

설악산 분비나무림의 입지환경과 천이*

전영문** · 권재환*** · 홍문표**** · 이재석***** · 정홍락***** · 이승호*****

Habitat Environment and Succession of *Abies nephrolepis* Forest in Mt. Seorak*

Young-Moon Chun** · Jae-Hwan Kwon*** · Moon-Pyo Hong**** ·
Jae-Seok Lee***** · Heung-Lak Choung***** · Seungho Lee*****

요약 : 본 연구에서는 설악산에 분포하는 분비나무림을 대상으로 생육지의 토양환경, 미기상환경, 개체군 분포, 군락의 천이방향을 조사하여 분석하였다. 전반적인 토양환경은 귀태기청봉지가 가장 양호하였으며, 토양의 pH는 전체적으로 강산성(4.13~4.84)을 나타내었다. 생육지별로 측정된 온습도조사에서 설악폭포지는 실제 관측된 일평균기온이 환경기온 체감률을 고려한 값에 비하여 낮고, 가장 다습한 입지를 보였다. 상대우점치를 통한 종 분포에서는 귀태기청봉지에서 분비나무(74.5), 사스래나무(43.7), 짙뺨나무(26.3) 등이, 관모능선지에서는 분비나무(81.9), 신갈나무(42.5), 사스래나무(37.6) 등이, 설악폭포지에서는 분비나무(63.2), 당단풍나무(41.2), 잣나무(33.3) 등이 각각 주요 목본 수종으로 분포하였다. 한편, 주요 목본수종의 DBH 분포와 유묘의 분포, 입지환경 등을 고려한 향후 조사지별 주요 우점 개체군으로는 대체로 분비나무가 우점하는 현 군락으로의 진행이 유지될 것으로 추정되었다.

주요어 : 미기상환경, 분비나무, 상대우점치, 설악산, 아고산대, 천이, 토양환경, 흥고직경

Abstract : In this research, the soil environments and micrometeorological environment of habitat, population distribution, and succession of *Abies nephrolepis* forest were analyzed in the Mountain Seorak. Gwittegiyeongbong site was most excellent in view of the overall soil environments, and had the soil of strong acidity (pH 4.13 to 4.84). In study of the temperature and humidity in each of habitats during the growing season, Seorak Falls site showed actually observed daily mean temperature that was lower than expected temperature in consideration of the environmental temperature lapse rate. Further, Seorak Falls site was considered the most humid location among studied sites. The major dominant species in the order of importance value were as follows: *Abies nephrolepis* (74.5), *Betula ermanii* (43.7) and *Thuja koraiensis* (26.3) in Gwittegiyeongbong, *Abies nephrolepis* (81.9), *Quercus mongolica* (42.5) and *Betula ermanii* (37.6) in Gwanmoneungseon, and *Abies nephrolepis* (63.2), *Acer pseudo-sieboldianum* (41.2) and *Pinus koraiensis* (33.3) in Seorak Falls. Meanwhile, it is estimated that the current community where the *Abies nephrolepis* is mostly dominant will be maintained as the major dominant population in the future in each of study sites, considering the DBH distribution of the major woody species, distribution of seedling, location environment, and so on.

Key Words : *Abies nephrolepis*, DBH, importance value, micrometeorological environments, Mt. Seorak, soil environments, subalpine zone, succession

* 이 논문은 기상청 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업(RACS_2009-4003)의 지원으로 수행되었음.

** 건국대학교 기후연구소(Climate Research Institute, Konkuk University, pinusya@hanmail.net)

*** 설악산국립공원사무소(Seoraksan National Park, conqq@hanmail.net)

**** 강릉대학교 환경문제연구소(Center for Environmental Research, Gangneung-Wonju National University, camillus@hanmail.net)

***** 건국대학교 기후연구소(Climate Research Institute, Konkuk University, jaeseok@konkuk.ac.kr)

***** (주)에코답부설 자연환경연구소(Natural Environment Institute, migang1961@chol.com)

***** 교신저자, 건국대학교 기후연구소(Climate Research Institute, Konkuk University, leesh@konkuk.ac.kr)

I. 서론

설악산은 한반도의 축을 이루는 백두대간의 중앙부에 위치하고 있어 북쪽으로는 금강산을 거쳐 북한 의 고원지대로 연결되고, 남쪽으로는 오대산, 태백산을 거쳐 차령산맥, 소백산맥으로 이어지는 곳으로 지리적 뿐만 아니라 생태학적으로 중요한 지역이다(임양재 · 백순달, 1985). 또한 빼어난 자연경관뿐만 아니라 한반도 중부지역 동식물의 보고로서 그 중요성이 높게 평가되어 국립공원(1967년)과 UNESCO 생물권보전지역(1982년)으로 지정되어 관리되고 있다.

설악산은 식생지리학적으로 주로 신갈나무가 저산지에서 고산지까지 광범위하게 우점하는 냉온대 낙엽 활엽수림대에 해당되며, 해발 1,500m 이상의 대청봉, 중청봉과 소청봉 일대의 지역은 아고산대(subalpine belt)의 식생이 분포한다. 설악산의 아고산대에는 눈잣나무, 짙나무, 털진달래, 사스래나무, 거제수나무, 신갈나무, 분비나무, 주목 등이 관목상 또는 아교목상 군락을 형성하고 있으며 눈주목, 짙나무, 텃불오리 나무, 팻두릅, 기생꽃, 홍월굴, 월굴, 노랑만병초 등의 북방계식물이 이들 군락내에 함께 생육한다(홍문표, 2004).

