

森林域における土壌水分の観測に基づく流出解析

前橋工科大学 学生会員 ○田谷和樹
前橋工科大学 フェロー会員 土屋十圀

1. 研究の背景と目的

近年、森林域でのダム建設における話題の一つに、飽和雨量が注目されている。飽和雨量とはどの程度の降雨が森林域の地層に貯留されるかを示しており、流域での流出解析を行うのに必要なパラメータの一つである。中村・土屋の研究¹⁾では流出解析を行い、飽和雨量の検討が行われ、その数値には変動が多いことがわかっている。

このような問題に対し、本研究で実際に観測している森林域の降雨量や浸透量、土壌水分量や河川水位などのデータを解析することにより、飽和雨量の推定を試みた。また本研究では飽和雨量が変化すると流出にどのような影響を与えるのか、貯留関数法を用いてシミュレーションを行い、流量に対する考察を加えることを目的とする。

2. 調査対象地域

観測場所は群馬県利根地域である沼田市の北へ約 10km 武尊山の南麓に位置している川場村である。村の面積は 85.29 km²、山間部に位置する為に村の 85%は山林原野で、うち 60%は国有林で占められており、薄根川、桜川、溝又川、田沢川、田代川と五本の一級河川が流れている。

本研究では当研究室で水位を観測している利根川水系一級河川の田代川流域を対象流域とした。田代川流域は川場村の田代山の南面に水源をもち、中野地区で薄根川に合流する全長約 4 km の田代川を含む流域で、流域面積は 12.209 km²である。流域最高地点から観測地点までの平均勾配は 1/6.67 であり、流域の 9 割以上が山地でナラやスギの人工林という植生管理を行っている。土地利用状況は森林が 90%以上を占め、その他を

水田、畑地、民家が占めている。



図 1 川場村周辺地図

3. データと観測期間

観測を行っている場所は川場村の世田谷区区民健康村中野地区内にある樹林内である。ここでは降雨量(林内雨)と小型ライシメーターによる蒸発量と浸透量、センサーによる日射量と土壌水分量の観測を行っている。樹林内から 500m 程の近傍にあるヒロイド雨量観測所での雨量データを林外雨量として扱うことにする。また、雨量観測地点より下流の田代川に超音波式水位計による水位観測地点がある。

土壌水分計と日射計は 2010 年 10 月より、それ以外のデータは 2000 年より観測している。それぞれ観測のレンジは 10 分値や 1 時間値と異なっているが、本研究では全て 1 時間値に変換して扱った。

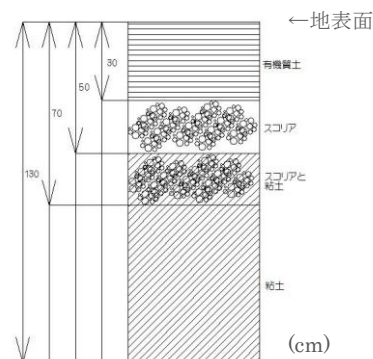


図 2 土壌水分計個所の土質柱状図

キーワード 森林域、流出解析、土壌水分量、飽和雨量

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL : 027-265-0111

4. 土壌水分量の移動と飽和雨量の推定

土壌水分計の設置個所は表層(0m)、0.3m、0.5m、1.0m、1.3m である。はじめに、2011 年の降雨イベントに対しての土壌水分量の最大値を調べ、鉛直方向の浸透速度を推定した。地表面から最深部までの水分量のピーク値における浸透速度は 0.0043cm/s となり微粒砂の透水係数と近い値となった。

次に 2001 年～2004 年の降雨イベントについて総雨量と流出高の関係より、流出率(f)及び一時流出率(f1)を推定し最小二乗法による飽和雨量(Rsa)の推定を行った。その結果を表 1 に示す。

