

주목(*Taxus cuspidata*) 개체군의 구조와 동태전영문, 홍문표¹, 이나연², 서은경³, 이승호^{4*}건국대학교 기후연구소, ¹강릉원주대학교 환경문제연구소, ²국립공원연구원,
³덕유산국립공원사무소, ⁴건국대학교 지리학과·기후연구소Structure and Dynamics of *Taxus cuspidata* PopulationsYoung-Moon Chun, Moon-Pyo Hong¹, Na-Yeon Lee², Eun-Kyoung Seo³ and Seungho Lee^{4*}

Climate Research Institute, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Center for Environmental Research, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea²National Park Research Institute, Namwon 590-811, Korea³Deogyusan National Park Office, Muju 568-814, Korea⁴Department of Geography and Climate Research Institute, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract - This study analyzed on the characteristics of community structure, species composition, population conditions and annual mean radial growth of *Taxus cuspidata* in the subalpine zone of the Seoraksan, Deogyusan, and Hallasan National Parks. Deogyusan and Hallasan sites had three layers of stratification structure without tree layer in it and four layer in Seoraksan site. The major dominant species in the order of importance value were as follows: *T. cuspidata*, *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, *Quercus mongolica*, *Abies koreana* and *Sorbus commixta*. The trees (> 5 cm DBH) of *T. cuspidata* were extremely high with 986.0 individuals/ha at the Hallasan site. Average DBH class were 42.0 cm at the Hallasan site and mainly showed large class. The populations of seedlings and saplings with 357.3 individuals/ha, and juvenile with 128.6 individuals/ha, as a succession tree, were found to be the highest at the Hallasan site. In the size frequency distribution, the populations of *T. cuspidata* in Mt. Halla site showed a reverse J-shaped curve and it was estimated that *T. cuspidata* community of this site might be maintained continuously as a stable state like present state. Annual mean radial growth of *T. cuspidata* populations at Seoraksan, Deogyusan, and Hallasan sites showed up as 1.27 mm/year, 0.93 mm/year and 0.89 mm/year respectively.

Key words - Annual mean radial growth, Deogyusan, Hallasan, Population structure, Seoraksan, Subalpine zone

서 언

한반도의 고산과 아고산지대의 경관과 식생은 그 면적이 매우 좁고, 지구적으로 중요한 생물자원의 분포지로서 가치와 의미를 갖는다. 그러나 고산과 아고산지대는 기후적 요인이 열악한 곳으로 기후변화에 민감한 생태계이다(Kong, 2000a, b; Lim and Shin, 2005). 아고산대는 용재한계선에서 교목한계선에 이르는 생태적 점이대(Kong, 2000b)이며, 한국의 아고산대 식생은 한라산, 지리산, 덕유산, 설악산, 오대산을 중심으로 분비나무, 가문비나무, 눈잣나무, 구상나무, 눈향나무, 주목, 사스래나무 등의 교목과 진

달래과에 속하는 관목이 주로 분포한다(Kong, 1998a, b; Kong and Watts, 1999).

아고산대에 분포하는 식생들의 연구는 구상나무(Kim *et al.*, 1991, 1997, 1998, 2007; Lee and Cho, 1993; Cho, 1994; Kim and Choo, 1999), 주목(Kang, 1984; Chun, 1987; Han, 1988; Kang and Han, 1991; Lee, 1993; Kim, 1994; Seo, 1994; Kim *et al.*, 1996; Jang *et al.*, 2004b, c), 분비나무(Chun *et al.*, 2009)의 군집구조와 동태에 대한 내용을 중심으로 조사되었으며, 이 중 지리산(Kim *et al.*, 1991, 1997), 한라산(Kim *et al.*, 1998, 2007), 덕유산(Kim and Choo, 1999)에 분포하는 구상나무개체군은 생육현황 분석 결과 산림쇠퇴의 징후를 보이는 것으로 보고된 바 있다.

*교신저자(E-mail) : leesh@konkuk.ac.kr

주목(*Taxus cuspidata* S. et Z.)은 지리적으로 러시아의 극동지역, 중국의 북동지역, 일본, 한반도에 분포하며, 한반도에서는 북쪽의 송적산에서부터 남쪽의 한라산에 이르는 해발 700~2,500 m 범위에서 자라는 상록침엽 교목이다(Kang and Han, 1991; Lee, 1996; Kong, 2004). 주목은 정원수, 기구재, 조각재, 건축재뿐만 아니라 관상수로도 많이 식재되고 있으며, 수피, 잎, 가지, 종자는 약용으로 쓰인다(Lee, 1996). 특히 나무의 껍질에 들어있는 택솔(Taxol)이라는 성분은 항암제로서 약효가 뛰어난 것으로 알려져 있다.

주목은 가문비나무, 눈잣나무, 눈향나무 등과 같이 지구 온난화에 의한 피해 정도가 높지는 않으나 전나무, 잣나무와 함께 여름에 기온이 올라가면서 성장과 결실에 장애가 나타나고, 분포역이 축소될 것으로 예상되는 수종이나(Kong, 2005) 기후변화와 관련하여 주목에 대한 체계적인 조사와 연구는 거의 없는 실정이다. 주목군락에 대한 생태학적 연구는 소백산(Kang, 1984; Chun, 1987; Lee, 1993; Seo, 1994; Jang *et al.*, 2004b)을 비롯하여 설악산(Hong, 2004), 함백산(Kim, 1994; Jang *et al.*, 2004a), 태백산(Han, 1988; Kang and Han, 1991), 덕유산(Kim, 1995; Jang *et al.*, 2004c; Kim *et al.*, 2010), 오대산(Kim *et al.*, 1996) 등에서 군락의 구조와 특성, 동태에 관한 현황 파악 위주의 단기적인 조사 중심으로 진행되어 왔다.

