

(IV-2) 阿武隈川流域の流出解析における衛星データの応用

日本大学 学生員 山本義幸
日本大学 フェロー 西川 肇
日本大学 正会員 岩下圭之
日本大学 正会員 寺中啓一郎

1.はじめに

森林域の降雨流出過程に影響を与える森林土壌の理学的性質が森林植生の生育状態と密接な関係にあることを考えれば、活力度を定量的に判読できる衛星データと土壌の理学的性質の関係を洗い出し、これらをパラメータとした流出解析手法による流出過程に関する情報の取得の可能性が考えられる。

本研究は、森林植生の活力度を定量的に示す植生指標RVI(Ratio Vegetation Index)を利用して、地植物学的な考えによる衛星データを利用した流出解析手法を構築し、実測雨量・流量データによる流出解析手法と比較検証したものである。

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建設省所轄の御代田水位観測所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。流域の約60%を占める森林は、東側に位置する比較的穏やかで丘陵的な阿武隈山地、西側に位置する急峻で土砂流出の多い火山性の奥羽山脈に形成されており、これらに挟まれた平地の大部分は農用地として利用されている。Fig.1に、解析対象流域の概況図を示す。

3.衛星データによる有効土壌深評価

現地測定データの相関解析から、森林植生の活力度を定量的に示す「RVI」と森林土壌の根系の発達度の高い土壌で、水保全機能が良好であると考えられる土層深である「有効土壌深」¹⁾の密接な関係を見出し、衛星データ(JERS-1/OPS; 1995/10/28観測)のRVIと現地測定の有効土壌深の間にも、Fig.2に示すように良好な相関関係が確認され、この関係を基に衛星データを解析し、Plate 1に示す有効土壌深評価画像を作成した。

4.衛星データによる森林域を対象とした流出解析手法の構築

「有効土壌深」までの深さの土壌は降雨流出過程において重要な水文活性の場と考えられ、降雨期間中、河川に流出する雨水を一時的に貯留し、直接流出量を左右するものと考えられる。そこで、一降雨における累加損失雨量(一時的な保水量)の最大量を示す保水能に関して、一つの保水能を持つ土壌が流域全体に占める割合の分布である「保水能分布」および累加雨量と累加損失雨量の関係を示す「雨水保留量曲線」を、衛星データによる有効土壌深を利用した流出解析手法から推定し、実測雨量・流量データを利用した流出解析手法による結果と比較検討を行う。なお、河道貯留や森林域以外の土地利用項目における降雨流出の影響を考慮し、Fig.1に示す建設省所轄の西川水位観測所より上流域について解析することとし、計算に用いる土地利用項目別面積占有率は、Table 1に示す西川水位観測所上流域の土地利用分類画像より算定した値を、実測雨量データは流域内外のAMeDAS観測所と建設省所轄の雨量観測所の毎時雨量データを用いてThiessen法により算定した流域平均雨量、実測流量データは西川水位観測所の毎時流量データを使用する。なお、解析したデータは、衛星観測年を含む1992年から1998年のデータを使用した。

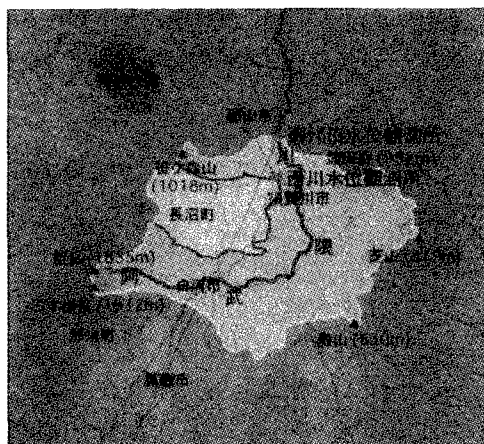


Fig.1 解析対象流域の概況図

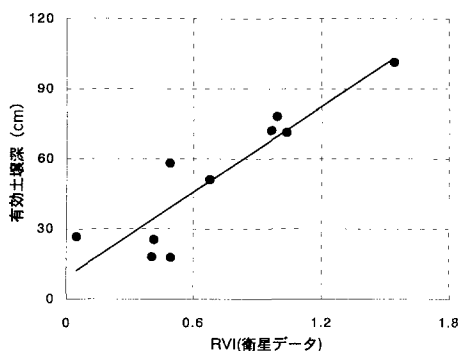


Fig.2 衛星データによる RVI と有効土壌深の関係

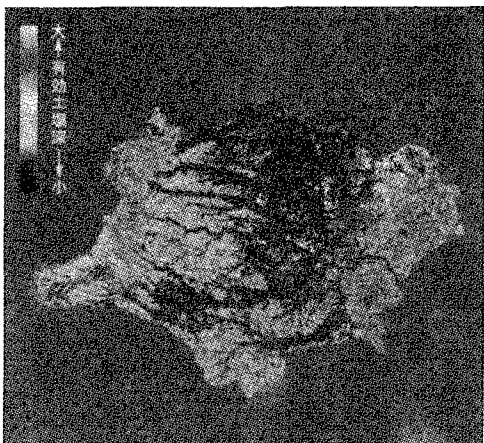


Plate 1 有効土壌深評価画像

Keywords: 衛星データ, 有効土壌深, 保水能分布, 雨水保留量曲線
〒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

