

## 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(II)<sup>1</sup>

—Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석—

이경재<sup>2</sup> · 박인협<sup>3</sup> · 조재창<sup>4</sup> · 오충현<sup>2</sup>

## Studies on the Structure of the Forest Community in Mt. Sokri(II)<sup>1</sup>

—Analysis on the Plant Community by the Classification  
and Ordination Techniques—

Kyong-Jae Lee<sup>2</sup>, In-Hyeop Park<sup>3</sup>, Jae-Chang Jo<sup>4</sup>, Choong-Hyeon Oh<sup>2</sup>

### 요 약

속리산국립공원 범주사지역의 삼림군집을 대상으로 TWINSpan에 의한 classification 및 DCA의 ordination 기법을 이용하여 식물군집구조를 밝히고 천이계열을 추정하기 위하여 70개 조사구(1조사구당 500m<sup>2</sup>)를 설치하였다. TWINSpan에 의한 classification 분석에서 6개의 군집으로 분리되어 소나무 군집, 신갈나무-소나무 군집, 졸참나무-신갈나무 군집, 신갈나무 군집, 서어나무-졸참나무 군집, 졸참나무 군집으로 나뉘었고, 분리환경인자는 해발고도와 토양습도였다. 본 연구에서는 DCA기법이 TWINSpan보다 효율성이 더 좋았다. 천이계열은 교목상층에서는 소나무, 팔배나무 → 졸참나무 → 서어나무와 소나무, 쇠물푸레나무 → 신갈나무이었고, 교목하층 및 관목층에서는 참싸리, 개웃나무, 산초나무 → 철쭉, 참개암나무, 생강나무, 함박꽃나무 → 참회나무로 추정되었다. 산화발생에 의해서 식물군집의 종다양성은 매우 감소하였고, 참나무류의 상대우점치는 증가하였다.

### ABSTRACT

A survey of Popju Temple district, was conducted using 70 sample plots of 500m<sup>2</sup> 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 both techniques, the plant community were divided into six groups by the altitude and soil moisture. The successional trends of tree species seem to be from *Pinus densiflora*, *Sorbus alnifolia* through *Quercus serrata* to *Carpinus laxiflora* and from *P. densiflora*, *Fraxinus sieboldiana* through *Q. mongolica* in the canopy layer, and from *Lespedeza cyrtobotrya*,

1. 접수 11월 30일 Received on Nov. 30, 1990.

2. 서울시립대학교 문리과 대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul, 130-743, Korea.

3. 순천대학 Suncheon National Univ., Suncheon, 540-070, Korea

4. 서울대학교 대학원 Graduate School, Seoul National Univ., Suwon, 440-744, Korea

*Rhus trichocarpa*, *Zanthoxylum schnifolium* through *Rhododendron mucronulatum*, *Corylus sieboldiana*, *Lindera obtusiloba*, *Magnolia sieboldii* to *Euonymus sieboldianus* in the understory and shrub layer. The species diversity of the plant community in the burnt plot was decreased by the forest fire but the importance values of *Quercus* species were increased in above plot.

## 서론

속리산국립공원은 동경 127° 47'~127° 58'와 북위 36° 28'~36° 46'에 위치하며 행정구역상으로는 경상북도 문경군과 충청북도 괴산군, 보은군에 걸쳐있다. 1970년 3월 24일 국립공원으로 지정된 속리산국립공원은 현재 공원구역이 283.4 km<sup>2</sup>이며, 속리산지역과 화양동계곡으로 구분되어 있다. 토지이용은 임야 91.9%, 전답 6.5%, 대지 6.5%, 기타 0.6%이며, 토지소유는 국·공유지가 64.7%이고 사유지가 35.3%이다.

속리산의 식생연구는 단편적으로는 발표되어 왔으나, 종합적이고 식물사회학적 규명에 관한 연구는 전무한 실정이다. 속리산지역의 식물분포는 150과 406속 673종으로 알려져 있고, 천연기념물 207호로 지정된 망개나무가 자라고 있다(건설부, 1985). 또한 속리산지역은 수직적인 식물분포에 의하면 해발 400m이하(사내리-범주사)의 우점종은 신갈나무, 느티나무, 까치박달나무, 신나무, 굴참나무이고, 해발 400~600m(북천암-상관암)에서의 우점종은 소나무, 갈참나무, 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무이며, 해발 600~800m(상관암-상고암)은 소나무, 신갈나무가 우점종이고, 해발 800~1,057m(상고암-천황봉)에서는 갈참나무, 졸참나무가 우점종으로서(건설부, 1985), 본 지역의 우점종은 소나무와 참나무류인 졸참나무, 신갈나무, 갈참나무이다.

속리산의 삼림은 벌채 및 산화에 의한 2차림이지만 범주사 인근의 삼림은 어느 정도 보존이 이루어져 소나무, 느티나무, 서어나무, 까치박달나무, 졸참나무 등이 우점종을 이루고 있으므로 계속적인 보존대책이 요구된다. 본 연구에서는 범주사 인근 계곡에서 문장대, 경엽대에 이르는 지역의 식물군집구조를 분석하고 천이계열을 추정함을 목적으로 하였다.

## 조사지 설정 및 방법

### 1. 조사지 설정

속리산국립공원 삼림중 정이품송이 위치하는 보은군 내속리면 상관리에서 문장대(해발 1033m) 및 입

석대(해발 1031m)에 이르는 자연림일대에 Figure 1과 같이 70개소에 조사구(plot)를 설정하였다. 각 지역에 20×25m의 조사구 1개씩을 설치하여 면적을 500m<sup>2</sup>로 하였으며, 조사는 1989년 10월, 1990년 6~8월에 실시하였다.

