭉나무-노린재나무-조릿대집단, 까치박달집단, 서나무-생강나무-쪽동백-졸참나무의 4가지 집단을 볼 수 있다(Fig. 4 a).

Centered-standardized PCA의 결과(Fig. 4 c)를 보건데 잣나무-전나무-철쭉집단, 신갈나무, 조릿대-노린재나무-메역순나무집단, 까치박달-노박나무집단 그리고 서나무, 쪽동백, 보얀목나무 집단을 볼 수 있다. 그런데 이 경우에는 졸참나무, 생강나무, 조록싸리 집단이 따로 구분된다.

Centered PCA의 경우(Fig. 4 b)에는 第1軸에서 서나무와 신갈나무가 완전히 갈라지고 전나무도 완전히 갈라져 있다. 그밖의 종들은 모두 집중되어 있다.

PO의 경우(Fig. 4 d)는 第I軸에서 졸참나무와 잣나무가 양극단에, 그리고 第II軸에서 메역순나무와 까치박달나무가 양극단에 자리잡고 있다. 그러나 나머지 종들의 상관은 앞서方法的 결과와 같지 않다.

以上の 결과로 보아 까치박달, 좁은단풍나무, 서나무-졸참나무, 신갈나무-조릿대-병꽃나무 그리고 잣나무-전나무 사이들이 각각 共存하고 있다고 보겠다.

種 ordination에 있어서는 RA와 Centered-standardized PCA 결과가 좀더 種 사이의 관계를 分明히 나타내주는 것 같다.

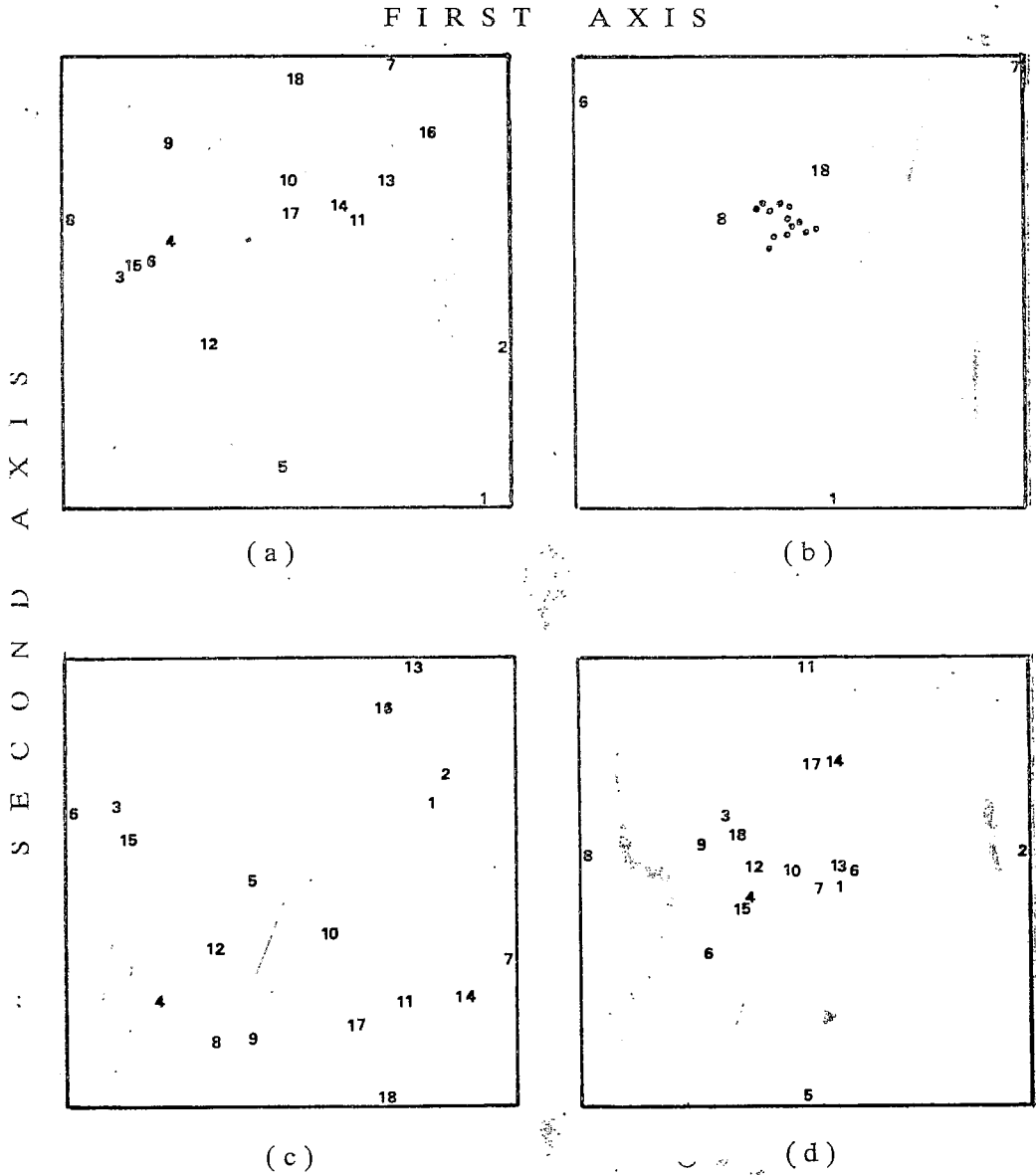


Fig. 4. Relative position of each species in the space dimensioned by the first 2 principal components from the reciprocal averaging (a), centered principal component analysis (b), centered-standardized principal component analysis(c) and polar ordination(d).

