

## 광주광역시의 보호수와 기후변화 취약성 및 대응

임 동 옥\* · 제갈 은기 · 이 희 천<sup>1</sup>

호남대학교 생물학과, <sup>1</sup>환경부 국립생태원 건립추진기획단

### The Legally Protected Trees and Climate Change Vulnerability and Confrontation in Gwangju City

Dong Ok Lim\*, Eun Key Chekar and Hee-cheon Lee<sup>1</sup>

Department of Biology, Honam University, Gwangju 506-714, Korea

<sup>1</sup>Planning Office of National Ecological Institute, Ministry of Environment 427-800, Korea

**Abstract** – The legally protected trees distributed in Gwangju City is 68 individuals belong to 9 taxa. Among the legally protected trees recorded in environment white paper, *Quercus dentata* located in Gwangsan-gu Eunnam-dong Shinga village must come to correct *Quercus liena*, *Populus nigra* var. *italica* of Byeokjin village of Seo-gu Byeokjin-dong change to *Salix glandulosa* and *Pinus densiflora* of Sukjung-dong, Nam-gu should be alter into *Pinus densiflora* for. *multicaulis*. IPCC make an estimate the mean temperature multiplies best 6.4°C and sea level of 59 cm rises and is warning that the North-Pole glacier may have melted mostly and 95% of bio-species on earth may falls at extinction crisis on the late 21th century. If apply IPCC estimate result to evaluate climate change vulnerability through the legally protected trees of Gwangju City, it should be estimated that mean minimum temperature of the coldest month of Gwangju City in the late 21th century result in higher than 3°C as mean minimum temperature, January in Cheju Island at present. Therefore, it is estimate that the legally protected trees of Cheju Island such as *Pinus thunbergii*, *Celtis sinensis*, *Aphananthe aspera* and a evergreen broadleaf trees will grow up well in Gwangju City area in the late 21th century. The other hand, *P. densiflora* for. *multicaulis* and *zelkova serrata* as the legally protected trees that appear together in Seoul and Gwangju will be estimate by something to expose show vulnerability in region of Gwangju City.

**Key words** : the protected plant, IPCC, extinction crisis, climate change vulnerability

### 서 론

광주광역시는 호남평야의 한 가운데 위치하고 동쪽으로는 무등산, 서쪽으로는 영산강이 있어 천혜의 자연경관을 이루고 있다. 또한 광주광역시는 전원도시로서 무

등산의 수려한 산림과 더불어 수달, 삿, 매 및 원앙 등 멸종위기종이나 천연기념물과 같은 다양한 야생동물이 많이 서식하고 있어 자연자원이 풍부한 곳이다.

국가 기후변화 적응 종합계획에 의하면 세계는 화석 연료 사용 증가로 대기 중 온실가스 농도 증가 즉, CO<sub>2</sub> 농도는 산업혁명 이전 280 ppm에서 2005년 379 ppm으로 증가하였고, 우리나라의 2005년 CO<sub>2</sub> 평균농도는 389 ppm으로 세계 평균보다 10 ppm 높다고 보고한 바 있다

\* Corresponding author: Dong Ok Lim, Tel. 062-940-5431, Fax. 062-940-5431, E-mail. dolim@honam.ac.kr

(환경부 2008).

지구온난화로 전 세계 기온이 지난 100년간 0.74°C 상승하였는데 우리나라는 1.5°C 상승하여 세계 평균의 약 2배 상승하였다(권 2003; 임과 신 2005). 이는 인간의 활동이 지구표면의 온도를 상승시키는 주요인으로 확신하고 있다. IPCC (2007)는 21세기말에 평균기온은 1.4~5.8°C, 최대 6.4°C 상승하고, 해수면은 59 cm 상승하고, 북극 빙하는 완전히 녹아 없어질 것으로 예측하고 있다. 또한 이런 변화속도를 식물 종들의 이동에 적용할 경우, 식물종이 생존하기 위해서는 다음세기에 약 500 km에 이를지도 모른다고 예측하고 있다(Davis and Zabinski 1992; 이 2005). 이처럼 기후변화는 모든 생물군계나 생물분류군의 분포나 풍부도에 영향을 미치고(Parmesan and Yohe 2003) 특히 북위도 지방에서 극지방으로 이동과 고산으로 이동하는 생물분포의 변화가 커질 것으로 예측하고 있다(Parmesan 2006). 보호수는 수백 년 동안 한 곳에서 기후변화에 대처하며 오늘날까지 살아온 수종이지만 최근 기후변화에 의한 이상기후(혹서나 혹한 증가, 극지적 홍수 및 가뭄)가 빈번히 나타나게 될 경우 영향을 받을 수밖에 없다.

따라서 광주광역시에서 기후변화에 따른 과학적이고 장기적인 생태계변화 관리체계를 확립하고, 기후변화에 대응 생물다양성·생물자원 보전대책 수립에 기초자료로 활용될 수 있도록 광주광역시의 보호수와 노거수를 통해 기후변화 취약성을 평가하고 그 대응책을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 보호수 조사

광주광역시 내의 보호수는 보호수지정관리대장과 문화유적분포지도(전남대학교박물관과 광주광역시 2004)에 수록된 70개체가 보호수로 지정되어 있으며 이중 2개체는 보호수이면서 시·도기념물로 지정되어 있다.

