

衛星データを利用した森林水文特性に関する研究

日本大学	学生会員	朝香智仁
日本大学	フェロー	西川 肇
国立科学博物館	非会員	近田文弘
株)日本建設コンサルタント	非会員	石川 正人

1. はじめに

樹木の根系が自由に発達することが出来る土層の厚さは、森林の構成と生長に影響を与える（J.Luts,1965）事が知られている。従って、樹木葉の示すスペクトル特性から評価できる植生活力度と、森林の表層土層の土壌構成との関係性が予測できる。既往研究より、前述の森林の活力度と、森林土壌が雨水を一時的に保留できる土層の土壌構成とはその相関関係が示されている（山本ら,2002）。

本研究は、衛星データを利用した森林の水文特性に関する継続研究であり、研究対象地域は多摩川小河内ダム上流域である。同対象地域において、衛星データを利用して森林の有する保水機能を推定した結果、既往洪水期の累加雨量と保留量から算定した雨水保留量曲線との関係性からその妥当性を確認した（安藤ら,2002）。また、森林土壌の理学的性質を考慮した降雨流出モデルを利用して、洪水期における降雨流出解析を行った結果、精度の良い流出解析結果が得られた（横田ら,2003）。

本報では、森林土壌の理学的性質を考慮した降雨流出モデルを利用して、多摩川小河内ダム上流域の植生別の流出解析を行い、植生種が森林水文特性に与える影響について解析した。加えて、植生種別の降雨流出過程における流出成分について解析を行い、樹種別の森林土壌の保水能力を流出成分量の面から評価した。

2. 対象地域の概況

多摩川小河内ダム上流域は、奥多摩・奥秩父山脈、雲取山、火竜山など、2000m級の山々に囲まれ、流域面積 263km²、流路延長 13.87km を有する。流域地形は、最上流部の塩山市萩原地域の花崗岩地帯を

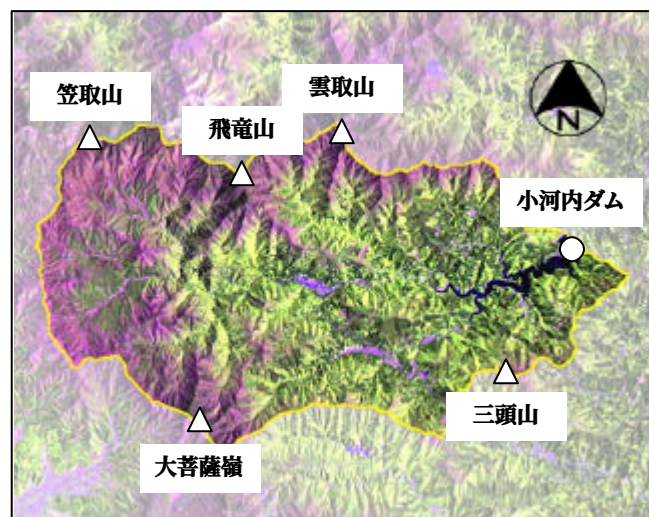


図-1 研究対象流域

除き、全般的に急傾斜が多く、標高 1200m 以上の地域が全体の 66%を占める。また、水源林面積は 216.27km²であり、この内、天然林が 69%、人工林が 28%、除地（道路、河川敷）が 3%である。

3. 衛星画像解析

3-1. 土地被覆分類画像

多摩川小河内ダム上流域の土地被覆状態を把握するため、生物多様性センター提供の第 5 回植生群落調査図を教師として、最尤法により衛星データから植生分類図を作成した。

3-2. 四則演算処理

降雨流出に関わる森林土壌の理学的性質のうち、降雨開始から一時的に雨水を貯留するとされる有効土層深、雨水を貯留する森林土壌中の空隙である粗孔隙率は、現地調査結果にて測定した。そして、現地調査にて得られた樹木葉の示すスペクトル特性との相関解析結果を衛星画像へ反映させる事で有効土層深評価画像、粗孔隙率評価画像を作成した。粗

キーワード 衛星データ 水文特性 流出解析 森林土壌の理学的性質

連絡先：日本大学生産工学部土木工学科 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL047 474)2456

孔隙率は、森林土壌のうち重力水を一時的に保留できる空隙であり、有効間隙率とはほぼ同義である。また、現地調査結果より飽和透水係数は、砂質層とその他の地質土層とでは、側方流を考慮して測点における山腹傾斜とで相関解析を行った結果、その傾向に差異が見られたため、地質別の透水係数評価画像を作成した。

