

# 日本付近の爆弾低気圧の将来変化

\* 早崎 将光, 植田 宏昭 (筑波大・生命環境)

1. はじめに 温暖化に伴って, 極端現象が増加する可能性が指摘されている. 日本国内の広範囲に影響を及ぼす極端現象の一つとして, 寒候期の急発達する低気圧 (いわゆる爆弾低気圧) がある.

筆者らは CMIP5 将来予測の解析をおこない, 東アジアにおける寒気吹き出し (前日との気温差のパーセンタイル値で定義) が 21 世紀末の晩冬～初春期で現在より強くなること (2013 秋, A207), 冬季モンスーン活動の変動に伴い日本付近の低気圧活動にも変調が見られること (2014 春, P135) などを示してきた.

本研究では, 日本付近の爆弾低気圧に着目し, 爆弾低気圧活動の将来変化と関連する大気・陸面・海洋の特徴について明らかにすることを目的とする.

2. データと解析手法 既報と同じく, CMIP5 モデル群から高解像度の 6 モデル (CCSM4, CMCC-CM, CNRM-CM5, MIROC5, MRI-CGCM3, BCC-CSM 1-1(m)) を選択した. 現在気候再現実験および RCP4.5, RCP8.5 シナリオによる将来予測実験を利用し, 20 世紀末 (20C; 1981–2005 年), 21 世紀中盤 (mid-21C; 2036–2060 年), 21 世紀末 (late-21C; 2076–2100 年) の寒候期 (Oct–Mar) を主な解析期間とした. 現在気候の比較には, 3 つの長期再解析 (JRA55, ERA Interim, CFSR) を使用した.

低気圧活動は, 短周期 (8 日以下) 擾乱による南北渦熱フラックス ( $850 \text{ hPa}$ ) と SLP 極小値を用いた低気圧追跡 (Hayasaki and Kawamura, 2012) による低気圧データベース (DB) を用いて評価した. 以後の解析では, 日本付近 ( $30^{\circ}$ – $50^{\circ}$ E,  $130^{\circ}$ – $150^{\circ}$ E) を通過し寿命 1 日以上で低気圧のみを使用した. 爆弾低気圧は, 発達率 (対象時刻前後 12 時間の SLP 変化率) を緯度 60 度で規格化し, 1.0 (bergeron) を超過するものを選択した.

3. 爆弾低気圧の経路別頻度の将来変化 Yoshida and Asuma (2004; YA2004 と略記) では, 日本付近でみられる爆弾低気圧を 3 つの経路タイプ (OJ, PO-L, PO-O) に分類した. 本研究でも, 長期再解析および CMIP5 の 20C から得た低気圧 DB に対して YA2004 に準拠した経路区分をおこなった. 長期再解析で得た爆弾低気圧の頻度や経路タイプごとの季節性は, YA2004 とほぼ同様の結果を得た (表 1). CMIP5 のモデル群は, 全モデルで PO-O 出現比率を過小評価しており, 4 モデルが 40% 未満であった. 経路別頻度には現実大気のそれを再現しきれない部分はあるものの, 3 経路全体の爆弾低気圧頻度やその季節変化などは, YA2004 とほぼ整合的であった.

爆弾低気圧頻度は, late-21C で 3.9 個/1ヶ月 (RCP8.5) となり, 20C の頻度 (4.6 個/1ヶ月) に対して約 15% 減少する (表 1). シナリオ間で比較すると, RCP8.5 は RCP4.5 よりも頻度低下が大きい. すなわち, より強い温暖化が進行すると, 日本付近を通過する爆弾低気圧頻度が低下すると言える. 爆弾低気圧頻度は減少するものの, 全低気圧頻度も低下するため, 全低気圧に対する爆弾低気圧の比は late-21C でも 20C と大きな差はみられない. また, 経路別で比較すると PO-O が減少, OJ の割合が増加しており, 特に晩冬から初春期 (Feb, Mar) で顕著であった.

4. 爆弾低気圧の強さの将来変化 低気圧の強さや発達率に関する将来変化動態を調査した. 低気圧の強さは, 低気圧中心の水平ラプラシアン ( $\nabla^2(\text{SLP})$ ) で評価した. 日本に影響を及ぼすであろう低気圧に着目するため,  $150^{\circ}$ E より西側での最大値を使用した.

late-21C では, OJ および PO-O の両方で低気圧強度が弱化した. 弱化的傾向は中央値, 75 および 90 パーセンタイル値などでも同様で, 20C と比較して 1 割前後の弱化的傾向がみられた (図 1).

5. まとめ 経路別頻度や強度の将来変化の結果より, 温暖化時の爆弾低気圧は, 日本付近に限れば現在気候より低頻度かつ弱くなる. また, 低気圧経路の高緯度シフトにより, 日本の南岸を東進する南岸低気圧型の爆弾低気圧が減少する. その一方で, 日本海からオホーツク海に向かう爆弾低気圧の頻度は現在気候と変わらない. 当日は, これら低気圧活動の将来変化と関連する大気・海洋などの背景場について詳しく報告する.

表 1: 寒候期 (Oct–Mar) における爆弾低気圧の経路別頻度 (個/月) および存在比 (括弧内数値, パーセント). 20C および late-21C は 6 モデル平均.

|          | OJ     | PO-L   | PO-O   | other | total   |
|----------|--------|--------|--------|-------|---------|
| JRA55    | 1.07   | 1.23   | 2.57   | 0.11  | 4.97    |
| (%)      | (21.4) | (24.7) | (51.7) | (2.1) | (100.0) |
| 20C      | 1.22   | 1.25   | 1.76   | 0.39  | 4.61    |
| (%)      | (26.0) | (27.2) | (38.6) | (8.2) | (100.0) |
| late-21C | 1.19   | 1.10   | 1.28   | 0.36  | 3.93    |
| (%)      | (30.3) | (28.1) | (32.8) | (8.8) | (100.0) |

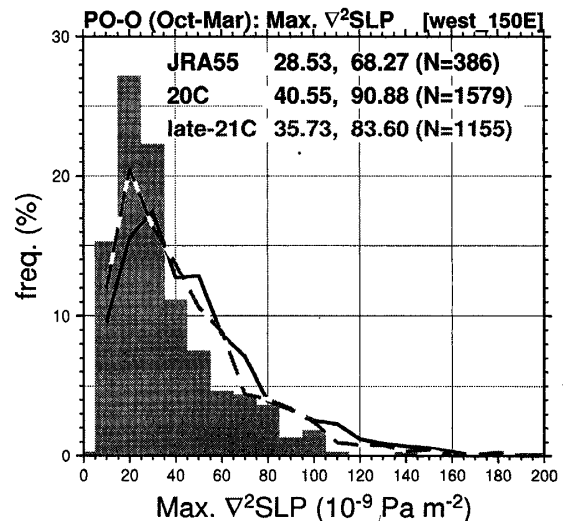


図 1: PO-O タイプ爆弾低気圧の強度別平均頻度. 強度は  $150^{\circ}$ E より西側での最大  $\nabla^2(\text{SLP})$  ( $10^{-9} \text{ Pa m}^{-2}$ ). グレー棒グラフは JRA55, 実線・破線は CMIP5 (6 モデル) の 20C および late-21C (RCP8.5). 図中上部の数値は, 左から中央値, 90 パーセンタイル値, 低気圧個数 (N).

謝辞 本研究は環境省の環境研究総合推進費 (2A-1201) の支援により実施された.