

Point

雨量、地形、土質(粒度)データがあれば、山地部の土石流から平野部の掃流砂・浮遊砂までを連続して解析できるモデルを開発しました。流砂系の総合的な土砂管理、水系砂防計画、ダム貯水池の堆砂検討などに活用することができます。

山地から河口までの土砂移動シミュレーション

大阪支社 河川水工部 兼 社会基盤本部 砂防センター 加藤 陽平

はじめに

日本の地質は脆弱であり、台風等で豪雨が発生すれば、山地部で斜面崩壊や土石流等が起こり、大量の土砂が下流へと移動します。このような土砂が、貯水ダムに流入すれば治水・利水機能の低下に繋がり、河川に流入すれば河床が上がることで氾濫が生じやすくなります。

当社では、山地溪流で生じる土石流から平野河川での掃流砂・浮遊砂までを連続で解析し、河口までの土砂移動量を推定可能な数値シミュレーションモデルを開発しました。

モデルの概要

土砂の移動は、川幅・勾配等の地形要素や、その場所を流れる水量(流量)、その場所にある土砂の質(粒度)によって変化します。

今回の開発モデルのフローを図1に示しました。まず流域の地形を入力し、雨を降らせることで、溪流・河道における流量を推定します。次に、地形・流量・土質から山地溪流での土石流等による土砂流出量を算定します。そして山地出口から河口までの平野部においては、山地からの土砂流出量と河道の流量をもとに、河床の上昇・低下を表現し、植生の影響も考慮しながら、河口までの土砂移動量を時間的・空間的に解析します。

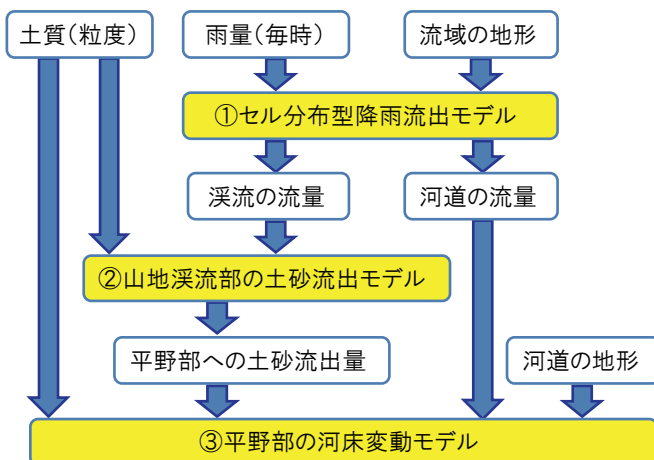


図1 開発モデルのフロー

※山地溪流部の土砂流出モデルは、立命館大学理工学部 里深教授にご提供いただきました。

雨量、地形、土質(粒度)データがあれば、国内外問わず、どの流域でもモデル化できます。日本国内では、国土交通省や気象庁等から雨量観測、国土地理院による地形データが公表されており、溪流・河川の土質(粒度)さえ調査で得られれば、モデル化は可能と言えます。

実河川への適用

テストとして、流域面積約50km²の「K川」を対象とした土砂移動シミュレーションを行いました。K川上流域は、風化花崗岩「マサ土」が存在しており、細かい砂の移動量が多い地域です。

(1)流域のモデル化

図1の「①セル分布型降雨流出モデル」により、流域に降る雨を河川や溪流の流量に換算します。セルとは位置と標高等の情報を持った正方形の計算格子のことで、100m×100mの正方形約5,000個の集合体として、K川流域をモデル化しました(図2)。図2の黒い太線は主要な溪流を表しており、この線上において「②山地溪流部の土砂流出モデル」¹⁾により土砂移動量を算定します。また赤い太線を主要な河道として「③平野部の河床変動モデル」²⁾により土砂移動量や河床高変化を算定します。

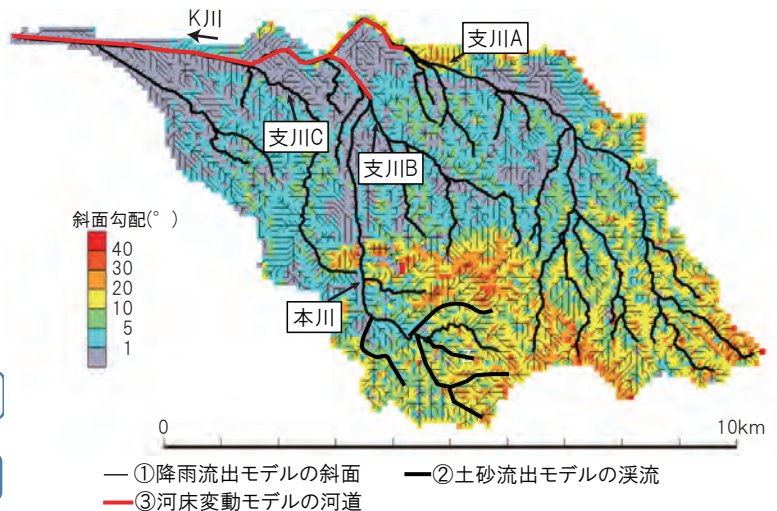


図2 K川流域のモデル化

【用語】 土石流: 巨石～砂が流水と一体となって移動する現象
 掃流砂: 河床付近を転がりながら移動する砂礫
 浮遊砂: 水中に浮きながら移動する細粒の砂礫

(2)入力条件の設定

K川流域では、2013年の台風18号により累積雨量が400mmを超える豪雨が発生しました。このときマサ土がどれだけ移動したかをシミュレーションにより推定しました。表1のように条件を設定し、モデルに入力しました。なお今回はテストであるため、土質については想定した粒度分布を用いましたが、業務であれば実際の調査結果を用いて詳細に設定できます。

