

계룡산국립공원 동학사-남매탑구간의 삼림군집구조 분석¹

최송현² · 조현서³

Analysis on the Forest Community Structure of the Area of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park¹

Song-Hyun Choi², Hyun-Seo Cho³

요 약

계룡산국립공원 동학사-남매탑구간의 삼림군집구조를 분석하기 위하여 64개 조사구를 설정하고 식생조사를 실시하였다. Classification의 기법 중 하나인 TWINSpan을 이용하여 군집분리를 시도하였으며, 그 결과 소나무군집(I), 굴참나무-소나무군집(II), 서어나무-굴참나무군집(III), 굴참나무-졸참나무군집(IV), 서어나무-까치박달군집(V), 신갈나무-서어나무군집(VI), 느티나무-졸참나무군집(VII) 그리고 느티나무군집(VIII)의 8개로 분리되었다. 연륜분석결과 이 지역의 임령은 약 60년 안팎이었으며, 단위면적(100m²)당 평균출현종수는 15.0±3.2종, 평균출현개체수는 95.7±37.3주이었다. 이상의 결과를 통해 계룡산국립공원 동학사-남매탑구간 지역은 소나무림에서 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무림을 거쳐 서어나무, 까치박달림으로 천이가 진행될 것으로 예상되었다.

주요어 : 식생구조, TWINSpan 분석, 개체수, 종수, 연륜

ABSTRACT

To investigate the forest structure in Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park, sixty four plots were set up and surveyed. According to the analysis of classification by TWINSpan, the community was divided by eight groups of *Pinus densiflora*(I), *Quercus variabilis*-*P. densiflora*(II), *Carpinus laxiflora*-*Q. variabilis*(III), *Q. variabilis*- *Q. serrata*(IV), *C. laxiflora*-*C. cordata*(V), *Q. mongolica*-*C. laxiflora*(VI), *Zelkova serrata*-*Q. serrata*(VII) and *Z. serrata* community(VIII). The survey results were summarized as follows: 1) the results of annual ring analysis revealed that the age of forest in Donghaksa-Nammaetap valley was about 60 years old, 2) number of the average species was 15.0±3.2 and number of average individual was 95.7±37.3 per a plot(100m²). From the above results, it was anticipated that *C. laxiflora* and *C. cordata* will be climax species instead of *Q. spp.* and *P. densiflora*.

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 2000

2 밀양대학교 이공학부 Faculty of Sciences and Engineering, Miryang National Univ., Miryang, 627-702, Korea(song-choi@arang.mirang.ac.kr)

3 진주산업대학교 임학과 Dept. of Forestry, Chinju Nat'l Univ., Chinju, 660-758, Korea(sanchs@cjcc.shinju.ac.kr)

KEY WORDS : VETATION STRUCTURE, TWINSpan ANALYSIS, NO. OF INDIVIDUALS, NO. OF SPECIES, TREE RING

서 론

계룡산국립공원은 대전광역시에 인접하여 도시자연공원적 성격을 띤 국립공원으로서, 연간 200만명의 탐방객이 공원을 찾고 있으며, 천황봉(845.1m), 삼불봉(775.1m), 관음봉(816m) 등의 산봉과 기암괴석, 동학사 계곡, 감사 계곡 등의 주요 계곡, 은선폭포, 용문폭포 등 수려한 자연경관을 유지하고 있다.

1968년 12월 건설부고시로 경위도상 N 36° 18' 15" ~ 36° 23' 48", E 127° 10' 40" ~ 127° 17' 58", 면적 61.148km²가 국립공원으로 지정되었다. 행정구역상 공주시, 대전광역시, 논산시에 걸쳐 있으며, 전체 면적 중 41%(25.046km²)가 국유지, 43%(26.424km²)가 사유지, 10%가 사찰(6.000km²) 그리고 6%(3.678km²)의 공유지로 구성되어 있다(건설부, 1971; 이교봉, 1999).

대전기상청의 기상자료에 따르면, 이 지역의 연평균기온은 12.7℃이며, 강수량은 1,286mm이고 여름철에 전체 강우량의 약 56%가 집중되고 있다(기상청, 2000).

계룡산국립공원의 식물상은 보고에 따라 차이가 있는데 관속식물이 832종(박종성 등, 1979), 729종(계룡산관리사무소, 1997)이 분포하고 있는 것으로 보고되고 있으며, 지리적 위치상 온대남부와 온대중부가 중첩되는 지역으로 온대남부식물과 온대중부식물이 다수 혼생하고 있는 것으로 알려져 있다. 느티나무, 신갈나무, 쪽동백나무, 층층나무, 때죽나무 등 낙엽활엽수가 계곡부를 중심으로 주종을 이루고, 소나무가 능선부에 주로 출현하고 있으며, 우리나라 중남부의 2차림의 발달과정을 살펴볼 수 있는 중요한 지역으로 평가되고 있다.

계룡산국립공원의 식생과 관련된 연구는 식물상(박종성 등, 1979), 군집구조(박종성 등, 1983; 신창남과 이심신, 1984; 송호경, 1984; 송호경과 신창남, 1985; 송호경, 1986; 남이와 이수옥, 1988) 그리고 토양(신창남 등, 1983)과 관련된 연구가 광범위하게 선행된 바 있다. 본 연구 대상지의 일부인 동학사 지역을 중심으로는 교목층에 서어나무, 까치박달, 졸참나무, 느릅나무, 느티나무, 팽나무, 굴참나무, 갈참나무 등, 아교목층에 쪽동백나무, 때죽나무, 단풍나무 등 그리고 관목층에는 백동백나무, 생강나무, 얇은잎고광나무, 산수유, 쥐똥나무 등이 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(계룡산관리사무소, 1997).

계룡산국립공원 관리사무소에서는 장·단기적 계획으로 계룡산국립공원 지역의 자연생태계 보전계획에 대한 프로그램을 추진중에 있으며, 특히 식생부문에 있어서는 식생군락별 관리방안을 제시하고 있으나 기초자료가 부족한 형편이다. 이에 본 연구에서는 계룡산국립공원 지역의 자연생태계 보전계획에 일조를 하며, 탐방객이 가장 많이 이용하는 구간 중의 하나인 동학사-남매탑구간 계곡의 식생을 중심으로 군집구조 분석을 통하여 종조성적 특성을 구명하고자 한다.

조사구 설정 및 방법

1. 조사지 설정

계룡산국립공원의 동학사-남매탑구간의 계곡에 대해 Figure 1과 같이 해발 200m~500m에 걸쳐 10m×10m(100m²)의 조사구 64개를 설치하였다.

본 연구는 2000년 2월 예비조사를 거쳐 7월에 본 조사를 실시하였다.

2. 조사지 개황

본 조사 대상지에 대한 환경요인조사로 조사구의 일반적 개황 조사를 실시하였다. 일반적 개황은 조사

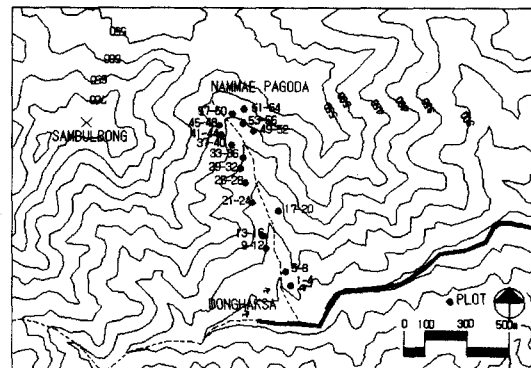


Figure 1. The location map of the survey plots in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park

구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 평균 흉고직경 및 평균 울폐도, 조사구에 출현하는 목본종 수를 측정·조사하였다.