본 논문은 주목군락의 종조성, 군락동태, 비대생장 등의 연구를 장기적으로 수행하여 기후변화에 따른 식생의 변화

양상과 상관관계를 밝히기 위한 기초연구의 일환으로 설악산, 덕유산, 한라산의 조사지에 조사구를 설치하고, 일차적으로 주목개체군의 구조와 동태에 관한 내용들을 조사, 정리한 결과이다. 향후 금번자료를 토대로 지속적인 조사를 진행하여 국립공원내 아고산대 식생의 보존과 관리를 위한 기초자료 제공에 도움이 되고자 한다.

재료 및 방법

조사지 개황

조사지는 설악산 저항령(1,110 m), 덕유산 향적봉(1,610.6 m)과 중봉(1,594.3 m) 사이, 한라산 성판악 등산로 해발 1,765m 지역이며, 이들 지역에 분포하고 있는 주목개체군을 대상으로 조사하였다. 각 조사지의 좌표는 설악산지역이 38°10'49"N, 128°25'15"E, 덕유산지역이 35°51'11"N, 127°44'52"E, 한라산지역이 33°21'44"N, 126°32'27"E 이다.

각 조사지 인근에 위치하고 있는 기상관측소의 기상자료는 Table 1과 같다(KMA, 2011). 설악산 저항령의 남서쪽에 위치하고 있는 인제관측소의 연평균기온은 10.1°C, 연평균강수량은 1,210.5 mm 이다. 덕유산 향적봉의 남동쪽에 위치하고 있는 거창관측소의 연평균기온은 11.7°C, 연평균강수량은 1,316.8 mm 이다. 그리고 한라산 조사구의 남쪽에 위치하고 있는 서귀포관측소의 연평균기온은 16.6°C, 연평균강수량은 1,923.0 mm 이다. 고도상승에 따른 기온 체감율(Air temperature lapse rate) -0.55°C/100 m(Yim

Table 1. The meteorological data of study area (KMA, 1981-2010)

Station	Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
Inje	AMT (°C)	-5.2	-2.2	3.5	10.6	15.7	20.0	23.1	23.3	18.1	11.6	4.5	-2.0	10.1
	AMP (mm)	17.5	20.7	38.0	61.1	97.7	118.2	307.2	294.0	156.4	40.7	39.5	19.7	1210.5
Geochang	AMT (°C)	-1.7	0.5	5.4	11.8	16.7	20.9	24.0	24.2	19.2	12.5	6.1	0.4	11.7
	AMP (mm)	27.9	37.5	55.1	75.4	94.9	174.2	301.4	284.8	166.0	44.3	35.9	19.2	1316.8
Seogwipo	AMT (°C)	6.8	7.8	10.6	14.8	18.6	21.7	25.6	27.1	23.9	19.3	14.1	9.3	16.6
	AMP (mm)	61.0	77.1	131.3	174.9	205.8	276.9	309.8	291.6	196.6	81.6	71.4	45.1	1923.0

AMT: Annual mean temperature, AMP: Annual mean precipitation.

and Baik, 1985)를 고려한 설악산 저항령, 덕유산, 한라산 조사지의 실질적인 연평균기온은 각각 대략 5.2°C, 4.5°C, 7.2°C에 가까울 것으로 추정된다. 참고로 덕유산지역(Chun *et al.*, 2011)의 경우 2010년 향적봉과 중봉지역에 위치한 구상나무조사구들의 연평균기온은 4.2°C(4.0~4.4°C)로 측정되어 기온체감율을 고려한 측정치와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 한편 연평균강수량 중 인제 72%, 거창 70%, 서귀포 56%가 6~9월의 하계를 중심으로 집중되어 내리는 경향을 보였다.

식물의 생육과 관련된 온도효과를 표현하는 온량지수(Warmth index)의 경우, 기온체감율을 고려하면 설악산 저항령, 한라산, 덕유산 향적봉지역은 각각 53.1, 50.2, 44.3으로 식물군계분포는 냉온대 북부(난티나무대)와 아한대(가문비나무전나무대)의 접이대에 속하는 것으로 나타났다(Yim and Kira, 1975). 온량지수 정도(Yim, 1977)에 의해 주목은 분비나무, 가문비나무, 사스래나무 등과 함께 온량지수 30~70 범위의 아한대수종에 해당하는 것으로 조사된 바 있으며, 본 조사지들에서는 주목을 비롯하여 분비나무, 구상나무, 사스래나무 등의 아고산대성 수종들이 분포하였다.

한편 조사지역별 모암은 설악산 저항령은 선감브리아가의 편마암류, 덕유산은 편마암 내지 화강암, 그리고 한라산은 한라산 전체 면적의 약 80%를 차지하고 있는 한라산현무암이다(Cheong *et al.*, 1984; Cheju Province, 1985; NGII, 2004).

