

지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집 구조분석¹

이경재² · 류창희³ · 최송현⁴

Analysis on the Structure of *Quercus mongolica*-*Abies nephrolepis* Forest on Subalpine Zone in Mt. Chiri¹

Kyong-Jae Lee², Chang-Hee Ryu³, Song-Hyun Choi⁴

요 약

지리산 노고단-임결령재에 이르는 아고산대(해발 1,360~1,410m)삼림의 식물군집 구조분석을 위하여 25개소에 조사구(1개 조사구당 20 × 25m 방형구 1개씩 설치)를 설정하고 식생조사를 실시하여 얻은 자료에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 및 ordination의 한 종류인 DCA기법을 적용하여 분석하였다. TWINSpan에 의하여 5개의 군집으로 분리되어 물푸레나무-함박꽃나무군집, 신갈나무-철쭉군집, 신갈나무-물푸레나무-당단풍군집, 신갈나무-분비나무-철쭉군집, 분비나무-소나무-진달래군집으로 나뉘었다. 교목상층군에서의 천이계열은 신갈나무-분비나무로 추정되었고, 종다양성에 의하면 분비나무가 우점종인 군집은 성숙단계인 안정상태이었다. 환경인자인 토양함수량과 토양산도는 조사구간에 차이가 없었다.

ABSTRACT

A survey of subalpine zone (altitude is 1,360~1,410m) in Mt. Chiri, was conducted using 25 sample plots of 500m² size. The classification by TWINSpan and DCA ordination were applied to the study area in order to classify them into several groups based on woody plants and environmental variables. By TWINSpan techniques, the plant community were divided into five groups by importance value of *Abies nephrolepis*. The dividing groups are *Fraxinus rhynchophylla*-*Magnolia sieboldii* community, *Quercus mongolica*-*Rhododendron schlippenbachii* community, *Q. mongolica*-*F. rhynchophylla*-*Acer pseudo-sieboldianum* community, *Q. mongolica*-*A. nephrolepis*-*Rh. schlippenbachii* community, and *A. nephrolepis*-*Pinus densiflora*-*Rh. schlippenbachii* community. The successional trends of tree species by both techniques seem to be from *Q. mongolica* to *A. nephrolepis* in the canopy layer. It was no difference between the stand scores of DCA and environmental variables.

1 접수 12월 20일 Received on Dec. 20, 1991

2 서울시립대학교 문리과학부 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

서론

우리나라 남부지방의 중앙에 위치하고 있는 지리산은 한라산을 제외하고는 남한에서는 가장 높은 해발 1,915m의 천왕봉이 포함되어 있어 고도에 따른 식물대의 변화가 뚜렷하게 드러난다. 임(1979)은 지리산의 삼림식생의 수직분포를 4개의 구역으로 나누었다. 즉 제 1구는 산록에서 해발 500m까지로 졸참나무, 밤나무, 서어나무가 우점종이고, 제 2구는 해발 500~1,000m의 지역으로 소나무, 굴참나무, 서어나무, 층층나무가 우점종을 이루는 식물군집이 분포한다. 제 3구는 해발 1,000~1,400m의 지역으로 가문비나무, 구상나무, 신갈나무, 철쭉이 우점종을 이루고, 제 4구는 1,400~1,900m인 지역으로 고채목과 사스레나무가 우점종인 식물군집이 위치한다.

지리산에서 해발 1,000~1,400m인 곳은 아고산대 지역으로 한대성 수종인 가문비나무, 구상나무가 우점종을 이루었으나, 6.25전쟁후 공비토벌작전에 의한 삼림의 파괴와 사회혼란기중의 도벌에 의해 이들 수종이 우점종인 군집은 대부분 사라지고, 내화수종인 신갈나무가 우점종인 숲이 현재는 존재한다(임 등, 1979). 우리나라 삼림중 해발고가 높은 지역에서 우점종을 차지하고 있는 신갈나무는 이차식생으로서 환경요인에 의해 낙엽층수의 활엽수로 천이가 진행되지 않는 방해극

상(disclimax)의 수종이라는 연구결과도 보고되었지만(이 등, 1991), 신갈나무는 졸참나무, 갈참나무와 함께 서어나무가 극상림을 이루는 식물군집으로 천이가 진행될 것이라는 내용(이 등, 1990)도 발표되어 신갈나무군집에 대한 생태적 천이의 위치를 일률적으로 결론 내리기는 곤란하다.

지리산의 노고단(해발 1,507m)에서 임결령재(해발 1,390m)에 이르는 등산로 주변에는 흉고직경 40~70cm의 신갈나무군과 15~20cm의 분비나무군이 혼생대지는 산생하고 있어, 이러한 아고산지역에서의 신갈나무 및 분비나무의 생태적 천이단계중 차지하는 위치를 추정할 필요가 있다.

본 연구는 지리산 아고산 지역에서 상수리나무-분비나무림의 식물군집구조를 분석하여 신갈나무 및 분비나무의 생태적 천이단계의 과정을 추정함으로써 이 지역의 자연보존에 필요한 기초적인 자료를 제공함을 목적으로 한다.