아고산대 침엽수인 분비나무는 아한대의 표징종으로서 러시아와 몽골, 중국, 한반도에 분포하며, 한반도에서는 북부 차유산에서 지리산에 이르기까지 해발 700~2,540m의 고도에 주로 분포한다(정태현 · 이우철, 1965; 공우석, 2004). 설악산에서는 남사면에서 해발 1,000m(북사면은 해발 800m)부터 출현하기 시작하여 산정까지 나타나는데, 주로 암괴원 가장자리의 암괴 사이 내에 형성된 퇴적물층을 기반으로 분포하고 있어 얇은 토층과 수분 공급 측면은 매우 열악한 편으로, 식물의 생장이 활발해지는 봄에 원활한 수분 공급 부족으로 건조 피해를 입게 된다(임양재 · 백순달, 1985; 공우석, 2000; 홍문표, 2004; 공우석, 2007).

설악산에서 분비나무개체군의 피해는 서북능선상의 귀태기청봉에서 홍문표(2004)에 의해 언급되었으며, 이후 귀태기청봉, 관모능선, 설악폭포에서 실시한

생육변동 조사를 통해 최근 약 30년 전부터 생장쇠퇴 현상이 있었던 것으로 연구 된 바 있다(전영문 등, 2009). 그러나 생장쇠퇴의 원인에 대한 요인분석과 쇠퇴에 따른 향후 군락의 진행 방향에 대해서는 연구된 바 없다. 본 조사에서는 우리나라 아고산지역에 특이적으로 분포하고 있는 분비나무의 생육지 환경에 대한 정보와 천이의 흐름을 파악하기 위하여 조사지별 토양환경, 미기상환경, 주요 목본 수종들의 상대우점치와 개체군구조를 조사, 분석하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 조사지인 설악산은 한반도의 중동부인 강원도 속초시, 인제군, 양양군에 걸쳐 분포하고 있으며 주봉은 1,708m의 대청봉이다. 설악산은 자연경관과 자연자원의 중요성이 인정되어 국립공원(1967년)과 UNESCO 생물권보전지역(1982년)으로 지정, 관리되고 있다. 본 연구에서는 설악산의 귀태기청봉(해발 1,510m)과 관모능선(해발 1,660m), 설악폭포(해발 1,060m) 주변 지역을 조사지점으로 선정하였다(Fig. 1).

설악산국립공원은 북위 38° 05' 25" ~ 38° 12' 36", 동경 128° 18' 03" ~ 128° 26' 43"의 범위에 있으며, 면적은 354.6 km²에 달한다. 설악산에서 가장 가까운 거리에 인접한 속초의 연평균 기온은 12.1°C, 연평균 강수량은 1,342.4mm 이다(기상청, 2001). 설악산의 주체는 백악기(Mesozoic Era, Cretaceous Period)의 불국사화강암(Pulguksa Granite)으로 이루어져 있으며 토양의 대부분은 화강암이 풍화하여 형성된 마사토(coarse-textured soils)로 구성되어 있어 일반적으로 토양이 척박하고 토양층이 얇다(이도영, 1999; 국립공원관리공단, 1999). 설악산은 식물구계지리학상 한반도 온대아구에 속하며 식생지리학적으로 주로 신갈나무를 비롯한 참나무류(*Quercus* sp.)가 우점하는 냉온대 낙엽 활엽수림대에 해당된다(Yim and Kira, 1975; 임양재 · 백순달, 1985).

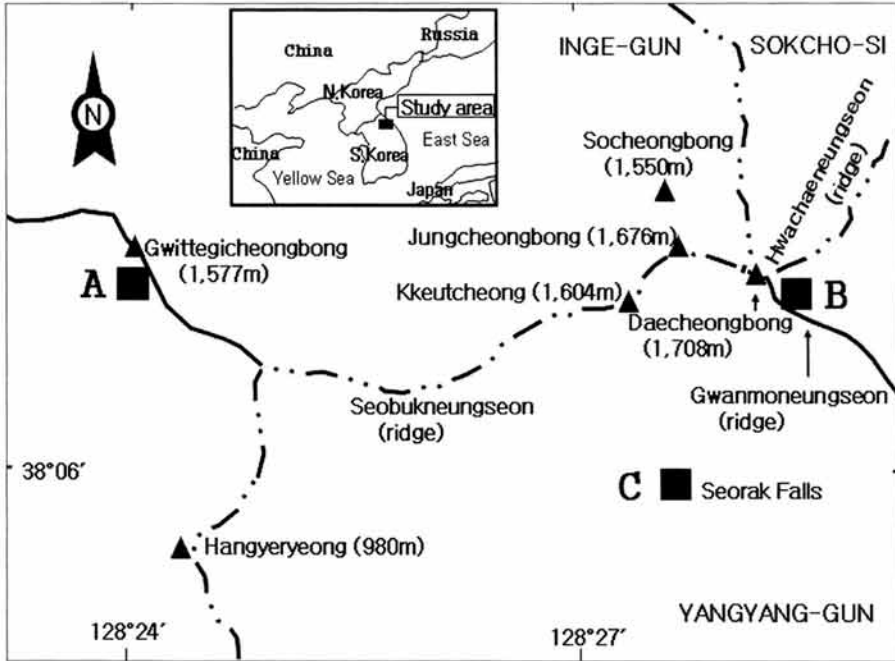


Fig. 1. A map of the study sites in Mt. Seorak, Korea (A. Gwittegicheongbong, B. Gwanmoneungseon(ridge), C. Seorak Falls)

