

83 山岳道路に係る土石流発生の特性と崩壊地の流動特性

(株) 荒谷建設コンサルタント ○山下祐一
建設省土木研究所 石川芳治
草野慎一
前田昭浩

1. はじめに

わが国の約7割は山地であり、このため山岳道路の占める割合が高く、山岳道路はわが国の社会発展に重要な役割をはたしている。一般に、山岳道路沿いでは多くの土石流の発生が予想される溪流が存在する 경우가多く、豪雨時、融雪時には土石流が発生して道路交通に支障を与える場合もある。

本文は、豪雨により発生した災害事例を基に、土石流の発生、非発生と地形条件の関係を検討するとともに、崩壊地の流動化特性についてまとめたのでここに報告する。

2. 調査方法

調査の対象とした災害地と対象溪流数は次のとおりである。

- ①熊本災害（平成2年7月） 土石流が発生した溪流 13溪流 土石流化が発生しなかった溪流 7溪流
- ②広島災害（昭和63年7月） 土石流が発生した溪流 17溪流 土石流化が発生しなかった溪流 16溪流
- ③長崎災害（昭和57年7月） 土石流が発生した溪流 13溪流 土石流化が発生しなかった溪流 21溪流

なお、対象溪流は土石流が発生した溪流、発生しなかった溪流とも隣接する地域からほぼ同数となるように抽出した。調査は、災害の土木研究所資料並びに空中写真、地形図（s=1:5000）を使用し、溪流や崩壊地の特性等を調査項目として整理したものである。

3. 災害地の溪流特性

熊本災害、広島災害、長崎災害において土石流が発生した溪流と土石流が発生しなかった溪流の溪流特性と崩壊地の特性をまとめたものを表-1に示す。なお、土石流が発生しなかった溪流の大半で山腹崩壊は発生していた。

表-1のうち、降雨量と地質は、それぞれの災害において条件が違っており、ここではそれらの条件を無視してまとめることとする。以下、土石流の発生、非発生に強く関連すると考えられる調査項目について述べる。

①流域面積

各災害地の発生流域面積と平均溪床勾配との関係をまとめたものを図-1に示す。氾濫開始点までの流域面積や発生流域面積は、土石流が発生した溪流の方が土石流が発生しなかった溪流よりも1.5~3.0倍程度大きく、顕著な差が認められた。発生流域面積の場合、10haがその境となっており、10ha未満では土石流が発生する割合は30%未満、10ha以上になると65%以上となり、土石流の発生割合は10haを境として2倍以上の差が認められる。従って、発生流域面積は土石流化の指標の1つと考えられる。

②溪床勾配

溪床勾配は、土石流が発生した溪流と土石流が発生しなかった溪流については大きな差は認められなかった。一般に溪床勾配は 15° 以上になると土石流化することが考えられるが、今回の調査では最急溪

