

令和8年4月23日
気象研究所
海洋研究開発機構
(一財)気象業務支援センター

日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)の過去約60年間の変化を 明らかにしました～近年JPCZに伴う降雪量が増加～

気象庁気象研究所及び海洋研究開発機構の研究チームは、2010年以降、日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)の発生数が増加しており、発生位置は1960年代に比べて北偏していたことを明らかにしました。また、JPCZに伴う降雪は北陸の内陸部や山岳域で増加、沿岸部で減少しており、この降雪分布の変化は地球温暖化の影響を受けている可能性があることがわかりました。

本研究の成果は、今後の日本の雪害対策や地球温暖化適応策の取り組み推進に役立てられることが期待されます。

1. 概要

冬季、日本海に発生する日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) (用語解説1) は、北陸地方や近畿地方北部、山陰地方の平野部に短時間の大雪をもたらします。気象研究所と海洋研究開発機構は、日本全国5km領域気候データセット (RCDSJRA-55) (用語解説2) から、過去約60年間 (1958年12月～2022年2月)のJPCZ計289事例を抽出し、JPCZの季節変化、JPCZの長期変化及びJPCZがもたらす降雪の長期変化を調べました。

その結果、JPCZの発生数は1960年から1980年半ばまでは多く、その後、2010年頃までは発生数が少ない状態が続きましたが、2010年以降、再び発生数が増加したことがわかりました。JPCZの発生数は1月に最も多く、JPCZに伴う降雪量も1月に最も多いことがわかりました。JPCZの発生数が多い1960年代頃と2010年代頃で比較すると、JPCZがもたらす降水量が増加し、JPCZの位置はやや北に移動 (北偏) する傾向が見られました。一方、JPCZに伴う降雪量は、日本海上や沿岸部では減少、北陸地方の内陸部や山岳域では増加してい

ました。また、降雨量は日本海から北陸の沿岸にかけて増加していました。

これらは、地球温暖化による気候変動等によって日本海の水温や日本周辺の気温が上昇したことで、日本海上の水蒸気量が増加し、JPCZ付近の雲がより発達した結果と考えられます。また、JPCZの北偏については、偏西風の蛇行の北偏と関連することが示唆されました。

この研究成果は、令和8年4月23日に米国気象学会の科学誌「Journal of Climate」に掲載されます。

< 発表論文 >

掲載誌： *Journal of Climate*

タイトル： Historical changes in the Japan Sea Polar Airmass Convergence Zone (JPCZ) and associated precipitation

著者名： Hiroaki Kawase¹, Akira Yamazaki², and Shun-ichi I. Watanabe¹

所 属： 1 気象庁気象研究所. 2. 海洋研究開発機構.

< 関連情報 >

本研究は、科学研究費助成事業学術変革領域A「ハビタブル日本」及び基盤B「23K25426」、文部科学省「気候変動予測先端研究プログラム」領域課題3「日本域における気候変動予測の高度化」等の助成を受けて実施されました。

2. 研究の背景

地球温暖化が進行し、日本の年平均気温の記録が更新される一方、冬期は北海道や本州の日本海側で大雪に見舞われる年も多くなっています。日本海側では冬型の気圧配置の時に雪が多く降りますが、通常は山沿いで大雪となり、沿岸で大雪となることは多くありません。一方、北西の季節風が朝鮮半島の高い山を迂回し、日本海で再びぶつかる場所は日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）と呼ばれ（図1）、JPCZ周辺では雪雲が発達します。発達した雪雲が風下に向かって帯状に連なり、日本海側の地域にかかると、沿岸部でも局地的に短時間に多量の雪が降ることがあります。

