

擬似河道網を用いた流出解析法

（社）中国建設弘済会 正会員 ○蔦谷栄一 鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治

1. はじめに

近年数値地図を用いた流出解析法が数多く提案されているが、河道内については地表流すなわち河川流の流出のみを考慮したものがほとんどである。しかしながら、本研究で対象としている大山山麓を流れる白水川や乾燥地を流れる河川などは、河道部の堆積層が深く、河道部を流れる地下水流を考慮しなければ精度よい解析ができない場合がある。本研究では河道部の地下水流出を含めた流出解析法を開発し、白水川での適用性について検討することを目的とする。

2. 流出解析法の概要

本研究においては、流域を小流域毎に斜面部と河道部とに分け、さらに、表面流出（地表流出）・地下流出に分けてそれぞれに対して流出モデルを構築し、各ブロックの境界面での水収支を考えることで流域全体の流出解析を行なう。図-1は本研究において構築した流出モデルで、単位流域における斜面部とそこを流れる河道部を模式的に表している。河道に対する左右の斜面は河道に対して一様な勾配および地下構造（土質定数を含む）をもっているものと仮定する。斜面部、河道部の雨水の流出計算には共に Kinematic Wave Model を用いて構築する。河道流に対する基礎式を示すと以下のようである。

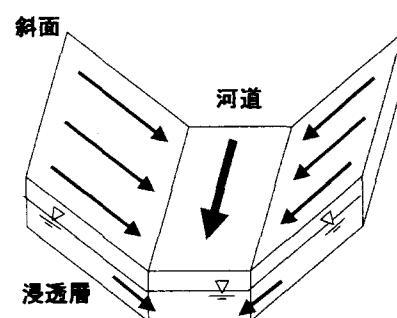


図-1 単位流域モデル

$$\text{表面流の連続式: } \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q'' + r - f \quad (1)$$

$$\text{浸透流の連続式: } \lambda \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial \bar{Q}}{\partial x} = q_s'' + f \quad (2)$$

ここに、 Q : 表面流量, A : 流水断面積, r : 有効降雨,
 f : 浸透速度, t : 時間, x : 流下方向の距離, q'' : 斜面単位
 幅あたりの河道への表面流流入量, $\bar{Q}$: 浸透流量, $\bar{A}$: 流水断
 面積, r : 有効降雨, q_s'' : 斜面単位幅あたりの河道への浸透
 流入量, λ : 浸透層内の有効間隙率, f : 浸透速度で河川水
 と地下水との相互作用を考慮する項である。

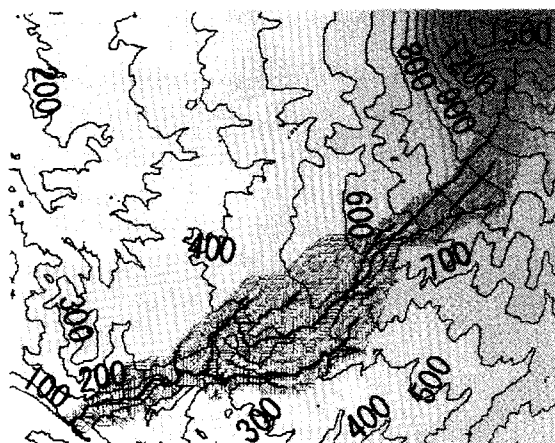


図-2 白水川の擬河道網

3. 流域モデルの作成法

本研究では、解析に用いる単位流域および河道のモデル作成に当たっては、数値地図（Digital Elevation Map : DEM）を使用して、半自動的に作成できる方法を採用した。まず、DEM データを用いて、落水線図を作成し、擬河道網を作成する。つぎに、作成した擬河道網のデータを用いて、流域内を単位流域に分割し、単位流域ごとに計算に必要な河道長、平均斜面長、平均斜面勾配等のデータを作成するというものである。

白水川流域モデルの作成には 50m メッシュ DEM の該当部分（200×200 メッシュ×4 枚）を合成して使用し、流域部分を抜き出し、閾値を（20）と仮定して擬河道網を作成した。流域区分は支川の合流点に注目して 25 個の小流

域に分割している。図-2は白水川で作成した擬河道網を、図-3は図-2に基づいて作成した流域モデルを示している。

4. 白水川流域への適用

(1)計算条件

流出計算は、1997年6月1日から7月30日の2ヶ月間（1440時間）に対して行った。その間の降雨を図-4に示す。また、流出計算を行う際に用いた諸量を表-1に示す。この値は、従来の研究で採用された値を参照して用いているが、簡単のため基本的に流域内で一定値としている。

