

土石流危険渓流が集中する山地流域における土石流による被災範囲推定手法の開発

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：土砂管理研究グループ（火山・土石流）

研究担当者：石塚忠範、藤村直樹、清水武志、
高原晃宙、泉山寛明

【要旨】

平成 23 年高知県北川村平鍋において見られた深層崩壊が流動化して土石流に遷移する現象や、平成 21 年山口県防府市における支川の土石流が本川に合流して下流域において生じた災害などを受けて、崩壊土砂の流動化や、支川が本川に合流した場合の土砂伝播の評価手法などの課題が明らかとなった。本研究では、流動化について実態調査や物理モデルの提案を行い、支川の合流の影響については特に土砂が本川に流入するタイミングの相違による土石流の氾濫範囲への影響について検討した。また、近年砂防領域でデータ蓄積が進む航空レーザ計測データの利活用方法について、形状抽出や凹凸把握などの手法を適用し一定の成果を得た。

キーワード：崩壊土砂、流動化、支川合流、土石流、土砂流、氾濫解析、航空レーザ測量、モルフォロジ

1. はじめに

平成 23 年高知県北川村平鍋において見られた深層崩壊が流動化して土石流に遷移する土砂移動現象や、平成 21 年山口県防府市における支川の土石流が本川に合流して下流域において被害が生じるなど、単発の斜面崩壊や土石流ではなく、多様な形態の土砂移動現象やそれによって引き起こされる災害が多発している。

本研究課題は、上のような土砂移動現象に対して、これまで多くの研究者が取り組んでいるものの未解決問題である、崩壊土砂の流動化や支川が本川に合流時の水・土砂の推定手法などの問題に取り組み、研究を少しでも前進させることを目指した。また、近年全国の砂防領域で撮影された航空レーザ測量成果の新たな活用方法や利便性の高い利活用方法について提案することをもうひとつの目的とした。これらの要素的な研究課題を前進させ、既存の技術と組み合わせることで、実務上の手法の高度化や、新たに役に立つ技術が構築できると考えて研究課題に取り組んだ。本報告書は最終年度の報告書であるので、これまで発表した研究成果を中心に、その要点を簡潔に記述し全体像が分かるように構成した。流動化問題について、2 章で近年の実態調査整理結果、3 章で提案した地下水を考慮した流動距離の簡易な推定手法を報告する。支川の本川への合流時の水・土砂の挙動の問題については、4 章で土砂投入タイミングの数値計算の結果への影響調査結果を報告する。砂防領域の航空レーザ測量成果の活用については、土砂流氾濫計算など

への活用を念頭に流域や下流域の形状の自動抽出に新たに適用した手法の紹介を 5 章で、土石流の構成材料の分布を把握するために重要な山地河川における巨礫分布調査を 6 章で報告する。

2. 崩壊土砂の土質調査

2.1 はじめに

平成 23 年は地震、豪雨、融雪を起因として大規模な斜面崩壊が多数発生した。9 月の台風 12 号による豪雨では紀伊半島で多数の大規模な崩壊が発生した。崩壊した土砂は、流動化して土石流として流下し広範囲に被害を及ぼす場合や、流動化せずに斜面下部に堆積し河道を閉塞させる場合もある。シラス地帯である鹿児島県船石川では平成 19 年 7 月と平成 22 年 7 月に 2 回発生した深層崩壊が流動化して土石流として流下した。流域面積が小さく水の量が少ない条件であるが、高い流動性を有したことが特徴である¹⁾。平成 22 年の災害後に採取した土砂の土質試験結果と土石流の流下状況から、粒度の構成で細粒分の割合が高かったことが崩壊の流動特性に影響したと考えられる。崩壊の流動特性に影響を与える要因のうち、土砂に含まれる水と空気の占める体積の割合（空隙率）、粒度構成のうち細粒分の占める割合の 2 つの土質特性に着目し崩壊後の流動化しやすさの視点から、全国で発生した地震、豪雨、融雪を誘因とした大規模な崩壊の土砂を採取し、その土質特性を整理する²⁾。

