

高分解能 DEM を用いた分布型流出モデルの山地渓流域への適用

岐阜大学工学部	学生員	○ 原田彩
岐阜大学大学院工学研究科	学生員	鈴木貴幸
岐阜大学流域科学圏研究センター	正員	児島利治
岐阜大学総合情報メディアセンター	正員	篠田成郎

1. はじめに

標高データ (DEM) を用いて複雑な山地の地形, 流出過程を表現する分布型流出モデルは近年一般的となってきた. しかし, 林床における浸食, 土壌流出の過程である水みち, リル, ガリ等詳細な水移動を表現するには, 一般的に用いられる国土院発行の 50m メッシュの標高データでは空間解像度が粗いため困難であった.

近年, レーザープロファイラなどの技術の発達により, 詳細なメッシュの標高データの利用が可能となった. そこで本研究では, より詳細な財団法人岐阜県建設研究センター発行の 2m メッシュの標高データを用いて降雨-流出モデルを構築し, 標高データの高分解化が流出の推定精度に与える影響について検討する. また, 2m メッシュの高分解 DEM を用いるため狭い流域にも適用でき, 山地渓流域におけるより詳細な水収支の解明が期待できると考えられる.

2. データ概要

本研究では岐阜県郡上市古道地区の市有林 (流域面積 31490m²) を対象流域とする. 転倒ます雨量計 (10 分間隔, 分解能 0.5mm) を設置し, 解析で用いる降雨データを計測している. また, 対象流域には集水ますが存在しているので三角堰を設置し流量を計測している. ただし三角堰で計測している流量は流域面積に対してかなり少ない流量 (流出率 0.03) である. つまり, 三角堰で計測している流量は地表面付近の流出であり, 地下深くの流出は計測できていない可能性が高い. このことを考慮して流出解析を行う必要がある.

3. セル分布型流出モデルの概要

本研究で用いるセル分布型モデルについて説明する. 標高データに合わせ, 流域を正方形の部分流域 (セル) で区切り, 流域全体をセルの集合体とする. 図-1 に示

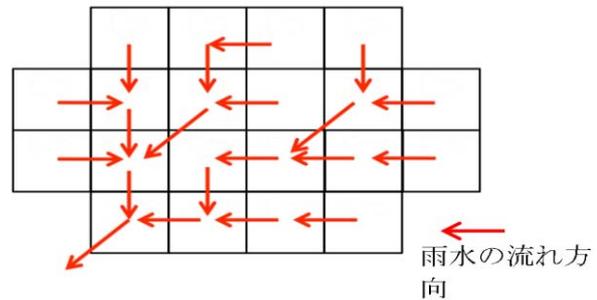


図-1 セル分布型モデルの概要図

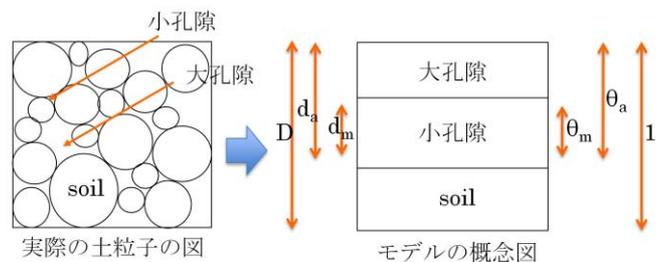


図-2 土層モデルの概要図

すように一つのセルからの流出は周囲 8 方向のうち最も勾配が急なセルへ雨水が流れるとし, 雨水の流れ方向を示す落水線図を作成する. 各セルには中間流の飽和・不飽和流れを考慮したキネマティックウェーブモデル¹⁾を適用し, 土壌水の流出の遅れや貯留を考慮した雨水流の追跡を行う.

4. キネマティックウェーブモデルの概要

土壌中の空隙を重力移動が支配的な大孔隙部と毛管移動 (不飽和流) が支配的な小孔隙部の二層に分割し, その下に水の流れがないものとする土粒子のみの層を設けた土層モデルを用いる. このモデルは椎葉ら²⁾の圃場容水量を考慮した中間流モデルをよりパラメータ同定が容易となるよう簡略化したモデルである. 間隙水は下層の小孔隙から埋まっていき, すべての小孔隙が満たされた後, 飽和流れに移行する. そして土壌の空隙がすべて満たされると地表面流が出現する. ここで θ_m :圃場容水量に相当する体積含水率, θ_a :空隙率,

d_m : 小孔隙部の最大水分量を水深で表したもの, d_a : 地中の最大水分量を水深で表したものである.

5. パラメータ変化による流出計算結果の考察

2m メッシュの分布型流出モデルによってパラメータを変化させ流出計算を行った結果を図-3, 図-4 に示す. 三角堰設置箇所よりもさらに深い地層から雨水は流れ出ていると考えられるため土層厚パラメータを大きくとり, 深い地層への浸透, 流出を考慮するようにした. 図-3 が透水係数 $k_a=0.1$, 等価粗度 $n=0.0001$ として土層厚のパラメータを変化させ計算を行った結果である.

土層厚のパラメータが大きくなるにつれ, ピーク値が減少し, ピーク時刻も遅れている事がわかる. これは表面流への移行が少なく, 流出の小さい不飽和流れが増大し流出の遅れが生じ, ピークが生じにくくなっているためと考えられる. 透水係数パラメータを変化

させ土層内の水の流れを速め, ピークを合わせる必要があると考えられる土層厚 $D=2m$, 等価粗度 $n=0.0001$ として透水係数のパラメータを変化させ計算を行った. 透水係数のパラメータを大きくしていくとピークが大きくなっていくことが分かる. 透水係数が大きいと雨水流は地面に浸透しやすく中間流主体の流出となる. そして, 透水係数の増加とともに土層内の水の流れが速まりピークが増大すると考えられる.

透水係数のパラメータを小さくし, ある値を越えるとピークが遅れて生じていることがわかる. これは一つのセルから次のセルへの土層中の水の移動が遅く, 結果的に雨水がゆっくりと流れ出てピークが遅れるものと考えられる. また図-3, 図-4 の解析結果のハイドログラフから逡減部が観測値よりも大きいことがわかる. これは観測データが地表面付近の流出量であり, 地下深くからの流出量や地下水貯留量を計測できていないためと考えられる. 今後は中間流と表面流を算出するモデルで流出計算を行い, 表面流として算出された結果においてパラメータを調整しこの点について改善してゆきたいと考えている.

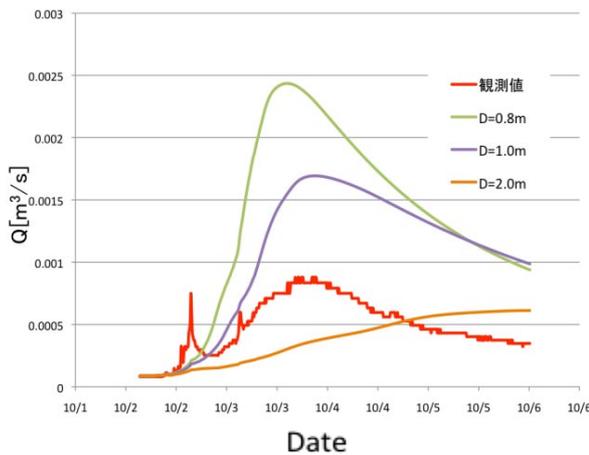


図-3 土層厚パラメータを変化させた結果

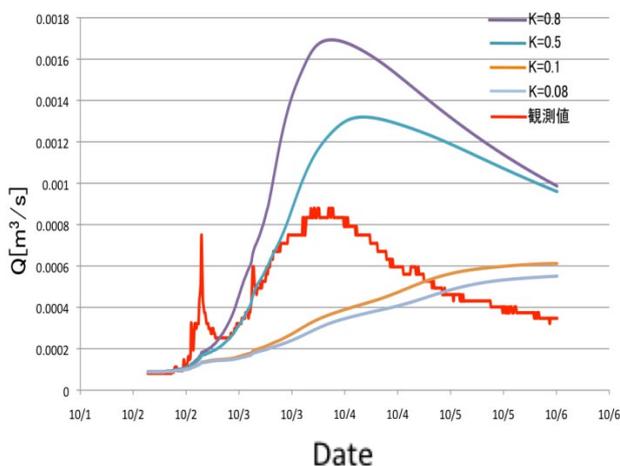


図-4 透水係数パラメータを変化させた結果

6. おわりに

本研究では山地渓流域において詳細な DEM を用いた分布型流出モデルを適用し, そのパラメータの感度分析を行った. 本流域は流出率が極めて小さく三角堰で捉えきれない中間流出成分が大きいと考えられる. 観測結果と合うようにパラメータの同定を行い, 渓流域の現実の水移動のモデル化と再現を目指す.

最後に岐阜県郡上市および NPO 法人ウッズマンワークショップに深謝の意を表すとともに, 本研究が平成 18~21 年度文部科学省研究補助金 (基盤研究:課題番号 18310021), 平成 22 年度科学研究費補助金挑戦的萌芽研究 (課題番号 22651012) の一部である事を付記する.

<参考文献>

- 1) 立川康人・永谷言・賓馨: 分布型洪水流出モデルにおける空間分布入力情報の有効性の評価, 京都大学防災年報, 第 46 号, B-2, pp. 233-248, 2003
- 2) 椎葉充晴ら: 圃場容水量・パイプ流を考慮した斜面流出モデルの開発, 京都大学防災年報, 第 41 号, B-2, pp. 229-235, 1998