3. 군집구조조사 및 분석

식생조사는 조사구 내에서 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명, DBH를 측정하였으며, 층위는 교목상층, 아교목층, 관목층으로 구분하였다. 측정된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(I.V., importance value), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였다. 식생자료를 정리하여 classification은 TWINSpan(Hill, 1979b), ordination은 DCA(detrended correspondence analysis) 방법(Hill, 1979a)을 이용하였고, 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태발전연구소에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)와 SPSSWIN을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

Table 1은 계룡산국립공원 동학사-남매탐구간의 계곡지역을 대상으로 64개 조사구에 대한 일반적 개황을 나타낸 것으로 TWINSpan 기법에 의한 군집

분리 순으로 조사구를 나열한 것이다. 조사구간의 경사는 23~45°로 비교적 구배가 심하였다. 각 층위별 수고는 교목층이 15~19m, 아교목층은 7~8m, 관목층은 0.8~1.7m였다.

2. 조사지의 classification 및 ordination 분석

(1) Classification 분석

Classification 분석중 TWINSpan 기법을 적용하여 군락을 분리한 것이 Figure 2이다. 조사자료를 matrix로 전환하여 지표종을 중심으로 군락의 분리를 시도한 결과, 첫 번째 단계에서 소나무와 서어나무 및 느티나무가 지표종이 되어 두 개의 그룹으로 분리되었다. 두 번째 단계에서 소나무를 중심으로 분리된 그룹은 다시 소나무가 지표종이 되어 두 개의 그룹으로 나뉘었고, 서어나무와 느티나무로 분리된 그룹은 서어나무-쪽동백나무-까치박달과 느티나무-사람주나무가 지표종이 되었다. 세 번째 단계에서도 위와 같은 분리과정을 거쳐 최종적으로 8개 군집으로 분리되었으며, 그 결과 소나무군집(I), 굴참나무-소나무군집(II), 서어나무-굴참나무군집(III), 굴참나무-졸참나무군집(IV), 서어나무-까치박달군집(V), 신갈나무-서어나무군집(VI), 느티나무-졸참나무군집(VII) 그리고 느티나무군집(VIII)으로 최종 분리되었다.

(2) Ordination 분석

전체 64개 조사구에 대해 DCA ordination 분석을 시도한 것이 Figure 3이다. TWINSpan 분석에

Table 1. Description of the physical features of each plot classified by TWINSpan in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park

Community	I												
	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Plot Number													
Altitude(m)	270	270	310	310	300	300	310	310	310	310	330	330	330
Aspect	S80W	S80W	S70W	S70W	S70W	S60W	S80E	S80E	S80E	S80E	E	E	E
Slope(°)	39	39	38	38	38	38	40	40	40	40	25	25	25
Height of canopy(m)	17	17	15	15	15	17	17	17	17	17	17	17	17
Mean DBH of canopy(cm)	20	20	20	20	20	25	20	20	20	20	25	25	25
Cover of canopy(%)	90	90	70	70	70	95	70	70	70	70	80	80	80
Height of understory(m)	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Mean DBH of understory(cm)	7	7	7	7	7	7	6	6	5	6	7	7	7
Cover of understory(%)	70	70	80	80	80	70	80	80	80	80	70	70	70
Height of shrub(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0
Cover of shrub(%)	10	10	5	5	5	10	20	20	5	20	10	10	10
Number of species	15	18	16	18	17	15	15	15	16	14	16	19	20

Table 1. (Continued)

Community	I				II								
	20	29	33	34	4	7	8	21	22	23	24	25	26
Altitude(m)	330	395	410	410	260	270	270	350	350	350	350	370	370
Aspect	E	E	E	E	S60W	S80W	S80W	S60W	S60W	S60W	S60W	E	E
Slope(°)	25	23	45	45	38	39	39	34	34	34	34	23	23
Height of canopy(m)	17	17	15	15	17	17	17	25	25	25	25	25	25
Mean DBH of canopy(cm)	25	25	20	20	25	20	20	70	70	70	70	80	80
Cover of canopy(%)	80	70	90	90	95	90	90	70	70	70	70	80	80
Height of understory(m)	8	8	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
Mean DBH of understory(cm)	7	6	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Cover of understory(%)	70	90	80	80	70	70	70	90	90	90	90	90	90
Height of shrub(m)	1.0	1.2	1.7	1.7	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cover of shrub(%)	10	50	30	30	10	10	10	10	10	10	10	20	20
Number of species	15	16	13	16	14	21	13	18	17	20	14	20	20

Table 1. (Continued)

Community	I				II								
	27	28	30	31	32	35	36	37	41	45	1	43	44
Altitude(m)	370	370	395	395	395	410	410	440	460	470	265	460	460
Aspect	E	E	E	E	E	E	E	N60E	N80E	E	S60W	N80E	N80E
Slope(°)	23	23	23	23	23	45	45	35	26	23	38	26	26
Height of canopy(m)	17	17	17	17	17	15	15	18	18	18	17	18	18
Mean DBH of canopy(cm)	25	25	25	25	25	20	20	25	20	23	25	20	20
Cover of canopy(%)	80	80	70	70	70	90	90	90	95	90	95	95	95
Height of understory(m)	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	7	7	7
Mean DBH of understory(cm)	7	7	6	6	6	5	5	10	6	8	7	6	6
Cover of understory(%)	90	90	90	90	90	80	80	50	30	50	70	30	30
Height of shrub(m)	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.7	1.7	1.5	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0
Cover of shrub(%)	20	20	50	50	50	30	30	10	60	50	10	60	60
Number of species	20	13	17	18	11	16	18	14	19	13	16	14	9

Table 1. (Continued)

Community	III				IV				V				
	48	49	51	56	57	59	52	58	60	64	38	39	40
Altitude(m)	470	470	470	480	490	490	470	490	490	490	440	440	440
Aspect	E	S40W	S40W	S20E	S30E	S30E	S40W	S30E	S30E	S60E	N60E	N60E	N60E
Slope(°)	23	25	25	20	32	32	25	32	32	30	35	35	35
Height of canopy(m)	18	18	18	19	19	19	18	19	19	22	18	18	18
Mean DBH of canopy(cm)	23	20	20	25	25	25	20	25	25	30	25	25	25
Cover of canopy(%)	90	85	85	95	90	90	85	90	90	80	90	90	90
Height of understory(m)	8	7	7	8	8	8	7	8	8	9	7	7	7
Mean DBH of understory(cm)	8	5	5	8	8	8	5	8	8	10	10	10	10
Cover of understory(%)	50	60	60	60	70	70	60	70	70	60	50	50	50
Height of shrub(m)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	1.5	1.5	1.5
Cover of shrub(%)	50	70	70	60	50	50	70	50	50	80	10	10	10
Number of species	11	17	18	14	17	15	9	11	14	9	11	11	10

Table 1. (Continued)

Community	V				VI				VII				VIII			
	46	42	53	61	2	3	50	54	47	55	62	63				
Plot Number	46	42	53	61	2	3	50	54	47	55	62	63				
Altitude(m)	470	460	480	490	265	260	470	480	470	480	490	490				
Aspect	E	N80E	S20E	S60E	S60W	S60W	S40W	S20E	E	S20E	S60E	S60E				
Slope(°)	23	18	20	30	38	38	25	20	23	20	30	30				
Height of canopy(m)	18	18	19	22	17	17	18	19	18	19	22	22				
Mean DBH of canopy(cm)	23	20	25	30	25	25	20	25	23	25	30	30				
Cover of canopy(%)	90	95	95	80	95	95	85	95	90	95	80	80				
Height of understory(m)	8	7	8	9	7	7	7	8	8	8	9	9				
Mean DBH of understory(cm)	8	6	8	10	7	7	5	8	8	8	10	10				
Cover of understory(%)	50	30	60	60	70	70	60	60	50	60	60	60				
Height of shrub(m)	1.2	1.0	1.2	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	0.8				
Cover of shrub(%)	50	60	60	80	10	10	70	60	50	60	80	80				
Number of species	10	12	14	9	14	19	18	12	12	14	13	16				

