

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

日本海側地域に災害をもたらす極端気象のマルチスケール相互作用

研究代表者氏名 吉田 聡¹⁾ 所属を右肩番号で示す
研究分担者氏名 河島 克久²⁾
研究分担者氏名 本田 明治²⁾
研究分担者氏名 山根 省三³⁾
研究分担者氏名 山崎 哲⁴⁾
研究分担者氏名 川瀬 宏明⁵⁾

1) 京都大学防災研究所 2) 新潟大学災害・復興科学研究所 3) 同志社大学理工学部 4) 海洋研究開発機構 5) 気象庁気象研究所

研究要旨

新潟県をはじめとする日本海側地域に災害をもたらす豪雨・豪雪・竜巻・突風などの極端気象は、地球規模の気候変化・変動の中で、偏西風蛇行、ブロッキング高気圧、爆弾低気圧、降水・降雪帯といったマルチスケールの大気現象が相互作用して発生発達する。本研究では、昨年度までに確立した複数の極端気象の客観的指標を複合的に活用することで、極端気象を引き起こすマルチスケールな相互作用とその予測可能性を調査した。2020年12月中旬の大雪事例について、1850年頃からの気温と海面水温の上昇の影響を見積もり、海面水温の上昇が降水量を増加させていることを明らかにした。また、解析雨量データから新潟県周辺で発生した線状降水帯を抽出し、過去の被害事例のいくつかは線状降水帯が要因になっているものがあることが分かった。さらに、災害をもたらす極端大気現象を発生させる寒冷渦の指標化手法や日本域領域大気再解析と観測予報感度の開発を進めた。

A. 研究目的

新潟県をはじめとする日本海側地域に災害をもたらす豪雨・豪雪・竜巻・突風などの極端気象は、地球規模の気候変化・変動の中で、偏西風蛇行、ブロッキング高気圧、爆弾低気圧、降水・降雪帯といったマルチスケールの大気現象が相互作用して発生発達する。本研究では、昨年度までに確立した複数の極端気象の客観的指標を複合的に活用することで、極端気象を引き起こすマルチスケールな相互作用とその予測可能性、さらには地球温暖化の影響を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

本研究で用いたデータとモデルは、2020年12月の豪雪事例実験については、地球温暖化対策に

資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF (Mizuta et al. 2017) の非温暖化実験と過去実験および気象庁メソ気象モデル JMA-NHM、線状降水帯抽出には気象庁解析雨量、日本域領域客観解析の作成には、日本域領域同化システム NHM-LETKF (Fukui et al. 2018)、観測予報感度解析には ALERA (Enomoto et al. 2013) version2 を用いた。

C. 研究結果

C-1. 2020年12月の豪雪

2020年12月中旬は、新潟県の中越の山沿いや群馬県北部で過去の記録を更新する大雪に見舞われた。今回の大雪は短期間に多量の雪が降り、急激に積雪が増加したことが特徴であった。また、海面水温(SST)が平年より高かったことも指摘さ

れている。そこで、2km 格子の気象モデル NHM を用いて、過去の気温と SST の上昇が大雪に及ぼす影響を調査した。気象庁メソ解析値を境界値として再現実験を行うと、12 月中旬の山雪型の降雪をよく再現できた。次に、地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF) から、過去の気温と SST の変化を見積もり、メソ解析値から除いた感度実験を行った。その結果、温暖化により、広域での降水量の増加、海上・沿岸部での降雪量の減少、山沿いでの降雪量の増加したことが示唆された。また、気温と SST の上昇の影響をそれぞれ評価したところ、SST の上昇が降水量の増加に最も寄与していた。また、再現実験に比べて気温の上昇も抑えられるため、降雪量は再現実験よりも広域で増加する結果となった。一方、気温のみが上昇した場合は、大気の安定度の強まりによって降水量が減少し、降雪量も広域で減少した。

C-2. 新潟県付近の線状降水帯

過去約 30 年間 (1988 年 4 月～2019 年 12 月) の気象庁の解析雨量データを用いて、新潟周辺 (東経 137-140 度、北緯 36.5-39 度の領域) で発生した線状降水帯を抽出した。ここでは、3 時間積算降水量 80 mm 以上の連続する降水域の形状が、縦横比 2 倍以上の楕円で近似できるものを線状降水帯とみなした。27 事例の線状降水帯が抽出され、その発生は中越で多く、下越で少ないことが分かった。中越で検出された線状降水帯は、いずれも 7 月か 8 月に発生しており、線状降水帯の向きは西-東方向から北西-南東方向であった。今回抽出した 27 事例の中には、新潟県で水害が発生した 8・4 水害 (1998 年)、平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨、平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨のそれぞれに関連する線状降水帯が含まれていた。しかし、1995 年に姫川や関川流域で発生した 7・11 水害に関連する降水現象は、含まれていなかった。7・11 水害は、梅雨前線の影響を受けた降水現象であったことが報告されており、局所的な降水と梅雨前線による降水とが重なり合って水害発生に至ったものと考えられる。今後は、寒冷渦などの総観規模の現象と抽出した線状降水帯の事例との関係を調べてゆく予定である。

