

砂防微地形を用いた土砂生産危険箇所の抽出手法

鹿児島県 大隅地域振興局 上大田 孝成 四元 俊彦 上木崎 涼一
砂防エンジニアリング株式会社 中濃 耕司 井上 享郁
砂防エンジニアリング株式会社(現 青森県下北地域県民局) ○金 俊之

1. はじめに

砂防流域における荒廃特性（土砂生産ポテンシャルや土砂生産危険箇所）の把握は、航空写真や斜め写真、航空レーザ計測データ等を用いた砂防微地形要素の分布状況等を基礎情報とし、定性的に評価される場合が多い。そのため、定量的かつ合理的に土砂生産危険箇所を抽出する手法の開発が望まれている。本検討では、鹿児島県根占山本地区；船石川・大浜川における平成22年7月の深層崩壊発生箇所を事例として、崩壊前・後の砂防微地形要素の土砂生産への影響度を階層分析法（AHP法）により定量化し、GISを用いて流域の土砂生産ポテンシャルを評価するとともに流域内における土砂生産危険箇所の抽出を試みたので、その手法・手順と結果について報告する。

2. 対象範囲の概要

対象範囲は、鹿児島県根占山本地区に位置する船石川・大浜川流域である(図-1)。大浜川、船石川1の流域面積は約0.2km²、船石川2は0.14km²である。これらの流域は、いずれも鹿児島県の土流危険渓流に指定されている。平成22年6月から7月上旬の降雨(6月からの総雨量900mm以上)により、大浜川及び船石川1の上流域境界の火砕流台地縁辺部において深層崩壊（以降、「H22 崩壊地」と称す）が生じた。火砕流台地は、阿多火砕流堆積物の非溶結部および溶結凝灰岩（上位）からなるキャップロック構造を呈している。なお、船石川1では平成19年にも火砕流台地縁辺部において崩壊が生じており、H22 崩壊地は既往崩壊の拡大崩壊とみられている¹⁾。

3. 検討手順

検討手順・内容は、図-2 に示すように①崩壊の素因評価、②流域単位での土砂生産ポテンシャル、③格子単位での土砂生産危険箇所の抽出の3項目からなる。

①崩壊の素因評価

崩壊素因評価は、過去の崩壊履歴、土砂移動痕跡・実績に基づき実施した。具体的には昭和49年の空中写真で確認された崩壊地および崩壊跡地や(H22)崩壊地と判読した面的微地形要素が重複する範囲の面積率や現地状況等から評価するものとした。なお、この重複率が高いほど、崩壊が発生しやすい素因と評価できる。また、クラック、ガリー、遷急線、リニアメント等の線的微地形項目との位置関係(距離)も崩壊素因の可能性のあることから、各崩壊地と周辺の線的微地形要素との影響度の確認も行った。

②対象範囲の土砂生産ポテンシャル

本検討における土砂生産ポテンシャルの評価項目の重み付けは、評価者の主観的判断を“数学的に定量化”(すなわち客観性を付加)する階層分析法を用いた一対評価を主体とした手法・手順で実施し、流域単位で評価するものとした。

③土砂生産危険箇所

②の評価において、土砂生産ポテンシャルが高い流域を対象に、流域を格子単位(20m 格子;現地でみられるクラックや段差面の規模から設定)で詳細区分し、GISを用いて格子単位で②と同様の手法により設定した土砂生産ポテンシャルを集計し土砂生産危険箇所を抽出するものとした。