2.2 調査方法

表-1 調査地区及び土砂移動現象の種類および規模

地区	災害形態	発生要因	災害規模			備考
			幅(m)	斜面長(m)	流下長(m)	
新潟県津南町辰口	深層崩壊	2011年3月長野県北部地震	100	130	760	
長野県栄村北信	深層崩壊	2011年3月長野県北部地震	240	360	1200	河道閉塞形成
山形県庄内町立谷沢	地すべり	陥害(2011年5月発生)	340	470	1300	同時に河道閉塞、上流温水なし
高知県北川村平鍋	深層崩壊	2011年7月台風6号	120	290	1500	土石流は平鍋ダム貯水池に流入
奈良県五條市赤谷	深層崩壊	2011年9月台風12号	350	1100	900	河道閉塞形成
奈良県十津川村長殿	深層崩壊	2011年9月台風12号	300	710	1200	河道閉塞形成
奈良県十津川村栗平	深層崩壊	2011年9月台風12号	580	850	300	河道閉塞形成
奈良県野田川村北股	深層崩壊	2011年9月台風12号	180	380	200	河道閉塞形成
和歌山県田辺市熊野	深層崩壊	2011年9月台風12号	380	660	1500	河道閉塞形成
鹿児島県南大隅町船石川	深層崩壊	2010年10月豪雨	40	165	700	既往報告(水野ら, 2011)

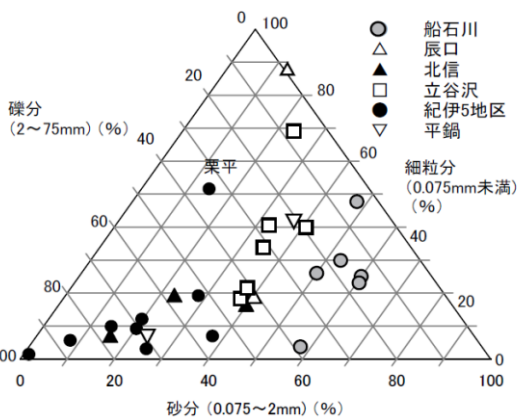


図-1 粒度分析結果

平成 23 年に発生した土砂災害を対象として 9 地区で土砂を採取した(表-1)。山形県庄内町は地すべり起因、その他は深層崩壊起因した土石流である。なお、比較対象としてシラス地帯のデータ¹⁾も含めた。

調査方法は次の通りである。試料採取位置はいずれの調査地区でも崩壊地斜面内の地山、崩壊残土、下流の堆積土砂の 3 地点とした。試料の状態は攪乱状態と不攪乱状態の 2 種類とした。攪乱状態の試料はスコップ等を用いて 1~5 kg 程度を採取した。不攪乱状態の試料は表土を 5 センチ程度剥いた後、100 ml ステンレス円筒を地面に埋め込み採取した。両試料に対して粒度構成、不攪乱サンプルは加えて空隙率の土質試験を実施した。

2. 3 結果とまとめ

図-1 に粒度を細粒分(0.075 mm 未満)、砂分(0.075 mm 以上 2 mm 未満)、礫分(2 mm 以上)の割合を軸とした三角ダイヤグラムを示す。河道閉塞を形成した北信、紀伊半島の 5 地区は礫分の割合が多かった。ただし、栗平は 2 次崩壊した崩壊地頂部の表層の崩落土を採取したため礫分が少なかった。今回の収集した試料のうち河道を閉塞せず流動化した地区は細粒分、砂分が多く、逆に河道閉塞を形成した地区は細粒分、砂分が少ない傾向であった。

次に、採取した不攪乱試料の空隙率を図-2 に示す。辰口で 0.45、立谷沢で 0.47、北股で 0.60、平鍋で 0.35 の値となり、採取した試料の中では北股が高い数値である。

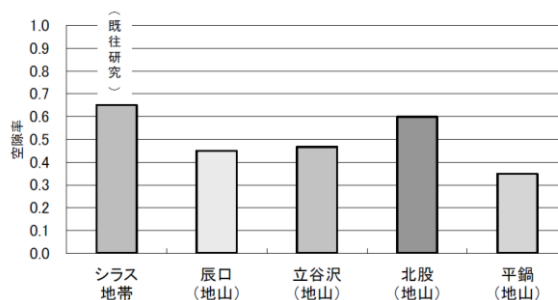


図-2 空隙率

	細粒分	
	少	多
高空隙率	流動化しにくい ・北股 (河道閉塞形成)	流動化しやすい ・辰口 ・立谷沢 ・船石川
低空隙率	(今回対象地区では該当なし)	流動化しやすい ・平鍋

図-3 土質特性から見た各地域の流動化しやすさ

なお、土粒子の密度試験結果は約 2.5~2.7 の範囲であり、対象地点毎で特に傾向は見られなかった。

以上の情報を細粒分含有率、空隙率、流動化しやすさをマトリックス上に概念的に図-3 のように整理した。試料数は少ないものの、収集試料の範囲における閾値として空隙率は 0.4、細粒分は 20% を大小の区分の目安とし、流動化しやすさは河道閉塞形成の有無を基準とした。

