

II-183 粒度分布を考慮した貯水池濁度予測モデルの適用例

(財)電力中央研究所 正 員 宮永 洋一・白砂 孝夫・安芸 周一

1. まえがき

濁度の粒度分布が貯水池濁水現象に及ぼす影響については、中村・足立(1978)¹⁾による主として流入濁度粒度の変動に関する検討、著者ら(1980)²⁾による濁度の分級効果と光学特性に関する検討、などの研究例がある。著者らが行った検討は、濁度と濁度濃度(SS)を区別するという、ごく基本的なことでありながら、従来の研究ではやや混同されていた点に関するものであり、結果として濁度の光学特性を導入した新たな予測モデルの提案を行った²⁾。このモデルは、濁度の沈降速度の評価に際して、いわゆる「実測値と合わせるための」パラメータを含まないという特徴を持っており、模型実験ではほぼその妥当性が確認されている。本報告では、この新たな予測モデル³⁾の実際の貯水池への適用例について述べる。

2. モデルの概要

粒度分布モデルの基礎式は、粒径別の濁度の連続条件および次の関係式である。

$$T_b = \frac{C}{K} \int_0^{\infty} \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-m} f_{dd} dd \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 T_b :濁度、 C :濁度濃度、 d :粒径、 d_0 :基準粒径、 f_{dd} :粒径 d の濁度粒度、 K 、 m :定数である。 K 、 m は濁度および濁度計の種類によって決まる定数で、濁度を幾つかの粒径成分に分解し、濁度、濁度濃度、平均粒径を測定することによって求めることができる。より簡便な方法としては、理論的考察から $m=1$ と置き²⁾濁度、濁度濃度、粒度分布の測定値を用いて式(1)より K を求める方法もある。

粒径別の濁度の連続条件は、安芸・白砂(1975)³⁾の鉛直1次元モデルを例にとれば次のように表わされる。

$$\frac{\partial Cf}{\partial t} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{cy} A \frac{\partial Cf}{\partial y} \right) - \frac{1}{A} \frac{\partial v A C f}{\partial y} + \frac{\partial R d^2 C f}{\partial y} + \frac{B}{A} (u_i C_i f_i - u_o C f) \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 A :貯水池水平面積、 B :貯水池幅、 v :鉛直流速、 u_i 、 u_o :水平流入、流出流速、 D_{cy} :濁度の y 方向拡散係数、 f_{idd} :流入濁度粒度、 τ :Stokes式の係数 $(g/18\nu) \cdot (\rho_s/\rho_w - 1)$ 、である。
なお、モデルの詳細は文献2)を参照されたい。

3. 実貯水池への適用例

粒度分布モデルの適用例として、飛騨川上流部4ダムにおける濁水現象の解析結果を以下に示す。

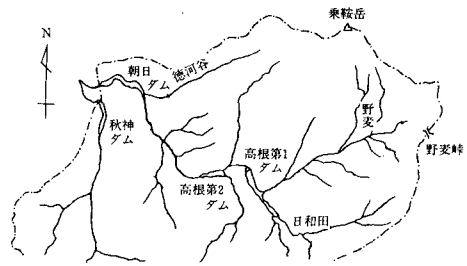


図-1 飛騨川上流部4ダム位置図

表-2 各貯水池の概要

項目	貯水池	高根第1	高根第2	朝日	秋神
流域面積(Km ²)		160	173	225	83
ダム高(m)		133	69	87	74
総容量(×10 ⁶ m ³)		42	11	22	16
有効容量(%)		34	5	21	16
使用水量(m ³ /sec)		300	40	32	

注) 従来の、濁度を一様粒径として扱ったモデルを「一様粒径モデル」、本モデルを「粒度分布モデル」と呼ぶことにする。

解析対象としたのは、図-1に示す高根才1, 高根才2, 朝日, 秋神の4ダム貯水池である。各貯水池の概要を表-1に示す。高根才1, 高根才2貯水池向では揚水発電が行われ、また、秋神ダム貯留水は連絡管によって朝日ダム取水塔内に取水込む仕組みになっている。

計算対象期間は昭和54年6月20日～8月15日であり、7月2日に高根才1ダムで日平均ピーク流量 $65.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水が流入している。濁度の数値シミュレーションは以下の手順で行った。

- ① 水温分布を安芸・白砂(1975)³⁾の鉛直1次元モデルで計算する。
- ② 濁度分布を一樣粒径モデルと粒度分布モデルの両方で計算し、比較する。
- ③ 一樣粒径モデルでは2種類の計算を行う。一つは流入水の平均濁度粒径の実測値を与える方法(A)、他の一つは放流水濁度の計算値と実測値が一致するように濁度粒径を与える方法(B)である。
- ④ 粒度分布モデルの入力条件となる流入濁度の粒度分布(洪水期間中の変動がある)は、洪水ピーク前後の平均値を与える。

- ⑤ 式(1)の定数の値は、高根才1貯水池内における濁度, SS, 粒度分布の測定結果より、 $d_0 = 1 \mu\text{m}$ としたとき $K = 0.1$, $m = 1.25$ を与えた。

計算結果の一部を図-2～5に示す。図-2, 3は、それぞれ高根才2, 朝日ダムの放流水濁度である。一樣粒径モデルAは両者とも $5 \mu\text{m}$ 、一樣粒径モデルBは高根才2ダムが $3 \mu\text{m}$ 、朝日ダムが $2 \mu\text{m}$ で計算されている。また、図-4, 5は、それぞれ朝日, 秋神ダムにおける濁度分布である。秋神ダムでは一樣粒径モデルAのみの計算とし、 $6.5 \mu\text{m}$ を与えている。

シミュレーション結果を要約すると、一樣粒径モデルAは次第降が早過ぎ、一樣粒径モデルBは放流水濁度を良好に模擬できる。これに対し、粒度分布モデルは粒径の調整をすることなく、放流水濁度、池内濁度分布を良好に模擬できるものといえる。

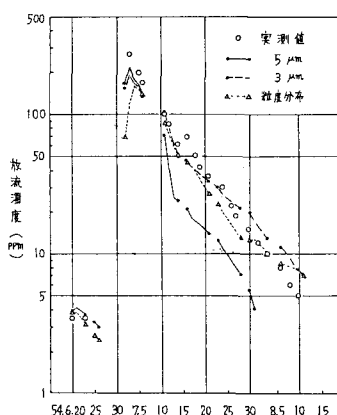


図-2 高根才2放流水濁度

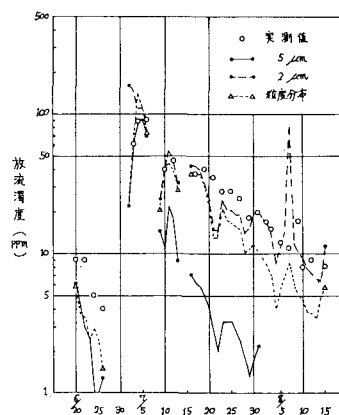


図-3 朝日放流水濁度

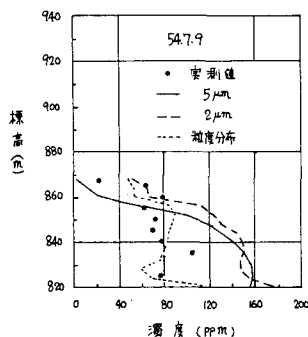


図-4 朝日濁度分布

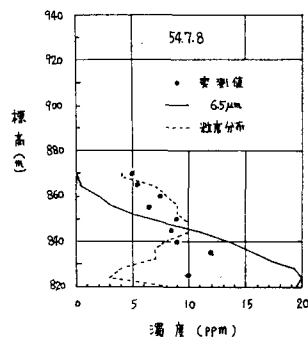


図-5 秋神濁度分布

参考文献 1) 中村・足立:土木学会論文報告集, No. 279, 1978. 2) 宮永・安芸:土木学会論文報告集, No. 296, 1980. 3) 安芸・白砂:発電水力, No. 134, 1975.