

한라산 고산식물의 분포 특성*

공 우 석**

The Distributional Patterns of Alpine Plants of Mt. Halla, Cheju Island, Korea*

Woo-Seok, Kong**

요약 : 제주도의 기온온난화가 한라산 고산식물 분포에 미치는 영향에 대한 연구의 하나로 한라산 고산식물 8종의 수평 및 수직 분포역과 생물환경이 조사되었다. 그 결과 희귀하거나 멸종 위기 상태에 있는 고산식물들에 관한 생물지리학적 기초 자료와 정보가 축적되었다.

한라산 고산식물은 분포특성에 따라 8가지 유형으로 분류되며, 그 중 70퍼센트 정도가 한반도의 고산지나 일본열도의 것들과 공통적인 것으로 밝혀졌다. 이들은 빙하기 동안 동북아시아에서 한반도를 거쳐 제주도로 유입되었고, 일부는 일본열도에 전파될 것으로 생각된다. 현재 이들 고산식물은 열악한 기후, 척박한 토질과 지질 그리고 동절과 용해가 반복되는 주빙하성 환경에 적응하여 산정부 일대에 주로 분포한다.

본 연구는 한라산 고산식물의 분포와 과거 및 현재 환경과의 관계에 대한 기초 자료를 구축하여, 한반도의 자연환경 변천사를 파악하고, 기온온난화가 지속될 때 한라산 고산경관과 생태계가 당면할 문제를 파악하고 대안을 제시하는데 필요한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

주요어 : 한라산, 고산식물, 수평 및 수직분포, 생물지리학, 고산경관과 생태계, 자연환경 변천사

Abstract : The alpine plants of Mt. Halla, Cheju Island, Korea can be divided into eight groups based upon their horizontal and vertical distributions, and seem to have close connection with those of the Korean Peninsula as well as the Japan. The presence of alpine flora on Mt. Halla must primarily be attributed to historical factors, since it can not be wholly explained by reference to present environmental conditions. The alpine flora of Mt. Halla are evidently descended from immigrants from NE Asia via the Korean Peninsula during the epoches of the Ice Age. These plants, which are very intolerant of competition with temperate plants, have been able to persist in alpine area thanks to their harsh climatic conditions, sterile soil, rugged topography and cryoturbation. Continuing works on the palaeoenvironment and thermal amplitude of alpine plants on Mt. Halla may enabled to understand better on the natural history of the Cheju Island, as well as the structures and dynamics of alpine landscape and ecosystem on Mt. Halla.

Key Words Mt. Halla, alpine plants, horizontal and vertical distributions, biogeography, alpine landscape and ecosystem, natural history.

1. 서 론

지난 100년간 한반도의 기온 상승률은 섭씨 1.4도 정도로 북반구 전체와 비교하여 2배에 달하며, 과거 10년간 기온 상승 경향은 더욱 뚜렷해져 위 기감이 고조되고 있다. 기온이 상승하면 난대식생

대는 확장되는 반면 한대식생대는 쇠퇴하며, 식물의 개화시기가 빨라지고, 동물의 서식처가 교란되는 등 다양한 생태적 부작용이 야기된다. 특히 제주도와 같이 바다에 의하여 격리된 도서에서는 기온이 상승함에 따라 한대성 동식물은 이동할 통로(corridor)나 피난처(refugia)를 찾지 못하고 멸종하

* 이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

** 경북대학교 지리학과 부교수(Associate Professor, Department of Geography, KyungPee University)

게 된다. 특히 기온이 상승하면서 현재 한라산 정상 일대에 분포하는 고산식물은 이동할 피난처를 찾지 못하고 멸종 위기에 처할 것으로 보인다.

한라산은 지질시대의 유존종(relict species)과 특산종 혹은 고유종(endemic species)을 많이 보유하고 있을 뿐만 아니라, 북방계 극지고산식물의 분포상 세계적 남방한계선으로서 생물지리학적으로 매우 중요한 지역이다. 또한 한반도의 자연환경 변천사와 고산지의 경관 및 자연생태계를 이해하는데 핵심적인 지역으로 이에 대한 생물지리학적 연구가 필요하다.

본 연구는 제주도의 기온온난화가 한라산의 고산식물의 분포에 미치는 영향을 분석하기 위한 시도의 하나로서, 한라산에 생육하는 고산식물의 분포 특성을 연구한 것이다. 눈향나무, 들메화나무, 시로미, 들쭈나무 등 목본류 4종과 구름송이풀, 구름제꽃, 구름떡쑥, 솜다리 등 초본류 4종 등 모두 8종의 한반도 내 수평적 및 수직적 분포역을 조사하고 서식환경 등에 대한 생물지리학적 데이터베이스를 구축하는데 연구의 목적이 있다.

한라산에서의 고산식물 분포역은 1992년 10월에 산림청 임업연구원이 촬영한 1 : 15,000 항공사진을 분석하여 1차적으로 조사하였다. 한라산에서의 사면별 수직분포역과 고도별 기온에 대한 현지조사는 1995년(9. 29 - 10. 5), 1996년(1. 18 - 1. 25, 6. 24 - 7. 1, 8. 13 - 8. 19, 10. 12 - 10. 17), 1997년(2. 12 - 2. 19, 5. 19 - 5. 25, 7. 27 - 8. 3)으로 3년간 계절별로 각 1주일씩 모두 8차례 실시하였다. 고산식물의 분포역 조사는 한라산 동사면의 성판악, 서사면의 어리목, 남사면의 돈네코, 북사면의 관음사코스의 등산로를 중심으로 실시되었으며, 고산식물의 식생구조, 수평적 및 수직적 분포 범위와 특성이 파악되었다.

2. 본 론

1) 고산식물의 종류

우리 나라 고산식물에 대한 연구는 申井(1927, 1935)와 森(1928)에 의하여 시작되었으며, 한반도 고산식물로 383종(박만규, 1942), 남한의 고산식물로 130종(정영호, 1989a, b)이 알려졌다. 한반도의

고산식물은 분포역에 따라 한반도 전역에 분포하는 종, 북부와 중부에만 분포하는 종, 북부와 제주도에만 분포하는 종, 남부와 제주도에만 분포하는 종, 북부지방에 국한되어 분포하는 종, 중부지방에 국한되어 분포하는 종, 제주도에 국한되어 분포하는 종 등 7가지로 분류되었다(Kong, 1989, 1991; Kong & Watts, 1993). 임형탁(1992)은 제주도에 분포하는 식물을 대륙으로부터 남하한 식물군, 한반도-쓰시마-일본까지 확산한 식물군, 캄차카-쿠릴-사할린-일본을 거쳐 제주도까지 남하한 식물군, 빙하기에 남하한 후 기온 온난화에 의해 고산지에 격리된 식물군 등 4가지로 분류하였다.

2) 한라산의 고산대와 고산식물

제주도 식물에 대한 연구는 1905년에 市川二喜가 표본을 申井 등에 감정을 의뢰하면서 시작되었다(이덕봉, 1957). 申井(1914)는 제주도 식물을 중국, 만주-조선, 중국-일본, 한국-일본, 한국-중국, 일본, 제주도 분자로 분류하였고, 김문홍(1987)은 한반도 온대성식물과 공통분자(43%), 북부 고지대와 공통인 한대성식물(2%), 남부 난대성식물과 공통분자(14%), 중부 이남과 공통분자(8%), 제주도 고유식물(23%)로 구분하였다.

한라산의 고산대 존재 여부는 오랜 기간 동안 논쟁되어 왔다. 申井(1914)와 森(1928)는 정상에 관목대와 고산식물대를 통해 한라산에 고산대가 있음을 인정하였고(오현도, 김문홍, 1977에서 재인용), 樞木(1933)는 고도 1,500미터 이상에 한대. Lautensach(1945: 김종규 외, 1997)는 1,600미터 이상에 아고산 침엽식생대를 보고하였다. 엄규백(1962)은 1,450미터 이상에 아한대 침엽수림대, 김도정(1970)은 백록담 일대에 관목림의 고산식물대, 임경빈(1972)은 분화구 안쪽과 남사면에 고산식물대, 정영호(1986)는 정상 일대에 관목림과 고산식물대, 현진오(1989b)는 1,500미터에 80여종의 고산식물이 자라는 고산식물대, 김태호(1996)는 리모트 센싱 자료에 기초하여 1,400미터 이상에 제주도 면적의 1.2%를 차지하는 침엽수, 관목림, 초지군락을, 서재철(1997)은 1,600-1,950미터에 고산식물대를 각각 구획하였으며, Kong(1996)은 한라산 고산식물의 지리적 분포 특성을 분석하였다.

반면 차중환(1969, 1970), 오계철(1968), 장남기

등(1973)은 한라산의 고산식물대는 인정하지 않고 관목대만이 있는 것으로 보았다. 부종휴(1972)는 관목대가 극상(climax)이 아니고 산불에 의하여 식생이 파괴된 후 발달한 2차 천이단계로 보았다. 오현도, 김문홍(1977)은 고산대 존재 여부에 대한 구체적인 언급 없이 남하면 1,400미터이상에 관목대가 나타나는 이유가 장기간의 적설과 하계 고온 및 건조에 의한 토양 수분 결여 그리고 부적절한 지질 조건에 있다고 보았다. 김문홍(1994)은 낙엽활엽수림대 위에 구상나무와 진달래군락으로 구성된 침엽수림대를 구분하였다. 한라산에 고산대가 실제 있는지 여부는 더 많은 연구가 필요하다.

한라산 백록담 화구내에 분포하는 식물로 中井(1914)는 32종, 森(1928)는 76종, 이영로와 이명보(1957)는 149종을 제시하였다. 백록담 화구벽에 자라는 12종의 태류는 주북극요소 4종, 동아시아요소 2종, 한일요소 5종, 북태평양요소 1종으로 한대성요소가 지배적이다(Hong, 1961).

한라산 정상까지 분포하는 특산 및 희귀식물은 49종이며(이창복, 1985, 1986). 특산식물 중 22종은 주로 1,500미터 이상에만 분포하고 왜성화되어 있다(정영호, 1986). 백록담에 분포하는 초본식물 중 특산식물은 14종이다(이영로, 이명보, 1957). 한라산에서 특산식물이 주로 나타나는 고도는 1,500미터 이상의 고지대이며 백록담 화구 내에는 17종이 자라는 것으로 알려졌다.

제주도에 많은 고유종이 출현하는 요인은 제주도가 오랫동안 한반도와 격리되어 있었고, 사면과 고도에 따라 다양한 미기후가 나타나고, 지세가 다양하고 복잡한 토양의 모자이크가 나타나기 때문이다. 제주도에는 140여종의 특산식물이 분포하여 특산식물 분포 중심지의 하나인데, 이는 도서에서는 식물 종자의 산포와 상호 교류가 제한 받기 때문이다. 특히 제주도 특산식물 중 22종은 주로 한라산 1,500미터 이상의 고지에서만 생육하는 것으로 조사되었다(이영로, 이우철 1968; 정영호, 1986).