식생조사와 분석

조사방형구는 조사지역의 식물사회를 대변하는 전형적인 종조성과 생태적 환경을 갖추고 있는 비교적 균질한 지점을 대상으로 식생의 수고를 고려하여 10×10 m로 설정하였다. 조사방형구는 2010년 5월부터 2011년 9월에 걸쳐 설악산 저항령 일대에 5개, 덕유산 향적봉-중봉 일대에 7개, 한라산 성판악 탐방로 1,765 m 내외 지역에 7개 등 총 19개를 설치하였으며, 식생조사는 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 방법에 따라 2011년 8월과 9월에 수행하였다.

각 조사지내에 분포하는 목본 수종들의 중요성 또는 영향력을 나타내는 총체적 척도로서 중요치(Importance value, IV)는 상대밀도(개체수)와 상대피도(흉고단면적)를 평균한 값으로 구하였다(Cho, 1994). 조사 대상 수종인 주목의 비대생장은 각 조사지에서 분포 개체들의 직경급을 고려하여

선정하였으며, 지표면으로부터 1.3 m 높이에 비대생장기(DIAL DENDRO, Relaskop Technic, Austria)를 설치하여 측정하였다. 설치 개수는 설악산지역에 2개, 한라산지역에 4개이며, 덕유산지역의 경우는 덕유산국립공원 자연자원 모니터링(Chun *et al.*, 2011)의 일환으로 설치된 6개의 자료를 참고하였다.

식물의 동정과 학명의 기재는 Lee(1996)의 한국식물명고에 따랐으며, 또한 Lee(2003a, b)의 원색대한식물도감과 Lee(2006a, b)의 원색한국식물도감을 참조하였다. 한편 조사구내에서 주목을 비롯하여 주목의 경쟁수종으로 판단되는 종들에 대해서는 흉고직경 5cm 이하의 개체에 대해서도 조사를 실시하였으며, 그 기준은 유묘(seedling, 기저직경 < 1.0 cm), 치수(sapling, 기저직경 ≥ 1.0 cm ~ 흉고직경 < 2.5 cm), 유목(juvenile, 흉고직경 ≥ 2.5 cm ~ 흉고직경 < 5.0 cm)으로 각각 구분하였다(Cho, 1994).

결과 및 고찰

군락구조와 종조성

각 조사지별 입지환경, 출현 종수, 층상구조는 Table 2와 같다. 조사지들은 해발 1,100~1,800 m 범위에서 대체로 북동사면을 중심으로 분포하였는데 설악산과 덕유산지역에서는 남동사면에도 군락이 조사되었다. 입지(habitat)의 경사도는 15~18°로 크게 가파르지 않은 상태이다. 방형구당 평균 출현종수는 덕유산지역과 한라산지역이 34종과 30종으로 설악산지역의 21종에 비하여 구성종이 높게 나타났다. 이는 설악산지역의 조사지인 저항령지역에 넓게 분포하고 있는 암괴원(Block field)의 영향으로 토양의 생성과 분포가 낮은 입지의 영향에 기인한 것으로 생각된다. 각 조사지별 계층구조는 설악산지역이 4층구조인 반면, 덕유산과 한라산지역의 경우는 교목층이 없는 3층구조이다. Kim *et al.*, (2010)은 덕유산 향적봉에서 주목군락의 층상구조를 4층으로 구분하여 본 조사에서 나타난 3층구조와는 다른 결과를 보였는데, 이는 조사지점의 위치 선정과 관련하여 나타난 결과로 판단된다. 평균 출현종수에 있어서는 Kim *et al.*, (2010)의 조사에서 39종으로 본 조사에 비하여 다소 많은 종이 분포하는 것으로 나타났다. 식피율은 아교목층의 경우 4층구조인 설악산지역이 45%로 가장 낮았으며 덕유산지역이 94.3%로 가장 높게 나타났다. 관목층과 초본층의 경우는 한라산지역이 각각 17.1%와 20.7%로 다른

Table 2. Physiognomy for site conditions and vegetation structure of *Taxus cuspidata* populations in Seoraksan, Deokyusan, and Hallasan National Parks, Korea

Parameter	Seoraksan (n=5)	Deokyusan (n=7)	Hallasan (n=7)
Altimeter (m)	1108	1532	1765
Aspect (°)	NE62	NE63	NE72
Slope (°)	14.8	18.4	17.7
Species richness	21.2	33.7	30.3
Tree height (m)	8.0	-	-
Tree coverage (%)	77.0	-	-
Subtree height (m)	4.8	5.0	4.3
Subtree coverage (%)	45.0	94.3	75.7
Shrub height (m)	2.1	1.8	1.9
Shrub coverage (%)	31.0	39.7	17.1
Herb height (m)	0.5	0.6	0.2
Herb coverage (%)	46.0	50.7	20.7

두 지역에 비하여 절반 가까이 낮게 조사되었다. 이는 설악산지역과 마찬가지로 토양의 발달이 빈약하고 크고 작은 화산 암괴원이 분포하고 있어 하층식생의 발달이 원활하게 이루어지지 못한 것으로 판단된다.