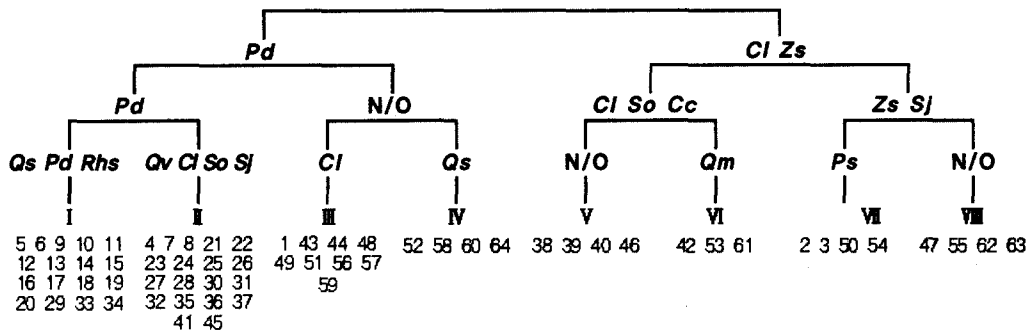


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using sixty-four plots in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park(Indicator species: *Pd*: *Pinus densiflora*, *Cl*: *Carpinus laxiflora*, *Zs*: *Zelkova serrata*, *Qv*: *Quercus variabilis*, *So*: *Stylax obassia*, *Cc*: *C. cordata*, *Sj*: *Sapium japonicum*, *Qs*: *Q. serrata*, *Rhs*: *Rhododendron schlippenbachii*, *Ps*: *Platycarya strobilacea*, N/O: Non observation)

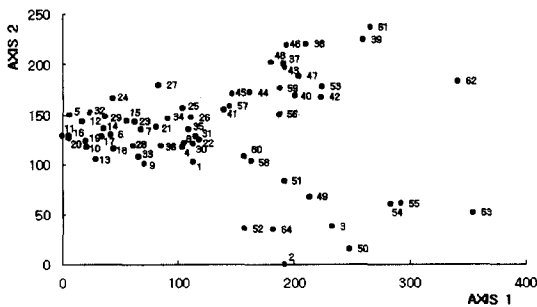


Figure 3. DCA ordination of the sample plots in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park

의해 분리된 소나무군집 (I), 굴참나무-소나무군집 (II), 서어나무-굴참나무군집(III) 그리고 굴참나무-졸참나무군집(IV)의 조사구들은 왼쪽에 연속적으로 배치되었고, 서어나무-까치박달군집 (V), 신갈나무-서어나무군집 (VI), 느티나무-졸참나무군집 (VII) 그리고 느티나무군집 (VIII)의 조사구들은 오른쪽으로 불연속적으로 분포하였다. 첫 번째, 두 번째 축의 eigenvalue는 각각 47.9%, 25.4%였다.

3. 식생 분석

Classification 분석에 의해 분리된 8개 군집을 조사구별로 수종에 대해 평균상대우점치 (Mean Importance Value: M.I.V.)를 정리한 것이 Table 2

Table 2. Importance value of each plot for classified type by TWINSpan in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Kyeryongsan National Park

Community Plots	I															
	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	29	33
<i>Pinus densiflora</i>	37.1	40.4	17.6	39.5	50.0	47.9	31.5	43.1	30.6	43.7	36.5	30.7	46.7	45.4	36.3	13.2
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-
<i>Piratyarya strobilacea</i>	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. laxiflora</i>	-	2.1	4.7	3.1	0.9	-	2.1	5.3	5.9	1.5	2.0	4.3	3.4	-	12.6	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	0.3	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	2.7	9.6	-	7.5	-	7.7	-	3.4	3.1	-	9.0	16.3	4.8	4.6	5.6	29.5
<i>Q. aliena</i>	-	0.5	-	-	1.8	3.7	-	-	-	-	-	-	5.2	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	2.2	6.6	7.2	0.2	-	7.0	2.6	1.2	11.3	-	5.4	-	-	2.5	-	4.4
<i>Q. serrata</i>	-	4.9	23.8	3.0	3.0	-	17.5	4.5	2.4	8.8	5.3	8.9	6.8	6.7	1.8	7.3
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	1.1	-	-	0.3	-	2.8	0.3	-	-	2.0	-	1.4	0.6	0.9	0.7	-
<i>L. erythrocarpa</i>	-	-	-	0.5	1.0	2.8	-	-	-	-	3.7	1.2	1.6	4.3	1.4	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	2.7	2.2	3.3	-	-	-	-	-	-	5.2	4.1	5.9	4.2	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.3	4.8	-	4.5	-	1.0	2.3	3.4	-	-	0.8	1.5	2.4	-	-	2.8
<i>Cornus kousa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	15.5	2.1	1.6	4.0	3.7	2.0	0.4	-	-	4.1	0.4	2.4	0.6	3.1	-	1.3
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	5.2	2.8	1.9	-	-	3.3	3.1	1.5	1.4	2.1	-	-	0.6	-	-	1.3
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.4	-	2.2	3.5	1.6	5.8	0.7	1.2	0.4	1.0	2.1	3.1	1.2	3.4	8.6	7.0
<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	1.1	1.5	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer mono</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.4	1.4	0.9	0.5	4.6	-	0.8	4.6	6.8	3.5	2.1	0.8	4.4	0.6	5.1	-
<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	2.1	-	-	2.4	0.9	3.6	-	-	0.8	0.9	-	-	-
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	6.3	-	4.2	-	2.3	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	4.6	3.2
<i>R. schlippenbachii</i>	3.4	2.9	3.0	1.0	1.5	2.5	8.8	3.1	10.1	10.2	-	-	-	1.5	3.6	5.8
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>ploea</i>	-	-	-	-	0.8	-	-	1.2	-	-	-	0.7	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	0.8	2.8	4.8	0.2	-	1.0	0.8	0.9	-	1.8	2.7	-	0.7	1.7	3.1	0.4
<i>S. japonica</i>	7.3	6.5	7.2	23.3	12.2	6.3	8.5	6.3	9.3	2.0	11.8	13.0	8.5	8.0	6.2	16.6
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhyndophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-
<i>F. sieboldiana</i>	12.5	5.4	15.1	3.9	8.3	5.2	18.2	2.7	5.4	17.6	16.3	5.9	5.6	8.7	5.1	7.1
<i>Callicarpa japonica</i>	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Viburnum dilatatum</i>	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera maakii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>	3.9	4.6	2.9	0.9	3.4	1.0	-	-	3.3	0.7	0.5	1.4	-	2.9	0.5	-
others	-	0.8	-	-	0.8	-	-	-	3.3	1.0	-	-	1.4	-	-	-

Tabel 2. (Continued)

