

建設省土木研究所水文研究室	正会員	石崎勝義
建設省近畿地建猪名川工事々務所	正会員	橋本 健
法政大学	正会員	西谷隆亘
法政大学大学院	学生員	○ 砂田博文

1. はじめに

近年、水の需要が高まり、河川が高度利用され、さらに利水開発が進められねばならない現状において、河川水の余裕は少なく、したがって利水施設等の高度な利用が必要である。本稿は、河川水の高度利用のための基礎的手法の開発を目的とし、KINEMATIC-WAVE法を用いて河川の順追跡ならびに逆追跡をおこなうものである。逆追跡による計算値が実測値にうまくシミュレートすれば、これを用いて上流のダムへの補給水量の決定が可能であろう。

2. 河道におけるKINEMATIC-WAVE法について

KINEMATIC-WAVE法で用いる基礎方程式は、河道では横流入量を無視できるとすれば、次の二式となる。

$$\text{連続方程式: } \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1) \quad x: \text{流下距離(m)}, t: \text{時間(sec)}, Q: \text{流量(m}^3/\text{sec)}$$

$$\text{経験的な近似式: } Q = \alpha A^m \quad (2) \quad A: \text{流水断面積(m}^2), \alpha, m: \text{流路定数}$$

(1),(2)式を特性曲線法を用いて解くと(3)式を得る。

$$C = \frac{dQ}{dA} \quad (3) \quad C: \text{波速(m/sec)}$$

実際の計算には、支川の合流、取水等がなく、且つ河道の横断形、縦断勾配、粗度係数の変化の少ない区間を単位ブロックとし、合流点、取水施設等を節点に河道をブロック分割し、単位ブロック毎に計算を繰り返す。各断面毎のC-Q関係は、井田法を用いてA-Q関係を求め、それを用いてC-Q関係を求める。また先に出発した特性曲線が後から出発した特性曲線に交差すること为了避免するために $C_{\min} \cdot \Delta t > \Delta x$ という安定条件を考慮して、各単位ブロックをさらに分割して、計算を繰り返す。したがって格子点上の解は、同じx上において隣接する二点間の値を内挿することによって求められる。

3. 対象流域および対象期間

本稿での試算の対象は利根川水系、八斗島～栗橋間の約52 km(図-1)、対象期間は1972年6月7日～7月9日の33日間(792時間)である。単位ブロック毎の河道長ならびに縦断勾配は文献(1)より、粗度係数は利根川における近似式(4)より求めた。

$$n = 0.1 - 0.02 \log_{10}(S_0^{-1}) \quad (4) \quad S_0: \text{河床勾配}$$

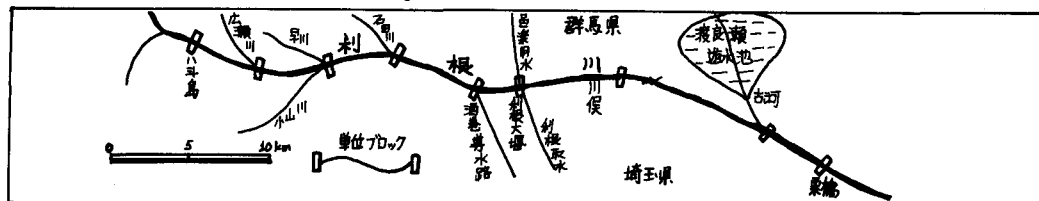


図-1 流域概略図

また川俣～栗橋間には伏流水が存在(文献(2))し、この影響を考慮に入れた追跡が必要であり、栗橋算出仮流量: Q_{CAL} により次式のように修正して計算流量: Q_{CAL} とした。

$$\left. \begin{aligned} Q_{CAL} < 250 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 時 } Q_{CAL} &= 0.87 \times Q_{CAL} \\ Q_{CAL} \geq 250 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 時 } Q_{CAL} &= 0.57 \times Q_{CAL} + 80.0 \end{aligned} \right\} \text{文献(2)のP189, 図-2 による。}$$