각 조사지별 목본 수종의 중요치는 Table 3과 같다. 설악산지역에서는 주목(60.2%)을 중심으로 시달나무(15.1%)와 함박꽃나무(9.0%)가, 덕유산지역에서는 주목(29.8%)을 비롯하여 신갈나무(20.1%), 시달나무(10.9%), 마가목(9.4%), 사스래나무(8.7%), 당단풍(6.8%), 구상나무(6.7%) 등이, 그리고 한라산지역에서는 주목(54.4%)을 중심으로 구상나무(22.1%), 산벚나무(13.6%), 마가목(8.9%) 등이 주요 종으로 각각 분포하였다. Kim *et al.* (2010)은 덕유산 향적봉 일대 식생조사를 통해 주목군락내의 주요 목본 구성종으로 주목을 비롯하여 신갈나무, 구상나무, 당단풍, 시달나무, 사스래나무, 잣나무 등을 보고한 바 있는데, 이들 종들은 본 조사에서 확인된 종들과 구성과 분포정도에 다소 차이가 있으나 대체로 유사한 종조성을 보이는 것으로 나타났다. 설악산의 경우는 Hong(2004)이 설악산 삼림식생의 생태학적 연구에서 본 조사지역을 대상으로 주목군락을 조사한 바 있는데 4층의 층상구조, 23.3종의 방형구 당 평균 출현종수, 그리고 주목, 시달나무, 함박꽃나무 등의 주요 분포종 등 군락구조와 종구성 측면에서 본 조사의 내용과 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 한편 한라산에서 주목은 제주조릿대-구상나무군집(Yim *et al.*, 1990)에서 수

관층으로 분포하는 아교목층에서 주요 분포종으로 기재되어 있다.

개체군 동태

각 조사지역에 분포하고 있는 목본수종의 개체수, 평균 흉고직경, 흉고단면적, 그리고 고사목 등에 대한 동태는 Table 4와 같다. 흉고직경 5 cm 이상의 개체분포에서는 한라산지역이 전체 개체수뿐만 아니라 주목의 개체수에 있어서도 986개체/ha로 조사지들 중 가장 높게 나타났다. 그러나 주목의 경우 설악산과 덕유산지역의 평균 흉고직경 42.0 cm와 26.2 cm에 비하여 12.0 cm로 흉고직경급이 작은 개체들이 주로 분포하는 것으로 나타났다. 흉고직경 2.5 cm 이하의 유묘와 치수, 흉고직경 2.5~5 cm 범위의 유묘의 분포에 있어서도 덕유산지역에서 출현하는 주목, 그리고 주목과 경쟁관계에 있는 구상나무의 일부 개체를 제외하고는 한라산지역에서 주목의 유묘와 치수 357.3개체/ha, 유묘 128.6개체/ha, 그리고 기타 수종으로서 구상나무의 치수와 유묘 57.2개체/ha 등 대부분의 개체가 분포하는 것으로 조사되었다. 고사목의 분포는 설악산의 경우 주목을 포함하여 다른 종의 고사개체들이 없었으나 덕유산과 한라산지역에서는 주목이 14.3~85.7개체/ha가 고사한 것으로 나타났다. 주목을 제외한 기타 수종의 경우는 특히, 한라산지역에서 200.1개체/ha로 덕유산지역의 42.9개체/ha에 비하여 매우 높게 나타났는데, 고사개체의 전체가

Table 3. Vegetation structure of *Taxus cuspidata* populations in Seoraksan, Deokyusan, and Hallasan National Parks, Korea

Study site	Species	Density (Trees/ha)	Basal Area (cm ² /ha)	Importance Value (%)
Seoraksan (n=5)	<i>Taxus cuspidata</i>	300.0	475054	60.2
	<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	240.0	22108	15.1
	<i>Magnolia sieboldii</i>	140.0	14946	9.0
	<i>Cornus controversa</i>	40.0	5780	2.7
	<i>Syringavelutina</i> var. <i>kamibayshii</i>	40.0	5376	2.7
	<i>Acer truncatum</i>	40.0	3850	2.5
	<i>Prunus padus</i>	40.0	3144	2.5
	<i>Betula costata</i>	20.0	4696	1.5
	<i>Betula ermanii</i>	20.0	3532	1.4
	<i>Abies nephrolepis</i>	20.0	1580	1.2
	<i>Aralia elata</i>	20.0	1052	1.2
	Total	920.0	541118	100.0
Deokyusan (n=7)	<i>Taxus cuspidata</i>	200.1	159414	29.8
	<i>Quercus mongolica</i>	257.2	80045	20.1
	<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	257.2	16438	10.9
	<i>Sorbus commixta</i>	214.4	16066	9.4
	<i>Betula ermanii</i>	185.8	17938	8.7
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	157.2	11168	6.8
	<i>Abies koreana</i>	114.3	19853	6.7
	<i>Pinus koraiensis</i>	28.6	16326	3.3
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	28.6	2544	1.3
	<i>Cornus controversa</i>	14.3	1352	0.7
	<i>Acer mono</i>	14.3	1225	0.6
	<i>Magnolia sieboldii</i>	14.3	826	0.6
	<i>Prunus sargentii</i>	14.3	550	0.6
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	14.3	512	0.5	
	Total	1514.9	184843	100.0
Hallasan (n=7)	<i>Taxus cuspidata</i>	986.0	233819	54.4
	<i>Abies koreana</i>	343.0	107918	22.1
	<i>Prunus sargentii</i>	328.7	39722	13.6
	<i>Sorbus commixta</i>	171.5	36295	8.9
	<i>Berberis amurensis</i>	14.3	956	0.5
	<i>Prunus padus</i>	14.3	652	0.5
	Total	1857.8	419362	100.0

