

도시 녹지와 그 주변 기온의 공간적 분포

- 서울시 종로구 창경궁, 창덕궁, 종묘 주변을 사례로 -

권영아* · 이현영**

Spatial Distribution of Temperature in and around Urban Parks -A Case Study of around Changkyeong Palace, Changdeok Palace and Jongmyo in Seoul-

Young-Ah Kwon* · Hyoun-Young Lee**

요약 : 서울시 종로구에 위치한 창경궁, 창덕궁, 종묘와 그 주변 지역을 사례로 소규모의 도시 녹지(녹지율 100%)가 주변 시가지의 기온에 미치는 영향을 분석하였다. 연구에 이용된 자료는 2000년 9월부터 11월까지 실측한 최고·최저 기온값 및 차량이동관측에 의한 실시간 기온값, 서울시 자동기상관측소의 시간별 기온값, 서울시 토지이용현황도, 서울시 현존식생도, 09시 지상일기도이다. 맑고 바람이 약한 날의 주간에는 토지이용상태가 기온의 공간적 분포에 영향을 미친다. 최고기온의 경우, 녹지로 구성된 고궁에서 기온이 가장 낮고 녹지에서 멀어져 시가지 쪽으로 갈수록 높아져 녹지와 시가지간의 기온차이는 최대 7.3℃에 달한다. 또한 시가지 내에서도 토지이용상태가 주거지나 공공용지(병원이나 학교)인 곳보다 고밀도의 상업지역에서 기온이 더 높다. 야간에는 냉기류의 흐름으로 토지이용상태뿐만 아니라 지형도 기온분포에 중요한 역할을 한다. 차량이동관측에 의한 녹지 주변 기온의 수평 단면도는 토지이용상태와 밀접한 관련성을 갖는데 녹지에서 멀어질수록 기온이 높아져 고궁 가장자리로부터 200m 떨어진 곳에서는 1℃ 정도, 400m에서는 3~4℃ 차이가 난다.

주요어 : 도시 녹지, 시가지, 차량이동관측, 녹지율, 토지이용상태, 냉기류, 지형, 기온의 수평 단면도

Abstract : The influence of small urban parks(green ratio is 100%) on the temperature pattern over the urban and its surrounding area was examined by analyzing the case of in and around *Changkyeong palace, Changdeok palace and Jongmyo, Jongro-gu, Seoul*. The pattern of temperature over urban parks and their surrounding built-up area was analyzed from September to November 2000, measuring maximum and minimum temperatures with fixed sensors(maximum and minimum thermometer) and real-time temperature with means of car traverse. During the daytime with light winds and clear skies, the spatial distribution of temperature depends largely on both the land-use type and the distance from the park border. In the case of maximum temperature, the lowest value appeared on the green area within parks and the highest value on the built-up area far from the green area. The maximum temperature difference between parks and built-up areas was up to 7.3℃. In the built-up area, the maximum temperature of commercial areas was higher than residential areas. In the night time, not only land-use type but also topography is important for the spatial distribution of temperature because of the cold airflow from adjacent hills. The horizontal temperature profile by mobile measurement is also related to land-use type and to the distance from the park borders. There is a magnitude of 1℃ temperature difference over a distance of 200m and 3~4℃ over a distance of 400m from the park borders.

Key Words : urban parks, built-up area, car traverse, green ratio, land-use type, cold air flow, topology, horizontal temperature profile

1. 서론

최근 전세계적으로 지속 가능한 개발에 대한 관심이 높아지면서 사람들은 도시 지역의 쾌적한 환경을 유지하기 위해 인간과 자연이 어우러진

도시 건설을 추구하고 있다. 그러나 지난 반세기 동안 급격한 산업화, 도시화 과정을 경험해 온 서울시의 최근 20년간 토지이용변화를 보면 삼림 면적은 거의 절반이 감소하고 농경지도 크게 감소한 반면, 시가지는 10배 이상 증가했다(Lee,

* 건국대학교 지리학과 박사과정(Ph.D. Candidate, Department of Geography, Konkuk University)

** 건국대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Konkuk University)

Hyouun-Young, 1995). 현재 도시의 대부분을 구성하고 있는 콘크리트나 아스팔트와 같은 물질은 주간에 열을 더 많이 저장하고 일몰 후에도 서서히 냉각되기 때문에 인접한 전원 지역의 기온과 비교해 볼 때 도시의 기온이 더 높다(Luvall and Quattrochi, 1999). 이와 같은 도시지역 내 고층건물로 이루어진 시가지의 고온화 현상으로 형성된 열섬은 국지적으로 기온이나 통풍 등과 같은 환경을 악화시키는 등 도시 기후의 구조적인 문제점이 되고 있다.

도시 녹지는 기온과 대기질을 개선하는데 크게 기여하고 있는데, 특히 녹지의 미기후 조절효과는 도시열섬 현상이 심각한 환경문제로 대두되고 있는 요즘 매우 중요한 의미를 갖는다. 즉, 도시 내에 공원과 같은 녹지를 조성하면 시가지보다 상대적으로 기온이 낮아지기 때문에 부분적으로 하강기류가 발생하고 냉각된 공기가 주변 시가지로 흘러나와 도시환경을 개선할 수 있다. 이처럼 도시내의 공원이나 유원지 및 사적지와 같은 녹지는 주변 시가지보다 상대적으로 냉랭할 뿐만 아니라 주변 시가지의 기온을 감소시키는데 중요한 역할을 한다(Kawamura and Suzuki, 1983; 이은엽 외, 1996; Upmanis *et al.*, 1998; 윤용한 외, 1998; Upmanis and Chen, 1999; Eliasson and Upmains, 1999; 박인환 외, 2000; 윤용한·송태갑, 2000; 윤용한, 2000). Upmanis *et al.*(1998, 1999)는 스웨덴 Göteborg시의 소규모 공원에서 여러 차례의 기온 관측을 통하여 도시 공원의 녹지와 기온, 바람간의 관련성 및 녹지가 국지기후에 미치는 영향에 대하여 연구하였으며, 윤용한(1998, 2000)은 일본의 도시공원을 사례로 녹지내 토지피복 및 수림 상태와 기온과의 관련성을 분석한 바 있다. 또한 이은엽 외(1996)는 청주시 근린공원을 대상으로 녹지 구성요소에 따른 기온과 지온 완화효과에 관하여 연구하였으며, 박인환 외(2000)는 대구광역시를 사례로 하여 대도시에서의 물, 구름, 식생 등이 기온저감에 미치는 영향을 연구하였다.

최근 서울시에서는 환경친화적인 도시 건설에 관심을 가지고 도시 환경 악화의 문제를 완화시키기 위하여 서울시 곳곳에 소규모의 근린공원을 조성할 계획이다. 그러나 효율적인 도시공원을 조

성하기 위한 기초자료로서 인문·사회적인 측면의 연구는 많으나 생태·기후적인 측면의 자료가 충분하지 않다는 문제를 안고 있다. 특히 도시 녹지가 주변 시가지 기온을 저감시키는 잠재적 효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 서울시 종로구에 위치한 창경궁, 창덕궁, 종묘와 그 주변 지역을 사례로 소규모(0.86km²)의 녹지가 주변 시가지 기온 분포에 미치는 영향과 녹지에 의한 기온저감 효과를 분석하고자 한다.

2. 연구지역, 자료 및 방법

1) 연구지역

연구지역이 포함된 서울시 종로구는 서울의 도심지역으로서 정치, 경제, 문화의 중추적인 역할을 해온 곳이다. 서쪽으로는 인왕산(338m), 북쪽으로는 북악산(342m)의 능선에 인접해 있으며 동쪽으로는 비교적 고도가 낮은 낙산(111m)이 있다. 낙산은 도시 개발에 따라 주택들이 정삼까지 들어서 현재 녹지로서의 역할을 전혀 못하고 있다. 종로구는 다수의 문화유산과 전통한옥이 잘 보존되어 있는 반면, 종로구의 남쪽과 동쪽 부분은 변화한 상업지역으로 발달되어 고층건물들이 밀집해 있어 구도시와 현대적 성격의 도시가 공존하고 있는 지역이다.

