

北半球夏季季節内振動の北進のメカニズムに関する研究

理学系研究科 地球惑星科学専攻 中江寛大

1. はじめに

北半球夏季季節内振動 (Boreal Summer Intraseasonal Oscillation; BSISO)は、周期 20-90 日で大規模に組織化した対流がインド洋や西太平洋から北向きに伝播するという特徴を持つ。BSISO の北進メカニズムについては、これまでに様々な議論がなされているが未だ統一的な見解には至っていない。そこで、本研究では既存の北進メカニズムの中でも特に、SST の効果による熱力学場への影響(Fu and Wang 2004; FW04)と基本場の鉛直シアを通じた力学場への影響(Jiang et al. 2004; J04)の重要性を評価することを目的として、再解析データ ERA-Interim の解析を踏まえつつ、全球大気モデル NICAM による水平格子間隔 56 km での季節固定実験 (perpetual 実験)から調査する。

2. 観測・再解析データの結果

まず、観測・再解析データから BSISO の北進の基本構造を抽出し、先行研究で提唱されたプロセスについて検証する。BSISO の北進は、20-90 日の周期でフィルターした OLR 偏差(JJA)に対して Extended EOF (EEOF) 解析を適用し、その結果得られた位相空間をもとに対流イベントを追跡することで抽出した(e.g., Kikuchi et al. 2012; Takasuka et al. 2018)。図 1(a)に抽出した北進のラグコンポジットを示す。ベンガル湾付近で活発な対流が発生し、それが衰退していく様子が見て取れる。図 2 (a)はベンガル湾における北進と SST の関係を示している。この図から、太陽放射フラックス偏差の極大と潜熱フラックス偏差の極小→SST 偏差の極大、というプロ

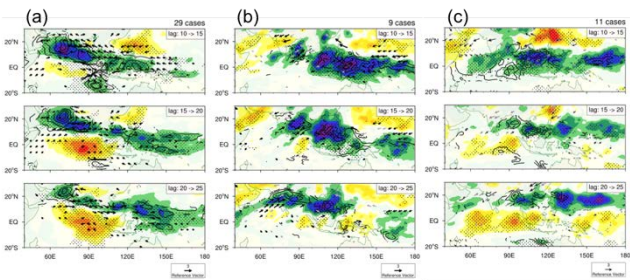


図 1 EEOF をもとに抽出した BSISO の北進のラグコンポジット。それぞれ、(a)観測・再解析データ、(b)CTL、(c)SSTFIX の結果を示している。

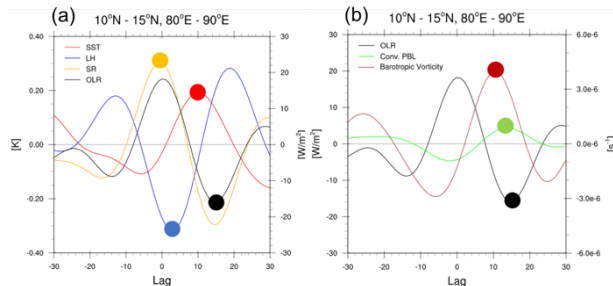


図 2 観測・再解析データから抽出した北進イベント時の、ベンガル湾における(a)SST、潜熱フラックス、太陽放射フラックス、OLR の偏差の時系列と(b)順圧渦度、境界層収束の偏差の時系列。

セスを経て OLR 偏差が極小となっていることが確認できる。つまり、赤道域での対流活動の応答によるベンガル湾での東風偏差が潜熱フラックスを減少させ、さらに太陽放射の増加も伴って SST が正偏差となり対流を北進させるという FW04 の理論が成り立っていることが確認できる。次に、図 2(b)から北進と順圧渦度偏差の関係を調べると、こちらも SST と同様に OLR 偏差極小値の前に順圧渦度偏差の極大→境界層収束の極大、という過程を経ており、J04 と整合的であることが確認できる。これらの結果から、観測・再解析データから FW04 と J04 の理論の両方が成り立っていることが確認された。これらのメカニズムの重要性を評価するために行った実験の結果を次に述べる。

