

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651207

研究課題名(和文) 台風はどこまで強くなれるのか? - 想定される最大強度とその風水害

研究課題名(英文) To what extent will typhoons intensify? -Assessing typhoon hazards under worst-case scenarios

研究代表者

竹見 哲也 (Takemi, Tetsuya)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：10314361

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：「台風はどこまで強くなり、想定される風水害はどの程度の規模なのか？」この問いに対して、様々な大気・海面水温の条件において発達する顕著な強度の台風を気象モデルによる数値シミュレーションにより再現し、顕著台風により想定される風水害を評価することを目的とした。実事例の再現シミュレーションとともに、仮に経路がずれた場合にどのような風水害が生じるのかという観点から、台風の経路を操作したシミュレーションも実施した。関東地方・中部地方・近畿地方において過去に顕著な災害をもたらした事例、さらには2013年11月にフィリピンで大災害をもたらした事例を対象として台風による風水害のハザードを評価した。

研究成果の概要(英文)：“To what extent will typhoon become strong, and to what extent will the typhoon hazard become worse?” In order to answer this question, this study investigated the natural hazards due to typhoons by conducting numerical simulations of past extreme typhoons under their environmental conditions. In addition to simulating the existing typhoons under real condition, we performed numerical experiments of typhoons with their track and intensity changed by controlling the initial location of the typhoons and assessed the resulting impacts of the simulated typhoons on the distribution of heavy rain and strong wind. The typhoon cases that spawned severe disasters in the Kanto, the Chubu, and the Kinki District were chosen for the present analyses. Furthermore, Typhoon Haiyan that caused devastating damages in the Philippines in November 2013 was also examined. We assess the natural hazards due to these extreme typhoons by conducting ensembles of numerical simulations.

研究分野：気象学

キーワード：台風 気象災害 風水害 気象予報モデル 自然災害影響評価 物理ダウンスケール 最大可能強度 最悪シナリオ

### 1. 研究開始当初の背景

台風による災害は、甚大さの程度に差こそあれ、毎年発生するものである。台風は強大化するほど農作物や建物・社会基盤への物的被害は甚大化するため、これらの被害を完全になくすためには相応の経済的コストがかかる。しかし人命の安全は、いかに台風が強大化しても的確な気象予報と警報の発令およびそれを伝達する適切な手段があれば、確保することが可能である。さらに十分な時間の余裕をもって避難することができるのであれば、命はもちろんのこと必要最低限の財産も守ることが可能であろう。そのためには、気象予報・警報の精度を向上させること、予警報の情報を把握し避難等の指示を的確に行うこと、その指示を正確かつ迅速に伝達することといったようにソフト面での対応が必要不可欠である。本研究の開始時期には、2011年に台風12号・15号がそれぞれ、移動速度の遅い台風による長期化した災害(紀伊半島豪雨災害など)と日本近海で急発達した台風による瞬発的な災害(全国的な風水害)を引き起こした。また、2011年3月の東日本大震災により、最悪を想定した自然災害への備えが災害の防止と軽減に極めて大事であることを認識させられた。このような背景の下、本研究を実施した。

### 2. 研究の目的

「台風はどこまで強くなり、想定される風水害はどの程度の規模なのか?」この問いに対して、現実の気象において生起する様々な大気・海面水温の条件において発達する顕著な強度の台風を領域気象モデルによる物理ダウンスケール・シミュレーションにより再現し、それによりもたらされる風水害について台風経路を多数のパターンに変化させたシミュレーションにより地域毎に評価する。本研究は、地域毎に想定される最も甚大な風水害をもたらす台風強度を評価することを目指す。この評価により、台風強度の予測情報から最大想定災害を把握することを可能とすることを目標とする。

