

黄土高原の小流域における雨水流出解析手法に関する研究

鳥取大学大学院 学生員 ○黄 金柏

鳥取大学工学部

正会員 檜谷 治

鳥取大学工学部 正会員 梶川 勇樹

日本建設コンサルタント(株)

正会員 山本 晋一

1. はじめに

中国の黄土高原は、半乾燥地で砂漠化になる可能性が高い。この黄土高原における砂漠化の防止対策として、緑化対策が検討されているが、そのためには黄土高原における水資源量を把握することが重要となる。黄土高原では年間降水量が 400mm 程度しかなく、しかも 7 月から 9 月の雨季に約 60% の降水が集中している。そこで、本研究では黄土高原の小流域を対象とし、降雨による水資源を推定するため、雨水流出特性を明らかにすることを目的として、流出解析手法を構築し、その適用性を検討する。

2. 現地流域における基本的な状況

本研究で対象とした Liudaoghou（神木）という小流域は、黄土高原の典型的な地形特徴を有している。この流域は、図-1 に示すように黄土高原の北部に位置し、東経は $110^{\circ}21' - 110^{\circ}23'$ 、北緯は $38^{\circ}46' - 38^{\circ}51'$ である。標高は 1094.0m~1273.9m である。基本的な地盤状況としては、表層土の厚さが 15~20cm の散漫な黄土で、二層目は非常に固い黄土である。この小流域の集水域の面積は 0.093km² であり、地形は複雑で、多くの小さなガリが主な河道の周辺に分布している。

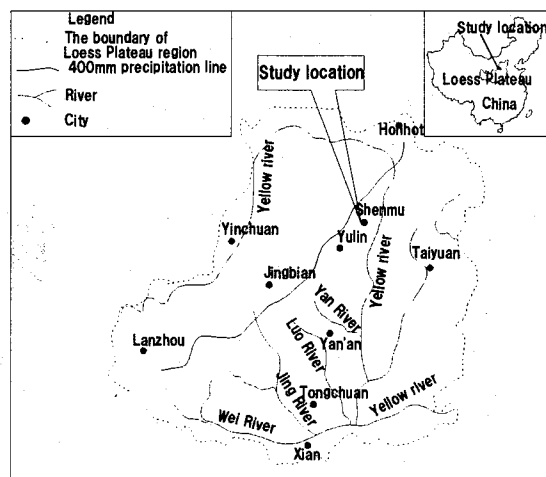


図-1 現地流域黄土高原の位置

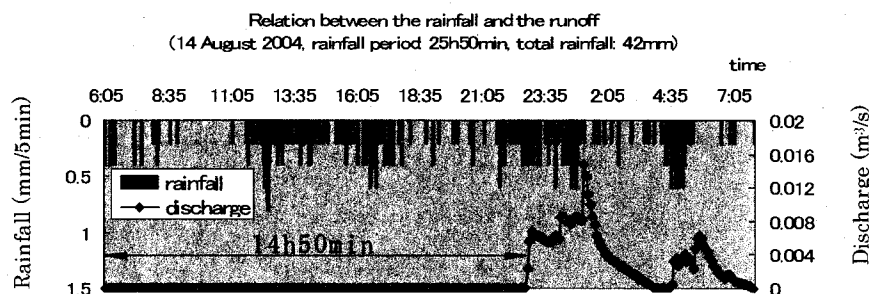


図-2 長期降雨と地表流との関係

3. 雨水流出特性

水位データは河道に設置された水位計で観測し、流域内の降雨強度は雨量計により観測した。この小流域では、比較的大きな降雨時以外では河川水は存在しない。図-2 は典型的な降雨時の流出特性を示したものである。この降雨の最大降雨強度は 0.8mm/5min であり、降雨が発生して 14 時間 50 分後に地表流（河川流）が生じた。この間表層土は不飽和なので、22.6mm の降雨が地表層に浸透されたことになる。

4. 流出解析手法の構築

(1) 現地流域における擬河道網の作成

現地流域の擬河道網は下記の 3 ステップで作成した。

a) 数値標高地図 (DEM) : 現地における精度 5m メッシュの数値標高地図は、基本的には 1981 年に作成された現地の地形図を用い、新たに得られた GPS と水準測量データにより更新し、GIS で作成した。

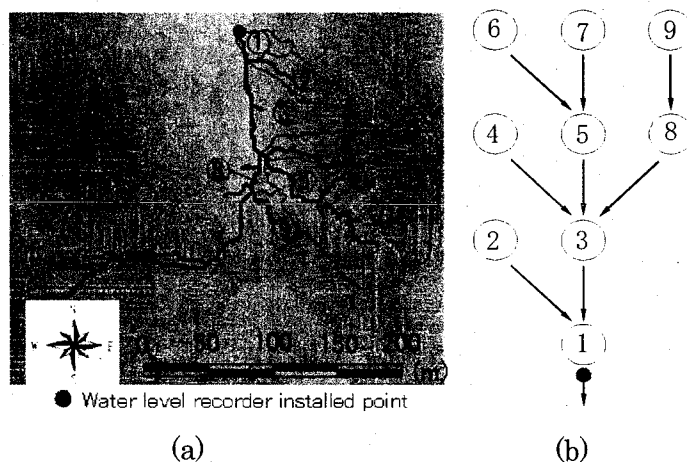


図-3 擬河道網と流域のモデル化

b) 落水線：落水線の作成方法としては、数値標高地図に5mメッシュを挿入し、その交点の標高を読む込み、最急勾配法により作成した。

c) 擬河道網：現地の擬河道網は、落水線の閾値40で作成した。以上の結果を図-3(a)に示す。

(2) 現地流域のモデル化

流出計算のために、現地流域は擬河道網図より9個の小流域に分割した。その結果を図-3(b)に示す。

(3) 流出シミュレーションモデルの構築¹⁾

現地流域における斜面と河床の実際の状況を調査し、各層土の物理性質から、地表から垂直な断面に三層のモデルを構築した(図-4)。このモデルでは、流域は斜面と河道を分けており、地表流と地下水を分けて流出計算を行った。

