

오대산 국립공원 두노봉-상왕봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구^{1*}

- 분비나무림과 주목림 -

김갑태² · 추갑철³ · 엄태원²

Studies on the Structure of Forest Community at Turobong-Sangwangbong Area in Odaesan National Park^{1*}

- *Abies nephrolepis* and *Taxus cuspidata* Forest-

Gab-Tae Kim², Gab-Chul Choo³, Tae-Won Um²

요 약

오대산 국립공원의 두로봉, 상왕봉 지구를 중심으로 분포하고 있는 천연림의 생육현황과 구조를 파악하고자, 이 지역에 19개의 방형구(10×10m)를 설치하여 식생을 조사하였다. 고산지대에 생육중인 주목과 분비나무를 대상으로 생육현황표를 이용하여 잎의 변색, 낙엽율, 줄기, 신초와 소지, 정아우세, 수세 등의 항목을 조사하였다. Cluster 분석한 결과 두 개의 군집(주목군집과 신갈나무-사스래나무군집)으로 분류되었다. 수종간의 상관관계에서는 주목과 미역줄나무, 마가목; 분비나무와 신갈나무; 호랑버들과 부계꽃나무; 신갈나무와 참빗살나무 등의 수종들간에는 높은 정도의 상관이 인정되었고, 주목과 분비나무, 신갈나무 및 사스래나무; 분비나무와 미역줄나무 등의 수종들간에는 높은 부의 상관이 인정되었다. 조사대상지의 종다양도(H')는 1.2499~0.9608로 나타났다.

분비나무의 생육현황조사의 점수평균은 6.1점이며, 고사목의 비율이 10.9%였다. 주목의 생육현황조사의 점수평균은 17.3점이었고, 피해유형은 정단부를 비롯한 가지의 고사, 줄기의 동공, 줄기가 구부러지는 것 등의 세 가지였다.

주요어 : 오대산국립공원, 종다양성, 종의 상관성, 주목, 분비나무

ABSTRACT

To investigate the structure and the conservation strategy of natural forest at Turobong-Sangwangbong area in Odaesan, 19 plots(10×10m) were set up with random sampling method. Several characteristics -needle injury, rate of fallen needle, stem injury, shoot and twig, apical dominance, tree form- of *Abies nephrolepis* and *Taxus cuspidata* were investigated with checklist. Two groups(*Taxus cuspidata* community and *Quercus mongolica*-*Betula ermanii* communitiy) were classified

* 이 연구는 1995년 학술진흥재단의 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

1 접수 7월 23일 Received on July 23, 1996

2 상지대학교 생명자원과학대학 College of Life Science & Resources Sangji Univ., Wonju, 220-702, Korea

3 진주산업대학교 Chinju Nat'l. Univ., Chinju, 660-280, Korea

by cluster analysis. High positive correlations were proved between *Taxus cuspidata* and *Tripterygium regelii*, *Sorbus commixta*; *Quercus mongolica* and *Euonymus sieboldianus*. High negative correlations were proved between *Taxus cuspidata* and *Abies nephrolepis*, *Quercus mongolica* and *Betula ermanii*; *Abies nephrolepis* and *Tripterygium regelii*. Species diversity(H') of investigated area was 0.9608-1.24990. Mean score of *Abies nephrolepis* was calculated at 6.1 point and ratio of dead individuals was 10.9%. Mean score of *Taxus cuspidata* was calculated at 17.3 point. Injury of *Taxus cuspidata* was classified three types, such as branch dieback, wound cavity on the stem and crooked stem.

KEY WORDS : ODAESAN NATIONAL PARK, STRUCTURE OF FOREST COMMUNITY, SPECIES DIVERSITY, SPECIES CORRELATIONS

서 론

삼림쇠퇴현상은 한 종 또는 몇 종의 수목이 넓은 지역에 걸쳐 여러가지 원인으로 쇠약해지고 그 정도가 심하면 고사하는 것을 일컫는다. 이러한 현상은 1960년대 독일을 비롯한 북서유럽의 독일가문비림에서 발견된 이후 1970년대에는 북미의 동부지역에서 피해면적이 넓어지기 시작했다. 이러한 현상이 나타나는 수종들로는 발삼젓나무(balsam fir), 붉은가문비(red spruce), 독일가문비 등의 침엽수와 설탕단풍나무(sugar maple), 유럽너도밤나무(European beech) 등의 활엽수가 알려져 있다. 삼림쇠퇴의 원인은 화석연료의 대량소비와 무분별한 개발로 인한 지구의 환경변화라고 보고되고 있다(Adams *et al.*, 1988; Binns and Redfern, 1983; Cowling and Dochinger, 1980). 이들 수목들이 대면적의 삼림에서 생육감소는 물론 고사목이 생기는 등의 삼림쇠퇴현상이 확산되고 지구적인 환경문제와 관련지어 설명되면서 많은 관심을 모으고 있다. 삼림쇠퇴의 원인은 주로 환경오염에 유래하는 것으로 판단되고 있으며, 현재까지 몇 가지 가설이 검증되고 있다. 가장 유력한 가설로는 토양산성화로 산성의 대기오염물질이 토양을 산성화시켜 Ca^{++} , Mg^{++} 등의 치환성 양이온들이 용탈되고 알루미늄과 철 등이 활성화되어 수목의 생육에 장애를 유발한다는 것이다. 그 밖에는 오존에 의한 광합성의 교란이 원인이라는 오존설, 토양의 염류결핍이 그 원인이라는 염기결핍설, 질소의 과잉공급에 의하여 무기양료의 결핍증을 유발하거나 저항성을 떨어뜨린다는 질소과잉공급설, 위 네 가지의 가설이 복합적으로 작용한다는 복합스트레스설 등이 있다.

