

II-231 大気の対流に及ぼす微地形の効果について

東京大学工学部 正員 中井正則

東京大学工学部 正員 玉井信行

1 まえがき

近年、都市域においてヒートアイランド現象とよばれる新しい環境汚染問題が生じてきている。この現象は人為的な熱発生量の増大、地表面の変化による地面温度の上昇、炭酸ガスの温室効果などの要因が複合的に作用して生じる都市大気の高温化現象である。本研究はこの現象に影響を及ぼす要因として地形に焦点を当て、微地形による対流場の変化について流体力学的手法を用いて理論的、定量的に調べたものである。

2 解析モデルの概要

本研究で対象としたのは、2次元定常の静止安定成層系を下方から局所的に加熱した場合である。基礎方程式として2方向のNavier-Stokes式、連続方程式、熱拡散方程式を用い、適当な境界条件の下でその解析解を求めた。具体的には、基礎方程式系を座標変換し、摂動法とFourier級数解析を用いることによって任意の地面形状に対応できるモデルを構築した。なお、紙面の関係上、モデルの詳細は省略する(文献1, 2)参照)

3 解析結果

本研究では地面形状として表1に示す3ケースを選び、各々の面上での対流の結果を平面上での対流と比較することによって地形の影響を考察した。なお、同表中のAは解析に用いた摂動パラメーターである。ここで、RUN1-3が示している状況について簡単に説明しておく。RUN1, 2は各々都市内に小さな起伏及びくぼみがある場合で温度上昇分の分布は地表面に沿う形で設定している。一方、RUN3においては都市域は完全な平地であり、その周辺に起伏が存在する場合である。なお、地面形状は各々のケースにおいて異なっている。

最初に、流線図により対流セルの変形の特性について述べる。図1は平面上での対流セルを示している。なお、対流セルは都市上空に対称な一対の形で生成されるので、ここでは右半分についてのみ示してある。図2～4は各々RUN1-3の対流セルを示している。本ケースにおいてAは0.5であり、これは実スケールでは起伏あるいはくぼみが約100mの場合に対応している。図2～4と図1を比較すれば、3ケースのいずれにおいても対流セルが立ち上がる傾向がみられる。すなわち、対流セルのアスペクト比 $Ar=W/H$ (W :セルの幅, H :セルの高さ)が小さくなる傾向を示す。ただし、図2に示したRUN1のものは起伏の存在する側のセルであり、反対側のセルについては平面上での結果とほぼ同じであるので省略した。表2に対流セルのアスペクト比のパラメーターによる変化を示した。同表より、いずれのケースにおいてもパラメーターAの増加にともないアスペクト比 As は減少するという定性的に妥当な結果が得られた。以上のような対流セルの立ち上がる現象は平面上での場合に較べて温度上昇領域が狭くなり、高温の空気が都市中心部により集中することを示唆している。

つぎに、温度場について述べる。紙面の関係上、ここでは温度上昇分の鉛直分布についての定性的な傾向を比較した結果を図5に示すのみにとどめる(定量的な結果については文献2)を参照)。同図において、実線が地形の影響を含んだ解、破線が平面上での解である。同図からわかるように、RUN1-3は各々定性的に異なった結果を示す。この結果の相違について少し考察を加える。RUN1-3で地面形状が全て異なることを考えると、温度上昇分の鉛直分布における違いは地面形状の微妙な違いによるものであることがわかる。

最後に、本研究で得られた結果についてまとめる。都市内及びその周辺における地形の微妙な変化がヒートアイランド現象に及ぼす影響は予想以上に大きいと言える。特に、対流セルの変形は全体的な地形に支配されるのに対し、温度場については地面形状の微妙な変化に支配されるという興味ある結果を得た。