3) 한라산 고산식물의 분포 유형

한라산의 고산식물은 ①한반도에서 한라산에만 분포하는 종 ②한라산과 북부 고산 공통종 ③한라산과 설악산 공통종 ④한라산과 지리산 공통종 ⑤한라산, 지리산, 설악산 공통종 ⑥제주도 또는 한

국 특산종 ⑦한라산과 한반도 일부 산지에 자라는 공통종 ⑧한라산과 일본 공통종 등 8가지 유형으로 분류된다. 이들 유형별 구성 식물종을 구체적으로 살펴 보면 다음과 같다.

한반도에서 한라산에만 분포하는 고산식물은 제주산벼들, 눈범꼬리, 한라장구체, 한라돌쩌귀, 바위미나리아재비, 섬바위장대, 제주가시나무, 좁양지꽃, 들매화나무, 산매자나무, 흰그늘용담, 구름떡쑥, 바늘엉겅퀴, 한라들창포, 한라부추 등 15종류이다.

한라산과 북부 고산 공통 고산식물종은 구름패랭이꽃, 구름미나리아재비, 큰오이풀, 달구지풀, 반디미나리, 개회양, 시로미, 구름송이풀, 나리잔대, 금방망이, 큰시호, 백리향, 설송이풀, 나도그늘사초 등 14종류이다.

한라산과 설악산의 공통 고산식물은 매발톱꽃, 산취손이, 들쭉나무, 체꽃, 층층나무 등 5종이다. 한라산과 지리산의 공통 고산식물은 동의나물, 좁고체목, 각시제비꽃, 백리향, 박새, 여우꼬리풀, 검은겨이삭 등 7종이다.

한라산, 지리산, 설악산의 공통 고산식물은 한나 나무, 솜다리, 산버들, 떡버들, 두메오리나무, 사스레 나무, 산평의다리, 세잎종덩굴, 큰산장대, 들매화풀, 산오이풀, 들양지꽃, 참양지꽃, 향기, 애기팽이밥, 둥근이질풀, 미역줄나무, 노랑제비꽃, 메제비꽃, 가시오갈피, 왜우산풀, 만병초, 홍만병초, 흰참꽃, 큰앵초, 설앵초, 네귀쓴풀, 마주송이풀, 쥐오줌풀, 개쑥부쟁이, 바위구절초, 나래박쥐나물, 참박쥐나물, 수리취, 습나물, 쇠서나물, 박새, 비비추, 나도옥잠, 개불알꽃 등 40종이 제시되었다.

한라산 백록담에 분포하는 고산식물 중 한라산 버들, 섬초호, 세송이바람꽃, 바위미나리아재비, 한라산평의다리, 섬매발톱나무, 한라산장대, 털바위떡풀, 한라개승마, 제주황기, 제주달구지, 섬취손이풀, 두메대극, 제주사약채, 좁시호, 좁구슬봉이, 섬질경이, 애기솔나물, 좁쥐오줌풀, 섬잔대, 구름떡쑥, 섬쑥, 제주구절초, 바늘엉겅퀴, 좁민들레, 한라사초, 한라들창포 등 27종은 제주도 특산 또는 한국 특산으로 고산 환경에 잘 적응한 것들이다.

한라산 백록담과 한반도 일부 산지의 공통 고산식물은 한라고사리, 구상나무, 떡버들, 좁고채나무, 개족도리풀, 누른종덩굴, 구름미나리아재비, 자주평의다리, 참양지꽃, 구슬오이풀, 털이질풀, 다복고추

나물, 털기름나물, 가지송이풀, 구름채꽃, 가는잎잔대, 은분취, 털새, 큰천남성, 애기비녀골풀, 쯤비비추, 한라부추 등 22종이 있다.

백목담과 일본 공통 고산식물은 제주법의꼬리, 사국이질풀, 들매화나무, 쯤향유, 고산개풀, 둥근잔대 등 6종이다.

한라산에 분포하는 고산식물 중 70퍼센트 정도가 한반도의 고산지나 일본열도와 관련된 것으로 밝혀져, 이들 고산식물들은 과거 기후가 한랭했던 빙기에 동북아시아에서 한반도를 경유하여 제주도로 유입되었고, 일부는 일본열도로 전파된 것으로 판단된다.

4) 한라산 고산식물의 특성과 분포역

본 연구에서 중점적으로 조사된 고산식물은 눈향나무, 들매화나무, 시로미, 들쭈나무, 구름송이풀, 구름채꽃, 구름떡쑥, 솜다리 등 모두 8종으로 한반도 내 수평 및 수직적 분포역과 생태적 특성은 다음과 같다.

눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii*)는 향나무, 섬향나무, 단천향나무, 노간주나무, 해변노간주나무, 평강노간주나무, 곱향나무, 연필향나무와 함께 측백나무과(*Cupressaceae*)에 속한다. 고산성 상록침엽수로 원줄기는 비스듬히 기울어지거나 바위에서 밑으로 처지고 비스듬히 나며 가지는 5m 내외로 자란다(이우철, 1996a, b). 눈향나무는 시베리아, 사할린, 만주, 한국, 일본(홋카이도, 혼슈, 시코쿠, 큐슈), 대만 등에 분포하는 동북아시아 요소이다(清水建美, 1983; Ohwi, 1984).

눈향나무는 한반도에서 함남북, 평남북, 금강산, 설악산, 강원, 경남북, 전남북, 지리산, 대흑산도, 한라산 등 고산지 암벽 사이에 주로 분포한다(박만규, 1942; 정태현, 1944; 이춘령, 안학수, 1963; 정영호, 1966; 이영로, 1968; 이영로, 이우철, 1968; 정영호, 1989b; 이우철, 1996a; 이유미, 이원열, 1997). 한반도 내 눈향나무의 수직적 분포역으로 정태현, 이우철(1965)은 지리산(1,400-1,900미터 : 이하 괄호 속 숫자는 미터로 표시한 해발고도), 덕유산(1,400-), 흑산도, 가야산, 한라산(1,950-2,010)으로, 임록계(1972, 1997)는 송적산(1,600-), 피난덕산(1,000-), 묘향산(1,600-), 사수산(1,600-1,740), 추에산(1,500-), 금강산(1,000-1,600), 설악산(700-850), 지

리산, 덕유산(1,500-), 한라산을 보고하였다.

눈향나무의 한라산에서 수직적 분포역은 화구내(이영로, 이명보, 1958), 1,900-(오계철, 1968), 1,500-(이영로, 이우철, 1968), 남사면 1,800-1,950, 북사면 1,700-1,950(차종환, 1970), 1,900-(임경빈, 1972), 동사면 1,700-1,900, 서사면 1,500-1,700, 남사면 1,400-1,900, 북사면 1,600-1,900(오현도, 김문홍, 1977), 1,500-1,950(이영로, 1979), 서사면 1,700-정상, 북사면 1,700-1,800(오덕철 외, 1985), 1,700-(이창복, 1990), 동사면 1,700-1,940, 서사면 1,400-1,600(임양제 외, 1990)로 알려졌다. 눈향나무는 한라산 1,800미터 이상의 산지 능선이나 바위 틈에 누운 상태로 생육하는 고산성 관목으로 시로미, 할라개송마, 잔대, 바늘엉겅퀴와 같이 자라며(임양제 외, 1990), 영실 선작지왓 일대에는 50ha 정도가 분포한다(조선일보, 1991). 전체적으로 눈향나무는 한반도 전역의 1,000미터 이상의 산지에 주로 분포하며, 한라산에서는 1,400미터 이상의 고도에 분포한다(그림 1).

들매화나무(*Diapensia lapponica* subsp. *obovata*)는 목련문 목련강 들매화나무목 들매화나무과(*Diapensiaceae*)에 속하며 근락생활을 하는 다년생으로 3센티 내외의 상록활엽성 반관목이다. 세계적 희귀종으로 학술적 가치가 높으나 감소 추세에 있으며 자연환경보존법에 의해 보호되고 있다(이인규 외, 1996). 잎은 겨울에 짙은 자주색을, 여름에는 진녹색을 띤다(Day & Scott, 1984). 북방지역 제3기 식물의 유존종으로 추정되며(Cam, 1944), 바람과 서릿발작용에 노출된 나지에서 자주 발견되며(Gjaerevoll & Brnnger, 1965), 극지의 적설심도가 얇은 곳에 시로미속, 들쭈나무속과 공생한다(Gjaerevoll, 1980). 바위 틈에 밀생하는데 항상 대기 습도가 높고 여름에도 저온이 요구된다(조무연, 1989).

들매화나무는 한라산, 일본(혼슈, 홋카이도), 사할린, 쿠릴열도, 캄차카, 러시아 연해주, 동북시베리아, 알래스카에 자라며 극지고산식물 중 동북아시아 요소이다(Baldwin, 1939; 박만규, 1942; 정태현, 1944; Li, 1952; Hulten, 1958; 이춘령, 안학수, 1963; 이영로, 1968; 이영로, 이우철, 1968; 이덕봉, 1970; 박만규, 1975; Oh, 1977; 정영호 외, 1979; 한국자연보존협회, 1981; 清水建美, 1982; Ohwi, 1984; Day & Scott, 1984; 이창복, 1987; 환경부, 1989; 정영

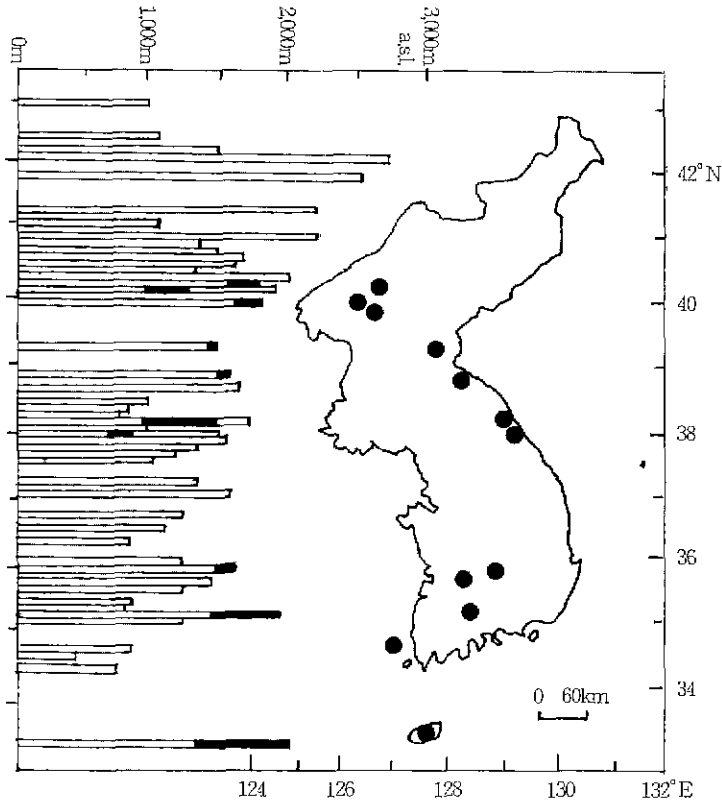


그림 1. 한반도 눈향나무의 수평 및 수직 분포도

호, 1989b; 이우철, 1996a). *Diapensia lapponica*는 북미 동부와 북서유럽에, *Diapensia himalaica*, *D. purpurea*, *D. wardii*는 티벳과 중국의 히말라야에 분포한다(Scott & Day, 1981).