3. 崩壊土砂の滑動距離の簡易推定手法の提案

3.1 はじめに

崩壊土砂が滑動した際、十分に流動化しない場合がある。このような場合については、芦田ら³⁾の提案する手法を用いて滑動距離が推定可能である。ただしこの方法では飽和-不飽和領域が存在する土砂の滑動を厳密には評価することができない。そこで本研究では不飽和領域の存在を考慮して土砂の滑動を評価できるようなモデルを提案するとともに、平成 21 に災害が生じた防府市

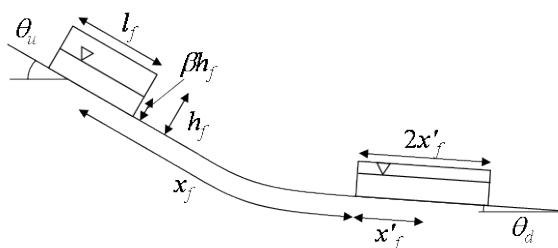


図-4 提案モデルの概念図

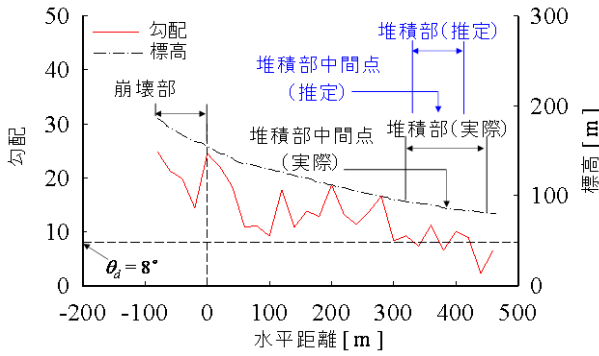


図-5 崩壊土砂の移動距離の実測値と推定値の関係

周辺の LiDAR データから作成した 1 m 水平解像度の DEM を用いてモデルの妥当性を検討した⁴⁾。

3.2 方法

斜面は無限長斜面を仮定し、斜面に平行に高さ h_f の土層が存在すると仮定する (図-4)。地下水面が上昇して高さ βh_f ($\beta \leq 1$) の時に崩壊すると仮定したとき、その後の滑動時の力の釣合はそれぞれ式 (1)、(2) で表される:

$$0 = (\rho_f \beta + \rho_u (1 - \beta)) h_f l_f g \sin \theta_u - \mu_s (\rho_f \beta + \rho_u (1 - \beta)) h_f l_f g \cos \theta_u - c l_f \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \{ (\rho_f \beta + \rho_u (1 - \beta)) h_f l_f u_f \} = (\rho_f \beta + \rho_u (1 - \beta)) h_f l_f g \sin \theta - \mu_k (\rho_f \beta + \rho_u (1 - \beta)) h_f l_f g \cos \theta - \rho_f g l_f u_f^2 \quad (2)$$

ここに、 ρ_f : 湿潤単位体積重量、 ρ_u : 有効単位体積重量、 ρ_u : 飽和単位体積重量、 l_f : 土塊の長さ、 g : 重力加速度、 θ_u : 斜面崩壊発生箇所の勾配、 θ : 土塊の滑動する斜面の勾配、 μ_s : 静摩擦係数、 μ_k : 動摩擦係数、 f_g : 流体抵抗係数、 u_f : 土塊の滑動速度、 t : 時間である。粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ はそれぞれ 4.4 kN/m^2 、 34° とした⁵⁾。式 (1) から崩壊発生時の地下水の位置が、式 (2) から t の関数として u_f 、滑動距離 x_f が得られる⁴⁾。また式 (2) で $u_f = 0$ と置けば減速が開始する斜面勾配 θ_d 、停止位置 x_f' が算定できる。なお土砂の堆積域は、 x_f' を崩壊土砂の重心点の位置として算出していることから、 θ_d となる地点から堆積が開始すると仮定して $2x_f'$ の範囲とした (図-4)。

3.3 結果および考察

3.3.1 減速が開始する斜面勾配位置の決定

1 m DEM では地形の詳細な変化を捉えているために勾配の変化が大きく、 θ_d となる地点が決定しがたい。本研究では崩壊土砂の堆積域の上端付近で θ_d となる地点が決定できればよいと考え、1、5、10、20、40 m ごとに勾配の平均値を算出し、水平距離との関係を作成した。これと平成 21 年防府災害での崩壊土砂堆積域の実績とを比較した結果、20 m 平均値を用いるのが妥当と判断

