

II-163 東京の人工熱排出量の時間変動について(第2報)

芝浦工業大学 正員 守田 優
同 上 学生員 竹内友昭

1. はじめに

都市域のヒートアイランド現象の原因は、一つはアスファルトやコンクリートなどの地表面被覆の熱的特性であり、いま一つは人工熱の排出である。これらの要因について、著者らは東京を対象に、すでにマクロ的な検討を行った¹⁾²⁾。ただ、都市域が郊外に比べて高温であるといっても、日射のある昼間と夜間ではその現れ方に違いがあり、地表面の熱収支はもちろん、人工熱の排出についてもその24時間の時間変動を考える必要がある。そこで本研究では、東京の人工熱排出構造の第2報として、人工熱排出の時間変動、特に熱帯夜で問題になる夏期8月の人工熱排出量の昼間・夜間の時間変動を明らかにすることを目的とした。

2. 東京の人工熱排出構造

1) 人工熱排出総量の検討

人工熱の発生源を、エネルギー種別から分類すると、電力、ガス、LPG、石油製品(ガソリン、灯油、軽油、重油)となる。これらの年間の供給量と販売量がわかれば、それが消費されたとして人工発熱量が計算できる。幸い、東京都の統計³⁾にこれらの供給量、販売量が整理されているので、交通関係の消費について若干の修正を施せば、これらの値から年間の人工熱の発生量が算出できる。そこで、このエネルギー消費量をもとに行った1985年を基準とした人工熱発生量の計算結果を示すと以下の通りである。

電力: 4.06、都市ガス: 2.35、ガソリン: 2.57、灯油: 1.97、軽油: 1.69
重油: 4.21、LPG: 1.27、人体発熱: 1.35 (単位はいずれも 10^7 GCal/year)
そして、これらの合計値は、 1.95×10^8 GCal/year となった。

この計算で、特に、自動車(乗用車、トラック)の燃料消費量については、「東京都の自動車交通の実態—昭和60年度自動車起終点調査より—」(昭和62年12月、東京都建設局)を参考に、消費量の90%を人工熱に換算した。すでに、本論文の第1報²⁾で、原単位法により人工熱排出量の計算結果を報告しているが、それによる東京都での年間の人工熱排出量は、 1.23×10^8 GCal/year である。この値は、本論文の計算結果より3割強小さな値となっている。前回の計算で使用した原単位は資料の制約から昭和50時点のものが多かったが、今回、エネルギー消費量から原単位を逆算すると、その後10年間で30%を越える伸びが推定され、この原単位の過少評価が、総量として低い計算結果になったものと思われる。

2) 人工熱排出量の時間変動

本研究では基準を1985年8月に設定して24時間の人工熱排出量の時間変動を、東京都23区および都心4区(千代田、中央、港、新宿)を対象に計算を行った。その計算方法として、まず東京都の資料³⁾による電力、都市ガスの供給量、石油製品の販売量の月別のデータをもとに、東京都の人工熱排出量の1985年8月の日平均排出量をエネルギー種別に求めた。さらに、この都全体の値から、エネルギー消費の分布をもとに都23区および都心4区の値を算出した。そして、エネルギー種別の24時間の消費量時間変動比を乗じて排出量の時間変動を計算した。電力や都市ガスなどの使用量の時間変化は、気象など様々な要因によって影響されるため、時間変動比を決めるにあたっては、既存の時間変動のデータを参考に平均的な24時間の時間変動曲線を仮定して計算を進めた。なお、時間変動比を乗じる都区部と都心4区のエネルギー消費量を都全体の値から求めるにあたっては、東京都生活文化局の調査⁴⁾による推計値を用いた。

i) 電力 東京電力の電力供給量の24時間の時間変動は、年間のピーク発生日(7~8月の夏期)について公表されたデータがある。ただ、これは東京電力の全管轄の範囲についてであり、東京都のみを対象としたものではない。ただ、上述の資料⁴⁾に、東京都の区部と都心について1983年8月のピーク発生日