기온을 관측한 지역은 종로구 중 고밀도의 시가지와 녹지가 공존하는 종로 1가에서 6가, 이화동, 혜화동, 사직동을 포함하는 6.4km²에 해당하는 지역이다(그림 1). 이 지역에는 녹지율이 높은 창경궁(0.22km²), 창덕궁(0.45km²), 종묘(0.19km²) 등의 고궁이 있으며 고궁 주변으로는 고층건물들이 밀집된 시가지가 분포한다. 또한 연구지역의 중앙을 동서로 관통하는 도로(4.5km)는 창덕궁과 경복궁의 남단을 지나가며, 남북으로 연결된 창경궁과 종묘 사이를 통과한다. 이 지역의 지형은 대체로 북쪽에서 남쪽으로 갈수록 낮아지는데 연구지역 내에서 가장 높은 곳의 고도는 94m로 가장 낮은 곳과의 최대 고도차이는 100m이하이다. 그림 2는 연구 지역의 토지이용현황과 최고·최저 기온 관측지점 및 차량이동관측지점의 위치를 나타낸

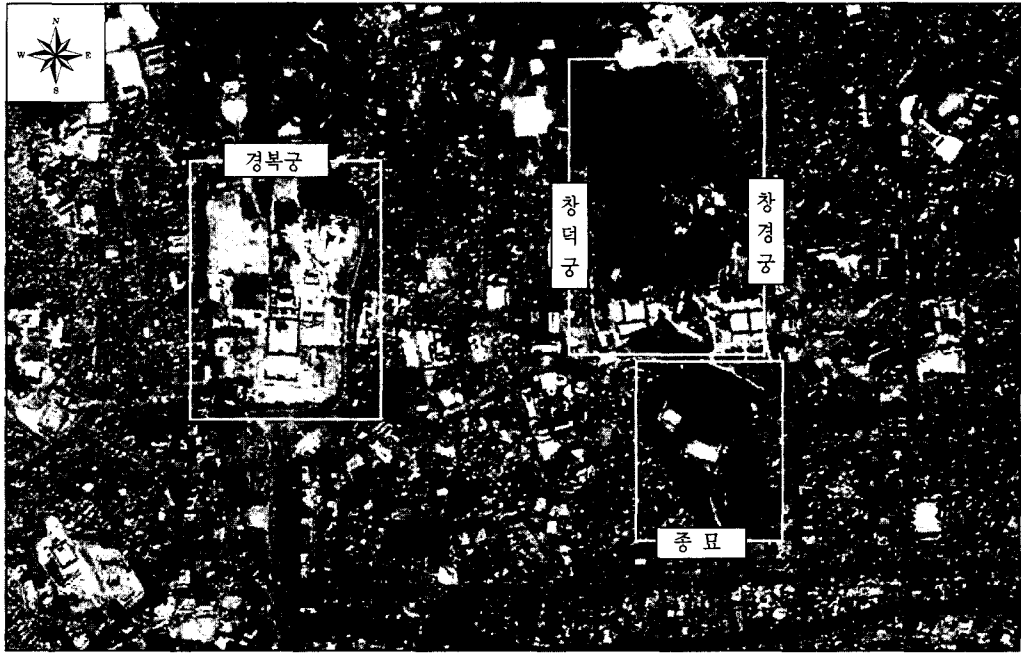


그림 1. 위성영상에서 본 연구지역(KOMPSAT-1호, 2000, 2.15)

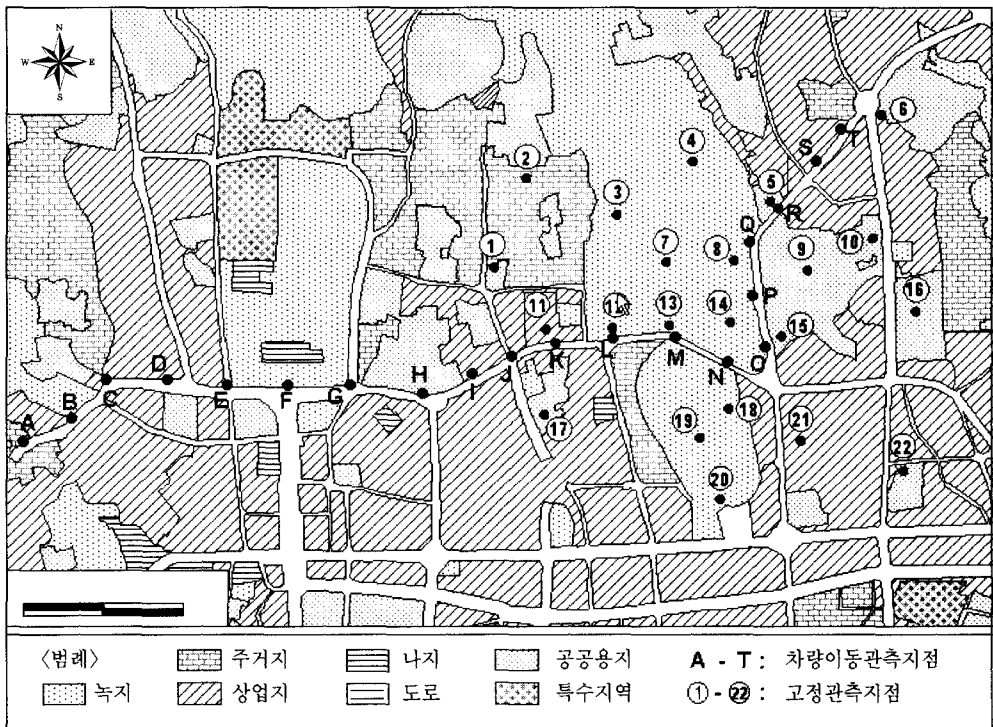


그림 2. 연구 지역의 토지이용현황도(서울시, 2000) 및 기온관측지점의 위치

것이다. 창덕궁의 서쪽은 주로 단층의 주거지역과 상업지역이고 창경궁의 동쪽으로는 서울대학교 병원이나 국립과학관과 같은 공공용지¹⁾가 인접해 있으며, 북동쪽에 위치한 혜화동 로터리 주변은 고밀도의 상업시설이 분포한다. 창경궁의 남쪽에 위치한 종묘 부근은 서쪽에 일부 주거지역이 분포하고 동쪽과 남쪽은 고층의 상업지역이 분포한다. 경복궁 주변은 동쪽으로 주거지역과 공공용지가 분포하고 남쪽과 서쪽으로는 고층건물의 업무지역과 상업지역이 있다. 그림 3은 고정관측지점인 창경궁, 창덕궁, 종묘와 그 주변 지역의 녹지율²⁾을 나타낸 것이다. 고궁은 대부분 잎이 무성한 교목과 잔디 등으로 구성되어 있어서 녹지율이 100%이지만 일부 지역은 잔디와 나지로 구성되어 녹지율이 낮다. 특히 창덕궁의 남쪽 지역은 나지가 대부분을 차지하고 있어서 녹지율이 5%이하이며, 창경궁의 남쪽은 잔디와 나지가 공존하고 있어 녹지율이 20%이다. 종묘도 중앙에 위치한 목조건물인 정전(正殿) 주변으로 약간의 수목과 잔디가 있어 녹지율이 30%이다. 반면 창경궁과 창덕궁, 종묘 주변의 시가지는 대부분 고층건물들이 밀집된

상업지역으로 녹지율이 5%이하이다. 그러나 공공용지로 분류되는 서울대학교 병원은 곳곳에 잔디와 수목으로 구성된 화단이 있어 녹지율이 35%로 주변에 비해 비교적 높은 편이다. 이처럼 연구지역은 녹지율 100%인 소규모의 녹지를 중심으로 주변은 대부분 녹지율이 5%이하인 시가지가 분포하므로 도시녹지가 주변 시가지 기온에 미치는 영향을 파악하기에 적합하다.

2) 자료 및 방법

본 연구에 이용된 자료는 2000년 9월부터 11월까지 창경궁과 창덕궁, 종묘를 중심으로 한 1.8km × 1.8km 지역에서 실측한 최고·최저 기온값과 연구지역을 동서로 관통하는 도로를 따라 차량이동 관측한 실시간 기온값, 기상청 발행의 09시 지상일기도, 24개의 서울 자동기상관측지점에서 측정한 시간별 기온값, 서울시 토지이용현황도³⁾, 서울시 현존식생도 및 지형도(1/10,000)이다.

