

気候変動による熱帯低気圧及び温帯低気圧の将来変化 Future changes in tropical and extra-tropical cyclones due to climate change

○小池宏之進・Adrean WEBB・志村智也・森 信人

○Hironoshin KOIKE, Adrean WEBB, Tomoya SHIMURA, Nobuhito MORI

Low pressure areas such as tropical cyclones and explosive cyclones (or extra tropical cyclones) cause severe damages and disrupt infrastructure around the world. In addition, the cyclones are suspected to be stronger due to climate changes caused by global warming and cause more damage in the future. However, there are a few researches on future changes in the frequency and intensity of cyclones globally. As a first step, this study aims to analyze the characteristics of historical explosive cyclones in the Pacific, the Atlantic and the Antarctic Ocean, where there are frequent cyclones, using SLP data by the Japanese 55-year Reanalysis (JRA-55). We found that there were differences between cyclones in the Pacific, the Atlantic and the Antarctic Ocean in terms of the ratio of explosive cyclones to all cyclones.

1. はじめに

高波による沿岸災害が生じる原因として、主に夏季から秋季にかけて発生する熱帯低気圧と、主に冬季から春季にかけて発生する温帯低気圧が挙げられる。これらの極端な気象イベントは、浸水に伴う人的被害や住家被害に加え、港湾機能の停止等といった沿岸部の重要インフラに甚大な混乱をもたらす要因となる。一方で、地球温暖化に伴う気候変動によって低気圧や台風が強くなり、更なる被害の増加が懸念される。台風についての気候研究が進展しつつある一方で、全球規模において低気圧の発生頻度や将来の強度の変化に関する研究事例はあまり見られない。

そこで、本研究ではまず過去の低気圧の特性を明らかにするために、気象庁 55 年再解析 (JRA-55) の海面更正気圧 (SLP) のデータを用いて過去の極端な低気圧 (以下、爆弾低気圧) の抽出・追跡及び地域ごとの特性の評価を行った。

2. 解析手法

本研究では爆弾低気圧の発生頻度が比較的多いとされる大西洋周辺地域、北太平洋周辺地域と、南極周辺地域を対象に爆弾低気圧の抽出・追跡を行った。解析の対象領域は、大西洋周辺地域では北緯 22.5 度から 80 度、西経 90 度から東経 40 度とし、北太平洋周辺地域では北緯 15 度から 60 度、東経 135 度から西経 120 度、そして南極周辺地域では南緯 90 度から 60 度、全経度と設定した。

次に、爆弾低気圧の抽出・追跡・判定のアルゴリズムについて概説する。このアルゴリズムは、森ら¹⁾が提案したものに基づいている。

まず、低気圧の抽出では 6 時間間隔のタイムステップの気圧分布を使用する。最初にガウシアンフィルタを用いて、気圧分布の重み付け平滑化を行う。これによって空間的に微小な気圧分布の凹みを低気圧として抽出することを防ぐことができる。次に、気圧の領域平均より大西洋周辺地域、北太平洋周辺地域では 1 hPa 以上、南極周辺地域では 0.5 hPa 以上小さいという条件を用いてピーク地点を探索し、その地点を低圧部とする。ここで、対象領域の SLP の平均値を周囲の気圧として用いる。ここで、対象領域に低圧部が複数抽出された場合、ピーク間の距離が 3.0 度以上離れている場合は異なる低圧部とするが、半径 3.0 度以内に複数のピークが検出された場合、より気圧が低い地点を低圧部として選択する。

続いて、低気圧の追跡では、6 時間間隔のタイムステップで抽出された低圧部の時間的連続性をチェックする。まず、次のタイムステップにある低圧部の位置は、東西 9 度、南北 6 度の範囲内にあるものとし、この範囲内で時間的に連続する低圧部の追跡を行う。この追跡範囲内に複数の低圧部が存在する場合は、前のタイムステップの位置から最も近くにあるものを次のタイムステップにおける低圧部とする。これらの手順を繰り返し、24 時間以上継続したものを解析対象とする。

最後に、前ステップで得られた低気圧から、爆弾低気圧と判定する手法について述べる。爆弾低気圧の発生時期は大西洋周辺地域では11月から4月、南極周辺地域では全期間とした。爆弾低気圧の判定は、次式で定義される低気圧の発達率 ε [hPa/h] が1を超えるものとした。

$$\varepsilon = \frac{p_{t-12} - p_{t+12}}{24} \frac{\sin 60^\circ}{\sin \phi} \quad (1)$$

