

アジアのメガシティの都市気候 Urban Climate of Mega-Cities in Asia

日下博幸（筑波大）*, ドアングアンヴァン（筑波大），リディアビタノバ（筑波大，
現 日建設計総合研究所），中村真吾（筑波大），ロナルドエストケ（国立環境研）

Hiroyuki KUSAKA (Univ. Tsukuba), Van Quang DOAN (Univ. Tsukuba), Lidia VITANOVA (Univ. Tsukuba, Currently, Nikkenn Sekkei Research Institute), Shingo NAKAMURA (Univ. Tsukuba), Ronald Estoque (National Institute for Environmental Studies)

キーワード：ヒートアイランド現象，降水，東京，東南アジア

Keywords: foehn warming, thermodynamic theory, dynamic theory, pressure pattern, Toyama Plain

1. はじめに

本講演では、アジアの都市気候というタイトルで、都市気候に関する様々なレビューを行いたいと思います。ただ、20分という限られた講演時間で全てのテーマを紹介することはできません。そこで、近年、研究が大きく進んだ「都市と雲、降水の関係」、ヒートアイランドのメカニズム、都市気候の将来予測に関する最新の成果を紹介したいと思います。

2. ヒートアイランドの研究

都市気候の中で最も有名な現象と言えば、何と言ってもヒートアイランド現象でしょう。1833年にルーク・ハワードによって（ロンドンの気候という著書で）都市の気温が郊外に比べて高いという観測事実が紹介されてから、都市気象学・都市気候学の主な研究対象は、ヒートアイランド現象でした。メソスケールとしてのヒートアイランド現象のメカニズムについては、都市気候研究黎明期からの数多くの観測研究と1990年代以降の数値モデル研究により、おおそ解明されていきました。現在では、乱流観測やLESモデルによるシミュレーションにより、マイクロスケールの視点でのヒートアイランドのより深い理解を目指す研究が主流となっています。一方で、ヒートアイランドによる都市暑熱環境の緩和策・適応策の研究や気候変動（地球温暖化）の視点から、数多く行われています。工学分野では、エネルギー需要や住民の健康影響に焦点を当てた研究も行われています。

2. 都市降水の研究

都市の温熱環境は、風や、雲、雨に影響を与えると考えられています。「都市はなぜ雲を作り、雨を降らすのだろうか？」というのは、都市気象学・都市気候学分野における伝統的かつ重要なテーマの一つです。1970年代には、この分野としては大変大きなプロジェクトと言える「METROMEX」プロジェクトが米国セントルイスで実施され、都市と降水の関係が本格的に調査されました。現在でも、米国や中国を中心にレーダーや数値モデルを用いた事例研究が精力的に続けられています。従来は、都市が降水に与える影響を調査する際に、（ある降水事例を対象とした）事例研究を行うことが主流でした。しかし、最近では、暖候期に降水量が増加傾向にあることを観測事実から統計的に示す研究や、事例研究の不確実性を軽減するために、多数の数値実験結果を用いて都市が降水に与える影響を統計的に検定するという研究がなされています（図1）。現在の関心はエアロゾルの影響や極端降水

に移りつつあり、それらの研究も精力的に行われています。

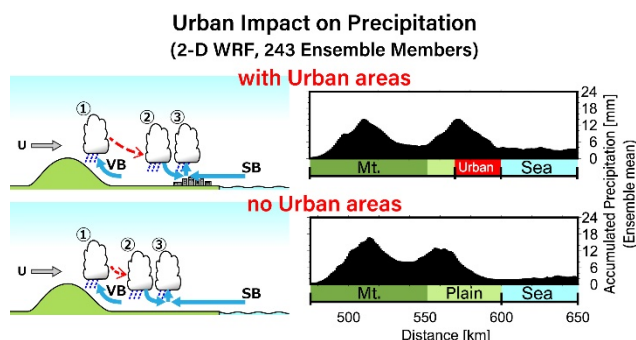


図1 都市が降水に及ぼす影響のシミュレーション結果（右図）とメカニズムの概念（左図）。Kusaka et al. (2019) Quarterly Journal of Royal Meteorological Society.より

3. 都市気候の将来予測

地球温暖化問題とヒートアイランド問題により、都市の気候変動の研究が注目されています。これまで、将来の都市の温熱環境の予測や、過去から現在、そして将来までの都市の発展が同地域の気候に及ぼす影響などが、数値シミュレーションによって評価されてきました。東京やブリュッセルのようにすでに発達した都市の場合、今後の気温上昇はヒートアイランドではなく温暖化によって引き起こされると予測されています。そのため、コンパクトシティのように都市構造を変化させたとしても、その効果はかなり小さいことがシミュレーションによって示唆されています。一方で、東南アジアの大都市のように、今後も発展し続けると予想されている都市の場合、東京とは大きく異なる結果が得られています。例えば、ベトナム最大の都市であるホーチミンは、現在（2009年）から2050年までの都市化による気温上昇量は、将来も都市が発展し続けるため、今後の温暖化による気温上昇量と比べて無視できないレベルにあることがシミュレーションによって示唆されています。

講演では、これらの3つのテーマに係わる研究を紹介しながら、今後の課題について私見を述べたいと思います。

謝辞：本研究は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20192005）により実施した。本研究の一部はJSPS科研費JP18H00763の助成を受けたものです。