

보호수로 본 광주광역시 기후변화 취약성 및 대응¹⁾

임 동 옥²⁾
호남대학교 생물학과

들어가며

광주광역시는 호남평야의 한 가운데 위치하고 동쪽으로는 무등산, 서쪽으로는 영산강이 있어 천혜의 자연경관을 이루고 있다. 또한 광주광역시는 전원도시로서 무등산의 수려한 산림과 더불어 수달, 삿, 매 및 원앙 등 멸종위기종이나 천연기념물과 같은 다양한 야생동물이 많이 서식하고 있어 자연자원이 풍부한 곳이다.

환경부 기후변화 대응 종합계획에 의하면 세계는 화석연료 사용 증가로 대기 중 온실가스 농도 증가 즉, CO₂ 농도는 산업혁명 이전 280 ppm에서 2005년 379 ppm으로 증가하였고, 우리나라의 2005년 CO₂ 평균농도는 389ppm으로 세계 평균보다 10 ppm 높다고 보고한 바 있다(환경부, 2008).

지구온난화로 전 세계 기온이 지난 100년간 0.74°C 상승하였는데 우리나라는 1.5°C 상승하여 세계 평균의 약 2배 상승하였다. 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 것으

로 예측하고 있다. 또한 폭염과 집중호우, 태풍, 허리케인 등은 예전보다 빈도가 높고 위력은 강화될 것으로 예상되어 결국 지구상의 생물종 95%가 멸종위기에 빠질 것으로 경고하고 있다.

보호수는 수백 년 동안 한 곳에서 기후변화에 대처하며 오늘날까지 살아온 수종이지만 최근 기후변화에 의한 이상기후(열대야일수 증가, 국지적 홍수 및 가뭄)가 빈번히 나타나게 될 경우 영향을 받을 수 밖에 없다.

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

광주, 제주 및 서울의 과거 100년간 연평균기온 비교

서울특별시 지역의 1900년~2000년까지의 연평균기온을 토대로 평균적인 온도를 조사한 결과 1960년대까지 11.1°C이었으며, 1960

1)Vulnerability and Adaptation of Climate Change Estimated a Protected Tree in Gwangju Metropolitan City

2)LIM, Dong Ok, Professor, Dept. of Biology, Honam University, Gwangju 506-714, Korea;

E-mail: dolim@honam.ac.kr

년부터 1990년까지 11.8°C 그리고 1970년부터 2000년까지 12.3°C로 나타나 연평균기온은 지속적인 상승곡선을 그리고 있다(기상청, 2010). 광주지역의 1940년~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(광주광역시, 2007). 제주도 지역의 1924년~2000년까지의 연평균기온을 조사한 결과 1930년~1960년대까지 14.7°C, 1960년부터 1990년까지 15.3°C 그리고 1970년부터 2000년까지 15.5°C로 나타나 지속적인 상승을 하고 있다.

광주, 제주 및 서울의 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 나타나서 서울과 광주는 3.0°C 차이가 나고, 광주와 제주는 5.1°C 차이가 났으며 제주와 서울은 8.1°C의 차이를 보였다. 그리고 최 난월인 8월은 서울 25.4°C, 광주 26.1°C 및 제주도 26.5°C로 큰 차이를 보이지 않았다.

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. 그리고 최 난월인 8월은 서울 26.0°C이고 광주와 제주도는 27.2°C로 동일한 온도를 나타내어, 과거 30년간 최난월 평균기온과 일치하는 경향을 보였다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 1971년~2000년까지의 월평균최고기온을 조

사한 결과 최한월인 1월은 서울만 -1.6°C로 영하이고, 광주는 5.1°C이고 제주도는 8.3°C로 나타났다. 지역간 차이는 서울과 광주는 3.5°C, 광주와 제주는 3.2°C 그리고 제주와 서울은 6.7°C의 차이를 보였다. 그리고 최 난월인 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 월평균최고기온이 영상으로 나타난 점은 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 그리고 최 난월인 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 광주가 각각 -6.1°C와 -3.3°C로 영하이었으나 제주도는 3.0°C로 나타났다. 서울과 광주는 2.8°C, 광주와 제주는 6.3°C 그리고 제주와 서울은 9.1°C의 차이를 보였다. 그리고 최 난월인 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 광주가 각각 -4.6°C와 -2.4°C로 영하이었으나, 제주도는 4.0°C로 나타나서 서울과 광주는 2.2°C, 광주와 제주는 6.4°C 그리고 제주와 서울은

