

阿武隈川全流域の分布型2層流出モデル

東北大学大学院 学生員 ○八代 義信
 東北大学大学院 学生員 市毛 輝和
 東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

土砂移動評価を行うために開発した阿武隈川全流域（流域面積5400km²，幹川流路延長240km）を対象とした地表流kinematic wave流出モデルを，実現象により近づけ精度を上げるために山地斜面流を地表流+中間流の2層構造とし，実際の出水に適用し観測値との比較からモデルの妥当性を検討した。

2. 2層流出モデル

国土数値情報より作成したメッシュサイズ500m×500mの擬河道網（図-1）を用いる。位数により河道と斜面を分類し，土地利用において森林が30%以上のメッシュを山地斜面それ以外は平地斜面とする（図-1参照）。降雨量分布はアメダス観測値を用いて重み付き距離平均法により推定し，江尻流量観測所（河口から約20km）の観測値から水平分離法で求められる流域平均直接流出率を掛けて有効降雨量とする。著者らは以前，擬河道網を用い河道断面形を指数関数形（図-2）と仮定して実際の断面形をモデルに反映させた地表流のみの流出モデルを作成した¹⁾。このモデルでは有効降雨による地表流が斜面でも降雨の初期から発生するが，実際の山地斜面では降雨は地中に浸透し中間流となって地表流はほとんど発生しない。この実現象により近づけるために山地斜面では直接流出成分を地表流・中間流の2層構造とし，河道・平地斜面では地表流のみを考慮する。擬河道のうち河道は指数関数形断面，斜面は $L \times B = 0.25$ km²（1メッシュの面積）となる距離 L と流路幅 B をもった矩形幅広断面水路と考える。流域の山地斜面が厚さ一定・透水性一様の浸透層（図-3）に覆われていると仮定する。地表流と中間流はそれぞれ次式より求められる。

$$\text{(地表流)} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = B(r_e - f) \quad \text{Manning則} : Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{(中間流)} \quad \lambda \frac{\partial \bar{h}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{q}}{\partial x} = f \quad \text{Darcy則} : \bar{q} = k I \bar{h} \dots\dots\dots (2)$$

ここで， A は地表流の流水断面積， Q は地表流量， R は地表流の径深， $\bar{h}$ は浸透層の水深， $\bar{q}$ は単位幅中間流量， r_e は有効降雨， f は鉛直浸透速度， λ は浸透層の有効空隙率， n はManningの粗度係数， k は浸透層の透水係数， I は河道勾配または斜面勾配， t は時間， x は流下方向の距離を表している。浸透層が不飽和であるとき，降雨強度が浸透速度を下まわれば降雨は浸透して中間流となり，上まわれば地表流が発生する。そして，斜面の浸透層中の水深が浸透層厚に達したとき，つまり飽和したとき中間流の地表への浸出が起り浸出量は地表流に加わる。河道に連結する斜面の中間流は全て河道流に加える。以上の方法で全擬河道の直接流出量を算出し，河道流量については各観測所の集水面積と出水初期流量との関係式を用いて各地点の集水面積から求められる基底流出量を加えて全流出量とする。

3. 解析結果および考察

1994年9月（計算時間9/28.15:00～10/3.24:00），1995年5月（計算時間5/12.17:00～5/20.16:00），1995年9月（計算時間9/16.1:00～9/19.24:00）の出水に対してモデルを適用した。観測値，地表流モデルの計算結果（計算1）および2層モデルの計算結果（計算2）を比較する。各パラメータの値は表-1に示し，下流から順に本川上の岩沼（河口から約8km，集水面積約5265km²），福島（72km，3172km²），御代田（146km，1293km²），白河（191km，172km²）各流量観測所における解析結果を図-4～6に示す。図中の降雨は観測所の集水域の平均降雨量を表している。3つの出水とも中流・下流域では両モデルの計算値が観測値と比較的よく対応している。計算1と計算2を比較すると，実際は中間流である成分も

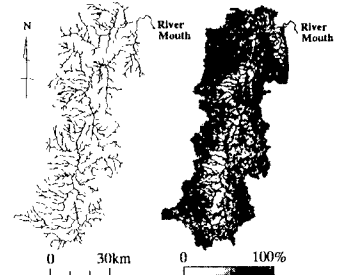


図-1 擬河道網(左)・森林の割合(右)

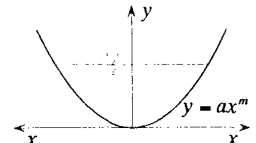


図-2 河道断面形

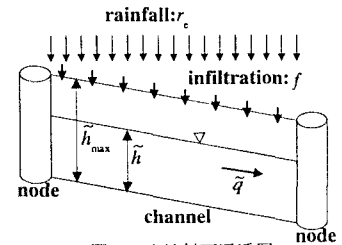


図-3 山地斜面浸透層

地表流として扱って

いる計算1に対し、
中間流を考慮した分
斜面地表流の粗度係

表-1 モデルの各パラメータ値

直接流出率			浸透層厚	空隙率	透水係数	浸透速度	河道粗度	斜面粗度 n	
94/9	95/5	95/9	$h_{\max}$ (m)	λ	k (cm/s)	f (cm/hr)	n	Cal.1	Cal.2
0.48	0.43	0.38	0.2	0.3	10.0	10.0	0.04	0.40	0.10