JPCZの発生要因や内部構造に関する研究はこれまでも多くなされてきましたが（例えば、Nagata et al. 1986、Murakami et al. 2019、Watanabe et al. 2022）、JPCZの発生数やJPCZに伴う降雪量の長期変化については分かっていませんでした。JPCZは日本周辺の大気の流れや大気の状態によって形成される一方、JPCZに伴う降雪はよりスケールの小さい積乱雲によってもたらされ、日本海側の山の影響も受けます。そのため、JPCZの長期変化を調べるためには、長期間にわたる高解像度の解析用データが必要となります。

気象庁は数値シミュレーションと観測データを組み合わせて、過去の大気の流れを再現した再解析データを作成しています。ただ、再解析データは世界全体を計算しているために解像度が粗く、日本の地域詳細な降水や降雪を再現することはできません。そこで近年、再解析データをさらに高解像度化するために、地域気候モデル（用語解説3）を用いた力学的ダウンスケーリング（用語解説4）が実施されています。

3. 研究内容と成果

本研究では、気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）をもとに日本付近を5 kmメッシュに力学的ダウンスケーリングしたデータ「RCDSJRA-55」を分析し、1958年12月から2022年2月までの過去63冬季のJPCZを抽出しました。JPCZの抽出には、Shinoda et al. (2021)の中で使用された手法を一部改良した手法を用いています。

その結果、過去63冬季で計289のJPCZ事例を抽出できました。抽出した事例を合成すると、日本海に帯状に強い収束域があり、その周辺で降水量が多いことがわかります（図2）。月別に分けると、1月が127事例と最も多く、次い

で12月の102事例、2月が最も少なく60事例でした。JPCZに伴う降水は12月と1月に多く、降雪量は1月が最も多くなりました。1月はJPCZの発生数も多く、最もJPCZによる大雪が起こりやすい月であることが分かりました。

2021/22年冬季まで63冬季のJPCZの発生数の年々変動を図3に示します。JPCZの発生数には数十年規模の変動は見られますが、1958/59冬季から2021/22年冬季までの期間に統計的に信頼できる長期変化傾向はみられませんでした。年々のJPCZ発生数を見ていくと1960年から1980年半ばまでは多く発生し、その後、2010年頃までは発生数が少ない状態が続きましたが、2010年以降、再び発生数が増加したことが分かります。このJPCZの発生数は日本の冬季平均気温との相関が高く、寒い冬にJPCZが多く発生していました。

次に、1960年代頃に発生したJPCZと、2010年以降に発生したJPCZとの違いを調べました。1958/59年～1969/71年の13冬季（期間1）と2009/10年～2021/22年の13冬季（期間2）で比較すると、JPCZの指標となる収束の強さは、JPCZの南側で弱まり、北側で強まっていたことから、平均的な位置が北側に移動していました。期間2は期間1に比べて、上空の気圧の谷（トラフ）や偏西風の位置がやや北偏しており、これがJPCZの北偏をもたらした可能性が考えられます。また、JPCZがもたらす降水量や降雪量、水蒸気量について、期間2は期間1に比べて次の違いがあることがわかりました（図4）。

- JPCZ周辺の降水量は全体的に増加しているが、南側では降水量が減少している
- 降雪量は日本海上や北陸地方の沿岸部で減少し、内陸部や山岳域では増加している
- 降雨量は全域で増加し、特にJPCZ周辺では大きな増加となっている
- 日本海中部の気温は1度以上、水温は1.2度以上上昇しており、これに伴い日本海から本州にかけての水蒸気量の増加も確認される

この結果は、近年の地球温暖化等に伴って増加した日本海上の水蒸気がJPCZ周辺に集まり、JPCZによる降水量が増加した一方、気温上昇により、海上や沿岸部ではJPCZに伴う降雪が降雨に変わりつつあることを示唆しています。

3. 今後の展望

本研究では、約60年間の日本全国5km領域気候データセット「RCDSJRA-55」を用いて、JPCZ及びJPCZがもたらす降雪量の長期変化を調べました。今回得

られた結果は、地球温暖化に伴って起こると予測される極端降雪の変化とも整合的な結果となっています。今後は、同様の手法を5kmメッシュの将来予測計算（全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ）などにも適用し、JPCZ及びJPCZに伴う極端降雪の将来変化予測にも取り組んでまいります。

