

北太平洋低気圧活動の長期変動

吉田 聡 (JAMSTEC・APL)、中村 尚 (東大先端研)

1. はじめに

北太平洋冬季の低気圧活動は 1980 年代から 1990 年代にかけて活発化していることが指摘されている (Nakamura et al. 2002; Iwao et al. 2012)。また、これと同じくして日本の気温も急激に高温化している (Urabe and Maeda 2014)。しかしながら、その要因は明らかではない。本研究では、従来型観測データのみを同化した全球大気再解析データを用いて、北太平洋冬季の低気圧活動の長期変動とその要因を解析した。

2. データと解析手法

本研究では気象庁全球大気再解析データ JRA-55C (Kobayashi et al. 2014) を用いた。このデータは 1972 年 11 月から衛星観測を用いず、従来型観測である地上、高層観測データのみを同化にしており、長期変動の解析に適している。

低気圧の発達指標には地表気圧の局所時間変化率を用いた Local Deepening Rate (LDR、Kuwano-Yoshida 2014) を利用した。ここでは 6 時間毎の地表気圧の 24 時間の時間変化率 LDR24 を使う。

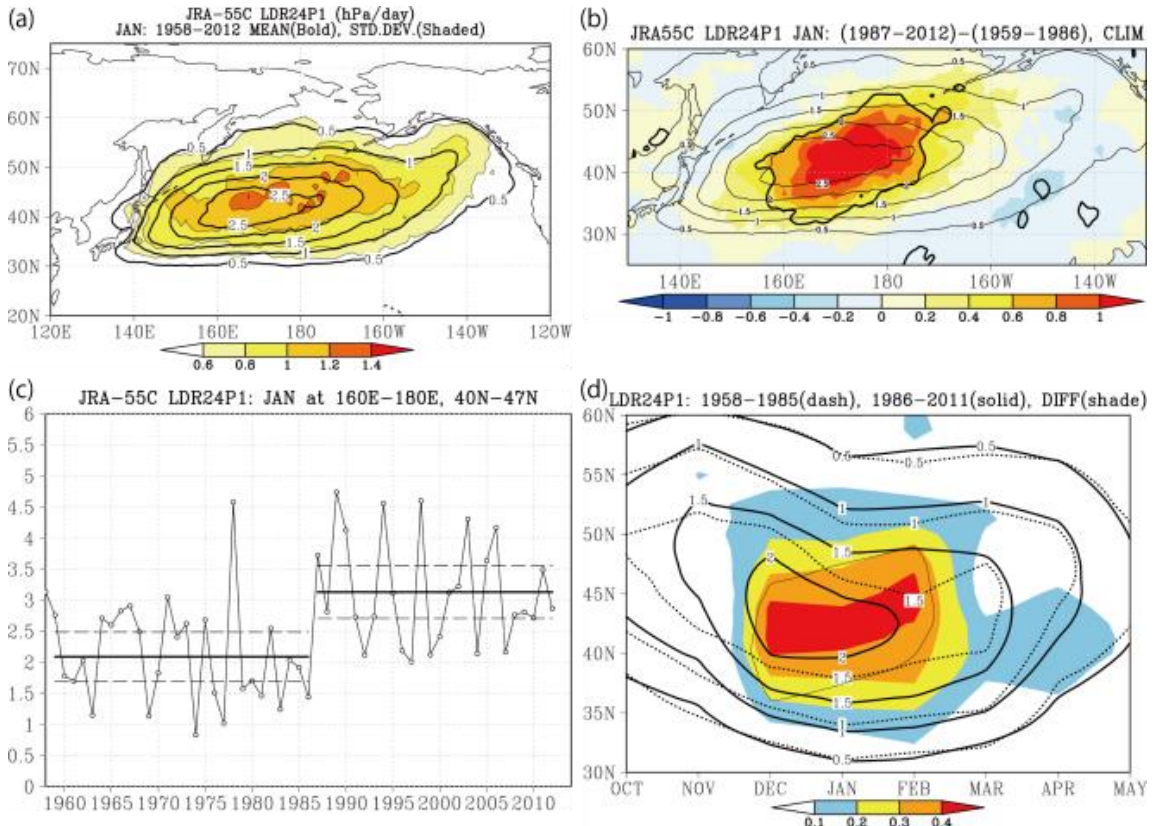


図 1. (a) 1 月の LDR24P1 気候値(実線, hPa/day)と年々変動標準偏差(色), (b) LDR24P1 の後期-前期(色)と気候値(実線), (c) 東経 160 度～西経 160 度, 北緯 40～47 度で平均した LDR24P1 の時系列, 実線は前期後期それぞれの平均, 破線は 0.5 標準偏差, (d) 東経 140 度～西経 140 度で平均した LDR24P1 の季節進行(実線:後期, 破線:前期, 色:後期-前期)。

$$\text{LDR24} = -\frac{P_{sfc}(t+12h)-P_{sfc}(t-12h)}{24} \left| \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} \right| \quad (1)$$

