

계룡산국립공원 동월계곡의 삼림군집구조 분석¹

최송현² · 조현서³ · 박은희⁴

Analysis of the Forest Community Structure in the Dongwol Valley at the Geyryongsan National Park¹

Song-Hyun Choi², Hyun-Seo Cho³, Eun-Hee Park⁴

요 약

계룡산국립공원 동월계곡의 삼림군집구조 분석을 실시하기 위해 41개 조사구를 설치하고, 식생조사를 실시하였다. Classification 기법 중 하나인 TWINSpan을 이용하여 군락분리를 시도한 결과, 서어나무군락(I), 때죽나무군락(II), 소나무A군락(III), 상수리나무군락(IV), 소나무-굴참나무군락(V), 소나무B군락(VI), 그리고 신갈나무군락(VII)의 7개 군락으로 최종 분리되었다. 각각의 군락은 상대우점치를 이용하여 군집구조를 밝혔다. 연륜분석 결과 동월계곡의 주요 식생의 임령은 약 30~50년 안팎으로 밝혀졌다. 단위면적당(100m²) 평균 출현종수는 15.6±4.7종, 평균 출현개체수는 124.9±36.4주이었다. 이상의 결과를 통해 계룡산국립공원 동월계곡의 식생천이는 소나무림에서 굴참나무 등 참나무류를 거쳐 서어나무로 진행될 것으로 예상되었다.

주요어 : 식생구조, 천이, TWINSpan 분석

ABSTRACT

To investigate the forest structure and to suggest the basic data of forest in the Dongwol Valley, the Geyryongsan National Park, forty one plots were set up and surveyed. According to the analysis of classification by TWINSpan, the community was divided by seven groups of *Carpinus laxiflora*(I), *Styrax japonica*(II), *Pinus densiflora* A type(III), *Quercus acutissima*(IV), *P. densiflora-Q. valianbilis*(V), *P. densiflora* B type(VI) and *Q. mongolica* community(VII). The structure of communities were investigated using importance value. The survey results were summarized as follows: 1) the results of annual ring analysis revealed that the age of forest in the Dongwol Valley was about 30~50 years old, 2) number of the average species was 15.6±4.7 and number of average individual was 124.9±36.4 per a plot(100m²). From the above results, it was anticipated that *C. laxiflora* will be climax species instead of *Q. spp.* and *P. densiflora*.

KEY WORDS : VEGETATION STRUCTURE, SUCCESSION, TWINSpan ANALYSIS

1 접수 9월 14일 Received on Sep. 14, 2001

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

3 진주산업대학교 산림자원학과 Dept. of Forestry, Jinju Nat'l Univ., Jinju, 660-758, Korea(sanchs@cjcc.chinju.ac.kr)

4 경상대학교 대학원 Graduate School, Kyungsang Nat'l Univ., Jinju, 660-300, Korea

서론

계룡산국립공원은 1968년 12월 건설부고시로 전체 면적 61.148km²가 국립공원으로 지정되었다. 위치는 경위도상 북위 36° 18' 15" ~ 36° 23' 48", 동경 127° 10' 40" ~ 127° 17' 58"이며, 행정구역상 공주시, 대전광역시, 논산시에 걸쳐 있다(건설부, 1971; 이교봉, 1999).

대전광역시에 인접하여 도시자연공원적 성격을 띤 국립공원으로서, 연간 200만 명의 탐방객이 공원을 찾고 있다. 천황봉(845.1m), 삼불봉(775.1m), 관음봉(816m) 등의 산봉과 기암괴석, 동학사계곡, 갑사계곡, 동월계곡 등의 주요 계곡과 은선폭포, 용문폭포 등 수려한 자연경관을 유지하고 있다.

지리적 위치상 온대남부와 온대중부가 중첩되는 지역으로 온대남부식물과 온대중부식물이 다수 혼생하고 있는 것으로 알려져 있으며, 식물상으로는 관속식물이 832종(박종성 등, 1979) 분포하고 있는 것으로 알려져 있다.

계룡산국립공원의 산림군집구조와 관련된 주요 연구로는 박봉규와 이인숙(1980), 박종성 등(1983), 신창남과 이심신(1984), 송호경(1984; 1986), 송호경과 신창남(1985), 남이와 이수옥(1988), 이선과 송호경(2000) 등이 거시적 측면에서 식물사회학적 접근을 시도하였고, 이경재 등(2001), 한봉호 등(2001), 최송현과 조현서(2001), 추갑철 등(2001), 박인협과 서영권(2001), 박인협 등(2001), 송호경 등(2001) 등은 지역적인 측면에서 연구를 하였다. 그리고 신창남 등(1983)은 토양과 식생간의 관련성에 대해 보고하였고, 계룡산국립공원 관리사무소(1997)에서도 자연생태계 보전계획을 수립하고 있다.