尚、使用した衛星データは、現地調査と同期した2000年5月23日観測のLandsat ETM+データセットであり、前処理として大気補正、幾何補正、地形効果補正を施したデータセットである。

4. 降雨流出解析

4.1 森林土壌の理学的性質を考慮した降雨流出モデル

貯留関数法の基礎式を次に示す。

$$S = K_q^P \quad \text{運動の式}$$

$$r_{eav} - q = ds/dt \quad \text{連続の式}$$

ここに、 S は降雨の貯留高(mm)、 q は河道への流出高(mm/h)、 K 、 P は流域固有の定数である。 r_{eav} は流域平均雨量(mm/h)、 dt は計算の単位である。

次に、貯留関数法を基礎式とした、林地土壌の理学的性質を考慮した流出モデルを示す。この流出解析モデルは、貯留関数定数に森林土壌の理学的性質をパラメータとして採用しており、定性的考察ではあるが貯留関数が流域保留を良く反映させたモデルとなっている。 K は、貯留関数定数 K と Kinematic wave 定数 N (等価粗度) との土壌の理学的性質の相互関係を利用して、構築したモデルである。

$$K = \left(\frac{D_{ESD}^{\beta-1} \omega^{\beta}}{k_s} \right)^{0.6} \frac{A^{0.24}}{i^{0.3}}$$

ここに、 D_{ESD} は土層厚であることから、有効土層深を採用し、 ω は有効間隙率であることから、粗孔隙率を採用した。 K_s は飽和透水係数 (m/s)、 A は森林域の面積(km²)、 i は流路勾配、 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である。

降雨流出解析に使用した雨量・流量データは、衛星データと同年のデータを選定し、流域内に設置された雨量観測所で測定された雨量データと、小河内ダムの流入量データを使用した。

4-2. 流出成分の分離

降雨流出ハイドログラフを片対数目盛りにプロットし

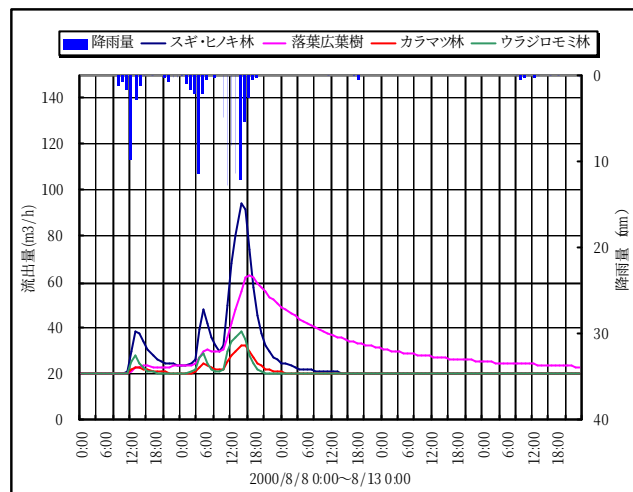


図-2 植生別降雨流出ハイドログラフ

た時、その流出漸減曲線の通減部に現れる2変曲点を利用して、図形的に表面流出量、中間流出量、基底流出量を抽出する(Barnes, B.S. 1939)手法がある。この手法により、多摩川小河内ダム上流域における流出成分の分離を行った。また、植生別の降雨流出結果から得たハイドログラフの流出成分の分離を行い、植生種別の水文特性も解析した。

5. まとめ

植生種類別の水文特性を把握する為、森林土壌の理学的性質を考慮した流出解析モデルの利用し降雨流出応答関係を解析した結果、その妥当性が確認できた。また、植生別に求めた降雨流出ハイドログラフから流出成分を分離した結果、樹種別の流出特性が把握でき、特に落葉広葉樹の流出成分が短期の流出成分を抑制する働きが他の樹種に比べ高い傾向にあった。

6. 参考文献

- 1) 山本義幸, 西川 肇, 木田哲量, 近藤 勉 衛星データを利用した有効土層深評価と流出解析への応用に関する研究, Journal of Remote Sensing Society of Japan Vol.122 No.1 pp12-21, 2002
- 2) 安藤 彰, 工藤勝輝, 藤井寿生, 西川 肇 衛星データによる林地土壌の水文特性評価, 第29回関東支部儀旧研究発表会, 土木学会関東支部編 2002
- 3) 横田宏一, 他 多摩川上流域の森林水文特性に関する研究, 第36回日本大学生産工学部学術講演会土木部会講演概要集 pp127-130 2003
- 4) 永井明博, 四方田穆, 奥谷順彦 洪水流出モデル定数の相互関係 農業土木学会論文集 129号 pp66-76 (1987)