현지 조사기간은 노거수의 생육이 가장 왕성하여 활력도 측정이 가능한 2009년과 2010년 7~8월에 실시하였다. 문헌기록상의 내용을 참고하여 보호수가 위치한 곳을 파악하여 현지 조사를 실시, 조사야장에 보호수의 일반정보, 위치정보 및 개체정보를 얻었다(장과 김 2007). 그리고 기후변화 취약성에 대한 관련 자료를 분석하기 위해 서울특별시와 제주시에 분포하는 보호수 자료를 확보하여 정리하였다.

### 2. 기후자료 추출

서울특별시와 광주광역시 및 제주도에 관련된 기후자료를 추출하였다. 기상청에서 기후자료를 구축하기 시작한 1910년대부터 최근 2009년까지 과거 100여 년간의 기온 및 강수량 등의 자료를 추출하여 정리하였다(기상청 2010). 기온은 연평균기온을 조사하였고, 월평균기온에서 최단월의 평균기온과 최한월 1월의 평균기온과 최저기온을 조사함으로써 난대성 및 온대성 육상식물의 분포에 대한 제한요소를 조사하였다. 강수량은 연평균 강수량과 월별 강수량을 비교 조사하였다.

### 3. 미래 기후 분포 변화 양상

서울특별시와 광주광역시 및 제주도에 관련된 기후자료를 IPCC (2007)가 예측한 21세기말에 평균기온이 최대 6.4°C 상승하고, 해수면은 59 cm 상승하여서 북극 빙하는 완전히 녹아 없어질 것이라는 결과를 대입하여 비교분석해 보았다. 이런 결과로부터 21세기말에 광주광역시의 보호수의 취약성 및 대응을 예측하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 광주광역시 보호수 분포 현황

광주광역시에 분포하는 보호수를 조사한 결과 고사한 개체를 제외하면 보호수는 9분류군 총 68개체이다(Table 1). 이미 발표된 문화유적분포지도(전남대학교박물관과 광주광역시 2004)와 환경백서(광주광역시 2006)에 기록된 수종(Fig. 1; Table 1) 중 잘못 기재된 분류군이 있어, 광산구 운남동 신가마을의 떡갈나무는 갈참나무로, 서구 벽진동 벽진마을의 양버들은 왕버들로 그리고 남구 석정동의 소나무는 반송으로 수정하였다. 또한 느티나무 및 팽나무의 개체 수도 정정하였다.

개체의 집단성을 살펴보면 단목으로 존재하는 곳은 38지점(54.3%)이었으며, 단목군은 17지점(24.3%)으로 대부분 보호수가 단목으로 확인되었다. 종별로 살펴보면 느티나무가 36개체, 팽나무 10개체, 왕버들 10개체, 은행나무 6개체, 테다소나무 2개체 그리고 갈참나무, 굴참나무, 이팝나무 및 반송은 각 1개체씩 확인되었다. 단 고사한 소나무는 제외하였다.

수령이 가장 오래된 개체는 지산동 산음마을의 느티나무와 송대동 대촌마을 은행나무가 500년으로 확인되었으며 두정동 칠봉마을의 은행나무는 450년으로 두 번째로 수령이 오래된 개체였으며 청문과 기존 자료에 의

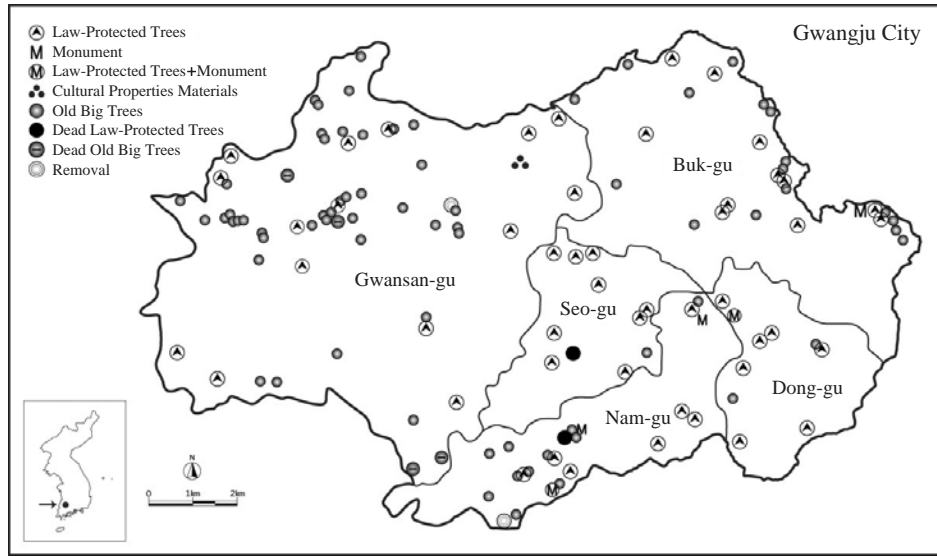


Fig. 1. Distribution map of the legally protected trees in Gwangju City.