表1 設定した入力条件

雨量	国土交通省水文水質データベースから近隣の観測所雨量を取得
地形	国土地理院基盤地図情報10mDEMからGISで標高を取得
土質	マサ土を想定して粒径1mm・2mm・5mm・10mm・50mmを各20%と設定 ※実際の業務では川底の土砂を採取し、粒度分布を計測して設定します。

(3)土砂移動シミュレーション結果

2013年の台風18号時のK川の土砂移動量を図3のように推定しました。支川の合流を経るごとに下流に向かって土砂移動量が増加し、河口付近では10万m³の土砂が流出しています。

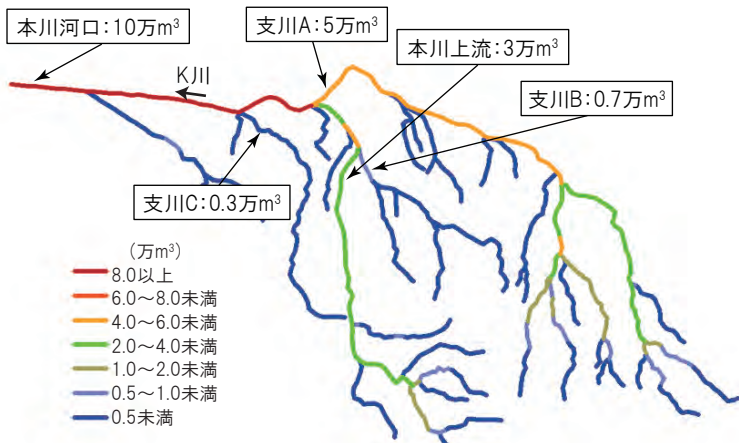


図3 2013年の台風18号時の土砂移動量

(4)平野部の河床変動計算結果

勾配の緩い平野部では、下流側の水位が上流側に影響する「背水」と呼ばれる現象が起こります。このような現象を考慮できる河床変動モデルを用いて、河床高変化のシミュレーションを行いました。図4は洪水前・後の河床高(上段)と、その差分をとった変動高さ(下段)です。

K川は支川Aとの合流点に勾配変化点があり、合流点上流側は床止工で河床が固定されています。今回の計算では、勾配が緩やかな床止工下流部に土砂が堆積する結果になりました。

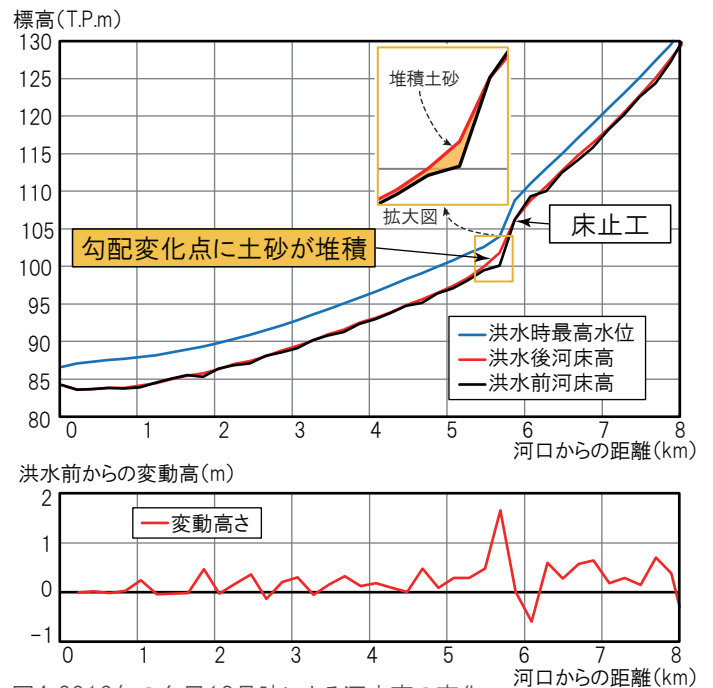


図4 2013年の台風18号時による河床高の変化

今回はさまざまな条件を仮定してシミュレーションを行いましたが、実際の河床材料調査、測量や流砂量調査が行われていれば、それをもとにダム堆砂量、平均河床高、流砂量等の再現を行うことでモデルの精度を確保し、より実現象に近い結果を得ることが可能となります。

開発モデルの活用方法

今回の技術により、山地部のどの渓流からの土砂移動量が多いかの定量的評価が可能になります。また、平野部のどの領域で堆積・侵食が生じるかを分析可能です。このようなことから、流砂系の総合的な土砂管理、水系砂防計画、ダム貯水池の堆砂検討などに活用できると考えられます。

たとえば、K川の勾配変化点での土砂堆積解消を考える場合、上流域で砂防等の対策を実施することになりますが、砂防施設等の配置を考えるうえでシミュレーション結果が活用できます。また、計画施設設置後の効果検証にも用いることができます。

また、貯水池(ダム・ため池など)をつくる場合の堆砂容量検討や、当社が別途作成している海岸変形モデルと組み合わせることで、ダムによる海岸への影響検討にも活用できます。

【参考文献】

- 1) 中川一、高橋保、里深好文、川池健司(2001)、1999年ベネズエラのカムリグランド流域で発生した土砂災害について-数値シミュレーションによる再現計算と砂防施設配置効果の評価-、京大防災研究所年報、第44号 B-2、pp207-228
- 2) 加藤陽平(2014)、透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測に関する研究、鳥取大学大学院学位論文(博士)