

초고층빌딩지역의 기온차

김문성 · 이규석
성균관대학교 조경학과

I. 서론

서울시는 초고층건물을 주상복합으로 건축하고 있는데 이는 도시열섬(UHI)과 대기오염물질 침적 등 환경문제를 초래한다. 밀집한 고층빌딩이 있는 도시지역은 열악한 환기와 강한“열섬” 효과를 느낄 수 있다(Hui, 2001). 낮 동안 빌딩, 도로 그리고 도시지역의 다른 건축물에 의한 열 흡수는 일몰 후 다시 방출하면서 도시와 농촌지역 간의 높은 기온차를 만든다(Rajagopalan 등, 2008). Shashua-bar 등(2004)과 Giridharan 등(2004, 2005)은 낮에 도시캐노피층(UCL)의 기온에 관한 빌딩 배치에 따른 열영향의 분석을 통해 표면 albedo, sky view factor(SVF) 그리고 높이-바닥의 면적비율은 고층빌딩에 의한 열영향의 중요한 변수라는 결과를 제시하였다. 고층빌딩에 의한 기온증가에 대해 SVF에 초점을 맞춘 연구가 많이 수행되었다(Yamashita 등, 1986; Pinho와 Manso Orgaz, 2000; Svensson, 2004; Chow와 Roth, 2006; Rizwan 등, 2008). 그러나 초고층빌딩 주변지역의 기온변화에 관한 연구는 많지 않은 실정이다. 그러므로 본 연구는 고층빌딩에 의한 주변지역 열환경변화를 파악하여 궁극적으로는 단지계획에 도움이 되는 것이 그 목적이다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지

연구대상지는 서울시 강남구 도곡동에 위치한 주상복합빌딩 지역이다. 연구대상지는 190m 이상 고층건물 6개가 단일 블록에 밀집된 지역이다. 연구대상지에서 가장 높은 빌딩은 높이 264m인 타워팰리스 3차(TPL)이다. TPL이 위치한 블록의 길이는 500m이고 폭은 300m이다. 연구대상지는 SVF가 낮은 초고층빌딩이 밀집한 지역이고 빌딩바람과 도시열섬 등 많은 미기상적 영향을 초래하는 지역이다.

2. 관측station(표 1 참조)

3. 방법

표 1. 관측station

지점	약자	관측위치	토지이용	알베도	고도(m)
a	TPL	타워팰리스	주상복합	0.12	17
b	HSA	한신아파트	중밀도주거지	0.17	17
c	DBC	동부센트레빌	고밀도주거지	0.17	20
d	SMG	숙명여자고등학교	교육시설지	0.19	17
e	YJL	양재천좌안	도시하천	0.25	30
f	MBM	매봉산	도시산림	0.25	63
g	HJD	한전재경학사관	교육시설지	0.25	30

1) 고정기온관측

기온과 상대습도는 Hioki-3641-20 온습도 센서를 이용해 관측하였다. 자료 정확성을 기하기 위해 모든 온습도 센서는 설치하기 전에 보정하였고 복사역전과 불의의 훼손을 피하기 위해 지상 2~2.5m 높이의 가로등 중간 부위에 설치하였다. 측정간격은 10분이고 관측기간은 2008년 3월 16일부터 2009년 3월 15일까지이다. 그러나 2008년 8월 13일 11시부터 9월 16일 13시 10분까지의 TPL 자료는 훼손으로 관측하지 못해 분석에서 다른 자료들과 함께 제외하였다. 강수량 자료는 YJL에서 관측된 강수량 자료를 이용하였고 다른 기상자료는 관측 기간 동안에 기상청(KMA) 강남자동기상station(GWS)의 자료를 참고하였다.

2) 이동관측

동일한 Hioki-3641-20 센서를 사용하였고 측정간격은 2초이고 관측은 2008년 12월 26일 21시 30분부터 22시 45분까지 하였다. 이때의 기상상태는 바람이 없고 맑은 날씨였다.

3) 자료분석

MBM을 제외한 다른 station은 같은 고도에 위치하고 있기 때문에 고도보정은 MBM에서만 하였다. 관측지점 사이의 기온차를 조사하기 위해 강수 있는 날, 풍속 3.4m/s 이상인 날, 운량 3 이상인 날을 제외하였다. 먼저 TPL과 SMG의 기온차를 분석하였고 관측지점의 열대야도 분석하였다. 그 다음 관측지점의 연 평균기온과 냉도일(CDD)을 분석하였다. 기온자료는 계절별로 분석하였고 기온차의 계절별 변동도 분석하였다. 동서와 남북방향의 프로파일을 따라 초고층빌딩의 열영향의 공간범위를

분석하였고 인공폐열을 파악하기 위해 TPL, SMG 그리고 HSA의 월별, 계절별 전기소비량을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 최고기온 및 최저 기온

일곱 개 관측지점의 기온 일 변동을 비교하였다. 최고기온 13.5℃는 14시 50분에 YJL에서 관측되었고 최저 기온 3.3℃도 YJL에서 6시 20분에 관측되었다. 일 평균최저기온은 일출 직후 관측되었고 일 평균최고기온은 오후중반에 관측되었다.