2. 식생조사와 입지환경 분석

조사지역 내의 방형구는 식분이 비교적 균질한 지점을 대상으로 식생의 수고를 고려하여 10×10m, 15×15m로 설정하였다. 식생조사는 Braun-Blanquet (1964)의 식물사회학적 방법에 따라 2008년 7월에서 2009년 8월까지 수행하였다. 고정 방형구는 귀때기청봉 일대에 8개, 관모능선부에 2개, 설악폭포 지역에 5개 등 총 15개를 설치하였다.

각 조사구내에 분포하는 주요 목본 수종간의 종간 상대적 우세를 통합적으로 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(IV)를 백분율로 나타낸 상대우점치(IP)를 구하였다(Brower and Zar, 1977). 식물의 동정과 학명의 기재는 이우철(1996)의 한국식물명고에 따랐다.

토양의 화학적 특성을 분석하기 위하여 총 14개 조사지(귀때기청봉 7개 지소, 관모능선 2개 지소, 설악폭포 5개 지소)에서 토양 시료를 채취하였다. 토양은 각 채취 조사구에서 A1층에 분포하는 토양을 채취하였으며, 각 조사구 토양의 오차를 줄이기 위하여

채취 조사구에서 4번 채취한 것을 합하였다. 채취한 토양은 실내에서 풍건한 후 2mm체를 통과한 시료를 분석에 사용하였다. 분석방법은 pH와 전기전도도(EC, electric conductance)의 경우 풍건한 토양 시료와 증류수를 1:5의 비율로 진탕 여과한 다음 pH meter(Mettler Toledo S40)와 EC meter(Mettler Toledo S47-K)로 측정하였으며, 유기물함량은 Tyurin법, TN, NH₄⁺, NO₃⁻는 Kjeldhal 증류법과 질소자동분석기(Gerhardt autosampler vapodest 50 carouse), TP는 Vanado molybdate method(UV Spectrophotometer, UV2550PC), CEC, K, Ca, Mg는 1 N 초산암모늄법(ICP, Shimadzu ICPE9000)으로 각각 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 조사지별 토양환경에 대한 통계적 분석은 One-Way ANOVA(SPSS Inc. 2003)를 사용하였다.

조사지별 미기상요인에 따른 분비나무 군락지의 식생 변화 양상을 알아보기 위하여 RHTEMP101(Monarch Instrument, USA)을 관모능선, 귀때기청봉, 설악폭포에 각각 설치하여 온습도 변화 추이를 측정, 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양환경

각 조사지별 토양의 화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 전반적인 토양환경(OM, TN, TP, K, Ca, Mg)은 귀태기청봉지역이 가장 양호한 것으로 나타났다. pH, 유기물함량, 총질소는 조사지간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 각 조사지별 토양환경에서, 토양 pH의 평균값은 4.13~4.84범위로 전반적으로 강산성을 띠었으며 귀태기청봉지에서는 극강산성(4.13)의 값을 나타내었다.

유기물함량은 귀태기청봉지에서 19.43%, 관모능선지에서 16.90%, 설악폭포지에서 14.93%의 순으로 유의한 차이를 보였다. 설악산 분비나무군락을 대상으로 한 기존의 조사(홍문표, 2004)에서도 유기물함량은 평균 17.27%로서 본 연구의 조사결과 범위와 유사하게 나타난 바 있다. 특히 유기물함량이 가장 높게 나타난 귀태기청봉지는 입지가 대부분 암괴로 이루어진 지역으로 토양은 주로 암괴사이와 기반암 위에 식물성 litter와 같은 유기 퇴적물이 쌓여 형성된 것으로 토양층이 빈약한 상태이나 비옥도는 높은 편이다. 유기물함량은 해발고도가 낮은 곳에 위치한 설악폭포지에서 해발고도가 높은 곳에 위치한 관모능선지와 귀태기청봉지로 갈수록 유기물함량이 유의하게($p <$

0.01) 증가하였다. 이는 고도가 높아지면 기온이 낮아져 미생물에 의한 유기물의 분해속도가 느려지는데 기인한 것으로 보이며, 고도에 따라 유기물함량이 증가한다는 타 연구내용들과 유사한 결과이다(김준민 등, 1977; 이원규 등, 1997; 홍문표, 2004). 한편 각 조사지별로 유기물함량이 높아짐에 따라 토양 pH는 산성화하는 경향을 보이는데, 이는 토양 미생물에 의한 유기물의 분해속도가 느려지면서 생성된 유기산들이 축적된 결과로 알려져 있다(진현오 등, 2002).

총질소량은 0.69~1.44% 범위로서 귀태기청봉지에서 가장 높고 관모능선지에서 가장 낮은 값으로 측정되었다. 무기태질소에서는 식물이 주로 이용하는 질산태질소(NO_3^- -N)가 암모니아태질소(NH_4^+ -N)에 비하여 2~20배 이상 높았는데, 특히 귀태기청봉지에서 질산태질소값이 매우 높게 측정되었다. 총인은 850~1,345ppm 범위로서 귀태기청봉지에서 가장 높은 값을 나타내었다. 한편 EC, CEC, 양이온치환능(K, Ca, Mg)의 값은 귀태기청봉지, 설악폭포지, 관모능선지의 순으로 낮게 나타났으며 조사지간에 유의한 차이는 없었다.

