

都市が降水に及ぼす影響に関する数値実験 NUMERICAL STUDY OF THE URBAN EFFECTS ON THE RAINFALLS

日下 博幸 (筑波大学計算科学研究センター) *

縄田 恵子 (筑波大学・学生)

木村 富士男 (筑波大学・生命環境科学研究科)

羽入 拓郎 (筑波大学・学生、現在 (株) ウェザーニューズ)

Hiroyuki KUSAKA (Center for Computational Sciences, Univ. Tsukuba)

Keiko NAWATA (student, Univ. Tsukuba)

Fujio KIMURA (Graduate school of Life and Environmental Sciences, Univ. Tsukuba)

Takuro HANYU (student, Univ. Tsukuba. Currently at Weathernews)

キーワード: WRF モデル, 降水シミュレーション, 都市気候, 予測可能性

Keywords: WRF model, rainfall simulation, Urban climate, Predictability

1. はじめに

近年、都市域での降水の頻度が増加し、さらに降水の強度も強くなっていると多数報告されている (たとえば、藤部 1998, 佐藤ほか 2006)。都市域での強い降水は、たとえ低頻度であっても、人間社会に大きな影響を及ぼしやすく、都市防災上軽視できない。マスメディアなどでは、都市が降水に影響を与えていると報道されているが、疑問をなげかける論文も存在する (たとえば、Kanae)。このように、都市と降水の関係に関しては明瞭な結論は得られていない。

都市で発生する対流性降水に関する数値モデル研究の多くは、ある降水事例に対して都市あり実験と都市なし実験を行い、その差から都市が降水におよぼすインパクトを論じたものが多い。講演では、はじめに、そのような手法の有効性と問題点を議論し、その後、代替案を提案する。そして、最後に、われわれのグループで行っている都市降水のシミュレーション研究の現状を紹介する。

2. 都市降水に関する数値シミュレーション研究の現状とその問題点

先行研究で取り上げられたことのある 2000 年 7 月 4 日の都市降水事例を対象に、領域気象モデル WRF を用いて、ある計算設定の下、再現実験と都市をなくした実験 (感度実験) を行った。その結果、都市が降水を増加させるような結果が見られた。次に、WRF で用いる雲物理モデルや地表面モデルを変えるなど、再現実験の計算設定をほんの少し変えた実験を行い、それに対応する都市なし実験 (感度実験) を行った。その結果、都市が降水を抑制するような結果があらわれた。このことは、従来行われてきたような数値実験では、都市という非常に弱いシグナルを見出すことは難しく、たとえ感度実験の結果が再現実験の結果と異なっていたとしても、それは単にカオス性を見ている可能性があることを示唆している。

3. 問題克服のための 3 つの方策

都市降水のシミュレーションは、初期値・境界値・物理モデルなどの変更に鋭敏であるため、その結果にはカオス性が現れやすい。東京の場合、都市の効果は周囲の地形効果 (山岳や海陸の効果) に比べて極めて小さいため、カオス性を除去して都市のシグナルだけを抽出することは非常に難しい。このような場合、中期予報などで用いられているアンサンブル予報の手法が有効であると考えられる。ただし、都市スケールの現象を対象とする場合、適切なアンサンブルメンバーを選ぶことは非常に難しい。そこで別の手法を考える必要がある。私たちのグループでは、気候シミュレーションの手法を採用することにした。日々の降水シミュレーションをアンサンブルメンバーのように扱っていると考えている。2001~2007 年の 8 月を対象に行った感度実験の結果を図 1 に記す。カオスやモデルの計算設定からくる誤差が比較的消えているように見える。都市があることにより降水量が都市域で増加、関東平野縁辺域で減少する傾向が認められる。しかしながら、統計期間が 7 年間と短いこと、設定を変えた実験 (気候アンサンブルシミュレーション) をやっていないことを考えると、この結果を持って都市が降水を誘発・強化していると結論付けることはできない。追加実験が必要であろう。現在、追加実験を行っているため、その結果については大会にて紹介する予定である。3 つの手法は、超高解像度シミュレーションであろう。一般的に

行われているような 1km より粗い水平解像度では降水システムを詳細に把握できないが、100m 近い解像度であればそれが可能になると考えられる。この場合、熱対流シミュレーションに対するカオス性が大きくなるため、その結果を慎重に取り扱う必要があるが、単なる都市の感度実験とは異なり、都市が降水におよぼす影響を物理的に詳細に考察できるという利点がある。結果の一部が神田 (2009) で紹介されているので、興味がある方はそちらを参照していただきたい。

これまで紹介した 3 つの手法にも課題は多いが、それらのいくつかは計算機の進歩によって緩和されると期待したい。

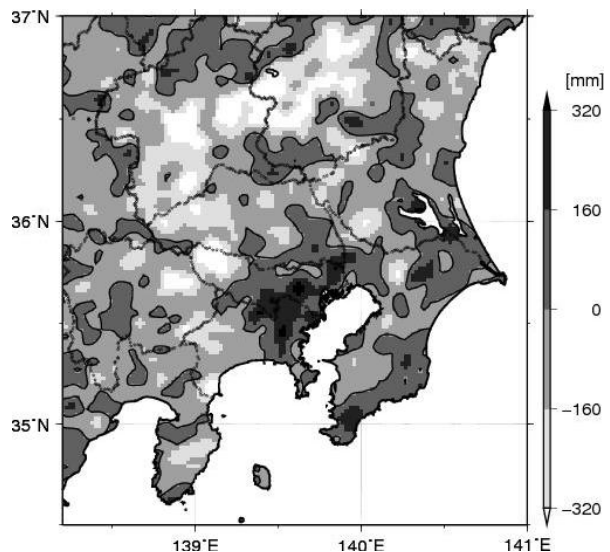


図1 感度実験の結果。都市がある場合とない場合の7ヶ月積算値の偏差 (都市あり-都市なし)

謝辞: 本研究の一部は、環境省の地球環境研究総合推進費 (S-5-3) の支援により実施された。

参考文献

- 藤部文昭 (1998) 東京における降水の空間偏差と経年変化の実態, 天気, 45, 7-18.
- 佐藤友徳ほか (2006) 東京都都市域における夏季の降水システムの強化, 天気, 53, 15-20.
- Kanae et al. (2004) Changes in hourly heavy precipitation at Tokyo from 1988 to 1999. J. Meteor. Soc. Japan, 82, 241-247.
- 神田学 (2009) WRF の都市気象への応用. ながれ. (印刷中)