본 연구는 계룡산국립공원 중 아직 식생조사가 실시된 적 없는 동월계곡을 대상으로 삼림군집구조를 조사·분석함으로써 계곡부 식생의 종조성적 특성을 구명하고, 국립공원 관리의 기초자료 제공을 목적으로 한다.

조사구 설정 및 방법

1. 조사지 설정

계룡산국립공원의 동학사-남매담구간의 계곡에 대해 Figure 1과 같이 해발 200m~300m에 걸쳐 10m×10m(100m²)의 조사구 41개를 설치하였다.

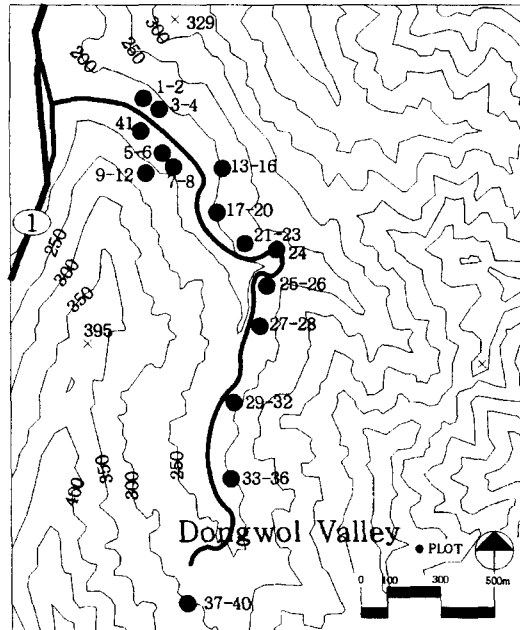


Figure 1. The location map of the survey plots in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park

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 조사구별로 해발고도, 방위, 경사도, 수목의 평균 수고, 평균 흉고직경 및 평균 울폐도, 조사구에 출현하는 목본종수를 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)의 방법을 응용한 박인협 등(1987)의 방법과 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 SPSS-WIN을 사용하였다.

(1987~1996) 간의 기록에 따르면, 연평균기온이 12.7℃, 연평균강수량은 1,886.1mm로서 우리나라 중부온대 산림대(임경빈과 이경준, 1999)에 해당한다.

동월계곡을 대상으로 전체 41개 조사구의 일반적인 개황을 나타내었다(Table 1). 조사구는 TWINS-PAN 기법에 의한 군락분리순으로 나열되었다. 조사구는 해발 180~300m에 위치하여 해발고간 차이는 크게 나지 않았다. 각 층위별 수고는 교목층이 8~15m, 아교목층은 6~7m, 관목층은 0.5~1.2m였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

계룡산국립공원 지역은 대전축후소의 최근 10여 년

Table 1. Description of the physical features of each plot classified by TWINS-PAN in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park

Community Plot Number	I		II				III				
	6	8	7	9	10	11	12	1	2	5	13
Altitude(m)	180	195	195	210	210	210	210	175	175	180	200
Aspect	N30E	N30E	N30E	N60E	N60E	N60E	N60E	S30W	S30W	N30E	N80E
Slope(°)	25	25	25	24	24	24	24	12	12	25	11
Height of canopy(m)	15	15	15	13	13	13	13	8	8	15	15
Mean DBH of canopy(cm)	20	20	20	15	15	15	15	20	20	20	15
Cover of canopy(%)	90	90	90	90	90	90	90	80	80	90	80
Height of understory(m)	7	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7
Mean DBH of understory(cm)	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3
Cover of understory(%)	50	50	50	40	40	40	40	90	90	50	40
Height of shrub(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0
Cover of shrub(%)	30	30	30	10	10	10	10	1	1	30	50
Number of species	19	17	12	17	18	14	20	11	15	17	13

