

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 25, No. 4, 2005

바람길 조성을 위한 도시미기후 측정 분석

전지현*, 박석봉**

*전남대학교 공업기술연구소(zzocji@paran.com),

*광주대학교 건축학과 부교수(seokbong@gwangju.ac.kr)

A Study on the Micro-climate of the City to Construct Wind Ways

Jeon, Ji-Hyeon*, Park, Seok-Bong**

*Engineering Research Institute, Chonnam National University(zzocji@paran.com)

**Dept. of Architecture, Associate Professor, Gwangju University(seokbong@gwangju.ac.kr)

Abstract

The purpose of this study is to address the progress of the heat island phenomenon and the scheme to decrease in heat island phenomenon through analysis of micro-climates according to land use and make a plan to construct wind ways.

The result is:

1) Analysis of temperature and humidity at 6 spots for 24 hours showed that heat island phenomenon was considerably intense around center road of Gwangju and can be mild through making lakes and green zones.

2) Analysis of the direction and velocity of the wind at 2 spots for 24 hours showed that the direction of the wind at the center of Gwangju was SSW(South-South-West) and average velocity of the it was 1.2~1.5 m/s. To make the inflow of the low-temperature air current from Mt. Mudeung into the city through Gwangju river, efficient management of Gwangju riverside parks should be considered for Gwangju river itself to be wind way.

3) Analysis of mobile temperature measurement on 3 courses for 24 hours showed that the low-temperature air current of Mt. Mudeung and a micro-climate of Gwangju river can lighten thermal storage phenomena of the city in that the temperature was lowest at Gwangju riverside.

These outcome is from a day term measurement. So, to figure out accurate condition of

heat island phenomenon in Gwangju City, it is needed to have long term measurements and accumulation of those information.

Keywords : 바람길(Wind ways), 도시용도지역(According to land use), 열섬(Heat island)

1. 서 론

20세기 중반 이후 산업·도시화가 급속히 진행되면서 각종 인공열과 대기오염 물질은 도시 상공의 기온을 주변 지역보다 높게 하는 열섬(heat island)이라는 특유한 기후 현상을 유발시켰다.

도시 열섬현상에 의한 지구 온난화는 전 세계적인 문제점으로 대두되고 있으며, 인구 140여만 명의 광주광역시(이하 “광주시”라 칭함) 또한 예외는 아니다.

이에 본 연구에서는 광주시의 바람길 조성을 위해 도시용도지역별로 열섬진행 현황을 파악하고 그에 따른 대안을 마련하고자, 6개 지점에서 온·습도를, 2개 지점에서 풍향·풍속을 24시간 측정하여 광주지역의 하절기 1일 도시 미기후 현황을 분석하였다. 또한 광주시 도심지역의 열섬 분포를 파악을 위해 3구간을 선정하여 이동시 온도변화를 측정하였다.

2. 이론적 고찰

도시 열섬현상에 의한 지구 온난화는 전 세계적인 문제점으로 대두되고 있으며 이를 해결하기 위해 세계 각국은 도시녹화사업(대기 중의 열을 줄여주는 증산작용과 흡착작용에 의한 대기오염물질의 제거), 도로 포장재의 개선(보수성이 있는 포장도로의 사용으로 침투한 빗물을 증발시켜 지표면 온도를 낮추고 도시형 홍수를 예방), 바람길 조성(산·계곡풍을 유입하는 길을 만들어 신선한 공기가 도심에 유입되게 하고 오염물질을 제거) 등을 대표적인 대안으로 제시하고 도시에 적용하

는 방안에 대해 지속적으로 연구를 진행하고 있는 실정이다.

바람길을 활용한 도시계획의 대표적인 성공사례로는 독일 슈투트가르트시를 꼽는다.

슈투트가르트는 북동쪽을 제외하고 3면이 높은 산으로 둘러싸인 분지형 도시로 다른 지역에 비해 바람의 흐름이 느리다. 이 도시는 제2차 세계대전 이전만 하더라도 독일에서 번창 하던 공업도시로 경제적 번영을 누렸지만 공장 굴뚝에서 배출되는 대기오염으로 시민의 건강이 위협받자 대기환경이 사회적 문제로 등장했다.