우리나라에서는 지리산과 한라산의 구상나무림에서 고사목이 집단적으로 나타나 특이한 경관을 이루고 있으며(김갑태 등, 1991; 김은식, 1994) 점차 군락이 줄어들고 있어 그에 대한 조사와 대책수립(김태욱 등, 1988)이 절실히 요청된다. 1915년의 동아식물 권위자 E.H. Wilson이 中井과 더불어 지리산에서 이 나무를 발견하고는 분비나무와는 다른 새로운 종, 구상나무

(*Abies koreana*)라 명명하여 우리나라 특산종으로 알려졌다. 구상나무림의 쇠퇴현상은 이 수종이 우리나라의 특산종인 점, 전세계적으로 일부지방에서 쇠퇴현상을 보이는 젓나무류와 같은 속인 점, 환경문제와 밀접한 관련이 있을 것이라는 점 등이 우리의 관심을 끈다. 최근에는 한라산, 소백산, 태백산을 비롯한 곳곳에서 고산지대에 생육 중인 주목나무가 크게 훼손되고 있으며, 원인이 밝혀지지 않은 채 피해가 증가하고 있는 실정이다. 일부에서는 산성우나 대기오염에 의한 피해일 것으로 주장하고, 일부에서는 이상기후에 의한 피해일 것으로 추정하는 등 논란이 되고 있다. 우리나라의 고산지대에서는 지리산이나 한라산뿐만 아니라 곳곳에서 고사목이 관찰되고 있다. 이 수종들의 생육현황의 파악과 피해원인을 구명하는 일은 중요하다. 고산지대의 식생은 훼손은 쉬우나 복원이 매우 힘들며, 저지대의 식생형과는 크게 다르며 독특한 식생구조를 가지고 있다는 점 등이 고산지대의 식생보존의 필요성으로 지적되어 왔다.

오대산은 강원도 동북부의 태백산맥과 차령산맥이 교차하는 분기점에 위치한 명산으로 고산오지에 속하여 인간간섭이 덜하여 자연자원의 보존이 비교적 양호한 상태이다(김갑태 등, 1996). 이 지역은 온대중부의 고산지대에 속하는 관계로 온대중부의 식물상에 고산지대의 식물상이 어울어져 비교적 풍부한 식물상을 보이며, 금강초롱, 이깔나무, 난티나무, 복장나무 등등의 많은 희귀식물이 보고되었다. 특이한 군락으로는 월정사 부근의 젓나무림, 두노봉 주변의 철쭉나무군락과 마가목군락, 노인봉 주변의 분비나무군락, 상왕봉-비로봉-호령봉의 주목군락 등이 있는 것으로 보고되었다. 그러나 비로봉, 두로봉 등의 고산지대에서는 분비나무와 주목의 생육이 부진하고 곳곳에 고사목이 서 있다.

이에 이 연구는 고산지대의 오대산 식생이 비교적 잘 보존되어 있는 상왕봉(1,493m)과 두로봉(1,421m)을 중심으로 한 천연림의 식생현황과 구조를 정확히 파악하여 앞으로의 식생관리대책을 세우는데 보탬이 되고자, 이 지역들을 중심으로 해발 1,300m 이상의 천연림 지역에 19개의 방형구(10×10m)를 설치하여 식생을 조사 분석하였다. 그리고 고산지대에서 분포하는 주목

과 분비나무의 생육현황을 지리산, 덕유산, 소백산의 구상나무림이나 주목림과 비교하고자 조사하였다.

조사구 설정 및 연구방법

1. 조사구 설정

가능한 한 천연림 상태를 유지하고 있으며 주목과 분비나무가 많이 분포하고 있는 오대산의 고산지대의 천연림분에서 현존식생을 감안하여 조사대상 전지역에 대하여 오대산 두노봉과 상왕봉을 중심으로 19개의 방형구(10×10m)를 설치하고 식생을 조사하였다. 조사항목은 표고, 방위, 경사도, 지형, 낙엽도, 토심, 토양산도, 토양수분 조건, 토양산도 등이었다. 조사 대상지의 지형과 조사구의 위치를 Figure 1에 보였다.

2. 식생조사

각 조사구에 대한 식생조사는 수관의 위치에 따라 상·중·하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 수고, 흉고직경을 조사하였으며, 하층은 수종, 개체수, 피도를 조사하였다. 주목이나 분비나무와 관련된 사항-직경급 분포, 고사목의 비율, 타수종들과의 상관성, 주목과 분비나무가 분포하는 고산지대의 삼림군집구조의 조사 등을 하였으며, 주목과 분비나무의 생육현황은 고산수목 생육현황 조사표(김갑태 등, 1994a)를 이용하여 조사하였다.

