

細密な標高データを活用した 土石流が懸念される溪流の抽出



浦越 拓野
Takuya Urakoshi
防災技術研究部
地質研究室長



長谷川 淳
Atsushi Hasegawa
前 防災技術研究部
地質研究室
主任研究員



西金 佑一郎
Yuichiro Nishikane
防災技術研究部
地質研究室
主任研究員

はじめに

鉄道は多くの溪流と交差しています。このような溪流において豪雨時などに土石流（例えば図1¹⁾）が発生すると、線路設備などに変状が生じ、復旧まで長期間にわたる運休を要する場合があります。土石流災害の防止のためには、溪流の詳細な現地調査を行い、土石流の発生しやすさや土石流が発生した場合の規模などを検討し、必要により対策工事などを実施することが望めます。しかしながら、交差している溪流の数が多という課題があり、まずは机上にて、調査・検討すべき溪流の絞り込みや優先順位付けをすることが重要です。

国土交通省国土地理院により、わが国の細密な標高データが公開²⁾されています。このデータを用いると、詳細な地形図を描けるほか、地形の特徴を定量的に評価するための処理、例えば斜面の傾斜や平地の面積の算出、を容易に実施できます。

そこで、国土地理院の細密な標高データを活用し、線路沿線の土石流などが懸念される溪流

を机上で抽出する手法を開発しました。

国土地理院による細密な標高データ

地表面の標高データは、一般に数値標高モデル (Digital Elevation Model) と呼ばれ、DEMと略されます。わが国では平成5年から50mメッシュのDEMが刊行され³⁾、平成11年までに全国がカバーされました。これは、2万5千分1地形図から、おおむね50mごと（地形図上ではおおむね2mmごとに相当）の標高を読みとって作成されたDEMです。

さらに、平成15年から5mメッシュのDEMが刊行されました⁴⁾。都市域から順次整備が進み、現在では一部の山間地域などを除いて鉄道沿線はおおむねカバーされています。現在公開されている5mメッシュのデータは、主に航空レーザー測量⁵⁾により作成されています。5mメッシュDEMは、これまでの50mメッシュに比べて大幅に細密さが向上しました。この細密さのおかげで、地表の細かな地形、例えば過去の土石流の痕跡を示す地形を把握することがで

航空レーザー測量

航空レーザー測量は、航空機に搭載されたレーザースキャナーから照射されたレーザー光が、地表面に反射して戻ってくるまでの時間から、航空機と地表との距離を測定する手法です。GNSS（全地球航法衛星システム）やIMU（慣性計測装置）による航空機の位置や姿勢を精度よく把握する技術とあわせることで、地表の標高を得ることができま。これにより、細密で正確なDEMを作成することができます。



図1 1993年8月に発生した日豊本線竜ヶ水駅付近での土石流災害¹⁾をトリミング

きるようになりました。そこで、開発した手法ではこの5mメッシュのDEMを活用しています。

土石流などが懸念される溪流の抽出手法

開発した手法は、国土地理院が公開している5mメッシュのDEMを用いて、①溪流からの土石流の発生しやすさ（発生危険度評価）と、

②土石流が発生した場合の線路への影響程度（影響度評価）の2つの観点から、土石流が懸念される溪流を抽出する手法です（図2）。本手法の特徴は、その入力データに公開データのみを用いている点です。これにより、事前に特別な調査を実施せずとも、土石流などが懸念される溪流を抽出することが可能です。

