

湾流に対する大気応答の浅い加熱モードと深い加熱モード(II)

見延 庄士郎, 宮下 昌人(北大・院・理), 吉田 聡 (JAMSTEC, 地球シミュレータセンター),

時長 宏樹, 謝 尚平(ハワイ大, IPRC)

はじめに

海洋の大規模フロントが大気境界層のみならず, その直上の対流圏全体に応答を引き起こしていることが最近明らかになった. 特に Minobe et al. (2008) は, 湾流が年平均場の大気に対流圏上層に達する影響を及ぼしていることを明らかにした. さらに見延ら(2008 年秋季大会)は, 湾流の大気応答は冬季と夏季に明瞭な相違を示すことを報告した. 冬季には湾流の離岸後 (以下 Gulf Stream Proper と呼ぶ) に大気応答が明瞭で, その鉛直構造は大気境界層とその少し上に集中する. 夏季には湾流の北米大陸からの離岸前後 (以下 Florida Current と呼ぶ) に大気応答が顕著で, その鉛直構造は対流圏上層にいたるまで湾流の構造を強く反映する. 今回はさらに, 衛星観測による雲・雷分布, 船舶等観測による海面気圧を含め, より総合的な知見を報告する (Minobe et al. J. Climate, in press). 本要旨では特に, JRA/JCDAS による非断熱加熱の分布について述べる. 解析期間は 2002 年 1 月から 2006 年 2 月である.

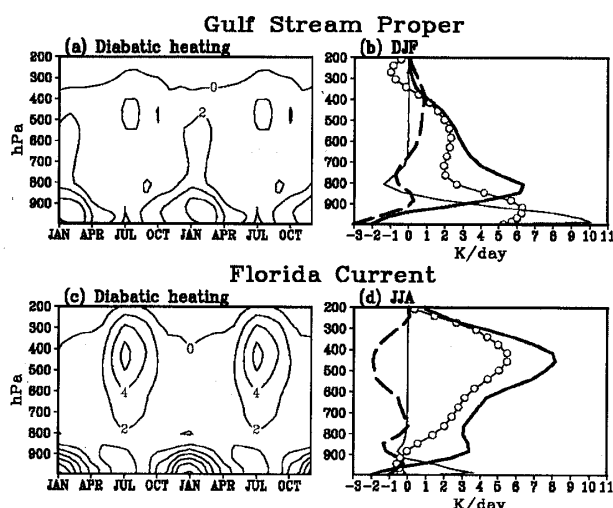


図 1. Gulf Stream Proper (上段) と Florida Current (下段) における, (a) (c) 全非断熱加熱の季節進行と, (b) 冬季と (d) 夏季の非断熱加熱の各成分の鉛直分布. パネル (a) (c) での等値線間隔は 2 K/day である. パネル (b) (d) の各成分は, 全非断熱加熱 (○がついている線), 対流に伴う潜熱加熱 (太実線), 大規模凝結に伴う潜熱加熱 (太破線), および顕熱加熱 (海洋表面からの顕熱加熱と鉛直拡散による加熱) (細実線) である.

結果と議論

JRA/JCDAS の非断熱加熱分布は, Gulf Stream Proper と Florida Current では異なる季節性を示す. Gulf Stream Proper (離岸後) では, 冬季に大気境界層とその直上にかけ

て強い加熱があり, これは顕熱および対流に伴う潜熱加熱による (図 1ab). 一方 Florida Current (離岸前後) では, 冬季の大気境界層内の加熱に加えて, 夏季に対流圏中層に極大を持つ (図 1c). この夏季の加熱では, 対流に伴う潜熱加熱が支配的である (図 1d). これと整合的に衛星観測による対流圏上層の雲・雷分布も, 夏季湾流上で顕著に増大する.

湾流域を含む北大西洋中緯度において, 非断熱加熱の鉛直プロファイルは, 対流圏下層と対流圏中層の二つの高度域で最大値を取るという明確な二山構造 (bimodal structure) を示す (図 2a). それぞれの最大高度域について平均した, 各非断熱加熱成分の鉛直構造は, 最大高度が低い場合 (図 2b) は Gulf Stream Proper での冬季の分布と (図 1b), 最大高度が高い場合 (図 2c) は Florida Current での夏季の分布と (図 1d) よく一致している.

以上の結果から非断熱加熱の加熱の bimodality が, 湾流域の大気応答の異なる季節・空間分布の背後にあると結論できる. 従来の海流に対する大気応答の解析では, QuikSCAT で観測される海上風を大きな手掛かりとしていた. しかし深い加熱応答では表面風速に強い信号が見られるとは限らない. 事実, 我々は梅雨期の東シナ海の降水・上昇風などの分布が, 黒潮の影響を受けといることを見出したが (2009 年秋季大会), QuikSCAT 風速に対応する信号は見られない. したがって, 海流に対する深い加熱モードの発見は, 海流および海洋フロントに対する大気応答の研究の枠組みを一段と広げるものであると言える.

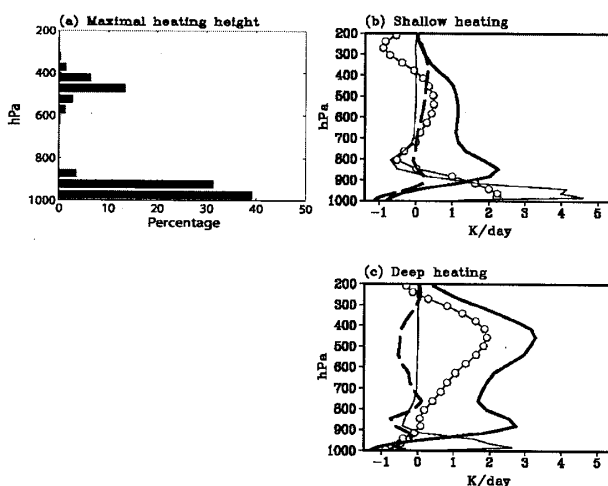


図 2. (a) 陸上を除く 25°–50°N, 90°–20°W の各グリッド点の月ごと気候値で, 全非断熱加熱が最大となる高度のヒストグラム, および非断熱加熱の最大高度が (b) 700 hPa より高い場合と (c) 700hPa よりも低い場合で平均された加熱分布. パネル (b) (c) の線種は図 1bd と同じである.