최고평균기온은 9.3℃로서 TPL에서 관측되었고 그 다음 DBC(9.2℃), HSA(8.9℃), SMG(8.6℃), MBM(8.2℃), HJD(8.1℃) 그리고 YJL(8℃) 순이었다. HSA와 SMG는 TPL과 각각 410m와 200m 거리에 불과하지만 두 지점과 TPL의 기온차는 0.4℃와 0.7℃이다. 그러므로 초고층빌딩지역에 위치한 TPL에서 열 pocket이 형성되고 있는 것을 알 수 있다.

2. TPL과 SMG의 기온차

TPL과 SMG의 최고기온차는 4.8℃이고 2008년 12월 3일 20시 40분에 관측되었다. 이때 GWS의 기상상태는 강수가 없고 운량은 2.9이며 풍속은 1.4m/s이었다. 일기도에 의하면 한반도는 고기압에 영향을 미치고 기압경도는 완만해서 날씨가 맑고 안정한 상태를 보였다. TPL과 SMG의 역방향으로 최고기온차는 -3.1℃이고 2009년 1월 30일 4시 20분에 관측되었다. 이때 GWS의 기상상태는 강수가 없고 운량은 2.9이며 풍속은 1.0m/s이었다. 일기도에 의하면 한반도는 저기압의 영향을 받고 기압경도가 급하다.

TPL과 SMG의 거리는 200m 불과하는데 연 평균기온차는 0.7℃이다. 일 변동에 따르면 두 지점의 최고기온차는 1.4℃이고 21시 10분에 관측되었고 최저기온차는 0.1℃이며 12시 40분에 관측되었다. 현저한 기온차는 밤에 나타난 것을 증명하였다. 많은 도시재료의 낮은 albedo 때문에 낮에 많은 태양복사의 흡수가 발생하고 밤에 저장된 에너지가 장파복사로 방출된다. 그러나, TPL의 SVF가 0.15이기 때문에 장파복사의 방출을 억제하고 따라서 최대기온차가 밤에 발생하였다.

3. 연구대상지의 열대야 및 냉도일(CDD) (그림 1, 2 참조)