Community Plots	I															
	34	4	7	8	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	35
<i>Pinus densiflora</i>	8.8	10.2	23.2	17.0	20.4	13.0	34.6	31.7	16.0	15.6	18.1	9.3	8.0	8.1	50.0	6.3
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	7.3	-	-	1.1	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-
<i>Pratycaarya strobilacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	1.9	-	-	-	3.2	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-
<i>C. laxiflora</i>	2.8	-	7.3	9.2	7.4	5.2	10.8	11.0	15.7	10.4	14.9	-	14.4	10.4	10.3	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	15.5	31.4	19.3	20.8	12.5	11.6	8.8	3.1	22.0	19.8	13.9	29.0	14.8	27.9	4.8	9.9
<i>Q. aliena</i>	-	-	7.2	-	-	6.7	2.9	-	-	5.3	0.7	-	-	14.0	-	11.9
<i>Q. mongolica</i>	19.3	-	3.8	-	-	-	-	-	7.4	-	4.7	-	4.5	-	-	12.2
<i>Q. serrata</i>	2.7	8.4	0.7	4.8	0.6	-	-	-	1.6	0.6	4.2	-	-	16.5	-	2.0
<i>Zelkova serrata</i>	-	0.9	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	-	-	-	6.3	-	-	0.5	1.7	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	2.9	1.3	0.5	-	5.6	-	1.4	3.5	3.5	4.4	1.7	1.1	0.5	5.8	-	5.8
<i>L. erythrocarpa</i>	-	6.5	-	-	-	2.5	5.7	1.6	4.0	0.3	-	2.1	0.5	3.0	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	5.4	1.8	-	-	0.6	0.6	1.7	-	1.1	-	5.8	4.7	-	-	-	-
<i>Sorbus alniifolia</i>	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	1.2	3.0	2.2	-	4.5	3.0	-	-
<i>Cornus kousa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	1.2	-	-	-	-	15.6	-	-	6.6	11.6	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	1.1	-
<i>Zanthoxylum schiniifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	-	4.2	1.3	5.9	0.6	5.3	2.7	2.0	2.6	-	4.1	2.3	1.5	1.5	-	3.3
<i>Rhus trichocarpa</i>	5.0	5.9	1.2	2.6	-	2.3	3.2	3.5	2.5	4.9	1.1	7.4	9.1	3.7	5.2	1.4
<i>Ilex macropoda</i>	6.4	-	-	-	5.9	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	10.7
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer mono</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.8	8.0	1.0	0.9	9.5	7.8	4.3	6.4	1.6	11.3	4.2	-	4.9	4.5	5.0	4.8
<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	3.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	-	-	6.0	-	0.6	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. schlippenbachii</i>	8.4	2.2	2.2	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	0.9	-	2.9	-	2.4	-	1.7	0.4	2.0	2.3	0.7	6.4	-	-
<i>Styrax obassia</i>	-	-	3.8	7.1	3.7	1.8	6.3	1.2	3.0	4.5	1.6	25.8	0.7	0.8	-	2.1
<i>S. japonica</i>	12.4	13.9	6.7	2.9	19.0	21.7	8.2	7.1	7.7	5.3	0.9	-	8.2	5.4	10.3	16.6
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhynchophylla</i>	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
<i>F. sieboldiana</i>	3.3	-	8.7	5.5	6.0	2.0	0.7	9.5	6.1	3.5	13.9	2.7	6.3	0.7	8.4	6.2
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	1.7	1.7	-	-	-	0.7	-	-	-	1.5	-
<i>Viburnum dilatatum</i>	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	0.7	-	0.7	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera maakii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>	1.1	3.6	3.0	-	0.6	-	1.1	-	1.8	1.2	0.7	1.4	1.0	-	1.9	-
others	-	-	1.0	-	2.6	-	0.7	-	-	2.0	-	-	-	3.5	-	5.5

Tabel 2. (Continued)

Community Plots	I				II									IV		
	36	37	41	45	1	43	44	48	49	51	56	57	59	52	58	60
<i>Pinus densiflora</i>	4.9	-	7.6	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.4	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus strobilacea</i>	-	-	-	-	1.2	-	-	-	20.6	20.2	-	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	17.2	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.2
<i>C. laxiflora</i>	-	-	14.7	5.2	1.2	39.6	30.2	29.6	1.9	1.0	21.7	5.3	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	45.9	10.1	19.1	30.2	42.7	-	31.2	14.4	11.8	-	-	34.7	18.5	14.8	33.7	31.4
<i>Q. aliena</i>	6.9	-	-	-	-	10.4	-	-	-	19.3	20.8	-	-	-	-	12.0
<i>Q. mongolica</i>	-	7.1	11.9	12.1	-	-	-	6.1	4.9	11.6	-	14.3	31.5	-	-	2.4
<i>Q. serrata</i>	-	9.7	2.6	-	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	39.2	11.8	6.6
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	1.8	-	3.8	1.4	3.3	5.1	6.4	-	5.8	9.1	1.6	1.1	2.9	10.4	10.0	2.4
<i>L. erythrocarpa</i>	-	-	5.6	1.1	1.2	3.4	1.9	-	12.9	3.7	7.0	6.0	5.5	3.1	5.2	4.4
<i>Stephanandra incisa</i>	0.8	3.7	3.0	3.8	-	-	-	-	1.0	-	1.8	1.8	-	-	4.3	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	4.5	1.0	-	-	0.4	-	-	0.9	-	-	1.6	1.1	-	-	-	-
<i>Cornus kousa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	5.6	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	1.7	4.5	-	5.1	-	-	-	-	3.1	-	-	-	1.4	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	1.0	-	-	-	0.8	2.6	-	-	3.4	-	-	0.6	6.2	1.0	1.4	0.4
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapindus japonicum</i>	0.9	5.3	6.7	20.4	5.6	11.9	5.3	19.8	-	2.4	-	8.0	6.1	-	2.8	4.7
<i>Rhus trichocarpa</i>	3.1	-	0.8	-	4.4	-	-	-	-	-	-	2.1	0.6	-	-	2.3
<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-
<i>Acer mono</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.8	3.8	1.5	3.3	1.6	12.0	5.6	12.2	3.0	10.0	15.1	8.9	9.3	4.8	11.5	5.7
<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. schlippenbachii</i>	1.7	-	-	-	-	0.8	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	1.4	-	0.4	1.6	-	-	6.4	0.7	-	1.7	2.0	7.3	-	-
<i>Styrax obassia</i>	3.2	4.2	2.1	8.5	2.1	1.0	13.3	1.0	13.0	4.8	8.7	0.6	11.4	13.8	11.8	25.0
<i>S. japonica</i>	8.8	1.2	10.3	2.4	15.8	5.1	2.5	6.1	1.0	8.3	1.2	11.3	-	-	-	-
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhyndophylla</i>	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. sieboldiana</i>	6.2	-	2.1	-	3.7	-	-	-	-	-	4.4	1.7	-	-	-	0.7
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	0.7	-	-	3.3	2.4	1.2	0.6	0.6	-	1.9	-
<i>Viburnum dilatatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera maakii</i>	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>	1.3	-	0.9	-	5.5	-	-	2.1	-	1.1	2.4	-	0.6	-	-	0.7
others	3.1	-	-	2.4	-	5.9	-	6.9	2.5	3.6	12.6	0.6	2.9	-	5.8	-

Tabel 2. (Continued)