Table 1. The number of the legally protected trees in Gwangju City from on-the-spot-probe (unit: ea)

Division	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
Total	36	10	10	6	1	—	2	1	1	1	68
Donggu	7	—	1	2	—	—	—	—	—	—	10
Seogu	5	6 (1 death)	3	—	—	—	2	—	—	—	16
Namgu	4	1	1	2	1	—	—	—	1	1	11
Bukgu	8	1	4	—	—	—	—	—	—	—	13
Gwansangu	12	2	1	2	—	(1 death)	—	1	—	—	18

A: *Zelkova serrata*, B: *Celtis sinensis*, C: *Salix glandulosa*, D: *Ginkgo biloba*, E: *Pinus densiflora* for. *multicaulis*, F: *Pinus densiflora*, G: *Pinus taeda*, H: *Quercus aliena*, I: *Quercus variabilis*, J: *Chionanthus retusa*

하면 나머지 보호수들은 150년에서 300년 사이의 수령을 지니고 있는 것으로 판단된다. 보호수의 평균 수고는 15.5 m이고 최대 수고는 남구 칠석동 칠석의 은행나무로 27 m이다. 평균 흉고둘레는 5 m이며, 평균 수관폭 최대는 19.7 m 평균 수관폭 최소는 17.2 m이다. 보호수의 수고는 9.0~19.0 m, 흉고둘레는 2.85~5.5 m 최대 수관폭은 11.5~31.4 m 사이의 수치를 보였다.

해발고도를 살펴보면 최저 해발고도는 15 m (신창동 반촌마을 느티나무), 최고 해발고도는 송학동 불교사의 팽나무가 위치한 곳으로 265 m이었으며, 나머지 보호수들은 18~86 m 사이의 해발고도에서 생육하고 있었다.

또한 보호수 주변에는 대부분 위치하는 모정과 더불어 주택과 마을길이 보호수 가까이 있어 콘크리트나 아스팔트로 인해 생육공간이 부족한 곳이 많았으며 지면이 흙으로만 되어 있는 곳은 두정동 칠봉마을의 은행나무로서 건강상태가 가장 우수하였다.

보호수는 고사와 전설을 지니고 있는 개체가 많았는데 15지점에서 15개체가 고사와 전설을 지니고 있었으

며 이 중 11개체가 당산나무로서 당산제를 지내고 있는 것으로 확인되었다.

이처럼 대부분 보호수는 고사나 전설이 있어 마을 사람들의 인지도나 관심도가 높았으며 고사된 개체는 단 한 그루만 확인되었다. 한편 보호수는 노거수에 비해 관리가 잘 되고 있지만 보호수 주변을 가꾼다는 명목이나 마을 주민들의 편의를 위하여 콘크리트나 아스팔트로 포장을 하여 뿌리의 생육공간을 비좁게 하고 있으며 정자를 비롯한 보호수 주변의 건물이나 콘크리트 외벽을 사용한 마을길 등은 보호수의 생육에 좋지 않은 영향을 미치고 있다고 판단된다.

## 2. 광주광역시, 제주도 및 서울특별시의 최근 100년간 기후변화 추이

1) 서울특별시, 광주광역시 및 제주도의 최근 100년간

연평균기온 비교

서울특별시 지역의 1900년~2000년까지의 연평균기

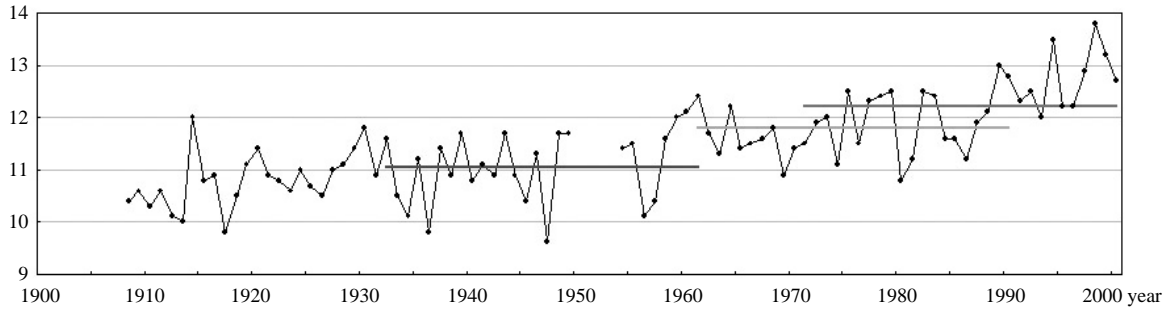


Fig. 2. Annual mean temperature (°C) from 1900 to 2000 of Seoul area.

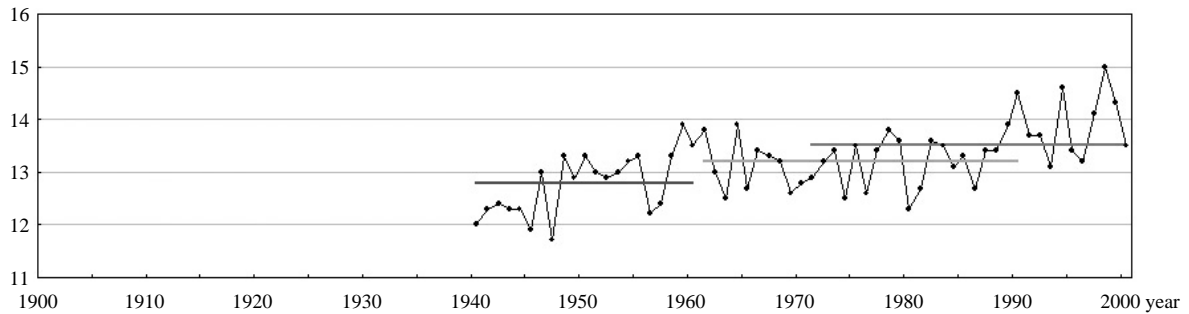


Fig. 3. Annual mean temperature (°C) from 1940 to 2000 of Gwangju area.