둘매화나무는 한반도에서 한라산에만 분포하고 수직적 분포역은 1,800-(정태현·이우철, 1965; 임복재 외, 1975), 1,500-(이영로·이우철, 1968), 북사면 1,700-1,950(임경빈, 1972), 백록담(오현도·김문홍, 1977), 백록담 분화구 북-북동-동동북사면(박행신 외, 1977), 1,850-1,950(이창복, 1985), 서사면 1,800-정상(오덕철 외, 1985), 백록담 외륜산 북쪽(임양재, 1990), 1,850-1,950까지의 암벽(김문홍, 1992a), 정상부, 개미등 암벽(김문홍, 1994) 등이며, 특히 1,800미터 이상에는 약 1ha 정도의 둘매화나무가 분포한다(조선일보, 1991). 한반도에서 둘매화나무는 한라산 1,500미터 이상에만 분포한다(그림 2).

시로미(*Empetrum nigrum* var. *japonicum*)는 시

로미과(*Empetraceae*)에 속하며, 한반도에서는 1과 1속 1종으로 구성된 식물 가계를 이룬다. 상록활엽성 소관목으로 다 자란 키가 약 10cm 남짓하고, 작은 줄기에 아주 작은 잎들이 촘촘히 달리며, 줄기가 옆으로 뻗어 지면이나 바위를 덮으며 자란다(이유미, 1995). 바람에 직접 노출되어 눈이 거의 쌓이지 않는 곳에서도 잘 자라며(Gjaerevoll & Bringer, 1965). 일본에서는 활화산 지역에서도 잘 자란다(Tatawaki, 1967).

시로미는 북유럽, 시베리아, 아시아, 북미에 광범위하게 자라는 극지고산식물인 *Empetrum nigrum*의 동북아시아 요소로 사할린, 한반도 북부, 제주도, 일본(홋카이도, 혼슈) 등지에 분포한다(Eshbaugh, 1968; Hulten, 1970; Oh, 1977; Kitagawa, 1979; 清水建美, 1982; Ohwi, 1984).

시로미는 한반도에서 백두산, 관모봉, 두류산, 북수백산, 한라산에 분포한다(박만규, 1942; 정태현,

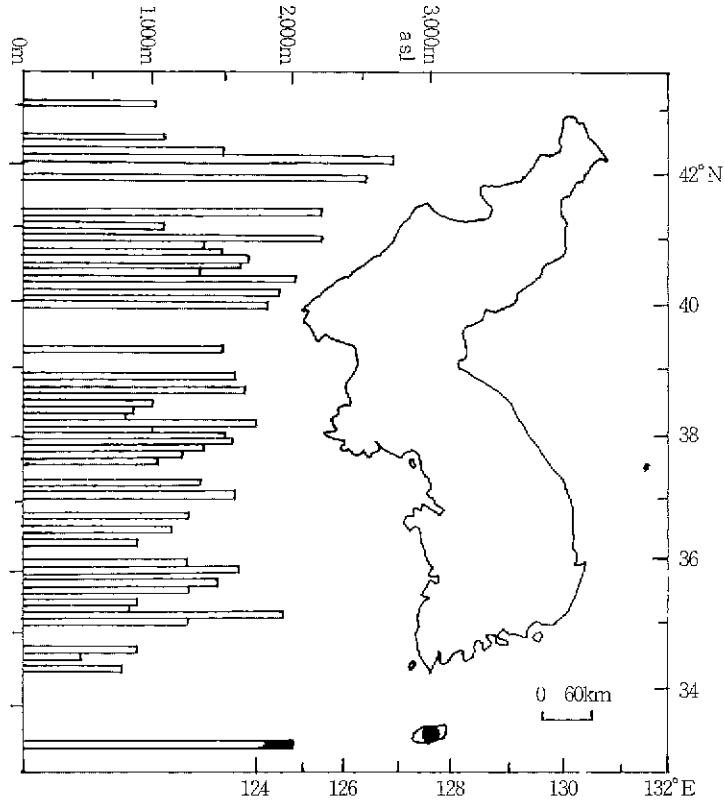


그림 2 한반도 들매화나무의 수평 및 수직 분포도

1944: 이춘령·안학수, 1963: 이영로, 1968: 이영로·이우철, 1968: 임록재 외, 1975: 정영호 외, 1979: 이창복, 1987: 환경부, 1989: 정영호, 1989a, b: 이우철, 1996a).

한라산에서 시로미가 분포하는 수직적 고도는 한라산 화구 내(이영로·이명보, 1958), 1,800-2,010(정태현·이우철, 1965), 북사면 1,500-1,900, 남사면 1,700-1,850(오계철, 1968), 1,500-(이영로·이우철, 1968), 서사면 1,500-1,950, 남사면 1,550-1,950(차종환, 1970), 1,900-(임경빈, 1972), 동사면 1,700-1,900, 서사면 1,400-1,900, 남사면 1,400-1,900; 북사면 1,300-1,900(오현도·김문홍, 1977), 분화구 북-북동-동동북사면(박행신 외, 1977), 1,500-1,950(이영로, 1979), 1,700- 정상(이창복, 1985), 서사면 1,400-정상, 북사면 1,200-정상(오덕철 외, 1985), 1,190-정상으로 호적 범위는 1,550-정상이다(임양재 외, 1990). 시로미는 한라산 어승생 큰두루뚝 일대에 30ha 정

도 분포하며(조선일보, 1991), 햇볕이 드는 곳에 지면을 덮으며 방석처럼 깔려 있고 간혹 바위 틈에도 자란다(이유미, 1995). 전체적으로 시로미는 북부의 일부 고산과 한라산에 격리 분포하며, 한라산에서는 1,200미터 이상에 국한되어 출현한다(그림 3).

들쭉나무(*Vaccinium uliginosum*)는 모재나무, 산앵도나무, 산매자나무, 애기월귤, 정금나무, 지포나무, 년출월귤, 산들쭉나무, 월귤과 함께 철쭉과(Ericaceae)에 속하는 낙엽활엽성 소관목으로 높이 1m에 달하나 왜소한 것은 10-15cm에 불과하다(이우철, 1996a, b). 들쭉나무속은 신생대 제3기 중기와 제4기 플라이스토세부터 종의 분화가 상당히 진행되었고, 일부는 중생대 백악기에 분화가 발생한 것으로 보았다(Camp, 1942). 들쭉나무는 주극식물(circumpolar plant)로 일본의 활화산 지역에서도 잘 자라며(Tatawaki, 1967), 겨울철 동안 층분한 눈

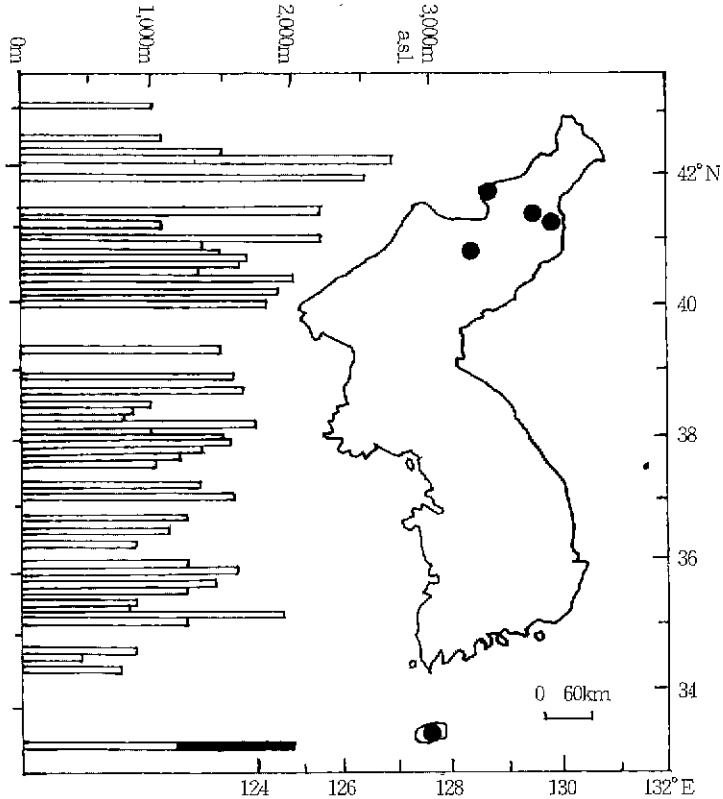


그림 3 한반도 시로미의 수평 및 수직 분포도

이 쌓여있고, 바람으로부터 보호되나 일찍 눈이 녹는 바람의지(leeward)에서 잘 자란다(Gjærevoll & Bringer, 1965; Gjærevoll, 1980).

들쭉나무는 스칸디나비아와 북극권의 헤발고도 3,000미터까지의 황원과 아고산초원, 피레네, 알프스, 북아페니니 산맥, 노르웨이, 영국 등지의 3,000미터 이하의 습한 숲, 습지, 황원, 노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 덴마크, 스피츠베르겐, 폴란드, 스위스, 시에라 네바다, 알바니아, 불가리아, 카프카즈, 알타이 고산지, 그린란드, 시베리아, 몽골, 만주, 아무르, 우수리, 오희츠크, 우다, 사할린, 연해주, 쿠릴, 캅차카, 일본(홋카이도, 혼슈), 한국 등 북유럽 아이슬란드에서 일본에 이르는 지역과 북미에 분포하는 주북극요소(Clapham et al, 1962; Huxley, 1967; Polunin, 1969; Hulten, 1970; Moore et al, 1970; Oh, 1977; Grey-Wilson, 1979; Kitagawa, 1979; 清水建美, 1982; Ohwi, 1984; Landolt &

Aeschimann, 1986)이다.