Community Plots	IV				V			VI			VII				VIII			
	64	38	39	40	46	42	53	61	2	3	50	54	47	55	62	63		
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-		
<i>Lindera glauca</i>	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	1.9	0.6	6.2	-	-	-	-		
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	3.8	8.9	-	-	-	-	-		
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Carpinus cordata</i>	-	31.4	25.3	13.2	4.0	5.9	10.2	24.2	1.3	4.8	-	-	4.0	1.3	21.4	5.8		
<i>C. laxiflora</i>	-	4.4	15.7	30.7	46.4	28.6	14.8	-	5.0	0.5	-	-	-	-	-	1.9		
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	3.8	-	-	-	11.6	10.1	-	14.9	-	-	-	-		
<i>Quercus variabilis</i>	-	17.5	-	-	5.5	-	-	-	-	-	10.4	-	8.0	12.0	-	-		
<i>Q. aliena</i>	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Q. mongolica</i>	-	-	-	-	5.6	23.9	12.9	23.5	-	-	-	-	34.9	-	-	-		
<i>Q. serrata</i>	34.6	6.0	-	14.9	-	-	-	-	27.1	14.9	10.1	-	-	-	-	-		
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	9.3	-	7.9	16.2	10.1	18.2	20.5	-	18.3	10.9	40.5		
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	2.4	-	0.9	-	-	1.4	-	-	-	5.1	1.6	-	2.2	-	0.6		
<i>L. erythrocarpa</i>	-	-	-	2.7	-	6.7	9.9	-	1.0	7.5	15.8	2.6	-	7.8	2.9	3.9		
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	3.5	-	4.8	-	-	-	-	5.0	-	-	5.9	-	-	6.9		
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.8	-	-	-	-	6.5	4.1	-	-	-	2.9	-	-	-	-	2.4		
<i>Cornus kousa</i>	-	5.7	14.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Prunus sargentii</i>	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-	-	-	-	-		
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.4	-		
<i>Sapium japonicum</i>	-	-	9.3	-	7.4	4.2	1.4	-	-	7.1	-	25.1	13.1	2.4	17.3	12.8		
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	1.8	-	-	-	-	4.3	-	-	2.8	-	-	-	1.7	-		
<i>Acer mono</i>	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	-	-	-	13.2	-	-		
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	5.2	16.3	2.9	8.7	15.8	1.9	10.3	18.0	1.7	3.8	0.5	10.6	4.4	7.3	-	5.0		
<i>Tilia mandshurica</i>	-	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.8	-		
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	13.0	-	-	-	2.3	-	-	4.0	1.2		
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>R. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>R. schlippenbachii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	0.6	-	2.9	1.3		
<i>Styrax obassia</i>	24.7	-	16.5	21.0	5.5	4.7	6.2	-	5.1	-	4.0	-	-	-	-	-		
<i>S. japonica</i>	-	-	-	-	-	4.0	7.2	-	21.5	13.3	6.1	9.1	10.1	-	-	-		
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.6	-	-		
<i>F. rhynchophylla</i>	5.4	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-	7.1	8.5	-	12.6		
<i>F. sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-	-	0.6	-	-	-	-	-		
<i>Callicarpa japonica</i>	16.7	-	6.3	-	1.1	-	10.6	-	0.9	5.3	4.6	-	5.0	7.5	-	1.7		
<i>Viburnum dilatatum</i>	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-		
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Lonicera maakii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Smilax china</i>	-	-	1.8	3.8	-	-	1.6	-	3.0	3.4	-	-	-	-	-	-		
others	2.6	7.5	-	2.7	-	2.9	9.4	5.5	3.2	2.9	7.7	7.2	6.9	2.4	5.2	3.5		

Table 3. Importance value of major woody species by the stratum in each community

	Layer				Species	Layer				
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d		C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	
Comm. I	<i>Pinus densiflora</i>	71.5	3.0	0.0	36.8	<i>Prunus sargentii</i>	1.2	3.9	2.0	2.2
	<i>Styrax japonica</i>	0.4	27.3	0.7	9.4	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	4.3	3.0	1.9
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	12.4	27.7	8.8	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.0	2.8	5.2	1.8
	<i>Quercus valiabilis</i>	12.2	1.2	0.0	6.5	<i>Smilax china</i>	0.0	0.1	8.8	1.5
	<i>Quercus serrata</i>	5.5	9.1	1.8	6.0	<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	0.0	3.8	1.0	1.4
	<i>Quercus mongolica</i>	5.6	3.1	2.5	4.2	<i>Rh. mucronulatum</i>	0.0	2.2	3.5	1.3
	<i>Rhododendron</i> <i>schlippenbachii</i>	0.0	9.0	4.9	3.8	<i>Styrax obassia</i>	0.4	1.8	2.8	1.3
	<i>Carpinus laxiflora</i>	2.1	4.0	1.7	2.7	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	3.0	1.7	1.3
	<i>Rhus verniciflua</i>	0.0	5.2	5.3	2.6	Others	1.2	3.9	12.4	4.0
	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.2	14.8	2.5					

Table 3. (Continued)

	Layer				Species	Layer				
	C	U	S	M		C	U	S	M	
Comm. II	<i>Pinus densiflora</i>	31.9	0.9	0.9	16.3	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	2.4	10.7	2.6
	<i>Carpinus laxiflora</i>	9.3	15.6	1.5	10.1	<i>Prunus sargentii</i>	4.1	1.4	0.0	2.5
	<i>Styrax japonica</i>	1.3	25.4	0.4	9.2	<i>L. erythrocarpa</i>	0.0	0.7	9.0	1.7
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	5.5	18.6	4.9	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	7.6	1.3
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.4	10.6	2.1	4.1	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.0	1.1	4.4	1.1
	<i>Sapium japonicum</i>	0.4	8.0	4.3	3.6	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	6.4	1.1
	<i>Q. mongolica</i>	5.8	1.0	0.6	3.3	<i>Symplocos chinensis</i>	0.0	1.4	3.4	1.0
	<i>Rhus verniciflua</i>	0.0	4.0	11.1	3.2	<i>C. cordata</i>	0.0	2.3	0.8	0.9
	<i>Styrax obassia</i>	1.2	6.6	1.5	3.1	Others	3.4	7.8	16.3	7.1
	<i>Q. serrata</i>	4.3	1.9	0.5	2.9					

Table 3. (Continued)

	Layer				Species	Layer				
	C	U	S	M		C	U	S	M	
Comm. III	<i>Carpinus laxiflora</i>	27.2	9.2	1.1	16.9	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.0	3.7	19.1	4.4
	<i>Quercus valiabilis</i>	31.0	1.6	0.0	16.0	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	6.9	8.1	3.7
	<i>Styrax obassia</i>	3.7	16.1	2.2	7.6	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.0	0.6	10.5	2.0
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	16.8	8.1	7.0	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	1.3	6.2	1.5
	<i>Quercus mongolica</i>	13.2	0.4	0.5	6.8	<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	0.0	0.0	8.2	1.4
	<i>Styrax japonica</i>	1.0	17.7	2.1	6.8	<i>Symplocos chinensis</i>	0.0	2.1	3.8	1.3
	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	15.2	4.7	5.9	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	7.5	1.2
	<i>Quercus aliena</i>	11.3	0.0	0.0	5.7	Others	3.7	8.0	18.0	7.5
	<i>Platycarya strobilacea</i>	8.9	0.2	0.0	4.5					

Tabel 3. (Continued)

Species	Layer				Species	Layer			
	C	U	S	M		C	U	S	M
<i>Quercus variabilis</i>	49.4	0.0	0.0	24.7	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.0	7.1	0.0	2.4
<i>Q. serrata</i>	39.2	1.9	0.9	20.4	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	5.8	0.0	1.9
<i>Styrax obassia</i>	7.4	36.5	14.5	18.3	<i>Symplocos chinensis</i>	0.0	3.9	2.0	1.6
Comm. IV <i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	8.4	23.2	6.7	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	9.6	1.6
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	12.7	9.7	5.8	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.0	4.4	0.0	1.5
<i>Quercus aliena</i>	4.1	8.3	0.0	4.8	<i>Acer mono</i>	0.0	3.3	0.0	1.1
<i>L. erythrocarpa</i>	0.0	1.3	19.0	3.6	Others	0.0	6.5	21.2	5.7

Tabel 3. (Continued)

