

연구논문

북한 소나무과 나무의 생태와 자연사

공 우 석*

경희대학교 지리학과

(2006년 9월 18일 접수, 2006년 10월 11일 승인)

Ecology and Natural History of North Korean Pinaceae

Woo-seok, Kong*

Department of Geography, Kyunghee University

(Manuscript received 18 September 2006; accepted 11 October 2006)

Abstract

This work discussed the species composition, phylogeny, spatio-temporal distribution, ecology and natural history of North Korean Pinaceae or pine tree family, which seems to be important to maintain nature and ecosystem in the Korean Peninsula.

Out of five genera and sixteen species of Pinaceae of the Korean Peninsula, North Korea contains four genera and eleven species of Pinaceae, including *Pinus densiflora*, *P. koraiensis*, *P. pumila*, *Picea jezoensis*, *P. koraiensis*, *P. koraiensis* var. *koraiensis*, *P. pungsanensis*, *Larix gmelini*, *L. gmelinii* var. *olgensis*, *Abies holophylla* and *A. nephrolepis*. In terms of phylogeny *Pinus* is closely related to *Picea*, and followed by *Larix*. *Abies* is close to *Tsuga* which only occur at Ullung Island.

Distributional pattern of North Korean Pinaceae can be classified into four types; three species of nation-wide montane type i.e., *Pinus densiflora*, *P. koraiensis* and *Abies holophylla*, four species of central and northern subalpine type, i.e., *Pinus pumila*, *Picea koraiensis*, *Larix gmelini* and *Abies nephrolepis*, one nation-wide subalpine type, *Picea jezoensis*, and three species disjunctive to north type, i.e., *Picea koraiensis* var. *koraiensis*, *P. pungsanensis*, and *Larix gmelinii* var. *olgensis*.

Pinaceae species occurring on the alpine and subalpine belts of North Korea, such as *Pinus koraiensis*, *P. pumila*, *Picea jezoensis*, *P. koraiensis*, *P. koraiensis* var. *koraiensis*, *P. pungsanensis*, *Larix gmelini*, *L. gmelinii* var. *olgensis* and *A. nephrolepis* are considered as the glacial descendant from the boreal region. Those species might have migrated from the north during the Pleistocene glacial epochs in search of favourable condition, and since the Holocene period they survived on the hostile alpine and subalpine environments, in which they are more competitive than warmth-tolerant temperate vegetation. Certain species, such as *Picea pungsanensis*, is segregated

on the isolated mountains since the Pleistocene period, and forced to adapt to local environment, and eventually became an endemic species of North Korea.

Recent rapid global warming trend especially in northern high mountains of North Korea could cause an unfavourable environment for the survival of cold-tolerant Pinaceae of the alpine and subalpine belts. *Pinus densiflora*, which is occurring on the montane belt might faced with difficulties due to both the deforestation and the outbreak of insect-borne disease, such as *Bursaphelenchus xylophilus*.

Key words : North Korea, Pinaceae, species composition, phylogeny, spatio-temporal distribution, ecology and natural history

1. 서론

소나무과 나무는 한반도에 자생하는 침엽수 중수의 절반을 차지하여 종다양성이 높고, 남부 도서와 해안부터 북부의 고산지대까지 넓게 분포하여 자연경관과 생태계를 유지하는데 중요하며 경제적 가치도 높다. 이 연구는 북한의 자연생태계를 체계적으로 이해하고 당면한 산림파괴에 따른 환경문제 등을 이해하기 위한 기초적 연구이다. 연구는 북한에 자생하는 소나무과 나무들의 생태와 자연사를 소나무과 나무들의 종류와 계통, 시·공간적 분포, 생태와 자연사를 지리적인 관점에서 검토 분석하였다.

한반도 소나무과 나무들의 종별 시·공간적 분포지에 대한 정보는 일제 때 전국을 조사한 자료를 바탕으로 한 산지별 수목 분포도(정태현, 이우철, 1965), 침엽수의 구성과 분포에 대한 연구(Kong and Watts, 1993; 공우석, 1995, 2003, 2004, 2006a)를 활용하였다. 자연생태에 정보는 북한에서 발간된 자연지리(홍순익, 1989), 식물사전(김왕홍, 1991), 생물종 다양성(박우일, 1999)과 함께 최근에 수정 발간된 식물지(임록재 등, 1996~2000)를 바탕으로 하였다. 아울러 남한에서 출간된 조선과학백과사전출판사와 한국 평화문제연구소(2003 5), 공우석(2006b)과 함께 동유럽에서 발간된 Kolbek and Kucera(1989, 1999), Kolbek *et al*(2001) 등을 참조하였다.

그러나 금강산의 일부 구간을 제외한 북한의 자연생태계에 대한 현지조사가 불가능한 상황에서 이루어진 이 연구는 기존에 발행된 문헌에 기초한 한

계를 가지고 있다. 소나무과 나무들의 형태적인 특징은 한국과학재단 지원으로 운영되는 충북대학교 목재연료소재은행의 소재를 활용하여 분석하였다.

북한의 소나무과 나무의 분포에 대한 문헌 사이에 정보가 차이가 있을 때에는 표본이 있고, 논문으로 발표된 내용을 선택하였다. 소나무과 나무의 종별 수평 분포도는 해당종의 출현지점을 지도에서 확인하여 점분포도(dot map)를 만들었다. 수직적 분포역은 해당 나무가 자라는 상·하한계선 범위를 검정색으로 표시하여 수직적 분포범위(range map)를 작성하였다. 여기에는 편위상 분포도 가운데 일부를 제시하였다. 소나무과 나무들의 종별 수평분포도와 수직분포도를 중첩하여 분포유형을 파악하였다.

북한지역의 연평균기온은 약 6.8℃, 연평균최고기온은 13.4℃, 연평균최저기온은 1℃이다. 서리는 9월말부터 생기며 눈은 11월 초부터 3월 말까지 내린다. 북한의 기후는 대륙성 기후로 1월의 양강도 월평균기온은 -17℃까지 내려가고, 8월에 황해남도의 기온은 25℃까지 오르며, 무상기일은 160~190일에 이른다(FAO/WFP, 2002).

북한의 연평균강수량은 1,054mm이지만, 그 가운데 53~63%가 6~8월 사이에 내린다. 자강도, 양강도, 함경남도, 함경북도에서는 616~979mm, 평안남도, 평안북도, 남포, 평양, 황해남도, 황해북도, 개성, 강원도에서는 880~1,302mm 정도이다. 지역별 연평균강수량은 원산을 비롯하여 마식령산맥과 광주산맥 사이 및 북쪽의 적유령산맥 등이 1,400mm 내외이고, 임진강, 예성강, 남강 상류, 안변 남대천 상류, 강원도, 황해북도, 개성이 1,400mm 이상, 장

풍지방은 1,500mm 이상이다(박우일, 1999).

북한에서는 위도 1° 증가하는데 따라 1월, 8월, 연평균기온은 각각 1.98℃, 0.46℃, 0.94℃ 낮아지며, 해발고도가 100m 높아짐에 따라 1월, 8월, 연평균기온은 각각 0.57℃, 0.76℃, 0.65℃ 낮아진다. 또한 해안선으로부터 거리가 100km 멀어질 때 1월, 8월, 연평균기온은 1.2℃, 0.03℃, 0.25℃ 낮아진다(손경희, 김남무, 1995).

II. 본 론

1. 소나무과 나무의 종류와 계통

북한에는 3,943종의 고등식물이 분포하여 종다양성은 km² 당 0.017종으로 중국의 0.003종, 몽골의 0.002종, 일본의 0.015종에 비해 높다(박우일, 1999). 임록재 외(1996~2000)의 『조선식물지』와 도봉섭·임록재(1988) 등에 따르면 양치식물을 제외한 북한의 식물종은 77목 178과 971속 3,585종에 이른다. 2001년 판 「조선중앙연감」에 따르면 북한의 고등식물은 3,860종이다. 리종오(1964)에 따르면 북한에는 9과 15속 39종 11변종 3품종의 나자식물이 있다. 이처럼 북한의 생물종 다양성이 높은 것은 유럽이나 북미와는 달리 빙하기 때 대규모 빙하의 직접

적인 피해를 받지 않았고, 식물이 살 수 있는 다양한 지형, 기후, 토양이 나타나고, 서식처도 풍부하고 식물의 이동에 유리한 산출기가 있기 때문이다.