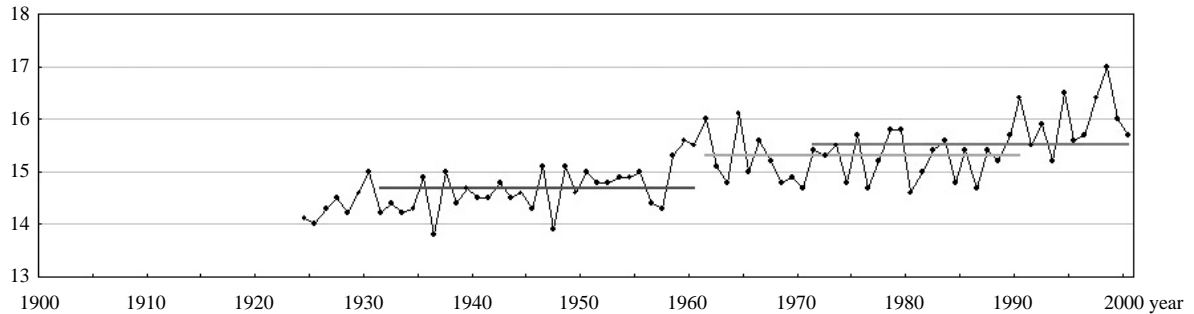


Fig. 4. Annual mean temperature (°C) from 1924 to 2000 of Cheju area.

온을 토대로 평균적인 온도를 조사한 결과 1960년대까지 11.1°C이었으며, 1960년부터 1990년까지 11.8°C 그리고 1970년부터 2000년까지 12.3°C로 나타나 연평균기온은 지속적인 상승곡선을 그리고 있다 (Fig. 2; 기상청 2010).

광주지역은 기상관측을 시작한 1940년부터 2000년까지 연평균기온을 조사한 결과 1940년~1960년대까지 약 12.8°C, 1960년부터 1990년까지 13.2°C 그리고 1970년부터 2000년까지 13.4°C로 나타나 지속적인 상승곡선을 그리고 있다 (Fig. 3; 광주광역시 2007).

제주도 지역의 1924년~2000년까지의 연평균기온을 조사한 결과 1930~1960년대까지 14.7°C, 1960년부터

1990년까지 15.3°C 그리고 1970년부터 2000년까지 15.5°C로 나타나 지속적인 상승을 하고 있다 (Fig. 4).

2) 서울특별시, 광주광역시 및 제주도의 월평균기온 비교  
광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 1971년~2000년까지의 월평균기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울만 -2.5°C로 영하이고, 광주는 0.5°C, 제주도는 5.6°C로 영상으로 나타났다. 지역 간 최한월 기온차이는 서울과 광주는 3.0°C 차이가 났고, 광주와 제주는 5.1°C 차이가 났으며 제주와 서울은 8.1°C의 차이를 보였다. 그리고 최난월인 8월은 서울 25.4°C, 광주 26.1°C 및 제주도 26.5°C로 큰 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

**Table 2.** Monthly mean temperature from 1971 to 2000 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Monthly mean temperature (°C)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	-2.5	-0.3	5.2	12.1	17.4	21.9	24.9	25.4	20.8	14.4	6.9	0.2
Gwangju	0.5	1.9	6.5	12.9	17.8	22	25.5	26.1	21.4	15.4	8.7	2.8
Cheju	5.6	6	8.9	13.6	17.5	21.2	25.7	26.5	22.7	17.8	12.6	8

**Table 3.** Monthly mean temperature from 2004 to 2009 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Monthly mean temperature (°C)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	-1.3	1.0	5.8	12.7	18.1	22.5	24.5	26.0	21.7	15.8	7.9	0.2
Gwangju	1.9	4.0	8.6	14.6	19.8	23.8	26.4	27.2	23.2	17.8	10.9	4.0
Cheju	6.2	7.1	9.8	14.2	18.1	21.8	26.3	27.2	23.4	19.0	13.4	8.3

**Table 4.** Monthly mean minimum temperature from 1971 to 2000 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Mean minimum temperature (°C) for each month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	-6.1	-4.1	1.1	7.3	12.6	17.8	21.8	22.1	16.7	9.8	2.9	-3.4
Gwangju	-3.3	-2.3	1.6	7.3	12.4	17.8	22.4	22.6	17.2	10.3	4.2	-1.2
Cheju	3.0	3.1	5.6	9.8	13.9	18.2	23	23.8	19.7	14.5	9.4	5

