

災害時の流木の流出率に着目した治山堰堤の効果的な配置手法に関する検討

和歌山県（大規模土砂災害対策研究機構）

○福田和寿・西岡恒志・筒井和男

国立研究開発法人土木研究所（大規模土砂災害対策研究機構）

木下篤彦

1. はじめに

和歌山県ではこれまで多数の流木被害が発生している¹⁾。このため、効果的な流木対策が求められている。これまで、流木の河道内への堆積については、宮縁ら²⁾・水山ら³⁾の研究、狭窄部における流木捕捉率については石川ら⁴⁾の研究があるが、河道条件と流木の流出率との関係は明らかになっていない。そこで本研究では、平成23年台風12号で流木被害が発生した佐野川水系荒木川流域において、流木の河道内への堆積状況や立木状況について調査を行い、併せて航空写真により流木の発生量を推定し、流出率の算出を行った。さらに、流木の流出要因となる河道条件について検討を行った。

2. 調査場所の概要及び調査方法

2.1 調査場所の概要

図-1に調査場所を示す。流域内では多数の山腹崩壊が発生し土砂は既設の不透過型堰堤3基によって捕捉されたが、流木が下流へ流出して甚大な被害となった（写真-1・2）。

2.2 調査方法

荒木川の本川と3支川で以下の3項目を調査し、それらに基づいて流出率を求めた（図-2）。

2.2.1 河道内堆積流木量調査

堆積箇所の流木長・直径・樹種・本数を調査し堆積流木量を算出した。なお、材積は空隙を含んだ体積で算出した。

2.2.2 溪流形状調査

堆積箇所の川幅を調査し、流木長と溪流幅の関係性を調査した。また、溪床勾配・溪流の形状についても調査した。

2.2.3 コドラート調査

流域内の立木の密度を把握するため、堆積箇所付近及び上流数カ所でコドラート調査を行い胸高直径・本数・樹種を調査した。

2.3 流木の流出率について

被災前後の航空写真から算出した山腹崩壊面積に2.2.3で調査した流木密度を掛けて流木の発生量を算出し、2.2.1で調査した河道内堆積量から、以下の式(1)、(2)により流出率を算出した。

$$\text{流出量} = \text{発生量} - \text{河道内堆積量} \cdots (1)$$

$$\text{流出率}(\%) = \text{流出量} / \text{発生量} \times 100 \cdots (2)$$

3. 調査結果

3.1 流木の堆積状況

土石流フロントの流木長が溪流幅より狭い箇所では閉塞し、土石流及び流木の流下を防いだ箇所が存在した（調査箇所⑧）。溪流幅より流木長が短いものは堰堤（調査箇所①、⑦）や河畔林（調査箇所④、⑥）に捕捉されたものの

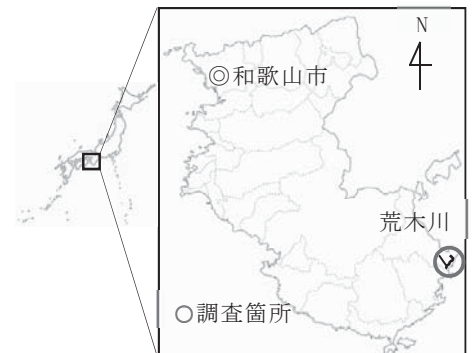


図-1 調査場所



写真-1 平成23年台風12号による
荒木川下流域での流木被害



写真-2 山腹崩壊(左支川1)の事例



図-2 荒木川の平面図及び流木の堆積箇所

ほか、流水が当たらない部分への堆積（調査箇所③、⑩）なども確認された。また、流木長が溪流幅より短い場合であっても溪流幅に変化が生じている箇所に流木が堆積（調査箇所③、④、⑥、⑦）していることが確認された。

3.2 流木堆積箇所の平面・縦断条件

図-2, 3に流木の堆積箇所を平面図及び縦断図に示す。平面図から、溪流の合流点・湾曲部・堰堤の堆砂敷に堆積が確認された。また、縦断図から勾配の変化点に堆積が確認された。

3.3 河道条件と流出率の関係

区間 A~C 及び本川・支川の流木流出率を表-1 に示す。土石流発生区間では殆ど土砂・流木の堆積は見られず、土石流流下区間では堰堤設置箇所で堆積が確認された（調査箇所⑦）。そのほかは殆ど堆積区間から掃流区間で堆積（調査箇所⑦以外）が確認された。流出率は勾配の急な支川では高くなり、緩い本川では低くなる傾向にあった。