表一 各災害地の溪流特性一覧表

災害発生年月日	熊本災害		広島災害		長崎災害		
	平成2年7月		昭和63年7月		昭和58年7月		
降雨量	590		264		558		
(mm)	71		57		128		
最大1時間	71		57		128		
対象溪流数	土石流発生数①	土石流非発生数②	土石流発生数③	土石流非発生数④	土石流発生数⑤	土石流非発生数⑥	
流域面積の総和	平均	0.220	0.100	0.472	0.242	0.292	0.098
(km ²)	範囲	(0.031-0.889)	(0.033-0.199)	(0.056-1.473)	(0.070-0.650)	(0.070-0.801)	(0.019-0.387)
発生(15°以上)	平均	0.159	0.095	0.262	0.175	0.181	0.062
流域面積(km ²)	範囲	(0.031-0.459)	(0.033-0.173)	(0.051-0.768)	(0.055-0.498)	(0.018-0.488)	(0.004-0.292)
溪床勾配	平均	18.8	20.3	14.6	18.7	13.6	14.1
(°)	範囲	(7.7-25.1)	(17.3-26.6)	(9-20)	(13.4-25.7)	(11.7-19.1)	(9.7-19.9)
平均15°以上の長さ(m)	平均	261	302	401	431	265	159
平均15°以上の長さの割合(%)	平均	41.4	54.5	33.1	47.8	38.8	39.1
谷頭	平均	35.5	27.7	31.4	36.6	31.0	35.1
斜面勾配(°)	範囲	(25-49.6)	(18-40.8)	(26-39.8)	(16-53.1)	(24.4-42.3)	(26-45)
谷頭	平均	30.8	37.0	93.1	40.6	59.2	55.6
斜面高さ(m)	範囲	(10-100)	(10-100)	(41-281)	(10-160)	(20-120)	(10-130)
山腹(流域15°)	平均	44.2	40.4	38.8	44.1	34.7	37.9
斜面勾配(°)	範囲	(35-56.5)	(37.4-45)	(32.2-43.5)	(37.8-49)	(27.3-47.3)	(25.8-51.7)
山腹(流域15°)	平均	69.5	102.5	77.8	67.7	50.1	36.6
斜面高さ(m)	範囲	(35-135)	(85-120)	(35-125)	(23-115)	(25-100)	(12-70)
前坡地	平均	41.0	38.0	37.6	39.5	32.3	29.1
斜面勾配(°)	範囲	(31-60.0)	(31.0-42.6)	(31.0-55)	(31.6-50.7)	(30.1-41.3)	(21-37.2)
前坡地	平均	51.4	23.3	44.3	53.2	48.4	28.7
比高(m)	範囲	(120-90)	(12-32)	(20-80)	(42-80)	(22-110)	(5-50)
地質	火山灰、火砕岩	火山灰、火砕岩	花崗岩	花崗岩	火山岩	火山岩	
地被条件	10%~	5溪流	1溪流	5溪流	0	4溪流	1溪流
(幼年林)	~10%	8	6溪流	12溪流	16溪流	9溪流	20溪流

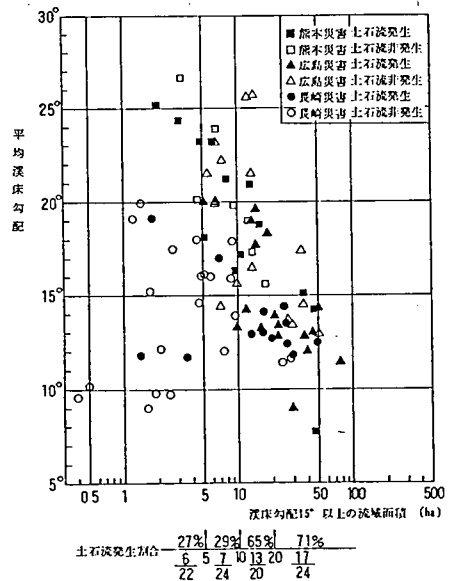
床勾配15°以上のものが多く、このため平均の溪床勾配が土石流発生を左右していないものと考えられる。

③ 地被条件

地被条件として、全ての溪流で土石流発生前には裸地の存在などは認められなかった。調査地としては幼年林の存在(伐採してから短期間しかたっていない森林)に特徴が認められたので、幼年林の面積率を調査した。いずれの災害地においても、土石流が発生した溪流では幼年林が10%以上存在する溪流が4~5溪流あるのに対し、土石流が発生しなかった溪流は0~1溪流と少なくなっている。また、幼年林が10%未満でも土石流が発生した箇所は幼年林の箇所であったことも多く、幼年林の存在が土石流化を助長しているものと考えられる。

4. 崩壊土砂の流動化特性

崩壊土砂の流動化特性として、崩壊土砂が流動化した箇所と崩壊土砂が流動化しないで土石流が発生しなかつ



図一 発生流域面積-平均溪床勾配関係図

た箇所について、崩壊地の河床までの勾配と比高、崩壊地の形状（勾配、幅、水平長さ）と崩壊箇所下流100mの河床勾配について整理した。

図-2は、崩壊地の勾配と崩壊地の比高の関係を示したものである。これによると、崩壊地の勾配30°以上、崩壊地の比高20m以上になると崩壊土砂の流動化の割合が高くなり、崩壊地の比高30m以上になると大部分が流動化している。また、

