

一定底勾配を有する場合の二次元熱塩対流現象について

大阪大学工学部 正 員 室田 明
大阪大学工学部 正 員 道興 康治
大阪大学大学院 学生員 ○ 山辺 建二

1. まえがき； 熱対流がもたらす水温成層内の濁質等水質の輸送機構を基礎的に理解するため、貯水池を模擬した一定底勾配を有する二次元水槽において、熱塩対流の実験を行った。実験条件は、表1に示すように、上層が高温・高塩分を有する場合（F-1、F-2；Finger régime）と下層が高濃度を有する場合（D-1、D-2；Diffusive régime）の2通りの塩塩二成層を設定し、水表面における自然冷却によって熱塩対流を発生させる。前者の成層は、受熱期に高温高濁度を有する流入河川水が、貯水池表層に貯留され、夜間冷却される場合、後者は、底部濁水層が放熱期の冷却によって再送する場合を想定している。

CASE	T _f	T _s	T _a	ρ _s
F-1	10.9	35.0	11.0	0.0020
F-2	10.9	35.0	11.2	0.0005
D-1	40.0	35.0	12.2	0.0005
D-2	40.1	35.1	12.0	0.0020

Table.1 Experimental Condition

T_f；淡水温度（℃）、T_s；塩水温度（℃）
T_a；室内温度（℃）、ρ_s；塩分濃度（g/cm³）

2. 実験装置と方法； 図1に示す二次元水槽の両側に所定温度・濃度の淡水水注入後、中央の隔壁板を抜きとり、淡水二成層をすみやかに作製する。温度・塩分濃度の鉛直分布は、各々サーミスタ温度計・電導計を用いて測定する。測定断面は、図1中に破線で示す5断面である。

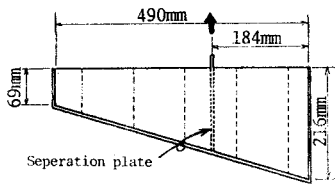


Fig.1 Experimental Tank

3. 上方が高温・高濃度の場合（Case-F）

Case F-2 に対する等温線・等濃度線の時間的変化を図2（a）（b）に示す。隔壁板抜き取りに伴う擾乱が減衰した後、界面はほぼ水平に保たれており、比較的明瞭な二層系が形成される。水面冷却に伴い、ソルトフィンガーと呼ばれる多数のプリ