4. 検討結果および考察

①崩壊の素因評価

表-1 には、砂防微地形判読に基づく崩壊が発生しやすい素因と土砂生産への影響度を示した。例えば、(H22)崩

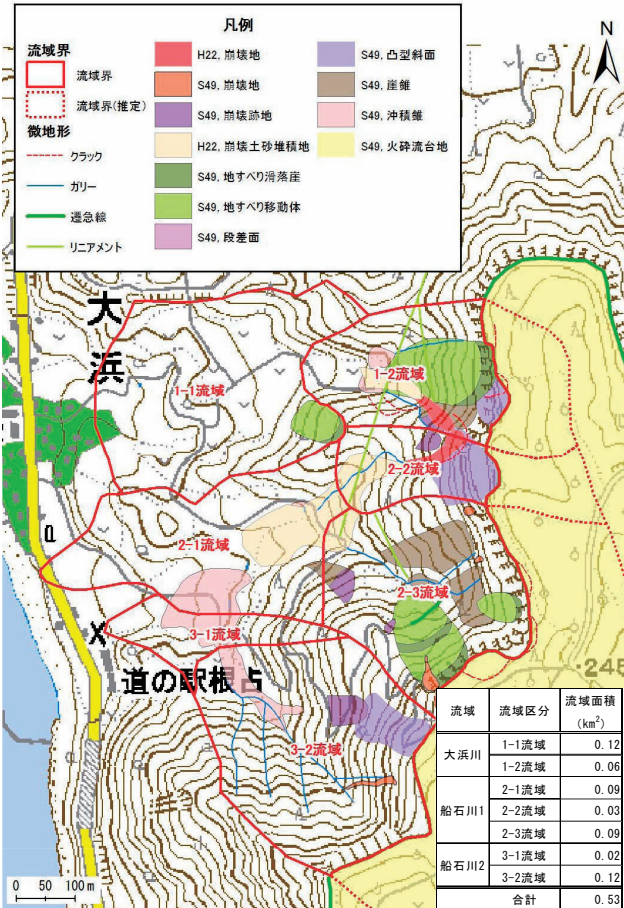


図-1 流域区分・砂防微地形分類図

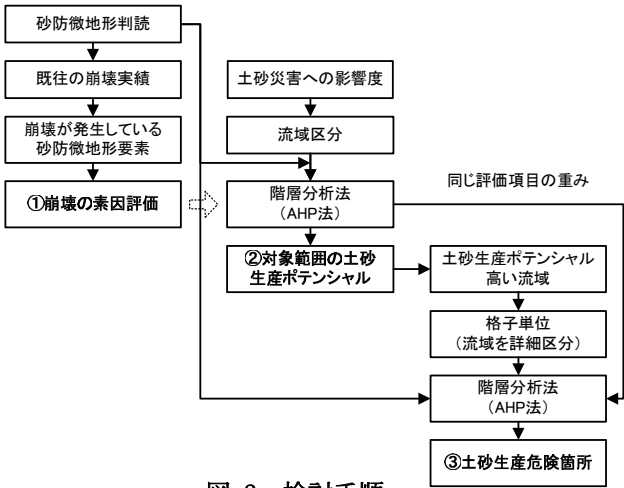


図-2 検討手順

壊地は、過去の崩壊が拡大して生じた実績であることから今後においても同様の拡大崩壊が懸念されるため影響度が高い微地形要素と判断した。段差面は、既往崩壊地と重複がないものの急崖縁辺部においてトップリング等の影響で形成された地形面であり不安定化しているブロックとして評価できることから影響度は高いと判断した。同様な形成要因が想定される凸型斜面も影響度は高い評価とした。また、火砕流台地の縁辺部等でみられるクラックや遷急線を重要要素・項目と評価した。

②対象範囲の土砂生産ポテンシャル

表-2 には、崩壊の素因評価を踏まえ、階層分析法を用いて設定した微地形要素の重み付けを示す。重みの大きい微地形、すなわち土砂生産ポテンシャルの高い3つの要因(=評価項目)を以下にまとめる。

- ・ (H22) 崩壊地；拡大崩壊が継続的に生じており、対象範囲における土砂生産の特徴を示す項目(崩壊の継続性)
- ・ クラック；クラックより下部斜面は不安定斜面としてみられ、今後の崩壊発生に寄与すると考えられる項目
- ・ 凸型斜面、段差面；今後崩壊が発生する可能性が相対的に高い不安定ブロックを示す項目

一般的に、崩壊は0次谷などで発生しやすいことが既往の実績や研究等から知られている²⁾が、対象範囲では、火砕流台地縁辺部の急崖において認められるクラック、凸型斜面、段差面など、相対的に不安定なブロックを示す微地形要素が重要な項目としてあげられた。設定結果は、対象範囲における土砂移動実績が適切に反映された結果であり、採用した階層分析法の妥当性が検証された。また、表-2に示した『評価項目の重み』は、対象範囲において想定される土砂移動現象と整合性を有するものと評価できた。

階層分析法で設定した重み付けを元に、流域内の単位面積当たりの微地形項目の分布面積・長さに基づき算定した評価点を表-3に示した。対象範囲内における相対的な評価となるが、対象範囲内での平均値は0.82であり、平均値以上の流域は、1-2、2-2、2-3、3-2流域の4流域であり、土砂生産ポテンシャルが高い流域と判断された(表-3の濃着色は、平均値の2倍以上の値を有する流域)。

③土砂生産危険箇所

土砂生産危険箇所は、土砂生産ポテンシャルが高い流域を格子単位で分割し、土砂生産ポテンシャルと同様の手法により評価した。その結果を図-3に示す。図-1に示した微地形項目を考慮すれば、(H22) 崩壊地や火砕流台地縁辺部の急崖部(クラックや凸型斜面、段差面が分布)の範囲が危険箇所としてあげられ、今後土砂生産が生じる可能性が懸念された。

