

衛星データを利用した阿武隈川流域の流出特性評価

○日本大学 学生員 塩田悟史
日本大学 学生員 山本義幸
日本大学 正会員 工藤勝輝
日本大学 フェロー 西川 肇

1.はじめに

森林域での洪水時の降雨流出特性は森林土壌の保水能に大きく左右される。その保水能は場所的にさまざまな値をとることが知られているが、その分布状態を人為的に把握するには限界がある。近年の衛星データ解析の応用分野は多岐にわたっており、このような分布状態等の「面的評価」は最も得意とするものである。

本研究は、衛星データによる流出特性評価として阿武隈川流域の森林を対象とする衛星データ解析から流出形態を大きく左右する保水能の推定手法を作成するとともにその妥当性を検討したものである。

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、土砂流出の多い急峻で火山性の奥羽山脈と比較的穏やかで丘陵的な阿武隈山地に囲まれて森林域（約 60%）と農用地（約 30%）が大部分を占めている。

3.衛星データによる有効土壌深評価

根系の発達度の高く水保全機能の良好で軟らかい土壌の深さである「有効土壌深」¹⁾と森林の活力度を定量的に示す植生指標「RVI」の現地測定データの相関解析から良好な相関関係を見出した。そこで、この関係を基にして、現地測定日（1995/10/28）に観測された JERS-1/OPS データを解析し、森林土壌の有効土壌深の面的な評価を行った。また、地形学的なアプローチとして有効土壌深と斜面勾配との関係についても調べた。なお森林域は、同衛星データ解析より抽出したものである。

(1) 衛星データによる有効土壌深評価

図-1に示すように、現地測定地点に対応する JERS-1/OPS データ上の画素が示す RVI（Band3/Band2）と有効土壌深の相関解析においても、現地測定データの相関解析結果で見られた良好な正の相関関係が確認された。ここで得られた回帰式(1)により Band2,3 データを四則演算処理して写真-1に示す有効土壌深評価画像を作成した。

$$Y=60.89 \times X+9.16 \quad (1)$$

ここで、Y:有効土壌深(cm), X:(Band3/Band2)-1.30

(2) 有効土壌深と斜面勾配との関係

国土地理院発行の 50m メッシュ標高データから作成した 18m×18m（JERS-1/OPS データの解像度）メッシュの斜面勾配画像と有効土壌深評価画像を重合処理した結果、斜面勾配の低い地域ほど有効土壌深が高い傾向が見られた。これは、傾斜が緩やかな場所は表層土の雨水による剥離が起きにくくまた上方からの流土が堆積しやすいため肥沃な土壌が形成されることから生育のよい樹木が

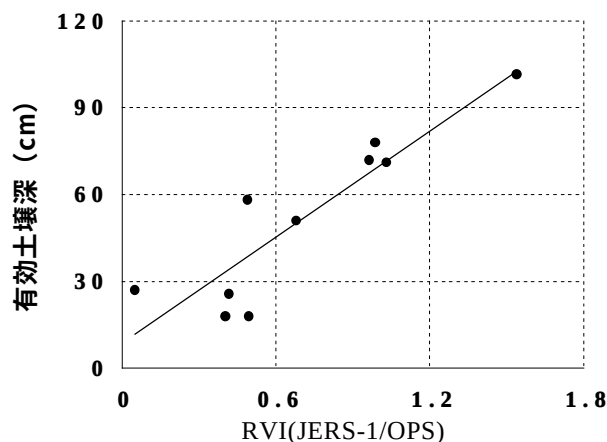


図-1 衛星データによる RVI と有効土壌深の関係

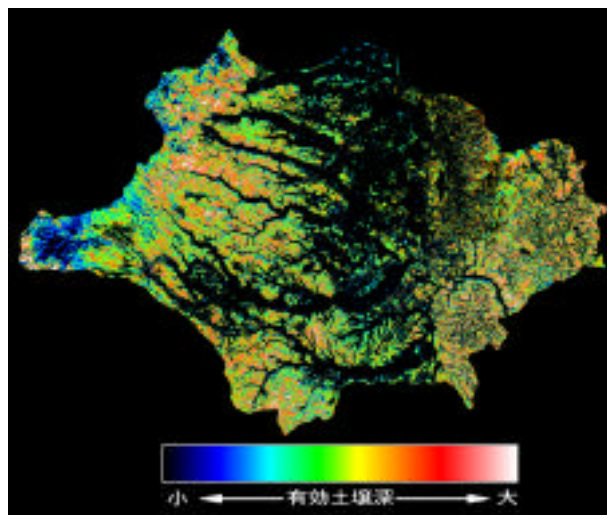


写真-1 有効土壌深評価画像

育ちそして有効土壌深も深くなったものと考察される。

4.衛星データ解析による保水能評価

森林土壌の保水能は「表層土層厚×有効間隙率」で求められる。保水能算定や流出解析などで扱われるときの表層土層厚は実際の表層土層厚の「場所的な不均一性」を考慮しないで一定値で扱われる。有効土壌深評価画像は、1メッシュが JERS-1/OPS データの解像度のメッシュデータで有効土壌深の「場所的な不均一性」を表している。そこで「有効土壌深」が表層土層厚に相当するとの仮定を基に、また有効間隙率を粗孔隙率（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）で表すときに求められる保水能から算定する「雨水保