소나무과 나무들은 계통분류학적으로 겉씨식물, 침엽목, 침엽강, 소나무아강, 소나무목, 소나무과에 속한다. 한반도는 소나무속(5종)·가문비나무속(5종)·이깔나무속(2종)·전나무속(3종)·솔송나무속(1종) 등 모두 5속 16종의 소나무과 나무가 있다(공우석, 2006a). 이 가운데 북한에는 소나무속(*Pinus*)의 소나무, 잣나무, 눈잣나무, 가문비나무속(*Picea*)의 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 이깔나무속(*Larix*)의 이깔나무, 만주이깔나무, 전나무속(*Abies*)의 전나무와 분비나무 등 모두 4속 11종이 분포한다(표 1).

소나무속은 계통분류학적으로 가문비나무속과 가장 가깝고, 이깔나무속과 다음으로 가깝다. 전나무속은 지금은 울릉도에만 자라는 솔송나무속(*Tsuga*)에 서로 가깝다. 가문비나무는 단독으로 위치하며, 종비나무·무산가문비나무·풍산가문비나무는 같은 섹션에 속한다. 이깔나무와 만주이깔나무는 같은 섹션이지만, 전나무와 분비나무는 서로 다른 섹션이다. 북한에 자생하는 소나무과 나무 가운데 소나무는 바늘잎이 2개이고, 잣나무·눈잣나무는 바늘잎이 5개이다(표 1).

표 1. 북한 소나무과 나무의 계통분류

Subfamily (아과)	Genus (속)	Subgenus (아속)	Section (섹션)	Subsection (아섹션)	Species (종)
Pinoideae (소나무)	<i>Pinus</i> (소나무)	<i>Diploxylon</i> (2엽소나무)	<i>Pinus</i>	<i>Sylvestres</i>	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)
		<i>Haploxylon</i> (5엽소나무)	<i>Strobus</i>	<i>Cembrae</i>	<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무) <i>Pinus pumila</i> (눈잣나무)
Piceoideae (가문비나무)	<i>Picea</i> (가문비나무)	-	<i>Casicta</i>	-	<i>Picea jezoensis</i> (가문비나무)
			<i>Eupicea</i>		<i>Picea koraiensis</i> (종비나무) <i>Picea koraiensis</i> var. <i>koraiensis</i> (무산가문비나무) <i>Picea pungsanensis</i> (풍산가문비나무)
Laricoideae (이깔나무)	<i>Larix</i> (이깔나무)	-	<i>Paucerialis</i>	-	<i>Larix gmelini</i> (이깔나무) <i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i> (만주이깔나무)
Abietoideae (전나무)	<i>Abies</i> (전나무)	-	<i>Momi</i>	<i>Holophyllae</i>	<i>Abies holophylla</i> (전나무)
			<i>Balsamea</i>	<i>Medianae</i>	<i>Abies nephrolepis</i> (분비나무)

(자료: 공우석, 2006a를 기초로 작성)

표 2. 소나무과 나무들의 지질시대 출현

시 기 나 무	중생대	신 생 대					
	백악기	팔레오세	에오세	올리고세	마이오세	플라이스토세	홀로세
소나무속	○				○	○	○
가문비나무속					○	○	○
이깔나무속					○	○	
전나무속	○				○	○	○

(자료 : 공우석, 1993, 2003을 기초로 작성)

2. 시·공간적 분포

1) 시간적 분포

지질시대 화석 자료 분석(표 2)에 따르면 한반도에서 침엽수가 나타나기 시작한 것은 중생대 백악기이지만 신생대 초기인 팔레오세, 에오세, 올리고세의 침엽수 화석은 알려지지 않았다.

소나무속은 상록침엽수로 중생대 백악기, 신생대 제3기 마이오세, 제4기 플라이스토세, 홀로세에 걸쳐 나타났다. 현재 소나무속은 한랭한 북부 고산지대부터 온난한 제주도의 해안가에 이르기까지 다양한 생태적 범위에 걸쳐 넓게 자라 적응에 가장 성공적인 나무이다. 소나무속 자생종은 남·북한에 공통적으로 자라는 소나무, 잣나무, 눈잣나무와 함께 남한에만 자라는 섬잣나무, 해송 등이 있다.

가문비나무속은 상록침엽수로 신생대 제3기 마이오세, 제4기 플라이스토세, 홀로세에 나타났다. 오늘날 가문비나무속의 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무, 풍산가문비나무가 주로 북한에 자란다. 가문비나무만이 남한의 지리산 등 일부 아고산대에 자란다.

이깔나무속은 낙엽침엽수로 신생대 제3기 마이오세, 제4기 플라이스토세에 나타났다. 지금은 이깔나무속의 이깔나무, 만주이깔나무가 한랭한 북한의 높은 산지를 중심으로 자라며 남한에서는 자생하지 않는다.

전나무속은 상록침엽수로 중생대 백악기, 신생대 제3기 마이오세, 제4기 플라이스토세, 홀로세에 나타났다. 전나무속의 전나무, 분비나무는 북한의 고산대로부터 남부의 고산이나 아고산대에 걸쳐 널리 분포한다. 반면 전 세계적으로 한반도에만 자라는

고유종인 구상나무(*Abies koreana*)는 덕유산, 지리산, 가야산, 한라산 등 남한의 아고산대에만 자란다.

북한과 남한의 고산대와 아고산대에 분포하는 소나무과 나무들은 약 200여만 년 전부터 거둬진 플라이스토세(Pleistocene) 동안 빙하기 때 추위를 피해 동북아시아의 북방에서 한반도로 유입된 나무들이거나 이들이 한반도의 국지적인 환경에 적응하여 진화한 나무들로 볼 수 있다.

플라이스토세 빙하기 동안 북한의 고산대와 아고산대가 매우 추웠던 것으로 본다. 김창하, 강응남(2004)에 따르면 함경북도 경성군과 연사군 사이 북위 41° 40' 에 있는 함경산 줄기 관모봉(2,540m)과 주변 산지에는 빙하의 흔적인 권곡, 칼날능, U자형 빙식곡, 빙퇴석 등이 나타난다. 이러한 지형적 지표는 플라이스토세 마지막 빙하기에 북부지방의 기후적 실선은 해발고도 1,300~2,100m 사이에 있었고, 산악 기후가 한랭했음을 의미한다.

북위 38° 50', 동경 126° 27' 의 황해북도 연산군 연진산 북쪽 경사면에 있는 권곡도 당시의 실선이 해발고도 700m 일대에 있었음을 나타낸다(편집부, 1998). 이는 빙하기 동안 북한의 고산대와 아고산대 뿐만 아니라 아주 높지 않은 산지의 기후도 매우 추웠음을 뜻한다(류정길, 1999). 금강산 일대의 빙하 지형 조사(김정락 등, 1999)에 따르면 해발고도 1,639m의 비로봉과 1,578m의 월출봉 등의 주변에 펼쳐있는 고위 평탄면 위에 쌓였던 만년설로부터 빙하의 한줄기가 구룡연 골짜기를 따라 동쪽으로 6km 정도 흘러 내렸다. 다른 한줄기는 서쪽으로 동금강천 최상류를 따라 아래로 5.5km 정도 흘러 내렸다.

이처럼 플라이스토세 빙하기 때 북한의 높은 산지와 일부 중간 고도의 산지까지 기후가 매우 한랭했기 때문에 빙하기 이전에 높은 산에 살던 나무들은 빙하기 동안에는 설선보다 낮은 고도로 내려오거나 남쪽으로 이동하여 살았던 것으로 본다. 즉 북한의 높은 산지뿐만 아니라 일부 낮은 산지도 너무 추워 나무들이 살기에 적합하지 않았으므로 많은 나무들이 한반도의 낮은 산지나 해안 등 피난처(refugia)에서 빙하기를 보냈던 것으로 추정된다.

북한의 고산대와 아고산대에 자라는 소나무속의 눈잣나무, 잣나무와 가문비나무속의 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무, 풍산가문비나무와 이깔나무속의 이깔나무, 만주이깔나무와 전나무속의 분비나무 등은 플라이스토세의 여러 차례 빙하기 동안 한반도로 유입된 북방계 침엽수이거나 이들로부터 진화한 종으로 본다. 이들은 지금으로부터 1만여년 전부터 시작된 홀로세(Holocene)에 기후가 온난해지면서 중·남부의 산지나 남쪽으로부터 이동해 북한의 산악환경에 정착한 것으로 본다.