本研究が、今後の日本の雪害対策や、地球温暖化の社会への影響を低減させる適応策への取り組みの推進に役立てられることが期待されます。

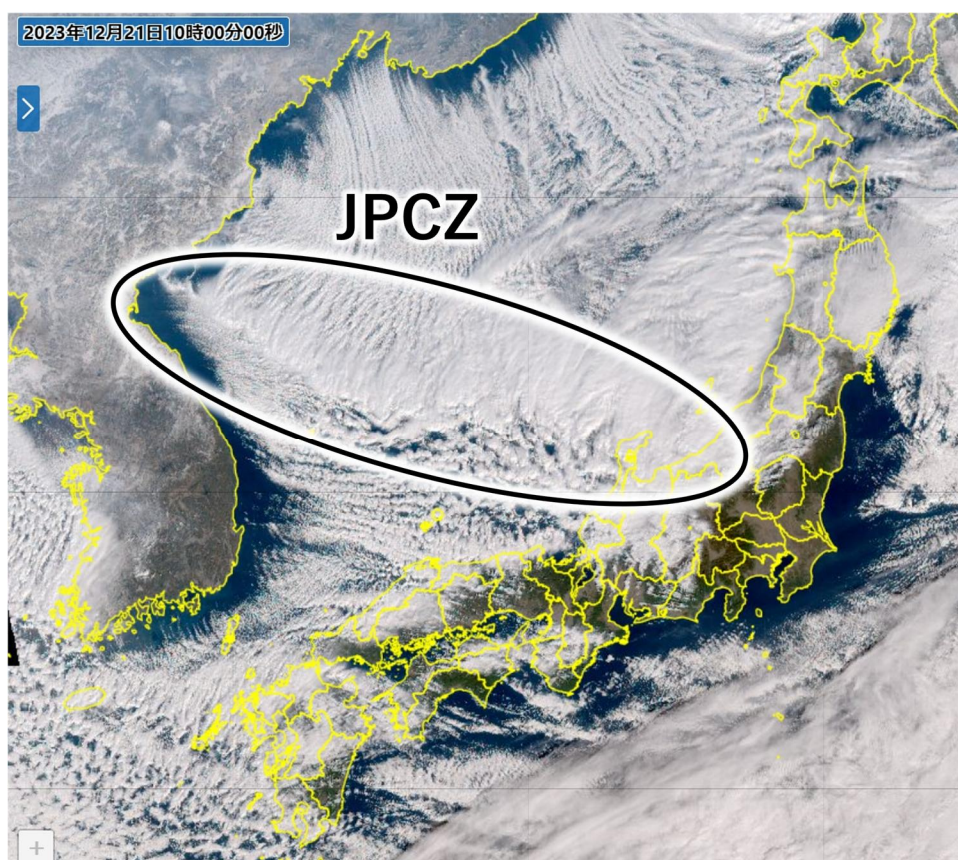
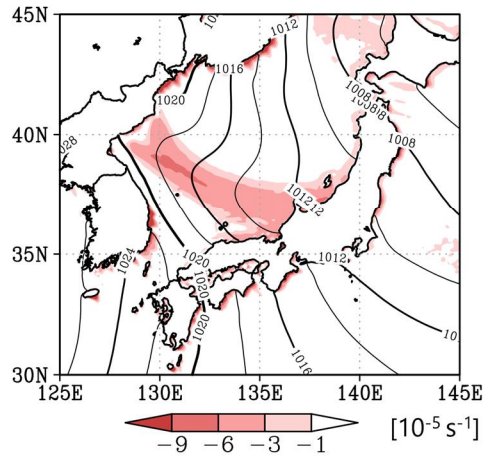


