

都市域における乱流・フラックス観測研究の動向

森脇 亮 (東京工業大学)

1. はじめに

草原や森林に比べ、都市域における乱流構造・フラックスに関する研究は依然として少ない。都市-大気間のエネルギー・物質輸送とそのメカニズムを把握することは、ヒートアイランド・大気汚染・強雨頻度の増加など様々な問題の本質を理解する上で重要であり、都市接地層における観測研究の充実化が望まれている。近年、世界の都市気候研究者が協力し、各国で行っている観測サイトの情報交換やデータの共有化を目指し、都市フラックスネットワーク (図 1) が構築されるという動きも出てきている。本報告では、筆者らが行っている東京の住宅街での観測結果を含め、都市域の乱流・フラックス観測研究に関するレビューを行い、現状の問題点と今後の課題について議論したい。

2. 都市域の乱流・フラックスの研究動向

2.1 都市フラックスネットワーク

都市域では様々な制約を受けるため、短期プロジェクトを含めても都市フラックスネットワークの観測点数は非常に少ないのが現状である (図 1)。しかし、それぞれのサイトは多様な建物幾何構造、材質、植被率、人工排熱 (排出) を持ち合わせているためデータの比較は興味深い。例えば、Christen et al. (2006) は CO_2 フラックスのサイト間の相互比較から、その日変化や季節変化に共通した傾向が見られることや、 CO_2 フラックスの強度が交通量や緑被率に大きく依存することを見いだしている。

2.2 世界の短期集中プロジェクト

近年行われた大規模な観測プロジェクトとしては、フランスのマルセイユで行われた ESCOMPTE (Grimmond et al., 2004)、スイスのバーゼルで行われた BUBBLE プロジェクト (Rotach et al. 2005) などが挙げられる。後者の BUBBLE では都市および郊外におけるフラックス観測、大気境界層のリモートセンシング、トレーサー実験などを包括的に行っており、地表のフラックスと大気境界層の相互作用を解明する上で有用なデータが蓄積されている。

2.3 東京における長期タワー観測

筆者らは東京大田区に位置する低層住宅街において気象観測用のタワーを用いて乱流・フラックスの長期観測を行っており、これまで熱収支や風速・乱流・

気温・ CO_2 濃度の鉛直分布プロファイルの季節変化やなどを調べてきた。都市キャノピー内外における乱流構造やスカラーのプロファイルは、植生キャノピーや平原とは若干異なる傾向を有しており、それらの結果は、都市キャノピーの粗度要素がもつ 3 次元性が本質的に重要であり、そして鉛直 1 次元的な都市キャノピーのモデリングには限界があることを示唆している。また、水蒸気の乱流統計量は熱や CO_2 など他のスカラーとは異なる挙動を示すことが多く、これは大気境界層上端でのエントレインメントが接地層内の乱流統計量に影響を及ぼしていることも示唆している。

3. 今後の展望

このように都市域の乱流・フラックス計測からは、既存の相似則理論に変更をせまるような知見が得られつつあり、都市粗度要素の 3 次元性、発生/吸収源の非一様性、境界層上空大気との相互作用、などを考慮に入れた新たな理論体系の構築が必要であると考えている。このためには、乱流・フラックスの長期観測サイトを多種多様な都市域に拡充することが必要であり、また同時にドップラーライダーなどリモートセンシングによる大気境界層乱流のモニタリングを行うことが必須である。一方で、都市域の乱流・フラックス研究をブレイクスルーするものとして近年世界的に注目されているのが、屋外都市スケールモデル実験である (Kanda, 2005)。この実験は、自然条件 (日射、風速、大気境界層高度など) 下で、かつ、理想化された (幾何構造・材質ともに均質な) 都市キャノピーにおいて詳細な計測データが得られることから、現地観測の補完的役割や都市キャノピーモデルの検証データベースとして、非常に期待されている。

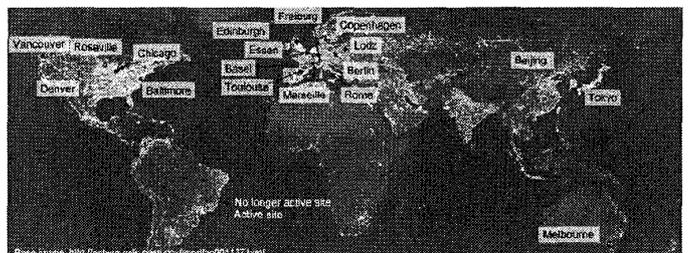


図 1 都市の CO_2 フラックス観測サイト (Grimmond et al., 2004 : <http://www.indiana.edu/~muhd/>)