

II-164

熱収支モデルによる東京圏の熱環境解析

東京大学大学院 学生員 川又孝太郎
 東京大学工学部 正 員 玉井 信行
 東京大学工学部 正 員 河原 能久

1. はじめに

ヒートアイランド現象に伴う気温上昇により夏期の冷房需要が拡大し、都市のエネルギー消費を増大させている。そして、このエネルギー消費の増大がさらに気温上昇を招くといった悪循環が起きている。本研究では、このような背景をもとに、東京を中心とした関東地方を対象として、土地利用の変化とそれに伴う人工熱発生量の変化が気温に与える影響を熱収支モデルを用いて定量的に評価する。

2. 熱収支モデルの概要

地表面における非定常熱収支式は次式のように表される。

$$C_t \frac{dT_0}{dt} = R - \epsilon \sigma T_0^4 + L^1 + A - (H + LE + S)$$

ここで、右辺第1項は太陽からの放射、第2項は地表面からの放射、第3項は大気放射、第4項は人工熱、第5項は顕熱輸送、第6項は蒸発に伴う潜熱輸送、第7項は地中への熱伝導を表す。各項に対する評価式は Myrup¹⁾、上野賢仁ら^{2,3)}の研究に改良を加えたものであるが、その詳細は紙面の制約上ここでは省略する。土地利用の改変の影響はアルベド、粗度長、地表面での相対湿度、熱容量の変化の形でモデル中に反映されている。

地中の熱伝導方程式は次の式で表される。

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{k_s}{\rho_s C_s} \frac{\partial^2 T_s}{\partial z^2}$$

3. 計算条件

計算領域は図-1に示すように関東地方平野部であり、それを4×4 kmメッシュに分けて解析を行った。また、風が弱くよく晴れた1986年7月30日と1987年1月26日とを解析対象日とした。境界条件として、上空は館野の高層観測の最下層（約200 m）の気温、風速、湿度を、地下の境界は東京での測定値を基に定めた地中65 cmにおける地温を与えた。土地利用データおよび人工熱データについては木村⁴⁾及び環境庁⁵⁾のデータを参考にし、定めた。土地利用については水面、裸地、草地、水田、森林、宅地の6つのカテゴリに分類し、各カテゴリごとに4つのパラメータ（アルベド、粗度長、相対湿度、熱容量）の値を設定した（表-1）。宅地は建蔽率によりさらに5つに細分類し、その熱容量と粗度長を変化させた。人工熱の時間変化については東京電力管内時間別供給電力量を指標として、各メッシュに共通の変化パターンを設定した。

4. 計算結果と考察

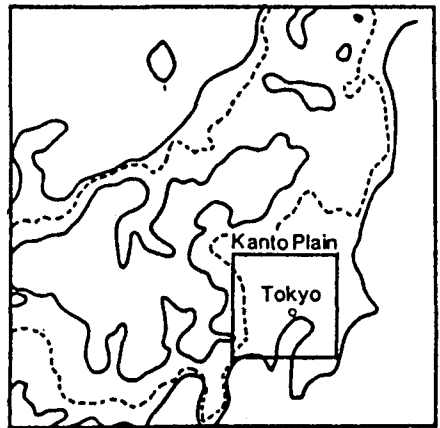


図 1 計算領域

表 1 地表面パラメータ

N O . カテゴリー	アルベド	粗度長 cm	相対湿度	熱容量 cal/cm ² ・k
1. 水面	0.1	0.01	1.0	1
2. 裸地	0.16	5	0.7	5
3. 草地	0.2	2.5	0.9	8
4. 水田	0.1	6.7	0.9	5
5. 森林	0.1	42	0.9	10.0
6. 宅地	0.12	188	0.05	12.0

4. 1. モデルの妥当性の検証

東京、木更津、秩父等のAMeDAS局14局を選び、7月30日の毎時の気温についてモデルから得られた計算値と観測値との比較を行なった(図-2)。相関係数は0.86であり、本モデルが気温を良好に再現していると判断される。ただし、沿岸部と内陸部では計算値と観測値との間に若干の系統的な差異が認められ、モデルの改良が必要と思われる。

