

大規模アンサンブル気候予測データを用いた爆弾低気圧の将来変化

金沢大学 学生会員 ○高裕也

金沢大学 正会員 二宮順一

1. 序論

気候変動に伴って、極端現象が強化する可能性が懸念されている。日本周辺における極端現象の1つである爆弾低気圧は、急速な発達を伴う温帯低気圧として定義されており、冬季から春季にかけて日本沿岸に強風や雪氷による災害を引き起こしてきた。例えば、2006年1月に発達した低気圧によって日本海沿岸域に暴風雪をもたらし、交通機関に多大な影響が出た。また、2014年12月に北海道東部の沿岸で発達した強い低気圧は根室湾内の水位上昇を引き起こし、浸水被害などをもたらした。このような冬季における強い温帯低気圧の発生頻度が増加傾向にあるということが示されており、今後もその傾向が続くことが予想される^{1),2)}ため、爆弾低気圧の活動に関する将来変化予測が必要である。さらに、これまでの気候変動に関する研究では少量のアンサンブル結果をもとに進められており、低頻度事象である極端現象の統計的評価が困難であるのが現状である。そこで、アンサンブル数が極めて多く、5,000年以上の長期積分が可能な database for Policy Decision making for Future climate change(以下、d4PDF³⁾)を用いて爆弾低気圧の将来変化に関する長期評価を行い、統計的変動量を明らかにした。

2. 解析手法

(1) データセットの概要

d4PDFは多数のアンサンブル実験によって極端現象の将来変化を議論すべく作成されたデータセットである。本研究では日本周辺域領域モデル実験結果(水平解像度20km, 時間解像度1時間)を用い、その現在気候実験および将来気候実験の気候条件は以下になっている。詳しくはMizuta⁴⁾を参照。

- (i) 現在気候実験：1950～2010年×50メンバ(合計3,000年)
- (ii) 将来気候実験：2050～2110年×90メンバ(合計5,400年)

(2) 爆弾低気圧の抽出アルゴリズム

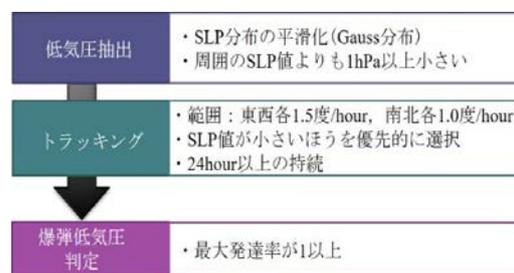


図-1 爆弾低気圧抽出のアルゴリズム

日本周辺(120°E-160°E, 20°N-45°N)の領域を対象として、d4PDFの海面更生氣圧(以下、SLP)を用いて図-1に示すアルゴリズムに基づき10月から4月の期間における爆弾低気圧を抽出した。低気圧は気圧面の極小値で判定し、爆弾低気圧は気象庁の定義に準じ、抽出された低気圧の中で1hPa/hour以上の発達率を持つものとした。本アルゴリズムの詳細及びJRA-55による検証は先行研究⁵⁾を参照のこと。

3. 結果と考察

(1) 爆弾低気圧の発生数の将来変化

将来的な気候変動による日本周辺での爆弾低気圧の発生数の変化を調べるため、現在気候および将来気候での爆弾低気圧数を比較した。さらに、現在気候と気象再解析データであるJRA-55との比較も行った。抽出された爆弾低気圧の年平均発生個数についてJRA-55では17.45個、現在気候では10.15個となりJRA-55の方が多くなるという結果を得た。この原因としてJRA-55とd4PDFのモデル特性の違い、解像度、データ同化の有無が考えられるが、モデル特性の差についての議論は困難である。解像度、データ同化の有無については、台風について数kmの高解像度とデータ同化により高精度な再現計算が可能であることが報告されており、そこから類推するとJRA-55はd4PDFに比べて低解像度であるものの、爆弾低気圧がより多く表現されているのは、データ同化による効果だと考えられる。将来気候では10.56個と現在気候に比べてやや多くなるという結果となった。一方で、標準偏差

は将来気候で 0.71 個に対して、現在気候で 2.09 個とかなりばらつきが大きくなり、日本周辺領域における爆弾低気圧発生数の将来変化に関する t 検定では 95% で棄却されず、増加傾向とは断定できないことを確認した。