최고·최저 기온값은 매일 오전 8시부터 11시 사이에 기록하였다. 최고·최저 온도계⁴⁾는 고궁

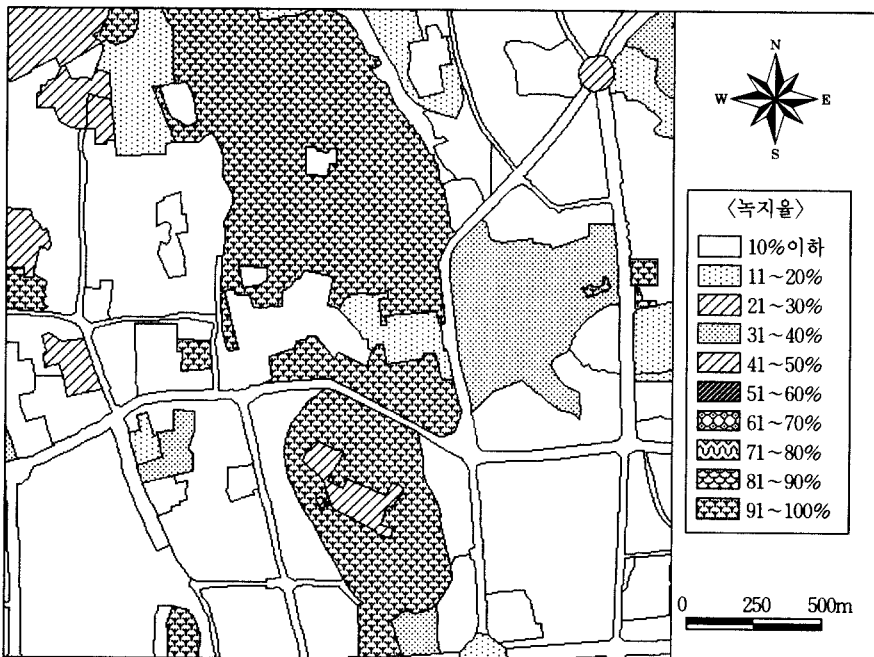


그림 3. 고정관측지점 주변의 녹지율(서울시, 2000)

내⁶⁾에서는 300m간격으로 10개 지점에 설치하였으며, 고궁 외부로는 500m 간격으로 12개 지점에 설치하였다. 온도계는 잔디로 덮여 있는 지면 위 1.2~1.5m 높이에 설치하였으며, 주변은 직사광선이 들지 않고 통풍이 잘되며 차량이나 사람들에 의해 영향을 받지 않는 곳으로 선정하였다. 또한 복사에 의한 영향을 최소화하기 위하여 관측지역 내에 초등학교가 있는 경우는 학교 노장에 설치된 백엽상을 이용하였으며 백엽상이 없는 지역에서는 온도계 주변에 간이식 복사 보호대를 설치하였다. 백엽상에서 관측한 기온값과 간이식 복사 보호대를 사용한 기온값의 차이는 기기의 오차 범위에 포함된다. 연구 지역내 관측지점들의 해발고도는 34~62m로 가장 낮은 곳과 높은 곳의 최대 차이가 30m이하이므로 고도 보정은 하지 않았다. 표 1은 최고·최저 기온을 관측한 16개 지점과 최저기온만을 관측한 6개 지점의 위치 및 고도, 고궁의 가장자리로부터의 거리와 관측지점 주변의 지리적 특성을 설명한 것이다. 최저기온만을 관측한 지점 중 4개 지점은 고궁 내에서 냉기류의 흐름에 의한 야간 기온 분포 특성을 파악하기 위하여 추가한 것이며, 그 외 현대빌딩 주차장이나 보령빌딩 지점은 주간에는 차량에서 배출되는 열이 최고기온에 영향을 미칠 수 있으므로 최고기온 관측을 제외하였다.

차량이동관측은 창경궁과 종묘 사이를 관통하고, 경복궁과 사직공원의 남단에 인접한 도로를 따라 이루어졌다. 관측 지점은 2000년 7월부터 8월까지 10여 차례의 시험 관측을 통해 200m간격으로 20개 지점을 선정하였으며, 2000년 9월부터 11월까지 기온을 40회 관측하였다. 관측시간은 18시부터 21시까지와 0시부터 3시 사이로 하였는데 이는 일몰 전·후로 토지이용상태에 따른 냉각율의 차이가 크기 때문에 이 시간대에 기온 차이가 크고, 차량 통행량이 비교적 적어서 관측이 용이하기 때문이다. 주간에는 차량 통행량이나 인구 이동량이 많아 기온 관측이 어렵다. 1회 관측에 소요된 시간은 30분 이내이므로 시간에 따른 시차 보정은 하지 않았다. 차량이동관측시 사용한 디지털온도계⁶⁾는 길이 2m인 접혀지는 막대 끝에 고정시켰으며, 지상에서부터 1.5m⁷⁾ 떨어진 자동차의 앞부분에서 온도를 측정하였다. 기온은 측정 지점의 전·후 50m이

내에 다른 차량이 없는 상태에서 정지한 후 측정하였다. 표 2는 차량이동관측을 한 20개 지점의 위치 및 토지이용상태와 주변특성을 설명한 것이다.

기온은 종관기상 상태 및 풍향, 풍속에 많은 영향을 받으므로 기압배치의 유형을 분류한 후 유형별로 기온분포 특성을 분석하였다. 기압배치 유형은 크게 시베리아 고기압, 이동성 고기압, 저기압, 태풍으로 분류하였는데 연구기간 중 이동성 고기압의 영향을 받은 날이 57.8%(41일)로 가장 많았고 시베리아 고기압의 영향을 받은 날은 16.9%(12일), 저기압은 19.7%(14일), 태풍의 영향을 받은 날이 5.6%(4일)였다. 또한 이동성 고기압의 영향으로 맑고 바람이 약한 날 야간에는 토지이용상태에 따른 냉각율의 차이가 기온차이를 유발시키기때문에 서울 24개 자동기상관측지점의 시간별 기온값을 이용하여 토지이용에 따른 냉각율의 특성을 분석하였다. 냉각율은 시간에 따른 냉각정도인데 각 시간별로 이동성 고기압의 영향을 받은 날들의 평균을 구한 후 전(前) 시간과의 기온차를 계산하여 나타낸 것이다.

녹지와 그 주변 기온의 분포 특성을 분석하기 위하여 서울시에서 작성한 녹지율 분포도와 서울시 토지이용현황도를 고려하여 최고·최저 기온의 공간분포도를 작성하였다. 또한 혜화동 로터리에서 사직터널까지 차량이동관측을 한 후 기온의 수평 단면도를 작성하여 토지이용상태와 관련지어 분석하였다. 녹지와 주변 시가지간의 기온 차이가 종관적인 기상조건의 영향을 크게 받을 수 있으므로 차량이동관측은 이동성 고기압의 영향으로 맑고 풍속이 약한 날에 주로 하였고 저기압의 영향을 받아 흐리거나 비가 오는 날에도 관측하여 그 차이를 비교하였다.

3. 결과 및 토의

1) 토지이용상태와 냉각율

서울에 분포하는 24개 자동기상관측지점의 시간별 기온자료를 이용하여 녹지와 시가지의 기온차이를 유발시키는 냉각율의 변화 특성을 기압배치별로 분석하였다. 토지이용상태에 따른 냉각율

표 1. 고정관측지점의 위치 및 특성

고정관측지점		관측자료	평균 해발 고도	고공경계 로부터의 최단거리	위치 및 특성
1	재동초등학교	최고/최저	54m	330m	백엽상의 북쪽으로 2층건물, 동쪽은 3m 떨어진 곳에 1.5m 높이의 담, 서쪽은 놀이터, 남쪽 운동장
2	대동정보산업고교	최고/최저	62m	190m	남쪽과 북쪽으로 1m 높이의 담, 남쪽으로 5m 떨어진 곳에 2층건물, 동쪽은 정원
3	창덕궁 고목 옆	최고/최저	51m	-90m	동쪽에서 서쪽으로 내리막의 오솔길, 주변은 울창한 숲
4	창경궁 식물원 옆	최고/최저	45m	-110m	서쪽으로 5m 떨어진 곳에 2m 높이의 담, 주변은 모두 숲, 남동쪽으로 100m 떨어진 곳에 호수
5	국립과학관 정문	최고/최저	40m	90m	남서쪽으로 창경궁 담, 동쪽으로 15m 떨어진 곳에 도로가 있으나 나무들에 의해 격리됨
6	동성고교 정문 옆	최고/최저	48m	540m	서쪽과 북쪽으로 도로(해화동 로터리), 동쪽은 운동장, 남쪽은 화단
7	창경궁 통명전 옆	최고/최저	39m	-300m	서쪽과 북쪽은 급경사의 계단식 화단, 동쪽으로 30m 떨어진 곳에 통명전 위치
8	창경궁관리소 부근	최고/최저	34m	-20m	동쪽으로 35m 떨어진 곳에 3m 담, 주변은 수목이 많음. 남서쪽으로 15m 떨어진 곳에 폭 1.5m의 도랑이 남에서 북으로 흐름
9	서울대병원 본관	최고/최저	45m	230m	북동쪽으로 10m 떨어진 곳에 도로, 남서쪽 7m 떨어진 곳은 건물, 북서쪽 15m 떨어진 곳은 주차장. 주차장이나 도로와는 나무들에 의해 격리된 화단
10	서울보건대학원	최고/최저	36m	490m	동쪽으로 5m 떨어진 곳에 도로, 남, 서, 북쪽은 풀러있고 바닥이 잔디인 화단
11	현대빌딩 주차장	최저	50m	190m	북쪽으로 15m 떨어진 곳에 현대빌딩, 서쪽과 동쪽은 화단, 남쪽은 콘크리트 주차장
12	창덕궁 돈화문 옆	최저	45m	-30m	동쪽, 서쪽, 북쪽은 트여있고 잔디로 구성, 남쪽은 18m 떨어진 곳에 3m 높이의 담
13	창경궁-종묘 다리	최고/최저	44m	10m	남동에서 북서로 급경사의 내리막길, 남쪽으로 3m 떨어진 곳에 2m 높이의 담, 담 밖으로는 7m 아래에 도로, 주변보다 고도가 높은 숲
14	창경궁 명전전 앞	최저	35m	-100m	주변이 확 트인 넓은 잔디에 수목이 듬성듬성 있음
15	서울치대 앞	최고/최저	38m	75m	남동쪽에 1.5m정도의 담이 있고 병원내 도로변에서 50m 떨어진 화단에 설치, 도로와는 1m 높이의 사철나무로 차단 됨
16	서울사대초등학교	최고/최저	41m	570m	남쪽과 동쪽으로 운동장, 서쪽은 화단, 북쪽으로 21m 떨어진 곳에 4층 건물 있음.
17	교동초등학교	최고/최저	35m	300m	남쪽은 5m, 동쪽은 2m 떨어진 곳에 1.5m 높이의 낮은 담이 있음. 서쪽은 운동장, 북쪽은 21m 떨어진 곳에 4층 건물
18	종묘 전사청 앞	최저	40m	-20m	북동에서 남서쪽으로 지형이 낮아짐. 주변은 숲
19	종묘 정전(正殿) 앞	최고/최저	34m	-180m	북쪽으로 20m 떨어진 곳에 정전. 남동쪽에 작은 호수. 주변은 수목이 듬성듬성 위치
20	종묘 정문 앞	최저	34m	-30m	남동쪽으로 20m 떨어진 곳에 3m 담 위치, 북동쪽은 야산, 주변은 나무들이 듬성듬성한 화단
21	보령빌딩 뒤	최저	45m	80m	동쪽은 주택가, 북쪽과 남쪽은 주차장 입구, 서쪽으로는 6m 떨어진 곳에 고층건물
22	효제초등학교	최고/최저	37m	505m	북쪽으로 5m 떨어진 곳에 도로, 남쪽으로 1m 떨어진 곳에 3층 건물, 동서로 약간의 화단