推定式は以下の通りである。

$f = \text{流出高} / \text{総雨量}$

$Rsa = (1-f) / (1-f1) * \text{総雨量}$

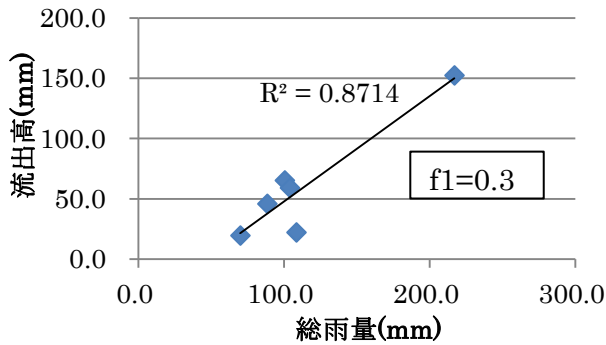


図 3 総雨量と流出高との関係

降雨イベント	総雨量 (mm)	流出量 (m³)	流出高 (mm)	f	Rsa(推定) (mm)
2001/8/21	108.5	269026.2	22.0	0.203	124.8
2002/7/8	217.0	1859631.7	152.3	0.702	93.4
2004/9/4	70	237392.3	19.4	0.278	73.0
2004/10/3	100.5	795898.5	65.2	0.649	51.0
2004/10/8	104	720412.4	59.0	0.567	65.0
2004/10/19	88.5	558730.8	45.8	0.517	61.7

表 1 Rsa の推定

5. 短期流出解析

2011 年 9 月の総降雨 165.5mm の雨を対象に、田代川流域で貯留関数法を使い、飽和雨量の違いにおける流出の変化をシミュレーションした。実線が飽和雨量を考慮した値、点線が考慮しない値である。その結果を図 4 に示す。田代川の実測値とモデルとの相関性は 0.78 であり、各パラメータは以下の通りである。

対象河川	田代川	飽和流出率	0.6
流域面積	12.209 km²	飽和雨量	80 mm
総降雨	165.5 mm	遅滞時間	30 mim
時間最大雨量	14.5 mm/h	基底流量	7.5 m³/sec
		計算ピーク流量	30.1 m³/sec

表 2 パラメーター一覧

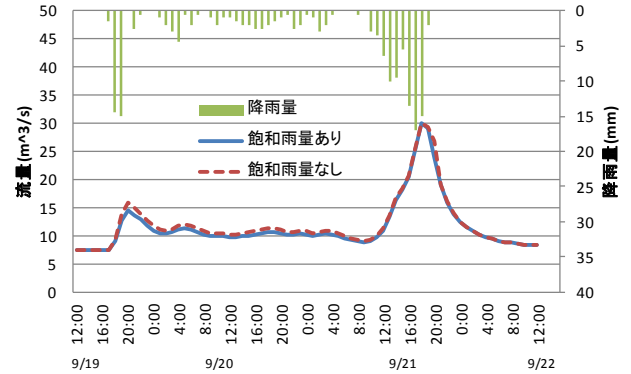


図 4 シミュレーション結果

6. まとめ

- ・土壌水分量を観測して得られた浸透速度は 0.0043cm/s であり、観測値は有機質土が少なく火山堆積物層がみられるため、実測値における浸透速度は妥当であると考えられる。
- ・飽和雨量の推定では値にばらつきがあるが、参考文献 2)より、森林域での飽和雨量と類似した値であることが伺える。
- ・飽和雨量の違いについての流出解析では、飽和雨量を考慮した値と考慮しない値を比べると、流出量の違いが見られ、その差の平均値は 3.6%であった。

参考文献

- 1) 利根川上流域の支流合流に伴う可動貯留効果と計画高水流量の考察(中村要介・土屋十囀 水文・水資源学会誌 第 24 巻 第 6 号 (2011))
- 2) 兵庫県武庫川流域委員会試料 (第 17 回流域委員会 試料 3-2 最小二乗法における飽和雨量(Rsa)の算定)
- 3) 山地河川・都市河川の水文流出解析 (田中邦佳 卒業論文(2003 年))
- 4) 四万川流域におけるダム設置に伴う治水効果 (岩丸龍平 卒業論文 (2010 年))