II-87　貯水池の濁度に関する考察

名古屋大学　正員　○足立昭平
中部電力ＫＫ　正員　近藤寛通

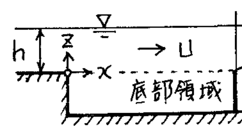
貯水池が河水の濁度に及ぼす影響を検討する手始めとして，洪水時における貯水池内の濁度分布に対して，貯水池底部を分離して，一定の速度 U および深さ h の流れを想定する単純な拡散方程式を適用することを試みた。濁度は土砂の実質部分の含有率でおきかえられるものとし，その実質部分の水中沈降速度を w，拡散係数を ε とおき，流下方向の濁度の変化は速度 U を一定と見なすことによって時間的な変化であらわせるものとすれば，濁度 C に関する拡散方程式は，

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \varepsilon \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + w \frac{\partial c}{\partial z}, \qquad \cdots\cdots (1)$$

で与えられる。鉛直軸 z の原点を貯水池底部領域との境界面にとり，境界条件を

$$z = 0 \text{ において，} \frac{\partial c}{\partial z} = 0, \qquad z = h \text{（水表面）において，} \varepsilon\frac{\partial c}{\partial z} + wc = 0, \qquad \cdots\cdots (2)$$

初期条件（貯水池流入条件）を，$t=0$ で，$c = c_0$，　……(3)



と設定すれば，(1) 式の解は次式で与えられる。

$$c = \sum_{n=1}^{\infty} S_n \cdot Z_n(z) \cdot \exp\left[-\frac{w}{2\varepsilon}\left\{z - \left(\frac{w}{2} + \beta_n \varepsilon\right)t\right\}\right] \qquad \cdots\cdots (4)$$

ここに β_n は，$\beta_n h = \tan^{-1}\left[\beta_n(w/\varepsilon)/\{\beta_n^2 - (w/2\varepsilon)^2\}\right]$ の解であり，$Z_n(z)$ および S_n はそれぞれ，

$$Z_n(z) = \cos\beta_n z + \frac{w}{2\beta_n\varepsilon}\sin\beta_n z, \qquad S_n = \frac{2\beta_n}{\{\beta_n^2 + (\frac{w}{2\varepsilon})^2\}h + \frac{w}{\varepsilon}}\int_0^h c_0 \exp\left(\frac{w}{2\varepsilon}z\right)\cdot Z_n(z)\,dz$$

で与えられる。

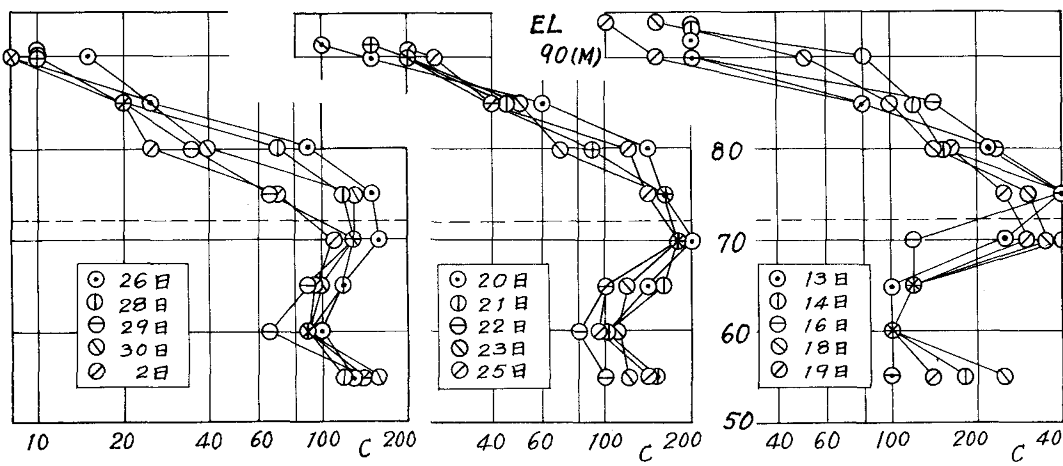
また，貯水池の流下距離を L とおけば，その間に底部領域に沈降する実質量の流入実質量に対する比 D は，$L/U = t^*$ とおいて，

$$D = 1 - \left\{\int_0^h c(t^*, z)\,dz \Big/ \int_0^h c_0\,dz\right\}, \qquad \cdots\cdots (5)$$

