대한지리학회지 제37권 제4호 2002 (357~370)

한반도 고산식물의 구성과 분포*

공 우 석**

Species Composition and Distribution of Korean Alpine Plants*

Woo-seok Kong**

요약 : 한반도 고산대와 아고산대에 자라는 극지·고산식물과 고산식물의 종 구성과 외관형, 분포를 생물지리적인 관점에서 분석하였다. 극지·고산식물과 고산식물은 한랭한 기후조건에 적응할 수 있는 외관형과 생리생태적 조건을 지녀 북한 북부지방에 주로 자라지만 남한의 설악산, 한라산, 지리산 등의 고산대와 아고산대에도 자란다.
극지·고산식물과 고산식물은 플라이스토세 빙하기 동안 혹독한 추위를 피해 극지 주변으로부터 유입되어 한반도를 1차 피난처로 삼았던 것으로 보인다. 홀로세에 들어서 기온이 따뜻해지자 대부분 극지·고산식물은 극지 주변으로 복귀했으나, 일부는 한반도의 산정을 피난처로 삼아 정착하여 이제는 해발고도 1,500-1,800미터 이상의 고산대와 아고산대에 격리되어 분포한다. 플라이스토세의 기후변화에 따라 식물들이 남하와 북상을 거듭하면서 고립 격리된 일부 종이 국지적인 산악환경에 적응하여 특산종을 형성한 것으로 본다. 극지·고산식물과 고산식물 가운데 상록활엽성 관목은 대체로 키가 작고, 땅위를 기며, 잎은 추울 때 말리고, 잎에는 털이 많아 보온과 수분을 모으는데 알맞은 형태와 같은 한랭 건조한 기후에 적응한 외관형을 가졌다.
오늘날의 지구온난화가 계속될 경우 극지와 고산에 격리 분포하는 극지·고산식물과 고산식물의 운명은 위태로워질 것이다. 특히 한반도를 지구상 극지·고산식물의 지리적 분포의 남방한계선으로 삼은 많은 종들이 피난처를 찾지 못하고 사라질 위기에 처해 있어 이에 대한 조사 연구가 절실하다.

주요어 : 극지·고산식물, 고산식물, 외관형, 격리 분포, 특산종, 피난처, 지구온난화

Abstract : Present work aims to investigate the species composition, physiognomy and distribution of arctic-alpine and alpine plants(AAP) of the Korean Peninsula. The dominance of AAP in the northern Korea may be due to the frequent exchanges of floras with circumpolar regions for the seek of the glacial refugia during the alternate Pleistocene glacial epochs. The post-glacial climatic amelioration pushed AAP back northwards and upwards, so they now shows disjunctive distribution on separate mountain tops.
The diverse morphological adaptations of AAP to severe environmental conditions, viz. the dominance of perennial species, stunted tree growth, multiple protection of leaves, krummholz, and dwarf shrubs, are the result of long-term gradual developments which have safeguarded the survival of AAP in a such a harsh cryo-climatic area.
The appearance of the Korean endemic AAP reflects the long-term isolation of species in Korea, and the local environmental diversities which have both accentuated this isolation and aided the development of genetic diversity. Evergreen broad-leaved AAP at c. 1,500m to 1,800m and above are now endangered because of the competition from down-slope plants, and from the global warming.

Key Words : Arctic-Alpine and Alpine Plants, Physiognomy, Disjunctive Distribution, Endemic Species, Refugia, Global Warming

* 이 연구는 경희대학교 2001년도 교비연구과제에 의하여 수행되었음.

** 경희대학교 지리학과 및 기초과학연구소 교수(Professor, Department of Geography, Kyunghee University)

1. 서 론

1) 문제 제기

한반도에 분포하는 식물상과 식생은 종 다양성이 풍부하고 고유종의 비율이 높은 편이나 식물종 구성, 분포 특성, 외관형, 기온적 범위 등에 대하여 알려진 내용은 많지 않다. 특히 높은 산의 정상 부근에 자라기 때문에 쉽게 관찰되지 않는 극지·고산식물과 고산식물 그리고 고산생태계에 대한 관심은 더욱 적다.

그러나 근래 지구온난화에 따른 자연생태계의 교란과 피해가 범지구적인 현안으로 등장하면서 고산환경에 대한 지구적 관찰 연구 발의(GLORIA: The Global Observation Research Initiative in Alpine Environments)와 같이 기후변화가 고산대의 생물상에 미치는 영향을 탐지하는 장기관찰네트워크가 구축되었다(http://www. gloria.ac.at). 이 밖에도 기온 온난화에 가장 민감하게 반응하는 취약한 생태계인 고산대의 환경 변화를 관찰하고 식물의 종다양성을 살리기 위한 여러 시도가 진행되고 있다.

2) 연구 목적과 방법

이 연구는 지구온난화가 지속될 때 한랭한 기후에 적응한 고산대와 아고산대의 식물과 생태계에 미칠 영향을 분석하기 위한 연구의 하나로 첫째, 한반도 고산대와 아고산대에 분포하는 식물종의 구성을 살펴보고, 둘째, 산정을 중심으로 격리되어 분포하는 고산과 아고산식물을 지리적 분포 유형과 외관형을 파악하고, 셋째, 극지·고산식물이 한반도의 산정에 격리 분포하게 된 과정 등 지생태적(地生態的) 조건을 분석하였다.

한반도 고산대와 아고산대의 설정과 구성 종에 대한 분석은 기존의 산지별 식물상 보고서(Kong and Watts, 1993)를 참조하였다. 북반구 극지고산식물의 분포도는 Hulten(1962, 1970)의 자료에 기초하였다. 한반도의 수종별 수직적 분포역은 정태현, 이우철(1965)의 문헌을 주로 이용하였다. 아울러 한라산과 설악산에서 현지조사를 병행하였다.

일반적으로 아고산대(亞高山帶; subalpine belt)는 산지대의 산지림(*montane forest*)의 가장 위쪽에 나타나며, 그 위치는 상업적인 목재 생산이 가능한 선인 용재한계선(用材限界線; timber line)에서 수고 4-5m 이상의 큰 키 나무가 나타나지 않는 교목한계선(喬木限界線; tree line)까지이다. 아고산대 상한계선에 가까워지면 대부분의 수목은 연속적으로 키가 낮아지거나 기형으로 변한다. 아고산대에는 사스래나무 등의 낙엽활엽수와 분비나무, 구상나무, 가문비나무, 이깔나무(잎갈나무) 등의 상록침엽수림대가 나타난다.

고산대(高山帶; alpine belt)는 교목한계선에서 설선(雪線; snow line)까지의 지역으로 해발고도가 높아지면서 환경이 달라져 아래로부터 고산관목림, 고산초원, 고산툰드라, 만년설지대로 수직적 산악경관이 나타난다(그림 1). 그러나 같은 산지에서도 미세한 입지조건의 차이에 따라 모자이크 혹은 패치(patch) 모양의 식생이 나타난다.

아고산대와 고산대의 경계는 삼림의 있고 없음이 지표가 되며, 그 경계로 용재한계선이나 교목한계선 혹은 고목한계선(高木限界線)을 기준으로 할 수 있다. 교목한계선에 가까워지면 대부분의 수목은 연속적으로 키가 낮아지거나 기형으로 변한다. 즉 강한 바람에 의하여 형성된 편형수(扁形樹; wind-shaped tree) 혹은 깃발형의 나무(flag-shaped tree)와 고산의 자연환경에 적응하여 지면에 붙어 자라거나, 기형적으로 자라는 왜성변형수(矮性變形樹; krummholz) 그리고 나무가 연속적으로 자라지 못하고 드문드문 모여 자라는 수목섬(tree island)이 나타나는 추이대(推移帶; *ecotone*)가 나타난다.

한반도의 경우 아고산대는 용재한계선에서 교목한계선에 이르는 점이지대(漸移地帶; transitional belt)로 큰 키의 관목이나 교목이 주로 자라며, 깃발형 나무, 왜성변형수와 수목섬이 나타나기도 한다(그림 1). 편형수, 왜성변형수, 수목섬은 한반도에서 북한의 고산대뿐만 아니라 한라산, 설악산 등 남한의 일부 산정에도 나타난다(공우석, 2001). 고산대는 교목한계선보다 높은 곳으로, 한랭하고 혹독한 기후조건 때문에 주빙하지형과 토양 발달이 왕성하며, 관목류와 초본류의 극지고산식물과 고산식물이 주로 분포하는 곳으로 한라산 정상 일대에서 관찰된다.

