

월출산국립공원 금생골의 식생구조^{1a}

최송현² · 강현미³

Vegetation Structure of the Kumsaenggol in the Wolchulsan National Park^{1a}

Song-Hyun Choi², Hyun-Mi Kang³

요약

월출산국립공원 금생골의 식생구조 분석을 실시하기 위해 30개 조사구를 설치하고, 식생조사를 실시하였다. Classification 기법 중 하나인 TWINSpan을 이용하여 군락분리를 시도한 결과, 굴참나무군락(I), 상수리나무군락(II), 소나무군락(III), 소나무-상수리나무군락(IV)의 4개 군락으로 분리되었다. 이상의 분석결과 월출산국립공원 금생골의 식생은 군락 I 과 II의 경우 소나무에서 굴참나무와 상수리나무 등 참나무류로 천이가 진행된 발전단계였으며, 군락 III과 IV는 소나무가 참나무류와 경쟁관계에 있는 것으로 판단된다.

주요어 : TWINSpan, 난대식물, 북방한계

ABSTRACT

To investigate the forest structure and to suggest a basic management data of the forest in the Kumsaenggol area of Wolchulsan National Park, thirty plots were set up and surveyed. According to the analysis of classification by TWINSpan, the community was divided into the four groups of *Quercus variabilis*(I), *Q. acutissima*(II), *Pinus densiflora*(III) and *P. densiflora-Q. acutissima*(IV). From the results of the above, it could be determined that communities I and II were in a developmental stage of the ecological succession, in which the *Quercus* spp. community progressed from *Pinus densiflora*. Additionally, communities III and IV are also in a developmental stage and will be expected to show competition regarding *Pinus densiflora*.

KEY WORDS : TWINSpan, WARM TEMPERATE ZONE PLANTS, NORTHERN BOUNDARY LINE

1 접수 9월 19일 Received on Sep. 19, 2006

2 부산대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National Univ., Miryang(627-702), Korea(songchoi@pusan.ac.kr)

3 밀양대학교 대학원 Graduate School, Miryang National Univ., Miryang(627-702), Korea(mybab@lycos.co.kr)

a 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

서론

월출산국립공원은 1973년 3월 월출산 도립공원으로 지정되었다가 1988년 6월 월출산 국립공원으로 승격 지정되었다. 제 20호 국립공원으로 우리나라 국립공원 중 가장 면적이 작은 56.100km²가 지정되었으며, 전라남도 남서부에 위치하고 행정구역상 영암군과 강진군에 속하며, 경·위도상으로는 북위 34°21'40"~34°47'20", 동경 126°37'40"~126°44'20"에 위치해 있다(국립공원관리공단, 1998).

월출산국립공원내에 분포하는 식물상은 보고에 따라 차이가 있는데, 총 131과 430속 591종 94변종 8품종으로 총 693종이 분포하고 있는 것으로 밝혀졌다. 이 중 목본식물은 64과 133속 203종 25변종 6품종으로 총 234종(국립공원관리공단, 1998)이 분포하고 있는 것으로 보고되고 있다.

월출산국립공원은 식물구계상 난대식물의 북방한계 선상에 위치하고 있어 학술 및 생태적으로 큰 가치를 지니는데, 오구균과 심항용(2006), 최송현과 조현서(2006), 최송현 등(2006)은 월출산국립공원 전역의 상록활엽수 분포 및 식생구조 연구를 수행하였다.

월출산국립공원 지역은 온대남부기후대에 속하며, 한랭지수는 -10℃·월으로 상록활엽수종의 북방한계구역으로 온대남부기후대와 난대기후대의 추이대이다(국립공원관리공단, 1998).

금생골지역은 국립공원구역임에도 그동안 이 지역에 대한 체계적인 자료가 없어 공원관리의 사각지대로 남아 있었던 지역으로써, 본 연구에서는 금생골을 대상으로 식생구조를 조사분석함으로써 산림의 종조성의 특성을 구명하고, 국립공원 관리의 기초자료 제공을 목적으로 한다.

조사구 설정 및 연구방법

1. 조사구 설정 및 조사 시기

월출산국립공원 금생골에 대해 Figure 1과 같이 10m×10m(100m²)의 조사구 30개를 설치하였다. 본 연구는 2005년 2월 예비조사를 거쳐 7월에 본조사를 실시하였다.

