응용생태연구 7(2) : 135~154, 1994

덕유산 국립공원의 삼림군집구조분석[1]
-백련사-금포탄 지역을 중심으로-

이경재[2] · 최송현[3] · 조현서[4] · 이윤원[5]

The Analysis of the Forest Community Structure of Tŏkyusan National Park[1]
-Case Study of Paekryunsa-Kŭmpotan-

Kyong-Jae Lee[2], Song-Hyun Choi[3], Hyun-Seo Cho[4], Yoon-Won Lee[5]

요 약

덕유산 국립공원 구천동계곡(금포탄-백련사)의 삼림군집구조 분석을 위하여 40개소에 조사구(1개 조사구당 100m²)를 설치하고 식생조사를 실시하여 TWINSPAN에 의한 classificaton분석과 ordination 기법의 일종인 DCA 및 CCA를 적용하였다. 전체 조사구는 TWINSPAN에 의해 서어나무-까치박달 군집, 소나무-서어나무-졸참나무 군집, 서어나무 군집, 신갈나무-서어나무 군집, 2개의 참나무류 군집, 2개의 들메나무 군집 등 8개의 집단으로 분리되었다. 양 기법에 의해 추정되는 천이계열은 교목상층에서 소나무→신갈나무, 졸참나무→서어나무, 까치박달, 들메나무로 교목하층 및 관목층에서는 진달래, 철쭉, 개옻나무→당단풍, 조록싸리, 참회나무, 노린재→고추나무, 병꽃나무 순으로 예측되었다. Classification, ordination, 흉고직경 및 토양환경인자의 분석을 통해 들메나무 군집은 토지극상을 이루고 있는 것으로 밝혀졌다.

주요어 : 식물군집구조, TWINSAPN, DCA, CCA, 생태적 천이

ABSTRACT

To investigate the forest structure in valley of Kŭmpotan-Paekryunsa of Tŏkyusan National Park, fourty plots were set up and surveyed. According to the analysis of classification by TWINSPAN, community divided by 8 groups. The divided groups are *Carpinus laxiflora-C. cordata* community(Ⅰ), *Pinus densiflora-C. laxiflora-Quercus serrata* community(Ⅱ), *C. laxiflora* community(Ⅲ), *Q. mongolica-C. laxiflora* community(Ⅳ), *Q.* spp. community(Ⅴ, Ⅵ), and *Fraxinus mandshurica* community(Ⅶ, Ⅷ). In the analysis of ordination techniques, DBH distribution, environmental variables etc., community Ⅶ and Ⅷ were pointed out edaphic climax. So the successional trends seems to be from *P. densiflora* through *Q. mongolica, Q. serrata* to *C. laxiflora, C. cordata, F. mandshurica* in canopy layer. And in the subtree and

1 접수 1월 15일 Received on Jan. 15, 1994
2 서울시립대학교 문리과 대학 조경학과 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea
3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea
4 진주산업대학교 임학과 Dept. of Forestry, Jinju National Univ., Chinju 660-280, Korea
5 중부대학교 산림지원학과 Dept. of Forestry, Jungbu Univ., Kumsan 312-940, Korea

shrub layer, it was expected that *Rhododendron mucronulatum, Rh. schlippenbachii, Rhus trichocarpa→ Acer pseudo-sieboldianum, Lespedeza maximowiczii, Euonymus oxyphyllus, Symplocos chinensis* for. *pilosa→ Staphylea bumalda, Weigela subsessilis*. According to the results of the analysis for the relationship between environmental variables and species, *F. mandshurica* correlated with exchangeable cations significantly.

KEY WORDS : COMMUNITY STRUCTURE, TWINSPAN, DCA, CCA, ECOLOGICAL SUCCESSION

서 론

덕유산국립공원은 1975년 2월 1일 우리나라에서 10번째로 지정되었다. 경·위도상으로 동경 127° 37′~127° 50′과 북위 35° 45′~36° 00′에 위치하고 있으며, 행정구역상으로는 전라북도 무주군과 장수군, 경상남도 거창군과 함양군 등 2개도 4개군 31개면에 걸쳐 있으며 총면적은 219km²에 이른다.

태백산맥에서 분기된 소백산맥의 중앙부에 자리잡은 덕유산은 주봉인 향적봉(1,614m)을 중심으로 망봉(1,

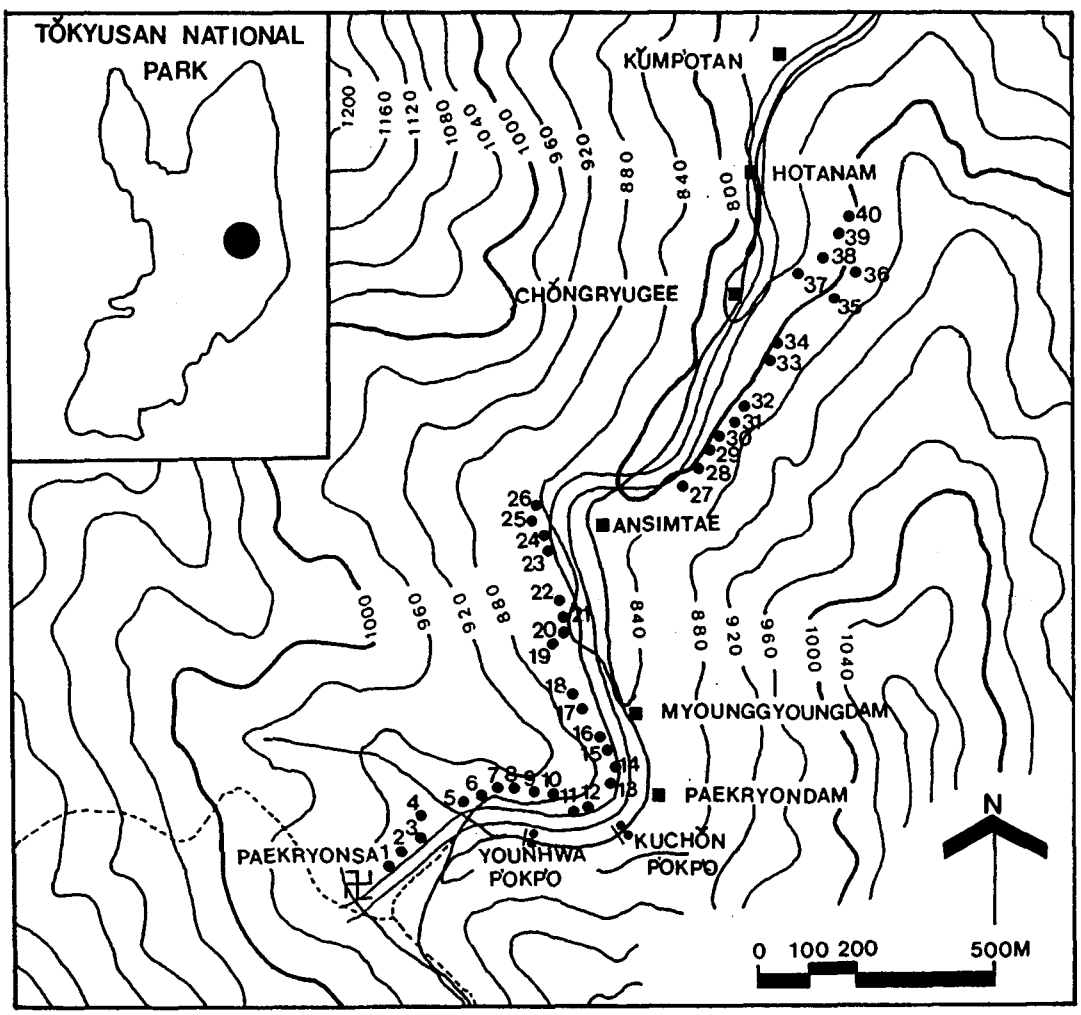

Figure 1. The location map of the survey area of Kuchondong valley(Paekryunsa-Kumpotan) in Tokyusan.

046m), 시루봉(1,105m), 무룡산(1,491m), 남덕유산(1,507m), 거칠봉(1,177m), 칠봉(1,161m), 적상산(1,029m), 두문산(1,051m), 지봉(1,247m) 등 1,000m이상의 고봉준령이 즐비하며, 1,000m이상의 해발고가 전체의 30.1%를 차지하고 있다(국립공원협회, 1993).

구천동 33경을 중심으로 봉우리와 기암, 산봉, 계곡, 폭포의 모양이 기기묘묘하여 온갖 설화와 전설이 깃든 이곳에 최근 개발의 붐을 타고 국립공원내에 골프장과 스키장이 포함된 대단위 위락단지가 조성됨에 따라 자연환경이 심각한 타격을 입고 있다.

이에 본 연구는 국립공원 올바른 관리방향을 제시하고자 백련사를 중심으로 금포탄에 이르는 구천동계곡의 삼림식생을 조사 연구하여 국립공원 연구의 기초자료로 삼고자 한다.

조사지 설정 및 방법

1. 조사지 설정

덕유산 국립공원의 수려한 계곡중 나제통문에서 향적봉에 이르는 33경으로 유명한 구천동계곡에서 제 22경 금포탄(琴浦灘)과 제 32경 백련사(白蓮寺)에 이르는 구간을 중심으로 Figure 1과 같이 10×10m ($100m^2$)의 조사구(plot) 40개를 설치하였다. 본조사는 93년 8월에 실시하였고 그에 앞서 4월에 예비조사를 하였다.

2. 환경요인조사

본 조사대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황과 토양성질을 조사·분석하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 평균흉고직경 및 평균울폐도, 조사구에 출현하는 목본종수를 측정·조사하였다. 토양분석을 위해 각 조사구별로 1kg정도의 시료를 채취, 실험실로 운반하여 토양산도, 유기물함량, 치환성양이온함량을 측정하였다(농업기술연구소, 1988).

3. 식물군집구조분석

식생조사는 조사구내에서 흉고직경(DBH) 2cm이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명, DBH를 측정하였으며(박, 1985), 층위는 교목상층, 교목하층, 관목층으로 구분하였다. 측정된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(importance value:I.V.), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였다. 식생자료를 정리하여 classification은 TWINSPAN(Hill, 1979b), ordination은 DCA(detrended correspondence analysis) 방법(Hill, 1979a)과 CCA(canonical correspondence analysis)방법(Ter Braak, 1987)을 이용하였고, 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

덕유산 국립공원의 최근 5년간('88~'92)의 기온을 살펴보면 연평균기온은 10.6℃, 최고기온 32.5℃, 최저기온 −19.1℃이다. 연평균 강우량은 1,369mm로 7~9월에 전체 강우량의 약 60%가 집중되고 있다(국립공원협회, 1993).

전체 40개조사구는 TWINSPAN에 의한 군집분리로 8개의 군집으로 분리되었으며, 분리된 군집별로 각 조사구의 일반적 개황을 Table 1에 나타내었다. 40개 조사구 모두 해발고 800~900m사이에 위치하였으며, 군집 Ⅰ과 Ⅱ가 남향, 군집 Ⅳ가 북동향, 군집 Ⅴ가 남동향, 군집 Ⅶ과 Ⅷ이 북서향이었다. 경사의 범위는 20~30°이었고, 교목상층의 수고는 15~30m였다.

2. 삼림군집구조분석

2. 1 Classification 분석

전체 40개 조사구에 대하여 TWINSPAN에 의한 classification분석을 실시하여 Figure 2에 도시하였다.

첫번째 단계에서 사면에 따른 식생차이로 분리되었는데 주로 북서사면의 들메나무와 기타 사면의 서어나무로 나뉘었다. 두번째 단계에서는 각각 두개로 분리되어 4개로 나뉘었는데 먼저 서어나무 그룹은 층층나무와 종조성을 이루는 그룹과 다릅나무 및 신갈나무와 어울리는 그룹으로 묶였고, 들메나무 그룹은 다릅나무의 유무에 따라 2개로 묶였다. 세번째 단계에서 서어나무-층층나무 그룹은 졸참나무의 유무에 따라 군집 Ⅰ, Ⅱ로 나뉘었고, 들메나무 그룹은 더 이상 분리되지 않았다. 본 연구에서는 Figure 2에서 도시한 바와 같이 8개의 군집으로 분리하였다.

