

黒潮続流域の海面水温前線に対する大気境界層の応答: 領域大気モデル実験

* 田口文明¹, 中村尚^{2,3}, 謝尚平⁴, 野中正見³, Yuqing Wang⁴

1. 地球シミュレータセンター 2. 東大院理学系研究科 3. 地球環境フロンティア研究センター 4. ハワイ大 IPRC

1 はじめに

中緯度大気海洋相互作用の観点から、西岸境界流に伴う海洋前線が大気へ及ぼす影響が注目されている。日本近海の黒潮続流域においても、続流とその蛇行に伴う海面水温の前線・中規模構造が大気境界層の構造に及ぼす影響が、船舶による GPS ラジオゾンデ観測から明らかになりつつある (Tokinaga et al. 2006, 小橋ら 2007)。しかしながら、これらの観測が実施された冬季における黒潮続流域は総観規模擾乱が活発な海域であり、限られたゾンデ観測プロファイルを用いて、海面水温から大気への影響を抽出するのは困難である。そこで、海面水温に対する大気境界層の応答をある程度良く再現できる大気モデルによる数値実験とゾンデ観測データを併用することにより、海洋から大気への影響を評価することが有効だと考えられる。本講演では、Tokinaga et al. による 2003-04 年冬季の観測に合わせて実施した大気領域モデルによる hindcast 実験の結果と、海洋の前線構造を南北に平滑化した海面水温境界条件による実験の結果を報告する。

2 2003-04 年冬季 hindcast 実験

用いたモデルは、IPRC 領域大気モデル (Wang et al 2003) で、黒潮続流域を含む北西太平洋の領域 (15-70°N, 120°E-150°W) を水平 0.5° 解像度、鉛直 29σ レベルでカバーする。NCEP/NCAR 再解析の 6 時間データによって側面境界を束縛することにより、現実的な総観規模擾乱がモデル領域内に再現され、モデル結果とゾンデ観測の直接比較が可能になる。モデルの下部境界条件は、黒潮続流や中規模渦を解像する解像度 (0.25°) を持つ衛星マイクロ波観測 (AMSR) による週平均の海面水温解析値を時間内挿して与え、積分は 2003 年 10 月から 2004 年 4 月まで実施した。領域モデルによる 2003-04 年冬季の hindcast 実験は、Tokinaga et al. によって観測された海面安定度に対する大気境界層の鉛直構造の違いを概ね良く再現した (図 1)。すなわち、海面安定度が不安定な場合は、風速や温位がほぼ一様な混合層が高度 2km 程度まで到達するのに対し、安定時には、約 850hPa より下層で顕著な風速シアが形成される。ゾンデ観測期間において、これらの安定度の違いは、主に低気圧擾乱通過による寒気移流によりもたらされ、SST 手主導の安定度変化は一部のプロファイルを除いて顕著ではなかった。

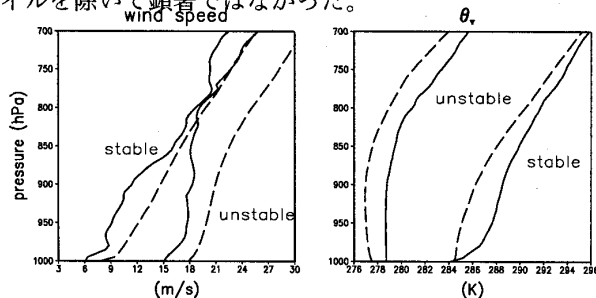


図 1. 風速 (左) と仮温位 (右) の鉛直分布合成図。37°N に沿ったゾンデ観測 (実線) と領域大気モデルによる結果 (点線)。合成図は表面安定度による (stable: $T_s - T_a < 1.0$, unstable: $T_s - T_a > 5.0$)。

3 海面水温前線に対する熱フラックスの応答

ゾンデ観測データのみからでは抽出が困難であった海面水温の前線構造に対する大気の応答を抽出するために、上述の hindcast 実験の参照実験として、南北 10° のガウスフィルターにより海洋の前線構造を平滑化した海面水温境界条件を用いた実験を行なった。図 2 に顕熱フラックスの瞬間値を示す。両実験で同じ NCEP の側面境界条件を用いているため、同程度の強さをもつ低気圧擾乱が、ほぼ同じ位置を通過している。低気圧に伴う寒気移流により海面付近の安定度が不安定になり、日本海及び日本南岸、房総沖で顕熱フラックスが海から大気へ放出される。平滑化実験では顕熱フラックスが大気の総観規模の水平スケール (>1000km) を持つのに対し、hindcast 実験では、顕熱フラックスが房総沖の黒潮続流前線の南側に集中化した構造が見てとれる。寒気吹き出しの位置によっては、顕熱フラックスが親潮前線の南で極大をとることもある。大気の寒気移流がこのような海面水温前線を感じることで、海面水温前線を解像した hindcast 実験は平滑化実験に較べて、顕熱フラックスの平均場、変動場ともに大きくなる。講演時には、このように局在化した海面熱フラックスの影響が大気境界層に及ぼす影響について議論する。

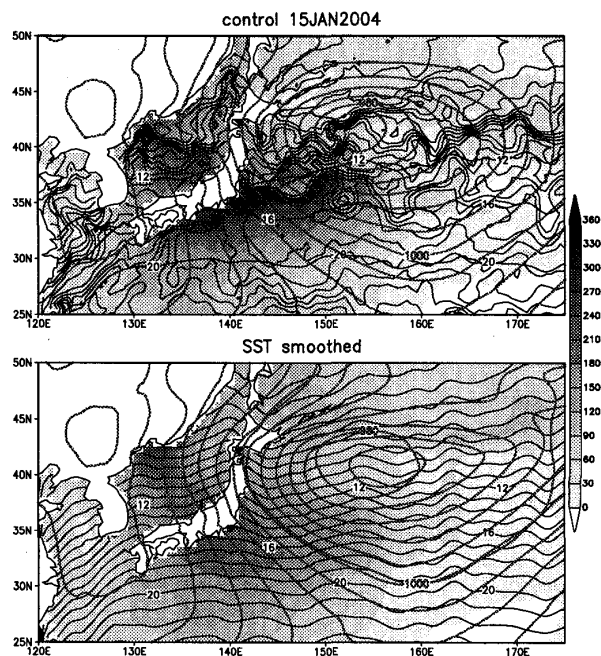


図 2. 領域大気モデルによる顕熱フラックス (陰: W/m^2)、海面水温 (黒実線; 1° 毎) 及び海面気圧 (灰点線; $4hPa$ 毎) の瞬間値 (2004 年 1 月 15 日)。上段は AMSR 海面水温で駆動した control 実験、下段は平滑化実験。