조사지 설정 및 방법

1. 조사지 설정

노고단-돼지평전-임결령재에 이르는 등산로의

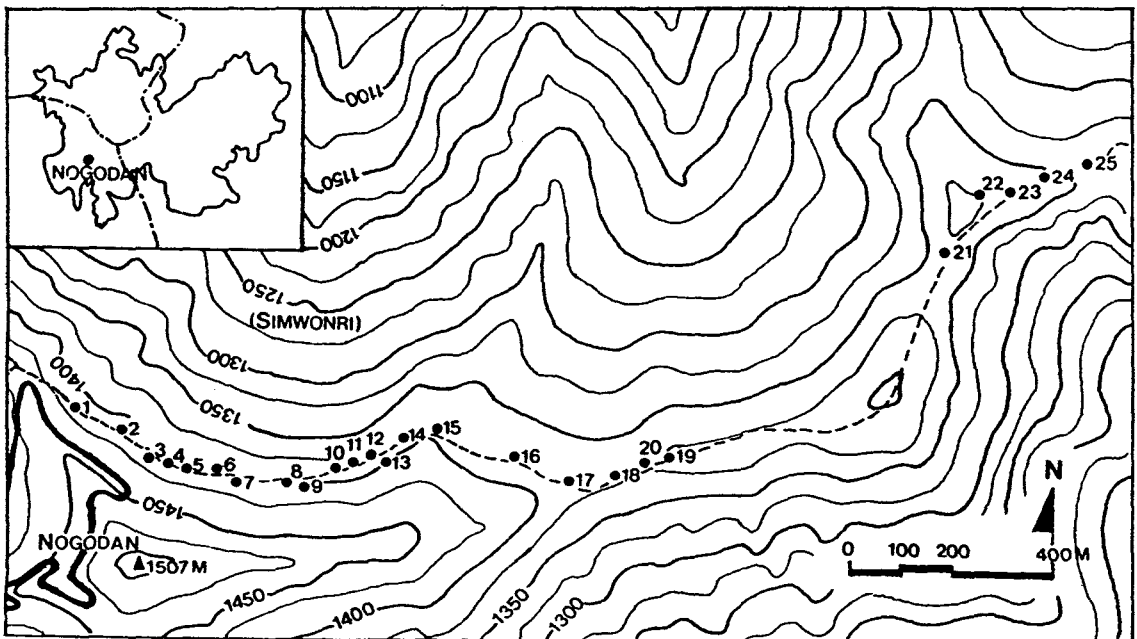


Figure 1. Location of the survey area in Mt. Chiri

주변에 조사지를 Figure 1과 같이 25개소에 설정하였다. 각 조사지에 $20 \times 25\text{m}$ 크기의 조사구(plot) 1개씩을 설치하여 면적을 500m^2 로 하였으며, 조사시기는 1991년 8월이었다.

2. 환경요인조사

각 조사구의 환경요인은 일반적 개황과 토양성질을 조사·분석하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고도, 방위, 경사도, 교목상층군의 평균수고, 평균흉고직경 및 울폐도를 측정하였다. 토양분석을 위해 각 조사구에서 1kg 정도의 시료를 채취, 실험실로 운반하여 토양산도, 수분함량, 유기물함량을 측정하였으며, 분석은 임 등(1981)의 방법에 준하였다.

3. 식물군집 구조분석

식생조사는 조사구내에 서 있는 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명 및 DBH를 측정하였으며(박, 1985), 층위는 교목상층, 교목하층, 관목층으로 구분하였다. 측정된 자료를 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(importance value : I. V.), 종다양성을 계산하였다. 식생자료를 정리하여 classification은 TWINSpan(Hill, 1979b), ordination은 DCA(deterrended correspondence analysis)방법(Hill, 1979a)을 이용하였고, 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 PDAP(plant data analysis package)와 SAS package의 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

지리산은 다른 국립공원과 마찬가지로 고산지대에 기상요소를 측정할 수 있는 장비가 설치되어 있지 않아 기상자료를 통한 환경요인을 판단할 수가 없다. 구례군에서 측정한 기상자료(1931-1960년의 평균치)에 의하면 연평균기온 13.4°C , 연평균 최고기온 18.80°C , 연평균 최저기온 7.9°C , 온량지수 112.2°C , 한랭지수 -11.3°C 이고 연간강수량은 $1,215\text{mm}$ 이다. 기상요소가 측정된 구례군은 해발 45m 에 위치하고, 본 조사지역의 평균해발고는 $1,380\text{m}$ 이므로, 100m 의 해발고에 따라 0.6°C 의 온도하강을 고려하면 조사지역의

연평균기온은 약 5.0°C 로서 임(1985)이 구분한 수평적 삼림대에 의하면 온대 북부림에 해당하며, 신갈나무, 박달나무, 잣나무, 가문비나무, 잣나무 등이 우점종으로 출현하게 된다. 그러나 본 조사지역은 고산지대로 구례읍보다 연간강수량이 상당히 많을 것이나 측정이 된 일이 없어 정확한 환경요소에 대한 판단을 내리기 곤란하므로 고산지대에서 기상요소를 측정할 수 있는 시설투자가 매우 필요하다.

TWINSpan에 의해 분리된 군집의 각 조사구의 일반적 개황을 Table 1에 나타냈다.

조사구들은 해발고 $1,360-1,410\text{m}$ 로서 고도의 차이가 거의 없는 아고산지역에 위치하며, 모든 조사구들의 방위는 조사구 18을 제외하고 북사면으로서 사면에 따른 오차는 없을 것으로 추정된다. 교목상층군의 평균수고와 평균 DBH의 값은 조사구마다 다양하며, 조사구 7의 평균 DBH가 50cm , 조사구 10과 11이 각각 $30, 25\text{cm}$ 로서 다른 조사구보다 대형목의 임목으로 구성되어 있는데 이들은 모두 신갈나무이다. 500m^2 당 출현하는 수종수는 각 군집의 평균치가 11-17종이고, 군집 D의 평균출현 수종수가 11종, 군집 A가 17종으로 최소 및 최대치였다.