3. NICAM の実験

本研究では季節固定実験を行い、季節内の変動のみに着目することで北進のメカニズムを調べた。まず、NICAM のデフォルトのスキームを用いて行った季節固定実験(CTL 実験)について結果を述べる。図 1(b)に CTL から抽出した北進を示している。ところどころに季節固定実験によるモデルのバイアスが見られていたが、観測・再解析データの結果と同様に、赤道東インド洋からベンガル湾に向かって北進していく様子を再現することができていた。また、CTL の北進のプロセスを調べると、図 2 と同様な結果を示し(図省略)、現実に近い BSISO の北進を再現することができた。次に、SST 正偏差の影響を評価するために SST を固定した感度実

験(SSTFIX)を行った。この実験では、CTL の計算の際に用いた海洋スキームを使用しておらず、下部境界条件として CTL から出力された SST データを与えて計算を行っている。図 1(c)に SSTFIX から抽出された北進を示している。SSTFIX でも観測・再解析、CTL と同様にベンガル湾での対流活動が確認できる。さらに、図 2(b)と同様に順圧渦度正偏差の先行も見られ(図省略)、J04 のプロセスを経ていることが確認された。さらに、渦度収支解析からこの順圧渦度がどのような効果でもたらされているかを調べると、J04 の結果と整合的に tilting の寄与が大きいことが分かった(図 3)。

4. まとめと考察

BSISO の北進の代表的な 2 つのメカニズムについて、観測・再解析データと NICAM による感度実験の解析から重要性を調べた。CTL、SSTFIX 実験の両方で北進が再現されたことから、BSISO の北進には SST 正偏差は必要条件ではないことが分かった。また、すべての解析結果で順圧渦度正偏差の先行が確認された。さらに、渦度収支解析から順圧渦度の tendency の正偏差によく対応しているのは tilting であることが分かり、J04 の結果と整合的であった。このことから、インド洋における北進には J04 が示すような鉛直シアの tilting による順圧渦度正偏差の先行が重要であることが示唆された。一方で、SSTFIX では観測・再解析、CTL の結果よりもベンガル湾における OLR 偏差の振幅が弱化しており、SST の効果が対流活動の強度の維持に影響していることが考えられる。

参考文献

- [1] Fu, X., and B. Wang, 2004: Differences of boreal summer intraseasonal oscillations simulated in an atmosphere–ocean coupled model and an atmosphere-only model. *J. Clim.*, **17**, 1263–1271.
- [2] Jiang, X., T. Li, and B. Wang, 2004: Structures and mechanisms of the northward propagating boreal summer intraseasonal oscillation. *J. Clim.*, **17**, 1022–1039.
- [3] Kikuchi K., Wang B., Kajikawa Y. 2012: Bimodal representation of the tropical intraseasonal oscillation. *Clim. Dyn.*, **38**, 1989–2000.
- [4] Takasuka, D., Satoh, M., Miyakawa, T., and Miura, H. 2018: Initiation processes of the tropical intraseasonal variability simulated in an aqua-planet experiment: What is the intrinsic mechanism for MJO onset? *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, **10**, 1047–1073.

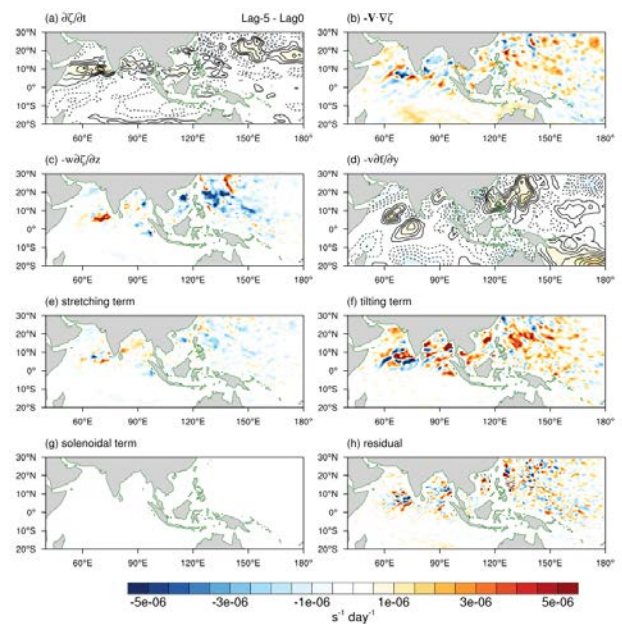


図3 SSTFIX 実験から抽出された北進の、Lag-5 – Lag0 における渦度収支解析の各項の偏差(1000 – 200 hPa で鉛直積分しており、順圧な成分のみを表示)。