II-57　濁水流出のモデル化について

熊谷組　正員　古田　宝
名古屋大学　正員　中村　俊六
名古屋大学　正員　足立　昭平

ダム貯水池の水環境に及ぼす影響の一つとして、近年貯水池の濁水貯留が各地で問題となり、濁水制御がダム放流操作の新らたな課題としてつけ加えられるようになっている。貯水池内における濁水の挙動については、現地観測資料の整備、数値解析モデルの開発などによって、その実態をかなりの程度まで説明できるようになり、対策としての貯水池表面取水の効用についてもある程度の見通しをたてることが可能になってきているが、しかし、ダム貯水池に流入する河水濁度はきわめて微妙に変動し、その予測が困難であり、貯水池の濁度貯留がもたらす長期的な水環境の変化を考えるうえに、大きな障害になっている。本研究は、河水濁度の発生機構を探るための予備的研究として、降雨流出の際の濁度物質の生産に関する2，3の基本的仮定がどのような濁水流出の特性に対応するものであるかを検討したものである。

1．表面流出だけの濁水流出モデル

斜面上の表面流出に関する基礎方程式は，

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial q}{\partial x}=r \quad \text{---}(1) \qquad q=Kh^{m+1} \quad \text{---}(2) \qquad \frac{\partial}{\partial t}(ch)+\frac{\partial}{\partial x}(cq)=p \quad \text{---}(3)$$

である。ここに，xは斜面に沿う流下距離，tは時間，hは水深，qは単位幅当りの流量，cは濁度，pは斜面の単位面積，単位時間当りの濁度物質生産量である。

(a) $p \propto h$ の仮定：　これは，濁質生産と流れの掃流力との間に比例関係が成立すると仮定することである。この仮定では，降雨終了後も斜面全長にわたって濁質の生産が行なわれるから、降雨終了後の減水期において，流水中の濁質量chは減少しても，濁度cが引続き増大するということになる。

(b) $p \propto r$ の仮定：　濁質生産が一意的に降雨強度に依存するという仮定であるから、一定強度の降雨を例にとれば、降雨開始と同時に流出濁度がある一定値をとり、降雨終了までその状態が継続することになる。降雨終了後は，濁質生産が無くなるから、斜面上の濁度の流下速度と水深のそれとの差（hの伝播速度はcのそれの$1/m$倍である）だけ漸次濁度が低下することになる。

(c) $p \propto \partial h/\partial t$ の仮定：　この仮定は濁質生産を増水期に限定する極端な想定である。強度一定の降雨を想定すると、降雨開始と同時に濁質の生産が発生し、流出水は初めからある濁度で流出を始め、また，降雨直後に斜面下流部に生ずる $\partial h/\partial x=0$ の領域が無くなるまで初めの濁度がそのまま持続されることになる。

上記の3仮定は、一応濁質生産の基本的因子をもっとも単純に表現したものであり，実際にはこれらの組合せを考える必要があるが、(a)の仮定は，濁度最大の時刻を流量最大の時刻よりも遅らす性格を、(b)，(c)は、濁度最大時刻を流量のそれよりも早くする性格をもつことを知っておかねばならない。これらの仮定の組合せの手始めとして、(a)の仮定に降雨終了後は濁質生産がないという条件を付加した場合の一様降雨に対する一例が図－1であり、(a)と(c)の仮定とを組み合わせた同様の例の一つが図－2である。

2．中間流を考慮する濁水流出モデル

表層の雨水浸透を考慮し、浸透して流出する中間流は濁質生産に関与せず、表面流の濁質生産に対して希釈効果をもつと考えるモデルである。基礎方程式として，表面流に関して

$$\frac{\partial h_s}{\partial t}+\frac{\partial q_s}{\partial x}=r-f \quad \text{---}(1') \qquad q_s=K_s h_s^{m+1} \quad \text{---}(2')$$

中間流に関して　$\gamma \frac{\partial h_G}{\partial t} + \frac{\partial q_G}{\partial x} = f$　--- (4)

$q_G = K_G h_G$　--- (5)