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	III									
	15	16	17	18	19	20	21	28	39	41
Altitude(m)	200	200	200	200	200	200	210	210	300	240
Aspect	N80E	N80E	S80W	S80W	S80W	S80W	S40W	W	N10W	S45W
Slope(°)	11	11	14	14	14	14	25	23	23	20
Height of canopy(m)	15	15	15	15	15	15	12	15	15	13
Mean DBH of canopy(cm)	15	15	20	20	20	20	15	25	25	18
Cover of canopy(%)	80	80	70	70	70	70	80	80	80	70
Height of understory(m)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Mean DBH of understory(cm)	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3
Cover of understory(%)	40	40	50	50	50	50	50	80	60	50
Height of shrub(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2
Cover of shrub(%)	50	50	60	60	60	60	50	40	40	30
Number of species	21	18	12	13	16	19	15	15	16	29

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	IV				V					
	3	23	14	22	24	25	26	27	33	34
Altitude(m)	180	210	200	210	210	220	220	210	250	250
Aspect	S30W	S40W	N80E	S40W	S30W	N10W	N10W	W	S40W	S40W
Slope(°)	12	25	11	25	25	25	25	23	35	35
Height of canopy(m)	13	12	15	12	14	15	15	15	15	15
Mean DBH of canopy(cm)	20	15	15	15	25	22	22	25	10	10
Cover of canopy(%)	60	80	80	80	80	90	90	80	70	70
Height of understory(m)	6	7	7	7	5	7	7	7	7	7
Mean DBH of understory(cm)	5	3	3	3	3	3	3	3	5	5
Cover of understory(%)	90	50	40	50	40	50	50	80	40	40
Height of shrub(m)	1.0	1.2	1.0	1.2	0.7	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8
Cover of shrub(%)	40	50	50	50	20	40	40	40	5	5
Number of species	34	14	12	17	14	18	17	14	9	11

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	V		VI				VII			
	35	36	4	37	38	40	29	30	31	32
Altitude(m)	250	250	180	300	300	300	220	220	220	220
Aspect	S40W	S40W	S40W	N10W	N10W	N10W	N40W	N40W	N40W	N40W
Slope(°)	35	35	12	23	23	23	45	45	45	45
Height of canopy(m)	15	15	13	15	15	15	15	15	15	15
Mean DBH of canopy(cm)	10	10	20	25	25	25	20	20	20	20
Cover of canopy(%)	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80
Height of understory(m)	7	7	5	7	7	7	5	5	5	5
Mean DBH of understory(cm)	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Cover of understory(%)	40	40	95	60	60	60	50	50	50	50
Height of shrub(m)	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cover of shrub(%)	5	5	30	40	40	40	20	20	20	20
Number of species	14	8	11	13	14	18	13	13	12	17

2. 조사지의 classification 및 ordination 분석

(1) Classification 분석

Classification 분석 중 TWINSpan 기법을 적용하여 군락을 분리하였다(Figure 2). 주요 지표종(indicator species)을 중심으로 군락을 분리한 결과 첫 번째 단계에서 상수리나무를 중심으로 23개 조사구가 왼쪽에, 그리고 굴참나무를 중심으로 18개 조사구가 오른쪽으로 이원(二元) 분리되었다.

두 번째 단계에서 상수리나무 지표종을 중심으로 분리된 군락은 다시 신갈나무, 물푸레나무, 서어나무, 병꽃나무가 7개 조사구를 포함하는 지표종이 되어 왼쪽으로 나뉘었고 이어 세 번째 단계에서 당단풍의

유·무에 따라 군락 I 과 군락 II 로 분리되었다. 한편, 소나무, 개웃나무, 상수리나무는 16개 조사구를 포함하여 오른쪽으로 나뉘었는데, 세 번째 단계에서 소나무의 출현 유·무에 따라 군락 III 과 IV 로 분할되었다. 굴참나무를 지표종으로 하는 군락은 철쭉꽃이 출현하는 군락(VII)과 그렇지 않은 군락으로 구분되었으며, 철쭉꽃이 출현하지 않은 군락은 다시 생강나무가 지표종이 되어 최종적으로 군락 V 와 VI 으로 분리되었다.

그 결과 서어나무군락(I), 때죽나무군락(II), 소나무A군락(III), 상수리나무군락(IV), 소나무-굴참나무군락(V), 소나무B군락(VI), 그리고 신갈나무군락(VII)으로 최종 분리되었다.

