

# 加熱の鉛直構造に依存した熱帯不安定擾乱の特性の再考

\*林 未知也・伊藤 久徳(九大院理)

## 1 研究背景と目的

赤道に捕捉されて伝播する不安定擾乱の特性は、対流域における非断熱加熱の鉛直構造に強く依存する。Takahashi (1987) や Lau and Peng (1987) は、非断熱加熱が最大となる高度が低い/高いほど不安定擾乱の東進位相速度は遅く/速くなることを示した。しかし、熱帯不安定擾乱の東進性については赤道 Kelvin 波として理解されている。

本研究では、対流域の東進メカニズムについて議論した林・伊藤(日本気象学会 2012 年度秋季大会, B308)の発展として、非断熱加熱の鉛直構造に対する不安定擾乱の位相速度および成長率の依存性を調査し、東進性擾乱の不安定と東進のメカニズムを明確に示す。

## 2 モデルと結果

赤道  $\beta$  面線形静力学方程式系に、正のみの加熱(Lau and Peng 1987)を与え、数値積分を行った。すなわち、惑星境界層上端(高度 1 km)で上昇流であれば非断熱加熱が鉛直構造

$$\eta(z) = \eta_1 \sin(\pi z/15 \text{ km}) + \eta_2 \sin(2\pi z/15 \text{ km})$$

に伴い生じるが、そうでなければ生じないという非線形的なパラメタリゼーションである。

数値積分の結果、赤道に捕捉された不安定擾乱が、加熱パラメータ  $(\eta_1, \eta_2)$  に応じた位相速度と成長率を伴って出現した。パラメータ空間に対する位相速度を図 1 に描く。斜線と網掛の部分の境目に不連続な位相速度の変化が確認され、そこは成長率が極小となる領域と対応する(図略)。また、擾乱の位相速度や成長率と空間構造は、網掛部分で連続的に位相速度ゼロの停滞性擾乱へ変化している(図略)。

## 3 擾乱の不安定と東進のメカニズム

惑星境界層上端における実効静的安定度がゼロであるパラメータ領域を図 1 の点破線を示す。すなわち、斜線部分において対流域下層で静的安定であり、そこに対応する不安定擾乱は、位相速度・成長率・空間構造の特徴

を考慮すると、対流結合 Kelvin 波と整合的な不安定擾乱であると考えられる。

一方、網掛と黒塗の部分では、対流域において静的に不安定である。黒塗部分は明らかに静的不安定な停滞性の局所的対流である。また、黒塗と網掛の部分における擾乱の特性の連続性から、網掛部分は静的不安定を不安定の本質としており、対流結合 Kelvin 波と区別される東進性擾乱であることが理解される。

網掛部分に対応する擾乱は、静的不安定による局所的な対流運動と加熱への応答としての大規模運動との足し合わせである。その擾乱の成長率が熱帯のコリオリパラメータ程度の大きさ ( $\sim 1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ) であるため(図略)、大規模場の運動量方程式の時間微分項とコリオリ項は同じオーダーである必要がある。さらに大規模運動に長波近似などを施すことで、東進メカニズムは以下のように説明される: 惑星渦度ストレッチングによる相対渦度生成が対流域下層に西風傾向をもたらし、東側で下層収束傾向が起こるため、対流域は東進する。

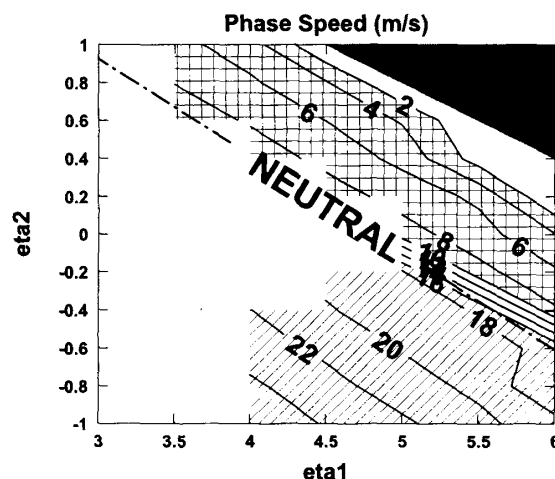


図 1. 加熱パラメータ空間(横軸  $\eta_1$ , 縦軸  $\eta_2$ )に対する熱帯不安定擾乱の位相速度 [ $\text{m s}^{-1}$ ]. 位相速度が  $16 \text{ m s}^{-1}$  以上を斜線,  $2 \text{ m s}^{-1}$  以上  $10 \text{ m s}^{-1}$  以下を網掛,  $0 \text{ m s}^{-1}$  を黒塗としている。実線が描画されていない部分は不安定擾乱が現れない領域である。ラベル「NEUTRAL」の付いた一点鎖線は惑星境界層上端における実効静的安定度がゼロの線であり、それより左下は静的安定、右上は静的不安定な領域である。