

九州大学 正員 平野 宗夫
= 正員 ○金子 新
= 学生員 中野 秀和

1. まえがき

夏季に放流口位置に温度躍層が顕著に発達する成層型貯水池における濁水の挙動は、温度躍層に大きく影響されるものと考えられる。温度躍層を通じた濁度の沈降及び放流水濁度に及ぼす影響等は十分殆んど研究されてなく、実際の貯水池における現象の報告が与えられているにすぎない⁽¹⁾。

本報では、温度躍層の発達した場で濁水を流し、その挙動に関する基礎的知識と模型貯水池を使用し実験的に得ようとするものである。

2. 実験装置及び方法

実験は、図-1に示すように長さ8m、幅40cm、深さ30cmの模型貯水池を使用した。河床勾配は自由に変わることをがき、本実験ではすべて $h_b = 1/29$ に固定している。濁度は、攪拌機で水と十分混合した後、傾斜板を経て水路幅一様に拡がるように供給している。

冷水の供給は、バルブ①により行ない、連行により流出した冷水と、バルブ②より放流した冷水を補給するようにしている。バルブ②よりの放流は、底層内の冷水を循環させて底層水温を一定に保つためのものである。一定水温の冷水を供給するため、水槽①に定期的にはドライアイスと補給し、ポンプにより水槽②と循環させている。

流速の測定は、水素気泡法により一定間隔で発生する水素気泡を写真撮影した。水温の測定はサーミスタ温度計により行ない、濁度はサイフォンにより抽出し口過して秤量した。底層の先端は、セキより350cm上流の位置にくるようにしており、以上の測定は、セキより50cm、150cm、250cm、350cmの4地点で行なわれ、濁度については540cm地点及び減速水濁度も別に測定している。実験には、沈降速度の異なる2種類の磁砂を用い、沈降速度の変化が濁水の挙動に及ぼす影響を検討できるようにしている。平均沈降速度 $u_f = 0.08 \text{ cm/s}$ の砂を用いた実験を[1]とし、 $u_f = 0.008 \text{ cm/s}$ の砂による実験を[2]とする。それぞれの実験諸元を表-1に与えている。

3. 実験結果及び考察

図-2は、実験[1]における模型貯水池の等温線図を示している。時間的にその等温線図は殆んど変化しないことを確かめており、ほぼ定常状態を維持しているものと考えられる。また、これを躍層の発達する実際の貯水池における等温線図と比較した場合、本実験における温度場は、

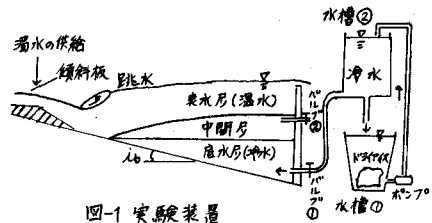


図-1 実験装置

	実験 [I]	実験 [II]
濁水の供給時刻 (分)	52	80
単位幅流量 (cm/s)	22.0	10.5
(表水層平均)	24.5	
供給砂平均沈降速度 (cm/s)	0.08	0.008
表水層 水温 (℃)	11.0	11.0
表水層 密度	0.99965	0.99965
底水層 水温 (℃)	5.0	4.0
底水層 密度	0.99999	1.0
表水層平均水深 (cm)	11.7	10.0
表水層平均流速 (cm/s)	2.1	1.1
$Fi = \frac{u_f}{\sqrt{g R_f}}$	1.06	0.59

表-1 実験諸元

平均沈降速度 $u_f = 0.08 \text{ cm/s}$ の砂を用いた実験を[1]とし、 $u_f = 0.008 \text{ cm/s}$ の砂による実験を[2]とする。それぞれの実験諸元を表-1に与えている。

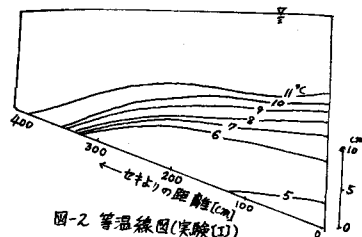


図-2 等温線図 (実験 [I])

よく実際の現象を再現しているものと考えられる。

図-3に実験[I]で得られた、流速、水温及び濁度の実測値を与えている。濁度は、水表面より水深が大きくなるにつれ増加し、水温が変化する温度躍層の上端あたりで最大となる。それ以後次第に減少し水温変化がなくなる温度躍層下端付近からほぼ一定になることを示している。

