

ENSO の遷移メカニズムの長期変動 ～振幅・基本場・インド洋との関係～

*大庭 雅道 ((財)電力中央研究所・大気海洋環境)

1. はじめに

熱帯太平洋上で発生するエルニーニョ・南方振動 (ENSO) は、大気の大橋を介して地球上の他の地域へ大きく影響する。これまでに、ENSO の経年変動のメカニズムを説明するために、幾つかの振動モデルが考えられてきた(e.g., Jin 1997)。Ohba and Ueda (2009)では、正位相から負位相への遷移は急速に進むのに対し、負位相から正位相への遷移は多くのイベントで停滞することを指摘し、それが El Niño と La Niña の SST 偏差に対する大気場の応答の非対称性から来ることを示した。一方で、この ENSO の非対称性には長期的な変化傾向が見られることが指摘されている(McPhaden and Zhang 2009)。図 1 は ENSO 成熟期の冬期と次の年の冬期の Nino3.4 index の正位相/負位相に対する片側相関係数(ENSO persistency index: EPI, Ohba et al. 2010)を 25 年移動相関で求めたものである。El Niño の遷移性が 1970 年代以降と以前で大きく変化していることがわかる。一方で、La Niña の持続性は長期的には強化される傾向ではあるものの、それほど大きな変化がない。本研究では主に正位相時に注目し、i) El Niño の振幅の変化(Wang 1995; Wallace et al. 1998)、ii)大気海洋基本場の変化(Deser et al. 2003; Timmerman et al. 2003)、iii)外洋との結合強度の変化(e.g., Xie et al. 2010)が ENSO の遷移性/持続性に与える影響とその寄与の割合を気候モデル等を用いた実験により見積もり、ENSO の遷移プロセスの長期変化の原因を明らかにすることを目的とする。

2. データとモデル

HadISST, ERSSTv3, NCEP/NCAR 再解析データ(1950 年以降)を使用した。ENSO のシステムが大きく変わったとされる 1976 年以前と以降の二つの期間で El Niño の時空間分布の違いを比較した。GCM の感度実験には、気象庁気象研究所で開発された気候モデル(MRI-CGCM2; Yukimoto et al. 2006)の大気大循環モデルを使用した。表層風変動の海面水温・温度躍層厚変動へ与える影響を見積るために 1.5 層線形減速重力海洋モデルを使用した。

3. 結果

図 2 は 1976 年以前と以降における El Niño に対する片側自己回帰の経度時間断面図である。76 年以降の後半年では El Niño から La Niña への遷移が見られるのに対し、前半では El Niño の遷移が弱い。このような違いが発生する理由として、El Niño 成熟期の赤道西太平洋(WP)上における東風偏差の発生が考えられる。再解析データによる解析では、El Niño と WP 東風偏差との相関が後半にかけて急速に強化されている結果を示した。このような WP の東西風の応答の長期変化は、El Niño 時の熱帯西太平洋上に発生する対流活動偏差域の東西シフトが原因としてあげられる。前半では 140E,15N 付近で発生していた正位相時対流活動偏差が、後半では 160E,5N へ流活動域の中心が南東側へシフトしていた。西太平洋対流活動偏差域の南東へのシフトは東風偏差の強化を介して、El Niño の遷移性に強く影響する。そこで、気象研究所の大気大循環モデルを用いて、El Niño 時の対流偏差の長期変化が何故もたらされたかを調べた。

i) ENSO 時のコンボジットより、時空間分布は同じで振幅のみを 6 段階に変化させた SST 偏差を大気モデルに強制する実験を行った。その結果、太平洋上の SST 偏差の振幅が増加すると、熱帯西太平洋上の対流活動偏差域が南東側へシフトすることがわかった。図 3 は GCM の赤道 WP と中央太平洋(CP)の東西風偏差の応答。

の SST 偏差に対する線形的大気応答に対して、WP の応答は SST 偏差の振幅に対して非線形的に反応し、比較的弱い El Niño 時には西風偏差となり持続型の El Niño となりやすいが、振幅の増加によって、赤道東風偏差が発達し、遷移型の El Niño へシフトしていくことがわかる。このような非線形的大気応答を示す理由として、Vecchi et al. (2006)で指摘された、降水域の南方シフトとそれに伴う赤道南風偏差による湿潤静的エネルギー(MSE)偏差の赤道 WP への移流が重要であると考えられる。

インド洋の SST 偏差は ENSO 時の西太平洋の降水偏差の強化を介して、El Niño の遷移をさらに加速させる可能性が考えられる(e.g. Annamalai et al. 2005; Ohba and Ueda 2006, 2007)。発表では ii) インド洋の SST 偏差、iii) 基本場の効果に関する感度実験の結果も紹介する。

ENSO persistency in HadISST

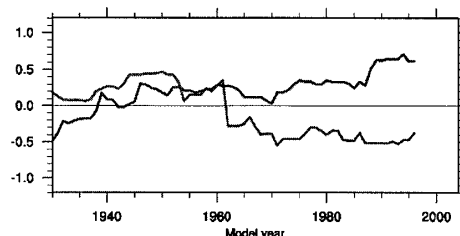


図 1: El Niño/La Niña 時の成熟期冬期と次の年の冬期の Nino3.4 index に対する片側 25 年移動相関分析の相関係数(EPI)。

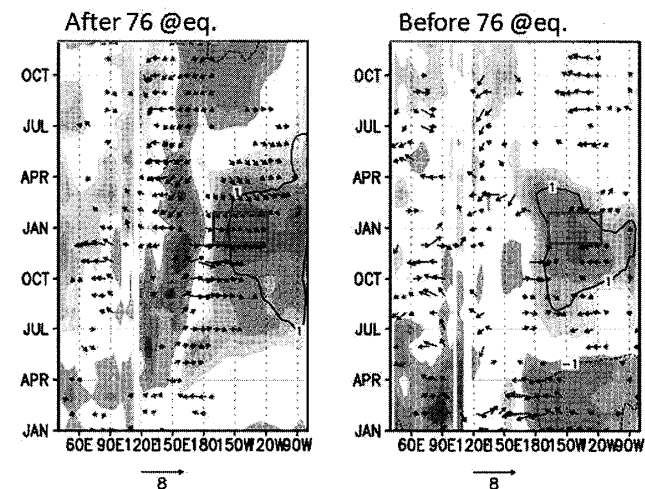


図 2: 正の Nino3.4 指数に対する、SST と表層風偏差のラグ回帰・相関(左:1976 年以降、右 1975 年以前)。

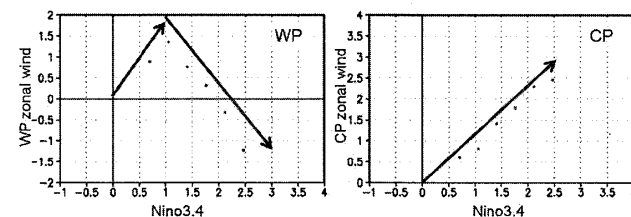


図 3: 6 つの(時空間構造が同じで)振幅の異なる SST 偏差に対する赤道 WP(135-170E)と CP(170E-140W)の東西風偏差の応答。