4. 結果と考察

試算結果は図-2,3に示されるように、順追跡、逆追跡ともに割によくシミュレートしている。しかしながら順追跡では、この洪水においてもピーク流量がほぼ一致したのに対して、逆追跡の場合は、第1,第2の洪水のピーク流量において計算値が実測値よりも23~28%程度下回るといった結果が出た。これは次のように考えられる。KINEMATIC-WAVE理論では流量の減衰は起り得ない。しかし実際の計算においては、固定格子点上の値を追跡してゆくために計算路上で内挿により流量の平滑化が行なわれる。この内挿による平滑化が順追跡においてはDYNAMICな低減に似た効果をもたらし、順追跡は非常によくシミュレートしたように思われる。これに対して逆追跡の場合には、この内挿による平滑化が逆の効果をもたらし、順追跡程にはシミュレートしなかったと考えられる。

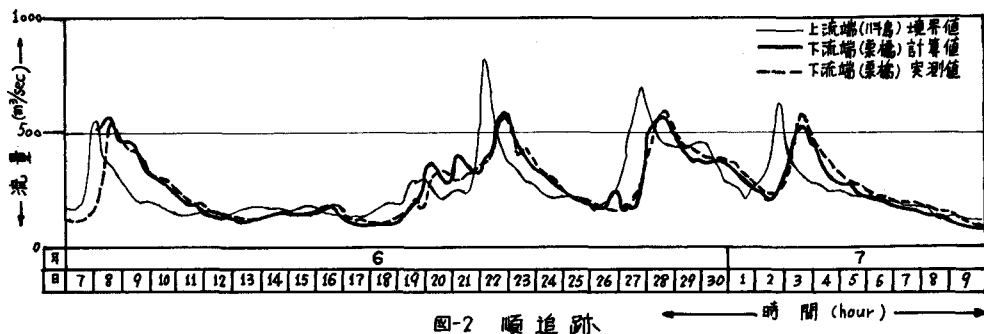


図-2 順追跡

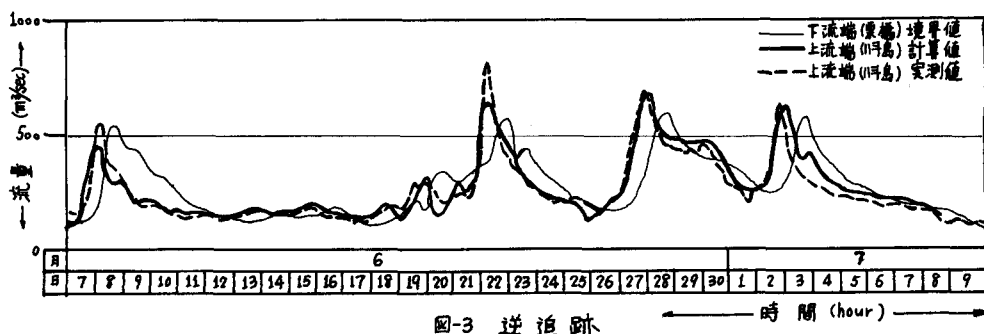


図-3 逆追跡

6. おわりに

KINEMATIC-WAVE法は一般に河床勾配 $1/500$ 以上の所に適するといわれているが、本稿では対象とした区間の河床勾配は $1/600 \sim 1/3000$ であった。利根川における試算の結果からみると、この程度の河床勾配であっても有効で、有用な追跡の手段であろうと思われる。さらにKINEMATIC-WAVE法は従来の概念モデルのようなパラメータ同定などの困難が少なく、また低水、高水の連続シミュレートが可能であるなどの点において、すぐれた洪水追跡法の一つであろう。

研究は緒についたばかりで、今後DYNAMICな低減などの問題点を考慮しながら、さらに上流への追跡区間の延長を試みてゆきたいと思っている。

末筆ながら、資料の提供をしていただいた建設省関東地方建設局利根川ダム統合管理事務所の児玉文雄所長はじめ事務所の方々に謝意を表する。

参考資料:

- (1) 建設省関東地方建設局利根川上流工事事務所、利根川上流概要、昭和48年5月
- (2) 建設省土木研究所水文研究室、水文関係文献集、PP187~192、1975年10月