

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○可児 良昭
 京都大学大学院工学研究科 フェロー 寶 馨
 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川 康人
 京都大学大学院工学研究科 正会員 児島 利治

1. はじめに

山腹斜面における森林の機能として、洪水や渇水を緩和する機能がある。すなわち森林に覆われた山腹斜面が、大雨時に水を貯留して洪水を防ぎ、少雨時に貯留した水を徐々に流していくことで渇水を防ぐ。森林の持つこれらの機能は、一括して「緑のダム機能」と呼ばれる。

現在のところ、山腹斜面の森林による「緑のダム機能」がどの程度のものであるか、すなわち、山腹斜面がどの程度の量の水を貯留するのかについては、はっきりとは分かっていない。そこで、本研究では、山腹斜面における「緑のダム機能」の中の洪水緩和機能に着目し、セル分布型モデルを用いることにより、それを定量的に把握することを目指す。

2. 研究手法

まず、本研究で用いるセル分布型モデルの概要を説明する¹⁾。

- ・ 流域全体を、国土地理院発行の数値地形情報 (DEM) を用いて正方形メッシュ (セル) に分割する。
- ・ 上流のセルの雨量は、下流のセル (周囲8方向) のうち、最も勾配の大きい1つのセルのみに向かって流れるものとする。
- ・ 各セルの雨水流出追跡は、kinematic wave 法を用いる。
- ・ 表層内の地中流を不飽和流れが支配するマトリクス部、および重力水が支配する中間部に分け、さらに地表面流と統合して解析する²⁾。土層のモデルを図1に、また流量流積関係式を(1)式に示す。

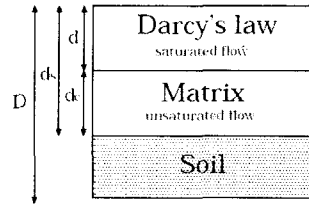


図1 Soil Layer

$$q = \begin{cases} a_c d_c \left(\frac{h}{d_c} \right)^\beta & (0 \leq h \leq d_c) \\ a_c d_c + a(h - d_c) & (d_c < h \leq d_s) \\ a_c d_c + a(h - d_c) + \alpha(h - d_s)^n & (d_s < h) \end{cases} \quad (1)$$

ただし、 k_c : マトリクス部の透水係数、 k_a : 中間流部の透水係数、 $a_c = k_c i$ 、 $a = k_a i$ 、 d_s : 表層厚 d_c : マトリクス層厚 $\alpha = i^{1/2}/n$ β : 透水係数比

次に、本研究の手順を述べる。

- (1) 滋賀県姉川支川高時川流域 (流域面積 : 100km²) を対象とし、流域全体を 50m 四方のセルに分割する。
- (2) 各セルの雨水の流れ方向と勾配を、セル分布型モデルの手法に基づき、DEM及び河道網の数値化位置データから決定する。また、セルの土地被覆はすべて森林とし、各セルの等価粗度は森林の場合におけるパラメタを用いるものとする。また河道を含むセルでは、河道の粗度係数を与え、セル内に降った雨は、全て河道に入ると仮定している。
- (3) セルに入力する降雨データには、流域近傍の雨量観測所 (菅並・中河内・鷺見) の観測データを用いる。

- (4) 過去の雨量・流量データより、斜面表層厚、表層内の空隙率、飽和浸透層厚、不飽和浸透層厚、透水係数、表面流等価粗度などのパラメータを同定する。
- (5) (4)で同定したパラメータを用いて、降雨流出シミュレーションを行う。その際、表層の厚さ、降雨規模などの組み合わせを変え、いくつかのパターンでシミュレーションを行うものとする。これにより、「緑のダム」の洪水緩和機能を、降雨量、流域全体の貯留水量、出水水量に基づき、定量的に評価する。

3. 同定結果

1998年台風7号の雨量データを用いて、パラメータの同定を行った。その結果、透水係数: 0.005(m/s), 中間流層厚比: 0.2, マトリクス層厚比: 0.1, 両者の透水係数比: 4, 表層厚: 850 (mm), 初期流量: 5.0(m³/s), 等価粗度(森林): 0.7, 粗度(河道): 0.05 という値が得られた。この時のハイドログラフを図2に示す。

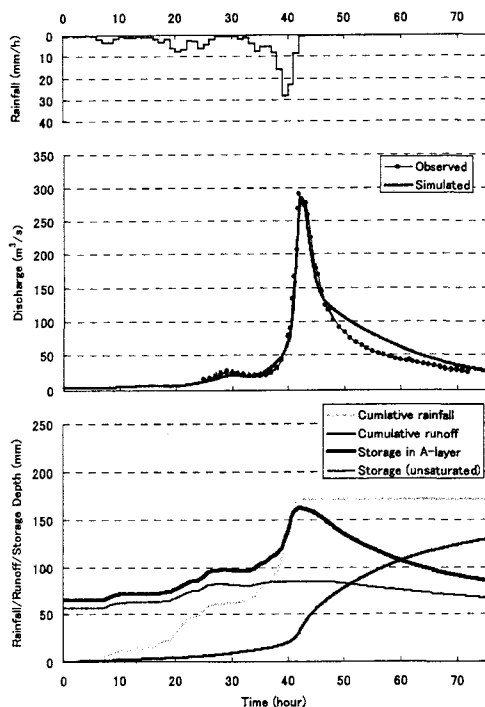


図2 パラメータ同定時のハイドログラフ (98年台風7号)

最下部のグラフでは、凡例の上から順に、累積雨量、累積流出量、A層部の貯留量、マトリクス部の貯留量を表す。特に、グラフ中の太線が、流域土

の貯留量(緑のダム容量)を表す。

4. 考察

今回の同定結果より、表層厚 850mm、飽和・不飽和浸透層は 170mm と推定された。これは高棹⁴⁾の示唆した 160mm に非常に近い値である。

また、図2により、降雨イベント時のどの時点において、どの程度緑のダムに貯留されているのかを視覚的に確認できるようになった。

5. 結論および今後の課題

表層部の飽和・不飽和流れを考慮したセル分布型モデルを用いることにより、流域内土壌の水分貯留量(緑のダム容量)を定量的に計算することができた。

また、本研究における今後の課題を、以下に示す。

- ・ 今回の同定結果が、妥当なものであるかどうかを確認するため、今回同定されたパラメータを用いて、同流域における洪水時の流出量を計算し、実測値と比較する。
- ・ 実際に模擬降雨を降らせ、流域の貯留量および、流出量を計算し、「緑のダム」による洪水抑制機能を検証する。
- ・ 透水係数の同定が不十分なため、各地の実験結果を調査する。
- ・ 高時川流域だけでなく、複数の流域で同様のシミュレーションを行い、「緑のダム」による洪水抑制機能を検証する。

参考文献

- 1) 児島利治: リモートセンシング画像と GIS の水文解析への応用, 京都大学博士論文, 1997
- 2) 永谷言: 分布型流出モデルの有効性に関する研究, 京都大学修士論文, 2003
- 3) (社) 日本治山治水協会編: 森林の緑のダム機能(水源涵養機能)とその強化に向けて, 2003
- 4) 実践水文システム研究会編: 2001年度報告書, pp47-53, 2002