

## 黒潮続流海域における大気海洋相互作用の観測

講演者 根田 昌典 (理学研究科 地球物理学教室)

報告者 仮野 靖 (理学研究科 地球物理学教室 M1)

西岸境界流は「低緯度域から中緯度域に膨大な熱を運んで地球の気候を調節する」という役割があると言われており、黒潮とその下流の黒潮続流では従来から冬季に膨大な海面熱放出があると言われていた。黒潮続流域の大気と海洋の変動はエルニーニョ南方振動(ENSO)による大気の強いシグナルを受け、低緯度域の大気の影響を受動的に受けると考えられてきた。中緯度域の変動について、相関解析によって海面気圧(SLP)と海面水温(SST)の関係が指摘されているが、相関解析に頼ると ENSO のシグナルに隠れてしまうため中緯度変動の独立性はよくわかっていない。最近になって米国 CRIVAR(Climatic Variability and Predictability)では「西岸境界流における大気海洋相互作用が 10 年以上の時間スケールの気候の予測に重要」と言われるようになり、黒潮続流域の海面熱フラックスパターンの相関解析を用いない研究が注目されるようになった。中緯度変動の独立性が注目されるきっかけになったのが Pacific Decadal Oscillation(PDO)の研究であり、PDO 指標は北太平洋(20 度以北)の月平均海面温度の第一主成分で表されるものである。しかし、PDO 指標は日本近海水温の変動と必ずしも一致しているとは限らない。黒潮続流域における海面の熱・運動量フラックスが中緯度の気候・海洋の循環にどの程度影響を与えているかはまだわかっていない。