한반도에서 들쭉나무는 백두산, 관모봉, 함지원, 부전고원, 명당봉, 황수원, 두류산, 북수백산, 로봉, 묘향산, 금강산, 설악산, 건봉산, 한라산 등지의 800-2540미터 사이의 높은 산에 주로 분포한다(박만규, 1942; 정태현, 1944; 이춘령·안학수, 1963; 이영로, 1968; 임록재 외, 1975; 정영호 외, 1979; 한국자연보존협회, 1981; 이창복, 1987; 환경부, 1989; 정영호, 1989b; 현진오, 1989a; 원병오, 1996; 이우철, 1996a; 김왈홍, 1997). 수직적으로 장백산 1,200-2,540, 만담산 2,000-2,300, 로봉 1,700-2,000, 후치령 800-1,200, 낭립산 1,900-2,200, 금폐령 1,300-1,600, 사수산 1,800-1,860, 금강산 1,000-1,630, 설악산 1,500-1,700, 한라산 -2,010(정태현·이우철, 1965)에 분포한다.

한라산에서의 들쭉나무 분포 고도는 한라산 화구 내(이영로·이명보, 1958), 한라산의 남사면

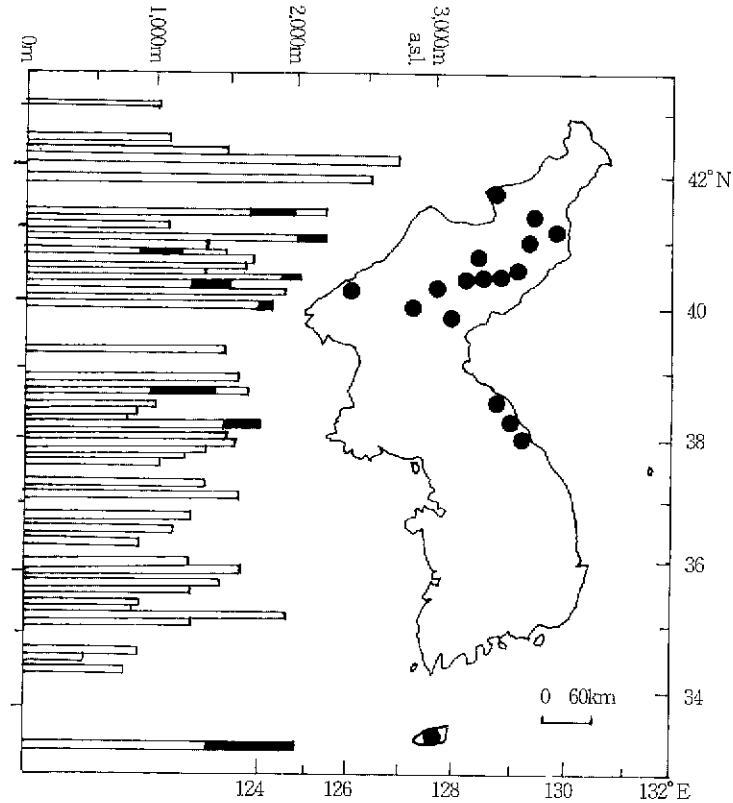


그림 4. 한반도 들쭉나무의 수평 및 수직 분포도

1,700-1,850, 북사면 1,500-1,900(오계철, 1968), 한라산 남사면 1,800-1,950, 북사면 1,550-1,950(차중환, 1970), 한라산 동사면 1,700-1,900, 서사면 1,800-1,900, 남사면 1,800-1,900, 북사면 1,600-1,900(오현도·김문홍, 1977), 한라산 1,800-1,950(이영로, 1979), 한라산 정상부(이창복, 1985), 한라산 백록담(이창복, 1990), 백두산 동북측 1,800-2,100, 서남측 1,650-2,150(이영로, 1991), 한라산 정상부 능선(김문홍, 1992a), 한라산 정상 분화구 내, 동측 정상 부근(김문홍, 1994)이다. 전체적으로 들쭉나무는 1,000미터 이상의 북부 고산과 중부 산지 그리고 한라산에 불연속적으로 분포하며, 한라산에서는 1,500미터 이상에 분포한다(그림 4).

구름송이풀(*Pedicularis verticillata*)은 목련문 목련강 현삼목 현삼과(Scrophulariaceae)에 속하며, 같은 속에는 부전송이풀, 큰산송이풀, 큰송이풀, 섬송이풀, 예기송이풀, 칼송이풀, 만주송이풀, 털만주송이

풀, 바위송이풀, 송이풀, 흰송이풀, 그늘송이풀, 대송이풀, 이삭송이풀 등 15종이 있다(이우철, 1996a). 높이는 15cm에 달하고 단독생활하고 정착성이며 5년 이상 사는 다년생으로 자연환경보존법에 의하여 보호받고 있다(이인규 외, 1996). 칼습을 함유한 토양으로 암석이 많은 초지, 습한 암설 초지 등에 잘 자란다(Moggi, 1985).

구름송이풀은 핀란드, 러시아, 피레네, 알프스, 세비네, 아페니니산맥의 습한 초지, 터키를 제외한 남동유럽, 스페인, 카르파티아 산맥, 이베리아반도, 발칸반도, 프랑스, 이탈리아, 루마니아, 중앙아시아의 카프카스산맥, 일본(홋카이도, 혼슈), 만주, 북한, 중국, 티벳, 사할린, 쿠릴열도, 시베리아, 아무르, 오호츠크, 우다, 사할린, 쿠릴, 캄차카, 유라시아의 북극 지역, 북서아메리카 등의 해발고도 900-3,000미터 일대에 자라는 주북극요소(Huxley, 1967; Polunin, 1969; Oh, 1977; Kitagawa, 1979; Grey-Wilson, 1979;

清水建美, 1982; Ohwi, 1984; Moggi, 1985)이다.

한반도에서 구름송이풀은 백두산, 관모봉, 두류산, 북수백산, 로봉, 백두산, 부전고원, 관모봉, 설악산, 지리산, 한라산 정상에 자란다(이춘령·안학수, 1963; 임록재 외, 1975; 한국자연보존협회, 1981; 정영호, 1989a; 김태정, 1992, 1993a, b; 이창복, 1992; 이우철, 1996a; 이유미·이원열, 1997).

구름송이풀은 한라산 1,500미터 이상(이영로, 1979; 이창복, 1985; 김문홍, 1992a; 김태정, 1992)에서 자라며, 한라송이풀은 1,600-1,950에 분포한다. 전체적으로 구름송이풀은 북부와 중남부 고산에 분포하며, 한라산에서는 1,500미터 이상에 분포한다.

구름채꽃(*Scabiosa japonica* form. *alpina*)은 산토끼꽃과(Dipsacaceae)에 속하며, 솔채꽃, 구름채꽃, 채꽃, 민들레꽃 등 4종이 있다(이우철, 1996a). 한국 특산 식물로 크기는 60-90cm정도(김태정, 1990)로, 분지하지 않은 고산형이며(이우철, 1996b), 이년생 풀로서 화강암계, 화강편마암계, 변성퇴적암계, 섬록암계 등의 토질에서 잘 자란다. 일본 혼슈 동북과 중부지방 고산대에도 분포한다(清水建美, 1982; Ohwi, 1984).

한반도에서 구름채꽃은 북부지방 고산지, 평남-묘향산, 함남북, 한라산 백록담에 분포한다(이춘령·안학수, 1963; 임록재 외, 1975; 정영호 외, 1979; 이창복, 1987; 환경부, 1989; 김태정, 1990, 1993a; 이우철, 1996a).

한라산에서 구름채꽃의 수직적 분포역은 1,900-(오계철, 1968; 임경민, 1972), 백록담 분화구 서쪽(박행신 외, 1977), 정상(이영로, 1979; 이창복, 1985), 서사면 1,800-정상(오덕철 외, 1985), 백록담 주변(임양재 외, 1990), 한라산 정상부와 백록담 주변(김문홍, 1992a)이다. 전체적으로 구름채꽃은 주로 북부 고산지에 분포하며, 한라산에서는 1,900미터 일대에 분포한다.

구름떡쑥(*Anaphalis sinica* subsp. *morii*)은 산떡쑥, 다북떡쑥과 함께 국화과(Compositae)에 속한다. 다년초로 옆으로 번고 줄기는 모여 자라고, 높이 5-20cm로 모종에 비해 전체가 소형이고 잎이 약간 두껍다(이우철, 1996a). 제주도, 중국, 일본 큐슈의 고산에 주로 분포하는 종이다(Ohwi, 1984).

한반도에서 구름떡쑥은 한라산 백록담 일대(이

춘령, 안학수, 1963; 임록재 외, 1975; 정영호 외, 1979; 한국자연보존협회, 1981; 이유미·이원열, 1997)와 한라산 1,200미터 이상 고지대(김태정, 1993a; 이우철, 1996a)에 자란다. 구름떡쑥이 분포하는 수직적 고도는 한라산 정상(이영로, 1979), 한라산 1,500-(이창복, 1985; 김문홍, 1992a), 한라산 (1,200-1,800)의 약간 메마른 초원지 및 바위 곁에 생육하는 종이다(김태정, 1992; 이우철, 1996b). 전체적으로 구름떡쑥은 한라산 1,200미터 이상의 고도에 분포한다.

솨다리(*Leontopodium coreanum*)는 목련문 목련강 국화목 국화과(Compositae)에 속하는 고유종으로, 솨다리, 한라솨다리, 왜솨다리, 산솨다리, 들떡쑥 등 5종으로 구성된다(이우철, 1996a). 다년초로 높이 15-25cm로 자라며, 해발 800미터 이상되는 능선의 절벽이나 바위 틈에 자생하며, 일반적으로 강한 햇빛, 척박하고 건조한 토양에도 잘 자라며 내한성은 강하며, 자연환경보존법에 의해 보호되고 있다(이인규 외, 1996). 생명력이 매우 강해 겨우내 눈보라가 치는 설악산과 같이 기후가 좋지 않은 고산지의 험한 바위 틈에서도 자란다(김태정, 1990).

솨다리는 한국특산종으로 함남 차일봉, 금강산, 설악산, 소백산, 한라산 백록담 등지에 자란다(이춘령·안학수, 1963; 임록재 외, 1975; 정영호 외, 1979; 한국자연보존협회, 1981; 이창복, 1987; 환경부, 1989, 1997; 정영호, 1989b; 정영호·신현철, 1989; 현진오, 1989c; 김태정, 1990, 1993a; 이우철, 1996a; 이인규 외, 1996; 이유미·이원열, 1997).