2. 조사 및 분석 방법

(1) 식생 및 환경요인 조사

월출산국립공원 금생골구간의 대표적인 식생 및 입

지환경의 변화가 있는 지역에 조사구를 설정하여, 주요 환경인자 및 식생을 조사하였다. 식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 조사를 실시하였으며, 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고 직경 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 10m×10m크기 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다.

각 조사지의 일반적 개황으로는 지형적 위치, 고도, 경사도, 울폐도, 수고, 종수 등을 조사하였다.

(2) 식물군집구조 조사

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value ; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage ; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage ; M.I.P.)를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination(Hill, 1979a)분석을 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도

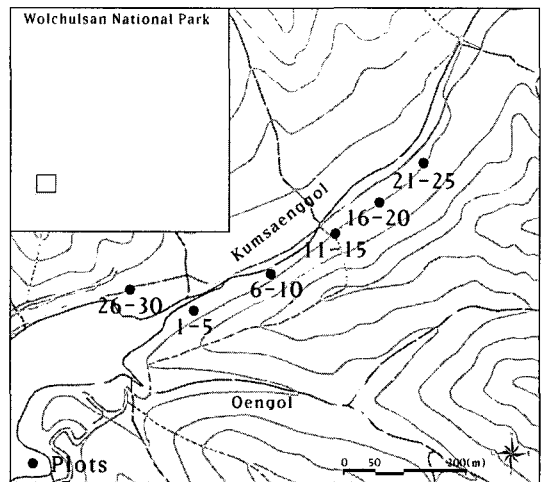


Figure 1. Map of the survey plots in the Kumsaenggol area, the Wolchulsan National Park.

를 비교·분석하였고, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(Similarity Index)를 분석하였다.

(3) 연륜 및 성장량조사

조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목 혹은 대표적인 수목을 선정하여 지상으로부터 1.2m 높이에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하였다. 추출한 목편은 분석하여 수목의 수령 및 성장상태를 파악하였다.

평균최고기온은 18.9℃, 평균최저기온은 7.7℃였다. 강수량은 1,601.7mm였고, 평균풍속은 2.1m/sec, 상대습도는 70.2%였다.

금생골을 대상으로 전체 30개 조사구의 일반적인 현황을 나타내었다(Table 1). 조사구는 TWINSpan 기법에 의한 군락분리순으로 나열되었다. 조사구는 해발 0~10m에 위치하여 해발고간 차이는 크게 나지 않았다. 각 층위별 수고는 교목층이 8~17m, 아교목층은 4~7m, 관목층은 1.0~1.5m였다. 층위별 평균흉고직경은 교목층이 14.7~37.0cm, 아교목층은 5.1~38.0cm였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

월출산국립공원에 인접 지역인 장흥의 지난 10년간(1996~2005년) 기후를 살펴보면 연평균기온은 12.9℃,

2. 식생구조

(1) Classification 분석

Classification 분석 중 TWINSpan기법을 적용하여 군락을 분리하였다(Figure 2). 주요 지표종(indicator

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots in the Kumsaenggol area, the Wolchulsan National Park

Community	I									
	9	20	25	6	10	14	15	18	19	1
Plot number										
Altitude(m)	100	110	110	100	100	110	110	110	110	100
Slope(°)	8	5	5	8	8	5	5	5	5	9
Number of species	10	11	11	15	16	11	14	12	11	25
Canopy	Height(m)	15	17	17	15	15	16	16	17	17
	Mean DBH(cm)	23.5	14.7	29.0	24.0	22.0	18.0	18.5	19.5	37.0
	Cover(%)	80	80	60	80	80	60	60	80	80
Understory	Height(m)	5	7	7	5	5	7	7	7	7
	Mean DBH(cm)	5.5	8.8	17.7	20.0	8.0	9.5	5.1	7.9	16.0
	Cover(%)	60	40	50	60	40	40	40	40	30
Shrub	Height(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	Cover(%)	30	70	60	30	30	80	80	70	70

Table 1. (Continued)