数を小さくした計算2の方が波形の凹凸が顕著に現れ、観測に近づいている部分がある。透水係数がサンプルを採取し測定して得られる値に比べ大きい、山地斜面は大孔隙が発達しマトリクス流よりもパイプ流が卓越しているためと考えられる。また、500m四方というメッシュサイズでは、実際は土地の起伏があり地表流も生じているような場の流れを一樣に中間流として扱っていることも一因であると思われる。上流の白河では観測に比べ計算が大きい傾向が見られるが、白河盆地は約30mにも及ぶ透水性の非常に厚い砂礫層が堆積し他の地域より深層の地下水になる成分が多いと考えられ、直接流出率を分布型パラメータとして与えることが今後の課題である。なお、94年9月出水の流出計算における斜面浸透層飽和度の変化の様子を図-7に示す。

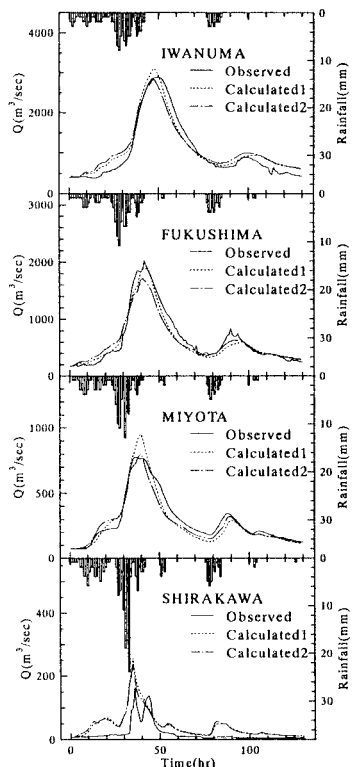


図-4 計算結果：1994年9月出水

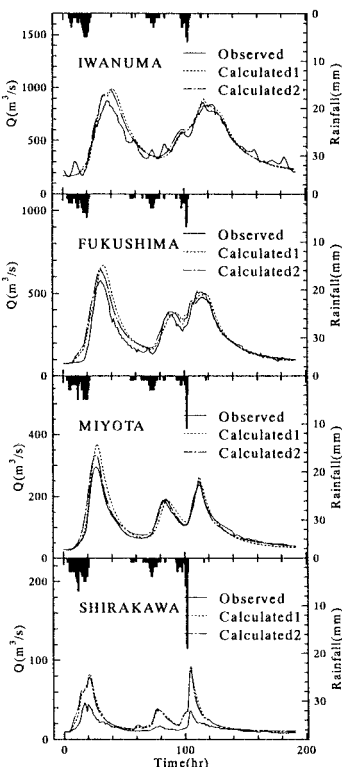


図-5 計算結果：1995年9月出水

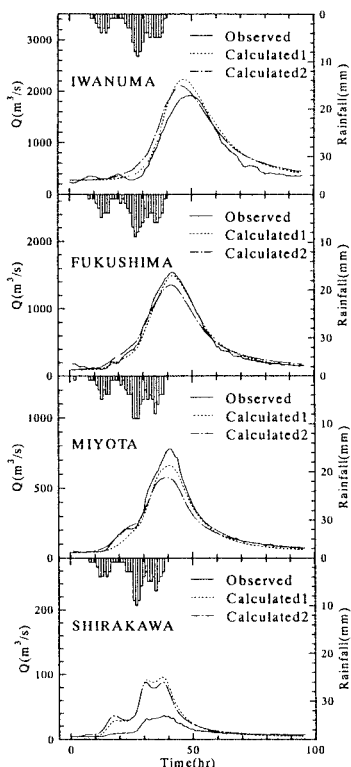


図-6 計算結果：1995年9月出水

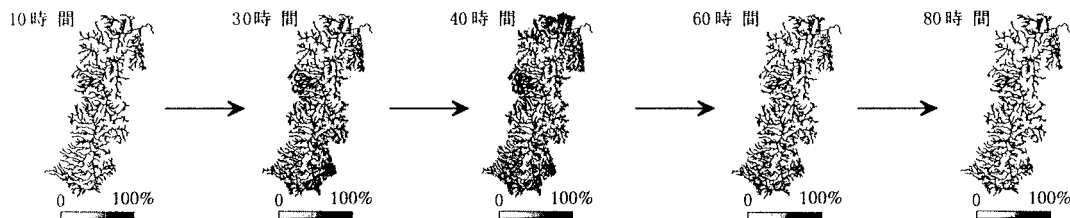


図-7 1994年9月出水の流出計算における斜面浸透層飽和度の時間変化

謝辞：貴重なデータを提供していただいた建設省東北地方建設局、福島県土木部および東北電力株式会社に謝意を表する。

参考文献

- 1) 八代義信・真野 明：河道特性を考慮した阿武隈川流域の流出解析，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集，pp.704-705，1996。