한라산에서 솨다리의 수직적 분포 고도는 1,800-1,950(이영로, 1979), 동사면 1,700-1,940, 서사면 1,400-1,600, 남사면 1,400-1,600(임양재 외, 1990), 동사면 1,700-1,940, 서사면 1,400-1,600, 남사면 1,400-1,600 등으로 주로 1,500미터 이상(김문홍, 1992a, b)이다. 전체적으로 솨다리는 북부와 중부 일부 고산 그리고 한라산에 분포하며 한라산에서는 1,400미터 이상에 출현한다.

5) 한라산 고산식물의 수직분포대와 생육환경

8차례의 한라산 현지조사 결과 밝혀진 눈향나무, 들매화나무, 시로미, 들쭈나무, 구름송이풀, 구름채꽃, 구름떡쑥, 솨다리의 수직적, 방위별 분포역과

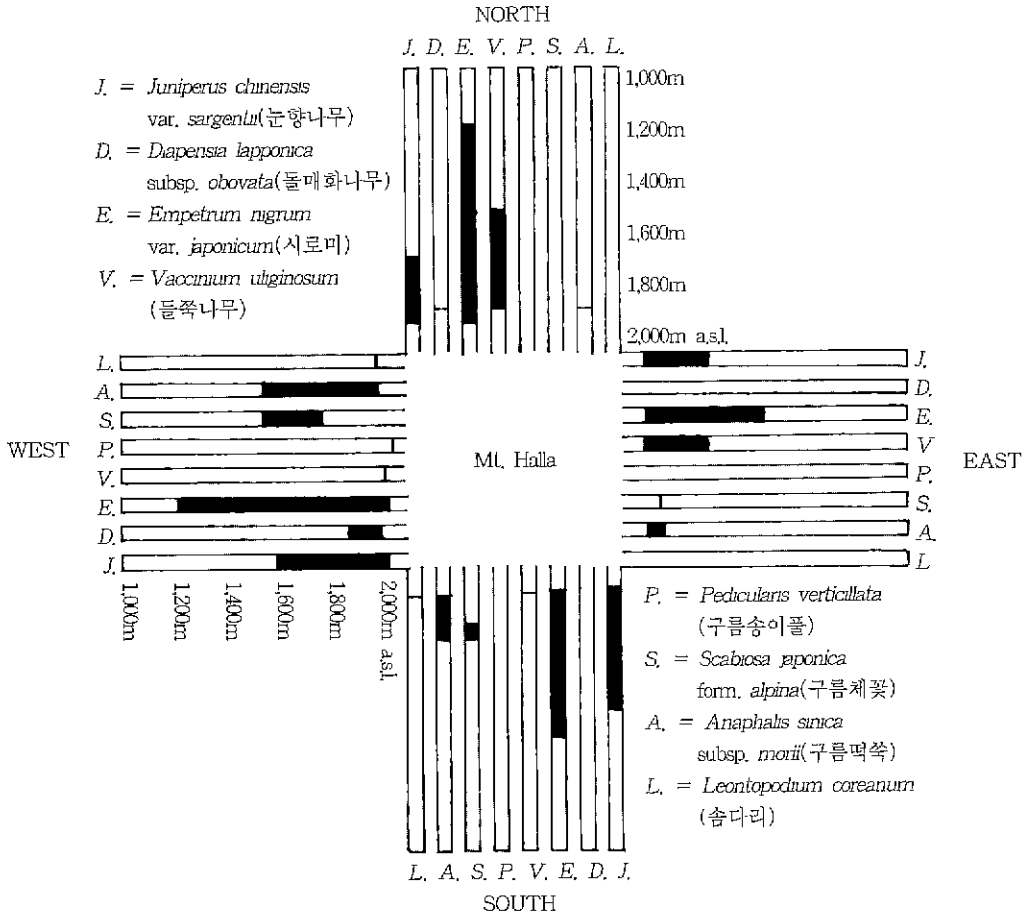


그림 5. 한라산 고산식물의 방위별 수직 분포역

생육환경은 다음과 같다. 한라산 고산식물의 자세한 종별 분포도는 해당 종의 보존을 위하여 공개하지 않고 사면별 분포 고도만을 개략적으로 제시하였다(그림 5).

눈향나무는 지면이나 바위 위를 기며 자라는 포복형으로 한라산 동서남북 모든 사면에서 나타난다. 눈향나무는 동사면 성관악 코스의 해발고도 1,920미터 부근에 우점하고, 정상 부근에서는 시로미, 들쭈나무, 구상나무, 털진달래, 구름채꽃, 곰취, 엉겅퀴, 제주양지꽃, 이질풀, 섬잔대, 구름떡쭈, 호장근 등과 섞여 난다. 바람의지 쪽 눈밭(snow field)에는 눈향나무와 주목, 털진달래의 왜성변형수(krummholz)가 출현한다. 1,850미터에는 구상나무의 수목선(tree line)이 나타나지만, 북사면쪽으로는 정상까지 구상나무가 밀생한다. 반면에 남사면

과 남동사면의 1,850미터 일대에는 수목섬(tree island)이 부분적으로 산재한다. 눈향나무는 구상나무의 수목선이 나타나고 암석들이 노출된 1,850미터 이상에 우점한다. 1,850미터부터 1,700미터까지 눈향나무는 시로미와 섞여 자란다.

한라산 서사면 1,940-1,930미터 능선에서 눈향나무는 구상나무, 시로미, 털진달래, 들쭈나무, 산솜방망이, 곰취, 이질풀, 구름떡쭈, 슬패랭이, 섬잔대, 구름송이풀, 한라개승마, 구름채꽃, 손바닥난초, 백리향, 가는별꼬리 등이 혼재한다. 한라산 서사면 1,900-1,800미터 일대에서 눈향나무는 시로미, 구상나무, 털진달래, 제주조릿대, 돌메화나무, 섬잔대, 죽도리, 앵초, 구름떡쭈, 제주양지꽃, 슬패랭이 등이 분포한다. 한라산 서사면 1,700미터 고지에는 수고 5미터 정도의 구상나무 군락이 발달하고, 등산로

주변 평지에는 눈향나무, 시로미, 털진달래, 제주조릿대, 구름채꽃, 구름떡쑥, 제주달구지풀 등이 같이 자란다. 서사면에서 눈향나무는 고도 1,550미터 일대까지 분포한다.

한라산 남사면 1,920미터 부근까지는 화산재가 쌓인 지역으로 토양층 발달이 불안정하여 고목은 거의 자라지 못하고 초본들만 드물게 자란다. 1,900미터 근처에는 포복형의 눈향나무와 함께 높이 15cm내외의 털진달래가 우점하고 1미터 내외의 구상나무가 가끔 출현한다. 1,850미터 일대에는 눈향나무와 털진달래가 우점하고 구상나무가 드물게 나타나며, 1,800미터 부근에는 구상나무가 우점하고 양지 바른 급사면 암석지에는 눈향나무가 밀생한다. 한라산 남사면 1,800-1,750미터 일대에는 눈향나무가 털진달래, 구상나무, 구름채꽃, 사초, 겨이삭과 함께 출현한다. 1,760미터에는 털진달래가 다수 분포하고 눈향나무는 급경사의 암석지에 드물게 나타나며 시로미, 곰취, 산이질풀, 섬잔대, 산수국, 슬패랭이, 구름떡쑥, 한라황기 등의 초본류 등이 분포한다. 1,670미터에는 눈향나무가 다수 분포하며 털진달래, 주목, 제주조릿대가 혼재한다. 1,500미터의 평탄지에는 제주조릿대, 털진달래와 함께 눈향나무가 출현하며 가끔 크기 70cm 내외의 주목도 나타난다.

한라산 북사면 분화구 일대 1,900미터에도 눈향나무가 부분적으로 출현하는 것으로 보고되었다. 한라산에서 눈향나무는 햇빛에 노출되고 바람이 많아 상대적으로 습하지 않은 능선이나 사면의 바위나 지면을 기면서 군락을 형성한다. 1,670미터 부근 왕관릉 일대의 평편한 개활지에는 강한 바람에 적응하여 작게 자라는 왜성을 보이는 털진달래와 제주조릿대가 혼하고, 눈향나무가 시로미, 주목과 함께 가끔 나타난다.

돌매화나무는 저온에 적응하는 능력이 뛰어난 종(Baldwin, 1939)으로, 한라산 정상 서사면 암벽과 북사면 바위에 분포한다. 한라산 서사면 1,900-1,800미터 일대에는 돌매화나무와 함께 눈향나무, 구상나무, 시로미, 털진달래, 제주조릿대, 섬잔대, 죽도리, 앵초, 구름떡쑥, 제주양지꽃, 슬패랭이 등이 분포한다. 돌매화나무는 한라산 정상부 1,800미터 지역의 바위틈에만 1ha 정도 분포하는 것으로 알려져 있다(조선일보, 1991). 한라산 서사면 서북벽

1,850미터 일대의 급사면 아래 바위 틈과 돌출된 바위 그늘 밑에 발달한 토양층에는 대단위 돌매화나무 군락이 발달한다. 이곳은 일사량이 적어 덥지 않고, 암석이 풍화하여 형성된 토양에 주변으로부터 물이 모여 들어 수분이 부족하지 않기 때문에 돌매화나무가 생육하는 것으로 보인다. 이 지역은 암석이 무르고, 가파른 절벽이어서 접근은 불가능한 지점이 많았지만 확인 조사된 24개 군락을 포함하여 50여개로 구성되어 있다. 최대 군락지는 규모가 100cm×50cm로 한라산 내에서 가장 큰 무리였고, 최소 군락지는 5cm×5cm였으며, 대부분 중간 정도의 규모가 많이 관찰되었다. 한라산 서사면 1,650m 지점의 산피에 돌매화나무가 분포한다는 의견이 있으나 직접 확인 할 수 없었다.

한라산 북사면 1,850m 바위에는 약 50개의 돌매화나무 소군락이 조사되었는데 군락의 최대 크기는 17×20cm이었고, 작은 것은 1×1cm이었으며 대부분 5×5cm 내외의 매우 작은 크기를 나타냈다. 한라산 북사면 바위에서 조사된 표본 50개 중 방위별 분포를 보면 대부분 북, 북서와 북동을 나타내고, 남이나 동쪽을 보이는 것은 전체 중 10% 미만이었다. 남향이나 동향의 경우 바위로 둘러 쌓여 남쪽의 직사광선을 피할 수 있는 곳에 주로 돌매화나무가 자란다. 돌매화나무는 대부분이 바위 절리면이나 암석이 풍화되어 형성된 바위틈 토양층에 발달하며 이끼류, 앵초, 구름떡쑥, 털진달래 등과 같이 난다. 바위 위에 발달하는 군락과 군락의 거리는 5-10cm로 가까운 편이며, 일부 군락은 암석의 풍화가 진행되면서 바위에서 떨어지는 등 쇠퇴하고 있다. 한라산에서 돌매화나무는 일사량이 적고, 바람이 많고 공기 중 습도가 높으며 여름에도 저온이 유지되는 바위틈 토양층에서 자주 발견되며, 적설심도가 얇고 서릿발작용에 노출되는 곳에 밀생한다.