구상나무인 것으로 조사되었다. 이와 같이 한라산지역에서 구상나무는 유묘와 치수가 57.2개체/ha로 일부 공급되기는 하지만 성목의 전 단계인 유목으로 성장하지 못하고 전

체가 고사하는 것으로 나타났다. 이에 반해 주목은 구상나무에 비하여 유묘와 치수, 유목의 공급이 대체로 원활한 것으로 나타났다. 또한 흉고직경 5 cm 이상의 성목들 중 고

Table 4. Conditions of *Taxus cuspidata* populations in Seoraksan, Deokkyusan, and Hallasan National Parks, Korea

Parameter	Seoraksan (n=5)		Deokkyusan (n=7)		Hallasan (n=7)	
	Tc	Others	Tc	Others	Tc	Others
No. of seedlings and saplings ^a (ind./ha)	-	-	14.3	-	357.3	57.2*
No. of juvvenile ^b (ind./ha)	-	-	-	14.3*	128.6	-
No. of live trees ^c (ind./ha)	300.0	620.0	200.1	1,314.8	986.0	871.8
Average DBH of live trees ^c (cm)	42.0	9.9	26.2	10.0	12.0	13.7
Basal area of live trees (cm ² /ha)	475,054	66,064	159,414	184,843	233,819	185,543
No. of dead trees (ind./ha)	-	-	14.3	42.9	85.7	200.1
Average DBH of dead trees ^c (cm)	-	-	21.0	12.5	8.2	16.8
Basal area of dead trees (cm ² /ha)	-	-	4,942	10,539	4,993	61,288

^aseedlings (basal diameter < 1.0 cm) and saplings (basal diameter ≥ 1.0 cm and DBH < 2.5 cm), ^bDBH ≥ 2.5 cm and <5.0 cm, ^cDBH ≥ 5.0 cm, Tc: *Taxus cuspidata*, *: *Abies koreana*

사개체가 타 조사지에 비하여 매우 높은 것으로 나타나고 있어 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 생각된다. 한편 한라산, 지리산, 덕유산지역의 구상나무군락 (Kim *et al.*, 1991, 1997, 1998, 2007; Kim and Choo, 1999), 오대산지역의 분비나무군락(Kim *et al.*, 1996)에서 고사목을 대상으로 한 고사율은 6.4~18.2% 범위로 조사지역과 군락의 크기에 따라 차이가 있으나 대체로 산림 쇠퇴의 징후로 인식되고 있는 상태이다. 그러나 현재 조사, 보고된 대다수의 연구내용들이 개체군의 동태를 장기적, 지속적으로 관찰, 파악하는 모니터링체계를 통한 조사결과가 아니기 때문에 특정 개체군의 고사율 정도가 자연적인 고사로서 누적된 결과인지, 어떤 원인에 의한 단기적인 산림 쇠퇴의 징후에 의해 나타난 결과인지에 대한 판단을 하기에는 다소 무리가 있는 것으로 생각된다. 향후 이러한 개체군의 동태파악에 대한 내용을 해결하기 위해서는 고정조사구를 통한 장기적인 모니터링체계의 연구방향이 필요할 것으로 판단된다.

목본 수종의 직경급 빈도 분포

각 조사지별 주요 목본수종의 흉고직경급별 개체 분포는 Fig. 1과 같다. 설악산지역에서 주목은 직경 30~40 cm 급과 45 cm 이상에 해당하는 집단을 중심으로 2개의 J자형 또는 파형의 분포유형이 나타났다. 특히 분포 개체들 전체는 흉고직경 20 cm 이상의 대경목집단으로 20 cm 이하의 중소경목, 유묘와 치수 등은 분포하지 않았다. 시닥나무는 직경 10~20 cm 범위의 중경목 집단이 전체 개체

중 16.7%로 분포하나 분포개체의 대부분은 5~10 cm 급의 소경목이 주로 분포하였다. 함박꽃나무를 중심으로 한 기타 수종의 경우는 5~15 cm 급의 중소경목이 전체의 90%로 대부분을 차지하였다.

덕유산지역에서는 주목의 경우, 직경 15~20 cm 급을 중심으로 10~15 cm 급의 중경목집단에서 45~50 cm 급의 대경목집단까지 개체수는 적으나 폭넓은 분포를 보이고 있다. 그러나 후속수로서 흉고직경 10 cm 이하의 유묘와 소경목의 개체 분포는 없는 상태이며, 다만 흉고직경 2.5 cm 이하의 유묘와 치수들이 일부(14.3개체/ha) 분포하는 정도이다. 본 조사지의 경우 입지의 하상이 주로 1 m 내외의 조릿대가 높은 피도로 피복되어 있는 상태로 주목을 포함하여 타 수종들의 종자발아, 유묘와 치수의 정착과 생장에 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다(Chun *et al.*, 2007). 신갈나무개체군은 분포개체의 83%가 5~10 cm 급에 집중되어 나타나고 있으며 10~20 cm 범위에 나머지 개체들이 분포하고 있다. 시닥나무는 10~15 cm 급을 중심으로 분포하고 있으며, 일부 개체들은 25~30 cm 급의 대경목집단에서도 나타나고 있다. 그 밖의 기타 수종들은 마가목, 사스래나무, 당단풍 등이 5~15 cm 급의 중소경목에 집중되어 나타나고 있으며, 구상나무와 잣나무는 15~35 cm 급에 이르는 중대경목의 개체들이 분포하였다.