ここで、 P_{sfc} は地表気圧 (hPa)、 θ は緯度、 t は時間である。本研究では $\text{LDR24} \geq 1\text{hPa/h}$ を爆弾低気圧として定義する。また、月毎の爆弾低気圧活動度の指標として $\text{LDR24} \geq 1\text{hPa/h}$ 以外は0として計算した月平均値 LDR24P1 を用いる。解析期間は1958/59から2011/12の冬季(12月、1月、2月)である。本稿では変化が顕著だった1月の解析結果について述べる。

3. 結果

1月の北太平洋爆弾低気圧活動度は東経160度から180度、北緯40度から47度の領域で最大で、年々変動も同じ領域で最大振幅を持つ(図1a)。この領域の LDR24P1 の時系列を見ると、1987年以降、爆弾低気圧活動が急激に活発になっている(図1c)。そこで1986年以前を前期、1987年以降を後期として両期間の差を取ると、北太平洋中央部で後期の爆弾低気圧活動が有意に活発になっていた(図1b)。北太平洋域で東西平均した LDR24P1 の季節変化を見ると12月から1月にかけて低気圧活動が活発化しており(図1d)、擾乱活動の”Midwinter suppression”(Nakamura 1992)が近年弱化していることを示している。

後期と前期の海面水温差を見ると、熱帯インド洋から北西太平洋にかけて、高温化が起きている(図2a)。熱帯インド洋、北西太平洋で平均した海面水温気候値からの偏差を見ると、この高温化は秋から春の間に起こり、1986/87年の冬季以降持続している(図2b)。

この海面水温高温化に伴い、熱帯インド洋東部から南シナ海、東シナ海にかけて可降水

量が増加している(図3a)。鉛直積算水蒸気フラックスとその収束偏差は、この領域で水蒸気収束が強化され、中国南東部から東シナ海、日本南岸への水蒸気供給が盛んになっていることを示している(図3b)。この結果、

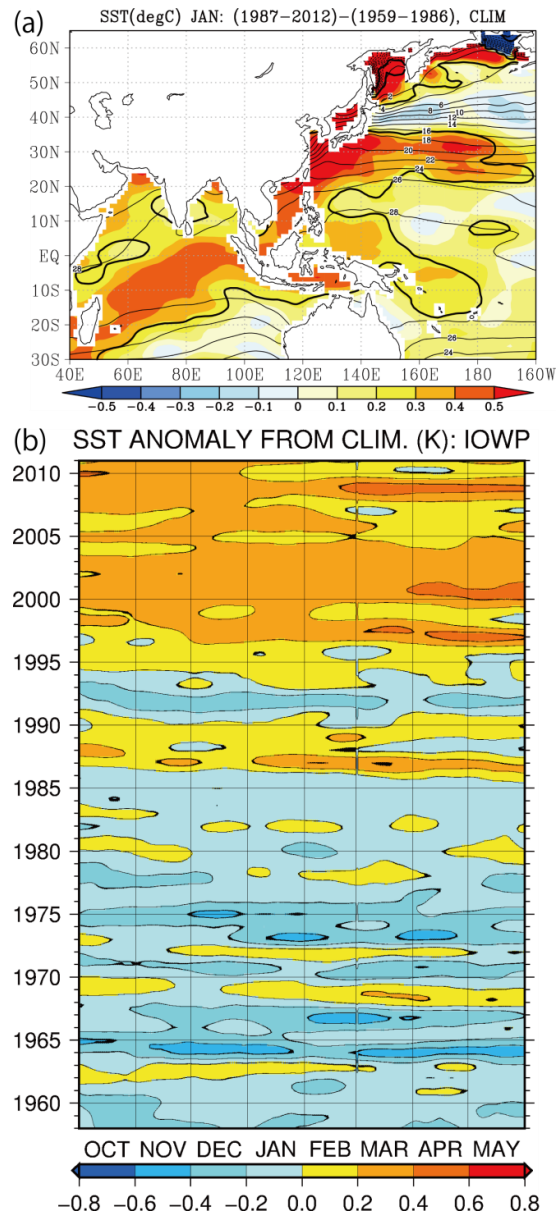


図 2. (a) 1 月の海面水温の後期－前期 (色, K) と気候値(実線), (b) 熱帯インド洋、北西太平洋域で平均した海面水温の 30 日移動平均海面水温の気候値からの偏差 (K).

