

黒潮親潮続流域に見られる十年規模変動の季節性

望月 崇・木田 秀次 (京都大学 理学研究科)

1 はじめに

北太平洋十年規模変動に対する変動仮説として最も有力なのは、中緯度大気海洋結合系で閉じた説明 (Latif and Barnett 1994, 1996) であり、大規模な風応力偏差 (e.g., Aleutian Low の強さ) に対する数年規模での海洋亜熱帯循環の強さの変動 (海洋中の傾圧ロスビー波による gyre spin up) が時間スケールを決定するような重要なプロセスである (e.g., Miller et al. 1998; Münnich et al. 1998; Deser et al. 1999; Venzke et al. 2000; Xie et al. 2000; Seager et al. 2001). 一方で、何がその大規模な風応力偏差場を形成するかが、大きな問題として残っている. 最近の研究ではその有力な候補として黒潮親潮続流 (KOE) 域の海面水温 (SST) 偏差が挙げられていて (e.g., Pierce et al. 2001; Seager et al. 2001; Schneider et al. 2002), 一般的にも SST 正偏差に対する中緯度大気応答は東側 (下流側) の高気圧偏差形成とされてきた (e.g., Palmer and Sun 1985; Lau and Nath 1990; Wallace et al. 1990; Ferranti et al. 1994). しかしその応答の様子は、大気側の背景場の違い¹, すなわち季節 (むしろ月) に非常に強く依存することが、AGCM を用いた詳細な数値実験から指摘されている (e.g., Peng et al. 1997, 1999)². よって、KOE 領域における十年規模 SST 偏差のより詳細な月々変動 (季節規模の増幅/減衰) と支配的な物理過程、及びそれに伴う大気海洋間の熱交換量偏差の振る舞いを調べることは非常に重要である. そのために本研究では、3次元バルク混合層モデルを用いて、十年規模変動に関する海洋混合層の熱収支バランスについて調べた.

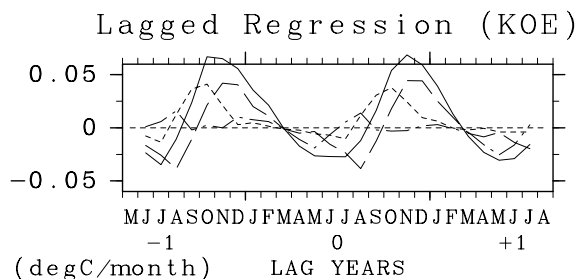


図 1: KOE 領域平均した年平均 SST の十年規模変動時系列に対する、ML4 の水温方程式各項の各月の十年規模変動時系列のラグ回帰係数. $[H\partial T/\partial t]'$ (実線), $-[Hu \cdot \nabla T]'$ (破線), $-[w_e \Delta T]'$ (点線), $-Q'_{sfc}/c_{po}\rho_o$ (鎖線). いずれも各月の混合層の深さ (気候値) で割って、SST 時間変化率の単位にした.

¹ ストームトラックと SST 偏差の微妙な位置関係の違いや、西風ジェット的位置の違い.

² 例えば、背景場 1 月では鉛直減衰する低気圧偏差が、同 2 月では等価順圧な高気圧偏差が現れるとされている.

2 数値実験

いくつかの水温予報式 (ML1, ML2...), 例えば,

$$ML1) \quad \overline{H} \frac{\partial T'}{\partial t} = -\frac{Q'_{sfc}}{c_{po}\rho_o} + \varepsilon,$$

$$ML4) \quad \left[H \frac{\partial T'}{\partial t} \right]' = -[Hu \cdot \nabla T]' - [w_e \Delta T]' - \frac{Q'_{sfc}}{c_{po}\rho_o} + \varepsilon,$$

を用いて、大気要素の Daily データ (NCEP 再解析 1950-99) を海面で与え続けた 50 年積分結果を比較した.

3 結果

KOE 領域の十年規模 SST 偏差は、9-10 月頃の混合層底面でのエントレインメント過程による熱輸送量偏差³と 11-12 月頃のエクマン南北流による熱輸送量偏差によって季節規模で増幅し、4 月以降は局所熱減衰率の時間スケールで減衰する (図 1). 気温偏差などによる大気からのローカルな熱強制も確かに強いけれども (図 2a), 秋季のエントレインメント過程による強い鉛直熱輸送量偏差のため、KOE 領域においては局所熱減衰率偏差がそれを打ち消したり上回ったりして、海面熱フラックス偏差はむしろ SST 偏差を減衰させる方向に働く (図 2b). SST 偏差が極大の冬季大気海洋結合が一般に注目されるが、秋季の海面熱フラックスの振る舞いも重要である. 海面熱フラックス (NCEP 再解析) のデータ解析からも図 2b と似た結果が得られる (図略).

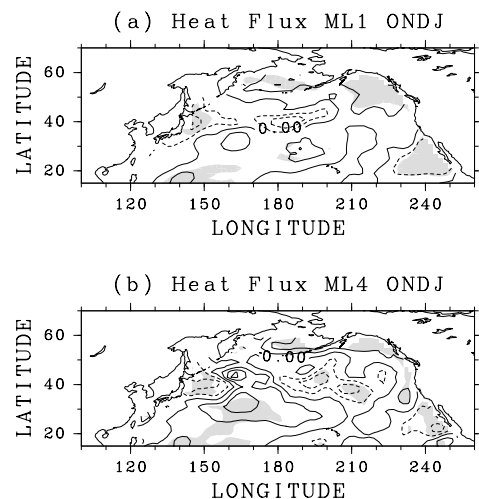


図 2: (a)ML1 と (b)ML4 の海面熱フラックス (前年 10-当年 1 月平均) の十年規模偏差 (上向き正). 十年規模偏差とは [1978-82 及び 1990-94 年平均 SST 偏差から 1984-88 年平均 SST 偏差をひいたもの] として定義した合成値. 等値線間隔は $5W/m^2$ で、実線と点線は正值と負値. 影は合成値が 90% 信頼限界で有意な領域.

³ 主要なプロセスはいわゆる局所的な水温偏差の再帰過程 (Alexander and Deser 1995; Alexander et al. 1999) である.