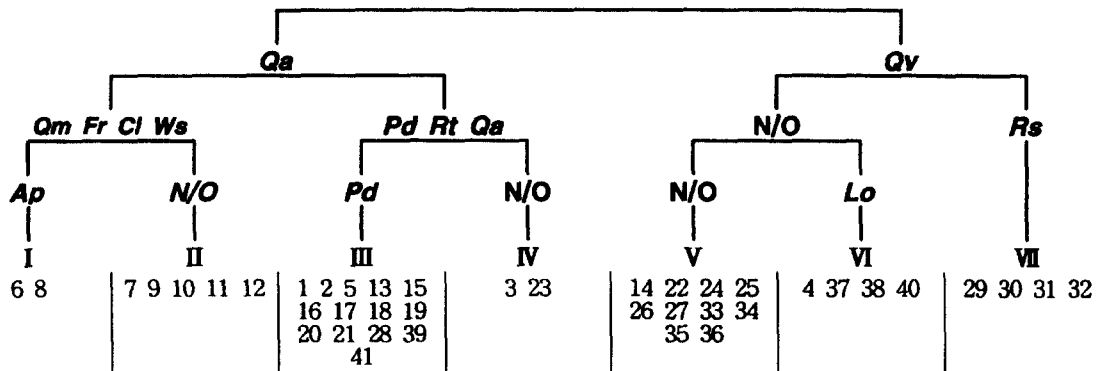


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using forty-one plots in the Dongwol Valley of the Gyeryongsan National Park(Indicator species: *Qa*: *Quercus acutissima*, *Qv*: *Q. variabilis*, *Qm*: *Q. mongolica*, *Fr*: *Fraxinus rhynchophylla*, *Cl*: *Carpinus laxiflora*, *Ws*: *Weigela subsessilis*, *Rt*: *Rhus trichocarpa*, *Rs*: *Rhododendron schlippenbachii*, *Ap*: *Acer pseudosieboldianum*, *Lo*: *Lindera obtusiloba*, N/O: Non observation)

(2) Ordination 분석

Ordination 중 DCA 기법을 적용하여 결과를 나타낸 것이 Figure 3이다. Ordination은 각 조사구간의 상이성(dissimilarity)을 바탕으로 조사구를 상대적으로 배치하여 요약하는 것이다. TWINSpan분석과 비교하면, 신갈나무군락(VII)이 첫 번째 축을 중심으로 오른쪽에, 서어나무군락(I), 때죽나무군락(II), 상수리나무군락(IV)이 두 번째 축을 중심으로 위쪽에 배치되어 비교적 불연속적으로 나타났다. 반면, 소나무A군락(III), 소나무-갈참나무군락(V), 소나무B군락(VI)은 연속적으로 배치되었다.

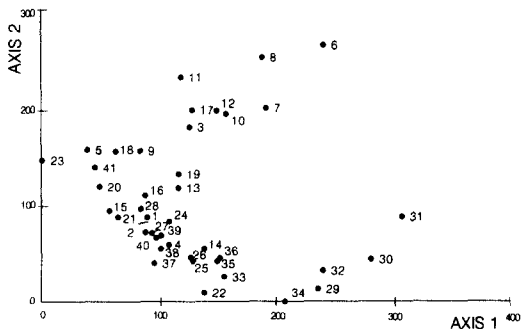


Figure 3. DCA ordination of the sample plots in the Dongwol Valley of the Gyeryongsan National Park.

3. 식생분석

Classification 분석에 의해 분리된 7개 군락을 각 군락별로 층위별 상대우점치(importance value) 및 평균 상대우점치를 나타낸 것이 Table 2이다.

군락 I은 조사구 6, 8이 포함된 서어나무군락이다. 층위별 상대우점치를 살펴보면, 교목층에서는 모두 7개 수종이 출현하였으며 서어나무가 I.V. 75.5%로 우점종이고, 졸참나무(I.V. 8.7%), 소나무(I.V. 3.7%), 신갈나무(I.V. 3.3%) 등이 뒤를 잇고 있다. 서어나무는 아교목층에서도 때죽나무(I.V. 28.1%)의 뒤를 이어 우세한 위치를 점하고 있다. 관목층에서는 국수나무가 I.V. 43.9%로 우점종이었다.

군락 II는 때죽나무군락으로 때죽나무는 교목층(I.V. 10.1%), 아교목층(I.V. 37.2%), 관목층(I.V. 7.1%)에서 골고루 관찰되었는데, 특히 아교목층에서 압도적으로 우세하게 나타났다. 교목층에서는 갈참나무(I.V. 18.3%), 졸참나무(I.V. 16.8%) 등 참나무류가 우세하고, 서어나무도 I.V. 13.2%로 점차 세력을 확장하고 있다. 반면 소나무는 교목층에서 I.V. 6.3% 조사되었을 뿐 아교목층과 관목층에서는 조사되지 않았다.