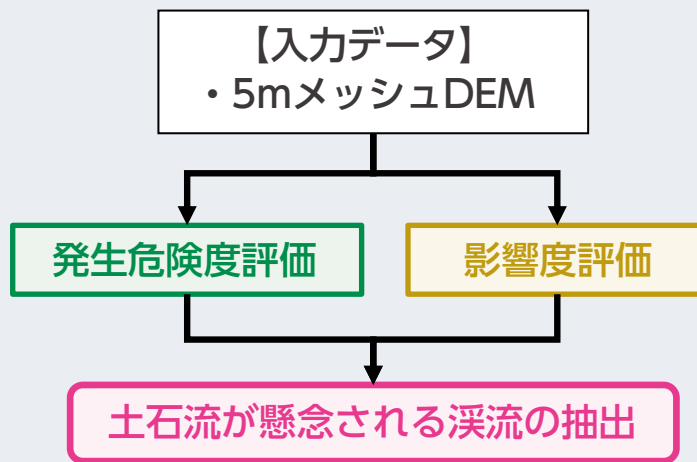


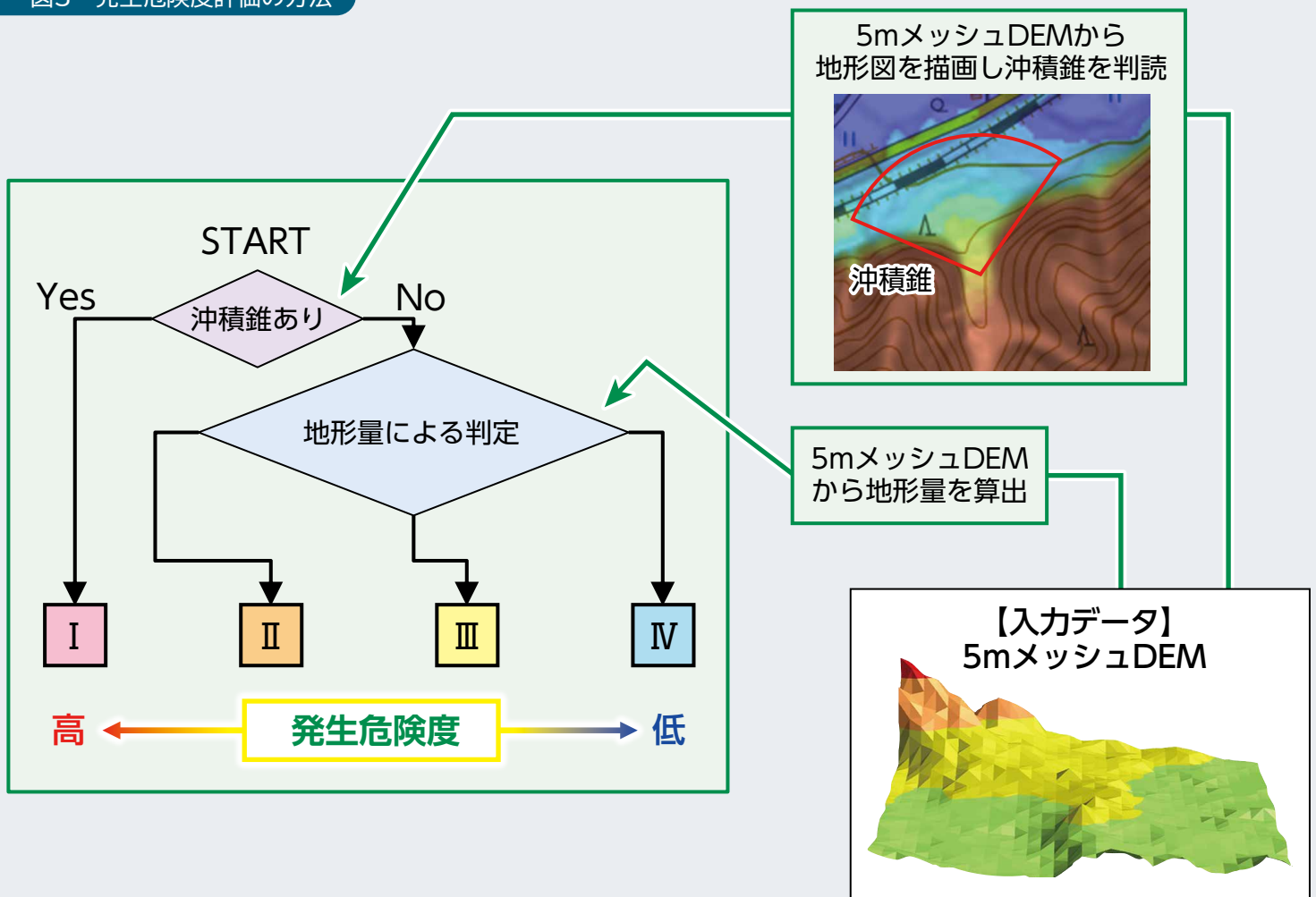
図2 土石流が懸念される溪流の抽出手法

発生危険度評価：溪流からの土石流の発生しやすさ

発生危険度評価（図3）では、溪流からの土石流の発生しやすさを、まず、5mメッシュのDEMを用いた地図上での沖積^{すい}錐と呼ばれる地

形の有無で判断します。ここで、沖積錐とは溪流の出口に認められる扇形の地形で、この地形は過去に発生した土石流により形成された地形と考えられています。次に、沖積錐が認められない場合には、DEMを用いて計算される地

図3 発生危険度評価の方法



形の指標（以下、地形量と称します。）を用いて発生危険度をさらに3段階に区分します。ここで、地形量には、斜面の勾配に関する地形量や、谷の密度に関する地形量など、さまざまなものがあります。これらの地形量と過去の土石流発生事例との関係を確認したうえで、関連の高い地形量を選定し、発生危険度の判定に用いています。

本評価方法の特徴は、過去の土石流の痕跡である沖積錐が認められる場合には、危険度が高いと判定することです。これは、土石流は同じ溪流で繰返し発生しやすいことに対応しています。実際、溪流出口の堆積物の断面（図4）を観察すると、複数回の土石流の痕跡を確認することができます。