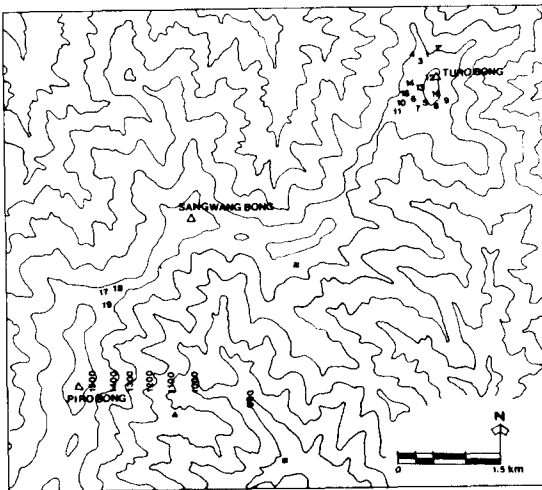


Figure 1. Location of the survey area in Odaesan National Park

3. Cluster 분석 및 종의 상관성

각 조사구 내에서 집계된 수종별 개체수 자료를 이용하여 조사구 분류를 시도하였으며, 상·중·하층을 구성하는 수종을 대상으로 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 계산하였다. 조사구들 간의 거리는 percent dissimilarity(PD)를 적용하였다. 각 수종의 상관성을 오대산의 경우 19개 조사구의 총 39종의 개체수 자료로 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 계산하였다.

4. 삼림구조 분석

Cluster 분석의 결과로 분류된 각 집단별 삼림구조를 비교하기 위하여, 식생조사의 결과로 얻어진 자료에 의하여 각종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로서 Curtis와 McIntosh(1951)의 상대우점치(importance value, I.V.)를 계산하였다. 종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 종다양도(species diversity, H'), 균재도(evenness, J'), 우점도(dominance, D')에 의하여 종합적으로 비교하였으며, 일반적으로 이용되는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

각 조사구의 주요 환경인자와 식피율 및 출현종수를 Table 1에 보였다. 조사구들은 해발 1,350~1,420m 사이에 분포하며, 오대산 두노봉을 중심으로 한 산정부에 분포되었다. 경사도는 3~30°, 교목상층의 수고는 5~12m 범위에 속하였다. 토양산도는 5.1~6.0의 범위, 낙엽도는 1~6cm의 범위로 비교적 건전한 산림토양이었다. 토양수분 조건은 고산지대의 산정부로 대부분이 다습한 편이나 부분적으로 지형적 요인으로 다소 건조한 곳도 있었다. 식피율은 50~85%, 조사구당 목본식물의 출현종수는 6~16 종으로 비교적 다양한 종이 서식하는 천연림 상태인 것으로 나타났다.

2. Cluster 분석

오대산 두노봉에서 얻어진 39수종, 19개의 조사구를 Cluster 분석한 결과를 Figure 2에 보였다. 비교적 좁은 고산지대에서 분포하는 조사구들은 지형 및 방위에 의하여 크게 두개의 집단으로 나뉘었다. 14개의 조사구가 포함된 군집 A는 다습한 토양환경이 유지되는 주목 군락이었으며, 2개의 조사구가 포함된 군집 B는 토양수분이 높지 않으며 신갈-사스래나무군락이었다.

Table 1. Description of physical features, soil and vegetation for each plot

Plot Number	A																	B	
	13	14	15	16	3	4	2	9	5	6	1	10	11	8	18	19	17	7	12
Altitude	1400	1400	1380	1380	1360	1360	1350	1380	1410	1410	1360	1380	1380	1400	1460	1460	1460	1410	1420
Aspect	SW	SW	SW	SW	NW	NW	NW	SE	SE	SE	NW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	SW	SW
Slope(°)	3	3	15	20	30	20	20	5	5	5	25	5	5	10	5	10	10	20	3
Tree height(m)	8	6	6	8	5	5	6	10	10	12	6	12	12	8	6	6	5	8	6
Soil pH	5.8	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.8	5.5	6.0	5.8	5.6	5.6	5.1	5.8	5.8	5.4	5.6	6.0	5.2
Litter depth(cm)	4	4	6	6	4	4	4	4	6	4	4	5	4	4	6	5	5	4	1
Soil depth(cm)	10	15	10	10	10	6	10	10	15	25	8	9	10	10	15	15	10	10	8
Soil moisture	W	W	W	W	W	W	W	M	W	M	W	M	W	W	W	W	W	M	M
Tree cover(%)	65	65	50	70	65	60	85	60	80	75	85	85	85	80	75	70	70	75	60
No. of woody plant species	8	9	6	7	11	8	10	14	13	11	13	12	16	9	8	9	10	9	10

상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균상대우점치(M.I.V.)의 경우, 군집 A에서 주목 M.I.V.가 29.63%로 가장 높고 다음이 분비나무, 미역줄나무의 순이었다. 군집 B에서는 신갈나무 M.I.V.가 27.30%였으며, 다음으로 사스래나무, 분비나무, 당단풍의 순이었다. 군집 A는 두노봉 및 상왕봉 정상 주변의 고산지대에 위치한 조사구들(조사구 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)로 이루어졌으며, 주목의 우점치가 제일 높았고, 분비나무, 미역줄나무, 마가목 등의 우점치가 상대적으로 높게 나타났다.