소나무과 나무들 가운데 가장 종수가 많고 분포 범위가 넓은 종류의 하나인 소나무속과 전나무속은 중생대 이래 여러 차례의 기후변화에도 불구하고 환경에 잘 적응하여 멸종하지 않고 오늘날까지 살아남았다. 소나무는 한반도에 자라는 침엽수 가운데 종 다양성이 가장 높고 분포역이 가장 넓다. 잣나무는 한반도가 세계적 분포의 중심으로 한랭한 기후가 유지된 산지에 적응한 나무이다. 설악산이 남한계선인 눈잣나무는 플라이스토세 동안 한반도가 동북아시아 식물들이 추위를 피해 살아남는데 피난처로 중요했음을 나타낸다(공우석, 2000).

지리산이 분포의 남한계선인 가문비나무는 플라이스토세 빙하기에 북방에서 유입된 종으로 홀로세에 들어 기후가 온난해짐에 따라서 한랭한 기후가 유지되는 아고산대에 정착하여 지금은 고립되어 자란다. 가문비나무와 종비나무는 북한의 아고산대에 성공적으로 적응하였다. 홀로세에 들어 기후가 온난해지면서 미처 북방으로 되돌아가지 못한 가문비나무속 나무들이 북한 산악에 격리되어 현지의 환경에

적응하여 풍산가문비나무와 같은 한반도 고유종이 된 것으로 본다. 북한의 고산대와 아고산대의 일부 지역에 격리되어 나타나는 이깔나무와 만주이깔나무도 눈잣나무와 비슷한 과정을 거쳤을 것으로 추정된다.

전나무도 기후변화에 따라 이동하다가 동북아시아의 환경에 적응하여 분비나무로 진화하였고, 빙하기에 한반도 남쪽까지 확장한 분비나무는 홀로세에 들어 기후가 온난해지면서 일부가 남부 아고산대에 고립되어 한반도 고유종인 구상나무가 된 것으로 본다. 구상나무의 유전분석 결과(장진성 외, 1997; Hong, Lee and Yang, 2006) 구상나무는 분비나무에서 갈라져 나온 것으로 추정된다. 바다로 격리되어 다른 지역과의 유전자 교환이 적은 한라산 구상나무의 유전자가 소실될 가능성이 가장 높은 것으로 알려졌다.

2) 공간적 분포

한반도의 수직 식생대는 고도가 높아지면서 해안과 평야의 상록활엽수대, 산록의 낙엽활엽수대, 혼성림대, 아고산의 상록침엽수대, 고산의 관목림대, 초본대 순으로 바뀐다.

북한의 평균 해발고도는 586m이고, 고도별 산지 면적은 1,001~1,500m 9.49%, 1,501~2,000m 3.43%, 2,000m를 넘는 산이 0.26%이다. 평안북도의 묘향산과 함경남도의 함흥을 잇는 동북지방은 백두산(2,744m), 관모봉(2,540m), 북수백산(2,521m), 차일봉(2,505m) 등 2,000m 이상의 산들이 54개에 이르는 전형적인 고산대이다(홍순익, 1989).

북한의 넓고 다양한 높이의 산지 환경에 자라는 소나무과 나무들의 수평 및 수직적 분포는 표 3과 같다. 표 3에서 괄호 속의 수치는 각 산에서의 수종별 수직적 분포의 하한계선과 상한계선 고도의 평균값을 미터로 환산한 것이다.

소나무속의 소나무(*Pinus densiflora*)는 중국, 한반도, 러시아, 일본에 자란다. 북한에서는 증산, 송진산, 금패령, 만담산, 칠보산, 후치령, 비래봉, 낭림산, 피난덕산, 백두산, 묘향산, 승적산, 사수산, 하

표 3. 북한 소나무과 나무의 분포역

(단위: 미터)

수종	분포지	수평 분포역	수직 분포역	분포유형
소나무	증산(300~400), 송진산(200~900), 금패령(~1,000), 만탑산(300~1,250), 칠보산(100~1,100), 후치령(500~800), 비래봉(100~900), 낭림산(~1,000), 피난덕산(200~1,000), 백두산(~900), 묘향산(100~900), 승적산(200~900), 사수산(100~900), 하람산(100~950), 추애산(300~1,350), 구월산(100~700), 장수산(~700), 금강산(100~800), 장산곶 등	증산~한라산	190~910	전국 산지형
잣나무	차유산(800~1,200), 백두산(700~), 승적산(600~1,500), 낭림산(1,300~1,700), 금패령(1,200~1,600), 피난덕산(700~1,200), 만탑산(1,000~1,600), 칠보산(~400), 로봉(~1,200), 후치령(1,000~1,350), 비래봉(300~1,450), 묘향산(300~1,500), 사수산(400~1,750), 하람산(700~1,300), 세포고원(300~), 추애산(700~1,450), 금강산(300~1,650), 구월산(200~600), 장수산(~300), 수양산(300~950) 등	차유산~지리산	635~1,260	전국 산지형
눈잣나무	로봉(1,700~2,000), 비로봉(~1,350), 백두산(1,500~), 만탑산(2,000~2,200), 오갈봉, 낭림산, 승적산(1,500~1,600), 차일봉, 연화산, 비래봉(300~1,450), 묘향산(1,600~1,900), 함남 소백산(1,500~), 비래봉(1,350~), 하람산(1,486~), 사수산(1,400~1,750), 금강산(900~1,700) 등	로봉~설악산	1,385~1,740	중북부 아고산형
가문비나무	차유산(500~1,400), 백두산(700~1,600), 만탑산(1,450~2,300), 로봉(1,200~1,700), 후치령(700~1,350), 관모봉, 비래봉(800~1,450), 승적산(700~1,600), 낭림산(1,300~1,800), 금패령(1,200~1,600), 소백산(1,100~1,800), 피난덕산(1,000~1,250), 묘향산(800~1,900), 사수산(1,200~1,800), 하람산(1,000~1,450), 금강산(800~1,650) 등	차유산~지리산	960~1,640	전국 아고산형
종비나무	백두산, 만탑산(450~750), 후치령(800~1,350), 금패령(1,200~1,600) 등	백두산~금패령	920~1,230	중북부 아고산형
무산가문비나무	무산, 도내 등	무산~도내	1,400 부근	북부 격리형
풍산가문비나무	풍산 매덕령, 백암, 경성, 관모봉, 중강진 등	풍산~중강	1,300~1,400	북부 격리형
이깔나무	차유산(500~1,400), 백두산(~2,300), 낭림산(1,900~2,300), 금패령(800~1,600), 만탑산(600~2,300), 증산(~1,200), 후치령(1,200~1,350), 승적산(200~900), 사수산(1,000~1,800), 금강산(700~1,150) 등	차유산~금강산	860~1,630	중북부 아고산형
만주이깔나무	백두산 등	백두산 부근	1,600	북부 격리형
전나무	송진산(~600), 차유산(~800), 백두산, 관모봉, 무산, 만탑산(900~1,200), 칠보산(300~400), 후치령(700~), 비래봉(400~1,000), 피난덕산(450~750), 금패령(700~950), 멸악산, 승적산(700~1,200), 묘향산(400~1,200), 사수산(400~1,200), 하람산(600~1,050), 장수산(~300), 추애산(500~1,200), 금강산(400~1,100) 등	송진산~한라산	540~925	전국 산지형
분비나무	차유산(800~1,400), 백두산(~1,800), 관모봉, 만탑산(900~2,200), 허정령, 로봉(1,200~1,900), 후치령(800~1,350), 비래봉(700~1,400), 북포대산, 남포대산, 비래봉, 낭림산(1,300~1,800), 금패령(1,400~), 부전고원, 피난덕산(1,000~1,250), 승적산(700~1,600), 묘향산(700~1,990), 사수산(900~1,740), 하람산(1,000~1,400), 추애산(900~1,450), 금강산(780~) 등	차유산~덕유산	930~1,640	중북부 아고산형

(자료 : 공우석, 2006a와 Kong and Watts, 1993을 기초로 작성)

람산, 추애산, 구월산, 장수산, 금강산, 장산곶 등 주로 190~910m 사이에 분포한다. 소나무는 아고산대 아래에 자라는 나무로 분포유형은 전국 산지형이다.