군락 III과 VI은 소나무군락이나 종조성에서 차이가 난다. 군락 III은 14개 조사구를 포함하며, 소나무는 교목층에서 I.V. 61.5%로 우점종을 이루고 있었고, 상수리나무(I.V. 17.8%), 서어나무(I.V. 3.7%) 등

Table 2. Importance value(%) of major woody species by the stratum in each community.

Comm.	Species	Layer				Species	Layer			
		C ^a	U ^b	S ^c	M ^d		C ^a	U ^b	S ^c	M ^d
I	<i>Carpinus laxiflora</i>	75.5	17.9	0.0	43.7	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	12.0	0.0	4.0
	<i>Styrax japonica</i>	2.7	28.1	0.0	10.7	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	43.9	7.3
	<i>Quercus mongolica</i>	3.3	9.6	0.0	4.9	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	0.0	18.6	3.1
	<i>Quercus serrata</i>	8.7	0.0	0.0	4.4	<i>Others</i>	6.2	32.5	37.6	20.2
	<i>Pinus densiflora</i>	3.7	0.0	0.0	1.8					
II	<i>Styrax japonica</i>	10.1	37.2	7.1	18.6	<i>Quercus mongolica</i>	7.5	2.9	0.0	4.7
	<i>Quercus aliena</i>	18.3	5.1	1.8	11.2	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	2.9	14.9	3.4
	<i>Quercus serrata</i>	16.8	4.0	0.0	9.7	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	0.0	17.9	3.0
	<i>Carpinus laxiflora</i>	13.2	2.8	0.0	7.5	<i>Others</i>	34.2	34.5	49.7	36.9
	<i>Weigela subsessilis</i>	0.0	10.7	8.8	5.1					
III	<i>Pinus densiflora</i>	61.5	2.6	0.0	31.6	<i>Quercus serrata</i>	4.0	7.2	5.0	5.2
	<i>Styrax japonica</i>	1.5	35.5	3.2	13.1	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	6.1	19.0	5.2
	<i>Quercus acutissima</i>	17.8	12.1	0.9	13.1	<i>Carpinus laxiflora</i>	3.7	4.7	4.4	4.1
	<i>Quercus aliena</i>	4.8	4.8	10.5	5.8	<i>Others</i>	6.8	27.1	57.1	22.0
IV	<i>Quercus acutissima</i>	43.8	4.7	2.6	23.9	<i>Platycaya strobilacea</i>	8.8	0.8	2.0	5.0
	<i>Populus ×albagladulsa</i>	21.1	26.4	1.0	19.5	<i>Pinus densiflora</i>	0.0	10.0	0.0	3.3
	<i>Pinus rigida</i>	13.3	0.0	0.0	6.7	<i>Quercus mongolica</i>	0.0	8.2	2.1	3.1
	<i>Quercus variabilis</i>	9.8	0.0	6.0	5.9	<i>Others</i>	3.3	35.7	82.9	27.4
	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.0	14.4	3.4	5.4					
V	<i>Pinus densiflora</i>	52.1	6.1	0.0	28.1	<i>Quercus mongolica</i>	3.6	6.9	3.6	4.7
	<i>Quercus variabilis</i>	33.5	13.4	0.6	21.3	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.4	1.7	1.6	1.0
	<i>Styrax japonica</i>	1.8	27.8	5.0	11.0	<i>Others</i>	8.3	32.6	81.0	28.6
	<i>Quercus serrata</i>	0.4	11.5	8.4	5.4					
VI	<i>Pinus densiflora</i>	76.9	0.0	0.0	38.4	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	7.2	15.3	5.0
	<i>Styrax japonica</i>	7.3	29.2	4.5	14.1	<i>Castanea crenata</i>	8.7	1.4	0.0	4.8
	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	27.2	20.1	12.4	<i>Styrax obassia</i>	0.0	7.0	13.7	4.6
	<i>Quercus variabilis</i>	7.3	9.2	4.4	7.4	<i>Others</i>	0.0	18.8	42.1	13.3
VII	<i>Quercus mongolica</i>	28.3	3.9	9.6	17.0	<i>Pinus densiflora</i>	15.5	0.0	0.0	7.7
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.0	39.6	23.0	17.0	<i>Quercus aliena</i>	8.3	2.4	6.6	6.1
	<i>Styrax obassia</i>	16.2	16.9	8.6	15.1	<i>Others</i>	17.4	34.2	50.3	28.5
	<i>Quercus variabilis</i>	14.4	3.1	2.1	8.6					

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

이 부수종으로 출현하고 있다. 아교목층에서는 때죽나무(I.V. 35.5%)가 우점종이었다. 4개 조사구가 해당되는 군락 VII은 교목층에서 역시 소나무(I.V. 76.8%)가 우점종이나 굴참나무(I.V. 7.3%), 때죽나무(I.V. 7.3%), 밤나무(I.V. 8.7%)가 출현하는 차이를 보이고 있다. 아교목층에서도 때죽나무(I.V. 29.2%) 외에 개웃나무(I.V. 27.2%)가 우점종이었다. 두 군락 모두 소나무군락에서 서어나무 및 참나무류의 세력확산이 이루어지고 있었다.