4. TPL과 SMG의 계절별 기온차 (그림 3 참조)

5. TPL에 인한 기온상승효과의 공간범위

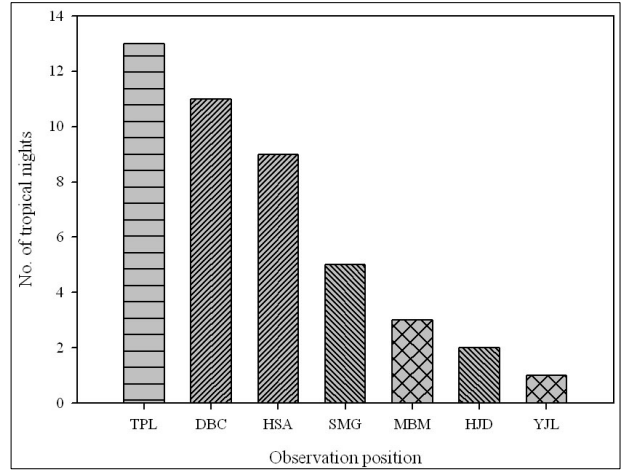


그림 1. 관측지점의 열대야

범례: ■ 주상복합, ▨ 주거지, ▩ 교육시설지, ▤ green-open space

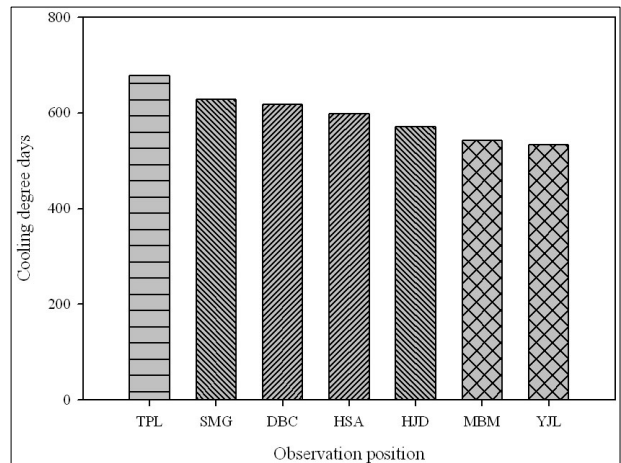


그림 2. 관측지점의 냉도일

범례: ■ 주상복합, ▨ 주거지, ▩ 교육시설지, ▤ green-open space

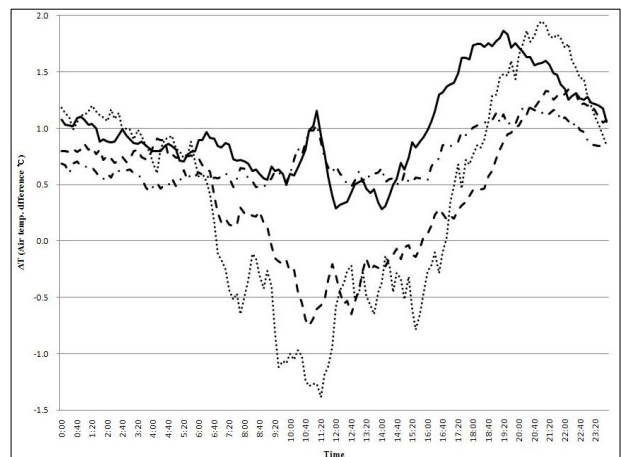


그림 3. TPL과 SMG의 계절별 기온차

범례: - - - 봄, 여름, ——— 가을, - · - 겨울

동서 프로파일에서 HSA의 기온은 -3.2°C 이고 TPL에서 -2.2°C 로 증가하고 양재천 인근 관측지점까지 서서히 하강하였다. 남북 프로파일에서 MBM의 기온은 -3.7°C 이고 SMG에서 -3.4°C 로 증가하고 TPL에서 -2.2°C 로 증가한 다음에 양재천 제방와 가까운 뚝방길의 이동관측지점 No.2에서 -4.2°C 로 하강하였다. 이 결과는 TPL이 연구대상지에서 열pocket인 것을 보여주고 있다. 이동관측지점 No.18에서 다시 -3.7°C 로 증가하고 No.15에서 -5°C , No.16에서 -5.3°C 그리고 No.26에서 -6.6°C 로 하강하였다. 짧은 거리에 이런 신속한 기온하강은 대모산과 구룡산에서 차고 시원한 냉기류 때문인 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 서울시 강남구에서 장기간 관측한 자료를 바탕으로 초고층빌딩에 인한 국지적 기온변화를 고정관측과 이동관측으로 조사하였다. 결과가 초고층빌딩인 TPL은 200m 인근SMG보다 0.7°C 높다는 것을 보여준다. 열대야는 TPL(13일)가 SMG(5일)보다 8일 많다. TPL의 낮은 SVF(0.15)가 야간에 장파복사가 하늘로 방출되는 것을 막아서 연구대상지에서 TPL은 열pocket 기능을 하고 있다.

고층빌딩은 주변환경에 복사, 열, 습도 그리고 공기 역학적 영향을 미치므로(Oke, 1987) 빌딩배치와 간격 등 단지계획은 고층건물 주변의 미기후 환경을 결정하는 중요한 요소이다. 연구대상지와 같이 초고층빌딩이 밀집 지역은 낮은 SVF 때문에 주간 태양복사량과 야간에 건물에서 방출되는 장파복사가 고층건물 사이 도로협곡에 갇혀 대기 중으로 방출되지 못하므로 밀집된 초고층건물 단지계획은 본 연구에서 보듯이 도시내 열 pocket

기능을 할 수 있으므로 이를 고려한 단지계획이 필요하다.

인용문헌

- Ahrens, C. D.(2008) *Essentials of Meteorology An Invitation to the Atmosphere* (5th ed), Belmont: Thomson/Brooks/Cole.
- Chow, W. T. L. and M. Roth(2006) Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore. *International Journal of Climatology* 26(15): 2243-2260.
- Eliasson, Y.(1996) Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment* 30(3): 379-392.
- Giridharan, R., S. Ganesan and S. S. Y. Lau(2004) Daytime urban heat island effect in high-rise and high-density residential developments in Hong Kong. *Energy and Buildings* 36(6): 525-534.
- Giridharan, R., S. S. Y. Lau and S. Ganesan(2005) Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. *Energy and Buildings* 37(9): 964-971.
- Hui, S. C. M.(2001) Low energy building design in high density urban cities. *Renewable Energy* 24(3-4): 627-640.
- Klysik, K.(1996) Spatial and seasonal distribution of anthropogenic heat emissions in Lodz, Poland. *Atmospheric Environment* 30(20): 3397-3404.
- Oke, T. R.(1987) *Boundary Layer Climates* (2nd ed), London: Routledge.
- Pinho, O. S. and M. D. Manso Orgaz(2000) The urban heat island in a small city in coastal Portugal. *International Journal of Biometeorology* 44(4): 198-203.
- Rizwan, A. M., L. Y. C. Dennis and C. Liu(2008) A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences* 20(1): 120-128.
- Shashua-bar, L., Y. Tzamer and M. Hoffman,(2004) Thermal effects of building geometry and spacing on the urban canopy layer microclimate in a hot-humid climate in summer. *International Journal of Climatology* 24(13): 1729-1742.
- Svensson, K. M.(2004) Sky view factor analysis: Implications for urban air temperature differences. *Meteorological Applications* 11(3): 201-211.
- Yamashita, S., K. Sekine, M. Shoda, K. Yamashita and Y. Hara(1986) On relationship between heat island and sky view factor in the cities of Tama river basin, Japan. *Atmospheric Environment* 20(4): 681-686.