2. 조사구의 classification 및 ordination 분석

25개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 한 것이 Figure 2이다. TWINSpan에 의해 분리된 조사구별로 주요수종에 대한 I. V를 정리한 것이 Table 2이다. Figure 2와 Table 2를 상호 관련시켜 classification 분석결과를 살펴 보면, 제 1 division은 분비나무의 유무에 의해 2개 group으로 분리되었고, 제 2 division에서는 4개의 group으로 나뉘어지나, 조사구 6-9까지의 group은 군집을 이루고 있는 우점종의 내용이 달라 제 3 division에서 다시 2개의 group으로 나뉘어 본 연구에서는 모두 5개의 group으로 분리되었다. 분리된 5개의 group은 몰푸레나무-함박꽃나무군집, 신갈나무-철쭉군집, 신갈나무-몰푸레나무-당단풍군집, 신갈나무-분비나무-철쭉군집, 분비나무-소나무-진달래군집이었다. 해발고가 낮은 삼림에서는 보통 토양의 건습정도(이 등, 1989; 이 등, 1990b), 해발고(이 등, 1990c), 방위(이 등, 1990a)등이 환경인자가 되어 classification에 의해 군집이 분리가 되나, 본 조사지에서는 뚜렷한 환경인자가 두드러지게 나타나지 않고 있다. 이는 신갈나무 및 분비나무가 각각 우점종인 군집의 환경적 요인의 차이가 없는 것으로 아고산지대에 출현하는 위의

Table 1. Description of the physical features and the stratum of each plot by TWINSpan subalpine zone in Mt. Chiri.

Community	A				B				C						
	3	4	5	11	6	7	8	10	2	12	13	14	15	9	
Altitude(m)	1400	1400	1410	1380	1400	1410	1395	1385	1410	1375	1380	1380	1390	1395	
Aspect	N5E	N5E	N15E	N10E	N10E	N10E	N10E	N10E	N20E	N10E	N10E	N5E	N5E	N10E	
Slope(°)	15	15	5	10	10	15	15	10	15	5	5	5	5	10	
Height of tree layer(m)	8	8	8	14	10	18	9	14	5	11	11	12	5	15	
Mean DBH of tree layer(cm)	15	15	15	25	15	50	25	30	15	15	11	15	10	30	
Cover of tree layer(%)	80	70	70	80	70	80	80	70	70	70	70	80	80	75	
Height of subtree layer(m)	4	4	4	6	4	10	5	6	4	6	6	7	3	6	
Cover of subtree layer(%)	70	70	70	40	70	60	40	50	70	50	50	70	70	50	
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Cover of subtree layer(%)	30	40	40	50	30	70	40	50	20	50	50	40	50	50	
Number of woody species	16	23	15	15	18	14	16	16	11	16	15	16	16	19	

Community	D						E					
	1	17	16	22	23	24	19	20	21	25	18	
Altitude(m)	1410	1380	1380	1400	1390	1360	1357	1370	1380	1390	1375	
Aspect	N10E	N75E	N30E	N10W	N10W	N10W	N15W	N10E	N10E	N5E	S10E	
Slope(°)	15	5	5	5	5	5	5	10	10	5	5	
Height of tree layer(m)	3	12	7	10	9	10	12	12	12	5	3.5	
Mean DBH of tree layer(cm)	6	20	15	15	20	20	15	15	15	10	4	
Cover of tree layer(%)	75	85	80	80	75	75	85	85	80	80	90	
Height of subtree layer(m)	2	6	3	3	3.5	4	5	5	3	3	2	
Cover of subtree layer(%)	70	30	50	30	50	60	30	30	80	70	70	
Height of shrub layer(m)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.5	
Cover of subtree layer(%)	60	40	30	50	50	50	30	50	40	50	40	
Number of woody species	15	12	13	9	10	7	15	18	13	15	14	

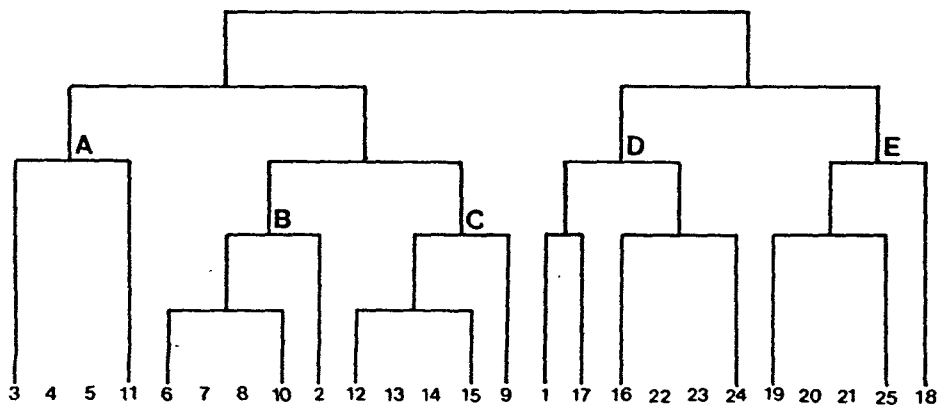


Figure 2. Dendrogram of TWINSpan stand classification of twenty-five plots on subalpine zone in Mt. Chiri.

Table 2. Importance values of tree species in each plot for classified type by TWINSPPN

