

(IV-11) 衛星データを利用した森林の生育状態に対する降雨流出形態の応答評価

日本大学	学生員	山本義幸
日本大学	正会員	近藤 勉
日本大学	正会員	岩下圭之
日本大学	フェロー	西川 肇

1.はじめに

森林域における降雨流出形態は、その土壌の理学的性質の影響を大きく受ける。また、森林土壌の理学的性質はそこに生育する森林の生長とともに改良される。本研究は、衛星データ解析から森林の生育に関係する土層厚評価を行い、その土層厚をモデル定数とする流出解析から森林の生育状態に対する降雨流出形態の応答について調べたものである。

2.解析対象流域の概況

本研究の解析対象流域は、福島県郡山市に位置する御代田水位観測所（建設省所轄）からの阿武隈川上流域（流路延長約145.9km、流域面積約1292.8km²）である。本流域は、西側に土砂流出の多い急峻で火山性の奥羽山脈、東側に比較的穏やかで丘陵的な阿武隈山地が位置しており、森林域（約60%）と農用地（約30%）が大部分を占めている流域である。

3.衛星データによる有効土壌深評価

長谷川式土壌貫入計の測定値である「軟らか度」が1.9cm/drop以上を示す土壌は、根系の発達度が高く水保全機能の良好な軟らかい土壌である¹⁾。筆者らはこの1.9cm/drop以上を示す土壌の深さを水保全機能を定量的に示す指標として「有効土壌深」と定義した。針葉樹林域において「有効土壌深」と現地測定データならびに現地測定日（1995/10/28）に観測されたJERS-1/OPSデータの植生指標「RVI」との間に良好な相関関係を確認し（Fig.1）、Plate1に示す有効土壌深評価画像を作成した。

4.有効土壌深を用いた降雨流出解析

現地調査において有効土層深内および有効土層深以下層付近の土層の飽和透水係数を測定した結果、有効土層深内は 1×10^{-3} (cm/s)、有効土層深より下層付近は 1×10^{-4} (cm/s)オーダーの値が得られ、有効土層深とそれより下層において飽和透水係数の大きな変化が見られた。これらの値を降雨強度の一般的単位であるmm/hに換算すると36(mm/h)、

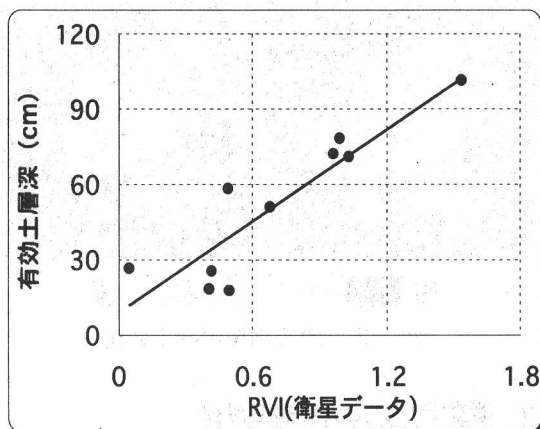


Fig.1 有効土層深とRVI(衛星データ)の関係

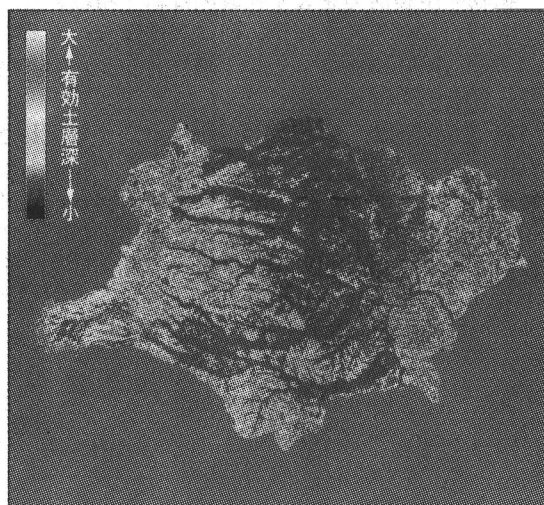


Plate 1 有効土層深評価画像

3.6(mm/h)となる。これを単純に考えると、有効土層深内では洪水を引き起こす程度の降雨水を十分透水させることが可能であるが、下層への透水は困難となり有効土層深内で保水されるか斜面方向に流下することになる。流出解析においてこのように降雨水が挙動する土層の厚さは表層厚として流出

Keywords ; 有効土層深, RVI, 降雨流出解析

〒275-8575 習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2471

計算に組み込まれるが、1mといった適当な値を仮定して計算されているものが多い。本研究では、有効土層深を流出解析でいう表層厚として取り扱うこととして流出解析を試みた。なお、流出解析結果の検証に利用した雨量・流量データは、1998年9月16日2時～9月17日8時に解析対象流域内のAMeDAS観測所、建設省所轄の雨量・流量観測所で観測されたデータを使用した。