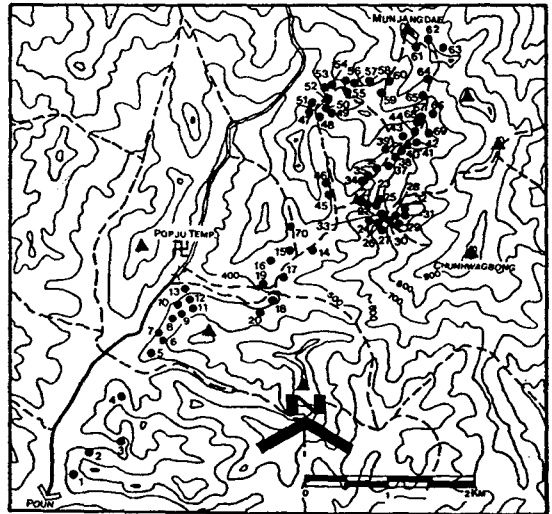


Figure 1. Location of the study area in Mt. Sokri.

### 2. 환경요인조사

조사구의 환경요인은 일반적 개황과 토양성질을 조사·분석하였으며 그 방법은 논문(I)에 따랐다.

### 3. 식물군집구조

식생조사 및 식물군집구조분석은 논문(I)의 방법에 준하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지개황

논문(I)에서 밝힌 바와 같이 범주사 인근지역인 해

Table 1. Description of the physical features and the stratum of each plot for classified type by TWINSpan in Mt. Sokri.

A													B													
Community	1	2	3	19	14	4	5	12	13	18	20	6	7	8	9	10	11	17	16	21	48	49	51	52		
Plot Number	420	420	430	400	400	430	360	420	420	380	420	420	400	420	420	420	460	400	440	460	535	630	660	670		
Altitude(m)	N10W	N15E	N10E	N50E	N30W	N20E	N15W	N5W	N15W	N60E	N20E	N60W	N70W	N15W	N5W	N20W	N15W	N60E	N80E	N25E	N65W	N75W	N90W	S65W		
Aspect	20	15	20	15	5	15	20	10	10	10	15	10	10	10	15	15	10	5	5	30	20	25	25	25		
Slope(°)	10	16	20	16	17	20	15	18	18	16	18	20	20	20	20	20	20	18	16	13	9	12	13	15		
Height of tree layer(m)	20	30	30	35	20	40	27	35	35	30	40	40	40	40	40	40	40	40	30	25	20	30	35	30		
Mean DBH of tree layer(cm)	80	70	80	80	85	80	70	80	75	70	75	85	85	85	80	75	75	70	70	70	90	80	70	80		
Cover of tree layer(%)	4	5	3.5	8	5	5	3.5	5	5	4	5	3	3	5	5	3	3	8	7	5	4	5	6	7		
Height of subtree layer(m)	30	30	30	60	40	60	45	70	80	80	80	45	60	60	60	70	80	80	60	80	70	80	50	60		
Cover of subtree layer(%)	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	0.9	1.5	1.5	1.5		
Height of shrub layer(m)	95	95	95	80	40	70	90	50	40	90	50	90	90	90	90	60	40	90	70	80	20	10	40	30		
Cover of shrub layer(%)	14	27	12	15	20	23	16	14	22	19	18	20	26	33	18	23	20	19	22	14	13	13	13	13		
Number of species																										

B																										
Community	56	68	28	44	53	54	67	70	70	27	29	23	24	25	26	15	22	35	43	45	46	50	66	42		
Plot Number	740	590	640	660	690	700	620	420	420	620	660	490	510	540	580	440	480	520	640	500	520	660	640	620		
Altitude(m)	S25E	S30W	S40W	S20W	S90W	S80W	S0E	S25E	S75W	N80W	N30E	N88E	N80W	N40W	N60E	N35E	S60W	S55W	S85W	N5W	N40W	N35W	S80E			
Aspect	30	30	20	15	30	20	25	25	10	15	15	15	15	10	10	15	15	20	5	20	20	25	25	5		
Slope(°)	10	13	14	8	10	11	14	8	15	12	18	12	12	15	15	16	15	16	10	16	18	14	16	12		
Height of tree layer(m)	20	20	20	12	45	40	20	8	30	25	30	25	30	30	20	30	30	12	35	30	25	45	25	25		
Mean DBH of tree layer(cm)	60	70	80	90	60	60	60	60	80	80	95	85	80	85	85	85	80	90	85	90	90	80	60	90		
Cover of tree layer(%)	7	7	5	3	5	7	3	5	5	4	2	6	6	5	5	7	6	4	3	6	6	7	8	5		
Height of subtree layer(m)	60	60	40	40	70	70	40	50	40	30	20	70	70	70	70	80	60	60	40	40	40	70	90	70		
Cover of subtree layer(%)	0.7	1.2	2.0	1.5	0.7	1.5	1.3	1.5	2.0	2.0	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	1.2	1.2	1.3	1.5		
Height of shrub layer(m)	30	20	70	50	30	20	10	15	80	70	80	60	40	40	40	40	90	30	40	30	30	50	30	30		
Cover of shrub layer(%)	11	18	4	7	11	10	13	12	13	13	11	5	14	16	15	17	13	13	11	17	11	13	14	16		
Number of species																										