8.6°C의 차이를 보였다. 한편 최 난월인 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 최난월의 기온은 보호수의 분포에 큰 한계점은 되지 않을 것으로 판단된다. 그러나 1971년~2000년까지 최한월인 1월중 온도는 서울 -6.1°C, 광주 -3.3°C 및 제주도는 3.0°C이고 2004년~2009년까지 월별 평균 최저기온은 2000년 이전보다 다소 상승은 하였으나 서울(-4.6°C)과 광주(-2.4°C)는 영하이지만 제주도(4.0°C)만 영상으로 나타났다. 이처럼 최한월기온이 영상인 제주도에는 난온대 상록활엽수가 분포하는 것을 볼 때 최한월 월평균최저기온이 생물 특히 식물의 분포를 한정짓는 중요 인자로 판단된다.

광주, 제주 및 서울의 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 제주도는 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 최 난월인 8월은 서울 348.0 mm, 광주 276.0 mm 및 제주도는 258.0 mm로 제주도 보다 서울과 광주가 더 많은 강수량을 보였다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시 지역의 연강수량은 각각 1,445.2 mm, 1,444.6 mm, 1,413.0 mm로 3 지역이 비슷한 강수량을 보

였다. 2004년~2009년까지의 월평균 강수량을 조사한 결과 최한월인 1월은 서울 15.5 mm, 광주 24.3 mm 및 제주도는 81.3 mm로 제주도가 서울이나 광주보다 3배 이상 많은 강수량을 보였다. 그리고 최 난월인 8월은 서울 228.9 mm, 광주 321.5 mm 및 제주도는 233.9 mm로 제주나 서울보다 광주가 더 많은 강수량을 보였다.

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 강수를 보였다. 반면 광주와 서울지역은 각각 1월에 38.0 mm와 24.3 mm를 보여 제주에 비해 절반수준의 강수량을 보였다.

광주광역시 보호수

환경백서(광주광역시, 2006)와 문화재유적 분포지도(광주광역시, 2004)에 기록된 광주광역시 보호수를 토대로 현지조사를 실시한 결과 광주광역시 전역에 분포하는 보호수는 10종 70개체다. 이 중 광산구가 18개체로 가장 많고, 다음은 서구로 17개체, 북구는 13개체 그리고 동구와 남구는 각 11개체로 보호수 지정수가 가장 적었다.

보호수에서 각 개체의 집단성을 살펴보았을 때 단목으로 존재하는 곳은 38지점(54.3%)이었으며, 단목군은 17지점(24.3%)으로 대다수의 보호수가 홀로 존재하는 것으로 보인다. 종별로 살펴보면 느티나무가 38개체, 팽나무와 왕버들은 각 10개체, 은행나무 6개체, 테다소나무 2개체, 갈참나무, 굴참나무, 이팝나무 및 반송은 각 1개체로 나타났으며 이들 중 느티나무가 대다수를 차지하였다.

수령이 가장 오래된 것은 지산동 산음마을의 느티나무와 송대동 대촌마을 은행나무가 각 500년생이고 두정동 칠봉마을의 은행

나무는 450년생으로 알려졌다. 그리고 청문과 기존자료에 의하면 나머지 보호수들은 150년에서 300년 사이의 수령을 지니고 있는 것으로 확인되었다.

보호수의 수고는 9.0~19.0 m 범위였고 평균 수고는 15.5 m이었으며, 최대 수고를 보인 나무는 남구 칠석동 칠석마을의 은행나무로 27 m이었다. 보호수 흉고둘레는 2.85~5.5 m 범위이고 평균 흉고둘레는 5 m이었다. 그리고 수관 폭은 11.5~31.4 m 범위이고 수관 폭은 최대 19.7 m이고, 최소 17.2 m이었다.

