

수종 및 포장 재료에 따른 도시공원의 열섬저감효과 연구

오충현* · 권오정** · 손지원**

*동국대학교 바이오환경과학과 · **동국대학교 대학원 바이오환경과학과

I. 서론

도시의 인구와 산업집중은 현재 세계 모든 곳에서 진행되고 있는 현상이며, 이로 인해 많은 환경적 문제들이 발생하고 있다. 도시열섬현상은 토지피복상태, 기상조건, 대기오염, 차량 및 건물에서의 열방출 등의 상호작용 결과로 나타난다(Akbari *et al.*, 1992; Givoni, 1998). 이와 같이 인간생활과 더불어 발생하는 인공열을 완화시키는 방법으로 녹지의 증발산 작용을 이용한 기상 및 자연환경개선 방법이 인공열 억제와 더불어 하나의 효과적인 방법으로 제시되고 있으며(尹龍漢, 1997), 최근 녹색성장형 친환경적 개발 추세와 더불어 녹지의 중요성에 대해서 다각적인 접근과 평가가 시도되어지고 있다. 본 연구는 도시 내에서 녹지로서 큰 기능을 담당하고 있는 근린공원을 대상으로 수종별, 피복재료별로 온도변화를 측정하고, 식재방법에 따른 온도저감 효과를 파악함으로써, 공원의 열섬저감 기능을 확인하고자 수행되었다.

II. 조사범위 및 방법

1. 시기 및 범위

본 조사는 2010년 9월 세 차례에 걸쳐 진행되었으며, 조사대상 지역은 경기도 고양시 낙민공원, 강촌공원, 마두공원, 백마공원을 대상으로 시행되었다.

2. 연구방법

1) 측정지표

표 1. 대상지 일반현황

공원명	위치	조성일	조성면적
낙민공원	일산동구 장항동 873	95.12.31	20,490
강촌공원	일산동구 마두동 791	93.12.31	43,142
마두공원	일산동구 마두동 780	93.12.31	38,777
백마공원	일산동구 백석동 111-2	95.12.31	19,630

※ 고양시 도시공원현황(2008.12.31)

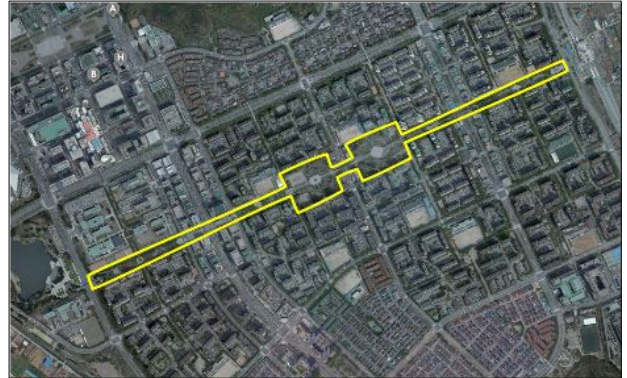


그림 1. 대상지 항공사진

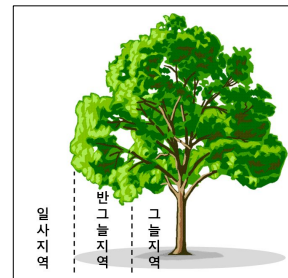


그림 2. 측정지점 구분

포장재료(지표), 수종 및 지피식물, 다층식재에 대하여 온습도(표면온도, 대기온도, 습도) 및 풍속(최고풍속, 최저풍속, 평균풍속)을 측정하였다.

2) 측정지점

측정은 각 대상지점에 대해 일사지역(비그늘), 반그늘지역, 그늘지역의 세 가지 유형으로 구분하여 조사를 시행하였다.

3) 측정시간

측정시간은 여름철 하루 중 기온이 가장 높은 12~14시 동안 진행되었다. 다층식재지 조사의 경우 9월 18일 오전 8~18시 동안의 온습도 변화를 측정했다.