각 조사구를 Cluster 분석한 결과에 따라 분리된 2개의 군집으로 나누어 정리한 것이 Table 2이다. 군집 A의 경우는 상층에서 신갈나무 I.V.가 55.90%로 가장 높았고 분비나무 I.V.가 17.73%였으며, 중층에서는 함박꽃나무, 당단풍, 마가목, 시닥나무의 순으로, 하층에서는 미역줄나무, 시닥나무, 병꽃나무의 순으로 I.V.가 높게 나타났다. 이러한 식생구조는 덕유산 자연보존

지구(김갑태 등, 1994b)의 식생구조와 흡사하였으며, 오대산의 동대산을 중심으로 한 식생구조(김갑태 등, 1996)와 노인봉을 중심으로 한 식생구조(최승현 등, 1996)와는 현저히 다른 양상이었다. 덕유산 주목림은 구상나무, 털진달래, 철쭉나무, 시닥나무, 미역줄 등이 수반종이었으며(김갑태 등, 1994a; 김 등, 1994b), 소백산 주목림은 쪽동백, 신갈나무, 미역줄, 시닥나무, 복장나무 등이 수반종이었다(임경빈 등, 1993). 군집 B의 경우는 상층에서 신갈나무 I.V.가 52.50%로 가장 높고 분비나무 I.V.가 32.40%, 사스래나무 I.V.가 24.24%였으며, 중층에서는 사스래나무, 당단풍, 철쭉나무의 순으로, 하층에서는 회나무, 시닥나무, 사스래나무의 순으로 I.V.가 높게 나타났다. 군집 B는 고산지대의 능선부에 위치한 조사구들(조사구 7 과12) 이루어졌으며, 신갈나무와 사스래나무의 우점치가 매우 높고, 분비나무와 당단풍의 우점치가 상대적으로 높게 나타난 숲이었다. 조사대상지는 두노봉을 중심으로 한

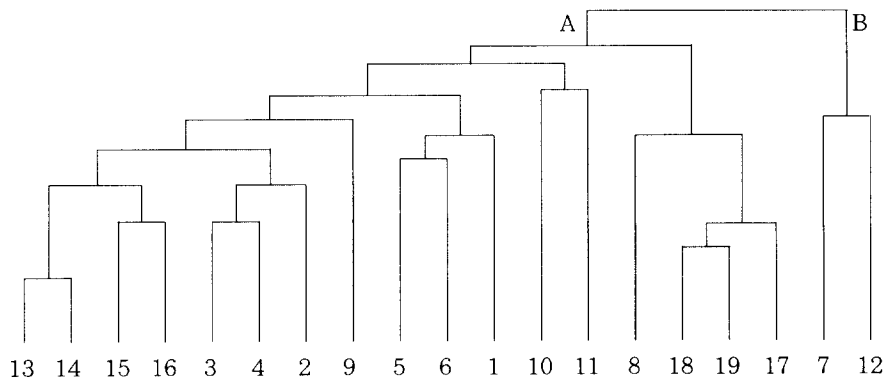


Figure 2. Dendrogram of stand classification of nineteen plots by cluster analysis

Table 2. Importance value(I.V.) and mean importance value(M.I.V.) of major woody species for each groups

Species	A - Group				B - Group			
	Upper I.V.	Middle I.V.	Lower I.V.	M.I.V.	Upper I.V.	Middle I.V.	Lower I.V.	M.I.V.
<i>Taxus cuspidata</i>	55.90	5.03		29.63				
<i>Abies nephrolepis</i>	17.73			9.28	32.40	3.64		17.41
<i>Quercus mongolica</i>	9.97			4.99	52.50	3.14		27.30
<i>Pyrus pyribolia</i>	4.40	0.96		2.52				
<i>Betula ermanii</i>	9.01			4.51	24.24	32.18	20.00	26.18
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.33	13.93	4.75	6.10		19.16		6.39
<i>Pinus koreana</i>	2.14			1.07				
<i>Sorbus commixta</i>	4.16	12.95	2.08	6.74	2.49	2.65		2.13
<i>Salix hulteni</i>		3.37	2.08	1.47				
<i>Tilia amurensis</i>		1.63		0.54				
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>		10.64	13.45	5.79		5.87	20.00	5.29
<i>Magnolia sieboldii</i>		14.18	3.66	5.34			2.32	0.77
<i>Acer ukurunduense</i>		1.31	3.17	0.95				
<i>Tripterygium regellii</i>		1.58	40.47	7.27			10.00	1.67
<i>Prunus padus</i>		8.06	3.17	3.22				
<i>Symplocos chinensis</i> for var. <i>pilosa</i>		3.10	1.58	1.30				
<i>Weigela subsessilis</i>		1.32	8.81	1.92				
<i>Ulmus laciniata</i>		3.31		1.10				
<i>Rhododendron schlipenbachii</i>			1.25	0.42		17.10		5.70
<i>Sorbus alnifolia</i>			0.64	0.21		6.78	10.00	3.93
<i>Euonymus sachalinensis</i>		0.64	4.65	0.99		5.25	30.00	6.75
<i>Euonymus alatus</i>		0.74		0.25			10.00	1.67
<i>Lonicera maackii</i>		1.53	0.51			1.95		0.65

고산지대로 온대중부의 고산지대의 전형적인 식생구조인 것으로 보여진다.

