

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

日本海側地域に豪雨・豪雪災害をもたらす異常気象と気候変動

研究代表者担者氏名 川瀬 宏明 1)

研究分担者氏名 本田 明治 2)

研究分担者氏名 河島 克久 2)

研究分担者氏名 山根 省三 3)

研究分担者氏名 吉田 聡 4)

研究分担者氏名 山崎 哲 5)

- 1) 気象庁気象研究所 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) 京都大学防災研究所 5) 海洋研究開発機構

研究要旨

新潟県をはじめとする日本海側地域では冬の豪雪のほかに、夏の豪雨、竜巻・突風等の極端気象がたびたび発生する。例えば、2020/21年冬季、新潟県中越の山沿いや上越の平野部での大雪や、平成23年新潟・福島豪雨などが挙げられる。これらは偏西風蛇行や爆弾低気圧、線状降水帯、日本海寒帯気団収束帯などのマルチ時空間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極端気象の指標を活用しながら、近年加速する地球温暖化の影響も考慮し、新潟県周辺で極端気象を引き起こすマルチスケールの極端気象・気候変動の影響を調査する。

A. 研究目的

本研究では、2020/21年冬季に発生した大雪をはじめとする日本海側の極端気象を発現、強化させた要因を明らかにするため、大気循環場の変動から局所的な循環までのマルチ時空間スケールな視点から解析する。具体的には、事例解析として、2018年の新潟と福井の豪雪や2021年1月の新潟県上越の大雪を対象に、日本海の海面水温(SST)の感度や温暖化の影響、大循環場の寄与を分析する。一方、統計解析としては、冬の嵐をもたらす爆弾低気圧や新潟周辺の線状降水帯の長期変化傾向を分析する。

B. 研究方法

- (1) 2018年1月と2021年1月の大雪事例を対象に、気象モデルを用いた再現実験及び感度実験を実施し、SSTや長期的な気温上昇が大雪影響を分析する。また、大雪事例における寒冷渦の関連を調査するため、寒冷渦マップ(指標)を用いる。
(2) 2018年2月の福井豪雪について、気象庁55年

長期再解析(JRA-55)(Kobayashi et al. 2015)と領域メソ解析データを使って、ローカルな大気場とグローバルな大気大循環場を繋ぐメカニズムを調査する。

(3) 衛星観測データを同化していない気象庁長期大気再解析データJRA-55C(Kobayashi et al. 2014)を用いて、爆弾低気圧の活動度の長期変化を調査する。解析期間は1958年から2012年の寒候期(10月～5月)とする。

(4) 過去約30年間の解析雨量データを用いて、日本海沿岸地域における線状降水帯の発生頻度の変化を調べる。解析雨量は前半と後半で精度が異なるため、前半と後半に分けて分析する。

C. 研究結果

C-1 2018年1月と2021年1月に新潟県で発生した大雪

2018年1月11日から12日かけて、新潟市では24時間に80センチの降雪深を観測した。この大雪には日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)の直接影響

のほか、寒冷渦の存在や、JPCZ と北海道西岸の低気圧との間で生じた下降流に伴う海上での発散風の寄与が指摘されている。そこで2km 格子の気象庁非静力学モデル (NHM; Saito et al. 2007) を用いた再現実験を行い、その影響を調査した。

再現実験の結果、日本海上には明瞭な大気下層の下降流と海上での風の発散が計算された。その発散風が北寄りの弱い季節風と合わさった形で新潟県に吹き込み、越後平野の摩擦や陸風の影響で収束が生じ、沿岸平野部で雪雲が発達していた。一方、日本海の SST を一様に4度上昇させた実験では、JPCZ と北海道西岸の低気圧の上昇流は強化され、日本海中部の下降流も強化された。これに伴って地上の発散風が強まり、越後平野部での収束も強まったとみられる。また、強い降雪帯は SST が高いとより沿岸に移動することもわかった。

2021年1月に新潟県上越から富山県で発生した大雪に関して、昨年度実施した2020年12月の事例同様、これまでの地球温暖化の影響を評価した。その結果、温暖化によってJPCZ 付近の対流が強化され、降水量が増加した。また、この事例は下層の寒気が強かったため、沿岸部でも雨に変わることなく、降雪量の増加につながった。

C-2 2018年2月のJPCZ 福井豪雪事例

2018年2月初旬に福井市内で記録的な豪雪が発生した。この豪雪の背景にはJPCZ と呼ばれる、日本海上の風の収束帯が数日程度停滞する現象が存在していた。2月5~7日にかけて福井の西側で発生したJPCZ 上での活発な対流で活性化された積雲が福井市に繰り返し到達することで顕著な降雪・積雪が発生した。このJPCZ 発生の背景にあった大気大循環場（北半球規模での大気の流れ）について調査を行った。JRA-55 を使って大規模な寒気の流れ（寒気質量フラックス, Iwasaki et al. 2014）を調査したところ、通常シベリアからオホーツク海を通過する北太平洋への流れが抑制され、朝鮮半島から東シナ海へと向かう流れが強くなっていることがわかった。また、この大規模な寒気の流れを変調させるのに、東シベリア域でのブロッキング現象 (Yamazaki et al. 2019) が関係していることがわかった。

