

2023 年 1 月の日本の寒波事例に対するアンサンブル随伴感度解析 Ensemble Adjoint Sensitivity Analysis for the Cold Wave over Japan in January 2023

○福島実・榎本剛・高谷怜・西村浩一

○Minori FUKUSHIMA・Takeshi ENOMOTO・Rei TAKATANI・Koichi NISHIMURA

To understand the factors leading to the unprecedentedly heavy snowfall in Japan in late January 2023, we employed ensemble adjoint sensitivity analysis using the Japan Meteorological Agency global forecast data. This analysis is focused on the sensitivity to the mean temperature over Japan. Sensitivity analysis revealed significant sensitivity in 500 hPa geopotential height around 80°E over northern Eurasia and near the Bering Sea. The Eurasian sensitivity, evident four days before the arrival of the cold surge, migrated eastward towards Japan. Our analysis supports the wave packet propagation along the subtropical jet. The sensitivity near the Bering Sea coincided with the formation of a blocking high, caused by an anticyclonic vortex detached from the subpolar jet two days before the arrival of the cold surge. The blocking high is also identified as a sensitive factor. Our analysis indicate that the combined effect of these factors caused a southward surge of the cold air from Mongolia and southern Central Siberia, causing a widespread drop in temperature across Japan.

1. はじめに

2023 年 1 月下旬に発生した大雪は、京都府及び滋賀県で列車内に乗客約 7000 人が一晩中閉じ込められたり、また高速道路でも 60km 以上車の立ち往生が発生し解消するまでに 1 日以上かかったりするなど交通を大きく混乱させた。

この大雪をもたらした要因として、亜熱帯ジェット気流沿いの波束伝播やベンガル湾～南シナ海付近での対流活動により、日本付近のトラフやベーリング海付近のリッジの発達し強い寒気が流入したことが指摘されている^[1]。しかしながら、寒波の発生要因やその前兆となる現象は必ずしも明らかではない。

本研究では、気象庁の全球のアンサンブル予報を用いてアンサンブル随伴感度解析^[2]を行った結果を報告する。

2. 使用データと研究手法

本研究では気象庁 2 週間アンサンブル数値予報モデル GPV（高分解能全球域）を用いた。

榎本（2015）で提案されている手法を基に、まず検証領域は日本域（120° E-150° E、20° E-50° E）、検証時刻は 1 月 24 日 1200 UTC とし、日本域の 850hPa 平均気温に対する感度を調べた。次に感度が高く出た領域を新たな検証領域とし、その領域

の平均気温やジオポテンシャル高度に対する感度を調べることを繰り返し行った。

3. 結果

ユーラシア大陸北部の 80° E 付近やベーリング海付近の感度が顕著だった。1 月 24 日 1200 UTC の日本域の 850hPa の気温に対する気温の感度はバイカル湖南東部に高感度領域が見られた

（Fig. 1）。そこで検証領域をバイカル湖南東部にするとユーラシア大陸北部の 80° E 付近に感度が見られた（Fig. 2）。このユーラシア大陸上空の高感度領域は、1 月 20 日から確認でき東進して日本域に到達した。しかし感度解析では、亜寒帯ジェット気流沿いの波束伝播を支持するが、ベンガル湾～南シナ海付近のシグナルは検出されなかった。また Fig. 3 には初期時刻 1 月 22 日 1200 UTC で 1 月 24 日 1200 UTC の日本域の気温に対する 1 月 24 日 1200 UTC の 500hPa のジオポテンシャル高度を示す。ベーリング海付近の高感度領域は、1 月 22 日に渦が切離したブロッキング高気圧に対応していた。

今回のアンサンブル随伴感度解析で亜熱帯ジェット気流沿いの波束伝播以外にベーリング海付近でのブロッキング高気圧の影響も明らかになった。これらの複数の要因が重なったことにより、

中央シベリア南部からモンゴルに溜まっていた寒気が南下し日本の気温が全国的に下がったと考えられる。

参考文献

[1] 気象庁、2022/2023 年冬の天候の特徴と大気循環場の特徴

https://www.data.jma.go.jp/extreme/kaigi/2023/0302/r04_2nd_kentoukai_202303.html 2025 年 1 月 11 日閲覧。

[2] Enomoto,T., Yamane, S, Ohfuchi,W, 2015: Simple Sensitivity Analysis Using Ensemble Forecasts, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **93**, 199-213.

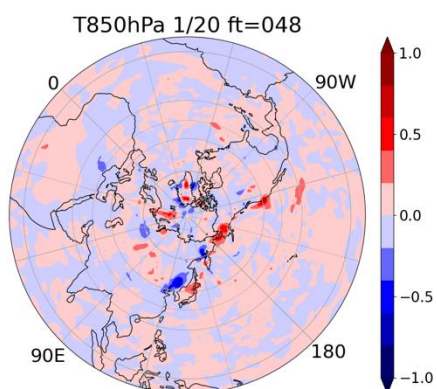


Fig.1: 850 hPa air temperature at forecast time 1200 UTC Jan 22. Initial time 1200 UTC Jan 20, validation time 1200 UTC Jan 24, validation area Japan (120°E-150°E, 20°E-50°E).

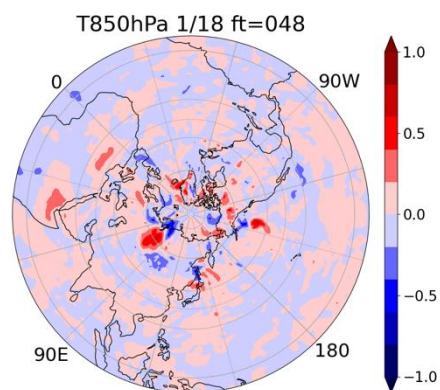


Fig.2: 850 hPa air temperature at forecast time 1200 UTC Jan 20. Initial time 1200 UTC Jan 18, validation time 1200 UTC Jan 22, validation area 115°E-135°E, 35°E-55°E.

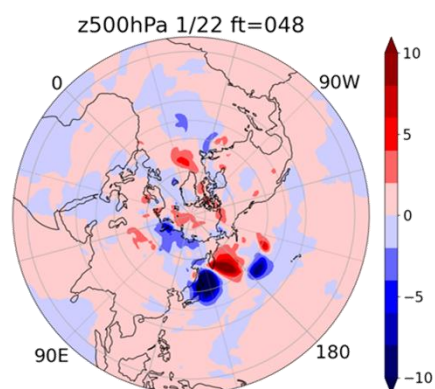


Fig.3: 500 hPa geopotential altitude at forecast time 1200 UTC Jan 24. Initial time 1200 UTC Jan 22, validation time 1200 UTC Jan 24, validation area Japan (120°E-150°E, 20°E-50°E).