TWINSPAN에 의해 분리된 8개 군집을 조사구별로 수종에 대한 I.V.를 정리한 것이 Table 2이고, 각 군집별로 층위별 I.V. 및 M.I.V.를 Table 3에 나타내었다.

Table 1. Description of the physical features and the structure of each for classified type by TWINSPAN in Paekryunsa of Tokyusan.

Community	I		II						III					
Plot Number	13	14	2	15	17	18	21	39	7	11	16	20	22	35
Altitude(m)	850	860	900	852	860	861	859	795	898	872	856	850	855	821
Aspect	S5E	S5E	N30E	S22W	S3E	S3E	S5E	N45W	S81E	S30E	S22W	S7E	S5E	N30W
Slope(°)	30	30	30	20	15	15	15	25	30	35	20	15	15	30
Height of tree layer(m)	18	18	17	21	22	22	18	19	18	17	20	18	19	19
Mean DBH of tree layer(cm)	26	28	35	42	50	58	29	35	25	30	40	27	30	35
Cover of tree layer(%)	90	95	90	95	85	90	95	90	95	95	95	90	90	90
Height of subtree layer(m)	5	5	6	6	7	6	7	6	7	6	5	7	7	7
Cover of subtree layer(%)	30	50	40	30	30	80	60	40	40	40	40	30	30	50
Height of shrub layer(m)	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	2	3	4	2
Cover of shrub layer(%)	10	20	70	10	85	90	40	30	30	30	5	30	60	30
Number of woody species	17	12	11	18	25	21	19	21	17	19	18	14	22	14

Table 1. (Continued)

Community	IV								V				
Plot Number	3	4	5	6	8	12	27	38	9	10	25	26	36
Altitude(m)	898	898	898	899	894	874	815	792	901	900	854	850	821
Aspect	N15E	N17E	N 5E	N 4E	S60E	S 2E	N40W	N45W	S22E	S 1E	S10E	S10E	N25W
Slope(°)	30	30	30	30	35	30	30	25	30	30	30	30	30
Height of tree layer(m)	14	17	18	18	18	17	13	16	16	17	17	18	19
Mean DBH of tree layer(cm)	27	41	27	35	35	23	25	37	22	25	32	30	47
Cover of tree layer(%)	80	95	90	85	90	95	85	90	90	85	90	85	95
Height of subtree layer(m)	6	6	7	6	7	6	5	6	5	6	7	6	7
Cover of subtree layer(%)	50	70	60	60	40	60	60	40	40	40	30	30	50
Height of shrub layer(m)	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
Cover of shrub layer(%)	60	30	50	65	30	30	30	30	30	30	30	50	30
Number of woody species	10	10	11	12	13	12	18	13	13	14	15	13	12

Table 1. (Continued)

Community	VI					VII			VIII				
Plot Number	1	23	24	34	40	19	29	33	28	30	31	32	37
Altitude(m)	896	855	855	812	788	852	814	807	814	809	816	810	795
Aspect	S55E	S30W	S 3W	N14W	N45W	S 7E	N75W	N14W	N40W	N42W	N33W	N45W	N45W
Slope(°)	30	20	20	30	25	15	25	30	30	25	25	20	15
Height of tree layer(m)	17	19	18	15	18	18	19	18	19	16	13	16	16
Mean DBH of tree layer(cm)	31	33	25	30	49	27	31	27	20	28	48	27	25
Cover of tree layer(%)	80	95	90	95	85	90	95	95	90	90	70	90	95
Height of subtree layer(m)	8	8	6	7	5	6	6	8	5	7	7	6	7
Cover of subtree layer(%)	40	80	60	60	30	40	50	60	50	60	70	50	30
Height of shrub layer(m)	1.5	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3
Cover of shrub layer(%)	80	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	20	10
Number of woody species	14	14	17	15	11	21	16	13	13	14	12	17	16

Table 2. Importance value of each plot for classified type by TWINSPAN in Tokyusan.

Community	I		II						III					
Plot number	13	14	2	15	17	18	21	39	7	11	16	20	22	35
Pinus densiflora	.	.	.	13.2	50.0	29.5	28.4	.	.	.	27.2	.	.	12.6
Juglans mandshurica	3.7	.	.	.	.	.	.	.	.	1.5	.	.	.	.
Betula costata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18.9
B. davurica	.	.	.	8.5	.	6.0	.	26.5	.	.	.	4.9	3.3	.
Carpinus cordata	28.1	.	.	.	.	4.9	.	.	.	1.3	.	.	.	.
C. laxiflora	4.7	33.5	.	30.0	9.1	20.8	16.1	7.3	40.4	28.9	30.0	19.9	8.8	.
Corylus sieboldiana	.	.	.	0.2	0.3	.	.	1.4	.	.	.	.	.	.
Quercus variabilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q. aliena	.	.	.	12.0	.	.	.	.	.	13.2	.	.	.	.
Q. mongolica	.	6.6	7.0	.	2.2	5.1	.	.	12.2	3.7	.	14.5	34.1	.
Q. serrata	.	.	35.7	10.4	11.4	4.9	27.3	8.4	.	.	0.1	16.3	12.8	14.1
Ulmus davidiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
U. macrocarpa	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	.	.	.	.
Zelkova serrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Morus bombysis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.9	.
Magnolia sieboldii	1.1	3.9	16.4	.	.	.	.	2.9	3.4	.	.	.	.	.
Lindera obtusiloba	1.1	.	0.8	1.9	0.7	1.7	5.3	1.9	11.8	4.1	5.0	8.4	4.8	5.7
L. erythrocarpa	.	.	.	.	.	.	0.5	0.4	.	.	.	.	.	.
Deutzia prunifolia	1.5	0.9	.	.	.	0.5	.	0.6	0.9	.	.	16.7	0.9	.
Philadelphus schrenckii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stephanandra incisa	.	.	4.4	0.3	0.3	0.1	1.8	2.0	3.6	5.5	3.0	.	.	3.1
Pyrus pyrifolia	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus sargentii	8.0	.	.	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	.	.	.	.	4.1	1.3
Lespedeza maximowiczii	.	.	2.9	0.7	0.2	2.0	.	0.7	2.8	2.1	0.8	.	0.4	0.8
Maackia amurensis	.	0.2	.	.	0.2	.	.	.	1.2	0.5	5.9	1.0	2.7	3.7
Rhus trichocarpa	0.6	.	.	5.5	6.6	9.1	4.4	0.8	.	0.9	8.1	.	4.1	.
Ilex macropoda	.	.	.	.	.	.	.	1.4	.	.	.	.	.	.
Euonymus oxyphyllus	2.0	.	.	.	.	.	1.0	0.4	.	0.2	.	0.1	0.1	.
Staphylea bumalda	5.4	7.7	11.0	.	0.2	0.4	1.7	2.1	.	.	0.3	1.3	1.0	.
Acer mono	.	.	.	.	0.2	0.7	0.9	.	1.5	0.5	.	9.0	1.1	.
A. pseudosieboldianum	6.6	6.755	.	7.8	1.1	3.1	2.2	10.0	5.6	1.1	10.9	0.5	7.0	17.9
Tilia amurensis	.	.	.	.	.	1.5	.	.	5.9	.	5.5	.	3.0	5.2
Stewartia koreana	2.9	.	.	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.
Kalopanax pictum	10.9	.	.	0.4	1.1	1.0	.	.	.	10.2	0.9	0.4	0.3	.
Cornus controversa	9.6	5.2	.	.	0.9	1.4	.	5.5	.	.	.	.	.	.
Rhododendron mucronulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	2.4	.	.	.	.	.
Rh. schlippenbachii	.	.	.	0.9	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.
Symplocos chinensis for. *pilosa*	.	.	4.0	.	0.6	.	0.1	1.3	0.6	2.9	0.2	3.4	4.7	1.9
Styrax obassia	8.7	23.6	.	5.3	3.1	2.2	5.9	9.2	2.4	16.6	0.3	.	3.8	5.7
Fraxinus mandshurica	.	.	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F. rhychophylla	.	.	13.7	1.2	2.5	4.7	1.7	.	2.4	.	0.6	.	0.3	.
F. sieboldiana	.	.	.	0.4	1.0	0.4	1.2	.	2.2	2.2	0.2	.	.	7.2
Callicarpa japonica	3.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viburnum erosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.7	4.0	1.7	.
Weigela subsessilis	2.2	.	1.6	1.0	2.0	.	0.7	6.2	0.7	1.2	.	.	.	1.8
OTHERS	0.0	11.7	2.6	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0

Table 2. (Continued)

Community	Ⅳ								Ⅴ				
Plot number	3	4	5	6	8	12	27	38	9	10	25	26	36
Pinus densiflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juglans mandshurica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula costata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
B. dawurica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9.9	10.6	11.4
Carpinus cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C. laxiflora	27.0	37.2	3.8	9.6	5.1	35.3	0.9	25.4	4.8	1.5	.	2.7	.
Corylus sieboldiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercus variabilis	.	.	.	24.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q. aliena	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q. mongolica	34.2	6.8	42.6	17.1	35.7	19.8	16.3	34.7	45.2	26.6	.	3.1	15.9
Q. serrata	.	23.7	13.7	1.5	14.8	10.3	15.8	.	.	12.7	42.1	36.3	22.9
Ulmus davidiana	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.	.	.	.
U. macrocarpa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.3	.	.
Zelkova serrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11.3	.	.	.
Morus bombysis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Magnolia sieboldii	.	1.0	.	.	.	.	6.8	0.8	.	.	.	.	.
Lindera obtusiloba	6.8	.	8.2	6.9	6.0	2.7	5.5	0.6	6.6	16.7	3.7	7.7	8.8
L. erythrocarpa	.	.	.	.	.	.	0.6	2.5	.	.	.	.	.
Deutzia prunifolia	.	.	.	.	1.2	.	4.4	4.3	.	1.1	.	.	3.8
Philadelphus schrenckii	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stephanandra incisa	.	.	.	1.2	4.3	3.3	.	5.6	0.6	.	3.4	1.0	4.9
Pyrus pyrifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus sargentii	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.1	.	.	.
Lespedeza maximowiczii	.	.	.	.	.	.	.	2.9	.	.	0.6	.	.
Maackia amurensis	.	.	2.1	.	2.6	2.5	9.6	0.7	0.9	0.9	1.5	0.9	1.6
Rhus trichocarpa	.	.	.	.	.	.	1.4	.	.	1.6	1.5	.	.
Ilex macropoda	0.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euonymus oxyphylius	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.	.	0.3
Staphylea bumalda	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.
Acer mono	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.
A. pseudo-sieboldianum	4.1	9.1	3.0	5.7	7.0	7.7	14.8	1.8	12.4	11.9	4.9	7.8	18.7
Tilia amurensis	.	.	.	.	.	.	.	.	2.7	1.2	.	.	1.7
Stewartia koreana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kalopanax pictum	.	.	.	2.7	.	7.5	.	.	.	.	.	.	.
Cornus controversa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhododendron mucronulatum	1.6	1.2	0.6	.	1.0	.	1.3	.	10.7	3.1	3.0	9.2	.
Rh. schlippenbachii	6.7	5.4	12.0	16.4	3.5	.	6.4	.	1.3	.	8.1	.	.
Symplocos chinensis for. *pilosa*	.	1.3	1.2	4.1	.	.	.	6.2	1.7	.	5.7	8.7	5.6
Styrax obassia	7.7	2.7	8.9	5.6	16.8	6.5	10.5	13.1	3.1	2.0	3.8	6.5	4.5
Fraxinus mandshurica	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.	.	.	.
F. rhychophylla	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.	.	.
F. sieboldiana	9.1	11.7	4.0	7.7	1.0	1.9	.	.	5.9	8.3	6.3	2.3	.
Callicarpa japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viburnum erosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weigela subsessilis	.	.	.	.	.	2.3	1.1	.	.	.	.	.	.
OTHERS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.2	0.0	0.0	3.1	0.0

