

GIS ベースの統合型土砂生産・土砂流出モデル

京都大学大学院 ○山野井一輝 河田暢亮
 京都大学防災研究所 藤田正治 竹林洋史 堤大三
 筑波大学生命環境科学研究科 宮本邦明
 八千代エンジニアリング 泉山寛明

1.はじめに

土砂生産・土砂流出の過程は、多様な現象が関わり合い、極めて複雑である。現在まで、個々の現象については、未だ見解明な部分もあるが、多くの研究者によって検討され、モデル化されてきた。しかし、個々の現象が複雑に関わり合って発生する複合型の土砂災害や土砂動態については、十分な知見が得られていない。その原因の一つは、個々の現象が別々の解析プログラムや解析ソフトとなっており、個々の現象を関連させた統合型の解析ソフトが無いためと考えられる。

また、近年、発展途上国においても、土砂生産・土砂移動現象の予測の必要性が増して来ている。しかし、予算が限られる中、多くの研究者のモデルを使用し、さらに高価な GIS ソフトを用いて総合的に検討を行うのは非常に困難である。

加えて、国内外において土砂災害への対応を考えると、天気予報と同様なリアルタイムの土砂生産・土砂移動現象の予測も望まれてきている。

以上のような背景があり、フリーの GIS ソフトである GRASS GIS を用いて既存の複数の土砂生産・土砂移動現象に関するモデルを組み合わせ、統合型の土砂生産・土砂流出モデルの構築を行った。

2.統合モデルのコンセプト

本統合モデルでは、GIS を用いることでデータの変形、整理を行う。以下のような流れで計算を動かすものとする。

- ① まず、GIS に DEM データ等の基礎となるデータを読み込む
- ② GIS を用いて、適宜外部プログラムに必要な入力ファイルを作成する。
- ③ ②で作られた入力ファイルを用いて、外部のプログラムを実行する。
- ④ 得られた結果を整理して GIS に読み込む。これによって GIS のデータが追加される。
- ⑤ ②～④を場合に依りて 1 回ないしは複数回行うことで、多種多様な GIS のデータを作成する
- ⑥ 得られた GIS のデータを基に最終的に回すシミュレーションプログラムの入力ファイルを作成し、シミュレーションプログラムを実行する。
- ⑦ 求める結果が出力される。これを場合に依りてグラフ等を用いて可視化する。

3.用いたモデル

今回は統合モデルの最初の段階として、外部プログラムとして泉山ら¹⁾による、凍結融解による基岩の土砂化モデルを用い、シミュレーションプログラ

ムとしては竹林ら²⁾による降雨流出と掃流砂・浮遊砂・ウォッシュロードを同時に計算する土砂動態モデルを用いて計算することとした。これらのモデルを用いることで、凍結融解作用による生産土砂が、如何に流出しているかを再現できると考えられる。

凍結融解による基岩の土砂化モデル¹⁾は、入力データを気温、風速、日射量の気象データと、勾配、傾斜方向、標高の地形データを基に、基岩内の温度を深度方向に推定するものである。これから凍結融解を 10 回以上経験した深度を土砂化深度とするものである。

土砂動態モデル²⁾は、対象地域を網目状の単位河道と単位斜面に分割し、単位河道の長さ勾配、単位斜面の幅と長さ勾配を地形条件、降雨量を気象条件として流出計算と流砂量計算を同時に行うモデルである。流出計算にはキネマティックウェーブ法を用いている。

4.実際の計算

ここでは以下のような流れで計算を行った。なお概説図を図-1 に示す。

なお、対象地域は京都大学防災研究所穂高砂防観測所が位置する、高原川上流域の足洗谷とした(図-2)。DEM データとして、国土地理院の HP で公開されている、基盤地図情報数値標高モデル 10m メッシュ(標高)焼岳を用いた。対象時期は、凍結融解を 2008 年秋季～2009 年春季とし、流出計算を 2009 年春季～2009 年秋季とした。

- ① まず、GIS に DEM データを読み込み、各メッシュの勾配、傾斜方向を計算する。
- ② 対象地域に存在する標高と傾斜の取りうる範囲を出力する。
- ③ ②で得られた範囲において、標高、勾配、傾斜方向に一定間隔で代表値を取る。この代表値に対して、気象データを用いて凍結融解のプログラムを実行する。
- ④ ③の結果としてある標高、勾配、傾斜方向の組み合わせに対するその年の土砂化深度が得られる。
- ⑤ ここで、GIS に裸地の位置情報を読み込む。今回は航空写真から手作業で抽出したものをを用いた。
- ⑥ 裸地に分布する各メッシュにおける標高、勾配、傾斜方向を読み取る。これらに最も近い代表値の組み合わせにおける土砂化深度をあてはめ、GIS 上に土砂化深度の分布データを作成する。
- ⑦ DEM データから GIS 上のモジュールを用いて単位河道・単位斜面を抽出する。単位河道については長さ勾配を、単位斜面については幅と長さ

と勾配を求める.