Community	II									
	2	11	12	7	8	16	17	21	22	24
Plot number										
Altitude(m)	100	110	110	100	100	110	110	110	110	110
Slope(°)	9	5	5	8	8	5	5	5	5	5
Number of species	17	17	22	15	14	19	13	13	10	9
Canopy	Height(m)	13	16	16	15	15	17	17	17	17
	Mean DBH(cm)	33.0	26.5	25.0	27.5	34.0	23.0	33.0	31.0	19.5
	Cover(%)	70	60	60	80	80	80	80	60	60
Understory	Height(m)	7	7	7	5	5	7	7	7	7
	Mean DBH(cm)	16.0	9.5	13.0	10.0	9.0	7.8	15.2	12.0	38.0
	Cover(%)	30	40	40	60	60	40	40	50	50
Shrub	Height(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	Cover(%)	50	80	80	30	30	70	70	60	60

Table 1. (Continued)

Community		III								IV	
Plot number		29	30	26	27	28	3	4	5	13	23
Altitude(m)		100	100	100	100	100	100	100	100	110	110
Slope(°)		20	20	20	20	20	9	9	9	5	5
Number of species		10	15	12	13	11	10	9	12	16	14
Canopy	Height(m)	8	8	8	8	8	13	13	13	16	17
	Mean DBH(cm)	31.5	25.4	23.3	21.3	23.0	28.0	35.5	24.5	28.0	22.0
	Cover(%)	60	60	60	60	60	70	70	70	60	60
Understory	Height(m)	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7
	Mean DBH(cm)	10.0	14.8	13.0	7.9	10.4	8.0	7.8	9.0	12.3	6.5
	Cover(%)	80	80	80	80	80	30	30	30	40	50
Shrub	Height(m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	Cover(%)	80	80	80	80	80	50	50	50	80	60

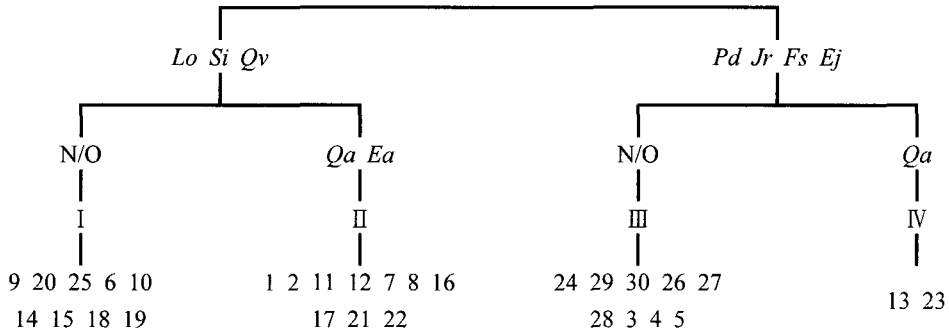


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using thirty plots in the Kumsaenggol area, the Wolchulsan National Park (*Lo*:*Lindera obtusiloba*, *Si*:*Stephanandra incisa*, *Qv*:*Quercus variabilis*, *Pd*:*Pinus densiflora*, *Jr*:*Juniperus rigida*, *Fs*:*Fraxinus sieboliana*, *Ej*:*Eurya japonica*, *Qa*:*Quercus acutissima*, *Ea*:*Euonymus alatus*, N/O:Non observation).

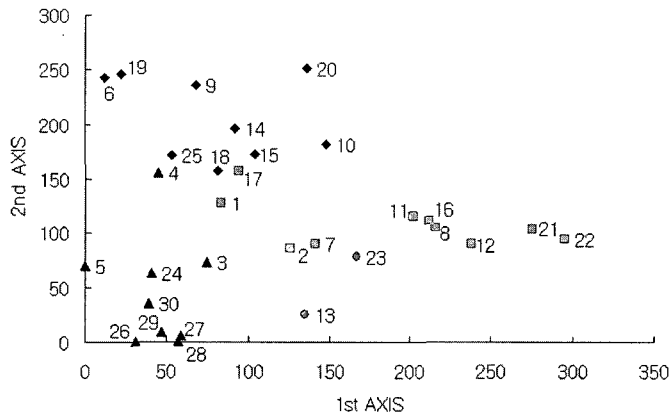


Figure 3. DCA ordination of thirty plots in the Kumsaenggol area of the Wolchulsan National Park (◆:*Quercus variabilis* community(I), □:*Quercus acutissima* community(II), ▲:*Pinus densiflora* community(III), ●:*Pinus densiflora-Quercus acutissima* community(IV)).

species)을 중심으로 군락을 분리한 결과 첫 번째 단계에서 생강나무(*Lo*), 국수나무(*Si*), 굴참나무(*Qv*)를 중심으로 19개 조사구가 왼쪽에, 그리고 소나무(*Pd*), 노간주나무(*Jr*), 쇠물푸레(*Fs*), 사스레피나무(*Ej*)를 중심으로 11개 조사구가 오른쪽으로 분리되었다.