이에 슈투트가르트는 대기환경을 개선하기 위해 종전이후 파괴된 도시를 재건하면서 바람길을 도시계획에 반영해오고 있다. 특히 도시 외곽 산지에서 발생해 도심으로 불어오는 찬공기 흐름을 자연스럽게 도심 반대방향으로 불어갈 수 있게 바람길을 열어놓고 있다. 청정지역으로부터 막힘 없이 불어오는 찬공기는 과밀 개발지역인 도심을 시원하게 할 뿐 아니라 대기환경이 악화된 지역의 공기를 청정하게 만들어주기 때문이다.

이러한 정책은 바람길을 활용한 도시개발에 대한 토지이용계획에서의 기본지침과 지구상세계획에서의 규제방안 등 제도적 뒷받침이 있었기에 가능하였다.

국내의 경우에는 대구시에서 2005년까지 지역별 바람길 흐름도를 작성하고 바람길을 막고 있는 고층 건물 입지 및 녹지축 현황을 파악하기로 하였으며, 2006년에는 바람길을 막는 신축건물 억제와 고층·고밀도 개발 억제 등 바람길 조성을 위한 친환경적 도시 관리지침 마련 계획이 수립된 상태이다¹⁾.

이미 광주시도 도시온난화가 상당히 많이 진행되고 있음을 선행연구²⁾³⁾를 통해 확인하였으며 이에 바람길 조성을 위한 연구 및 정책 마련이 진행되고 있는 실정이다.

3. 광주시 열섬현상 측정

3.1 광주시의 특성

(1) 지형적 특성

광주시는 호남내륙의 서쪽에 치우쳐 위치하고, 무등산, 금당산, 월각산, 송악산으로 둘러싸인 분지 형태를 이루고 있으며, 북쪽으로 장성군과 담양군, 서쪽으로는 영광군, 동쪽으로는 화순군, 남쪽으로는 나주시를 경계로 하고 있다.⁴⁾

무등산 골짜기에서 발원하여 시가지를 관통하는 영산강 상류인 광주천은 서북으로 흐르다가 서부 경계 지대에서 극락강, 석곡천과 합류하고 다시 영산강에 흘러들어간다.

(2) 기후적 특성

광주지방은 겨울철에는 주로 서~북서풍에 의한 강설현상이 자주 나타나고, 여름철에는 무더운 분지의 날씨를 보이고 있는데, 호남서해안의 기후 특성을 보인다고도 할 수 있다.

연평균기온은 13.2℃로서 인근 목포보다는 낮고 전주보다는 높은 편이며, 연평균최고기온은 18.4℃, 일 최저평균기온은 8.9℃이고 일 최고기온은 38.5℃, 일 최저기온은 영하 19.4℃의 극값을 보였다.

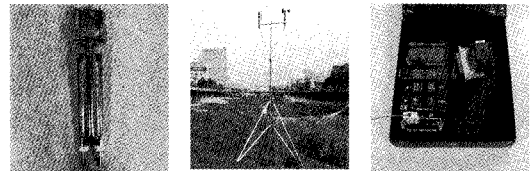
3.2 측정 방법 및 내용

(1) 측정개요

광주시 미기후 현황 파악을 위한 측정일시 및 측정내용은 표 1과 같고, 측정일의 일조시간은 기상청 데이터 기준 6~8시간 정도로 쾌청하였다.

표 1. 측정일시 및 측정내용

구 분	측정일시	측정기기
고정지점 온·습도	'05.07.26. 19시 ~ '05.07.27. 18시	아스만 통풍건습계
고정지점 풍향·풍속	'05.07.25. 20시 ~ '05.07.26. 19시	자동기상관측시스템 AWS2000(JY-801, JY802)
이동지점 온도	'05.07.25. 20시 ~ '05.07.26. 19시	전자온도계(TEs-1307)



a) 온·습도계 b) 풍향풍속계 c) 전자온도계

그림 1. 측정기기

(2) 측정방법

고정지점의 온·습도 측정은 아스만 통풍건습계를 지면에서 수직 1.5m 높이에 설치하고 매시 정각에 모든 측정점에서 동일하게 측정하는 방법으로 24시간 동안 측정하였다.

풍향·풍속 측정은 자동기상관측시스템을 측정점에 고정하고 바닥으로부터 수직 4m 높이에 주변 건물이나 나무 등에 의한 영향이 없도록 설치하여 24시간 동안 측정하였다.