극지·고산식물(極地·高山植物; arctic-alpine plant)은 극지와 고산에 공통적으로 자라는 식물을 의미한다. 고산식물(高山植物; alpine plant)은 교목

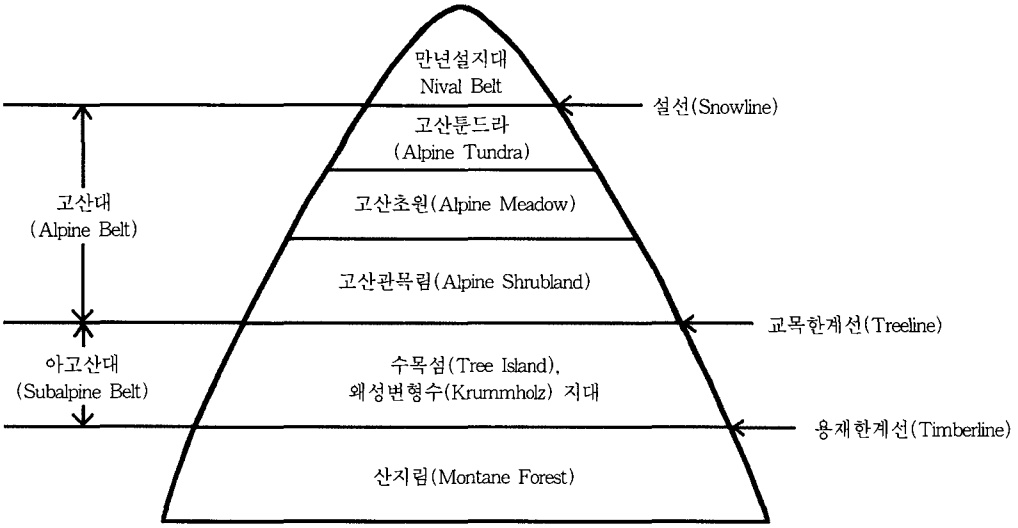

그림 1. 산악 경관의 수직적 분포

한계선보다 높은 고도에 나타나는 식물이다. 그러나 국지적인 조건에 따라서 교목한계선보다 낮은 고도에도 출현하기도 한다.

이 연구에서는 한반도의 고산대와 아고산대에 분포하는 극지·고산식물과 고산식물 가운데 늘푸른잎을 가진 상록침엽수와 상록활엽수를 집중적으로 분석하였다.

2. 본 론

1) 연구사

우리나라 고산식물에 대한 연구는 일제 때 일본 학자인 中井(1927, 1935), 森(1928)에 의하여 시작되었다. 박만규(1942)에 따르면 한반도에서 자생하는 고산식물을 51과, 175속, 296종, 5아종, 73변종, 9품종을 포함하여 모두 383종이다. 지역별 고산식물의 종수는 관모봉(224종), 백두산(197종), 로봉(115종), 금강산(87종), 묘향산(86종), 설악산(67종), 지리산(54종), 한라산(79종) 등이었다. 이창복(1997)은 사스래나무의 교목한계선이 나타나는 해발고도 2,000m 이상에 나타나는 고산식물로 담자리꽃나무, 노란만병초, 왕백산차, 황산참꽃, 가솔송, 월귤 등의 관목류와 산용담, 바위구절초, 두메양귀비, 두메오이풀, 구름국화 등의 초본류 등을 보고하였다. 특히 가솔송과 월귤나무는 북극에서 온 식물로, 구름국화는 우수리에서 온 것으로 보았고, 여러 번의 지질 운동에 의하여 이들이 한반도로 유입된 것으로 보았다.

정영호(1989a, b)는 남한의 고산식물을 34과 91속의 101종, 1아종, 27변종, 1품종 등 130종류로 보았고, 지역별 종수는 설악산(78종), 용문산(11종), 월악산(25종), 속리산(18종), 지리산(78종), 성인봉(12종), 한라산(81종) 등이었다. 한반도 고산식물의 종류는 목본류 180종(특산 목본류 58종 포함), 초본류 187종(특산 초본류 47종 포함) 등 모두 367종으로 알려졌다(Kong and Watts, 1993). 고산식물의 지리적 분포는 고환경 및 현재 환경과 관련시켜 분석되었다(공우석, 1998, 1999, 2000, Kong, 1991, 1998, 1999, Kong and Watts, 1999; 구경아 외, 2001).

우리나라에서 고산대와 아고산대라는 용어는 일제 때 식생대를 기후대와 혼돈하여 온대림대, 한대림대 등으로 잘못 사용하면서 시작되었고 이러한 오류는 아직까지도 계속되고 있다.

일제 때 우에키(植木)는 한라산 1,500m 이상을 한대로 구분하였으나 고산식물대라는 용어는 사용하지 않았다. 그는 지리산 1,760m 이상의 경남 산청 쪽으로 넓은 초본대가 출현하는 고산대가 있고, 설악산의 1,500-1,680m까지에 관목대가 있고 산정

에는 초본류가 여럿 나타나는 것으로 보았다. 백두산의 1,900-2,000m 사이에는 이깔나무가 나타나지 않는 순고산 초본대가 나타난다고 하였다(임경빈, 1972).

임양재(1972)는 수직 식생대를 고산식물대, 아고산침엽수림대, 혼합수림대, 온대활엽수림대, 상록활엽수림대 등 5개로 구분하였다. 고산식물대는 해발고도 1,900-2,000m 이상으로 고산 초본, 고산 관목류로 구성되며, 일반적으로 이깔나무가 자라는 곳보다 높은 곳을 가리킨다. 아고산 침엽수림대는 해발고도 800-1,000m부터 1,900-2,000m에 걸치는 북부고원지대(개마고원, 백무고원)의 아고산 침엽수림으로 소나무의 분포 한계 이상부터 이깔나무의 분포한계선까지를 나타낸다.

북한에서 교목한계선이 나타나는 고도는 백두산에서 1,900m, 관모봉에서 2,200m이다. 북부 고산지대 해발고도 2,000m 이상에 이르는 지역에 고산구가 나타나는데, 고산은 바람이 세게 불고 기온이 낮기 때문에 큰키나무는 잘 자라지 못하고 눈잣나무, 눈측백나무, 왕대황과 같은 식물이 출현한다(김왈홍, 1997). 공우석(1989, 1990)은 한반도에 자라는 고산식물에 기초하여 북한과 남한의 고산대와 아고산대를 구획하였다. 이정석, 윤평섭(1996)은 한대림의 전형적인 식물로 분비나무, 이깔나무, 찝방나무, 가문비나무, 눈잣나무, 눈향나무, 종비나무, 구상나무, 주목 등의 침엽수와 신갈나무, 떡갈나무, 새양버들, 사스래나무, 거재수나무, 들쭉나무, 수수꽃다리 등의 낙엽활엽수로 보았다.

기온과 관련시켜 수직적 식생대를 분석한 연구로 임경빈(1993)은 한대림이 나타나는 최저고도는 연평균기온 5℃ 정도의 지역이고, 해당지역은 한라산 1,500m, 지리산 1,300m, 설악산 1,000m, 금강산 1,150m, 낭림산 900m, 백두산 700m 이상으로 보았다. 김준민(1976)에 따르면 고산대의 하한은 교목한계선인데 1년 가운데 가장 더운 달의 평균 기온이 10℃의 선과 거의 일치하며, 남한에서 고산대가 나타나기에는 고도가 부족하다고 보았다. 고산대의 하한은 백두산에서는 1,000m, 만일 제주도 한라산이 더 높았다면 2,500m에 나타날 것으로 보았다. 그는 일본의 고산대가 눈잣나무대라고도 불리며 눈잣나무 군락은 고산대의 하부에 나타나고 상부에는 고산초원이 나타난다고 하였다. 그러나 설악산 대청봉 일대의 눈잣나무 등과 한라산 정상 주변에 출현하는 많은 극지고산식물이나 고산식물이 수직적 식생대 구획에 미칠 중요성이나 한반도의 기후요소의 특성에 따라 나타나는 고산과 아고산 경관을 설명하지는 않았다.

산지에서 고도 증가에 따른 경관대를 설명하는데 있어서는 단순한 절대고도나 기후대가 아닌 식생대 등 생태계의 구조와 특성을 고려해야 한다. 한반도의 수직적 산지 경관은 산지에서 고도가 높아지면서 나타나는 산지림, 용재한계선, 교목한계선이 나타나는 아고산대와 고산관목림, 고산초원, 고산툰드라, 만년설지대 등의 고산대로 나누어 보는 것이 타당하다(그림 1).

