循環を利用した選択取水の一手法について

九州大学工学部　正　利田野製姿義
九州大学工学部　学○高橋義弘
九州大学工学部　学　高倉三弘

1．まえがき

密度成層場における選択取水は所要の密度の水を取水する場合に極めて効果的な取水方法であり，その取水限界に関して多くの研究がなされ，その成果が実際にとり入れられている。成層化したダム湖から上層取水する場合，取水口近くで密度界面が上昇し　ある流量以上で取水すると下層水を混入してしまう。そこで上層取水口の下方にもう1つ別の吸込みを設けて同時に取水した場合，どのような流況を呈するか，また，それが密度界面の上昇を抑え，選択取水を有効にできないかと考え，若干の室内実験を行なったのでその結果を報告する。

2．実験装置および方法

実験装置は図－1に示すような　深さ1.1m，幅0.15m　長さ5.0mの水路で，下流端には高さ0.8mの所に取水用のスリットをもつ高さ1.0mのせきを設置してある。また上層取水は上流からヘッドタンクを用いて一定流量を供給しながら越流させるようにしている。一方下層取水に対しては密度界面下方のスリットから抜きとったものをパイプでポンプを経由[illegible]の上流端に設置した大口径のパイプの中蕊とし込むようにした。

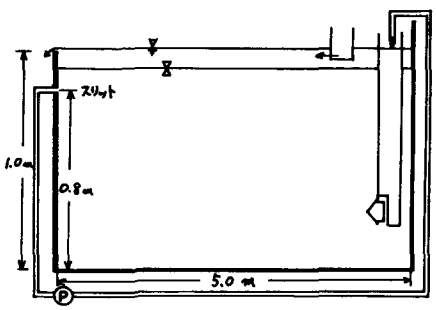


図-1　実験装置

実験は塩分1000 ppm（$\rho/\rho_0 = 7.75\times10^{-4}$）の着色塩水と淡水とで躍層を作っておき，流量をいくつか変えて定常的な上層取水を行ない　密度界面の形状を目視によって測定した。また，ある一定流量で上層取水を行ないながら，下層水を上記の方法で取水循環およびその停止をくり返して，両者における界面形状を目視によって測定した。

3．実験結果および考察

上層を越流により取水した場合の境界面はおおむね　図－2(a)　に示すような形状をしている。つまり下流端せき近くの界面では中間層が発達し，その中間層の両側の密度界面はいずれも上流の密度界面よりも上昇している。つぎに上層を一定流量で越流放流しながら密度界面下方に設けた別の取水口から種々の流量で取水循環し，下層の取水循環とその停止をくり返し行なった。その結果，上層と下層で取水すると，図-2(b)のような界面形状となり，下層取水による中間層の発生が断ちたにみられ，その下方界面は降下している。また　一度下層で取水循環させた後　上層のみで取水した場合は図－2(c)に示すような界面形状となり，(a)の場合のような下方界面の上昇はみとめられなかった。なお　(b)において新たに発生した中間層は下層に近い密度をもつもの

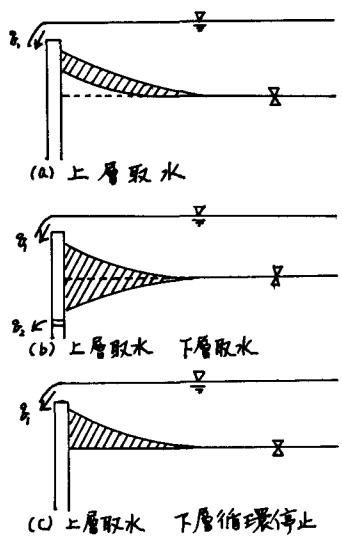


図-2　界面形状

と考えられる。また、(b)と(c)の場合、上下界面はあまりかならない。

つぎに以上で観測された界面の変化をクラヤ（Craya）の取水限界の関する公式との関係から考察する。クラヤは上下2層の深さが無限大の場合に対してスリットで上層する時の取水限界に対して次式を与えている。[1]

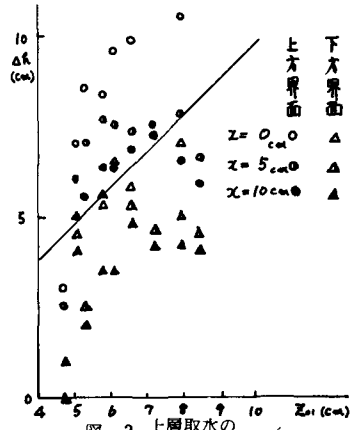
$$\frac{V_c}{\sqrt{g\varepsilon z_0}} = 1.52\left(\frac{z_0}{D}\right) \qquad (1)$$

ここに，V_c は上層水のみを取水する取水口での限界流速，z_0 は2層境界面より取水口中心までの高さ，Dはスリット開口高，gは重力加速度，εは相対密度差で $\varepsilon = \Delta\rho/\rho$ である。

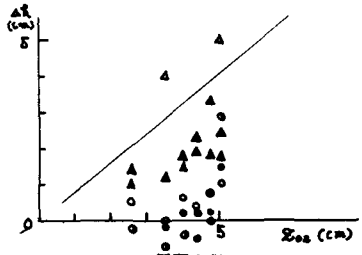
ここでは、上層取水量および下層取水量をそれぞれ q_1 および q_2，それによるせき位置での界面上昇および降下量をそれぞれ z_{01} および z_{02} として次式で計算する。

$$z_{01} = \left(\frac{2q_1}{1.52\sqrt{g\varepsilon}}\right)^{2/3}, \qquad z_{02} = \left(\frac{q_2}{1.52\sqrt{g\varepsilon}}\right)^{2/3} \qquad (2)$$

図－3は種々の流量で上層取水した場合の下流端より 0cm，5cmおよび10cm離れた地点の界面の十分上流地点（せきより200cm）からの上昇量を式(2)の z_{01} に対してプロットしたものである。図には境界面として中間層の上下2つのものを印したが、図の x=0cm のプロットより、クラヤの式は下方界面の上昇量を与えていることがわかる。



図－3 上層取水の場合の界面上昇



図－4 循環を併用する場合としない場合の界面位置の差

つぎに、上層 下層で取水した場合 前ページの図-2(b)および(c)の場合の下方界面の差量について式(2)の z_{02} に対してプロットしたのが図－4である。それによると、せき位置における傾向がかないのではっきりしたことは云えないが，下層取水することによる下方界面の低下量は クラヤの式で与えられると考えても差し支えないであろう。

4. まとめ

以上より、上層取水を行ない、同時に下層で取水すると、中間層の上方の界面は下層取水をやめた場合とさほど変らず、下方界面のみが下がる。また、下層取水によって新らたな中間層が発生することが認められた。さらに、一度下層取水を行なった後、それをやめた場合、中間層下方の境界は上流側の界面とほぼ同じ高さであることがわかった。以上のことは目視による測定であるので 今後は密度分布、流速分布および流線を測定して このような流れに対して検討を加える必要がある。最後に 本研究にあたり親切な御指導を賜った九州大学平野敏行助教授に謝意を表します。

<参考文献>

1). 水理公式集