(2)計算結果

図-5は白水川の下流端で観測されている河川流量データと計算結果を比較したものである。

まず降雨データと流量の観測データを比較すると、比較的大きな降雨が発生しても、流量の増加が見られないことがあることがわかる。この現象は、流域の大部分が土石流堆積土で、雨水浸透能が非常に高いためであり、小降雨時には表面流は発生せず、地下水成分となって流出しているからであると考えられる。

つぎに、計算値と観測値を比較すると、上述した降雨による流量増加傾向に対しては若干のばらつきがみられるものの、傾向はよく再現できているものと思われる。特に流量増加時の立ち上がりはほぼ同様であった。

5. まとめ

本研究では、河道内の地下水流出も考慮したモデルを開発し、地下水流出が卓越している白水川に適用した結果、ある程度の再現性を確認できた。なお、本研究で開発したモデルは、基本的に単位流域毎に使用する係数を変えることができるモデルであり、観測結果に適合するようにパラメータを同定することも可能である。今後は、乾燥地帯の河川に適用し、有用性を確認したいと考えている。

【参考文献】

井戸俊介・道上正規・宮本邦明・檜谷 治：任意3角形平面スキームを用いた地下水・地表水の流出解析法，水工学論文集，第46巻，pp.157-162，2002。

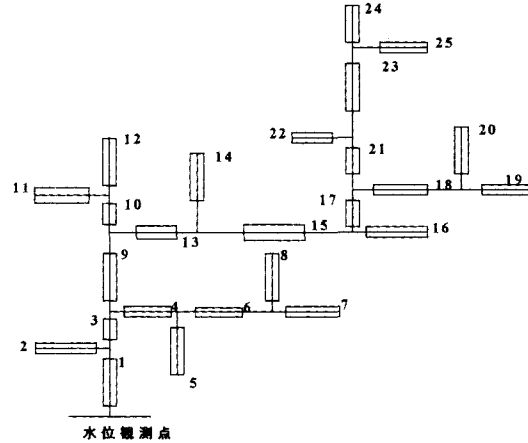


図-3 白水川の流域モデル

表 1 流出計算を行う際に用いた諸量

粗度係数	斜面	0.05	$\text{sm}^{-1/3}$
	河道	0.04	$\text{sm}^{-1/3}$
透水係数		0.36	m/hr
浸透能		0.036	m/hr
間隙率		0.35	
層厚		0.1	m
川幅		10.0	m

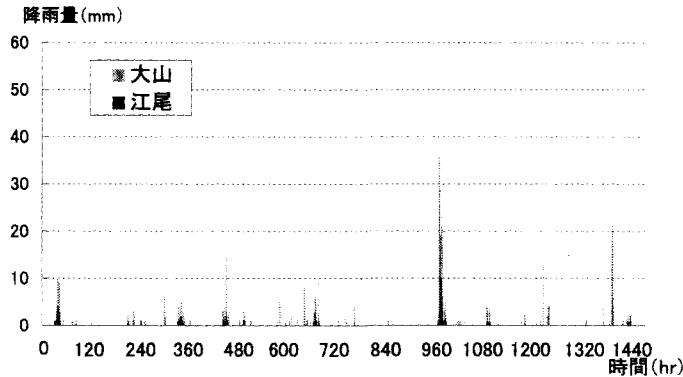


図-4 対象期間内での降雨特性

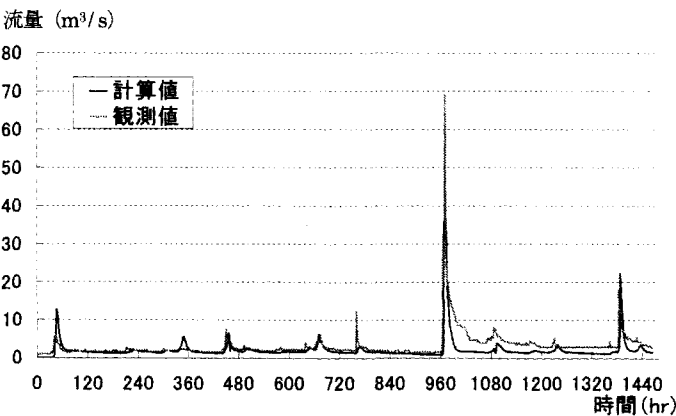


図-5 下流端流量に関する観測値との比較