잣나무(*Pinus koraiensis*)는 러시아, 중국, 한반도, 일본 등 북위 50도까지 자란다. 북한에서는 차유산, 백두산, 승적산, 낭림산, 금패령, 피난덕산, 만탑

산, 칠보산, 로봉, 후치령, 비래봉, 묘향산, 사수산, 하람산, 세포고원, 추애산, 금강산, 구월산, 장수산, 수양산 등 주로 635~1,260m 사이에 분포한다. 잣나무는 중부지방 이북의 한랭한 기후가 유지되는 산지에 주로 자라며 분포유형은 전국 산지형에 속한다.

눈잣나무(*Pinus pumila*)는 러시아, 몽골, 중국,

한반도, 일본에 난다. 북한에서는 로봉, 비로봉, 백두산, 만탑산, 오갈봉, 낭림산, 승적산, 차일봉, 연화산, 비래봉, 묘향산, 함남 소백산, 비래봉, 하랍산, 사수산, 금강산 등 중북부의 주로 1,385~1,740m 사이에 자란다. 남한의 설악산은 눈잣나무의 세계적 분포의 남한계선의 하나로 식물지리학적으로 가치가 높다. 눈잣나무의 분포유형은 중북부 아고산형이다.

가문비나무속의 가문비나무(*Picea jezoensis*)는 러시아, 중국, 한반도, 일본 등에 분포한다. 북한에서는 차유산, 백두산, 만탑산, 로봉, 후치령, 관모봉, 비래봉, 승적산, 낭림산, 금패령, 소백산, 피난덕산, 백두산, 묘향산, 사수산, 하랍산, 금강산 등 주로 960~1,640m 사이에 자란다. 산림청의 국가생물종 정보시스템(<http://www.nature.go.kr/>)에 따르면 가문비나무는 남한의 지리산(반야봉, 천왕봉, 중봉), 덕유산, 설악산에도 자라며, 분포유형은 전국 아고산형이다(그림 1).

중비나무(*Picea koraiensis*)는 중국, 북한, 러시아의 400~1,800m에 자란다. 북한에서는 백두산, 만탑산, 후치령, 금패령 등 주로 920~1,230m 사이에 분포한다. 중비나무는 남한에는 자생하지 않으며, 분포유형은 중북부 아고산형이다.

무산가문비나무(*Picea koraiensis* var.

koraiensis)는 오리가문비나무(*Picea intercedens*)라고도 하며, 도내가문비나무(*Picea tonaiensis*)도 같은 종으로 본다. 북한의 무산, 도내의 1,400m 일대에만 자라 한반도 내에서는 북부 격리형 분포유형을 나타낸다. 중국의 헤이룽장, 지린, 러시아 우수리 등에 무산가문비나무가 자란다는 보고(Farjon, 1998)는 확인이 필요하다.

풍인가문비나무(*Picea pungsanensis*)는 세계적으로 한반도에만 자라는 고유종으로 북한의 양강도 풍산 매덕령, 백암 1,400m 두 지점과 함북 경성, 관모봉, 중강진 1,300m에만 분포하여 북부 격리형에 속한다(그림 2).

이깔나무속의 이깔나무(*Larix gmelini*)는 러시아, 중국, 몽골, 북한 등에 자란다. 북한에서는 차유산, 백두산, 낭림산, 금패령, 만탑산, 증산, 후치령, 승적산, 사수산, 금강산 등 주로 860~1,630m 사이에 분포한다. 이깔나무는 남한에는 자생하지 않으며 분포유형은 중북부 아고산형으로 분류된다.

만주이깔나무(*Larix gmelinii* var. *olgensis*)는 *Larix dahurica* var. *koreana*라고도 하며, 러시아, 중국, 북한 등 1,400~2,800m에 분포한다. 만주이깔나무는 백두산 1,600m 부근에만 자라며 분포유형은 북부 격리형이다.

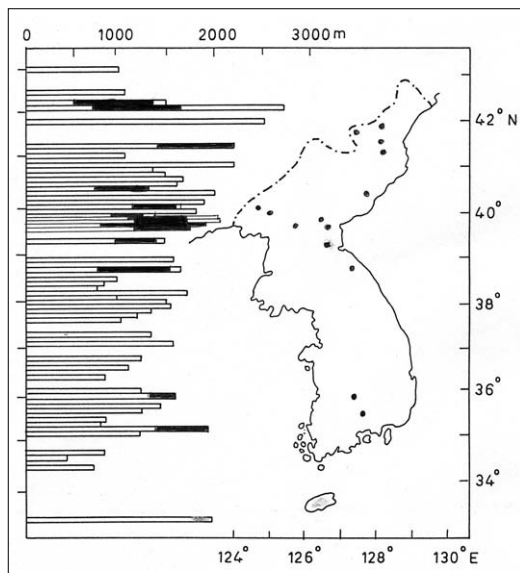


그림 1. 가문비나무 분포도

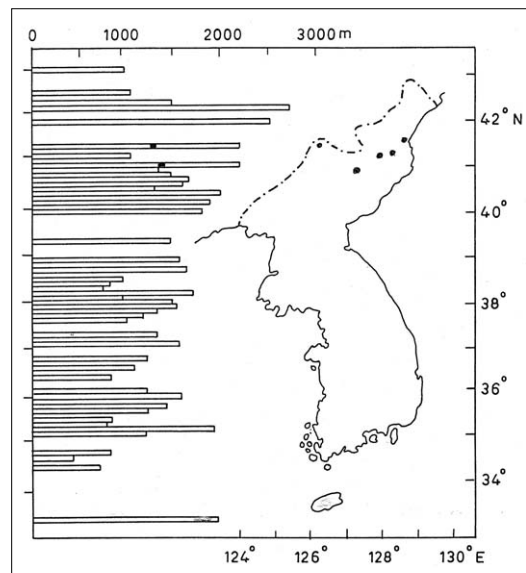


그림 2. 풍인가문비나무의 분포도

전나무속의 전나무(*Abies holophylla*)는 러시아, 중국, 한반도 등 동북아시아에 자란다. 북한에서는 송진산, 차유산, 백두산, 관모봉, 무산, 만탑산, 칠보산, 후치령, 비래봉, 피난덕산, 금패령, 멸악산, 송적산, 묘향산, 사수산, 하람산, 장수산, 추애산, 금강산 등 주로 540~925m 사이에 자란다. 전나무는 남한의 중간 고도의 산지에도 자라며, 분포유형은 전국 산지형이다.

분비나무(*Abies nephrolepis*)는 러시아, 중국, 한반도에 분포한다. 북한에서는 차유산, 백두산, 관모봉, 만탑산, 허정령, 로봉, 후치령, 비래봉, 북포대산, 남포대산, 비래봉, 낭림산, 금패령, 부전고원, 피난덕산, 송적산, 묘향산, 사수산, 하람산, 추애산, 금강산 등 전국의 주로 930~1,640m 사이에 분포한다. 분비나무는 남한의 아고산대에도 자라며, 분포유형은 중북부 아고산형이다.

북한의 소나무과 나무들의 분포 유형은 수평 및 수직적 분포역에 따라 4가지로 나눌 수 있다. 전국 산지형에 속하는 종류는 소나무, 잣나무, 전나무 등 3종이고, 중북부 아고산형은 눈잣나무, 종비나무, 이깔나무, 분비나무 등 4종이며, 전국 아고산형은 가문비나무 1종이고, 북부 격리형은 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 만주이깔나무 등 3종이다.

전국 산지형에 속하는 소나무는 북한의 증산부터 남한의 한라산까지에 자라며 북한에서는 190~910m 사이에 주로 자란다. 잣나무는 북한의 차유산부터 남한의 지리산까지에 자라며 북한에서는 635~1,260m 사이 산지에 난다. 전나무는 북한의 송진산부터 남한의 한라산까지에 분포하며 북한에서는 주로 540~925m 사이에 자란다.

전국 아고산형에 속하는 가문비나무는 북한의 차유산부터 남한의 지리산까지에 자라며 북한에서는 960~1,640m 사이에 분포한다.

중·북부 아고산형인 눈잣나무는 북한의 로봉에서 남한의 설악산까지 나며 북한에서는 1,385~1,740m 사이에 자란다. 분비나무는 북한의 차유산부터 남한의 덕유산 사이에 분포하며 북한에서는 930~1,640m에 난다. 이깔나무는 북한의 차유산부

터 금강산까지 860~1,630m에 자란다. 종비나무는 북한 백두산부터 금패령까지 920~1,230m에 분포한다.

북부 격리형인 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 만주이깔나무는 북한의 1,300~1,400m 사이의 일부 아고산지역에 분포한다.