의 차이는 이동성 고기압의 영향으로 맑고 풍속이 약한 날에 크게 나타났으며, 저기압의 영향을

받을 때는 그 차이가 0.5°C내외로 작았다. 태풍의 영향을 받을 때에는 바람이 강하여 녹지와 시가

표 2. 차량이동관측지점의 위치 및 특성

관측지점	토지이용	특성
A 사직터널 앞	상업지	북서쪽으로 산 능선이 있고 도로 앞의 측담 부근 측정
B 사직공원(서)	녹지	공원 서쪽으로 내리막 골목길이 위치
C 사직공원(동)	녹지	공원에서 30m 떨어진 지점
D 내자동로터리	상업지	4차선 도로와 교차하는 지점
E 중앙 박물관 앞	녹지	경북궁의 서쪽 담 옆 4차선 도로와 만나는 지점
F 광화문 앞	녹지	동서의 8차선 도로가 남쪽의 16차선 도로와 교차하는 지점.경북궁 담에서 15m 떨어진 곳에서 측정
G 동십자각	공공용지	북서쪽은 경북궁이 있고 주변은 고층 건물이 있는 교차로의 북측에서 측정
H 안국동 로터리	상업지	주변에 3~4층 건물이 밀집된 교차로의 북측에서 측정
I 안국 우체국 앞	상업지	주변에 3~5층 건물이 밀집되어 있음
J 재동 로터리	상업지	주변에 상가건물이 밀집해 있고 지하철 입구가 있는 교차로의 북측에서 측정
K 현대 빌딩 앞	상업지	현대 본사 앞에서 측정. 북동쪽으로 작은 공원 위치
L 돈화문	녹지	창덕궁 정문 앞의 소규모의 광장에서 측정
M 창경궁-종묘 다리	녹지	4차선 도로 양측이 7~8m의 높은 돌담으로 막혀있음
N 창경궁 고가 밑	녹지	4차선 도로 양측으로 3~4m의 돌담이 있음
O 원남동로터리	녹지	사거리의 북서쪽에서 측정. 북쪽과 서쪽은 오르막길의 도로
P 홍화문	녹지	창경궁의 정문 앞에서 측정. 북쪽으로 약간 오르막길 도로
Q 서울대병원 영안실	녹지	서울대병원 영안실 길 건너편 2~3m 높이의 창경궁 담부근에서 측정. 북쪽에서 남쪽으로 약간 내리막 경사진 도로
R 국립과학관 정문	녹지	1~2m 높이의 담을 경계로 창경궁과 인접. 측정지점의 북서쪽으로 고도가 높고 숲이 우거짐.
S 성대 앞 육교	상업지	주변이 3~5층의 건물이 있는 변화한 상업지역
T 해화동 로터리 고가	상업지	주변이 3~5층의 건물이 있는 변화한 상업지역

표 3. 연구기간 중의 평균 일몰 시간

날 짜	일몰 시간
2000년 9월 1일	19시 01분 25초
2000년 9월 10일	18시 47분 53초
2000년 9월 20일	18시 32분 26초
2000년 9월 30일	18시 17분 04초
2000년 10월 10일	18시 02분 13초
2000년 10월 20일	17시 48분 26초
2000년 10월 30일	17시 36분 15초
2000년 11월 10일	17시 25분 19초
2000년 11월 20일	17시 18분 13초
2000년 11월 30일	17시 14분 19초
평균	18시 00분 21초

지간의 냉각율 차이는 거의 나타나지 않았다(그림 4). 이동성 고기압의 영향을 받는 날의 토지이

용상태에 따른 냉각율의 차이는 15시부터 나타나기 시작하였으며, 일몰시간인 18시(표 3)에 가장 큰 차이를 보였다.

그림 5는 이동성 고기압의 영향을 받은 날들을 추출하여 서울 자동기상관측지점에서의 일몰 전·후 3시간동안의 냉각율을 계산하여 나타낸 것이다. 시간별 냉각율의 특성은 토지이용상태에 따라 다른데 주변이 녹지로 둘러싸여 있는 관악(서울대), 서대문(연세대), 도봉, 강서(우장산), 성북(국민대), 노원(육사) 지점은 일몰 3시간 전부터 냉각이 급속히 진행되어 일몰시에 최대 냉각율을 나타내는데 특히 관악이나 도봉, 서대문 지점의 냉각율은 1.7~2.3℃/h에 달한다. 이는 Upmanis(1998)의 연구결과와도 일치하는데 그는 녹지가 야간기온에 미치는 영향에 대한 연구에서 녹지와 시가지의 냉각율의 차이는 일몰 전·후 2시간 사이가 크고 공원과 시가지의 냉각율의 최