2) 고산식물의 종구성

고산대의 식물상은 산록부에서 유래한 종과 빙하기에 고위도 지방으로부터 이주한 유존종(遺存種, relic species)이 섞여 나타난다. 우리나라의 고산식물은 고유요소, 아시아요소, 북방주극요소 등이 섞여 있다. 한반도 고산식물의 분포 유형은 한반도 전역에 분포하는 종, 북부와 중부에서만 나타나는 종, 북부와 제주도에만 나타나는 종, 남부와 제주도에만 나타나는 종, 북부지방에 국한된 종, 중부지방에 국한된 종, 제주도에 국한된 종 등으로 구분되었다(공우석, 1989, Kong, 1991: Kong and Watts, 1993).

(1) 목본류

한반도에 분포하는 목본류 고산식물은 180여종으로 이루어지며 대표적인 과는 철쭉과 Ericaceae(28종), 버드나무과 Salicaceae(25종), 자작나무과 Betulaceae(21종), 인동과 Caprifoliaceae(21종), 전나무과 Abietaceae(12종), 장미과 Rosaceae(11종), 배나무과 Malaceae(11종) 등이다. 그 밖에 미나리아재비과 Ranunculaceae(8종), 까치밥나무과 Ribesiaceae(7종), 조팝나무과 Spiraceae(6종), 매자나무과 Berberidaceae(5종), 주목과 Taxaceae(3종), 소나무과 Pinaceae(3종), 노간주나무과 Juniperaceae(3종), 앵도과 Amygdalaceae(2종), 오갈피나무과 Araliaceae(2종), 층층나무과 Cornaceae(2종)가 있다. 1종이 나타나는 과는 측백나무과 Cupressaceae, 너도밤나무과 Fagaceae, 느릅나무과 Ulmaceae, 고

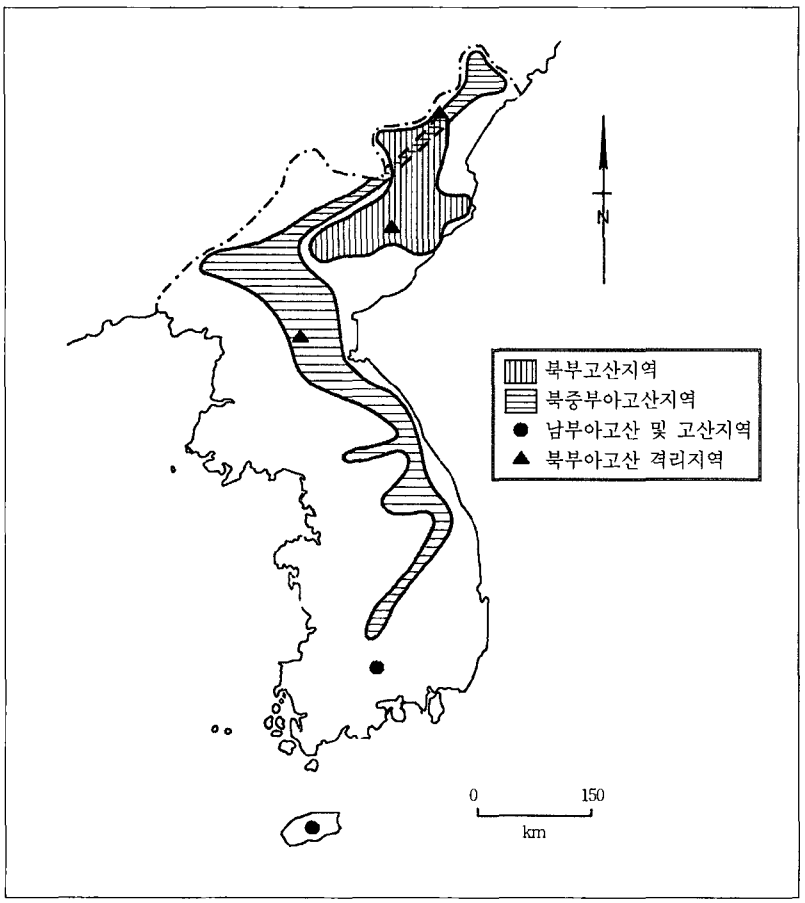

그림 2. 한반도 고산식물의 분포지대

광나무과 Philadelphaceae, 콩과 Fabaceae, 갈매나무과 Rhamnaceae, 돌매화나무과 Diapensiaceae, 시로미과 Empetraceae, 광대수염과 Labiatae, 쑥부쟁이과 Asteraceae 등이다.

목본류 고산식물 180여종 가운데 특산종은 58종으로 버드나무과(11종), 인동과(8종), 전나무과(7종), 배나무과(7종), 자작나무과(6종), 미나리아재비과(6종), 조팝나무과(6종), 매자나무과(2종) 등에 주로 나타난다. 주목과, 측백나무과, 노간주나무과, 장미과, 콩과, 갈매나무과, 오갈피나무과, 철쭉과 등에는 1종의 특산종이 있다. 측백나무과, 콩과, 갈매나무과의 고산식물은 모두 특산종이다. 목본류 고산식물의 평균 특산율은 32.2%이지만, 이보다 높은 특산율을 보이는 종류는 미나리아재비과(75.0%), 배나무과(63.6%), 전나무과(58.3%), 오갈피나무과(50.0%), 조팝나무과(50.0%), 버드나무과(44.0%), 매자나무과(40.0%), 인동과(38.1%), 주목과(33.3%), 노간주나무과(33.3%) 등이다.

목본류 고산식물은 활엽성이 158종이고 침엽성이 22종에 이르며, 외관형은 낙엽성 관목(87종), 낙엽성 교목(40종), 상록성 관목(30종), 상록성 교목(14종), 낙엽성 덩굴식물(9종) 순이다.

한반도에 분포하는 고산식물의 주된 분포지는 북부 고산지역, 북중부 아고산지역, 남부 아고산 및 고산지역, 북부 아고산격리지역 등이다(그림 2).

북부 고산지역은 북위 42도 20분에서 40도 30분 사이의 무산, 백두산, 관모봉, 만탑산, 길주, 갑산, 칠보산, 후치령, 로봉, 금패령, 단천 등을 포함한다. 북부 고산지역에 주로 분포하는 고산식물종은 곱향나무 *Juniperus sibirica*, 눈잣나무 *Pinus pumila*, 화솔나무 *Taxus cuspidata* var. *latifolia*, 각시석남 *Andromeda polifolia*, 화태석남 *A. polifolia* form.

acerosa, 진퍼리꽃나무 *Chamaedaphne calyculata*, 시로미 *Empetrum nigrum* var. *japonicum*, 산백산차 *Ledum palustre* var. *diversipilosum*(=*latifolium*), 왕백산차 *L. palustre* var. *maximum*, 긴잎백산차 *L. palustre* var. *longifolium*(=*minus*), 애기백산차 *L. palustre* var. *procumbens*, 털백산차 *L. palustre* var. *yesoense*, 린네풀 *Linnaea borealis*, 애기월귤 *Oxycoccus microcarpus*, 넌출월귤 *O. quadripetalus*, 가솔송 *Phyllodoce caerulea*, 노랑만병초 *Rhododendron aureum*, 만병초 *R. fauriae* form. *rufescens*, 황산차 *R. parvifolium*(=*lapponicum* ?) 그리고 큰잎월귤나무 *Vaccinium vitis-idaea* var. *geninum*, 등 20종에 이른다.

북중부 아고산지역은 북위 42도 50분에서 35도 50분 사이의 북한의 증산, 송진산, 차유산, 숭적산, 비래산, 피난덕산, 낭림산, 묘향산, 사수산, 하람산, 추애산, 금강산과 남한의 설악산, 명지산, 오대산, 계방산, 태지산, 치악산, 대성산, 태백산, 덕유산 등을 포함한다. 북중부 아고산지역의 구성종은 분비나무 *Abies nephrolepis*, 눈향나무 *Juniperus chinensis* var. *sargentii*, 가문비나무 *Picea jezoensis*, 눈잣나무, 눈주목 *Taxus caespitosa*, 주목 *T. cuspidata*, 화솔나무, 찝방나무 *Thuja koraiensis*, 노랑만병초, 산진달래나무 *Rhododendron. dauricum*, 홍만병초 *R. fauriae* var. *roseum*, 만병초, 참꽃나무겨우사리 *R. micranthum*, 월귤나무 *Vaccinium vitis-idaea* var. *minus* 등 14종이다.