- ⑧ ⑥で作成した土砂化深度分布と、⑦で作成した単位斜面分布を重ねあわせ、各単位斜面に存在する裸地でどれだけの量の土砂が生産したかを計算する。
- ⑨ ⑦、⑧のデータを土砂動態プログラムの入力ファイル形式に変換する。⑧で求めた生産土砂は、4月の頭にすべてが河床に移動すると仮定する。これらのデータを用いて、土砂動態プログラムで計算を行う。結果として、各単位河道における流量、流砂量、河床変動量、平均粒径が得られる。
- ⑩ 結果を基にグラフを作成し、可視化する。

以上のような流れで計算を行った．結果として図-3のようなグラフが得られた．

5. 結論と今後の課題

本モデルを用いることで、従来の計算方法と比較して以下のような利点があった。

- ・個々のプログラムを実行する際に用意しなければならぬデータの準備にかかる手間と時間が大幅に短縮された。さらに、自動化することで、利用者が手軽に計算を動かすことができるようになった。
- ・凍結融解から土砂流出までのプロセスを一度に通して計算することができた。このため、春季の生産土砂量が多くなるという性質が再現された。これは澤田³⁾による、「春季は小規模な出水でも土砂流出が起こりやすい」という観測結果と定性的な観点からはよく合致していると言える。

現在のところ、定量的予測が行えるほど計算はできていないため、様々な要因を見直し、精度の向上を図る必要がある。

参考文献

- 1) 泉山寛明：風化基岩における凍結融解による土砂生産プロセスとそのモデル化に関する研究，京都大学博士論文，2012
- 2) 竹林洋史：地球温暖化が流域の土砂流出特性に与える影響，平成20年度近畿建設協会研究助成報告書 第35号，2009
- 3) 澤田豊明：山地流域の土砂流出に関する研究，京都大学博士論文，pp18-49.86-92，1985

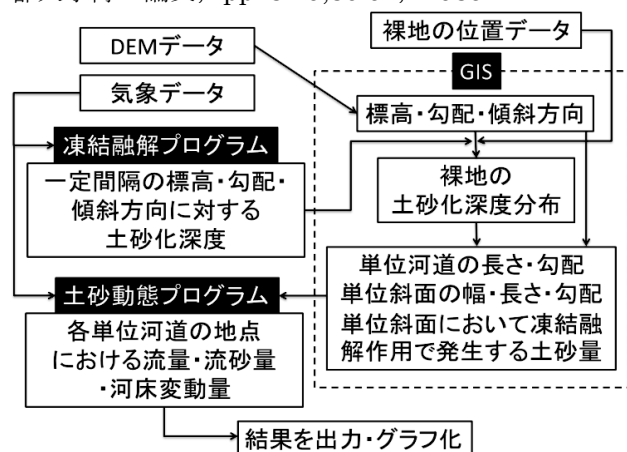


図-1 モデルの概要図

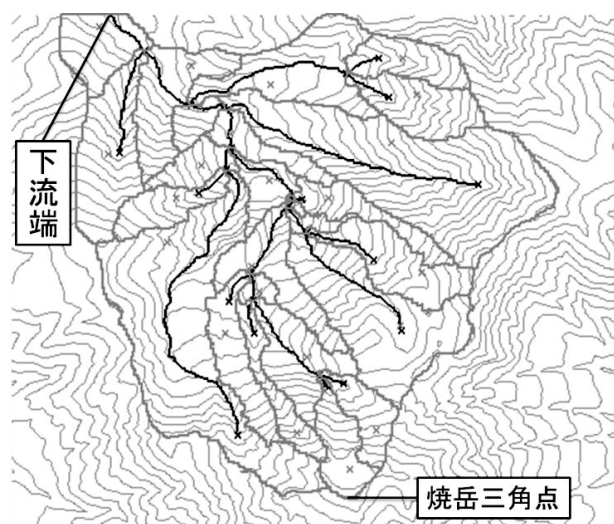


図-2 対象地域（足洗谷流域）

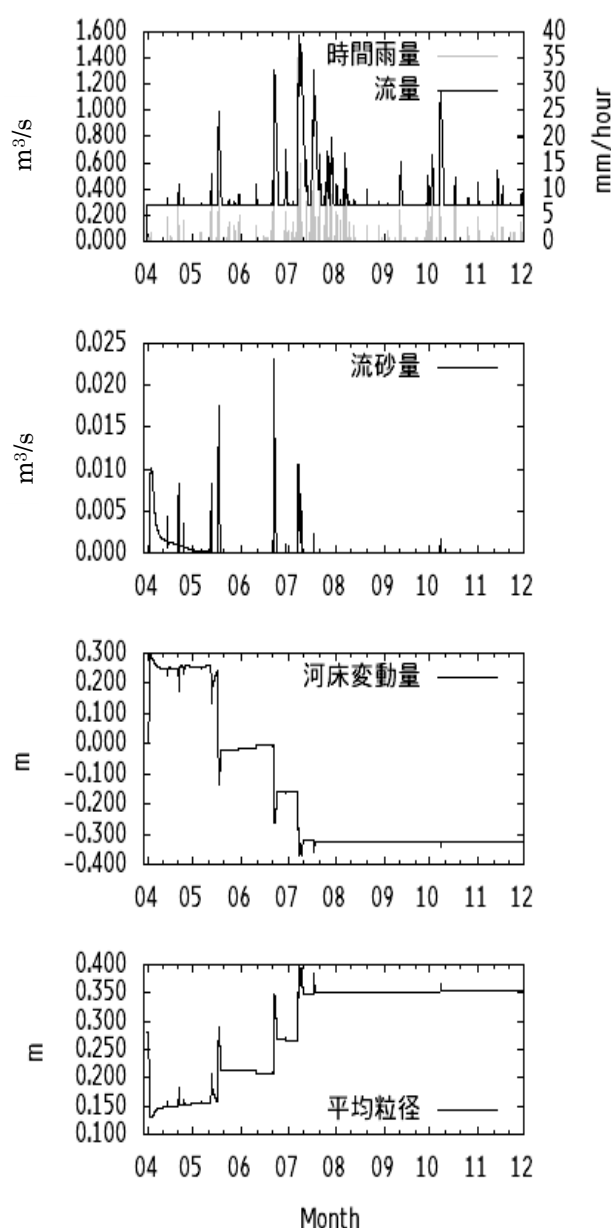


図-3 下流端における計算結果の出力結果