

気候変動に伴う爆弾低気圧が日本沿岸に及ぼす影響

Effects of Climate Change-Induced Explosive Cyclones on Japanese Coast

○小池宏之進・森信人・志村智也・Adrean WEBB・宮下卓也

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

Rapidly depressed cyclones (so-called explosive cyclones) can cause severe damages such as inundation along coastal areas in Japan due to extreme waves. It has also been said that characteristics of explosive cyclones will be changed due to climate change. But there are few researches on future changes of extreme waves along coastal areas caused by explosive cyclones. This study aims to calculate future changes of explosive cyclones around Japan by using climate models and analyze their impacts on extreme waves. We found that explosive cyclone tracks will be shifted to the north and the ratio of strong explosive cyclones to all will rise due to climate change. We also confirmed that explosive cyclone points are consistent with high significant wave height areas.

1. はじめに

気象擾乱の代表例として、急速に発達した低気圧（爆弾低気圧）が挙げられる。爆弾低気圧は、日本周辺では主に冬季から春季にかけて発生し、2014年12月には台風レベルまで発達した爆弾低気圧の通過に伴い高潮が発生し根室港、根室市街地で浸水被害をもたらすなど、日本沿岸域で波浪災害リスクとなりうる。また、台風は気候変動に伴う広域な波浪解析、及び自治体の適応策に応用されている一方で、爆弾低気圧は気候変動による波浪特性の将来変化に関する実務的知見は不足している。

そこで本研究では気候モデルを用いて爆弾低気圧の将来変化を計算し、それに伴い日本沿岸にどのような影響を及ぼすか解析することを目的とする。

2. 解析手法

本研究では気候モデルによる海面更正気圧 (Sea Level Pressure, 以下 SLP) データを現在気候、将来気候のそれぞれに対して用いて爆弾低気圧の抽出・追跡・判定を行い、その結果と第3世代波浪推算モデル (WAVEWATCH III) による波浪計算との比較を行う。解析の対象範囲は日本周辺の東経110度～180度、北緯20度～60度とした。

爆弾低気圧の抽出・追跡・判定手法は以下の通りである。このアルゴリズムは、森ら¹⁾が提案したものに基いている。

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11月から4月とした。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

ここでは、気候モデル MRI-AGCM3.2S による計算結果について述べる。まず、爆弾低気圧の地理的分布の将来変化を図 1 に示す。現在気候（1950 年～2014 年）、将来気候（2015 年～2099 年）の年間平均発生数はそれぞれ 15.0 個、14.7 個と若干の減少傾向が見られた。一方、地理的分布を見てみると、北緯 40 度以南では減少傾向であるのに対し、北緯 40 度以北では増加傾向であることが分かる。加えて、爆弾低気圧の平均発生緯度も、現在気候では北緯 36.7 度であるのに対し、将来気候では 37.2 度であることから、気候変動により爆弾低気圧の経路が北にシフトする傾向が得られた。続いて、最低中心気圧の年間平均値の時系列変化を図 2 に示す。現在気候、将来気候の平均最低中心気圧はそれぞれ 973.4 hPa、972.8 hPa とあまり大きな変化は見られなかった。一方で、全爆弾低気圧に対する、最低中心気圧が 970 hPa 以下まで発達した強力な爆弾低気圧の割合は、現在気候で 0.37、将来気候で 0.41 となり、将来的に強力な爆弾低気圧の割合が増えることが示唆された。

最後に、爆弾低気圧と有義波高の整合性について述べる。図 3 は 1950 年 1 月 7 日 6 時における有義波高の分布と、同時刻で SLP 分布から抽出された爆弾低気圧の中心部のプロットを表している。この図より、有義波高が高い領域に爆弾低気圧が位置していることから、爆弾低気圧による高波の誘因が示唆された。

4. 結論・今後の予定

本研究では気候モデルの SLP データを用い、爆弾低気圧の将来変化について調べた。気候モデル MRI-AGCM3.2S を用いた計算では、爆弾低気圧の個数はあまり変化が見られなかった一方で、経路は北にシフトすることが示唆された。また、爆弾低気圧の最低中心気圧についても、平均的には大きな差がなかった一方で、強力な爆弾低気圧の割合は増加する傾向が見られた。そして、爆弾低気圧と高波の整合性も確認されたため、今後は爆弾低気圧の解析結果から日本沿岸での高波計算に適用していく予定である。

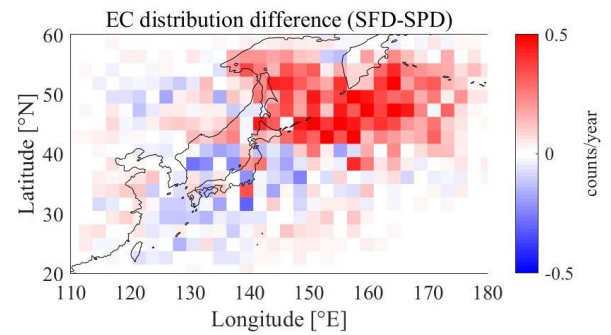


図 1 爆弾低気圧の地理的分布の将来変化

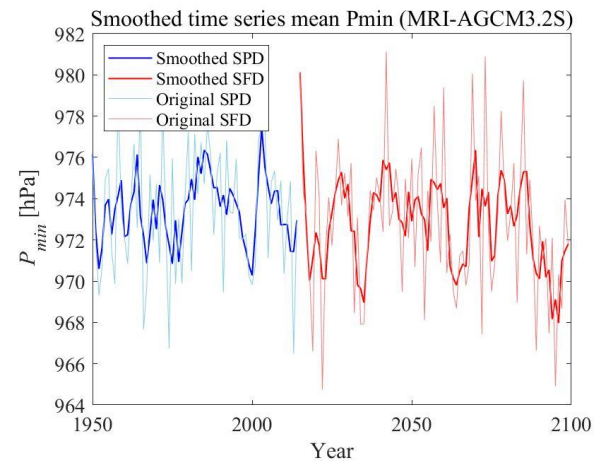


図 2 爆弾低気圧の時系列年間平均最低中心気圧（太線：3 年ごとの移動平均）

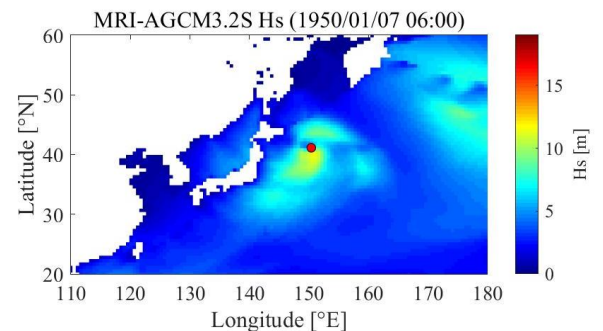


図 3 日本周辺の有義波高 H_s の分布と爆弾低気圧の中心位置（赤点）の対応

5. 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.