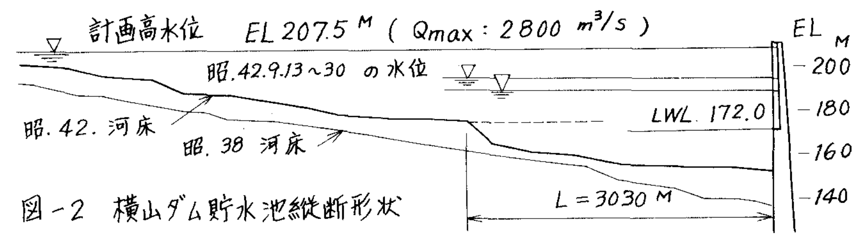
で与えられる。

一方，貯水池底部領域内の濁度変化は，もっぱら重力による実質部分の沈降によるものと考えれば，(1)式は $\partial c/\partial t = w\,\partial c/\partial z$ となり，$c = c(z - wt)$ で与えられることになる。したがって，この想定によれば，濁度の鉛直分布は底部領域と上部領域で異なる特性をもち，流入濁度が底部領域の初期濁度を上廻るような場合には，貯水池内を流下するにつれて濁度の鉛直分布は両領域の境界面付近に顕著な極大値を見せることになる。図－１は，建設省中部地方建設局の揖斐川横山ダムにおける濁度調査の一例を示したものである。測定地点は堰堤取水口の直上流50ｍであり，濁度分布の極大値が明瞭に現われている。この例の外，台風による出水および融雪出水における実測値も同様の傾向を示し，極大点がない場合にもその分布に明瞭な折曲点が認められる。この調査時点における貯水池縦

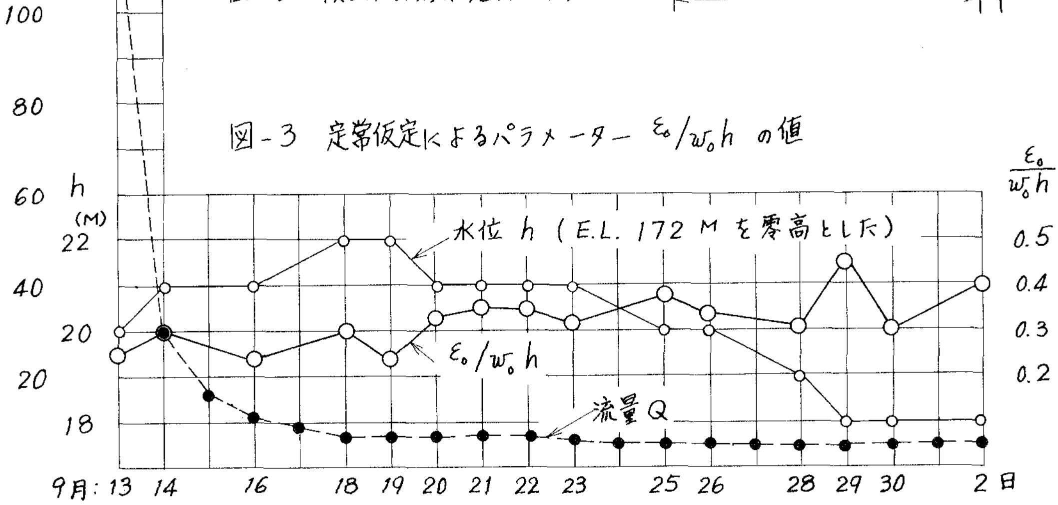
断形状を示せば，図－２のようであって，堆砂段丘の肩と堰堤取水敷高がほぼ同じ高さにあり，この間に上記の貯水底部領域の想定が成立するように思われる。(4) 式による濁度分布の数値計算は，ε/wh をパラメーターとして遂行できるが，その値のおよその目安を得るために，原方程式 (1) の左辺を省略した定常解，$C = K \cdot exp(-w_0 z/\varepsilon_0)$ を図－１の上部領域に適用して求めた $\varepsilon_0/w_0 h$ の値は，図－３のようである。流量および水位によって若干の変動があるが，まず一定値と見なすことができ，およそ 0.3 α程度である。概算ではあるが ε/wh にこの値を用いれば，(4)および(5)式から，$\varepsilon t^*/h^2$ を時間尺（貯水池の規模）として，洪水時の河水濁度に対する貯水池の効果Dが推算される。



図－１ 横山ダムにおける濁度分布の実例 （昭. 42. 9. 13.～〃. 10. 2, 中部地建）



図－２ 横山ダム貯水池縦断形状



図－３ 定常仮定によるパラメーター $\varepsilon_0/w_0 h$ の値