C													D													
Community	55	59	61	62	47	57	58	65	60	64	63	37	33	33	40	41	69	36	38	30	31	32	34	39		
Plot Number	710	805	980	950	630	770	800	650	820	690	980	560	540	580	580	580	580	540	560	600	620	600	540	600		
Altitude(m)	S50W	S90W	S35W	S35W	N80E	N0E	S8E	S20W	S60W	N10W	S65W	S40E	S55E	N85E	S85E	S85E	S90W	S40W	S43E	N85E	S80E	S55E	S30E	N80W		
Aspect	9	11	8	7	11	12	9	12	13	15	8	16	16	16	12	12	12	16	16	15	10	10	20	10		
Slope(°)	20	15	20	20	20	20	25	50	25	15	15	30	30	30	25	30	30	30	30	35	30	35	30	25		
Height of tree layer(m)	80	80	80	60	80	90	70	90	90	80	90	85	80	85	80	85	90	90	85	80	90	85	90	85		
Mean DBH of tree layer(cm)	3	6	5	5	4	7	5	5	7	10	4	6	5	5	5	4	4	6	6	6	5	5	3	6		
Cover of tree layer(%)	20	60	40	40	40	30	70	70	30	50	10	60	40	40	40	50	20	50	40	50	60	50	60	50		
Height of subtree layer(m)	1.0	1.2	0.9	0.6	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.0	0.7	2.0	1.5	1.5	2.0	1.3	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0		
Cover of subtree layer(%)	20	20	20	30	10	20	30	50	10	10	30	20	40	40	40	20	30	20	50	50	40	50	40	50		
Height of shrub layer(m)	15	14	9	16	13	15	22	19	21	15	13	19	14	16	16	13	13	16	13	18	18	18	18	16		
Cover of shrub layer(%)																										

발 400m에서의 연평균기온이 9.0°C이고 해발 1,033m 인 문장대에서의 연평균기온은 5.4°C로서 임(1985)이 구분한 수평적 삼림대에 의하면 본 조사지역은 온대 중부림과 온대북부림에 해당되며 소나무, 신갈나무, 졸참나무가 우점종으로 출현하는 지역인데, 속리산의 해발 500m이하에서는 소나무, 해발 650m이상에서는 신갈나무가 우점종을 이루고 있다.

Table 1은 각 조사구의 일반적 개황을 나타낸 것으로 4개의 군집 A, B, C, D는 TWINSpan에 의한 classification분석에서 분리된 것을 적용한 것이다.

군집 A에는 해발 360~460m에 위치하는 조사구가 포함되었으며 모두 북사면에 위치하고 교목상층군의 평균수고는 16~20m, 평균흉고직경(DBH)는 30~40cm로서 대형목이다. 500m<sup>2</sup>당 출현하는 평균수종수는 20종이었다. 군집 B에 속하는 조사구는 해발 420~740m에 위치하며 교목상층군의 평균수고는 8~18m, 평균 DBH는 8~45cm로서 조사구마다의 크기가 다양하였고 500m<sup>2</sup>당 출현하는 평균수종수는 13종으로 아주 적었다. 군집 C에는 해발고가 높은 630~980m에 위치하는 조사구가 포함되었으며 교목상층군의 평균수고는 7~15m, 평균 DBH는 15~30cm로서 다른 군집보다 비교적 소경목들로 구성되어 있으며 500m<sup>2</sup>당 출현하는 평균수종수는 16종이었다. 군집 D에 속하는 조사구는 해발 540~600m에 위치하며 교목상층군의 평균수고는 12~60m, 평균 DBH는 25~35cm이었고 500m<sup>2</sup>당 출현하는 평균수종수는 18종이었다.

## 2. 조사구의 classification 및 ordination 분석

70개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시한 것이 Figure 2이다. 제 2 division에서 전체 조사구가 4개의 군집으로 나뉘어졌는데 군집분리의 환경인자는 해발고로 판단할 수 있으나 군집 A, B와 군집 C, D는 서로 독립적이다. 그리고 군집 B와 군집 D는 각각 이질적인 2개씩의 group

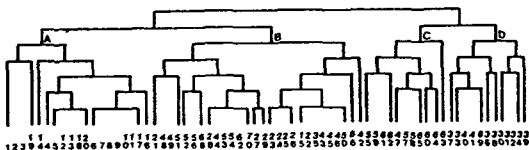


Figure 2. Dendrogram of TWINSpan stand classification of seventy plots in Mt. Sokri forest.

으로 구성되어 있으며, 분리 환경인자는 토양습도인 습윤형과 건조형에 의해 각각 분리가 되어 결국 전체 조사구는 6개의 group으로 나뉘어졌는데, 이는 조사구별로 계산한 중요 수종의 평균상대우점치(MIV)로 작성된 Table 2를 살펴보면 명료하게 나타난다.

6개의 group으로 분리된 내용은 군집 A는 소나무군집, 군집 B는 신갈나무-소나무군집, 졸참나무-신갈나무군집, 군집 C는 신갈나무군집, 군집 D는 서어나무-졸참나무군집, 졸참나무군집이다. TWINSpan에 의해 군집이 분리될 때 환경인자가 작용을 하게 되는데 그 중 토양습도(Huang and Moral, 1988; Taylor et al, 1987; 이 등, 1990a), 토양습도 및 해발고(이 등, 1989), 사면(이 등, 1990b), 산불(Allen and Partridge, 1988)등의 인자가 대표적이라고 보고되었는데 본 연구에서는 해발고와 토양습도의 환경인자에 의해 분리가 되었다.

Table 2에 의하면 군집 A에는 29개의 조사구가 포함되며 전조사지에 대한 소나무의 평균 IV가 43.0%로서 소나무가 우점종인 군집이며, 이외에 갈참나무, 당단풍나무, 신갈나무의 평균 IV는 각각 7.3, 4.9, 2.8%로서 부수종을 이루나 아직 소나무와 경쟁단계의 수종은 아니다. 군집 B는 앞에서 밝힌 바와 같이 두 군집으로 나뉘는데 신갈나무-소나무군집은 15개 조사구, 졸참나무-신갈나무군집은 13개 조사구로 구성된다. 전자군집의 전조사구에 대한 평균 IV는 신갈나무 35.4%, 소나무 29.7%, 쇠물푸레나무 9.6%, 졸참나무 6.7%이고 후자군집은 졸참나무 25.9%, 신갈나무 14.4%, 당단풍나무 13.4%, 소나무 10.1%, 쪽동백나무 8.1%로서 양군집의 주요 구성종은 상이하였다. 군집 C에는 11개의 조사구가 포함되며 전조사구에 대한 평균 IV는 신갈나무 38.7%, 당단풍나무 8.3%, 졸참나무 5.9%, 쪽동백나무 5.7%이었고 특이하게 층층나무가 3.9%로 나타났다. 군집 D는 두 군집으로 분리가 되었으며 모두 6개 조사구씩 포함되며, 전조사구에 대한 평균 IV는 서어나무-졸참나무군집은 서어나무 29.7%, 졸참나무 21.3%, 당단풍나무 11.9%, 쪽동백나무 7.4%, 느티나무 5.1%이었고, 졸참나무군집은 졸참나무 27.7%, 물푸레나무 6.3%, 느티나무 6.2%, 쪽동백나무 5.2%, 서어나무 4.6%, 당단풍나무 4.5%로 구성되어 있어 양군집의 종조성이 상이하였다.