시로미는 한라산 정상 일대 동서남북 모든 사면에 출현한다. 동사면 1,920-1,900미터에는 지면이나 바위 위에 우점하는 포복형의 눈향나무가 들쭉나무, 구상나무, 구름채꽃, 곰취, 엉겅퀴, 제주양지꽃, 이질풀, 섬잔대, 구름떡쑥 등과 섞여 나타나는데, 시로미는 주로 눈향나무 혹은 구상나무와 함께 군락을 형성하고, 가끔 주목과도 혼재한다. 1,850미터 일대에는 시로미를 비롯하여 눈향나무가 우점하며

부분적으로 곰취, 바늘엉겅퀴, 산이질풀, 구름떡쑥 등이 혼재한다. 시로미 분포의 하한계선은 동사면에서는 1,500미터 일대이다.

서사면의 1,940미터 능선에는 시로미와 함께 구상나무, 눈향나무, 털진달래, 들쭉나무, 산솜방망이, 곰취, 이질풀, 구름떡쑥, 술페랭이, 섬잔대, 구름송이풀, 한라개승마, 구름채꽃, 손바닥난초, 백리향, 가는범꼬리 등이 혼재한다. 서사면 1,900-1,800미터 일대에는 시로미와 함께 눈향나무, 구상나무, 털진달래, 제주조릿대, 돌매화나무, 섬잔대, 족도리, 앵초, 구름떡쑥, 제주양지꽃, 술페랭이 등이 분포한다. 서사면의 1,700미터에는 수고 5미터 정도의 구상나무 군락이 발달하고 동산로 주변 평지에는 시로미와 함께 눈향나무, 털진달래, 제주조릿대, 구름채꽃, 구름떡쑥, 제주달구지풀 등이 같이 자란다. 서사면 1,700-1,600미터의 계곡쪽에는 구상나무가 우점하고 평지에는 구상나무가 드문 드문 자라며, 시로미와 함께 제주조릿대, 주목, 금방망이, 이질풀, 잔대, 호장근, 비비추, 곰취, 앵초, 술페랭이, 가는범꼬리 등이 혼재한다. 시로미 분포의 주된 하한계선은 서사면의 경우 1,550미터 일대의 구상나무 숲 주변부이다. 서사면에 위치한 사제비동산 정상인 1,450미터 일대의 시로미는 쇠퇴 중이며 부분적으로 1,200미터에도 출현하는 것으로 보고되었다.

남사면 1,920미터 일대에는 구상나무의 편형수가 분포하며 시로미와 함께 산메발톱나무, 털진달래, 고채목, 산범의꼬리, 곰취, 술페랭이, 호장근, 제주달구지풀, 구름떡쑥, 백리향, 한라개승마 등이 나타난다. 북사면 1,850미터 능선에는 시로미가 들쭉나무, 눈향나무, 구름떡쑥 등과 같이 자란다. 1,670미터 부근 왕관릉 일대의 개활지에는 강한 바람에 적응한 왜성의 털진달래와 제주조릿대가 흔하고 드물게 시로미가 눈향나무, 주목과 함께 나타난다. 1,400미터 일대에도 부분적으로 출현하는 것으로 알려졌다.

시로미는 북사면 1,900미터 분화구 주변과 1,640미터 부근 개활지에서도 드물게 나타나며, 1,200미터 일대에도 자라는 것으로 알려졌다. 한라산에서 시로미는 완만한 사면, 바위틈, 산정부와 능선 등 다양한 서식처에서 자라나 햇빛이 잘 들고 배수가 잘되는 곳으로 바람에 직접 노출되어 눈이 거의 쌓이지 않는 곳에서도 잘 자란다.

들쭉나무는 한라산 정상 부근 동서남북 모든 사면에 분포한다. 들쭉나무는 동사면 1,920미터 일대에서 지면을 기면서 자라며, 눈향나무, 시로미, 구상나무, 구름채꽃, 곰취, 엉겅퀴, 제주양지꽃, 이질풀, 섬잔대, 구름떡쑥 등과 혼재하며, 1,700미터 일대에도 분포하는 것으로 보고되었다. 한라산 서사면 1,930미터 능선에는 들쭉나무와 함께 구상나무, 눈향나무, 시로미, 털진달래, 산솜방망이, 곰취, 이질풀, 구름떡쑥, 술페랭이, 섬잔대, 구름송이풀, 한라개승마, 구름채꽃, 손바닥난초, 백리향, 가는범꼬리 등이 출현한다.

한라산 남사면 산정부 안쪽 1,910미터 일대에는 구상나무의 편형수가 분포하며 들쭉나무와 함께 시로미, 산메발톱나무, 털진달래, 고채목, 산범의꼬리, 곰취, 술페랭이, 호장근, 제주달구지풀, 구름떡쑥, 백리향, 한라개승마 등이 나타난다. 한라산 북사면 1,850미터 능선에는 들쭉나무가 눈향나무, 시로미, 구름떡쑥 등과 같이 자라며, 1,500미터 일대에도 분포하고 있는 것으로 알려졌다. 한라산에서 들쭉나무는 겨울철 동안 충분한 눈이 쌓여있고, 바람으로부터 보호되나 일찍 눈이 녹는 능선이나 바람의지에 잘 자란다.

구름송이풀은 주로 한라산 서사면 1,940미터 능선의 암설지에 산솜방망이, 곰취, 이질풀, 구름떡쑥, 술페랭이, 섬잔대, 한라개승마, 구름채꽃, 손바닥난초, 백리향, 가는범꼬리, 구상나무, 눈향나무, 시로미, 털진달래, 들쭉나무 등과 혼재하며, 방위는 불분명하지만 1,500미터에도 자라는 것으로 알려졌다. 한라산에서 구름송이풀은 암석이 많고 햇빛에 노출된 능선에 잘 자란다.

구름채꽃은 한라산 동서남사면에 분포하며, 정상 동북사면 안쪽 1,880미터 부근에서는 눈향나무, 시로미, 들쭉나무, 구상나무, 곰취, 엉겅퀴, 제주양지꽃, 이질풀, 섬잔대, 구름떡쑥 등과 섞여 나타나기도 한다. 한라산 서사면 1,700미터에는 수고 5미터 정도의 구상나무 군락이 발달하고 동산로 주변 평지에는 구름채꽃과 함께 제주조릿대, 구름떡쑥, 제주달구지풀, 눈향나무, 시로미, 털진달래 등이 같이 자란다. 서사면 1,600-1,500미터에는 비교적 완만한 능선으로 북서사면을 중심으로 구상나무가 우점하며, 개활지에는 구름채꽃과 함께 털진달래, 팽나무, 주목, 제주조릿대, 산메발톱나무, 호장근,

잔대, 금방망이, 백리향, 구름떡쑥, 곰취, 제주달구지풀 등이 출현한다. 한라산 남사면 1,800-1,750m 일대에는 구름채꽃이 사초, 겨이삭, 눈향나무, 털진달래, 구상나무와 함께 출현한다. 한라산에서 구름채꽃은 햇빛이 잘 드는 사면이나 능선에 초본류와 함께 자란다.

구름떡쑥은 한라산 정상 일대 동서남북 모든 사면에서 발견된다. 한라산 정상 동사면 1,900미터 부근에서 곰취, 영경취, 제주양지꽃, 이질풀, 섬잔대, 구름채꽃, 눈향나무, 시로미, 들쭉나무, 구상나무 등과 섞여 나타난다. 한라산 등사면 1,850미터 일대에는 구름떡쑥이 출현하며 곰취, 바늘영경취, 이질풀, 시로미를 비롯하여 눈향나무가 우점한다.

한라산 서사면 1,900-1,800미터 일대에는 구름떡쑥과 함께 섬잔대, 족도리, 앵초, 제주양지꽃, 슬페랭이, 눈향나무, 시로미, 구상나무, 털진달래, 제주조릿대, 들메화나무 등이 분포한다. 1,700미터에는 수고 5m 정도의 구상나무 군락이 발달하고 등산로 주변 평지에는 구름떡쑥과 함께 제주조릿대, 구름채꽃, 제주달구지풀, 눈향나무, 시로미, 털진달래 등이 같이 자란다. 서사면 1,600-1,500미터은 비교적 완만한 능선으로 북서사면을 중심으로 구상나무가 우점하며, 개활지에는 구름떡쑥과 함께 털진달래, 팽팡나무, 주목, 제주조릿대, 산메발톱나무, 호장근, 잔대, 금방망이, 백리향, 구름채꽃, 곰취, 제주달구지풀 등이 출현한다.

한라산 정상 남쪽 1,900미터 급사면에는 구름떡쑥과 함께 솜다리가 나타난다. 한라산 정상 남사면에는 구상나무의 편형수가 분포하며 구름떡쑥과 함께 시로미, 산메발톱나무, 털진달래, 고채목, 산범의꼬리, 곰취, 슬페랭이, 호장근, 제주달구지풀, 백리향, 한라개송마, 타래난초, 섬잔대, 산솜방망이 등이 나타난다. 한라산 남사면 1,760미터 일대에는 구름떡쑥이 곰취, 이질풀, 섬잔대, 산수국, 슬페랭이, 한라황기, 털진달래 등과 함께 나타나며, 급경사의 암석지에는 눈향나무, 시로미가 관찰된다. 구름떡쑥은 한라산 백록담 외륜산 북사면 1,850미터바위 위에 자라는 들메화나무와 함께 출현하기도 하는데 같이 나타나는 식물은 이끼류, 앵초, 털진달래 등이다. 한라산 일부 지역에서는 구름떡쑥이 1200미터에도 자라는 것으로 알려졌다. 한라산에서 구름채꽃은 햇빛이 잘 들고 안정된 완만한 사면이나

능선에 주로 출현한다.

솜다리는 한라산 서사면과 남사면에 출현하는데, 서사면 1,900미터 일대의 급사면에 4개체가 출현한다. 이곳에는 솜다리 외에도 구름떡쑥, 섬잔대, 족도리, 앵초, 제주양지꽃, 슬페랭이, 눈향나무, 시로미, 구상나무, 털진달래, 제주조릿대, 들메화나무 등이 분포한다. 남사면 1,900미터 급경사지에는 13개체의 솜다리가 구름떡쑥과 함께 나타난다. 그 중 3개체는 풀 숲에 자라고, 10개체는 바위 틈에 생육하고 있다. 방위상으로는 대부분이 서쪽을 향하고 있으며 2개체만이 동사면을 향하여 대부분 직사광선을 피한 곳에 자란다. 과거의 보고는 1,400미터 이상의 고도에 솜다리가 분포하는 것으로 보고되었으나 확인이 불가능하였다. 한라산에서 솜다리는 능선의 절벽이나 바위 틈 등 직사광선이 강하지 않고 척박하며 건조한 토양에도 잘 자라며 내한성이 강하다.