(2) 爆弾低気圧の経路の将来変化

図-2 は爆弾低気圧の通過頻度の将来変化量を示している。将来的に太平洋上を通過する爆弾低気圧の数が減少するのに対して、日本海上を通過する数が同程度増加することがわかる。また、太平洋上および日本海上における通過頻度の将来変化量は、t 検定により 95% で棄却され統計的に有意なことが示された。

(3) 爆弾低気圧の最低中心気圧の将来変化

図-3 は現在気候および将来気候全体における爆弾低気圧の最低中心気圧における再現期間を示したものである。図中の破線と太線は、各アンサンブルメンバおよびアンサンブル平均値であり、黒線は JRA-55 の解析結果である。アンサンブルメンバ毎のばらつきは、現在気候で 20.0hPa 程度、将来気候条件で 30.0hPa 程度の幅を有しており、これはアンサンブル平均値による将来変化量約 5.0hPa よりも大きく、将来変化とばらつきを区別することは難しい。一方で、太線で示すアンサンブル平均値は、将来気候の方がどの再現期間について比較しても現在気候よりも小さくなっていることがわかった。現在気候と JRA-55 を比較すると、JRA-55 は再現期間が短いところではアンサンブル中の上限もしくはやや外れたところに位置しており、再現期間が長いところではアンサンブル中の平均的なところに位置していることがわかった。さらには、最低中心気圧における平均値および最低値についても解析した結果、平均値では現在気候が 980.6hPa であったのに対して、将来気候は 980.2hPa とほとんど変化していないが、最小値は現在気候が 935.3hPa であるのに対して、将来気候では 923.0hPa と約 12.0hPa もの減少がみられた。

4. 結論

気候変動によって冬季日本周辺で発生する爆弾低気圧の将来変化について、d4PDF を用いて解析を行った。爆弾低気圧の発生個数は増加傾向にあることは統計的に有意ではないものの、経路は高緯度側にシフトし、

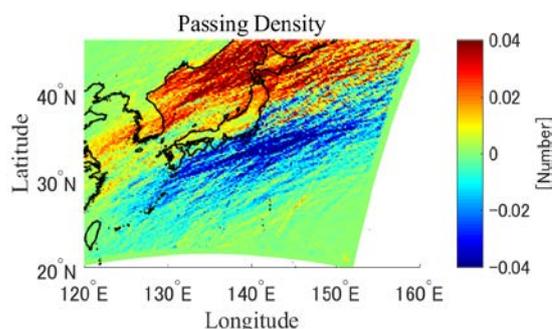


図-2 爆弾低気圧の年平均通過頻度の将来変化量

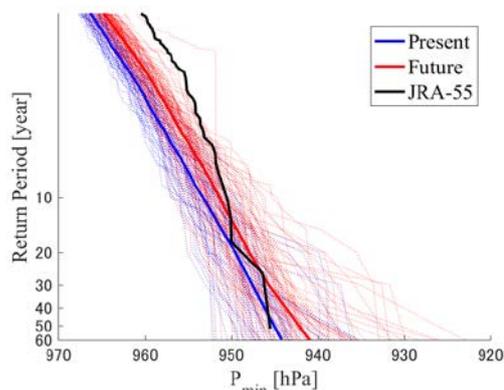


図-3 日本周辺域における爆弾低気圧の最低中心気圧における再現期間(青線は現在気候、赤線は将来気候、黒線は JRA-55、実線はアンサンブル平均値、破線は各メンバを示している。)

強度は増加傾向にあることを明らかにした。今後は本研究で得られた結果を用いて、波浪モデルを駆使することによって爆弾低気圧に起因する波浪の将来変化予測を実施する予定である。

参考文献

- 1) Graham, N. E. and Diaz, H. F.: Evidence for intensification of north Pacific winter cyclones since 1948, Bull. Soc., Vol.82, pp1969-1893, 2001.
- 2) Langenberg, H., Pzenmayer, A., von Storch, H., and Sundermann, J.: Storm-related sea level variations along the North Sea coast: natural variability and anthropogenic change, Continental Shelf Res., Vol.19, pp.821-842, 1999.
- 3) d4PDF : 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース, <https://www.miroc-gcm.jp/pub/d4PDF>, 2016年12月にアクセス
- 4) Mizuta, R., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, E. Hirokazu, O. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki and A. Kitoh: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid. J. Meteor. Soc. Japan. 90A, 233-258, 2012.
- 5) 森信人, 千綿蒔, 二宮順一, 間瀬肇: 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), Vol.73. pp.I_487-I_492, 2017.