Table 2. (Continued)

Community	VI					VII			VIII				
Plot number	1	23	24	34	40	19	29	33	28	30	31	32	37
Pinus densiflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juglans mandshurica	.	.	.	.	.	3.6	3.1	.	.	.	.	.	3.1
Betula costata	.	13.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
B. davurica	.	6.8	18.4	.	5.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Carpinus cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C. laxiflora	.	17.4	25.5	.	.	5.9	19.6	.	.	.	.	.	.
Corylus sieboldiana	9.4	1.4	.	.	.	.	2.7	.	.	.	.	.	2.5
Quercus variabilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q. aliena	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.
Q. mongolica	37.9	.	1.2	29.4	.	6.1	5.0	.	.	.	.	6.0	.
Q. serrata	12.1	30.0	.	0.3	27.6	14.0	.	18.9	.	.	.	14.4	.
Ulmus davidiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
U. macrocarpa	.	.	.	.	.	17.0	.	16.3	.	.	1.9	.	12.7
Zelkova serrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Morus bombysis	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1.3	1.1
Magnolia sieboldii	.	.	.	.	.	.	10.3	8.5	8.8	12.6	18.1	5.4	2.9
Lindera obtusiloba	.	7.4	1.3	2.5	.	6.3	2.9	1.2	9.0	2.0	4.6	10.9	7.8
L. erythrocarpa	2.8	.	.	2.2	3.3	.	1.5	2.9	.	1.2	.	1.4	1.9
Deutzia prunifolia	.	.	3.9	4.0	3.5	.	1.0	.	5.7	5.4	5.9	6.8	6.2
Philadelphus schrenckii	.	.	.	.	.	0.5	1.0	.	.	.	3.8	.	1.9
Stephanandra incisa	1.2	.	0.9	4.6	.	0.5	.	7.1	.	.	.	.	.
Pyrus pyrifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus sargentii	.	.	.	.	.	0.5	.	.	.	.	.	.	.
Lespedeza maximowiczii	2.1	.	.	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Maackia amurensis	0.5	.	15.9	1.7	1.7	.	.	.	17.8	0.2	10.3	19.6	15.9
Rhus trichocarpa	.	1.1	4.5	.	11.6	.	.	.	3.7	.	.	.	.
Ilex macropoda	.	1.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euonymus oxyphyllus	.	.	0.7	.	.	2.5	.	.	1.3	.	2.1	1.7	.
Staphylea bumalda	4.6	1.0	1.6	.	.	5.8	1.5	1.4	.	.	.	.	1.1
Acer mono	7.1	2.7	3.1	.	.	1.7	2.7	.	14.0	1.1	28.5	0.2	9.7
A. pseudo-sieboldianum	.	9.2	18.7	16.0	.	4.3	.	9.5	22.1	1.3	3.8	.	14.7
Tilia amurensis	.	.	1.8	.	1.3	0.3	.	.	.	5.4	.	9.0	.
Stewartia koreana	.	.	.	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.	.
Kalopanax pictum	.	.	.	0.5	.	.	.	.	.	1.7	.	.	.
Cornus controversa	9.8	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.
Rhododendron mucronulatum	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rh. schlippenbachii	1.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Symplocos chinensis for. *pilosa*	7.3	1.3	0.6	3.0	17.3	6.4	.	2.8	1.4	6.7	.	7.3	2.8
Styrax obassia	.	.	1.5	8.5	7.6	1.7	1.7	9.0	.	.	1.9	1.3	3.3
Fraxinus mandshurica	.	1.7	.	20.7	12.3	10.9	39.5	17.8	6.3	58.5	17.8	12.1	12.5
F. rhychophylla	.	4.7	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.
F. sieboldiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callicarpa japonica	.	.	.	.	.	1.6	.	1.9	.	.	.	.	.
Viburnum erosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weigela subsessilis	2.5	.	.	.	.	7.4	3.7	2.8	.	.	.	.	.
OTHERS	1.4	0.0	0.7	5.1	8.8	0.0	1.7	0.0	8.8	1.7	1.4	2.7	0.0

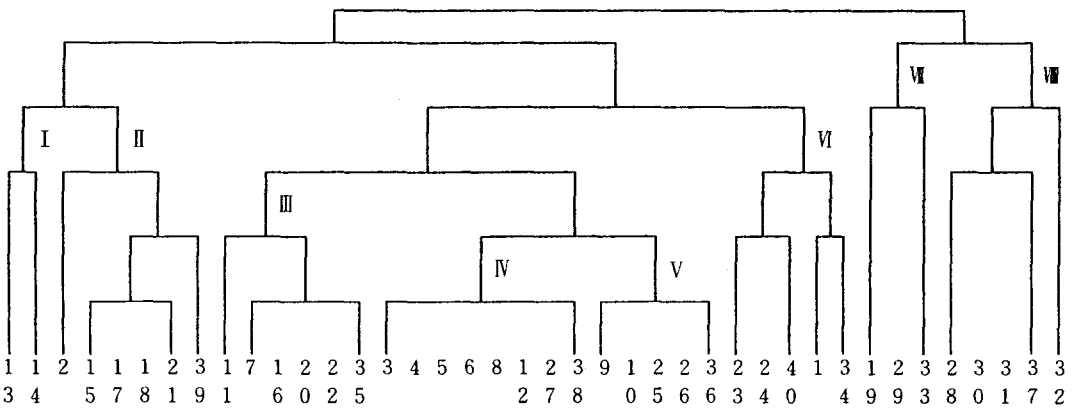

Figure 2. The dendrogram of TWINSPAN stand classification of fourty plots in Paekryunsa of Tokyusan

군집 I 은 조사구 13, 14가 포함되는 서어나무-까치박달군집이다. 서어나무와 까치박달의 M.I.V.는 각각 17.14, 15.32%로 서어나무가 조금 우세하며, 층위별로 살펴보면 교목상층에서 서어나무 I.V.가 24.03%, 까치박달 I.V.가 23.3%로 백중한 세력을 유지하고 있고, 그 밖에 음나무(I.V. 12.45%), 층층나무(I.V. 15.84%) 등이 출현하고 있다. 교목하층에서는 쪽동백이 I.V. 29.28%로 우세하며 당단풍(I.V. 17.26%), 서어나무(I.V. 10.66%), 까치박달(I.V. 10.61%) 등이 나타나고 있다. 본 군집은 우리나라 중부 온대림의 천이계열상 극상수종으로 평가되는 서어나무(송과 신, 1985; 박 등, 1987, 1988, 이 등, 1987, 1989)와 까치박달(이 등, 1990)이 우점종인 극상림을 이루고 있다.

소나무-서어나무-졸참나무가 우점종인 군집 II는 6개 조사구(2, 15, 17, 18, 21, 39)가 포함된다. 교목상층의 소나무 I.V. 40.03%로 졸참나무(I.V. 21.77%), 서어나무(I.V. 5.78%), 물박달나무(I.V. 14.14%)에 비해 우세하나 교목하층 및 관목층에서 소나무는 더 이상 출현하지 않아 서어나무 등에 세력이 밀려날 것으로 생각된다. 서어나무는 교목하층 및 관목층에서 I.V. 가 각각 42.41%, 11.28%로 우점종이며 졸참나무 등을 비롯한 참나무류를 이어 극상수종으로 등장할 것으로 추측된다.

조사구 7, 11, 16, 20, 22, 35의 6개가 속하는 군집 III은 서어나무가 M.I.V. 18. 98%로 우점종을 이루는 군집이다. 교목상층에서 종 조성별로는 서어나무 I. V. 24.46%로 신갈나무(I.V. 22.98%), 졸참나무(I. V. 14.14%), 소나무(I.V. 13.09%) 등에 비해 근소하게 우세하나 신갈나무와 졸참나무 등 참나무류의 수목을 통합해 보면 I.V.가 42.61%로 우점종이 된다. 그러나 교목하층에서 참나무류의 수종이 확인되지 않고 관목층에서도 졸참나무(I.V. 1.47%), 신갈나무(I. V. 0.37%)의 세력이 미미한 반면 서어나무는 교목하층 및 관목층에서 각각 I.V. 18.02%, 4.43%로 소나무→참나무류→서어나무로 천이 진행이 예상된다.

군집 IV는 신갈나무-서어나무 군집으로써 조사구 3, 4, 5, 6, 8, 12, 27, 38의 8개가 포함된다. 주요수종의 M.I.V.는 신갈나무 25.73%, 서어나무 17.33%, 졸참나무 9.64%, 쪽동백 8.17% 등이다. 층위별로는 교목상층에서 신갈나무가 I.V. 49.56%로 우위에 있고 이어서 서어나무, 졸참나무가 20.15%, 18.72%의 I.V.로 출현하고 있다. 교목하층에서는 신갈나무의 I.V.가 1.0%로 급격히 감소한 반면 서어나무는 21.76%로 우점종으로 나타났다. 기타 수종으로는 당단풍(I. V. 17.58%), 철쭉나무(I.V. 17.19%), 쪽동백나무(I.V. 16.61%) 등이 출현하였다. 관목층의 경우 교목 상·하층에서 출현하고 있는 서어나무 혹은 참나무류가 확인되지 않거나 작은 세력으로 나타나고 있는 바 시차를 두고 천이 동태를 살피는 연구가 요구된다. 관목층의 주요수종 I.V.는 생강나무 26.36%, 쪽동백나무 11.8%, 국수나무 9.17% 등 이었다.

군집 V와 VI은 둘 다 졸참나무와 신갈나무가 우점종인 참나무류 군집이다. 군집 V는 5개의 조사구 (9, 10, 25, 26, 36)가 포함되며 주요수종은 졸참나무(I. V. 24.56%), 신갈나무(I.V. 16.39%), 당단풍(I.V. 11.54%) 등이며, 군집 VI 역시 5개의 조사구(1, 23, 24, 34, 40)가 속해 있으며 졸참나무(I.V. 19.08%), 당단풍(I.V. 14.31%), 신갈나무(I.V. 12.24%) 등이 주요수종으로 나타나고 있어 두 군집간의 유사성이 높

Table 3. Importance value of tree species by the stratum in each community for classified type by TWINSPAN.

