Meteorological Society of Japan

P330

新しい都市境界層の考え方
――都市スケールと街区スケールを結びつけるもの――

栗田進(気象研、環境・応用)

都市にはビル等の大きな構造物が複雑に配置されている為、その大気境界層構造(特に下部)は複雑である。Britter and Hanna (2003)は、その流れの分析に、次の4つの水平スケール分類を導入した。

1. regional scale (up to 100 or 200 km)、
2. city scale (up to 10 or 20 km)、
3. neighborhood scale (up to 1 or 2 km)、
4. street scale (less than ~ 100 to 200 m)。

ここで、neighborhood scale は、気象学で扱う平均的な流れと、工学で扱うビル周りの流れを結びつけるスケールである(形態的にもこのスケールの構造は都市で大きな割合を占める)。従って境界層下部で、気象学的に意味のある都市固有の力学的現象はここを通して現れると考えられ、都市大気境界層下部の研究・モデル化のキーポイントとなるスケールである。しかしながら、これまでこの水平スケールでは境界層下部の組織的研究はなされてこなかった。それはこのスケールの現象が観測的にも実験的にも捉えるのが難しい為である。

一方、都市大気境界層下部でこのスケールの流れの力学的作用を考察してみると、相似則等の大気境界層の解析法は形態学的に不適(高低段差があり、フェッチも不十分)であり、工学での LES・RANS 等 CFD モデルによる解析もその検証はビルの直近のみ(このスケールの現象に対しては不適、気象学的には精度も不十分)で、これらが適用できないスケールであることがわかる。しかし実際には、そのような場合でもきちんとした議論は回避されたままになっている。

この neighborhood scale の現象を考える場合、最も単純な場合でも、(1)ある特徴を持ったビル群とその上の大気境界層の関係(例えばこのスケール内で何らかの平衡状態が存在するか)と、(2)隣接する別の特徴をもったビル群との相互作用(例えば高さが異なる場合に影響はどうなるか)を、同時に扱う必要があり、その形態的構成はかなり複雑になる(図参照)。このような場に対しては、上に記した意味で通常の気象学的アプローチは適用できないし、CFD モデルの検証もなされていない。

Kurita and Kanda (2009)は、このような場合の大気境界層構造を風洞実験で詳細に調べた。その結果、都市境界層下部には neighborhood scale に固有の現象として、高いビル群の風下に位置する低いビル群上の境界層には、通常とは異なる固有の平衡状態が存在している事が明らかになった。このことは、この neighborhood scale が、単なる分類というだけでなく、力学的・気象学的に意味のあるスケールであることを意味する。この結果は、より実際に近い複雑な構成への拡張も含んで、新しい都市境界層理論構築の基礎を与えるものである。

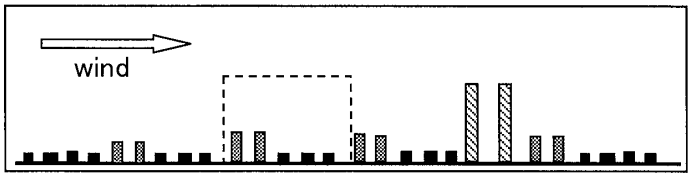
従来の都市気象・気候・環境モデル開発はこういった現象を認識していなかった。従って、それらを真に物理過程(力学的に)に基づいたものにしようとするのであれば、これを取り込んでいく必要がある。上の研究で明らかになった諸現象の研究をさらに進める事によって、それらを改良することは可能と思われる。例えば、地表面のモデル化において、従来のモザイク法をそのまま都市に適用することが不適切なことは、上の結果から自明であるが、この現象を取り入れてモデルの高度化を計ることは比較的容易であると思われる。

大気汚染・熱環境問題等に関連して、CFD モデルを広域へ適用する試みがあるが、それには、上にあげたような、このスケール固有の力学的現象の再現を中心とした、気象学的に意味のある検証が必要である。その再現性は、より広域への適用に対する CFD モデルの性能の客観的指標を与えるものになる。

【結び】 neighborhood scale は、都市スケールと街区スケールを結びつけるものとして都市境界層研究のキーポイントとなるスケールであるが、気象学的に意味のある固有の力学的現象も生じていることが分かった。このスケールの現象をきちんと知ることが、これからの都市境界層研究において大変重要である。

(1) Britter, Hanna, 2003: Flow and dispersion in urban areas, Annual Review of Fluid Mechanics, 35, 469-496.

(2) Kurita, Kanda, 2009: Characteristics of boundary layer over a sequence of small localized urban canopies with various heights obtained by wind-tunnel experiment, JMSJ, 87, 705-719.



NII-Electronic Library Service