

## 한반도 상록활엽수의 지리적 분포와 기후요소

구경아\* · 공우석\*\* · 김중규\*\*\*

## Distribution of Evergreen Broad-leaved Plants and Climatic Factors

Kyung-Ah Koo\* · Woo-Seok Kong\*\* · Chong-Kyu Kim\*\*\*

**요약** : 한반도에 자생하는 상록활엽수의 종류에 따른 지리적 분포와 기후요소와의 관계를 분석하였다. 우리나라의 6속 132종 상록활엽수는 분포하는 지역의 수, 수직적 고도 범위, 위도에 따라 7개의 그룹으로 분류되었다. 7개의 그룹은 다시 분포의 남북한계선을 갖는 한대성 상록활엽수와 북방한계선을 갖는 난대성 상록활엽수로 나뉘었다.

한대성 상록활엽수와 난대성 상록활엽수의 분포와 관련된 기후요소는 연평균기온(Ty), 1월 평균기온(T1), 1월 평균최저기온(Tmin1), 8월 평균기온(T8), 8월 평균최고기온(Tmax8), 연교차(Tar) 등이며, 종류에 따라 분포에 영향을 미치는 기후요소는 달랐다. 난대성 상록활엽수의 분포에 중요한 것은 주로 1월 평균기온 -4C, 1월 평균최저기온 -9C이다. 한대성 상록활엽수의 분포는 8월 평균기온 19C, 8월 평균최고기온 26C가 다른 기준조건보다 중요한 것으로 판단된다.

**주요어** : 상록활엽수, 난대성 상록활엽수, 한대성 상록활엽수, 북방한계선, 남북한계선, 기후요소

**Abstract** : The relationships between the distribution of 132 species, 61 genera of evergreen broad-leaved trees and shrubs (EBTS) and climatic factors have discussed. The distributional patterns of EBTS were categorized into seven groups on the basis of the number of distributing sites, distributional altitudes and latitudes. Out of seven group, the cold-tolerant EBTS were common at groups I and II, along with *Empetrum nigrum* var. *japonicum*, *Diapensia lapponica* subsp. *obovata* of group III. However, the warmth-tolerant EBTS were rich at groups III, IV, V and VI.

The lower distributional limits of cold-tolerant EBTS in the groups I and II decreased as one moves toward south. The upper distributional limit of warmth-tolerant EBTS in the groups III, IV and V decreased with increasing latitude. However, no clear distributional tendency is noticed in the groups VI and VII.

The range of warmth-tolerant EBTS appear to show close relationship with the January mean temperature -4C and January mean minimum temperature -9C than others. On the other hand, that of the cold-tolerant EBTS seem to respond well to the August mean temperature 19C and August mean maximum temperature 26C than others.

**Key Words** : evergreen broad-leaved trees, warmth-tolerant evergreen broad-leaved trees, cold-tolerant evergreen broad-leaved trees, northern distribution limit, southern distribution limit, climatic factors.

## 1. 서론

한반도 상록활엽수에 대한 연구의 시초는 植木秀幹(1933, 1941a, 1941b)이며, 이후에는 식물사회학적 혹은 생태학적 연구가 주류를 이루었다(김중홍, 1988; 김철수, 오장근, 1990a, 1990b, 1991, 1992; 이일규, 1979, 1980, 1981; 임병선 외, 1992; 이오형, 1992; 오상철, 1970, 1975, 1976). 그러나

상록활엽수의 분포에 영향을 미치는 환경 요인에 대한 생물지리학적 연구는 부족하였다.

상록활엽수는 남해안에 분포의 북방한계선이 나타나는 난대성 식생으로 분류되었고, 분포의 남북한계선을 갖는 한대성 상록활엽수에 대한 관심은 적었다. 그러나 공우석(1988)에 의하면 극지고산식물이나 고산식물에 속하는 상록활엽수들이 북부와 중부 그리고 남부지방 고산대에 많이 분

\* 경희대학교 지리학과 석사(M. Sc., Department of Geography, Kyunghee University).

\*\* 경희대학교 지리학과 부교수(Associate Professor, Department of Geography, Kyunghee University).

\*\*\* 경희대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Kyunghee University).

포한다. 따라서 상록활엽수의 지리적 분포를 알기 위해서는 종 단위로 분포지를 조사하여 북방한계선과 남방한계선을 갖는 종을 나누어 분포를 설명해야 한다.

상록활엽수의 분포와 환경 요인에 대하여 임양재(1970), Yim & Kira(1975, 1976), Yim(1977a, 1977b) 등은 상록활엽수의 분포를 한랭지수, 온량지수와 관련하여 연구하였다. 위 연구는 남부지방의 일부 상록활엽수를 대상으로 하였으나, 다양한 상록활엽수의 분포를 설명하지는 못하였다. Woodward(1987, 1992)와 Box *et al* (1993)은 최한월 기온이 난대성 상록활엽수의 분포에 중요하다 하였으며, 특히 Woodward는 최저기온의 범위에 따라 상록활엽수를 분류하였다. 또한 Vincent(1990)는 북부 고산지대의 상록수는 낮은 여름 기온에 대한 경쟁력이 다른 수종들보다 높다고 하였다. 한라산에서도 고산식물의 분포가 여름 최고 기온에 관련되어 밝혀졌다(공우석, 1999). 그러므로 우리나라 상록활엽수의 분포를 최한월기온 및 최한월기온과 연관하여 분석하는 것이 필요하다.