상수리나무가 우점종인 군락 IV는 교목층의 상수리나무(I.V. 43.8%), 현사시나무(I.V. 21.1%), 리기다소나무(I.V. 13.3%) 등 인간의 인위적 영향하에 있는 삼림이나 점차 주변으로부터 종의 유입이 이뤄지면서 천이가 진행되어 나가고 있다.

군락 V는 소나무와 참나무류가 경쟁을 하고 있는 군락으로 소나무는 교목층에서 I.V. 52.1%로 우점종이며, 아교목층에서 I.V. 6.1%가 관찰되었다. 한편 참나무류는 교목층에서 굴참나무(I.V. 33.5%)를 중심으로

Table 3. The estimated age of major woody species in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park

Community	Plot No.	Species Name	DBH(cm)	Estimated Age
I	6	<i>Carpinus laxiflora</i>	32	28
II	7	<i>Quercus serrata</i>	34	23
III	13	<i>Pinus densiflora</i>	18	25
	1	<i>P. densiflora</i>	31.5	30
V	25	<i>Q. variabilis</i>	35	41
		<i>P. densiflora</i>	32	37
VI	37	<i>P. densiflora</i>	40	46

신갈나무(I.V. 3.6%), 졸참나무(I.V. 0.4%) 등 점차 세력을 확장하고 있다. 특히, 아교목층에서 굴참나무와 졸참나무는 각각 I.V. 13.4%, 11.5%로 때죽나무(I.V. 27.8%)에 이어 우점종을 이루고 있었다.

군락 VII은 4개 조사구가 해당되는 신갈나무군집이다. 층위별로 종조성을 살펴보면 교목층에서 신갈나무(I.V. 28.3%), 쪽동백나무(I.V. 16.2%), 소나무(I.V. 15.5%), 굴참나무(I.V. 14.4%) 등 총 8종이 출현하였다. 아교목층에서는 칠쭉꽃(I.V. 39.6%), 쪽동백나무(I.V. 16.9%)가 우점종이었고, 관목층에서는 칠쭉꽃(I.V. 23.0%) 등이 주요 수종이었다.

이상의 군집구조를 살펴본 결과 동월계곡은 해발고도 차이가 크게 나지 않는 대신 사면에 따른 군락의 종 조성 차이가 나타나며(Table 1)(박인협과 서영권, 2001), 주로 과거 소나무군락이 점차 참나무류 등의 유입으로 경쟁관계에 있거나 일부는 극상수종인 서어나무로 이미 천이가 진행된 것으로 판단된다. 인가와 인접한 곳의 일부 조사지는 주변으로부터 점차 종이 자연스럽게 유입되어 천이가 진행되고 있었다.

4. 연륜분석

주요 군락 및 주요 수종에 대한 연륜분석을 실시하

였다(Table 3). 군락 I의 서어나무군락에서 서어나무는 흉고직경 32cm에 수령이 28년, 때죽나무군락(II)의 졸참나무는 흉고직경 34cm에 23년으로 분석되었다. 군락 III, V 그리고 VI의 소나무는 흉고직경 30~40cm에서 30~46년으로 측정되었다. 이로 미루어 볼 때 동월계곡의 식생은 40~50여 년 전의 심한 인간간섭 혹은 한국전쟁 이후 발달한 이차림으로 추정해 볼 수 있으며, 본격적으로 식생이 발달한 것은 30년 내외로 보여진다. 이는 인근의 동학사-남매탐구간의 임령(최송현과 조현서, 2001)과 비교할 때 20~30년 후에 발달한 셈이다.

5. 종수 및 개체수 분석

계룡산국립공원 동월계곡 41개 조사구에 대해 단위면적 100m²당 개체수 및 종수를 층위별로 분석을 실시하였다(Table 4).

