

浸透能を考慮した洪水流出解析について

熊本工業大学 土木工学科 正会員 武上成比古

1. はじめに 近年、貯水池管理にテレメーター施設が導入されるようになり、長期間で時間単位の水文データが入手できるようになった。このデータは流域の各測点を一巡するサイクルタイムで入力されるから、従来の自記記録用紙解読による場合に比べ降雨と流出の時間的なずれや流出率変化を正確に記録している。数年に1度しか起らない洪水流出を測定し、解析するためにはこのような観測システムの利用が不可欠と思われる。

一般に貯水池流域は河川の最上流にあつて一様な山林におおわれ、流出水の河道流下時間が短かいから、その流量観測値はほぼ流域平均の流出特性を表わすといえる。一方、山林の流出特性は良透水性で保水能が大きい点にあるから、洪水流出解析に浸透能を考慮することが有効と考えられる。ここでは浸透能は降雨強度がある値を越えた時から一定割合で低下し、一定値を保つものとし、毎時雨量について浸透能値以下の部分は地下浸透に基づく流出を表わすモデルに、以上の部分は表面流出を表わすモデルに入力し、2つの合成から流出を求めた。

この報告では鹿児島県高川ダム(カンガイ用)の昭和51年から56年の毎時の降雨量と流出量を用いているが、この間10年1回程度の豪雨が2回発生している。これらについて降雨の進行に伴う流出変化をマイコンで計算しグラフ表示するオンライン予測のプログラムを考案し、そのC.R.T表示をコピーで示した。この場合ピーク流量発生時刻に高い適合性があり、洪水流出計算に浸透能を考慮することの有効性が明らかになった。

2. 流域の概要と使用した2つの流出モデル

Fig.1に示すように流量観測点はほぼ流域の中央にあつて面積は9.8 km²である。地下浸透に基づく流出を表わす流出モデルとしてFig.2に示す菅原タンクモデルを用い、表面流出を表わす流出モデルとしてFig.3に示す流出閾数法を用いた。この場合、単一の1時間雨量についての数つかの観測事例から雨量別の流出おくれと、流量Qに対応した流出率変化を求めた。Fig.4とFig.5は昭和54年6月26日の雨量データをタンクモデルと流出閾数法のそれぞれに入力した結果であるが、前者では基底流出に、後者ではピーク流出によりよく適合することが観察される。



Fig.1 流出観測点

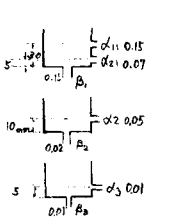


Fig.2 菅原タンクモデルの図解

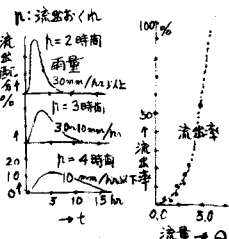


Fig.3 流出閾数法の図解

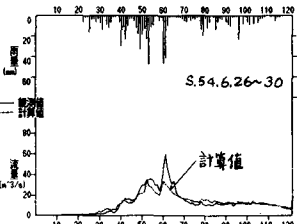


Fig.4 菅原タンクモデル

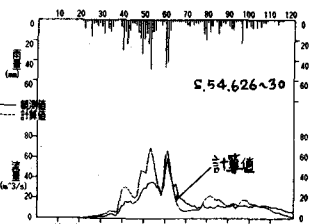


Fig.5 流出閾数法

3. 表面流出発生に関するON-OFFプログラム

1. 表面流出が発生するための降雨の平均強度 H_i ; $i=1, 2, \dots, n$ における降雨量を R_i とし、これから n を含めて m までの $k=1, 2, \dots, i-(m-1)$ 時点までの平均降雨量 $H_i = \sum_{k=1}^{i-(m-1)} \frac{R_k}{n} \dots (1)$ 口、 S_i を浸透能、 S_{max} , S_{min} をそれぞれ最大、最小浸透能とすれば、 $H_i \geq S_{max}$ で表面流出が発生し、 $H_i < S_{min}$ で消失する。

ハ、浸透能 S_i の変化率； A を毎時の浸透能低下量とすれば $S_i = S_{i-1} - A$ ，その結果 $S_i < S_{min}$ となつても $S_i = S_{min}$ となり、表面貯留量 RS_i と地T浸透量 RR_i ；降雨量 $R_i \geq S_i$ のとき $RS_i = R_i - S_i$ ， $RR_i = S_i$ ，次に $R_i < S_i$ のとき $RS_i = 0$ ， $RR_i = R_i$ とする。 RS_i を流出関数法に RR_i を菅原タンクモデルに入力する。

