

夏季アジアジェット上に見られる卓越変動の強制過程：NLBMを用いた数値実験

安井壮一郎^{*1}, 渡部雅浩²

1: 北大院・環境科学院, 2: 東大気候システム研究センター

1. はじめに

大規模な大気循環変動の予測可能性を理解するには、変動の力学を明らかにすることが本質的であるが、それに加えて強制過程(どこの SST 偏差や降水偏差が変動の極性決定にかかわっているか)を知ることも重要である。大気大循環モデル (AGCM) を用いた感度実験や AMIP 実験はそのために有用であるが、降水分布の系統誤差が避けられない AGCM では、中高緯度循環変動に対するソースの一つである非断熱加熱偏差の特定にも誤差が付きまとう。そこで、本研究では、乾燥大気の AGCM を作成し、客観解析から推定される比較的誤差の小さな非断熱加熱のヒストリを外から与えることで、循環場変動に対する効果的な強制源の特定および強制過程の探究を試みる。

2. モデルと実験

ここで用いるモデル (以下 NLBM と略) は球面上の乾燥大気プリミティブ方程式系にもとづくもので、CCSR/NIES AGCM の力学をベースにしている。解像度は T42L20 である。水蒸気および放射過程は含まず、地形と非断熱加熱 (凝結加熱と放射加熱) を外力として駆動される。境界層過程は Mellor-Yamada の乱流クロージャで計算されるが、地表モデルをもたないため、地表顕熱フラックスは参照気温への強い緩和という形で表現し、陸上/海上での粗度の違いを考慮する。粘性やレイリー摩擦などの消散項は AGCM に準じている。この種のモデルに与える非断熱加熱は熱力学方程式の残差項として求められることが多いが、本研究では JRA-25 再解析データの月平均出力を時間補間して用いる。データに人為的なギャップがあり、そのまま与えるとモデルは不自然な長期変動を生じるため、周期 10 年以上の成分を加熱データから除去した上で実験を行う。

各々 10 メンバーのアンサンブルからなる 2 種類の実験を行う。実験 HIST では 1979~2007 年の非断熱加熱のヒストリを、実験 CLIM ではその気候値をそれぞれ NLBM に与える。各メンバーについて 29 年分 (10585 日) の時間積分を行う。

3. 結果

まず、NLBM が妥当な平均場および変動をシミュレートしているかを調べた。平均的なチベット高気圧や下層モンスーン循環はよく再現されており、また擾乱活動の分布は、短周期擾乱 (ストームトラック) に帯状性が強く、長周期変動の振幅がやや小さいことを除けば、観測と似ている。潜在的予測可能性を CLIM と HIST で評価すると、CLIM ではメンバーが少ないことによる偽のわずかな予測可能性がある一方、HIST では熱帯域に高い S/N 比が、中緯度でも 20~30% 程度の潜在的予測可能性がある。これは、AGCM の AMIP 実験などから得られる値よりも若干大きく、循環場の誤差よりも加熱偏差を固定して与える影響の方が大きいことを示す。

次に夏季循環場の卓越変動に対する加熱変動のインパクトを見積もるために、ユーラシア大陸上 (0~150°E, 20~60°N) の夏季 (JJA 各月) 200 hPa 南北風 (V200) 偏差に対する EOF 解析を行った。JRA に見られるシルクロードパターンの変動とも

呼べる波列状偏差は、振幅が小さいものの分布、寄与率ともに NLBM でよく再現される (図 1)。これに付随する偏差場を日平均場から作成すると、波列は実際には circumglobal であり、ずっと上流の北米域から伝播した波束が部分的に順圧エネルギー変換により増幅して、極東域まで到達する様子が分かる。HIST における時係数から見積もられるこの変動の潜在的予測可能性は 39% と高く、アンサンブル平均時係数と加熱偏差との回帰から、中米東西での正偏差およびアジア域の負偏差が変動の符号決定に寄与する熱源偏差であると推定される (このとき日本付近は高気圧性偏差に覆われ梅雨が強化する傾向にある)。同様の解析を SST 偏差などに行うと、ENSO とは必ずしも対応しないものの、東部太平洋域に有意な偏差が見られる。この結果は、夏季熱帯太平洋の SST 変動が極東域の天候に及ぼすインパクトに、西部太平洋の積雲活動偏差を経由しない東向きルートがあることを示唆している。

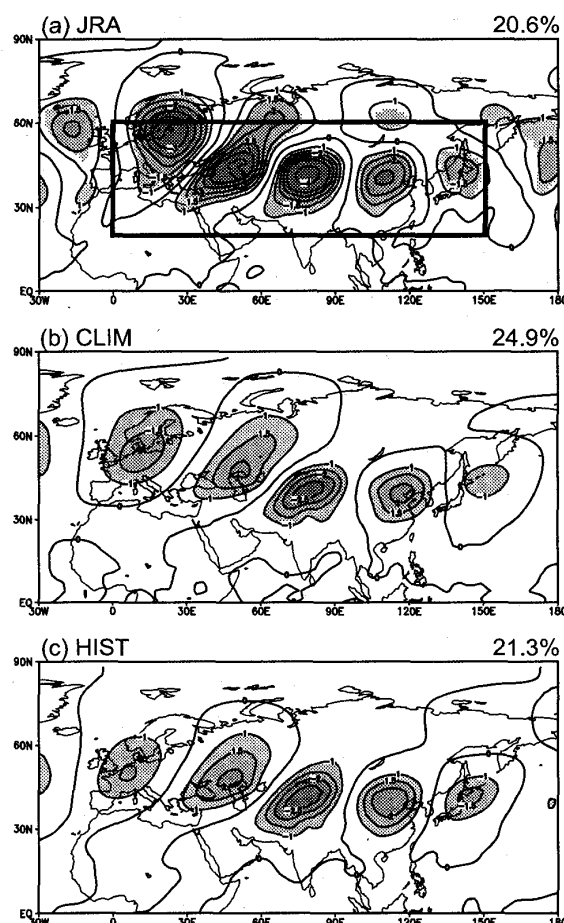


図 1. 北半球夏季の V200 偏差に対する EOF1 の分布。EOF はアジアジェット周辺域 (黒枠内) で計算。(a) JRA, (b) CLIM および (c) HIST. 等値線は 0.5 m/s ごと、各 EOF の寄与率を右肩に示す。