

日本へ到来する寒冷渦の季節変化

春日 悟（北大院地球環境）

1. はじめに

寒冷渦とは対流圏上層に発生する総観規模（半径約 500 km から 1500 km）の低気圧性渦であり、トラフの振幅が大きくなったり際に偏西風蛇行からちぎれるよう生成する。生成時には、極由来の寒気を内部に閉じ込め、寒気核を形成する。対流圏上層の強い渦度移流に起因する下流での上昇流強制を伴うほか、寒気核直下の対流圏を静的に不安定化させる。これらの作用もあり、寒冷渦の通過時は悪天になることが多く、まれに極端気象（豪雨・豪雪・竜巻など突風）を伴う。

寒冷渦は気候学的なトラフの形成する場所でよく発生することが知られる。特に東アジアでは世界的に見ても発生数が多く(Muñoz et al. 2021), 日本付近でも季節を問わず観測される。中国上空で発生したものが亜寒帯ジェットに流され、北西から日本へ近づくものもある一方、夏季には等価順圧な太平洋高気圧の縁辺を流れて南東から日本へ近づくものもある。しかし、これら寒冷渦の到来経路について、どのような季節変化を持つかこれまで客観的に調べられたことはなかつ

た。

本研究では、筆者が開発した寒冷渦の客観的抽出法(Kasuga et al. 2021; K21)を応用し、日本へ到来する寒冷渦の季節変化を客観的に調べた。結果は学術誌 SOLA へ投稿されており(Kasuga and Honda 2025; KH25), 当発表ではこの論文の内容を紹介する。

2. データと手法

大気データは JRA-3Q を用いた。寒冷渦の抽出は主に 300 hPa のジオポテンシャル高度より、1979 年から 2024 年の 46 年間の 6-hourly データを用いた。

K21 の抽出法では、ジオポテンシャル高度の 2 次元分布に現れる低圧部より“幾何学的な凹み具合”を測定し、寒冷渦の水平スケールを考慮した強度を定義する。またトラフの段階から連続的に寒冷渦を抽出することができ、従来手法よりも上流まで寒冷渦の起源を遡ることができる。KH25 では、K21 の抽出法を全球へ拡張し、推定された寒冷渦領域の時間的な重複を検索することにより客観的な追跡法を実装し、全期間の「寒冷渦トラックデ

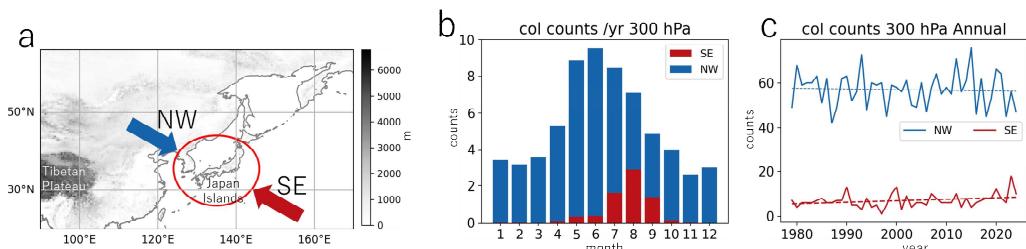


図1：(a)東アジアの地形（影：標高 m）。赤い円は「日本域」と定義した領域。青矢印は北西より到来する経路（NW），赤矢印は南東より到来する経路（SE）のイメージ。(b)月ごとの寒冷渦の平均到来数。青は NW，赤は SE。(c)到来数の年々変動。青は NW，赤は SE。

ータ」を作成した。

寒冷渦の日本域への到来の定義として、中心を東経 135 度・北緯 35 度に持つ半径 1000 km の円内を「日本域」と定義し、その円内を通過した寒冷渦トラックを集計し、さらに到来方向より北西と南東の 2 方向へ分類し、それぞれ NW, SE と呼ぶ（図 1 a）。

