

18 山火事跡地からの土石流の発生と流動について

(株)建設技術研究所 ○柳崎 剛・平野洋一
高知大学農学部 日浦啓全

1. はじめに

高知県香美郡物部村別役地区において平成5年4月18日に発生した林野火災は、スギ・ヒノキ植林地515.4haを焼失させ、県内では過去最大規模となる総額約13億円の被害を与えた。同年8月10日には台風7号に伴う豪雨により、火災範囲内の溪流に集中して土石流が発生した。火災を免れた近隣の溪流では土石流は起こらなかったことから、土石流の発生と植生による地表部の被覆の有無との密接な関係があることを予想し、植生被覆の有無と土石流発生との関係について別役地区をモデルに研究を行った。

2. 概要

◎土石流の概要：山火事被災地域では、計9溪流で土石流が発生し[図1]、特に第4～第7溪流では流出土砂が国道を寸断し大きな被害を招いた。土石流発生溪流と非発生溪流（ランダム抽出）とのそれぞれの溪床勾配を比較しても大きな差異はみられない[表1]。発生溪流の流域内には目立った地すべり跡地、崩壊跡地がなく、溪床堆積土砂礫が流動化したものと推定できる。

◎降雨条件：大榎観測所において日降水量198.0mm、1時間最大降水量45.0mm（10日9時～10時）と記録され、総雨量は大きいが単時間雨量が小さな長雨タイプであった[図2]。この地域の昭和43年から平成6年までの27年間における年平均降水量は2,843.3mm、最大日降水量は370.0mmであり、日降水量が198.0mmを越える降雨は16回記録されている。また、災害前1週間の雨量合計は36.0mmであり、11日以降3日間全く雨は降っていない。

3. 流出解析による土石流発生条件の検討

土石流発生の主要因は勾配よりむしろ、山火事による斜面の表層条件の変化が大きく関与しており、その結果として流出特性が異なることに着目した。土石流が発生した溪流と非発生溪流の違いは流域の斜面粗度（等価粗度N）の変化によるものとし、流域毎の流出条件の変化に対応が容易なKinematic Wave法を用いて、山林火災による斜面粗度の変化の影響を探った。土石流の発生規模が最も大きかった第6溪流をモデル化し[表2]、洪水流量ハイドログラフを作成した[図3]。

4. 土石流の発生限界について

土石流発生域でのハイドログラフから掃流力による移動限界粒径を求めた[図4,表3]。現地実測によれば、溪床を構成する石礫径は0.2～2.0mの範囲、平均石礫径は0.6m、 $d_{90} \approx 90\text{cm}$ である。 d_{90} が溪床礫を支配すると考えれば、移動限界粒径が90cmの流量（ $\approx 2.5\text{m}^3/\text{s}$ ）に達した時点で、土石流が発生していたことが予想できる。なお、土石流の発生限界についてさらに詳細な検討が必要であると考え、石礫の流動開始条件を検討する水路実験を試行中である。

5. 土砂量の推定

全流域のハイドログラフから流出土砂量を試算した。欧ら¹⁾の土砂量推定式に基づいて計算すると、総流出土砂量は約123,400 m^3 となり、現地推定量と比較して多すぎる結果となった。これは、欧らの式がいわゆる泥流タイプを対象としているのに対し、本ケースで対象とするのは巨礫タイプであるため、土石流が発生する（石礫が流動化する）流量を限定する必要があると考えられる。そこでピーク前後の一定時間に土石流が継続して発生したと仮定し、継続時間内の水流量から土砂量の算出を試み、現地推定土砂量との整合が最も良いのは継続時間120分であるとの結果を得た。[図5,表4]。

¹⁾ 欧国強・小橋澄治・水山高久(1992)：土石流ハイドログラフの予測－渾水溝を例として－，新砂防Vol.45 No.4(183)

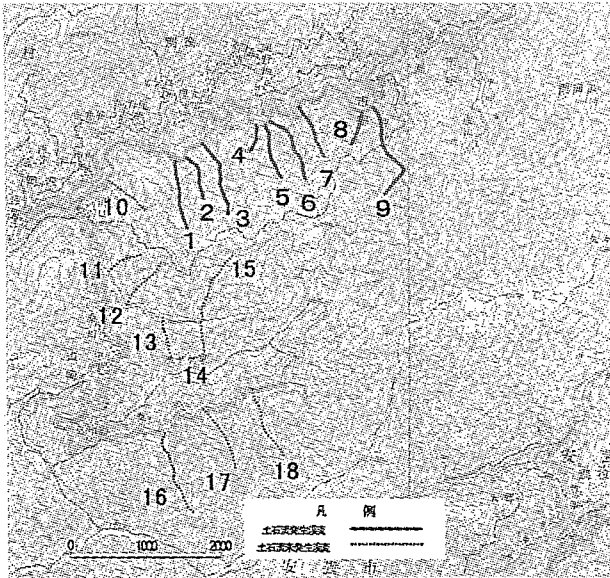


図1 渓流位置図

表1 縦断勾配の比較

土石流発生渓流		非発生渓流	
渓流	勾配	渓流	勾配
第1渓流	20.86°	第10渓流	25.51°
第2渓流	32.83°	第11渓流	26.73°
第3渓流	22.16°	第12渓流	21.00°
第4渓流	36.49°	第13渓流	20.22°
第5渓流	30.64°	第14渓流	24.62°
第6渓流	22.09°	第15渓流	18.11°
第7渓流	24.89°	第16渓流	12.38°
第8渓流	30.67°	第17渓流	17.61°
第9渓流	12.97°	第18渓流	17.89°