남부 아고산지역인 지리산의 아고산대에는 구상나무 *Abies koreana*, 눈향나무, 가문비나무, 주목 등이 자란다. 한라산의 고산대에는 구상나무, 눈향나무, 주목, 돌매화나무 *Diapensia lapponica* subsp. *obovata*, 시로미, 털진달래 *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*, 들쭉나무 *Vaccinium uliginosum* 등의 관목류와 함께 구름송이풀 *Pedicularis verticillata*, 구름체꽃 *Scabiosa japonica* form. *alpina*, 구름떡쑥 *Anaphalis sinica* subsp. *morii*, 솜다리 *Leontopodium coreanum* 등의 초본류가 분포한다(공우석, 1998).

북부 아고산격리지역은 북한의 무산, 풍산, 맹산 일대로 오리가문비나무 *Picea intecedens*, 풍산가문비나무 *Picea pungsanensis*, 종비나무 *Picea koraiensis*, 도내가문비나무 *Picea tonaiensis*, 만주흑송 *Pinus tabulaeformis* 등이 난다(표 1).

분석된 한반도 목본류 고산 및 아고산식물 가운데 눈주목, 구상나무, 오리가문비나무, 종비나무, 풍산가문비나무, 도내가문비나무, 찝방나무, 왕백산차 등 8종은 특산종이다. 특히 오리가문비나무, 풍산가문비나무, 종비나무, 도내가문비나무, 왕백산차 등 5종은 북부지방에만 출현한다. 눈주목, 찝방나무 등은 중부지방에만 자라고, 구상나무는 남부의 덕유산, 무등산, 가야산, 지리산, 한라산에만 자란다(표 1).

이처럼 다양한 특산 고산 및 아고산식물이 출현하는 것은 첫째, 주로 플라이스토세에 여러 차례의 빙하기를 거치면서 이들이 종의 분포 중심지로부터 고립 격리된 뒤 산정의 열악한 환경조건에 적응하면서 종의 분화가 일어난 것으로 알려졌다(Richards, 1970; Lindroth, 1970; Billings, 1974). Watts(1984)에 의하면 대다수의 특산종들은 비교적 가까운 시대에 출현하였고, Flenley(1984)는 화분분석을 기초로 지난 10,000에서 100,000년을 특산

표 1. 고산지역 및 아고산지역의 대표적 수종

	구성종	
북부 고산지역	곱향나무, 눈잣나무, 화솔나무, 각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 시로미, 산백산차, *왕백산차*, 긴잎백산차, 애기백산차, 털백산차, 린네풀, 애기월귤, 넌출월귤, 가솔송, 노랑만병초, 만병초, 황산차, 큰잎월귤나무 등	
북중부 아고산지역	분비나무, 눈향나무, 가문비나무, 눈잣나무, 눈주목, 주목, 화솔나무, *찝방나무*, 노랑만병초, 산진달래나무, 홍만병초, 만병초, 참꽃나무겨우사리, 월귤나무 등	
남부 아고산지역 및 고산지역	지리산	*구상나무*, 눈향나무, 가문비나무, 주목 등
	한라산	*구상나무*, 눈향나무, 주목, 돌매화나무, 시로미, 털진달래, 들쭉나무 등
북부 아고산 격리지역	*오리가문비나무, 풍산가문비나무, 종비나무, 도내가문비나무*, 만주흑송 등	

* 이탤릭체로 표기된 식물은 특산종임.

종 형성에 중요한 시기로 보았다. 홀로세의 가장 따뜻했던 온난기가 고산식물의 종 분화에 중요하다는 연구도 있다(Berg, 1963; Axelrod, 1981). 둘째, 남북한을 연결하는 산줄기와 여기에 제공된 다양한 서식환경이 과거에 기후변화가 발생할 때마다 식물들에게 남-북과 고지-저지 사이의 이동통로와 적당한 서식공간을 마련해주어 이 과정에서 특산종이 형성된 것으로 판단된다. 셋째, 지리적 조건에 따라 제공된 다양한 기후, 토양, 생태적 환경이 특산종의 형성을 도운 것으로 본다(Kong, 1999).

(2) 초본류

한반도에 분포하는 초본류 고산식물은 187종으로 주된 종류는 쑥부쟁이과 Asteraceae(21종), 현삼과 Scrophulariaceae(15종), 벼과 Gramineae(12종), 장미과(11종), 콩과(10종), 사초과 Cyperaceae(10종), 쥐손이풀과 Geraniaceae(8종), 꼬리고사리과 Aspidiaceae(8종), 돌피과 Polygonaceae(7종), 난과 Orchidaceae(7종), 너도개미자리과 Alsinaceae(6종), 미나리아재비과(6종), 배추과 Brassicaceae(6종), 앵초과 Primulaceae(6종), 범의귀과 Saxifragaceae(5종), 꽃창포과 Melanthaceae(5종) 등이다. 기타 종류는 제비꽃과 Violaceae(42종), 초롱꽃과 Campanulaceae(4종), 골풀과 Juncaceae(4종), 석송과 Lycopodiaceae(4종), 성탄꽃과 Helleboraceae(3종), 미나리과 Apiaceae(3종), 용담과 Gentianaceae(3종), 노루발풀과 Pyrolaceae(2종), 꼭두서니과 Rubiaceae(2종), 달래과 Alliaceae(2종), 부처손과 Selaginellaceae(2종) 등이다. 1종이 나타나는 종류는 양귀비과 Papaveraceae, 돈나물과 Crassulaceae, 조팝나무과 Spiraceae, 대극과 Euphorbiaceae, 물레나물과 Hypericaceae(1종), 통발과 Lentibulariaceae, 산토끼꽃과 Dipsacaceae, 장지채과 Scheuchzeriaceae, 천남성과 Araceae, 백합과 Liliaceae, 고사리과 Pteridaceae 등이다.

초본류 고산식물 187종의 생활형은 다년생(177종), 일년생(6종), 이년생(4종)으로 대부분 여러해살이식물로 구성된다. 초본류 특산종은 쑥부쟁이과(7종), 현삼과(5종), 미나리아재비과(4종), 콩과(4종), 너도개미자리과(3종), 배추과(3종), 벼과(3종) 등과 돌피과(2종), 장미과(2종), 미나리과(2종), 벼과(2종) 등으로 이루어졌다. 그 밖에도 특산종 1종을 보유한 식물은 양귀비과, 범의귀과, 조팝나무과, 대극과, 제비꽃과, 노루발풀과, 꼭두서니과, 산토끼꽃과, 꽃창포과, 석송과 등이다.

초본류 고산식물 가운데 양귀비과, 조팝나무과, 대극과, 산토끼꽃과에 속하는 종류는 모두 특산종에 속한다. 초본류 고산식물의 평균 특산율은 25.1%이지만, 이보다 높은 특산율을 보이는 종류는 미나리아재비과(66.7%), 미나리과(66.7%), 너도개미자리과(50.0%), 배추과(50.0%), 노루발풀과(50.0%), 꼭두서니과(50.0%), 콩과(40.0%), 쥐손이풀과(37.5%), 현삼과(33.3%), 쑥부쟁이과(33.3%), 돌피과(26.6%), 제비꽃과(25.0%), 석송과(25.0%) 등이다. 전체적으로 목본류 고산식물의 특산율(32.2%)이 초본류(25.1)에 비하여 약간 높다. 이는 목본류가 초본류에 비하여 전파 확산에 불리하고 생태적 적응성도 뒤떨어져 특정한 환경에 적응하면서 특산율이 높아진 것으로 판단된다.

3) 극지·고산식물의 종구성

(1) 목본류

한반도에 분포하는 전형적인 목본류 극지·고산식물은 눈향나무, 담자리꽃나무 *Dryas octopetala* var. *asiatica*, 천도딸기 *Rubus arcticus*, 돌매화나무, 시로미, 진퍼리꽃나무, 산백산차, 애기백산차(=가는잎백산차), 애기월귤, 넌출월귤, 가솔송, 황산차, 들쭉나무, 월귤나무, 린네풀 등 15종이다. 그 밖에도 당마가목(*Sorbus amurensis*), 마가목(*Sorbus commixta*)도 유사한 분포 유형을 보인다.