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 2004년 ~2009년까지의 월평균기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울만 -1.3°C로 영하이고, 광주는 1.9°C이고 제주도는 6.2°C로 나타나서 서울과 광주는 3.2°C 차이가 나고, 광주와 제주는 4.3°C 차이가 났으며 제주와 서울은 7.5°C의 차이를 보였다 (Table 3). 그리고 최한월인 8월은 서울 26.0°C이고 광주와 제주도는 27.2°C로 동일한 온도를 나타내어, 과거 30년간 최한월 평균기온과 일치하는 경향을 보였다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 1971년 ~2000년까지의 월평균최고기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울만 -1.6°C로 영하이고, 광주는 5.1°C이고 제주도는 8.3°C로 나타났다. 지역 간 차이는 서울과 광주는 3.5°C, 광주와 제주는 3.2°C 그리고 제주와 서울은 6.7°C의 차이를 보였다 (Table 4). 그리고 최한월인 8월은 서울 29.5°C, 광주 30.5°C 및 제주도 29.5°C로 내륙에 해당하는 광주가 제주나 서울보다 더 높은 월평균최고기온을 나타냈다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 2004년 ~2009년까지의 월평균최고기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울이 2.6°C로 영상이고, 광주는 5.7°C이고 제주도는 8.1°C로 나타났다. 서울과 광주는 3.1°C, 광주와 제주는 2.4°C 그리고 제주와 서울은 5.5°C의 차이를 보였다. 이처럼 2000년 이후 서울에서 최한월 월평균최

고기온이 영상으로 나타난 점은 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 그리고 최한월인 8월은 서울 29.8°C이고 광주 31.0°C 및 제주도는 30.1°C로 내륙에 해당하는 광주가 제주보다 더 높은 월평균최고기온을 나타냈다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 1971년 ~2000년까지의 월평균최저기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울과 광주는 각 -6.1°C와 -3.3°C로 영하이고 제주도는 3.0°C로 나타났다 (Table 5). 서울과 광주는 2.8°C, 광주와 제주는 6.3°C 그리고 제주와 서울은 9.1°C의 차이를 보였다. 그리고 최한월인 8월은 서울 22.1°C, 광주 22.6°C 및 제주도 23.8°C로 위도가 높을수록 월평균최저기온이 낮아졌으나 그 차이는 0.5~1.7°C 범위였다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 2004년 ~2009년까지의 월평균최저기온을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울과 광주는 각 -4.6°C와 -2.4°C로 영하이고 제주도는 4.0°C로 나타났다 (Table 5). 서울과 광주는 2.2°C, 광주와 제주는 6.4°C 그리고 제주와 서울은 8.6°C의 차이를 보였다. 그리고 최한월인 8월은 서울 22.9°C, 광주 23.1°C 그리고 제주도는 24.7°C로 위도가 높을수록 월평균최저기온이 낮아졌으나 그 차이는 0.2~1.8°C 범위였다.

이상과 같이 기온 자료를 분석해 볼 때 여름철 즉 최한월의 기온은 보호수의 분포에 큰 한계점은 되지 않을 것으로 판단된다. 그러나 1971년~2000년까지 최한월인

**Table 5.** Monthly mean minimum temperature from 2004 to 2009 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Mean minimum temperature (°C) for each month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	-4.6	-2.8	1.8	8.3	13.7	18.7	21.8	22.9	17.9	11.7	4.1	-3.2
Gwangju	-2.4	-1.1	2.5	7.9	13.5	18.9	22.7	23.1	18.8	12.0	5.4	-0.6
Cheju	4.0	4.2	6.4	10.7	14.7	19.1	23.8	24.7	21.2	16.2	10.6	5.7

**Table 6.** Monthly mean precipitation from 1971 to 2000 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Monthly mean precipitation (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	21.6	23.6	45.8	77.0	102.2	133.3	327.9	348.0	137.6	49.3	53.0	24.9
Gwangju	38.0	43.9	64.5	95.3	97.3	190.3	281.9	276.0	137.7	55.3	55.4	32.4
Cheju	63.0	66.9	83.5	92.1	88.2	189.8	232.3	258.0	188.2	78.9	71.2	44.8

**Table 7.** Monthly mean precipitation from 2004 to 2009 year of Gwangju, Cheju and Seoul

Region	Monthly mean precipitation (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seoul	15.5	25.3	49.2	61.1	125.8	137.8	543.1	228.9	154.8	39.4	45.1	19.2
Gwangju	24.3	52.7	49.9	62.1	126.8	178.6	356.7	321.5	161.6	31.0	36.1	43.3
Cheju	81.3	69.3	66.8	65.9	96.6	144.6	180.1	233.9	289.7	57.4	69.8	57.6

1월중 온도는 서울  $-6.1^{\circ}\text{C}$ , 광주  $-3.3^{\circ}\text{C}$  및 제주도는  $3.0^{\circ}\text{C}$ 이고 2004년~2009년까지 월별 평균 최저기온은 2000년 이전보다 다소 상승은 하였으나 서울( $-4.6^{\circ}\text{C}$ )과 광주( $-2.4^{\circ}\text{C}$ )는 영하이지만 제주도( $4.0^{\circ}\text{C}$ )만 영상으로 나타났다. 이처럼 최한월기온이 영상인 제주도에겐 난온대 상록활엽수가 분포하는 것을 볼 때 최한월 월평균최저기온이 생물 특히 식물의 분포를 한정짓는 중요한 인자로 판단된다(허 등 2006; 정 2011).

