

冬季黒潮続流における海面水温フロント上での GPS ラジオゾンデ観測

* 時長 宏樹¹・谷本 陽一¹・野中 正見²・田口 文明³・深町 知宏⁴・謝 尚平³・中村 尚⁵

渡邊 朝生⁶・安田 一郎⁵

(1: 北大院地球環境, 2: 地球環境フロンティア, 3: ハワイ大 IPRC/気象学科, 4: 気象庁気候・海洋気象部,

5: 東大院理, 6: 中央水研)

1. はじめに

中緯度帯における海盆スケールの海上風速と海面水温の関係は、時間変動場において海上風速が強い(弱い)領域で海面水温が低い(高い)という空間構造によって特徴付けられてきた。これは風速変化に伴う潜熱放出が海面水温の変化に大きく寄与しており、大気から海洋への強制が中緯度帯において支配的であることを示唆している。一方、黒潮続流では、海面水温フロントの冷(暖)水側で海上風速が弱い(強い)という空間構造の存在が近年の高解像度人工衛星観測データによって明らかになった(Nonaka and Xie 2003)。このような空間構造は潜熱放出の原理では説明することができず、黒潮続流において海上風速が海面水温の分布によって変調を受けていることを示唆している。しかしながら、大気客観解析データや人工衛星観測データでは大気境界層内の熱的な鉛直構造を詳細に調べることができない。そのため、海面水温フロント域に見られる海面水温と海上風速の関係が大気境界層内のどのようなプロセスによって成り立っているかは観測的に示されてこなかった。本研究は GPS ラジオゾンデ観測を黒潮続流で行い、海面水温フロント近傍での気圧・気温・湿度・風向風速の鉛直構造を調べることを目的とする。

2. データ

GPS ラジオゾンデ観測は水産庁の漁業調査船である照洋丸および開洋丸の協力を得て、2003年12月19日から2004年1月8日(照洋丸:計40測点)までと、2004年2月24日から2004年3月17日(開洋丸:計78測点)までの2つの期間に分けて行った。GPSゾンデセンサーはVaisala社のRS80-15GHとRS92-SGPを使用し、受信機はDigiCORA MW11とDigiCORA MW21を使用した。100km程度の空間スケールを持つ海面水温フロントが大気側へ与える影響を調べるために、黒潮続流においては緯度経度約0.5度間隔でGPSラジオゾンデ観測を実施した。ここでは風向風速データの取得率が良かった開洋丸データを使用した。

3. 開洋丸観測の結果

北緯30-37度のGPSラジオゾンデ観測データのうち(計68測点)、海面水温と海上気温の差($T_s - T_a$)が1°Cよりも小さいとき(破線:24測点)と、5°Cよりも大きいとき(実線:25測点)の仮温位と風速の合成図を図aおよび図bに示す。全ての値を高度1500mのそれぞれの値からの差にしてプロットしている。また、 $T_s - T_a$ は海面付近の大気安定度の指標の1つであり、観測期間を通して海面水温が高い(低い)海域で $T_s - T_a$ も大きくなるという有意な正の相関関

係が見られた。

$T_s - T_a < 1^\circ\text{C}$ のときは仮温位が高度ともに増加しており大気境界層が安定な状態を示しているのに対し、 $T_s - T_a > 5^\circ\text{C}$ のときは仮温位が高度約600mまでほぼ一様になっている(図a)。仮温位の鉛直変化率に違いが見られたのは高度1300m(約850hPa)までだったことから、海面付近の大気安定度の影響がその高度まで及んでいたと考えられる。一方、風速の鉛直分布は高度約600mよりも下層で安定度によって差が見られ、 $T_s - T_a < 1^\circ\text{C}$ ($T_s - T_a > 5^\circ\text{C}$)のときは風速の鉛直シアが大きく(小さく)なっている(図b)。その結果、高度1500mの風速を基準値としてみた海上風速は $T_s - T_a > 5^\circ\text{C}$ のときの方が $T_s - T_a < 1^\circ\text{C}$ のときよりも約 4 m s^{-1} 大きくなっている。

4. 考察

今回の観測によって得られた風速と仮温位の鉛直分布は、黒潮続流において鉛直混合メカニズムが作用していることを示唆している。大気安定度が大きい(小さい)場合は大気境界層内の鉛直混合が抑制(促進)され、運動量の混合も抑制(促進)される。その結果として、海上風速は周辺よりも小さく(大きく)なり、図bに示すように大気安定度が大きい(小さい)ときに風速の鉛直シアも大きく(小さく)なると考えられる。この観測事実は、黒潮続流における大気と海洋の関係が一方通行ではなく、双方向であることを示唆している。ただし、風向風速データは総観規模擾乱の影響を含んでいる可能性があるため、今後も観測数を増やしていくことが課題として挙げられる。

[謝辞] GPSラジオゾンデ観測にご協力をいただいた水産庁漁業調査船 照洋丸および開洋丸の皆様、東京大学海洋研究所海洋大気力学分野の石川浩治・技術専門員に心よりお礼申し上げます。

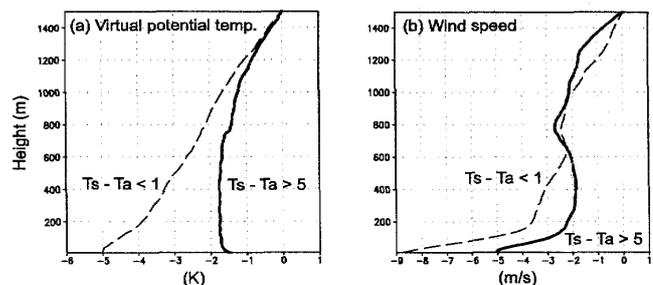


図 北緯30-37度のGPSラジオゾンデ観測データ(開洋丸)から得られた(a)仮温位と(b)風速の鉛直分布の合成図。実線(破線)は $T_s - T_a < 1^\circ\text{C}$ ($> 5^\circ\text{C}$)のときの高度1500mの値からの差を示す。