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

留量曲線」と「保水能分布」に関して、実測雨量・流量データからの算定結果と比較して妥当性を検討した。「雨水保留量曲線」は洪水時の累加雨量と保留量の関係を、「保水能分布」はある一つの保水能を持つ土壌が流域全体の何%を占めるかを示すものである。なお、森林域以外の土地利用項目の降雨流出や河道貯留の影響を考慮して、建設省所轄の西川水位観測所より上流域（流域面積約275.8km²）の森林域を対象とする。実測データは、衛星観測年を含む1992年から1998年の流域内外のAMeDAS観測所と建設省所轄の雨量観測所の毎時雨量データと西川水位観測所観測の毎時流量データを使用した。

(1) 衛星データ解析による「雨水保留量曲線」と「保水能分布」推定

有効土壌深評価画像の各画素の有効土壌深に現地測定の前孔隙率（針葉樹23%・広葉樹27%）を乗じた画像のヒストグラムで保水能分布を表すことができるが、本研究では、山田ら²⁾の累加雨量Rと累加損失雨量F(R)、保水能hの関係式(2)

$$F(R) = R - \int_0^R (R - h) S(h) dh \quad (2)$$

を基にした保水能分布を示す式(3)

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

によりヒストグラムを近似して求めた（図-2、A=0.172, B=5.985）。また、式(4)

$$F(R) = A \tanh BR \quad (4)$$

により雨水保留量曲線を作成することが可能である。保水能分布のA, Bを用いて図-3に示す雨水保留量曲線を作成した。

(2) 実測雨量・流量データ解析による「雨水保留量曲線」と「保水能分布」推定

雨水保留量曲線は、各洪水時の累加雨量と累加損失雨量をプロット点の累加損失雨量の大きい側を通る曲線で描くことができるが、プロットを式(3)で近似した曲線で示した（図-5、A=0.156, B=7.300）。ここで、各プロット点は、森林の降雨遮断量と水田域の保水能を中野³⁾、角屋ら⁴⁾の報告を基に考慮した値である。また、このときのA, Bを用いて図-4に示す保水能分布を作成した。図-2, 3, 4, 5を比較すると、衛星データ解析と実測雨量・流量データ解析の類似した結果を確認することができた。

5. まとめ
本研究で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) 有効土壌深は斜面勾配が低いほど高くなる傾向が見られた。
3) 衛星データ解析から推定した有効土壌深を保水能推定に用いることの有効性を確認した。

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。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、1988

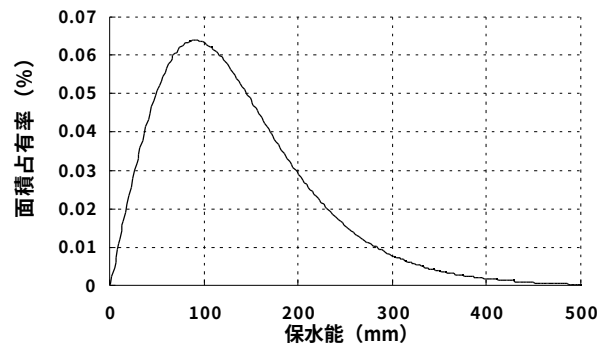


図-2 保水能分布（衛星データ解析）

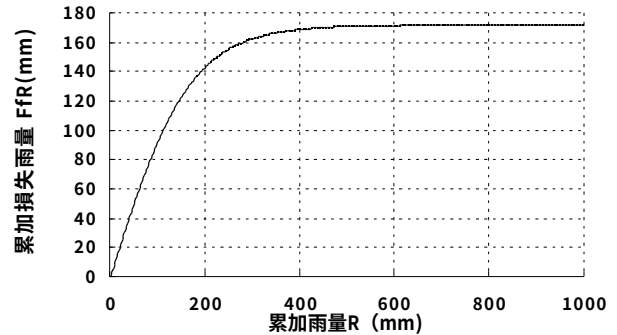


図-3 雨水保留量曲線（衛星データ解析）

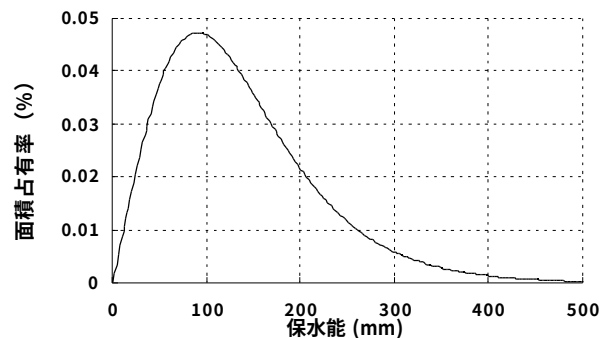


図-4 保水能分布（実測データ解析）

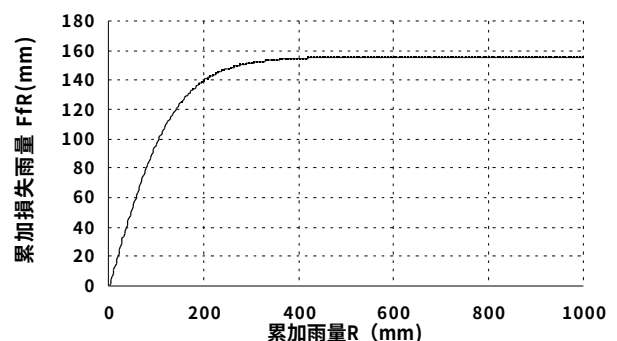


図-5 雨水保留量曲線（実測データ解析）

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