

現地調査データを用いた粒径分布を考慮した濁度-SS 関係の検討

(株)建設技術研究所 正会員 ○鶴田 泰士
 (株)建設技術研究所 正会員 尾島 亮太
 (株)建設技術研究所 正会員 陳 飛勇
 (株)建設技術研究所 正会員 堀田 哲夫

1. はじめに

湖沼や貯水池の濁水現象の検討にあたっては、流域からの濁質負荷量や貯水池内の濁水挙動のデータの蓄積が重要となる。この際、時間的に連続した空間的に密なデータを得ることの重要性から、濁度計を用いた観測が行われることが多い。その一方で、濁度計の応答が濁質粒径によって変化することが指摘されており、流量規模の変化や、貯水内での沈降による粒度分布の変化を考えると、濁度データの取り扱いには慎重に行う必要がある。濁質粒径による濁度計の応答変化は、室内実験による検討例が幾つか報告されているが、実務レベルの調査での適用例は少ない。そこで、本研究では室内実験での既往の知見に基づき、実務レベルの現地調査データを用いて、SS と濁度の関係を検討したので報告する。

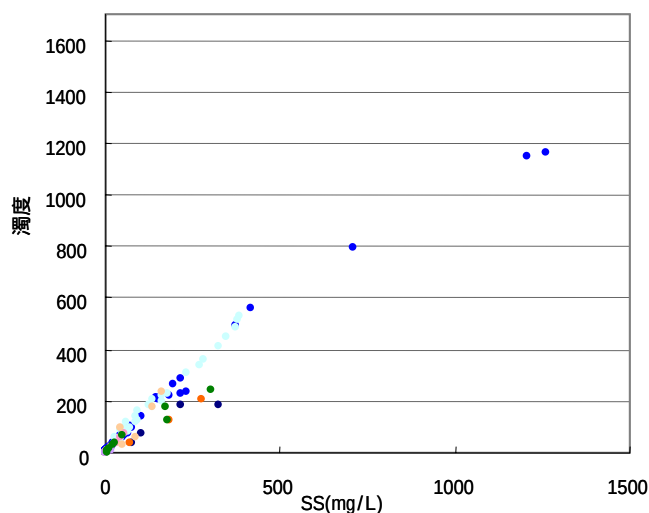


図-1 河川 A,B および C ダムにおける SS-濁度関係

2. 対象ダムの概要

検討対象とするデータは、流域面積がそれぞれ 212km²のおよび 113km²の河川Aおよび河川B、そして両河川が流入するCダムにおいて、定期調査および出水時調査に計測されたものである。河川Aおよび河川Bは共に流域の地質・土壌特性などが類似しており、概ね同じ特性を持った流域とみなすことができる。調査で得られたSSおよび濁度のデータを、調査地点に関係なく一緒にプロットしてみると、両者の関係は図-1 に示すようにばらついている。これは、流量規模により粒度分布が変化したり、Cダムに流入した濁質が沈降により分級され、濁質粒径の構成が試料ごとに異なるためと考えられる。この場合、濁度からSSを推定しても必然的に誤差が生じることとなる。既往の研究^{1),2)}によれば、ほぼ単一の粒径dの濁質粒子で構成される濁水のSSと濁度の関係は、次式で表される。

$$T_b = \alpha \left(\frac{1}{d} \right)^n SS \quad (T_b : \text{濁度}, SS : SS[\text{mg/L}]) \dots (\text{式 1})$$

ここに、 α 、 n は係数であり、流域によって1つに定まるものと期待される。実際の濁水は複数の異なる粒径の濁質群から構成されている。いま、濁水（濃度SS）をN個の粒径群に構成されているとすると、粒径群iの存在比率 r_i とすれば、粒径群iに相当するSS濃度 SS_i は、 $SS_i = r_i \cdot SS$ （式1）となる。各粒径群に対して先の式が成り立つとすれば、濁度 T_b は次式で表される。

$$T_b = \alpha \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{d_i} \right)^n SS_i \quad \dots (\text{式 2})$$

キーワード SS、濁度、濁質粒径、濁度計

連絡先 〒330-0071 埼玉県さいたま市浦和区上木崎 1-14-6 (株)建設技術研究所 TEL 048-835-3700

既往の研究では、粒径 d を変えた単一粒径とみなせる濁水試料を複数作成し、濃度を変えながら濁度と SS の関係を求めることによって α と n を求めている。しかし、実務レベルの調査で得られたデータに対して同様の作業を行うことは、現実的とはいえない。そこで、個々の試料に対して精密な実験ができない代わりに数多くのデータを用いて、統計的な手法により、パラメータを求めることを考えた。すなわち、図-1 に示したデータのうち、濁度と SS、粒度分布が揃っているものについて、

$$\varepsilon = \sum \left\{ T_b - \alpha \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{d_i} \right)^n SS_i \right\}^2 \rightarrow \min \dots (\text{式 3})$$

