



海面水温温暖化実験による淀川流域を対象とした台風降水変動評価

小林, 健一郎
奥, 勇一郎
能登谷, 拓
木村, 圭佑

(Citation)

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 19:162-166

(Issue Date)

2015-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81011480>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81011480>



海面水温温暖化実験による淀川流域を対象とした 台風降水変動評価

Evaluation of the climate change impact on the rainfall due to Typhoon 1318 by SST global warming numerical experiment

小林 健一郎¹⁾

Kenichiro Kobayashi

奥 勇一郎²⁾

Yuichiro Oku

能登谷 拓³⁾

Taku Notoya

木村 圭佑⁴⁾

Keisuke Kimura

概要：本研究ではまず淀川流域に戦後最大の降雨をもたらした平成25年台風第18号をメソ気象モデルWRFにより再現した。その後、同じ計算条件で海面水温のみを上昇させた実験（著者らは海面水温温暖化数値実験と呼んでいる）を実施した。この結果として海面水温が上昇すると、台風18号クラスの降雨であっても淀川流域に対する降雨量がさらに増加することが見て取れた。また、淀川流域における破堤浸水予測のために、淀川本川周辺の10m解像度浸水モデルを構築した。本稿ではこれらの概要を示す。

キーワード：海面水温温暖化実験, 2013年台風18号, 淀川高解像度浸水モデル

1. はじめに

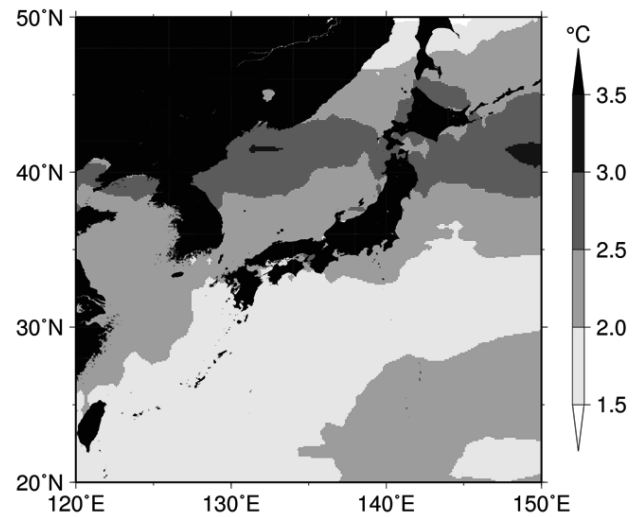
本研究は、メソ気象モデルWRFを用いた温暖化実験により、淀川流域を対象に将来の大雨影響評価を行うものである。具体的には、近年淀川流域に最大の降雨をもたらした平成25年台風18号を対象とした降水の再現と、温暖化差分を加えた海面水温を境界値とする海面水温温暖化実験を行う。本来温暖化の影響を厳密に評価するためには、気温、水蒸気量、気圧などのあらゆる諸物理量の気候変動の影響を考慮した擬似温暖化実験の手法が用いられるべきという報告がある¹⁾²⁾。海面水温温暖化実験では大気側の温暖化を全く考慮しておらず、海面水温のみ上昇させると大気の下層より気温上昇することから、台風の発達为好都合となる「大気の状態がより不安定化」した気象環境が提供される。将来の大雨による陸地での影響評価が目的である本研究では、流域の総合的な治水計画策定の視点から対象台風がより多くの雨をもたらす環境も想定しておく必要があり、擬似温暖化実験による評価も重要であるが今回は海面水温温暖化実験に着目した。

2. 気象モデル

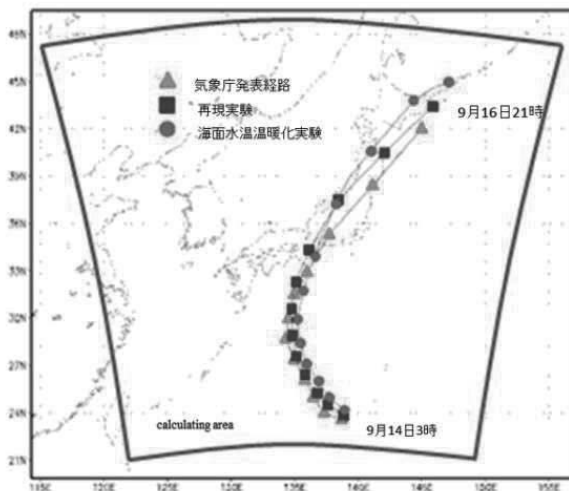
今回の実験では最新のメソ気象モデルであるWRF (Weather Research and Forecasting)を用いた。WRFは、大気の研究から実用的な気象予報の用途でも用いられるために開発されてきた3次元完全圧縮性非静力学モデルである。開発は1990年代の後半から始まり、NCAR (National Center for Atmospheric Research), NCEP (National Center for Environmental Prediction), FSL (Forecast Systems Laboratory), AFWA (Air Force Weather Agency), オクラホマ大学 (University of Oklahoma) らによって共同で行われた。NCAR とペンシルバニア州立大学 (Pennsylvania State University) によって共同開発された非静力学モデルであるMM5の次世