Community	A		B				C				D				E											
	3	4	5	11	6	7	8	10	2	12	13	14	15	9	1	17	16	22	23	24	19	20	21	25	18	
<i>Pinus densiflora</i>																		1.1			3.4	16.6	11.1	8.9	42.3	
<i>Abies nephrolepis</i>											4.3	1.4	13.5		0.2	22.2	6.5	14.0	35.9	26.9	46.5	31.9	39.4	52.4	10.0	
<i>Carpinus cordata</i>						9.5	1.1	0.5	12.0	12.4	0.4		9.6	0.1			1.2	0.7			0.9	0.3		0.7		
<i>Quercus mongolica</i>	2.3					16.8	38.8	52.5	31.6	55.1	42.7	49.6	51.4	52.2	23.1	55.3	29.2	47.8	54.1	47.1	46.6	2.3	1.8	1.6	18.1	4.8
<i>Magnolia sieboldii</i>	19.4	16.0	8.8	4.2		0.6	6.7	1.9						2.2												
<i>Pyrus ussuriensis</i>	12.4			1.9	5.0					1.1	1.7											0.2				
<i>Sorbus commixta</i>	10.6															1.2						2.5				
<i>Prunus sargentii</i>				2.0		2.5		3.6			1.8			5.4										0.2		
<i>Euonymus sieboldiana</i>	19.4	3.8	7.3	1.3	1.2	2.9	0.2	5.4		0.2	2.4															
<i>Acer mono</i>	0.5	0.3	1.4	7.5	2.4	2.0	2.6	5.9		2.0	1.5	1.5	0.5		0.5							0.3	1.6			
<i>A. tshonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	1.8	11.6	1.7	1.0			0.3			0.9	0.7		6.9	3.0	0.4					0.3	0.2					
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>				3.8	6.9	6.1	9.8	5.0	7.3	16.3	14.9	11.3	12.9	7.5	2.6	3.7	1.1	0.5			1.1	2.0	6.7	1.0	1.0	
<i>A. manshuricom</i>						4.8		0.2	1.7					1.1		0.3										
<i>Stewartia koreana</i>	4.3				0.9																				1.3	
<i>Cornus controversa</i>	0.4	4.7	5.5	8.1	12.5	5.2		3.3		5.6	0.6	2.2		3.2		0.8										
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	8.7										1.1					9.5	3.9	20.6	6.1	0.7	15.3	30.3	31.8	30.9	4.7	
<i>Rh. schlippenbachii</i>	6.7	13.1	15.8	17.6	27.6	17.2	13.5	9.7	27.9	3.9	11.4	4.6	3.7	0.6	22.1	22.7	11.4	13.8	8.4	8.6				12.9	16.1	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.6				1.2	0.8	3.4	8.2	2.8	9.2	5.7	14.5	9.6	4.9	3.1	5.8	4.7	7.3	3.1	1.0	0.7		0.6	1.2		
<i>Fraxinus mandshurica</i>	11.1	8.4									0.5															
<i>F. rhyhchophylla</i>	0.4	2.3	39.2	38.0		0.3			0.3													0.4		0.4		
<i>F. sieboldiana</i>	6.3	7.2	8.2	5.0		6.5	0.4	8.1	7.6	1.4	2.8	10.0	2.9	5.4	17.2	3.4	0.2				2.7	4.3	1.5	0.2	1.6	

두 군집은 환경요인과 평형을 이루는 안정된 식물군집인 것으로 생각된다.

Table 2를 살펴보면 군집 A의 교목상층군의 우점종은 물푸레나무류로서 들메나무의 평균 I.V.는 4.9%, 물푸레나무 20.0%, 쇠물푸레나무 6.7%로서 물푸레나무류의 전체 평균 I.V.는 31.6%로서 중요치가 매우 높다. 교목상층군에서는 습윤토양에 생육이 적당한 층층나무(이등, 1990b)의 평균 I.V.가 4.7%로서 본 지역이 해발고가 높으나 강우빈도가 높고 안개가 자주 끼어서 토양습도가 높기 때문에 층층나무의 생육에 이상이 없다. 교목하층에서의 주요수종의 평균 I.V.는 함박꽃나무 12.1%, 철쭉 13.3%를 차지하였다. 군집 B의 상층교목군의 우점종은 신갈나무(평균 I.V. 39.0%)와 쇠물푸레나무(평균 I.V. 4.8%)이고, 교목하층군에서는 철쭉(평균 I.V. 19.2%)과 당단풍(평균 I.V. 7.0%)이었다. 군집 C에서는 교목상층의 우점종은 신갈나무와 쇠물푸레나무로 평균 I.V.는 각각 43.8%, 7.7%이며, 교목하층의 우점종은 평균 I.V.가 각각 12.6%, 8.8%의 당단풍나무와 노린재나무이었다. 군집 D에서는 신갈나무와 분비나무가 교목상층의 우

점종으로 평균 I.V.는 각각 46.7%, 17.6%이었고, 교목하층에서는 진달래와 철쭉의 전체 I.V.가 23.9%로서 우점종이었다. 군집 E는 분비나무(평균 I.V. 36.0%)와 소나무(평균 I.V. 16.5%)가 교목상층군의 우점종이고, 평균 I.V.가 19.5%인 진달래가 교목하층군의 우점종이었다.

25개 조사구에 대하여 DCA에 의한 ordination 방법으로 분석한 것을 도시한 것이 Figure 3이다. 제 1축도 인정되지 않았다(Table 4). 토양산도는 광릉의

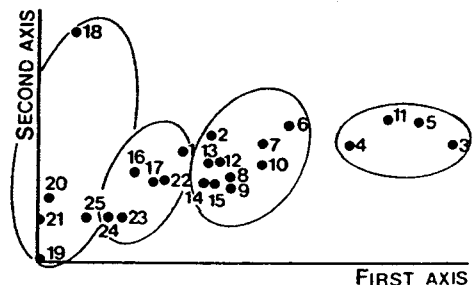


Figure 3. DCA ordination of sample plots in Mt. Chiri.