한라산지역에서 주목개체군은 대체로 5~10 cm 급의 소경목집단을 중심으로 한 역J자형을, 구상나무개체군은 15~20 cm 급을 중심으로 25~30 cm 급까지 나타나는 정규 분포와 유사한 분포패턴을 각각 보여주고 있다. 즉 현재 한

라산의 주목조사구에는 역J자형 집단인 주목개체군과 정규 분포형 집단인 구상나무개체군이 공존하고 있는 상태이다.

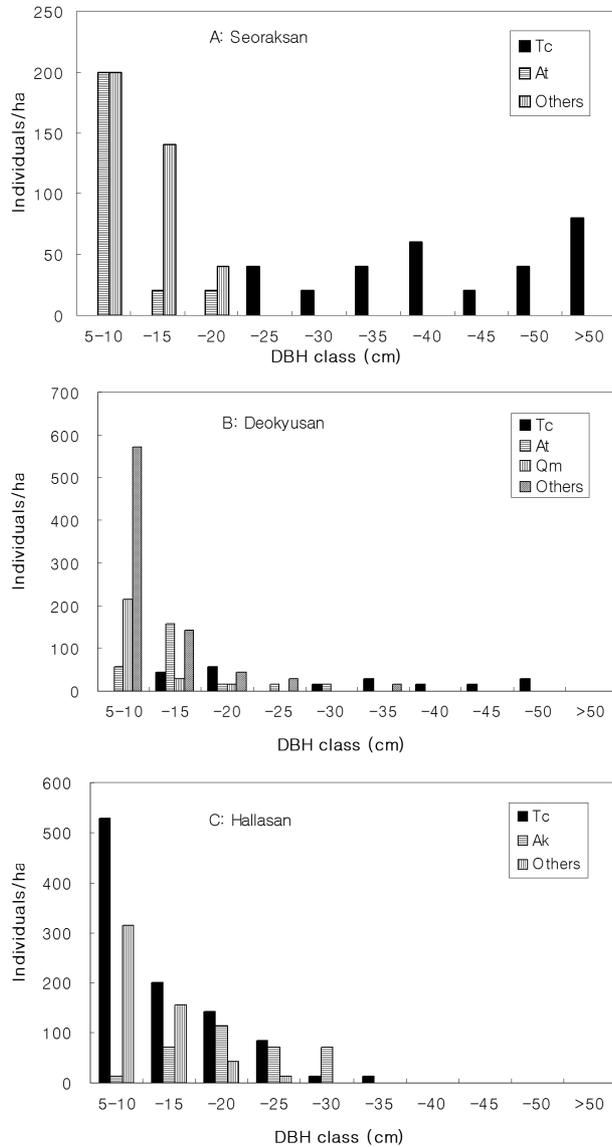


Fig. 1. Frequency distribution of diameter classes of major woody plants at the *Taxus cuspidata* populations in Seoraksan, Deokyusan, and Hallasan National Parks, Korea (Tc: *Taxus cuspidata*, At: *Acer tschonoskii* var. *rubripe*, Qm: *Quercus mongolica*, Ak: *Abies koreana*).

그러나 유묘와 치수, 유목이 각각 357.3개체/ha와 128.6개체/ha로 분포하고 있어 후계목(succession tree)의 공급이 원활하며 낮은 고사율을 보이고 있는 주목개체군 중심의 현 식생상태가 지속적으로 유지될 수 있을 것으로 판단된다. 구상나무개체군은 5~10 cm 급의 소경목집단에 해당하는 개체분포가 낮은 상태이며, 유묘와 치수가 나타나기는 하지만 중간단계인 유목이 발견되지 않아 후계목의 공급이 거의 없는 상태이다. 또한 고사목이 중대경목 중심이며 고사개체는 200.1개체/ha로 덕유산지역(Chun *et al.*, 2011) 구상나무군락에서의 고사목 82개체/ha와 비교해 보아도 상당히 높은 고사율을 보이는 것으로 나타났다. 한편 기타 수종의 경우는 산벚나무와 마가목을 중심으로 한 중소경목이 직경 5~15 cm 범위에 주로 나타났으며 역J자형의 유형으로 분포하였다.

연륜생장

Table 5는 비대생장 측정기에 의해 측정된 연간 연륜 생장값이다. 측정 기간은 설악산과 한라산지역의 경우 1년, 덕유산지역은 1~2년 이었으며, 덕유산지역의 자료는 Chun *et al.*(2011)의 조사 내용을 참고, 인용하였다. 조사지별 연간 평균 비대생장은 설악산지역, 한라산지역, 덕유산지역이 1.27 mm/year, 0.93 mm/year, 0.89 mm/year의 순으로 각각 나타났다. 연간 비대생장은 대경목의 개체들이 주요 조사 대상인 설악산지역이 중경목 중심의 개체들을 대상으로 측정한 한라산과 덕유산지역에 비하여 약 30%정도 높은 생장을 보이는 것으로 나타났으나 측정 개체수가 적고 측정연수가 짧아 신뢰할 만한 값으로 보기는 다소 무리가 있는 것으로 판단된다. 향후 보다 많은 자료수와 장기간의 측정을 통해 비대생장의 자료가 축적된다면 기후변화와 연계한 주목의 생장변화 및 쇠퇴에 대한 내용을 밝히는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