이동지점의 구간별 온도 측정방법은 선행 연구⁵⁾를 참조하여, 자동차 지붕(지상 1.5m 높이)에 전자온도계(TEs-1307)를 설치하고, 매시 정

1) 김수봉, 대구 바람길 조성의 의미, 대구지역 환경기술개발센터, 2003, p.2~16
 2) 박석봉, 2004, 기상데이터를 이용한 광주시 도시온도 상승에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.24, No.3.
 3) 박석봉, 광주광역시 친환경적 도시녹지 정책을 위한 도시의 열섬현상 저감효과에 관한 연구, 광주지역환경기술개발센터, 2004.2.
 4) 광주지방기상청

5) 齊藤武雄, 地球と都市の温暖化, 森北出版(株), 1992.6., pp.62~66

각에 각 구간 시작점에서 동일한 시간에 출발한 후 해당 측정지점을 지날 때는 시속 15~20km의 속력으로 서행(참고문헌 5)에 의하면 40km/h로 이동 측정하고 있으나 본 연구에서는 15~20km/h로 이동 측정하였으며, 시속 15~20km 주행 중 온도강하를 측정한 결과 거의 차가 없었음)하면서 기록하는 방법으로 24시간 동안 측정하였다.

단 코스1은 자동차의 진입이 불가능한 관계로 오토바이에 동일한 방법으로 기기를 설치하고 2시간 간격으로 24시간 동안 측정하였다.

각 코스별 1회 측정시간은 구간 길이가 코스1 약 12km, 코스2 약 5.9km, 코스3 약 5.3km로 다르며, 출·퇴근 시간 도로 정체에 의한 운행속도가 달라 구간별 소요시간이 코스1 평균 4.0초, 코스2 평균 3.4초, 코스3 평균 4.6초로 총 소요시간은 평균 30분 이내로 완료하여 구간별 측정 데이터의 시차를 최소화 하였다.

3.3 측정점 선정

(1) 고정지점

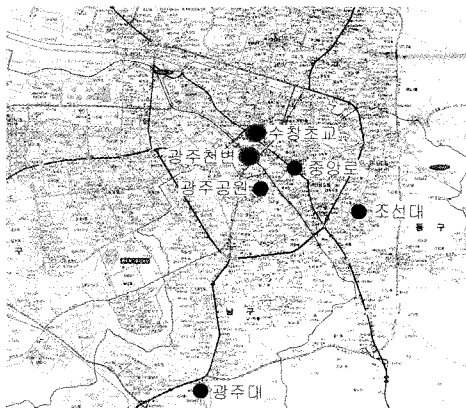


그림 2. 미기후 고정 측정점

광주지역의 미기후 분석을 위해 그림 2와 같이 도시용도지역별로 6개 지점을 선정하여 온·습도를 측정하고, 이 중 도심부에 해당하는 수창초교

(육교 위) 지점과 광주천변 지점 등 2개 지점을 선정하여 풍향·풍속을 측정하였다.

6개 고정온도 측정점은 광주의 열섬현상에 직접 관련되는 도시 표면 구성 요소별(하천, 공원, 공지, 도로, 무등산자락 등)로 광주천변(천변우로 아래 지점, 무등산 아래 녹지(조선대학교 중앙도서관 옆 잔디), 도심지내에 위치한 공터(수창초등학교 운동장), 도심 중심부(중앙로), 도심지내에 위치한 녹지(광주공원), 도심지와 멀리 떨어진 광주 외곽 지역(광주대학교 운동장) 등 6개 지점으로 선정하였으며, 이 중 풍향·풍속 측정점은 바람길 현상을 파악하기 위해 도심부에 위치해 있는 광주천 중류지역과 도심 금남로 수창초교 앞 도로 육교 위를 측정점으로 선정하였다.

(2) 이동지점

광주지역 도심부의 열섬 진행 현황을 파악하기 위해 그림 3과 같이 광주천변, 외곽지역, 중심지역 등 세 구간으로 나누어 온도를 측정하였다.

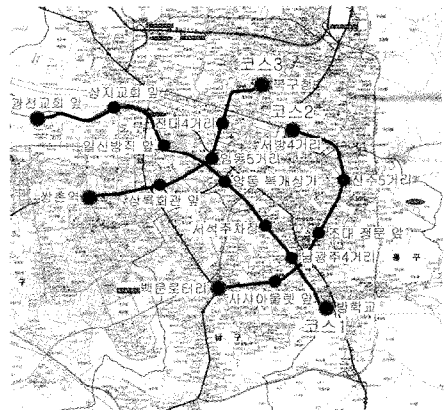


그림 3. 미기후 이동 구간별 세부 측정점

코스1은 무등산을 기점으로 광주를 관통하고 있는 광주천이 광주시의 바람통로 역할을 할 것으로 판단하여, 광주천 상류부터 하류까지의 미기후 변화 현황을 조사하고자 광주천 방학교부터 유촌동(극락교)까지 약 12km구간의 7개 측정점을 선

정하였다.

코스2는 무등산 아래 지역의 미기후 변화 현황을 조사하고자 광주천 상류와 교차하게 되는 서방사거리에서 백운광장까지 약 5.9km구간의 5개 측정점을 선정하였다.

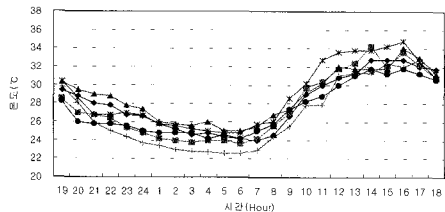
코스3은 무등산과 떨어진 광주시 도심부의 미기후 변화 현황을 조사하고자 광주천 중류와 교차하게 되는 북구청에서 쌍촌역까지 약 5.3km구간의 5개 측정점을 선정하였다.

3.4 측정결과

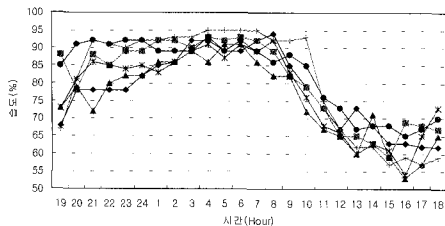
(1) 고정지점 온·습도 24시간 연속 측정결과

그림 4는 각 측정점에서의 시간 변화에 따른 온·습도 측정 결과를 보여주며, 그림 5는 각 위치별로 온·습도 분포 범위를 보여준다.

시간대별 온도 변화를 살펴보면 17시부터 8시까지는 중앙로, 9시부터 16시까지는 수창초교가 가장 높게 나타났고, 22시부터 11시까지는 광주대, 12시부터 21시까지는 광주공원이 가장 낮게 나타났다.



a) 온도



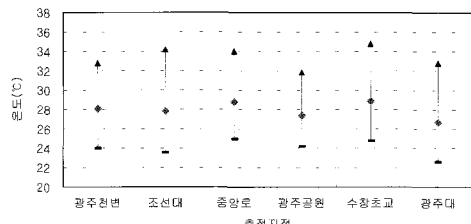
b) 습도

그림 4. 시간 변화에 따른 온습도

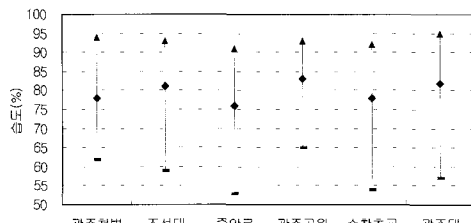
수창초교는 중앙로보다 낮은 온도대를 보였는데, 이는 많은 교통량에 의해 가열된 아스팔트와 냉방기 사용으로 인한 도심부의 온도 상승으로 인하여 중앙로의 온도가 내려가지 않았던 것으로 사료된다.

중앙로와 가장 유사한 온도 변화를 보였던 광주천변과 일몰시 온도대를 비교하면 평균 0.8℃ 정도 높았고, 일출시 가장 높은 온도대를 보였던 수창초교와 일몰시 온도대를 비교해도 평균 0.7℃ 높게 나타나 도심부에서도 도로와 고층빌딩이 밀집된 지역의 열섬현상이 심한 상태임을 알 수 있었다.

또한 그림 4의 b)에서도 일출시, 일몰시 모두 중앙로의 습도가 가장 낮게 나타나 다른 측정지점에 비해 건조한 상태임을 확인할 수 있다.



a) 온도



b) 습도

그림 5. 각 위치별 온습도 분포 범위

용도지역별로 살펴보면 학교 공터인 수창초교(도심부, 일평균 28.9℃)와 광주대(도시 외곽지역, 일평균 26.9℃)의 일평균 온도차가 2℃ 이상

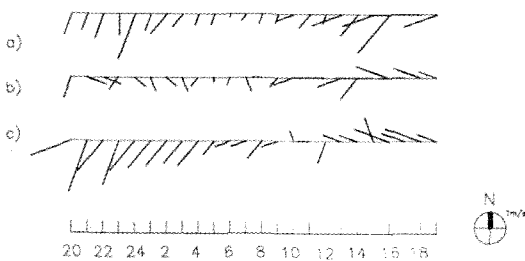
났으며, 무등산 아래지역에 위치한 조선대는 수창초교와 광주대의 중간 온도대(일평균 27.8℃)로 나타났다. 이와 같은 조선대의 측정 결과는 공터에 잔디가 조성되어 있고 무등산 깃대봉에서 내려오는 찬공기의 영향에 기인한 것으로 판단된다.

도심 공원인 광주공원(일평균 27.4℃)과 무등산자락인 조선대(일평균 27.8℃)를 비교하면 일평균 온도차로는 광주공원이 0.4℃ 낮지만, 최고 온도의 차이는 광주공원이 2.4℃로 크게 낮으며, 일교차는 광주공원(일교차 7.6℃)이 조선대(일교차 10.6℃)보다 작게 나타나 도심부 녹지가 도심의 온도를 획기적으로 저감시키고 있음을 알 수 있다(그림 5의 a) 참조).

도시 중심부에 위치한 광주천변(일평균 28.1℃)과 중앙로(일평균 28.8℃)를 비교하면 일평균 온도차는 광주천이 0.7℃ 낮지만 최고 온도의 차이는 2.8℃(광주천변 32.8℃, 중앙로 34.0℃)로, 광주천이 건전화 되었지만 도심부 온도 저감 효과가 매우 높음을 알 수 있었다.

(2) 고정지점 풍향·풍속 24시간 연속 측정결과

그림 6은 도심부의 풍향 측정 결과로 시간대별로 변화가 있기는 하지만 일평균 풍향은 동일하게 남남서(광주천변 SSW:218.2, 수창초교 SSW:223.6) 방위로 나타났다.



a) 광주천변(천변우로 아래)
b) 수창초교(육교 위), c) 기상청

그림 6. 시간 변화에 따른 풍향

그림 7은 광주천변, 수창초교 등 두 지점의 평균 풍속과 최대 풍속을 나타내는 그래프로 시간대별로 살펴보면 대체로 주간에 풍속이 빨라졌고, 야간에 풍속이 느려졌다.

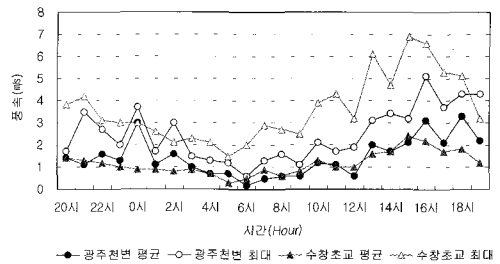


그림 7. 시간 변화에 따른 평균 풍속과 최대 풍속

일평균 풍속은 광주천변 1.5m/s, 수창초교 1.2m/s로 비교적 유사하게 나타났으나, 최대 풍속은 광주천변 5.1m/s, 수창초교 6.9m/s로 수창초교가 광주천변보다 1.8m/s 더 빠른 것으로 나타났다.

일평균 풍속의 측정 결과는 광주천변 도로 아래 하천지역이 계곡과 같은 형상으로 미풍을 일으킨 것으로 판단되며, 일평균 최대 풍속의 측정 결과는 고층건물 사이에서 생성된 기류와 차량 이동시 발생하는 미세 기류의 영향에 의해 나타났던 것으로 사료된다.

(3) 구간별 이동지점 측정결과

측정 구간별 일평균 온도를 살펴보면 코스3(30.2℃, 북구청→쌍촌역), 코스2(30.0℃, 서방사거리→백운광장), 코스1(29.0℃, 방학교→유촌교) 순으로 무등산을 기점으로 광주를 관통하고 있는 광주천 구간의 온도가 가장 낮게 나타났다.

이와 같은 측정결과는 무등산 저온기류의 영향과 하천지역의 냉기류가 주변지역의 축열현상을 완화시킨 것으로 판단된다.

그림 8에서 보면 구간 중 양동 북개사가 아래 지점만 다른 지점과 반대되는 온도 변화를 나타내는데, 이는 이 지점만 직사광선을 받지 않는 곳이

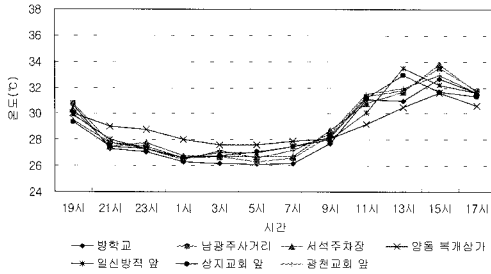


그림 8. 코스1(방학교→유촌교)의 온도 변화

며 상부 복개도로의 축열에 의한 영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 측정점 중 온도가 가장 낮았던 곳은 방학교로, 이는 무등산의 저온기류와 소량의 차량통행에 기인한 것으로 사료된다.

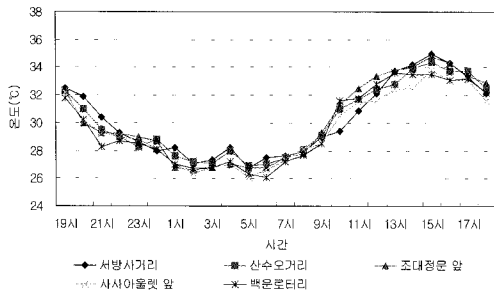


그림 9. 코스2(서방사거리→백운광장)의 온도 변화

그림 9에서 보면 구간 중 온도가 가장 낮게 나타난 곳은 사사아울렛 앞으로, 이는 남광주교가도로 아래를 지나는 광주천의 영향에 기인한 것으로 판단되며, 이 구간이 광주천 구간보다 온도가 높

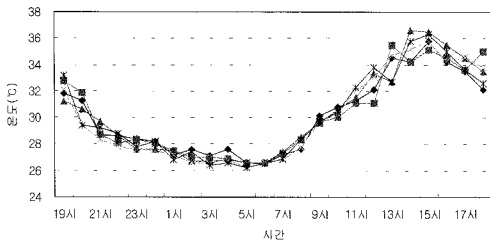


그림 10. 코스3(복구정→쌍촌역)의 온도 변화

은 이유는 무등산 아래 지역으로 제2순환도로를 따라 형성된 아파트 및 고층건물이 무등산의 저온기류를 차단했기 때문인 것으로 사료된다.

그림 10은 도심부를 관통하는 구간으로 코스2와 유사한 온도 변화를 보이나, 13시 최대 온도에서(코스2 33.3℃, 코스3 34.0℃) 코스2보다 0.7℃ 높게 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 광주시의 바람길 조성을 위해 도시용도지역별로 미기후를 측정하여 열섬 진행 현상을 파악하고 열섬 저감 방안을 모색하였다.

연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 고정지점 온·습도를 24시간 연속 측정된 결과, 광주시 도심부 중앙로 주변의 열섬현상이 가장 심한 것으로 나타났으며, 이는 도심부 내에 호수나 녹지를 조성하는 방법으로 완화시킬 수 있음을 도심녹지 측정점 및 공기 측정 결과를 통해 알 수 있다.
- 2) 고정지점 풍향·풍속을 24시간 연속 측정된 결과, 광주시 도심부의 풍향은 남남서(SSW)로 평균 풍속은 1.2 ~ 1.5%로 나타났으며, 무등산의 저온기류 유입이 가능한 광주천이 바람통로가 될 수 있도록 광주천변을 관리할 필요가 있을 것으로 사료된다.
- 3) 구간별 이동지점 온도를 24시간 연속 측정한 결과, 광주천변 구간이 가장 낮은 온도 분포를 보여 무등산 저온기류와 광주천의 미세기류가 주변지역의 축열현상을 완화시킬 수 있음을 확인하였다.

이와 같은 결과는 고정지점 및 이동지점 각각 24시간 연속 측정된 값을 분석한 것으로서 금후는 장기적인 측정을 통한 데이터의 축적 및 분석이 지속되어야 할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 광주지역 환경기술개발센터의 2005년도 연구비 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다(과제번호 : 05-1-40-41).

참 고 문 헌

1. 김수봉, 대구 바람길 조성의 의미, 대구지역 환경기술개발센터, 2003, p.2~16
2. 박석봉, 기상데이터를 이용한 광주광역시 도시 온도 상승에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 24권 3호, 2004.9.
3. 박석봉, 광주광역시 친환경적 도시녹지 정책을 위한 도시의 열섬현상 저감효과에 관한 연구, 광주지역환경기술개발센터, 2004.2.
4. 광주지방기상청 <http://gwangju.kma.go.kr>
5. 齊藤武雄, 地球と都市の温暖化, 森北出版(株), 1992. 6., pp.62~66