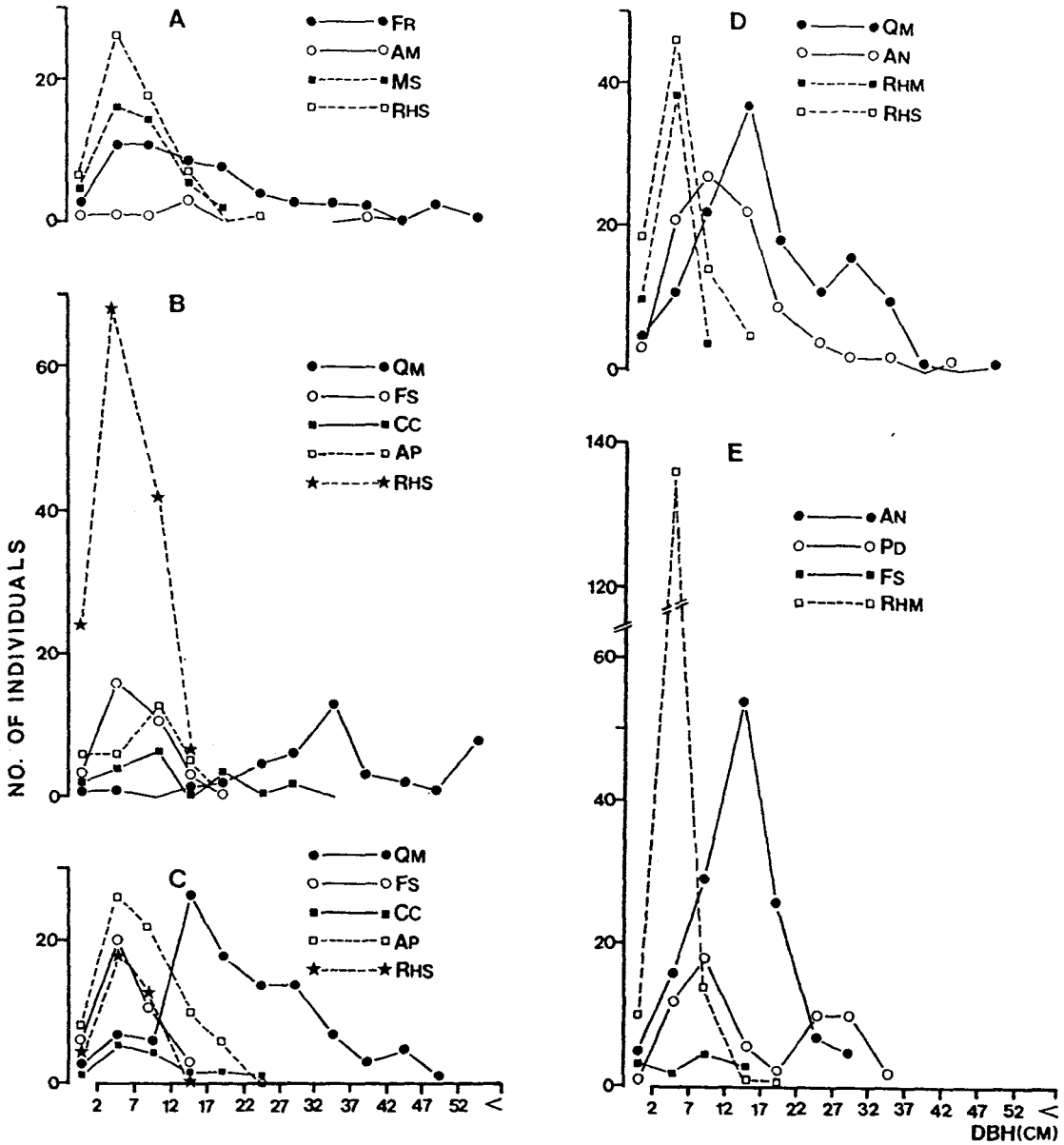


Figure 4. DBH class distribution of major tree species in each community for classified type by TWINSpan.

(Fr : *Fraxinus rhynchophylla*, Am : *Acer mono*, Ms : *Magnolia sieboldii*, Rhs : *Rhododendron schlippenbachii*, Fs : *F. sieboldiana*, Cc : *Carpinus cordata*, Ap : *Acer tshonokii* var. *rubripes*, Qm : *Q. mongolica*, An : *Abies nephrolepis*, Rhm : *Rh. mucronuclatum*, Pd : *Pinus densiflora*)

과 제 2축의 eigen value가 각각 59.9%, 19.0%로서 total variance에 대한 집중율이 높아 본 기법의 이용에 타당성을 부여할 수 있겠다. 그림에 의하면 4개의 group으로 분리가 되어 왼쪽에 분비나무-소나무-진달래군집, 오른쪽에 물푸레나무-함박꽃나무군집

이 위치하고, 이들 군집사이에 신갈나무-분비나무-철쭉군집과 신갈나무-철쭉군집이 위치한다. TWINSpan에 의한 결과와 다른것은 classification에서 분리된 군집 B와 C가 ordination에서는 명확히 분리되지 않는 점으로 보아 분리현상은 비슷하지만, 본 연구

에서는 TWINSpan에 의한 결과를 이용하는 것이 더 나을 것으로 생각된다. Kent & Ballard(1988)에 의하면 1960년대 이후에 classification과 ordination 방법이 독자적으로 발전되어, TWINSpan은 1980년대 이후, DCA는 1970년대 후반에 개발되어 현재 가장 많이 이용하고 있으나 군집구조분석에서는 어느 한 방법을 이용하는 것보다 위의 두 방법을 함께 이용하여 상호 보완하는 연구결과가 늘고 있음이 보고되었다.

3. 군집별 식물생태적 천이에측 및 종다양성.