### 3. 研究の方法

本研究では気象予報モデル Weather Research and Forecasting (WRF)を用いた数値シミュレーションを行った。WRFモデルは領域気象モデルであるため、初期条件・境界条件となる大気・海面水温の条件が必要となる。そのため、気象庁による大気客観解析データから台風発生環境条件を抽出した。過去に顕著な災害をもたらした台風を抽出し、それらの台風の環境条件をWRFモデルの初期条件・境界条件に与えた。WRFモデルの計算領域は、ネスト領域を設定し、最も細密な水平格子間隔は1 km程度とした。台風による風水害は、台風の強度とともに経路にも大きく依存する。したがって、次に台風の移動経路を操作したシミュレーション

実験を行った。日本の南海上の多数の位置に台風中心を置くことで、強い強度を持った台風を客観解析データに埋め込み、台風の移動のシミュレーションを行った。これにより、ある大気場において異なる経路を想定した場合の台風の数値シミュレーションを行い、移動に伴う降水量・風速の空間分布と時間変化を算出し、風水害に係わる豪雨・強風の分布特性を解析した。計算には京都大学の大規模並列型スーパーコンピュータを利用した。以上の計算から、顕著な台風の事例の大気環境条件において様々な経路をとった場合に想定される台風による風水害の評価をした。

### 4. 研究成果

過去において顕著な豪雨・強風をもたらした台風の事例を選択し、それら顕著台風の気象・海面水温の条件を与え、気象モデル WRFによる物理ダウンスケール・シミュレーションにより再現した。台風の最大可能強度の数値シミュレーション、台風の移動の数値シミュレーション、台風経路を多数のパターンに変化させたシミュレーションを行った。東京を中心とした関東地方、名古屋を中心とした中部地方、大阪を中心とした近畿地方のそれぞれの地域において過去に顕著な災害をもたらした台風のうち多数のサンプルを例にとり、台風移動に伴う降水量・風速の空間分布と時間変化を各地域において1 kmメッシュで算出し、風水害に係わる気象統計情報を導出した。

#### (1) 関東地方を対象とした解析

気象庁の再解析値として利用可能であった1979年以降に風水害を引き起こした台風の事例を選択した。2001年台風15号、2007年台風9号など計7個の顕著台風を選択し、WRFモデルによるダウンスケール計算を行い、様々な台風の異なる経路をとった場合に想定される豪雨・強風の出現特性を示した。

#### (2) 中部地方を対象とした解析

最初に、気象庁の再解析値として利用可能であった1979年以降に風水害を引き起こした台風として1991年台風18号など計8個の台風についてWRFモデルによるダウンスケール計算を行った。また、研究期間中に新たに公開された気象庁長期解析値 JRA-55(1958年以降の再解析値)を用いて、伊勢湾台風のダウンスケール計算も行い、伊勢湾沿岸地域での強風分布、濃尾平野および周辺部での降水分布を解析した。これら顕著台風について経路を操作したシミュレーションを行い、異なる経路で想定される豪雨・強風の出現特性を示した。

#### (3) 近畿地方を対象とした解析

最初に、気象庁の再解析値として利用可能であった1979年以降に風水害を引き起こした台風として2004年台風23号、2011年台風

12号など計9個の台風についてWRFモデルによるダウンスケール計算を行った。また、研究期間中に新たに公開された気象庁長期解析値 JRA-55 (1958年以降の再解析値)を用いて、伊勢湾台風のダウンスケール計算も行い、淀川流域圏での降水特性を解析した。これら顕著台風について経路を操作したシミュレーションを行い、異なる経路で想定される豪雨・強風の出現特性を示した。

以上のダウンスケール計算により、台風による風水害の豪雨・強風ハザードの解析をした。また、河川工学や海岸工学の研究者に計算データを提供し、河川の流出や沿岸での高波・高潮といった自然災害影響の評価に活用した。

#### (4) 2013年台風30号

研究期間中の2013年11月にフィリピンに甚大な高潮災害・強風災害をもたらした台風30号(Haiyan)が発生した。最悪を想定した自然災害影響評価に係わる重要な事象であったことから、2013年台風30号も解析対象とした。WRFモデルを用いて1kmメッシュまでのダウンスケール計算を行い、フィリピン・レイテ湾での高潮計算を海岸工学の研究者とともに共同で実施した。様々な条件設定により台風経路のばらつきや再現の不確実性を評価し、最も現実に近い強度を再現した計算事例において高潮の定量的な評価が可能であったことを示した。図1に計算において最大強度に達した際の中心気圧が896hPaのケースにおける地点毎の最大地上風速の分布を示す。

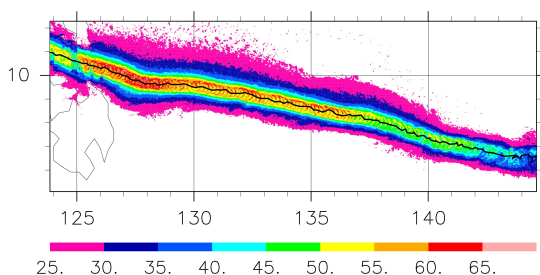


図1: 2013年台風30号の強風ハザード

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

##### [雑誌論文](計8件)

Miyamoto, Y., and T. Takemi, 2013: A transition mechanism for the spontaneous axisymmetric intensification of tropical cyclones. *J. Atmos. Sci.*, Vol. 70, pp. 112-129, doi: 10.1175/JAS-D-11-0285.1.  
Ishikawa, H., Y. Oku, S. Kim, T. Takemi, and J. Yoshino, 2013:

Estimation of a possible maximum flood event in the Tone River basin, Japan caused by a tropical cyclone. *Hydrological Processes*, Vol. 27, pp. 3292-3300, doi: 10.1002/hyp.9830.

Tsuboi, A., and T. Takemi, 2014: The interannual relationship between MJO activity and tropical cyclone genesis in the Indian Ocean. *Geoscience Letters*, Vol. 1: 9, doi: 10.1186/2196-4092-1-9.

Oku, Y., J. Yoshino, T. Takemi, and H. Ishikawa, 2014: Assessment of heavy rainfall-induced disaster potential based on an ensemble simulation of Typhoon Talas (2011) with controlled track and intensity. *Natural Hazards Earth Syst. Sci.*, 14, 2699-2709, doi: 10.5194/nhess-14-2699-2014.

Mori, N., M. Kato, S. Kim, H. Mase, Y. Shibutani, T. Takemi, K. Tsuboki, T. Yasuda, 2014: Local amplification of storm surge by Super Typhoon Haiyan in Leyte Gulf. *Geophys. Res. Lett.*, 41, 5106-5113, doi:10.1002/2014GL060689.

森 信人, 澁谷容子, 竹見哲也, 金 洙列, 安田誠宏, 丹羽竜也, 辻尾大樹, 間瀬 肇, 2014: 2013年台風30号 Haiyan による高潮の予測可能性と再解析精度. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 70, I\_246-I\_250, doi: 10.2208/kaigan.70.I\_246

竹見哲也, 2015: WMO/IOC JCOMM データバイ協力パネル第3回北太平洋地区ワークショップ「海洋観測の利用による台風の理解と予測精度向上」の開催報告. 天気, Vol. 62, No. 2, pp. 105-109.

##### [学会発表](計23件)

坪井彩, 竹見哲也, 2012: 熱帯低気圧の発生数と発生ポテンシャルの年々変動. 日本気象学会 2012年度春季大会, 茨城県つくば市つくば国際会議場, 2012年5月27日, P205.

竹見哲也, 2012: 熱帯低気圧の発達過程に及ぼす乱流粘性の影響について. 日本気象学会 2012年度秋季大会, 北海道札幌市北区北海道大学, 2012年10月3日, D168.

Takemi, T., 2013: Sensitivity of the evolution and intensity of simulated tropical cyclones to turbulent mixing parameterization. Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Brisbane, Australia, 24-28 June 2013, AS03-OS02-D2-PM1-P8-008.