以上のように、5mメッシュのDEMのみを

用いて、発生危険度を4段階で評価します。

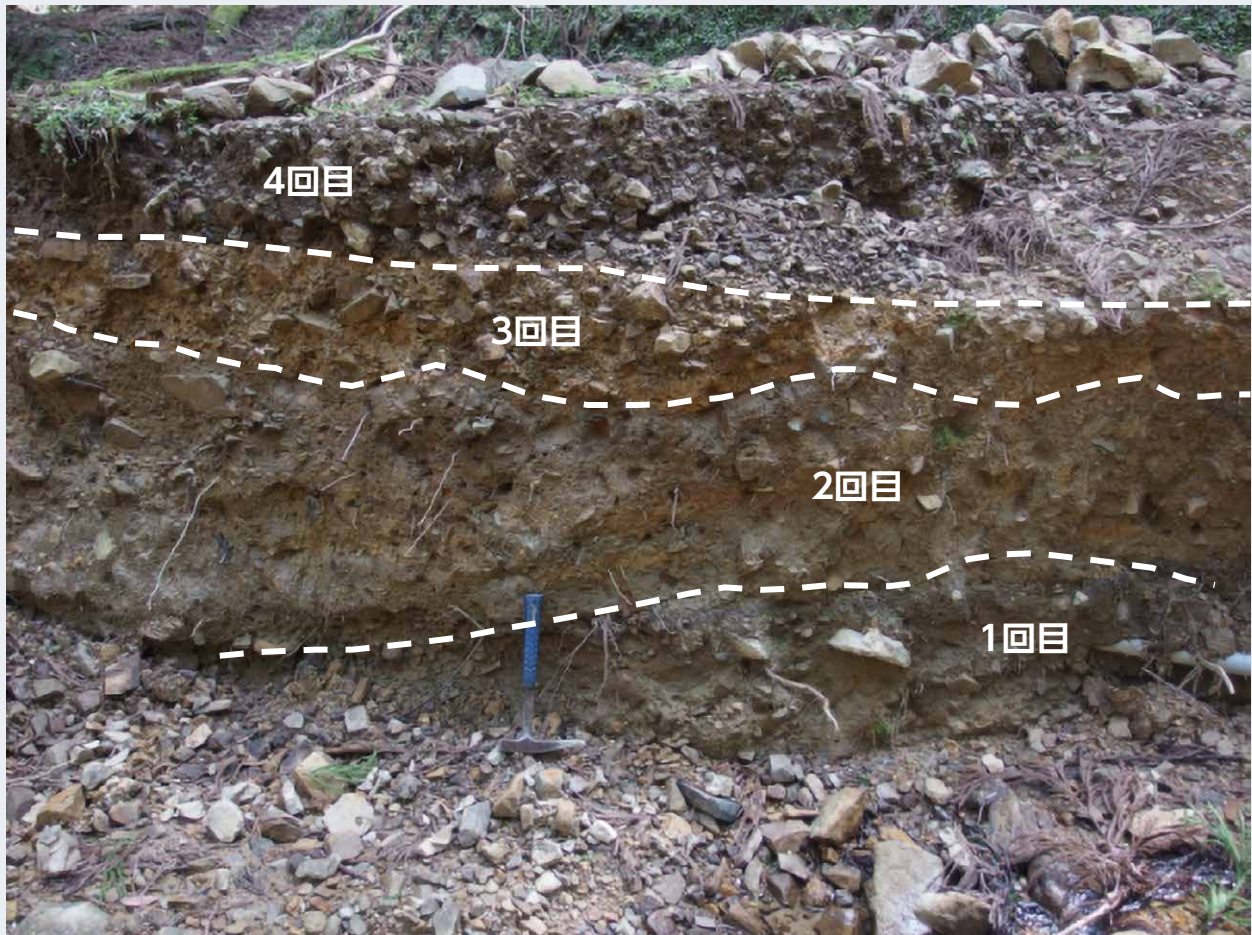
影響度評価：土石流が発生した場合の線路への影響程度

影響度評価（図5）では、土石流が発生した場合の線路への影響程度を、土石流発生時の推定発生土砂量と、線路到達までに溪流内に留まる土砂の推定量から評価します。

土石流発生時の発生土砂量の推定にも、5mメッシュのDEMから算出できる地形量を活用しました。過去の土石流災害における流出土砂量との関係が認められる地形量を選定し、この地形量を指標として発生土砂量を推定します。

発生した土砂の一部は溪流内の傾斜の緩やかな箇所でも堆積し、残りの土砂が線路に到達します。そこで、線路到達までに溪流内に留まる土砂量（以下、ポケット容量と称します。）を、傾