Figure 3은 4개 군집의 주요 수종에 대한 흉고직경 급별 빈도 분포를 나타낸 것으로 단위 면적은 2,500m<sup>2</sup>이다. 군집 A는 소나무가 우점종으로 DBH 26~32cm에서 최대 빈도를 나타내며 정규 분포 곡선을 보인다. DBH 40cm 미만에서는 소나무의 출현개체수가 매우 적었고 관목층인 DBH 2~7cm 경급에서는 개울



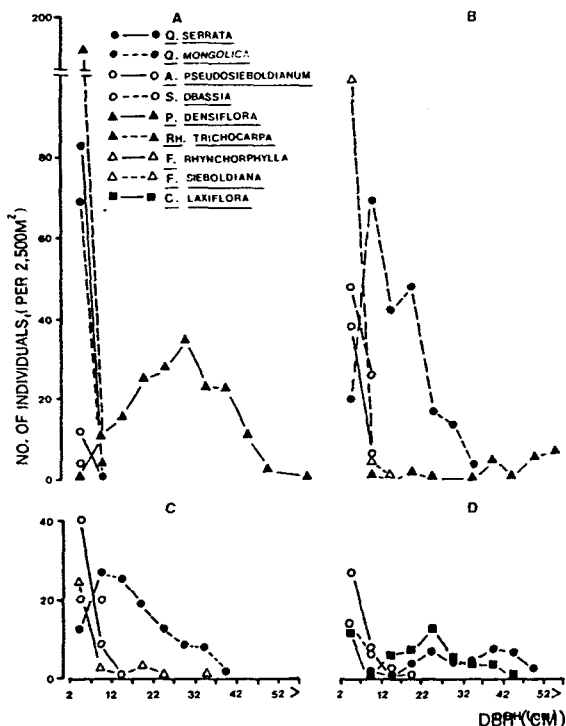


Figure 3. DBH class distribution of major tree species in each community for classified type by TWINSPLAN.

나무 191주, 졸참나무 83주, 신갈나무 69주, 소나무 1 주로서 양수활엽수의 세력이 소나무보다 강하여 소나무가 도태되고 있으나 이런 경쟁에 의한 도태현상은 DBH 7cm이상의 경급에서도 앞으로 출현될 것이다. 군집 B는 신갈나무-소나무 군집에 대한 내용으로서 신갈나무는 DBH 37cm까지에서는 우점종이나 DBH 37~60cm의 경급에서는 소나무만이 출현하여 단순림을 형성하고 있어 현재 신갈나무와 소나무가 경쟁을 하고 있다. DBH 7cm이하에서는 쇠물푸레 106주, 쪽동백나무 48주, 당단풍나무 38주, 신갈나무 20주로서 여러 수종이 경쟁하고 있으나 교목 상층에서 우점종인 신갈나무의 세력이 계속 유지될 것이다. 군집 C는 신갈나무 군집인데 DBH 12cm 이상에서는 쪽동백나무, 당단풍나무, 층층나무, 물푸레나무 등이 경쟁을 하고 있다. 군집 D는 서어나무-졸참나무군집으로 DBH 32cm이하에서는 양수인 졸참나무가 우점종이나 DBH 32cm 이하에서는 음수인 서어나무가 우점종으로 서어나무가 극상 수종인 군집으로 천이가 계속 진행될 것이다. Figure 4, 5, 6은 각각 소나무림, 졸참나무림, 서어나무림의 수관투영도와 입면도를 대표적인 조사구 1개소씩을 택하여 작성한 것이다.

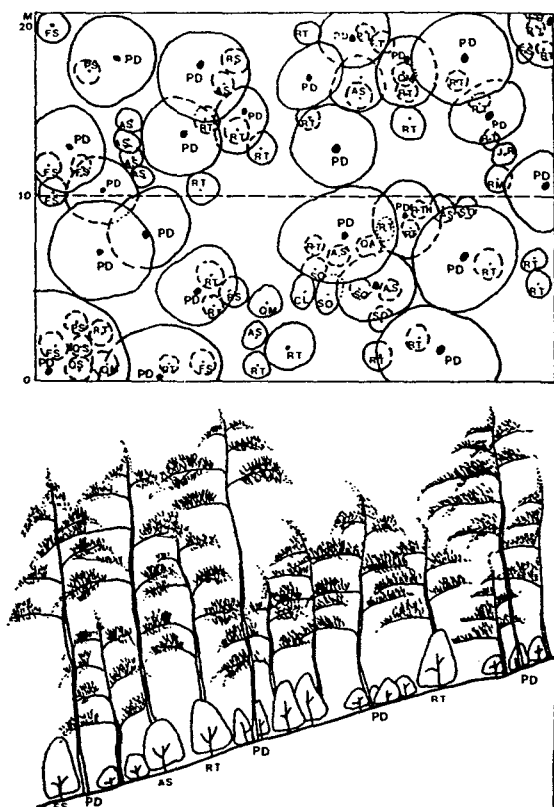


Figure 4. Crown projection and bisect of *Pinus densiflora* community in Mt. Sokri.

