

El Niño 時の冬季極東域における寒暖に対応する中高緯度大気の応答

The mid-latitude responses corresponding to the winter climate in the Far East during El Niño

○ 塩崎 公大・榎本 剛・高谷 康太郎

○ Masahiro SHIOZAKI, Takeshi ENOMOTO, Kotaro TAKAYA

To understand the cause of disparate mid-latitudes responses during the Eastern Pacific (EP) El Niño in the Far East, the composite analyses have been conducted for winter (DJF) using long-term reanalysis datasets. Our analysis shows that there are two teleconnection patterns; the Western Pacific (WP) pattern dominates during warm winter case and Pacific/North American pattern dominates during cold winter case, with large amplitudes. There are also differences in the distributions of the sea surface temperature (SST) anomalies and the atmospheric heating anomalies in the tropics. The amplitude of the SST anomaly in the western Pacific is large in the warm winter case, but small in the cold case. This difference forms the heating anomalies associated with the suppression of convection in that area, leading to the disparate mid-latitudes responses.

1 はじめに

エル・ニーニョ/南方振動 (El Niño/ Southern Oscillation, 以下 ENSO) は東太平洋赤道域における海面水温 (Sea Surface Temperature, SST) の変動で定義されるが、ENSO には様々なパターンがあり、大気への影響が異なることが指摘されている。SST 偏差の特徴から、Eastern Pacific (EP) 型 El Niño と Central Pacific (CP) 型 El Niño (El Niño モドキ) に分類される。EP 型 El Niño は東太平洋赤道域における正の SST 偏差のピーク、CP 型 El Niño は中央太平洋における正の SST 偏差のピーク、および西太平洋赤道域と東太平洋赤道域における負の SST 偏差で定義される。それぞれの季節ごとの大気への影響は調べられており、EP (CP) 型 El Niño では冬季極東域は暖冬 (寒冬) 傾向にある (Yuan and Yang, 2012)。また、ENSO 時にはテレコネクションパターンが現れることが知られており、卓越するテレコネクションパターンから分類したパターンでは、El Niño 時に Pacific/North American (PNA) パターンが卓越するタイプと Western Pacific (WP) パターンが卓越するタイプに分類される (Kodera, 1998)。WP タイプと PNA タイプの SST 偏差の振幅を比較すると、WP タイプの方が中央太平洋における SST 偏差が 0.6 K 程高いことが指摘されている。

また、ENSO 時には東太平洋赤道域の顕著な SST 偏差からの影響に注目することが多いが、西太平洋の SST 偏差が極東域における天候へ影響を及ぼすことが指摘されている (Wang et al., 2000)。El Niño 時の秋から春にかけてフィリピン海の SST 偏差は負となるが、海面気圧 (Sea Level Pressure, SLP) の偏差は正となる。この正の SLP 偏差に伴う極東域へ向かう南風成分が卓越

することで、冬季極東域の暖冬傾向に寄与する。

これまでの研究で、ENSO 時における極東域の寒暖には 2 つのテレコネクションパターンに対応することが分かかってきた (塩崎ら, 2018)。EP El Niño 時に極東域が暖冬になる時には WP パターンが、寒冬になる時には PNA パターンが卓越している。また、それぞれのパターンで熱帯の SST 偏差における分布や振幅に違いが見られ、特に西太平洋でその違いは顕著である。

しかしながら、異なるテレコネクションパターンの励起メカニズムや、西太平洋における SST 偏差の違いがどれほど影響しているかについては未解明のままである。そこで本研究は、El Niño 時における SST 偏差の違いと循環偏差に伴う加熱偏差に注目し解析を行う。

2 解析方法

本研究で使用したデータは次の通りである。気温、高度、風、SLP に対して使用した NCEP reanalysis-1 data (Kalnay et al., 1996) の分解能は $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 、期間は 1948 年以降である。SST に対して使用した Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v5 (Huang et al., 2017) の分解能は $2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$ 、期間は 1918 年以降である。加熱率に対して使用した JRA-55 (Kobayashi et al., 2015) の分解能は $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$ 、期間は 1958 年以降である。

まず、気象庁の ENSO の定義にしたがって、SST のデータから冬季 (DJF) に ENSO と判定される事例を抽出する。次に各データから温暖化トレンドを除去する。抽出されたそれぞれの事例について、極東域 (850 hPa) における気温偏差を用いて暖冬事例、寒冬事例に分類する。ここで、本研究の解析に使用した極東域の領域 (25° – 40° N, 100° – 140° E) は NINO.3 インデックスと 850 hPa 面における冬季の気温との相関係数から、ま