4. 2. 土地利用の影響

先に選定した土地利用区分ごとにモデルの計算を行なった(図-3)。これはメッシュ内の土地が単一利用に特化したときの、1日の気温の時間変化を示している。宅地の気温が1日を通して高く、宅地化が気温に与えるインパクトの大きいことがわかる。宅地化に伴う地表面の乾燥化は潜熱輸送を減少させ、地表面の温度を上昇させる。この地表面温度の上昇と粗度長の増加により顕熱輸送量が増え、気温上昇がもたらされている。なお、宅地は熱容量が大きいのでその気温変化の位相は遅れている。

4. 3. 人工熱の影響

人工熱の気温上昇への寄与を明らかにするために、対象地域において現状の気温の計算値と他の条件は同一とし、人工熱だけをゼロとして求めた計算値との差を求めた。例として、7月の午前6時におけるその温度差の等値線を図-4に示す。明け方には都心で約3℃の昇温がみられ、その範囲も横浜、浦和付近にまで広がっている。日中にはその範囲は都心に限られるが、それでも2℃程度の気温上昇が認められる。

5. おわりに

宅地化及び人工熱発生量の増大が気温上昇に及ぼす効果を評価する第1歩として熱収支モデルを開発した。風、熱、水蒸気の輸送を含めた3次元モデルの開発と観測結果との照合を進めていく予定である。

参考文献

- 1) Myrup, L. O. : J. Appl. Meteor., vol. 8, 1969.
- 2) 上野賢仁ら: 環境システム研究, vol. 18, 1990.
- 3) 瓜生良知ら: 環境システム研究, vol. 19, 1991.
- 4) 木村富士男: シンポジウム「都市の気候変化と制御」講演論文集, 1991.
- 5) 環境庁企画調整局編: 首都圏・その保全と創造に向けて, 1990.

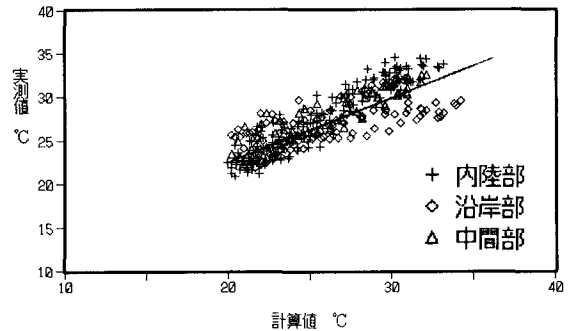


図 2 気温の計算値と実測値との相関図

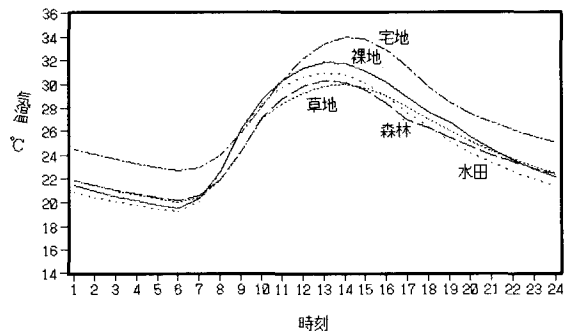


図 3 土地被覆条件の気温変化に及ぼす影響

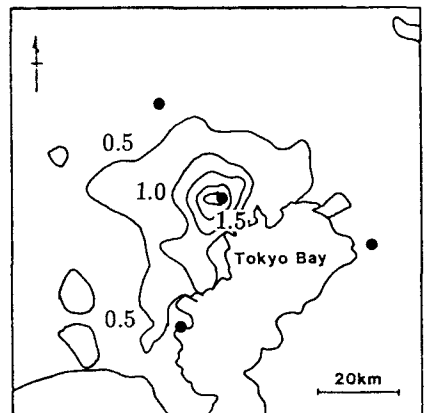


図 4 人工熱が気温上昇に及ぼす影響