이 연구는 첫째, 한반도의 상록활엽수의 분포와 지리적 인자인 위도, 경도에 따른 지역별 종 다양성의 차이를 분석하였다. 둘째, 상록활엽수의 속, 종에 대한 수평적, 수직적 분포 한계선을 구획하고, 이를 기초로 그룹별 북방한계선과 남방한계선을 설정하였다. 셋째, 그룹별 상록활엽수의 분포와 기후요소와의 연관성을 분석하였다.

## 2 연구방법 및 자료

상록활엽수의 종 목록 작성은 이춘령 외(1963), 송주택(1985), Ohwi(1984) 등의 자료를 참조하였다. 상록활엽수의 수평적 분포도는 각 산지와 도시의 식물상 보고서와 개체군 연구 보고서를 기초로 구축되었고, 수직 분포역은 정태현과 이우철(1965)의 자료에 기초하였다.

조사된 264개 산지와 섬의 위도와 경도는 1 : 25,000 지형도에서 확인하였다. 제작된 종별 분포도를 바탕으로 분포 유형에 따라 7개의 그룹으로 나눈 후, 분포의 남방한계선과 북방한계선을 갖는 그룹으로 각각 구분하였다. 다음 단계로 그룹별 분포도와 기후도를 비교하여 분포에 지배적인 영

향을 미치는 기후요소를 분석했다.

기온 자료는 1973년부터 1998년까지 결측이 없는 남한의 55개 관측소의 자료와 북한의 13개 관측소의 자료를 사용하였다. 기온 관측치가 없는 산지의 기온값을 구하기 위하여 관측소의 위도, 경도, 고도를 독립변수로 채택하여, 기온, 고도, 위도, 경도를 변수로 SPSSWIN 8.0을 이용하여 회귀식을 구하였다. 셀 크기가 약 2Km인 DEM으로부터 각 셀의 위도, 경도, 고도를 추출하고 구해진 회귀식에 따라 중첩 분석하여 기온을 추정하였다. 구해진 기후요소별 온도 grid를 GIS 기법인 smooth contour를 이용하여 등치선도를 작성하였고, 사용된 프로그램은 INTERGRAPH의 MGE이다. 강수량 분포도는 기존의 분포도를 이용하였다.

## 3. 상록활엽수 종류와 지역별 종다양성

한반도에 자생하는 상록활엽수는 모두 61속 132종으로 남·북한 전역에 걸쳐 분포하며, 지역에 따라 분포하는 종의 다양성은 차이가 많았다(구경아, 2000). 상록활엽수의 지역별 종다양성은 북위 35°이남에서 높고, 중부와 북부지방에서는 매우 낮았다. 상록활엽수는 내륙보다는 도서 지역에 주로 분포하며, 일부종은 도서 지역에만 격리 분포하였다.

상록활엽수의 종다양성과 위도 및 경도와와의 관계에 대한 회귀 분석을 실시함과 동시에 도서 먼적, 육지와의 거리, 인구, 농업 인구 비율 등(내무부, 1985)에 대한 분석을 실시하였다. 분석 결과 위도 및 경도와 상록활엽수 종다양성은 아래의 식이 추출되었으나 다른 변수들에서는 경향성을 찾을 수 없었다.

$$\text{종다양성} = 352.802 - 4.335 \times \text{LA} - 1.452 \times \text{LO} \\ (\text{LA} : \text{위도}, \text{LO} : \text{경도})$$

회귀식의  $R^2 = 0.296$ 로 상록활엽수의 분포에서 회귀식이 설명할 수 있는 부분이 낮았다. 그러나, 실제 값과 회귀식에서 구해진 값들을 비교한 결과 북위 35°이하의 서해안 지역은 잔차가 3 이하로 매우 작았다. 따라서 회귀식은 한반도 전역에서 상록활엽수의 종다양성을 예측하는 것은 어려우나, 상록활엽수가 집중 분포하는 북위 35°이하

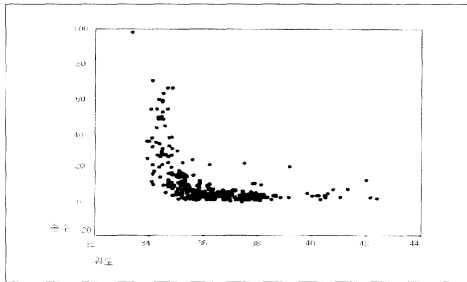


그림 1. 위도의 변화에 따른 상록활엽수 종다양성의 변화 추이

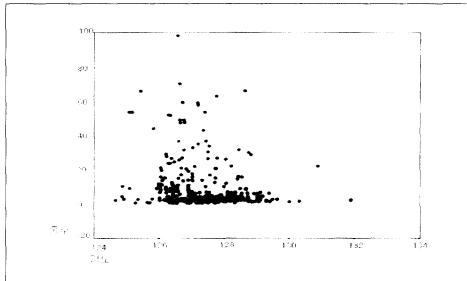


그림 2. 경도의 변화에 따른 상록활엽수 종다양성의 변화 추이

의 서해안 지역에서는 예측력을 갖는 것으로 볼 수 있다.

