

II - 16

中間流を考慮した阿武隈川流域の流出解析

東北大学大学院 学生員 ○八代 義信
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 5400km^2 ，幹川流路延長 240km ）を対象とした地表流のみの kinematic wave 流出モデルを，実現象により近づけ精度を上げることを目的として地表流に加え中間流も考慮できるようにし，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. 擬河道網の作成と降雨分布の推定

国土数値情報の標高データ・河道位置データを利用してメッシュサイズ $1\text{km} \times 1\text{km}$ の擬河道網を完成させた（図-1参照）．位数のしきい値により擬河道を河道と斜面に分類した．各メッシュにおける降雨量は，アメダスの雨量観測所の観測値を用いて $P_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} z_k / \sum_{k=1}^n a_{ik}$ ， $a_{ik} = 1/d_{ik}^2$ で表される距離重み平均法により補間した．ここで， P_i は求めるメッシュ点 i での降雨量， n は対象観測所数（ $n=4$ ）， a_{ik} は算定する点 i と観測所 k との距離による重み係数， z_k は観測所 k の観測降雨量， d_{ik} は算定する点 i から観測所 k までの距離を表す．

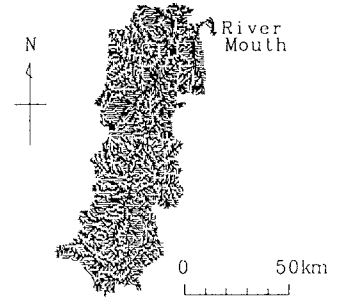


図-1 擬河道網

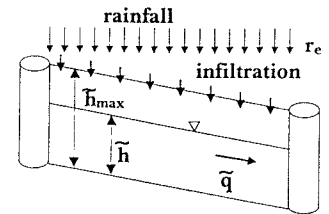


図-2 斜面の浸透層

3. 中間流を考慮した流出モデル

著者らは以前，擬河道網を用い河道断面形を指数関数形と仮定して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斜面では地表流・中間流両方を考慮し，河道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 $L \times B = 1\text{ km}^2$ （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．流域の全斜面が厚さ一定・透水性一様の浸透層（図-2）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．

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

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

ここで， A は地表流の流水断面積， Q は地表流量， h は地表流の水深， $\bar{h}$ 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より小さければ降雨は浸透して中間流となり，降雨強度が浸透速度を上回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．なお，河道に連結する斜面の中間流は全て河道の地表流に加える．

4. 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）の出水に対してモデルを適用した．観測値，地表流のみを考慮した計算結果（計算（1））および地表流・中間流両者を考慮した計算結果（計算（2））を比較する．各パラメータの値は表-1に示し，最下流の岩沼（河口から約 8km ），中流の福島（約 72km ），最上流の白河（約 191km ）各観測所における計算結果を図-3，図-4に示す．図中の降雨

表-1 モデルの各パラメータ値

流出率				浸透速度	透水係数	有効空隙率	浸透層厚	粗度係数 n	
1994.9		1995.5		f (cm/hr)	k (cm/s)	λ	$\bar{h}_{\max}(m)$	河道	斜面
(1)0.50	(2)0.90	(1)0.38	(2)0.70	10.0	5.0	0.2	1.0	0.040	0.215

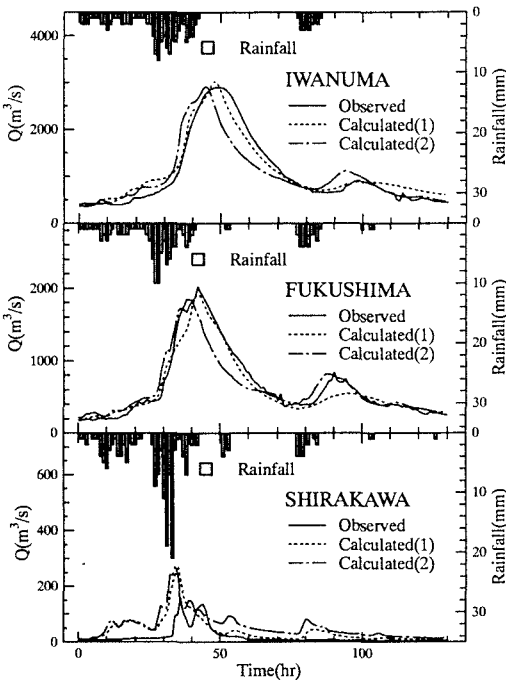


図-3 計算結果：1994年9月

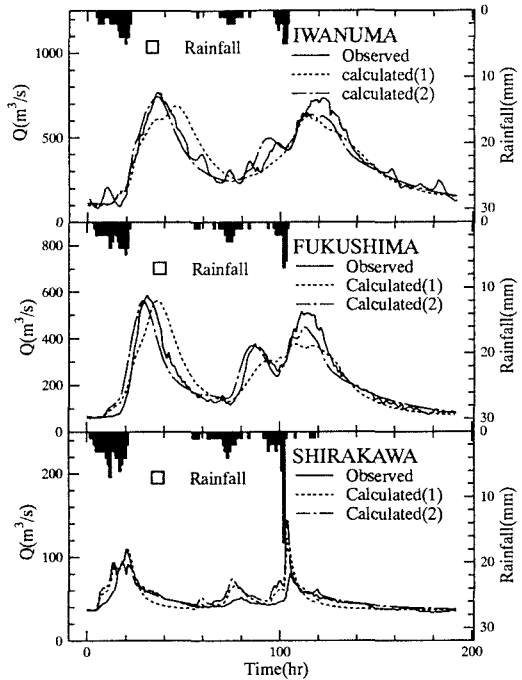


図-4 計算結果：1995年5月

は観測所の集水域の平均降雨量を表している。2つの出水とも中流・下流域では計算が観測と比較的よく対応しているといえる。計算(2)は計算(1)に比べると2つめ3つめのピークがはっきりと再現されており、これは2つめ3つめのピークを形成する降雨が出水後半で斜面の浸透層の水深が大きくて地表流が発生しやすく、そこへ計算(1)よりも大きな流出率をかけた有効降雨が加わった影響だと考えられる。普通、中間流を考慮した方が流出が遅れると考えられるが、このモデルでは計算(2)の方がピークが早い。河道のあるメッシュへの有効降雨を全て河道流への直接降雨として扱っているため流出率の大きい計算(2)のピークが早まったものと考えられ、またメッシュサイズを考慮すると流域面積に対して河道を持つメッシュ面積の割合が大きいため河道へ入る直接降雨の大きさによる影響が出やすいものと思われる。上流域では観測に比べ計算が大きい傾向が見られるが、集水域の小さい上流域は集水面積に対する斜面のメッシュの割合が大きく、植生・地質等の地域的な斜面特性の影響を受けた中間流に波形が左右されると考えられ、今後の検討を要する課題である。

謝辞：貴重なデータを提供していただいた建設省仙台工事事務所、福島工事事務所、七ヶ宿ダム管理所、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。