ここで、 p : SLP [hPa], t : 時間 [h], ϕ : 緯度 [deg] を表す。発達率 ε は24時間の気圧の降下量を1時間あたりに変換した値で、発生から24時間経過後の各タイムステップで求める。

3. 解析結果

まず、2011年1月から2012年12月において、大西洋周辺地域の解析で得られた、低気圧の最低中心気圧の頻度分布を図1に示す。最低中心気圧は、990 hPa~1000 hPa で個数が最も多くなり、爆弾低気圧についても同様の傾向がみられた。また、最低中心気圧が低くなるほど爆弾低気圧の割合が高くなることが分かった。

次に、2009年1月から2010年12月において、北太平洋周辺地域の解析で得られた、低気圧の最低中心気圧の頻度分布を図2に示す。全体の低気圧では990 hPa~1000 hPa で、爆弾低気圧は970 hPa~980 hPa で個数のピークがみられた。また、大西洋地域と同様に、最低中心気圧が低くなるほど爆弾低気圧の割合が高くなる傾向がみられた。

最後に、1991年1月から1992年12月における南極周辺地域の解析で得られた、低気圧の最低中心気圧の頻度分布を図3に示す。南極周辺地域では最低中心気圧950 hPa~980 hPa 付近で低気圧が多くみられた。また、全低気圧に対する爆弾低気圧の割合も大西洋周辺地域や北太平洋周辺地域と比較して高いことが分かった。

4. 今後の予定

上記のアルゴリズムをさらに改善して爆弾低気圧をより正確に抽出し、d4PDF や MRI-AGCM3.2 等による将来変化予測にもとづく解析を行う。これと並行して、熱帯低気圧についても、爆弾低気圧とは異なるアルゴリズムによって抽出・追跡を行い、将来変化を予測する。そして、これらの低気圧の将来予測から高波の計算に適用し、再現期間が1年から100年の風速や波高を推算する予定

である。

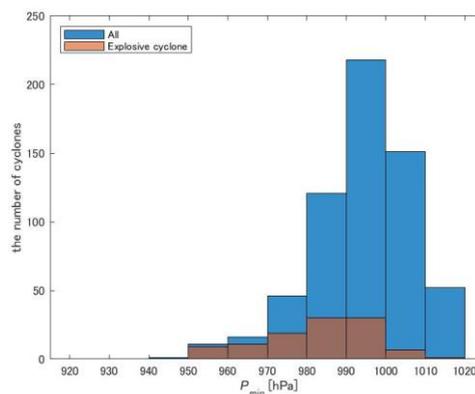


図1 大西洋周辺地域における低気圧の最低中心気圧の頻度分布

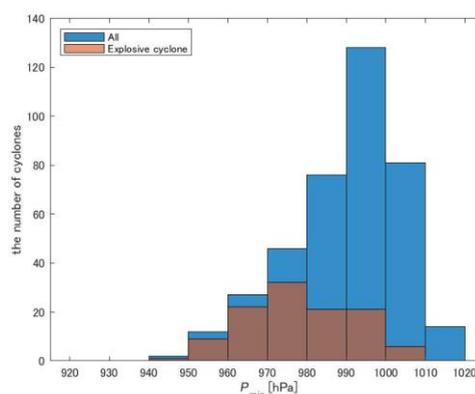


図2 北太平洋周辺地域における低気圧の最低中心気圧の頻度分布

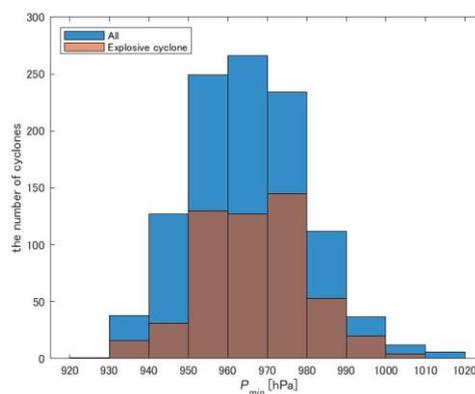


図3 南極周辺地域における低気圧の最低中心気圧の頻度分布

参考文献

- 1) 森信人, 千綿蒔, 二宮順一, 間瀬肇 (2017): JRA-55 を用いた日本周辺の冬期低気圧の長期変動特性について, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第73巻.