図1 日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）発生時の衛星画像

2023年12月21日10時の気象衛星ひまわり（トゥルーカラー画像）。朝鮮半島の北の付け根から日本海中部、能登半島の北を通して新潟県に延びるまとまった雲が、日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)に伴う雲。

(a) 海面更正気圧と大気下層の収束



(b) 海面更正気圧と降水量

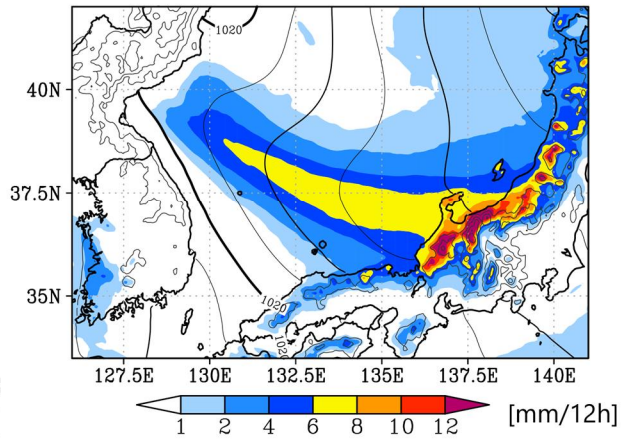


図2 抽出したJPCZ事例の合成図

(a) 海面更正気圧（海面高度で揃えた気圧）と収束の強さ。色が濃いほど収束が強い場所。(b)海面更正気圧と12時間積算降水量。

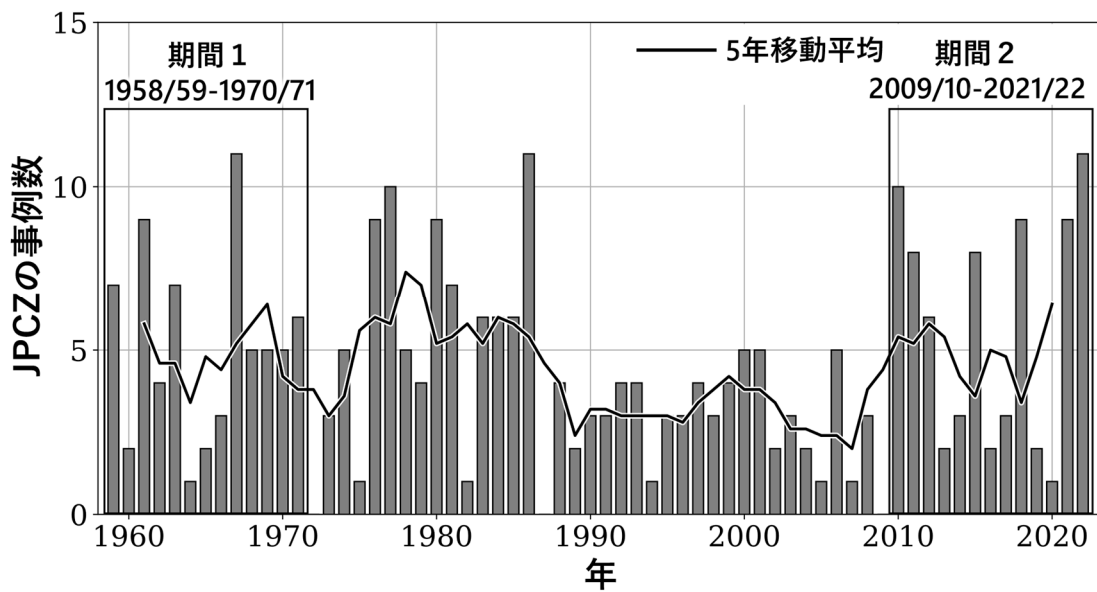


図3 JPCZの事例数の年々変動

1958/59年冬季から2021/22年冬季までのJPCZの事例数の年々変動。折れ線は5年移動平均。期間1は1958/59冬から1970/71年冬の13年冬季、期間2は2009/10冬から2021/22冬の13冬季。

