

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顕著大気現象の予測可能性

研究代表者氏名 吉田 聡¹⁾
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⁾

※ 災害・復興科学研究所共同研究者（対応者）は、研究分担者に必ず記載してください。

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しばしば災害をもたらす豪雨・豪雪、竜巻・突風などの顕著大気現象は、偏西風蛇行に伴う上空の気圧の谷の強化や寒冷渦の形成による強い寒気が日本海上空に侵入して発現することが多い。本研究では、近年の日本海側地域（特に新潟地域）で発現した顕著事例の予測可能性、長期変動、将来変化を解析した。まず、寒冷渦と大雨それぞれの客観的抽出手法を開発した。また、里雪・山雪の長期変動解析から、降水量で定義した場合、降雪量で定義した場合と年々変動に関する特徴が異なること、高解像度の将来予測データの解析から、4度上昇実験では里雪時に新潟県全域で降水量が減少するのに対し、山雪では山岳域で顕著に増加することが明らかになった。さらに、気象庁週間アンサンブル予報では、日本海の爆弾低気圧は48時間～72時間前でも60%以上の中するのに対し、太平洋側では48時間前でも発達を過小評価することがわかった。

A. 研究目的

新潟県をはじめとする日本海側地域にしばしば災害をもたらす豪雨・豪雪、竜巻・突風などの顕著大気現象は、偏西風蛇行に伴う上空の気圧の谷の強化や寒冷渦の形成による強い寒気が日本海上空に侵入して発現することが多い。本研究では、このような顕著大気現象に伴う大気循環場の振る舞いに着目してどのくらいのリードタイムでその発現を予測できるか、近年の日本海側地域（特に新潟地域）で発現した顕著事例を取り上げてその予測可能性、長期変動、将来変化を検証する。

災害をもたらす竜巻など突風現象の発現時にしばしば確認される対流圏上空に寒気を伴う低気圧である「寒冷渦」について、「偏西風蛇行～寒

冷渦～竜巻・突風現象」の階層構造の特性を明らかにし、寒冷渦の客観的指標を作成することで災害をもたらす寒冷渦を数日以上のリードタイムで検出・追跡し、一般社会への普及により災害リスクの軽減を目指している。

また、新潟県の降雪が里雪になるか山雪なるかは、災害予測や防災対策に重要である。グローバルな大気循環と高解像度の将来予測データを用いて、この局所的な降雪分布の長期変動や将来変化を明らかにする。

B. 研究方法

本研究で用いたデータは、寒冷渦の抽出手法の開発には、気象庁55年再解析JRA-55、里雪・山雪の長期変動解析には、1979年から2018年の気

象庁地点観測点での旬降水量、将来予測解析には、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) を 5km メッシュにダウンスケーリングしたデータを用いた。爆弾低気圧の予測可能性解析には、2006/07 年から 2014/15 年の 11 月～4 月の気象庁日本域週間アンサンブル予報データを用いた。

C. 研究結果

従来の寒冷渦指標が何らかの恣意的な基準や閾値によって寒冷渦の中心位置のみを求めるものであったのに対し、当研究における指標は、東西平均からの偏差を用いているため、ある日時の気圧面高度分布の格子点値のみあれば求めることが可能で、更に時間・空間平均値など何らかの基準値からの偏差情報を必要とせず、寒冷渦の「中心位置」に加え「強度」及び「影響半径」も情報として得ることが可能となった。更に寒冷渦形成前のトラフ（上空の気圧の谷）の抽出も可能であるため、災害をもたらすような寒冷渦検出・追跡のリードタイムの向上にも寄与するものである。寒冷渦を伴う竜巻発生事例への適用例とみると、竜巻発生の約 3 日前から寒冷渦は捕捉されているが、本指標では前段階のトラフから寒冷渦のライフサイクルを捉えており、本事例では 18 時間早く抽出されており、リードタイムの向上が期待される結果が得られた。

寒冷渦と顕著大気現象との関係を調べるにあたり、気象庁の解析雨量データをもとに、過去約 30 年間（1988 年 4 月以降）に日本周辺で発生した大雨のデータベースを作成した。解析雨量は、気象レーダーと地域気象観測（アメダス）データから解析された格子状の 1 時間降水量であるが、年代によって格子間隔度が異なる。ここでは、Urita et al. (2011) の手法を用いて格子間隔を 5 km に統一し、3 時間積算雨量の多い連続した領域を大雨領域として抽出した。今後、このデータベースと寒冷渦・トラフの指標とを突き合わせることで、寒冷渦と大雨事例との関係を明らかにしてゆく予定である。

昨年度の本研究課題において調査を行った、新潟での里雪型・山雪型・里山雪（両方）型降雪と大気大循環場との関係について (Yamazaki et al. 2019)、今年度は降雪量ではなく降水量の

極端増加事例について、気候値や年々変動、さらにその時の大気大循環場の特徴について調べた。まず気候値を見ると、里域では降雪量は 12～2 月にかけて冬季のピークを持つものに対して、降水量では 11 月～1 月にピークを持つことがわかった。山域では、降水量と降雪量のピーク時期はほぼ一致していた。次に降雪量または降水量が+1 標準偏差を超える旬数（里雪・山雪・里山雪発生旬）の年々変動を見ると、降雪量では 1980 年代の高頻度と 1990 年代の低頻度の十年規模の変動が見えていたのに対して、降水量ではほぼ頻度が一定となり、明瞭なトレンドも見られなかった。最後に、12 月～2 月の間の降水量で定義したそれぞれの降雪型発生時（旬）の東アジア～北西太平洋域での海面更生気圧場と 250hPa ジオポテンシャル高度場を見ると、特徴が降雪量で定義された降雪型発生時のもの (Yamazaki et al. 2019) と似ていることがわかった。このことは、降水量の多寡を決めるには大気大循環場の変動が重要であり、それが雨となるか雪となるかにはよりローカルな大気循環や、大気以外の境界条件が寄与する可能性が示唆された。