4.1 有効土層深をモデル定数とする流出解析手法

衛星データ解析から推定した有効土層深は針葉樹林域のみである。解析対象流域は複数地目を有することから、以下に示すように各土地利用項目毎に流出解析手法を設定して流出計算を行うこととした。流出解析手法のベースとしてはポピュラーに利用されている貯留関数法²⁾を使用した。なお、解析対象流域の流域面積は約1,300km²と広域であるため、本流域を単流域とした流出解析では河道貯留水の影響が考えられるため、5つの流域に分割して流出解析を行うこととした。

(1) 針葉樹林域の貯留関数Kの同定

貯留関数法とkinematic wave法の相互関係および流域の水文地形量との関係に関する研究⁴⁾から以下の式が導かれている。有効土層深評価画像からの有効土層深を表層土層厚として式(1)に適用して貯留関数Kを同定した。

$$N = \frac{D^{\beta-1} \omega^{\beta}}{K_s} \quad (1)$$

$$k = \left(N / \sqrt{i} \right)^{0.6} \quad (2)$$

$$K = 2.5 k A^{0.24} \quad (3)$$

ここで、Nは等価粗度、Dは表層土層厚(m)、 ω は有効間隙率、 β は土壌の不飽和領域における透水係数の減少を表す無次元パラメータ、 K_s は飽和透水係数(cm/s)、 i は斜面勾配($=\sin \theta$)、Kは貯留関数の定数(mm-h 単位)、kはkinematic wave法の斜面流定数($m^{-1/5} \cdot s^{3/5}$)、Aは流域面積(km²)である。

(2) 針葉樹林域以外の貯留関数Kの同定

針葉樹林域以外の貯留関数Kは式(2)(3)(4)⁵⁾で同定した。

$$K = \frac{CA^{0.22}}{90} \quad (4)$$

ここで、C、Nは土地利用形態に応じた示されている標準値⁶⁾を参考にして、計算流出量と実測流出量を比較して適宜値を変化させた。

(3) 降雨流出計算

流出計算手法は永井らが示した手法⁴⁾になった。流域からの流出波形は、流域を種類の土地利用形態として計

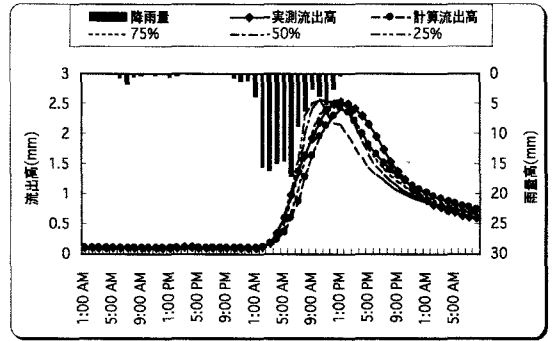


Fig.2 降雨流出計算結果

算しておき、その後で土地利用項目別面積占有率により加重平均して合成する方法を取った。Fig.2は、本手法による計算流出結果と実測流出量を比較したものである。流出量低減部分に違いが見られるがおおよそ類似した流出曲線が得られた。

4.2 森林の生育状態に対する降雨流出形態の応答評価

上記の降雨流出計算で使用した有効土層深の値を75%、50%、25%としたときの流出量を算定し、森林の生育状態に対する降雨流出形態の応答を調べた。Fig.2に示すように、有効土層深が薄くなればなるほど洪水到達時間が早まる結果が得られ、森林の洪水軽減機能とその生育との関係が示された。

5.まとめ

森林の生育状態と密接な関係にある有効土層深を利用した降雨流出解析法の妥当性を確認し、また森林の生育状態に対する降雨流出形態の応答状態を確認した。

謝辞

本研究に際し、建設省東北地方建設局福島工事事務所より流量・雨量資料の提供を受けたことを付記し、深謝の意を表す。なお、本研究で利用した衛星データは、宇宙開発事業団より提供された研究目的配付データであることを併記する。

参考文献

- 1) 伊藤他：樹種及び森林の密度管理が土壌の理学的性質および影響、第37回日本林学会中部支部大会、1989
- 2) 木村俊晃：貯留関数による洪水流出計算法、建設省土木研究所、1961
- 3) 山田他：斜面の地形・地質条件の違いに対する斜面流出の応答、土木学会関東支部講演概要集、pp.270-271、1999
- 4) 永井他：貯留関数法の総合化、京大防災研究所年報第25号B-2、pp.207-220、1982
- 5) 永井他：洪水流出モデル定数の相互関係、農業土木学会論文集129、pp.69-76、1987
- 6) 角屋 睦：流出解析手法(その6)、農業土木学会誌第48巻第6号、pp.419-425、1980