TWINSpan에 의해 분리된 5개의 군집별로 4개씩의 조사구를 임의 추출하여 흉고직경급별 빈도분포를 나타낸 것이 Figure 4이다. 흉고직경급별 빈도분포에서 생태적 천이과정을 추론할 수가 있으므로(박, 1985; 이 등, 1989, 1990a, 1990b, 1990c) 본 group에서도 지리산 아고산대의 천이과정을 예측할 수 있었다. 군집 A에서 몰푸레나무류가 DBH 15cm 이상에서 우점종이고, DBH 15cm이하에서는 철쭉, 함박꽃나무의 출현개체수가 몰푸레나무류보다는 많으나 이들 수종의 성상이 소교목내지 관목이므로 교목상층의 차대를 형성할 수가 없으므로 개체수가 비록 적더라도 몰푸레나무류가 계속 세력을 유지할 것이다. 그러므로 본 군집은 몰푸레나무, 함박꽃나무, 철쭉 등이 개체군간에 안정된 세력을 유지하고 있어 이러한 구조가 환경요인의 변화가 없는 한 계속될 것이다. 군집 B는 DBH 20cm이상인 교목상층군에서 신갈나무가 우점종이나 DBH 20cm미만에서는 교목의 성상을 가진 수종인 쇠물푸레나무, 까치박달나무의 개체수가 크게 나타나고 있어 앞으로 신갈나무에서 이들 수종으로 천이가 진행될 것이다. 군집C에서는 DBH 15cm이상에서는 신갈나무가 우점종이나 DBH 15cm미만에서는 교목의 성상을 가진 수종은 쇠물푸레나무의 개체수가 신갈나무보다 많이 출현하고 있으나 신갈나무의 세력을 꺾을 정도까지는 발전되지 않을 것이다. 그러므로 군집 C는 신갈나무와 철쭉이 층위를 형성하여 안정된 군집의 형태를 계속 유지할 것이다. 군집D는 DBH 10cm이상에서는 신갈나무가 우점종이나 DBH 10cm미만에서는 교목층 분비나무가 우점종으로서 시간이 흐를 수록 분비나무의 세력이 커질 것이다. 관목층에서는 철쭉과 진달래가 우점종을 이루고 있다. 군집 E는 소나무와 분비나무가 경쟁을 벌이고 있는 식물사회로서 DBH 25cm이상에서만 소나무가 분비나무에 비해 우세하나 DBH 25cm미만에서는 분비나무의 세력이 훨씬 우세하여 앞으로 분비나무의 I. V. 가 계속 증

가될 것이다.

이상을 종합할때 현재 넓은 면적을 차지하고 있는 신갈나무의 세력은 앞으로도 계속 유지될 것이나 현재의 세력은 신갈나무보다는 미약하지만 지리산 아고산 지대에 출현하는 분비나무의 세력도 느린 속도로 계속 증가되어 신갈나무와 함께 본 조사지역의 우점종을 이루다가 오랜 세월이 지난후에는 분비나무가 신갈나무를 도태시킬 것이다.

군집별로 2,000m²면적에서 있는 수목군에 대한 종다양성을 계산하여 도시한 것이 Figure 5이다. 몰푸레나무류가 우점종인 군집A에서의 종다양도(H')가 1.20으로서 가장 높아 다른 군집보다는 구성종이 다양하다. 신갈나무가 우점종인 군집 B, C는 1.02-1.06으로서 구성종의 다양성이 몰푸레나무류보다는 낮아지는데, 분비나무가 우점종인 군집 D에서는 종다양도가 더욱 낮아져 0.82이다. 그러나 소나무와 분비나무가 경쟁을 벌이고 있는 군집E는 0.98로서 군집 D보다는 종다양성이 증가되었는데 앞으로 천이가 진행되어 분비나무의 세력이 커지면 종다양도는 감소될 것이다. 최

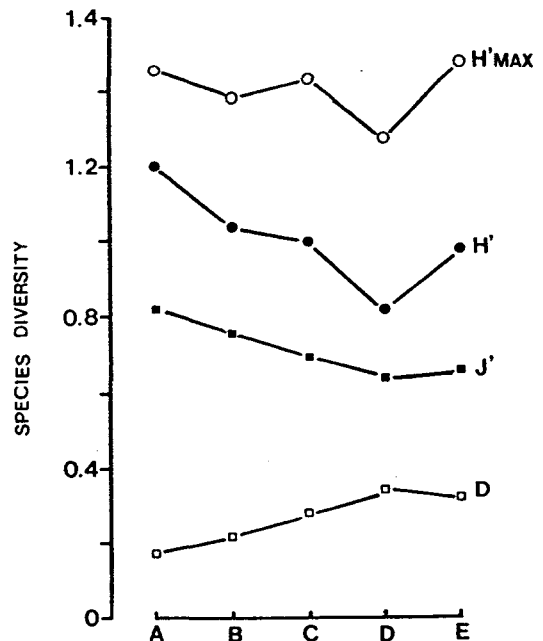


Figure 5. Values of various diversity in each community for classified type by TWINSpan. (H' : species diversity, H' max : maximum of species diversity, J' : evenness, D : dominance)

대종다양도(H'max)에 종다양도(H')의 값이 접근할 수록 안정상태에 도달된 숲(Collins et al., 1987; O'Connor & Aarssen, 1987; 이 등, 1990a, 1990b)이라는 이론과 비교하면 군집D가 본 조사지역에서는 가장 안정상태에 도달된 것으로 추정된다. 우리나라 온대중부림에서 자연생태계의 보존성이 양호한 지역중의 한 곳인 광릉삼림의 극상림은 서어나무와 까치박달나무가 우점종인데 이들 숲의 종다양도는 1.25이며 소나무에서 갈참나무를 거쳐 서어나무 및 까치박달나무로 천이가 진행될 수록 종다양도는 증가하여(이 등, 1990b) 본 연구결과와는 다른 경향을 나타내어 본 조사는 해발고가 높고 광릉보다는 천이진행단계가 미발달된 것에 기인할 것으로 생각된다. 우리나라의 삼림은 보존성이 양호한 지역인 극상림단계에 도달된 곳이 매우 적어 생태적 천이현상의 추정은 극상림 보존이 잘 된 국가보다 사례연구결과가 몇배나 더 축적되어야 하나 연구비투자가 거의 이루어지지 않고 있어 앞으로 오랜 기간이 필요하다.