분비나무군락의 각 조사지별 토양환경(유기물함량, 총질소, 총인, 양이온치환능 등)은 설악산지역(홍문표, 2004) 내 타 군락과 비교하여 볼 때 대체로 양호한 수준인 것으로 파악되었다. 본 조사에서 귀태기청봉

Table 1. Soil characteristics of the three habitat of *Abies nephrolepis* stands in Mt. Seorak. Each characteristic was expressed with mean \pm SE

Parameter	Gwittegiyeongbong (n=7)	Gwanmoneungseon (n=2)	Seorak Falls (n=5)	<i>p</i> *
pH (1:5)	4.13 \pm 0.02	4.57 \pm 0.37	4.84 \pm 0.12	0.002
OM (%)	19.43 \pm 0.12	16.90 \pm 0.09	14.93 \pm 1.85	0.010
EC (ms m^{-1})	0.32 \pm 0.02	0.16 \pm 0.03	0.22 \pm 0.04	0.046
CEC ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	26.49 \pm 1.59	19.80 \pm 1.59	21.56 \pm 3.04	0.121
TN (%)	1.44 \pm 0.09	0.69 \pm 0.02	0.74 \pm 0.12	0.001
NH_4^+ (ppm)	86.53 \pm 25.04	99.84 \pm 10.84	112.02 \pm 20.92	0.777
NO_3^- (ppm)	1768.55 \pm 640.68	276.21 \pm 131.08	237.93 \pm 84.41	0.172
TP (ppm)	1345.49 \pm 162.59	1001.20 \pm 71.84	849.70 \pm 77.22	0.066
K (ppm)	16.21 \pm 1.46	7.21 \pm 0.54	11.16 \pm 1.88	0.014
Ca (ppm)	89.67 \pm 12.84	43.15 \pm 0.49	87.42 \pm 31.33	0.426
Mg (ppm)	20.54 \pm 1.68	12.59 \pm 2.20	16.20 \pm 3.55	0.155

Table 2. Air temperature and moisture of *Abies nephrolepis* populations in the three habitats at Mt. Seorak (2009. 5~9)

Elements	Study sites	Altitude (m)	Daily mean	Daily max.	Daily min.
Air temperature (°C)	Gwanmoneungseon	1,660	13.0	18.2	8.3
	Gwittegicheongbong	1,510	14.2	19.3	9.5
	Seorak Falls	1,060	14.8	19.4	10.8
Relative moisture (%)	Gwanmoneungseon	1,660	81.1	100.0	45.9
	Gwittegicheongbong	1,510	81.8	99.6	51.6
	Seorak Falls	1,060	85.8	99.7	62.5

지역은 조사지 중 토양환경이 가장 양호한 값을 가지고 있는 것으로 나타났으나 분비나무를 비롯한 조사지내 주요 분포 수종은 소경목급의 개체가 주류를 이루고 있으며, 높은 고사율과 가장 저조한 활력으로 생육상태가 부실한 실정이다(전영문 등, 2009). 이는 분포 입지가 대부분 암곡로 이루어져 뿌리의 지지기반과 토양층의 형성이 빈약하여 건조시기에 수분 공급이 원활하게 이루어지지 않아 수분스트레스를 겪을 수 있으며, 강한 북서풍의 바람에 의한 영향을 받는 등 입지의 여러 환경 요인들과 깊은 상관관계가 있을 것으로 생각된다.

2. 미기상 환경

일반적으로 산악지대는 고도의 증가에 따라 온도가 하강하고 그에 따라 식생의 변화가 나타난다. 그러나 큰 규모에서의 이러한 기상환경요인과 식생의 변화는 사면의 방향, 경사도 등에 의해 다양하게 나타나며 아울러 식생도 종조성 및 구성종 각각의 우점의 다양한 조합으로 다양한 식생 형태가 형성된다(홍문표, 2004). 이러한 환경요인과 군락의 형성, 유지, 천이와 같은 동태와의 상관관계는 미세 환경요인의 변화에 대해 어떠한 종이 우점하는 군락의 변화 방향, 나아가서 온난화와 같은 대기후적인 요소의 변화에 따른 특이 생태계의 성립과 유지에 관한 방향성 예측을 가능하게 하고 해당 군락의 보호 및 유지에 대한 자료를 제공한다.

Table 2는 설악산 분비나무 조사구에서 주요 생육기 동안 측정할 때 시간별 온·습도 자료(2009년 5월~9월)를 토대로 일평균 기온, 일최고기온 평균, 그리

고 일최저기온 평균을 정리한 것이다. 일평균 기온은 해발고도가 가장 높은 관모능선지에서 13.0°C로 가장 낮고, 설악폭포지에서 가장 높은 14.8°C로 나타났으나 설악폭포지의 경우, 환경기온체감률에 의한 기온보다 비교적 낮은 값을 보였다. 관모능선지(해발 1,660m)의 연평균기온을 환경기온체감률(-0.65°C/100m)을 고려하여 설악폭포지의 고도로 역으로 환산하면 3.9°C가 높은 16.9°C로 된다. 따라서 설악폭포지의 실제 평균기온 14.8°C는 환경기온체감률에 의한 기온값에 비하여 평균 2.1°C 낮다는 것을 알 수 있다.

