

TSUBAME 共同利用 平成 29 年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 建築環境の評価に向けた気候変動データの高度化
英文: Improvement of Climate Change Data for Building Environment Analysis

利用課題責任者
PHAM VAN PHUC

所属: 清水建設(株)技術研究所
Affiliation: Institute of Technology, Shimizu Corporation
URL: <http://www.shimz.co.jp>

本利用課題では、代表的な極端気象現象の一つとして、2017年7月に九州地方で発生した局地豪雨を対象にして、気象モデルを用いた現象の再現計算と、観測結果との比較検証およびその発生メカニズムの解明を行った。また、気候変動データベース d4PDF を用いて、その地域における気候変動による影響を明らかにした。

In this study, meteorological simulation using the WRF model has been carried out to investigate the sensitivity of a heavy localized rainfall over the Kyushu in July, 2017 with a downscaled grid resolution in the nesting method. Simulated results showed good agreement with observation results. Climate change database d4PDF was used to investigate the daily precipitation to find the increase under global warming.

Keywords: Heavy Localized Rainfall, WRF, Climate Change

背景と目的

異常高温、集中豪雨、大型台風などの極端な気象現象による人的、経済的損失は極めて大きい。近年の気候変動として地球温暖化の影響で一部の地域ではその気象現象の強度はすでに増加傾向にあり、今後も世界規模でさらに増えていく。また、2017年7月5日から6日にかけて、九州北部地方では、総降水量が500mmを超え、7月の月降水量平年値を大幅を超える猛烈的な雨となったところがあった。特に、福岡県朝倉市では、24時間降水量の値が観測史上1位の値を超えて、これまでの観測記録を更新する局地豪雨となった。今回の豪雨による被害については、死者が計36人となり、300カ所以上で山が崩れ、大量の流木や土砂が発生した等、大きな被害が引き起こされた。道路などのインフラ被害では局地激甚災害にも指定された¹⁾。建設分野としても、その現象や気候変動の影響などを明らかにする必要がある。適用策などの提案は喫緊の課題である。

そこで、本利用課題は、まず、気象モデルを用いた局地豪雨の再現を試みた。計算から得られた降水量とその観測結果との比較により局地豪雨の特徴とその発生メカニズムを明らかにする。また、局地豪雨の発生地域を対象として気候変動に基づく降水量の変化を評価

することを目的とする。

概要

前年度の利用課題では、気象解析モデルの導入や気候変動データベースの整備と、データ可視化システムおよび特徴抽出システムの構築を行った。また、TSUBAME スパコンでは複数並列処理により、過去・現在の気候状態と未来の気候状態における気象パラメータの時間・空間的な変化を確認しており、台風等の極端な気象現象を抽出できるとともに、データベースの特徴を明らかにした。

本利用課題では、これらの解析システムを用い、2017年7月5日から6日にかけて、九州地方福岡県朝倉市で発生した局地豪雨を対象として、再現解析を行った。また、その九州地方の全域を対象として、気候変動による影響を調べた。

なお、図-1には朝倉市の地域気象観測システムAmeDASで、20年間での6月と7月の最大日降水量および今年7月5日の日降水量の比較を示す。これまでに観測された最大日降水量が250mm以下に対して今回の大雨ではその一日で2倍以上の雨量が降ってきた。また、今回の局地豪雨の発生メカニズムについて

では、気象分野で、図-2 のように考えられている。これは、朝倉市付近の上空では、大気下層にある暖かく湿った空気と、大気上層にある気温の低い寒気が流入したため、積乱雲が次々に発達して、東へ移動することで線状降水帯として形成され、同じ場所に強い雨を継続して降らせたものである。さらに、図-3 は国土交通省の X バンド MP レーダー観測データから得られた当時の雨雲の立体構造である。その雨雲は東西に延び、高度 15 km を超える非常に大きい積乱雲群であった²⁾。



図-1 朝倉市の最大日降水量(気象庁, AmeDAS)

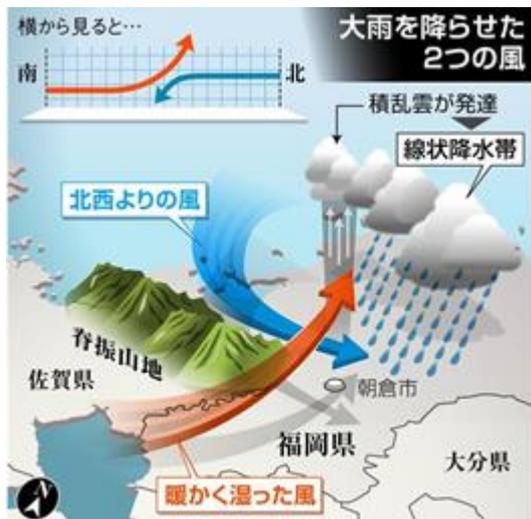


図-2 豪雨の発生メカニズム(出典:朝日新聞)

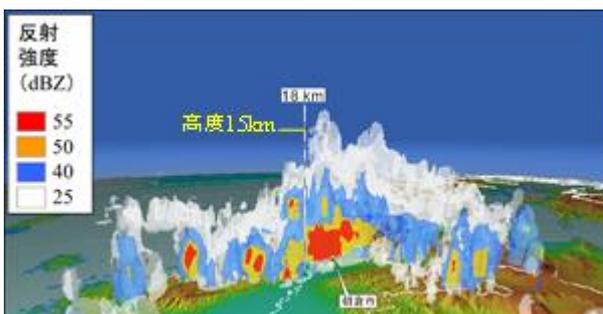


図-3 積乱雲の発達状況(時刻:15時)²⁾

計算概要

気象モデルの解析では、米国の大気研究センターが開発したメソ気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting)³⁾を採用して、上記の局地豪雨の再現計算を行った。WRFは気圧、風、気温、水蒸気などで表せる大気の状態変化を流体力学や熱力学等の物理法則に基づいて解析できるものである。

計算領域としては、まず、豪雨に起因する積乱雲の再現を目的とし、親領域の水平解像度を 16.2km(d01)として 5 段階ネスティングより最終評価領域(d05)での水平解像度を 200m とした(図-4)。各領域の中心緯度・経度は、朝倉市役所の位置とした。鉛直方向の気圧準拠座標については地表から 60 層を設定した。初期値・境界値には米国の国立環境予測センターの全球客観解析データ NCEP-NFL を用いて、2way ネスティング計算を行った。

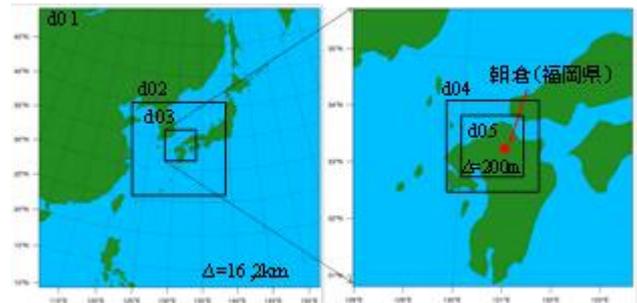


図-4 計算領域

結果および考察

再現期間は 局地豪雨の発生した 7月5日 09:00 から 7月6日 09:00 までの 24 時間を対象とした。また、物理過程スキームについては、雨を再現するため、水蒸気・雲・降水過程等を考慮できる雲微物理過程と渦輸送運動量・熱フラックス等を考慮できる境界層乱流混合過程を採用した。

計算精度を検討するため、朝倉観測所の地上観測 AmeDAS データ(ピンポイントの観測結果)とレーダーの解析雨量を用いた。図-5 には観測及び計算から得られた時降水量とその積算降水量を示す。なお、解析雨量は AmeDAS の降水量と比べると 2 倍の差がある。また、図 6 は時刻 15 時の 1 時間降水量の分布の比較である。これより、WRF の計算から得られた降水量は観測結果と比較的良好に一致していることが分かる。

図 7 は、WRF の計算から得られた 15 時の高度 500m の大気 1kg あたり得水蒸気量分布・気圧の等値線・風ベクトル(左図)と、高度約 5500m の気温分布・風ベクトル(右図)である。九州北部には、南西風によって大量の水蒸気が流入していた。また、上空 5500m 付近には、平年よりも約 3℃低い-7℃以下の寒気(福岡の高層観測の 7 月の平年値:-4.6℃)が流入していた。これらのことから、九州北部付近では積乱雲が非常に発達しやすい不安定な大気状態となっていたことが分かる。

また、図 8 は図 6 の断面図 A-A の雨雲の反射強度を示す。その付近は高度約 15 km の積乱雲が発生した。それらが猛烈に発達しながら、東へ移動することで、局地豪雨の発生をもたらした典型的な「バックビルディング型」の線状降水帯が形成されたことが分かった。

気候変動による影響

本章では、「文科省・気候変動リスク情報創生プログラム」に基づく気候変動データベース d4PDF を用いて、九州地方全域における気候変動の影響を評価した。

図-9 は 2000 年(Past)および、全球平均気温が産業革命以降 4℃上昇した 2100 年(Future)における日降水量の頻度分布を示す。2000 年頃と比べて、2100 年頃の降水量は増加する傾向があり、その増加率が約 1.2 倍になることが分かる。