첫 번째 단계에서 생강나무(*Lo*), 국수나무(*Si*), 굴참나무(*Qv*)를 지표종으로 분리된 군락은 두 번째 단계에서 상수리나무(*Qa*)와 화살나무(*Ea*)의 출현 유무에 따라 군락 I 과 군락 II로 분리되었다. 한편, 소나무(*Pd*), 노간주나무(*Jr*), 쇠물푸레(*Fs*), 사스레피나무(*Ej*)를 중심으로 분리된 군락은 두 번째 단계에서 상수리나무(*Qa*)의 출현 유무에 따라 군락 III과 군락 IV로 분리되었다.

그 결과 굴참나무군락(I), 상수리나무군락(II), 소나무군락(III), 소나무-상수리나무군락(IV)으로 최종 분리되었다.

(2) Ordination 분석

Classification과 상호보완적인 방법으로, 군락의 분포를 알아보기 위해(이경재 등, 1994) ordination방법 중 DCA기법을 적용하여 분석하여 결과를 나타낸 것이 Figure 3이다. Ordination은 각 조사구간의 상이성(dissimilarity)을 바탕으로 조사구를 배치하여 요약하는 것이다(Orloci, 1978). TWINSpan분석에서 군락 I로 분리된 굴참나무군락(◆)이 분포도상에 왼쪽 윗쪽에, 군락 II인 상수리나무군락(■)이 중간쪽에 소나무군락(▲)인 군락 III은 왼쪽 아래에 소나무-상수리나무군락(●)인 군락 IV는 오른쪽으로 분포하고 있다. 이는 이들 조사구가 해발고 차이 및 사면차이가 없는 점을 감안하면 수분이나 기타의 환경요인에 의한 환경구배차이의 분포결과로 판단된다.

(3) 군락구조분석

Classification 분석 중 TWINSpan 기법에 의해 분리된 4개 군락을 각 군락별로 층위별 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이 Table 2이다.

군락 I은 7개 조사구가 포함된 굴참나무군락이다. 층위별 상대우점치를 살펴보면, 교목층에서는 모두 7개 수종이 출현하였으며 굴참나무가 상대우점치 64.88%로 우점종이고 리기다소나무(I.P. 9.35%), 아까시나무(I.P. 9.14%), 소나무(I.P. 6.98%) 등이 뒤를 잇고 있다. 굴참나무는 아교목층에서도 굴참나무(I.P. 17.92%)의 뒤를 이어 개울나무와 같이 우세한 위치를 점하고 있었다. 관목층에서는 땅비싸리가 상대우점치 34.93%로 우점종으로 나타났으며, 그 외의 수종들은 모두 I.P. 10% 미만으로 조사되었다.

군락 II는 상수리나무군락으로 9개 조사구가 포함된 군락으로, 상수리나무는 교목층에서 상대우점치 53.23%로 가장 높게 나타났으며, 소나무(I.P. 23.97%), 굴참나무(I.P. 12.67%) 등이 부수종으로 출현하고 있다. 아교목층에서 또한 상수리나무가 상대우점치 30.83%로 가장 넓게 분포하고 있다. 관목층에서는 국수나무가 상대우점치 50.28%로 우점종이었다.

군락 III은 9개 조사구를 포함하며, 소나무가 교목층에서 상대우점치 54.61%로 우점종을 이루고 있었고, 굴참나무(I.P. 15.92%)가 부수종으로 출현하고 있다. 아교목층에서는 쇠물푸레(I.P. 21.76%), 노간주나무(I.P. 16.01%), 소나무(I.P. 13.14%)가 우점종이었다.

2개 조사구가 해당되는 군락 IV는 소나무-상수리나무군락으로 교목층에서 소나무(I.P. 55.92%), 상수리나무(I.P. 33.00%)가 우점종이었다. 아교목층에서는 노린재나무(I.P. 26.29%) 외에 개울나무(I.P. 14.39%), 사스레피나무(I.P. 13.16%)가 주요 수종이었다. 관목층에서는 산철쭉이 상대우점치 33.19%로 폭넓게 분포하고 있었다.

이상 금생골의 산림식생구조분석을 종합하면, 군락 I 과 군락 II는 참나무류군락으로 소나무와의 경쟁을 통해 천이과정상 발달단계(developmental stage)에 이르렀고, 군락 III과 군락 IV는 소나무군락이 점차 참나무류 등의 유입으로 경쟁관계에 있어 천이가 발달단계로 진행될 것으로 예상된다.

월출산국립공원은 온대남부기후대에 속하며, 상록활엽수의 북방한계구역으로 온대남부기후대와 난대기후대의 추이대 지역으로 상록활엽수와 낙엽활엽수가 더불어 분포해야 하나(오구균과 심항용, 2006) 금생골은 월출산국립공원의 남서쪽에 위치하면서도 낙엽활엽수 위주의 수종이 나타나고 있다.

3. 유사도지수 분석

Table 3은 군락간의 유사도지수 분석결과를 나타낸 것이다. Ordination분석과 마찬가지로 굴참나무군락인 군락 I 과 소나무-상수리나무군락인 군락 IV는 상이성이 73.76%로 나타났다. 군락 III과 군락 IV는 우점종이 소나무로 동일하나, 부수종의 차이가 많아 유사도지수는 50.81%로 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 3. Similarity index among four communities

Community	I	II	III
II	35.16		
III	32.28	40.88	
IV	26.24	49.78	50.81

Table 2. Importance percentage of major woody species by the stratum in each community.

Comm.	Species	Layer				Species	Layer			
		C ¹	U	S	M		C	U	S	M
I	<i>Quercus variabilis</i>	64.88	16.28	0.00	37.87	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	2.18	9.09	2.24
	<i>Quercus serrata</i>	3.18	17.92	3.69	8.18	<i>Quercus mongolica</i>	0.00	5.90	1.40	2.20
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	9.14	3.35	2.48	6.10	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	5.98	0.81	2.13
	<i>Indigofera kirilowii</i>	0.00	0.00	34.93	5.82	<i>Platycarya strobilacea</i>	1.93	1.40	3.28	1.98
	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	12.62	7.62	5.48	<i>Quercus aliena</i>	0.00	3.11	2.99	1.54
	<i>Pinus rigida</i>	9.35	1.70	0.00	5.24	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	7.27	1.21
	<i>Pinus densiflora</i>	6.98	0.00	0.00	3.49	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	2.38	2.37	1.19
	<i>Styrax japonica</i>	4.53	3.55	0.00	3.45	Others	0.00	15.97	20.80	8.81
	<i>Prunus sargentii</i>	0.00	7.69	3.30	3.11					
II	<i>Quercus acutissima</i>	53.23	30.83	0.43	36.96	<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	0.00	6.34	0.47	2.19
	<i>Pinus densiflora</i>	23.97	3.94	0.23	13.34	<i>Pinus rigida</i>	4.33	0.00	0.00	2.17
	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	50.28	8.38	<i>Styrax japonica</i>	0.00	4.69	0.00	1.56
	<i>Quercus variabilis</i>	12.67	3.15	0.00	7.39	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.00	2.22	3.99	1.41
	<i>Quercus mongolica</i>	4.46	6.82	0.42	4.57	<i>Indigofera kirilowii</i>	0.00	0.00	7.11	1.19
	<i>Quercus serrata</i>	1.35	6.58	0.85	3.01	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	0.60	5.07	1.05
	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	7.28	0.47	2.51	<i>Quercus variabilis</i>	0.00	3.14	0.00	1.05
	<i>Prunus sargentii</i>	0.00	5.06	3.50	2.27	Others	0.00	19.37	27.20	11.02
III	<i>Pinus densiflora</i>	64.51	13.14	0.00	36.64	<i>Platycarya strobilacea</i>	1.77	2.23	0.00	1.63
	<i>Quercus variabilis</i>	15.92	1.97	1.37	8.85	<i>Diospyros lotus</i>	0.00	3.20	2.22	1.44
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.80	21.76	7.11	8.84	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	0.00	7.92	1.32
	<i>Juniperus rigida</i>	1.57	16.01	3.88	6.77	<i>Styrax japonica</i>	0.00	3.90	0.00	1.30
	<i>Quercus mongolica</i>	6.24	8.70	0.49	6.10	<i>Rhus javanica</i>	0.00	0.00	7.31	1.22
	<i>Eurya japonica</i>	1.57	7.99	7.42	4.69	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	0.00	6.90	1.15
	<i>Quercus aliena</i>	3.54	4.94	5.93	4.41	<i>Indigofera kirilowii</i>	0.00	0.00	6.74	1.12
	<i>Quercus serrata</i>	0.00	4.31	14.60	3.87	<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	6.23	1.04
	<i>Pterocarya stenoptera</i>	4.08	2.23	2.79	3.25	Others	0.00	9.60	25.18	7.40
IV	<i>Pinus densiflora</i>	55.92	0.00	0.00	27.96	<i>Eurya japonica</i>	0.00	13.16	0.00	4.39
	<i>Quercus acutissima</i>	33.00	0.00	7.26	17.71	<i>Quercus aliena</i>	0.00	7.51	0.00	2.50
	<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>	5.27	26.29	0.00	11.40	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.00	4.00	2.70	1.78
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	5.81	6.64	7.20	6.32	<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	0.00	5.10	0.00	1.70
	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	14.39	6.33	5.85	<i>Juniperus rigida</i>	0.00	4.68	0.00	1.56
	<i>Rhododendron poukhanense</i>	0.00	0.00	33.19	5.53	<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	6.07	1.01
	<i>Quercus mongolica</i>	0.00	13.12	3.53	4.96	Others	0.00	5.11	33.76	7.34