本研究は、財団法人鹿島学術振興財団研究助成金により行われた。また、図表の作成については東京大学大学院生 福濱君の協力を得た。

表1 解析条件

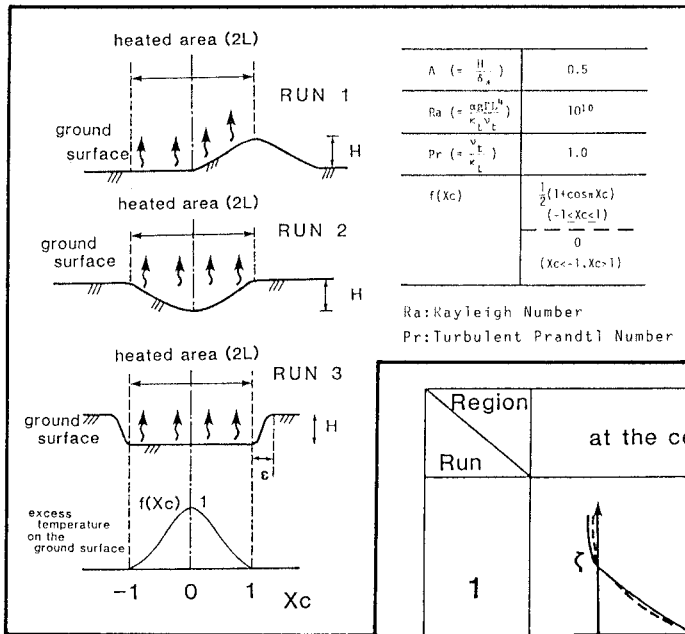


表2 Aによるセルのアスペクト比の変化

A	RUN1	RUN2	RUN3	FLAT PLANE
0.1	39	38	37	
0.3	37	35	34	39
0.5	35	33	31	

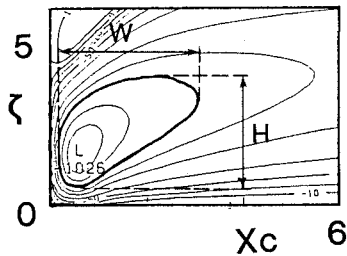


図1 流線（平面上）

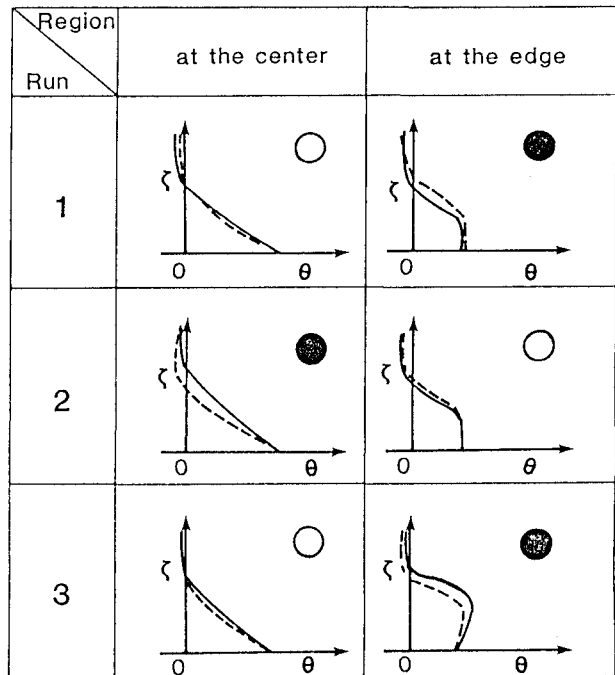


図5 温度上昇分の鉛直分布

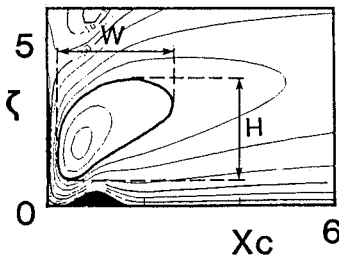


図2 流線 (RUN1)

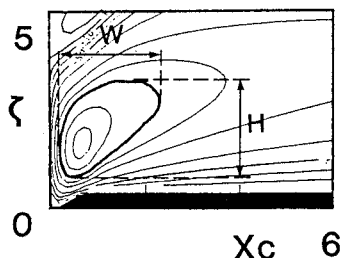


図3 流線 (RUN2)

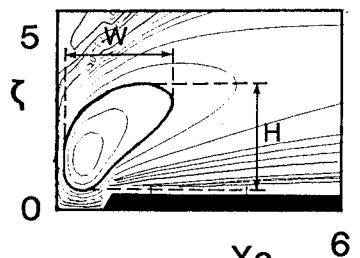


図4 流線 (RUN3)

参考文献

- 1) 玉井他：第19回乱流シンポジウム講演論文集，pp193-199，1987
- 2) Tamai et al：Proc. 6th A.P.D. (Submitted)，1988