

# 피복유형별 온도차이에 관한 연구

윤은주\* · 송석호\*\*

\*한국토지주택공사 토지주택연구원 · \*\*고려대학교 대학원

## I. 서론

2005년 2월 교토의정서 발효에 따라 이산화탄소 저감은 선택이 아닌 필수사항이 되면서 냉난방 부하에 직접적으로 영향을 미치는 도시 미기후에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 도시지역의 경우, 시가화 지역의 확대로 하절기 도심 열섬현상이 현저해지고 있으며, 이에 따른 냉방부하 증가로 도시의 에너지 소비량은 더욱 커지고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

기상청의 보고에 의하면 19세기 후반 이후 전세계적으로 평균기온이  $0.6\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  상승하였고, 계절적으로 겨울이 짧아지고 여름이 길어지는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 우리나라의 경우 역시 1966년 이후 40년간 온도를 살펴보면 냉방도일이 25일 정도 증가한 것으로 나타나 도시 열환경이 크게 변한 것을 알 수 있다(유호천과 강현구, 2010).

따라서 도시 열환경 개선이 시급한 실정으로 국내에서도 열환경 개선의 필요성을 인식하고 도시 열환경 개선을 위한 연구들(조현길과 안태원, 2010; 조현길과 안태원, 1999; 황효근 등, 2009)이 이어지고 있다.

건축물 단위의 경우, 구성요소별 열환경 특성에 대한 연구가 많으나, 옥외공간은 녹지분포에 따른 주변 지역 미기후 변화 등에 대한 연구(김대욱 등, 2010; 김수봉, 2004; 윤용한과 송태갑, 2000)가 대부분으로 옥외환경특성에 따른 미기후영향을 정량화하는 연구는 많지 않은 실정이다. 본 연구의 목적은 옥외공간 열환경 개선이 에너지 저감에 미치는 영향을 분석하기 위한 기초단계로서 피복유형에 따른 온도변화를 정량적화 하고자 하는 것이다.

## II. 연구내용 및 방법

본 연구는 하절기 옥외공간의 피복유형별, 시간별, 측정높이별 온·습도 차이를 통해 분석해 보고자 하는 것으로 실측조사를 실시하였고, 통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS Inc., Ver. 11.5)을 사용하였다.

### 1. 조사대상지

실측조사는 대전광역시 유성구 전민동에 위치한 한국토지주

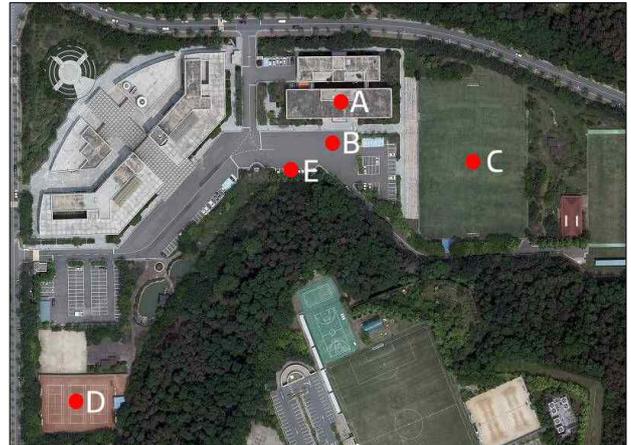


그림 1. 조사대상지 및 측정지점 현황  
범례: A: 건물옥상, B: 아스팔트, C: 잔디밭,  
D: 나지(테니스장), E: 숲 인접지역

택공사 토지주택연구원 옥외공간을 대상으로 하였다. 대상지의 부지면적은 약  $66,110\text{m}^2$ 이고, 이중 옥외공간이 약  $56,900\text{m}^2$  규모이다. 옥외공간 중 건물옥상(3층 건물), 아스팔트 포장구역, 잔디밭(축구연습장), 나지(테니스장), 숲인접지역(콘크리트포장) 등 5개 피복유형을 선정하였다.

### 2. 온·습도 측정방법

2010년 7월 12일부터 9월 1일까지 비가 오는 날을 제외하고 총 25일에 걸쳐 대기온도와 습도를 측정하였다.

피복유형별 차이를 분석하기 위해 건물옥상, 아스팔트, 잔디밭, 나지 등 4개 유형을 선정하고, 대규모녹지에 의한 온도영향을 파악하기 위해 아스팔트 지역 중 숲과 인접한 지역을 추가로 선정하여 총 5개 지점을 대상으로 온·습도를 실측하였다.