濁度に関して　$\frac{\partial}{\partial t}(C_S h_S) + \frac{\partial}{\partial x}(C_S q_S) = p$　--- (3′)

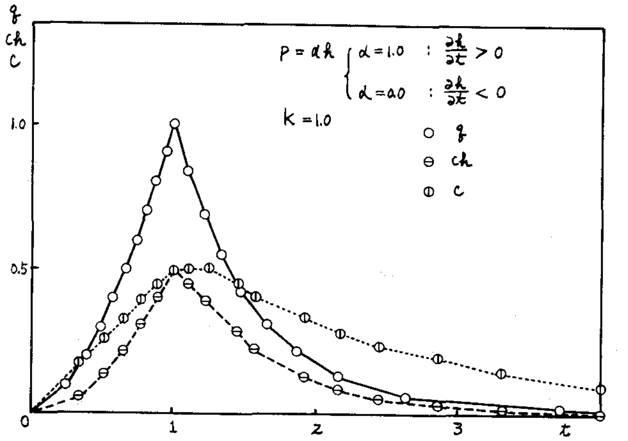
$C = C_S q_S / (q_S + q_G)$　--- (6)

とする。ここに添字 S は表面流，G は中間流の諸量をあらわし，γ は浸透層の間隙率，f は浸透能である。

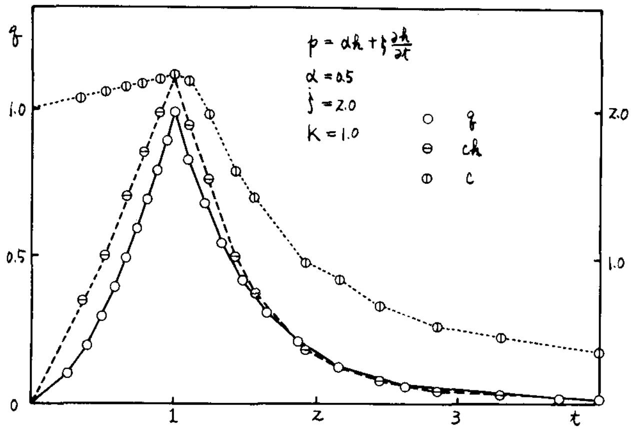
濁質生産量 p に関するさきの仮定(a)，(b)および(c)の性格には変わりはないが，中間流と表面流とのつなぎ方にいくつかのやり方が考えられる。ここでは，一例として f の負の値を考慮した(a)の仮定の場合を図－3に示す。この例は中間流がややが小さいものであるが，濁度最大の時刻が流量のそれより遅れるのは(a)の仮定による結果である。

以上は濁水流出モデルの予備的な考察であるが，こうした単純なモデルの組み合わせのほかに，濁質生産量 p の斜面上の分布を考慮する必要もあり，さらに水路における濁質流下の問題を合わせた濁水流出モデルの開発を進めたいと考えている。

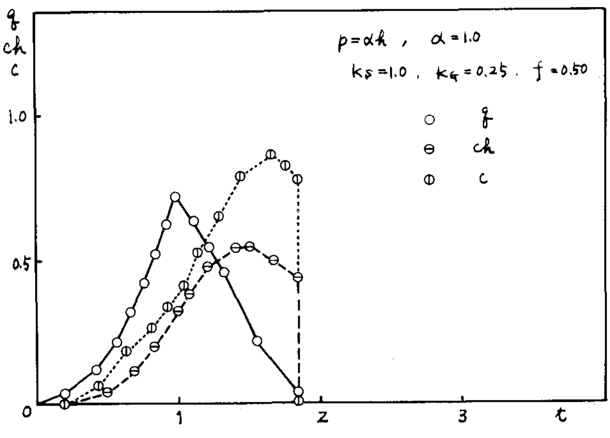
ただし，図中の諸量は斜面長 l，降雨の平均強度 a，および継続時間 t_r で無次元化したものである。



図－1　仮定(a)＋（降雨終了後 $p=0$ の条件付加）



図－2　仮定(a)＋(c)



図－3　中間流出を考慮，仮定(a)