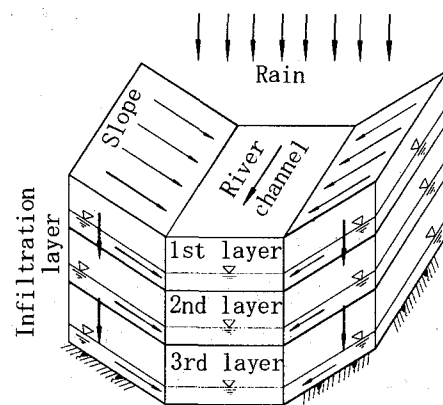


図-4 構築した計算モデル

5. 計算結果の考察

計算におけるパラメータは従来の研究および観測結果より定めた。その結果を表-1に示す。2004年8月に発生した2回の降雨データを用いて流出計算を行った。その結果を図5(a)～(b)にそれぞれ示す。

マニング粗度係数	斜面	0.20	$\text{sm}^{1/3}$
	河道	0.10	$\text{sm}^{1/3}$
透水係数	第1層	2.0×10^{-3}	m/s
	第2層	0.6×10^{-4}	m/s
	第3層	4.0×10^{-6}	m/s
浸透能	第1層	3.0×10^{-6}	m/s
	第2層	4.0×10^{-7}	m/s
	第3層	1.2×10^{-8}	m/s
損失係数		1.0×10^{-8}	m/s
層厚	第1層	0.15	m
	第2層	5	m
	第3層	10	m
初期水深		0	m
間隙率		0.15	

(1) 図-5(a)は8月19日から21日までの降雨強度と流出状況を示している。この図を見ると、8月20日6時の頃にはかなりの地表流が生じた。この原因としては、小降雨ではあるが継続時間の長い降雨であったため、地表層が飽和状態になり、降雨強度が下層の浸透能よりも大きいために地表流が生じたものと推定される。計算結果は、観測結果をある程度再現できていることが分かる。

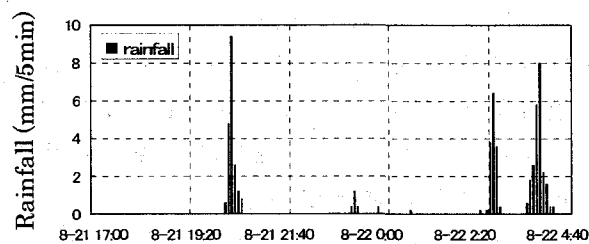
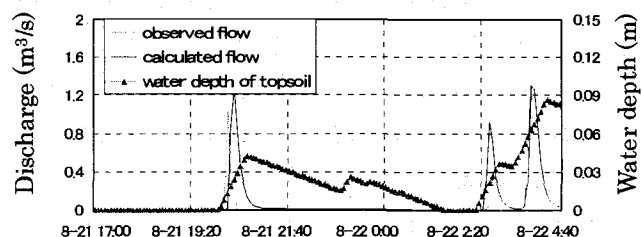
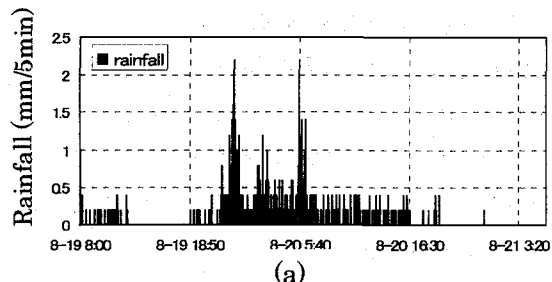
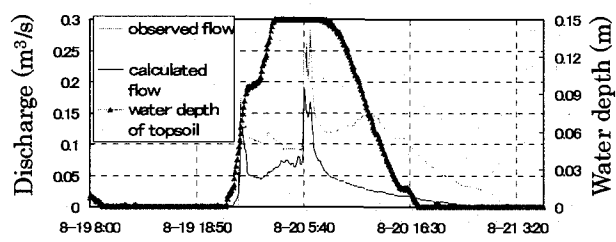
(2) 図-5(b)は8月21日～22日の降雨による地表流の発生を示している。この降雨は継続時間が短く、降雨強度が表層の浸透能よりかなり大きいため、地表層は飽和状態にならず地表流が生じたと推定される。

流出シミュレーションの結果を見ると、本流出モデルは観測流量の時間的変化を良く再現できていることが分かる。すなわち、この研究において構築した流出解析手法と計算モデルは、中国黄土高原の小流域における実際の状況に適用できるものと考えられる。

6. おわりに

現在、黄土高原の地形を把握し、より詳しい現地調査を行っており、さらに広流域に適用できる長期流出解析モデルを構築しようと考えている。

【参考文献】1) 山本ら：河道部の浸透を考慮した流出解析法に関する研究，土木学会中国支部発表概要集，2004。



(b)

図-5 流出シミュレーション