5. おわりに

本検討は、空中写真判読に基づく砂防微地形要素を、土砂生産への影響度を階層分析法により客観性を持たせて定量化し、GISを用いて、流域および格子単位での土砂生産ポテンシャル・危険箇所を評価した。この絞り込みの手法・手順により、客観性を有する土砂生産危険箇所(エリア)の可視化を合理的に実施できたことから、荒廃特性を確認するための現地調査ポイントの選定や施設整備方針等の検討において有益な基礎資料になりうるものと考えられる。

ただし、本手法・手順は、機械的な評価手法であることから、図-3に示した特異な地点が生ずる場合もあり、空中写真を再判読する等の精査をして評価する必要がある。

表-1 崩壊発生への影響度

面的微地形区分	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(H22) 崩壊地	◎	△	△	△	○	×	◎	◎	△	△
(S49) 崩壊地										
崩壊跡地										
崩壊土砂堆積地										
地すべり滑落崖										
地すべり移動体										
凸型斜面										
段差面										
崖壁										
沖積錐										
線的微地形区分	(1)	(2)	(3)	(4)						
クラック	◎	△	○	△						
ガリー										
遷急線										
リニアメント										
土砂生産への影響度	◎	△	○	△						

※) 影響度は、◎>○>△>×の順で大きいものとする。

表-2 評価項目の重み

階層Ⅰ	階層Ⅱ		階層Ⅲ		総ウェイト
評価項目	評価項目	①ウェイト	評価項目	②ウェイト	①×②
対象微地形の土砂災害に及ぼす影響等	面的微地形	0.67	① (H22) 崩壊地	0.30	0.20
			② (S49) 崩壊地	0.09	0.06
			③ 崩壊跡地	0.09	0.06
			④ 崩壊土砂堆積地	0.02	0.01
			⑤ 地すべり滑落崖	0.06	0.04
			⑥ 地すべり移動体	0.04	0.03
			⑦ 凸型斜面	0.17	0.11
			⑧ 段差面	0.17	0.11
			⑨ 崖錐	0.04	0.03
			⑩ 沖積錐	0.02	0.01
	線的微地形	0.33	① クラック	0.51	0.17
			② ガリー	0.15	0.05
			③ 遷急線	0.26	0.09
			④ リニアメント	0.08	0.03
					1.00

表-3 流域の土砂生産ポテンシャル

微地形の区分	流域面積 (km ²)	面的微地形区分 (A)	線的微地形区分 (B)	合計
1-1流域	0.12	0.07	0.00	0.07
1-2流域	0.06	1.19	0.67	1.85
2-1流域	0.09	0.08	0.08	0.15
2-2流域	0.03	1.00	0.67	1.67
2-3流域	0.09	0.79	0.30	1.09
3-1流域	0.02	0.03	0.00	0.03
3-2流域	0.12	0.59	0.27	0.87
平均値	0.08	0.53	0.28	0.82

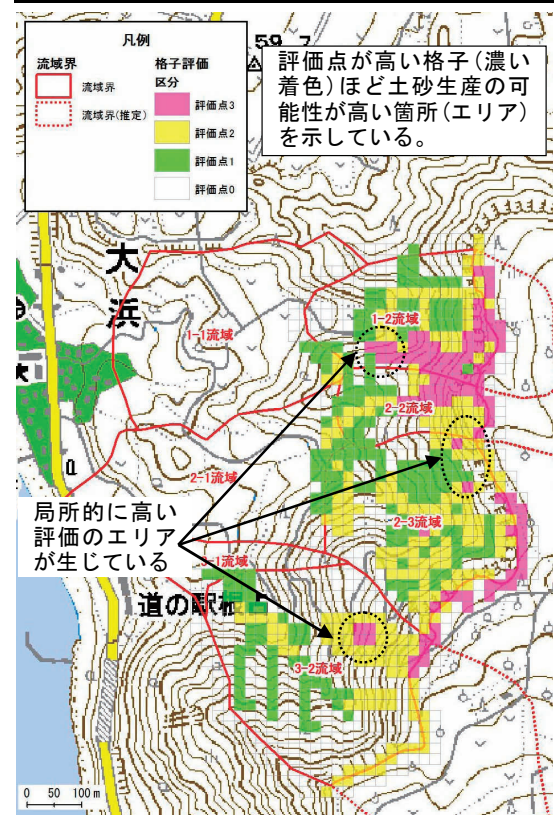


図-3 土砂生産危険箇所の抽出結果

¹ 下川ほか(2010):2010年(平成22年)7月鹿児島県南大隅町で発生した連続土流災害,砂防学会誌,Vol.63, No.3, pp.50-53.

² 例えば,塚本ほか(1973):侵蝕谷の発達様式に関する研究-3-0次谷と山崩れとの関係,砂防学会誌,Vol.26, No.2, pp.14-20.