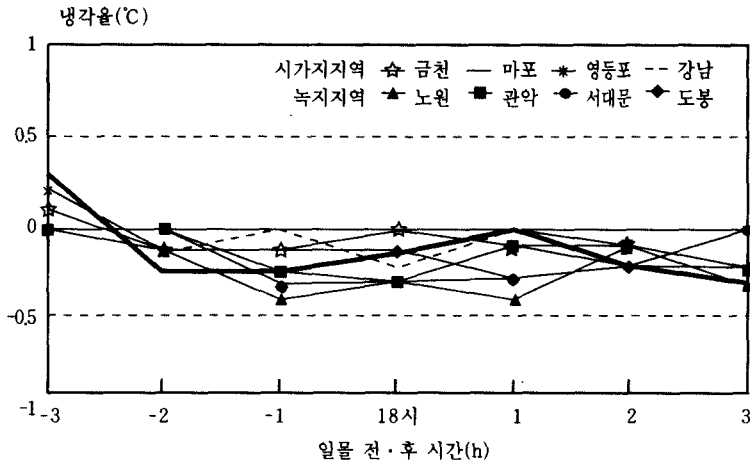


그림 4. 2000년 9월~11월 중 태풍의 영향을 받은 날들의 일몰 전·후 시간별 평균 냉각율

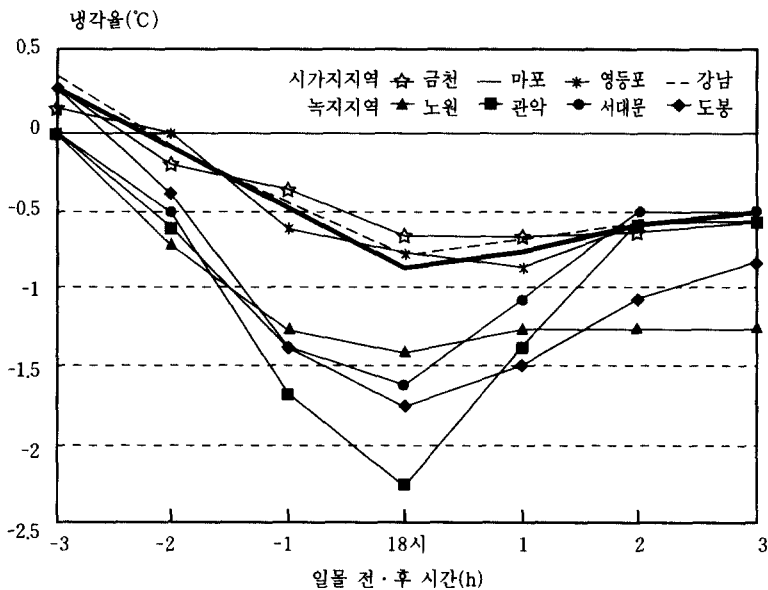


그림 5. 2000년 9월~11월 중 이동성 고기압의 영향을 받은 날들의 일몰 전·후 시간별 평균 냉각율

대 차이는 일몰 시에 나타난다고 하였다. 녹지 지역은 일몰 1시간 후까지도 시간당 1°C 이상 냉각되며 일몰 2시간 후부터는 0.5~1°C/h로 시가지의 냉각율과 비슷해진다. 반면 토지이용상태가 상업 지역이나 공업지역인 용산, 금천, 영등포, 마포, 동대문, 강남 지점은 서서히 냉각되기 때문에 최대 냉각율이 일몰시나 일몰 후 1시간 사이에 나타나며 최대값도 1°C/h 미만이다. 이처럼 녹지 지역은

일몰 2시간 전부터 일몰 후 1시간까지 큰 폭으로 급격히 냉각된 반면 아스팔트나 콘크리트 등으로 이루어진 시가지는 서서히 적은 값으로 냉각되기 때문에 시간이 지날수록 녹지와 시가지간의 기온 차이는 커진다. 이것은 일몰 전·후와 자정 전·후로 차량이동관측 한 결과에서도 잘 나타나는데 일몰 1시간 후보다 일몰 3시간 후에 녹지와 시가지간의 기온차이가 1~2°C 더 크다.

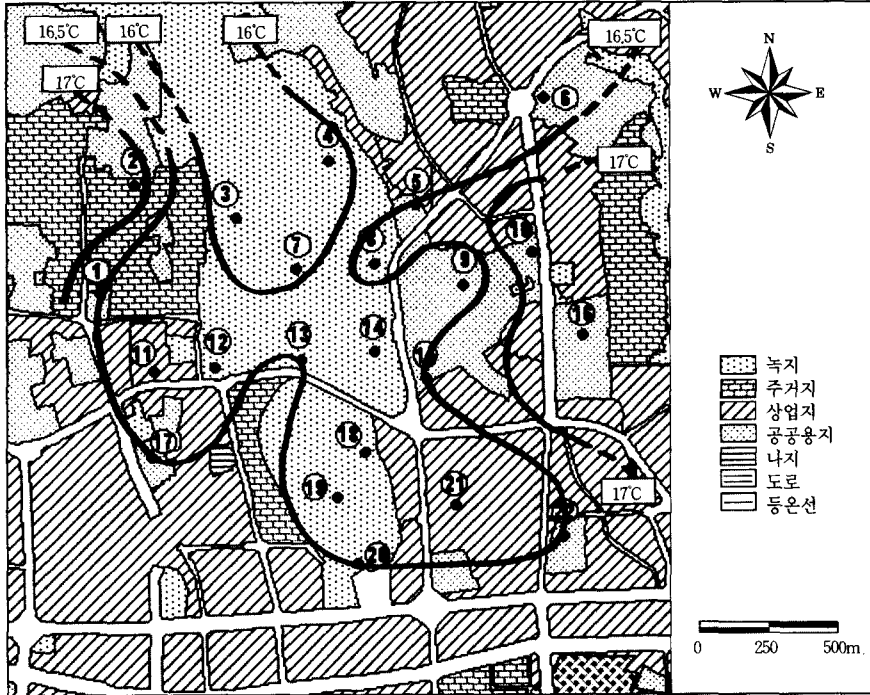


그림 6. 저기압의 영향을 받는 날의 최고기온 분포(2000년 10월 24일)

2) 도시 녹지 및 그 주변의 최고기온 분포 특성

도시 공원의 기온이 주변 시가지보다 낮기 때문에 나타나는 냉섬(cool island)⁸⁾ 현상은 주간과 야간이 서로 다른 기후 진행과정에 의해 나타나는데 대체로 주간에는 밀집된 나무들에 의해 생기는 증발산과 그늘의 효과가 크고, 야간에는 복사 냉각에 의한 것이 주요 원인이다(Hamada and Mikami, 1998). 즉, 주간에는 수목이 드문 지역보다 무성한 지역에서 기온이 더 낮으므로 토지이용상태가 큰 영향을 미치는 반면 야간에는 복사 냉각에 의해 형성된 냉기류의 흐름이 영향을 미치므로 토지이용상태 외에 지형도 중요한 역할을 한다. 또한 녹지 주변의 최고기온 분포는 기압계, 토지이용상태, 풍향, 풍속에 따라 다른데 박혜숙(1983)은 기상 상태에 따라 도시내·외의 기온차가 달라지며, 흐리거나 비오는 날에는 맑은 날보다 기온차가 1/3정도 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 태풍이나 저기압의 영향으로 흐리거나 비가 오는 경우에는 녹지와 주변 시가지간의 기온

차는 1°C내외였다. 특히 태풍의 영향을 받았던 2000년 9월 13일부터 16일까지는 바람이 너무 강하게 불어 관측 지점별로 기온 차이가 매우 약하게 나타났다. 시가지와 도시공원간의 기온 차는 맑고 풍속이 약한 날 큰데(Upmanis et al, 1998, 1999) 일반적으로 이동성 고기압의 영향을 받을 때 토지이용상태가 최고기온에 미치는 영향이 크다(윤용한 외, 1998). 따라서 이동성 고기압 영향하의 최고기온 분포는 그날의 풍향·풍속에 따라 약간의 차이는 있으나 저기압의 경우와는 달리 녹지에서 기온이 가장 낮고 녹지에서 멀어질수록 기온이 높아지는 경향이다.

그림 6은 저기압의 영향으로 새벽부터 흐리다가 하루종일 비가 내린 날의 최고기온 분포인데 토지이용상태와 기온간의 연관성이 약하게 나타났다. 최고기온이 가장 높은 지점과 낮은 지점간의 기온 차이도 적다. 창경궁 내에 위치한 지점(⑧번, ⑬번)과 창경궁의 북동쪽에 위치한 과학관 지점(⑤번)은 토지이용상태는 녹지이지만 최고기온은 16.5°C 이상으로 주변 시가지보다 더 높

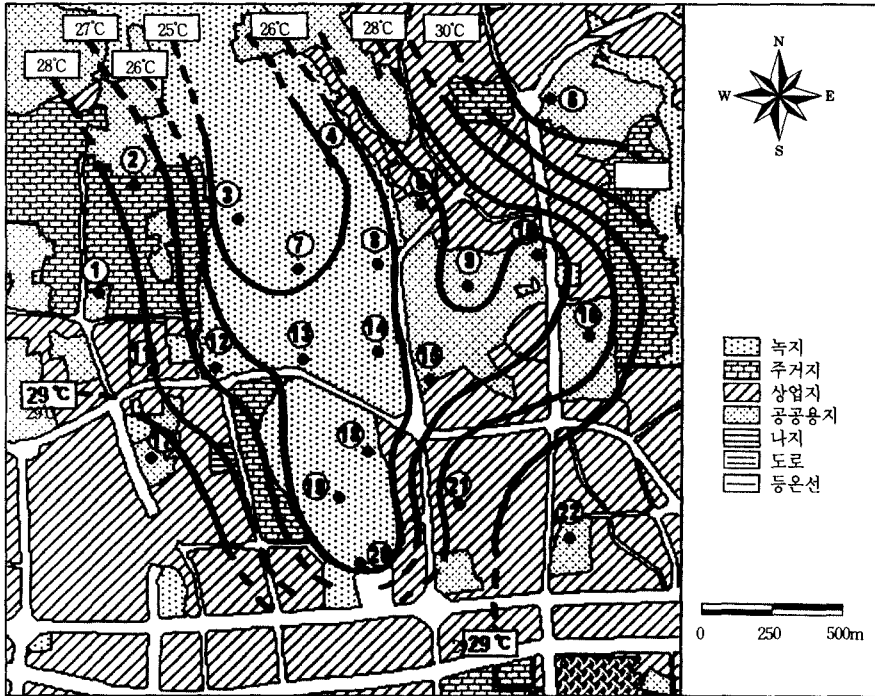


그림 7. 이동성고기압의 영향을 받는 날의 최고기온 분포(2000년 9월 29일)

다. 또한 수목이 무성한 창덕궁과 창경궁의 북쪽에 위치한 지점(③번)의 최고기온이 15.9°C로 가장 낮으나 주변 시가지에 위치한 지점들과 기온 차이가 거의 없어서 최고기온이 가장 높은 서울보건대 지점(⑩번)이나 서울사대부속초등학교 지점(⑬번)과는 1.2°C 정도의 차이이다.