流速分布は、濁度が最大となる位置から流速は減少していき、より深いところでは逆流が存在することをトレーサーを流すことにより確かめている。ここで、仮に水表面から濁度が最大となる位置（ほぼ、水温の減少しはじめる位置）までを表水層、そこから濁度の減少が終わる一定となる位置（ほぼ、水温の減少がなくなる）までを中間層（混合層）、そして、それから貯水池底までを底水層となすけることはする。

図-4に実験[II]で得られた、水温及び濁度の実測値を示している。定性的には、殆んど実験[I]と同じであるが、なだ中間層における濁度の減少が実験[I]より顕著に表われている。セキより上流150cm地点で、濁度を濁水供給開始時より

48分後、80分後の2回測定しているが、濁度分布に殆んど変化はなく、中間層及び底水層の濁度はほぼ定常状態に達しているものと考えられる。図-3で示されるように、中間層における流速は非常に小さいので、乱流拡散及び流下方向への濁度の移動はほぼ無視できるものと考えられ、定常状態における中間層の濁度分布は、垂直方向での移動によってほぼ形成されているものと考えられる。中間層上端における建行速度を U_s 、濁度を C_s と下端における濁度を C_b 、沈降速度を U_f とすれば、定常状態では

$$(U_f - U_s)C_s = U_f C_b$$

$$\therefore U_s = (C_s - C_b)U_f / C_s$$

を得る。表-2に、 C_s 、 C_b の実測値より逆算して求めた各実験における U_s 及び建行係数 $E = U_s / U_f$ を示す。同図には、Lofquist⁽²⁾が与えた値も同時に記されており、両者がほぼ等しいことより以上の議論が妥当なものであることが判る。今後は、内部フィールド数 Fi を大きく変化させた一連の実験を行うべく予定がある。

参考文献：

- (1) 安芸周一，1975年 水工学に関する夏季研修会テキスト（Aコース）
- (2) Lofquist, K., 1960年, Phys. Fluids 3, 2, 158

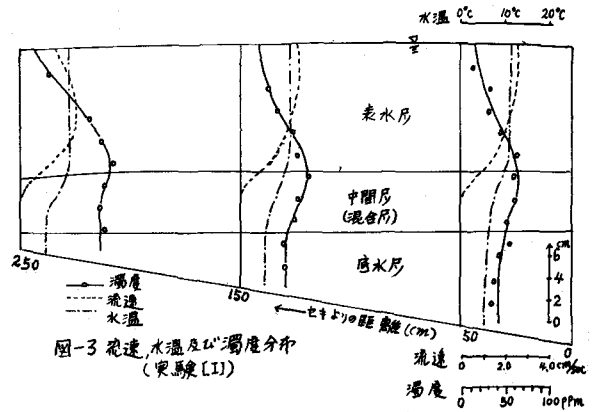


図-3 流速、水温及び濁度分布 (実験[I])

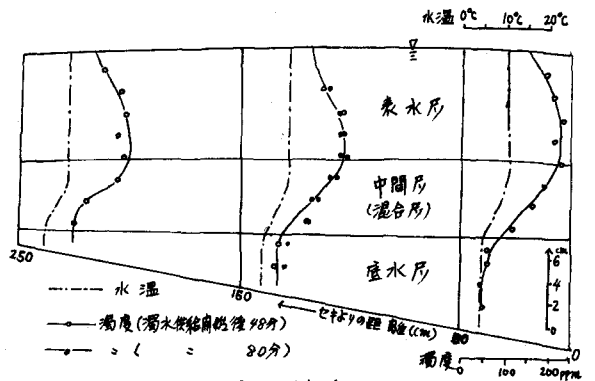


図-4 水温及び濁度分布 (実験[II])

セキより 距離 (cm)	C_s [mg/ppm]	C_b [mg/ppm]	U_s [cm/s]	E (実測)	E (Lofquist)
実験 [I]	50 100 75 50 63 40	85 50 40	0.012 0.027 0.029	0.006 0.013 0.014	0.029
実験 [II]	50 250 240 85 230 60	125 85 60	0.004 0.005 0.006	0.0036 0.0045 0.0055	0.008

表-2 建行係数の比較