회귀식에 따르면,  $R^2$ 는 낮지만 상록활엽수의 종다양성은 위도와 경도가 증가함에 따라 감소하였다. 회귀식이 북위  $35^\circ$  이하의 서해안 지역에서만 예측력을 갖는 것은 북위  $35^\circ$  부근에서 종다양성이 급격히 감소하고 동경  $126^\circ$ 와  $128^\circ$  사이에 종

다양성이 높은 지역이 밀집하기 때문이다(그림 1과 2). 실제로 난대성 상록활엽수는 북위  $36^\circ$  이남, 동경  $126^\circ$ 와  $128^\circ$  사이의 도서 지역에 집중적으로 분포하는 것으로 나타났다.

#### 4. 상록활엽수의 수평적 분포

상록활엽수의 종별 분포는 종의 출현지역 수, 위도, 고도 등에 따라 7개 그룹으로 나누어 졌으며, 각 그룹의 특징은 다음과 같다.

그룹 I은 백두산을 비롯한 북부 고산지대에 3곳(그림 3)에 국지적으로 분포하는 왕백산차, 애기백산차, 가늘잎백산차, 긴잎백산차, 황산차, 린네풀, 기술송 담자리꽃나무 등 8종의 북방계 극지고산식물(arctic-alpine plants)로 이루어졌다.

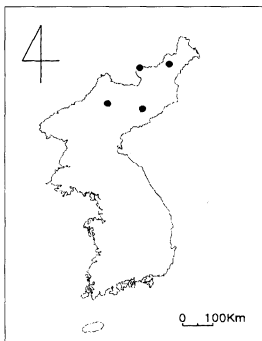


그림 3. 그룹 I의 분포도

그룹 II는 북부 지방의 3곳 이상의 고산 및 아고산 지역에 분포하는 백산차, 노랑만병초, 만병초, 월굴 등 4종의 북방계 고산식물(alpine plants)로 이루어지고 남방 한계선을 갖는데, 그룹 I에 비해 상대적으로 연속적인 분포를 보인다(그림 4). 이들의 분포의 남방한계선은 비래봉, 장수산, 묘향산, 남립산, 사수산, 추애산, 지리산, 치악산, 방대산, 계방산, 오대산, 가리왕산, 태백산, 보현산, 두타산과 울릉도를 연결하는 선이다.

그룹 III은 남부지방 도서와 낮은 산지에 나타

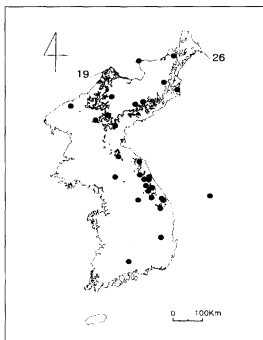


그림 4. 그룹 II의 분포와 8월 평균최고기온 및 8월 평균기온과의 관계

나는 죽절초, 소귀나무, 긴꼭지천선과나무, 애기모람, 참나무겨우살이, 넓은잎조류나무, 겨울딸기, 시로미, 갯대추나무, 좁갈매나무, 떡사스페리나무, 돌매화나무(암매), 왕벚꽃, 등근잎광나무, 당광나무, 박달목서, 당마삭나무, 수정목, 종수정목, 금오지자, 흰민중가시나무, 애기동백, 무른나무, 잔털인동, 섬인동, 긴잎후박나무, 붉은겨우살이 등 27종으로 구성된다(그림 5). 이 그룹에 속하는 종은 남방계 상록활엽수와 북방계 극지고산식물(시로미, 돌매화나무)로 일부 지역에만 국한되어 분포한다.

그룹 IV는 주로 남부지방 해안에 분포하는 종으로 구성되며 북위 34° 20'과 35° 10' 사이에 분포의 북방한계선이 나타난다(그림 6). 그림 6에서 남부 해안선보다 높은 위도의 내륙에도 여러 분포지가 나타나는 것은 각 종들의 격리 분포 지역이 모두 합쳐졌기 때문이다.

그룹 IV에는 단대성 상록활엽수인 바람둥쥐, 구실갯밤나무, 모밀갯밤나무, 북가시나무, 돌가시나무, 종가시나무, 가시나무, 참가시나무, 넓은잎참가시나무, 천선과나무, 가늘잎천선과나무, 모란, 왕도

랍, 동백나무겨우살이, 붓순나무, 녹나무, 생달나무, 까마귀쪽나무, 육박나무, 셀달나무, 왕후박나무, 흰새데이, 돈나무, 조록나무, 동근있다정금나무, 긴있다정금나무, 다정금나무, 좁쌀거리나무, 굴거리나무, 섬회양목, 팽팡나무, 민나무, 상동나무, 털상동나무, 담팔수, 우묵사스래피나무, 삼사스래피나무, 검은재나무, 빗죽이나나무, 산유자나무, 백서향나무, 가는잎보리장나무, 녹보리뚝나무, 황칠나무, 송악, 백량금, 산호수, 왕쥐뚃나무, 상동잎쥐뚃나무, 영주치자, 왕마삭나무, 민마삭줄, 백화등, 나뉘은조롱, 호자나무, 치자나무, 아왜나무, 모새나무, 긴잎사철나무, 구골나무, 서향, 힘박이, 금식나무 등 모두 63종이 있다.