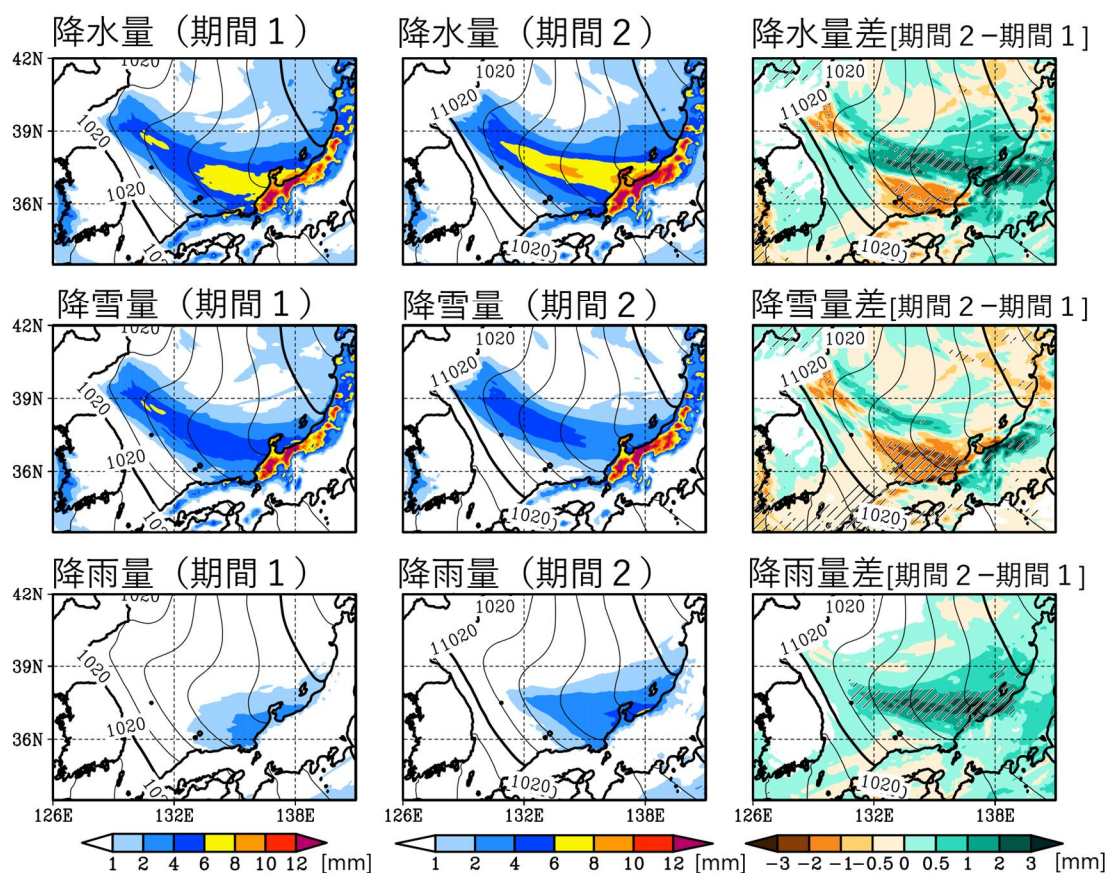


図4 JPCZ発生時の海面更正気圧、降水量、降雪量、降雨量

期間1と期間2における降水量（上段）、降雪量（中段）、降雨量（下段）、及びそれぞれの期間2と期間1の差（期間2から期間1を引いたもの）。単位はmm。降雪量は水換算した値を示す。斜線は統計的に信頼できる差を示す場所。

用語解説

1) 日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ)