の時間変化を調査した結果があり、それをもとに時間変動比を設定した。

ii) 都市ガス 都市ガスの時間変動比は、東京ガスの過去5年間の8月の平均時間変動のデータをもとに時間変動比を設定した。

iii) 石油 石油製品は種類によって用途が異なり、それに応じて当然時間変動も違ってくる。まず、ガソリンと軽油（交通用）は、乗用車、トラックなどの燃料として消費されるので、自動車交通量の24時間の時間変化をもとに計算を進めた。この交通量の時間変化については、東京都の「交通量調査報告書—道路交通センサス—」（昭和60年度、東京都建設局）をもとに平均的な時間変動比を設定した。また、重油、軽油、灯油については、用途別使用量を調査し、産業用は時間一定、交通用は交通量時間変化をもとに、民生は都市ガスに準じ、用途による比例配分で時間変動比を設定した。

iv) 人体からの発熱 人工熱発生源として、原単位は小さいが人体からの発熱がある。この発熱量については、昼間人口と夜間人口を調べ、午前9時と午後9時を境に時間変動を求めることにした。

以上のように、各燃料ごとに24時間の時間変動比を計算あるいは仮定し、この変動比を1990年8月の平均日消費量に乗じて人工熱排出量の時間変動を計算し、それらを合計して全体の人工熱排出量の時間変動を求めた。各燃料の時間変動比を図-1に示した。

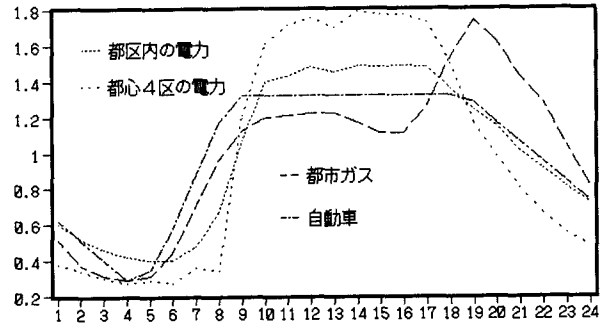


図-1 エネルギー種別の時間変動比

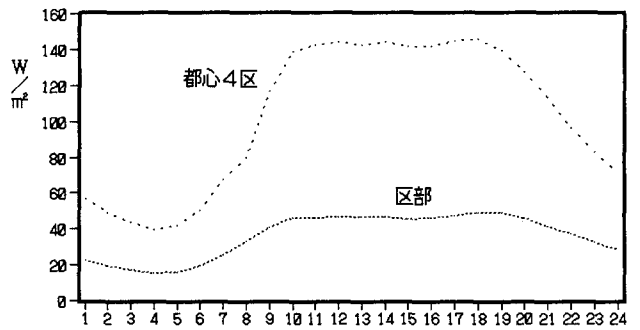


図-2 人工熱発生量の時間変動

3. 結果と考察

上述の方法による計算結果を図-2に示した。人工熱発生量の時間変動として、区部、都心部ともに昼間の増大、夜間の減少のパターンであるが、特に都心4区では、昼間で 140 W/m^2 、夜間でも最低 50 W/m^2 前後の大きな人工熱の排出が見られる。この都心の密度の高い排熱は、エネルギー種別のうち電力、特にオフィスビルにおける電力の寄与が大きく、これは図-1の都心の電力の時間変動比からも明らかである。ただ、昼間は、道路舗装面やコンクリート建物など地表面の熱特性に起因する顕熱の量も大きく、人工熱排出量のヒートアイランド現象への寄与という点では、その比重は相対的にやや小さいと言える。むしろ、問題にすべきは夜間の排出熱である。特に、午前0時から明け方までの人工熱排出量は、都心で最低でも $40 \sim 50 \text{ W/m}^2$ 、区部の平均では 20 W/m^2 前後という値である。図-1、図-2における区部の電力需要や人工熱排出量の24時間のカーブが緩やかなことを考えあわせると、区部における夜間のエネルギー使用の相対的な増加が推察され、特にクーラーなど冷房による排熱が寄与しているものと思われる。

参考文献

- 1) 一次元熱収支モデルによる都市地表面の熱収支解析：守田 優，諸橋敏夫，第44回土木学会年講概要集
- 2) 東京の人工熱排出構造について（第1報）：守田 優，菊地国明，第45回土木学会年講概要集。
- 3) 東京都統計年鑑（平成2年度）：東京都総務局統計部，平成3年10月。
- 4) 東京都におけるエネルギー需給構造とその将来動向に関する調査：東京都生活文化局，昭和62年3月