

中緯度環状モード変動における中緯度海洋前線帯の潜在的重要性

*小川 史明, 西井 和晃, 宮坂 貴文, 中村 尚 (東大先端研),
吉田 聡 (JAMSTEC 地球シミュレータセンター)

1. はじめに 中緯度環状モード変動は、極前線ジェット (PFJ) の南北変位として観測され、それに伴う東西風偏差は移動性擾乱活動の変調によって維持される (Lorenz and Hartmann 2001). 近年、移動性擾乱の活発域 (ストームトラック)、PFJ、中緯度海洋前線帯の力学的な共存関係が再解析データの解析から指摘され (Nakamura et al. 2004), かつ大気大循環モデル (AGCM) に与える SST 分布にて中緯度海洋前線帯に伴う強い勾配を著しく緩和すると、気候平均場だけでなく環状モードも現実的に再現されないことが見出されている (Nakamura et al. 2008; Sampe et al. 2012). これは、海洋前線帯の地表傾圧性維持への重要性を意味する (Hotta and Nakamura 2011). 本研究では、AGCM に東西一様な SST を与える「水惑星実験」を行い、環状モードの位相に依り、ストームトラックや PFJ の海洋前線帯の緯度への依存性が如何に変わるかを調査した.

2. 実験設定 用いた AGCM は AFES T79L56 (水平 150km 格子相当) 版で、海洋前線帯の効果を表現し得る最低限の解像度と考えられる. 標準実験の下方境界条件として与えた東西一様な SST 南北分布は、衛星観測データ (NOAA-OISST) に基づく南インド洋の気候値から得た. 冬季の分布をモデル南半球の全経度に加え、モデル北半球には夏季の分布を南北反転させて与えた. この SST 分布では海洋前線帯は季節を問わず緯度 45° に位置する. Ogawa et al. (2012) に倣い、比較実験では SST 勾配強度を保ったまま、前線帯の緯度を 30~55° の間で人為的に南北に 5° ずつずらした. さらに、中緯度の海洋前線帯に伴う水温勾配を緩和して与えた実験も追加した. 各実験で日射は南半球冬至の条件に固定して積分した. 解析期間は 60 ヶ月である. 周期 8 日以下の変動を移動性擾乱に伴うものとし、環状モード変動は 925hPa 東西平均東西風 (U_{925}) における周期 8 日以上の中周期変動の第 1 EOF としてそれぞれ抽出した.

3. 結果 環状モードの正負の各位相における移動性擾乱活動や平均東西風の典型的な状態は、規格化された U_{925} 変動の第 1 主成分の絶対値が 1 を超えた場合について、位相別に合成図解析を行なうことで評価した (図 1). 冬半球にて正の位相におけるストームトラックや渦駆動される偏西風 (PFJ) の緯度は、海洋前線帯の緯度にかなり敏感で、それらは海洋前線帯のやや高緯度側に形成される (図 1 の ●). 対照的に、負の位相における両者の緯度は海洋前線帯の緯度に殆ど依存せず、緯度 40° 付近に形成される (図 1 の ▲). この緯度は、海洋前線帯を除去し、一様な SST 勾配を与えた実験における気候平均状態の両者の緯度に対応する (図 1 の破線). 従って、本実験で現れる環状モード変動の負の位相の状態は、海洋前線帯からの熱的力学的影響に対し、平均流と渦の相互作用に伴う大気循環の内部力学の寄与が勝った状態に対応すると考えられる.

4. まとめ 本実験の結果は、中緯度大気大循環の平均状態が、海洋前線帯からの熱力学的影響と大気内部力学からの影響との兼ね合いで決まっており、環状モード変動の正・負の各位相は前者と後者の影響がそれぞれ卓越して現れた状態であることが示唆される.

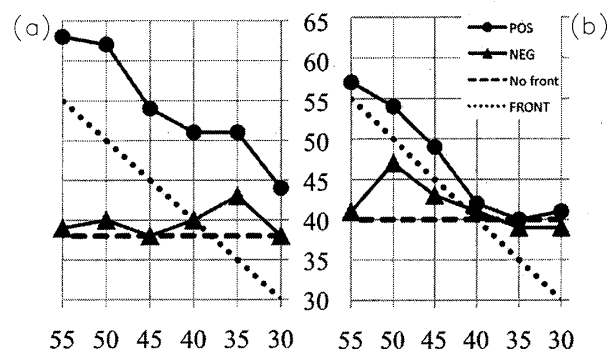


図 1. 「水惑星」実験にて冬半球環状モード変動の正 (●)・負 (▲) の各位相に典型的な 925hPa の a) 偏西風軸の緯度と b) ストームトラック軸の緯度 (移動性擾乱に伴う南北風分散の最大緯度) の海洋前線帯緯度 (横軸, 点線) への依存性. 破線は、海洋前線帯に伴う SST 勾配を除去し、一様な勾配を与えた場合の結果.