### 3) 서울특별시, 광주광역시 및 제주도의 강수량 비교

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 연강수량은 각각 1,344.2 mm, 1,368.0 mm, 1,456.9 mm로 나타나 강수량은 제주도가 가장 많았다. 1971년~2000년까지의 월평균 강수량을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울 21.6 mm, 광주 38.0 mm 및 제주도 63.0 mm로 제주도가 서울이나 광주보다 2배 이상 강수량을 보였다. 또한 제주도는 갈수기인 10월부터 3월까지 44.8~83.5 mm 강수량을 보여 서울이나 광주보다 훨씬 많은 양의 강수량을 보였다. 그리고 최한월인 8월은 서울 348.0 mm, 광주 276.0 mm 및 제주도 258.0 mm로 제주도보다 서울과 광주가 더 많은 강수량을 보였다(Table 6).

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 연강수량은 각각 1,445.2 mm, 1,444.6 mm, 1,413.0 mm로 나타났고, 3 지역이 비슷한 강수량을 보였다. 2004년~2009년까지의

월평균 강수량을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울 15.5 mm, 광주 24.3 mm 및 제주도 81.3 mm로 제주도가 서울이나 광주보다 3배 이상 많은 강수량을 보였다. 그리고 최한월인 8월은 서울 228.9 mm, 광주 321.5 mm 및 제주도 233.9 mm로 제주나 서울보다 광주가 더 많은 강수량을 보였다(Table 7).

이상의 자료를 분석해 보면 제주에는 6월부터 9월까지 우기가 아닌 1월에서 4월과 10월에서 12월까지 평균 60 mm 이상 강수를 보이고 있고 특히 1월중에 60 mm 이상의 강우를 보였다. 반면 광주와 서울지역은 각각 1월에 38.0 mm와 24.3 mm를 보여 제주에 비해 절반수준의 강수량을 보였다.

### 3. 광주광역시, 제주도 및 서울특별시의 보호수 비교

광주광역시 보호수를 조사 결과에 따라 수정된 보호수 지정현황은 느티나무가 36개체, 팽나무와 왕버들 각 10개체, 은행나무 6개체, 테다소나무 2개체 그리고 반송, 이팝나무, 굴참나무 및 갈참나무 등은 각 1개체였다(Table 8).

광주광역시와 서울특별시에서 함께 나타난 보호수는 느티나무, 은행나무, 반송, 굴참나무 등 4종, 광주광역시와 제주도에서 공통된 보호수는 팽나무와 주엽나무 2종이었으며, 3개 시·도 모두에서 공통된 종은 은행나무 1

Table 8. The legally protected trees in Seoul, Gwangju and Cheju

(unit: ea)

Region	<i>Zelkova serrata</i>	<i>Celtis sinensis</i>	<i>Salix glandulosa</i>	<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Pinus densiflora</i> for. <i>multicaulis</i>	<i>Quercus aliena</i>	<i>Quercus variabilis</i>	<i>Pinus taeda</i>	<i>Chionanthus retusa</i>	<i>Sophora japonica</i>	<i>Ailanthus altissima</i>
Seoul	105	-	-	48	8	1	-	-	-	18	2
Gwangju	36	10	10	6	1	1	1	2	1	-	-
Cheju	-	78	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Region	<i>Pterocarya stenoptera</i>	<i>Thuja orientalis</i>	<i>Pyrus pyrifolia</i>	<i>Zelkova serrata</i> var. <i>latifolia</i>	<i>Koelreuteria paniculata</i>	<i>Fraxinus rhyncho-phylla</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	<i>Quercus serrata</i>	<i>Juniperus chinensis</i>
Seoul	1	2	1	1	1	1	8	1	1	14
Gwangju	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheju	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Region	<i>Gleditsia japonica</i>	<i>Aphananthe aspera</i>	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Cinnamomum camphora</i>	<i>Quercus myrsinifolia</i>	<i>Citrus unshiu</i>	<i>Castanopsis sieboldii</i>	<i>Machilus thunbergii</i>	Total
Seoul	-	-	-	-	-	-	-	-	214
Gwangju	-	-	-	-	-	-	-	-	68
Cheju	2	2	36	1	1	2	2	1	126

종이었다. 그리고 제주도에만 나타난 보호수는 해송과 푸조나무 그리고 상록활엽수인 녹나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 굴나무 및 후박나무 등 총 7종이었다.

광주광역시에만 분포하는 왕버들 보호수 10개체는 해발고 16~50 m 범위에서 분포하고 주로 수변구역에 분포한다. 특히 광주광역시 지역에는 영산강 유역 평야지대와 인접해 있고 저습지가 많은 곳이므로 왕버들이 잘 살 수 있는 적지이다. 그러나 제주도는 현무암으로 이루어진 하천으로 비가 많이 오더라도 하루 이내에 바다로 흘러 내려가 버리기 때문에 노거수로 왕버들이 자랄 수 없으며, 왕버들은 충청 이남에 분포하므로(이 1996) 서울지역에는 분포하지 않는다고 판단된다.