Species	Layer				Species	Layer			
	C	U	S	M		C	U	S	M
<i>Carpinus laxiflora</i>	40.1	11.5	0.0	23.9	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	14.5	2.4
<i>C. cordata</i>	10.9	21.9	15.2	15.3	<i>Callicarpa japonica</i>	0.0	5.2	2.7	2.2
<i>Styrax obassia</i>	8.3	27.4	1.8	13.6	<i>Quercus mongolica</i>	2.8	0.0	3.6	2.0
Comm. V <i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	22.8	1.5	7.9	<i>Tilia mandshurica</i>	3.5	0.0	0.0	1.8
<i>Quercus variabilis</i>	15.3	0.0	0.0	7.6	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	8.8	1.5
<i>Sapium japonicum</i>	0.0	4.7	26.3	6.0	<i>Castanea crenata</i>	2.8	0.0	0.0	1.4
<i>Quercus serrata</i>	10.7	0.0	0.0	5.4	<i>Prunus sargentii</i>	2.2	0.0	0.0	1.1
<i>Rubus crataegifolius</i>	3.4	6.5	0.0	3.9	Others	0.0	0.0	25.6	4.3

Tabel 3. (Continued)

Species	Layer				Species	Layer			
	C	U	S	M		C	U	S	M
<i>Quercus mongolica</i>	37.6	0.0	0.0	18.8	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.0	9.7	2.8	3.7
<i>Carpinus laxiflora</i>	23.0	6.6	11.3	15.6	<i>Callicarpa japonica</i>	0.0	6.3	6.3	3.2
<i>Carpinus cordata</i>	2.6	31.4	8.0	13.1	<i>Cornus controversa</i>	6.1	0.0	0.0	3.1
Comm. VI <i>Acer pseudosieboldianum</i>	6.2	16.0	13.2	10.6	<i>Styrax japonica</i>	0.0	8.6	0.0	2.9
<i>Lindera erythrocarpa</i>	9.1	7.7	1.3	7.4	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	4.4	3.3	2.0
<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	0.0	0.0	36.8	6.1	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	3.0	0.0	1.0
<i>Zelcova serrata</i>	9.4	0.0	0.0	4.7	Others	0.0	1.4	17.1	3.3
<i>Styrax obassia</i>	6.0	4.8	0.0	4.6					

Tabel 3. (Continued)

Species	Layer				Species	Layer			
	C	U	S	M		C	U	S	M
<i>Styrax japonica</i>	10.6	31.0	0.0	15.6	<i>Callicarpa japonica</i>	0.0	5.1	4.9	2.5
<i>Zelcova serrata</i>	19.8	8.7	2.8	13.3	<i>Ilex integra</i>	0.0	5.8	1.1	2.1
<i>Quercus serrata</i>	23.4	3.6	0.9	13.0	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	0.0	12.7	2.1
<i>Sapium japonicum</i>	1.5	17.1	16.6	9.2	<i>Carpinus laxiflora</i>	3.2	1.0	0.0	2.0
Comm. VII <i>Castanea crenata</i>	15.5	0.0	0.0	7.7	<i>Carpinus cordata</i>	1.7	1.3	2.4	1.7
<i>Lindera erythrocarpa</i>	4.8	4.9	6.5	5.1	<i>Acer mono</i>	1.4	2.0	0.0	1.4
<i>Platycarya strobilacea</i>	9.1	1.0	0.0	4.9	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	7.2	1.2
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	8.5	5.0	3.7	<i>Symplocos chinensis</i>	0.0	3.3	0.0	1.1
<i>Quercus variabilis</i>	7.0	0.0	0.0	3.5	Others	0.0	6.6	29.5	7.1
<i>Styrax obassia</i>	2.1	0.0	10.3	2.8					

Tabel 3. (Continued)

	Layer					Species	Layer				
	Species	C	U	S	M		Species	C	U	S	M
Comm. Ⅷ	<i>Zelcova serrata</i>	28.9	0.0	9.5	16.0	<i>Fraxinus mandshurica</i>	6.4	0.0	0.0	3.2	
	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	28.4	5.4	10.4	<i>Styrax japonica</i>	0.0	9.5	0.0	3.2	
	<i>Carpinus cordata</i>	3.3	12.2	23.6	9.7	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.0	4.3	10.2	3.1	
	<i>Tilia mandshurica</i>	19.2	0.0	0.0	9.6	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	13.1	2.2	
	<i>Quercus mongolica</i>	16.5	0.0	0.0	8.2	<i>Cornus controversa</i>	2.7	1.4	0.0	1.8	
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	12.2	0.0	0.0	6.1	<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	0.0	0.0	7.6	1.3	
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.0	12.1	3.5	4.6	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.0	3.6	0.0	1.2	
	<i>Quercus variabilis</i>	8.7	0.0	0.0	4.3	<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.2	0.0	0.0	1.1	
	<i>Callicarpa japonica</i>	0.0	6.9	7.1	3.5	Others	0.0	12.2	18.5	7.1	
	<i>Acer mono</i>	0.0	9.4	1.5	3.4						

*a: Canopy layer, b: Understory layer, c: Shrub layer, d: Mean importance value

이며, 각 군집별로 층위별 우점치(Importance Value: I.V.) 및 M.I.V.를 나타낸 것이 Table 3이다.

군집 I은 17개 조사구가 포함된 소나무군집이다. 층위별 우점치를 살펴보면, 교목층에서 소나무는 71.5%, 굴참나무 12.2%였고 그 밖에 신갈나무(I.V.: 5.6%), 졸참나무(I.V.: 5.5%) 등 총 10종이 분포하였다. 아교목층에서는 때죽나무가 상대우점치(I.V.) 27.3%로, 관목층에서는 쇠물푸레나무(I.V.: 27.7%)와 국수나무(14.8%)가 우점종을 이루고 있었다. 전체적으로 소나무의 평균상대우점치(M.I.V.)는 36.8%였다.

굴참나무와 소나무가 우점종을 이루는 군집 II는 19개 조사구가 포함되었다. 굴참나무(I.V.: 32.8%)와 소나무(I.V.: 31.9%)가 교목층에서 비슷한 세력을 유지하고 있었으며, 서어나무(I.V.: 9.3%) 등이 뒤를 잇고 있었다. 아교목층에서는 때죽나무(I.V.: 25.4%), 서어나무(I.V.: 15.6%) 순으로 우점종을 이루고 있었는데, 서어나무는 생태적 특성상 교목성상으로 상대적으로 세력이 미약한 소나무(I.V.: 0.9%), 굴참나무(I.V.: 2.9%) 등을 대신해 나갈 것으로 판단되었다.

9개 조사구가 포함된 군집 III은 서어나무-굴참나무군집이다. 서어나무는 교목층에서 상대우점치(I.V.) 27.2%로 굴참나무(I.V.: 30.1%), 신갈나무(I.V.: 13.2%), 갈참나무(I.V.: 11.3%) 등과 경쟁중이었으나, 아교목층에서는 경쟁수종에 비해 상대적으로 높은 우점도를 유지하고 있었다. 아교목층에서는 때죽나무(I.V.: 17.7%), 당단풍(I.V.: 16.8%), 쪽동백나무(I.V.: 16.1%), 사삼나무(I.V.: 15.2%) 등이 폭 넓게 분포하고 있었다. 군집 III은 주로 해발 400~500m에 주로 분포하였는데,

서어나무 분포에 관한 선행연구(송호경과 신창남, 1985; 송호경, 1986)와 일치하는 결과이다.

군집 IV는 굴참나무-졸참나무군집으로 평균우점치(M.I.V.)는 각각 24.7%, 20.1%였다. 층위별 분포를 살펴보면, 교목층에서는 굴참나무(I.V.: 49.4%), 졸참나무(I.V.: 39.2%)가, 아교목층에서는 쪽동백나무(I.V.: 36.5%)와 당단풍(I.V.: 12.7%)이 우점종을 이루고 있었다.

