

●都市生態圈—大気圏—水圏における 水・エネルギー交換過程の解明●

平成14年度採択
研究代表者



神田 學
(東京工業大学 大学院理工学研究科 助教授)

// 研究目的

アジア(特に沿岸地域)には多くのメガシティが存在し、さらなる人口爆発が懸念されている。過密な都市生態圏が大気圏・水域圏に及ぼす影響は、水・エネルギーに絡む各種環境問題すでに顕在化している。高度成長期の深刻な公害問題を克服してきた首都圏ですら今なお、ヒートアイランドや集中豪雨、人工水循環系(水不足・都市型水害)、内湾域の淡水化・高温化など、新たな環境問題に直面している。首都圏、近畿圏、中部圏といった都市圏において、現実に我々が経験してきた変化が、今後、数十年スケールの間で、人口爆発が予想されるアジアの諸都市においてもおきようとしている。

大気圏・水域圏における個々の現象そのものについては気象・水文・海洋の各分野で研究が進んでいる。例えば、積雲対流の内部構造や組織化、東京湾の赤潮・青潮現象などは、リモートセンシングや高分解能数値解析により、その基本的構造が解明されつつある。しかしながら、いつ・どこで・何故発生し、どう変化するかという定量的予測には至っていない。その最大のネックは、各現象の引き金となる都市生態圏からの水・エネルギー負荷(フラックス)の時空間変動のメカニズムがよく解明されていないことによる。このプレースルーニングには、大気・海洋・水文の各要素技術の高精度化や単なる異種モデルの統合ではなく、都市生態圏から大気圏・水圏へ、いつ・どのようにして、どれだけの水・エネルギーが輸送されているのかを定量的に解明し、都市域の水・エネルギー循環系を1つのフローとして捉え直すことが重要である。都市生態圏が大気圏・水圏へ及ぼす強制力(フォーシング)すなわち水・エネルギー・フラックスの時空間変動を物

理的に把握し、都市構造・環境変数の関数としてモデル化することが本研究の基本的構想である。

// 研究概要

1. タワー・リモセン・航空機など用いた水・エネルギー・フラックスの実態把握

申請者らが蓄積してきた観測実績(銀座・久が原・下北沢・東京湾・明治神宮・マニア・フライブルグ)を応用・発展し、世界最大規模の首都圏において航空機・リモートセンサー・タワー・クレーン車を駆使した水・エネルギー・フラックス計測を時空間的に展開する。

2. 屋外準実スケール都市モデル実験

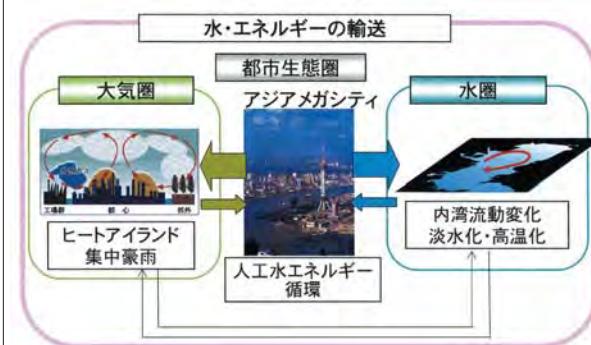
都市構造と水・エネルギー強制力の因果関係をシステムティックに把握するには、非一様性・不確定性の強い現地での観測に加え、よく制御されたモデル実験が必要不可欠である。そこで、屋外空間に準実スケールのモデル都市を作成し、自然気象条件下で都市幾何構造や植生配置を変化させ、これらが水・エネルギー強制力に及ぼす影響を明らかにする。

3. 水・エネルギー循環過程を考慮した「都市生態圏強制力モデル」の構築

現地観測・準実スケールモデル実験で得られた知見を基に、都市幾何構造(建坪率・容積率・緑被率・材料物性値)、都市活動パラメータ(人口分布・経済活動・土地利用)、環境変数(太陽軌道や基準点気象・水文要素)、都市植生の蒸散生理(気孔パラメータ・LAI)、などを入力変数として大気圏・水圏への熱・水フォーシングを出力する「都市生態圏強制力モデル」を構築する。「都市生態圏強制力モデル」は一つの物理モ



六本木から湾岸方向の夕暮れ風景

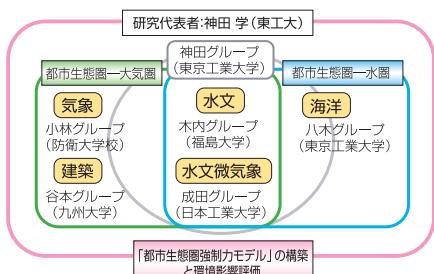


【図1】都市生態圏・大気圏・水圏における水・エネルギー循環の概念

ジューとして、既存の気象モデル・海洋モデル・水文モデルを統合することを可能とし、ひいては、ヒートアイランド、内湾汚染などの環境現象の予測精度を向上することが期待される。