された。

3.3.2 滑動距離の推定

図-5 に平成 21 年災害時に崩壊が発生した渓流の縦断形状、斜面勾配、崩壊土砂の滑動距離と堆積域の実績および推定結果を示す。 f_g は崩壊土砂の堆積形状からあまり流動化が進んでいないと判断して 0.2 とし、 μ_k は芦田ら³⁾を参考に $0.78\mu_s$ と仮定した。図-5 を見ると、滑動距離、堆積域の推定値は実測値と概ね近い値となっており、推定方法は妥当であると判断できる。

3.4 おわりに

本研究では 1 m DEM を用いて斜面崩壊起因の崩壊土砂が滑動してから停止するまでの距離推定を試行した。その結果、概ね妥当な結果が得られる可能性の高いことが分かった。今後は他の発生事例や実験等と比較検討し、モデルの妥当性を確認することを考えている。

4. 土砂流入タイミングの検討

4.1 はじめに

平成 21 年 7 月 21 日山口県防府市で土砂災害が発生した。土砂移動が顕著な渓流の一つである剣川では、流域内で複数の土石流が発生したことが発災後の空中写真判読や現地調査から明らかである。これらの土石流が本川に合流し、谷出口の勝坂橋が土砂により閉塞し、下流域の国道 262 号や周辺住居は土砂氾濫により被災した。これらの地域は、土砂移動形態が土石流となりうる区間の下流端 2° より緩勾配の地域であるものの、複数支川からの合流によって下流域まで土砂流が流下し被災した (地名と位置は図-7 参照)。従って、支川から本川に土砂や水がどのようなタイミングで合流すると、土砂流の氾濫実態を再現できる知見を得ることが防災上の課題である。そこで、剣川で発生した土石流を対象として、複数の支川からの土石流流入や土砂投入のタイミングの相違がどのように下流の土砂氾濫範囲に影響を与えるか検討した⁶⁾。

4.2 支川から本川への流入量の実態調査・推定

4.2.1 降雨状況と 流量推定

防府観測所 (気象庁) の 1 時間雨量をハイドログラフとして整理し、流域面積に応じて単位図法によって推定した剣川の谷出口におけるハイドログラフを図-6 に示す。降雨波形を見ると 9:00 と 12:00 に 2 つの降雨ピークがある。

4.2.2 土砂流の流入・流下および堆積範囲

剣川上流域からの流出した土砂は中流域の勝坂堰堤で大部分捕捉されたため、上述の勝坂橋を閉塞した土砂や

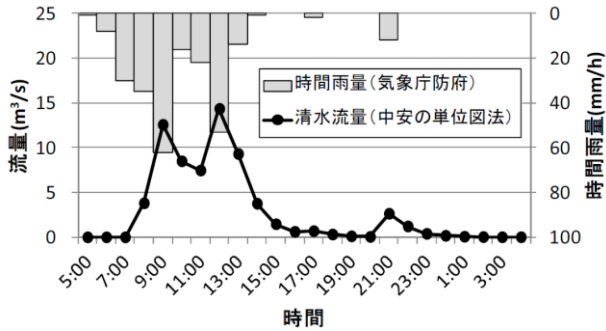


図-6 降雨波形および推定した流量

表-2 支川からの流入土砂推定量

土砂投入地点		土砂量(実容積) (m ³)	
	番号		
基準点 上流	勝坂堰堤直下	0(清水のみ)	
	右岸	TR1	5,940
		TR2	9,000
	左岸	TL1	3,420
		TL2	720
		TL3	1,200
		TL4	3,180
	小計	23,460	
基準点 下流	右岸	UR1	8,806
		UR2	8,629
		UR3	4,408
	左岸	UL1	4,517
		小計	26,360
	合計	49,820	

表-3 土砂投入タイミング検討ケース

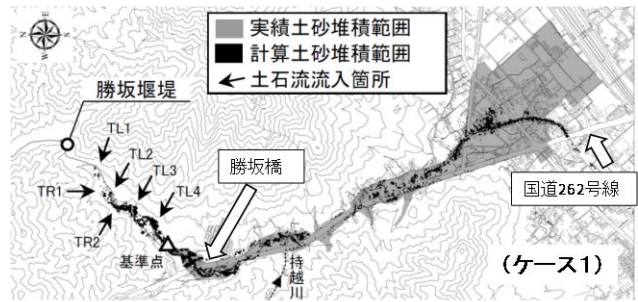
計算ケース	条件
CASE1	基準点下流の土砂投入なし
CASE2	基準点下流の土砂投入あり(第1ピーク投入)
CASE3	基準点下流の土砂投入あり(第2ピーク投入)

下流域の氾濫に寄与する土砂は勝坂堰堤より下流域で発生したものと考えられる。災害後の空中写真や現地調査によると、堰堤下流域における合計10箇所の支川から土砂が本川に流入したことが確認された。また、巨礫を含む土石流本体は河床勾配3.5°の勝坂橋付近で停止した。よって、それより下流は細粒土砂が下流へ伝播した。空中写真判読の色によって判断した細粒土砂の堆積末端の河床勾配は0.2°である。

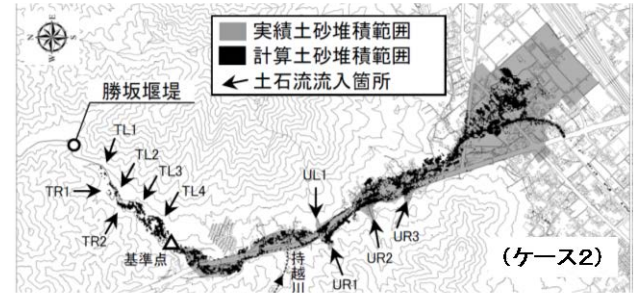
4.3 数値計算

4.3.1 条件設定

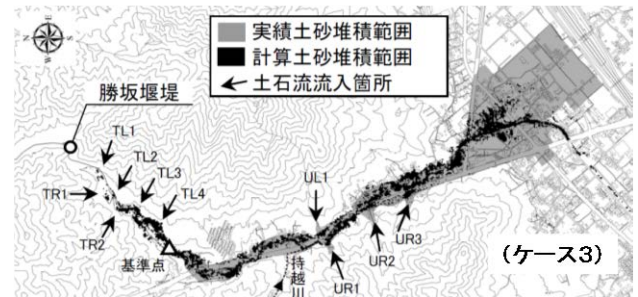
数値計算は、土砂移動現象を表現する2次元氾濫計算を用いた。勝坂堰堤下流では、前述のとおり掃流状態で流下したことが想定されるため、平衡土砂容積濃度はBrownの掃流砂量式を用いて計算した。流入土砂の粒径は堆積土砂の計測結果から2mmとした。土砂の支川から流入する土砂量は災害前後の航空機レーザ測量データ



(ケース1)



(ケース2)



(ケース3)

図-7 各検討ケースの最終土砂堆積梁分布

の差分解析を基にして決定した(表-2)。支川からの土砂投入のタイミングは、降雨波形のピーク時として2パターンを設定した(表-3)。

4.3.2 結果

それぞれケースの数値計算結果の最終土砂堆積分布を図-7に示す。支川からの土砂流入がないケース1は勝坂堰堤付近に大部分の土砂が堆積し、下流域での土砂の氾濫はわずかである。ケース2および3を比較すると降雨波形のはじめのピークにおいて土砂を支川から本川に流入させるケース2の方が、下流域での土砂氾濫範囲が大きく実績に近い。従ってヒアリングでは降雨波形の第2ピークにおいて土砂が発生したとされているが⁷⁾、いくつかの支川では第1ピーク時に発生した可能性がある。

5. モルフォロジを適用した河谷地形抽出

5.1 はじめに

格子型数値地形モデル(以下、DEM)は、コンピュータで扱いやすいデータ構造であり、地形を離散的に扱う際の表現方法のひとつである。土砂災害の分野においては、土砂流氾濫解析などの基礎的なデータとして使用さ

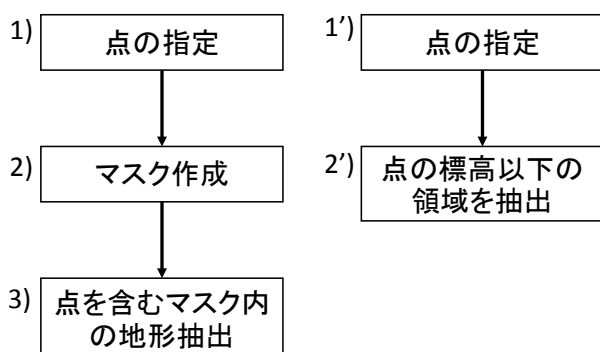


図-8 GISによる領域抽出方法の二例

れる。ここでは、土砂流氾濫解析の効率的な前処理を行う手法の開発を目的として、自動的あるいは半自動的に河谷地形（河流による谷およびその谷壁斜面からなる地形）およびその下流の低地を抽出する方法として検討したので、以下に紹介する⁸⁾。

5.2 問題設定

土砂流の氾濫解析に用いるDEMに対する前処理の項目や課題は以下のようなものがある。

- 1) 土砂流の氾濫解析を実施する領域を絞ること（計算資源の活用や計算速度の向上等のため）、
- 2) 数値上の窪地や平坦地に対する処理（実際と流れの挙動が異なるため）、
- 3) 数値上の河道の切断に対する処理（格子間隔より幅が狭い河道が格子線に斜交するように流下していると河道が数値上せき止められ、流れが寸断あるいは貯留する可能性があるため）、
- 4) 構造物等の精査。