군집 V는 4개 조사구를 포함하는 서어나무-까치박달군집으로, 서어나무의 평균우점치(M.I.V.)는 23.9%로 교목층에서 상대우점치(I.V.) 40.1%, 아교목층에서 상대우점치(I.V.) 11.5%를 차지하고 있었으며, 까치박달은 평균우점치(M.I.V.) 15.3%로 교목층에서 상대우점치(I.V.) 10.9%, 아교목층에서 21.9%, 관목층에서 15.2%로 전층위에서 출현하고 있었다. 서어나무와 까치박달은 중부온대지방에서 극상수종으로 알려져 있으며, 군집 V는 본 조사지역의 극상림으로 추정된다.

조사구 3개가 포함된 군집 VI은 신갈나무, 서어나무, 까치박달이 우점종을 이루고 있는 군집으로서, 각각의 평균우점치(M.I.V.)는 신갈나무 18.8%, 서어나무 15.6%, 까치박달 13.1%였다. 교목층에서는 신갈나무(I.V.: 37.6%)와 서어나무(I.V.: 23.0%)가 우점종이었으며, 까치박달(I.V.: 2.6%)도 일부 세력을 확장하고 있었으며, 아교목층에서는 까치박달이 I.V.: 31.4%로 우점종으로 분포하고 있었다. 그러나 신갈나무는 교목층을 제외하고는 아교목층 및 관목층에서 더 이상 출현하지 않았다.

군집 VII은 느티나무와 졸참나무군집으로서, 두 수종은 전층위에서 비슷한 세력으로 분포하고 있었다. 평균우점치(M.I.V.)는 느티나무가 13.3%, 졸참나무

가 13.0%였다. 박봉규와 이인숙(1980)은 느티나무와 졸참나무가 계룡산에서 산록대에 주로 분포한다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서 비슷한 결과를 나타내었다.

군집 VIII은 느티나무군집으로 느티나무의 평균우점치(M.I.V)는 16.0%였다. 군집 VII과는 졸참나무 대신 신갈나무가 부수종을 이루는 차이점을 나타내고 있었다.

이상의 군집구조를 살펴본 결과 계룡산국립공원의 동학사-남매탐구간의 계곡지역은 소나무를 비롯하여 신갈나무, 굴참나무, 졸참나무 등의 참나무류와 서어나무, 까치박달, 느티나무 등이 교목층에, 아교목층은 때죽나무, 쪽동백나무, 당단풍, 사람주나무 등이 주로 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

4. 연륜 분석

주요 군집 및 주요 수종에 대한 연륜 분석을 나타낸 것이 Table 4이다. 군집 I 과 군집 II에 나타난

소나무는 흉고직경 30cm대에 수령이 45~57년으로 분석되었다. 군집 II~IV에서 조사된 굴참나무 및 신갈나무는 흉고직경 30cm 내외의 것들이 46~65년였으며, 주로 50년 내외였다. 따라서 계룡산국립공원 동학사-남매탐구간의 교목들은 임령이 60년 내외로 추정되었다.

5. 종수 및 개체수 분석

계룡산국립공원의 동학사-남매탐구간의 64개 조사구에 대해 단위면적 100m²당 개체수 및 종수를 층위별로 분석하였다(Table 5).

각 조사구당 평균출현개체수는 95.7±37.3개체로 교목층에서는 8.0±3.0개체, 아교목층에서는 25.3±14.7개체 그리고 관목층에서는 62.4±33.9개체가 관찰되었다.

각 조사구당 평균출현종수는 15.0±3.2종으로 중앙값 및 최빈값과 근사하였고, 단위면적당 최대 21종까지 출현하였다. 교목층의 평균출현종수는 3.7±

Table 4. The estimated age of major woody species in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Gyeryongsan National Park

Comm.	Plot	Species	DBH(cm)	Estimated Age	Comm.	Plot	Species	DBH(cm)	Estimated Age
I	19	<i>Pd</i> ^a	30	48	IV	58	<i>Qm</i> ^d	27	55
		<i>Pd</i>	35	57			<i>Qv</i>	31	65
	34	<i>Pd</i>	38	45	V	40	<i>Qv</i>	31	56
II	28	<i>Qv</i> ^b	39	46		46	<i>Cl</i>	28	58
	32	<i>Pd</i>	38	54	VII	50	<i>Zs</i> ^e	27	47
III	43	<i>Cl</i> ^c	28	60	VIII	47	<i>Fr</i> ^f	23	47
	44	<i>Qv</i>	32	49		55	<i>Qv</i>	39	62

* ^a: *Pinus densiflora*, ^b: *Quercus variabilis*, ^c: *Carpinus laxiflora*, ^d: *Quercus mongolica*, ^e: *Zelcova serrata*, ^f: *Fraxinus rhynchophylla*

Table 5. Descriptive analysis of the number of species and individuals of sample plots in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Gyeryongsan National Park(Unit:100m²)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
Mean	8.0±3.0	25.3±14.7	62.4±33.9	95.7±37.3	3.7±1.6	8.7±3.2	6.9±2.5	15.0±3.2
Median	7	24	60	92	3	8.5	6	15
Mode	6	34	48	140	3	13	6	14
Max	15	63	192	212	7	14	15	21
Min	2	3	0	16	1	2	0	9

Table 6. Similarity index between communities in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Gyeryongsan National Park

Community	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	63.82						
II	33.28	62.44					
IV	23.90	42.62	50.28				
V	27.78	40.45	53.51	40.76			
VI	19.35	32.75	48.32	19.91	50.55		
VII	29.99	37.72	42.86	35.85	32.55	30.85	
VIII	20.70	27.05	33.47	24.41	35.74	45.22	45.95

1.6종, 아교목층에서는 8.7 ± 3.2 종 그리고 관목층에서는 6.9 ± 2.5 종이었다. 지리산국립공원의 대원사계곡의 경우 평균출현종수는 11.6 ± 3.7 종(최송현 등, 2000), 오대산국립공원 노인봉 지역은 17 ± 3.4 종(최송현 등, 1996)으로 본 연구 대상지와 비교할 수 있다.

6. 유사도지수 분석

Classification에 의해 분리된 8개 군집에 대해 유사도지수 분석을 실시한 것이 Table 6이다. 군집 I(소나무군집)과 군집 II(굴참나무-소나무군집)는 천이단계상 소나무에서 참나무류로 진행되는 단계의 차이로 종조성에서 크게 차이를 나타내지 않아 63.8%의 유사성을 나타내었다. 굴참나무-소나무군집인 군집 II와 서어나무-굴참나무군집도 참나무류에서 서어나무로 천이가 진행되는 단계로 굴참나무를 중심으로 한 종조성의 영향으로 62.4%의 유사성을 나타내었다. 반면 군집 I(소나무군집)과 군집 VII(신갈나무-서어나무-까치박달군집)은 종조성에서 19.4%로 이질성이 높았다.

7. 흉고직경급별 분석

전체 64개 조사구 8개 식물군집을 대상으로 주요 종에 대해 흉고직경급별 분포를 분석하였다(Table 7). 군집 I에서 소나무는 DBH 7~47cm에 폭 넓게

분포하였으며, 특히, DBH 17~27cm에서 높은 출현빈도를 나타내었다. 그러나 흉고직경 7cm 미만에서는 소나무가 전혀 관찰되지 않은 반면, 굴참나무는 DBH 2~42cm에 걸쳐 분포하며, 졸참나무 및 신갈나무도 27cm 미만에서 다수 관찰됨으로써 소나무군집은 참나무류와의 경쟁에서 밀리고 있으며, 점차 세력이 참나무류쪽으로 식생천이될 것으로 판단되었다.

군집 II에서는 굴참나무의 세력이 소나무를 점차 압도하는 상황이나, 서어나무가 DBH 2~12cm의 소.중경목을 중심으로 세력을 확장하고 있어 굴참나무의 뒤를 이어나갈 전망이다. 때죽나무는 군집 I에서처럼 DBH 17cm 미만에서 우점종을 이루고 있다.

