

○東京工業大学工学部 正員 椎貝博美

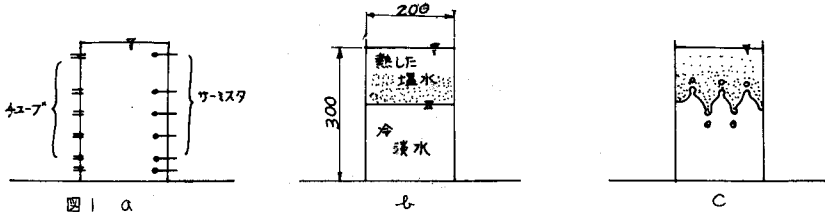
東京大学大学院 学生員 友石研二

1. 概説

わが国の湖にみられる春と秋の大循環, あるいは地上附近における大気の逆転層消滅などは, いずれも一度密度勾配が形成されて, それがかかり急速に消滅する一つの例である。このような密度勾配の消失時に, 一つの層内に含まれていた物質が別の層へどのように拡散して行くか, という問題に興味を感じていたので, 実験的なモデルを考察してみた。このような方法は, 例之ば, 湖底に沈積した物質, 特に有害な物質が春と秋の大循環時に湖底よりまきよるような可能性があるかどうか, ということ調べるのに役立つ。又, 数値実験を応用することも, もちろん考えられるが, 数値実験を行なうにしても, 何らかのモデルを用いることが必要である。本研究によってえられる結果から数値実験を行なうときに, それに必要なモデルがえられるものと考えられる。

2. 実験の概要

実験装置は図-1に示すように, アラスチックの内筒形の水槽にサーミスターを極えこんだものである。又, 別に濃度測定用の採水管があつて, 一定時間毎に水をとって水中の塩分の濃度を測る。



実験の方法は図-2, 図-3に示すように, まず, 熱した塩水と, 冷した淡水で, 水槽内に二層を作る。この場合, 塩水の方が密度は小さくなるようにしておく。このまま放置しておくと, 塩水が冷えて下層に沈み, 淡水が上の方へ上がってくる。このとき, 温度と塩分濃度の拡散が同時に生ずる。温度と濃度の変化状況はサーミスターと採水管によって時々刻々測定する。なお, 最初, 壁面にそった部分のみが冷やされて, へりの方から混合が生ずるのではないかと考えたが, 実際には, 最初の境界面全体にわたって冷却がおき, Bernard Cell 様のものが生じているようである。このため, 特に熱の保温装置は用いなかった。もっとも, 実際の湖沼では湖岸部分より混合が生ずる場合もあるから, 必ずしも Bernard Cell ができてゐるからそれであり, というわけにはいかない。

3. 実験の結果

このようなモデル全体を統一的に解明する方法はまだ確立してゐないので, まず定性的な様子と例によって説明する。実験全体として右二にのべるような定性的な傾向はよく一致している。

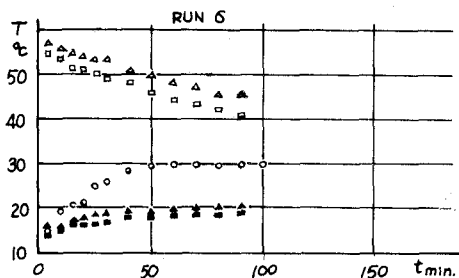


図 2

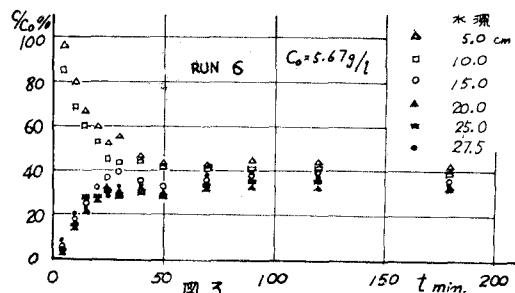


図 3

また図2、図3には温度および濃度の時間的变化を示す。下層部分における温度変化は小さいが水面の方が急遽に減少する。しかし図3からわかるように、濃度の方はむしろ急遽に水槽内の各点に変化しており、ある程度の時間が経過すると一様に近い濃度分布が与えられる。この状態は図4～図5に一層よく示されている。図4は実験開始後5分、図5は90分後の温度および濃度の鉛直方向分布を比較したものである。これからみると明らかにこのような一種の強制対流においては濃度の方がより速く「拡散」しているようである。ここには示されていないが、密度分布を計算してみると、いおれも温度分布に近い安定な分布を示している。これは、最初からそのような条件を扶んで、塩分濃度を小さくしているのが当然のことである。

このような傾向は最初に与えた濃度差（これは対流をおこす要因となる一種のポテンシャルエネルギーと解釈できよう）によって多少異なる。

4. モデル

図3に着目してみると、時間の経過が15分から40分までの間は下層において濃度の逆転、すなわち、一時的には底の方が濃度が高い場合が観測される。温度分布の方にはそのようなことはないから、この場合のモデルとしては、図1のCに示されるようなものであることが、一応考えられる。すなわち、上層部の液体はある大きさを有したまま下層の液体と接触して冷却されて沈降していく。従って、濃度の方は比較的に速く伝播するものと思われる。このため、塩分濃度は多少底の方が上昇する場合がある。温度分布の形状は、現在までの段階では、ほぼ熱伝導の方程式によって現わされることができるとの見通しを得ている。しかし、このような乱れのほとんどの場合には、なぜ塩分濃度の方が温度に比べて、はるかに速く拡散するのか、ということとは、いいかえると、なぜ、前記のようなモデルが成立するのかということとは依然として説明できない。このことは物質と温度についてのみかりの拡散係数が、明らかに異なる、という点で興味のある問題ということができる。

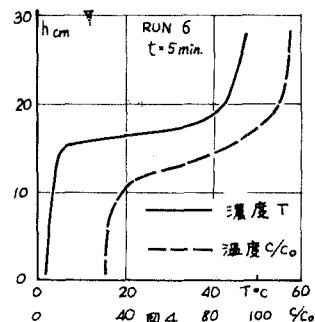


図 4

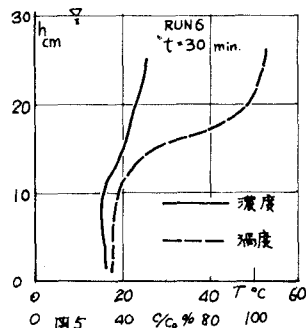


図 5

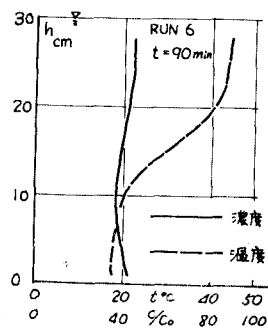


図 6