이러한 측정값은 아고산대수종인 분비나무가 설악폭포지의 낮은 해발고도에서 생장이 양호한 군락으로 국지 분포하고 있는 상황을 설명하는데 의미 있는 자료가 될 것으로 판단되며 지속적인 자료 축적이 필요하다. 그러나 이렇게 낮은 기온이 설악폭포지에 한정되어 나타나는지는 비슷한 해발고도를 가진 다른 조사구에 측정시스템을 추가적으로 설치하여 확인해 보아야 할 것이다.

한편 상대습도에서는 1,500m 이상에 위치하고 있는 관모능선지와 귀태기청봉지에서 81.1~81.8% 범위로 조사구간에 큰 차이가 없었다. 설악폭포지의 경우에는 위의 조사구에 비하여 습도가 높게(85.8%) 나타나 비교적 다습한 환경 하에 있는 입지인 것으로 확인되었다.

3. 상대우점도를 통한 종조성 분포

Table 3은 각 조사지별 주요 목본수종의 상대우점치를 나타낸 것이다. 귀태기청봉 조사구에서는 분비나무(74.5)와 사스래나무(43.7)를 중심으로 짙쟁나무

Table 3. Importance percentage of major woody species in *Abies nephrolepis* communities at three habitats in Mt. Seorak

Species		RF	RD	RC	IP
Gwittegicheongbong (n=9)	<i>Abies nephrolepis</i>	100.0	53.7	69.8	74.5
	<i>Betula ermanii</i>	100.0	15.3	15.8	43.7
	<i>Thuja koraiensis</i>	44.4	23.6	10.8	26.3
	<i>Sorbus commixta</i>	55.6	4.9	1.5	20.7
	<i>Pinus koraiensis</i>	55.6	1.5	0.9	19.3
	<i>Malus baccata</i>	22.2	0.5	0.8	7.8
Gwanmoneungseon (n=2)	<i>Abies nephrolepis</i>	100.0	62.9	82.9	81.9
	<i>Quercus mongolica</i>	100.0	14.5	13.1	42.5
	<i>Betula ermanii</i>	100.0	11.3	1.5	37.6
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	50.0	6.5	1.3	19.3
	<i>Salix caprea</i>	50.0	3.2	1.2	18.1
	<i>Pinus koraiensis</i>	50.0	1.6	0.1	17.2
Seorak Falls (n=5)	<i>Abies nephrolepis</i>	100.0	34.1	55.5	63.2
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	100.0	21.2	2.3	41.2
	<i>Pinus koraiensis</i>	80.0	8.8	11.2	33.3
	<i>Tilia amurensis</i>	60.0	10.0	7.7	25.9
	<i>Abies holophylla</i>	60.0	3.5	10.0	24.5
	<i>Quercus mongolica</i>	60.0	7.1	5.9	24.3
	<i>Betula costata</i>	60.0	1.8	0.7	20.8
	<i>Betula schmidtii</i>	40.0	2.4	4.5	15.6
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	40.0	1.8	0.7	14.2
	<i>Rhododendron brachycarpum</i>	40.0	1.2	0.1	13.8
	<i>Acer pictum</i> var. <i>truncatum</i>	20.0	2.4	0.6	7.6
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	20.0	2.4	0.1	7.5
	<i>Maackia amurensis</i>	20.0	1.8	0.5	7.4
	<i>Euonymus sachalinensis</i>	20.0	1.2	0.1	7.1
<i>Acer komarovii</i>	20.0	0.6	0.0	6.9	

RF: Relative frequency, RD: Relative density, RC: Relative coverage, IP: Importance percentage

(26.3), 마가목(20.7), 잣나무(19.3), 야광나무(7.8) 등이, 관모능선 조사구에서는 분비나무(81.9), 신갈나무(42.5), 사스래나무(37.6)를 비롯하여 당단풍나무(19.3), 호랑버들(18.1), 잣나무(17.2) 등의 수종이 분포하는 것으로 나타났다. 그리고 설악폭포 인근의 조사구에서는 분비나무(63.2), 당단풍나무(41.2), 잣나무(33.3), 피나무(25.9), 전나무(24.5), 신갈나무(24.3), 거제수나무(20.8) 등의 순으로 분포하였다.

UNESCO의 생물권보전지역인 설악산은 북방계와 남방계의 다양한 생물상이 공존하는 지역으로, 식생지리학적으로는 주로 신갈나무를 비롯한 참나무류가 우

점하는 냉온대 낙엽활엽수림대에 해당되며 일부 산정부에는 아고산 침엽수림이 나타나는 한반도 중부의 생태계 보고이다(Yim and Kira, 1975; 임양재·백순달, 1985). 삼림식생의 유형은 총 21개 자연림 군락이 분포하며, 이 중 분비나무군락은 서북능선을 축으로 북사면의 경우 해발 800m(남사면의 경우는 해발 1,000m)부터 출현하기 시작하여 산정까지 나타나며 주로 암석지대 주변에 분포하는 집빵나무군락의 바깥쪽에 군락을 형성한다(임양재·백순달, 1985; 홍문표, 2004).