GPS를 통한 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.

보호수가 위치한 곳의 미지형을 살펴보면 보호수는 대부분 편편한 평지에 분포하고 있으며 구릉, 논 및 길 사이의 비탈과 산비탈에서도 자라고 있었다. 또한 보호수는 대부분 모정 주변에 분포하고 있었다. 모정과 더불어 주택과 마을길이 보호수 가까이 있어 콘크리트나 아스팔트로 인해 생육공간이 부족한 곳이 많았다. 그러나 지면이 흙으로만 되어있는 두정동 칠봉마을의 은행나무는 건강상태가 가장 우수하였다.

광주광역시 노거수

노거수 개체의 집단성을 살펴보았을 때 단목으로 존재하는 지점은 45지점(28.0%), 단목군으로 존재하는 지점은 39지점(24.2%)으로 보호수와 다르게 단목으로 존재하는 개체 수만큼 단목군으로 존재하는 개체도 많았으며 일렬로 나란히 분포하는 병목으로 남산동 평촌마을 팽나무, 동호동 본촌마을의

느티나무와 남구 화정동 농막의 팽나무, 왕버들 및 소나무 등 3 지점이었다. 종별로 살펴보면 느티나무가 80주, 팽나무가 41주 왕버들이 29주, 소나무는 3주, 은단풍은 2주 그리고 이팝나무, 주엽나무, 푸조나무, 회화나무, 호랑가시나무가 각각 1주씩으로 보호수와 마찬가지로 느티나무와 팽나무가 대부분을 차지하고 있다.

대부분의 노거수는 정확한 수령을 알 수 없었으나 수령은 170년에서 330년으로 조선시대 때부터 존재하였던 것으로 추정한다. 노거수의 수고 중 최소 수고는 호랑가시나무 5.0 m, 최고수고는 팽나무 24 m로 대부분 8.0~18.5 m의 범위에 있었고, 흉고둘레는 최소 2.15 m, 최대 8.7 m로 대부분 2.3~5.8 m 사이의 흉고둘레를 지니고 있었으며 최대 수관 폭은 9.5~24.6 m의 범위로 수관 폭 중 최대 폭은 32.5 m로 나타났다.

GPS를 통한 해발고도를 살펴보면 최저 해발고도는 16 m(광산구 산수동 감동마을 왕버들), 최고 해발고도는 288 m(동구 운림동 무등산자락 느티나무)이고, 대부분이 23~60 m 사이의 해발고도에 자리 잡고 있었다.

노거수 분포위치는 농촌지역이 119곳(73.9%)으로 대부분을 차지하고 있다. 농촌지역에서 노거수는 마을입구에 위치하고 있는 개체가 52개체(32.3%)였고, 이는 보호수와 마찬가지로 가장 높은 비중을 차지하고 있었다. 노거수가 위치한 곳의 미지형도 보호수와 마찬가지로 평면에 위치하는 노거수가 가장 많았다.

광주광역시, 제주도 및 서울특별시지역의 보호수 비교

광주광역시 보호수를 조사 결과에 따라 수정된 보호수 지정현황은 느티나무가 38개체, 팽나무와 왕버들 각 10개체, 은행나무 6개

표 1. 광주광역시, 제주도 및 서울의 보호수 지정현황

단위:주수

구 분	느티나무	팽나무	왕버들	은행나무	반송	굴참나무	테다소나무	갈참나무	이팝나무	회화나무	가중나무
서울특별시	105	-	-	48	8	1	-	-	-	18	2
광주광역시	38	10	10	6	1	1	2	1	1	-	-
제주도	-	78	-	1	-	-	-	-	-	-	-

구 분	중국굴피나무	측백나무	돌배나무	등근잎느티나무	모감주나무	물푸레나무	비슬나무	살구나무	졸참나무	향나무
서울특별시	1	2	1	1	1	1	8	1	1	14
광주광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
제주도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

구 분	주엽나무	푸조나무	해송	녹나무	가시나무	굴나무	구실жат밤나무	후박나무	계	비고
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	214	
광주광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	70	
제주도	2	2	36	1	1	2	2	1	126	

체, 테다소나무 2개체 및 반송, 이팝나무, 굴참나무, 갈참나무 등은 각 1개체였다(표 1).