3. 종의 상관성

Table 3에 19개 조사구별 개체수 자료에 의하여 주요 수종의 분포간에 상관성을 나타내었다. 위쪽은 Pearson의 방법으로 계산한 상관계수이며, 아래쪽은 Spearman의 순위상관계수이다.

수종간의 상관관계에서는 주목과 미역줄나무, 마가목, 분비나무와 신갈나무, 호랑버들과 부계꽃나무, 신갈나무와 참빗살나무, 마가목과 병꽃나무, 사스래나무와 신갈나무, 참빗살나무 등의 수종들간에는 높은 정의 상관성이 인정되었고, 주목과 분비나무, 신갈나무 및 사스래나무, 분비나무와 미역줄나무, 미역줄나무와 신갈나무, 사스래나무 등의 수종들간에는 높은 부의 상관성이 인정되었다. 한편 순위상관에서는 주목과 미역줄나무, 마가목, 분비나무와 신갈나무, 호랑버들과 부계꽃나무, 신갈나무와 참빗살나무, 시달나무와 마가목, 노린재나

무와 난티나무 등의 수종들간에는 높은 정의 상관성이 인정되었고, 주목과 분비나무, 신갈나무 및 사스래나무, 분비나무와 미역줄나무, 호랑버들과 참빗살나무, 귀룽나무, 함박꽃과 신갈나무, 사스래나무, 미역줄나무와 신갈나무, 난티나무, 사스래나무와 부계꽃나무, 사스래나무와 귀룽나무 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관성이 인정되었다. 이러한 결과로 보아, 주목과 미역줄나무, 마가목, 분비나무와 신갈나무, 호랑버들과 부계꽃나무, 신갈나무와 참빗살나무 등의 수종들은 오대산 두노봉 지역에서 동질적인 지위를 가지며 친화력이 높은것으로 보인다. 한편 주목과 분비나무, 신갈나무 및 사스래나무, 분비나무와 미역줄나무 등의 수종들 간에는 상이한 지위를 가지는 것이라 판단된다.

4. 종다양성

Table 4에 군집별로 조사된 목본식물의 종다양성을 보였다. 출현종수는 군집 A에서 35종으로 가장 많았으며, 군집 B에서 14종으로 나타났다. 종다양도(H')는 군

Table 3. Pearson's product-moment correlations(upper) and Spearman's rank correlations(lower) between all pair-wise combinations of major woody species

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
sp.1	—	-.56	-.08	.38	.17	.00	-.02	.50	-.57	.51	.17	.28	-.61	-.33	.32	.23	.07
sp.2	-.55	—	.13	-.22	.06	.15	-.16	-.48	.60	.10	-.21	-.19	.38	.19	-.33	.04	-.03
sp.3	-.14	.23	—	-.06	.10	.13	.30	-.16	.21	-.23	-.26	-.27	.02	.44	-.22	-.08	.01
sp.4	.39	-.27	.01	—	.00	-.17	.68	.25	-.26	.53	.41	.47	-.17	-.38	-.40	-.19	-.19
sp.5	.27	.10	-.02	.16	—	-.24	-.10	-.24	.30	.09	.17	-.04	-.13	.26	-.33	.04	-.19
sp.6	-.06	.32	-.29	-.24	-.12	—	-.15	.12	-.34	.03	.44	-.21	-.28	-.11	.17	.02	-.10
sp.7	.18	-.11	.25	.85	.05	-.09	—	.21	-.25	.02	.12	.02	-.17	-.34	-.35	-.17	-.17
sp.8	.52	-.59	-.30	.41	-.10	.16	.28	—	-.73	.30	-.01	.14	-.46	-.33	.45	-.29	-.39
sp.9	-.46	.50	.46	-.32	.16	-.46	-.22	-.79	—	-.30	-.19	-.24	.75	.65	-.42	-.18	.03
sp.10	.57	.06	-.32	.41	.54	.13	.12	.30	-.31	—	.18	.59	-.17	-.38	-.17	.22	-.18
sp.11	.13	-.27	-.24	.19	.10	.25	.18	-.04	-.14	.07	—	.18	-.17	-.14	-.21	-.17	-.17
sp.12	.24	-.14	-.25	.42	.08	-.12	.09	.02	-.16	.44	.14	—	-.14	-.34	-.26	-.01	.33
sp.13	-.39	.22	-.15	.01	.07	-.45	.23	-.27	.43	.11	-.23	.11	—	.53	-.29	-.14	-.14
sp.14	-.39	.32	.36	-.48	.09	-.25	-.40	-.42	.69	-.33	-.08	-.31	.28	—	-.16	-.25	-.22
sp.15	.23	-.25	-.25	-.53	-.43	.46	-.45	.34	-.41	-.20	-.21	-.27	-.45	-.15	—	.05	.16
sp.16	.09	.28	.11	-.27	.08	.13	-.23	-.43	.01	.12	-.23	.32	-.23	-.22	.14	—	.42
sp.17	.04	.27	.14	-.27	.02	.09	-.23	-.45	.07	.06	-.23	.40	-.23	-.19	.13	.98	—