(Pd : *Pinus densiflora*, Qa : *Quercus aliena*, Qm : *Q. mongolica*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Fr : *Fraxinus rhyrachorphylla*, Ma : *Maackia amurensis*, Cc : *Carpinus laxiflora*, Am : *Acer mono*, Cc : *C. cordata*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Rm : *Rhododendron mucronulatum*, Es : *Euonymus sieboldianus*, Rs : *Rh. schlippenbachii*, As : *A. pseudosieboldiana*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Lo : *Lindera obtusiloba*, Sc : *Symlocos chinensis for. pilosa*, Ms : *Magnolia sieboldii*)

4개의 군집별로 종다양성(Species diversity; H')과 균재도(Evenness; J')를 각각 Figure 7, 8과 같이 나타내었다. 종다양도는 군집 A, B, C, D의 전체 그래프는 U자형으로서 군집 B가 전체적으로 가장 낮았다. 각 군집의 평균치를 계산하면 군집 A 1.0017, 군집 B 0.8879, 군집 C 0.9120, 군집 D 1.0391이었다. 군집 A는 소나무림에서 천이 초기에 출현하는 양수활엽수들의 출현율이 높아 종다양도가 높은 것이고, 군집 B → C → D로 갈수록 종다양도가 증가한다는

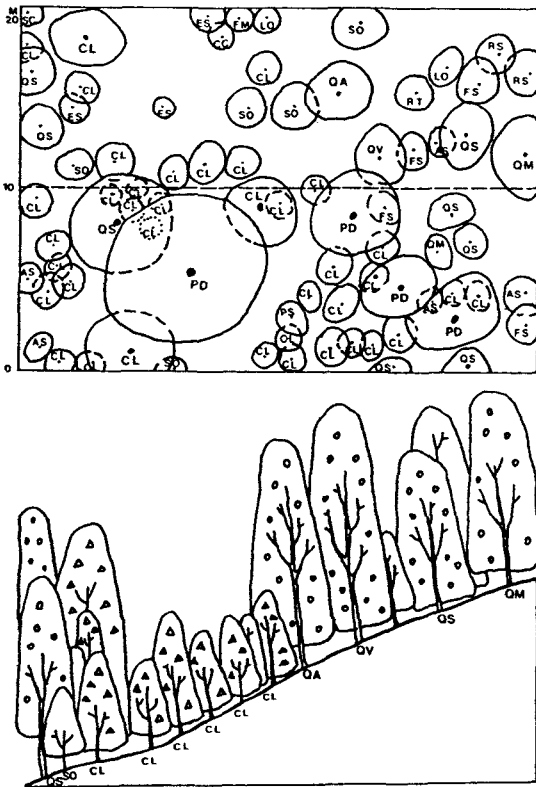


Figure 5. Crown projection and bisect of *Quercus serrata* community in Mt. Sokri.

(Pd : *Pinus densiflora*, Qa : *Quercus aliena*, Qm : *Q. mongolica*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Fr : *Fraxinus rhynchophylla*, Ma : *Maackia amurensis*, Cc : *Cornus controversa*, Cl : *Carpinus laxiflora*, Am : *Acer mono*, Cc : *C. cordata*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Rm : *Rhododendron mucronulatum*, Es : *Euonymus sieboldianus*, Rs : *Rh. schlippenbachii*, As : *A. pseudosieboldiana*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Lo : *Lindera obtusiloba*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Ms : *Magnolia sieboldii*)

것은 양수인 신갈나무에서 음수인 서어나무로 우점종이 변함에 따라 구성하는 종의 다양성이 증가한다는 학설과 일치한다(최기철, 1983). 균계도의 전체 그래프도 U자형으로 군집 B가 낮아 앞의 종다양도의 변화 이론과 같은 맥락에서 설명할 수가 있겠다. 각 군집의 균계도의 평균치는 군집 A 0.7768, 군집 B 0.7960, 군집 C 0.8206, 군집 D 0.8650이었다.

70개 조사구에 대한 ordination기법중 국내에서 가장 효율적인 DCA기법(박인협 등, 1988; 이정재 등,

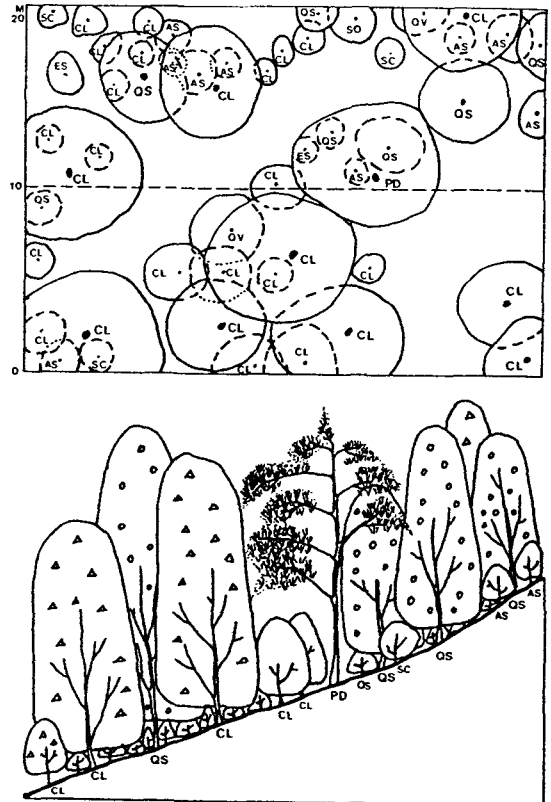


Figure 6. Crown projection and bisect of *Carpinus laxiflora* community in Mt. Sokri.