4. 수종의 classification 및 ordination 분석

각 조사구에서 출현한 수종중 빈도가 5회이상인 것은 주요종에 대한 classification 및 ordination 분석 내용을 Figure 6, 7과 같이 정리하였다. 양 분석에서 교목상층은 세 group으로 분리가 되었다. 즉 몰푸레나무, 총참나무, 고로쇠나무의 군집, 신갈나무와 까치박

달나무의 군집, 소나무, 분비나무의 군집으로 분리가 되었다. 앞의 군집별 경급에 따른 주수분포와 본 결과를 종합하건데 신갈나무림에서 분비나무림으로 천이가 진행될 것으로 추정할 수 있다.

우리나라 자연림에 대한 생태적 천이계열의 추정은 그동안 연구가 활발히 진행되어 대체로 천이진행의 단계는 소나무 → 참나무류(졸참나무, 갈참나무 등) → 서어나무 → 까치박달나무로 추정되었는데(강 및 오, 1982; 박 등, 1987; 박 등, 1988; 이 등, 1989; 이 등,

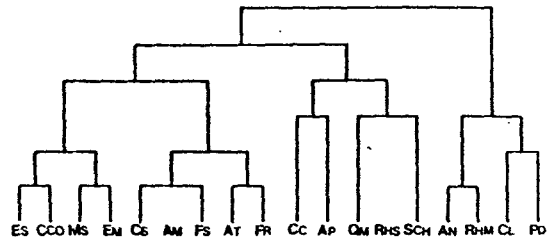


Figure 6. Dendrogram of TWINSPLAN species classification of eighteen woody species.

(Es : *E. sieboldiana*, Cco : *C. controversa*, Ms : *M. sieboldii*, Em : *E. macroptera*, Cs : *C. sieboldiana*, Am : *A. mono*, Fs : *F. sieboldiana*, At : *A. tschonoskii* var. *rubripes*, Fr : *F. rhyrachophylla*, Cc : *C. cordata*, Ap : *A. pseudo-sieboldiana*, Qm : *Q. mongolica*, Rhs : *Rh. schlippenbachii*, Sch : *S. chinensis* for. *pilosa*, An : *A. nephrolepis*, Rhm : *Rh. mucronulatum*, Cl : *C. laxiflora*, Pd : *P. densiflora*)

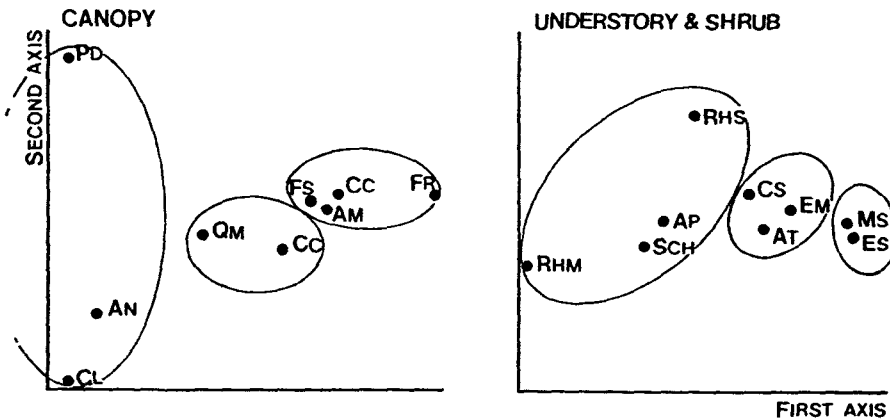


Figure 7. Species ordination on the first two axes, using DCA.

(Pd : *P. densiflora*, Cl : *C. laxiflora*, An : *A. nephrolepis*, Qm : *Q. mongolica*, Cc : *C. cordata*, Fs : *F. sieboldiana*, Am : *A. mono*, Cco : *C. controversa*, Fr : *F. rhyrachophylla*, Rhm : *Rh. mucronulatum*, Sch : *S. chinensis* for. *pilosa*, Ap : *A. pseudo-sieboldiana*, Rhs : *Rh. schlippenbachii*, Cs : *C. sieboldiana*, At : *A. tschonoskii* var. *rubripes*, Em : *E. macroptera*, Ms : *M. sieboldii*, Es : *E. sieboldiana*)

1990a, 1990b, 1990c), 이러한 조사지역들은 대부분 해발고가 800m이하지역으로 본 조사지역과는 다른 환경요인을 갖고 있다. 아직 국내에서는 고산지대의 식생군집에 대한 천이계열분석의 연구가 진행된 적이 없어 다른 연구결과와의 비교는 곤란하다.

교목하층 및 관목층에서의 분리는 3개의 group으로 되었으며, 그 내용은 함박꽃나무와 참빗살나무의 집단, 나래회나무, 참개암나무, 시닥나무의 집단, 철쭉, 당단풍나무, 노린재나무, 진달래의 집단으로 각집단을 구성하는 수종들이 안정상태를 유지하고 있는 것으로 추정되어 천이계열을 예측하기는 곤란하다.

Table 3은 본 조사 지역에서 출현한 주요 수종들간의 상대우점치를 이용하여 상관관계를 계산한 것이다. 교목상층군에서 분비나무는 고로쇠나무 및 층층나무와는 부의 상관성, 까치박달나무와 층층나무는 정의

상관성, 층층나무와 물푸레나무는 정의 상관성이 인정되었다. 교목하층에서는 함박꽃나무와 산들배나무, 마가목, 참빗살나무, 시닥나무, 노각나무, 들메나무와에서 각각 정의 상관성, 참빗살나무는 물푸레나무와는 정의 상관성, 당단풍나무는 노린재나무와 정의 상관성, 층층나무는 물푸레나무와는 정의 상관성이 인정되었다.