4.1 実測雨量・流量データを利用した保水能分布および雨水保留量曲線の推定

実測雨量・流量データを利用した保水能分布および雨水保留量曲線の推定は山田ら²⁾の手法により算定した。流域のある部分の保水能を h とし、保水能分布を $S(h)$ とすると、累加雨量 R と累加損失雨量 $F(R)$ の間に次のような関係式が成立する。

$$F(R) = R - \int_0^R (R-h)S(h)dh \quad (1)$$

(1)式を積分方程式とみためて解くと、(2)式を得る。

$$S(R) = -\frac{d^2F}{dR^2} + \left(1 - \frac{dF}{dR}\right)_{(R=0)} \cdot \delta(R)$$

$$\delta(R) = \infty (R=0), \delta(R) = 0 (R \neq 0), \int_{-\infty}^{\infty} \delta(R)dR = 1 \quad (2)$$

本研究では R 、 $F(R)$ のデータを(3)式により近似する。

$$F(R) = A \cdot \tanh B \cdot R \quad (3)$$

未定係数 A 、 B に関しては最小自乗法により求める。このとき $S(h)$ は(4)式により表現される。

$$S(h) = 2AB^2 \frac{\sinh Bh}{\cosh^3 Bh} + (1-AB) \cdot \delta(h) \quad (4)$$

本手法により算定される A 、 B は流域全体における値であるため、森林域の A 、 B を算定するためには降雨遮断量、他の土地利用項目の保水能等を考慮する必要がある。**Table 1**に示すように、森林域、水田域が流域の大部分(92%)を占めていることから、森林域の降雨遮断量、水田域の保水能について考慮することとし、森林域の降雨遮断量を総降雨量の10%³⁾、水田域の保水能を角屋ら⁴⁾の報告より55mmとすると、 $A=0.156$ 、 $B=7.300$ となり、保水能分布および雨水保留量曲線は**Fig.3,4**となる。

4.2 衛星データを利用した保水能分布および雨水保留量曲線の推定

衛星データを利用した保水能分布および雨水保留量曲線の推定は、衛星データによる有効土壌深と現地測定 of 平均粗孔隙率(針葉樹23%・広葉樹27%)を用いて算定する。粗孔隙率は土壌中の水が重力の作用により移動することが可能であり、降雨水を一時的に貯留する間隙である粗孔隙の量を単位体積あたりの百分率で示したものである。**Plate 1**の有効土壌深評価画像の各画素の濃度値で示す有効土壌深に現地測定 of 平均粗孔隙率を乗じた新たな濃度値のヒストグラムを(4)式により近似すると $A=0.172$ 、 $B=5.985$ となり、保水能分布および雨水保留量曲線は**Fig.5,6**となる。**Fig.3,4,5,6**の衛星データおよび実測雨量・流量データを利用した流出解析結果を比較すると、類似した推定結果を確認することができた。

5.まとめ

本研究は得られた結論は以下の通りである。

- (1) 植生指標RVIと有効土壌深の間に良好な相関関係を確認した。
- (2) 衛星データから推定した有効土壌深を利用した流出解析手法の妥当性を確認した。

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、深謝の意を表する。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物理的性質におよぼす影響、第37回日本林学会中部支部大会、1989
- 2) 嶋田啓一、山田正ら：流域の地形特性が降雨流出に及ぼす影響について、第32回水理講演会論文集、pp43-48,1988
- 3) 中野秀章：森林水文学、1977
- 4) 角屋他：巨椋低平流域の都市化と内水、京大防災研究所年報第22号B-2、1979

Table 1 衛星データから判読した土地利用項目別占有面積率

占有面積率 (%)						
針葉樹	広葉樹	水田	農用地	都市域	裸地	水域
44.5	20.2	29.1	2.5	3.3	0.1	0.3

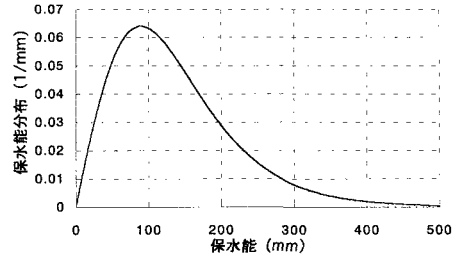


Fig.3 保水能分布 (実測データより推定)

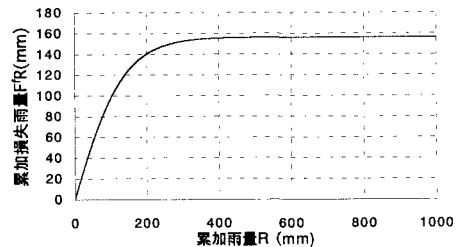


Fig.4 雨水保留量曲線 (実測データより推定)

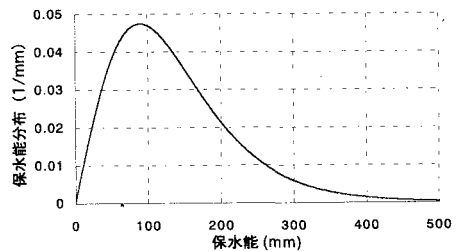


Fig.5 保水能分布 (衛星データより推定)

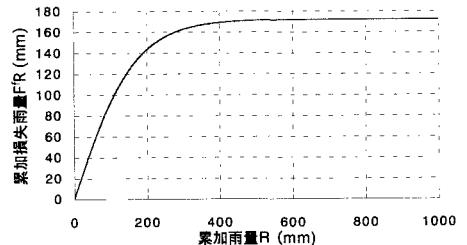


Fig.6 雨水保留量曲線 (衛星データより推定)