그림 7은 관측기간 중 이동성 고기압이 한반도의 북쪽에 위치하고 있어 하루 종일 맑고 바람이 약한 2000년 9월 29일의 최고기온 분포도이다. 고궁 내에서도 비교적 고도가 높고 수목이 조밀한 곳의 기온이 낮고 고궁 가장자리에서 멀어져 시가지 쪽으로 갈수록 기온이 높다. 또한 시가지 내에서도 토지이용상태가 상업지역인 경우가 주거지나 공공용지인 경우보다 기온이 더 높는데 이것은 토지이용패턴별로 도시와 농촌의 기온 평균치를 계산하여 서울의 기온이 상업지역, 공업지역, 주거지역, 농업지역 및 초지의 순으로 낮아짐을 밝힌 박혜숙(1983)의 연구결과와 일치한다. 이날 관측지점 중 최고기온이 가장 높은 값은 31.9°C로 혜화동 로터리에 위치한 동성고등학교 지점(⑥

번)에서 나타났으며, 가장 낮은 값은 창덕궁(③번)에서 측정되었는데 그 차이가 7.3°C에 달한다. 또한 공공용지인 서울대병원 내에 위치한 지점들은 대부분 주변보다 기온이 2~3°C 더 낮는데 본관 지점(⑨번)은 아스팔트인 주차장에 인접해 있기 때문에 1°C 정도의 차이가 난다.

또한 풍향도 기온분포에 중요한 영향을 미치는데 풍상측의 토지이용상태에 따라 풍하측의 기온이 영향을 받는다. Ca et al.(1998)은 오후에 약 0.6km²의 규모를 가진 공원에서 시가지로 바람이 불 경우, 시가지 쪽으로 1km정도까지 약 1.5°C의 기온을 감소시킬 수 있다고 하였다. 이것은 이동성 고기압의 영향을 받으면서 풍향이 서로 달랐던 2000년 9월 26일과 27일, 29일의 경우에 잘 나타나는데 전체적인 기온 분포경향은 모두 비슷하지만 풍향에 따라서 기온의 분포 범위는 약간의 차이를 보인다. 2000년 9월 26일의 경우, 최고기온이 나타난 오후 3시경의 바람⁹⁾은 서북서풍이었다. 숲의 풍하측에 해당하는 서울대병원 내 지점들(⑨번, ⑩번)과 서울사대초등학교(⑬번)에서의 기

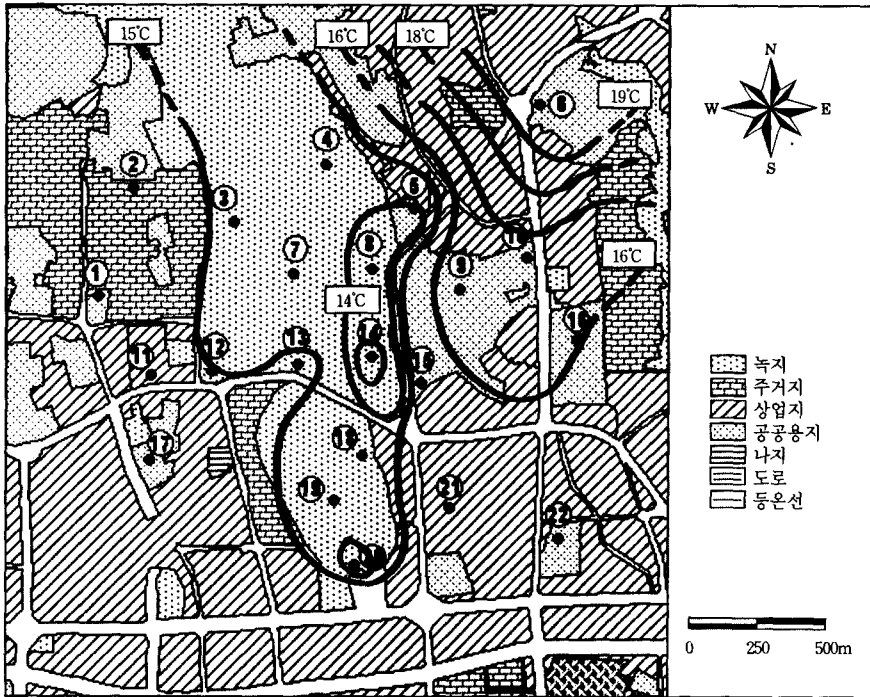


그림 8. 이동성고기압의 영향을 받는 날의 최저기온 분포(2000년 9월 29일)

은 값이 주변에 비해 낮았다. 그러나 북동(NE)풍이 불었던 2000년 9월 27일의 경우 서쪽으로는 창경궁이 인접해 있지만 동쪽으로는 상업지역이 분포하고 있는 서울대 치대(⑮번)와 동쪽으로 6차선 도로 및 변화한 상업지역이 위치한 서울 보건대(⑩번) 지점의 기온이 26일과는 달리 주변에 비해 높다. 특히 서울 보건대(⑩번)지점은 서쪽은 녹지이지만 동쪽은 고밀도의 시가지이므로 풍향에 따른 영향을 많이 받는다. 2000년 9월 29일의 경우는 최고기온이 나타난 시간대의 풍향이 동풍으로 바람이 불어오는 쪽에 고밀도의 시가지가 위치하고 있어 9월 27일과 마찬가지로 동쪽의 토지이용상태가 상업지역인 지점들에서 대체로 기온이 높게 나타났다. 즉, 토지이용상태가 기온에 미치는 영향은 풍향에 따라 강도나 범위가 달라질 수 있다.

3) 도시 녹지 및 그 주변의 최저기온 분포 특성

최저기온의 전체적인 분포 경향은 최고기온의 경우와 마찬가지로 녹지에서 멀어질수록 기온은

높아진다. 그러나 최저기온은 야간의 복사냉각에 의해 형성된 냉기류의 영향을 받기 때문에 토지이용상태와 더불어 지형도 중요하다. 그러므로 관측 기간 중 지형의 영향으로 부분적으로 낮은 기온을 나타내는 지역도 있다. 연구지역은 창경궁과 창덕궁의 북쪽에서 남쪽으로 고도가 낮아져 냉기류가 흐르는 길목에 해당하므로 남쪽과 남동쪽에 인접한 지역에서 기온이 낮다. 특히 창경궁과 창덕궁 내에서는 냉기류의 흐름이 높은 담에 의해 막혀 고이기 때문에 창덕궁의 남서쪽과 창덕궁의 남동쪽에서 기온이 가장 낮다. 지형의 영향을 덜 받는 지역에서는 기온분포가 토지이용상태에 따라 다른데 창경궁의 북동쪽의 경우 최고기온의 경우와 마찬가지로 녹지에서 멀어질수록 기온이 높고 상업지역일수록 기온이 높다. 그러나 최저기온의 등온선 간격은 최고기온보다 단순하며 기온 차이도 적다.

그림 8은 이동성 고기압의 영향을 받아 맑고 바람이 적어 복사 냉각이 컸던 2000년 9월 29일의 최저기온 분포도이다. 지형적으로 냉기류가 흐르는 길목인 과학관(⑤번)과 창경궁의 남동쪽 지점

(⑧번, ⑭번)에서 기온이 가장 낮는데, 높은 담에 의해 냉기류가 고여있는 ⑭번 지점은 13°C로 최저 기온이 가장 낮다. 창경궁의 동쪽에 인접한 도로는 과학관 부근을 정점으로 북쪽에서 남쪽으로 고도가 낮아지는데 창경궁에 인접한 도로의 서쪽은 낮은 기온을 보이지만 도로의 동쪽은 모두 16°C 이상으로 높다. 다만 서울대 치대 지점(⑮번)은 주변지역보다 고도가 낮아 냉기류의 영향을 받기 때문에 주변에 비해 기온이 낮다. 동성고등학교 지점(⑯번)은 주변 시가지의 영향으로 최저 기온이 가장 높은 19.1°C를 나타냈다. 보령빌딩 뒤에 위치한 지점(⑳번)도 최저온도계가 설치된 화단을 제외하고는 주변이 콘크리트나 아스팔트의 고층 건물로 둘러싸여 있어 녹지에 인접해 있는 주변 지점에 비해 비교적 최저기온이 높다. 창경궁에서 종묘를 연결하는 구름다리 지점(㉑번)은 해발고도가 44m로 주변보다 높고 동쪽으로 급격히 낮아진다. 이 지점은 토지이용상태는 녹지이지만 최저기온이 15.4°C로 높게 나타나는데 그 이유는 남쪽에 위치한 4차선 도로 양측이 구름다리 부근에서 모두 7~8m 높이의 담으로 막혀있기 때문에 도로상에서 발생한 열이 상층에서 ㉑번 지점에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 이는 Upmanis and Chen(1999)의 연구결과에서도 언급되었는데 해발고도가 높으면서 도시지역과 인접해 있는 공원은 오히려 녹지라는 특성보다 주변 시가지에서 온 상층공기의 영향으로 기온이 높아질 수 있으므로 지형의 고도를 고려해야 한다고 하였다.