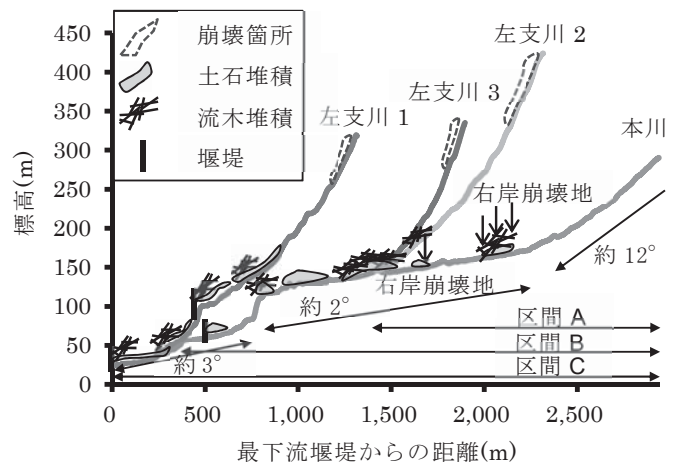


図-3 荒木川の縦断図及び流木の堆積箇所

表-1 区間 A~C 及び本川・支川の流木流出率

項目		崩壊面積 (m ²)	立木密度 (m ³ /m ²)	流木発生量 (m ³)	堆積箇所毎の流木堆積量 (m ³)	流木流出量 (m ³)	流木流出率 (%)	調査箇所	流木堆積箇所の河道特徴	渓床勾配 (°)
		A	B	C = A×B	D	E = C-D	F = E/C×100			
区間毎の流出率	区間 A	4,114	0.032	132	132	0	0.0	—	—	—
	区間 B	15,628	0.038	594	390	204	34.3	—	—	—
	区間 C	19,147	0.040	766	495	271	35.3	—	—	—
本川・左支川の流出率	本川	—	—	—	47	—	—	①	直線区間	3
					54			②	湾曲区間	2~3
					48			③	湾曲区間	2
					60			④	直線区間	2
					70			⑤	河道閉塞箇所	2
	支川 1	3,519	0.051	179	18	121	67.5	⑥	直線区間	3~11
					8			⑦	湾曲区間	12
	支川 2	8,086	0.052	420	32	416	99.0	⑧	河道閉塞箇所	12
					1			⑨	直線区間	12
	支川 3	3,428	0.052	178	3	156	87.6	⑩	直線区間	12
					22			⑪	直線区間	12

4. 治山堰堤の設置位置の決定手法

本川では、支川との合流点直上流の流域区間で流出率を比較し、区間 C が 35.3% と最も流出率が高かった。また左支川 1~3 においては、左支川 2 が 99% と最も流出率が高かった。左支川 2 は、急勾配の直線区間からなり河畔林も未発達で、河道内への堆積が現地調査においても確認されなかった。このことによって、渓床勾配、河畔林・堰堤等の状況、湾曲部等の溪流平面形状からなる河道条件、が流木の流出に影響すると考えられる。このことによって、左支川 2 のような直線区間の多い河道は流木の流出率が高く、堰堤の設置により溪間の安定を図ることで流域全体の流木の流出対策において有効であると考えられる。

5. おわりに

今回の調査により、河道条件によって流木の流出率が異なることが分かった。今後は事例を増やし、河道条件から流木の流出率を推定する手法を開発し、流木対策としての堰堤の有効な配置手法を確立したいと考えている。

参考文献

- 1) 松村ら：2011 年 9 月台風 12 号による紀伊半島で発生した土砂災害，砂防学会誌，Vol.64，No.5，p.43-53，2012.
- 2) 宮縁ら：九州北部の山地河川に堆積する倒・流木と土砂，砂防学会誌，Vol.52，No.1，p.21-27，1999.
- 3) 水山ら：土石流発生に伴う流木の生産，流出事例と対策，新砂防，Vol.38，No.1 (138) p.1-6，1985.
- 4) 石川ら：土石流に伴う流木の発生及び流下機構，新砂防，Vol.42，No.3 (164) p.4-10.1989