

II-371

銀座オフィスビルでの熱収支観測

高柳百合子，神田学（東京工業大学工学部），横山仁（東京農業試験場）

I. はじめに

都市大気環境の特徴として，郊外に比べて気温が高く相対湿度が低いことは早くから知られ，ヒートアイランド現象に代表される熱環境の研究の多くは，郊外と対比させて都市の顕熱は大きく潜熱は小さい，あるいは無いものと仮定される場合が殆どである．しかし近年，空調機器などの冷却水に伴う水蒸気量増加の可能性が定性的に報告（小元ら，1994）されるなど，都市の潜熱量や水蒸気量にはまだ不明な点が見られる．また，気温上昇の原因の1つとされる人工熱や建造物への貯熱量に関しては，直接測定することは難しく，信頼できるデータを用いて定量的に論じた研究は意外に少ない．そこで，都市の熱収支の実体を明らかにするため，都心オフィスビルの屋上で1996年夏に行った観測結果を検討する．

II. 観測の概要

観測は，東京都中央区銀座の元東京都庁第三庁舎の屋上で，平成8年8月18日から8月22日に行った．周辺はオフィスや百貨店など法定容積率が400%以上のビルが林立する，電力需要の高い地域である．観測項目は，放射収支計による正味放射量，超音波風速温度計による風向・風速・温度，赤外線 $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ 計による潜熱，熱流版による屋上面の伝熱量の計測で，計器は図-1のように設置した．

1) 熱収支式 人工的な熱源のある都市部での熱収支は，人工熱 M を加えて次式のように表せる．

$$R_n + M = H + IE + G + G' + Q \quad \cdots (1)$$

ここで， R_n ；正味放射， M ；人工熱， H ；顕熱， IE ；潜熱， G ；屋根面からの伝熱， G' ；側面・窓・道路等からの伝熱， Q ；大気への貯熱，であり， Q は十分小さく無視できると考える． H ， IE は，渦相関法により求め，計測していない M ， G' については， R_n ， G ， H ， IE の計測値と(1)式から，次式により推定する．

$$M - G' = (H + IE + G) - R_n \quad \cdots (2)$$

2) 実測熱収支 熱収支の結果例を図-2，図-3に示す．ここでは平日と休日の代表としてそれぞれ21日（水曜日），18日（日曜日）を取り上げた．

III. 観測の結果と考察

1) IE について 注目すべきことに，今までほとんど無いと仮定されてきたのに反して IE は H にほぼ等しい，時には上回る値を示した．両日とも日中海風による南風が3～4 m/sで吹いており，図-1の(b)平面図を見ると観測を行ったビル屋上の冷却塔は観測鉄塔の風下になるため，ローカルな影響によるものでは無かろう．また，このような現象は風向に関係なく観測期間5日間のデータ全てに共通して見られたことなどからも，都市では人工排熱と並ぶ『人工的な潜熱』が引き起こされていることが導き出される．人工熱源として扱われる自動車が，排ガスに含まれる水蒸気によって人工の潜熱源にもなっているということも考えられたが，化学式から求めると潜熱は燃焼による全化学エネルギーの約7%で，交通量が多い場合を想定しても算定潜熱は高々数十 W/m^2 にすぎず，数百 W/m^2 の潜熱量を説明することはできない．そこでその他の原因として，冷房を検討してみた．観測地周辺には

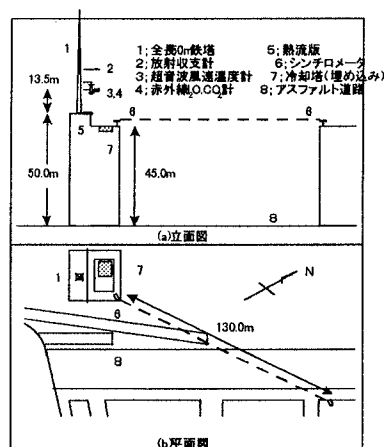


図-1 計器設置の概略図

キーワード：人工熱，人工的な潜熱，冷房

東京工業大学工学部 〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL:03-5734-2597 FAX:03-3729-0728

個別に冷却塔を設置するものの他に、地域冷暖房に加入しているビルが多い。地域冷暖房とは、指定地域内の一つのプラントに冷暖房用の熱源機器を集約し冷却塔等を設置し、他の加入ビルには熱媒体のみを配管供給するものである。地域冷暖房は東京都の都市計画として進められているためデータが整っており、提供して頂いた8月の一ヶ月間の機械用使用水量と地域内のべ床面積から、算定した指定地域内の潜熱量を示す。両日とも日中は海風により南風が卓越し、風上の影響を受けていると考えられるため、観測地点のすぐ南側の2つの地域冷暖房指定地域をとりあげた。

銀座二・三丁目地区…175.3W/m² (平成七年)

銀座四丁目……………372.4 W/m² (平成八年)

これは夜間を含めた平均値なので昼間のピーク時はこの倍に近い値になりうるが、都市全体で平均すると200~600 W/m²になると推定され、21日、18日のピーク時の潜熱量200~300 W/m²と比較しても妥当な範囲にある。以上より、都市における潜熱源として冷房は有力な候補であると考えられる。

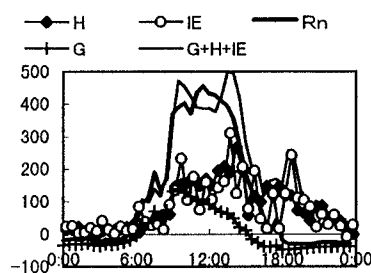


図-2 8月21日の熱収支

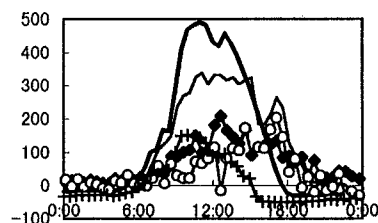


図-3 8月18日の熱収支

2)MとG'について 平日の熱収支を21日(水曜日)を例にとって説明する。(図-2)GがRnに占める割合が大きく午前中にピークを持ち、次に大気が熱せられHが上昇する都市の特徴的な日変化が見られる。(2)式より、正午付近を除いてM>G'つまり人工熱がG'を上回る量を出していることがわかる。正午付近でM<G'に逆転しているのは、日射の差込によるビル側面の窓から建物への吸熱、あるいは建物のコンクリートに比べて日射に鋭敏に反応するアスファルト道路への吸熱量が増大する事(Vu Thanh Caら,1994)に対応している。晴天日の日中にビル側面に電流板を張り付けて計測したG'について、Gの1.5倍を示すという報告(Yoshidaら,1990)も考えると、G'は無視できない大きさで、建物への蓄熱をGのみで代表させては危険であることを示唆している。

ここで図-3に示す18日(日曜日)と比較すると、18日は21日に比べて顕熱は全体的にやや小さめで、潜熱は明らかに小さくなっている。冷房冷却水は休日でも休まず冷水を循環し続けているが、人間活動による負荷がかからない休日は、冷水の温度変化が少ないため排出される潜熱量は減少する。そのため潜熱に平日のような日変化は見られない。両日は日射や風などの気象条件は類似しているため、このような違いは人間活動による人工熱Mが休日は少なく平日に多いことを反映した結果であろう。

IV. まとめ

1996年8月の観測から、都市上空の熱収支について 1)銀座オフィスビル街での熱収支の実体 2)都市は顕熱に匹敵する『人工的な潜熱』を出しており、原因は冷房による潜熱放出が有力な候補であること 3)熱収支式から算定した人工熱と、建物側面や窓などからの吸熱量の平日・休日の日変化を示した。

参考文献

- 小元敬男・豊谷憲・厳香姫(1994):わが国の都市の近年の湿度変化, 水文学会誌, 7(2), pp106~113
 Yoshida,A.Tominaga,K and Watatani,S(1990/91): Field measurements on energy balance of an urban canyon in the summer season, Energy and Buildings,15-16,pp417~423
 Vu Thanh Ca,浅枝隆,柴原千造,藤野毅,中村孝一,村上雅弘(1994): ストリートキャニオン内の壁・道路の温度分布, 土木学会水工学論文集, 38,pp413~419