黒潮続流フロントを挟んで南北にそれぞれ位置している KEO、JKEO ブイ(図1)により大気・海洋の状態の観測が行われている。

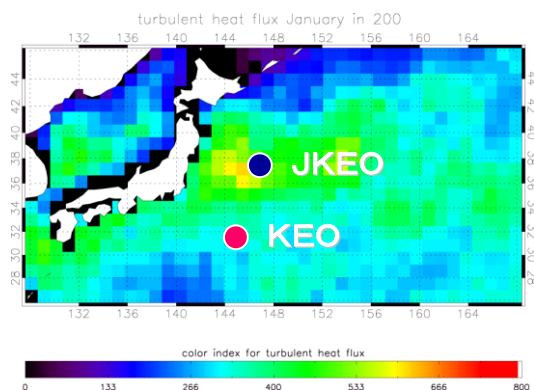


図1、2000年1月における顕熱+潜熱フラックスの月平均値の分布

黒潮続流フロントの南北では大気・海洋の各パラメーターは強いコントラストがあるにも関わらず、海面熱フラックスの変動は似ている（図2）。

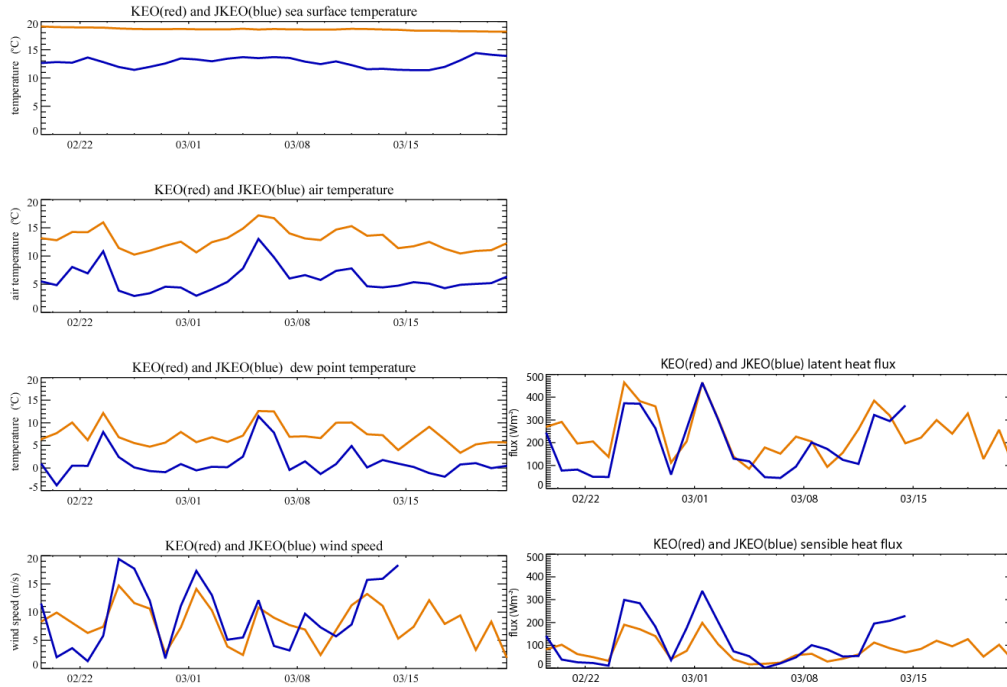


図2、左上から順に SST、大気温、露天温度、風速、潜熱フラックス、顕熱フラックスの時系列。赤が KEO、青が JKEO における値を示している。

なぜ図2のように黒潮続流フロントの南北で海面熱フラックスがシンクロするのかを調べるために、潜熱フラックスを導くバルク式を以下のように式変形し、4つの項に分けて解析した。

$$\begin{aligned}
 Q &= \ell \cdot \rho \cdot C_e \cdot (q_s - q_a) \cdot U \\
 &= \ell \cdot \rho \cdot C_e \cdot (\bar{q}_s - \bar{q}_a - (q'_s - q'_a)) \cdot (\bar{U} + U') \\
 &= \ell \cdot \rho \cdot C_e \cdot \{ (\bar{q}_s - \bar{q}_a) \cdot \bar{U} \quad (i): bias \\
 &\quad - (q'_s - q'_a) \cdot \bar{U} \quad (ii): \Delta q \text{ anomaly} \\
 &\quad + (\bar{q}_s - \bar{q}_a) \cdot U' \quad (iii): U \text{ anomaly} \\
 &\quad - (q'_s - q'_a) \cdot U' \} \quad (iv): ignored
 \end{aligned}$$

KEO、JKEO ブイにおける潜熱フラックス、(i)、(ii)、(iii)、及び風速の時系列を示したものが図3である。

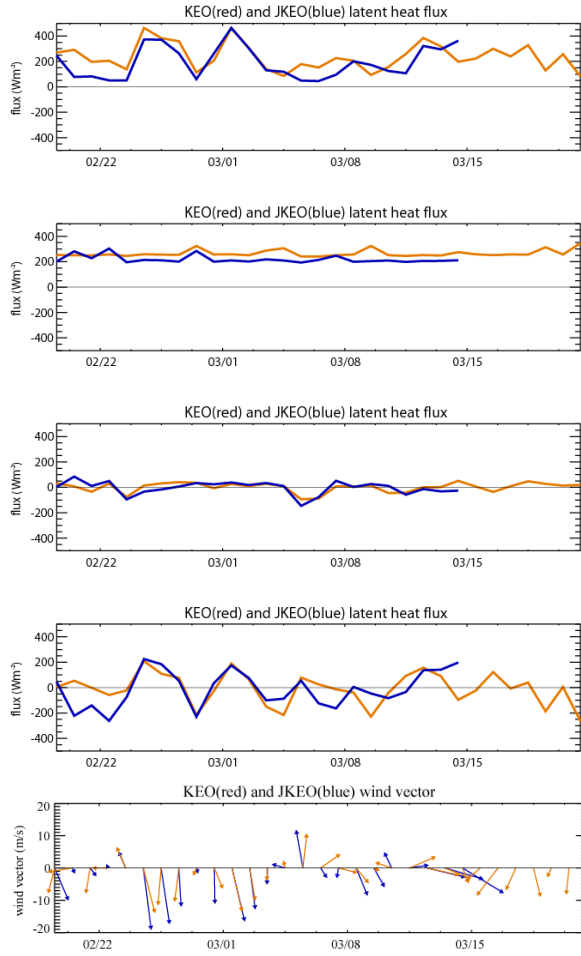


図 3、上から順に、潜熱フラックス、(i)、(ii)、(iii)、風速の時系列。赤が KEO、青が JKEO における値を示している。

図 3 を見ると、北風が吹いているときに(iii)の項が KEO と JKEO で同様な変動をしており、JKEO から KEO に向かって大気の流れがみられ、急速に一次元的に大気が調節されていると考えられる。

