

太平洋の熱帯不安定波が ENSO に与える影響 Impact of tropical instability waves on ENSO characteristics

今田 由紀子^{1*}, 木本 昌秀²

IMADA, Yukiko^{1*}, Masahide Kimoto²

¹ 東京工業大学情報理工学研究所, ² 東京大学大気海洋研究所

¹Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

年の後半にかけて熱帯東太平洋表層の冷舌北側に発達する熱帯不安定波 (TIWs) は、この付近の強い南北密度勾配に伴う傾圧不安定、及び赤道海流に伴う強い南北シアによる傾圧不安定を起源として発達する。TIWs に伴う南向きの熱フラックスは、赤道域の湧昇による冷却効果の数割を打ち消す働きをしていることから、多くの研究者の注目を集めてきた。近年の研究では、TIWs と ENSO とが相互に影響を及ぼし合っていることが示唆されている。Yu and Liu (2003) では、エルニーニョ (ラニーニャ) 時に冷舌付近の南北温度勾配が弱まる (強まる) ことで TIWs が不活発 (活発) になるという線形な相互作用が存在していることが指摘された。更に An (2008) は、TIWs が ENSO の振幅を減衰させる働きをしていること、その減衰効果がエルニーニョ時に弱まることから、エルニーニョとラニーニャの振幅の非対称性を増幅する働きをしているという新たな理論を打ち立てたが、大気海洋における様々な非線形要因の複合形において An (2008) の説を検証した例はこれまでにない。

そこで本研究では、ENSO の非線形力学項や大気からの非対称なフィードバックを考慮できる大気海洋結合大循環モデル (AOGCM) MIROC を用いて、さまざまな ENSO 非対称性の要因が混在する中で、TIWs が ENSO の非対称性にどの程度影響を与えるかを調べる試みを行った。用いたのは、本来 TIWs を再現する解像度を持たない中解像度の MIROC (大気解像度は T42、鉛直 40 層、海洋解像度は水平 1.4~1 度、鉛直 48 層) であり、ここに TIWs のパラメタリゼーションを導入して 100 年の積分を行うことで、再現される ENSO の特徴がどのように変化するかを調べた。このパラメタリゼーションは、baroclinic eddy に伴う熱フラックスの影響を表現するスキーム (Visbeck et al. 1997) をベースに、TIW 用に本研究で独自に開発したものである (Imada and Kimoto 2012)。

この TIW パラメタリゼーションを導入した AOGCM の結果を標準実験の結果と比較したところ、海面水温 (SST) 偏差の skewness が、ENSO が発達する領域において増加 (エルニーニョがラニーニャに比べて大規模化) し、観測される ENSO の特徴により近い分布になっており、ラニーニャ (エルニーニョ) 時に TIWs が活発 (不活発) になり ENSO に対する damping が強く (弱く) なるという An (2008) の説を裏付ける結果となった。

さらに、冒頭でも述べた通り、TIWs に伴う熱輸送の効果は海洋基本場の温度成層にも影響を与えるため、今回の実験結果にもその違いが現れていた。TIW スキームの導入により水平方向の温度勾配が緩和され、温度躍層の深さが浅くなるとともに鉛直方向の成層が強化される変化が起きていた。ENSO の位相変化を維持するメカニズムとして、温度躍層に沿って偏差が発達する温度躍層モードと海面付近で発達する SST モードが知られているが、前述したような温度躍層の変化は、温度躍層モードをより強化する結果となっていた。したがって、TIWs が SST モードを抑制し Thermocline モードを促進する働きをすることが示唆され、混合層の熱収支解析結果からもその様子が確認された。

このような ENSO モードの変化は、ENSO 周期の違いにも現れていた。TIW スキーム導入前の ENSO 周期は、観測される ENSO 周期 (2 - 3 年と 4 - 7 年) に比べて過小評価気味であったが、TIWs の影響を考慮したことで周期が増加していた。これは、一般的に周期が長いとされる Thermocline モードが強化されたこと、また、温度躍層の構造が変化することで赤道ロスビー波の位相速度が変化したことなどが原因であると考えられる。

観測では、20 世紀後半に ENSO の非対称性が増大し、さらに SST モードから Thermocline モードへ移行して周期が増加したことが知られている。また、同時期の海水温の変化傾向は、TIWs が同時期に活発化していた可能性を示している。これらの事実は、本研究の結果 (TIWs の影響を考慮することで現れた ENSO の特徴の変化) と一致しており、ENSO の長周期の変調に対して TIWs が重要な役割を担っていることが示唆された。

キーワード: エルニーニョ・南方振動, 熱帯不安定波, 大気海洋結合大循環モデル, パラメタリゼーション

Keywords: El Nino/Southern Oscillation, Tropical instability waves, Atmosphere and Ocean General Circulation Model, parameterization