これらを行なう方法は複数存在する。従って、ここでは複数の手法で同じ結果を得ることができる場合、解析者がより少数の与条件でより少数の手順で解析結果を得られる方法をより良い方法と判断する。

時間制約等によって、実施すべき処理内容が異なると考えられる。1) から順に時間を要する可能性が高い。比較的長時間や計算資源が制約された状況下において、1)、2)、3)の前処理を実施することを想定した場合、解析者による手順が簡単なこと及び処理結果の確からしさ、再現性が重要である。ここでは、1) に対して検討とする。ここでは、一点の座標を与え、その点が属する流域およびその下流の平野を抽出する問題を扱うことにする。

5.3 方法

5.2の課題を解く方法として、地理情報システム（以下、GIS）による機能の組合せと、より自動化が期待できるモルフォロジ（Mathematical Morphology）を用い

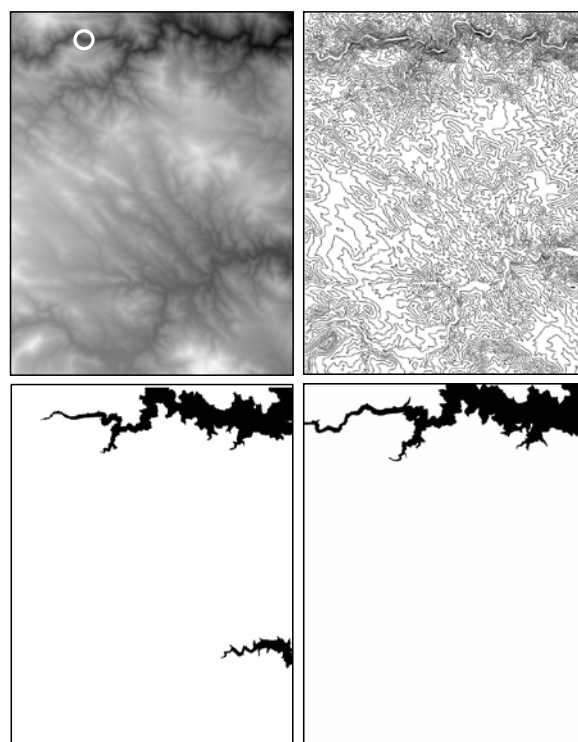


図-9 DEMと2種類の手法による河谷地形の領域抽出結果。DEM（左上）、GISによる等高線（右上；参考）、GISによる結果（左下）、モルフォロジによる結果（右下）

る。後者は、DEMを単色画像（1つのピクセルに1つの値が格納された画像）と見なして、画像中の形状抽出などを行なう技術体系である。領域を抽出するためにMarker based Watershed法を使用する。これは画像の輝度を地形と見なしてその稜線に相当する線

(watershed)を抽出した後、解析者が指定した印(marker)が付いている領域だけを抽出する方法である。

5.4 結果

5.4.1 手順

GISによる作業の場合、領域を抽出するための手順は、一般的には次のような2つのパターンが考えられる。1) 座標を与える点を指定、2) 氾濫すると考えられる領域を覆うマスク画像（ポリゴン）を作成、3) DEMとの共通部分を抽出、あるいは、1') 座標を与える点を指定、2') 与えた点の標高より低標高の領域を抽出。この場合、前者は3手順、後者は2手順が必要である（図-8）。

次に5.3のモルフォロジによる方法の場合、1) 座標を与える点を指定、2) 解析の実行の2手順で領域抽出が可能である。

以上より、手順自体の複雑さはそれほど変わらない。そこで次項では、それぞれ2手順で領域抽出可能な方法で結果を比較する。

5.4.2 領域抽出結果

画像内に複数の大きな谷がある場合について検討する。入力データのDEMおよび、GISとモルフォロジそれぞれによる解析結果を図-9に示す。DEM上の河谷地形中の白丸を座標が指定した点である。

この時、GISでは北の河谷地形と同時に南も抽出したのに対し、モルフォロジでは北の河谷地形のみ抽出した。従って、この場合において領域抽出結果はモルフォロジの方がよいと判断できる。

