

北太平洋における混合過程に果たす二重拡散対流の役割

○嶋田啓資・吉田次郎

キーワード：二重拡散対流・ R_ρ ・ R_L ・Argo float

1. はじめに

二重拡散対流とは、重力的に安定でありながら、上層が高温・高塩分、或いは低温・低塩分の様に海水の密度を決定する水温、塩分のどちらか一方による重力的に不安定なポテンシャルが場に内在しているときに生起する鉛直対流である。

海洋において、二重拡散対流を直接捉えるためにはコストのかかる微細構造観測を要し、広大な海洋全域における実態を把握することは困難である。過去の研究により、この対流の海洋中における存在は認められるようになったものの、鉛直フラックス、或いは拡散係数など具体的な効果は十分に理解されておらず、現在の海洋循環モデルなどでは考慮されていないのが現状である。

一方、WOCE(世界海洋循環実験)による全球海洋の網羅的観測の実施、或いはArgo floatの展開によって、二重拡散対流の可能性、及び活発度の指標となる密度比

$R_\rho = (\alpha \partial\theta/\partial z)/(\beta \partial S/\partial z)$ の空間分布が得られるようになった。これらによると北太平洋の主温度躍層における R_ρ は3.6にモードをもち、広大な領域で上層が高温・高塩分であるときに生起する salt finger 型の二重拡散対流(以降 salt finger)の存在が示唆されている。特に東部亜熱帯モード水形成域では R_ρ は1に近い値をとっており、salt finger が非常に活発に生起していることが期待される(SHIMADA *et al.*, 2007)。

また、ISELIN (1939)は subduction を通じて冬季の表層混合層の水温、塩分の南北構造が主温度躍層の水温、塩分の鉛直構造に反映されることを指摘している。つまり、冬季の表層混合層における南北方向の密度比 $R_L = \alpha\Delta T/\beta\Delta S$ ($\Delta T, \Delta S$ はそれぞれ水温、塩分の南北方向の差)は、主温度躍層における R_ρ 、さらには salt finger の活発度の決定要因となっていることが期待される。しかし、 R_L の空間分布は十分に研究されておらず、北太平洋で卓越する3.6という R_ρ の成因は説明されていないことも、主温度躍層における salt finger の役割を不明瞭に留める要因となっている。

本研究では、近年展開された Argo float によって北太平洋において網羅的に得られた CTD データを

用いて、冬季の R_L の空間分布と主温度躍層における R_ρ の時間変化との対応を調べることにより、主温度躍層における R_ρ の成因を明らかにし、salt finger の果たす役割を調べた。

2. データ・解析方法

Coriolis Data Centre よりダウンロードした 2003 年 1 月から 2007 年 4 月の Argo float によって得られた CTD データを線形内挿補間により、1db 間隔のデータとした。水温、塩分の鉛直勾配は 3db の最小二乗法、 α 、 β (それぞれ熱膨張係数、塩分収縮係数) は国際海洋状態方程式(UNESCO, 1981)よりそれぞれ求め、 R_ρ を算出した。

R_L は次の方法により算出した。表層混合層深度を各プロファイルの上層 20db の σ_θ の平均値から 0.1 σ_θ 増加する深度とし、表層混合層の水温、塩分には見積もった表層混合層深度以浅の平均値を採用した。緯度経度 2° のグリッド毎に表層混合層水温、塩分の平均値を求めた(同年、同月のプロファイルのみを使用)。そして、隣接するグリッドより水温、塩分の差 ΔT_L 、 ΔS_L を求め R_L を算出した。

3. 結果

Subduction の起こる範囲をおよそ網羅する冬季の表層混合層水温が 7~19°C の範囲にある海域における R_L は、東部亜熱帯モード水形成域では 1 に近い値を、その他の海域では 3 以上の値をそれぞれ示しており、SHIMADA *et al.* (2007)による WOCE データセットから得られている R_ρ の空間分布によく対応していた。また、 R_L と R_ρ との対応は R_ρ の断面時系列において冬季の表層混合層のボトム付近にて確認された。さらに、東部亜熱帯モード水形成域では ZHANG *et al.* (1998)などが提唱するパラメタリゼーションを用いて見積もった塩分の時間変化が、Argo float によって得られた現場の塩分の時間変化を非常に良く再現していた。以上の結果から主温度躍層における R_ρ は冬季の R_L によって決定され、 R_L が 1 に近い値を示す東部亜熱帯モード水形成域では salt finger が塩分の鉛直輸送に重要な役割を果たしていると考えられた。