た東アジアモンスーンの活動度の変化を捉えられる領域であることから設定した。最後に全事例、暖冬事例および寒冬事例の分類ごとにコンポジット解析を行う。その際、それぞれの分類におけるコンポジットに対する統計的有意性の検定には t -検定を用いた。

また、暖冬事例と寒冬事例の間に統計的有意性を持つ差があるかに対しては、暖冬事例および寒冬事例の分散は未知であるため、ウェルチの検定で格子点ごとに t 分布に従う検定統計量 T を求めた。

3 結果

El Niño 時において極東域の暖冬(寒冬)事例では WP (PNA) パターンが卓越した。これらは Kodera (1998) で分類された WP タイプと PNA タイプに一致する。また、熱帯の SST 偏差と循環偏差には中央太平洋から西側で特に違いが見られた。暖冬事例では西太平洋における負の SST 偏差および正の SLP 偏差の振幅が大きく、統計的に有意であった。それに対して、寒冬事例ではそれらの振幅が小さく、統計的に有意ではなかった。この暖冬事例の特徴は Wang et al., (2000) で指摘された西太平洋の特徴に一致している。Kodera (1998) で指摘された WP タイプと PNA タイプ間における中央太平洋の SST 偏差の差は、本研究でも同程度の差であり統計的に有意であった。さらに、Kodera (1998) では指摘されていなかった西太平洋における SST 偏差の差にも有意性が見られた (Fig. 1)。この SST 偏差の東西勾配の違いは秋 (SON) における海洋大陸から東西に発散する下層風偏差 (ウォーカー循環偏差) によるものだと考えられる。暖冬事例ではフィリピン海上における西向きの下層風偏差が大きく、寒冬事例では有意な下層風偏差は中央太平洋側に寄っている。これにより、暖冬事例ではフィリピン海における SST は Wind-Evaporation-SST (WES) フィードバックにより低下することで、フィリピン海における SST 偏差はより強い負偏差となり高気圧性循環を卓越させる。そのため、暖冬事例では冬の西太平洋における負の SST 偏差の振幅が大きくなり、高気圧性の循環偏差に伴う南風偏差が強くなる傾向がある。一方で、寒冬事例では西太平洋における負の SST 偏差の発達が遅いため、極東域に向かう南風偏差が卓越しない。したがって、この西-中央太平洋における SST 偏差の東西勾配と下層風偏差の振幅の大きさが、El Niño 時の冬季極東域における寒暖に重要であると考えられる。しかしながら、El Niño 時の冬季極東域の寒暖には PNA や WP が対応することが分かったが、それらの励起メカニズムについては理解に至っておらず今後の調査が必要である。

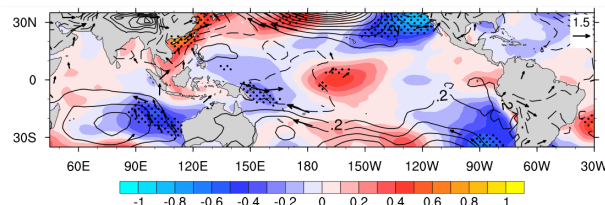


Fig.1 The difference of SST, SLP (contour, hPa), and wind (arrows, m/s) anomalies (color, K) between composite of warm and cold winter. The hatches and arrows show regions and wind anomalies with statistic significance (90%) by Welch's t-test.

参考文献

- Huang, B., Thorne, P. W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., and Zhang, H.-M., 2017: NOAA Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST), Version 5.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., R. Kistler, Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Roy Jenne, and Dennis Joseph, 1996, The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 437–470.
- Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebita, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *J. Met. Soc. Jap.*, **93**(1), 5–48.
- Kodera, K., 1998: Consideration of the origin of the different midlatitude atmospheric responses among El Niño events. *J. Meteor. Soc. Japan*, **76**, 347-361.
- Wang, B., Wu, R., and Fu, X., 2000 : Pacific-East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517–1536.
- Yuan, Y., and S. Yang, 2012: Impacts of different types of El Niño on the East Asian Climate: Focus on ENSO cycles. *J. Climate*, **25**, 7702–7722.
- 塩崎、榎本、高谷、2018: エル・ニーニョ時の対流圏上層の大気応答と日本の冬の寒暖の関係. 平成 30 年 京都大学防災研究所年報, **61B**, 372–379.