목본류 극지·고산식물 가운데 주된 구성종은 철쭉과(9종)와 장미과(5종)이며, 노간주나무과, 돌매화나무과, 시로미과, 인동과 등은 1종이 있다. 이 가운데 상록침엽수는 눈향나무 1종이고, 담자리꽃나무, 돌매화나무, 시로미, 진퍼리꽃나무, 산백산차, 가는잎백산차, 애기월귤, 넌출월귤, 가솔송, 황산차, 월귤나무, 린네풀 등 12종은 상록활엽성 관목이다.

전형적인 극지·고산식물은 아니지만 이들과 비슷한 분포역을 가지는 한반도 고산대의 상록활엽성 관목으로는 각시석남, 화태석남, 산백산차, 왕백산차, 긴잎백산차, 애기백산차, 털백산차, 노랑만병초, 만병초, 큰잎월귤나무 등 있다. 낙엽활엽성 관목은 들쭉나무 외에 많은 종이 있다. 고산대에 자라는 상록침엽성 아교목은 주목과의 화솔나무, 노

간주나무과의 곱향나무, 소나무과의 눈잣나무 등이 있다.

일반적으로 상록활엽수는 남부도서와 남해안 일대에만 주로 분포하는 난대성식물로 알려져 있다. 그러나 북방계 상록활엽성 관목들은 한랭한 기후조건에 적응할 수 있는 외관형과 생리생태적 조건을 지녀 한반도 북부, 중부, 남부의 고산대와 아고산대에서도 많은 종류가 잘 자란다(공우석, 1990). 상록성 식물은 낙엽성 식물에 비하여 오랫동안 잎을 가지므로 잎의 이용에 효율적이고 장기간 광합성을 할 수 있어 결과적으로 영양분 생산에 유리하다. 아울러 이들의 뿌리나 줄기가 대부분 다년생이어서 고산대에서도 영양분이나 에너지 이용에 유리하다. 또한 잎의 싹 트는 시기가 늦기 때문에 늦봄의 서리 피해를 줄이는 등의 장점이 있다(Kong and Watts, 1993).

고산대에 적응한 식물의 외관형으로 키 작은 관목(decumbent small shrub)인 종은 각시석남, 화태석남, 가솔송, 시로미, 돌매화나무, 들쭉나무, 천도딸기, 진퍼리꽃나무, 왕백산차, 애기백산차, 산백산차, 가는잎백산차, 털백산차, 애기월귤, 황산차, 들쭉나무, 큰잎월귤나무, 곱향나무 등이 있다. 땅위를 기는 작은 관목(procumbent small shrub)으로는 넌출월귤, 린네풀, 눈잣나무 등이 있다. 잎이 추위에 적응하여 좁고 두꺼운(coriaceous leaves) 종류는 각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 황산차, 노랑만병초, 만병초 등이다. 추울 때 잎이 말려지는(revolute leaves) 종은 각시석남, 화태석남, 넌출월귤, 애기월귤, 큰잎월귤나무, 털백산차, 가솔송, 시로미, 노랑만병초, 만병초 등이다. 잎에 털이 있는 종은 진퍼리꽃나무, 산백산차, 왕백산차, 애기백산차, 가는잎백산차, 린네풀, 시로미, 애기월귤, 황산차, 만병초 등이다(표 2).

고산식물의 전형적인 모습인 키가 작거나 땅위를 기는 작은 관목은 한랭 건조한 겨울의 고산환경에서 고산식물들이 눈 속에서 추위와 건조를 피해 월동하는 것을 돕는다. 또한 눈이 쌓이지 않고 기온이 낮을 때에도 지면 가까이의 상대적으로 일정하게 유지되는 높은 온도를 이용하는 것을 돕는다. 그리고 좁고 두꺼운 잎과 추울 때 말려지는 잎은 한랭 건조한 대기에 잎이 직접 노출되는 것을 줄여준다. 이와 같은 외관 형태적 적응에 힘입어 고산식물은 플라이스토세 빙기 동안에 한랭한 기후에 노출되었지만 멸종하지 않고 살아남은 것으로 본다.

(2) 초본류

한반도에 분포하는 초본류 고산식물 187종 가운데 초본류 극지·고산식물은 58종이다. 고산대에만 자라는 종은 나도수영 *Oxyria digyna*, 멧노루발 *Moneses*(=*Pyrola*) *uniflora*, 벌레잡이오랑캐 *Pinguicula villosa*(=*vulgaris* ?), 장지채 *Scheuchzeria palustris*, 두메포아풀 *Poa glauca*(=*Poa alpina* ?), *Carex rotundata*, 애기황새풀 *Eriophorum alpina*(=*alpinum* ?), 비늘석송 *Lycopodium complanatum* 등 8종이다.

초본류 가운데 주요한 극지·고산식물은 벼과(9종), 사초과(5종), 노루발풀과(4종), 돌피과(2종), 미나리아재비과(2종), 광대수염과(2종), 통발과(2종), 꼭두서니과(2종), 골풀과(2종), 꼬리고사리과

표 2. 고산식물의 외관형

외관 형태	구성종
키 작은 관목	각시석남, 화태석남, 가솔송, 시로미, 돌매화나무, 들쭉나무, 천도딸기, 진퍼리꽃나무, 왕백산차, 애기백산차, 산백산차, 가는잎백산차, 털백산차, 애기월귤, 황산차, 들쭉나무, 큰잎월귤나무, 곱향나무
땅위를 기는 작은 관목	넌출월귤, 린네풀, 눈잣나무
좁고 두꺼운 잎	각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 황산차, 노랑만병초, 만병초
추울 때 말려지는 잎	각시석남, 화태석남, 넌출월귤, 애기월귤, 큰잎월귤나무, 털백산차, 가솔송, 시로미, 노랑만병초, 만병초
털이 있는 잎	진퍼리꽃나무, 산백산차, 왕백산차, 애기백산차, 가는잎백산차, 린네풀, 시로미, 애기월귤, 황산차, 만병초

(2종) 등이다. 그 밖에도 1종의 극지·고산식물이 나타나는 종류는 명아주과 Chenopodiaceae, 너도개미자리과, 수련과 Nymphaceae, 성탄꽃과, 배추과, 장미과, 콩과, 물별과 Elatinaceae, 제비꽃과, 끈끈이귀개과 Droseraceae, 앵초과, 지치과 Borraginaceae, 부들과 Typhaceae, 거미말과 Zosteraceae, 줄말과 Ruppiaceae, 장지채과, 지채과 Juncaginaceae, 달래과 Alliaceae, 난초과 Orchidiaceae, 석송과 Lycopodiaceae, 속새과 Equisetaceae, 고사리삼과 Botrychiaceae, 나도고사리과 Ophioglossaceae, 고비과 Osmundaceae, 처녀이끼과 Hymenophyllaceae, 마디풀과 Polygonaceae 등이다.

4) 극지·고산식물과 고산식물의 분포유형

(1) 동북아시아에서의 분포역

우리나라에 분포하는 극지·고산식물 가운데 목본류 17종과 초본류 58종을 포함한 75종의 동북아시아와 한반도에서의 지리적 분포역을 분석한 결과 4가지 유형으로 구분된다(표 3).

첫째, 동북아시아에서 연속적(continuous)으로 분포하고 한반도에서도 광범위(widespread)하게 자라는 것은 5종이다. 목본류는 한반도 북부와 한라산에 자라는 시로미 1종이다. 초본류는 한반도 전역에 자라는 속새 *Equisetum hyemale*, 북부와 중부에 자라는 긴잎별꽃 *Stellaria longiflora*, 산새풀 *Calamagrostis canadensis subsp. landsdorffii* 그리고 북부와 한라산에 자라는 별꿩의밥 *Luzula rufescens* 등 4종이다.

둘째, 동북아시아에서는 연속적으로 분포하지만 한반도에서는 제한(restricted)되어 분포하는 것은 12종이다. 목본류는 한반도 북부에만 자라는 넌출월귤, 가솔송, 들쭉나무 등 3종이다. 초본류는 북부에만 자라는 가래바람꽃 *Anemone dichotoma*, 눈동의나물 *Caltha palustris* var. *sibirica*, 거문겨이삭 *Agrostis canina* subsp. *trinii*, 북사초 *Carex loliacea*, 덩굴사초 *C. pseudo-curaica*, 물사초 *C. rotunda*, 애기황새풀 *Eriophorum alpina*, 산파 *Allium schoenoprasum*, 풍선난초 *Calypso bulbsa* 등 9종이다.