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) を 5km メッシュにダウンスケーリングしたデータを解析し、新潟県周辺の標高 0-250m で雪が多い冬（里雪タイプ）と標高 1000m 以上で雪が多い冬（山雪タイプ）の将来予測を実施した。5km メッシュの計算は、現在気候、産業化前から 2 度上昇気候及び 4 度上昇気候がそれぞれ 372 年ずつある。各年において里と山で領域平均した年最大積雪深の上位 30 事例を抽出し、冬季積算降雪量と海面更正気圧 (SLP) の合成解析を実施した。

まず、現在気候実験において、里雪タイプの冬は日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) に伴う多雪域が顕著に見られる一方、山雪タイプでは JPCZ が不明瞭であった。2 度上昇実験では里雪タイプ、山雪タイプともに JPCZ に伴う多雪域が日本海上に見られたが、4 度上昇実験ではいずれも不明瞭になった。これは大きな気温上昇により降雪が降雨に変わったことによる。現在気候実験と 4 度上昇実験の差を取ると、里雪タイプでは平野部を含め、新潟県の全域で降雪量が減少する予測となったが、山雪タイプでは山岳域で顕著な増加が見られ

た。一方、SLP の変化も両タイプで異なり、里雪タイプでは東高西低、山雪タイプでは南高北低のアノマリが見られた。

JRA-55 を正解として、気象庁週間アンサンブル予報での爆弾低気圧発達の的中率、空振り率、予測バイアスを解析した。発達率の指標には、地表気圧の 24 時間時間変化率を緯度で規格化した局所発達率 (LDR24、Kuwano-Yoshida 2014) を用いた。爆弾低気圧の的中率は日本海、北海道、オホーツク海上では 72 時間予報まで 60%以上あった。しかし、太平洋上や日本南岸域は 48 時間予報でも 50%を下回っていた。一方で、空振り率は最大で 20%に留まっていた。この結果は太平洋上の爆弾低気圧で特に発達率予測に過小バイアスがあることに起因していた。

D. 結論

寒冷渦・大雨の客観的指標を作成し、今後の顕著事例の発生環境と予測可能性を解析するための土台作りを実施した。里雪・山雪の長期変動を降雪量と降水量とで解析することで、地理的分布と降水種別に対する大規模循環場と局所循環、境界条件の影響を取り出せる可能性を見出した。里雪・山雪の将来変化は、発生パターンの変化と気温上昇及び水蒸気量増加それぞれの変化により、非対称な変化をすることがわかった。爆弾低気圧の予測可能性は発達場所によってリードタイムが異なり、温暖域での発達予測の過小バイアスが要因であることが示唆された。

(引用文献)

- Kuwano-Yoshida, A.: Using the Local Deepening Rate to Indicate Extratropical Cyclone Activity, SOLA, 10, 199-203, 2014.
- Urita, S., H. Saito, and H. Matsuyama: Temporal and Spatial Discontinuity of Radar/Rain gauge-Analyzed Precipitation That Appeared in Relation to the Modification of Its Spatial Resolution, Hydrol. Res. Lett., 5, 37-41, 2011.
- Yamazaki, A., M. Honda, and H. Kawase: Regional Snowfall Distributions in a Japan-Sea Side Area of Japan Associated

with Jet Variability and Blocking, J. Meteor. Soc. Jpn., 97, 205-226, 2019.

E. 研究発表

1. 論文発表

筆保弘徳 (編), 山崎哲 (編) ほか: 「ニュース・天気予報がよくわかる気象キーワード事典」, ベレ出版, 2019 年 10 月.

本田明治, 山崎哲, 吉田聡, 岩本勉之: 2014 年 2 月 14~16 日の大気循環場の特徴, 気象研究ノート, 240, 154-162, 2019.

山崎哲, 本田明治, 吉田聡: 北西太平洋ブロッキングと関東・北日本太平洋側の降水, 気象研究ノート, 240, 135-153, 2019.

吉田聡: 爆弾低気圧の予測可能性, 気象研究ノート, 241, 566-575, 2019.

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

山崎哲, 本田明治, 川瀬宏明: 新潟での局所降雪分布と亜熱帯・亜寒帯ジェット変動およびブロッキングとの関係, 日本気象学会 2019 年春季大会, 2019 年 5 月, 東京.

本田明治: 2018 年 1 月 11-12 日新潟市の大雪にかかわる 2 つの帯状降雪雲, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形.

山崎哲, 本田明治, 川瀬宏明: 新潟での局所降雪分布と亜熱帯・亜寒帯ジェット変動およびブロッキングとの関係, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形.

春日悟, 本田明治, 浮田甚郎, 山根省三, 川瀬宏明, 山崎哲: 竜巻等の突風をもたらす寒冷渦・トラフの客観的気強度指標の提唱, 日本気象学会 2019 年秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡,

本田明治: 2018 年 1 月 11-12 日の新潟市の大雪にかかわる日本海上の高気圧性循環, 日本気象学会 2019 年秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡.