

土石流における既往断面調査結果を利用した侵食可能土砂量の検討

宮城県土木部 防災砂防課
株式会社パスコ

渡邊 英彦, 渡部 和也
○柘山 龍平, 小更 亨, 向平 拓司, 榊 仁一,
島崎 誠也, 井關 登喜夫, 宮川 学, 上野 昂幹, 蔡 惠美

1. はじめに

土砂災害防止法に基づく基礎調査は「急傾斜地の崩壊」, 「土石流」, 「地すべり」の3現象に分けられるが, このうち土石流においては溪流内の侵食可能土砂量(以下、断面積と記す)が非常に重要である。その理由として、区域設定時に入力した断面積の値により、土石流の流量や高さ、流体力(建築物に作用する力)が変化し、特別警戒区域の範囲に影響があるためである。

しかし、断面積を決定する侵食幅、侵食深の現地計測は、技術者の判断レベルに左右されることや、溪流内の状況によっては最適な位置での計測が難しい場合があるといったことが想定される。また、令和2年度の基本方針に則り、新規調査箇所が増加している中、高精度な砂防基盤図や計測機器の活用により、省力化、効率化されることが期待される状況である。

それらを踏まえると、侵食可能土砂量の定量的な基準を設定、活用することによって、上記課題の解決につながることを期待される。その手法のひとつとして、統計的な土砂量の整理(例えば1)などというものが挙げられる(以下、統計土砂量と記す)。

本発表では、現在までに宮城県内で行われてきた基礎調査結果(区域調書等)に記載の侵食幅、侵食深、断面積の値を地質、年代分類ごとに集計した結果の傾向を述べる。なお、本発表で整理している内容には、今後公表される情報も含まれる可能性があるため、具体的な地名等についての掲載は控えることとする。

2. 手法

2.1. 断面位置、情報の入力

まず、区域調書、土石流危険渓流カルテ、および砂防関係施設設計時の資料を宮城県から借用し、GISソフトを用いて断面取得位置をポイントデータで入力した。次に属性情報として、溪流番号、溪流名、市町村名、次数区分(谷次数)、地点番号、侵食幅、侵食深、断面積、区分(カルテ断面、新規断面)、流域面積、調査年度の情報を付与した。

入力後、産総研20万分の1シームレス地質図²⁾から取得した地質情報と断面位置を重ね合わせ、「各断面位置の地質やその形成年代」が分かるデータを作成した。データのイメージを表1に示す。

表1：作成したGISデータのイメージ

区域調書等から入力										20万分の1シームレス地質図から入力									
断面番号	断面ID	断面番号	断面名	市町村名	次数区分	地点番号	侵食幅	侵食深	断面積	区分	流域面積	調査年度	凡例記号	地質年代	形成時代	大区分	岩相		
1	0-00-001	〇〇〇	××市	B-S-1	1.5	1	1.5	新成	0.36	H17	Q3_aa	第四紀	新第三紀 第四紀 更新世	火成岩	22岩				
1	0-00-001	〇〇〇	××市	S-2	3	15	4.5	新成	0.36	H17	Q3_aa	第四紀	新第三紀 第四紀 更新世	火成岩	22岩				
2	0-01-001	〇〇〇	××市	S-1	1.5	1	1.5	新成	0.06	H17	Q1-00	第四紀	新第三紀 第四紀 更新世	堆積岩	uvw層				
2	0-01-001	〇〇〇	××市	S-2	3	15	3.0	新成	0.06	H17	Q1-00	第四紀	新第三紀 第四紀 更新世	堆積岩	uvw層				
3	0-02-001	〇〇〇	××市	S-1	3	1	3	新成	0.02	H17	N1_aa	第三紀	新第三紀 中新世	火成岩	22岩				
3	0-02-001	〇〇〇	××市	S-2	8	1	8	新成	0.02	H17	Q1-00	第四紀	新第三紀 第四紀 更新世	堆積岩	uvw層				

2.2. 地質の分類

侵食可能土砂量は、溪流を構成している地質によって大きく変わる。例えば、火山性の地質が分布する地域では、風化によって土砂量が増えることが想定される。特に花崗岩は風化によって真砂土となり、土石流発生頻度や土砂量の増加が見込まれる³⁾など。そこで、地質を花崗岩類、大規模火砕流堆積物、その他火成岩類に分類した。上記に含まれない地質については、形成年代の古生層、中生層、第三紀層、第四紀層として分類した。

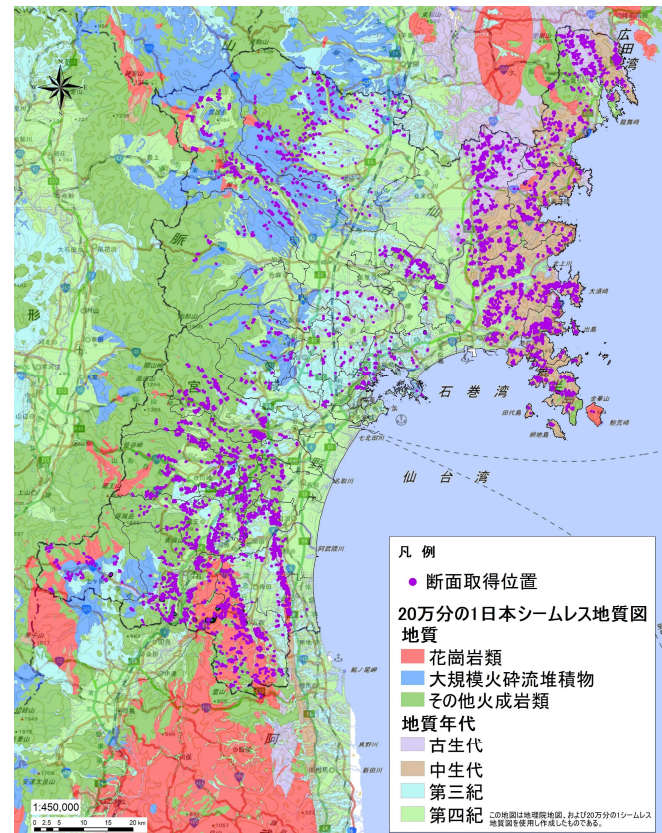


図1：県内の地質と断面取得位置

2.3. 結果の集計

結果の集計整理は、7種類の地質分類を谷次数別で整理するという方法で行った。また、断面積の値は下記の2パターンで算出した。

- A. 集計結果の「平均断面積」を用いるパターン(以下、平均断面積と記す)
- B. 集計結果の「平均侵食幅」と「平均侵食深」の積から算出した断面積を用いるパターン(以下、相乗断面積と記す)

また、集計結果に対してより詳細な検討を行うため、平均値のほかにも最頻値、中央値、最大値、最小値、標準偏差についても整理を行った。

3. 結果

3.1. 集計データの断面積整理結果と傾向

集計データの整理結果を表2に示す。

表2：谷次数・地質別の平均断面積と相乗断面積一覧

谷次数		0次谷							
地質分類		花崗岩類 (4.0, 0.8)	火砕流堆積物 (4.3, 0.7)	その他火成岩類 (3.4, 0.7)	古生層 (3.2, 0.6)	中生層 (3.8, 0.7)	第三紀層 (4.2, 0.7)	第四紀層 (3.8, 0.7)	
サンプル数		431	322	1104	399	898	697	131	
断面積	A 平均	3.4	3.0	2.4	2.1	2.5	3.2	2.8	
	B 相乗	3.1	2.8	2.3	2.1	2.5	3.0	2.6	

谷次数		1次谷							
地質分類		花崗岩類 (4.6, 1.0)	火砕流堆積物 (5.2, 0.9)	その他火成岩類 (4.2, 0.9)	古生層 (3.8, 0.8)	中生層 (4.4, 0.9)	第三紀層 (5.0, 0.9)	第四紀層 (5.2, 0.9)	
サンプル数		383	301	1019	388	864	622	144	
断面積	A 平均	4.6	4.8	3.8	3.3	4.0	4.7	4.8	
	B 相乗	4.4	4.7	3.7	3.2	4.0	4.5	4.7	

谷次数		2次谷							
地質分類		花崗岩類 (5.3, 1.0)	火砕流堆積物 (5.8, 1.0)	その他火成岩類 (4.9, 0.9)	古生層 (4.3, 0.9)	中生層 (5.2, 1.0)	第三紀層 (5.2, 1.0)	第四紀層 (6.4, 1.0)	
サンプル数		101	79	286	158	293	124	38	
断面積	A 平均	5.7	5.9	4.7	4.2	5.4	5.3	6.3	
	B 相乗	5.3	5.6	4.6	4.0	5.3	5.1	6.4	

谷次数		3次谷							
地質分類		花崗岩類 (5.6, 1.1)	火砕流堆積物 (4.6, 0.9)	その他火成岩類 (5.6, 1.0)	古生層 (4.7, 1.1)	中生層 (6.1, 1.2)	第三紀層 (7.2, 0.9)	第四紀層 (8.5, 1.2)	
サンプル数		16	10	43	27	35	10	7	
断面積	A 平均	6.9	5.3	5.6	4.9	7.4	7.3	10.5	
	B 相乗	5.9	4.3	5.5	5.2	7.1	6.8	10.1	

谷次数		4次谷				5次谷				合計 (5.2, 0.9)
地質分類		花崗岩類 (5.1, 0.8)	火砕流堆積物 (3.4, 0.5)	その他火成岩類 (8.3, 1.3)	古生層 (8.0, 1.5)	花崗岩類 (9.5, 1.3)	第三紀層 (9.5, 0.8)	第四紀層 (9.5, 0.8)	合計	
サンプル数		3	1	2	1	2	1	1	8942	
断面積	A 平均	3.9	1.7	10.9	12.0	12.8	7.6	5.2		
	B 相乗	3.9	1.7	10.3	12.0	11.9	7.6	4.7		

