

II-131 山地流域からの濁度流出現象のモデル化に関する基礎的研究

豊橋市役所	正会員	小山利浩
豊橋技術科学大学	正会員	中村俊六
同上	正会員	四倉信弘

1. 緒言 貯水池における濁水問題に関連して、有効な選択取水操作のためにも、また、下流に対して予測情報を提供するためにも、降雨時において流域から貯水池へ流入する濁水の性状を把握することが必要となって来ている。降雨時における山地流域からの濁度流出現象に関しては、村本・道上ら<sup>(1)</sup>（1974）あるいは金屋敷・芦田ら<sup>(2)</sup>（1980）による特性曲線法を流出解析の基礎に置いた研究が著名であるが、インプットデータとして多数の複雑な情報を要求されることもあって、実用上はなお多くの問題点を含んでいるように思われる。本研究は、こうした現状認識に立脚して従来の調査研究結果を再検討し、その考察結果に基づいて実用上の簡便さに重点を置いた濁度予測モデルについて検討したものである。

2. 従来の調査結果を再検討した結果得られた主要な知見 再検討した資料は、①新宮川における昭和49年および50年の調査資料<sup>(3)</sup>、②飛騨川における昭和54、55年調査資料<sup>(4)</sup>、③揖斐川横山ダム流域における昭和54、55年調査資料<sup>(5)</sup>、および④長良川における昭和50、51年調査資料<sup>(6)</sup>であるが、これらの資料からある程度共通して言える点を列挙すれば以下のようである。

- (1) 濁度Cは流量Qとの間に、 $C = \alpha Q^\beta$  という関係を想定できるが、 $\alpha$ 、 $\beta$ は一定値とは言い難い。
- (2)  $\alpha$ 、 $\beta$ が一定とならない原因の一つに降雨現象の空間的非一様性を挙げる事が出来る。したがって、流域面積が小さい場合には、 $\alpha$ はともかく $\beta$ については流域毎にある程度一定と見なせる場合が多い。
- (3)  $\alpha$ 、 $\beta$ の値と流域の地形、地質等の特性や降雨の特性とを対応づけることは必ずしも容易ではないが、崩壊地の多少や降雨強度などとは有意な関係を見いだせる場合が多い。
- (4) しかしながら、流域の特性自体、出水の期間中に例えばアーマーコートの破壊、形成あるいは新たな崩壊箇所の発生によって変化していると考えられ、それが $\alpha$ の値が変動することの一因と思われる。
- (5) ダムの流域のようにある程度上流部を対象とする場合には、河道内における濁質の流下過程は、流下時間に対応する時間のずれを考慮した単純な合流混合計算で十分近似できる。

3. 濁度流出現象のモデル化 上記の結果から、濁度流出モデルには、①降雨の局地性に対処できるように流域が細分化されており、②出水期間中の特性の変化を実測値でチェックし、その結果をモデルにフィードバックできること、が要求されるものと思われる。本研究ではこの点を考慮して以下のようにモデル化した。

- (1) 流出解析（流量の計算）モデルとしては、小葉竹<sup>(7)</sup>（1979）のタンクモデルを用いた。すなわち、①流域を多数の単位流域に細分化し、②各単位流域毎に地質に応じたタンクモデルを用い、無降雨期間に応じた初期損失を考慮した有効雨量に対して流出量を計算した後、③それらの合流流下過程を、河道配列に基づく集中面積図によって計算した。
- (2) 各単位流域で生産される濁質量 $S_i$ は、流量 $Q_i$ に応じて  $S_i = \alpha_i Q_i^\beta$  で与えられることとした。（すなわち、各単位流域では  $\beta = 1$  とした。）
- (3) それらの合流流下過程は、流量と同じく集中面積図によって流下時間だけずれながら足し合わされることとした。
- (4) 貯水池流入地点での濁度Cは、以上の結果得られる濁質量Sを流量Qで除して得られる。（この段階では、たとえすべての $\alpha_i$ が同一であっても、 $\beta = 1$ ではない。）

4. 横山ダム流域への適用結果 第一段階的試算として $\alpha$ の値を全域で同一として、上記のモデルを横山ダム流域（流域面積471km<sup>2</sup>）に適用した結果の一例を図-1（流量）、および図-2（濁度）に示す。