¹ C:Importance percentage in Canopy layer, U:Importance percentage in Understory layer, S:Importance percentage in Shrub layer, M:Mean importance percentage

4. 종수 및 개체수 분석

4개 군락간의 종수 및 개체수 분석을 실시한 것이 Table 4이다. 평균출현개체수가 가장 많은 군락은 군락 II인 상수리나무군락으로 49.50 ± 17.68 개체였다. 그러나 층위별로 살펴보면 교목층과 아교목층에서는 군락 III이 관목층에서는 군락 II가 가장 높은 값을 나타내었다.

평균출현종수가 가장 많은 군락 또한 상수리나무군락으로 단위면적당(100m^2) 16.50 ± 4.53 종이었다. 그러나 층위별로 살펴보면 교목층에서는 군락 IV가 아교목층에서는 군락 II가 관목층에서는 군락 IV가 가장 많이 관찰되었다.

월출산국립공원 금생골의 30개 조사구에 대해 단위면적 100m^2 당 개체수 및 종수를 층위별로 분석 하였다 (Table 5).

각 조사구당 평균출현개체수는 43.17 ± 17.34 개체로 교목층에서는 6.77 ± 3.28 개체, 아교목층에서는 16.50 ± 7.41 개체 그리고 관목층에서는 20.23 ± 10.65 개체가 관찰되었다.

각 조사구당 평균출현종수는 13.57 ± 3.75 종으로 중앙값과 근사하였고, 단위면적당 최대 25종까지 출현하였다. 지리산국립공원의 대원사계곡의 경우 평균출현종

수는 11.6 ± 3.7 종(최송현 등, 2000)으로 본 연구 대상지와 비교할 수 있다.

5. 흉고직경급별 분석

전체 30개 조사구 4개 식생군락에 대해 주요종을 중심으로 흉고직경급별 분석을 실시한 것이 Table 6이다. 흉고직경급별 분석은 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 삼림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe & Marks, 1978).

군락 I에서 굴참나무는 $\text{DBH} \leq 2$ 및 2~32cm에 걸쳐 폭 넓게 분포하였으며, 특히, DBH 12~22cm에서 높은 출현빈도를 나타내었다. 또한, DBH 37~42cm 사이의 대경목도 1개체가 관찰되었다. 아교목층은 개울나무가 DBH 7cm 이하에서 24개체 관찰되었으며, 관목층은 땅비싸리가 37개체로 가장 많이 출현하였다.