反対に崩壊地の勾配30°未満、崩壊地の比高20m未満になると崩壊土砂が流動化する崩壊地は認められなかった。このことは、崩壊を起源として土石流化となる場合は、ある崩壊地の比高、いいかえれば、ある衝撃力以上になると流動化する傾向が高くなると推測される。

図-3は、崩壊地の勾配と崩壊面積との関係図である。崩壊面積は500m²付近から流動化する傾向が認められ、崩壊面積1000m²以上になるとほとんどの崩壊土砂が流動化する傾向を示している。

このように、崩壊地の比高、崩壊面積と崩壊土砂の流動化とは密接な関係が認められ、それぞれある一定以上になると流動化の割合は急激に高くなる傾向が求められた。

また、崩壊地が発生源となって流動化するには、河床勾配も関係すると考えられる。図-4はそれぞれ崩壊地の崩壊面積と崩壊地下流100mの河床勾配との関係を示したものである。図-4によると、

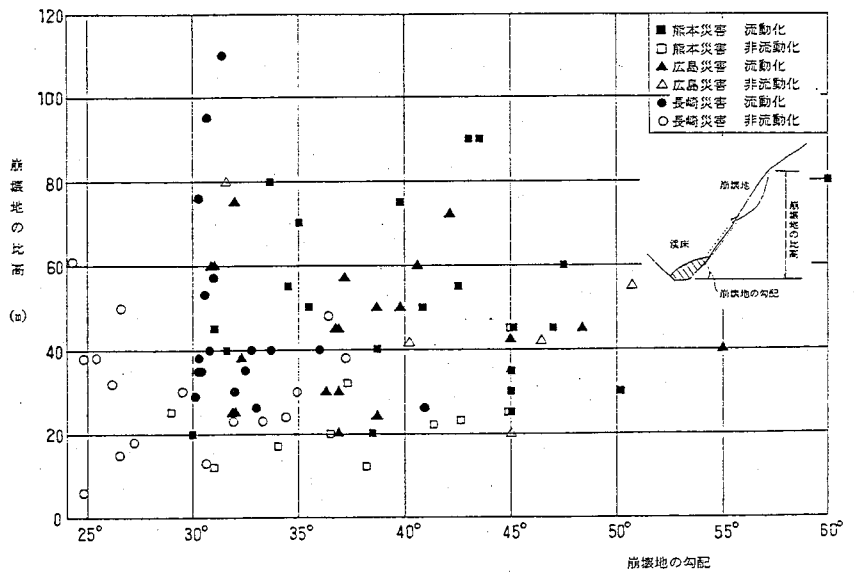


図-2 崩壊地の勾配-崩壊地の比高関係図

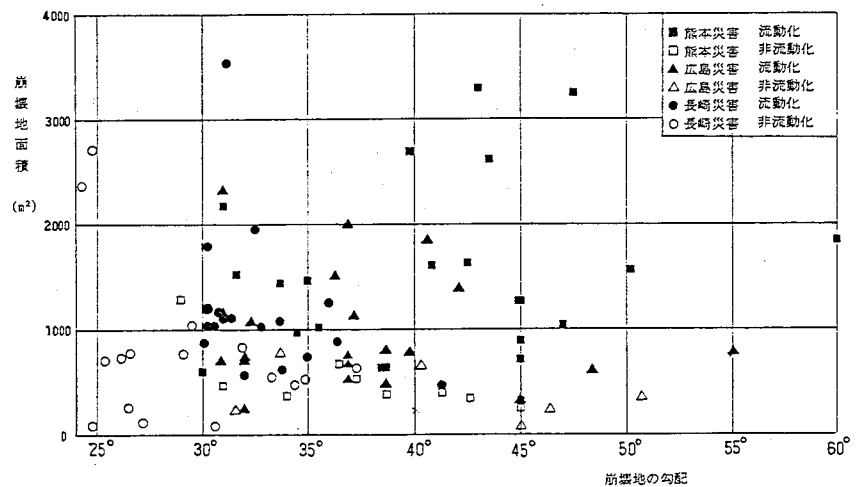


図-3 崩壊地の勾配-崩壊地面積関係図

崩壊面積が1000m²以上、崩壊地下流100mの溪床勾配20°以上ではほとんどの溪流が流動化し、反対に、崩壊面積1000m²未満で崩壊地下流100mの溪床勾配が20°未満では流動化の割合は少ない傾向が認められた。

崩壊地の斜面勾配の違いによる崩壊土砂の流動化と非流動化の差は顕著に認められなかった。しかし、崩壊地の比高については、熊本災害と長崎