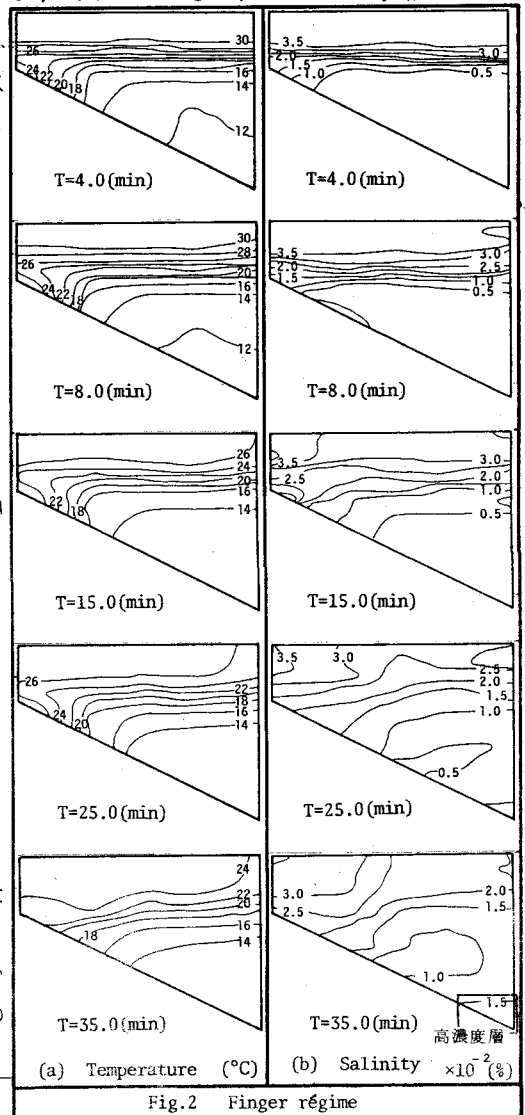


Fig.2 Finger régime

Akira MUROTA, Kohji MICHIOKU and Kenji YAMABE

ューム群が界面に発生し、そのフロントは、上・下方向に伸びる。フィンガー・プリューム群の進行速度は、有効浮力差と粘性に基づくストークス速度にほぼ対応している。温度・塩分は共に、プリュームによって鉛直方向へ輸送され、コンターの間隔が広がり、界面での温度・濃度勾配は、次第に小さくなる。又、浅水域底面付近において、高温・高濃度水が貯留され、水平方向に勾配をもった二次元的分布を呈するようになる。浅水域の方が、冷却度は大きいと考えられるが、濃度に比べ温度の方が、より拡散性が高いため、水平方向の勾配が解消され、濃度分布ほど温度分布の二次元性は、顕著に現れない。浅水域底面にたまった高濃度水は、底面に沿って深水域へと流れ、図2(b)の35分時に示すように深水域底部への高濃度層も形成する。フィンガー・プリュームの進行がほぼ終了した段階では、浅水域の方が深水域に比べて相対的に高温・高濃度である。その後は、分子拡散のみによって、温度・濃度が緩慢に輸送される。初期濃度勾配の小さなCase F-1では現象の進む速度が早いが、本質的には同様の熱塩対流現象が生じた。

4. 下方が高濃度の場合 (Case-D)

Case D-1 に対する等温線・等濃度線の時間的変化を図3に示す。Case-Fの場合には、界面での濃度勾配が、時間と共に減少したのに対し、Case-Dでは逆に増大し、界面がより明瞭となる。初期の段階では、水平方向にはほぼ一様に水質混合が生じるが、界面低下と共に、底面勾配の影響が現れ、二次元的濃度分布を呈するようになる。上層内においては、図3(b)中に模式的に示すような回転方向が逆の対流の存在が確認されている。浅水域では、深水域に比べて冷却度が大きいため、浅水域側の対流強度が大きくなり、界面勾配は浅水域でより大きくなる。界面密度差の減少と共に、下層水の連行が激しくなり、界面は急速に低下していく。室温と水面温度の差が減少すると、対流強度が弱まり、又、連行現象は見られなくなる。最終的には、界面がほぼ水平に保たれた状態で、底層水が残存する。その後は、分子拡散による熱および物質の輸送が行なわれる。初期密度差の大きいCase D-2では、中間層の浸食速度が小さく、下層水はほとんど連行されずに残る。以上のように、Case-F、D共に熱輸送に比べ、水質輸送に対して底面勾配の存在が、より大きく影響することが示された。

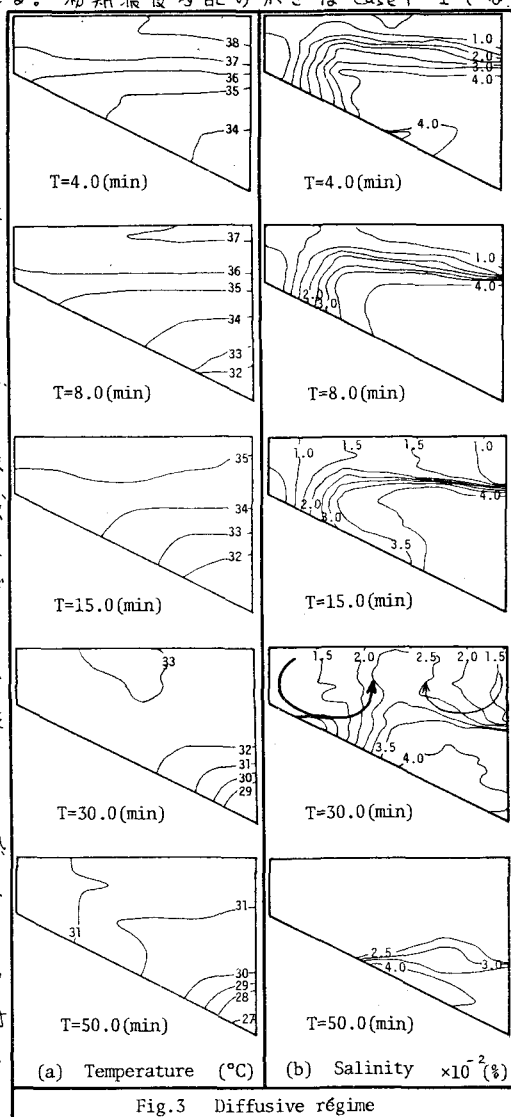


Fig.3 Diffusive régime