#AS03-OS02-A008. *Invited.*

Tetsuya Takemi, Yuichiro Oku, Hirohiko Ishikawa, 2013: Assessment of meteorological hazards by typhoons

from downscaling track-ensemble simulations. International Workshop on Downscaling 2013, International Congress Center, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 1-3 October 2013. S1-9.

Tetsuya Takemi, Yuichiro Oku, Hirohiko Ishikawa, 2013: Assessment of typhoon hazards from downscaling track-ensemble simulations. International Conference on Regional Climate CORDEX2013, Charlemagne Building, European Commission, Brussels, Belgium, 4-7 November 2013. Po-P2-67

竹見哲也, 奥勇一郎, 石川裕彦, 2013: 台風の経路の違いによる風水害影響に関する数値実験. 日本気象学会 2013 年度秋季大会, 仙台市青葉区仙台国際センター, 2013 年 11 月 19 日, D173

Tetsuya Takemi, 2014: Regional meteorological simulations of typhoons for impact assessment applications. 2014 TCCIP International Workshop on Climate Change, College of Environmental Studies, National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan, 13-16 January 2014, pp.25-26.

竹見哲也, 2014: 2013 年台風 30 号の最大強度 895 hPa の再現シミュレーション. 日本気象学会 2014 年度春季大会, 横浜市中区開港記念会館, 2014 年 5 月 23 日, A309

Tetsuya Takemi, 2014: Representation of the evolution and intensity of Typhoon Haiyan (2013) in numerical simulations at O(1 km) resolutions. 11th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Sapporo, Japan, 27 July-1 August 2014, AS34-D4-AM2-RD-010.

Yoshinobu Sato, Tetsuya Takemi, Eiichi Nakakita, and Hiroki Oue, 2014: Estimation of a worst case flood event in Japan caused by a tropical cyclone. 11th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Sapporo, Japan, 27 July-1 August 2014, HS16-D2-PM2-P-014.

Tetsuya Takemi, 2014: Representation of the evolution and intensity of Typhoon Haiyan (2013) in numerical simulations at O(1 km) resolutions. 6th International Workshop on Global Cloud Resolving Modeling/3rd International Workshop on Nonhydrostatic Numerical Models, RIKEN/AICS, Kobe, Japan, 24-26 September 2014

Tetsuya Takemi, 2014: Representation

of the evolution and intensity of Typhoon Haiyan (2013) in numerical simulations at O(1 km) resolutions for the assessment of typhoon hazards. The Third Capacity Building Workshop of the WMO/IOC Data Buoy Cooperation Panel (DBCP) for the North Pacific Ocean and Its Marginal Seas (NPOMS-3) - Application of Regional Ocean Observations for Increasing Society's Understanding and Forecasting of Typhoons-, Kyoto University, Uji, Kyoto, Japan, 6-8 October 2014

奥勇一郎, 吉野純, 竹見哲也, 石川裕彦, 2014: 台風 1112 号を対象とした経路アンサンブル実験. 日本気象学会 2014 年度秋季大会, 福岡市博多区福岡国際会議場, 2014 年 10 月 21 日, A117

Tetsuya Takemi, 2014: Regional-scale simulations of high-impact tropical cyclones for the assessment of meteorological hazards from a worst-case scenario. 13<sup>th</sup> International Regional Spectral Model Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Japan, 25-29 November 2014, #36.

Tetsuya Takemi, 2014: Characteristics and environmental properties of the intensification and evolution of Typhoon Haiyan (2013). AGU 2014 Fall Meeting, San Francisco, California, 15-19 December 2014, Abstract A13R-03.

〔図書〕(計 1 件)

竹見哲也, 2013: 海は台風のエネルギー源. 「海は百面相」(京都大学総合博物館企画展「海」実行委員会編), 京都通信社, 247 pp., ISBN 978-4-903473-53-6

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://ssrs.dpri.kyoto-u.ac.jp>

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

竹見 哲也 (TAKEMI, Tetsuya)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：10314361

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし