

# 冬季日本海に発生する小低気圧の長期データセットの作成

気象・気候ダイナミクス研究室 519314 大橋 勇介

指導教員：立花 義裕 教授

Keywords：小低気圧

## 1. 序論

小低気圧とは高緯度の海上で発生する水平スケールが小さな規模 (20~200km: メソ $\beta$ スケール, 200~2000km: メソ $\alpha$ スケール) の低気圧である。温帯低気圧に比べて、大きさは小さいが激しいものが多く、特に冬季の日本海沿岸地域の脅威となりうる気象現象である。

小低気圧が日本海でどのような分布をしているのか。日本海のどの地域で発生し、どのような経路をたどるのか。長期的な変化はどのようにしているのか。偏西風の下流域に住む我々にとって、必要不可欠な情報である。Yanase et al. (2016) <sup>[1]</sup>は冬季36年間の小低気圧について客観的に解析し、日本海に発生するメソ $\alpha$ スケールの小低気圧の気候学的な分布を示した。ただし、使用したデータの水平解像度が粗く、メソ $\beta$ スケールの小低気圧は抽出されなかった。一方、Watanabe et al. (2016) <sup>[2]</sup>は、メソ $\beta$ スケールの小低気圧を追跡する手法を開発し、水平解像度の高いデータ (0.1° × 0.125°) を用いて、冬季6年間で発生したメソ $\beta$ スケールの小低気圧の分布、最大強度により分類した領域での小低気圧の特徴を示した。しかしながら、使用したデータの期間が短く、メソ $\beta$ スケールについて長期的な変化を議論することができない。

そこで、本研究では Kasuga et al. (2021) <sup>[3]</sup>の低気圧の追跡手法を用いて、日本海で発生する全ての大きさの小低気圧を同時に追跡し、メソ $\beta$ スケールを含む長期間のデータセットを作成する。本研究の追跡手法は海面更正気圧の凹みから小低気圧の中心、大きさ、強度を客観的に抽出することができる。また、この追跡手法の大きな利点の1つは、個々の小低気圧に番号を付し、大きさを記録しながら追跡できる点である。先行研究では、狙った範囲の大きさの小低気圧について抽出を行っている。一方、本研究では、41年間 (11月から3月) に発生した1つ1つの小低気圧に対し、番号を付し「1時間ごと」に大きさを記録しながら抽出を行う。

メソ $\alpha$ スケールとメソ $\beta$ スケールの小低気圧を同時に抽出する長期間のデータセットを作成することで以下のことが可能となる。1) メソ $\alpha$ スケールの小低気圧とメソ $\beta$ スケールの小低気

圧の相互関係の解明、2) 長期間のメソ $\beta$ スケールの小低気圧の過去から現在までの発生頻度、強度の変化、3) 追跡範囲を広げることによって、メソ $\beta$ スケールの小低気圧が地球規模でどのような分布をしているのか。

本研究では、冬季の日本海に発生するメソ $\alpha$ スケールだけでなく、メソ $\beta$ スケールの小低気圧を含む長期間のデータセットを作成する。

## 2. 使用データと解析手法

本研究では、欧州中期予報センター (ECMWF) が作成した ERA5 予報・再解析データの海上の海面更正気圧を用いた。本データの解像度は 0.25° × 0.25° であり、範囲は赤道から 90° N, 90° E から 180° E である。データの期間は 1981/82 年から 2021/22 年までの 11 月から 3 月であり、1 時間間隔である。

海面更正気圧のデータに、Kasuga et al. (2021) <sup>[3]</sup>の追跡手法を適用することによって、冬季の日本海に発生する小低気圧を追跡した。低気圧の大きさは水平スケールが 50km から 1000km まで 50km 間隔で抽出した。水平距離 100km に対し、0.5hPa よりも凹んでいる渦を抽出している。本研究では、寿命が6時間以上の渦を小低気圧と定義している。

自動的に追跡された小低気圧の有効性を示すために衛星画像と天気図を用いて確認をした。日本海に発生した小低気圧を対象とし、気象衛星「ひまわり8号」の可視画像と気象庁の地上天気図を用いて調査した。対象期間は2022年2月であり、可視画像が使用できる8時から16時の間とした。

## 3. 結果・考察

### 3-1. 追跡された小低気圧の有効性の確認

調査結果を表1に示す。可視画像・天気図より「低気圧」が確認できた13事例の中で、自動的に追跡された小低気圧は7事例、空振り4事例、見逃し2事例であった。メソ $\beta$ スケールの小低気圧は、上層の雲で隠れることから、可視画像で判別することは容易ではない。表1にまとめた全13事例の他に、自動的に追跡されたが可視画像・天気図より低気圧が確認できなかった事例は9事例存在した。

空振り事例には温帯低気圧が含まれていた。海

面水温と 500hPa の気温の差が 43°C以上であると、精度よく小低気圧と温帯低気圧を区別できることが知られている (Yanase et al., 2016) [1]. 今後は、このような閾値を設けて精度のよい追跡を行いたい。

### 3-2. 追跡された小低気圧の特徴

図 1 は 100km 以内に小低気圧の中心が存在した合計時間である。日本海北部、北西部でよく存在していることが分かる。それぞれの領域を NJ, WJ に分け、月毎の発生数、年々変動について調べたのが図 2 と図 3 である。NJ は 1 月に小低気圧の発生数が 1 番多いのに対して、WJ は 12 月に 1 番多くなる。NJ は年々小低気圧の発生数が減少している。Tamura et al. (2022) [4] は寒気が弱まったことにより、日本海北部のメソ  $\alpha$  スケールの小低気圧、温帯低気圧の数が減少していることを示した。このことから、先行研究との整合性が確認できる。

### 4. まとめと今後の展望

冬季の日本海に発生するメソ  $\alpha$  スケール、メソ  $\beta$  スケールの小低気圧を同時に追跡した 41 年間に渡るデータセットを作成した。これにより、メソ  $\beta$  スケールの小低気圧の過去から現在までの長期間での発生頻度、強度等の長期的な変化を解析することができる。メソ  $\alpha$  スケールの小低気圧と温帯低気圧を適切に区別することは今後の課題としたい。また、同時に追跡したことにより、メソ  $\alpha$  スケールとメソ  $\beta$  スケールの小低気圧の相互関係の研究も可能となる。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました立花義裕教授には深く感謝いたします。また、数多くの助言をくださった同研究室の春日悟研究員をはじめ、竹端光希氏、松田佳奈氏、山中晴名氏、天野未空氏、加藤実紗氏、佐野芳氏、恒川知也氏、山本諒氏、そしてその他研究室の皆様には感謝の意を表します。

### 6. 参考・引用文献

- [1] Yanase, W. et al., 2016: Climatology of polar lows over the Sea of Japan using the JRA-55 reanalysis. *J. Climate*, **29**, 419–437.
- [2] Watanabe, S. I. et al., 2016: Climatology of Polar Mesocyclones over the Sea of Japan Using a New Objective Tracking Method. *Mon. Wea. Rev.*, **144**, 2503–2515.
- [3] Kasuga et al., 2021: Seamless Detection of Cutoff Lows and Preexisting Troughs. *Mon. Wea. Rev.*, **149(9)**, 3119–3134.
- [4] Tamura et al., 2022: Decrease of winter cyclone passage over northern Japan due to the reduction in the regional cyclogenesis associated with cold air outbreak. *Royal Meteorological Society*, **42(15)**, 7598–7610 .

表 1 小低気圧の有効性の確認

可視画像・天気図より「低気圧」が確認できた	全 13 事例
自動的に追跡された	11 事例
小低気圧であった	7 事例
小低気圧でなかった	4 事例
小低気圧を自動的に追跡しなかった	2 事例

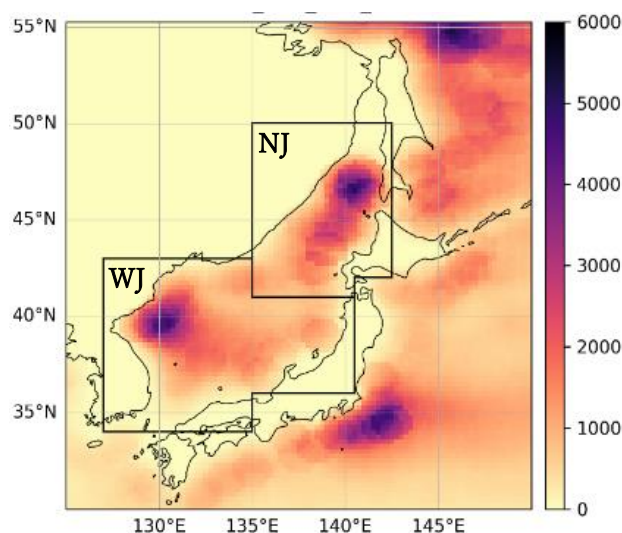


図 1 100km 以内に小低気圧の中心が存在した合計時間 (hour) 期間 1981/82~2021/22 1 月

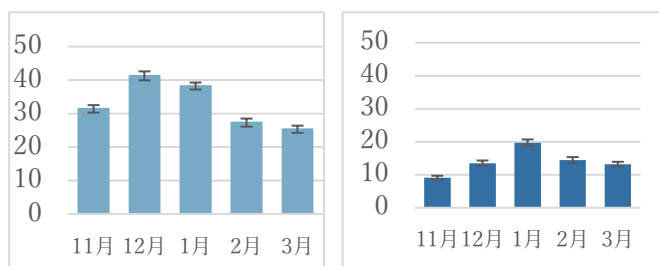


図 2 追跡された小低気圧の月別発生数 (左: WJ, 右: NJ)

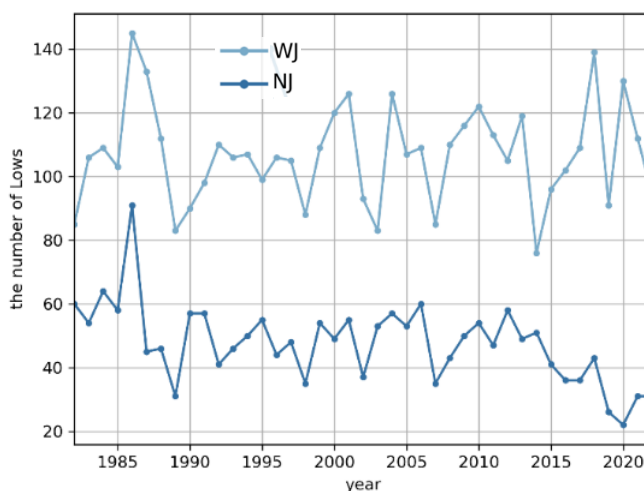


図 3 日本海上で発生した小低気圧の年別発生数の推移