따라서 광주지역이 현재 제주도의 1960년대 평균기온 14.7°C, 최한월(1월) 월평균최저기온 3°C에 미치지 못했다. 만약 IPCC (2007)가 제시한 최악의 시나리오를 적용할 경우 21세기말에 기온이 6.4°C 상승하고, 해수면은 59 cm 상승할 것이다. 이 예측이 맞을 경우 제주와 광주는 약 2°C 차이가 나므로 21세기말 광주 기후가 제주도의 연평균 기온을 상회하고 서울과 제주는 4°C 차이가 나므로 서울은 현재 제주와 같은 기온분포를 보이게 될 것이다. 그러나 최한월인 1월중 온도는 1971년~2000년까지 서울 -6.1°C, 광주 -3.3°C 및 제주도는 3.0°C로서 광주와 제주는 6.3°C의 차이를 보이므로 광주가 제주와 동일한 기후대가 될 것으로 판단된다. 이런 기후변화는 식생의 종조성과 생산성의 변화뿐만 아니라 식생대의 공간적 이동도 일어나게 된다(임과 신 2005; 정 2011).

이렇게 제주와 비슷한 기후대를 갖게 되는 광주광역

시는 수자원 고갈이 나타나지 않을 경우 광주광역시 지역에는 제주도에만 나타나는 보호수인 주엽나무, 푸조나무, 해송, 녹나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 굴나무 및 후박나무 등 총 8종이 잘 자랄 것으로 판단된다. 이런 예측은 우리나라 왕대 분포 범위가 19세기 기록보다 21세기에 약 60~100 km 북상하였다는 결과(공 2001; 권 2003; 허 등 2006)와 동일한 경향을 보일 것으로 판단된다.

한편 IPCC (2007)가 제시한 최악의 기후변화 시나리오를 적용할 경우 21세기말에 광주광역시 보호수 가운데 서울과 광주에 분포하는 보호수인 소나무, 반송 및 느티나무는 기후변화에 취약종으로서 퇴조할 것이고, 제주도 보호수인 곰솔, 팽나무 및 푸조나무는 새로운 적응종으로서 광주에서 잘 자랄 것으로 판단된다. 따라서 2009년에 광주광역시 평화공원에 식재한 상록활엽수인 녹나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 굴나무 및 후박나무 등은 자생지에서처럼 씨앗을 분산시켜 미관광장 공원으로 서 기능을 할뿐만 아니라 향후 광주광역시에서 기후온난화에 따른 상록수종의 종다양성을 증가시키는 시발지역으로 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

#### 4. 기후온난화에 따른 보호수 생태적 취약성과 대응방안

최근 산림 파괴와 환경오염 및 지구 온난화 등의 요인으로 인한 생물종의 감소가 이루어지고 있다. 또한 야생동·식물의 보호 관리에 대한 중요성을 인식하고 있음에도 불구하고 대부분 관리의 적절한 방법 및 시기

등을 선택하지 못하여 많은 종류의 야생동·식물이 자취를 감추고 있는 실정이다.

21세기말에 기온이 평균기온은 1.4~5.8°C 상승하고, 해수면은 59 cm 상승한다는 IPCC (2007)가 제시한 기후변화 시나리오를 적용할 경우 현재 제주와 광주에 약 2°C 차이가 나므로 21세기말 광주 기후는 현재 제주도의 연평균 기온을 상회하게 되고 서울과 제주는 4°C 차이가 나므로 서울은 현재 제주와 같은 기온분포를 보이게 될 것이다.

이상과 같은 기후온난화로 인해 직면할 수 있는 21세기말에 보호수 종별 취약성을 예측해 보면 다음과 같다.

광주지역 보호수 가운데 제주도에도 분포하는 종은 광주에서 생육이 왕성할 것으로 판단되지만 광주와 서울지역에만 분포하는 느티나무나 반송 및 굴참나무는 취약한 생육상태를 보이게 될 것이다.

광주광역시에만 분포하는 보호수인 왕버들(10개체)은 해발고 16~50 m 범위에서 분포하고 주로 영산강 유역 평야지대와 인접한 저습지 인근 수변구역에 분포한다. 한편 왕버들은 충청 이남지역에서 분포하므로(이 1996) 서울지역에는 분포하지 않는다고 판단되고, 제주도는 기후조건은 적합하지만 지반이 현무암이므로 비가 많이 오더라도 하천 수는 하루이내에 바다로 흘러 내려가 버리기 때문에 왕버들이 보호수로 자랄 수 없다고 판단된다. 또한 기후온난화가 지속될 경우 21세기말에 서울 한강변 수변구역에는 왕버들이 잘 생육하게 될 것으로 판단된다.

광주지역이 기후온난화로 인해 기온상승이 되면 제주도에만 나타나는 보호수인 주엽나무, 푸조나무, 곰솔 그리고 상록활엽수인 녹나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 굴나무 및 후박나무 등의 수종이 잘 자랄 것으로 판단된다. 상록활엽식물의 자생조건으로 연평균기온 12°C, 연평균강수량 900~1,500 mm, 1월평균기온 -1°C 및 1월 최저기온 -6°C 이상으로 보고된 바 있어(환경부와 국립생물자원관 2010), 현재 광주지역은 연평균기온 13.4°C, 연평균강수량 1,444.6 mm, 1월평균기온 1.9°C 및 1월 최저기온 -2.4°C 이상이므로 상록활엽수가 생육할 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 수년 만에 불어 닥치는 추위, 즉 최한월 월평균최저기온이 서울(-4.6~-6.1°C)과 광주(-2.4~-3.3°C)는 영하의 날씨이므로 상록활엽수의 생육을 취약하게 하는 제한요소로 작용한다.