次に、JKEO と KEO の熱フラックスの空間偏差をとり、以下のように式変形する。

$$\begin{aligned}
 & Q^{JKEO} - Q^{KEO} \\
 &= l\rho C_e(q_s^{JKEO} - q_a^{JKEO})U^{JKEO} - l\rho C_e\{(q_s^{KEO} - q_a^{KEO})U^{KEO} \quad (i) \\
 &\approx l\rho C_e\{(q_s' - q_a')U^{KEO} \quad (ii) \\
 &\quad + (q_s^{KEO} - q_a^{KEO})U' \quad (iii) \\
 &\quad + (q_s' - q_a')U'\} \quad (iv)
 \end{aligned}$$

(i)は熱フラックスの空間偏差、(ii)は比湿(気温)差の空間偏差の影響、(iii)は風速の空間偏差の影響を表しており、潜熱フラックス・顕熱フラックスについてそれぞれ(i)、(ii)、(iii)の項の時系列を示したのが図 4 である。

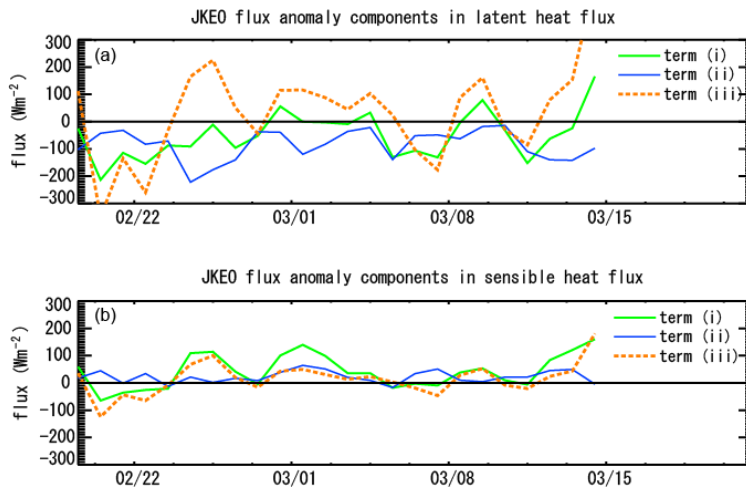


図4、上式の(i)、(ii)、(iii)項の時系列。上図が潜熱フラックス、下図が顕熱フラックス。

図4を見ると、(ii)項と(iii)項が相殺していることがわかる。JKEOでは大気温が低いいため比湿差は小さいが風が強い、一方KEOでは大気温が高いため比湿差は大きいですが風が弱い。このため、図4のように(ii)項と(iii)項が相殺し、黒潮続流フロントを挟んだ南北で海面熱フラックスが見かけ上ほぼ同じ変動をする。

このように黒潮続流フロントを挟んで海面熱フラックスが相似的な変動をすることは、強い北風が吹いている場合に起こる。このフラックスパターンは数日スケールの変動で断続的に起こり、このときの熱放出量が圧倒的に大きいため、季節平均すると北風時の影響が目立って残る。

JKEOブイからKEOブイへ大気の流れによって気団変質が起こるために黒潮続流フロントの南北で海面温度や海上気温に強いコントラストがあるにもかかわらず、乱流熱フラックスがほぼ同じ値になる。このことから考えると、月平均スケールの持続的な偏差パターンが存在するというよりは、数日程度の短いスケールの変動の発生頻度が季節的なフラックスパターンを決めている可能性が高い。

解析に用いる大気海洋相互作用パラメーターはそもそも現実的なものなのかという疑問がある。乱流熱フラックスを導くにはいくつかの方法があり、バルク法を用いた場合、スキームごとに異なるバルク係数のために研究者によって推定値が異なってしまう。そのため冬季黒潮続流領域の熱・運動量フラックスの直接観測を行っていく必要があり、フラックスの推定値同士の比較による議論をしていくべきである。乱流熱フラックスの直接観測を行うことにより、海洋と大気のインターフェイス部分の役割を定量的に評価することへの貢献を目指す。