3. 생태와 자연사

1) 소나무속

식물의 지리적 분포는 기후에 영향을 많이 받기 때문에 기온이 낮으면 낙엽활엽수는 잘 자라지 못한다. 그러나 침엽수는 저온도 견뎌 중위도의 높은 산지나 고위도에서도 잘 자란다. 소나무과 나무 중 소나무속의 나무들은 가장 넓은 생태적 범위를 가져 온난건조한 환경도 잘 견딘다(Farjon and Styles, 1997). 그러나 소나무속, 이깔나무속은 햇빛을 많이 필요로 하여 그늘 아래에서는 잘 자라지 못한다(Farjon, 1990). 소나무속 나무 가운데 전국적으로 자라는 소나무와 남한의 서해안과 남해안에 자라는 곰솔은 햇빛이 많고 온난한 곳에서 잘 자라며 눈잣나무, 잣나무는 생태적 적응력이 매우 높아 한랭한 지역에서 잘 자란다.

Mirov(1967)에 따르면 소나무가 북쪽으로 퍼져 가는데 결정적인 제한요인은 겨울철 낮은 온도이다. 소나무는 여름이 짧고 서늘한 곳, 겨울에 땅이 얼어 있어 뿌리를 깊게 뻗지 못하는 곳, 한랭건조한 바람이 부는 곳에 잘 자라지 못한다. 소나무는 햇빛에 잘 견디는 수종이며 상록수여서 광합성 능력이 매우 높아 겨울에도 기온이 높으면 광합성을 할 수 있다.

북한에서 소나무림은 분비나무~가문비나무림이나 이깔나무림보다 척박하고 건조한 토양에 발달한다(송일룡, 1963). 소나무는 산성토양에서 물 빠짐이 좋지 않으면 진균에 의한 질병에 걸리게 된다(Hora, 1990). 소나무의 뿌리는 중력의 영향을 받아 곧게 땅속으로 뻗지만 기반암, 지하수 때문에 뿌리가 얇게 퍼지기도 한다(Farjon, 1984). 산불의 피해를 받은 곳에서 소나무는 극상을 이루기도 한다(Farjon, 1990). 소나무는 햇빛이 많고 척박한 곳에

서 잘 견디는 나무로 산림이 황폐한 시대에는 번성하였으나 산림이 차츰 우거짐에 따라 활엽수와의 경쟁에 밀려 점차 쇠퇴하고 있다. 아울러 솔잎혹파리, 소나무재선충병 등 해충의 피해로 그 면적이 급격하게 줄고 있다(임업연구원, 1999).

북한의 산림에 대한 분석(박우일, 1999)에 따르면 침엽수림은 산림 면적의 41.9%에 이르며 분비나무~가문비나무림, 이깔나무림, 잣나무림, 리기다소나무림, 소나무림 등 소나무과 나무가 주종을 이룬다. 수종별로는 소나무림(45.1%), 이깔나무림(17.2%), 분비나무~가문비나무림(6.6%) 순이다.

소나무림은 북한에서 참나무림 다음으로 중요해 산림면적의 23.5%에 이르며 침엽수림의 45.1% 정도를 차지한다. 소나무는 북부고산지대를 제외한 해발고도 1,000m 아래에 무리지어 나며 북부지방에서는 참나무, 이깔나무와 섞여 자란다. 소나무림은 주로 2차림이며, 해발고도 600m 아래에서는 소나무 단순림을 이룬다(그림 3).

이깔나무림은 침엽수림의 17.2%를 차지하며 주로 양강도, 함경북도, 함경남도의 해발고도 1,000~1,900m 사이의 높은 산지에 분포한다. 이깔나무림은 이깔나무가 대부분의 면적을 차지하고 만주이깔나무는 백두산 부근 1,600m 이상에만 나타난다. 이깔나무림은 단순림이나 혼성림을 이루며 자작나무와 함께 자라며, 고도가 높은 곳에서는 가문비나무, 종비나무 등과 함께 산림을 이룬다.

분비나무~가문비나무림은 아한대 침엽수림대에

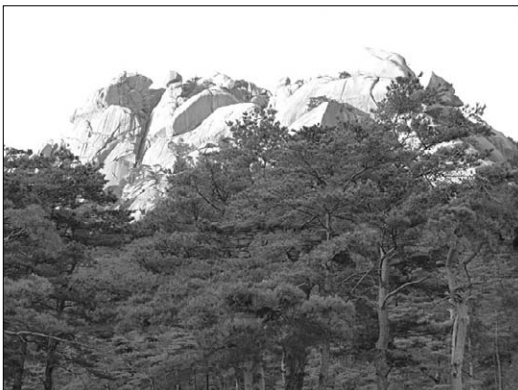


그림 3. 금강산의 소나무숲(2005. 5. 2 촬영)

서 전형적이며 분비나무, 전나무, 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무 등으로 이루어졌다. 분비나무~가문비나무림은 개마고원, 백두고원 일대의 해발고도 700~1,800m에 주로 자라고 북한 산림면적의 6.6%, 침엽수림의 9.8%를 차지한다.

소나무는 생태적 적응범위가 넓어 비옥한 토양, 목힌 땅, 햇빛은 땅, 화산활동으로 새로 만들어진 땅, 식생이 파괴된 땅에도 새롭게 잘 정착한다. 북한에서 소나무는 낙엽활엽수가 사라지면서 토양이 척박해지고 햇빛이 많아져 고온건조한 곳에서 경쟁력이 높다. 북한의 해발고도 400m 이하의 산지에는 원래 낙엽활엽수가 널리 자랐으나 산림을 파괴하고 다락밭 등을 만들면서 고온건조하고 척박해져 지금은 2차림인 소나무숲으로 바뀐 것으로 본다.

잣나무는 한반도가 분포의 중심지로 북한에서는 백두고원과 개마고원의 일부 지대를 제외하고 매우 넓게 분포한다. 자연적인 잣나무림은 수직적으로 양강도와 자강도의 해발고도 1,200m까지 자라며, 오가산에 집중적으로 분포한다. 잣나무는 소나무가 자라는 곳보다 고도가 높은 산지에서 전나무와 섞여 자란다. 잣나무와 전나무는 상대적으로 기온이 낮고 습도가 높으며 낙엽활엽수가 섞여 있고 그늘이 많은 아고산대 아래에서 잘 자란다.

눈잣나무는 혹독한 기후에 잘 적응하여 삼림한계선 위쪽에 잘 자라며, 바람에 노출된 산꼭대기에서 넓게 퍼져 자라는데 겨울에는 쌓인 눈에 덮여 저온과 강풍을 피한다(Farjon, 1984). 눈잣나무 군계는 북한의 백두산지구의 북포대산, 남포대산, 두류산 등의 삼림한계선 위에 나타나는 한대성 상록침엽관목이다. 눈잣나무는 높이 1.5m 정도로 땅 위를 기면서 짙은 숲을 이루며 상록활엽수인 만병초, 가솔송, 월굴, 린네풀 등이 같이 자란다. 햇빛을 좋아하는 눈잣나무는 그늘진 곳에서는 순군락을 이룰 수 없으며 사스래나무 밑에 성글게 퍼진다. 눈잣나무는 가문비나무, 털마가목과 섞여 자라며 해발고도가 낮고 조건이 맞는 곳에서는 물자작나무가 같이 난다(김현삼 등, 1992).

북한의 고산대와 아고산대에 자라는 눈잣나무는

화산 폭발이 있었던 백두산에는 자라지 않으나 남포대산(2,300~2,450m), 백사봉, 관두봉(2,100m) 등에서 상록침엽수림이나 사스레나무림 내에서 기면서 자란다. 눈잣나무의 수평적 분포의 남한계선인 설악산에서는 해발고도 1,650m 이상에서 자라 북한보다 수직적 하한계선이 내려가는 경향이 있다. 이는 동해에 인접한 설악산 대청봉에서 중청봉에 이르는 능선의 기온이 한랭하며 바람이 강하여 다른 나무들보다 혹독한 환경에서 잘 견디는 눈잣나무가 경쟁력이 있기 때문이다.

설악산과 북한의 고산대와 아고산대에 자라는 눈잣나무는 플라이스토세 빙하기 때 북방의 추위를 피해 남쪽으로 이동하던 나무들이 한반도에 정착한 것으로 홀로세에 들어 기후가 온난해지면서 기온이 낮은 산정으로 후퇴하여 지금은 북한의 고산대와 아고산대를 중심으로 분포한다.