그림 IV에는 한반도의 상록활엽수 중 가장 많은 종이 남부 해안지방을 중심으로 집중 분포하며, 분포의 북방한계선은 홍도, 대흑산도, 우이도, 각이도, 안마도, 오도, 송이도, 위도, 말도, 상낙월도, 불갑산, 문수산, 면덕산, 병풍산, 백운산, 영취산, 지리산, 월아산, 무학산, 강복산, 한우산, 화왕산, 보현산, 울릉도를 연결하는 선이다.

그림 V는 참식나무, 사철나무, 동백나무, 자금

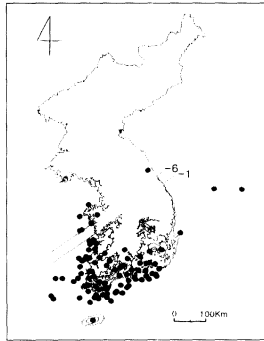


그림 6. 그림 IV의 분포와 1월 평균최저기온 및 1월 평균기온과의 관계

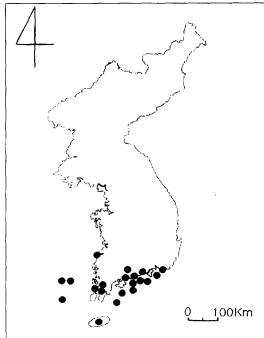


그림 5. 그림 III의 분포도

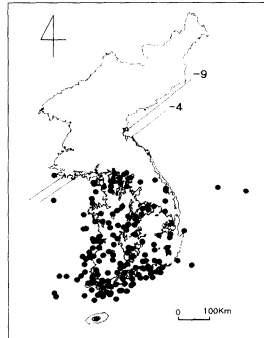


그림 7. 그림 V의 분포와 1월 평균최저기온 및 1월 평균기온과의 관계

우, 후박나무, 개산초나무, 호랑가시나무, 넓은잎사철나무, 줄사철나무, 감탕나무, 사스레피나무, 후피향나무, 보리밥나무, 보리장나무, 큰보리장나무, 석나무, 털인동, 광나무, 마삭줄, 털마삭덩굴, 멸골, 남오미자 등 22종의 남방계 상록활엽수로 이루어지고, 북위 37° 53' 이남의 중부지방까지 연속 분포하며, 본포의 북방한계선을 나타낸다(그림 7).

이들의 본포 북방한계선에 해당하는 지역은 백령도, 대청도, 소청도, 풍도, 승봉도, 황건도, 외연도, 어유정도, 석도도, 관악산, 남산, 도봉산, 수락산, 천마산, 명지산, 삼악산, 오대산, 청옥산, 울릉도, 독도를 연결하는 선이다.

그룹 VII은 중·남부 내륙종으로 내륙에만 부분적으로 분포하는 꼬리겨우살이, 긴잎회양목, 청대뱀집나무, 홍만병초 등 4종이 있다(그림 8). 본포의 북방한계선을 갖는 상록활엽수들이 대부분 남부 도서 지역에 집중 분포하는 것과는 달리 그룹 VII의 종들은 울릉도와 남해도의 홍만병초를 제외하면 중부와 남부 내륙 지역에만 분포하는 것이 특이하다.

그룹 VIII은 겨우살이, 회양목, 인동, 산진달래나

무 등 4종으로 넓게 분포하는 종으로 구성되며, 본포의 남방한계선과 북방한계선을 설정할 수 없다(그림 9). 산진달래나무는 제주도 및 남부 해안 지방과 북부 지방에는 나타나지만, 중부 지방에는 분포하지 않는 것이 특이하다.

광범위한 분포를 보이는 그룹 VIII을 제외한 6개의 그룹은 다시 본포의 남방한계선과 북방한계선을 갖는 그룹으로 나뉘어 진다. 본포의 남방한계선을 갖는 그룹은 그룹 I, II와 III의 시로미와 돌매화나무이며, 북방계 한대성 상록활엽수들로 주로 북쪽의 고산 지대에 분포한다(Koo & Kong, 2000; 그림 10). 제주도의 시로미와 돌매화나무는 한대성 상록활엽수로 한라산의 혹독한 고산조건에 적응한 종이다(공우석, 1998, 1999). 본포의 남방한계선을 갖는 종류는 비래봉, 장수산, 묘향산, 남립산, 사수산, 추애산, 지리산, 치악산, 방태산, 계방산, 오대산, 가리왕산, 태백산, 보현산, 두타산, 울릉도, 제주도 등에 나타난다.

본포의 북방한계선을 갖는 그룹은 시로미와 돌매화나무를 제외한 그룹 III, IV, V, VI으로, 온난한 기후를 선호하는 한대성 상록활엽수들로 구성

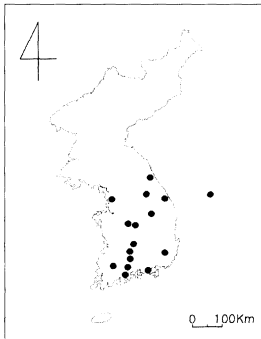


그림 8. 그룹 VII의 분포도

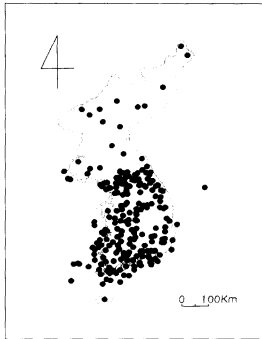


그림 9. 그룹 VIII의 분포도

되며, 주로 저지대의 남부 지방의 도서 지역과 해안 지역에 집중 분포한다(그림 11). 이 그룹의 종들은 해류의 영향으로 서해안과 동해안에서 내륙보다 높은 위도까지 분포한다. 분포의 북방한계선은 백령도, 대청도, 소청도, 풍도, 승봉도, 횡건도, 외연도, 어유정도, 석모도, 관악산, 남산, 도봉산, 수락산, 천마산, 명지산, 삼악산, 오대산, 청옥산, 설악산, 두타산 울릉도, 독도 등이다.

### 5. 상록활엽수의 수직적 분포

상록활엽수는 수직적 분포 특성에 따라 그룹 I과 II, 그룹 III, 그룹 IV와 V, 그룹 VI와 VII 등 4개의 그룹으로 분류되었으며, 이들의 특징은 다음과 같다.

그룹 I과 II의 수직적 분포 특징은 황산차 이의 종들이 대부분 해발고도 2000m 이상의 높은 고도까지 분포하며, 모두 분포의 수직적인 하한계선을 나타낸다. 그룹 I과 II에 자라는 종은 다른 종에 비해 고산의 낮은 기온 및 강한 바람 등에 의한 수분 스트레스에 잘 적응한 것으로 볼

수 있다.

그룹 I과 II의 구성종은 대부분 고산식물로서 이들의 분포가 기후 조건에만 영향을 받는다면 남쪽으로 갈수록 분포의 하한계선이 높아져야 한다. 그러나 실제로는 남쪽으로 갈수록 분포의 수직적 하한계선이 낮아진다. 이러한 현상은 그 분포가 기후 조건 외에 국지적인 환경 및 생태적인 조건에 영향을 받았음을 나타낸다.

그룹 III의 식물종은 시로미와 돌배나무를 제외하면 모두 낮은 고도에 자라며, 특히 제주도에만 자라는 11종 가운데 대부분은 700m 이하의 산지에 자라고 있다. 시로미와 돌배나무는 다른 종과는 달리 한라산의 고산과 아고산대에 적응하여 자라고 분포의 하한계선을 가지며, 그룹 I과 II의 종들과 함께 북방계 상록활엽수인 고산 식물로 분류된다(공우석, 1998).

그룹 IV와 V의 대부분의 구성종은 위도가 증가함에 따라 분포의 상한계선이 낮아졌다. 특히 제주도에서는 1,100m까지 남방계 상록활엽수가 분포하지만 다른 지역에서 분포 고도는 급격하게 낮아졌다. 이는 북쪽으로 갈수록 겨울 기온이 낮

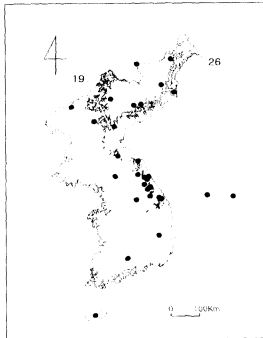


그림 10. 한대성 상록활엽수의 분포와 8월 평균최고기온 및 8월 평균기온과의 관계

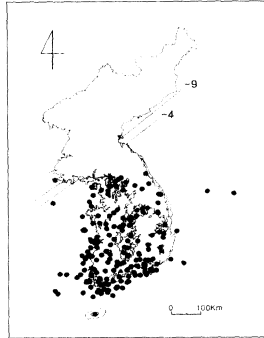


그림 11. 한대성 상록활엽수의 분포와 1월 평균최저기온 및 1월 평균기온과의 관계

아지기 때문이다.

그들 VI과 VII은 고도 자료 부족으로 위도에 따른 경향성을 알 수 없었다. 제주도에서 높은 고도에서도 난대성 상록활엽수가 분포하는데, 이는 한라산의 기후와 생태 조건이 다양함을 나타낸다.

## 6. 상록활엽수의 분포와 기후요소

상록활엽수의 분포에 영향을 미치는 기후요소로 Box *et al* (1993), Woodward(1987) 등의 연구에 따라 평균기온(Ty), 1월 평균기온(T1), 8월 평균기온(T8), 1월 평균최저기온(Tmin1), 8월 평균최고기온(Tmax8), 연교차(Tar), 연 강수량, 봄 강수량, 겨울 강수량 등을 채택하였다.

우리나라의 산지 기온과 강수 자료는 매우 드물고, 실측에 의한 고도별 기온 분포는 일부 산지에서만 조사되었다(윤진일 외, 1988; 송호열, 1969; 공우석, 1999).

따라서 각 변수들에 대한 회귀식으로 산지의 기온과 강수량을 환산하였으나, 강수량은 회귀분석 결과 유의한 결과를 얻을 수 없었다. 강수량 이외의 기후요소는 관측소의 위도, 경도, 고도를 독립 변수로 회귀 분석하여 다음 식을 얻었다.

$$\begin{aligned} Ty &= 13.208 - 0.743 \times LA + 0.208 \times LO - 0.00739 \times H \\ &\quad (R^2 = 0.885, LA = \text{위도}, LO = \text{경도}, H = \text{고도}) \\ T1 &= -60.043 - 1.316 \times LA + 0.842 \times LO - 0.0122 \times H (R^2 = 0.826) \\ T8 &= 62.005 - 0.435 \times LA - 0.163 \times LO - 0.00536 \times H (R^2 = 0.875) \\ Tmin1 &= -67.357 - 1.353 \times LA + 0.875 \times LO - 0.0142 \times H (R^2 = 0.728) \\ Tmax8 &= 91.585 - 0.432 \times LA - 0.362 \times LO - 0.00306 \times H (R^2 = 0.584) \\ Tar &= 122.048 + 0.881 \times LA - 1.065 \times LO + 0.006881 \times H (R^2 = 0.678) \end{aligned}$$

분석 결과 Tmax8은 R<sup>2</sup>가 낮아 참고 자료로만 사용하였다. 회귀식에 대하여 실제 관측소의 자료와 잔차를 구한 결과 Ty는 -1.2~1.3°C, T1은 -3.6~4.3°C, T8은 -1.1~1.1°C, Tmin1은 -5.5~5.5°C, Tmax8은 3.5~-1.7°C, Tar은 -4.4~3.6°C로 각각 나타났다. 이 잔차와 고도 및 위도를 비교한 결과 관측소가 거의 없는 고산지대와 고위도 지역에서 잔차가 다소 컸다. 특히 백두산 등 북부지방의 고산대는 고도가 높은 산지와 북한 지역의 실측 자료가 부족하여 설명력이 매우 낮았다.

위의 회귀식을 이용하여 각각의 기온 분포도와 그룹별 상록활엽수의 분포를 비교하여 그룹별 분포에 영향을 미치는 기온조건과 함께 그룹별 남

방한계선과 북방한계선에 영향을 미치는 기온조건을 조사하였다. 또한 개개 종들의 분포와 기온조건과의 관계를 알기 위해 전체 종의 남방한계선과 북방한계선에 대하여 R<sup>2</sup>값이 낮은 Tmax8를 제외한 나머지 변수들에 대하여 기온 범위를 구하였다. 이 때 수종의 수직적 분포자료가 있을 때에는 사용하였고, 없는 경우에는 산의 정상 고도와 고도 0m를 계산하여 기온 범위를 기록하였다.

기온과 강수 분포도를 상록활엽수의 분포와 비교한 결과 그룹별로 분포에 영향을 미치는 기후요소가 달랐고, 강수 분포도와는 관련이 적었다. 강수 조건이 식물의 생육에 중요함에도 불구하고 상록활엽수와 강수 분포가 잘 일치하지 않는 것은 우리나라는 식물의 생육에 큰 장애가 될 정도의 수분부족 현상이 적기 때문이다. 또한 기존의 강수 분포도가 지형성 강우 등 국지적 조건에 따라 나타나는 강수량의 지역적인 차이를 반영하지 못하기 때문이다. 그러나 개개의 종들의 분포를 강수량과 비교하면 관련성을 찾을 수 있을 것으로 판단된다.

그들 I과 III의 종들은 분포지 수가 3개 이하로 분포 한계선을 설정하고 기온 조건과의 관련성을 찾을 수 없어 종별로 기온 범위를 찾는 것이 필요하다. 그룹 VI는 수평적으로 내륙 지역에만 나타나므로 그룹 V와 큰 차이를 보였으나, 북방한계선 지역은 두 그룹이 비슷하여 분포와 관련된 기온 조건도 그룹 V와 같은 것으로 추측된다. 그룹 VII은 전국적으로 분포하여 기후 외 다른 조건이 중요할 것으로 보인다.

그룹 I의 한대성 상록활엽수들은 백두산 일대를 비롯한 한반도에서 가장 한랭한 기온 조건에 잘 적응한 수종들이다. 그룹 II의 수종들은 그룹 I의 수종들에 비해 상대적으로 온난한 기온 조건에도 분포하였다.

그룹 II 수종들의 분포 남방한계선은 지리산의 아고산대까지 남하하는데, 이 지역은 1월 평균기온 -13°C, 1월 평균최저기온 -18°C, 8월 평균기온 19°C, 8월 평균최고기온 26°C, 연평균기온 6°C, 연교차 32°C를 나타낸다. 특히 8월 평균기온은 19°C, 8월 평균최고기온 26°C는 그룹 II의 상록활엽수들의 분포와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다(그림 4).



상록활엽수의 분포를 결정하는 요인으로 지금까지 최한월 기온이 주로 논의되었으나, 북방계 상록활엽수의 분포가 8월의 기온에 영향을 받는다는 것을 의미한다. 유사한 결과가 국내의 다른 연구에서도 보고되었다(Kong, 1998; 공우석, 1999).

그림 III의 상록활엽수들은 한반도에서 가장 온난한 지역에 분포한다. 그러나 시로미와 돌매화나무는 한라산 정상 일대의 한랭한 조건을 선호하는 수종으로, 1월 평균기온  $-13^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-18^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균기온  $19^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균최고기온  $26^{\circ}\text{C}$ , 연평균기온  $6^{\circ}\text{C}$  범위에 자라 그림 II의 기온과 비슷하다.

한반도에 자생하는 상록활엽수 중 가장 많은 종류가 자라는 그룹 IV는 난대성 상록활엽수로 구성되며, 최한월 기온에 의해 분포가 영향을 받는 것으로 나타났다. 그룹 IV는 1월 평균기온  $-1^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-6^{\circ}\text{C}$ , 연평균기온  $12^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에서 자라고 있다(그림 6).

그룹 V와 VI의 난대성 상록활엽수 분포에도 최한월 기온이 지배적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 1월 평균기온  $-4^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-9^{\circ}\text{C}$ 와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다(그림 7).

요약하면 한반도에 자생하는 상록활엽수 중 그룹 I과 II 및 그룹 III의 시로미와 돌매화나무를 포함한 북방계 상록활엽수의 분포 남방한계선과 관련된 기온 조건은 1월 평균기온  $-13^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-18^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균기온  $19^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균최고기온  $26^{\circ}\text{C}$ , 연평균기온  $6^{\circ}\text{C}$ , 연교차  $32^{\circ}\text{C}$ 로 판단된다. 특히 8월 평균기온  $19^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균최고기온  $26^{\circ}\text{C}$ 와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다(그림 10).

반면 그룹 III, IV, V, VI의 남방계 상록활엽수의 분포에 관련된 기온 조건은 1월 평균기온  $-4^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-9^{\circ}\text{C}$ 로 조사되었다(그림 11). 이것은 최저기온을 기준으로 상록활엽수를 분류한 Woodward(1992)의 분류에 따르면 서리에 대해 내성을 갖는 형(Frost-resistant type)에 속한다.

## 7. 결론

한반도 상록활엽수의 지리적 분포와 기후요소와의 관계를 밝히기 위하여, 자생하는 모든 상록

활엽수의 종 목록을 조사한 후 지리적인 분포지를 파악하고, 분포 유형을 분류하였다. 또한 산지의 기온 분포도를 회귀식과 GIS기법을 이용하여 작성하고 상록활엽수의 분포역과 기후요소와의 관계를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 한반도에 자생하는 상록활엽수는 모두 61속 132종이며, 지리적으로 북위  $35^{\circ}$ 이남과 동경  $126^{\circ} \sim 128^{\circ}$  사이에 주로 분포하였다. 상록활엽수의 수평적 분포는 분포 지역의 수, 위도, 수직적 고도 범위에 따라 7개의 그룹으로 분류되었다.

그 중 그룹 I과 II 및 그룹 III의 시로미와 돌매화나무는 남방한계선을 갖는 북방계 한대성(cold-tolerant) 상록활엽수이고, 그룹 III, IV, V, VI는 북방한계선을 갖는 남방계 난대성(warmth-tolerant) 상록활엽수이다.

둘째, 북방계 상록활엽수의 남방한계선은 비래봉, 장수산, 묘향산, 남립산, 사수산, 추애산, 지리산, 치악산, 방대산, 계방산, 오대산, 가리왕산, 태백산, 보현산, 두타산, 울릉도 제주도 등을 연결하는 선이다.

남방계 상록활엽수의 북방한계선은 백령도, 대청도, 소청도, 풍도, 송봉도, 황건도, 외연도, 어유정도, 석도도, 관악산, 남산, 도봉산, 수막산, 천마산, 명지산, 삼악산, 오대산, 청옥산, 설악산, 두타산 울릉도, 독도 등을 연결하는 선이다.

셋째, 상록활엽수의 수직적 분포는 그룹별로 달라 그룹 I과 II는 수직적 하한계선을 갖고며, 저위도로 갈수록 하한계선이 높아졌다. 그룹 III, IV, V는 수직적 상한계선을 가지는데, 한라산에서는 높고 다른 산지에서는 수직적 고도가 낮아졌다. 그룹 VI, VII은 제주도에서 가장 높은 고도까지 분포하며, 다른 지역에서는 경향성을 보이지 않았다. 넷째, 상록활엽수의 분포와 관련이 있는 기후 조건은 그룹별로 달랐다. 그룹 I과 III은 북방계 상록활엽수로 극지적이고 불연속적인 분포를 보이므로 종 단위로 기온과의 관계를 조사할 필요가 있다.

그룹 II의 한대성 상록활엽수 분포와 관련된 기후 조건은 1월 평균기온  $-13^{\circ}\text{C}$ , 1월 평균최저기온  $-18^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균기온  $19^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균최고기온  $26^{\circ}\text{C}$ , 연평균기온  $6^{\circ}\text{C}$ , 연교차  $32^{\circ}\text{C}$ 이다. 그룹 IV의 남방계 상록활엽수의 분포는 1월 평균기온  $-1^{\circ}\text{C}$ ,

1월 평균최저기온 -6°C, 연평균기온 12°C, 그룹 V와 VI는 1월 평균기온 -4°C, 1월 평균최저기온 -9°C와 관계되는 것으로 조사되었다.

다섯째, 남방계 상록활엽수의 북방한계선과 밀접한 관련이 있는 기후 조건은 1월 평균기온 -4°C, 1월 평균최저기온 -9°C이다. 북방계 상록활엽수의 분포에 영향을 미치는 기후 조건은 8월 평균기온 19°C, 8월 평균최고기온 26°C가 다른 기온 조건보다 중요한 것으로 판단된다. 그러나 이를 입증하기 위하여 앞으로 수종별 생리적 기온범위에 대한 산지에서의 실증적 조사와 실험적 연구가 필요하다.