일반적으로 동일한 식생형이라도 해발고뿐만 아니라 입지의 여러 환경에 따라 구성종의 분포와 우점

정도는 다르게 나타나는데, 설악산에 분포하는 분비나무군락의 경우에서도 해발고가 높으면서 입지가 서로 다른 관모능선지와 귀때기청봉지, 그리고 해발고가 낮은 설악폭포지는 주요 구성종에서 차이를 보이고 있다. 귀때기청봉지는 입지가 주로 남서사면에 면하여 일조량은 높은 편이나 기질이 암괴로 형성되어 있어 뿌리를 지지하기 위한 토양 지지기반이 빈약하고 수분공급 또한 열악한 환경일 뿐 아니라 북서풍의 영향을 많이 받는 지역이다. 이러한 영향으로 암괴원을 중심으로 분포하는 짚뽕나무와 분비나무를 비롯하여 구성종은 전반적으로 소경목 위주로 구성되어 있다.

관모능선지의 입지는 귀때기청봉지에 비하여 해발고가 다소 높으며 남서사면을 향하고 있는 능선부상에 군락이 분포하고 있다. 또한 기질은 암괴가 부분적으로 분포하나 토양형성층은 전반적으로 양호한 상태로 중경목급의 분비나무를 비롯하여 신갈나무, 사스래나무가 주요종으로 분포하고 있다. 오대산 두노봉지역(김갑태 등, 1996)의 능선부에 분포하는 분비나무군락에서도 신갈나무, 사스래나무, 분비나무, 당단풍나무 등의 우점치가 높게 나타나 본 조사지의 종 조성 분포와 유사한 것으로 파악되었다.

설악폭포조사지는 위의 조사구들에 비하여 해발고도가 450~600m 낮은 지역에 위치하고 있으나 분비나무와 전나무를 포함하는 아고산 침엽수림대뿐만 아니라 당단풍나무, 잣나무, 피나무, 신갈나무, 사스래나무, 철쭉, 다릅나무, 시달나무 등 냉온대 중부·산지형 활엽수림대와 냉온대 북부·고산지형 침활혼합림대에서 나타나는 신갈나무림의 구성종이 다수 혼재하여 분포하는 것으로 조사되었다(Kim, 1992; 김종원·이울경, 2006). 이는 설악폭포지가 다른 두 입지에 비하여 상대적으로 낮은 해발고도역에 위치하고 있으나 주변에 위치한 설악폭포의 영향으로 조사지의 온도가 예상 기온보다도 낮아 식물의 분포 수용능력이 보다 넓은 것도 부분적인 요인일 것으로 생각된다.

4. 군락의 천이 방향

식물군집의 천이상태는 식물 종집단의 연령분포에

의해 파악할 수 있으며(Daubenmire, 1968), 수목의 연령은 흉고직경을 측정함으로써 이에 대체하여 사용할 수 있다. Fig. 2는 각 조사지별로 분포하는 전체 목본 수종을 대상으로 한 흉고직경급 분포를 나타낸 그림이다. 이 중에서 주요 수종은 Table 3에서 상대우점도와 상대피도를 고려하여 대상종을 선정하였다. 귀때기청봉지에서 전체적인 직경급 분포 경향은 10cm 이하의 소경목에 해당하는 개체들이 대부분(92.8%)을 차지하였으며, 이 중 유묘와 유목을 제외한 개체 분포에서는 분비나무, 짚뽕나무, 사스래나무, 기타 수종의 순으로 나타났다. 이와 같이 소경목의 개체 비율이 높게 나타난 원인은 분포 수종들의 직경급이 전반적으로 낮을 뿐만 아니라 중경목급에 해당하는 분비나무개체들의 고사율이 비교적 높는데 기인한다. 이는 귀때기청봉 조사지가 타 입지에 비하여 강한 바람과 암괴내에 형성된 얇은 토심 등 열악한 서식환경에 영향 받은 바가 큰 것으로 생각된다(전영문 등, 2009). 특히 분비나무의 고사율은 조사된 전체 개체들 중 2~10cm 범위의 소경목급이 14.8%, 10~20cm 범위의 중경목급에서는 19.5%로 나타났는데(Fig. 2), 고사개체들의 수령 분포는 21~120년 이상의 범위에 걸쳐 폭넓게 분포하며 40~80년 범위에서 개체 분포비가 가장 높은 것으로 조사된 바 있다(전영문 등, 2009). 이러한 결과는 수령이 높은 개체의 고사율과 중경목급 개체들의 높은 고사율이 연동하는 것으로 추정된다. 위의 내용을 토대로 보면, 본 조사지에는 비교적 열악한 입지환경의 영향을 받아 주로 분비나무 중심의 소경목급 개체가 분포한다. 주요 경쟁수종은 짚뽕나무와 사스래나무가 직경 10cm 이내의 소경목으로 분포하고 있으며 유묘와 유목의 개체 분포가 낮은 반면, 분비나무의 경우는 유묘와 유목의 후계목 분포가 전체의 21%로서 높게 나타났다. 이러한 상태를 감안하면 향후 본 조사지의 군락은 분비나무가 빈약한 수세이나마 군락의 우점 수종으로 계속하여 유지될 것으로 추정된다.