災害で流動化した溪流の方が流動化しなかった溪流の2倍程度高い特徴が認められ、比高が土石流発生の1つの要因と考えられる。また、広島災害ではその差は認められないものの、崩壊幅は流動化した溪流の方が2倍程度大きいことから、崩壊比高とともに崩壊面積も崩壊土砂の流動化の要因と考えられる。

5. まとめ
山岳道路の土石流災害について、熊本災害、広島災害、長崎災害の事例より、土石流発生溪流と非発生溪流の溪流特性と崩壊土砂の流動化特性についてまとめた。この結果、溪流特性としてはある流域面積を越えると土石流が発生する割合が増加し、幼年林の存在が土石流化の発生を助長する傾向が認められた。

今後は、土石流発生、土石流非発生溪流の現地調査を行い、より正確な溪流特性を把握していくとともに、これらにより求められた結果を他の災害地へ適用し、その妥当性を示していくことが必要であろう。また、崩壊土砂の流動化についてはさらに土質調査等により流動化のメカニズムを解明していくことが重要である

参考文献

- 1)建設省土木研究所：平成 2年 7月熊本県一の宮町泥流・流木災害調査報告書，土木研究所資料第3026号，1991
- 2)建設省土木研究所：昭和63年 7月広島県北西部地域土砂災害調査報告書，土木研究所資料第2704号，1989
- 3)建設省土木研究所：昭和57年 7月長崎災害による土砂災害調査，土木研究所資料第2170号，1984

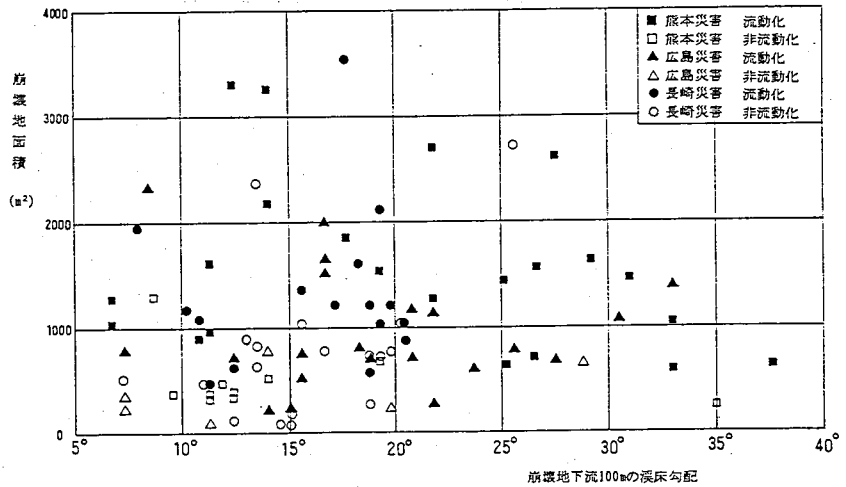


図-4 崩壊地下流100mの溪床勾配と崩壊地面積関係図