

全球 SST の経年変動に及ぼす海面熱フラックスの効果について

富田智彦 (熊本大学理学部)

1. はじめに

海面水温 (SST) は、海洋表層混合層の平均水温と定義でき、その傾向方程式は、例えば Qiu (JPO, 2000) や Tomita et al. (JMSJ, 2002) などに詳しく示されている。SST の時間変動は、主に海面熱フラックス、エクマン流による温度移流、地衡流による温度移流、鉛直混合、拡散の各項の和で決まるが、本研究では、特に SST の経年変動に及ぼす海面熱フラックスの効果をより詳細に評価、議論する。

2. データ

本研究では SST データとして、イギリス気象局編集の GISST を利用している。海面熱フラックスは、NCEP/NCAR 再解析において見積もられている表層データ (気温、風、比湿) を用い算定。どちらも全球格子点データであり、ここでは 1948-99 年 (52 年間) の月平均データをもとに海面熱フラックスを求め、同期間の SST の経年変動との関係を評価する。

3. 解析方法

海面熱フラックス (Q) の算定には、下記、空力学バルク式を用いている。

$$\begin{cases} F_l = \rho_a L_v C_E w (q_s - q_a) \\ F_s = \rho_a C_p C_H w (T_s - T_a) \\ Q = F_l + F_s \end{cases}$$

ここで F_l 、 F_s は、それぞれ上向きを正とした潜熱、顕熱フラックスを表す。 ρ_a は大気密度、 L_v 蒸発の潜熱、 w 風速を表す。 q_s と q_a は、海面水温 (T_s) での飽和比湿と表層大気の比湿を表す。その他の定数は、 C_p 大気の定圧比熱、 C_E ダルトン数、 C_H スタントン数。 w 、 $\Delta q (= q_s - q_a)$ 、 $\Delta T (= T_s - T_a)$ は互いに独立であると仮定すると、

$$Q = f(w, \Delta q, \Delta T)$$

と表せ、各変数について線形化を行い、正味海面熱フラックスと SST の経年変動との関係を評価すると同時に各項と SST の経年変動との関係を評価する。

4. 結果と考察

ここでは、特に北半球冬季の経年変動について議論する。正味海面熱フラックスの冬季経年変動は、大陸東岸沖、及び ITCZ 付近、南半球ではさらに 20°N 付近で大きい (図 1 (a))。類似の分布は、風変動成分 (wind-induced heat flux) においても確認でき (図 1 (b))、その標準偏差の大きさから、この変動成分が正味の変動に大きく寄与していることが分かる。標準偏差の大きさはついで比湿差変動成分 (図 1 (c))、温度差変動成分 (図 1 (d)) という順となる。またその分布特性から中緯度大陸東岸沖では湿度移流、温度移流の効果が大きいことが分かる。図 1 (a) と図 1 (b) の比較より、湿度差変動成分、温度差変動成分の変動は、風変動成分を相殺する形で寄与していることが分かる。

次に SST の冬季経年変動との相関関係を議論する。図 2 (a) より、正味海面熱フラックスの変動は、熱帯の一部の領域を除いて、SST の変動とあまり強い相関を示していないことが分かる。しかし各変動成分 (図 2 (b) - (d)) に着目すると、例えば、風変動成分は全球的に負相関、湿度差変動成分は正相関を示し、組織的な分布を示すことが分かる。また温度差変動成分では、有意な正相関領域は熱

帯域に広く分布する。風変動成分の負相関は、表層風の大きさが例年に比べ大きくなると SST は下がる傾向にあることを示し、湿度差成分や温度差成分の正相関は、SST が正偏差の時、上向きフラックスは大きくなるという受動的な関係を示す。さらにその相関の空間分布より、どの効果がどの領域で SST の経年変動と大きく関係しているかを評価できる。例えば、中央北太平洋の SST の経年変動は、アリューシャン低気圧の変動に伴う表層風の変動を介した風変動成分の寄与で多くが説明できるが、日本沖では湿度差成分、温度差成分の寄与が風変動成分の寄与に勝り、正味では正相関が現れるよう修整されていると説明できる。このように正味フラックスだけでは、十分に議論できなかった SST と海面熱フラックスの関係も成分展開することにより、より精密に議論できることが明らかとなった。更なる考察は学会時に展開する。

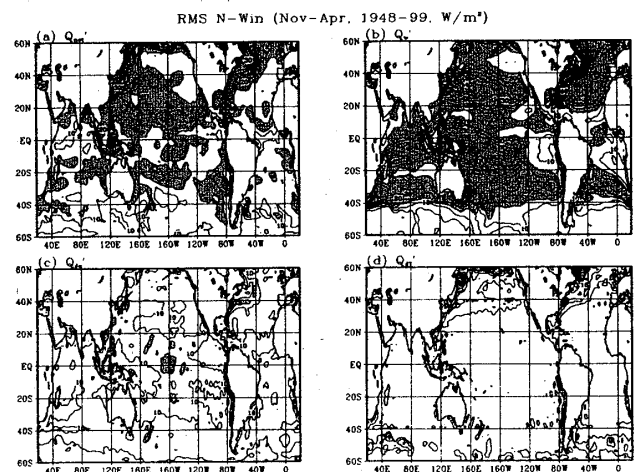


図 1 海面熱フラックスの冬季経年変動の標準偏差分布 (W/m^2)。 (a) Q_{net} 正味フラックス、(b) Q_w 風変動成分、(c) $Q_{\delta q}$ 比湿差変動成分、(d) $Q_{\delta T}$ 温度差変動成分。等値線間隔は $5 W/m^2$ 、 $15 W/m^2$ 以上の領域に陰影。

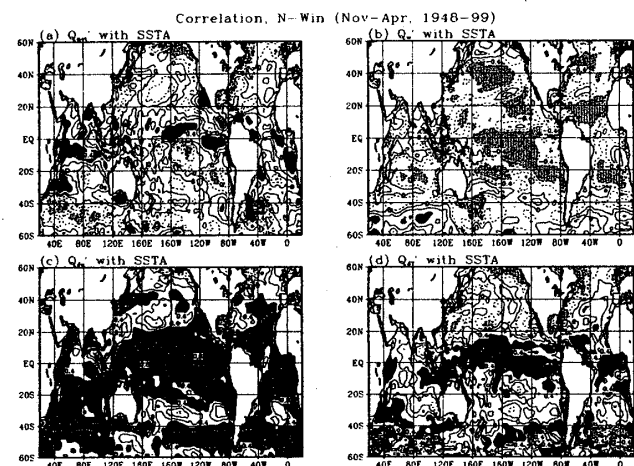


図 2 海面熱フラックスの冬季経年変動と冬季 SST 経年変動との相関。 (a) Q_{net} 正味フラックス、(b) Q_w 風変動成分、(c) $Q_{\delta q}$ 比湿差変動成分、(d) $Q_{\delta T}$ 温度差変動成分。等値線間隔 0.2、負の領域は点線、絶対値 0.4 (ほぼ 1% の有意水準) 以上の領域に陰影。