관모능선지에서 조사된 목본 수종들의 분포비에서는 10cm 이내의 소경목 개체들의 분포비가 전체의 56.3%로 직경급 10cm 이상의 중경목 개체 분포비

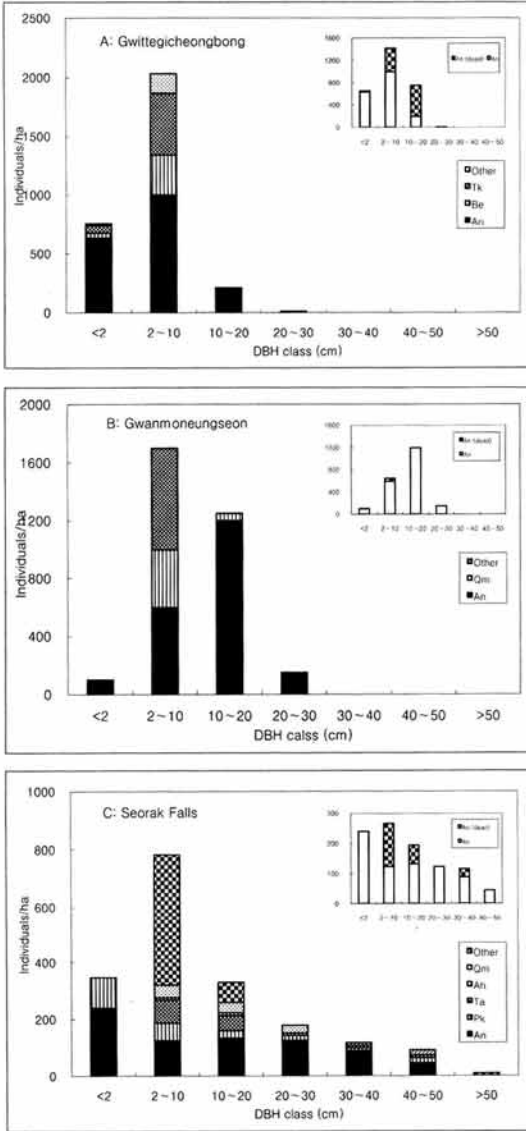


Fig. 2. Frequency distribution of diameter classes of major woody plants in the three habitats at Mt. Seorak

43.8%에 비하여 다소 높게 나타났다. 이들 중 분비나무의 개체들은 주로 중경목급의 개체들이 분포한 반면 주요 분포 수종인 신갈나무와 기타 목본 수종은 소경목(2~10cm 범위)상의 개체들이 주로 분포하였다. 또한 분비나무는 치수의 공급이 타 입지에 비하여 낮고 고사 개체가 소경목급에서 2.4%로 매우 적게 나타났다. 분비나무의 수령 분포는 최대 80년 이내였으며 20~60년생의 개체들이 주로 분포하고 있어 본 조사지

의 분비나무 개체군은 교란요인의 개입에 의해 형성된 신생군락으로 추정된다(전영문 등, 2009). 한편 관모능선지에서 분비나무의 주요 경쟁 수종은 신갈나무인데 소경목급의 개체가 주로 분포하며 후계목으로서 치수가 전무한 상태를 감안하면 향후 분비나무군락로의 진행이 유지될 것으로 추정된다.

설악폭포지에서 조사된 개체의 전반적인 분포 양상은 치수를 포함한 소경목급을 기준으로 역자형의 패턴을 보이고 있다. 잣나무, 피나무, 전나무, 신갈나무 등의 주요 수종과 기타 수종들은 흉고직경 20cm 이내에 속하는 개체들의 분포비가 높게 나타난 반면 분비나무는 치수를 제외한 각 직경급별 분포에서 다소간의 차이는 있으나 대체로 고른 분포패턴을 나타내었다. 연령별 분포에서도 성숙목 집단이 21~120년 이상까지 폭넓게 분포하는 것으로 조사된 바 있다(전영문 등, 2009). 분비나무의 고사율은 2~10cm급과 10~20cm급에서 각각 14.4%와 6.3%로 중소경목의 개체 빈도가 높는데 이들은 주로 관목상과 아교목상의 개체들로 상층수관부의 피음에 기인한 것으로 추정된다. 본 조사지의 경우 주요 경쟁수종이 중소경목을 중심으로 분포하고 있으며 후계목으로서 치수는 일부 잣나무에 국한되어 있는 상태인 반면, 분비나무는 대부분의 직경급에서 안정적으로 가장 높은 분포를 보이면서 치수의 공급이 원활하게 이루어지고 있어 분비나무 중심의 군락 진행이 가능할 것으로 추정된다. 이와 같이 각 조사지별 주요종의 개체군 분포를 통한 천이 방향에서는 분비나무가 우점하는 군락 유지가 대체적인 현상으로 나타나고 있으나, 분비나무 개체군을 대상으로 한 생육변동 조사(전영문 등, 2009)에서 조사지별로 최근 약 30년 전부터 생장이 저조한 것으로 조사된 바 있어 향후 식생과 기상요인의 동태를 지속적으로 관찰하여야 할 것으로 생각된다.

IV. 결론

본 연구에서는 설악산의 귀대기청봉지, 관모능선

지, 설악폭포지에 분포하는 분비나무림의 입지환경과 군락의 천이방향을 알아보기 위하여 생육지의 토양환경, 미기상환경, 주요 목본수종의 개체군 분포를 조사, 분석하였다.