일사량의 차이에 따른 온·습도 변화를 알아보기 위해 오전 10시(10시), 오후 2시(15시), 오후 5시(17시) 등 3번에 걸쳐 측정하였다. 일사량이 가장 많은 낮 시간대 외에 하루 전체의 경향을 살펴보기 위해 오전 10시와 오후 5시에도 온·습도 변화를 추가로 조사하였다.

또한 피복유형별 기후 차이의 수직적 영향 범위를 분석하기 위해 기존연구를 참고로 지상 10cm 지점과 150cm 지점을 대상

표 1. 실험내용

구분	내용
피복유형	건물옥상, 아스팔트, 잔디밭, 나지, 숲인근
측정내용	온도, 습도, 기타 환경특성(운량)
측정시간	오전 10시, 오후 2시, 오후 5시
측정높이	지상 10cm, 지상150cm
기상청자료	측정시간대별 온도, 습도

으로 온·습도를 측정하였다. 온·습도 측정은 휴대형 온습도계(모델명: GHM-01)를 사용하였다.

피복유형별 온도와의 차이를 비교하기 위한 온도자료는 기상청(www.kma.go.kr)의 지역별 상세관측자료 중 대전광역시 유성구 구성동에 위치한 대전 AWS 지점의 시간별 관측자료를 이용하였다. 이상의 실험내용을 정리하면 표 1과 같다.

### III. 연구결과

#### 1. 피복유형별 평균 온·습도

총25일간 조사한 측정시간별·피복유형별 평균온도 및 습도를 정리하면 표 2와 같다. 측정자료와의 비교를 위한 기상청 대전 AWS 지점의 평균 온·습도도 함께 정리하였다. 측정자료를 분석한 결과, 측정높이별로는 통계적으로 유의한 차이가 없어 평균온도와 습도 계산은 두 경우를 모두 합한 50개 측정값을 대상으로 계산하였다.

동 시기의 기상청 온도자료를 살펴보면 오후 2시가 30.6℃로서 가장 높고, 오후 5시 30.2℃, 오전 10시 28.2℃순으로 나타났다. 실측자료 역시 5개 피복유형 모두 오후 2시가 가장 온도가 높았으며, 다음이 오후 5시, 오전 10시 순이었다.

피복유형별 평균온도는 측정시간에 상관없이 나지(테니스코트)가 가장 높았고, 건물옥상, 잔디밭, 아스팔트, 숲인접지역의 순으로 나타났다.

피복유형별 평균습도의 경우, 오후 2시와 오후 5시의 경우, 숲인접지역, 잔디밭, 아스팔트, 건물옥상, 나지의 순이었고, 오

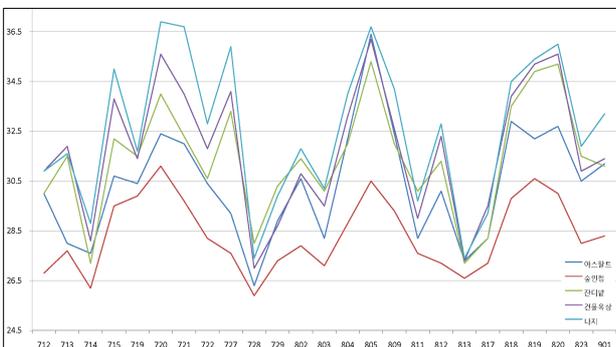


그림 2. 피복유형별 온도(지상 10cm 높이, 오전 10시)

표 2. 측정시간별·피복유형별 평균 온도와 습도

구분	항목	기상청 AWS	피복유형				
			건물옥상	아스팔트	잔디밭	나지	숲인접
평균 온도	10시	28.2	31.8	30.3	31.3	32.5	28.4
	14시	30.6	34.2	33.1	33.9	35.0	29.9
	17시	30.2	32.4	31.6	31.9	33.0	29.3
평균 습도	10시	67.1	60.8	64.5	65.3	61.7	70.7
	14시	58.5	53.0	55.6	59.5	52.8	66.1
	17시	62.0	58.3	60.3	63.2	57.9	68.6

표 3. 측정높이별·피복유형별 평균 온도

구분	항목	피복유형				
		건물옥상	아스팔트	잔디밭	나지	숲인접
지상 10cm 높이	10시	31.8	30.4	31.4	32.6	28.3
	14시	34.2	33.2	34.0	35.0	29.8
	17시	32.5	31.7	32.0	33.1	29.3
지상 150cm 높이	10시	31.8	30.3	31.2	32.4	28.5
	14시	34.2	32.9	33.8	35.0	30.0
	17시	32.3	31.4	31.8	32.9	29.3

전 10시의 경우에는 근소한 차이로 숲 인접지역, 잔디밭, 아스팔트, 나지, 건물옥상으로 순서에 변화가 있었다.