表2 ブロック毎のモデル定数

項目	第1ブロック	第2ブロック	第3ブロック	全体	
区分	裸地	裸地	植生斜面	—	
流域面積(km ²)	A	0.227	0.341	0.073	0.641
河川長(km)	L	0.222	0.333	0.508	1.063
斜面長(km)	l	0.5117	0.5117	0.0719	301.5
斜面勾配	S	0.545	0.545	0.545	—
河床勾配	s	0.376	0.376	0.376	—
斜面粗度	N	1.0	1.0	10.0	—
河床粗度	n	0.05	0.05	0.05	—
斜面流定数	K	0.60	0.60	0.60	—
河床流定数	k	0.69	0.69	0.69	—

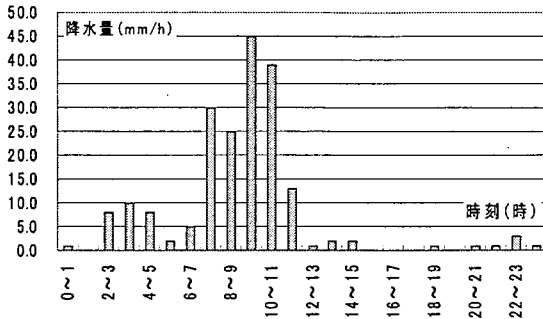


図2 H5年10月8日の降水量(大柵観測所)

表3 第1ブロックにおける移動限界粒径

	A	B	C	D	E	F	G
時刻	4:22	6:42	9:01	10:11	11:01	13:22	15:44
Q(m ³ /sec)	0.564	0.293	1.986	2.669	2.117	0.287	0.048
H(cm)	8.2	5.5	17.4	20.7	18	5.4	1.9
U _{*c} ²	3.022	2.027	6.412	7.628	6.633	1.990	700
d(cm)	37.4	25.1	79.3	94.3	82	24.6	8.7

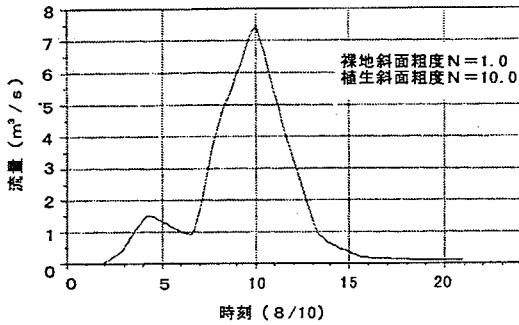


図3 第3ブロック下流端ハイドログラフ

表4 総流出土砂量

流下時刻	継続時間	ピーク流量	総流出土砂量
8/10 8:51	x=140分	1.846	7,506
9:01	120分	1.510	5,334
9:11	100分	1.201	3,630
9:21	80分	0.874	2,127
9:31	60分	0.571	1,068
9:41	40分	0.307	384
9:51	20分	0.096	57

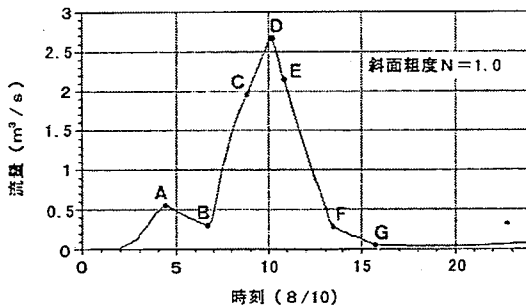


図4 第1ブロック下流端ハイドログラフ

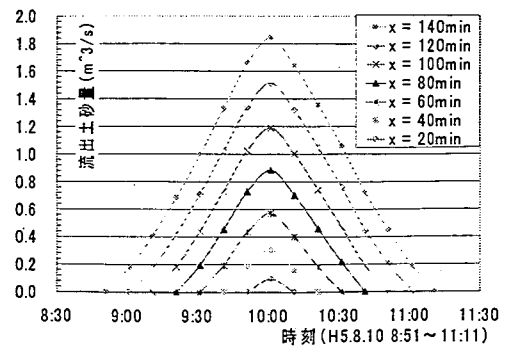


図5 第3ブロック下流端土砂ハイドログラフ