

名古屋大学 学生員 ○ 林 保志

名古屋大学 正会員 中村俊六

名古屋大学 正会員 足立昭平

1. 緒言 貯水池の濁水問題に対処するうえで、池内の諸機構の解明や濁度軽減化対策の確立は、もちろん重要であるが、池内の諸機構を集約化して流出水質を予測する簡便な方式を開発することも、また重要な課題と考えられる。

筆者らは、こうした観点から、従来、生物化学処理反応槽の解析モデルとして用いられてきたセルモデルをとりあげ、その濁度現象解析への適用性を検討してきた¹⁾。従来のセルモデルは、濁水の流動容積を固定して考えるものであり、いわゆる混合型の貯水池では十分有用であるが、成層型貯水池の場合には、濁水の流動容積が貯水池内密度勾配および流量にもとづいて変化すると考えねばならない。本報告は、この点を考慮して、新しいセルモデル解析について述べたものである。

2. モデルの概要 図-1における各セルの濁質の収支は、次式で表わされる。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{V_m}{n} \cdot C_i \right) = Q_{i-1} C_{i-1} - Q_i C_i - q C_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

ただし、 V_m : 濁水の流動容積、 C_i : i 番目セルの濁度、 Q_i : i 番目セルの流出流量、 q : 各セルから死水域への流出流量である。

いま、 $Q_{i-1} = Q_i (=Q)$ とすると、水の連続式より、 $q = -(dV_m/dt)$ となり、これを式(1)に代入して、解を求めると、 n 番目セルの流出濁度は次式で与えられる。

$$C_n(t) = \int_0^t E(\alpha) C_0(t-\alpha) d\alpha + \sum_{i=1}^n F_i(t) C_i(0) \quad (2)$$

ここに、 $E(t) = [nQ/V_m] \cdot [n \int_0^t (Q/V_m) dt]^{n-1} \cdot \text{Exp}[-n \int_0^t (Q/V_m) dt] / (n-1)!$ 、

$$F_i(t) = [n \int_0^t (Q/V_m) dt]^{n-i} \cdot \text{Exp}[-n \int_0^t (Q/V_m) dt] / (n-i)!$$

であり、 $C_0(t)$ は、1 番目セルへの流入濁度、 $C_i(0)$ は、各セルの初期値である。

式(1)において、右辺第3項を考えずに、 $Q_{i-1} = Q_i = Q$ 、 $V_m = \text{一定}$ 、 $C_i(0) = 0$ ($i=1, 2, \dots, n$) としたのが、

従来の生物化学処理反

応槽の解析モデルであ

り、 $Q_{i-1} = Q_i = Q_0 e^{-\lambda t}$ 、

($Q_0 = Q|_{t=0}$)、 $V_m = V_0$ 、

$\cdot e^{-\lambda t}$ 、($V_0 = V_m|_{t=0}$) とし

て、他の条件は従来の

解析モデルと同じに

たのが前回報告したモ

デル¹⁾である。これら

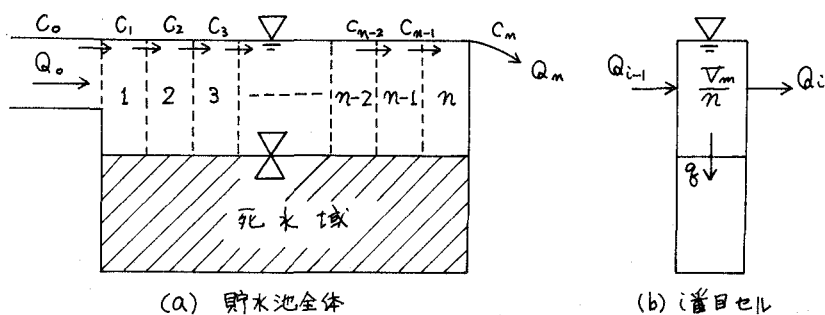


図-1 セルモデル概念図

のモデルの流動容積 V_m の変化に対して、今回のモデルでは、流量および貯水池内密度勾配から、式(3)で示される安芸・白砂の式を用いて流動層厚を求めてから流動容積 V_m を算定する。

$$\delta = G^{-1/3} (Q_o / \theta \sqrt{g \varepsilon})^{1/3} \quad (3)$$

ここに、 δ :流動層厚、 G :日野・大西の無次元数⁽³⁾、 Q_o :流出流量、 θ :流出口開口角、 g :重力加速度、 ε :密度勾配で、 $\varepsilon = (\rho_o - \rho_g) / \rho_o$ 、 ρ_o :流出点の密度、 ρ_g :流出点より鉛直方向にだけ離れた点の密度である。