	C	U	S	M		C	U	S	M
COMMUNITY I					*Staphylea bumalda*	0.00	1.38	5.86	1.44
Abies nephrolepis	0.00	0.00	1.38	0.23	*Acer mono*	0.00	0.00	1.67	0.28
Juglans mandshurica	0.00	5.58	0.00	1.86	*A. pseudo*				
Carpinus cordata	23.30	10.61	0.82	15.32	*-sieboldianum*	0.00	7.90	7.09	3.82
C. laxiflora	24.03	10.66	9.42	17.14	*Tilia amurensis*	0.00	1.27	0.00	0.42
Quercus mongolica	6.00	0.00	0.00	3.00	*Stewartia koreana*	0.00	0.00	0.22	0.04
Magnolia sieboldii	0.00	6.66	0.00	2.22	*Kalopanax pictum*	0.00	0.43	1.52	0.40
Lindera obtusiloba	0.00	0.00	2.48	0.41	*Cornus controversa*	1.82	1.14	0.00	1.29
Deutzia prunifolia	0.00	0.00	6.01	1.00	*Rhododendron*				
Prunus sargentii	8.76	0.00	0.00	4.38	*schlippenbachii*	0.00	0.00	1.41	0.24
Maackia amurensis	0.00	0.00	0.72	0.12	*Symplocos chinensis*				
Rhus trichocarpa	0.00	0.00	1.15	0.19	for. *pilosa*	0.00	0.75	1.07	0.43
Euonymus oxyphyllus	0.00	3.26	0.00	1.09	*Styrax obassia*	0.00	7.30	7.09	3.62
Staphylea bumalda	0.00	1.66	33.96	6.21	*Fraxinus mandshurica*	0.00	1.09	0.00	0.36
Acer pseudo					*F. rhychophylla*	3.58	0.00	11.31	3.68
-sieboldianum	0.00	17.26	6.29	6.80	*F. sieboldiana*	0.00	0.87	1.66	0.57
Actinidia polygama	0.00	0.00	13.30	2.22	*Weigela subsessilis*	0.00	0.93	7.81	1.61
Ac. arguta	0.00	11.58	0.00	3.86	*Smilax sieboldii*	0.00	0.00	0.15	0.03
Stewartia koreana	0.00	3.49	1.04	1.34					
Kalopanax pictum	12.45	0.00	0.00	6.23	COMMUNITY III				
Cornus controversa	15.84	0.00	0.00	7.92	*Pinus densiflora*	13.09	0.00	0.00	6.55
Styrax obassia	9.63	29.28	5.74	15.53	*Juglans mandshurica*	0.00	1.11	0.00	0.37
Callicarpa japonica	0.00	0.00	11.77	1.96	*Betula costata*	6.19	0.00	0.00	3.10
Weigela subsessilis	0.00	0.00	5.90	0.98	*B. davurica*	2.81	0.00	0.00	1.41
					Carpinus cordata	0.00	0.93	0.00	0.31
COMMUNITY II					*C. laxiflora*	24.46	18.02	4.43	18.98
Cephalotaxus koreana	0.00	0.00	1.66	0.28	*Q. aliena*	4.89	0.00	0.00	2.45
Pinus koraiensis	0.00	0.71	0.00	0.24	*Q. mongolica*	22.98	0.00	0.37	11.55
P. densiflora	40.03	0.00	0.00	20.02	*Q. serrata*	14.14	0.00	1.47	7.32
Betula costata	3.13	0.00	0.00	1.57	*Ulmus macrocarpa*	1.37	0.00	0.00	0.69
B. davurica	14.14	0.00	0.00	7.07	*Morus bombysis*	0.00	0.58	0.00	0.19
Carpinus cordata	1.41	0.00	0.16	0.73	*Magnolia sieboldii*	0.00	1.51	0.00	0.50
C. laxiflora	5.78	42.41	11.28	18.91	*Lindera obtusiloba*	0.00	8.56	23.60	6.79
Corylus sieboldiana	0.00	0.43	0.52	0.23	*Deutzia prunifolia*	0.00	3.48	3.58	1.76
Q. aliena	5.13	0.00	0.00	2.57	*Stephanandra incisa*	0.00	0.00	15.63	2.61
Q. mongolica	3.25	1.01	0.31	2.01	*Prunus sargentii*	0.00	2.69	0.00	0.90
Q. serrata	21.77	14.31	0.16	15.68	*L. maximowiczii*	0.00	0.00	5.89	0.98
Magnolia sieboldii	0.00	3.93	0.92	1.46	*Maackia amurensis*	1.54	3.32	7.01	3.05
Lindera obtusiloba	0.00	0.00	13.93	2.32	*Rhus trichocarpa*	0.00	1.95	6.75	1.78
L. erythrocarpa	0.00	0.00	0.92	0.15	*Euonymus*				
Deutzia prunifolia	0.00	0.00	0.80	0.13	*sachalinensis*	0.00	0.00	0.61	0.10
Stephanandra incisa	0.00	0.00	8.01	1.34	*Staphylea bumalda*	0.00	0.00	3.05	0.51
Pyrus pyrifolia	0.00	1.01	0.00	0.34	*Acer mono*	0.00	2.91	2.02	1.31
Prunus sargentii	0.00	0.37	1.99	0.46	*A. pseudo*				
Lespedeza					*-sieboldianum*	0.00	19.01	9.08	7.85
maximowiczii	0.00	0.00	4.67	0.78	*Tilia amurensis*	4.76	1.23	0.00	2.79
Maackia amurensis	0.00	0.00	0.19	0.03	*Actinidia polygama*	0.00	0.00	0.52	0.09
Rhus trichocarpa	0.00	11.98	7.22	5.20	*Kalopanax pictum*	3.79	0.00	1.90	2.21
Ilex macropoda	0.00	0.43	0.00	0.14	*Rh. mucronulatum*	0.00	1.11	0.00	0.37
Euonymus oxyphyllus	0.00	0.37	0.24	0.16	*Rh. schlippenbachii*	0.00	0.00	0.42	0.07
Tripterygium regelii	0.00	0.00	0.17	0.03					

Table 3. (Continued)

	C	U	S	M		C	U	S	M
Symplocos chinensis					*Stephanandra incisa*	0.00	0.00	11.82	1.97
for. *pilosa*	*0.00*	*6.06*	*1.51*	*2.27*	*Prunus sargentii*	0.00	0.63	0.00	0.21
Styrax obassia	0.00	17.91	4.73	6.76	*L. maximowiczii*	0.00	0.00	0.50	0.08
F. rhychophylla	0.00	0.00	2.80	0.47	*Maackia amurensis*	0.00	0.00	7.09	1.18
F. sieboldiana	0.00	7.17	2.37	2.79	*Rhus trichocarpa*	0.00	1.25	0.58	0.51
Viburnum erosum	0.00	1.88	0.82	0.76	*E. sachalinensis*	0.00	0.00	0.47	0.08
Weigela subsessilis	0.00	0.58	1.43	0.43	*Tripterygium regelii*	0.00	0.00	10.27	1.71
					Staphylea bumalda	0.00	0.00	1.02	0.17
COMMUNITY Ⅳ					*Acer pseudo*				
Carpinus laxiflora	20.15	21.76	0.00	17.33	*-sieboldianum*	0.00	33.07	3.10	11.54
Q. variabilis	6.59	0.00	0.00	3.30	*Tilia amurensis*	0.00	3.69	0.00	1.23
Q. mongolica	49.56	1.00	3.67	25.73	*Actinidia polygama*	0.00	0.00	2.73	0.46
Q. serrata	18.72	0.56	0.58	9.64	*Rh. mucronulatum*	0.00	11.95	3.03	4.49
Ulmus davidiana	0.00	0.00	0.29	0.05	*Rh. schlippenbachii*	0.00	4.72	0.00	1.57
Magnolia sieboldii	0.00	3.64	0.61	1.32	*Symplocos chinensis*				
Lindera obtusiloba	0.00	2.74	26.36	5.31	for. *pilosa*	0.00	10.16	4.86	4.20
L. erythrocarpa	0.00	0.60	1.29	0.42	*Styrax obassia*	0.00	6.53	14.89	4.66
Deutzia prunifolia	0.00	0.83	8.32	1.66	*F. sieboldiana*	0.00	10.81	3.02	4.11
Philadelphus									
schrenckii	0.00	0.00	2.08	0.35	COMMUNITY Ⅵ				
Stephanandra incisa	0.00	0.00	9.17	1.53	*Abies nephrolepis*	0.00	0.00	1.81	0.30
Prunus sargentii	0.00	0.00	1.94	0.32	*Betula costata*	7.74	0.00	0.00	3.87
L. maximowiczii	0.00	0.00	0.99	0.17	*B. davurica*	9.87	0.00	0.00	4.94
Maackia amurensis	1.45	0.00	7.27	1.94	*Carpinus laxiflora*	3.46	18.03	0.31	7.79
Rhus trichocarpa	0.00	0.56	0.00	0.19	*Corylus sieboldiana*	0.00	2.13	0.61	0.81
Ilex macropoda	0.00	0.25	0.00	0.08	*Q. mongolica*	23.44	0.00	3.12	12.24
Euonymus oxyphyllus	0.00	0.00	0.30	0.05	*Q. serrata*	35.61	3.40	0.83	19.08
Acer mono	0.00	0.25	0.00	0.08	*Lindera obtusiloba*	0.00	0.70	6.87	1.38
A. pseudo					*L. erythrocarpa*	0.00	0.59	4.35	0.92
-sieboldianum	0.00	17.58	5.77	6.82	*Deutzia prunifolia*	0.00	4.22	1.75	1.70
Actinidia polygama	0.00	0.00	0.59	0.10	*Stephanandra incisa*	0.00	0.00	6.73	1.12
Kalopanax pictum	2.20	1.07	0.83	1.60	*Rubus crataegifolius*	0.00	0.00	1.73	0.29
Rh. mucronulatum	0.00	1.46	3.10	1.00	*L. maximowiczii*	0.00	0.59	2.47	0.61
Rh. schlippenbachii	0.00	17.19	6.32	6.78	*Maackia amurensis*	2.56	3.03	3.96	2.95
Symplocos chinensis					*Rhus trichocarpa*	0.00	6.63	2.94	2.70
for. *pilosa*	0.00	3.73	1.61	1.51	*Ilex macropoda*	0.00	1.00	0.00	0.33
Styrax obassia	1.33	16.61	11.80	8.17	*E. sachalinensis*	0.00	0.65	0.00	0.22
F. mandshurica	0.00	1.55	0.00	0.52	*Staphylea bumalda*	0.00	0.59	8.86	1.67
F. rhychophylla	0.00	0.00	0.35	0.06	*A. mono*	0.00	5.71	2.71	2.36
F. sieboldiana	0.00	8.59	3.73	3.49	*A. pseudo-*				
Weigela subsessilis	0.00	0.00	3.02	0.50	*sieboldianum*	0.00	24.42	37.02	14.31
					Tilia amurensis	0.00	2.36	0.00	0.79
COMMUNITY Ⅴ					*Actinidia arguta*	0.00	0.59	0.70	0.31
Betula costata	3.97	0.00	0.00	1.99	*Kalopanax pictum*	0.00	0.00	0.55	0.09
B. davurica	9.93	0.00	0.00	4.97	*Cornus controversa*	0.00	1.35	1.40	0.68
Carpinus laxiflora	2.13	0.84	1.24	1.55	*Rh. mucronulatum*	0.00	0.77	0.00	0.26
Q. mongolica	32.64	0.00	0.44	16.39	*Rh. schlippenbachii*	0.00	0.00	1.81	0.30
Q. serrata	46.59	3.09	1.41	24.56	*Symplocos chinensis*				
Ulmus macrocarpa	1.92	0.00	0.00	0.96	for. *pilosa*	0.00	10.39	5.39	4.36
Zelkova serrata	2.82	0.00	0.00	1.41	*Styrax obassia*	2.53	6.41	2.27	3.78
Lindera obtusiloba	0.00	11.35	30.24	8.82	*S. japonica*	0.00	4.86	1.34	1.84
Deutzia prunifolia	0.00	1.95	3.28	1.20	*F. mandshurica*	12.05	1.00	0.00	6.36

Table 3. (Continued)