2) 가문비나무속

가문비나무속은 어릴 때는 비교적 좁은 기온적 범위에 자라지만 크면 낮은 온도까지 견딘다. 대부분의 가문비나무속은 그늘에서 잘 견디는 수종이고 일부 종은 서서히 자라 오래 산다. 특히 기온이 낮고 겨울이 5~7개월 동안 계속되며 연평균기온이 5℃를 넘지 않는 곳에서 토양조건이 맞으면 순림을 이룬다.

가문비나무속은 토양의 질소, 인산, 칼륨, 칼슘 등 광물질 함유량이 낮은 곳에서 잘 자라지만 건조한 시기에는 지속적인 수분의 공급이 필요하다. 대부분의 가문비나무속 나무는 산도 4~5정도의 산성 토양에서 잘 자라지만 일부 종은 석회질 토양에서도 자란다(Farjon, 1990). 가문비나무류는 토심이 얇은 곳에서는 강풍에 약하지만 뿌리가 정착하면 노출된 곳에서도 잘 자라며 방풍림으로 이용된다(Hora, 1990).

가문비나무속의 가문비나무는 백두산지구에서 해발고도 1,700~2,000m에 일정한 띠 모양으로 분포하며 삼림한계선을 이루며, 반점 모양으로는 단수림 또는 혼성림으로 해발고도 1,200m까지 내려오기도 한다. 가문비나무는 만주이깔나무, 사스레나

무, 두메오리나무들과 거의 같은 고도에 자란다. 가문비나무군계는 북한의 아한대성 침엽수 가운데 비교적 높은 고도에 자란다. 가문비나무는 선오산, 와사봉, 간백산, 소백산, 북포대산 등 해발고도 1,700~1,900m에 분비나무보다 위쪽에 자라지만 분포 면적은 좁다. 토양에 대한 적응력은 매우 넓어 건조한 곳부터 매우 습한 곳까지 퍼져 자라나 이깔나무보다는 토양에 대한 적응 범위가 좁다.

가문비나무는 음지성 수종으로 어릴 때는 그늘을 잘 견디므로 분비나무, 종비나무, 이깔나무, 사스레나무, 자작나무, 사시나무, 신갈나무, 피나무 등 다른 나무들 아래에서 자연 갱신되어 밀층을 차지하면서 여러 층의 혼성림을 이룬다(김현삼 등, 1992). 지리산 아고산대에 자라는 가문비나무는 한반도에서 플라이스토세 동안 추위가 광범위하게 영향을 미쳐 높은 산지에서는 식물이 살아가기에 혹독한 환경이었음을 나타내는 지표이다.

종비나무는 기후가 한랭하고 눈이 많고 연강수량이 1,000mm 이상인 곳에서 자란다(Farjon, 1990). Schmidt(1989)에 의하면 가문비나무는 종비나무보다 원시적인 형태를 나타낸다(Staszkiwicz, 1992에서 재인용). Bobrov(1970)는 가문비나무와 종비나무는 교잡이 아주 쉽게 이루어지며, 한국에서 별도의 종으로 알려진 도내가문비나무, 풍산가문비나무, 오대가문비나무는 교잡에 의한 것으로 보았다(Staszkiwicz, 1992에서 재인용). 아고산대 수종인 종비나무는 한반도의 북위 38° 부근이 분포의 남방한계선이다(김현삼 등, 1992). 동북아시아 북방에 자라는 종비나무는 플라이스토세 빙하기 동안 한반도에 유입되어 홀로세를 지나 현재에는 한랭한 산악 지대에 살아남은 것으로 본다.

무산가문비나무와 풍산가문비나무는 북한의 아고산대에 격리되어 분포한다는 것 외에 알려진 사실이 많지 않다.

3) 이깔나무속

이깔나무속은 북반구의 고위도지방에서 흔한 나무로 교목한계선에 흔하며 북극권까지 자란다(Hustich, 1983). 이깔나무속은 다른 나무들이 자라지 못하는 척

박한 곳에 잘 자라며(Gower and Richards, 1990), 나무의 크기와 생장율은 산지에서 고도가 높아질수록 감소한다(Srutek and Leps, 1994).

이깔나무는 낙엽침엽수로 생육기간이 매우 짧은 한랭한 기후에 잘 적응한다. 비교적 느리게 잎이 나오며 바늘잎이 완전히 자라는데 몇 주가 걸린다(Farjon, 1990). 북한에서 이깔나무는 해발고도 800~2,200m까지 자라며 백두산에서는 삼림한계선에 이른다. 이깔나무림은 순림을 이루나 만주이깔나무, 분비나무, 가문비나무, 잣나무 등 상록침엽수와 사스래나무, 사시나무 등 낙엽활엽수와 섞여 자라기도 한다. 이깔나무는 습기가 많거나 적은 곳에서도 잘 견디고 추위에 견디는 능력이 크다(김일성 종합대학, 1972).

이깔나무는 기후, 습도에 대한 적응력이 크고 자연갱신도 비교적 잘 되므로 극상림을 이루기도 하며, 토양의 적응범위도 넓어 메마른 땅에서 진펄땅에 이르기까지 널리 자란다(김현삼 등, 1992). 이깔나무는 물 빠짐이 좋은 연하거나 자갈이 섞인 양토에서 잘 자라며, 물이 고이고 서리의 피해를 입기 쉬운 낮은 곳은 매우 싫어한다. 이깔나무는 나무가 울창하게 자라거나 배수가 좋지 않으면 질병에 취약하다(Hora, 1990). 백두산의 한랭하고 바람이 세고 척박한 곳에는 이깔나무가 자라며, 삼림한계선을 이룬다.

만주이깔나무는 대륙성기후와 한랭한 해양성기후에서 생육하며 강수량은 500~1,000mm이어야 하고, 산악토양 특히 토탄지에서 잘 자란다(Farjon, 1990). 아고산대 수종인 만주이깔나무군계는 아한대성 침엽수 가운데 종구성과 층의 구성이 가장 단순하며 백두산 삼림한계선 부근의 해발고도 1,700~1,900m 사이에만 분포한다. 백두산 1,900m에는 만주이깔나무와 이깔나무가 5:5 비율로 자라며 만주이깔나무 단순군계는 해발고도 1,800~1,900m 사이에 분포한다. 북포대산, 남포대산을 비롯한 고산들에는 만주이깔나무가 단순군락을 이루지 못하고 이깔나무와 약간씩 섞여 자란다(김현삼 등, 1992).

만주이깔나무는 매우 좁은 범위에 자라고 있어 기후변화와 같은 외적인 환경변화에 영향을 받기 쉬

운 수종이다. 백두산 등 고산대에 자라는 이깔나무와 만주이깔나무는 이 지역과 동북아시아 북방지역 사이에 식물의 교류가 활발했음을 나타내는 지표이다. 삼림한계선을 이루는 이깔나무와 만주이깔나무는 외적인 환경변화에 매우 민감하게 반응하므로 북한의 높은 산악지대에서 빠르게 진행되는 지구온난화는 이들의 미래에 큰 부담이 될 수 있다.

4) 전나무속

전나무속은 겨울이 매우 춥고 길며 여름은 짧고 온난한 대륙성 기후대에 자라지만 이깔나무속, 가문비나무속, 소나무속에 비해 건조한 조건에 약해 분포지역이 좁다. 전나무속은 수분을 좋아하기 때문에 그늘진 곳, 북사면의 보호 받는 곳, 적설기간이 긴 곳에서 잘 자라는데, 환경조건이 바뀌면 소나무속, 가문비나무속, 이깔나무속이 전나무속에 밀린다.

전나무속은 순림을 만들어 우점하기 보다는 다른 침엽수와 함께 같이 자라며 낙엽활엽수림이 자라는 곳에서는 드물다. 전나무속은 토심이 깊고 배수가 잘 되고 산도 5~6 정도 토양에서 잘 자란다. 전나무속이 자라는 곳은 극상에 가깝지만, 산불, 태풍, 벌목과 같은 급격한 환경변화 뒤에 영양분이나 수분에 변화가 생기면 다른 나무에 밀린다. 특히 인위적인 간섭으로 토질이 나빠진 곳은 전나무속 성장에 매우 불리하다(Farjon, 1990). 전나무는 그늘진 곳이나 습한 곳에서는 생장이 좋지 않다(Liu, 1971). 전나무속 나무들은 진딧물 등의 곤충에 쉽게 피해를 받으며, 곤충의 심한 공격을 받은 나무는 부풀어 오른 가지와 하얀 보호 분비물로 덮여 있으며 치료하기는 어렵다(Hora, 1990).