表2において、黄色塗りは「平均断面積>相乗断面積」の箇所、紫色塗りは「平均断面積<相乗断面積」の箇所を示す。また、地質分類の括弧内は平均侵食幅と平均侵食深の値を示す。

Aの平均断面積の方がBの相乗断面積よりも値が大きいものは、谷次数・地質別断面積の34分類中25分類（約73.5%）、Bの相乗断面積の方がAの平均断面積よりも値が大きいものは2分類（約5.6%）である。値が等しいものは7分類（約20.6%）である。このように、平均断面積の方が相乗断面積より値は大きい傾向が認められた。

また、谷次数が大きくなるほど断面積も概ね大きくなるという傾向があり、基礎調査における一般的な認識と相違がないということが確認された。

3.2. 最頻値等の整理結果と傾向

最頻値等の整理結果を表3に示す。

表3：谷次数・地質別の最頻値等整理結果一覧（抜粋）

谷次数		0次谷							
地質分類		花崗岩類 (5.1)	火砕流堆積物 (5.2)	その他火成岩類 (1.104)	古生層 (399)	中生層 (898)	第三紀層 (697)	第四紀層 (131)	
サンプル数		431	322	1104	399	898	697	131	
最頻値	侵食幅	3.0	1.0	3.0	0.5	1.0	0.5	1.0	
	侵食深	3.8	1.0	3.0	0.5	1.0	0.5	1.0	
最小値	侵食幅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	侵食深	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
標準偏差	侵食幅	2.01	0.31	2.41	1.91	0.25	2.15	1.78	
	侵食深	2.01	0.31	2.41	1.91	0.25	2.15	1.78	

最頻値や中央値は、表2に示す平均断面積や相乗断面積よりも値が小さい傾向にある。人命を守ることを最優先に考えると、特別警戒区域の過小評価は避けるべきであること、また近年の気候変動⁴⁾により、土砂災害が増加する傾向にあることを考慮すると、値が相対的に大きい平均断面積や相乗断面積の方が安全側の評価になると考えられる。

最大値、最小値、標準偏差に着目すると、極端に値が大きいものや、データのばらつきが大きいと判

断されるものがある。

4. 宮城県における地域の特徴

まず宮城県の特徴として、西部に奥羽脊梁山脈由来の火成岩類（主に第三紀ごろ形成）が広く分布していることが挙げられる。そのため今回の集計においても「その他火成岩類」のサンプル数が相対的に多い。これについては、地域性等を踏まえながらより細かい分類をすることで、さらに現場の状況に近い値となる可能性がある。

次に、県北東部の北上山地に中・古生層が広く分布しているという特徴が挙げられる。特に中生層はサンプル数が多く得られている。断面積は小さい傾向があり、これは溪床の岩石が固結しているためと考えられる。

また、花崗岩類は県南部の阿武隈花崗岩類と、北上山地の一部に分布が認められる。これらの花崗岩類は厳密には特性が違うことが想定されるが、サンプル数が少なくなるため、今回地域ごとの区分は行わなかった。

第四紀層は平野部を広く覆っている。第四紀層は侵食幅が相対的に大きく、蛇行河川によって川幅が増幅しているという状況が示唆される。

5. 今後の課題

今回整理した断面積について、今後の課題等を示す。

①値の妥当性の検証と問題点の洗い出し

統計土砂量から多数の区域設定事例を作成し、区域設定結果が従来の設定結果と比べて妥当であるかを判断する必要がある。多くのサンプルで区域設定を行い、今回の統計土砂量について地質、流域面積や流域形状等の傾向を整理し、多角的に評価すべきである。

また、本集計データを砂防技術者によって精査し、異常が認められるものを除外することで、より現実に即したデータとなる可能性が考えられる。

②地質区分の妥当性の検証

今回は7種類の地質で分類を行ったが、その妥当性については今後の検討余地がある。堆積岩等よりも火成岩の方が土砂量は多くなると判断し、年代地質とは別に火成岩を抽出したが、その他に土砂量が多くなる特徴的な地質が県内にある可能性は否めない。詳細な地質図や調査結果から県内の地質状況を整理し、より精度の高い分類をすることで、地域の特徴に整合した断面積を算出できる可能性がある。

③災害実績との比較

県内で発生した土石流災害における流域内からの流出土砂量調査の検討を行う必要がある。災害実績と今回の統計土砂量を詳細に比較することで、区域設定の妥当性検討、谷次数や地質との関係性を比較し、侵食可能断面の詳細検討ができると考える。

6. 参考文献

- 1) 村上豊和・下野彦彦・柳迫新吾・中田幸雄(2019)：現地調査による地質毎の移動可能土砂量および侵食特性の統計的評価，土木学会論文集C(地圏工学)，Vol. 75, No. 1, 1-14.
- 2) 産総研地質調査総合センター：20万分の1日本シームレス地質図V2，<https://gbank.gsj.jp/seamless>.
- 3) 千木良雅弘(2019)：〈地表変動〉地質と崩壊メカニズム(広島地域)，平成30年7月豪雨災害調査報告書，p48-53.
- 4) 内閣府：令和5年版防災白書第2章，p17-33.