// 研究体制

本プロジェクトは、気象・海洋・水文・建築・建築微気象といった横断的研究体制からなる。

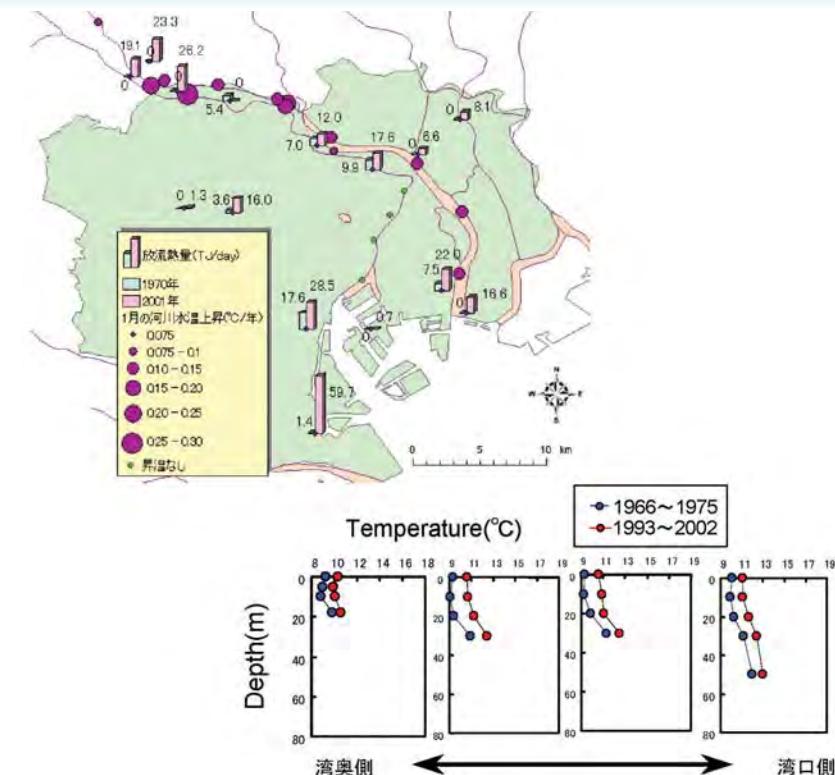
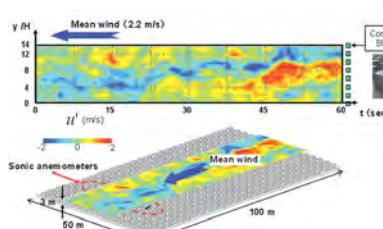


【図2】研究体制

// 成果と今後の取組み



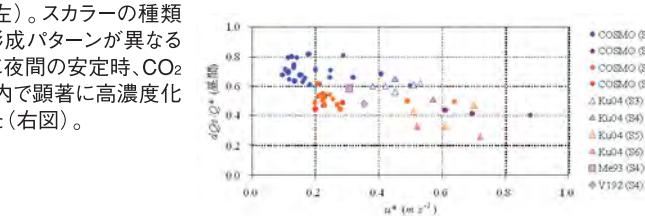
【図3】屋外スケールモデル実験施設COSMOを構築し、都市幾何構造や植生の配置が水・エネルギー強制力に及ぼす影響を調べている。100m × 50m の敷地に1辺が1.5m のコンクリートブロックを並べられている。



【図5】上段: 東京都西部と埼玉県南部における1月の下水放流熱量の変化と河川水温の上昇率、下段: 3月の東京湾における水温鉛直分布の長期変化。都市の成長に伴う水・エネルギー消費量の増大が、下水道システムを通じて、長期的な河川水温の上昇の主因となっていることがわかった。また、東京湾においても、湾奥部から湾口部にかけて長期的な水温上昇が確認され、外海の影響と都市の影響が複合された結果であると推定された。



【図6】都市圏-大気圏の水・エネルギー輸送把握のため住宅街で長期モニタリングを実施している(左)。スカラーの種類によって濃度の形成パターンが異なることが示され、特に夜間の安定時、CO₂は都市キャノピー内で顕著に高濃度化することがわかった(右図)。



【図7】屋外スケールモデルや実都市で観測された熱収支を解析したところ、都市域への貯熱量には風速および季節に対する依存性があることがわかった。風速が弱いほど、また太陽高度が低い冬季ほど、都市に蓄えられる熱量の割合は大きくなる。

【図4】乱流構造は地表から大気へのエネルギー・水輸送に大きく影響するが、都市上空ではその特徴はよく理解されていない。屋外スケールモデルにおける観測によって、ストリームと呼ばれる筋状の大規模な乱流構造が存在することが明らかになった。