(Pd : *Pinus densiflora*, Qa : *Quercus aliena*, Qm : *Q. mongolica*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Fr : *Fraxinus rhynchophylla*, Ma : *Maackia amurensis*, Cc : *Cornus controversa*, Cl : *Carpinus laxiflora*, Am : *Acer mono*, Cc : *C. cordata*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Rm : *Rhododendron mucronulatum*, Es : *Euonymus sieboldianus*, Rs : *Rh. schlippenbachii*, As : *A. pseudosieboldiana*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Lo : *Lindera obtusiloba*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Ms : *Magnolia sieboldii*)

1989)을 이용하여 분석한 것이 Figure 9이다. Total Variance의 집중율은 제 1, 2 축이 각각 47.0%, 24.2%로서 매우 높아 DCA기법에 의한 분석이 인정되었다(Austine and Greig-smith, 1968). DCA 1, 2 축에 나타난 분리현상을 종합하면 소나무군집, 소나무-신갈나무군집, 신갈나무-소나무군집, 졸참나무군집, 졸참나무-서어나무군집, 서어나무-졸참나무군집으로 구분할 수 있는데, 군집의 변화 과정을 두 방향으로 추론할 수 있겠다. 즉 소나무군집 → 신갈나무와 소나무

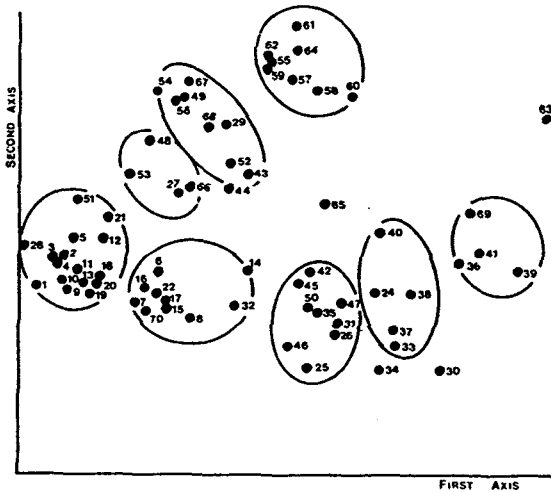
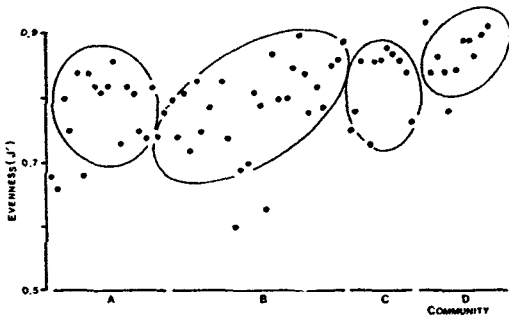
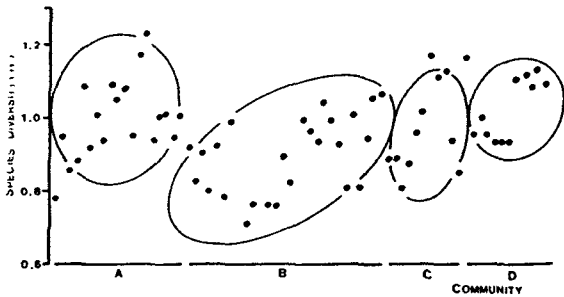


Figure 9. DCA ordination of the sample plots in Mt. Sokri forest.

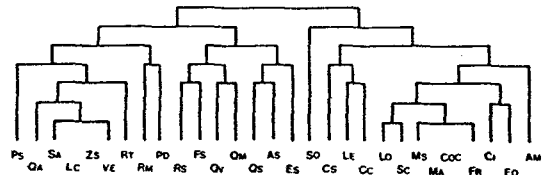


Figure 10. Dendrogram of TWINSPLAN species classification of twenty-nine woody species in Mt. Sokri.

(Ps : *Prunus sargentii*, Qa : *Quercus aliena*, Sa : *Sorbus alnifolia*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Zs : *Zanthoxylum schrifolium*, Ve : *Viburnum erosum*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Rm : *Rhododendron mucronulatum*, Pd : *P. densiflora*, Rs : *Rh. schlippenbachii*, Fs : *Fraxinus sieboldiana*, Fr : *F. rhyrachophylla*, Qv : *Quercus variabilis*, Qm : *Q. mongolica*, Qs : *Q. serrata*, As : *Acer pseudosieboldiana*, Am : *A. mono*, Es : *Euonymus sieboldianus*, Eo : *E. oxyphyllus*, So : *Styrax obassia*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Ms : *Magnolia sieboldii*, Ma : *Maackia amurensis*, Coc : *Cornus controversa*, Ci : *Carpinus laxiflora*)

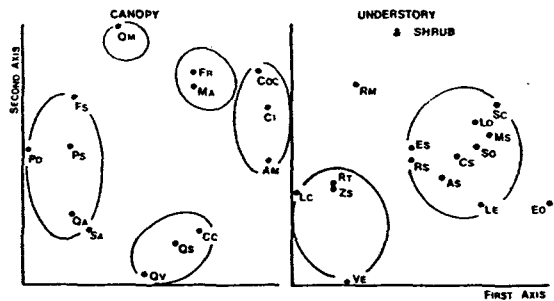


Figure 11. Tree species ordination on the first two axes, using DCA.

(Pd : *Pinus densiflora*, Fs : *Fraxinus sieboldiana*, Ps : *P. sargentii*, Qa : *Quercus aliena*, Qm : *Q. mongolica*, Fr : *F. rhyrachophylla*, Ma : *Maackia amurensis*, Coc : *Cornus controversa*, Ci : *Carpinus laxiflora*, Am : *Acer mono*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Cc : *C. cordata*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Zs : *Zanthoxylum schrifolium*, Rm : *Rhododendron mucronulatum*, Es : *Euonymus sieboldianus*, Rs : *Rh. schlippenbachii*, As : *A. pseudosieboldiana*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Lo : *Lindera obtusiloba*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Ms : *Magnolia sieboldii*, Le : *L. erythrocarpa*.)