평균온도와 습도간의 상관관계를 분석한 결과, 통계적으로 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타나 습도에 대해서는 별도의 분석을 하지 않고, 온도자료를 위주로 분석결과를 정리하였다.

#### 2. 측정높이별 평균온도

피복유형에 따른 차이가 옥외공간의 수직적 온도분포에 미치는 영향범위를 알아보기 위하여 지상 10cm 높이의 지상 150cm 높이에서 온도를 측정하였다.

측정높이별 온도차이를 시간과 피복유형별로 구분하여 각각 t-검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 표 3에서 보는 바와 같이 측정높이에 따라 거의 차이가 없었으며, 최대 온도차이는 아스팔트의 오후 2시와 오후 5시 측정결과로서 그 차이는 0.3℃였다.

#### 3. 피복유형에 따른 통계적 차이 검증

평균온도는 피복유형뿐만 아니라 바람이나 운량 등에 따라 편차가 크다. 따라서 one sample t-test를 통해 측정데이터 전체를 묶어서 분석하는 방법이 아니라 paired t-test를 통해 피복유형별 온도차이를 분석하였다.

‘건물옥상-아스팔트’, ‘건물옥상-잔디밭’, ‘건물옥상-나지’, ‘건

표 4. 측정시간별 온도 Paired Samples t-test 결과

측정 시간	피복유형	대응차					t	자유도	유의 확률 (양쪽)
		평균	표준 편차	표준 오차 평균	차이의 95% 신뢰구간				
					하한	상한			
10시	아스팔트-옥상	-1.43	1.382	.1954	-1.83	-1.04	-7.34	49	.000*
	아스팔트-잔디밭	-.94	1.232	.1743	-1.29	-.59	-5.42	49	.000*
	아스팔트-나지	-2.1	1.507	.2132	-2.59	-1.74	-10.15	49	.000*
	아스팔트-숲인접	1.93	1.276	.1804	1.57	2.30	10.72	49	.000*
	옥상-잔디밭	.49	.959	.1357	.22	.76	3.61	49	.000*
	옥상-나지	-.73	.668	.0945	-.92	-.54	-7.73	49	.000*
	옥상-숲인접	3.37	1.565	.2213	2.92	3.81	15.22	49	.000*
	잔디밭-나지	-1.22	1.187	.1679	-1.56	-.88	-7.27	49	.000*
	잔디밭-숲인접	2.88	1.316	.1861	2.50	3.25	15.47	49	.000*
	테니스장-숲인접	4.10	1.769	.2502	3.60	4.60	16.38	49	.000*
14시	아스팔트-옥상	-1.12	1.184	.1674	-1.45	-.78	-6.68	49	.000*
	아스팔트-잔디밭	-.87	1.197	.1692	-1.21	-.53	-5.15	49	.000*
	아스팔트-나지	-1.93	1.278	.1807	-2.30	-1.57	-10.69	49	.000*
	아스팔트-숲인접	3.13	1.336	.1889	2.75	3.51	16.57	49	.000*
	옥상-잔디밭	.25	1.187	.1678	-.09	.58	1.47	49	.149
	옥상-나지	-.81	.657	.0929	-1.00	-.63	-8.76	49	.000*
	옥상-숲인접	4.25	1.628	.2302	3.79	4.71	18.45	49	.000*
	잔디밭-나지	-1.06	1.193	.1688	-1.40	-.72	-6.28	49	.000*
	잔디밭-숲인접	4.00	1.362	.1926	3.62	4.39	20.78	49	.000*
	테니스장-숲인접	5.06	1.733	.2450	4.570	5.55	20.66	49	.000*
17시	아스팔트-옥상	-.86	1.132	.1601	-1.18	-.53	-5.35	49	.000*
	아스팔트-잔디밭	-.35	1.315	.1860	-.72	.02	-1.88	49	.066
	아스팔트-나지	-1.44	1.101	.1558	-1.75	-1.13	-9.25	49	.000*
	아스팔트-숲인접	2.28	1.168	.1652	1.95	2.61	13.79	49	.000*
	옥상-잔디밭	.51	.958	.1355	.23	.78	3.73	49	.000*
	옥상-나지	-.58	.434	.0614	-.71	-.46	-9.52	49	.000*
	옥상-숲인접	3.13	1.648	.2330	2.67	3.60	13.45	49	.000*
	잔디밭-나지	-1.09	.762	.1078	-1.31	-.87	-10.12	49	.000*
	잔디밭-숲인접	2.63	1.556	.2201	2.19	3.07	11.94	49	.000*
	나지-숲인접	3.72	1.644	.2325	3.25	4.19	15.99	49	.000*