10개 조사구가 포함된 상수리나무군락인 군락 II에서 상수리나무는 중대 경목에 해당하는 $\text{DBH} \leq 2$ 및 2~32cm이하에서 1~19개체가 조사되었고, DBH 37~42cm 사이에서 대경목도 1개체가 관찰되어 우점종을 이루고 있었다. 아교목층은 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무 등의 상수리나무를 제외한 참나무류가 점유하고 있었으나 일부는 교목층까지 진출하였다.

Table 4. Mean analysis of the number of species and individuals of sample plots in the Kumsaenggol, the Wolchulsan National Park. (Unit: 100m^2)

Comm.	No. of individual				No. of species			
	Tree	Undersrory	Shrub ¹	Total	Tree	Undersrory	Shrub	Total
I	4.67 ± 2.87	15.11 ± 5.42	15.78 ± 6.06	35.56 ± 11.13	2.00 ± 0.87	7.00 ± 2.12	7.22 ± 1.64	12.33 ± 2.12
II	7.50 ± 3.24	17.20 ± 6.76	24.80 ± 11.43	49.50 ± 17.68	2.60 ± 1.51	8.80 ± 3.55	8.40 ± 2.50	16.50 ± 4.53
III	8.44 ± 2.88	17.67 ± 10.40	21.33 ± 12.71	46.33 ± 21.31	2.78 ± 1.30	6.11 ± 1.76	6.33 ± 2.50	11.20 ± 1.99
IV	5.00 ± 2.83	14.00 ± 5.66	12.50 ± 3.54	31.50 ± 0.71	3.00 ± 1.41	7.00 ± 1.41	8.50 ± 2.12	15.00 ± 1.41

¹ The unit area of shrub layer is 25m^2 .

Table 5. Descriptive analysis of the number of species and individuals of sample plots in the Kumsaenggol, the Wolchulsan National Park. (Unit: 100m^2)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species			
	Tree	Undersrory	Shrub ¹	Total	Tree	Undersrory	Shrub	Total
Mean	6.77 ± 3.28	16.50 ± 7.41	20.23 ± 10.65	43.17 ± 17.34	2.50 ± 1.25	7.33 ± 2.71	7.43 ± 2.31	13.57 ± 3.75
Median	6.50	17.00	16.50	41.00	2.00	7.00	7.50	13.00
Mode	3.00	19.00	14.00	82.00	2.00	6.00	8.00	11.00
Maximum	13.00	41.00	48.00	82.00	6.00	14.00	12.00	25.00
Minimum	2.00	5.00	7.00	20.00	1.00	3.00	1.00	9.00

¹ The unit area of shrub layer is 25m^2 .

Table 6. The DBH distribution of major woody species for each community in the Kumsaenggol, the Wolchulsan 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
I	900	<i>Pinus rigida</i>	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0
		<i>Pinus densiflora</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
		<i>Quercus variabilis</i>	0	1	4	2	10	8	6	1	0	1
		<i>Quercus serrata</i>	6	1	16	5	2	0	0	0	0	0
		<i>Lindera obtusiloba</i>	13	0	4	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Prunus sargentii</i>	5	2	14	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Indigofera kirilowii</i>	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	5	1	5	1	3	1	0	0	0	0
		<i>Rhus trichocarpa</i>	15	1	23	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Styrax japonicus</i>	0	0	6	2	1	0	0	0	0	0
		Others	61	2	42	4	1	1	0	0	0	0
II	1000	<i>Quercus acutissima</i>	2	1	14	12	19	14	6	2	0	1
		<i>Quercus variabilis</i>	0	0	1	5	2	1	3	0	1	0
		<i>Quercus mongolica</i>	2	5	18	2	0	0	0	0	0	0
		<i>Quercus serrata</i>	4	6	9	2	0	1	0	0	0	0
		<i>Stephanandra incisa</i>	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Prunus sargentii</i>	13	4	9	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Indigofera kirilowii</i>	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	15	0	3	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Rhus trichocarpa</i>	2	0	13	3	0	0	0	0	0	0
		<i>Rhododendron mucronulatum</i>	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Others	72	7	43	10	8	2	4	3	2	0		
III	900	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	12	29	8	6	4	2	1	0
		<i>Quercus variabilis</i>	5	0	0	3	1	2	4	0	0	0
		<i>Quercus aliena</i>	9	0	6	3	2	0	0	0	0	0
		<i>Quercus serrata</i>	28	0	10	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Indigofera kirilowii</i>	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Rhus trichocarpa</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Eurya japonica</i>	10	1	13	3	0	0	0	0	0	0
		<i>Rhododendron mucronulatum</i>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	22	4	39	2	0	0	0	0	0	0
Others	68	6	49	20	5	0	0	0	0	0		
IV	200	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
		<i>Quercus acutissima</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
		<i>Rhus trichocarpa</i>	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0
		Others	21	0	17	1	1	0	0	0	0	0