冬季、大陸から吹きだす北西の冷たい風は、朝鮮半島の高い山（白頭山）を越えられずに迂回し、風下の日本海で再びぶつかります。風がぶつかる場所は収束帯と呼ばれ、朝鮮半島の付け根あたりから日本まで、1000キロにも及ぶ収束帯が形成されます。これを日本海寒帯気団収束帯 (Japan Sea Polar Airmass Convergence Zone: JPCZ) と呼びます。JPCZ付近では積乱雲が発達して、強い降雪が発生します。JPCZは北陸地方から近畿北部、山陰地方にかけてかかることが多く、JPCZが同じような場所に停滞すると、日本海側の沿岸部でも大雪になることがあります。2018年2月にはJPCZが福井市にかかり、福井地方気象台では24時間に65cmの降雪を観測し、56豪雪以来の積雪147cmを記録しました。

参考：<https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/jpcz.html>

2) 日本全国5km領域気候データセット「RCDSJRA-55」

気象庁55年長期再解析(JRA-55)から、地域気候モデル（用語解説3）を用いて5kmメッシュに力学的にダウンスケーリング（用語解説4）したデータです（Kawase et al. 2023）。実際の計算では約55kmメッシュのJRA-55と5kmメッシュの地域気候モデルの間に20kmメッシュの計算を挟んでいます。1958年9月から2022年8月までのデータが存在し、データ統合・解析システム(DIAS)からデータが公開されています。

3) 地域気候モデル

地域気候モデルは領域気候モデルとも呼ばれ、物理法則に基づき、大気の流れや降水、降雪、積雪などを計算します。日本周辺など特定地域を高解像度で計算したいときに用いられます。本研究では、気象庁が以前現業で用いていたメソ数値予報モデル（NHM）を気候計算用に改良した地域気候モデル（NHRCM）を用いています。

4) 力学的ダウンスケーリング

世界全体を計算する再解析データや将来予測データをもとに、地域気候モデルを用いて、対象とする領域（例えば日本付近）だけを水平解像度を上げて

(例えば5kmメッシュ) 計算する手法を力学的ダウンスケーリングと呼びます。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) や気象庁の地球温暖化予測情報を作成するためにも使用されています。

引用文献

- Kawase H., S. Fukui, M. Nosaka, S. I. Watanabe, K. Otomo, A. Murata, K. Murazaki, and T. Nakaegawa, 2023: Historical regional climate changes in Japan in winter as assessed by a 5-km regional climate model with a land surface process, PEPS, 10, <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00536-4>.
- Murakami, M., 2019: Inner structures of snow clouds over the Sea of Japan observed by instrumented aircraft: A review. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97(1), 5–38, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019.009>.
- Nagata, M., M. Ikawa, S. Yoshizumi, and T. Yoshida, 1986: On the formation of a convergent cloud band over the Japan Sea in winter; numerical experiments. *J. Meteor. Soc. Japan, Series II*, 64(6), 841–855.
- Shinoda, Y., R. Kawamura, T. Kawano, and H. Shimizu, 2021: Dynamical role of the Changbai Mountains and the Korean Peninsula in the wintertime quasi stationary convergence zone over the Sea of Japan. *Int. J. Climatol.*, 41, E602–E615, <https://doi.org/10.1002/joc.6713>.
- Watanabe, S. I., H. Niino, and T. Spengler, 2022: Formation of maritime convergence zones within cold air outbreaks due to the shape of the coastline or sea ice edge. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 148(746), 2546–2562, <https://doi.org/10.1002/qj.4324>.

○問い合わせ先

<研究内容について>

気象研究所 応用気象研究部 第一研究室

室長 川瀬 宏明（かわせ ひろあき）

E-mail : hkawase@mri-jma.go.jp

海洋研究開発機構 情報地球科学研究部門 アプリケーションラボ

副主任研究員 山崎 哲（やまざき あきら）

E-mail : yzaki@jamstec.go.jp

<機関窓口>

気象研究所企画室（広報担当）

Tel : 029-853-8535 E-mail : ngmn11ts@mri-jma.go.jp

海洋研究開発機構 事業推進部 報道室

Tel : 045-778-5690 E-mail : press@jamstec.go.jp