셋째, 동북아시아에서는 격리(disjunctive)되어 분포하지만 한반도에서는 널리 분포하는 것은 모두 30종이다. 목본류는 눈향나무, 당마가목 *Sorbus amurensis*, 마가목 *S. commxta* 등 3종이다. 초본류는 한반도 전역에 자라는 장대나물 *Turritis glabra*, 갯완두 *Lathyrus maritimus*, 메제비꽃 *Viola selkirkii*, 주걱노루발풀 *Pyrola minor*, 광대나물 *Lamium amplexicaule*, 갯창포 *Triglochin maritimum* var. *asiaticum*, 참새귀리 *Bromus japonicus*, 민바랭이 *Digitaria ischaemum*, 비늘석송 *Lycopodium complanatum*, 꿩고비 *Osmunda cinnamomea* var. *asiatica*, 수레갈퀴 *Galium aparine*, 갈퀴덩굴 *G. spurium*, 거머리말 *Zostera marina*, 북관중 *Dryopteris filix-mas*, 가는개관중 *Polystichum braunii* 등 15종이다. 북부와 중부에는 금소루쟁이 *Rumex maritimus*, 갯봄맞이꽃 *Glaux maritima*, 털향유 *Galeopsis bifida*, 개통발 *Urticularia intermedia*, 큰부들 *Typha latifolia*, 이삭초 *Cinna latifolia*, 큰나도우드풀 *Polypodium vulagare* subsp. *virginianum* 등 7종이 자란다. 중부와 남부에 나는 종은 해홍나물 *Sueda maritima*, 순채 *Brasenia schreberi*, 나도수정풀 *Monotrapa hypopitys* subsp. *japonica*, 줄말 *Ruppia maritima*, 우산대바랭이 *Cynodon dactylon* 등 5종이다.

넷째, 동북아시아에 격리되어 분포하고 한반도에서도 제한적으로 자라는 것은 28종이다. 목본류 10종 가운데 한반도 북부에는 담자리꽃나무, 천도딸기, 진퍼리꽃나무, 산백산차, 가는잎백산차, 애기월귤, 황산차, 월귤나무, 린네풀 등 9종이 자라고, 한라산에만 자라는 것은 돌매화나무 1종이다. 초본류는 18종 가운데 한반도 북부지방에 나는 종은

표 3. 동북아시아와 한반도 극지·고산식물의 분포유형

동북아 연속 분포 - 한반도 광범위 분포	동북아 연속 분포 - 한반도 제한적 분포	동북아 격리 분포 - 한반도 광역 분포	동북아 격리 분포 - 한반도 제한적 분포	식물 종수
5(1, 4)	12(3, 9)	30(3, 27)	28(10, 18)	75

* 괄호 안의 숫자는 각각 목본류와 초본류 종수임.

나도수영, 진들딸기 *Rubus chamaemorus*, 둥근잎젓가락나물 *Ranunculus hyperboreus*, 멧노루발, 새끼노루발풀 *Pyrola*(=*Orthilia*) *secunda*, 긴잎끈끈이주걱 *Drosera angelica*, 벌레잡이오랑캐, 뚝지치 *Hackelia deflexa*, 장지채, 두메포아풀, 똘포아풀 *Poa palustris*, 수캐포아풀 *P. trivialis*, 물삿갓사초 *Carex rostrata*, 좀꿩의밥 *Luzulu wahlenbergii* 등 14종이다. 중부에 자라는 1종은 늦고사리삼 *Botrychium virginianum*이고, 남부에 자라는 1종은 물별 *Elatine triandra*이다. 제주도에 나는 2종은 줄고사리삼 *Opioglossum vulgatum*, 처녀이끼 *Hymenophyllum wrightii*이다.

목본류 극지·고산식물 17종 가운데 산백산차, 넌출월귤, 가솔송, 들쭉나무 등 4종은 북극 일대에서 한반도 북부까지 연속적으로 분포한다. 눈향나무, 담자리꽃나무, 천도딸기, 당마가목, 마가목, 돌매화나무, 시로미, 진퍼리꽃나무, 가는잎백산차, 애기월귤, 황산차, 월귤나무, 린네풀 등 12종은 북극 일대로부터 한반도까지 격리되어 분포한다.

특히 목본류 극지·고산식물 가운데 가솔송, 산백산차, 가는잎백산차, 황산차, 돌매화나무, 시로미 등 6종은 한반도가 지구상 분포의 남방한계선으로 생물지리적으로 중요한 지역이다. 이처럼 한반도까지 극지·고산식물들이 분포할 수 있었던 것은 플라이스토세 빙하기 동안 동북아시아에서 한반도 일대가 한랭한 기후에서 자라는 생물들의 피난처(refugia)로 이용되었음을 뜻한다.

초본류 극지·고산식물 가운데 긴잎별꽃, 가래바람꽃, 눈동의나물, 거문겨이삭, 산새풀, 북사초, 덩굴사초, 물사초, 애기황새풀, 별꿩의밥, 산파, 풍선난초, 속새 등 13종도 북극 일대에서 한반도까지 연속적으로 분포하고 있다. 이들은 플라이스토세의 기후변화에도 재빠르게 적응할 수 있는 능력을 가지고 있어 분포역을 확장하는데 성공할 수 있었다. 북극에서 한반도까지 불연속적으로 분포하는 초본류 극지·고산식물도 35종에 이른다(Kong and Watts, 1993).

한반도에 출현하는 극지·고산식물은 플라이스토세 빙기 동안 혹독한 북극 주변의 추위를 피해 남하한 것들이다. 이 식물들은 상대적으로 추위가 덜한 한반도 산록의 저지대나 해안 주변에 정착하여 1차 피난처에서 빙하기를 지낸 것으로 보인다. 그 뒤 지금부터 약 10,000년 전부터 본격화된 후빙기에 들어서 기온이 상승하자 이들은 빙하기 때 살던 서식처에서 밀려나 상대적으로 경쟁이 심하지 않고 한랭한 기후가 보장된 북부, 중부, 남부의 산정 일대 그리고 제주도 한라산 정상 일대를 2차 피난처로 삼아 살아 남았다. 따라서 현재 극지·고산식물은 한반도의 고산대나 아고산대에 고립 격리되어 분포한다.

(2) 한반도에서의 분포역

한반도 고산대와 아고산대에 자라는 목본류 가운데 6속 18종의 침엽수와 12속 21종의 활엽수를 포함한 모두 10과 18속 39종의 극지·고산식물과 고산식물에 대한 분포지, 수직적 분포 범위, 외관형 등이 분석되었다(표 4). 연구 대상 식물은 철쭉과(17종), 전나무과(9종), 주목과(3종), 소나무과(2종), 노간주나무과(3종), 측백나무과(1종), 장미과(1종), 돌매화나무과(1종), 시로미과(1종), 인동과(1종) 등이다.

목본류 극지·고산식물과 고산식물의 수평 및 수직적 분포역(이하에서 수종별 전국 평균 분포고도를 하한계선과 상한계선을 괄호 안에 표기)은 7그룹으로 나뉜다.

첫째, 한반도 전역에 분포하는 종은 주목(920-1,507m), 전나무(493-1,008m), 분비나무(918-1,507m), 가문비나무(980-1,646m), 눈향나무(1,367-1,650m), 산진달래나무(1,013-1,450m), 만병초(1,050-1,547m) 등 7종이다. 둘째, 한반도 북부에만 출현하는 종은 21종으로 오리가문비나무, 종비나무, 풍산가문비, 도내가문비나무, 만주흑송, 단천향나무, 곱향나무(1,567-), 담자리꽃나무(1,750-), 각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 산백산차(1,200-1,575m), 왕백산차, 긴잎백산차(1,600-2,300m), 털백산차, 애기월귤, 넌출월귤, 가솔송(1,540-1,800m), 황산차(800-1100m), 큰잎월귤나무, 린네풀 등이다. 셋째, 북부에서 중부에 분포하는 종은 화솔나무, 눈잣나무(1,485-1,805m), 쩝방나무(1,077-1,573m), 노랑만병초(1,586-1,893m), 월귤나무(1,500-1,835m) 등 5종이다. 넷째, 북부와 한라산에 격리되어 분포하는 종은 시로미(1,700-1,900m) 1종이다. 다섯째, 오대산가문비와 눈주목은 중부에만 나타난다. 여섯째, 특산종인 구상나무(1,060-1,900m)는 남부와 한라산에 국한하

표 4. 극지 · 고산식물과 고산식물의 분포와 외관형

학명	분포지	수직 분포 범위(m)	외관형	국명
Taxus caespitosa	A(e)		S(decumbent)	눈주목
T. cuspidata	A	920-1,510	T	주목
T. cuspidata var. *latifoilia*	A		T	화솔나무
Abies holophylla	A	490-1,100	T	전나무
A. koreana	A(e)	1,060-1,900	T	구상나무
A. nephrolepis	A	920-1,510	T	분비나무
Picea intercedens	A(e)		T	오리가문비나무
P. jezoensis	A	990-1,650	T	가문비나무
P. koraiensis	A(e)	810-1,240	T	종비나무
P. pungsanensis	A(e)		T	풍산가문비
P. schrenkiana	A		T	오대산가문비
P. tonaiensis	A(e)		T	도내가문비나무
Pinus pumila	A	1,485-1,800	ST(decumbent)	눈잣나무
P. tabulaeformis	A		T	만주흑송
Thuja koraiensis	A(e)	1,070-1,580	ST	찝방나무
Juniperus chinensis var. *sargentii*	A-A	1,370-1,660	S(procumbent)	눈향나무
J. dahurica	A		S(decumbent)	단천향나무
J. sibirica	A	1,560-	S(decumbent)	곱향나무
Dryas octopetala var. *asiatica*	A-A	1,750-	S(decumbent)	담자리꽃나무
Diapensia lapponica subsp. *obovata*	A-A	1,800-1,950	SS(procumbent)	돌매화나무
Empetrum nigrum var. *japonicum*	A-A	1,700-1,900	SS(decumbent)	시로미
Andromeda polifolia	A		SS	각시석남
A. polifolia form. *acerosa*	A		SS(decumbent)	화태석남
Chamaedaphne calyculata	A-A		S	진퍼리꽃나무
Ledum palustre var. *diversipilosum*	A-A	1,200-1,560	SS	산백산차
L. palustre var. *maximum*	A(e)		S	왕백산차
L. palustre var. *longifolium*	A	1,600-2,300	S	긴잎백산차
L. palustre var. *procumbens*	A	1,800-2,540	S(decumbent)	애기백산차
L. palustre var. *yesoense*	A		S	털백산차
Oxycoccus microcarpus	A-A		SS	애기월귤
O. quadripetalus	A-A		SS(procumbent)	넌출월귤
Phyllodoce caerulea	A-A	1,540-1,800	SS(decumbent)	가솔송
Rhododendron aureum	A	1,580-1,900	S	노랑만병초
R. dauricum	A	1,010-1,450	S	산진달래나무
R. fauriae form. *rufescens*	A-A	1,050-1,550	S	만병초
R. parvifolium	A-A	800-1,100	S	황산차
Vaccinium vitis-idaea var. *geninum*	A		SS	큰잎월귤나무
V. vitis-idaea var. *minus*	A-A	1,500-1,840	SS(procumbent)	월귤나무
Linnaea borealis	A-A		SS(procumbent)	린네풀

* 약어 : A : Alpine, A-A : Arctic-Alpine, e : Endemic Species(특산종)
T : Tree(교목), ST : Small Tree(아교목), S : Shrub(관목), SS : Small Shrub(소관목)

여 분포한다. 일곱째, 돌매화나무는 한반도에서는 유일하게 한라산(1,800-1,930m)에만 격리 분포한다(표 5).

목본류 극지 · 고산식물과 고산식물은 한반도 전역에서의 수직적 분포 하한계선의 평균고도에 따라 4그룹으로 구분된다(표 6).

첫째, 분포 하한계선의 평균고도 500m-1,000m에는 전나무, 분비나무, 가문비나무, 종비나무, 주목 등 상록성 침엽교목이 주종을 이룬다. 둘째, 분포 하한계선의 평균도 1,000m 일대에는 상록활엽관목인 황산차와 함께 특산종인 상록침엽교목의 구상나무와 상록침엽관목인 쩝방나무가 자란다. 셋째, 분포 하한계선의 평균고도 1,000m-1,500m에는 상록침엽아교목인 눈잣나무, 눈향나무, 곱향나무와 함께 상록활엽관목인 산백산차, 만병초, 산진달래나무 등이 출현한다. 넷째, 분포 하한계선의 고도 1,500m-1,800m 그리고 더 높은 곳에는 상록활엽관목이 우점하는데 대표적인 종은 돌매화나무, 담자리꽃나무, 시로미, 긴잎백산차, 월귤나무 등이다(표 6).

산지의 고도가 높아지면서 식물의 외관형, 교목-아교목-관목으로 수고가 낮아져 고산과 아고산 환경에 적응한 모습을 보였다. 해발고도 1,000m 일대를 하한계선으로 하는 한국 특산침엽수들은 과거 기후변화에 따라 남북과 산사면을 상하로 이동하다가 주어진 국지적인 환경에 적응하여 형성된 것으로 보인다. 분포 하한계선의 고도 1,500m-1,800m 그리고 더 높은 곳에 자라는 상록활엽관목들은 범지구적인 문제인 지구온난화가 계속될 경우 산 아래쪽에서 확산되어 오는 난온대성 수종과의 경쟁에 의하여 밀려 쇠퇴하거나, 기온상승에 따른 생리생태적인 스트레스로 적응하지 못하고 멸종될 위기에 처하게 될 수 있을 것으로 우려된다.

전체적으로 한반도의 극지·고산식물과 고산식물은 주로 북한 북부지방에 분포하고, 남한에서는 설악산, 한라산, 지리산 등지에 산정 일대의 아고산대와 고산대에 격리되어 나타난다. 극지·고산식물과 고산식물이 산정에 격리되어 불연속적으로 분포하는 것은 플라이스토세 빙하기에 현재보다 널리 분포하던 한대성 식물종들이 후빙기에 들어서 기온이 상승하면서 북쪽이나 산정 쪽으로 쫓겨 정착한 결과로 본다. 특히 한라산에 분포하는 많은 극지·고산식물과 고산식물은 빙하기 동안 한반도와 제주도가 서로 육지로 연결되었다는 연륙교(land-bridge)의 증거로 여겨진다.

표 5. 극지·고산식물과 고산식물의 수평 및 수직적 분포역 (단위: m)

분포역	구성종
한반도 전역에 분포하는 종	주목(920-1,507), 전나무(493-1,008), 분비나무(918-1,507), 가문비나무(980-1,646), 눈향나무(1,367-1,650), 산진달래나무(1,013-1,450), 만병초(1,050-1,547)
북부에만 출현하는 종	오리가문비나무, 종비나무, 풍산가문비, 도내가문비나무, 만주흑송, 단천향나무, 곱향나무(1,567-), 담자리꽃나무(1,750-), 각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 산백산차(1,200-1,575), 왕백산차, 긴잎백산차(1,600-2,300), 털백산차, 애기월귤, 넌출월귤, 가솔송(1,540-1,800), 황산차(800-1100), 큰잎월귤나무, 린네풀
북부에서 중부에 분포하는 종	화솔나무, 눈잣나무(1,485-1,805), 쩝방나무(1,077-1,573), 노랑만병초(1,586-1,893), 월귤나무(1,500-1,835)
북부와 한라산에 격리 분포하는 종	시로미(1,700-1,900)
중부에만 나타나는 종	오대산가문비, 눈주목
남부와 한라산에만 분포하는 종	구상나무(1,060-1,900)
한라산에만 격리 분포하는 종	돌매화나무(1,800-1,930)

* 괄호 안의 숫자는 해당 종의 분포 하한계선과 상한계선의 평균 수직고도임.

표 6 목본류 극지·고산식물과 고산식물의 수직 분포 하한계선의 평균고도

하한계선 평균고도	구성종	외관형
500-1,000m	전나무, 분비나무, 가문비나무, 종비나무, 주목	교목
1,000m 내외	구상나무, 쩝방나무, 황산차	교목과 관목
1,000-1,500m	눈잣나무, 눈향나무, 곱향나무, 산백산차, 만병초, 산진달래나무	아교목과 관목
1,500-1,800m 이상	돌매화나무, 담자리꽃나무, 시로미, 긴잎백산차, 월귤나무	관목

4. 결 론

한반도의 고산대와 아고산대의 개념, 생물상, 특징 등을 검토한 뒤, 높은 산에 자라는 극지·고산식물과 고산식물의 종 구성과 외관형 그리고 지리적 분포를 분석하였다. 한반도의 고산식물은 목본류가 180여종이고 그 가운데 특산종은 58종이다. 고산초본류는 187종이며, 그 가운데 극지·고산식물은 58종이다. 초본류는 주로 다년생(177종)으로 구성되며, 그 가운데 47종이 특산종이다.

