

*加藤亮平 (九大院・理)・杉山 耕一郎 (国立天文台)・中島健介 (九大院・理)

1 はじめに

木星大気には帯状構造、大赤斑・白斑など様々なスケールの渦、雷雲などといった大気現象がある。これらの生成・維持・消滅に関する力学的なメカニズムを解明するためには、大気の鉛直構造を知ることが必須であるが、これらに関する情報は非常に不足している。大規模渦の安定性すなわちコヒーレントさと持続性は主に鉛直構造に依存する。それ故、渦の安定性が木星のもっともらしい鉛直構造を推測するためのヒントとなる可能性がある。Williams(1996) は三次元モデルを用い、基本場の鉛直構造等のパラメータを広く変えつつ多数の数値実験を行い、大赤斑に匹敵する大きさの渦の生成・安定性について調べた。そのような実験の一つとしては、交互に変わる東西風(ジェット)を初期に与え、それが不安定を起こすことによって大赤斑のような大規模な渦が生じ、長時間安定に持続するというものがあった。しかし、長時間計算すると、大規模渦の風速や温度偏差は小さくなっていった。この原因としては、初期に与えたジェットの風速や温度場を維持するような強制が加えられていなかったことが考えられる。そこで本研究では、初期のジェットや温度分布を維持するような強制として、運動量や熱をさまざまな時間スケールで与えたときに、ジェットから生成される渦の性質に変化が見られるのかどうかを調べた。

2 数値モデルと実験設定

ブジネスク近似をしたプリミティブ方程式系に基づく、球面3次元数値モデルを作成した。境界条件は、東西方向は周期境界、南北方向は、赤道で対称性を仮定しフラックスなし、南側境界ではすべり無しフラックスなし、鉛直境界で摩擦無し・フラックス無しとした。計算領域は経度方向に180度、緯度方向は赤道から40°N、鉛直方向に深さ10000kmとし、格子点は100×40×20とした。基本場の鉛直温度構造は、温度は上部境界($z = 0\text{km}$)で最大で、下に行くにつれて小さくなり、約-500kmより下で一定となるよう与えた。すなわち、成層のある領域は上部約500kmであり、運動は主にこの領域で起こることになる。初期のジェットの南北分布は、緯度のサイン関数を区分的に組み合わせて南北に交互に変わるように与えた。ジェットの鉛直構造は、速度が

$z = 0\text{km}$ でゼロ、 $z = -100\text{km}$ で最大、 $z \sim -500\text{km}$ でゼロになるような双曲線正割関数(sech)を用いた。ジェットに付随する温度構造は、温度風の関係を満たすように与えた。強制に関しては、強制を加えない場合(NoForcing:NF)、運動量強制として東西方向の運動方程式に $-\frac{u_i - \bar{u}}{\tau}$ の項のみを加える場合(Momentum Forcing:MF)、熱強制として熱の式に $-\frac{T_i - \bar{T}}{\tau}$ の項のみを加える場合(Termal Forcing:TF)、両方の強制を加える場合(Both Forcing:BF)の実験を行った。ここで、 u_i, T_i はそれぞれ初期の東西風速、温度を表し、バーは東西平均を表す。また、 τ は緩和時間で30日、100日、300日、1000日の4種類を用いた。計算は0.02日のタイムステップで6000日行った。

3 結果

基本場を維持するための強制の違いによって、渦の振る舞いに違いが見られた。NFの場合(図1A)、22°Nを中心できた孤立渦の振幅は減衰していった。TF($\tau = 30$ 日)の場合(図1C)、coherentな渦自体が形成されなかった。MF($\tau = 30$ 日)の場合(図1B)とBF($\tau = 30$ 日)の場合(図1D)は、次々と渦が生まれ、長期間持続するような孤立渦は存在できなかった(BFの方が渦の活動は活発であった)。

発表では、緩和時間の違いによって生じる渦の振る舞いの違いについても触れる予定である。

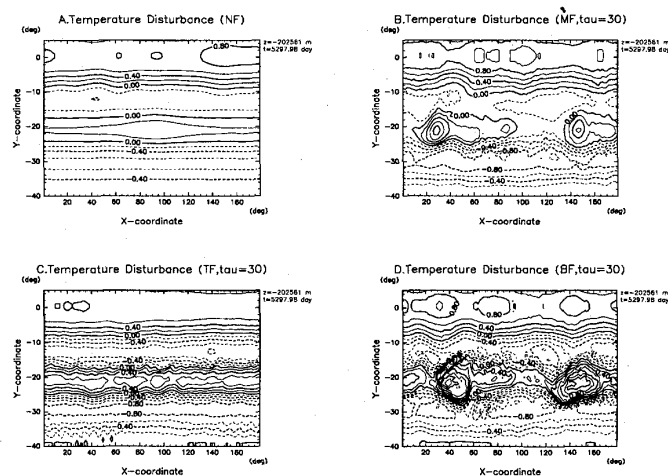


図1 温度偏差(5300日, $z = -200\text{km}$). NF(A), MF(B), TF(C), BF(D). conter-interval:0.2K.