

密度成層場における流速分布に関する研究

京都大学防災研究所 正 荻田和男  
 京都大学防災研究所 正 江頭進治  
 京都大学 大学院 学 古谷健

1. はしがき 貯水池濁水機構との確に把握するに、池内における流れおよび輸送機構を説明する必要があることは言うまでもない。しかしながら、流れの力学的・熱的条件および濁質の連続条件がそれぞれ別の条件を規定するため、これらを統一的に論ずるには、現在、きわめて困難な状況にある。本論においては、このような現状を一步でも進展させるため、流入・流出条件を変化させた二種類の水路実験に基づいて、非一様密度場の流れの性状について考察を進める。

表-1. 水理条件

Exp. No	$\beta$ cm/s	$h_L$ cm	$\Delta\rho$ g/cm <sup>3</sup>	$R_{ix}$ $\frac{4\beta gh_L}{\rho U^2}$	$Re$ $\frac{U h_L}{\nu}$	$\varphi$ $Re/R_{ix}$	Time min.
8-3	62.1	19.7	0.00223	4.34	7562	1743	33.5
8-4	28.6	12.4	0.00181	4.61	3353	806	25
8-12	41.0	26.2	0.002025	11.2	4281	381	38
8-13	31.2	25.1	0.00161	12.9	2946	228	41.5

備考: 8-3, 8-4は表層流, 8-12, 8-13は中層流の実験である。  
 単位換算量以外は全て任意時間(Time)の値である。  
 $h_L$ : 躍層面の自由表面からの位置。

2. 実験方法および実験条件 実験用水路は、全長23m、幅38.5cm、路床こう配1/100で、下流端において約70cmの水深が得られるものである。また、用いられる流体は、水道水(26~29℃)、水道水を水路内で自然昇温させたもの(21~30℃)および地下水(16~18℃)である。実験継続中計測される水理諸量は、流量、水位、水温および流速分布であり、水温・流速はそれぞれサーミスタ温度計および水素気泡と凍結板が用いられている。実験は全二のケースについて水位一定の非循環方式で、表層流れについては8ケース、中層流れについては6ケース行われた。なお、下流端条件は、前者が越流放流、後者は3.5cm x 30cmの長方形断面の取水口による放流条件である。以上のような方法で行われた実験のうち一部の物理条件を示すと表-1のとおりである。

3. 水温分布の時空間変化 図-1には下流端から14mおよび5.8m地点において測定された水深方向各点の水温および流入( $T_i$ )・流出水水温( $T_o$ )の時間的变化に関するExp. 8-3の結果が、図-2にはExp. 8-13の結果が示されている。图中的数字は自由表面からの測定点の位置である。これらの図から明らかになるように、放流条件および表層躍層(一次躍層)の有無の相違点はあるが、つぎのような共通した特性が見られる。1) 主流動層は時間経過に伴ってよく混合され、鉛直方向にほぼ近い分布形が形成される。2) 主躍層は界面抵抗のため徐々に低下する。3) 上・下流二断面の水温分布から明らかになるように、下流へ向って界面近傍に熱境層の発達が見られる。4) 流出水水温は、ある種の変動(静振オダおよび程々の内部波周期の変動)を呈しながら流入水水温へ漸近する。

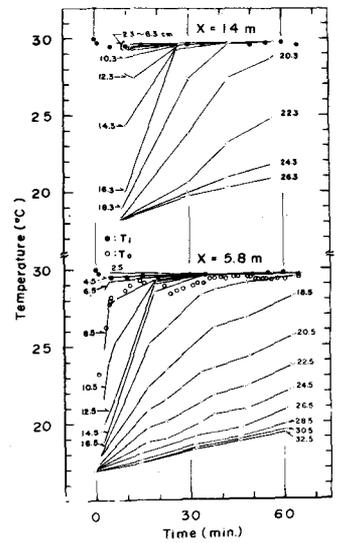


図-1. 表層流れにおける水温の時空間変化

つぎに、図-2を参考にして表層躍層の消滅機構について若干の考察を行なう。表層水温

は主流動層との混合によって徐々に低下し、表層躍層は流入水の影響を強く受ける上流側から消滅する。また、本図では明瞭に見えぬが、他の実験結果も合わせ考えると、Entrainmentによる侵食消滅も考えられる。これらのことから表層躍層の消滅機構として、鉛直拡散による水混同化と Entrainment による侵食機構とが考えられる。