3. 結果

図 1 b は日本域を通過した寒冷渦の平均数を月ごと集計した結果である。到来数は 6 月に極大（約 9 個/月）、11 月に極小（約 2 個/月）となり、東アジアの季節変動(Muñoz et al. 2021)と整合的であった。季節変動は概ね NW の変動で説明される。SE の到来は 7-9 月に限定されており、北西太平洋の熱帯域での寒冷渦出現頻度と定性的に整合的であった(Wen et al. 2018)。

図 1c は NW と SE の到来数の年々変動を集計した結果である。NW は年間平均して約 60 個程度、SE は約 5 個程度であることが分かる。NW は有意ではないが減少傾向にあり、一方 SE は有意に増加傾向にある。この SE の増加は日本の南で西進する寒冷渦の増加と対応しており、Takemura et al. (2021) で議論された太平洋十年規模振動と太平洋上での寒冷渦生成（ロスピーバーの碎波）と整合的であった（図略）。

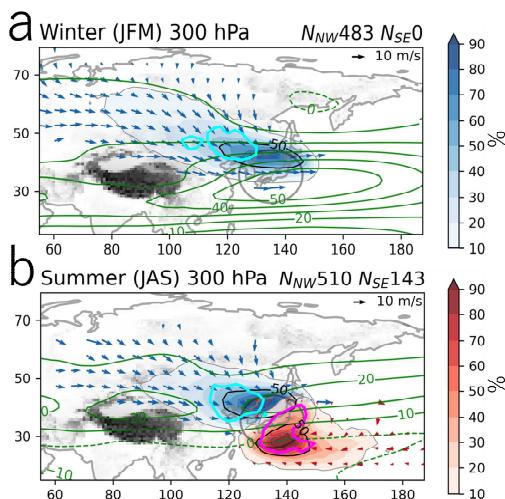


図 2 は NW と SE の到来経路のトラック密度を集計した結果である。ここでは冬（1-3 月）と夏（7-9 月）の結果のみ示す。NW に関しては経路の大きな季節変化は少なく、概ね亜寒帯ジェットに流されるような経路で日本域へ到来する。ただし、冬季はより北西まで経路は伸びる。これは、移動速度も冬季に増加する（図略）ことより、ジェットの強まりに対応していると考えられる。SE は気候学的な東西風のほぼゼロに近い領域で発生していた。他の季節は同じ位置には西風が卓越することから、これは夏季に SE が限定されることの一つの要因と考えられる。

4. まとめ

日本へ到来する寒冷渦の季節変化の特徴をまとめた。当日はより詳細な内容を紹介する。今後の展望として、寒冷渦トラックデータを生かした研究や、開発した抽出・追跡法を予報データに適用し寒冷渦の予測可能性の評価に生かした研究を行う予定である。

参考文献

- Kasuga et al. (2021) *Mon. Weather Rev.* <https://doi.org/10.1175/mwr-d-20-0255.1>.
 Kasuga, S., and M. Honda, (2025) *SOLA*, <https://doi.org/10.2151/sola.2025-049>.
 Muñoz et al. (2019) *J. Clim.*, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-19-0497.1>.
 Wen et al. (2018). *J. Appl. Meteorol. Clim.*, <https://doi.org/10.1175/jamc-d-18-0003.1>.
 Takemura et al. (2021) *SOLA*, <https://doi.org/10.2151/sola.2021-021>.

図 2：季節別の寒冷渦到来経路のトラック密度（青と赤の影 %）。青と赤の矢印は平均移動ベクトル。シアンとマゼンタの線は半数以上のトラックでトラフから寒冷渦へ変化した領域。上記のうち青系統色は NW、赤系統色は SE のものと対応する。緑線は季節平均した東西風。図右上の N_{NW} の右の数値は NW、 N_{SE} の右の数値は SE のトラック数をそれぞれ表す。(a)は冬季(1-3 月)、(b)は夏季(7-9 月)を示す。