

平野川第2号砂防堰堤を事例とした透過型砂防堰堤での 捕捉土砂内部の土砂と流木の堆積状況の調査

国立研究開発法人土木研究所 ○藤村直樹, 染谷哲久, 西井洋史, 石井靖雄

鹿児島県土木部砂防課 田村毅, 石田晃一

株式会社パスコ 本田健 川上誠博

1. はじめに

透過型砂防堰堤は、土石流・流木捕捉時の流木容積率が30～40%に達する事例（小山内ら，1998）が報告されているように、流木を伴う土石流に対する効果的な対策工として活用が進められている。一方、 D_{95} 粒径が小さい場合には、透過部材の純間隔（以下、部材間隔という）の設定が困難となることから、設置が見送られる事例も想定される。しかしながら、透過型砂防堰堤での流木を伴う土石流の捕捉に関する調査や実験の結果より、流木の閉塞により部材間隔より小さい礫でも捕捉されるとの指摘もある（例えば、尾崎ら，1998；嶋ら，2015；渋谷ら，2009）。今後、透過部での流木の閉塞による土石流の捕捉効果を期待する上では、実際の土石流捕捉事例において礫・流木の堆積構造などを調査し、堰堤の効果を詳しく分析していく必要がある。しかしながら、その調査事例は少ない。そこで、本稿では流木を伴う土石流捕捉事例について、透過型砂防堰堤堆砂地内の土砂と流木の堆積状況を調査した結果を報告する。

2. 調査方法

2. 1 調査対象の砂防堰堤

調査は、2016年台風16号で発生した土石流を捕捉した鹿児島県垂水市の平野川に設置された透過型の平野川第2号砂防堰堤（高さ：13m、長さ：52.2m）を対象に行った（図-1）。当該堰堤の約110m上流には不透過型砂防堰堤（高さ：14.5m、長さ：48m）が設置されている。

2. 2 調査項目と手法

2. 2. 1 捕捉土砂量と捕捉流木量

透過型砂防堰堤での捕捉土砂量は、除石工事により撤

去された土砂・礫・流木が占めていた体積を掘削断面から求め、捕捉流木量を差し引いて求めた。捕捉流木量は、堆砂地からダンプトラックにより運搬された流木の体積を合計することにより計上した。捕捉流木量は捕捉土砂量と捕捉流木量の合計値で除し、流木容積率を求めた。

2. 2. 2 礫・流木の堆積位置

礫・流木の堆積位置は、除石工事中に、その位置と深度を記録した。その位置は、平面図に10mメッシュ単位で、鉛直方向については2～3mメッシュ単位でそれぞれ記録した。その上で、各メッシュにおいて、堆砂地全体で計測された全ての礫の個数もしくは流木の本数に対する割合を求めた。

2. 2. 3 礫の径・流木の長さ

礫は、50cm以上の礫（以下、大径礫という）の3軸の径を全数調査した。流木は、除石工事への影響を考慮し、1日1本程度について計測可能な流木の長さとし、長さ方向の中央付近の径を計測した。

3. 調査結果と考察

堰堤堆砂地表面では、多数の流木が砂防堰堤の直上流部に堆積していた（図-2）。一方、大径礫は堆砂地表面にはほとんど見られなかった。透過部を下流から目視により確認したところ、全面にわたり流木や枝葉で覆われ、礫はほとんど認められなかった。

3. 1 礫・流木の捕捉位置

調査結果から得られた流木容積率は11.8%であった。礫と流木のそれぞれの堆積位置は図-3、4に示すとおりであった。各メッシュの番号は3桁とし、縦断方向については下流から順にA～Iを、ついで横断方向について透過部を中心に右岸側をR、左岸側をLとし、中央か

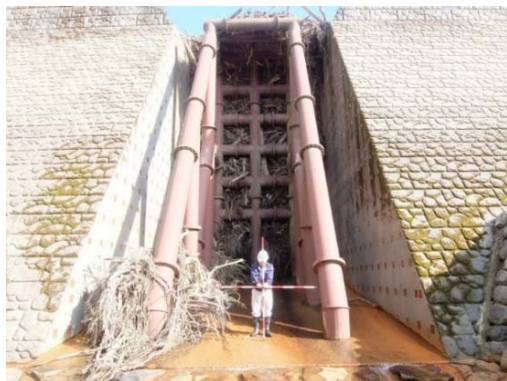


図-1 平野川第2号砂防堰堤の透過部正面の状況



図-2 平野川第2号砂防堰堤の堆砂地の状況

	AR2	BR2	CR2	DR2	ER2	FR2	GR2	HR2	IR2
	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	AR1	BR1	CR1	DR1	ER1	FR1	GR1	HR1	IR1
	0.0%	4.5%	5.4%	8.4%	12.4%	3.0%	2.0%	2.0%	0.5%
	AM0	BM0	CM0	DM0	EM0	FM0	GM0	HMO	IMO
	1.5%	4.0%	8.9%	14.9%	20.8%	5.0%	1.5%	0.5%	
	AL1	BL1	CL1	DL1	EL1	FL1	GL1	HL1	IL1
	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	3.5%	0.0%			
	AL2	BL2	CL2	DL2	EL2	FL2	GL2	HL2	IL2
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%				

図-3 50cm以上の礫の堆積位置と径個数の割合

	AR2	BR2	CR2	DR2	ER2	FR2	GR2	HR2	IR2
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	AR1	BR1	CR1	DR1	ER1	FR1	GR1	HR1	IR1
	11.3%	7.5%	3.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	AM0	BM0	CM0	DM0	EM0	FM0	GM0	HMO	IMO
	39.6%	9.4%	7.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	AL1	BL1	CL1	DL1	EL1	FL1	GL1	HL1	IL1
	13.2%	5.7%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%			
	AL2	BL2	CL2	DL2	EL2	FL2	GL2	HL2	IL2
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%				

図-4 流木の堆積位置と本数の割合

ら両岸に向かって通し番号を付した。

大径礫は、図-3に示すように、堰堤直上部にあたるAM0に1.5%しか認められなかった。大径礫のほぼ9割はCより上流に位置し、EM0で20.8%と最大値を示した。一方、流木は、図-4に示すように、A～Cの30mまでの範囲に堆積していた。垂水市の他の堰堤で同様に調査を行った結果、大径礫・流木ともに堰堤の直上部に多く位置する傾向が認められた。一方で本事例では、流木がCより下流に、礫がCから上流に主たる捕捉領域が現れていることから、礫と流木とでは到達時間に差があったと考えられる。この要因として、平野川第2号堰堤の上流に設置された不透過型砂防堰堤の影響が考えられる。小山内ら(1998)が示す様に不透過型砂防堰堤は流木を捕捉する量が小さい。このため、当該堰堤でも土砂や礫が捕捉される一方で流木は堰堤を越流して流下し、その後、堰堤が満砂し土砂や礫が捕捉されなくなり流出することによって、平野川第2号砂防堰堤へ大径礫が遅れて到達した可能性がある。

3. 2 礫径・流木長と部材間隔比

堆砂地内で調査された大径礫の径は、3軸の平均軸長で評価すると、D₉₅礫径で1.3m、中央値で0.9mであった。流木の長さは、最大で10m程度、中央値は4m程度であった。一方、堰堤透過部の部材間隔は、水平方向で1.0m、鉛直方向の最下段で2.6m、最下段以外で1.3mであった。

これらの礫径(D₉₅粒径、中央値)もしくは流木長(最大値、中央値)に対する部材間隔の比と、透過部の部材間隔の関係を図-5に示す。D₉₅粒径を用いた場合の部材間隔比は最下段以外では1.0を下回った。一方、礫の中央値を用いた場合の部材間隔比は1.0を、鉛直方向についてはいずれも1.5を上回った。また、図-3によると、透過部直上部のメッシュAには大径礫の分布は少ない。このため、実際の透過部付近での礫に対する部材間隔比は、図-5に示した礫に対する部材間隔比よりも大きな値であったと考えられる。堰堤透過部は全体が流木や枝葉で覆われていた。上流に位置する不透過型砂防堰

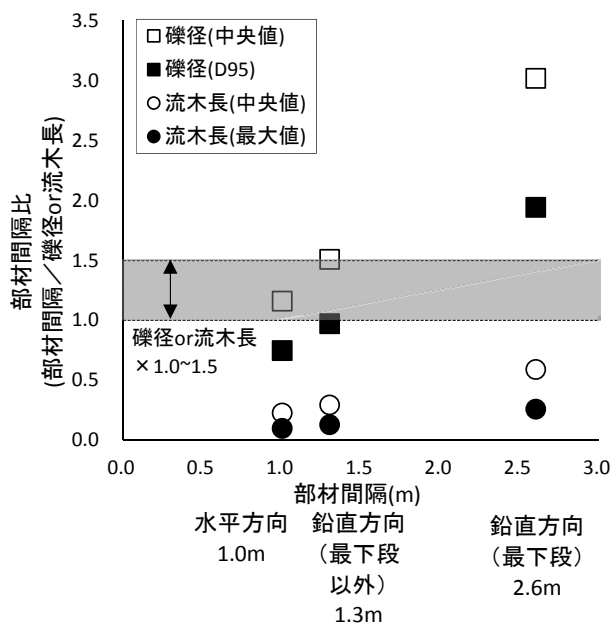


図-5 部材間隔と礫径・流木長との比

堤の影響により流木が先に調査対象堰堤に到達し、透過部を閉塞させ小さい礫の流出を阻害し、結果的に下流への土砂の流出を防止したと推定される。

4. まとめ

調査の結果、平野川第2号砂防堰堤の土石流捕捉事例では流木は堰堤透過部直上に堆積していた一方、大径礫が堰堤直上部にほとんど堆積していないことが判明した。上流に位置する不透過型堰堤の影響が推定され、部材間隔よりも小さい礫径を主体とする土石流であっても、流木が先頭部をなしていることによって、捕捉効果が期待できることが明らかとなった。今後、さらにこのような調査により堰堤の効果の評価を行い事例の蓄積をはかり、計画立案に生かしていくことが重要と考えられる。

謝辞

本調査は、鹿児島県発注の除石工事施工会社の方々との協力をいただき行った。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 小山内ら (1998) : 流木対策施設の効果と維持管理体制の現状, 砂防学会誌, Vol. 50, No. 6, p. 48-51.
- 尾崎ら (1998) : 流木が混入した土石流の鋼製透過型ダムによる捕捉形態の調査 : 砂防学会誌, Vol.51, No.2, p.39-44.
- 渋谷ら (2009) : 透過型砂防堰堤の流木混じり土石流の捕捉性能に関する実験的研究, 砂防学会誌, Vol.62, No.1, p.66-73.
- 嶋ら (2015) : 鋼製透過型砂防堰堤の土石流補足における礫および部材間隔に関する一考察, 砂防学会誌, Vol.67, No.5, p.3-11.