Table 3. Correlation among the major species of important value in Mt. Sokri forest.

	Pd	Cc	Cl	Cs	Qm	Qs	Zs	Ms	Lo	Sa	Lc	Zs	Rt	As	Cos	Rs	Sc
Pd																	
Cc																	
Cl	--																
Cs		+															
Qm																	
Qs	-				--												
Zs		++		+	-												
Ms	-			++													
Lo	-			+			+	++									
Sa																	
Lc	++																
Zs	++									+							
Rt	++										++	+					
As	--		+			++											
Cos	--		+														
Rs																	
Sc	--							+					-			++	
So	--					+		+				-	-				
Sj																	
Fr	-																
Fs																-	+
Cj		++		++			++		++								-
Ve																	
Ws																	

<sup>1</sup> 2-tailed signifi.: -, + : 5%, --, ++ : 1% level

<sup>2</sup> Pd : *Pinus densiflora*, Cc : *Carpinus cordata*, Cl : *C. laxiflora*, Cs : *Corylus sieboldiana*, Qm : *Q. mongolica*, Qs : *Q. serrata*, Zs : *Zanthoxylum schnifolium*, Ms : *Magnolia sieboldii*, Lo : *Lindera obtusiloba*, Sa : *Sorbus alnifolia*, Lc : *Lespedeza cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, As : *Acer pseudosieboldianus*, Cos : *Cornus controversa*, Rs : *Rhododendron schlippenbachii*, Sc : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, So : *Styrax obassia*, Sj : *S. japonica*, Fr : *Fraxinus rhynchophylla*, Fs : *F. sieboldiana*, Cj : *Callicarpa japonica*, Ve : *Viburnum erosum*, Ws : *Weigela subsessilis*.

이다(최기철, 1983). 산불이 난 후에 참나무류의 우점치가 증가되는 것은 내화 수종인 것에 기인하는데 특히 본 조사지역에서는 산불에 의해 당단풍나무, 노린재나무, 물푸레나무의 세력은 감소하였고, 쪽동백나무와 쇠물푸레나무의 세력은 증가하였다.

Table 4는 산불 조사구와 대조구와의 피도, 밀도 및 종의 다양성을 비교한 것이다. 산불 조사구의 교목 상층 및 교목 하층의 수관투영면적은 각각 15,724 및 2,288cm<sup>2</sup>로서 합계는 18,012cm<sup>2</sup>, 대조구의 교목 상층 및 교목 하층은 각각 8,227 및 2,503cm<sup>2</sup>로 합계는 10,

Table 4. Values of various diversity indices for burnt and unburnt plots (500m<sup>2</sup>) in Mt. Sokri forest.

Plot	Basal area(cm <sup>2</sup> )		Individual No.		Tree species No.	H'	J'	D	H'max
	Canopy	Understory	Canopy	Understory					
Unburnt	15,724	2,288	18	56	16	.9852	.8182	.1818	1.2041
Burnt	8,227	2,503	64	108	12	.7559	.7005	.2995	1.0792

군집 → 졸참나무군집 → 서어나무군집의 두 방향으로 구분되는데, 이런 경향은 TWINSpan에 의한 classification의 분리 현상을 명확하게 뒷받침해주는 것이다. Kent와 Ballard(1988)에 의하면 1960년대 이후 classification과 ordination이 서로 독립적으로 군집분석에 이용되어 왔으나, 1980년대에 들어와 양 기법을 함께 사용할 경우 군집의 분리가 명확하였다. 상기 논문에 의하면 최근에 가장 많이 이용하는 기법은 classification중에서는 TWINSpan, ordination에서는 DCA이다. 국내에서 발표된 결과에 의하면 치악산(박 등, 1988), 광릉(이 등, 1990a)에서는 TWINSpan이 DCA보다 더 효율적이었고, 용문산(이 등, 1990b)에서는 DCA가 TWINSpan보다 더 효율적인데, TWINSpan이 더 효율적인 삼림은 생태적 천이의 역사가 길어 극상림에 도달된 면적이 넓은 지역에 해당된다. 그러므로 속리산 삼림의 천이 진행은 소나무 → 신갈나무 및 소나무 → 졸참나무 → 서어나무로 예측할 수 있는데 신갈나무가 극상림인 삼림이 출현된 것이 특이 하다. 신갈나무가 극상림인 지역은 대부분 능선부의 마사토 지역의 건조한 곳으로 습윤한 지역에 발생할 수 있는 수종의 침입이 불가능한 곳이다.

### 3. 수종의 classification 및 ordination 분석

전 조사구에서 출현된 수종 중 출현빈도가 5회 이상 되는 종에 대한 TWINSpan에 의한 classification 및 DCA에 의한 ordination 분석 내용을 Figure 10, 11과 같이 도시하였다. TWINSpan 분석에서 교목 상층은 산벚나무와 소나무, 신갈나무와 졸참나무, 서어나무와 층층나무의 group으로 분리가 되어 앞의 군집 분리에서와 같이 신갈나무와 서어나무의 분리가 불명확하였다. 그러나 DCA분석에서는 신갈나무와 서어나무의 분리가 명확하게 되어 동일 천이계열에 존재하지 않음이 밝혀졌다. 그러므로 속리산지역 삼림의 생태적 천이계열은 다음과 같이 추정할 수 있다. 즉 교목 상층에서는 소나무, 팔배나무 → 졸참나무 → 서어나무와 소나무, 쇠물푸레나무 → 신갈나무였고, 교목 하층 및 관목층에서는 참싸리, 개웃나무, 산초나무 → 철쭉, 참개암나무, 생강나무, 함박꽃나무 → 참회나무이었다. 앞에서도 언급한 바와 같이 교목상층에서 극상림의 구성종이 신갈나무와 서어나무로 구분되는 것은 국내의 다른 연구(강윤순과 오계철, 1987; 박인협 등, 1988; 이경재 등, 1990a, 1990b)와 구분이 된다.