4. 昭和44年6月26日と昭和51年7月17日の豪雨についての計算結果

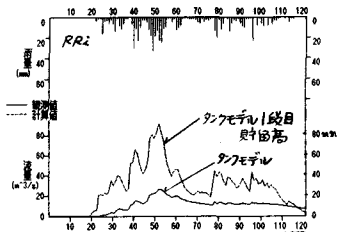


Fig. 6-1 菅原タンクモデル, RR_i

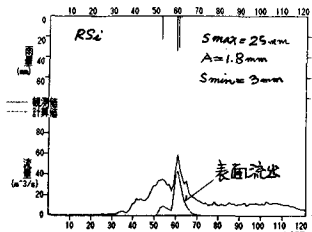


Fig. 7-1 流出関数法, RS_i

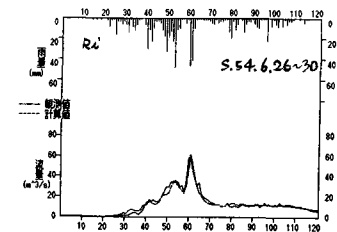


Fig. 8-1 合成

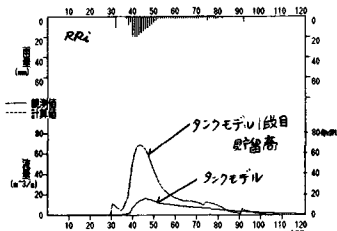


Fig. 6-2 菅原タンクモデル, RR_i

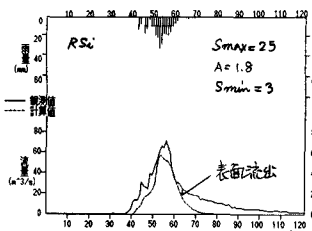


Fig. 7-2 流出関数法, RS_i

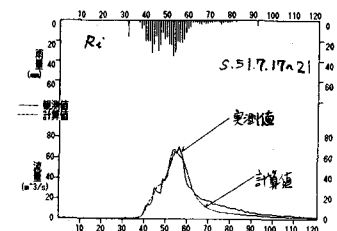


Fig. 8-2 合成

イ、タンクモデル1段目の貯留高変化；Fig. 6-1, Fig. 6-2の貯留高はFig. 7-1, Fig. 7-2の棒グラフで示す最初の RS_i 発生の時間とほぼ同時点でピーク値に達している。これは $H_i \geq S_{max}$ と地表附近貯留水の急増の一致を示す。
ロ、タンクモデル計算結果；Fig. 6-1, Fig. 6-2の実線で示すタンクモデル流出量はFig. 8-1, Fig. 8-2の R_i からFig. 7-1, Fig. 7-2の RS_i を差引いた RR_i を入力したものである。Fig. 6-2の棒グラフで示す RR_i は $S_{max} = 25 \text{ mm}$ から $S_{min} = 3 \text{ mm}$ へ、 $A = 1.8 \text{ mm}$ づつ減じたことを示している。

ハ、流出関数法の単位図合成；Fig. 7-1, Fig. 7-2の RS_i はそれぞれFig. 3に示す単位図に流出配分し、その合成から点線で示す表面流出曲線が得られた。

ニ、タンクモデル, RR_i と流出関数法, RS_i の合成；Fig. 8-1, Fig. 8-2に示すように合成の結果は基底流出部分とピーク流出部分で共に良い適合性を示している。しかし、Fig. 8-2に示すようにFig. 7-2の RS_i が長時間発生する場合については実測値との適合は十分ではない。

5. 結語

菅原タンクモデルの計算法は降雨変化によって地下水位が変り、地下水位を状態変数としそれに定数を乗じて流出を求める方法であり、基底流出の物理性を表わすものといえる。流出関数法はこの地下水位変化に基づく流出以外の流出率急増を固定する上での適当な流出モデルといえる。

この流出解析法によれば、Fig. 6からFig. 8の計算内容を時間の進行と共に表示しておくことによって、表面貯留 RS_i やタンクモデル貯留高の変化から出水災害をオンラインで予測することも困難ではない。今後の研究課題は地下水流動に関する物理実験等によってこの流出率急増に関する流出モデルの物理性を明らかにし、それによって予測の精度を高める点にあると考えられる。

参考文献；東葉土木論文集 第86号, 昭和55年4月, 表面流出を伴う豪雨時の出水解析について, 武上成仁古