4. 流速分布 図-3には下流端から4.3 m地点における流速分布および5.8 m地点の水混分布の時間的变化に関する Exp. 8-3の結果が示されている。本図が示すように、流速分布形状は、一般に下に凸な形状であり、躍層面近傍における流速は最大流速の0~20%程度である。なお、躍層領域において流速おそがその分布形状が変動するのは、内部流による振動流に起因するものであろう。ついで、躍層領域の流速分布を校対するため、躍層面を原点として、図-3および Exp. 8-4の結果の一部を片対数紙上に示したのが図-4である。本実験の場合、log-linear則の成立条件は満たされていないことが推察されるが、stableな条件下での流速分布に類似しているように思われる。

図-5には、図-3の結果と同じ断面で計測された流速分布と水混分布が示されている。図から明らかなるように、最大流速点は取水口軸より上方にあり、図-2の結果や下流端において取水口的位置に最大流速が生ずることから考えると、主流動層は、流入水水混、水路内の水混分布および放流条件に応じて、流下方向に変化することが推察される。また、 $X=4.3$  m地点の分布形状はつぎのようである。6.5分の分布形には、流入水と取水による流れの影響が顕著に見られるが、水混分布の変化とともに、ガウス分布に類似した形状を保持している。なお、最大流速点は躍層の低下に伴って徐々に漸進する。

5. あとがき 以上、密度成層場における流れの性状について実験結果に基づいた定性的な考察を行った。その結果、熱境界層の発達、一次躍層の消滅機構や流動層の流れ方向の変化などがより明らかになった。今後、流れの構造ならびにその定量化に努めたい。最後に、実験などお世話になった当研究所の吉田義則技官に對して感謝する。

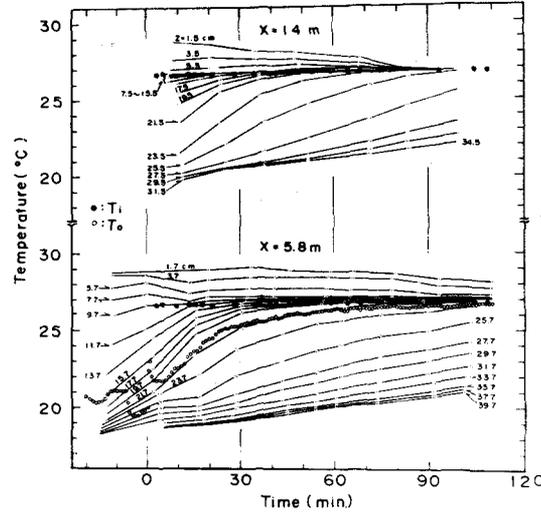


図-2. 中層流れにおける水混の時空間変化

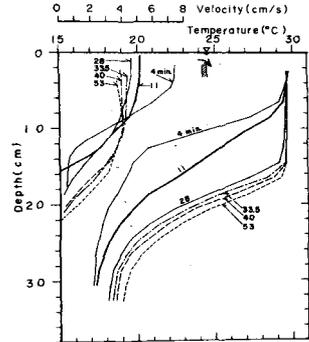


図-3. 表層流れの流速分布

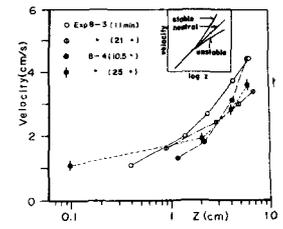


図-4. 躍層領域における流速分布(表層流)

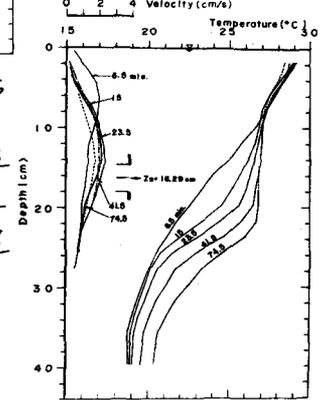


図-5. 中層流れの流速分布