SP.1: *Taxus cuspidata*, SP.2: *Abies nephrolepis*, SP.3: *Acer pseudo-sieboldianum*, SP.4: *Salix hulteni*, SP.5: *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, SP.6: *Magnolia sieboldii*, SP.7: *Acer ukurunduense*, SP.8: *Tripterygium regelii*, SP.9: *Quercus mongolica*, SP.10: *Sorbus commixta*, SP.11: *Pyrus pyribolia*, SP.12: *Weigela subsessilis*, SP.13: *Betula ermanii*, SP.14: *Euonymus sieboldianus*, SP.15: *Prunus padus*, SP.16: *Symplocos chinensis*, SP.17: *Ulmus laciniata*

집 A, B에서 각각 2.8790, 2.2132로 나타났으며, 상용 로그로 계산된 종다양도(H')는 군집 A, B에서 각각 1.2499, 0.9608로 나타났다. 종다양성을 최대종다양성으로 나눈 균재도(J')에서는 군집 B가 군집 A 보다 조금 높게 나타났다. 조사구의 크기가 서로 다른 집단간의 종다양성을 비교하기 위하여 동일한 표본의 크기에서 기대되는 종수를 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 IBM-PC를 이용하여 계산하였다. 기대되는 종수는 군집 A, B에서 각각 17, 12종으로 상대적으로 군집 A가 높은 것으로 나타났다. 본 조사지의 종다양도는 0.9608~1.2499로 비교적 높게 나타났으며, 덕유산 백련사-향

적봉 지역 0.9402~1.2473(김갑태 등, 1994), 북한산 국립공원 1.085~1.242(박인협 등, 1987), 내장산 국립공원 1.0736~1.3701(이경재, 1987), 치악산 국립공원 1.2546~1.4421(박인협 등, 1988), 가야산 국립공원 1.0098~1.3402(박인협 등, 1989) 등의 타 국립공원과 비슷한 값으로 나타났으며, 다양성지수를 자연 로그로 계산한 값은 2.2132~2.8790로 지리산 국립공원의 반야봉지역 1.9796~2.7509(김갑태 등, 1991), 소백산 도솔봉지역 2.2521~2.3772(김갑태 등, 1993), 소백산 비로봉의 주목군락1.3702~2.9119(임경빈 등, 1993) 등과 비슷한 수준이었다.

Table 4. Species diversity indices of two plant groups at Turobong-Sangwangbong area in Odaesan National Park

Group	No. of Plots (ea)	No. of (10×10m) (ea)	Expected No. Species E(Sn)	Species of Species (H')	Evenness Diversity (J')	Dominance (D)
A	17	35	17	2.8790(1.2499)*	0.8098	0.1902
B	2	14	12	2.2132(0.9608)*	0.8386	0.1614

Shannon's diversity index(H') in () * uses logarithms to base 10

Table 5. Frequency distribution by D.B.H. of all *Abies nephrolepis* trees investigated

D.B.H. (cm)	<5	5 <10	10 <15	15 <20	20 <25	25 <30	30 <35	35 <40	40 <45	45 <50	Total(dead)
No. of Trees	0	5	12	5	9	7(1)	13(3)	1	2(1)	1(1)	55(6)
(%)	0.0	9.1	21.8	9.1	16.4	12.7	23.6	1.8	3.6	1.8	100.0(10.9)

Table 6. Frequency distribution by score of all *Abies nephrolepis* trees investigated

Score	<4	4 <7	7 <10	10 <13	13 <16	16	Total
No. of trees	15	16	12	5	1	0	49
(%)	30.6	32.7	24.5	10.2	2.0	0.0	100.0

5. 분비나무의 생육현황

오대산 지역의 두노봉, 상왕봉 등에서 지금까지 조사된 19개의 방형구와 주변 분비나무림을 대상으로 얻어진 자료를 분석하여 분비나무의 직경급별로 생육현황을 Table 5에 보였다. 생육 중인 분비나무에 있어서는 흉고직경이 10~35cm 범위의 것이 많이 나타났고, 유묘나 치수의 수가 다른 수종들에 비하여 극히 적은 편이었다. 조사대상 중의 10.9%가 고사목이었으며, 흉고직경 25cm 이상의 범위에 드는 큰 나무들이 주로 고사목으로 나타났다. 이는 어느 정도 성장하던 분비나무가 일정 수령이 되어 어떤 원인으로 고사했다는 것으로 추정된다. 이러한 경향은 김갑태 등(1991)이 지리산 반야봉에서 구상나무를 대상으로 조사한 결과와 비슷한 경향이었다. 이러한 결과는 한라산, 지리산, 덕유산에서의 구상나무 쇠퇴현상이 이들 지역만의 문제가 아니며, 구상나무와 분비나무의 종의 식별에 대한 논란(전승훈, 1988)은 차치하고서라도 동일 속(*Genus Abies*)에 관한 세계적인 쇠퇴현상과 관련지어져 설명되어야 할 것으로 판단된다. 한편 유묘나 치수의 수는 더욱 적어 오대산 두노봉, 상왕봉 지역에서의 분비나무는 반야봉의 구상나무보다 더욱 위험한 처지에 놓여있음을 알 수 있었다.