4) 조사 재료 및 방법

표면온도는 Center 352 적외선 온도계를 사용하여 측정하였

고, 대기온도는 Kestrel 3500NV와 휴대용 포켓온도계(SDT8A)를 이용하여 세 명의 조사자가 각각 일사지역, 반그늘, 그늘지역에서 서서 팔꿈치 높이에서 측정을 시작하여 1분후의 온습도를 기록하였다. 다층식재지 측정시 6곳의 식재지에 대해서는 HOBO(자동온습도계)를 설치하여 온습도를 측정하였다. 풍속관측은 같은 방식으로 Kestrel 3500NV를 사용하였다.

식생조사는 교목과 지피식생에 대해 시행하였다. 교목의 경우 밀도, 피도, 생육상태(흉고직경, 수고, 수관폭, 지하고)를 측정하고, 지피식물은 피복도를 측정하였다.

다층식재지는 전체 13개소 식재지에 대해 10×10m 방형구를 설치하여 층위별로(교목, 아교목, 관목, 초본) 생육상태에 대한 식재지조사를 시행하였다. 이중 HOBO를 이용한 조사는 5개소 식재지이다. 층위는 교목(8m 이상), 아교목(3~8m), 관목(3m 이하)로 구분하고, 층위구조에 따라 교목/아교목/관목, 교목/아교목, 교목/초본, 교목, 아교목, 아교목/초본으로 구분하여 온도 측정이 이루어졌다.

포장재료는 공원 내 모든 포장재료에 대해 대표적으로 조사하였다. 본 조사의 토지피복재료는 잔디, 콘크리트, 화강석, ILB포장(보도블록), 탄성, 우레탄, 마사토, 모래, 머캐덤, 점토블록 등이 있다.

5) 녹지용적계수를 통한 온도저감효과 산출

녹지용적계수는 녹지의 양을 입체적 개념으로 평가한 지표로, 단위면적당 녹지량을 정량적으로 환산한 값이다. 녹지용적과 기온 저감효과와의 관계분석 결과(윤용한, 2002)에 따르면, 맑은날을 기준으로 녹지용적계수가 0.13 증가시 교목, 아교목, 관목은 각각 평균 약 0.41℃, 0.38℃, 0.34℃의 기온저감효과를 나타낸다. 녹지용적은 식생종류와 형태, 층위구조 등에 따라 다양하게 나타나지만, Bund Deutscher Architekten(BDA)에서 제시한 층위 구조별 녹지용적계수를 이용하여 일반적 층위구조별 녹지용적을 도출할 수 있다.

녹지용적계수가 0일 경우는 녹지가 전무한 상태이며, 30일 경우, 상층에 수고 30~35m의 교목과 중하층에는 아교목, 관목, 초본 밀생하는 환경으로 해석된다. 공원의 식생 층위구조에 따

표 2. 층위구조별 일반적 녹지용적계수(GVZ)

층위구조	녹지용적계수(m ³ /m ²)		
	최소	중간	최대
초본	0.10	1.56	3.00
초본/관목	2.35	4.25	7.00
관목	1.00	3.75	7.00
관목/교목	8.78	19.25	30.00
초본/관목/교목	9.00	19.50	30.00
교목	5.00	17.00	26.00

출처: Bund Deutscher Architekten(BDA)

른 면적과 녹지용적계수를 통해 녹지용적과 녹지용적계수 도출이 가능해진다. 대상지에 대한 녹지용적은 주변환경과의 상호작용이 반영되지 못한 바, 최소값의 녹지용적계수를 이용 산출하여 최소한의 효과를 도출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식재수종에 따른 온·습도

식재수종별 대기온도는 평균적으로 소나무가 34.93℃로 가장 높았고, 떡갈나무는 29.30℃로 가장 낮았다. 위치별 미기후에 따른 온도가 최대 약 5~6℃ 정도 차이가 나타나는 것으로 확인되었다.

수종별 상대습도는 분포는 단일시간의 조사로 인해 온도저감과 관련한 특별한 경향성이 파악되지는 않았으나, 수목별 평균상대습도는 최대 15.7%의 차이를 보였다. 녹지의 토지피복 현황과 식재층위구조의 미기상조절에 관한 연구에 따르면(윤용한, 2004) 습도는 기온변화에 거의 대응하는 형태로 나타나며, 기온이 올라간 구역의 습도는 떨어지고 습도가 상승된 구역은 기온이 하강하는 경향을 보인다. 이 같은 경향은 시간의 변화에 따른 식재층위별 습도변화(그림 7 참조)와 포장재료별 상대습도(그림 10 참조)의 경우 어느 정도 비슷한 패턴을 나타냈다.

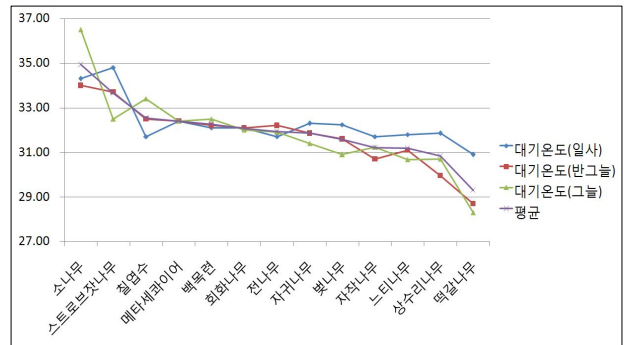


그림 3. 수종에 따른 대기온도

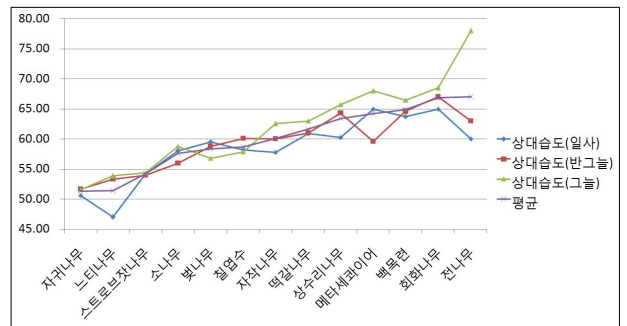


그림 4. 수종에 따른 상대습도

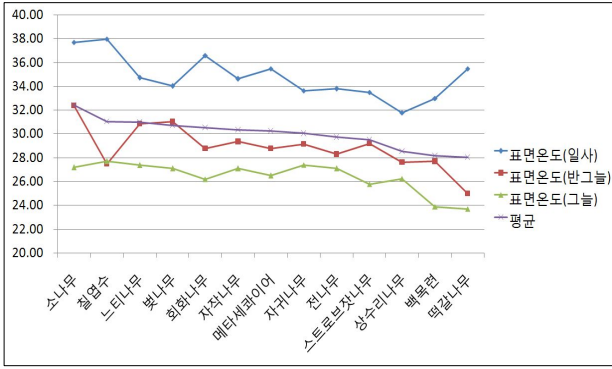


그림 5. 수종에 따른 표면온도

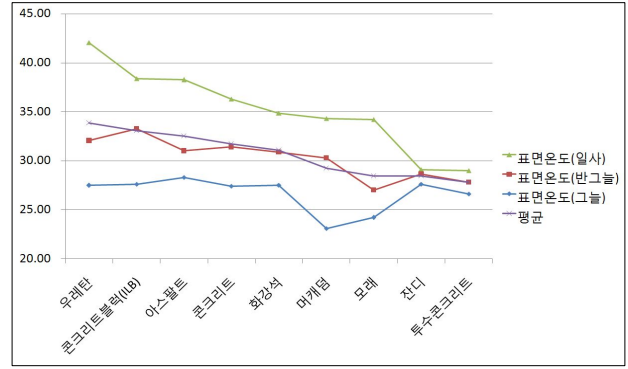


그림 8. 포장재료에 따른 표면온도

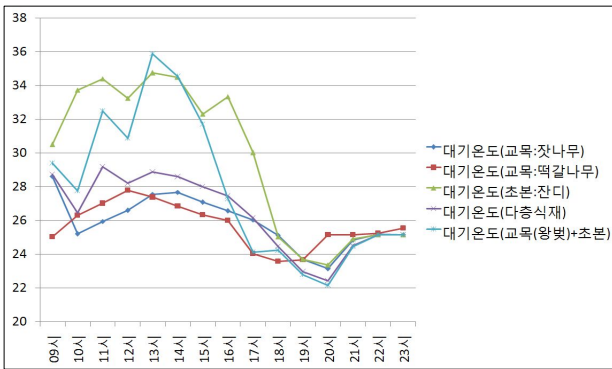


그림 6. 식재층위별 온도변화

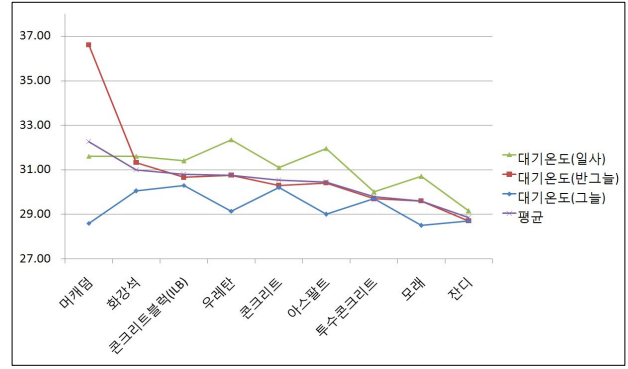


그림 9. 포장재료에 따른 대기온도

식재수종별 일사지역과 그늘지역간의 표면온도 차이는 5.55~11.80℃까지 나타났다. 그 중 상수리나무, 자귀나무, 전나무의 일사·그늘지역 온도차가 5.55~6.70℃로 나타나 편차가 적은 편이었으며, 떡갈나무는 11.80℃로 가장 큰 온도차를 나타냈다. 교목 또는 다중식재지는 일일 온도변화에 따른 변화의 폭이 적었으나, 초본 단독식재와 교목·초본의 혼식은 상대적으로 오후의 대기온도 변화폭이 컸으며, 최대 8.81℃의 대기온도 차이를 나타냈다.