Table 5. Annual mean radial growth on *Taxus cuspidata* populations in Seoraksan, Deokyusan, and Hallasan National Parks, Korea

Parameter	Seoraksan (n=2)	Deokyusan (n=6)	Hallasan (n=4)
DBH (cm)	30.5 (23.1-37.8)	19.5 (14.6-35.2)	13.1 (9.2-21.1)
Annual mean radial growth (mm/year)	1.27	0.89	0.93

사 사

본 연구는 기상청 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업(RACS 2009-4003)의 지원으로 수행되었습니다. 야외 조사와 관련하여 많은 지원과 도움을 주신 제주도 서귀포공원 녹지과의 김기환 과장님, 한라산 성판악사무소의 서승환 팀장님, 그리고 관계자 여러분께 감사를 드립니다. 또한 조사에 참여하여 도움을 준 안재기, 정승광 님에게도 감사를 드립니다.

적 요

본 연구는 설악산, 덕유산, 한라산국립공원의 아고산대에 분포하는 주목개체군의 군락구조와 종조성, 개체군동태, 연륜생장을 조사, 분석하였다. 각 조사지별 계층구조는 덕유산과 한라산은 교목층이 없는 3층구조를, 설악산지역에서는 4층구조로 분포하였다. 중요치를 통한 주요 분포수종은 주목을 비롯하여 시달나무, 신갈나무, 구상나무, 마가목 등으로 나타났다. 주목의 개체(DBH > 5 cm) 밀도는 한라산지역에서 986.0개체/ha로 가장 높게 나타났으며, 평균 흉고직경은 설악산지역이 42.0 cm로 대경목의 개체들이 주로 분포하였다. 유묘와 치수, 그리고 후계목으로서 유묘의 밀도는 357.3개체/ha와 128.6개체/ha로 한라산지역에서 각각 가장 높게 나타났다. 흉고직경 분포에서는 한라산지역의 주목개체군이 역J자형의 유형을 보이고 있어 현 식생상태의 지속적 유지가 가능할 것으로 판단된다. 연평균 연륜생장은 설악산, 덕유산, 한라산지역이 1.27 mm/연, 0.93 mm/연, 0.89 mm/연 순으로 각각 나타났다.

인용문헌

Braun-Blanquet, J. 1964, Pflanzensoziologie. Grundzge der Vegetationskunde, 3rd ed. Springer-Verlag, New York, NY.

Cheju Province. 1985. Report of the Academic Survey of Mt. Halla Natural Preserve. Cheju National Univ, Cheju, Korea (in Korean).

Cheong, C.H., J.Y. Kim and Y.Y. Lee. 1984. Geology of the Soraksan district. In Report of the academic survey of Mt. Sorak. Gangwon Province, Chuncheon, Korea. pp. 429-457 (in Korean).

Cho, D.S. 1994. Community structure, and size and age

distribution of conifers in subalpine Korean fir (*Abies koreana*) forest in Mt. Chiri. Korean J. Ecol. 17:415-424.

Chun, J.I. 1987. Community ecological studies in *Taxus cuspidata* vegetation at the top of Mt. Sobaek. MA Thesis, Yeungnam Univ. (in Korean).

Chun, Y.M., H.J. Lee and I. Hayashi. 2007. Syntaxonomy and syneogeography of Korean red pine (*Pinus densiflora*) forests in Korea. Korean J. Env. Eco. 21:257-277.

Chun, Y.M., M.P. Hong, J.H. Kwon, J.S. Lee, H.L. Choung and S.H. Lee. 2009. A study on community structure and growth variation of *Abies nephrolepis* forest in Mt. Seorak. Geographical J. Korea 43:125-137 (in Korean).

Chun, Y.M., S.K. Chung and H.G. Lee. 2011. Distribution and vegetation of *Abies koreana*. Resource Monitoring of Deogyusan National Park. Deogyusan National Park, Muju, Korea. pp. 169-195 (in Korean).

Han, D.Y. 1988. An ecological study on structure and dynamics of *Taxus cuspidata* forest at Mt. Taebaek. MA Thesis, Chungbuk National Univ. (in Korean).

Hong, M.P. 2004. Ecological studies on the forest vegetation of Mt. Seorak. Ph.D. Thesis, Konkuk Univ. (in Korean).

Jang, Y.S., C.S. Shin and D.J. Chung. 2004b. Vegetation structure of natural *Taxus cuspidata* forests in Mt. Sobaek. Korean J. Plant Res. 17:67-74 (in Korean).

Jang, Y.S., D.C. Yang and D.J. Chung. 2004c. Vegetation structure of natural *Taxus cuspidata* forests in Mt. Duckyoo. Korean J. Plant Res. 17:58-66 (in Korean).

Jang, Y.S., M.Y. Shin and D.J. Chung. 2004a. Phytosociological study on natural forest of *Taxus cuspidata* in Mt. Hambaek. Korean J. Agricult. Forest Meteorol. 6:30-37 (in Korean).