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Abies holophylla</i> 2. <i>Pinus koraiensis</i> 3. <i>Benzoin erythocarpum</i> 4. <i>B. obtusilobum</i> 5. <i>Carpinus erosa</i> 6. <i>C. spp.</i> 7. <i>Quercus mongolica</i> 8. <i>Q. serrata</i> 9. <i>Lespedeza maximowiczii</i> | <ol style="list-style-type: none"> 10. <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> var. <i>koreanum</i> 11. <i>Tripterygium regelii</i> 12. <i>Stewartia koreana</i> 13. <i>Rhododendron Schlippenbachii</i> 14. <i>Palura chinensis</i> var. <i>pilosa</i> 15. <i>Styrax obassia</i> 16. <i>Fraxinus sieboldianum</i> var. <i>serrata</i> 17. <i>Weigela florida</i> var. <i>glabra</i> 18. <i>Sasamorpha purpurascens</i> var. <i>borealis</i> |
|--|---|

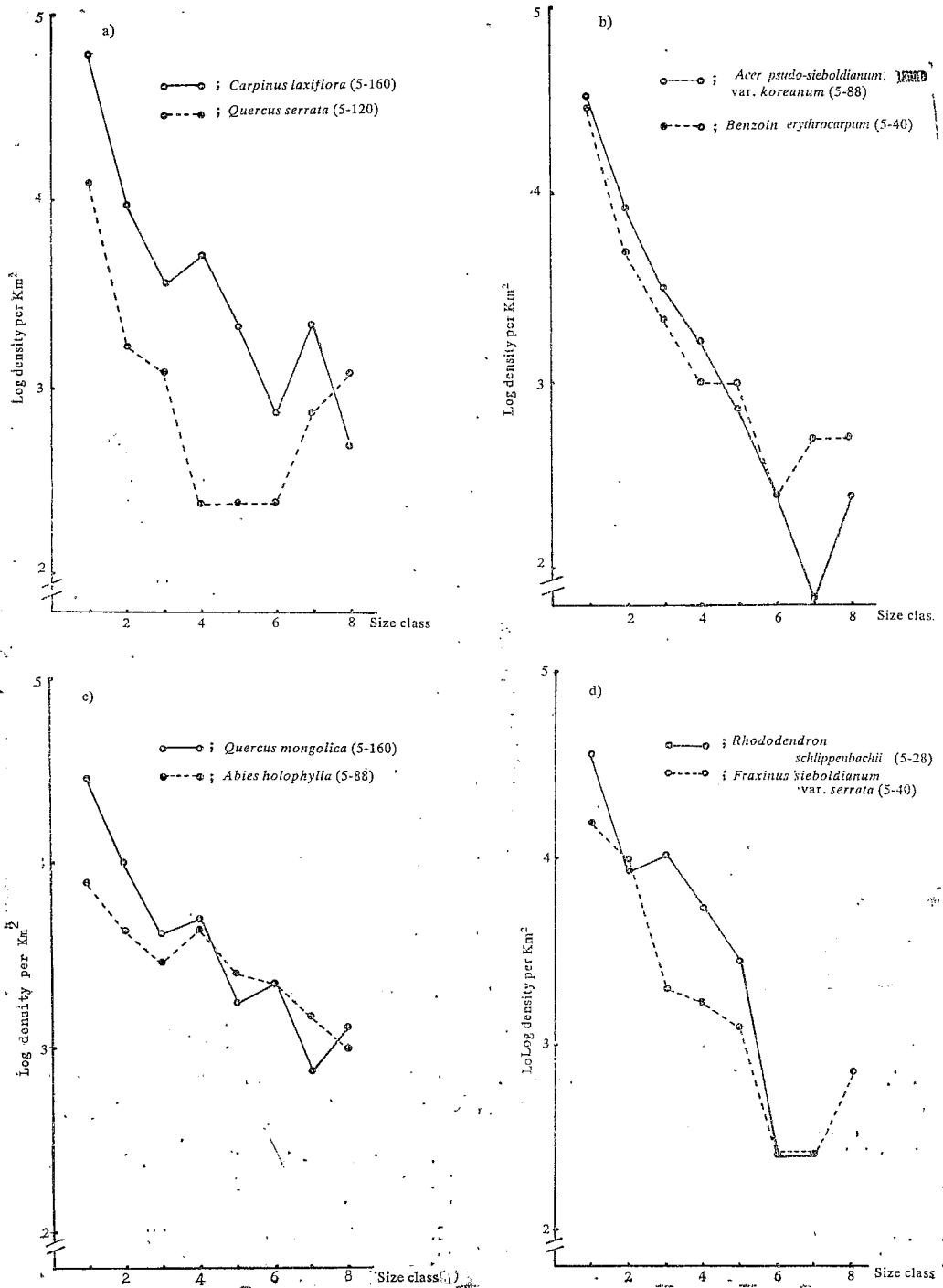


Fig. 5. Relationship between log number of tree stems and girth classes: the range of girth(cm) in parentheses,