6) 한라산 고산식물의 훼손

우리 나라에서 희귀, 멸종 위기에 처한 식물 217종의 보존우선순위(이유미, 이원열, 1997)에 의하면 들메화나무 2위, 시로미 31위, 눈향나무 41위, 솜다리 52위, 들쭉나무 96위, 구름송이풀 98위, 구름떡쑥 217위 순으로, 본 조사에서 연구된 고산식물들의 보존이 시급한 것으로 파악되었다.

한라산 정상 일대의 고산식물의 훼손을 가져오는 요인으로 등반객에 의한 답압(trampling)피해, 노루에 의한 피해, 기온 온난화와 산성비 피해에 따른 고산식물의 쇠퇴 등을 예상할 수 있다. 한라산은 폭증하는 등반객에 의하여 고산식생이 심하게 파괴되었고, 등산로의 세굴과 침식도 심각하게 진행되었다. 따라서 과도한 등반에 의한 고산식생과 토양 피해를 최소화시키고 자연생태계의 회복을 위하여 백록담 서사면인 서북벽은 1986년 5월 1일부터, 남사면인 남벽은 1994년 7월 1일부터 그리고 동사면인 성판악과 북사면인 관음사 코스는 1996년 3월 1일부터 일반인의 출입을 통제하고 있다.

한라산 고산식물의 피해를 야기시키는 다른 요인은 근래 급속히 숫자가 증가한 노루에 의한 피해를 생각할 수 있다. 한라산국립공원관리사무소가 1989년 눈이 내렸을 때 족적을 조사한 결과에 따

르면 2,300여마리가 서식했는데, 1993년 초에는 3,200여마리로 3년사이에 39%가 증가한 것으로 조사되었다(조선일보, 1993). 이들에 의한 한라산 정상 일대의 고산식생의 피해는 쉽게 관찰되었는데 이에 대한 구체적인 연구 조사와 대책이 요구된다. 최근에는 한라산 정상보호계획에 대한 종합적인 연구 용역(유병림 외, 1997)이 수립되었다. 필자는 한라산 정상과 1,700m 현지 기온관측 결과를 바탕으로 기온온난화가 한라산 고산식물의 쇠퇴에 미치는 영향과 고환경과의 관계를 분석 중으로 차후 발표할 예정이다.

3. 결 론

본 연구는 제주도의 기온 온난화가 한라산의 정상 부근의 고산식물의 분포에 미치는 영향을 분석하기 위한 시도의 하나이다. 한라산 고산식물 8종(눈향나무, 들매화나무, 시로미, 들쭉나무, 구름송이풀, 구름채꽃, 구름떡쑥, 솜다리)의 수평 및 수직적 분포와 생태적 특성 등을 생물지리학적 측면에서 접근하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

한라산의 고산식물은 ①한반도에서 한라산에만 분포하는 종(15종) ②한라산과 북부 고산 공통종(14종) ③한라산과 설악산 공통종(5종) ④한라산과 지리산 공통종(7종) ⑤한라산, 지리산, 설악산 공통종(40종) ⑥제주도 또는 한국 특산종(27종) ⑦한라산과 한반도 일부 산지에 분포하는 공통종(22종) ⑧한라산과 일본 공통종(6종) 등 8가지 유형으로 분류된다.

한반도에서 고산식물의 종별 분포역 연구 결과, 눈향나무는 한반도 전역의 1,000미터 이상의 산지에 주로 분포하며, 한라산에서는 1,500미터 이상에 분포한다. 들매화나무는 한반도에서 한라산 1,800미터 이상에만 분포한다. 시로미는 북부의 일부 고산과 한라산에 격리 분포하며, 한라산에서는 1,200미터 이상에 국한되어 출현한다. 들쭉나무는 1,000미터 이상의 북부 고산과 중부 산지 그리고 한라산에 불연속적으로 분포하며, 한라산에서는 1,500미터 이상에 분포한다. 구름송이풀은 북부와 중남부 고산에 분포하며, 한라산에서는 1,500미터 이상에 자란다. 구름채꽃은 주로 북부 고산지에 분포하며,

한라산에서는 1,500미터 이상에 분포한다. 구름떡쑥은 한라산 1,200미터 이상에 분포한다. 솜다리는 북부와 중부 일부 고산 그리고 한라산에 분포하며 한라산에서는 1,400미터 이상에 출현한다.

한라산에서 각각의 고산식물별 수직적, 방위별 분포역을 보면 다음과 같다. 눈향나무는 한라산 동사면(1,700-1,920미터), 서사면(1,550-1,940), 남사면(1,500-1,920), 북사면(1,670-1,900)에 주로 분포하며, 우점하는 고도는 동사면 1,850미터 이상, 남사면 1,850미터 일대, 북사면 1,670미터 부근이다. 눈향나무는 지면이나 바위에 밀착하여 기는 포복형으로 고도와 생육환경에 따라 각기 다른 종 구성을 나타낸다. 눈향나무는 햇빛에 노출되고 바람이 많아 상대적으로 습하지 않은 능선이나 사면의 바위나 지면을 기면서 군락을 형성한다.

들매화나무는 한라산 정상 서사면(1,800-1,900)과 북사면(1,850미터 일대) 바위에 주로 분포한다. 한라산 북사면에서의 방위별 분포 조사에 의하면 대부분 북, 북서와 북동을 나타내고, 남이나 동쪽을 보이는 것은 전체 중 10% 미만이었다. 남향이나 동향에서는 대부분 바위로 둘러 쌓여 남쪽의 직사광선을 피할 수 있는 곳에 주로 자란다. 들매화나무는 일사량이 적고, 바람이 많고 공중습도가 높으며 여름에도 저온이 유지되는 바위 틈 토양층에서 자주 발견되며, 적설심도가 얇고 서릿발작용에 노출되는 곳에 밀생한다.

시로미는 한라산 동사면(1,500-1,920), 서사면(1,200-1,940), 남사면(1,400-1,920), 북사면(1,200-1,850)에 주로 분포하며, 우점하는 고도는 동사면 1,850미터 일대이다. 시로미는 완만한 사면, 바위틈, 산정부와 능선 등 다양한 서식처에 자라나 햇빛이 잘 들고 배수가 잘되는 곳으로 바람에 직접 노출되어 눈이 거의 쌓이지 않는 곳에도 잘 자란다.

들쭉나무는 한라산 동사면(1,700-1,920), 서사면(1,930미터 일대), 남사면(1,910미터 일대), 북사면(1,500-1,850) 등 주로 백록담 분화구 의류산에 집중되어 있다. 들쭉나무는 겨울철 동안 충분한 눈이 쌓여 있고, 바람으로부터 보호되나 일찍 눈이 녹는 능선이나 바람의지에 잘 자란다.

구름송이풀은 한라산 서사면(1,400-1,940)에 주로 출현하며, 돌이 많고 햇빛에 노출된 능선에 잘 자란다. 구름채꽃은 한라산 동북사면(1,880미터 일

대), 서사면(1,500-1,700), 남사면(1,750-1,800)에 주로 나타나며, 햇빛이 잘 드는 사면이나 능선에 초본류와 함께 자란다. 구름떡쑥은 한라산 동사면(1,850-1,900m 일대), 서사면(1,200-1,900), 남사면(1,760-1,900), 북사면(1,850미터 일대)에 주로 분포하며, 햇빛이 잘 들고 안정된 완만한 사면이나 능선에 주로 출현한다. 솜다리는 한라산 서사면(1,900미터 일대), 남사면(1,900미터 일대)에서 확인하였는데, 방위상으로는 대부분이 서쪽을 향하고 있으며 일부만이 동사면을 향하고 있다. 솜다리는 능선의 절벽이나 바위 틈 등 직사광선이 강하지 않고 척박하며 건조한 토양에도 잘 자라며 내한성은 강하다.

한라산의 고산식물은 빙하기 중 기후가 한랭해지면서 동북아시아로부터 유입된 식물 중 일부가 후빙기에 기온이 상승하면서 한랭한 피난처를 찾아 고지대로 이동하여 정상 일대에 격리 분포하게 된 것으로 판단된다. 한라산 산정부의 한랭한 기온, 짧은 생육일수, 강한 바람, 불규칙적인 적설심도 그리고 기후요소들의 심한 연교차 등 기후적 요인과 척박한 토질과 주기적인 동결과 해빙과 연관되는 추빙하성 지형의 간섭이 발생하는 불리한 조건 등은 열악한 환경에 대한 적응력이 상대적으로 앞선 고산식물들이 생육할 수 있는 여건을 마련해 준 것으로 판단된다.

한라산 고산식물 8종의 고도별, 사면별 고산식물 종의 수평 및 수직 분포 특성을 분석한 결과, 회귀하거나 멸종 위기 상태에 있는 고산식물들에 관한 기초적인 생물지리학적 자료와 정보가 축적되었다. 또한 이를 바탕으로 해당 식물의 보존과 관련된 지식이 구축되었다. 차후 계속될 한라산 고산식물의 분포와 과거 및 현재 환경과의 관계 연구는 한반도의 자연환경 변천사를 파악하고, 기온 온난화가 지속될 때 고산생태계가 당면하게 될 문제를 이해하고 대안을 제시하는데 필요한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

사 사

1995년부터 1997년까지 본 연구를 재정적으로 지원한 한국학술진흥재단에 감사드리며, 현지 식생

조사와 기상관측에 협조를 아끼지 않은 한라산국립공원관리사무소와 제주기상대 관계자들과 감사 드린다. 또한 본 연구에 관심을 가져 주신 여러 분의 호의에 감사드리며, 특히 고생을 마다치 않고 답사에 동행하여 고락을 같이한 경희대학교 생물지리학교실 대학원생 유용한군과 구경아양 그리고 많은 학부생들에게 고마운 마음을 전한다.