고산수목 생육현황표를 이용하여 조사지역 전체에서 총 55주를 대상으로 생육 중인 분비나무의 활력을 조사하였다. 생육현황표는 잎의 변색이나 낙엽, 신초의 고사, 소지의 생장 등을 점수화하고 생육 중이나 생육상태가 나쁜 것은 점수가 많이 나오도록 조사 항목별 점수화가 되어 있다. 조사대상 개체들의 수고, 흉고직경 및 생육현황표의 득점을 기준으로 빈도분포를 Table 6에 보였다.

조사대상 분비나무의 수고는 3~9m 범위였으며, 평균은 6.15m였고, 6~7m의 개체들이 가장 많았다. 흉

고직경은 5~45cm 범위였으며, 평균은 22.2cm였고, 10~35cm의 개체들이 가장 많았다. 생육현황표에 의한 생육 중인 분비나무의 득점은 1~14점 범위였으며, 평균은 6.1점으로 낮게 나타났다. 지리산 반야봉 구상나무의 평균점수보다 낮게 나타났다.

생육현황표의 점수와 흉고직경, 수고 등의 인자들과의 상관관계를 Table 7에 보였다. 직경이 증가할 수록 점수가 높게 나타나는 것으로 보아 수령이 증가할수록 피해정도가 심하다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 점수는 수고와는 상관인 인정되지 않았다.

6. 주목의 생육현황

오대산 지역의 두로봉, 상왕봉 등에서 지금까지 조사된 19개의 방형구와 주변 주목림을 대상으로 얻어진 자료를 분석하여 주목나무의 직경급별로 생육현황을 Table 8에 보였다. 주목에 있어서는 흉고직경이 10~45cm 범위의 것이 많이 나타났고, 유묘나 치수의 수가 다른 활엽수종들에 비하여 극히 적은 편이었으며, 분비나무와는 비슷한 경향을 보였다. 조사대상 중 고사목은 없었으며, 덕유산 향적봉의 주목(김갑태 등, 1994a)이 약 30% 정도가 고사한 것과는 달랐으며, 동일 지역에서 고사목이 발생한 분비나무와도 다른 결과였다.

Table 7. Correlations between score, tree height and D.B.H. of all *Abies nephrolepis* trees investigated

	Score	Tree Height
Tree Height	0.2210	
D.B.H.	0.5556**	0.7453**

** means significant difference in 0.01 level

Table 8. Frequency distribution by DBH of all *Taxus cuspidata* trees investigated

DBH (cm)	<10	10 <20	20 <30	30 <40	40 <50	50 <60	60 <70	70 <80	80 <90	90 <100	100 <110	Total
NO.of Trees	1	12	21	10	6	4	3	1	0	1	2	61
(%)	1.6	19.7	34.3	16.4	9.8	6.6	4.9	1.6	0.0	1.6	3.3	100.0

Table 9. Frequency distribution by score of all *Taxus cuspidata* trees investigated

Score	<9	9 <16	16 <23	23 <30	30 <37	37 <44	Total
No. of Trees	21	9	12	7	5	7	61
(%)	34.4	14.8	19.7	11.5	8.2	11.5	100.0

고산수목 생육현황표를 이용하여 조사지역 전체에서 총 61주를 대상으로 생육 중인 주목의 활력을 조사하였다. 생육현황표는 잎의 변색이나 낙엽, 신초의 고사, 소지의 생장 등을 점수화하고 생육 중이나 생육상태가 나쁜 것은 점수가 많이 나오도록 조사 항목별 점수화가 되어 있다. 조사대상 개체들의 수고, 흉고직경 및 생육현황표의 득점을 기준으로 빈도분포를 Table 9에 보였다.

조사대상 주목의 수고는 1.5~8.0m 범위였으며, 평균은 4.61m였고, 2~7m의 개체들이 가장 많았다. 흉고직경은 5~109cm 범위였으며, 평균은 33.7cm였고, 10~40cm의 개체들이 가장 많았다. 생육현황표에 의한 생육 중인 주목의 득점은 2~44점 범위였으며,

평균은 17.3점으로 상대적으로 높게 나타났다. 이 점수는 동일한 방법으로 조사된 덕유산 향적봉의 주목(김등, 1994a)의 14.1점 보다 조금 높았으며, 같은 지역에서 조사한 분비나무의 6.1점보다는 월등히 높았다. 피해가 심한 점수 23점 이상인 개체가 31.2%로 나타났다. 주목에 대한 생육현황표의 점수와 흉고직경, 수고 등의 인자들과의 상관관계를 Table 10에 보였다. 직경이 증가할수록 점수가 높게 나타나는 것으로 보아 수령이 증가할수록 피해정도가 심하게 된다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 점수는 수고와는 상관이 인정되지 않았다.

주목의 피해상황은 크게 세 가지 타입으로 분류될 수

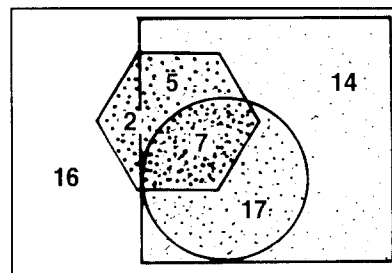
Table 10. Correlations between score, tree height and D.B.H. of all *Taxus cuspidata* trees investigated

	Score	Tree Height
Tree Height	0.0711	
D.B.H.	0.5361**	0.4825**

** means significant difference in 0.01 level

Table 11. Number of individuals by the type of injury of all *Taxus cuspidata* trees investigated

	No. of Trees	%
Branch dieback	43	70.5
Wound cavity on the stem	24	39.3
Crooked stem	14	23.0
Relatively sound	16	26.2
Total	61	100.0



- Branch Dieback 43
- Wound Cavity on the stem 24
- Crooked stem 14
- Total 61

Figure 3. Number of individuals by the type of injury of all trees investigated

있었다. 가장 흔한 피해증상은 정단부를 비롯한 가지 일부가 고사한 형태(branch dieback)이고, 두번째로는 줄기에 상처가 나서 동공이 생기는 형태(wound cavity on the stem)이며, 마지막으로 줄기가 심하게 구부러져 드러누운 형태의 수형(crooked stem)을 보이는 경우이다. 이러한 현상은 임경빈 등(1993)이 소백산의 주목림에서 보고한 현상과 같으며, 이는 줄기의 분지와 盤屈이 심하여 기이한 수형을 보이며 다설로 인한 설압과 강한 바람에 견디기 위한 것이라는 설명이 매우 적절하다고 판단된다.

조사대상 61개체를 피해유형별로 분류해 놓은 것이 Table 11이다. Figure 3에 피해유형별 개체수를 보였다. 정단부를 비롯한 가지의 고사가 43개체로 총 개체수의 70.5%로 가장 많고, 줄기에 동공이 생긴 개체(24, 39.3%)는 모두 가지가 고사하였다. 한편 줄기가 구불어졌어도 다른 피해가 전혀 없는 개체가 2개체이며, 세가지 피해유형이 겹쳐서 나타나는 개체도 7개체가 있었다.

인 용 문 헌

- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996) 오대산국립공원 동대산, 두노봉, 상왕봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 9(2): 147-155.
- 김갑태, 김준선, 추갑철, 진운학(1994a) 덕유산국립공원 백련사-향적봉 지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 7(2): 155-163.
- 김갑태, 김준선, 추갑철, 엄태원(1994b) 덕유산국립공원 자연보존지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 7(2): 164-171.
- 김갑태, 김준선, 추갑철(1993) 소백산 도솔봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림-. 응용생태연구 6(2): 127-133.
- 김갑태, 김준선, 추갑철(1991) 반야봉지역 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림. 응용생태연구 5(1): 25-31.
- 김은식(1994) 환경변화와 고산시대 수목생장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 921-1500-018-2, 89쪽.
- 김태욱 등(1988) 지리산 자연생태계 조사보고서. 환경청 용역연구보고서, 298쪽.
- 박인협, 조재창, 오충현(1989) 가야산지역 계곡부와 능선부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조. 응용생태연구 3(1): 42-50.
- 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산국립공원 삼림군집의 구조-구룡사-비로봉지역을 중심으로. 응용생태연구 2(1): 1-8.
- 박인협, 이경재, 조재창(1987) 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1): 1-23.
- 이경재(1987) 내장산국립공원 내장산지구의 자연보존관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과, 100쪽.
- 임경빈, 김갑태, 이경재, 김준선(1993) 소백산 비로봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-주목림-. 응용생태연구 6(2): 154-161.
- 전승훈(1988) Monoterpene 成分에 의한 분비나무와 구상나무의 분류학적 연구 서울대학교 대학원 석사학위논문, 27pp.
- 최승현, 권전오, 민성환(1996) 오대산국립공원 노인봉 지역의 식물군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 9(2): 156-165.
- Adams, H.S., S.L. Stephenson, T.J. Blasing and D.N. DuVick(1985) Growth trend decline of spruce and fir in mid Appalachian subalpine forests. *Envi. Exp. Bot.* 25(4): 315-325.
- Binns, W.O. and D.B. Redfern(1983) Acid Rain and Forest Deline in W. Germany. *Forestry Commision Res. Dev. Paper* 131, 13pp.
- Cowling, E.B. and L.S. Dochinger(1980) Effects of acidic precipitation on health and the productivity of forests. *USDA For. Ser. Gen. Tech. Rep. PSW-43*: 165-173.
- Curtis, J.T. and R.R. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Pielou, E.C.(1975) *Ecological diversity*. John Wiley and Sons, New York. 168pp.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) *Statistical Ecology*. John Wiley and Sons, New York. 337pp.