한반도 목본류 극지·고산식물은 17종이며, 이들 북방계 상록활엽성 관목들은 한랭한 기후조건에 적응할 수 있는 외관형과 생리생태적 조건을 지니고 있어 북한 북부지방에 주로 분포하고, 남한에서는 설악산, 한라산, 지리산 등의 산정 일대에 격리되어 나타난다.

한반도 극지·고산식물 가운데 목본류 17종과 초본류 58종 포함하여 모두 75종의 동북아시아에서의 지리적 분포역을 분석한 결과 4가지 유형으로 구분되었다. 목본류 극지·고산식물과 고산식물은 수직적 분포역에 따라 7그룹으로 나뉘었다. 목본류 극지·고산식물과 고산식물은 분포 하한계선의 평균고도에 따라 4그룹으로 구분되었다.

중위도에 위치한 한반도에 여러 종의 극지·고산식물과 고산식물이 분포한다는 사실은 동북아시아의 자연사 변천을 이해하는데 중요한 의미를 갖는다. 이들은 플라이스토세 빙하기 동안 혹독한 추위를 피해 동북아시아 북단으로부터 유입되어 한반도를 1차 피난처로 삼아 추위에도 살아남은 것으로 판단된다. 즉 빙하기 동안 한반도는 동북아시아 지역과 활발한 생물상의 교류가 있었고, 그 과정에서 한반도의 산지는 북방계 식물의 서식처이자 피난처로써 동북아시아의 식물상을 유지 보전하는데 크게 기여했다고 본다.

홀로세에 들어서 기온이 온난해지면서 빙하기에 남쪽이나 저지로 옮겨간 식물들이 다시 돌아옴에 따라 극지·고산식물과 고산식물들은 이들과의 경쟁에서 밀려 동북아시아의 북쪽으로 되돌아 간 것으로 본다. 그러나 그 가운데 일부는 한반도의 산정으로 이동하였다. 그 결과 지금은 극지·고산식물과 고산식물들이 고산과 아고산을 중심으로 고립되어 분포한다. 플라이스토세와 홀로세 동안 식물이 남하와 북상을 거듭하는 과정에서 원래의 종으로부터 장기간 격리된 식물종들이 처한 환경에 적응하여 특산종으로 발달한 것으로 본다.

극지·고산식물과 고산식물이 플라이스토세와 홀로세를 거치면서 성공적으로 살아남을 수 있었던 것은 외관형의 영향이 적지 않았다. 즉 키가 작거나 땅위를 기는 작은 관목은 한랭 건조한 빙하기 동안 눈 속에서 추위와 건조 피해를 입지 않고 월동할 수 있도록 도왔고, 기온이 낮을 때에도 지표면 부근의 일정하게 유지되는 높은 온도를 이용하는데 효과적이었다. 아울러 좁고 두꺼운 잎과 추울 때 말려지는 상록활엽의 잎은 한랭 건조한 대기에 노출되는 면적을 줄여 동해(凍害)를 입지 않도록 해주었다.

최근의 범지구적 문제인 지구온난화가 계속될 경우 극지와 고산에 격리 분포하는 극지·고산식물과 고산식물의 운명은 위태로워질 수 밖에 없다. 특히 한반도를 지구상 극지·고산식물의 지리적 분포의 남방한계선으로 삼은 많은 종들이 피난처를 찾지 못하고 사라질 위기에 처해있어 이에 대한 중장기적인 조사연구가 절실하다.

文 獻

공우석, 1989, "한반도 생물지리구 설정과 종구성," 지리학(대한지리학회지), 40, 43-54.

공우석, 1990, "한반도 생물지리구 구성종의 외관형과 분포역," 지리학총, 18, 1-16.

공우석, 1998, "한라산 고산식물의 분포 특성," 대한지리학회지, 33(2), 1-18.

공우석, 1999, "한라산의 수직적 기온 분포와 고산식물의 온도적 범위," 대한지리학회지, 34(4), 385-393.

공우석, 2000, "설악산 아고산대 식생과 경관의 지생태," 대한지리학회지, 35(2), 177-187.

공우석, 2001, 고산 및 아고산 경관생태, 경관생태학, 동화기술, 119-143.

구경아, 박원규, 공우석, 2001, "한라산 구상나무의 연륜연대학적 연구 -기후변화에 따른 생장변동 분석-," 한국생태학회지, 24(5), 281-288.

김왈홍, 1997, 학생식물사전, 금성청년출판사(한국문화사 영인).

김준민, 1976, 한국식물의 생태, 현대과학신서 15, 전파과학사.

박만규, 1942, "조선고산식물목록," 조선박물학회잡지, 9(33), 1-12.

이정석, 윤평섭, 1996, 자생식물학, 도서출판 서일.

이창복, 1997, 특산식물과 사라져 가는 희귀 식물, 김정배 외, 한국의 자연과 인간, 158-162, 우리교육, 서울.

임경빈, 1972, 한국의 고산대, 김인환 외(편), 원색과학대사전, 6, 식물, 265-288, 학원사.

임경빈, 1993, 나무, 그 과거, 현재 그리고 미래, 산과 한국인의 삶, 225-252.

임양재, 1972, 한국의 자연과 식생, 45-73, 김인환 외(편), 원색과학대사전, 6, 식물, 학원사.

정영호, 1989a, "한국의 고산식물," 과학동아 12월호, 84-89.

정영호, 1989b, "우리 나라 고산식물의 분포 특성," 자연보존, 66, 29-38.

정태현, 이우철, 1965, "한국삼림식물대 및 적지적수론," 성대논문집, 10, 367-435.

中井猛之進, 1927, 朝鮮高山植物 概況, 科學知識.

中井猛之進, 1935, 東亞植物, 岩波全書, 東京.

森爲三, 1928, 濟州島所生植物分布就, 文教朝鮮, 38, 33-60.

Axelrod, D.I., 1981, Holocene climatic changes in relation to vegetation disjunction and speciation, *Amer. Nat.*, 117, 847-870.

Berg, R.Y., 1963, Disjunctions in the Norwegian alpine flora and theories proposed for their explanation, *Blyttia*, 21(4), 133-177.

Billings, W.D., 1974, Adaptations and origins of alpine plants, *Arctic and Alpine Research*, 6(2), 129-142.

Flenley, J.R. 1984. Timescale in biogeography. in J.A. Taylor (ed.), *Themes in Biogeography*, Croom Helm, London. pp. 63-105.

Hulten, E., 1962, The circumpolar plant I, *Kungl. Svenska Veten. Handl. Fjarde Serien Band*, 8(5), 1-275.

Hulten, E., 1970, The circumpolar plant II, Dicotyledons, *Kungl. Svenska Veten. Handl. Fjarde Serien Band*, 13(1), 1-463.

Kong, W.S., 1991, Present distribution of cryophilous plants and palaeoenvironment in the Korean Peninsula, *Korean Journal of Quaterary Research*, 5(1), 1-14.

Kong, W.S., 1998, The Alpine and Subalpine Geoecology of the Korean Peninsula, *Korean Journal of Ecology*, 21(4), 383-387.

Kong, W.S., 1999, Geoecological analysis of the Korean alpine and subalpine plants and landscape, *J. Environmental Sciences*, 11(1), 243-246.

Kong, W.S. and Watts, D., 1993, *The Plant Geography of Korea*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Kong, W.S. and Watts, D., 1999, Distribution of arboreal arctic-alpine plants and environments in NE Asia and Korea, *Geographical Review of Japan*, Vol. 72(Series B), No. 2, 122-134.

Lindroth, C.H., 1970, Survival of animals and plants on ice-free refugia during the Pleistocene glaciations, *Endeavour*, 29, 129-134.

Richards, A.J., 1970, Evolution in alpines, *Quaterly Bull. Alp. Gdn. Soc.*, 38(2), 160-169.

Watts, D., 1984, The spatial dimension in biogeography, in Taylor, J.A. (ed.), *Themes in Biogeography*, Croom Helm, London, 25-62.

http://www.gloria.ac.at

원 고 접 수 일 2002. 9. 9
최종원고접수일 2002. 11. 12