とする α 、 n を同定した。(式 3) の α 、 n に逐次的に値を代入し、 ε が最小となる時の α 、 n を求めた。図-2 は、 α 、 n の変化に対する誤差 ε の分布である。色の濃淡は ε の大きさを表しており、色合いが赤いほど誤差が大きく、色合いが青いほど誤差が小さいことを示す。図中において、 ε が最小となる α 、 n が求めるべき係数値となる。結果として、SS と濁度の関係式が次式のように求められる。

$$T_b = 1.85 \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{d_i} \right)^{0.56} SS_i \dots (\text{式 4})$$

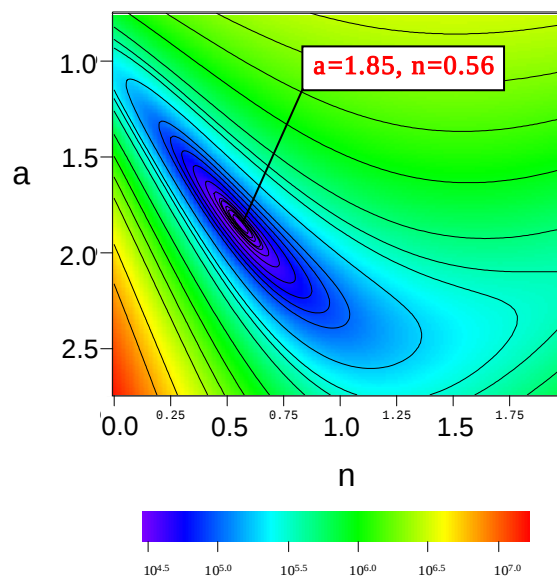


図-2 係数 α 、 n と誤差 ε の関係

SS-濁度の関係に濁質粒径を考慮した場合としない場合について、SS から推定した濁度の値を実績の濁度値と比較した(図-3)。なお、粒径を考慮しない場合の換算式は図-1 の分

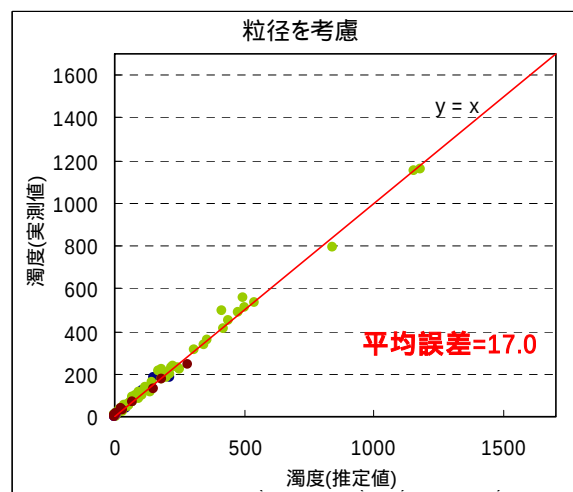
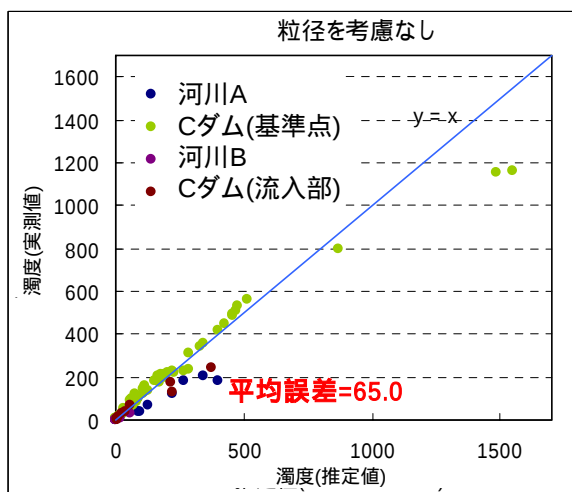


図-3 粒径考慮の有無による SS-濁度換算結果の比較

布から便宜的に求めた線形回帰式である。粒径を考慮しない場合には、ばらつきのあるデータが、濁質粒径を考慮した換算式を用いることにより、濁度推定値の精度が向上する傾向がみられる。なお、実際には濁度計の値から SS を推定する方が現実的ではあるが、濁度から SS を推定する場合には(式 4)を変形することにより求められる。このことから、実務レベルの現地調査データでも、統計的な手法により、濁質の粒径を考慮することで適切に SS-濁度換算ができる可能性が得られた。なお、ここで検討した SS-濁度換算式は、粒度分布の情報が必要であるため、次のステップとして、流量と粒度分布の変化を関連付けるなど、簡易な手法で粒度分布を推定することが課題となる。

参考文献)

- 1) 宮崎ら(1978): 濁度測定における粒径の影響について、運輸省港湾技研報、No.284、pp.1 ~ 23.
- 2) 横山(2002): 濁度計の粒径依存特性と現地使用方法に関する考察、土木学会論文集、No.698/ -58、p93-98.