

貯水池成層化に及ぼす取・放水の影響

京都大学工学部 正員 岩佐義朗

京都大学工学部 正員 野口正人

京都大学大学院 学生員 早野博和

京都大学大学院 学生員 児島 彰

1. まえがき

近年の水需要の増大に伴い、水質・水温等と考慮した水資源の開発が必要とされてきている。それに基づき、自然湖沼および人工貯水池における温度成層状態についての研究がなされている。ここでは、貯水池における密度成層状態に影響すると予想される要因のうち、比較的短期間に影響を与えると思われる取水による効果について考える。

2. 二成層モデル

貯水池内での密度が二成層分布をしている場合、岩佐¹⁾らは、簡単なモデルを仮定することにより、取水流体密度や内部境界面の位置が簡単に予測できることを示した。ここでは、さらに、取水口の位置が、湖底に近い場合、あるいは逆に自由水面に近い場合について考える。これらの場合、Craga の関係式より求められる仮想の取水層が湖底、あるいは自由水面で切り取られる場合がおこる。そのときは、切り取られた残りの部分で取水流体を比例配分し、上層流体・下層流体より、それぞれ取水される流量を決定する。たとえば、取水口が湖底に近い場合、図1のように記号を定めると、両層取水の場合、上層流体より $(y_0 - y_1)/(y_0 + y_1) \cdot Q$ 、下層流体より $(y_2 + y_1)/(y_0 + y_1) \cdot Q$ の流量が取水されるとする。さらに、取水量と同量の上層流体が補給されるならば、内部境界面の位置(y)、取水流体密度(ρ)は次の式で表わせる。

$$\frac{y}{y_0} = (1 + \alpha) \exp\left(-\frac{Q(t - t_1)}{A y_0 (1 + \alpha)}\right) - \alpha$$

$$\frac{\rho}{\rho_1} = 1 + \varepsilon \cdot \exp\left(-\frac{Q(t - t_1)}{A y_0 (1 + \alpha)}\right)$$

$$\text{ただし、} \alpha = \begin{cases} y_2/y_0 & y_0 > y_2 \\ 1 & y_0 \leq y_2 \end{cases}$$

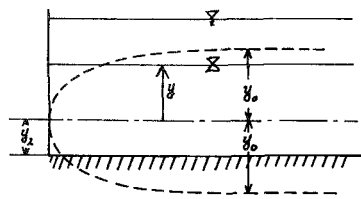


図 - 1

図2に、 $y_2 = 3\text{cm}$ とした場合の実験結果を示した。これによると、取水流体密度については、計算値より実験値の方が小さくなっている。これは、水路床における摩擦のため、底付近で流体が流れにくくなるためと思われる。また、内部境界面の位置についても、最終的に収束する値は実験値の方が大きい。上と同じ理由によるものと考えられる。

3. 連続モデル

一般に、貯水池への流入水は、春さきより夏にかけて温度が上がるため、貯水池での密度成層状態は前節で述べられたような簡単な形では求まらない。ここでは、流入水の密度が連続的に変化する場合をとりあげる。すなわち、最初、密度一様な貯水池に密度の変化する流体が流入するとき、密度が初期のものより小さくなることを内部境界面と仮定し、2節の方法で仮想の取水層を考えることとする。そのとき、内部境界面と取水層の位

置によって、図3に示すようなケースに分類される。これらのケースのそれぞれに2節のモデルを使うわけだが、Inageの図係は二成層流に対するもので、連続密度分布場にそのまま適用できない。もちろん、密度分布が連続か、不連続かにより、それぞれ異なった水理機構を示すことが予想されるが、連続密度分布を近似的に不連続なものに置換しうるような代表的な α と β に ρ を求める。 α および β は互いに独立でないので試行錯誤で求めなければならないが、適当な値が求まると、2節の方法を連続密度分布場に拡張しうる。実験ならびに計算シミュレーションにおいては、流入流体密度を指数関数的に減少させて行なった。図4には流量を $80 \text{ cm}^3/\text{sec}$ とした場合の結果を載せた。これより、このモデルによって、取水流体密度ならびに水路内の密度分布が、かなりの正確さをもつて、予測される。なお、底より 8 cm の位置における密度の時間的変化が、計算値と実験値とではかなり異なっているが、これは、内部境界面の最終的に落ちつく位置が底より 8 cm 附近であり、実験条件に大いに左右されるためと考えられる。なお、実験は流量を $140 \text{ cm}^3/\text{sec}$ に増やした場合についても行なったが、このときにも上で述べたと同じく計算値と実験値の一致は良好であった。以上述べてきたように、ここで示されたシミュレーション・モデルは実験結果と良く合致するが、今後にはさらに一般の貯水池に対する妥当性についても検討を加える必要がある。

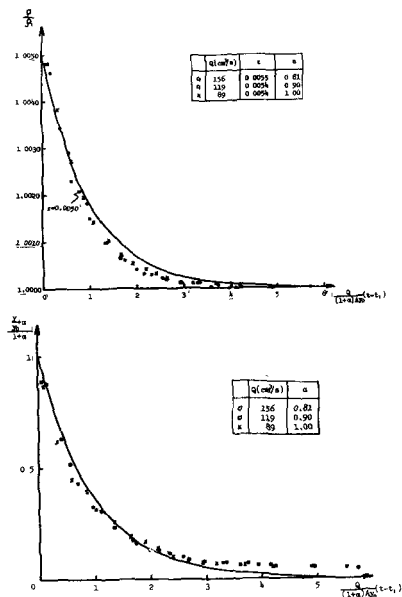


図 - 2

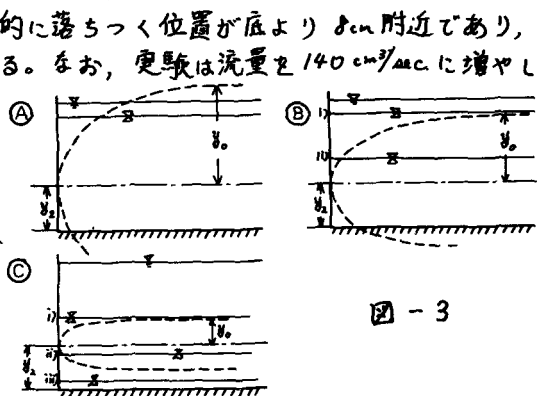


図 - 3

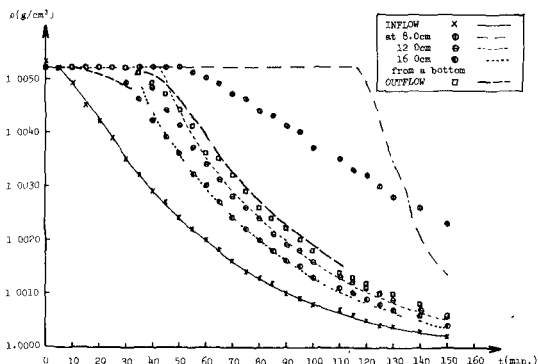


図 - 4

参考文献

1) 若佐・井上・野口 ガム野水池の成層化と取・放水の影響 第17回 水理講演会講演集