図4 溪流出口の堆積物の断面



数字は、堆積物の状態から推定した土石流の回数を示しています。

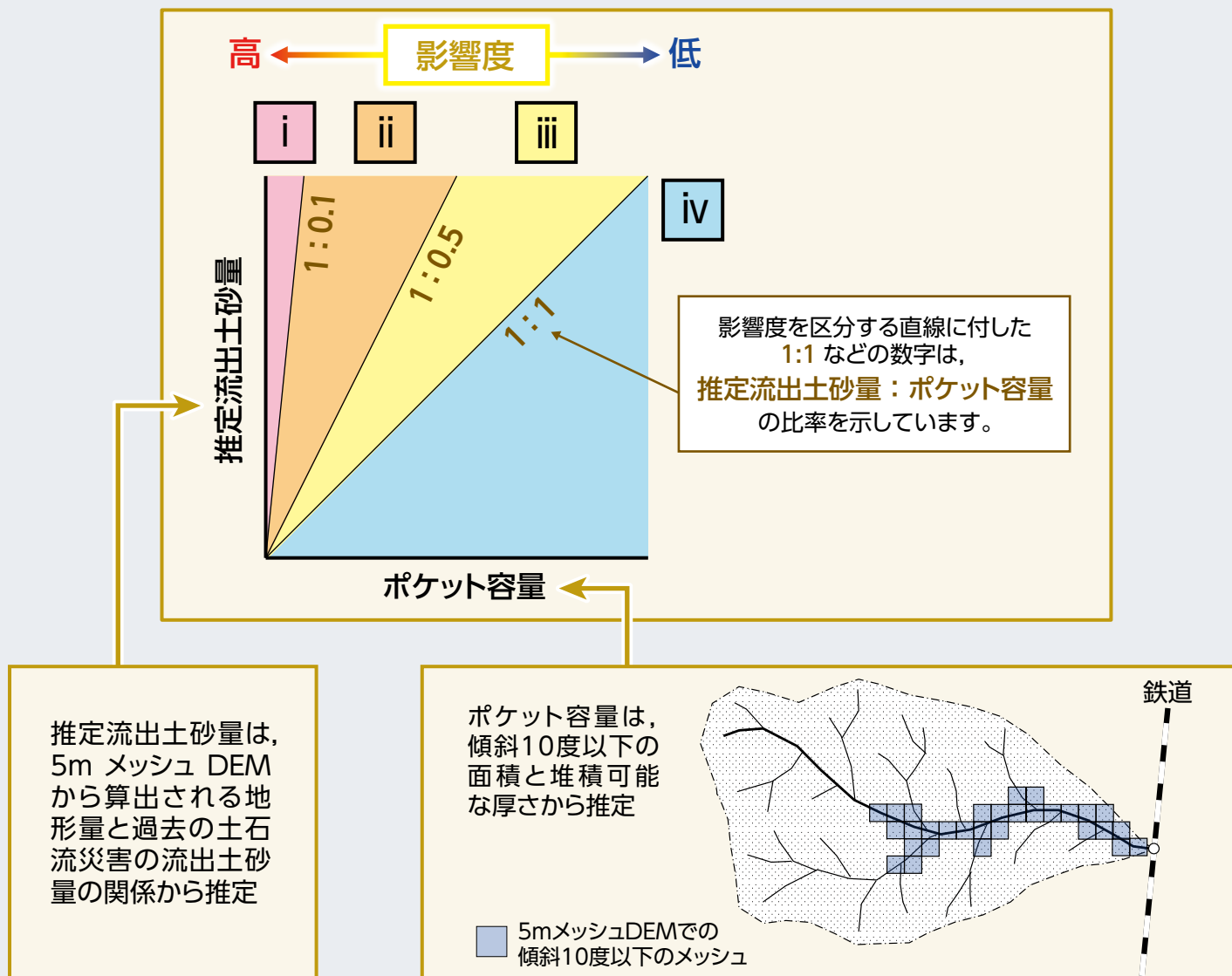


図5 影響度評価の方法

斜10度以下の面積と堆積可能な厚さから推定することにしました。傾斜10度以下の面積は、DEMを用いて算出できます。堆積可能な厚さは、現地調査結果などを踏まえて0.1mとしました。

以上で得られた推定発生土砂量とポケット容量から、影響度を4段階で評価することとし、推定発生土砂量がポケット容量より大きいほど、影響度が大きいと評価します。

■ 土石流が懸念される溪流の抽出

溪流からの土石流の発生危険度評価と、土石流が発生した場合の線路への影響度評価を組

み合わせた結果を図6に示します。溪流ごとに、土石流の発生危険度評価がI～IVに、影響度評価がi～ivに評価され、それらの組み合わせが示されています。これらのうち、赤字で示されている評価結果は、実際に土石流が発生した溪流のものです。

このような整理をある線区全体について行い、該当率を整理した結果を表1に示します。ここで、該当率とは土石流が実際に発生した溪流の割合です。土石流の発生危険度がI～II、影響度がi～iiiの範囲で実際に土石流が生じていることがわかり、本手法で、土石流が懸念される