流動層厚 δ を用いて、流動容積 V_m を $V_m = V(H) - V(H - \delta)$ として求める。

ただし、 H :貯水池水位、 V :貯水池内の水の全容積で、 H と V の関係は既知とする。

3. 実際現象への適用

図-2に横山ダム貯水池の観測資料をもとにした前回のモデルおよび今回のモデルの計算結果を、最も実測とよく一致する n について示す。ただし、今回のモデルの計算において、流量はすべて流入流量の実測を用い、また、貯水池内密度勾配は、流量ピーク時の実測水温より算定し、洪水期間中一定とした。

4. 考察 図-2を見みると、今回のモデルは、濁度ピーク時近傍で実測とよく一致し、濁度ピーク部で実測より低い値を示していることがわかる。前者の原因は、前回のモデルが初期条件 $C(0) = 0$ ($i=1, 2, \dots, m$)を用いたのに対し、今回のモデルは、初期条件として実測値を考慮していることと貯水池内密度勾配の算定に、流量ピーク時の実測水温を用いていることによると考えられる。後者の場合、このようにして求めた密度勾配を洪水期間中一定として計算したことによる原因があると思われる。さらに、モデルを改良するには、密度勾配が時間的に変化することを考える必要があるだろう。

5. 結言 以上、セルモデルの貯水池濁度現象解析への適用性について、現実貯水池の観測資料をもとについて検討した。上記のように、なお改良すべき点もあるが、貯水池濁度現象の簡便な方式としてのセルモデルの有効性について、一応の見通しが得られたと考えている。

参考文献 (1) 林・中村・川村「セルモデルによる貯水池濁度現象の解析」土木学会第33回年論

(2) 白砂・安芸「貯水池の濁水現象と水理学的軽減対策」発電水力 No126, 1973.9

(3) 日野・大西「成層密度流におよぼす Point-Sinkの高士の効果」土木学会論報第163号, 1969

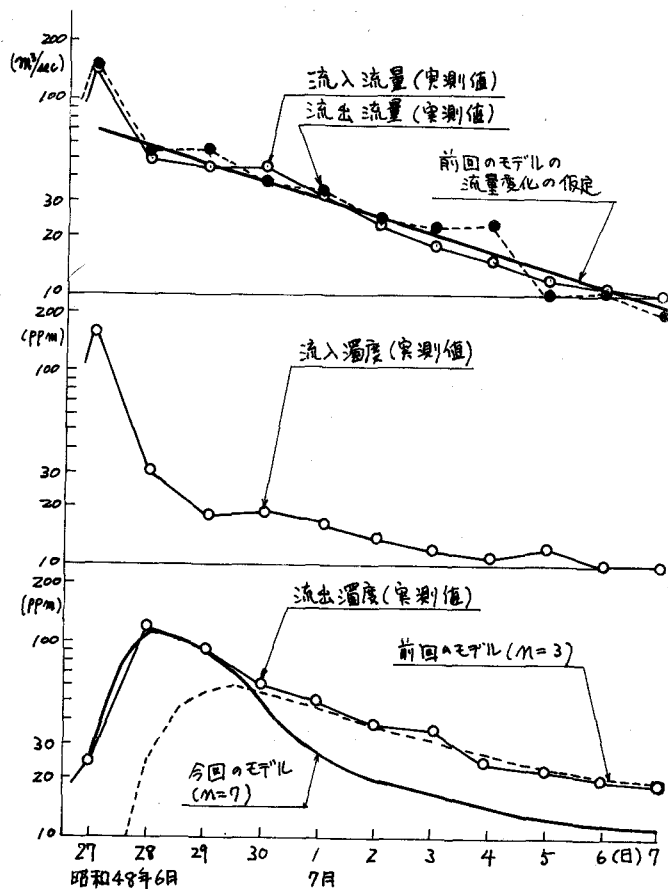


図-2 実際現象への適用例