

改良ラグランジュ平均座標系で記述する北半球極渦の時間発展

*富川喜弘(極地研)、佐藤薫(東大院理)、宮崎和幸(東北大)、岩崎俊樹(東北大)、柴田清孝(気象研)

1. 改良ラグランジュ平均

改良ラグランジュ平均とは、断熱保存量である渦位・温位を南北・鉛直座標に用いることで、保存過程(波動伝播等)と非保存過程(放射・摩擦等)を陽に分離する手法である。改良ラグランジュ平均では渦位の等値線に沿っての平均を用いるため、帯状平均では失われる極渦境界領域の急峻な構造を表現することができる。また、改良ラグランジュ平均は可逆的な波動平均流相互作用の影響を受けないため、時間的な平均操作をせずに不可逆な時間変化のみを取り出すことができ、大気循環場の不可逆な時間発展を記述するのに適している。本研究ではさらに、非保存過程を放射等に起因する非断熱過程と惑星波砕波等に伴う摩擦過程に分離し、それぞれの寄与について議論する。

2. 北半球極渦の時間発展

非断熱加熱のデータを得るため、解析には気象研/気象庁大気大循環モデル(MRI/JMA 98 GCM)のデータを欧州中期予報センター再解析データ(ERA-40)でナッジングしたものを用いた。図1は、10 hPaにおける帯状平均東西風と気温の時間緯度断面図である。極渦の発達に伴う極域の降温・帯状平均東西風の加速と、2度の突然昇温(12月と2月)に伴う極域の昇温・帯状平均東西風の風向逆転が見られる。また、12~2月にかけて亜熱帯域から高緯度域に向かって帯状平均東西風の偏差(極夜ジェット振動)が伝播する様子もかすかに見られる。

図2はそれぞれ、(a)改良ラグランジュ平均質量の時間変化に対する(b)非断熱過程に伴う水平質量フラックス収束、(c)非断熱過程に伴う鉛直質量フラックス収束、及び(d)摩擦過程に伴う水平質量フラックス収束の寄与を表している。9月から11月にかけての極渦の発達は、極渦内の正の質量時間微分(図2a)で特徴付けられ、それは非断熱過程に伴う水平質量フラックス収束(図2b)によってもたらされていることがわかる。12月と2月に見られた突然昇温に伴う強い負の質量時間微分(図2a)は、いずれも非断熱過程に伴う水平質量フラックス収束(図2b)と摩擦過程に伴う水平質量フラックス収束(図2d)によってもたらされている。また、極夜ジェット振動の極向き伝播は正・負の質量時間微分の極向き伝播によって表されるが、非断熱過程に伴う水平質量フラックス収束(図2b)、非断熱過程に伴う鉛直質量フラックス収束(図2c)、及び摩擦過程に伴う水平質量フラックス収束(図2d)の全ての要素の組み合わせによって実現されていることがわかる。発表では、それぞれの要素の物理的な意味付けと、それに基づく上記3つの現象の時間発展に対する解釈について述べる。

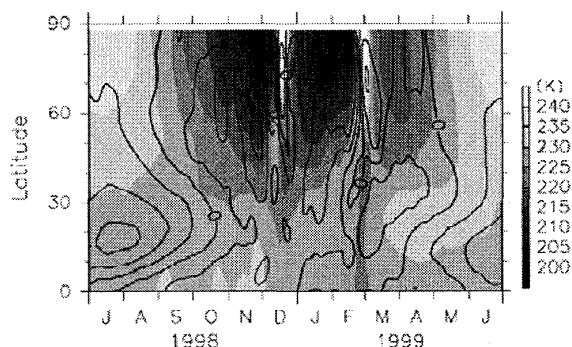


図1: 10 hPaにおける帯状平均東西風(等値線)、及び気温(陰影)の時間緯度断面。等値線間隔は 10 m s^{-1} 。

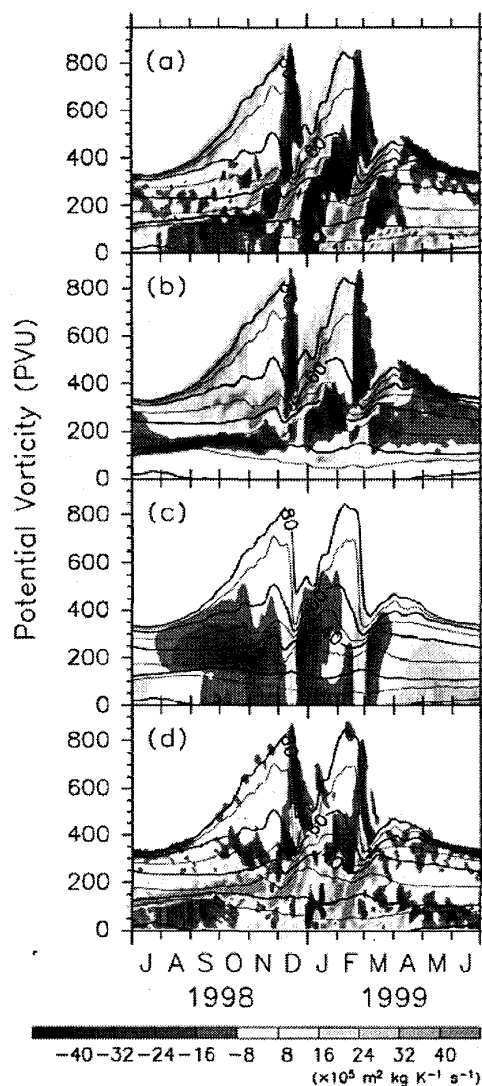


図2: 850 Kにおける(a)改良ラグランジュ平均質量の時間微分、(b)非断熱過程に伴う水平質量フラックス収束、(c)非断熱過程に伴う鉛直質量フラックス収束、及び(d)摩擦過程に伴う水平質量フラックス収束の時間渦位断面。等値線は10度間隔の等価緯度。