북한에서 전나무는 분비나무가 자라는 높이보다 해발고도가 낮아 상대적으로 기온이 높고 숲이 울창한 낮은 산지에 널리 분포하는 종으로 순군락을 만들기 보다는 다른 침엽수나 활엽수들과 섞여 자라는 경우가 많다.

분비나무는 한랭습윤하고 짧은 여름이 있고 춥고 긴 겨울을 보이는 곳에 자라며, 배수가 잘 되는 여러 종류의 산악토양에서 자란다(Farjon, 1990). 분비나무는 토양이 깊고 물 빠짐이 좋은 곳에 수분이 충분

할 때 자라며, 잣나무, 눈잣나무, 가문비나무, 짙방나무, 단천향나무, 주목 등과 같이 자란다(Liu, 1971).

북한에서 분비나무군계는 삼지연군의 리명수, 소백산, 청봉, 배개봉, 남포대산, 북포대산, 보천군의 대진평, 백암군의 백사봉, 혜산시, 운흥군에 널리 분포한다. 분비나무와 가문비나무가 6:4 비율로 섞여 자라는 곳은 남포대산, 소백산, 백암군, 운흥군, 청봉과 배개봉 기슭, 보천군 푸른봉과 대진평 등 해발고도 900~1,700m 사이이다(김현삼 등, 1992).

분비나무는 낮은 고도에 자라는 전나무에 비해 한랭한 기후에 잘 적응하는 나무로 플라이스토세 빙하기 때 북방에서 유입된 것으로 본다. 빙하기에 남한까지 이동했던 집단 가운데 일부가 후빙기에 들어서 빠르게 진행되는 기후변화에 따라 미처 북쪽으로 되돌아가지 못하였다. 이들 가운데 일부가 남한의 덕유산, 지리산, 가야산, 한라산 등 한랭습윤한 기후가 보장되는 아고산대에 정착하여 살다가 그 곳의 국지적인 환경에 적응하여 한반도 고유종인 구상나무로 진화한 것으로 본다.

백두고원과 개마고원을 포함한 북한 고원에서 침엽수림을 이루고 있는 소나무과 나무는 이깔나무, 만주이깔나무, 잣나무, 전나무, 분비나무, 가문비나무, 종비나무, 풍산가문비나무 등이다.

분비나무~가문비나무림과 이깔나무림은 함경산줄기와 부전령산줄기, 낭림산줄기로 둘러싸인 북부 고지대에 자란다. 분비나무~가문비나무림은 개마고원지역에 넓게 분포되어 있으며 북수백산줄기, 연화산줄기, 낭림산줄기, 함경산줄기 등 화산의 영향을 받지 않은 곳에 잘 발달되어 있다.

이깔나무림은 백두산을 중심으로 하는 압록강, 두만강의 상류에 주로 분포한다. 종비나무림도 아한대성 침엽수대에 자라며, 눈잣나무는 고산대 및 아고산대에 관목 형태로 자란다. 백두산과 같이 낮은 기온이 긴 곳에서는 여러 이유로 상록침엽수가 다른 나무에 비해 생육에 유리하다. 첫째, 상록침엽수는 저온, 건조에 견딜 수 있도록 형태적으로 진화했다. 둘째, 상록침엽수는 추운 겨울동안에도 잎이 붙어 있어 봄철에 기온이 올라가 조건이 맞으면 광합성을

할 수 있다. 셋째, 바늘잎이기 때문에 잎 면적이나 호흡에 의한 수분손실이 적어서 수분을 효과적으로 활용할 수 있다.

상록침엽수가 낮은 기온에서 잘 견딘다는 사실은 실험(Bannister and Neuner, 2001)을 통해서도 확인되었다. 수종별로 동해를 견디는 수치에 따르면 -45.6°C 이하를 견디는 종은 이깔나무, 눈잣나무 등이며, -40 에서 -45.6°C 사이를 견디는 종은 가문비나무 등이다. -34.4 에서 -39.9°C 사이를 견디는 종은 분비나무, 잣나무 등이고, -23.3 에서 -28.8°C 사이를 견디는 종류는 전나무, 소나무 등이다.

북한에서 소나무과 나무들의 수평적 분포와 수직적 분포 양상은 저온에 대한 적응력과 함께 여름철 최고기온이 중요하게 작용하는 것으로 보며 이에 대한 연구가 필요하다.

III. 결론

이 연구를 통해 한반도 소나무과 나무들의 분류 계통, 수평적 및 수직적 분포, 고환경 변화와 관련된 자연사 그리고 현재와 미래 환경과 관련된 문제 등을 파악할 수 있었다.

한반도에 자라는 소나무과 나무 5속 16종 가운데 북한에는 자생하는 소나무과 나무는 소나무속의 소나무, 잣나무, 눈잣나무, 가문비나무속의 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 이깔나무속의 이깔나무, 만주이깔나무, 전나무속의 전나무와 분비나무 등 4속 11종에 이른다.

소나무속은 계통분류학적으로 가문비나무속과 가장 가깝고, 이깔나무속과 다음으로 가깝다. 전나무속은 솔송나무속에 서로 가깝다. 가문비나무는 단독으로 분류되며, 종비나무·무산가문비나무·풍산가문비나무는 같은 그룹에 속한다. 이깔나무와 만주이깔나무는 같은 그룹이지만, 전나무와 분비나무는 서로 다른 그룹이다.

북한의 고산대와 아고산대에 자라는 소나무속의 눈잣나무, 잣나무와 가문비나무속의 가문비나무, 종비나무, 무산가문비나무, 풍산가문비나무와 이깔나

무속의 이깔나무, 만주이깔나무 그리고 전나무속의 분비나무 등은 플라이스토세의 여러 차례 빙하기 동안 한반도로 유입된 북방계 침엽수이거나 그로부터 진화한 종으로 본다.

북한의 소나무과 나무들의 분포 유형은 수평 및 수직적 분포역에 따라 4가지로 나눌 수 있다. 이 가운데 전국 산지형에 속하는 종류는 소나무, 잣나무, 전나무 등 3종이고, 중북부 아고산형은 눈잣나무, 종비나무, 이깔나무, 분비나무 등 4종이며, 전국 아고산형은 가문비나무 1종 그리고 북부 격리형은 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 만주이깔나무 등 3종이다.

산지의 위치와 고도에 따라 기온과 강수량 등 기후요소가 달라져 북한에는 지역에 따라 서로 다른 소나무과 나무들이 자란다. 북한의 고산대와 아고산대에는 눈잣나무, 가문비나무, 종비나무, 이깔나무, 분비나무 등 한대성 나무들이 주로 분포한다. 북한 북부의 해발고도 1,400~1,600m 정도의 일부 산악 지역에는 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 만주이깔나무 등이 자란다.

북한의 고산대와 아고산대에 자라는 한대성 소나무과 나무들은 플라이스토세 빙하기에 북방에서 한반도로 유입된 나무들로 과거에 지금보다 기후가 혹독했던 시기에는 넓은 지역에 걸쳐 자랐으나 지금은 한랭한 기후가 유지되는 높은 산악에 주로 자란다. 반면에 소나무, 잣나무, 전나무 등 산록에 자라는 종은 플라이스토세 빙하기에는 지금보다 남쪽이나 낮은 고도에 자랐지만 후빙기에 들어 기후가 온난해지면서 분포역이 확장되어 높지 않은 산지에 널리 분포하는 것으로 본다.

최근에 발표된 북한에서의 기후변화(조성하, 채선숙, 2004)에 따르면 북한의 연평균기온은 100년 전에 비해 1.9℃ 높아졌다. 특히 한반도에서 가장 추운 관측지점의 하나인 중강에서는 연평균기온이 1세기 만에 3.1℃나 상승했으며 평양과 원산은 1.6℃와 1.1℃ 기온이 올랐다. 북한에서 기온온난화 경향은 내륙과 북쪽으로 갈수록 심하다.