まとめ、今後の課題

本研究では、平成 29 年 7 月九州北部で発生した局地豪雨を対象として気象モデルを用いた再現計算を行った。計算から得られた降水量は観測結果と比較的良好に一致している。また、計算結果の可視化により、局地豪雨発生付近では、大気下層の暖かく湿った空気と大気上層の冷たい空気が流れ込んで、発生した積乱雲が猛烈に発達しながら移動する等、局地豪雨をもたらした典型的な「バックビルディング型」の線状降水帯が形成されたことを確認できた。さらに、九州地方を対象として気候変動による影響を調べており、その降水量が約 1.2 倍に増加することが分かった。今後の建築環境において水害対策に対して注意する必要があると考えられる。

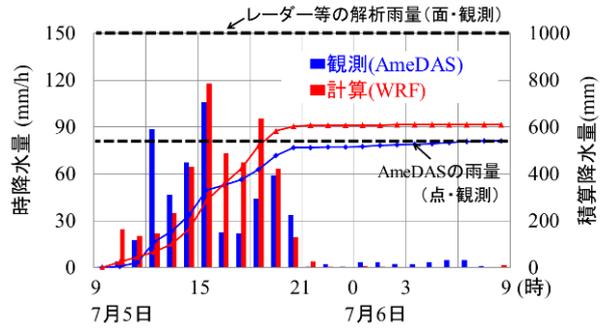


図-5 降水量の変化

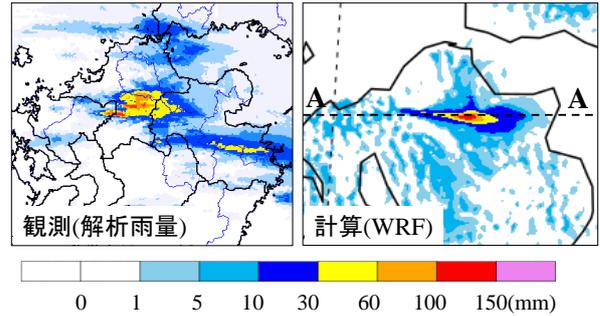


図-6 1時間降水量の分布(時刻:15時)

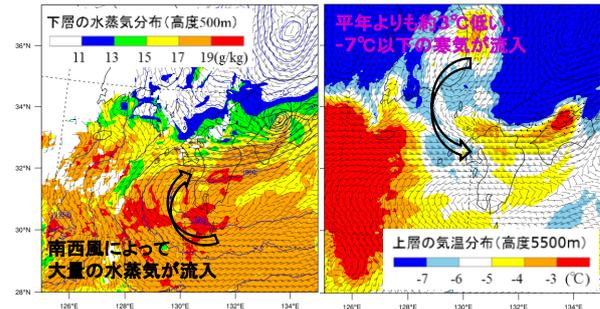


図-7 上空の大気状態(WRF 計算, 時刻:15時)

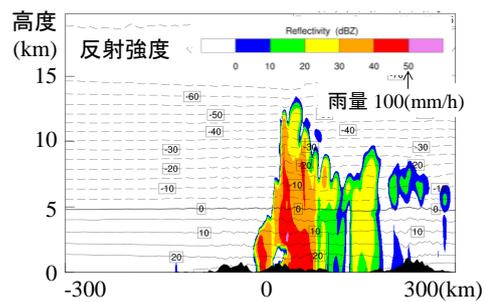


図-8 線状降水帯の発達状況(WRF, 時刻:15時)

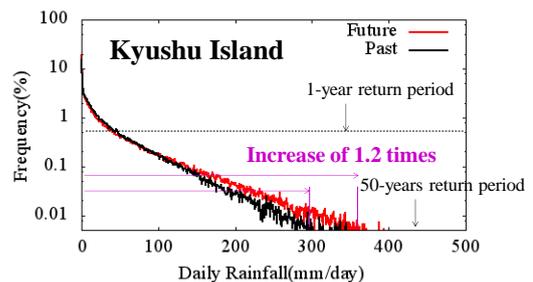


図-9 九州地方の降水量の頻度分布

参考文献

- 1) 気象庁: 平成 29 年 7 月 5 日から 6 日に九州北部地方で発生した豪雨の命名について, 2017.
- 2) 防災科学技術研究所: 2017 年 7 月 5 日から 6 日における福岡県・大分県の大雨について, 2017.
- 3) WRF: WRF Users' Guide, Version 3.9, 2017.