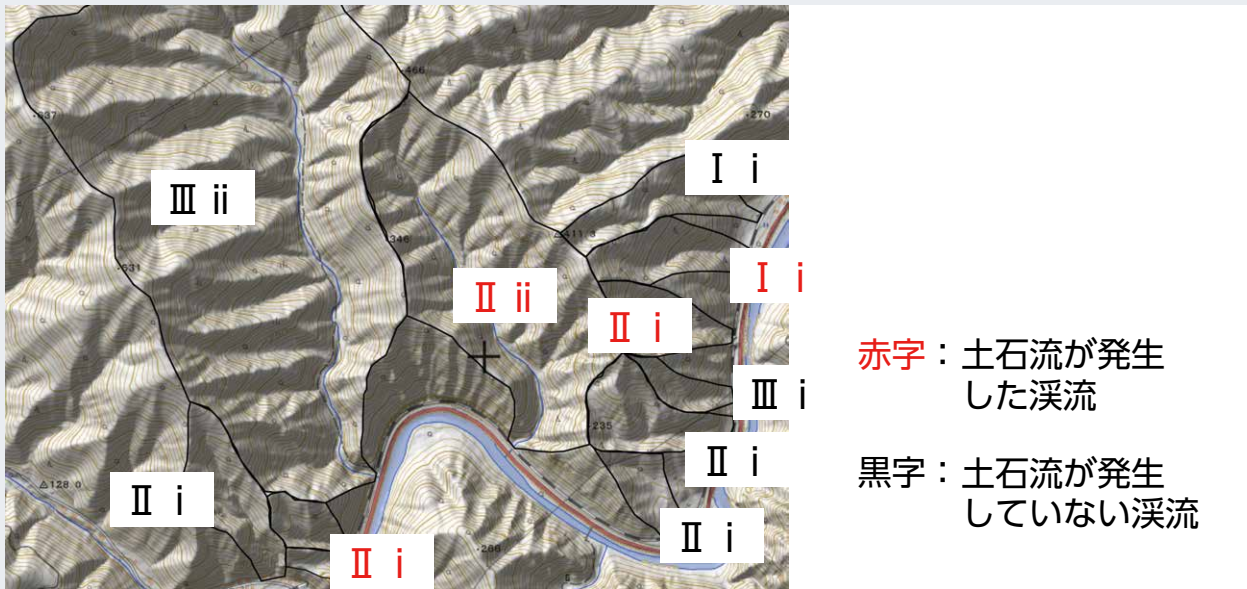


図6 土石流が懸念される溪流の抽出手法の適用例

表1 土石流が懸念される溪流の抽出手法の検証例

該当率		発生危険度			
		I	II	III	IV
影響度	i	25%	43%	0%	0%
	ii	50%	60%	0%	0%
	iii	50%	100%	0%	0%
	iv	0%	0%	0%	0%

※該当率=土石流発生溪流数/ランク別溪流数

溪流を抽出できていることがわかります。

おわりに

国土地理院が公開している細密なDEMを活用した土石流が懸念される溪流の抽出手法を紹介しました。2023年度から、1mメッシュのDEMの公開も進められています。このような国によるデータ整備の計画を念頭におきながら、データ整備に先んじて防災をはじめとする鉄道分野への活用方法を検討し、新しいデータの価値をいち早く引き出して、鉄道のさらなる安全、安心に貢献してまいります。 **RRR**

文献

- 1) 太田岳洋, 大島洋志, 大保正夫: 1993年8月の鹿児島市竜ヶ水地区における土石流および斜面崩壊について, 応用地質, Vol.34, No.5, pp.245-252, 1993
- 2) 国土交通省国土地理院: 基盤地図情報サイト, <https://www.gsi.go.jp/kiban/> (入手日: 2025年10月21日)
- 3) 下山泰志, 飯田繁, 河瀬和重: 50mメッシュ標高データの精度検証に関する研究, 国土地理院時報, No.84, pp.64-72, 1995
- 4) 門脇利広: 精密3D電子基盤情報の整備と活用, 第36回国土地理院技術研究発表会報告, pp.56-66, 2007