	C	U	S	M		C	U	S	M
F. rhychophylla	2.78	0.00	0.00	1.39	COMMUNITY Ⅶ				
Weigela subsessilis	0.00	0.59	0.48	0.28	*Abies nephrolepis*	0.00	0.00	0.54	0.09
					Juglans mandshurica	0.00	2.46	0.00	0.82
COMMUNITY Ⅵ					*Corylus sieboldiana*	0.00	0.00	4.97	0.83
Juglans mandshurica	0.00	7.12	0.00	2.37	*Q. mongolica*	0.00	1.63	0.00	0.54
Carpinus laxiflora	19.42	1.22	0.00	10.12	*Q. serrata*	6.29	0.00	0.33	3.20
Corylus sieboldiana	0.00	2.08	0.00	0.69	*Ulmus macrocarpa*	4.82	1.54	0.00	2.92
Q. aliena	0.00	1.73	0.00	0.58	*Morus bombysis*	0.00	1.38	0.00	0.46
Q. mongolica	5.49	4.05	0.00	4.10	*Magnolia sieboldii*	0.00	27.77	1.72	9.54
Q. serrata	18.96	0.00	0.00	9.48	*Lindera obtusiloba*	0.00	12.34	18.73	7.24
Ulmus macrocarpa	13.70	10.39	0.00	10.31	*L. erythrocarpa*	0.00	1.01	2.81	0.81
Morus bombysis	0.00	0.00	4.14	0.69	*Deutzia prunifolia*	0.00	2.23	27.77	5.37
Magnolia sieboldii	0.00	14.65	2.12	5.24	*Ph. schrenckii*	0.00	0.69	5.04	1.07
Lindera obtusiloba	0.00	8.67	6.89	4.04	*Maackia amurensis*	21.89	0.00	5.59	11.88
L. erythrocarpa	0.00	1.05	2.91	0.84	*Rhus trichocarpa*	0.00	1.96	0.00	0.65
Deutzia prunifolia	0.00	0.00	1.29	0.22	*E. oxyphyllus*	0.00	2.40	0.00	0.80
Ph. schrenckii	0.00	0.00	3.03	0.51	*E. sachalinensis*	0.00	0.68	0.42	0.30
Stephanandra incisa	0.00	0.00	8.07	1.35	*Staphylea bumalda*	0.00	0.00	0.75	0.13
Prunus sargentii	0.00	0.00	1.87	0.31	*A. mono*	23.17	2.26	0.33	12.39
Euonymus oxyphyllus	0.00	1.91	3.37	1.20	*A. pseudo*				
Staphylea bumalda	0.00	1.97	19.98	3.99	*-sieboldianum*	6.16	18.58	0.33	9.33
Acer mono	0.00	3.11	1.66	1.31	*Vitis coignettii*	0.00	2.40	0.00	0.80
A. pseudo					*Tilia amurensis*	3.34	3.56	0.00	2.86
-sieboldianum	3.61	9.16	1.12	5.05	*Actinidia polygama*	0.00	0.00	4.15	0.69
Tilia amurensis	0.00	0.00	1.06	0.18	*Ac. arguta*	0.00	2.24	0.00	0.75
Stewartia koreana	0.00	0.92	5.18	1.17	*Alangium platanifolium*				
Alangium platanifolium					var. *macrophylla*	0.00	0.00	1.07	0.18
var. *macrophylla*	0.00	0.00	2.36	0.39	*Kalopanax pictum*	0.00	0.00	1.69	0.28
Symplocos chinensis					*Cornus controversa*	0.00	0.63	0.00	0.21
for. *pilosa*	0.00	11.18	0.00	3.73	*Symplocos chinensis*				
Styrax obassia	0.00	10.04	4.01	4.02	for. *pilosa*	0.00	5.07	0.56	1.78
F. mandshurica	38.81	1.73	9.85	21.62	*Styrax obassia*	0.00	8.50	0.40	2.90
Callicarpa japonica	0.00	2.17	1.78	1.02	*F. mandshurica*	34.33	0.63	21.09	20.89
Weigela subsessilis	0.00	6.83	19.30	5.49	*F. rhychophylla*	0.00	0.00	1.72	0.29

C:Canopy, U:Understory, S:Shrub, M:Mean importance value.

다. 그러나 군집 V에서 교목상층의 들메나무(I.V. 12.05%), 다릅나무 (I.V. 2.56%)가 세력을 확장하고 있는 것과 교목하층에서 서어나무가 18.03%의 높은 우점치를 보이는 종조성의 차이를 보이고 있다. 이처럼 유사한 두 군집을 분리한 이유는 뒤이어 설명될 군집에서 토지극상(edaphic climax)의 양상이 나타날 수 있기 때문이다.

군집 Ⅵ은 들메나무군집으로써 19, 29, 33의 세 조사구가 이에 해당한다. 교목상층에서 들메나무 I.V.가 38.81%로 높게 나타나고 있으며, 그 밖에 서어나무(I.V. 19.42%), 졸참나무(I.V. 18.96%), 왕느릅나무(I.V. 13.7%) 등이 10% 이상의 우점치를 나타내었다. 본 군집은 중부온대림의 천이계열단계에서 나타나는 참나무류와 서어나무 등이 교목상층을 제외하고는 확인되지 않거나 1% 내외의 낮은 우점치로 나타나 참나무류와 서어나무를 거쳐 들메나무단계에서 극상을 이루는 토지극상이 예상된다.

5개 조사구(28, 30, 31, 32, 37) 전부가 북서사면에 위치한 군집 Ⅶ은 M.I.V. 20.89%의 들메나무 군집이며 교목상층에서는 34.33%의 우점치를 차지하고 있다. 교목하층 및 관목층에서 서어나무는 확인되지 않았고 졸참나무의 세력도 약해 교목하층에서 I.V. 0.63%, 관목층에서는 I.V. 21.09%인 들메나무의 세력이 계속 유지될 것이며 극상림으로 추측된다.

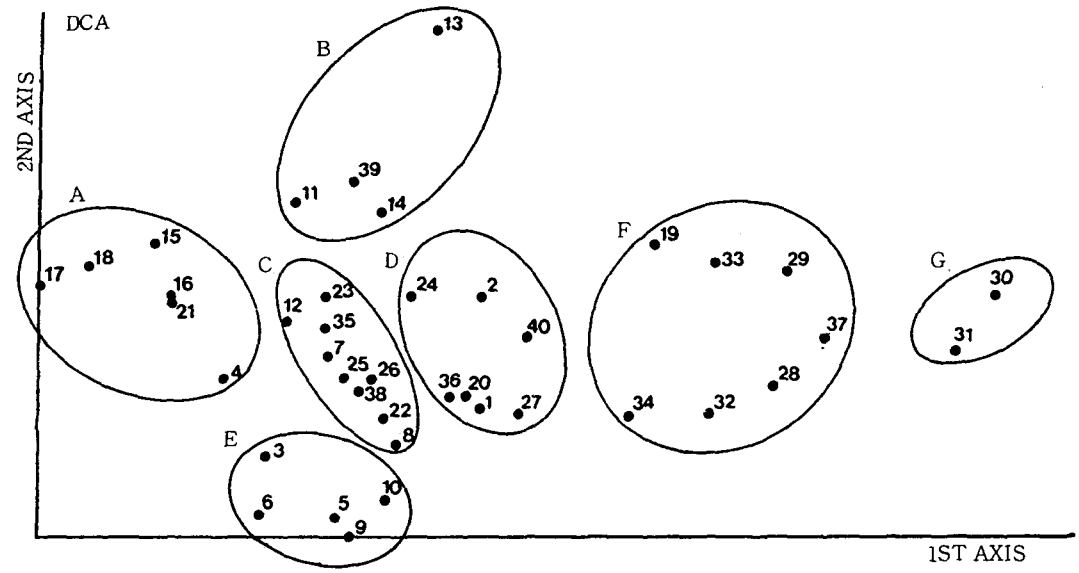

Figure 3. DCA ordination of the sample plots in Tŏkyusan.

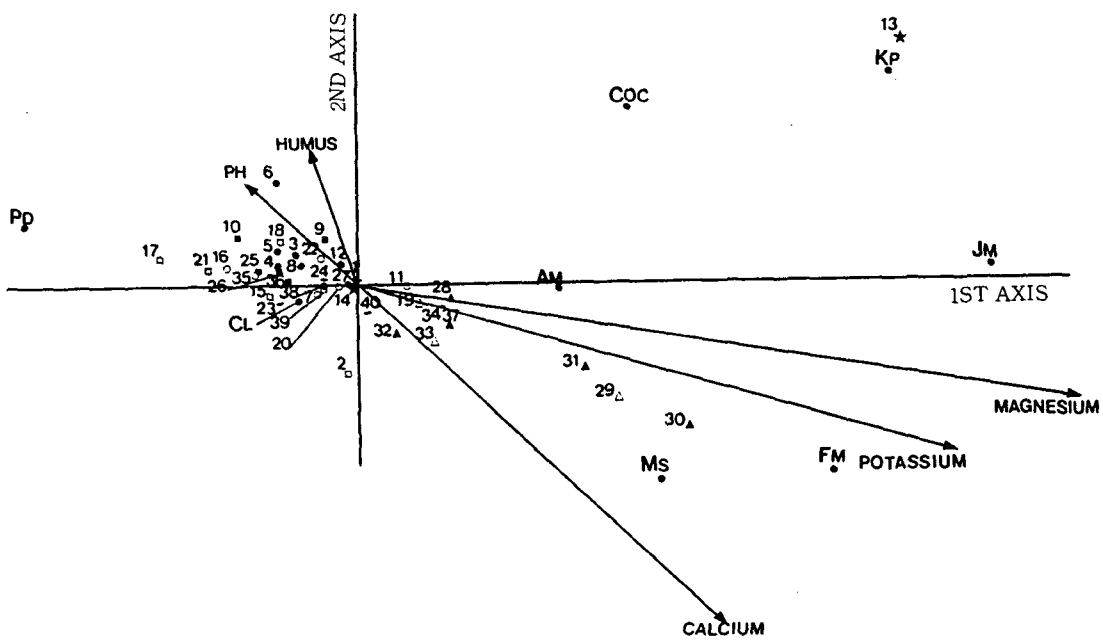

Figure 4. CCA ordination diagram of Kuchŏntong valley(Paekryunsa-Kŭmpotan) vagetation with respect to quantitative environmental variables. Each arrow indicate five environmental variables(Humus, pH, exchangeable potassium, calcium and magnesium) and the communities are; ★: *Carpinus laxiflora-C. cordata* community, □ : *Pinus densiflora-C. laxiflora-Quercus serrata* community, ○: *C. laxiflora* community, ●: *Q. mongolica-C. laxiflora* community, ■: *Q.* spp. community, -: *Q.* spp. community, △: *Fraxinus mandshurica* community, ▲: *Fraxinus mandshurica* community. And some major species are; Pd:*Pinus densiflora*, Am:*Acer mono*, Fm:*Fraxinus mandshurica*, Cl:*Carpinus laxiflora*, Coc:*Cornus controversa*, Kp:*Kalopanx pictum*, Ms:*Magnolia sieboldi*, Jm:*Juglans mandshurica*.

2. 2 Ordination 분석

40개 조사구에 대해 2종류의 ordination 기법을 적용한 것이 Figure 3과 4이다. Figure 3은 DCA분석 결과를 나타낸 것으로써 왼쪽에서부터 군집 A는 서어나무-소나무군집, 군집 B는 서어나무군집, 군집 C는 참나무류(졸참나무, 신갈나무)-서어나무군집, 군집 D는 졸참나무-당단풍-신갈나무군집, 군집 E는 신갈나무군집, 군집 F는 들메나무-당단풍군집, 군집 G는 들메나무군집으로 묶였다. 오른쪽으로 분리된 군집 F, G를 제외하고 나머지 자료들은 연속적인 경향으로 나타났다(Van Tongeren, 1987). CCA분석은 ordination과 다중회귀(multiple regression)를 조합한 것으로써, 조사구와 수종 그리고 환경인자를 종합적으로 요약할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 그림의 복잡성을 고려하고 이해를 높이기 위해 환경인자를 중심으로 수종과 조사구를 분리하였고 우선 환경인자와 조사구, 주요 몇 수종을 Figure 4에 나타내었다. CCA 제 1, 2축의 eigenvalue는 각각 33%, 30.6%였으며, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}의 화살표가 pH와 유기물 환경인자의 화살표보다 길어 상대적으로 강한 상관관계를 보였다(Ter Braak, 1987). 들메나무 우점종인 조사구 29, 30은 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}와 중간이상의 상관성을 나타내었고, 고로쇠 우점종인 조사구 2보다 상대적으로 조금 낮은 상관관계를 보였다. 즉, 조사구 29, 30, 31은환경인자 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}가 적당한 곳에 분포하였다. 까치박달이 우점종인 조사구 13은 K^+, Mg^{++}는 풍부하고 Ca^{++}는 적당한 환경에 나타났다. 고로쇠나무는 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}가 적당한 수준보다 조금 낮은 곳에 나타나 고뢰쇠나무가 우점종인 조사구 31과 인접하여 위치하였고, 들메나무 역시 들메나무 우점종인 조사구 29, 30과 인접하게 위치하여 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}가 매우 풍부한 곳에 나타났다. 서어나무가 우점종인 일부 조사구(7,11,15 등)들은 환경인자 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}가 빈한 곳에 주로 분포하였는데 이는 소나무를 비롯한 참나무류와 경쟁관계에 놓여있기 때문으로 생각된다. 소나무와 소나무우점종인 조사구 17은 pH가 낮은 곳에 위치하였다. 이로써 본 연구에서는 들메나무의 토지극상현상이 명확하여졌다.