Kang, S.J and D.Y. Han. 1991. An ecological study on dynamics of *Taxus cuspidata* forest at Mt. Taebaek. A Collection of Essays Honoring Professor Yang-Jai Yim 1:21-36 (in Korean).

Kang, S.J. 1984. Structure and dynamics of *Taxus cuspidata* forest at Mt. Sobaek. Nature Conservation 48:31-48 (in Korean).

Kim, C.S. 1995. A study on the botanical and social characteristics of communities of *Taxus cuspidata* in Mt. Duck-yoo. MA Thesis, Kyunghee Univ. (in Korean).

Kim, G.T. and G.C. Choo. 1999. Studies on the structure of forest community in subalpine zone of Togyusan -*Abies koreana* forest-. Korean J. Env. Eco. 13:70-77 (in Korean).

Kim, G.T., G.C. Choo and G.J. Baek. 1998. Studies on the

- structure of forest community in subalpine zone of Mt. Halla -*Abies koreana* forest-. J. Korean For. Soc. 87:366-371 (in Korean).
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um. 1996. Studies on the structure of forest community at Turobong-Sangwangbong area in Odaesan National Park -*Abies nephrolepis* and *Taxus cuspidata* forest-. Korean J. Env. Eco. 10:160-168 (in Korean).
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um. 1997. Studies on the structure of forest community at Cheonwangbong-Deokpyungbong area in Chirisan National Park -*Abies koreana* forest-. J. Korean For. Soc. 86:146-157 (in Korean).
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um. 2007. Studies on the structure of *Abies koreana* community at subalpine zone in Hallasan. Kor. J. Env. Eco. 21:161-167 (in Korean).
- Kim, G.T., J.S. Kim and G.C. Choo. 1991. Studies on the structure of forest community at Banyabong area -*Abies koreana* forest-. Appl. Ecol. Res. 5:25-31 (in Korean).
- Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song. 2010. Vegetation structure of the Hyangjeokbong in the Deogyusan National Park. Korean J. Env. Eco. 24:708-722 (in Korean).
- Kim, M.Y. 1994. A study on the structural characteristics of communities of *Taxus cuspidata* in Mt. Hambaik. MA Thesis, Kyunghee Univ. (in Korean).
- Kong, W.S. 1998a. The alpine and subalpine geoecology of the Korean Peninsula, Korean J. Ecol. 21:383-387.
- Kong, W.S. 1998b. The distributional patterns of alpine plants of Mt. Halla, Cheju Island, Korea. J. Korean Geogr. Soc. 33:191-208 (in Korean).
- Kong, W.S. and D. Watts. 1999. Distribution of arboreal arctic-alpine plants and environments in NE Asia and Korea. Geogr. Rev. Japan 72:122-134.
- _____. 2000a. Global warming effects on habitat of plants. Nature Conservation 111:26-31 (in Korean).
- _____. 2000b. Geoecology on the subalpine vegetation and landscape of Mt. Sorak. J. Korean Geogr. Soc. 35:177-187 (in Korean).
- _____. 2004. Species composition and distribution of native Korean conifers. J. Korean Geogr. Soc. 39:528-543 (in Korean).
- _____. 2005. Selection of vulnerable indicator plants by global warming. J. Korean Meteor. Soc. 41:263-273 (in Korean).
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2011. <http://www.kma.go.kr>.
- Lee, C.S. and H.J. Cho. 1993. Structure and dynamics of *Abies koreana* Wilson community in Mt. Gaya. Korean J. Ecol. 16:75-91 (in Korean).
- Lee, J.B. 1993. A study on the structural characteristics of communities of *Taxus cuspidata* in Mt. Soubaik. MA Thesis, Kyunghee Univ. (in Korean).
- Lee, T.B. 2003a. Coloured Flora of Korea I. Hyangmunsa, Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, T.B. 2003b. Coloured Flora of Korea II. Hyangmunsa, Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, W.T. 1996. Standard Illustrations of Korean Plants. Academy Press, Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, Y.N. 2006a. New Flora of Korea I. Kyohak Publishing Co., Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, Y.N. 2006b. New Flora of Korea II. Kyohak Publishing Co., Seoul, Korea (in Korean).
- Lim, J.H. and J.H. Shin. 2005. Forest vegetation shift and plant phenological changes according to global warming. Nature Conservation 130:8-17 (in Korean).
- National Geographic Information Institute, 2004. Geography of Korea : Jeolla-do, Jeju, National Geographic Information Institute, Suwon, Korea (in Korean).
- Seo, D.J. 1994. Studies on the distribution of population and structure of *Taxus cuspidata* community in Mt. Sobaek. MA Thesis, Sunchon National Univ. (in Korean).
- Yim, Y.J. 1977. III. Distribution of tree species along the thermal gradient. Japanese J. Ecol. 27:177-189.
- Yim, Y.J. and S.D. Baik. 1985. The vegetation of Mt. Seolag. Chung-Ang University Press, Seoul, Korea (in Korean).
- Yim, Y.J. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. Japanese J. Ecol. 25:77-88.
- Yim, Y.J., K.S. Paik and N.J. Lee. 1990. The vegetation of Mt. Halla. Chung-Ang Univ. Press, Seoul, Korea (in Korean).

(접수일 2011.12.27; 수정일 2012.1.26; 채택일 2012.2.14)