文 獻

- 김도정, 1970, "한라산의 구조토 고찰", 낙산지리, 1, 3-10.
- 김문홍, 1987, "제주도 육상식물의 연구와 장래의 문제", 제주도연구, 4, 173-177.
- 김문홍, 1992, 식물생태계, 국립공원자연자원조사 - 한라산국립공원 - 내무부, 51-144.
- 김문홍, 1994, 제주의 육상식물, 제주의 자연생태계, 88-123, 한국이동통신제주지사.
- 김월홍, 1997, 학생식물사전, 금성청년출판사, 한국문화사(영인).
- 김종규·강경원·손명철(역), 1997, 코리아 I, 민음사, (Lautensach, H., 1945, Korea, K.F.Koehler Verlag, Leipzig).
- 김태정, 1990, 우리가 정말 알아야 할 우리 꽃 백가지, 현암사.
- 김태정, 1992, 고산식물, 대원사.
- 김태정, 1993a, 한국의 야생화 고원지에 피는 꽃, 국일미디어.
- 김태정, 1993b, 우리가 정말 알아야 할 백두산의 우리 꽃, 현암사.
- 김태호, 1996, "리모트센싱에 의한 제주도 식생 피복의 계절적 변화", 지리학논고, 14, 1-8.
- 박만규, 1942, "조선고산식물목록", 조선박물학회잡지, 9(83), 1-12.
- 박만규, 1975, "한국 식물 중 절멸 또는 그 위기에 있는 것과 회귀종에 관한 조사 연구", 자연보존, 특집호, 3-24.
- 박행신·오문유·오덕철·김원택, 1977, "한라산 백록담 분화구내의 생태계에 관한 연구(I)", 제주대논문집, 7, 177-192.
- 부종휴, 1972, "제주도 식물의 이도 저보", 교육 제

- 주, 20, 85-91.
- 서재철, 1997, 한라산. 한국의 자연탐험 3, 웅진출판.
- 엄규백, 1962, "송백류의 분포를 중심으로 하는 한라산의 수직분포대". 한국식물학회지 5(2), 17-20.
- 오계철, 1968, 기후와 삼림군집, 천연보호구역 한라산 및 홍도, 문화공보부, 60-88.
- 오덕철 · 이종석 · 강옥철 · 김동석, 1985, 등산로 및 백록담 주변의 생태계 훼손 실태, 한라산 천연보호구역 학술조사보고서, 108-121, 제주도.
- 오현도 · 김문홍 1977, "제주도 식물에 관한 연구(I) -수목의 수직분포에 대하여-", 제주대 논문집, 9, 23-40.
- 원병오, 1996, 야생의 보고 비무장지대, 현암사.
- 유병림 외, 1997, 한라산정상보호계획, 한라산국립공원관리사무소.
- 이덕봉, 1957, "제주도의 식물상", 고대문리논총, 2, 339-412.
- 이덕봉, 1970, "한라산", 자연보존, 2, 2-3.
- 이영로, 1968, 특산식물, 천연보호구역 한라산 및 홍도, 문화공보부, 112-126.
- 이영로, 1979, "한라산정 식물상의 보존 상태에 대하여", 자연보존연구보고서, 1, 63-77.
- 이영로 · 이명보, 1957, "한라산 화구내 식물과 토도의 식물", 약학회지, 4(1), 21-43.
- 이영로 · 이우철, 1968, 상록수, 천연보호구역 한라산 및 홍도, 문화공보부, 126-153.
- 이우철, 1996a, 한국식물명고, 아카데미서적.
- 이우철, 1996b, 원색한국기준식물도감, 아카데미서적.
- 이유미, 1995, 우리가 정말 알아야 할 우리 나무 백가지, 현암사.
- 이유미 · 이원열, 1997, 희귀 및 멸종위기식물 도감, 중부임업시험장.
- 이인규 외, 1996, 국내생물종문헌조사연구, 우선조사생물종 및 검토태상종, 제1권, 자연보호중앙협의회.
- 이창복, 1985, 한라산의 특산 및 희귀식물, 한라산천연보호구역학술조사보고서, 215-242, 제주도.
- 이창복, 1986, "우리 나라의 천연보호구역", 자연보존, 54, 15-18.
- 이창복, 1987, "우리 나라 희귀식물의 분포 현황과 보존 대책", 자연보존, 59, 15-21.
- 이창복, 1990, "한라산 천연보호구역", 자연보호, 13(1), 19-21.
- 이창복, 1992, "한라송이풀", 월간과학, 9월호, 110-111.
- 이춘평 · 안학수, 1963, 한국식물명감, 범학사.
- 임경빈, 1972, 한국의 고산대, 원색과학대사전, 학원사, 266-288.
- 임록제 외, 1972, 조선식물지 1, 과학출판사.
- 임록제 외, 1975, 조선식물지 4, 5, 6, 과학출판사.
- 임록제 외, 1997, 조선식물지 7, 과학기술출판사, 한국문화사(영인).
- 임양재 · 백광수 · 이남주, 1990, 한라산의 식생, 중앙대학교출판부.
- 임형탁, 1992, "제주도 소산식물에 관한 식물지리적 연구", 식물분류학회지, 22(3), 219-223.
- 장남기 · 박승태 · 이희선, 1973, "한라산 삼림군락의 식물사회학적 분석", 연구논총, 3, 167-180.
- 정영호, 1966, "본대학 석엽표본관 소장 식물석엽표본목록(I)", 서울대논문집(생능계), 17, 223-257.
- 정영호, 1970, "제주도 식물의 특이성", 자연보존, 2, 4.
- 정영호, 1986, 한국식물학분류학사개설, 아카데미서적.
- 정영호, 1989a, "한국의 고산식물", 과학동아 12월호, 84-89.
- 정영호, 1989b, "우리 나라 고산식물의 분포 특성", 자연보존, 66, 29-38.
- 정태현, 1944, 조선삼림식물도설, 조선박물연구회, 683쪽.
- 정태현 · 이우철, 1965, "한국삼림대 및 적지적수론", 성대논문집, 10, 329-435.
- 조무연, 1989, 원색한국수목도감, 아카데미서적.
- 조선일보, 1991. 3. 13, 1993. 1. 8.
- 차종환, 1969, "한라산 식물의 수직분포", 식물학회지, 12(4), 19-21.
- 차종환, 1970, "제주도 식물군락의 생태학적 연구", 동국대논문집, 6.7호, 2-99 - 2-118.
- 한국자연보존협회, 1981, 한국의 희귀 및 위기동식물, 한국자연보존협회.
- 현진오, 1989a, "한국의 고산식물(1)", 월간 산, 236.

- 44-47.
- 현진오, 1989b, "한국의 고산식물(2)". 월간 산, 237, 12-15.
- 환경부, 1997. 국내 주요식물의 생장특성 및 적정관리방안에 관한 연구(초본편), 환경부.
- 환경청, 1989. "환경청 지정 특정 야생동식물 목록", 자연보존, 65, 31-33.
- 中井猛之進, 1914, 濟州島莞島植物調査報告書.
- 中井猛之進, 1927, "朝鮮高山植物 概況", 科學知識, 8(1), 38-43.
- 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", 文教朝鮮, 38, 33-60.
- 清水建美, 1983, 原色新日本高山植物圖鑑(II), 保育社, 大阪.
- Baldwin, J., 1939, Chromosomes of the Diapensiaceae, *J. Heredity*, 30, 169-171.
- Cain, S., 1944, *Foundations in Plant Geography*, MacMillan, New York.
- Camp, W., 1998, On the structure of populations in the genus *Vaccinium*, *Brittonia*, 4(2), 189-204.
- Clapham, A., Tutin, T. and Warburg, E., 1962, *Flora of the British Isles*, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Day, R. and Scott, P., 1981, Autecological aspects of *Diapensia lapponica* in Newfoundland, *Rhodora*, 83(833) 101-109.
- Day, R. and Scott, P., 1984, The biology of *Diapensia lapponica* in Newfoundland, *Canadian Field Naturalist*, 98(4), 425-439.
- Eshbaugh, W., 1968, Biosystematic and phytogeographic studies of the genus *Empetrum*, *Yearbook of Amer. Phil. Soc.*, 297-298.
- Gjaerevoll, O., 1980, A comparison between alpine plant communities of Alaska and Scandinavia, *Acta Phytogeogr. Suec*, 68, 83-88.
- Gjaerevoll, O. and Bringer K., 1965, Plant cover of the alpine region, *Acta Phytogeogr. Suec.*, 50, 257-268.
- Grey-Wilson, C., 1979, *The Alpine Flowers of Britain and Europe*, Collins, London.
- Hong, W.S., 1957, Investigation report on plant communities on Cheju Island, *Catholic Med. Coll. Thesis*, 1, 62-84.
- Hulten, E., 1958, The Amphi-Atlantic Plants and their Phytogeographical Connections, *Kungl. Svenska Vetenska. Hand.*, Band 7. Nr 1, Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Hulten, E., 1970, The Circumpolar Plants. II, Dicotyledons, *Kungl. Svenska Vetenska. Hand.* Band 13. Nr 1, Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Huxley, A., 1967, *Mountain Flowers*, Blandford Press, London.
- Kitagawa, M., 1979, *Neo-Lineamenta Florae Manshuricae*, J. Cramer, Germany.
- Kong, W. S., 1989, *The Biogeographic Divisions of Korea and Their Past and Present Environments, with Special Reference to the Arctic-Alpine and Alpine Floras*, Ph.D. Thesis, Univ. of Hull, U.K.
- Kong, W.S., 1991, Present distribution of cryophilous plants and palaeoenvironment in the Korean Peninsula, *The Korean Journal of Quaternary Research*, 5(1), 1-14.
- Kong, W.S., 1996, The biogeographical features of Mt. Halla, Cheju Island, Korea, *28th International Geographical Congress, Abstract*, The Hague, The Netherlands, 228-229.
- Kong, W.S. and Watts, D., 1993, *The Plant Geography of Korea*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Landolt, E. and Aeschmann, D., 1986, *Notre flore alpine*, Club Alpin Suisse, Zurich.
- Lautensach, H., 1945, *Korea*, Springer-Verlag, Berlin(Translated into English by K. & E. Dege)
- Li, H., 1952, Floristic relationships between eastern Asia and eastern North America, *Trans. Amer. Phil. Soc.*, 42(2), 371-429.
- Moggi, G., 1985, *Alpine Flowers*, Macdonald, London.

- Moore, D., Harborne, J. and Williams, C., 1970, Chemotaxonomy, variation and geographical distribution of the Empetraceae, *Bot. J. Linn. Soc.*, 63, 277-293.
- Oh, S.O., 1977, Floral and phytogeographical studies on the vascular plants of Korea, *Nature and Life(Kyungpook Natl. Univ.)*, 7(1), 13-39.
- Ohwi, J., 1984, *Flora of Japan*, Smithsonian Institute, Washington, D.C.
- Polunin, O., 1969, *Flowers of Europe*, Oxford Univ. Press, London.
- Tatewaki, M., 1967, Distribution of alpine plants in northern Japan, Wright, H. & Osburn, W.(eds.), *Arctic and Alpine Environments*, 119-136, Indiana Univ. Press.