4) 녹지 주변 기온의 수평 단면도

녹지와 주변 시가지간의 기온변화를 파악하기 위하여 이동성 고기압의 영향을 받는 날 창경궁과 종묘사이를 관통하는 도로를 따라 기온을 관측한 후 토지이용상태의 모식도 위에 기온의 수평 단면도를 작성하였다. 山下脩二(1981)는 토지이용의 각 항목이 점유하는 비율과 도시 기온간의 관계를 중회귀분석을 이용하여 분석하여 녹지와 수면은 도시기온을 낮추는 역할을 하고 상업이나 공업지, 주거지 등에서는 콘크리트나 아스팔트와 같은 불투수층 면적이 넓을수록 기온이 높음을 밝혔다. 이는 기온의 수평 단면도에도 잘 반

영이 되는데, 경복궁과 창덕궁의 경우 면적도 비슷하고 토지이용상태도 녹지이지만 경복궁은 전체 면적의 2/3가 녹지율 10%이하이며 불투수층 면적이 점유하고 있는 비율이 높고 수목이 적게 분포하고 있으므로 창덕궁보다 기온이 높다.

그림 9는 2000년 9월 26일 19시 15분~19시 45분에 차량이동관측을 한 결과인데 대체로 토지이용상태가 상업지역인 곳의 기온은 22~23°C이며 녹지는 17~20°C이다. 토지이용상태가 녹지인 사직공원(B-C)과 경복궁(E-G), 창덕궁과 창경궁(L-Q) 지점에서의 기온은 주변 상업지역에 비해 크게는 6°C정도 낮다. 또한 과학관 정문(R)과 혜화동 고가 부근(S)에서는 급격한 기온 차이를 보이는데 이는 토지이용상태에 따른 차이 뿐 아니라 이미냉각이 진행된 일몰 후에 관측했기 때문에 과학관이 지형적으로 냉기류의 이동 통로에

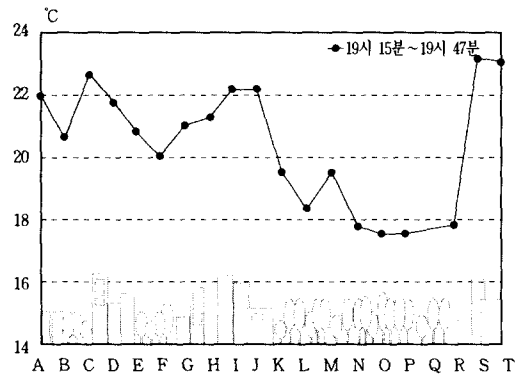


그림 9. 토지이용상태에 따른 기온의 수평 단면도 (2000년 9월 26일)

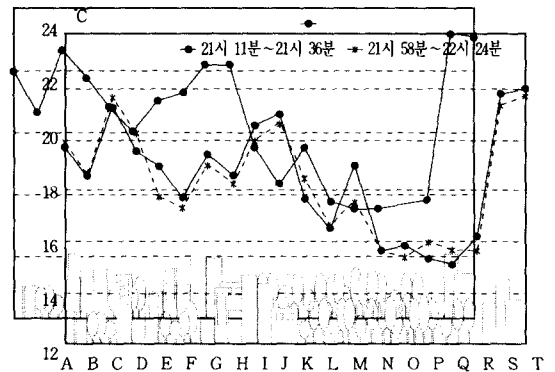


그림 10. 토지이용상태에 따른 기온의 수평 단면도 (2000년 9월 29일)

해당하기 때문으로 생각된다. 그림 10은 2000년 9월 29일 21시 11분~21시 36분과 21시 58분~22시 24분의 두 차례 관측 결과로 2000년 9월 26일과 경향은 비슷하다. 시가지는 대체적으로 21~22°C 정도를 나타내고 있으며 녹지는 15~18°C를 나타내고 있다. 토지이용상태가 녹지인 곳은 주변 시가지에 비해 기온이 3~4°C 정도 낮는데 일몰 후 3시간이 지난 시간이므로 복사냉각에 의한 냉기류의 이동 통로에 해당하는 지점(O~R)에서는 주변에 비해 기온이 6~7°C 더 낮다. 창경궁과 종묘를 연결하는 고가 다리 부근인 M지점은 2000년 9월 26일과 9월 29일 모두 토지이용상태는 녹지이지만 주변에 비해 기온이 매우 높다. 이는 앞의 최저기온의 분포 특성에서 언급한 것처럼 다리 아래로 관통하는 도로에서 발생하는 차량들의 배기가스 및 열 등이 창경궁과 종묘 사이의 높은 담에 의해 순환하지 못하기 때문이라 생각한다.

4. 결론

본 연구에서는 시가지에 위치한 녹지율 100%인 소규모의 녹지가 주변 기온 분포에 미치는 영향을 파악하기 위하여 최고·최저 기온 관측과 차량이동관측을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 국지적인 기온 분포는 기압계, 풍속, 토지이용상태, 풍향, 냉각율, 지형 등의 영향을 받는데 특히 기압계와 풍속, 토지이용상태는 녹지와 그 주변 기온의 공간적 분포에 많은 영향을 미친다. 즉, 이동성 고기압의 영향을 받아 맑고 풍속이 약할 때 녹지와 시가지의 냉각율의 차이가 가장 크기 때문에 토지이용상태에 따른 냉각율의 차이는 기온차이를 야기시킨다. 토지이용상태가 녹지인 곳은 일몰 전·후 1시간동안 1°C/h이상의 냉각율을 보이는데, 특히 일몰시에는 녹지인 곳의 냉각율은 대부분 1.5°C/h 이상이며, 관악의 경우는 2.3°C/h에 달한다. 반면 아스팔트나 콘크리트로 구성된 시가지는 최대 냉각율이 1°C/h 미만(일몰시)이다. 따라서 토지이용상태에 따른 냉각율의 차이는 일몰 전·후 2~3시간 이내에 발생하며, 그 차이는 일몰시에 가장 크다. 이 외 복사냉각에 의해 형성된 냉기류의 흐름은 지형의 영향을 받으므로 지형은

최저기온 분포에 많은 영향을 준다.

또한 풍향은 풍상측의 토지이용상태를 풍하측에 반영하기 때문에 기온의 분포 범위나 강도에 영향을 준다.

토지이용상태에 따른 기온차이가 가장 크게 나타나는 이동성 고기압의 영향을 받을 때의 최고기온이나 최저기온 분포의 전체적인 경향은 녹지에서 멀어짐에 따라 기온이 높아진다. 최고기온의 경우 녹지로 구성되어 있는 고궁 내에서도 수관이 넓은 수목이 밀집되어 있는 곳에서 기온이 가장 낮았고 잔디나 나지 등의 구성비율이 높은 곳일수록 기온은 높았다. 녹지 주변 시가지에서 그 차이는 더 뚜렷이 나타나는데 녹지 가장자리에서 멀어질수록 최고기온은 높아져 가장자리로부터 100m 떨어진 곳에서는 1~2°C, 300m에서는 2~3°C, 400m에서는 3~4°C, 600m에서는 5~6°C 높게 나타난다. 녹지에서의 거리에 따른 기온차이는 토지이용상태가 주거지나 공공용지인 곳보다는 고밀도의 상업지에서 더 크다. 새벽이나 야간에 주로 나타나는 최저기온은 최고기온의 경우와 마찬가지로 녹지에서 멀어질수록 기온은 높지만 그 차이는 크지 않고, 지형적으로 냉기류가 흘러가는 통로에 해당하는 지점에서 기온이 낮다. 따라서 주간에는 토지이용상태가 기온의 공간적 분포 특성에 많은 영향을 미치는 반면, 야간에는 토지이용상태 뿐만 아니라 지형도 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

녹지와 그 주변 시가지의 기온 분포 특성을 나타낸 기온의 수평 단면도는 맑고 바람이 약한 날 토지이용상태와 밀접한 관련성을 보이는데 녹지에서 멀어질수록 기온은 높아지며 녹지의 규모가 크고 수목이 무성할수록 주변 지역의 기온은 크게 감소한다. 일부지역을 제외하고 대부분 녹지율이 100%인 창덕궁의 경우, 고궁 가장자리로부터 서쪽 시가지 쪽으로 200m까지는 1°C 정도 차이가 나고 400m에서는 3~4°C 차이가 난다.