この領域の対流圏下層では高相当温位偏差が形成され、その北端に当たる中国南東部から東シナ海にかけて延びる相当温位勾配が強化されている（図 3c、d）。

この高相当温位偏差と爆弾低気圧発達との関係を調べるため、東経 170 度、北緯 40 度で発達した爆弾低気圧事例に関して、前期と後期でコンポジット解析を行った。その結果、中国南東部の高相当温位偏差は爆弾低気圧発達 6 日前に形成され（図 4a）、大陸から東シナ海へ東進してくる低気圧がそれを取

り込みながら通過し（図 4b）、その後、北太平洋上で急発達していた（図 4c）。

4. まとめ

北太平洋爆弾低気圧の長期変動について、JRA-55C を用いて解析した。北太平洋中央部で爆弾低気圧活動が 1987 年以降活発化し、熱帯インド洋と北西太平洋の海面水温高温暖化が高相当温位偏差を形成し、それをエネルギー源として低気圧が急発達していることがわかった。

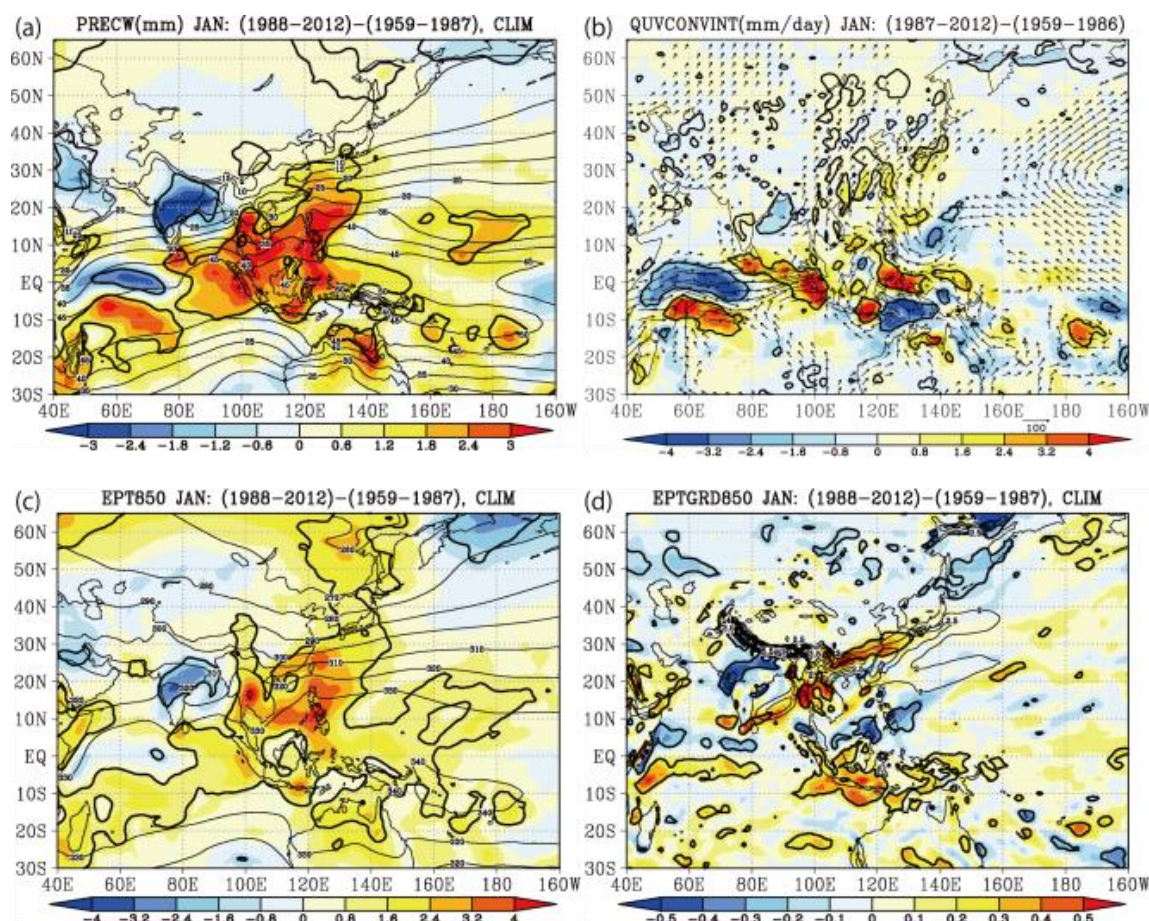


図 3. 1 月の後期－前期(色)と気候値(実線). (a)可降水量(mm), (b)鉛直積算水蒸気フラックスの後期－前期(矢印, mm m/s)と収束(mm/day). (c)850hPa の相当温位(K)と(d)水平勾配(K/100km).

