

# 個別要素法を用いた支川合流部における土石流堆積シミュレーション

金沢河川国道事務所：吉村 明（現：立山砂防事務所）

同上：稲垣裕之（現：富山河川国道事務所）

同上：古川めぐみ

(株)パスコ中部事業部：筒井胤雄、○杉井大輔、平林大輝

名古屋工業大学：前田健一、福岡雅俊、舘井恵

## 1. はじめに

近年大規模崩壊による天然ダムが発生などの危険性が着目されるようになり、大規模崩壊による土石流発生、天然ダム形成、決壊、氾濫といった一連の解析の必要性が高まっている。大規模崩壊から直接土石流化、氾濫に至る現象の再現は、これまで流体モデルで行われており、信頼性も高い。一方、大規模崩壊した土砂が天然ダムを形成し、その後決壊する現象を再現しようとする場合には、土石流の堆積現象を考えなければならない。このような異常堆積をとらえる点では流体モデルでの再現は難しいと考えられる。

一方、粒子の運動に着目した個別要素法は、これまで土石流の流下過程での再現シミュレーションが実施され、妥当性も検証されている他、スリット堰堤の閉塞検証の研究にも活用されている。粒子の運動が強く影響する堆積現象を考える上では、適用できる可能性が高い。

そこで、今回は大規模崩壊に伴う一連の流動、氾濫現象のうち、天然ダムの形成に着目し、形成に伴う堆積現象を個々の粒子の運動に着目した個別要素法を用いて再現を試みた。

## 2. 計算条件

### (1) 解析範囲

検討対象は、白山砂防管内の別当大崩から下流の市ノ瀬集落付近までの約 10km 区間とした。

### (2) 解析モデル

地形モデルは、数値レベル 2500 の DM により 10m メッシュデータを使用した。

流出開始地点は別当大崩直下とした。そこに幅約 100m、全長約 1km の崩壊粒子充填箇所を板要素により作成し、粒子を自然落下法により充填させ初期状態を作成した。崩壊土砂量は大規模崩壊が発生することを想定し、既往文献<sup>※1</sup> から 418 万[m<sup>3</sup>]に設定した。また、河床形状が及ぼすせん断による減速効果を考慮するため、河床に充填粒子と同様の粒子を固定させた。

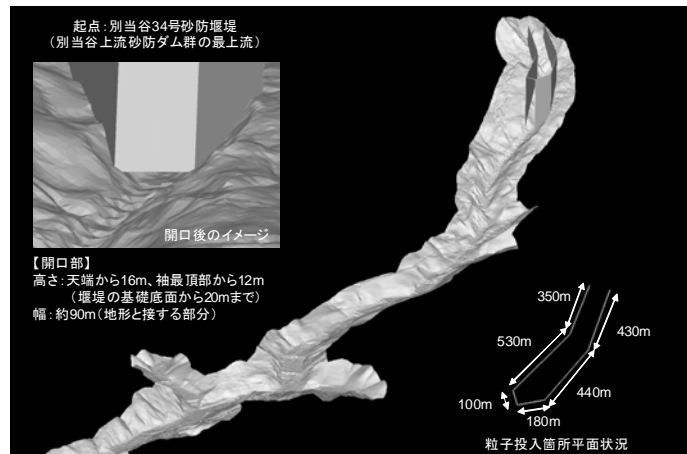


図-1 個別要素解析モデル (TINモデル:鳥瞰図)

※上流部の箱に崩壊土砂に見立てた粒子を充填

## 3. 結果

個別要素法によるシミュレーション結果を図-2に示す。

流下直後、別当出合付近までは著しい偏流を伴いながら流下し、市ノ瀬付近の緩勾配付近において河床とのせん断現象により徐々に減速、堆積した。最終的に市ノ瀬付近に広く堆積土砂が確認できた。この体積は合計で 180 万[m<sup>3</sup>]、最頂部の比高は約 70[m]となった。結果として、昭和 9 年の災害とは状況が異なるが、本川とほぼ直角に合流する支川合流地点において天然ダムが形成された。