계절별로는 겨울기온이 4.9℃ 상승해 변화 폭이

컸으나 여름기온은 변화가 적었고, 봄은 2.4℃, 가을은 0.8℃ 기온이 올라갔다. 겨울철 온난화가 가장 뚜렷한 지역은 자강도, 양강도 등 북부내륙지방이며 동·서해 바닷가지방에서는 그 정도가 약했다. 북부내륙지방의 중강에서는 겨울철 평균기온이 100년간 8.8℃ 올랐으나 같은 시기에 평양은 3.8℃, 해주는 3.3℃, 원산은 2.8℃ 상승하였다. 북한의 겨울철 지속기간은 20세기 초보다 15~25일 정도 짧아졌다(조성하, 2004).

북한의 기온이 가파르게 상승하면 한랭한 기후에 적응하여 진화한 고산대와 아고산대 식물들의 피해가 커지게 된다. 소나무과 나무들 가운데 지구온난화에 따라 피해가 커질 수 있는 나무들은 북한의 중북부 아고산대에 분포하며 한랭한 기후에서 상대적으로 경쟁력이 높은 눈잣나무, 종비나무, 이깔나무, 분비나무와 남·북한의 아고산대에 국지적으로 자라는 가문비나무 등이다. 또한 북한의 북부 산악지에 격리되어 자라는 무산가문비나무, 풍산가문비나무, 만주이깔나무 등도 영향을 받을 것으로 본다.

반면에 남·북한의 저지나 중간고도의 산지에 비교적 넓게 분포하며 온난한 기후를 견디는 소나무, 잣나무, 전나무 등은 지구온난화의 피해는 상대적으로 크지 않을 것으로 본다. 그러나 이들은 다락밭 조성을 위한 산림파괴 그리고 솔잎혹파리병, 소나무재선충병과 같은 질병에 노출되어 있다.

북한의 소나무과 나무들에 대한 생태와 자연사 연구는 한반도 과거의 자연식생사를 복원하고, 현재의 환경을 이해하고, 미래의 자연생태적 문제를 예측하고 대응하는데 유용할 것으로 기대한다.

사 사

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-041-B00668).

참고문헌

공우석, 1995, 한반도 송백류의 시공간적 분포역 복

- 원, 대한지리학회지, 30(1), 1-15.
- 공우석, 2000, 설악산 아고산대 식생과 경관의 지생태, 대한지리학회지, 35(2), 77-187.
- 공우석, 2003, 한반도 식생사, 대우총서 556, 아카넷.
- 공우석, 2004, 한반도에 자생하는 침엽수의 종 구성과 분포, 대한지리학회지, 39(4), 528-543.
- 공우석, 2006a, 한반도에 자생하는 소나무과 나무의 생물지리, 대한지리학회지, 41(1), 73-93.
- 공우석, 2006b, 북한의 자연생태계, 아산사회복지재단 연구총서 202호, 집문당.
- 김월홍, 1991, 학생식물사전, 금성청년출판사.
- 김일성종합대학, 1972, 지리용어사전(자연지리편), 교육도서출판사.
- 김정락, 림권묵, 강진조, 홍순익, 오진권, 홍육근, 박철성, 최태성, 1999, 조선의 산줄기, 과학기술출판사.
- 김창하, 강응남, 2004, 관모봉 일대의 제4기 빙하지형에 관한 연구, 지질 및 지리과학, 213, 30-32.
- 김현삼 등, 1992, 백두산총서 식물, 과학기술출판사.
- 도봉섭, 임록재, 1988, 식물도감, 사회과학출판사.
- 류정길, 1999, 언진산 빙하시기의 자연환경 연구, 김일성종합대학학보(자연과학), 45(4), 114-117.
- 리종오, 1964, 조선고등식물 분류명집, 과학원출판사.
- 박우일, 1999, 우리나라 생물종의 다양성, 과학백과사전종합출판사.
- 손경희, 김남무, 1995a, 우리나라 서북지역에서 기온 분포에 미치는 자연지리적 인자들의 영향에 관한 연구, 지리과학, 169, 7-9.
- 승일룡, 1963, 생물지리, 교육도서출판사.
- 장진성, 김정일, 현정오, 1997, 한국산 분비나무와 구상나무의 형질분석과 중간유연관계, 한국임학회지, 86(3), 378-390.
- 정태현, 이우철, 1965, 한국삼림대 및 적지적수문, 성대논문집, 10, 329-435.
- 임록재 등, 1996~2000, 조선식물지 1~9권, 과학기술출판사.
- 임업연구원, 1999, 소나무 소나무림, 임업연구원.
- 조선과학백과사전출판사 · 한국 평화문제연구소, 2003~5, 조선향토대백과 1~20권, 평화문제연구소.
- 조성하, 2004, 우리나라 겨울철 기후 온난화의 대기 순환적 요인, 기상과 수문, 345, 8-10.
- 조성하, 채선숙, 2004, 우리나라 기후의 온난화와 대기순환 배경, 기상과 수문, 345, 13-16.
- 홍순익, 1989, 조선자연지리, 김일성종합대학 출판부.
- 편집부, 1998, 언진산 빙하흔적에 대한 과학발표회, 지질 및 지리과학, 189, 1.
- Bannister, P. and Neuner, G., 2001, Frost resistance and distribution of conifers, Bigras, F. T. and Colombo, S. T. (eds.) Conifer Cold Hardiness, 3-21, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bobrov, J. V., 1970, Istoriya i sistematiika roda Picea A. Dietr. Nov. Sist. Vyzsh. Rast., 7, 5-40.
- FAO/WFP, 2002, FAO/WFP Crop and Food Supply Assessment Mission to the Democratic People's Republic of Korea (www.fao.org에서 인용).
- Farjon, A., 1984, Pines: Drawings and Descriptions of the Genus, E. J. Brill/Dr. W. Backhuys, Leiden.
- Farjon, A., 1990, Pinaceae: drawings and descriptions of genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*, Regnum Vegetabile, 121, 1-330.
- Farjon, A., 1998, World Checklist and Bibliography of Conifers, Royal Botanical Gardens, Kew, London.
- Farjon, A. and B. T. Styles, 1997, *Pinus* (Pinaceae), Flora Neotropica, Monograph 75, New York Botanical Garden, New York.
- Gower, S. T. and Richards, J. H., 1990, Larches:

- deciduous conifers in an evergreen world, *BioScience*, 40, 818-826.
- Hong, Y. P., Lee, S. W., and Yang, B. H., 2006, Lack of genetic diversity in populations of Korean fir in comparison to Manchurian fir in Korea, In: *Proceeding of Seminar on Conservation of Forest Genetic Resources*, May 17-18, 2006, Warm-temperate Forest Research Center, Jeju Special Self-Governing Province, pp.129-142.
- Hora, B., 1990, *The Marshall Cavendish Illustrated Book of Trees and Forests of the World*, Vol. I, Marshall Cavendish, New York.
- Hustich, I., 1983, Tree-line and tree growth studies during 50 years: some subjective observations. In *Morisset, P. and Payette, S. (eds.), Tree-line Ecology, Proceedings of the Northern Quebec Tree-line Conference*, Collection Nordicana No. 47, Quebec: Universite Laval, 181-188.
- Kolbek, J. and Kucera, M., 1989, A Brief Survey of Selected Woody Species on North Korea (D.P.R.K), Botanical Institute, Czechoslovak Academy of Sciences, Czechoslovakia.
- Kolbek, J. and Kucera, M., 1999, A Brief Survey of Selected Woody Species on North Korea (D.P.R.K) II, Botanical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech.
- Kolbek, J., Kucera, M., Jarolimek, I., and Valachovis, M., 2001, Distribution and Phytocoenology of Selected Woody Species of North Korea (D.P.R.K.), Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Pruhonice.
- Kong, W. S. and Watts, D., 1993, *The Plant Geography of Korea*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 229.
- Liu, T. S., 1971, A Monograph of the Genus *Abies*, Department of Forestry, National Taiwan University, Taipei.
- Mirov, N. T., 1967, *The Genus Pinus*, The Ronald Press Company, New York.
- Schmidt, P. A., 1989, Beitrag zur Systematik und Evolution der Gattung *Picea* A. Dietr. *Flora*, 182, 435-461.
- Strutek, M. and Leps, J., 1994, Variation in structure of *Larix olgensis* stands along the altitudinal gradient on Paektu-san, Changbai-shan, North Korea, *Arctic and Alpine Research*, 26(2), 166-173.
- Staszkiwicz, J., 1992, Variability of the cones of *Picea jezoensis* and *P. koraiensis* (Pinaceae), *Fragm. Flor. Geobot.*, 37(1), 241~249.