

熱塩成層場における鉛直混合過程の推定法

大阪大学工学部 正員 室田 明

大阪大学工学部 正員○道奥 康治

1. 序説； 筆者等は濃度に起因する安定密度成層場に熱対流が生じた場合の鉛直混合過程について以下のような検討を行なってきた。(1) 安定性解析—任意の温度・濃度分布形を有する二重成層場での安定限界式の誘導。(2) 混合量の評価—熱塩密度境界面での熱塩輸送量の定量的評価。本研究は以上二つの研究成果を基盤として底面から加熱された塩分濃度成層場での熱対流混合過程の変遷を推定する方法を示したものである。

2. 解析法

2.1 概要； 安定な濃度密度成層を底面から加熱するとRayleigh-Taylor 不安定の断続的な発生によって対流層と密度境界面が次々と形成され、図-1に示すように温度・濃度は階段状の分布形を呈する。対流層の発生に対しては安定解析の成果を、対流層間の水質交換に対しては混合量の成果を適用する。

2.2 対流層発生限界； 対流層上方では熱と物質は分子拡散のみによって輸送される。下方からの熱輸送によって温度勾配は不安定となり、次のような限界式を満足すると対流混合が開始され新たな対流層が形成される。

$\lambda = R_T / R_{TC} \geq 1$ (1) ここに、 R_T 、 R_{TC} は各々図-2に示すように安定性を吟味する範囲dに対するレイリー数とその限界値である(R_{TC} については文献(1)に詳述)。

2.3 密度境界面での輸送量； 対流層どおしを区切る密度境界面においては対流によって励起される連行ならびに分子拡散によって熱・物質の交換が行なわれる。輸送量は対流層の厚さ・対流速・密度界面の安定度の関数であり著者等によってその実験式が得られている。¹⁾ これを用いれば対流層内の体積・温度・濃度の時間変化量が算定される。熱塩二層系に対して適用し輸送則の妥当性を検証した例を図-3に示す。密度境界面の時間的変遷は実験値と計算値でよく適合しており界面連行量・拡散輸送量の評価が妥当であることを示唆している。

2.4 対流層の消滅； 密度境界面での有効密度差

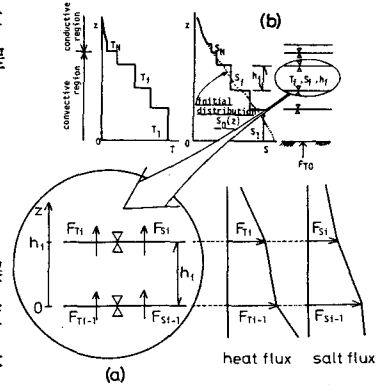


図-1 多層系および対流層の模式図
 $F_T = U_{e1} T_1 - U_{e1} T_{e1} + F_{T1}$
 $F_S = U_{e1} S_1 - U_{e1} S_{e1} + F_{S1}$

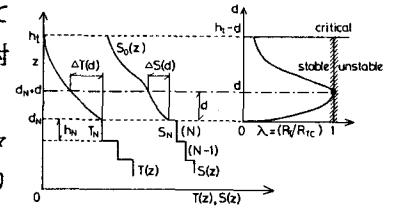


図-2 不安定限界の説明図

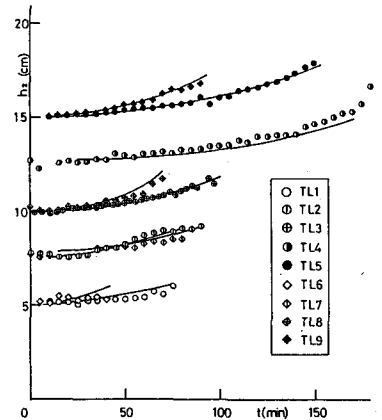


図-3 二層系における界面位置の時間変化

が0になると対流層どおしは一つの層になる。

初期濃度分布と加熱度が与えられれば、以上の手順によって熱塩成層場の変遷を推定することができる。

図-4に計算の流れ図を示す。

3. 結果と考察

図-5は初期濃度分布が線形分布を呈する場合の温度・濃度分布の時間変化を示す。点線が実験値、実線が数値計算値である。下方の層では密度境界面での有効密度差が減少するため対流層どおしの融合を繰り返しながら層厚が増大している。