### 文獻

- 김중홍, 1988. 한반도 상록활엽수에 대한 식물사회학적 연구. 건국대학교 박사학위논문.
- 김철수 · 오장근, 1990a. "다도해 해상국립공원내의 상록활엽수림에 대한 식물사회학적 연구 - 조도군도의 식생을 중심으로 -." 한국생태학회지, 13(3), 181-190.
- 김철수 · 오장근, 1990b. "다도해 해상국립공원내의 상록활엽수림에 대한 식물사회학적 연구 (II) - 금오열도의 식생을 중심으로 -." 한국생태학회지, 13(4), 343-359.
- 김철수 · 오장근, 1991. "다도해 해상국립공원내의 상록활엽수림에 대한 식물사회학적 연구(IV) - 외나루도의 식생을 중심으로 -." 한국생태학회지, 47, 49-62.
- 김철수 · 오장근, 1992. "다도해 해상국립공원내의 상록활엽수림에 대한 식물사회학적 연구(V) - 소안도와 청산도 식생을 중심으로 -." 목포대연안환경연구, 9, 1-29.
- 공우석, 1989. "한반도 생물지리구 설정과 중요성." 지리학(대한지리학회지), 40, 43-54.
- 공우석, 1998. "한라산 고산식물의 분포 특성." 대한지리학회지, 32(2), 191-208.
- 공우석, 1999. "한라산의 수직적 기온 분포와 고산 식물의 온도적 범위." 대한지리학회지, 34(4), 385-393.
- 구경아, 2000. 한반도 상록활엽수의 지리적 분포와 기후요소와의 관계 -내장산 굴거리나무를 중심으로-. 경희대학교 석사학위논문, pp. 178.
- 내무부, 1985. 도서지, pp. 1372.
- 송주태, 1985. 한국식물학대사전. 거북출판사.
- 송호열, 1999. "산간곡지의 동계 기온 분포 특성에 관한 연구." 서울대 박사학위논문.
- 이일규, 1979. "서해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 보존상태에 관하여." 자연보존연구보고서, 1, 79-91.
- 이일규, 1980. "서해 도서지방에 있어서의 상록활엽수의 보존상태." 자연보존, 29, 31-35.
- 이일규, 1981. "동남해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 그의 보존상태에 관하여." 자연보존연구보고서, 3, 89-109.
- 이오형, 1992. "다도해 상록활엽수림 대표식물군락의 토양환경과 미생물군집과의 상관관계." 목포대연안 환경연구, 9, 43-63.
- 이춘영 · 안학수, 1963. 한국식물명감, 범학사.
- 임병선 · 박연우 · 김하승, 1992. "다도해 해상국립공원 상록활엽수림의 군락형성에 미치는 환경요인." 목포대연안환경연구, 9, 31-42.
- 오상철, 1970. "제주산 상록활엽수와 20개지역과의 분포비교." 제주교대학보, 10.
- 오상철, 1975. "제주도 상록활엽수의 제검토와 제주도내 지역별 분포조사." 제주교육대학논문집, 5, 9-24.
- 오상철, 1976. "제주도 상록활엽수의 분포조사(2)." 제주교육대학논문집, 6, 59-71.
- 임양재, 1970. "한반도의 기후조건과 수종의 분포와의 관계에 관한 연구." 인천교육대학논문집, 5, 315-336.
- 윤건일 외, 1988. "한라산 남사면상의 야간 기온 분포 분석을 위한 사례 연구." 기상연구논문집, 5(1), 35-42.
- 정태현 · 이우철, 1965. "한국삼림식물대 및 적지적수론." 생태논문집, 10, 329-435.
- 植木秀幹, 1933. "朝鮮山林植物誌." 植物分類及植物地理, 2(2), 73-85.
- 植木秀幹, 1941a. "朝鮮常綠闊葉樹林帶の北限." 植物分類及植物地理, 10, 89-93.
- 植木秀幹, 1941b. "朝鮮常綠闊葉樹の北限帯について." 植物分類及植物地理, 8, 80-93.
- Box, E. O., Crumpacker, D. W., Hardin, E. D., 1993,

- A climatic model for location of plant species in Florida, U.S.A., *Journal of Biogeography* 20, 629-644.
- Kong, W. S., 1998, The alpine and subalpine geocology of the Korean Peninsula, *Kor. J. Ecol.*, 21(4), 383-387.
- Koo, K. A., Kong, W. S., 2000, Distributional patterns of evergreen broadleaved trees in The Korean Peninsula. *43rd Symposium of the International Association for Vegetation Science*, 47.
- Koo, K. A., 2000, Distribution of evergreen broadleaved trees and climatic factors, *29th International Geographical Congress*, 260-261.
- Ohwi, J., 1984, *Flora of Japan*, Smithsonian Institute, Washington D.C.
- Vincent, P., 1990, *The Biogeography of the British Isles*, pp. 142-152. London and New York.
- Woodward, F. I., 1987, *Climate and Plant Distribution*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Woodward, F. I., 1992, A review of the effects of climate on vegetation : range, competition, and composition, in Huggett, R. J., 1998, *Fundamentals of Biogeography*, London and New York.
- Yim, Y. J., 1977a, Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula ; III. Distribution of tree species along the thermal gradient, *Jpn. J. Ecol.*, 27, 177-189.
- Yim, Y. J., 1977b, Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula ; IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate, *Jpn. J. Ecol.*, 27, 269-278.
- Yim, Y. J. & Kira, T., 1975, Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula ; I . Distribution of some indices of thermal climate, *Jpn. J. Ecol.*, 25, 77-88.
- Yim, Y. J. & Kira, T., 1976, Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula ; II . Distribution of climatic humidity/aridity, *Jpn. J. Ecol.*, 26, 157-164.

(2001년 7월 9일 접수)