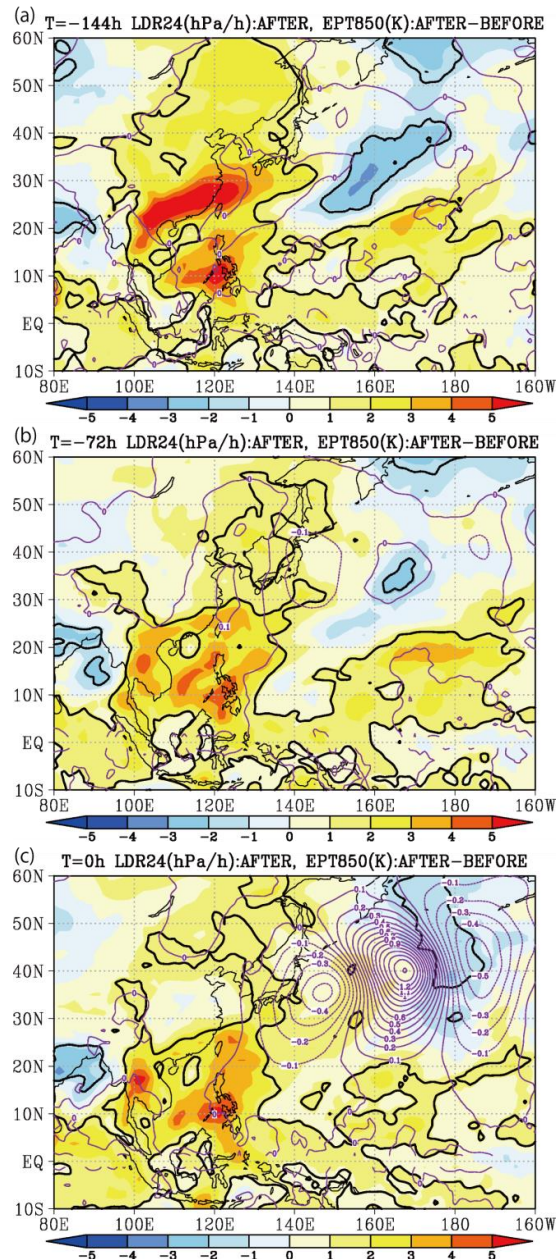


図 4. 東経 170 度、北緯 40 度で急発達した爆弾低気圧事例のコンポジット。850hPa 相当温位の後期－前期（色，K）と後期の LDR24（紫線，hPa/h）。（a）6 日前，（b）3 日前，（c）発達時。

参考文献

Iwao, K., M. Inatsu, and M. Kimoto, 2012: Recent Changes in Explosively Developing

Extratropical Cyclones over the Winter Northwestern Pacific. *J. Clim.*, **25**, 7282–7296, doi:10.1175/JCLI-D-11-00373.1.

Kobayashi, C., H. Endo, Y. Ota, S. Kobayashi, H. Onoda, Y. Harada, K. Onogi, and H. Kamahori, 2014: Preliminary Results of the JRA-55C, an Atmospheric Reanalysis Assimilating Conventional Observations Only. *SOLA*, **10**, 78–82, doi:10.2151/sola.2014-016.

Kuwano-Yoshida, A., 2014: Using the Local Deepening Rate to Indicate Extratropical Cyclone Activity. *SOLA*, **10**, 199–203, doi:10.2151/sola.2014-042.

Nakamura, H., 1992: Midwinter Suppression of Baroclinic Wave Activity in the Pacific. *J. Atmos. Sci.*, **49**, 1629–1642, doi:10.1175/1520-0469(1992)049<1629:MSOB WA>2.0.CO;2.

Nakamura, H., T. Izumi, and T. Sampe, 2002: Interannual and Decadal Modulations Recently Observed in the Pacific Storm Track Activity and East Asian Winter Monsoon. *J. Clim.*, **15**, 1855–1874.

Urabe, Y., and S. Maeda, 2014: The Relationship between Japan’s Recent Temperature and Decadal Variability. *SOLA*, **10**, 176–179, doi:10.2151/sola.2014-037.