6. 航空機LiDARデータによる巨礫調査

6.1 はじめに

山地河川は粘土から巨礫まで含む幅広い粒度分布を示すなど、平野における河川とは異なる特徴を有している。近年、国土交通省によって日本国内の山地における航空レーザ測量が実施され、航空機搭載型LiDAR (Laser Imaging Detection And Ranging) を用いた精密な地形データが整備され、その成果の一部は国土基盤情報として公開されている。砂防分野における航空レーザ測量成果は多くの場合1mや3mの正方格子状の数値地形モデルであるが、LiDARのオリジナル計測データはこの格子内に数点のポイントデータが存在するように計測された点群データである。これらの情報を活用すれば、例えば1mの格子より小さなスケールの地形(巨礫、ステップ・プールなど)の情報をより正確に得られる可能性がある。そこで、航空機LiDARのオリジナルデータ(以下、点群データ)を用いて山地河川の河床に点在する巨礫の分布計測を試行した⁹⁾。

6.2 方法

6.2.1 航空機LiDARによる点群データ

本研究で用いる航空レーザ測量成果は国土交通省東北地方整備局が撮影したものである。これらの成果のうち、点群データおよび同時に撮影されたオルソ画像を用いる。後者は、結果の視覚的な確認のために用いた。解析対象は、山地河川上流域における数mの巨礫が視覚的にランダムに点在している50m×50m程度の範囲とした。

6.2.2 巨礫の計測方法

巨礫の径は、1×1m、3×3mおよび5×5mの窓の中が存在する点群データの標高値の標準偏差として算出する。

6.3 結果

6.3.1 巨礫の計測

表-4に1×1m、3×3mおよび5×5mの窓の大きさにおける点の数の統計を整理した。これを見ると、格子

表-4 格子1つあたりの点の数の統計値

grid size	no. points	min. no. points	max. no. points	mean no. points
1x1	3351	1	41	2.54
3x3	428	5	127	21.31
5x5	166	21	290	61.05

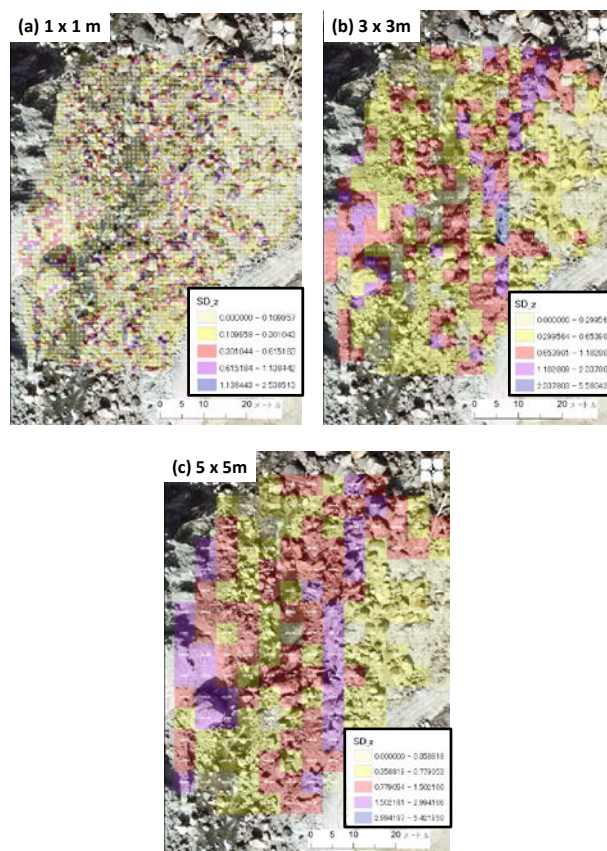


図-10 異なるメッシュサイズによる標準偏差の分布

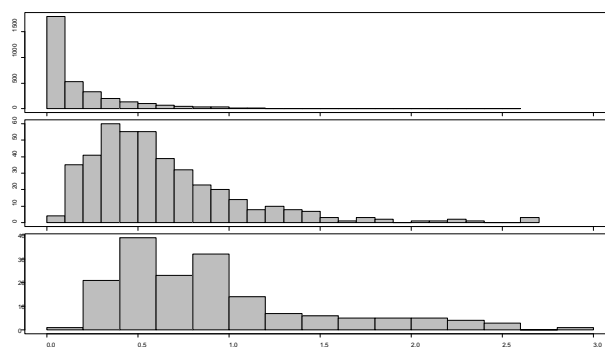


図-11 標準偏差のヒストグラム

状の窓内に最低でも1つの点が存在し、平均では1×1mの場合であっても密度は2.54である。

異なる窓の大きさを用いて、巨礫の径の大きさを標準偏差で計測した結果を図-10に示す。背景のオルソ画像と比較する。1×1mは当該地域の巨礫を調査するにはスケールが小さい。3×3mは全体としては良好に見えるが、左中央および左下方の最も大きな巨礫の計測は困難であ