각 조사구당 평균 출현개체수는 124.9±36.4주였으며, 층위별로 살펴보면 교목층 13.4±5.4주, 아교목층 27.0±15.8, 관목층 84.5±35.2였다.

평균 출현종수는 단위면적당 15.6±4.7으로 중앙값 및 최빈값과 유사하였다. 층위별로는 교목층이 4.0±1.5종, 아교목층이 8.9±3.8종, 관목층이 8.4±

Table 4. Descriptive analysis of the number of species and individuals of sample plots in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park.(Unit: 100m²)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
Mean	13.4±5.4	27.0±15.8	84.5±35.2	124.9±36.4	4.0±1.5	8.9±3.8	8.4±3.4	15.6±4.7
Median	12	21	84	120	4	8	8	15
Mode	10	10	84	95	4	6	8	17
Max	33	64	160	222	7	19	23	34
Min	6	7	24	51	1	1	2	8

Table 5. Similarity index(%) between communities in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park

Community	I	II	III	IV	V	VI	VII
II	63.82						
III	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

3.4이었다. 이는 인근의 동학사-남매담구간과 비교사 개체수 및 종수가 많게 관찰되었다(최송현과 조현서, 2001).

6. 유사도지수 분석

7개 군락에 대해 유사도지수를 분석한 것이 Table 5이다. 서어나무군락(I)과 때죽나무군락(II), 때죽나무군락(II)과 소나무A군락(III)은 60% 이상의 유사성을 나타내어 우점종에 대한 차이가 있으나 종 구성은 비슷한 면을 나타내었다. 그러나 서어나무군락(I)과 소나무B군락(VI), 상수리나무군락(IV)과 소나무B군락(VI)은 20% 미만의 높은 상이성을 보였다.

7. 흉고직경급별 분석

전체 41개 조사구 7개 식생군락에 대해 주요 종을 중심으로 흉고직경급별 분석을 실시한 것이 Table 6이다.

군락 I에서 소나무는 DBH 17~22cm 구간에 단 1주 출현한 반면 서어나무는 DBH 2~42cm 구간에 2~3주씩 고르게 분포하고 있었다.

군락 II는 때죽나무군락으로 때죽나무가 DBH 2~12cm에 집중적으로 분포하고 있다. 그러나 때죽나무는 생태적 특성상 아교목성상이며, 서어나무, 갈참나무, 졸참나무 등이 DBH 2~42cm 구간의 각 계급구간마다 고르게 분포하고 있어 참나무류에 이어 서어나무로의 천이진행이 예상된다.

소나무가 우점종인 군락 III은 DBH 2~37cm에 걸쳐 집중적으로 분포하며, DBH 52cm 이상의 대경목도 1주 조사되었다. 그러나 관목 및 소경목에서 서어나무와 상수리나무 등 소나무와 경쟁수종이 점차 세력을 확장해 나가고 있는 추세이다. 반면 군락 VII도 소나무우점종 군락이나 주요 구성종이 밤나무, 개울나

무, 때죽나무 등이며, 경쟁대상수종인 참나무류와 서어나무 등은 미미하게 나타나고 있다.

군락 IV는 상수리나무군락으로 리기다소나무, 현사시나무 등 인공적으로 식재된 수종 등이 주류를 이루고 있으나 인간간섭이 점차 배제되면서 DBH 2~22cm 구간에 신갈나무, 굴참나무 등이 세력을 넓혀 오고 있다.

군락 V는 소나무와 굴참나무의 경쟁이 일어나고 있는 곳으로 소나무는 DBH 2cm 이상에서 각 계급구간마다 소·중·대경목으로 분포하고 있으며, 특히 DBH 7cm 이상에 집중 분포하고 있다. 반면 굴참나무도 DBH 2cm 이상에 분포하고 있으나 특히, 소경목(DBH 2~12cm 구간)에 50주가 관찰되어 소나무가 차세를 형성하지 못하는 사이 굴참나무로의 천이진행이 예상된다.

인용 문헌

- 건설부 (1971) 계룡산국립공원 기본계획, 143쪽.
 계룡산관리사무소 (1997) 계룡산국립공원 자연생태계 보전계획, 108쪽.
 남이, 이수욱(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.
 박인협(1987) 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1): 1-23.
 박인협, 서영권(2001) 계룡산국립공원 계곡부의 사면방향과 해발고에 따른 산림구조. 한국환경생태학회 14(4): 296-302.
 박인협, 서영권, 이석면, 이만용(2001) 계룡산국립공원 연애플지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조. 한국환경생태학회 14(4): 303-310.