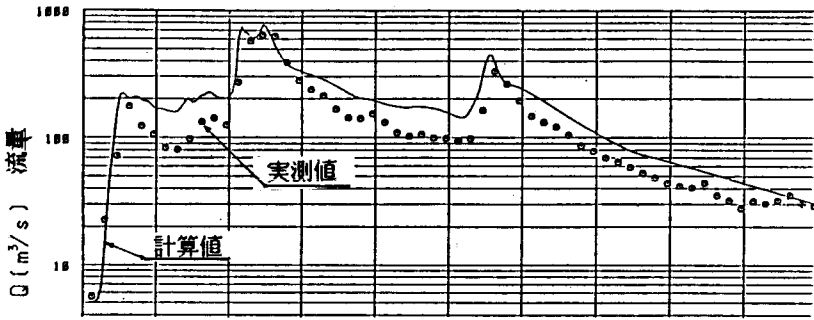


図-1 横山ダム損斐川本川における昭和51年台風17号出水時の流量についての計算結果と実測値

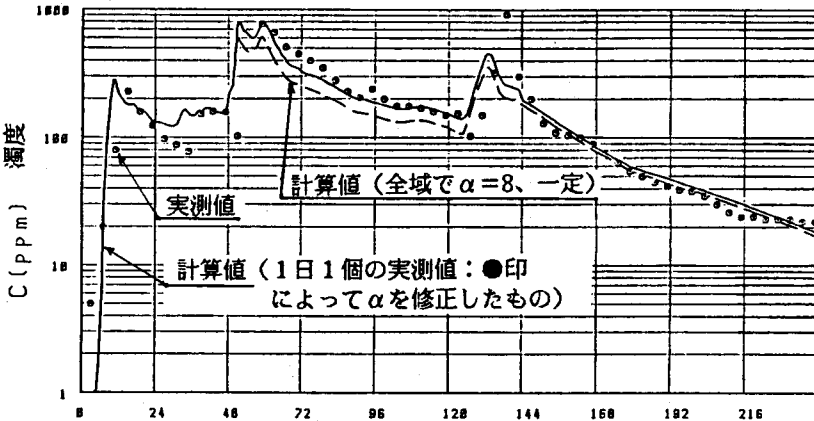


図-2 同じく濁度についての計算結果と実測値

TIME (hour)

図-2には、すべての単位流域において $\alpha = 8$ とし期間中 $\alpha$ の値を一定とした場合の計算結果を破線で、また、1日1回黒丸の実測値と比較してその結果から $\alpha$ を修正しなおして計算したものを実線で示してある。修正方法は次のとおり。①最下流端での実測値 $CR(t)$ と計算値 $C(t)$ から、 $P(t) = CR(t) / C(t)$ を求める、②直前に得られた $P$ の値 $P(t-1)$ と上記の $P(t)$ との算術平均値を修正子として、すべての $\alpha$ に乘ずる(これは $n$ 回目の修正子の重みを最新のものの $2^{-n}$ 倍としたことに相当する)。③その修正子を用いての再計算は、それ以前に修正した時点の直後に遡って行き、再計算の結果、誤差が10ppm以下にならない場合は、3回まで、修正子を順次上記の方法で変更しながら再計算する。

これらの図から、①流量については、任意パラメーターの無い計算にもかかわらず、全期間にわたって良好な結果が得られている、②濁度については、 $\alpha$ を一定とした場合(破線)は特に2山目の期間中誤差が大きいが、上記の簡単なフィードバックを行った結果(実線)は、ピーク時を除く全期間について、ほぼ満足すべき結果となっている、と言えよう。

5. 結言 以上の結果から、①ピーク時に重点を置いて流域の特性と $\alpha$ の値とを結び付けること、②実測値の変化から特性が激変した単位流域を推定できるようにすること、③フィードバックシステムを改良すること、等が今後の課題と考えられる。

参考文献 (1)村本、道上、下島：ウオッシュロードの流下過程に関する数値解析、第18回水講、1974  
 (2)金屋敷、芦田、江頭：山地流域における濁度物質の生産・流出モデルに関する研究、第24回水講、1980  
 (3)新宮川水系濁水調査委員会：新宮川水系濁水調査資料、1974、1975 (4)飛騨川濁水対策審議会：飛騨川濁水現象調査報告書、1981 (5)建設省中部地建横山ダム管理所：横山ダム流域白濁源調査、1981  
 (6)新井文令：出水時の河川濁度に関する実証的研究、名大土木修士論文、1978 (7)小葉竹重機：河川流域における洪水形成過程に関する研究、京大学位論文、1979