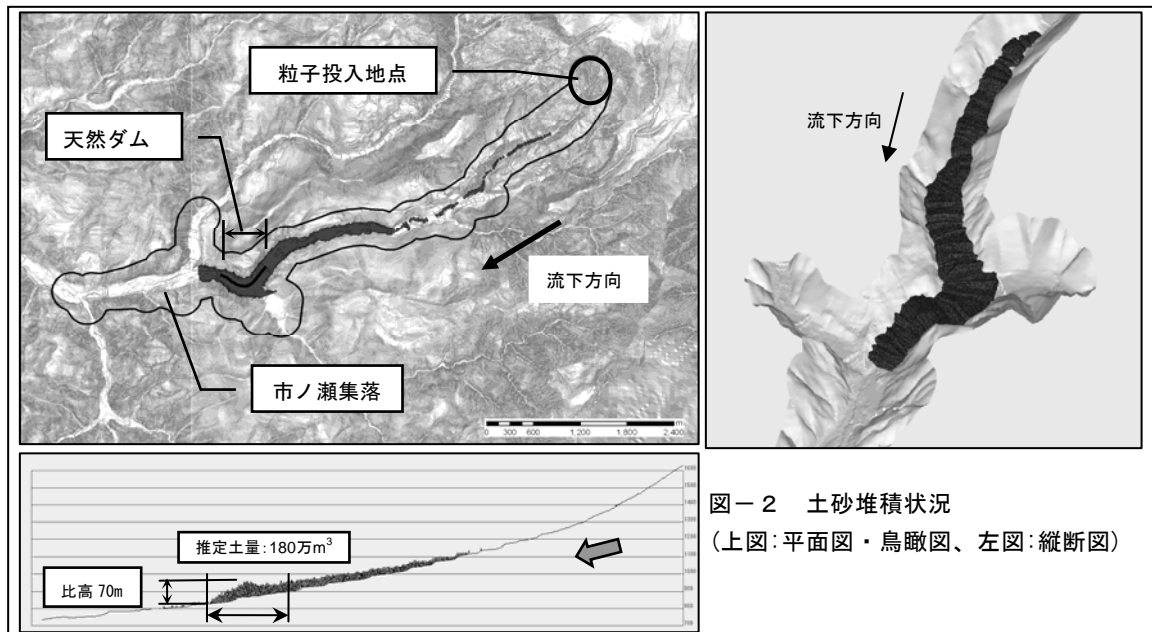


図-2 土砂堆積状況  
(上図:平面図・鳥瞰図、左図:縦断面図)

#### 4. 考察

##### (1) シミュレーション結果の妥当性

既往文献<sup>※2</sup>にある堰止土量と堰止高の関係(天然ダムの被災事例をプロットした図)から、今回のシミュレーション結果を検証した。シミュレーションで得られた天然ダムの諸量として、堆積土量 180 万 [m<sup>3</sup>] と比高 70 [m] を堰止土量と堰止高の関係図(図-3)にプロットすると、良好な関係にあることがわかった。

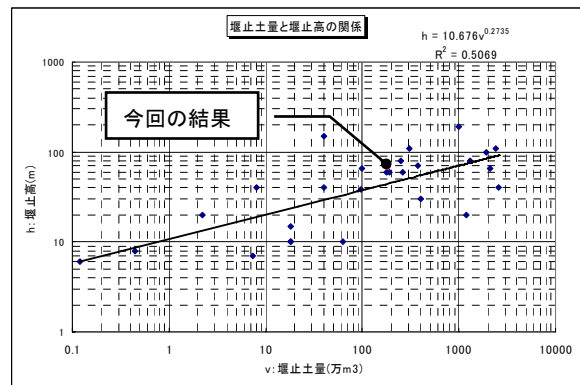


図-3 堰止土量と堰止高の関係

##### (2) 天然ダム形成要因

本川とほぼ直角に合流する支川合流地点に位置し、流下中の粒子が正面の斜面に衝突することで減速したこと、また、昭和9年にはなかった堰堤群及び合流地点直下の市ノ瀬砂防堰堤の設置により縦断勾配が緩く減速しやすい条件にあったこと等、地形的要因が大きいと考えられる。

##### (3) 課題

個別要素法の適用は、河床勾配 20° 以上のような急勾配区間における流下現象において、その妥当性が確認されている<sup>※3</sup>が、今回のような堆積現象への適用は事例が少ない上、使用したパラメータの検証も不十分である。実際の土石流堆積現象での検証を踏まえたモデルの改良(水と土砂の分離過程での減速、堆積過程での粒子同士の接触による減速等の表現)とパラメータの妥当性の検討が必要である。

#### 5. おわりに

天然ダムの形成は土砂の堆積現象であり、粒子そのものの運動を取り扱う個別要素法は、それを定性的ではあるがうまく表現できた。今後は、土石流による被害を軽減するために必要な被害想定手段の一つとして確立できるよう検証を進めていく必要がある。

(参考文献)

※1 平成 16 年度 微地形解析に基づく手取川流域荒廃特性検討業務 報告書

※2 平成 16 年度 手取川における土砂動態解析業務報告書

※3 急勾配区間での土石流に関する運動学的特性の再現手法について(中谷 他 2005、砂防学会誌 第 58 巻 第 4 号)