る。5×5 m は 3×3 m で計測が困難な巨礫であっても比較的良好的な計測が可能である一方、全体としてみた場合には窓が大きすぎるため、オルソ画像で表現されている見目の凸凹が表現されていない。このことは、図-10 のデータをヒストグラムで示すと明らかである（図-11）。1×1 m 窓では、これより小さな径の頻度が増加するものの、それ以上の径は良好に計測できない。3×3 m の窓は対数正規分布を示している。5×5 m の窓では 3×3 m と比較すると大きな径の計測数が増加しているものの、それより小さな径のヒストグラム全体が滑らかになる。

7. まとめ

本研究課題では、困難な問題に数多く取り組んだ。当初の研究計画で思い描いた実務にただちに役立つ、という成果は多くはないものの、いくつか重要な知見を得ることができた。今後取り組む研究課題でも類似の問題が大なり小なり存在する。そのような課題の中で、本研究成果を発展させ、減災や防災に対する社会還元ができるように、知見の普及や方法の汎用化、事例研究などを増やしていく。

8. 謝辞

本研究の実施にあたり、国土交通省中国地方整備局および国土交通省東北地方整備局北上川河川下流事務所には、航空レーザ測量データの使用許可や現地調査に関してご協力いただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 水野秀明、小山内信智：2010年7月鹿児島県船石川土石流災害の流下実態、土木技術資料、53巻7号、2011
- 2) 梶昭仁、武澤永純、横山修、吉野弘祐、水野秀明、石塚忠範：土石流へと発達した崩壊の土質特性、砂防学会研究発表会、Pb-45、pp.634 - 635、2012
- 3) 芦田和男、江頭進治、神矢弘：斜面における土塊の滑動・停止機構に関する研究、京大防災研究所、第27号B-2、pp.1 - 10、1984
- 4) 泉山寛明、清水武志、石塚忠範：LiDAR データを用いた崩壊土砂の滑動距離推定と地形の影響に関する考察、H27土木学会全国大会概要集、2015
- 5) 今泉文寿、眞板秀二、宮本邦明：表層崩壊の無次元発生支配パラメータ、砂防学会誌、Vol.62(2)、pp.13 - 20、2009
- 6) 高原晃宙、清水武志、木下篤彦、石塚忠範、内柴良和、大坪隆三、高橋佑弥、田川耕平：平成21年山口豪雨災害時に剣川で発生した土石流の氾濫範囲の検討、第63回平成26年度砂防学会研究発表会、P1-31、2014
- 7) 山越隆雄、中野陽子、田村圭司、長谷川祐治、正沢勝幸：平成21年山口豪雨災害時に剣川で発生した土石流に関する一考察、第59回平成22年度砂防学会研究発表会、P267、2012
- 8) 清水武志、森田耕司、石塚忠範：画像解析を適用した数値地形モデルの河谷地形抽出の試み、第62回平成25年度砂防学会学術発表会、Pa-019、2013
- 9) Jiang, X., Shimizu, T., Fujimura, N. and Ishizuka, T. (2015) : Survey on grain roughness in a mountain river by using airborne LiDAR point cloud data, Japan Geoscience Union Meeting 2015, HTT02-P09

DEVELOPMENT OF THE METHOD TO ESTIMATE THE AREA AFFECTED BY HYPER-CONCENTRATED FLOW IN DENSELY-POPULATED MOUNTAINOUS WATERSHEDS

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2014

Research Team : Sediment Control Research Group
(Volcano and Debris flow)

Author : ISHIZUKA, Tadanori

KINOSHITA, Atsuhiko

FUJIMURA Naoki

SHIMIZU, Takeshi

TAKAHARA, Teruyoshi

IZUMIYAMA, Hiroaki

Abstract : Recently, it often happens that landslide induced debris flows don't stop just on the fan but merging into the main stream. In that case, it often results in flooding of the wider area in the lower reach of the stream. In order to prevent or mitigate these disasters, it requires the method to estimate the area affected by hyper-concentrated flow in densely-populated mountainous watersheds. This report summarizes our studies conducted during 5 years. Thus we summarize as following topics: 1) the properties of fluidized soil yielded after landslide disasters, 2) the proposal of new physical model to describe stopping distance of fluidized soil mass occurred on the collapsed slope, 3) the effect of timing of sediment input from the tributaries as boundary conditions on numerical inundation simulation, 4) the applicability of mathematical morphology to gridded digital elevation model in order to extract catchment region automatically, and 5) estimation of grain roughness in mountain river bed using airborne LiDAR point cloud data.

Key words : collapsed soil on slope, fluidization, tributaries, debris flow, hyper-concentrated flow, inundation simulation, airborne LiDAR, morphology