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 1종이었다. 그리고 제주도에만 나타난 보호수는 해송과 푸조나무 그리고 상록활엽수인 녹나무, 가시나무, 구실жат밤나무, 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 분포하

로(이, 1996) 서울지역에는 분포하지 않는다고 판단된다.

따라서 광주지역이 현재 제주도의 1960년대 평균기온 14.7°C, 최한월(1월) 월평균 최저기온 3°C에 미치지지는 못했다.

만약 IPCC(2007)가 제시한 최악의 시나리오를 적용할 경우 21세기말에 기온이 최대 6.4°C 상승하고, 해수면은 59 cm 상승할 것이다. 이 예측이 맞다면 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.

이렇게 제주도 기온을 상회하게 되고 수자원 고갈이 없을 때 광주광역시의 최한월 월평균기온은 영상 약 4°C가 되어 제주도에만 나타나는 보호수인 주엽나무, 푸조나무, 해송, 녹나무, 가시나무, 구실жат밤나무, 굴나무 및 후박나무 등의 수종이 잘 자랄 것으로 판단된다. 따라서 2009년에 광주광역시 평화공원에 식재한 상록활엽수인 녹나무, 가시

나무, 구실잣밤나무, 굴나무 및 후박나무 등은 자생지에서처럼 씨앗을 분산시켜 서식지를 넓혀 갈 것으로 판단된다.

한편 IPCC(2007)가 제시한 최악의 기후변화 시나리오를 적용할 경우 21세기말에 광주광역시 보호수 가운데 침엽수인 소나무(반송)는 기후변화에 취약하여 퇴조하고 해송은 더 잘 자라고, 활엽수종인 느티나무는 퇴조하고 팽나무나 푸조나무는 더 잘 자랄 것으로 판단된다.

이런 예측으로 보면 현재 광주광역시에서 상록활엽수를 식재하여 조성한 평화광장은 미관광장 공원으로서 기능을 할 뿐만 아니라 향후 광주광역시에서 기후온난화에 따른 종다양성을 증가시키는 시발지역(상록활엽수 확산)으로 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

기후변화 대비 보호수 생태 취약성과 관리방안

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 광주는 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 m에서 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, 1월 평균기온 -1°C 및 1월 최저기온 -6°C 이상으로 보고된 바 있어(최, 2010), 현재 광주지역은 연평균기온 13.4°C, 연평균강수량 1,444.6 mm, 1월 평균기온 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) 모두 영하의 날씨이므로 상록활엽수의 생육을 취약하게 하는 제한 요소로 작용한다.

따라서 기후온난화가 지속되면 광주광역시 보호수인 소나무(반송)는 퇴조하고 해송이 더 잘 자랄 것으로 판단되며, 광주광역시 보

호수인 느티나무는 퇴조하고 팽나무나 푸조 나무는 더 잘 자랄 것으로 판단된다.

향후 중별 대응 관리방안을 예측해 보면 무엇보다 화석연료를 많이 소비하는 세계열 강들이 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 쇠퇴 할 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.

참고문헌

- IPCC, 2007. Summary for Policymakers. 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, M. L., Parry, O. F., Canziani, J. P., Palutikof, P. J., van der Linden and Hanson, C. E., Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.
- 광주광역시, 2004. 문화유적분포지도-광주광역시 1 : 10,000-. 광주광역시. 406 pp.
- 광주광역시, 2006. 환경백서 2006. 광주광역시. 736 pp.
- 광주광역시, 2007. 광주광역시통계연보 2007. 광주광역시. 703 pp.
- 기상청, 2010. <http://www.kma.go.kr/>
- 최병희, 2010. 기후변화와 식물분포. In. 제1회 기후변화와 생물다양성 전문가 포럼-기후변화와 생물다양성 연구-. 환경부 & 국립생물자원관. 73-81 pp.
- 이우철, 1996. 원색한국식물기준도감. 아카데미서적. p. 46
- 환경부, 2008. 기후변화 대응 종합계획. 환경부. 68 pp.