D. 種集團의 직경계구조

種集團의 年齡構造를 보기 위해 直徑階를 X軸으로 하고 각 직경계에 속하는 個木數를 Y축에 나타냈다(Fig. 5). 出生率이 사망을 보다 크면 어린 것이 많아져서 倒狀 J형을 나타낼 것이며 出生되는 것이 적어지거나 없어지려는 불룩한 모양이나 鐘모양으로 될 것이다.

신갈나무종집단과 전나무종집단의 직경계구조를 보건대(Fig. 5 a) 약간의 진폭은 있으나 전반적으로 直線을 나타내고 있어 매우 安定된 種集團으로 後繼木이 계속자라고 成木이 죽은 後 그 보다 작은 것이 繼續적으로 자라고 있음을 추측할 수 있다. 전나무는 물론 신갈나무도 극상종으로서의 地位를 차지하고 있는 것으로 추측된다. 서나무(Fig. 5 a)도 前記 두 종과 같은 직경계구조를 나타내고 있다.

졸참나무(Fig. 5 a), 좁은단풍나무, 보얀목나무(Fig. 5 b), 철쭉나무, 쇠물푸레나무(Fig. 5 d) 등도 다 제일 어린 것이 가장 흔하고 불룩한 모습을 나타내는 것은 없다. 그러나 직경계 6 근처에서 가장 적고 다시 그 보다 큰 것이 더 많은 경향을 띤다. 이 무렵에 자연적인 攪亂작용이 있었거나, 열매의 생산이 특히 빈약한 해였는지 알 수 없다. 이들 크기의 집단들의 年齡을 살펴 볼 必要가 있을 것으로 생각한다.

이상 중, 표집구, 환경요인 및 主要種集團의 直徑階 分布 등을 살펴 본 결과와 枯死木 상태, 個木의 分枝形態 등으로 미루어 볼 때 피아골의 森林群集은 極相상태에 있는 第一次林이라고 推察된다. 그러나 原始林상태가 유지되어 온 것으로는 생각되지 않는다. 이는 biomass의 dimension이나 土壤岩石片의 量, gap 아닌 곳에 있어서의 個木(個莖)의 分枝 形式으로 보아 元初부터 保存되어 온 숲이라고는 생각되지 않는다.

追而. 이 연구를 하는데 있어 同定에 도움을 준 梨花女子大學校 李永魯 教授, 李南淑 강사에게 깊이 감사하며 野外作業과 실험실 土壤 및 統計分析을 도운 西江大學校 理工大學 宋昌燮 助敎에게 감사하며 特히 宋 助敎와 더불어 嶮山 峻嶺을 10여일간 20여차례나 來往하며 植生資料와 土壤 標集 및 記錄 등을 위해 勞苦를 아끼지 않은 서강대학교 이공대 생물학과 대학원생 이하일, 조운신, 이정하, 주세익, 이근섭 등의 학생들에게 깊이 감사한다. 이들의 도움 없이는 이 일이 不可能했을 것이다. 財政支援을 해 준 韓國自然保存協會에 감사한다.

參 考 文 獻

- Bray, R. H., 1948. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizer requirement: Diagnostic techniques for soils and crops. The American Potash Institute, Washington D.C.
- 강운순, 1981. 광릉삼림군집에 대한 ordination 方法의 적용. 서강대학교 석사논문.
- Dilworth, J.R. & J.F. Bell, 1977. Variable Probability Sampling. Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- Gauch, H.G. Jr., 1977. ORDIFLEX. Cornell University, Ithaca, New York.
- Gauch, H.G. Jr., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University press. Cambridge.
- Kim, C.M., 1965. The nutrient holding capacity of soils of different soil types in Korea. Seoul National University, Research Report 16; 148-172.
- 國立地理院, 1979. 土地利用現況圖 N1-52-1, 23-1.

- Leak, W.B., 1975. Age distribution in virgin red spruce and northern hardwoods. *Ecology* 56 : 1451—1454.
- Nakai, T., 1915. Flora of Chiisang (Chirisan) Japanese Provincial Government of Korea. (In Japanese)
- Oh, K.C., 1959. Synecological studies on several forest communities in Kwhangnung, Chungang University Theses Collection 4 : 497—519.
- Park, B.K., 1979. Human impact on the vegetation of Chirisan. Survey report of Korean Nature Conservations Association 1 : 93-115 (Korean text with English summary).
- Park, B.K., 1981. A model for litter decomposition of the forest ecosystem in south Korea. *Korean J. of Ecology* 4 : 38-51. (Korean text with English summary)
- Pielou, E.C., *Ecological diversity*. Wiley, New York.