각 조사지별 토양의 화학적특성을 분석한 결과, 전반적인 토양환경은 귀태기청봉지가 가장 양호한 것으로 나타났으며, pH, 유기물함량, 총질소는 조사지간에 유의한 차이를 보였다. 토양은 전체적으로 강산성을 띠었으며, 유기물함량과 총질소는 귀태기청봉지에서 가장 높게 나타났다. 그리고 유기물함량이 높아짐에 따라 토양 pH는 산성화하는 경향을 보였다.

주요 생육기 동안 측정된 일평균기온과 일평균상대습도는 고도의 상승에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 가장 낮은 해발고도에 위치한 설악폭포지에서 실제 관측된 일평균기온은 환경기온체감률을 고려한 값에 비하여 낮은 것으로 나타났으며, 일평균상대습도는 다습한 입지인 것으로 나타났다.

상대우점치를 통한 종분포에서는 귀태기청봉지에서 분비나무(74.5), 사스래나무(43.7), 짚썩나무(26.3) 등이, 관모능선지에서는 분비나무(81.9), 신갈나무(42.5), 사스래나무(37.6) 등이, 설악폭포지에서는 분비나무(63.2), 당단풍나무(41.2), 잣나무(33.3) 등이 각각 주요 목본 수종으로 분포하였다.

귀태기청봉지에서 전체적인 직경급 분포 경향은 10cm 이하의 소경목에 해당하는 개체들이 대부분을 차지하였으며, 관모능선지에서 분비나무의 개체들은 주로 중경목급의 개체들이 분포한 반면 주요 분포 수종인 신갈나무와 기타 목본 수종들은 소경목(2~10cm 범위)상의 개체들이 주로 분포하였다. 그리고 설악폭포지에서 분비나무 개체들은 중대경목의 직경급에서도 고루 분포한 반면 잣나무, 피나무, 전나무, 신갈나무 등의 주요 수종과 기타 수종은 흉고직경 20cm 이내에 속하는 개체들의 분포비가 높게 나타났다. 한편 주요 목본수종의 DBH 분포와 유묘의 분포, 입지환경 등을 고려한 향후 조사지별 주요 우점 개체군으로는 대체로 분비나무가 우점하는 현 군락으로의 진행이 유지될 것으로 추정되었다.

사 사

이 연구는 기상청 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업(RACS_2009-4003)의 지원으로 수행되었으며, 미기상자료를 제공해 준 설악산국립공원사무소에 감사드립니다.

文 獻

- 공우석, 2000, "설악산 아고산대 식생과 경관의 지생태," 대한지리학회지 35: 177-187.
- 공우석, 2004, "한반도에 자생하는 침엽수의 종 구성과 분포," 대한지리학회지 39: 528-543.
- 공우석, 2007, "우리식물의 지리와 생태," 지오북, 서울.
- 국립공원관리공단, 1999, "설악산 아고산대 식생 및 지형지질 정밀조사," 서울.
- 기상청, 2001, "한국기후표(1971-2000)," 서울.
- 김갑태·추갑철·엄태원, 1996, "오대산 국립공원 두 노봉-상왕봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -분비나무림과 주목림," 한국환경생태학회지 10: 160-168.
- 김종원·이울경, 2006, "식물사회학적 식생 조사와 평가 방법," 월드사이언스, 서울.
- 김준민·이희선·진희성, 1977, "조계산 삼림군락의 식물사회학적 연구," 조계산일대종합학술 조사보고서.
- 농업진흥청, 2000, "토양 및 식물체 분석법," 수원.
- 이도영, 1999, "한국의 지질," 시그마프레스, 서울.
- 이우철, 1996, "한국식물명고," 아카데미서적, 서울.
- 이원규·김춘식·차순형·김영걸·변재경·구교상·박재욱, 1997, "산불이 산림토양의 이화학 적 성질에 미치는 영향," 한국생태학회지 20: 157-162.
- 임양재·백순달, 1985, "설악산의 식생," 중앙대학교 출판부, 서울.
- 전영문·홍문표·권재환·이재석·정홍락·이승호,

- 2009, "설악산 분비나무림의 군집구조와 생육변동에 관한 연구," 국토지리학회지 43: 125-137.
- 정태현 · 이우철, 1965, "한국삼림식물대 및 적지적수론," 성균관대 논문집 10: 329-435.
- 진현오 · 이명종 · 신영오 · 김정제 · 전상근, 2002, "삼림토양학," 향문사, 서울.
- 홍문표, 2004, 설악산 삼림식생의 생태학적 연구, 건국대학교 박사학위논문, 서울.
- Braun-Blanquet, J. 1964, Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd eds. Springer-Verlag, Wien.
- Brower, J. E. and Zar, J. H. 1977. Field and laboratory methods for general Ecology, Wm. C. Brown Co. Publishers, Iowa.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin, Ecology 32: 476-496.
- Daubenmire, R. 1968. Plant communities: A textbook of plant synecology, Harper and Row, New York.
- Kim, J. W. 1992. Vegetation of northeast Asia on the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests, Ph D thesis, Wien University, Wien.
- SPSS. 2003. SPSS 12.0KO for Windows, SPSS Inc.
- 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, Japan Journal of Ecology 25: 77-88.

(접수 2010년 1월 16일 심사완료 2010년 2월 28일)