이처럼 고밀도의 상업지역이나 공업지역과 같이 고온역이 나타날 수 있는 도심에 공원과 같은 녹지가 위치하면 문화적인 측면에서 뿐 아니라 냉각(cooling) 효과로 주변 기온을 감소시켜 열섬 현상을 완화시키고 쾌적한 공기를 제공하므로 도시 주민환경의 질적 향상에 크게 기여할 수 있다.

Landsberg(1970)가 언급한 바와 같이 만약 도시계획이 합리적으로 이루어진다면 도시기후는 쾌적한 춘락기후와 크게 다르지 않을 것이며, 도시의 쾌적한 환경을 유지하기 위해 비싼 대가를 치르지 않아도 될 것이다. 앞으로 다양한 구조와 규모의 녹지를 대상으로 도시 녹지가 주변 시가지의 기온에 미치는 영향에 대한 연구가 더 수행되면 소규모의 녹지를 이용하여 도시환경을 개선시킬 수 있는 효율적인 도시계획을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다.

한다. 본 연구에서는 Mikami *et al*가 1998년 미국 기상학회 학술대회의 도시환경분과에서 발표한 것을 인용하여 냉섬(cool island)을 “도시 내에서 녹지공원에 의해 기온이 낮게 나타나는 지역”으로 정의하였다.

9) 바람자료는 본 연구에서 직접 관측하지 않고 연구지역에서 가장 가까운 서남서쪽으로 1.7km 떨어진 종로구 송월동(구 기상청)관측소의 자료를 이용하였다.

註

- 1) 공공용지에는 병원이나 학교, 박물관 등이 포함되며, 대부분 건물 주변에 소규모의 녹지들이 있다.
- 2) 서울시에서는 「서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립(2000)」에 관한 조사에서 일정 규모(최소기준 20×20m)이상의 면적을 가지는 블록단위로 수종 및 수고, 흉고 직경 등을 조사한 후 블록내의 녹지의 점유율을 평가하여 녹지율을 구하였다.
- 3) 서울시에서는 「서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립(2000)」에 관한 조사에서 서울시 토지이용현황을 도시지역과 녹지 및 오픈스페이스 지역으로 크게 구분한 후 이를 다시 34개로 세분화하여 작성하였는데 본 연구에서는 이것을 8개의 유형으로 재분류하여 사용하였다.
- 4) 최고·최저 온도계는 2000년 7월 20일자로 기상청에서 검정 받은 것으로 눈금이 0.2°C 간격이다. 기기 오차는 모든 눈금에서 ±0.3°C 이내였으며 이는 보정되었다.
- 5) 창경궁 5개 지점, 창덕궁 2개 지점, 비원 3개 지점에 각각 최고·최저 온도계를 설치하였다.
- 6) SK SATO에서 제작된 디지털 온도계로 모델은 SK-1250MC이며 기기 오차는 ±0.3°C이다.
- 7) 佐橋謙(1983)이 대학 캠퍼스에서 시도한 실험연구에 의하면 차량이동관측시 온도계를 부착하는데 가장 좋은 위치는 지상 1.5m의 자동차 앞부분이다.
- 8) 'Cool island'에 대한 용어는 현재 학술적으로 정립되지 않았으나 도시 내의 녹지나 고층건물들의 그늘에 의해 주변보다 기온이 낮은 지역을 의미

文獻

박인환 · 장갑수 · 김종용 · 박종화 · 서동조, 2000, “대도시에 있어 냉섬의 유형별 온도완화 효과,” 한국조경학회지, 28(1), 11-18.

박혜숙, 1983, “서울 하계기온의 도시기후적 연구,” 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.

부경은 · 전영신 · 박지용 · 조하만 · 권원태, 1999, “자동기상관측장치자료를 이용한 서울의 기온수평 분포 분석,” 한국기상학회지, 35(3), 335-343.

부경은 · 오성남, 2000, “1999년 서울지역 기온의 시공간 분포 특성,” 한국기상학회지, 36(4), 499-506.

서울특별시, 2000, 도시생태개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립, 서울특별시.

윤용한 · 김은일 · 송태갑, 1998, “공원녹지가 기온저하에 미치는 영향 -일본 동경시 석신정 공원을 중심으로-,” 한국조경학회지, 26(2), 259-268.

윤용한 · 송태갑, 2000, “도시공원의 기온에 영향을 미치는 요인,” 한국조경학회지, 28(2), 39-48.

윤용한, 2000, “일본 시천시 녹지의 배치가 기온에 미치는 영향,” 대한국토·도시계획학회지, 35(3), 113-119.

이은엽 · 문석기 · 심상렬, 1996, “도시녹지의 기온 및 지온 완화효과에 관한 연구,” 한국조경학회지, 24(1), 65-78.

이현영, 1985, “서울의 도시기온에 관한 연구,” 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

- , 1989, “원격탐사기법에 의한 도시열섬 연구.” 지리학, 40, 1-13.
- 조현길·윤영활·이기의, 1995, “도시녹지에 의한 대기 CO₂의 흡수.” 한국조경학회지, 23(3), 83-91.
- 浜田崇·三上岳彦, 1994, “都市内緑地のクールアイランド現象.” 地理學評論, 67A-8, 518-529.
- 境田清隆·鈴木雅幸, 1994, “密生した街路樹をもつ路上空間における晴天日の気温分布.” 地理學評論, 67A-8, 506-517.
- 山下脩二, 1981, “ヒートアイランドの形成要因について.” 「都市氣候の形成要因に関する應用地理學的 研究」, 文部省 科學研究報告書, 88-94.
- 佐橋謙, 1983, “自動車による気温の移動觀測における觀測誤差:特に自動車の影響を中心に.” 天氣, 30(10), 21-26.
- Ca, VT., Asaeda, T. and Abu, EM., 1998, Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park, *Energy and Buildings*, 29(1), 83-92.
- Eliasson, I. and Upmains, H., 2000, Nocturnal airflow from urban parks-implications for city ventilation, *Theoretical and Applied Climatology*, 66(1/2), 95-107.
- Hamada, T. and Mikami, T., 1998, Spatial variation of air temperature in an urban green park, *American Meteorological Society*(Proceeding).
- Honjo, T. and Takakura, T., 1990/91, Simulation of thermal effects of urban green areas on their surrounding areas, *Energy and Buildings*, 15-16, 443-446.
- Jauregui, E., 1990/91, Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city, *Energy and Buildings*, 15-16, 457-463.
- Kawamura, T. and Suzuki, Y., 1983, Air temperature differences between park and the surrounding urban area, *Annual Rept. of the Inst. of Geoscience, The Univ. of Tsukuba*, 9, 39-41.
- Landsberg, H. E., 1970, Climate and urban planning, in *Urban Climate*, W.M.O. Tech. Note, No. 108, p370.
- , 1981, *Urban Climate*, Academic press, 275p.
- Lee, Hyoun-Young, 1993, An application of NOAA AVHRR thermal data to the study of urban heat islands, *Atmospheric Environment*, 27B (1), 1~13.
- , 1995, Potential effects of land-use change on the local climate, *J. the Korean Society of Remote Sensing*, 11 (3), 83~100.
- , 1995, The impact assessment of urbanization on the atmospheric environment, *J. Environment Impact Assessment*, 4 (3), 73~86.
- Luvall, J. C. and Quattrochi, D. A., 1999, Thermal infrared remote sensing for analysis of landscape ecological processes: methods and applications, *Landscape Ecology*, 14(6), 577-589.
- Saito, I., Ishihara, O. and Katayama, T., 1990/91, Study of the effect of green areas on the thermal environment in an urban area, *Energy and Buildings*, 15-16, 493-498.
- Mikami, T., T. Hamada and H. Kirihara, 1998, Cool island phenomena in a large green park in Tokyo, *American Meteorological Society* (Proceeding).
- Upmains, H., Eliasson, I. and Lindqvist, S., 1998, The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Goteborg, Sweden), *Int. J. Climatology*, 8, 681-700.
- Upmains, H. and Chen, D., 1999, Influence of geographical factors and meteorological variables on nocturnal urban-park temperature-differences : A case study of summer 1995 in Göteborg, Sweden, *Climate Research*, 13(2), 125-139.

(2001년 4월 27일 접수)