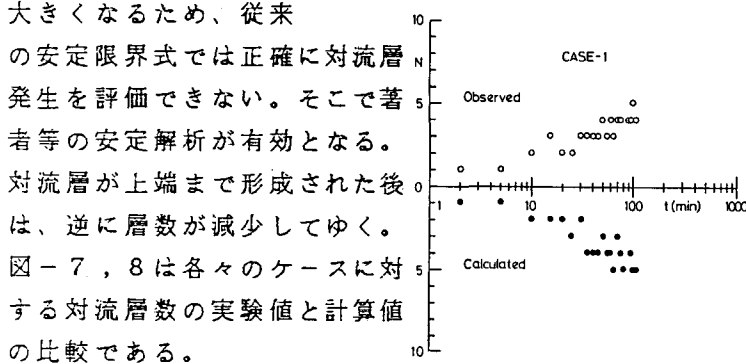
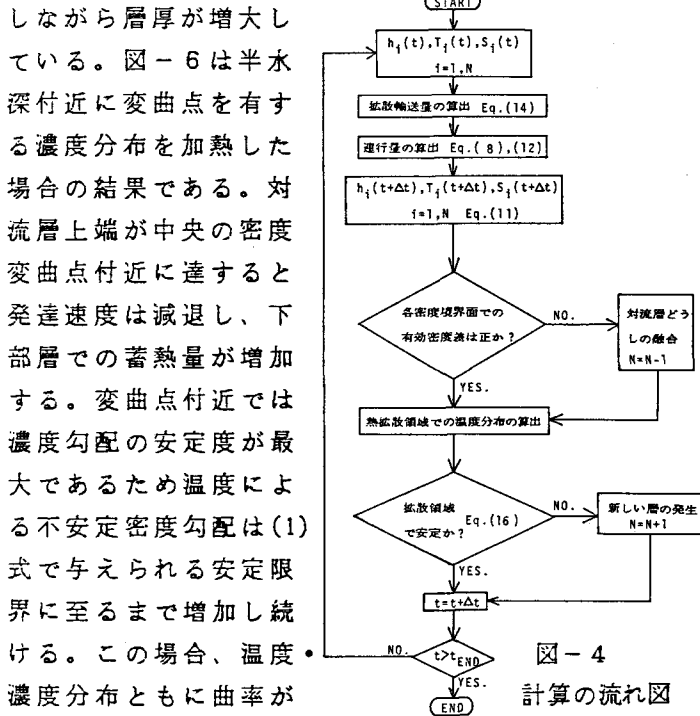


図-7 対流層数の時間変化 (線形分布の場合)

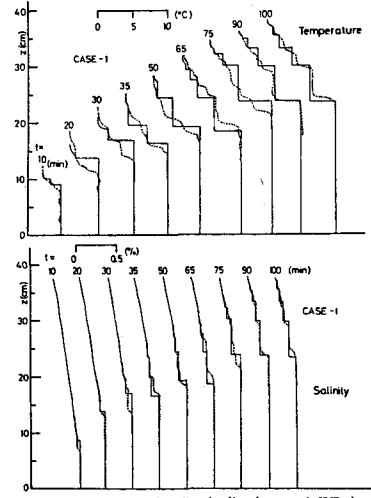


図-5 温度濃度分布の時間変化 (線形濃度分布の場合)

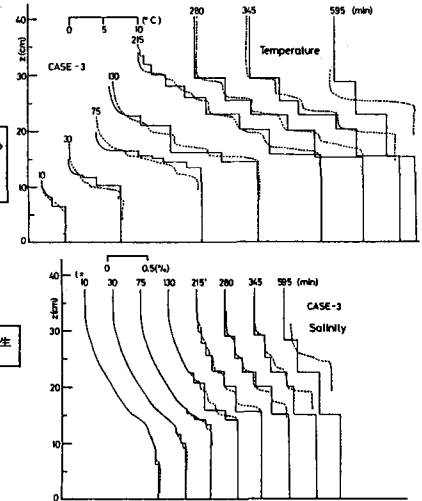


図-6 温度濃度分布の時間変化 (変曲点を有する分布の場合)

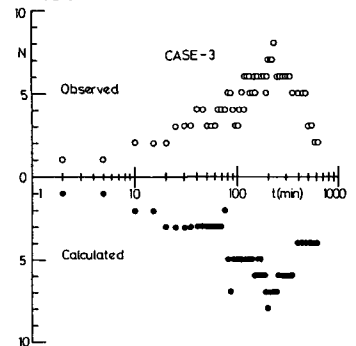


図-8 対流層数の時間変化 (変曲点を有する分布の場合)

参考文献 (1) Murota, A. and K. Michioku, JHHE, vol.1, 1983.