C-3 真冬の北太平洋爆弾低気圧活動の1980年代後半からの急激な活発化

冬の気象災害要因の一つである爆弾低気圧の

長期変動をJRA-55C を用いて解析した。局所発達率LDR24 (Kuwano-Yoshida 2014) と低気圧トラッキング (Kuwano-Yoshida et al. 2022) で北太平洋の爆弾低気圧を抽出したところ、1月に東シナ海で発生し、日本南岸を通過しながら急発達する爆弾低気圧が1987年以降に急増していた。1987年以降は1986年以前と比べて、南シナ海、東シナ海、中国南部に吹き込む季節風が弱体化し、対流圏下層が高温湿潤化し、この暖湿偏差の北端で傾圧帯が強まっていた。ここで発生した低気圧が暖湿気塊を伴って、凝結加熱によって北太平洋中央部で急発達していた。一方で日本海を起源とする爆弾低気圧数は減少していた。この爆弾低気圧活動の活発化は近年のストームトラックの「真冬の振幅低下」の弱体化 (Nakamura et al. 2002) の要因の一つとなっていることが示唆された。

C-4 新潟周辺に発生する線状降水帯の経年変化

1988年4月以降の約33年間の解析雨量データを用いて、新潟県周辺で発生した線状の降水域を抽出した結果、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・福島豪雨を含む29事例が抽出された。しかし、2004年以降に比べて2003年以前に抽出された事例の数が明らかに少なかった。この原因として、解析雨量の格子間隔が2001年に5km から2.5km に、2006年に1km に変更されたことが影響した可能性が考えられる。線状の降水域の抽出ではUrita et al. (2011) の手法III に従い、2001年以降のデータを5km 格子に変換して用いている。

この5km 格子解析雨量と新潟地方気象台で観測された雨量とを比較した結果、観測雨量と解析雨量の月積算値との間の関係に年代による明確な違いは見られなかった。また、2003年までの解析雨量には欠損値が多く含まれているが、この欠損値が抽出に及ぼす影響は小さいと判断された。

D. 考察

今回、異なる手法を用いて豪雨や豪雪の事例解析及び統計解析に取り組んだ。本課題では豪雪に関しては事例解析にとどまったが、地球温暖化に伴う降雪の強化や、大気循環場（ブロッキング）とJPCZ との関係も明らかとなった。今後は、大雪をもたらすJPCZ の統計解析（経年変化や長期変化）が必要となってくるだろう。

一方、線状降水帯の抽出に関して、2006年以降の5km格子データへの変換では空間平均操作が施されている。また、近年の方が気象レーダーによる1時間あたりの観測頻度が多い。これらにより期間前半の解析雨量データは後半のデータに比べて空間変動が大きく、線状の降水帯の分布が分断されやすくなっている可能性がある。今後は、解析雨量を空間的に平滑化して降水帯を抽出することを検討してゆく。

E. 結論

本課題では、事例解析及び統計解析により、日本海沿岸域における豪雨・豪雪をもたらす発生要因の分析及び長期変化について調査した。

2018年1月の新潟の大雪は、日本海中部の下層発散に伴う北風と陸風・摩擦収束によって降雪雲が発達することで発生した。また、SSTによって降雪雲の位置が変化することがわかった。同年2月の福井の大雪に関しては、数日前から発生したブロッキングがJPCZの発生に影響した可能性がある。2021年1月の大雪については、温暖化によりJPCZが強化され降雪量が増加した可能性が示唆された。

1958年以降の長期統計解析から、爆弾低気圧は1980年代半ばから急増し、その要因として冬季モンスーンの弱化に伴う東シナ海の温暖湿潤化が影響したことがわかった。一方、1988年から2020年において新潟の線状降水帯の発生数を分析したところ、期間後半に発生するが増えており、これは前半と後半の解析雨量の精度（空間分解能）の違いには影響を受けていないことがわかった。

引用文献

- Fink, A. H., et al., 2012: Diagnosing the influence of diabatic processes on the explosive deepening of extratropical cyclones. *Geophys. Res. Lett.*, **39**, L07803.
- Iwasaki, T. et al., 2014: Isentropic analysis of polar cold airmass streams in the Northern Hemispheric winter. *J. Atmos. Sci.*, **71**, 2230–2243.
- Kobayashi C., et al., 2014: Preliminary Results of the JRA-55C, an Atmospheric Reanalysis

Assimilating Conventional Observations Only. *SOLA*, **10**, 78–82.

- Kobayashi, S., et al., 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, **93**, 5–48.
- Kuwano-Yoshida, et al., 2022: Rapid Increase of Explosive Cyclone Activity over the Midwinter North Pacific in the Late 1980s. *J. Clim.*, **35**, 1113–1133.
- Nakamura, H., et al., 2002: Interannual and Decadal Modulations Recently Observed in the Pacific Storm Track Activity and East Asian Winter Monsoon. *J. Clim.*, **15**, 1855–1874.
- Saito, K., et al., 2007: Nonhydrostatic atmospheric models and operational development at JMA. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **85B**, 271–304.
- Yamazaki, A., et al., 2019: Regional Snowfall Distributions in a Japan-Sea Side Area of Japan Associated with Jet Variability and Blocking. *97*, 205–226.

F. 研究発表

1. 論文発表

- Kuwano-Yoshida, A., S. Okajima, and H. Nakamura, 2022: Rapid Increase of Explosive Cyclone Activity over the Midwinter North Pacific in the Late 1980s. *J. Clim.*, **35**, 1113–1133, doi:10.1175/JCLI-D-21-0287.1.

2. 学会発表

- 川瀬宏明ほか、2020/21 冬季の大雪に工業化以降の温暖化が及ぼす影響、日本気象学会 2021 年度秋季大会、2021 年 12 月、三重県津市。
- 川瀬宏明ほか、2020/21 冬季に発生した大雪に対する大気と海洋の温暖化の影響、雪氷研究大会 (2021)、2021 年 9 月、千葉 (オンライン)。
- 山崎哲ほか、気象再解析データでの 2018 年 2 月の福井豪雪、雪氷研究大会 (2021・千葉・オンライン)、2021 年 9 月 15 日、オンライン。