물옥상-숲인접, '아스팔트-잔디밭', '아스팔트-나지', '아스팔트-숲인접', '잔디밭-나지', '잔디밭-숲인접', '나지-숲인접' 등 10개 유형간에 paired t-test를 실시한 결과, '건물옥상-잔디밭(오후 2시)', '아스팔트-잔디밭(오후 5시)' 등 2개 경우를 제외한 28개 경우에서 측정시간에 상관없이 유의수준  $\alpha=0.01$  수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 기상청 측정온도와의 차이 분석

피복유형에 따라 기상청에서 제공하는 온도자료와 어느 정도 차이를 보이는지를 알아보기 위해 피복유형별 측정온도를 기상청 대전 AWS 측정온도자료와 비교하였다.

그 결과, 숲인접지역으로 제외한 나머지 4개 피복유형은 모든 시간대에 걸쳐 최소 1.36°C, 최대 4.35°C 온도가 더 높게 나타났다. 특히 나지의 경우, 한낮 기온상승폭이 매우 큰 것으로 나타났다.

표 5. 피복유형별 실측온도와 기상청 온도와의 차이 비교

시간	온도차이(°C)				
	옥상-AWS	아스팔트-AWS	잔디밭-AWS	나지-AWS	숲인접-AWS
10시	3.59	2.16	3.10	4.32	0.22
14시	3.54	2.42	3.29	4.35	-0.71
17시	2.22	1.36	1.71	2.80	-0.92

## IV. 결론

본 연구는 옥외공간의 주요 피복유형별로 시간에 따른 온도 차이를 실측조사하고, 피복유형별 온도차이가 통계적으로 유의한 차이인지를 분석하였다. 본 연구는 하절기 두 달에 걸친 실측조사를 통한 연구결과로서 일사량이 가장 많은 시간대 외에 오전과 저녁시간대의 온도변화와 수직높이에 따른 온도변화를 분석함으로써 피복유형별 온도변화에 대한 구체적인 자료를 제시했다는 점에서 연구의 의의가 있다. 또한 대전지역을 대상으로 한 연구로서 향후 지리적 특성에 따른 차이와 기타 피복유형에 대한 연구가 필요할 것이다. 주요 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 건물옥상, 아스팔트, 잔디밭, 나지, 숲인접지역 등 5개 피복유형별 평균온도는 모든 시간대에서 나지가 가장 높았으며, 숲인접지역이 가장 낮았다. 평균온도 차이는 최대 5.1°C였다. 피복유형별 온도 차이를 paired t-test한 결과, 대부분이 유의수준  $\alpha=0.01$  수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다('건물옥상-잔디밭(오후 2시)', '아스팔트-잔디밭(오후 5시)' 등 2개 경우 제외).
2. 측정높이에 따른 온도차이를 분석한 결과, 지상 10cm 높이와 지상 150cm 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 최대온도 차이는 아스팔트의 오후 2시와 오후 5시 측정결과이며 그 차이는 0.3°C였다.

### 인용문헌

1. 김대욱, 김중권, 정응호(2010) 도시공원 조성에 따른 미기후환경의 변화 분석-대구광역시 중구를 대상으로. 한국도시계획학회지 11(2): 77-94.
2. 김수봉(2004) 대구광역시 열섬발생지역에 대한 녹지면적의 온도분포변화에 관한 연구. 대구지역환경기술센터.
3. 유호천, 강현구(2010) 대한민국 40년간의 기온변동추이와 표준기상데이터 비교분석. 한국건축환경설비학회 논문집 4(2): 97-103.
4. 윤용환, 송태갑(2000) 도시공원의 기온에 영향을 미치는 요인. 한국조경학회지 28(2): 39-48.
5. 조현길, 안태원(1999) 춘천시 주거지구내 수목피도의 차이가 난방방에너지 이용 및 비용에 미치는 영향. 한국조경학회지 27(2): 19-28.
6. 조현길, 안태원(2010) 열쾌적성과 에너지절약을 위한 녹지계획 전략 연구. 한국조경학회지 38(2): 23-32.
7. 황효근, 임종연, 차용승, 송두삼(2009) 외부공간의 지표면 특성이 수직 온도분포에 미치는 영향. 대한건축학회 학술발표대회 논문집 계획계 29(1): 585-588.
8. 기상청 www.kma.go.kr