3. 군집별 흉고직경분석

TWINSPAN에 의해 분리된 8개의 군집중 주요 4개 군집을 택하여 군집별로 500m²의 면적이 되도록 조사구를 5개 선정하여 흉고직경급별 분포를 나타낸 것이 Figure 5이다.

군집 Ⅱ는 소나무-서어나무-졸참나무군집이다. 소나무는 500m²내에 모두 11주가 조사되었는데 모두 흉고직경 37cm 이상의 대경목이었고, 특히 흉고직경 52cm이상은 7주나 되어 본 군집의 우점종이 되었으나 차대를 형성할 만한 치수는 발견되지 않았다. 졸참나무는 흉고직경 42~52cm사이에 3주의 대경목이 있고 흉고직경 17cm이하에서는 5cm간격마다 3~4주씩 출현하고는 있으나 서어나무가 흉고직경 22cm 이하에서 총 68주, 특히 흉고직경 2cm이하에서 57주가 발견되었고 관목성상으로도 120주가 확인되어 장차 서어나무가 세력을 형성해 나갈 것으로 판단된다.

서어나무가 우점종인 군집 Ⅲ은 주요수종의 흉고직경 점유대가 뚜렷히 나타났다. 쇠퇴기로 접어든 소나무는 흉고직경 47~52cm사이에 1주, 52cm 이상에 1주로 단 2주만 나타났고, 신갈나무는 흉고직경 17~47cm사이에만 13주, 졸참나무는 흉고직경 27~42cm 사이에 4주 출현하였다. 반면 서어나무는 흉고직경 27cm이하에 총 32주가 조사되었고, 관목층에서도 44주로 신갈나무과 졸참나무보다 넓은 세력을 갖고 있다. 따라서 본 군집도 앞으로 서어나무가 천이 극상림으로 발전할 가능성이 있다.

군집 Ⅵ은 들메나무가 출현하는 졸참나무, 신갈나무 우점종인 참나무류 군집이다. 졸참나무는 흉고직경 32cm이상에 대경목 3주가 출현하고 흉고직경 12~17cm사이에도 3주가 나타났으며 신갈나무도 졸참나무와 비슷한 경향으로 세력을 점유하고 있다. 한편 서어나무가 흉고직경 12cm이하에서 11주, 관목에서 4주로써 아직은 작은 세력이고, 교목하층에 해당되는 흉고직경 22cm이하에서 당단풍이 14주 조사되었다. 들메나무 일부는 흉고직경17~32cm사이에서 중경목의 형태로 자리를 잡고 있다.

군집 Ⅶ은 들메나무군집이다. 들메나무는 흉고직경 42~47cm 1주, 흉고직경 27~37cm 5주 등 대경목이며 관목으로는 172주가 조사되었다. 서어나무는 500m²내에서 한주도 발견되지 않았고, 신갈나무는 흉고직경 7~12cm에, 졸참나무는 37~42cm에 1주씩 조사되었다. 교목하층에는 당단풍이 중경목으로 출현하였다.

4. 종다양성 및 유사도지수 분석

TWINSPAN에 의해 분리된 8개의 군집에 종다양성을 분석하였다(Table 4). Shannon의 종다양도가 가장 높게 나타난 것은 군집 Ⅵ으로써 졸참나무와 신갈나무가 우점종이며 경쟁관계가 활발하여 1.3029를 나타내었고 P.I.E.와 Simpson의 지수에서도 각각

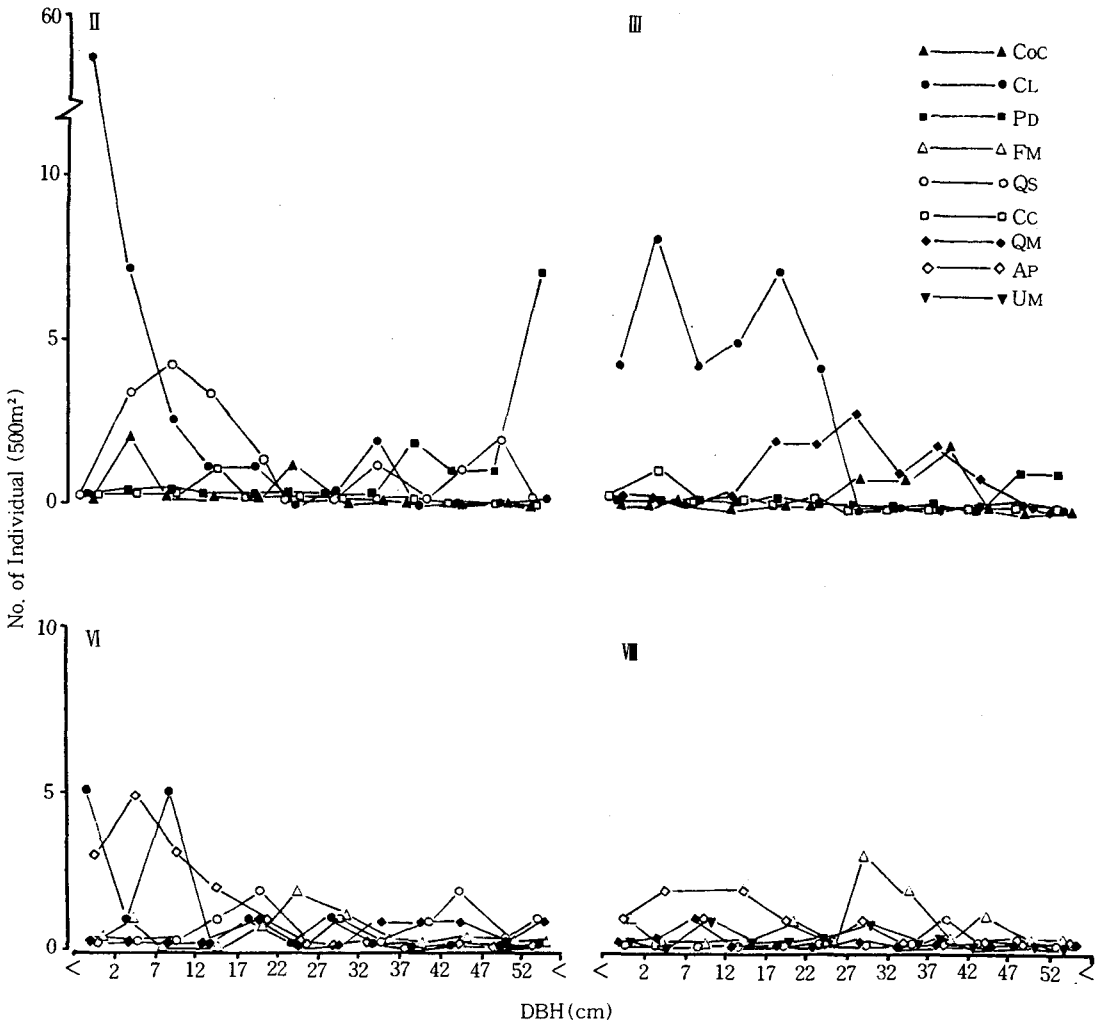

Figure 5. DBH class distribution of major tree species for 4 community. (Coc:*Cornus controversa*, Cl:*Carpinus laxiflora*, Pd:*Pinus densiflora*, Fm:*Fraxinus mandshurica*, Qs:*Quercus serrata*, Cc:*Carpinus cordata*, Qm:*Q. mongolica*, Ap:*Acer pseudo-sieboldianum*, Um:*Ulmus macrocarpa*)

Table 4. Various species diversity of each community classified by TWINSPAN.

Community	H′(Shannon)	Simpson′	P.I.E.	J′(evenness)	D′(dominance)	H′max
I	0.9997	6.9386	0.8559	0.7447	0.2553	1.3424
II	1.2401	12.1715	0.9178	0.7794	0.2206	1.5911
III	1.2039	11.1461	0.9103	0.7861	0.2139	1.5315
IV	1.1674	10.9972	0.9091	0.7983	0.2017	1.4624
V	1.1215	9.2975	0.8924	0.8022	0.1978	1.3979
VI	1.3029	16.8223	0.9405	0.8656	0.1344	1.5051
VII	1.2930	16.4361	0.9391	0.9033	0.0967	1.4314
VIII	1.0611	7.3716	0.8644	0.7184	0.2816	1.4771

* P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter
* Shannon's diversity index uses logarithms to base 10.

Table 5. The similarity indices between communities in Paekryunsa of Tŏkyusan.

Community	I	II	III	IV	V	VI	VII
II	34.31						
III	40.74	58.89					
IV	40.72	45.16	68.40				
V	18.57	39.70	56.03	56.43			
VI	26.35	51.53	58.49	50.33	66.39		
VII	35.46	40.07	43.56	43.44	35.06	47.98	
VIII	17.95	17.99	35.26	27.25	30.74	36.90	52.67

16.8223과 0.9405로 최고치를 나타내었다. 안정단계로 추측되는 서어나무-까치박달 우점종인 군집 I과 들메나무 우점종인 군집 VIII은 Shannon지수에서 가장 낮은 0.9997과 1.0611을 기록하였다. 우점도에 있어서도 군집 I과 VIII 각각은 0.2553, 0.2816으로 높게 나타나 주요 몇 종에 의해 삼림이 점유되어 있음을 보여주었다.

Table 5는 8개 군집간의 유사도지수를 분석한 것이다. TWINSPAN을 통하여 묶인 군집간의 유사도 비교이기 대부분이 군집간에 비연속적이나 군집 III, IV와 군집 V, VI은 경쟁관계에서 근소한 우점종의 차이로 분리된 것이지만 유사도지수가 68.4%, 66.4%로 높았다. 서어나무-까치박달군집인 군집 I은 참나무류 군집인 군집 V와 18.57%, 들메나무군집인 군집 VIII과는 17.95%로 매우 상이한 종조성을 보였는데 특히, 군집 I과 군집 VIII은 사면에 따른 종조성이 뚜렷하였다. 전체적으로는 30~40%의 유사도지수를 나타내었다.

5. 수종의 classification 및 ordination 분석

전체 40개 조사구에서 5회 이상의 출현빈도를 갖는 수종에 대하여 TWINSPAN과 ordination기법중 DCA 및 CCA분석을 실시하였으며 그 결과를 Figure 6과 7에 나타내었다.

TWINSPAN분석(Figure 6)에서 첫번째 단계의 분리는 들메나무와 서어나무를 중심으로 나뉘었다. 들메나무로 분리된 쪽에서는 들메나무가 왕느릅나무, 가래나무 등과 함께 묶였고, 함박꽃나무-고로쇠나무-참개암나무-바위말발도리 등이 묶였다. 서어나무로 분리된 쪽에서는 서어나무가 음나무와 묶이고 신갈나무-쇠물푸레-철쭉-진달래가 역시 같이 묶였다. 그리고 층층나무-물푸레나무-개옻나무-산벚나무가 같이 어울렸고 당단풍은 노린재나무, 생강나무와 함께 분리되었다.