^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

Table 7. The estimated of major woody species in the Kumsaenggol, the Wolchulsan National Park.

Comm.	Plot No.	Species	Height(m)	DBH(cm)	Expected Age(Year)	Mean Annual Growth(mm)
II	7	<i>Quercus acutissima</i>	18	27.5	21	6.15
	17	<i>Quercus variabilis</i>	18	33	33	8.52
	22	<i>Quercus acutissima</i>	18	38	27	6.06
III	4	<i>Pinus densiflora</i>	18	35.5	47	3.65

군락 III은 소나무가 우점종인 군락으로 소나무는 DBH 2~37cm 사이에서 각 계급구간마다 1~29개체씩 분포하고 있었다. 한편, 굴참나무가 DBH 7~27cm 사이에서, 갈참나무가 DBH 2~17cm 사이에서 관찰됨으로써 소나무군락이 참나무류와 경쟁하고 있으며, 점차 세력이 참나무류 쪽으로 식생천이될 것을 판단되었다.

군락 IV도 군락 III과 비슷한 양상을 나타내고 있다.

각 식생군락의 흉고직경급별 분석결과 군락 I 과 군락 II는 천이경쟁관계를 형성하지 못하고 있으며, 군락 III과 군락 IV는 소나무가 점차 굴참나무, 갈참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 경쟁을 거치며 도태될 것으로 사료된다.

6. 연륜 및 성장분석

주요 수종에서 채취한 목편으로 수목의 연륜 및 성장 분석을 실시하여, 군락별로 나타내었다(Table 7). 소나무는 47년으로 분석되었고, 상수리나무와 굴참나무는 21~33년으로 측정되었다. 이로 미루어 소나무가 도태되고 참나무류 등에 의해 천이가 진행되고 있는 것을 알 수 있다. 분석 결과 금생골의 산림은 20~45년 내외의 숲임을 알 수 있다.

인용문헌

- 국립공원관리공단 <http://www.npa.or.kr/>
 국립공원관리공단 (1998) 국립공원 자연자원조사-월출산국립공원-. 285쪽.
 국립공원관리공단 (2001) 국립공원백서. 540쪽.
 국립공원관리공단 (2005) 국립공원백서. 464쪽.
 국립공원관리공단 월출산관리사무소 (1997) 월출산국립공원 자연생태계 보전계획. 118쪽.
 박인협, 이경재, 조재창 (1987) 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1):1-23.
 월출산국립공원 <http://www.knps.or.kr/wolchul/>
 오구균, 심항용(2006) 월출산국립공원 상록활엽수 분포 및 군집구조. 한국환경생태학회지 20(2):81-93.
 이경재, 최송현, 조현서, 이운원 (1994) 덕유산국립공원의 삼림군집구조 분석. 응용생태연구 7(2): 135-154.
 최송현, 권전오, 송근준(2000) 지리산국립공원 대원사계곡의 삼림군집구조 분석. 한국환경생태학회지 13(4): 354-366.
 최송현, 조현서(2006) 월출산국립공원 도갑사 계곡의 식생구조. 한국환경생태학회지 20(2): 94-102.
 최송현, 조현서, 강현미(2006) 월출산국립공원 묵동지역의 식생구조 분석. 한국환경생태학회지 20(2): 103-113.
 Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
 Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
 Harcombe, P. A. and P. H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For sci. 24(2): 153-166.
 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) 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., 384pp.
 Orloci, L.(1978) Multivariate Analysis in Vegetation research, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
 Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecology Monographs 26: 1-80pp.