C-3. 寒冷渦の客観的抽出

災害をもたらす極端大気現象を発現させる寒冷渦の指標化 (中心位置、強度、半径、局所背景基本場) が概ね完成した。本指標は気圧面高度場のスナップショット (観測値、解析値、予報値) から直接計算できるので (時空間フィルターなどの事前処理などが不要)、極端大気現象の早期抽出や迅速な解析が可能となる。新潟大学では 2012 年より「新潟地域風情報システム」、2017 年より「顕著大気現象追跡監視 (PV マップ) 表示システム」を運用し、極端大気現象の監視・検出を行っている。現在これらのシステムの機能強化を進め、今回完成した寒冷渦指標を実装し、更に寒冷渦指標を用いたトラフ・寒冷渦追跡システムを構築中で、極端大気現象の監視・早期検出の精度向上及び詳細な解析による極端大気現象を発現させる寒冷渦のライフサイクルのメカニズム解明が期待される。寒冷渦指標の開発に関しては現在米国気象学会 Monthly Weather Review 誌の投稿中で、査読プロセスの最終段階に入っている。

C-4. 予測可能性

海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ地球シミュレータにおいて、気象予測を行うための全球データ同化システムを開発している。このデータ同化システムでは、観測を大気モデルに融合 (同化) させることが可能で、研究機関において数値天気予報を行うことができる。このシステムにおいて、特定の観測が気象予測にどれだけ貢献しているかを評価する研究を行っている。全球の観測の数は数万～数十万に及び、ここの観測がどのくらい寄与しているかを別々に調査するのは困難である。そこで、全ての観測が個々にどの程度予報に影響を与えるかを同時に診断する新手法である EFSO (Ensemble-based Forecast Sensitivity to Observations) をデータ同化システムに実装することに成功した。このシステムを使って、日本の周囲の様々な観測について、どの観測が予報改善にインパクトを与え得るかを調査する予定である。さらに今後は、全球データ同化システムだけでなく、日本領域大気モデルを使ったデータ同化システムの開発に携わり、豪雨や豪雪といった極端災害を直接再現するモデルを用いて、観測の影響評価研究を行う予定であ

る。

D. 結論

日本海側地域に災害をもたらす気象について、新たに開発した客観的抽出手法や領域大気モデル、大気データ同化システムを駆使して、マルチスケール相互作用と予測可能性、温暖化の影響を調査した。2020年12月の豪雪事例では、1850年以降の日本海海面水温高温化が降水量の増加をもたらしていることが示された。また、線状降水帯の客観的抽出手法を用い、新潟県付近での過去の水害事例との関連性を調査した。寒冷渦の客観的抽出手法の開発により、準リアルタイムで災害発生前に、その前兆となる寒冷渦を追跡する体制が整った。全球データ同化システムによる観測感度解析手法を開発し、日本周囲のどの観測が予報精度に影響するのかを解析することが可能になった。以上の成果は、今後、日本海側地域の災害気象の実態とメカニズム、予測可能性とその将来変化の研究に繋がることが期待される。

引用文献

Enomoto, T., T. Miyoshi, Q. Moteki, J. Inoue, M. Hattori, A. Kuwano-Yoshida, N. Komori, and S. Yamane, 2013: Observing-system research and ensemble data assimilation at JAMSTEC. Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrologic Applications (Vol. II). Park, S. K., and L. Xu (eds.), Springer, Berlin Heidelberg, 509-526.

Fukui, S., T. Iwasaki, K. Saito, H. Seko, and M. Kunii, 2018: A feasibility study on the high-resolution regional reanalysis over Japan assimilating only conventional observations as an alternative to the dynamical downscaling. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 96, 565-585, doi:10.2151/jmsj.2018-056.

F. 研究発表

1. 論文発表 (掲載誌名・巻号・頁・発行年を記入し、掲載論文あるいはPDFファイルを別紙で1部提出)

「第10回データ同化ワークショップの報告」

川畑拓矢, 山崎哲 (第13著者), ほか, 天気,

第67号, 455-458.

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

Honda, M., S. Kasuga, J. Ukita, S. Yamane, H. Kawase, and A. Yamazaki: Regional Seamless detection of cutoff low and preexisting trough. EGU General Assembly 2020, online, May3-8, 2020.

本田明治: 日本海海岸平野部に大雪をもたらす日本海上の高気圧性循環, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), オンライン, 2020年11月16-18日.

山崎哲: 全球大気実験的アンサンブル再解析 ALERA2, 大槌シンポジウム 2020, オンライン, 2020年12月14日.

Yamazaki, A., T. Miyoshi, T. Enomoto, J. Inoue, and N. Komori, Toward practical use of EFSO for weekly weather forecasts: Dynamics of propagation of observation impacts, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, online, July12-16, 2020

吉田聡, 佐藤克文, 檜崎友子, 福岡拓也: ウミガメによるバイオリギングを用いた台風・爆弾低気圧下の海水温観測, 日本海洋学会 2020年度秋季大会, オンライン, 2020年11月27日.

吉田聡, 宮澤泰正, 土井威志, 高橋英俊, 小松幸生, 佐藤克文, 檜崎友子, 福岡裕也: バイオリギングによる大気海洋観測, 大槌シンポジウム 2020, オンライン, 2020年12月14日.