DCA분석에서도 TWINSPAN과 비슷한 양상을 보였다(Figure 7). 신갈나무는 TWINSPAN과 마찬가지로 쇠물푸레, 철쭉, 진달래와 인접하였고, 당단풍은 노린재나무, 피나무, 생강나무와 밀접하게 나타났다. 다소의 차이는 있으나 TWINSPAN과 DCA 모두 유사한 경향을 보여 상호 보완적이었다.

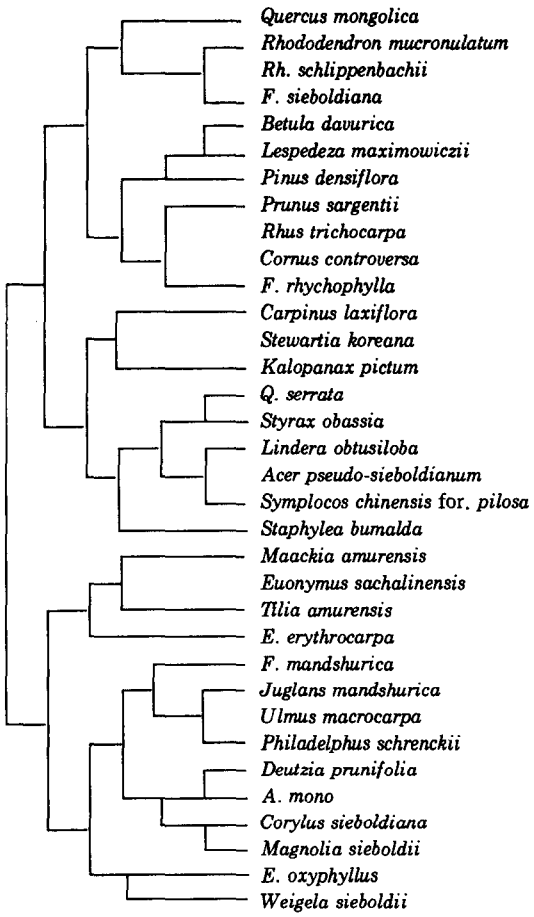

Figure 6. The dendrogram of TWINSPAN species classification of thirty four woody species in Paekryunsa of Tŏkyusan.

수종과 환경인자간의 관계를 구현한 CCA분석(Figure 8)에서 까치박달과 박쥐나무는 환경인자 K^+, Ca^{++}, Mg^{++}가 매우 풍부한 곳에, 산벚나무, 노각나무, 음나무, 가래나무, 들메나무, 함박꽃나무, 참회나무, 층층나무, 고로쇠나무 등은 적당한 곳에, 소나무, 서어나무, 신갈나무, 졸참나무 등은 빈약한 곳에 위치하였다. 이러한 자료는 본 연구에 있어 일정시기의 상태만을 나타내고 있으므로 현 상태를 파악하기에는 용이하나 생태계 구성원간에 상호작용이 활발하여 감에 따라 다른 양상으로 발전해 갈 것이므로 정기적인 조

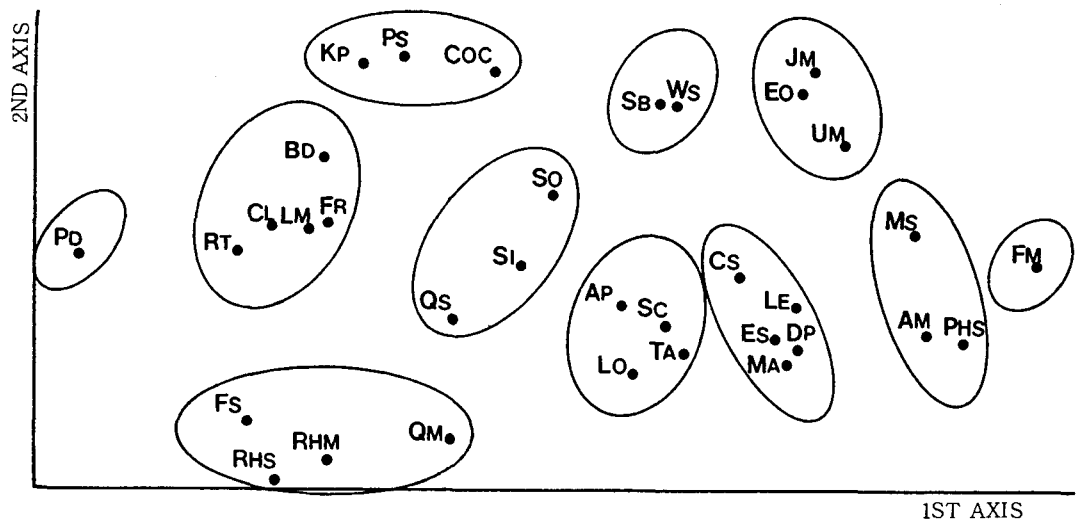

Figure 7. Species ordination on the first two axis, using DCA.
(Qm:*Quercus mongolica*, Rhm:*Rhododendron mucronulatum*, Rhs:*Rh. schlippenbachii*, Fs:*F. sieboldiana*, Bd:*Betula davurica*, Lm:*Lespedeza maximowiczii*, Pd:*Pinus densiflora*, Ps:*Prunus sargentii*, Rt:*Rhus trichocarpa*, Coc:*Cornus controversa*, Fr:*F. rhychophylla*, Cl:*Carpinus laxiflora*, Sk:*Stewartia koreana*, Kp:*Kalopanax pictum*, Qs:*Q. serrata*, So:*Styrax obassia*, Lo:*Lindera obtusiloba*, Ap:*Acer pseudo-sieboldianum*, Sc:*Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Sb:*Staphylea bumalda*, Ma:*Maackia amurensis*, Es:*Euonymus sachalinensis*, Si:*Stephanandra incisa*, Ta:*Tilia amurensis*, Ee:*E. erythrocarpa*, Fm:*F. mandshurica*, Jm:*Juglans mandshurica*, Um:*Ulmus macrocarpa*, Phs:*Philadelphus schrenckii*, Dp:*Deutzia prunifolia*, Am:*A. mono*, Cs:*Corylus sieboldiana*, Ms:*Magnolia sieboldii*, Eo:*E. oxyphyllus*, Ws:*Weigela sieboldii*)

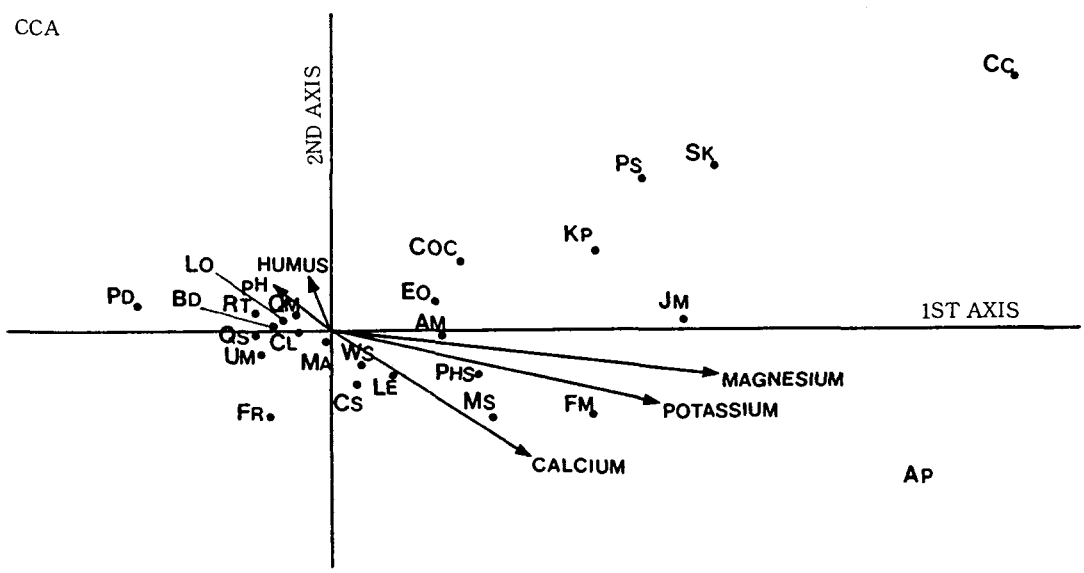

Figure 8. CCA ordination diagram of species and the environmenatal variables in Paekryonsa of Tŏkyusan. The species labels are the same sa Figure 7.

Table 6. Correlation among the importance values of the major woody species in Paekryonsa of Tŏkyusan

	Pd	Cc	Cl	Qm	Qs	Ms	Le	Dp	Ma	Am	Sk	Kp	Coc	Rhm	Rhs	Fm	Fr
Cc	.																
Cl	.	.															
Qm	−	.	.														
Qs	.	.	−	.													
Ms	.	.	−	−	.												
Le	.	.	−	.	.	.											
Dp	.	.	.	.	.	.	.										
Ma	.	.	.	.	.	.	.	++									
Am	.	.	.	.	.	++	.	++	++								
Sk	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.							
Kp	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++						
Coc	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+					
Rhm	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.				
Rhs	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Fm	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.		
Fr	.	.	.	.	.	+	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ws	.	.	.	.	.	.	.	−	.	.	++	.	+	.	.	.	.

1. 1-tail signifi.: +, −:5%, ++, −−:1%

2. (Pd:*Pinus densiflora*, Cc:*Carpinus cordata*, Cl:*Carpinus laxiflora*, Qm:*Quercus mongolica*, Qs:*Q. serrata*, Ms:*Magnolia sieboldii*, Le:*Lindera erythrocarpa*, Dp:*Deutzia prunifolia*, Ma:*Maakia amurensis*, Am:*Acer mono*, Sk:*Stewartia koraensis*, Kp:*Kalopanax pictum*, Coc:*Cornus Controversa*, Rhm:*Rhdodendron mucronulatum*, Rhs:*Rh. schlippenbachii*, Fm:*Fraxinus mandshurica*, Fr:*F. rhychophylla*, Ws:*Weigela subsessilis*)

사를 통해 삼림의 동태를 살피는 연구가 꾸준히 수행되어야 할 것이다.

Table 6은 몇 수종의 우점치에 대한 상관관계를 계산한 것이다. 까치박달은 노각나무, 음나무, 층층나무와 강한 정의 상관성을 보였는데 이들 수종은 극상림에서 많이 출현한다. 노각나무는 또한 음나무, 층층나무와 정의 상관관계를 강하게 보여 이들 수종끼리 잘 어울리는 것으로 생각된다. 서어나무는 졸참나무, 함박꽃나무, 비목나무와 부의 상관성을 나타내었다. 졸참나무는 서어나무와 경쟁관계에 놓여 있어 부의 상관성을 보인 것으로 판단된다. 서어나무가 함박꽃나무 및 비목나무와 부의 상관성을 보인 반면 들메나무와는 강한 정의 관계를 보여서 들메나무 극상림이 서어나무 극상림과는 다른 하부구조를 이루었음을 알 수 있었다.

이상의 조사구 및 수종의 삼림군집구조분석을 통해 덕유산 국립공원의 금포탄-백련사 계곡 주변의 삼림 생태적 천이과정을 정리한 것이 Table 7이다. 교목상층에서 소나무→신갈나무, 졸참나무→서어나무, 까치박달, 들메나무로의 천이가 예상되었는데 들메나무로의 천이는 토지극상으로 생각되며, 교목하층 및 관목층에서는 진달래, 철쭉, 개옻나무→당단풍, 조록싸리, 참회나무, 노린재→고추나무, 병꽃나무 순으로 천이가 예측되었다.

Table 7. Successional trends of the major woody species in Paekryonsa of Tŏkyusan.

Canopy layer	Understory & Shrub
Pinus densiflora	*Rhododendron mucronulatum*
	Rh. schlippenbachii
	Rhus trichocarpa
↓	↓
Quercus mongolica	
Q. serrata	*Acer pseudo-sieboldianum*
	Lespedeza maximowiczii
	Euonymus oxyphyllus
	Symplocos chinensis for. *pilosa*
↓	↓
Carpinus laxiflora	
C. cordata	*Staphylea bumalda*
Fraxinus mandshurica	*Weigela subsessilis*

6. 환경인자의 ordination 분석

Classification분석을 이용하여 나눈 8개의 군집에 대한 토양인자의 이화학적 분석치를 나타낸 것이 Table 8이다. 군집 I은 서어나무-까치박달 군집으로서 극상림의 유형을 보이고 있어 토양산도가 pH 5.35로 8개 군집중 가장 높은 값을 보였으며, 유기물과 Mg^{++}의 함량도 높게 나타나 극상림으로 갈수록 토양환경이 개선되는 것으로 나타났다. 토지극상으로 추

Table 8. Soil characteristics of each community for classified type by TWINSPAN.

Community	pH	Humus (%)	Exchangeable Cations (m.e. /100g)		
			Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}
Ⅰ	5.35	8.84	5.830	2.028	0.816
Ⅱ	4.92	7.35	9.195	1.068	0.658
Ⅲ	4.84	7.02	4.712	0.696	0.719
Ⅳ	4.77	8.52	2.778	0.518	0.579
Ⅴ	4.64	7.05	2.817	0.768	0.613
Ⅵ	5.04	4.37	7.882	0.918	0.830
Ⅶ	5.46	4.78	12.228	0.629	0.962
Ⅷ	4.87	7.26	16.117	2.535	1.101

측되는 군집 Ⅷ은 토양산도가 pH 4.87로 다소 낮으나 치환성 K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}의 함량이 높게 나타났다.

Table 9. Ratings of representing ranges of environmental variables.

Class	pH	Humus(%)	Exchangeable Cations(m.e. /100g)		
			Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}
1	〈4.53	〈4.74	〈2.733	〈0.735	〈0.508
2	4.53-4.77	4.74- 6.71	2.733- 5.220	0.735-1.297	0.508-0.792
3	4.78-5.00	6.72- 8.68	5.221- 7.710	1.298-1.859	0.793-1.077
4	5.01-5.24	8.69-10.65	7.711-10.193	1.860-2.421	1.078-0.361
5	5.24〈	10.65〈	10.193〈	2.421〈	1.361〈

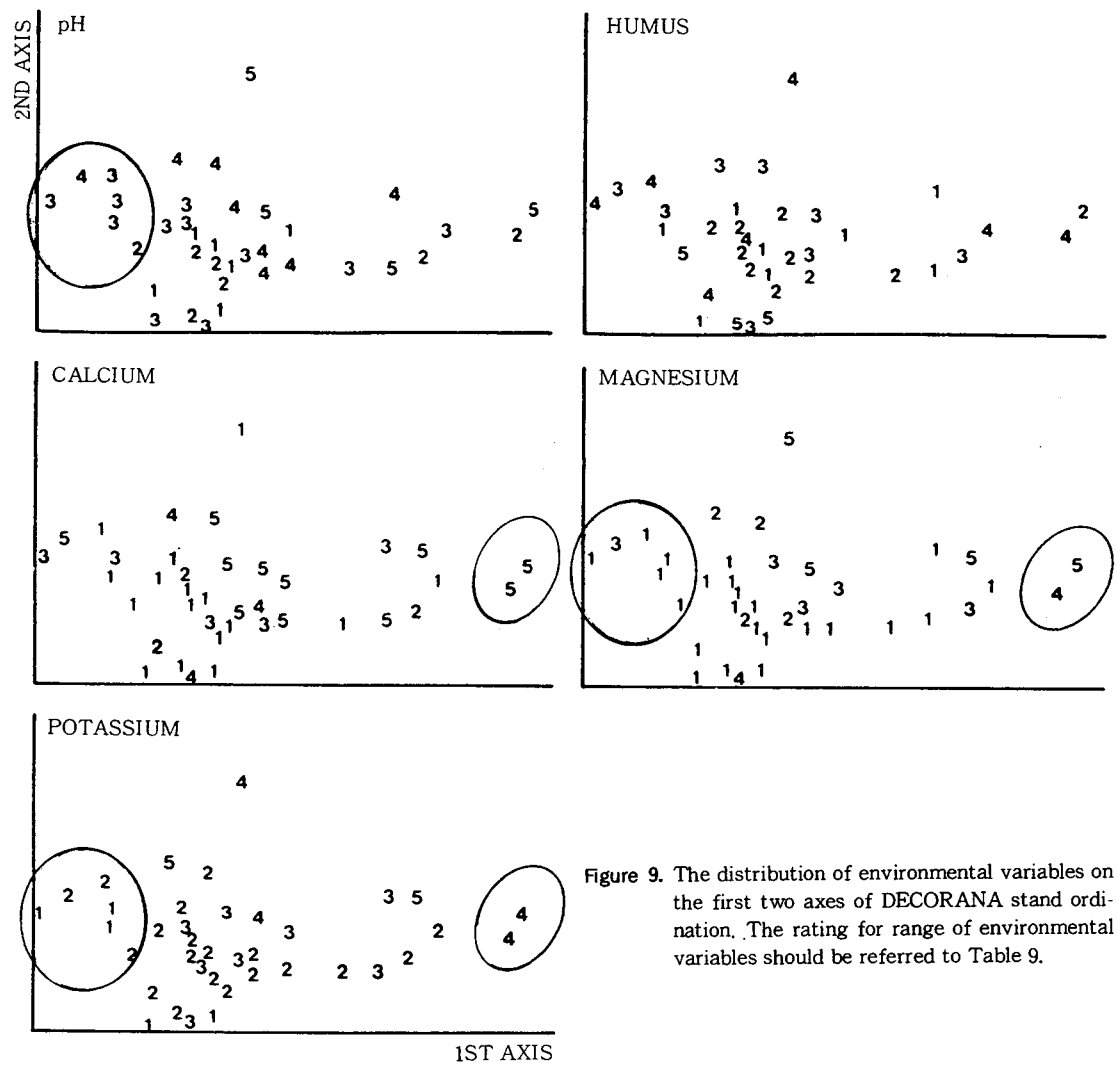

Figure 9. The distribution of environmental variables on the first two axes of DECORANA stand ordination. The rating for range of environmental variables should be referred to Table 9.

들메나무 토지극상으로 천이가 진행중인 군집 Ⅶ은 pH가 5.46으로 나머지 군집중 가장 높은 값을 가진 것으로 조사되었고 치환성 Ca^{++}의 함량이 높고 K^{+}도 비교적 높게 나타났다.

각 조사지의 환경요인 변화를 판단하기 위해 5개의 환경요인을 5단계로 나누어(Table 9) DCA기법을 이용하여 제 1, 2축에 나타낸 것이 Figure 9이다. 치환성 이온들이 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 점차 단계가 높아져 갔으며 특히, 들메나무 군집에서 4~5단계를 보였다. 토양산도는 소나무 및 서어나무, 참나무류가 경쟁하는 곳에서 3단계의 값들을 주로 보였다.

Table 10는 DCA의 제 1, 2축의 score와 토양환경인자간의 상관관계를 구한 것으로 치환성 이온의 환경

Table 10. Correlatiopn between environmental variables and DCA stand scores of the first and second axes.

	1st Axis	2nd Axis
Soil pH	−.1559	−.2134
Humus	−.2267	−.1249
Exchangeable potassium	.4559**	.1569
Exchangeable calcium	.4315**	.1273
EXchangealbe magnesium	.4518**	.2489

1. 1-tailed signigi.; *:5%, **:1%

Table 11. Correlation between the importance values of major species and evnironmental variables. The species labels are the same sa Table 6.

	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	pH	Humus	AX1	AX2
Pd	.	.	.	.	.	−−	.
Cc	.	.	+	.	.	.	++
Cl	.	.	.	.	.	−−	.
Qm	.	.	.	.	.	.	−−
Qs	.	.	.	.	.	.	.
Ms	++	++	++	.	.	++	.
Le	+	.	.	.	−	++	.
Dp	.	.	.	.	.	++	.
Ma	.	.	.	.	.	++	.
Am	.	.	.	.	.	++	.
Sk	.	.	.	.	.	.	++
Kp	.	.	.	.	.	.	++
Coc	.	.	.	.	.	.	++
Rhm	.	.	.	.	.	.	−−
Rhs	.	.	.	.	.	.	−−
Fm	++	++	++	.	.	++	.
Fr	.	++	.	.	.	.	.
Ws	.	.	.	−−	−−	.	++

1. 1-tail signigi. ; +,−:5%, ++,−−:1%

구배가 1축과 유의적인 상관성이 있음을 보였다. 이와 유사한 경향을 보인 것으로는 이 등(1990, 1992), 박 등(1988)의 보고가 있다.

각 수종의 I.V. 와 환경인자간의 상관관계를 나타낸 것이 Table 11이다. 들메나무와 함박꽃나무는 치환성 이온인 K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}와 강한 정의 상관성을 나타냈으며, 병꽃나무는 토양산도, 유기물과 강한 부의 유의성을 보였다. DCA 제 1축과 강한 정의 상관성을 보인 수종으로는 함박꽃나무, 비목나무, 바위말발도리, 피나무, 고로쇠나무 들메나무였으며, 소나무와 서어나무가 부의 상관성을 보였다. 서어나무는 극상수종이나 들메나무 극상림이 같이 조사되어 소나무 및 참나무류와 경쟁단계에서 소나무쪽으로 함께 묶여 부의 상관성으로 나타난 것으로 여겨진다. 제 2축과는 노각나무, 음나무, 층층나무, 병꽃나무, 까치박달 등 주로 극상림에 출현하는 수종들이 강한 정의 상관성을, 신갈나무, 철쭉, 진달래가 강한 부의 상관성으로 분포되었다.

인 용 문 헌

국립공원협회 (1993) 국립공원 제 10호 덕유산 국립공원. 국립공원 58:7-23.

농업기술연구소 (1988) 토양화학분석법. − 토양·식물체·미생물 −. 농촌진흥청. 450쪽.

박인협 (1985) 백운산지역 천연림생태계의 조림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문, 48쪽.

박인협, 이경재, 조재창 (1987) 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1):1-23.

박인협, 이경재, 조재창 (1988) 치악산 국립공원의 삼림군집구조 −구룡사-비로봉지역을 중심으로−. 응용생태연구 2(1):1-9.

송호경, 신창남 (1985) 계룡산삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 충남대학교 환경연구보고서 3(1):19-58.

이경재, 오구균, 조재창 (1987) 내장산 국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구(Ⅱ). −Ordination방법에 의한 식생구조 분석−. 한국임학회지 77(2):166-177.

이경재, 조재창, 우종서 (1989) Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산 지구의 식물군집구조 분석. 응용생태연구 3(1):28-41.

이경재, 조재창, 이봉수, 이도석 (1990) 광릉삼림의 군집구조(Ⅰ) −Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석−. 한국임학회지 79(2):173-186.

이경재, 최송현, 조재창 (1992) 광릉삼림의 군집구조 (Ⅱ). -Classification 및 Ordination 방법에 의한 죽엽산지역의 식생분석-. 한국임학회지 81(3) :214-223.

Curtis, J. T. and R. P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.

Hill, M. O. (1979a) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology Systematics, Cornell University, Ithacca, N. Y, 52pp.

Hill, M. O. (1979b) TWINSPAN- a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, N. Y, 99pp.

Pielou, E. C. (1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.

Ter Braak, C. J. F. (1987) CANOCO- a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2. 1). ITI-TNO, Wageningen, 95pp.

Ter Braak, C. J. F. (1987) Ordination. In: Jongman, R. H., C. J. F. ter Braak and O. F. R. van Tongeren (ed.), Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen, 91-173.

Van Tongeren, O. F. R. (1987) Cluster analysis. In: Jongman, R. H., C. J. F. ter Braak and O. F. R. van Tongeren (ed.), Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen, 174-212.