Table 6. The DBH distribution of major woody species for each community in the Dongwol Valley, the Gyeryongsan National Park. (Unit: cm)

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	200	<i>Pinus densiflora</i>	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	8	2	2	2	2	2	3	2	-	-	-
		<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	-	-	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	132	-	21	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
II	500	<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	1	2	2	2	-	-	1	-	-	-	-
		<i>Quercus aliena</i>	8	-	2	-	3	1	-	1	1	1	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	-	-	4	-	2	4	2	-	-	-	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	20	-	23	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	304	-	51	7	11	-	5	2	-	-	-	-	-
III	1,400	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	3	25	42	29	14	10	3	-	-	-	1
		<i>Carpinus laxiflora</i>	52	-	15	3	2	-	-	3	-	-	-	-	-
		<i>Quercus acutissima</i>	16	-	10	9	2	12	11	4	-	1	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	36	-	81	31	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	1,308	-	217	12	10	9	3	2	1	-	-	-	-
IV	200	<i>Pinus rigida</i>	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Populus × alba gladsula</i>	4	-	13	10	2	-	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus acutissima</i>	12	-	5	1	2	1	2	-	-	1	-	-	-
		<i>Quercus variabilis</i>	24	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus mongolica</i>	4	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	200	-	28	8	1	-	-	2	-	-	-	-	-
V	1,000	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	7	28	31	12	8	3	1	-	-	-	-
		<i>Carpinus laxiflora</i>	20	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus variabilis</i>	8	-	28	22	11	8	7	-	2	-	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	64	-	40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	20	-	44	14	1	1	-	-	-	-	-	-	-
		Others	672	-	108	13	4	1	3	-	1	-	-	-	-
VI	400	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	7	9	10	5	5	-	1	-	-
		<i>Castanea crenata</i>	-	-	3	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-
		<i>Rhus trichocarpa</i>	76	-	31	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Styrax japonica</i>	16	-	29	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-
		Others	268	-	64	3	1	1	-	-	1	-	-	-	-
VII	400	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	4	3	-	2	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus mongolica</i>	20	-	12	6	2	-	-	1	-	-	1	-	-
		<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	40	-	57	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Syrax obassia</i>	16	-	22	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	124	-	47	16	7	-	1	1	1	-	-	-	-

^a: D₁ < 2(cm), ^b: 2 ≤ D₂ < 7, ^c: 7 ≤ D₃ < 12, ^d: 12 ≤ D₄ < 17, ^e: 17 ≤ D₅ < 22, ^f: 22 ≤ D₆ < 27, ^g: 27 ≤ D₇ < 32, ^h: 32 ≤ D₈ < 37, ⁱ: 37 ≤ D₉ < 42, ^j: 42 ≤ D₁₀ < 47, ^k: 47 ≤ D₁₁ < 52, ^l: 52 ≤ D₁₂

- 박종성, 김지문, 송호경(1979) 계룡산 식물에 관한 조사 보고. 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.
- 송호경, 이규석, 이선, 김효정, 이미정, 지윤의 (2001) 계룡산국립공원 내 군사보호구역의 삼림식생. 한국환경생태학회지14(4):332-340.
- 신창남, 송호경, 박종성(1983) 계룡산 삼림토양의 특성에 관하여. 충남대학교 환경연구보고 1(2): 1-7.
- 신창남, 이심신(1984) 계룡산 관목림 군집의 구조와 동태 분석. 충남대학교 환경연구보고 2(1): 1-13.
- 이성, 송호경(2000) 계룡산국립공원 계곡부 식생의 식물사회학적 연구. 한국환경생태학회지 14(1): 88-98.
- 이경재, 권전오, 김정호(2001) 계룡산국립공원 감사계곡 노거수군집의 식생구조. 한국환경생태학회지 14(4): 217-237.
- 이고봉(1999) 계룡산. 도서출판 함께. 92쪽.
- 임경빈, 이경준(1999) 임학개론. 향문사. 393쪽.
- 최송현, 조현서(2001) 계룡산국립공원 동학사-남매탑구간의 삼림군집구조 분석. 한국환경생태학회지 14(4):252-267.
- 추갑철, 김갑태, 김정오(2001) 계룡산국립공원 자연보전지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 한국환경생태학회지 14(4): 287-295.
- 한봉호, 조 우, 이수동(2001) 계룡산국립공원 동학사계곡의 식물군집구조. 14(4): 238-251.
- 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) DECORAN A- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N. Y.
- 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.
- Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N. Y.