서어나무가 우점종인 군집 III에서 서어나무는 DBH 2~52cm에 걸쳐 골고루 분포하고 있다. 굴참나무와 신갈나무는 DBH 22~37cm에서 서어나무와 대등해 보이거나 DBH 12cm 미만에서는 거의 차대를 형성하지 못하고 있다. 이러한 상황은 군집 V에서도 유사하게 나타나고 있다.

군집 VII과 VIII에서는 느티나무가 대경목을 중심으로 분포하고 있으나 기타 수종과의 경쟁관계는 추론하기 어려운 상황이다.

각 식물군집의 주요 수종에 대한 흉고직경급별 분포를 살펴본 결과 동학사-남매탑구간의 군집구조는 소나무군집이 점차 굴참나무와의 경쟁을 거치며 도태되고 서어나무 및 까치박달로 이어질 것으로 판단되며, 일부 지역은 느티나무군집을 이룰 것으로 사료된다.

Table 7. The DBH distribution of major woody species for each community in the valley of Donghaksa-Nammaetap, Gyeryongsan National Park

Comm.	Unit (m ²)	Species	Shrub	D ₁ ^a	D ₂ ^b	D ₃ ^c	D ₄ ^d	D ₅ ^e	D ₆ ^f	D ₇ ^g	D ₈ ^h	D ₉ ⁱ	D ₁₀ ^j	D ₁₁ ^k	D ₁₂ ^l
I	1700	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	2	6	26	34	21	11	5	1	0	0	
		<i>Quercus variabilis</i>	0	0	7	2	4	7	4	1	2	1	0	0	
		<i>Quercus serrata</i>	28	1	44	7	4	5	1	0	0	0	0	0	
		<i>Q. mongolica</i>	20	0	9	3	2	3	5	0	0	0	0	0	
		<i>Carpinus laxiflora</i>	16	0	16	5	2	1	0	0	0	0	0	0	
		<i>Styrax japonica</i>	8	6	98	22	1	0	0	0	0	0	0	0	
		Others	1244	82	302	13	3	0	0	1	0	0	0	0	
II	1900	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	2	5	6	8	9	5	6	2	0		
		<i>Quercus variabilis</i>	16	0	3	4	8	7	11	11	5	3	0		
		<i>Carpinus laxiflora</i>	12	3	23	19	6	4	3	3	1	0	0		
		<i>Styrax japonica</i>	4	8	76	22	4	0	0	0	0	0	0		
		Others	1152	85	230	23	22	10	5	4	3	0	0		
III	900	<i>Carpinus laxiflora</i>	8	16	4	3	3	1	5	3	1	1	0		
		<i>Quercus variabilis</i>	0	0	0	0	4	6	4	4	2	0	0		
		<i>Q. mongolica</i>	4	0	1	0	2	0	1	5	0	0	0		
		<i>Styrax obassia</i>	12	1	5	10	2	2	0	0	0	0	0		
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	32	4	33	4	1	0	0	0	0	0	0		
		Others	456	66	97	12	4	2	0	1	0	0	1		
IV	400	<i>Quercus variabilis</i>	0	0	0	0	0	3	3	3	0	2	0		
		<i>Q. serrata</i>	4	0	1	1	3	1	3	0	1	0	0		
		<i>Styrax obassia</i>	48	0	2	6	7	1	0	0	0	0	0		
		<i>Lindera obtusiloba</i>	32	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Others	152	1	12	7	1	1	2	0	0	0	0		
V	400	<i>Carpinus laxiflora</i>	0	1	0	1	1	2	5	3	1	0	0		
		<i>C. cordata</i>	20	2	1	0	3	1	0	0	0	1	0		
		<i>Styrax obassia</i>	4	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0		
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	4	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Quercus variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0		
		Others	128	2	2	2	1	1	2	3	1	0	0		
VI	300	<i>Carpinus laxiflora</i>	4	0	1	1	1	3	0	0	0	0			
		<i>Quercus mongolica</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1			
		<i>C. cordata</i>	4	2	1	4	1	0	0	0	0	0			
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	8	0	2	2	1	0	1	0	0	0			
		Others	144	9	13	2	2	3	0	0	2	0			
VII	400	<i>Zelkova serrata</i>	12	0	3	3	1	1	1	0	1	0			
		<i>Quercus serrata</i>	4	0	3	3	2	5	2	0	0	0			
		<i>Carpinus laxiflora</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0			
		<i>Styrax japonica</i>	0	0	5	6	4	0	1	0	0	0			
		Others	268	3	38	4	4	1	0	1	0	1			
VIII	400	<i>Zelkova serrata</i>	20	0	0	0	0	0	3	3	2	0			
		<i>Sapium japonicum</i>	12	6	9	5	2	0	0	0	0	0			
		<i>Carpinus cordata</i>	20	0	9	1	1	0	1	0	0	0			
		<i>Quercus mongolica</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0			
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0			
Others	92	4	44	5	2	1	4	1	0	2					

* a: $D_1 < 2$, b: $2 \leq D_2 < 7$, c: $7 \leq D_3 < 12$, d: $12 \leq D_4 < 17$, e: $17 \leq D_5 < 22$, f: $22 \leq D_6 < 27$, g: $27 \leq D_7 < 32$, h: $32 \leq D_8 < 37$, i: $37 \leq D_9 < 42$, j: $42 \leq D_{10} < 47$, k: $47 \leq D_{11} < 52$, l: $52 \geq D_{12}$

인용문헌

- 건설부(1971) 계룡산국립공원 기본계획. 143쪽.
- 계룡산관리사무소(1997) 계룡산국립공원 자연생태계 보전계획. 108쪽.
- 기상청(2000) 기상연보 1999. 248쪽.
- 남이, 이수옥(1988) 계룡산 삼림식생분포와 토양수분과의 관계. *충남대학교 환경연구보고* 6(2): 34-41.
- 박봉규, 이인숙(1980) 계룡산 및 칠갑산의 삼림식생의 구조적 특성과 수직분포. *자연보존협회 조사보고서* 17: 105-116.
- 박종성, 김지문, 송호경(1979) 계룡산 식물에 관한 조사보고. *충남대학교 농업기술연구보고* 6(2): 134-147.
- 박종성, 신창남, 송호경(1983) 계룡산 삼림군집의 천이에 따른 식생의 변화에 관한 연구. *충남대학교 환경연구보고* 1(1): 1-11.
- 송호경(1984) 계룡산 삼림군집의 연속변화에 관하여. *충남대학교 환경연구보고* 2(2): 18-24.
- 송호경(1986) 계룡산 삼림식생의 수직분포. *충남대학교 환경연구보고* 4(2): 72-75.
- 송호경, 신창남(1985) 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. *충남대학교 환경연구보고* 3(1): 19-58.
- 신창남, 송호경, 박종성(1983) 계룡산 삼림토양의 특성에 관하여. *충남대학교 환경연구보고* 1(2): 1-7.
- 신창남, 이심신(1984) 계룡산 관목림군집의 구조와 동태 분석. *충남대학교 환경연구보고* 2(1): 1-13.
- 이교봉(1999) 계룡산. 도서출판 함께. 92쪽.
- 최송현, 권전오, 민성환(1996) 오대산국립공원 노인봉 지역 식물군집구조분석. *한국환경생태학회지* 9(2): 156-165.
- 최송현, 권전오, 송근준(2000) 지리산국립공원 대원사 계곡의 삼림군집구조 분석. *한국환경생태학회지* 13(4): 354-366.
- 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 and Systematics*, Cornell University. Ithaca, N. Y.
- Hill, M. O.(1979b) TWINSPLAN - 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.
- Pielou, E. C.(1977) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N.Y.