

中部工大 正員 松尾直規

1. はじめに： 貯水池における冷水生起，濁水長期化及び富栄養化の課題を予測・解析する際には予測モデルならびにモデルに含まれる各種パラメータの適切な選定とともに、系外部からの入力としての流入流量及び流入水温，濁度，栄養塩濃度等の条件をできるだけ正確に把握することが肝要となる。著者は、上述の課題を対象とした予測モデルの開発とその応用に因する研究を行って来たが、本研究では、こうした予測を行うにあたっての流入濁度ならびに流入栄養塩濃度の取扱いに因し、実用上の観点より それらと流入流量との関係を検討した。

2. 那賀川水系小見野々貯水池における流入流量と流入濁度との関係： 那賀川水系本川上流部に位置する小見野々貯水池の流入部付近においては、1974年より現在に至るまで月に1〜3回程度の間隔で濁度の定時観測が行われ、一部の出水期間には毎日さらには毎時の観測が行われている。著者は既にこれらの1978年までの資料に基づき、同地史の流量と濁度との関係について発表しているが²⁾、以下では、その後得られたデータを加えて比較的長い時間スケールからみた場合の両者の関係を再検討した。図-1は、1974年〜1981年にかけての全ての資料を流量と濁度との関係で整理したものである。ただし、1974年〜1976年のものは、主として出水時におけるデータである。この図より、流量と濁度との関係は1975年8月、1976年9月に生じた大規模出水に伴う流域内での崩壊地面積の拡大を一つの境として、その前後で大きく変化していることがわかる。すなわち、図中に線で囲んだ1974年7月出水時の例より上述の1976年9月出水の例までは、流量に対する濁度の増大がみられるのに対し、その後の1977年以降は、ほぼそれらの資料群には含まれた領域内に各点が集まり、流量と濁度との関係は比較的安定したものになってきている。ただしその関係は1974年当時のものとは異なっている。こうした経年変化は、1976年9月出水を境に、流域内の崩壊地面積率が0.429から0.871へとほぼ2倍に拡大したことと密接に関連するものであろう³⁾。一方、同期間における濁質粒度分布の経年変化についてみると、図-2のようであるか、これら、濁度の原因となる微細粒子の

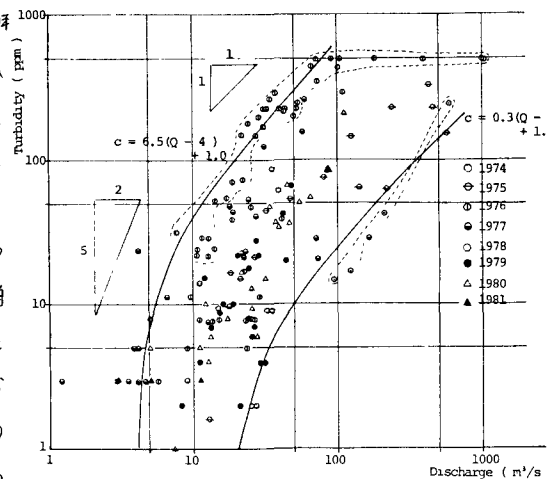


図-1 小見野々貯水池流入部における流量と濁度との関係

粒径が、50%粒径で1976年9月出水直後の15〜2μから3〜6μ程度

へと変わってきていることがわかる。これは、流域内に存在する不安定な極微細粒子が崩壊発生後ほぼ1年間で流出し、その後はそれらの濁質成分の影響をほとんど受けずに上述したような比較的安定した流量と濁度との関係が続いていることを、濁質性状の面から裏付けるものであろう。

つぎに、こうした流量と濁度との関係にしばしば横用されるベキ乗則、

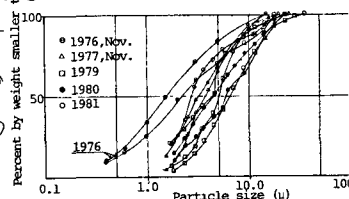


図-2 濁質粒度分布の経年変化

すなわち、濁度 C と流量 Q との関係を表す次式、

$$C = \alpha Q^{\beta} \quad - (1)$$

について検討してみると、図-1では、係数 α が各年毎に異なるのに対し、指数 β の値は各年でほぼ共通しており、濁度が100 ppm以下ではほぼ2.5, 100 ppm以上ではほぼ1.0程度の値となっている。こうした傾向は、 α の値が主として流域の地形地質的な諸特性(裸地面割合, 粘土, 土砂粒径, 地形勾配等)に関係するのに対し、 β の値は主として濁質の流出機構に関係するものであることを推測させるが、この点についてはより検討が必要であることはいうまでもない。ところで、著者らは、ベキ乗則を考える場合、実用上は(1)式よりむしろ次式

$$C = \alpha'(Q - Q_0) + C_0 \quad - (2)$$

を用いる方がより好都合であることを既に述べているが、図-1においても $C-Q$ 関係をこうした曲線ではほぼ推定しうるようである。

3. 室生貯水池流入部における流入流量と栄養塩濃度との関係:

木津川水系宇陀川中流部に位置する室生貯水池の流入部において、1975年～1977年にかけて観測された水質資料を用い、貯水池へ流入する各種栄養塩濃度の特性を流量との関係から調べた例が図-3～5である。図-3～5のいずれにおいても、流量と濃度との関係は前述した濁度のそれとは大きく異なり、全体的な傾向としては流量との明確な関係を見出し得ないといった方がよい。こうした傾向は、栄養塩濃度が降雨流出に伴う自然汚濁負荷ばかりでなく各種の人為的汚濁負荷にも起因しており、特に低流量時には後者の影響が顕著なためと考えられる。しかしながら、詳細にみると、各図中に示したように出水時には、人為的負荷量に比べて変化の大きな自然的負荷量が卓越するようになるに従って、濃度が流量と何らかの関係をもって変化する傾向が認められる。すなわち、いま栄養塩の負荷量を L 、濃度を C とすると、 L 、 C は流量 Q 及び基底流量 Q_0 に対し、それぞれ

$$Q \leq Q_0; \quad L = L_M, \quad C = L_M / Q \quad - (3)$$

$$Q > Q_0; \quad L = L_M + a(Q - Q_0)^k, \quad C = L_M / Q + a(Q - Q_0)^{k-1} \left(1 - \frac{Q_0}{Q}\right) \quad - (4)$$

の関係があると考えられる。ここに L_M は流量に無関係な汚濁負荷量であり、各種の人為的要素に依りて時間的に変化する量である。図-3～5の例で、(3)式に示される濃度についてみると、無機態窒素及び総リンでは L の変動が比較的小さいのに対し、有機態窒素ではかなり大きい。一方、(4)式の関係についてみると、総リンでは L が1あるいはそれ以上であると推測されるのに対し、無機及び有機態窒素では L が1の傾向がみられる。これらの関係は、さらに多くの資料より検討する必要があるだろう。

4. 結論: 本報で行ったような流入濁度及び栄養塩濃度に関する取扱いでは、経験式に依りる係数値の同定が問題となるが、予測にあたっては、その概略値とともに流域内における自然的、人為的環境の変化に伴うこれらの変化についても十分考慮しておく必要がある。

参考文献: 1) 花尾岩佐: 貯水池水理の簡易モデルとその水質予測の適用, 土木学会論文報告集308号 2) 花尾岩佐: 琵琶湖における濁度流出の特性, 第16回自然現象科学シンポジウム講演論文集 3) 花尾岩佐: 濁度の流出分散と河川特性について, 第16回水理講演会論文集(発表予定)

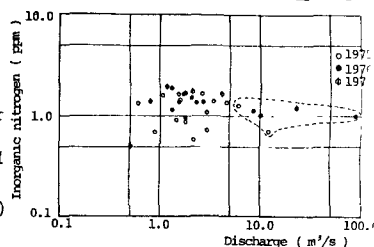


図-3 無機態窒素濃度と流量との関係

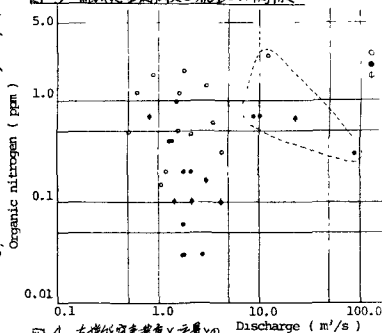


図-4 有機態窒素濃度と流量との関係

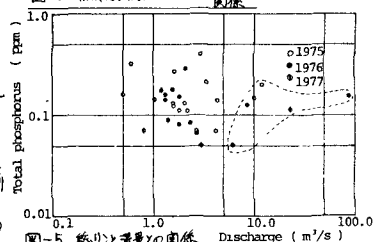


図-5 総リンと流量との関係