습도변화에 있어서는 초본 단독식재와 교목·초본의 혼식은 다른 식재패턴에 비해서 습도의 변화폭이 상대적으로 가파른

경향을 나타냈다.

2. 포장재료에 따른 온·습도

포장재료에 있어서 특수콘크리트와 잔디의 경우 다른 재료에 비해 낮은 온도의 유지와 일사 및 그늘지역의 편차가 작았으며, 마케덤과 모래의 경우 그늘에서의 표면온도가 다른 재료에 비해 상대적으로 낮은 온도를 나타냈으나, 일사지역에서 표면온도가 함께 높아지는 경향을 보여 태양광 노출시 온도저감 효과가 상쇄될 것으로 판단된다.

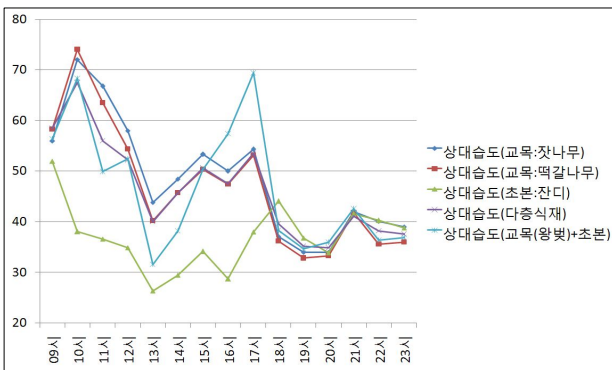


그림 7. 식재층위별 상대습도변화

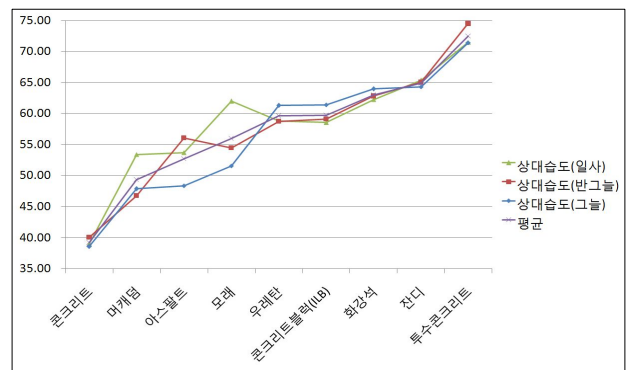


그림 10. 포장재료에 따른 상대습도

포장재료별 평균 대기온도는 최대 3.42℃의 차이를 나타냈으며, 잔디, 모래, 투수콘크리트가 낮은 대기온도를 보였다. 투수콘크리트와 모래의 평균 대기온도는 거의 비슷한 수치를 보였으나, 일사지역에서 높은 온도를, 그늘지역에서 낮은 온도를 나타냄에 따라 상대적으로 불안정한 온도변화를 보였다.

투수콘크리트와 잔디의 상대습도가 다른 포장재료에 비해 상대적으로 높은 수치를 나타냈으며, 그림 9에서 낮은 대기온도를 보였던 모래의 경우 투수콘크리트와 잔디에 비해 상대적으로 낮은 상대습도를 보였다.

3. 풍속

바람길로 예상되는 주요 30개 지점에 대한 풍속측정 결과는 Beaufort Scale에 대해서 의미 있는 결과가 확인되지 않았으나, 등온선 분포도를 작성하여 수목이 밀식되어 있는 지역에서 나지부분지역으로 낮은 온도의 공기가 이동하고 있는 것으로 파악되었다.

3. 녹지용적계수를 통한 식재 층위구조별 온도저감 효과 산출

연구대상 공원의 단위면적당 녹지용적은 2.18m²로 현재 식

표 3. 풍속측정 결과

구분 시기	최대풍속	평균풍속
1차 조사	0.4~1.8 m/s	0.3~0.4 m/s
2차 조사	0.4~2.4 m/s	0.0~1.7 m/s

※ 서울 일평균 풍속 (2010. 9. 17, 기상청) : 2.3m/s



그림 11. 일사지역 대기온도 분포(등온선)

재되어 있는 녹지에 의한 온도저감 효과는 6.7℃ 정도로 추정되어진다. 단, 이와 같은 온도저감 효용은 대상지 내부에서의 효용이므로 도시전체의 온도저감 효용을 산정하기 위해서는 50m 이내에 해당 녹지가 분포하는 것이 필요하다(윤용한, 2002). 일정량의 녹지가 영향을 주는 면적을 고려할 경우, 온도저감효과는 면적에 비례하여 감소하게 된다. 대상지 공원에서 약 2℃의 추가 기온저감을 목표로 녹지를 재조성할 경우 필요한 녹지용적은 약 76,711.06m²에 해당하며, 필요면적은 초본 식재시 약 767,110.60m², 초본/관목/교목 식재시 약 8,523.45m²이 필요할 것으로 예측되었다.

IV. 결론

수중에 따른 온도측정 결과 침엽수보다 활엽수에서 낮은 온도를 나타내는 경향을 보였고, 포장재료에 있어서는 상대적으로 높은 상대습도를 보이는 투수콘크리트와 잔디가 낮은 온도를 나타냈다. 풍속에 있어서 의미 있는 수치는 도출되지 않았으나, 등온선의 분포 확인결과, 수목이 밀식되어 있는 곳일수록 저온을 나타내고 있었으며, 고온의 나지로 이동하고 있는 것으로 분석되었다. 녹지용적에 따른 온도저감 산출방식으로 온도저감효과를 산출한 결과 대상지 녹지에 따른 온도저감 효과는 6.7℃로 파악되며, 초본과 관목 위주의 식재보다는 교목 또는 교목과의 혼합식재 방법이 온도저감에 유리한 것으로 확인되었다.

인용문헌

1. 고양시청(2008) 고양시 도시공원현황.
2. 尹龍漢, 九全賴一, 柳井重人(1997) 公園綠地内における氣温および相對濕度分布と土地被覆狀態との關契性について. 環境情報科學論文集 11: 19-24.
3. 윤용한(2002) 일기변화에 따른 녹지내의 기온변화. 대한국토·도시계획학회지 국토계획 37(2): 217-225.
4. 윤용한(2004) 녹지의 토지피복현황과 식재층위구조가 미기상조절효과에 미치는 영향. 한국산림휴양학회지 8(1): 25-33.
5. Akbari, H., S. Davis, J. Huang, P. Liu, & H. Taha(1992) The Urban Heat Island: Causes and Impacts. In Akbari, H., S. Davis, S. Dorsano, J. Huang, & S. Winnett (Eds.), Cooling our Communities, Washington D.C. U.S. Government Printing Office, pp. 5-26.
6. Bund Deutscher Architekten(BDA)(1994) Umwelt-Leitfaden für Architekten.
7. Givoni B.(1998) Climate considerations in building and urban design. New York: Van Nostrand Rein- hold.