表－1 計算条件

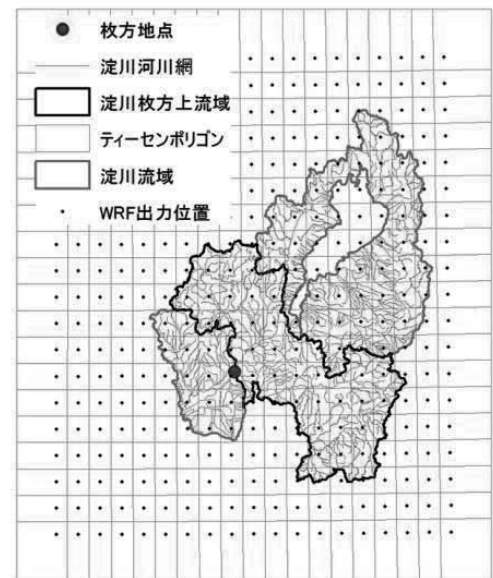
気象モデル	WRF/ARW 3.5.1
格子点数	150×150×30
水平解像度	20km
時間ステップ	100s
計算開始日時	2013/09/12 00 UTC
計算終了日時	2013/09/16 12 UTC
境界層スキーム	Mellor-Yamada-Janjic
雲微物理スキーム	WRF Single-Moment 6-class scheme
積雲スキーム	Kain-Fritsch
接地層スキーム	Monin-Obukhov



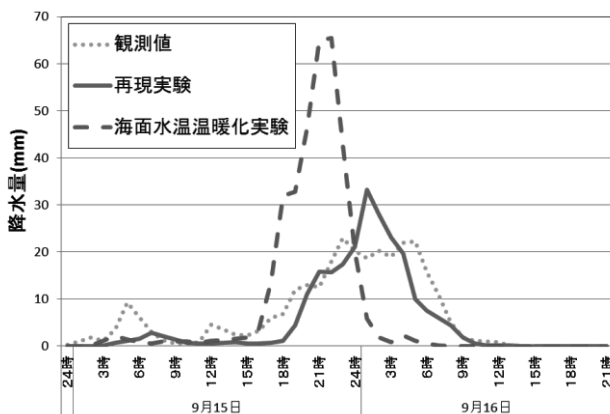
図－1 9月の海面水温温暖化差分分布図



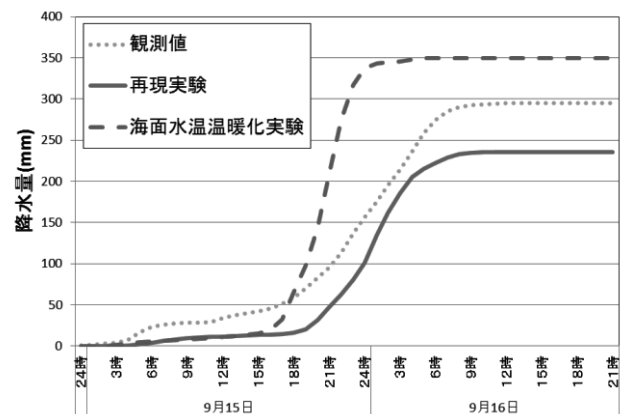
図－2 台風経路の比較（図中の時刻は日本時間であり，シンボルは6時間間隔で表示している）



図－3 枚方上流域およびティーセン分割



図－4 枚方上流域における流域平均1時間降水量



図－5 枚方上流域における流域平均積算降水量

代モデルとして位置づけられている。なお、再現実験では初期値，境界値として，NCEP の全球客観解析データ FNL (Final Operational Model Global Analysis data) を用いた。

3. 再現実験と海面水温温暖化実験

再現実験は表－1 の条件により実施した。海面水温温暖化実験では，再現実験で境界値として用いた海面水温に温暖化差分を上乗せした値を海面水温の境界値として用いた。将来（2075-2099 年）における 9 月の月平均海面水温と現在（1979-2003 年）のそれとの差を SRES-A1B シナリオに基づく CMIP3 マルチモデルアンサンブル平均値で求め，これを海面水温の温暖化差分とした。そのほかの条件は再現実験と同様である。図－1 は実験で用いた海面水温の温暖化差分を可視化した図である。ネスティングやデータの同化は行なわなかった。図－2 に台風経路の比較を示す。各実験の台風は，上陸後実際よりも北側の進路となっているが，近畿地方周辺での位置は近く，淀川流域で降水を比較するうえでは問題にならない程度であると判断した。ここでは，図－3 で示す淀川の枚方上流域における流域平均降水量の比較を行った。図－4 に流域平均 1 時間降水量，図－5 に流域平均積算降水量を示す。図中の時刻は日本時間であり，9 月 14 日 24 時から 16 日 21 時までの比較である。最大 1 時間降水量は，観測値が 23.0mm（9 月 15 日 23 時），再現実験が 33.2mm（9 月 16 日 1 時），海面水温温暖化実験が 65.5mm（9 月 15 日 21 時）となった。流域平均積算降水量は，最終的に観測値が 295.1mm，再現実験が 235.8mm，海面水温温暖化実験が 349.9mm となった。また，降水のタイミング，降水量ともに，再現実験と観測値は比較的似通っており，枚方上流域全体に対する雨の再現性は高いといえる³⁾。

4. 堤内地の二次元氾濫計算

堤内地の浸水解析では以下の 2 次元浅水流方程式を用いることにする⁴⁾⁵⁾。解像度は 10m である。

連続式：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = \text{rain} + q_{\text{overflow}} \quad (1)$$

運動量方程式：

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - gn^2 u \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial uN}{\partial x} + \frac{\partial vN}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - gn^2 v \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (3)$$

ここに， h は水深， $M = uh$ ， $N = vh$ で M ， N は流量フラックス， u ， v はそれぞれ x 方向， y 方向の流速， H は水位である。 h ， M ， N を千鳥格子状に配置し（staggered grid），時間方向差分には陽的解法の Leap frog 法を用いる。 q_{overflow} は破堤流量を格子面積で割った量である。

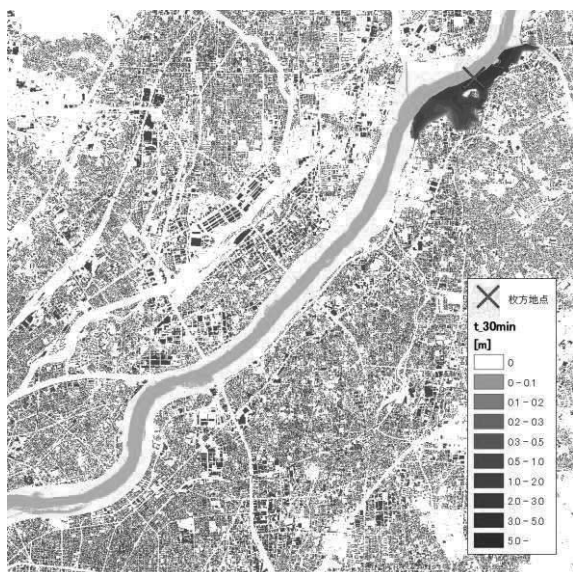
今後，海面水温温暖化実験の降雨を入力として枚方地点における流量と水位を推定し，次に試行的に淀川本川の破堤数値実験をするために，淀川本川周辺の浸水モデルを 10m 解像度で構築した。このモデルの計算結果の例を図－6～9 に示す。図は枚方左岸で破堤し $1000\text{m}^3/\text{s}$ の水量が 6 時間流入した場合を計算したテストケースである。今後，この破堤条件をより現実的に設定し，海面水温温暖化実験による水位・流量を用いて淀川の浸水リスクについて具体的に考えていく。

謝辞

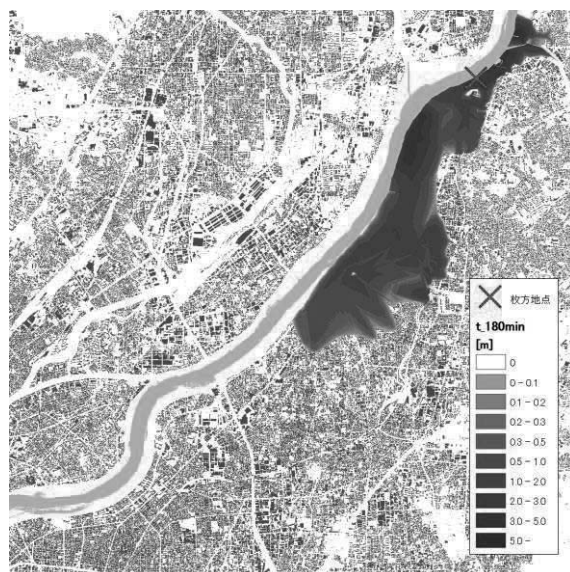
国土交通省近畿地方整備局には水文データを提供していただきました。記して謝意を表します。

参考文献

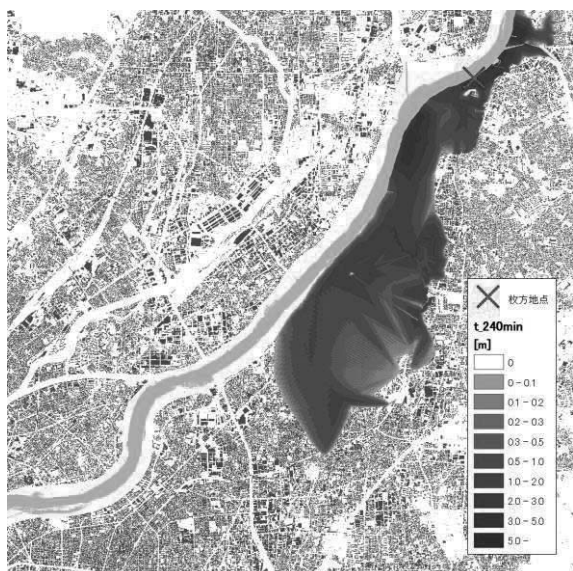
- 1) 小林健一郎，奥勇一郎，寶 馨，石川裕彦，竹見哲也，中北英一 “物理ダウンスケール法による極端台風を用いた淀川流域の洪水評価”，京都大学防災研究所年報，第 55 号 B, pp. 9-14
- 2) 小林健一郎，奥勇一郎，中北英一，中野満寿男，寶 馨：伊勢湾台風擬似温暖化実験による淀川流域における洪水規模の変化予測，土木学会水工学論文集，第 58 巻，pp. 391-396，2014。



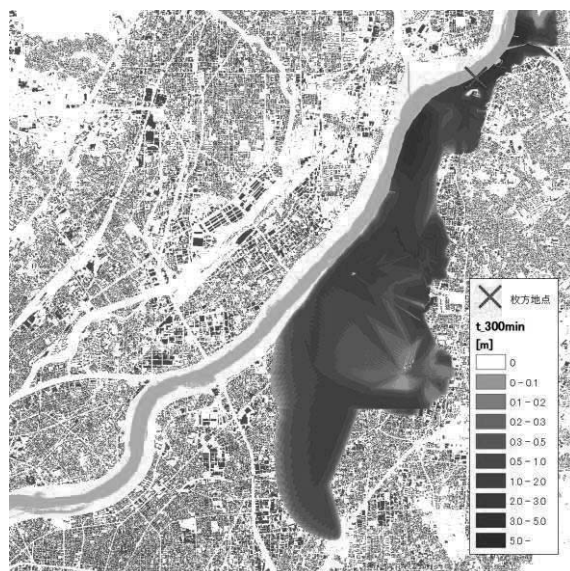
図－6 淀川本川破堤計算 30 分後



図－7 淀川本川破堤計算 150 分後



図－8 淀川本川破堤計算 240 分後



図－9 淀川本川破堤計算 300 分後

- 3) 平成 25 年台風 18 号を対象とした WRF による降水の再現と海面水温温暖化実験, 能登谷拓, 小林健一郎, 奥勇一郎, 木村圭佑, 土木学会論文集 B1 (水工学) 71, 4, pp. I_397-I_402
- 4) 小林健一郎, 寶 馨, 佐野 肇, 津守博通, 関井勝善, “損害保険に应用可能な国土基盤情報準拠型の分布型降雨流出・洪水氾濫モデルの開発”, 土木学会水工学論文集, 第 56 巻, pp. I-1069-I-1074, 2012
- 5) A high-resolution large-scale flood hazard and economic risk model for the property loss insurance in Japan, Kobayashi Kenichiro, Kaoru Takara, Sano Hajime, Tsumori Hiromichi and Sekii Katsuyoshi, Journal of Flood Risk Management , DOI: 10.1111/jfr3.12117

筆者：

- 1) 小林健一郎 神戸大学 都市安全研究センター 准教授
- 2) 奥勇一郎 兵庫県立大学 環境人間学部 准教授
- 3) 能登谷拓 神戸大学 市民工学専攻 修士課程 2 年
- 4) 木村圭佑 神戸大学 市民工学専攻 修士課程 2 年

Evaluation of the climate change impact on the rainfall due to Typhoon 1318 by SST global warming numerical experiment

Kenichiro Kobayashi
Yuichiro Oku
Taku Notoya
Keisuke Kimura

Abstract

This study estimates the influence of the sea surface temperature increase on the rainfall intensity due to the Typhoon No.18, 2013. The Typhoon brought the highest-ever rainfall in recent years to the Yodogawa river catchment. First the Typhoon is reproduced by the latest meso-scale meteorological model WRF (control run). Then its SST global warming (SGW) experiment is carried out. As the result of the SGW experiment, the catchment average rainfall of the Yodogawa river above Hirakata becomes 1.5 times larger than that of the control run. This result indicates a possibility that further heavier rainfall may occur in the future due to a climate change.

©2015 Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, All rights reserved.