따라서 기후온난화가 지속되면 광주광역시 보호수인 소나무(반송)는 퇴조하고 해송이 더 잘 자랄 것으로 판단되며, 광주광역시 보호수인 느티나무는 퇴조하고 팽나무나 푸조나무는 더 잘 자랄 것으로 판단된다.

향후 종별 대응 관리방안을 예측해 보면 무엇보다 화

석연료를 많이 소비하는 세계열강들이 이산화탄소를 저감시켜 기후온난화가 일어나지 않게 하려는 적극적인 노력이 필요하다. 생태계 대응책으로 기후온난화로 인해 원자생보호수나 노거수가 쇠퇴할 경우를 대비하여 영산강과 광주천 및 수자원 관리방안을 모색함과 동시에 환경부나 기상청과 연계한 보호수와 생태계 취약종들을 선정하여 모니터링 계획을 수립해야 할 것이다.

또한 향후 기후 온난화로 인해 원자생보호수나 소나무림이 쇠퇴할 경우를 대비하여 광주광역시 무등산권에 분포하는 소나무림의 개체군 동태에 대한 모니터링 계획을 수립해야 할 것이다. 보호수나 노거수들에 대한 지속적인 개체동태변화를 파악하여 기후온난화가 보호수의 쇠퇴원인중 하나가 아닌지를 밝히고, 기후변화에 취약한 보호수에 대해 생태적 관리방안을 모색해야 될 것이다.

## 적 요

광주광역시에 분포하는 보호수는 9분류군 68개체다. 환경백서에 기록된 보호수 가운데 광산구 운남동 신가마을의 떡갈나무는 갈참나무로, 서구 벽진동 벽진마을의 양버들은 왕버들로, 남구 석정동의 소나무는 반송으로 수정되어야 한다. IPCC는 21세기말에 평균기온은 최고 6.4°C 및 해수면은 59 cm 상승하므로 북극빙하는 완전히 녹아 없어지고 지구상의 생물종 95%가 멸종위기에 빠질 것으로 경고하고 있다. 광주광역시의 보호수를 통해 기후변화 취약성을 평가하고자 IPCC 예측 결과를 적용해 보면 21세기말 광주광역시 최한월 1월 최저기온은 현재 제주도 최한월 평균최저기온인 3°C보다 높을 것으로 평가된다. 따라서 21세기 말 광주광역시 지역은 제주도에 분포하는 보호수인 곰솔, 팽나무, 푸조나무 그리고 상록성활엽수가 잘 자랄 것으로 판단되지만 서울과 광주에서 함께 나타나는 보호수인 반송과 느티나무는 취약성을 드러낼 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 공우석. 2001. 대나무의 시·공간적 분포역의 변화. 대한지리학회지. 36:444-457.  
 광주광역시. 2006. 2006 환경백서. 광주광역시. 736pp.  
 광주광역시. 2007. 2007 통계연보. 광주광역시. 703pp.  
 권원태. 2003. 한반도 기후 100년 변화와 미래전망. 기상청 기후변화 뉴스레터. 2:1-8.  
 기상청. 2010. <http://www.kma.go.kr/>



- 이병윤. 2005. 기후변화에 따른 식물생태계의 이동. 자연보존. 130:18-27.
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적. p.46.
- 이창석, 김학윤, 임종환, 공우석, 윤원태, 배상근, 조현제, 이정택, 조광우, 신호성, 김해동, 한기주. 2011. 기후변화학-원인, 영향 그리고 해결-. 라이프사이언스. pp.85-99.
- 임종환, 신준환. 2005. 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물계절 변화. 자연보존. 130:8-17.
- 장은재, 김종원. 2007. 노거수 생태와 문화. 월드사이언스. 365pp.
- 전남대학교박물관, 광주광역시. 2004. 문화유적분포지도 (광주광역시 1:10,000). 전남대학교박물관. 406pp.
- 정연숙. 2011. 기후변화와 산림생태. pp.387-401. In 기후변화 교과서 (최재천, 최용상 역음). 도요새.
- 정용승. 2011. 한반도의 기후환경과 변화. pp.43-56. In 기후변화 교과서 (최재천, 최용상 역음). 도요새.
- 허인혜, 권원태, 전영문, 이승호. 2006. 우리나라에서 기온 상승이 식생분포에 미치는 영향-대나무와 마늘을 중심으로. 환경영향평가. 15:67-78.
- 환경부. 2008. 국가 기후변화 적응 종합계획. 환경부. 68pp.
- 환경부, 국립생물자원관. 2010. 제1회기후변화와 생물다양성 전문가 포럼 - 기후변화와 생물다양성 연구-. 환경부, 국립생물자원관. 131pp.
- Davis, MB and C Zabinski. 1992. Changes in geographical range resulting from greenhouse warming effects on biodiversity in forests. pp.298-308. In Global warming and biological diversity (Peters RL and TL Lovejoy eds.). Yale University Press. New Haven, CT.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. pp.7-22. In Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Parry ML, OF Canziani, JP Palutikof, PJ van der Linden and CE Hanson, eds.). Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- Parnesan C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology and Evolutionary Systematics 37:637-669.
- Parnesan C and G Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421:37-42.

Manuscript Received: July 13, 2011  
 Revision Accepted: August 3, 2011  
 Responsible Editor: Hak Young Lee