5. 환경인자의 분석

25개 조사구의 토양유기물 및 산도는 각각 7.11%, pH4.78로서 토양유기물의 함량은 광릉의 7.0% (1990b), 용문산의 7.5%(1990a) 등과 비슷하였으나 조사구간의 차이가 심하지 않아 표준편차가 1.43%에 지나지 않았고, DCA의 제 1, 2축 score와의 상관관계

Table 3. Correlation among the major species of importance values.

	Pd	An	Cc	Qm	Ms	Pu	Sc	Ps	Es	Am	At	Ap	Ama	Sk	Cco	Rhm	Rhs	Sch	Fm	Fr
An	.																			
Cc	.	.																		
Qm	-	.	.																	
Ms	.	.	.	-																
Pu	++															
Sc	++	.														
Ps	.	.	++													
Es	++	++	.	.												
Am	.	-											
At	++	.	++	.	.	.										
Ap	.	.	.	+									
Ama							
Sk	.	.	.	-	++	++	.	.	++						
Cco	.	-	++	++	.	.	.	++	.					
Rhm	.	++
Rhs
Sch	.	.	.	++	++
Fm	++	++	++	.	++	.	++	.	.	++
Fr	-	++
Fs	.	.	+	++	.	.	+

1. 1-tailed signifi. : -, + : 5%, --, ++ : 1% level

2. Pd : *Pinus densiflora*, An : *Abies nephrolepis*, Cc : *Carpinus cordata*, Qm : *Quercus mongolica*, Ms : *Magnolia sieboldii*, Pu : *Pyrus ussuriensis*, Sc : *Sorbus commixta*, Ps : *Prunus sargentii*, Es : *Euonymus sieboldiana*, Am : *Acer mono*, At : *A. tshonoskii* var. *rubripes*, Ap : *A. pseudo-sieboldianum*, Ama : *A. manshurica*, Sk : *Stewartia koreana*, Cco : *Cornus controversa*, Rhm : *Rhododendron mucronulatum*, Rhs : *Rh. schlippenbachii*, Sch : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Fm : *Fraxinus mandshurica*, Fr : *F. rhychnophylla*, Fs : *F. sieboldiana*.

도 인정되지 않았다(Table 4). 토양산도는 광릉의 pH5.45(1990b) 보다는 산성화되었으나, 용문산의 pH4.6(1990a), 속리산의 pH4.6(1990c)와는 비슷한 값을 나타내었으며 조사구간의 차이가 심하지 않았고, DCA의 제 1, 2축 score와의 상관관계도 인정되지 않았다. 보통 천이가 진행됨에 따라 토양양료의 조건이 양호하여진다는 연구결과(Bernard et al, 1983; Chang & Gauch, 1986; 강과 오, 1982; 박 등, 1988; 이 등, 1990a, 1990b, 1990c)가 발표되었으나 본 조사는 해발고, 사면 등의 환경구배가 크게 차이가 나지 않기 때문에 토양양료조건도 조사구간에 차이가 없는 것으로 생각된다.

Table 4. Correlation between environmental variables and DCA stand scores of the first and second axes.

	1st Axes	2nd Axes
Soil humus	.216 ^{**}	.146 ^{**}
Soil pH	.177 ^{**}	.270 ^{**}

인용문헌

- Bernard, J. M., F. K. Seischab and H. G. Gauch. 1983. Gradient analysis of the vegetation of the Byron-Bergen swamp, a rich fen in Western New York. *Vegetatio* 53 : 85-91.
- Chang, D. H. S. and H. G. Gauch, Jr. 1986. Multivariate analysis of plant communities and environmental factors in Ngari. *Ecology* 67(5) : 1568-1575.
- Collins, S. L., J. A. Bradford and P. L. Sims. 1987. Succession and fluctuations in *Artemisia* dominated grassland. *Vegetatio* 73 : 89-99.
- Curtis, J. T. and R. R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32 : 476-496.
- Hill, M. O. 1979a. DFCORANA-a FORTRAN program for trended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York, 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 attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York, 99pp.
- Kent, M. and J. Ballard. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio* 78 : 109-124.
- O'conner, I. K. and L. W. Arssen. 1987. Species association patterns in abandoned sand quarries. *Vegetatio* 73 : 101-109.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- 강윤순, 오계철. 1982. 광릉삼림군집에 대한 Ordination 방법의 적용. *한국식물학회지* 25(2) : 83-99.
- 박인협. 1985. 백운산지역 천연림생태계의 조립구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교대학원 박사학위논문, 48pp.
- 박인협, 이경재, 조재창. 1987. 북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구. *응용생태연구* 1(1) : 1-23.
- 박인협, 이경재, 조재창. 1988. 치악산국립공원의 삼림군집구조-구룡사-비로봉지역을 중심으로. *응용생태연구* 2(1) : 1-9.
- 이경재, 조재창, 우종서. 1989. Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산 지구의 식물군집 구조 분석. *응용생태연구* 3(1) : 28-41.
- 이경재, 조재창, 류창희. 1990a. Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집 구조분석. *한국식물학회지* 33(3) : 173-182.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석. 1990b. 광릉 삼림의 식물군집 구조(I)-Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉 지역의 삼림군집 구조 분석-*한국임학회지* 79(1) : 173-186.
- 이경재, 박인협, 조재창, 오충현. 1990c. 속리산 삼림군집 구조에 관한 연구(II)-Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석-*응용생태연구* 4(1) : 33-43.
- 이경재, 류창희, 이병천. 1991. 점봉산 식물군집구조에 관한 연구. *임업연구원보고서(인쇄중)*.
- 임경빈, 김태욱, 이경재 등. 1979. 지리산국립공원 식물자원조사. 건설부, 서울, 366pp.
- 임경빈, 이경재, 박인협. 1981. 솔잎혹파리피해 적층림의 생태학적 연구(III). *한국임학회지* 54 : 49-59.