Table 3은 주요 수종의 상대우점치에 대한 상관관

계를 계산한 것이다. 소나무는 서어나무, 졸참나무, 층층나무와 부의 상관성이 인정되어 소나무와 이들 수종들은 동일 niche에서 생존할 수 없음을 알 수 있고, 신갈나무와 졸참나무도 부의 상관성이 인정되어 앞에서 제시한 천이계열에서 신갈나무와 서어나무가 동일 천이계열이 아닌 것을 뒷받침해주고 있다.

### 4. 산화에 의한 식물군집구조의 변화

조사구 70은 1988년 4월에 산불이 발생한 지역인데, 대조구로 산불 피해가 없는 인근에 20×25m의 식생조사구를 하였으며, 그 결과를 산화 피해지역과 산화 무피해지역으로 나누어 Figure 12와 같이 나타냈다. 무피해지에 나타났던 서어나무, 참개암나무, 생강나무, 물푸레나무, 가막살, 병꽃나무 등의 희소종이 산화 피해지역에서는 출현하지 않았다. 무피해지의 교목 하층에 나타나지 않았던 소나무가 피해지에서는

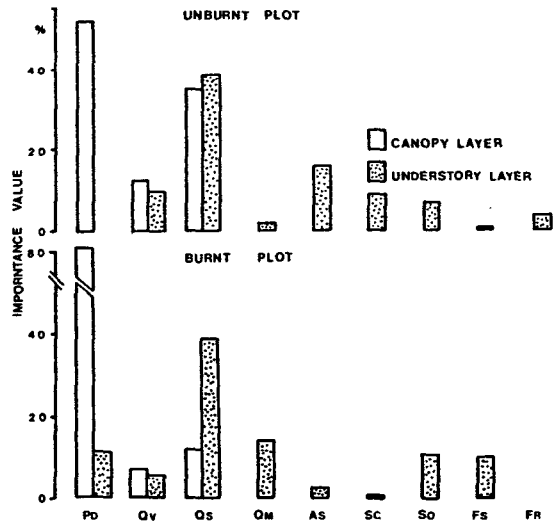


Figure 12. Importance values of major tree species for burnt and unburnt plots in Mt. Sokri forest. (Pd : *p. densiflora*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Qm : *mongolica*, As : *A. pseudosieboldiana*, Sc : *S. chinensis* for. *pilosa*, So : *S. obassia*, Fs : *F. sieboldiana*, Fr : *F. rhynchophylla*)

출현하였는데, 이런 현상은 소나무가 우리나라 온대림에서 우점종으로 유지하기 위해서는 타감작용(allelopathy)도 도움이 될 뿐만 아니라 산불에 의해 경쟁

730cm<sup>2</sup>로서 산불에 의해 교목 상층의 피해가 큼을 알 수 있다. 반면에 교목 하층은 산불 이후에 밀도가 증가 되어 종간의 경쟁이 높았는데, 이는 500m<sup>2</sup>당 출현하는 개체수에 의해 확인 할 수 있다. 즉 산불무피해 조사구의 개체수는 교목 상층 및 하층에서 각각 64, 108주로 모두 172주인 반면에 산불 피해 조사구는 교목 상층 및 하층에서 각각 18, 56주로 모두 74주로서 산불 피해에 의해 개체수가 크게 감소하였다. 또한 500m<sup>2</sup>당 출현하는 종수는 산불 피해지에서 12종, 대조구에서 16종이었으며, 산불에 의해 종다양도, 균재도가 크게 감소하여 Manders(1990)와 O'Leary(1990)의 연구에서도 동일한 결과가 보고되었다.

## 인용 문헌

- Allen, R. B. and T. R. Partridge. 1988. Effects of spring and autumn fires on the composition of *Chionochlora rigida* tussock, New Zealand. *Vegetatio* 76 : 37-44.
- 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. Ecology* 56 : 827-844.
- Huang, C. and R. Moral. 1988. Plant-environment relationships on the Montlake Wildlife area, Seattle, Washington, U.S.A. *Vegetatio* 75 : 103-113.
- Kent, M. and J. Ballard. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio* 78 : 109-124.
- Manders, P. T. 1990. Fire and other variables as determinants of forest / fynbos boundaries in the Cape Province. *J. Vegetation Science* 1 : 483-490.
- O'Leary, J. F. 1990. Post-fire diversity patterns in two subassociations of Californian coastal sage scrub. *J. Vegetation Science* 1 : 173-180.
- Taylor, S. J., T. J. Carleton and P. Adams. 1987. Understory vegetation changes in a *Picea mariana* chronosequence. *Vegetatio* 73 : 63-72.
- 강윤순, 오계철. 1987. 서울근교 자연생 소나무림에 대한 ordination 방법의 적용. *한국생태학회지* 10(2) : 63-80.
- 건설부. 1985. 속리산국립공원계획. 건설부, 서울, 341pp.
- 박인협, 이경재, 조재창. 1988. 치악산국립공원의 삼림군집구조 - 구룡사-비로봉지역을 중심으로 -. *응용생태연구*2(1) : 1-9.
- 이경재, 조재창, 우중서. 1989. Classification 및 Ordination 방법에 의한 가야산지구의 식물군집구조분석. *응용생태연구*3(1) : 28-41.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석. 1990a. 광릉삼림의 식물군집구조분석(I) - Classification 및 ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석 -. *한국임학회지*79(2) : 173-186.
- 이경재, 조재창, 류창희. 1990b. Classification 및 ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집구조분석. *식물학회지* 33(3) : 173-182.
- 임경빈. 1985. 신고조림학원론. 향문사, 서울, pp. 213-216.
- 최기철. 1983. 기초생태학. 향문사, 서울, 251pp.