

木曾川上流域における流木の生産・流下に関する調査研究

国土交通省中部地方整備局 多治見砂防国道事務所 草野慎一, 檜野 誠(現 木曾川上流河川事務所)
 日本工営株式会社 池島 剛, 西 陽太郎, 流川遥平, 松田 悟, 伊藤隆郭
 玉野総合コンサルタント株式会社 ○中山貴士, 加藤真雄
 政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに：平成26年7月9日に長野県木曾郡南木曾町の梨子沢において、集中豪雨を誘因とする大規模な土石流が発生した。土石流の流出に伴い、溪床や山腹の樹木が流木化し、一部が砂防堰堤に捕捉された後、谷の出口から流出した。流出した流木は、図-1に示すように、土石流氾濫域の他、木曾川本川への流出が確認されている。木曾川本川へ流出した流木は、一部が河床上に残存した他、梨子沢合流点より下流約5kmにある関西電力の山口ダムまで到達しており、この間でほぼ全量の流出流木が捕捉されたものと推定される。したがって、一連の流木の発生-流出-堆積状況の把握が可能であり、本研究では、土石流発生前に実施された立木調査結果や空中写真判読等に基づき、発生・堆積流木量を推定し、既往の研究成果も踏まえ、土石流に伴う流木の発生・流出状況について報告するものである。



図-1 流木の発生・堆積状況

2. 流木の発生状況

(1) 流木発生箇所：梨子沢は大梨子沢と小梨子沢の支溪から構成される流域面積 $A=3.3\text{km}^2$ の土石流危険溪流である。また、流域上流部では溪床勾配が 1/2 を超える急勾配溪流である。土石流発生時の降雨状況は、流域に最も近い気象庁の南木曾観測所において、時間雨量 55mm(17:00~18:00), 日雨量 101.5mm(7月9日) が観測されている。

今回の災害では、豪雨を誘因とする土石流が大梨子沢・小梨子沢の両溪流を流下し、写真-1に示すように、溪床上の草木や樹木が流出するとともに、侵食拡大による斜面上の樹木の流出が確認される。

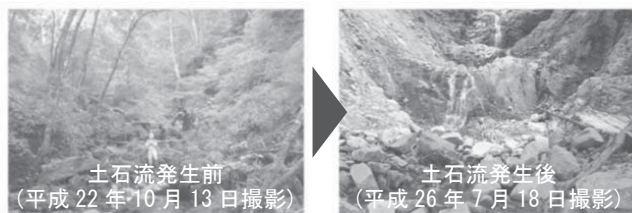


写真-1 土石流の流下に伴う侵食状況

(2) 発生流木の特性：上流域は国有林に指定されており、植生区分は主にヒノキ群落である。また、中下流域はスギ・ヒノキの人工林の他、広葉樹の群落で占められる。本研究では流木の特性を把握するため、流域内の樹木を採取し、伐採後の乾燥収縮を考慮した上で、比重を計測した。その結果、針葉樹の比重は 0.62~0.77, 広葉樹の比重は 0.97~1.06 であり、針葉樹は水に浮く、広葉樹は沈む傾向にあることを確認した。

(3) 発生流木量の推定：平成22年度に流域内で実施された立木調査及び空中写真による侵食範囲の判読結果に基づき、大梨子沢と小梨子沢の両溪流から発生した流木量を推定した。手順は図-2のとおりであり、表-1に基づき、針葉樹・広葉樹別に算出した他、樹木1本当たりの平均的な材積量から発生流木本数も推定した。

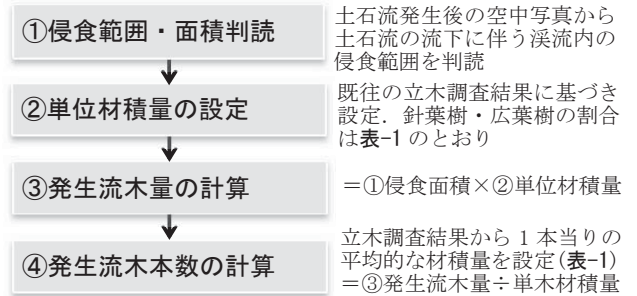


図-2 発生流木量・本数の推定手順

発生流木量及び本数の推定結果は、表-2のとおりである。発生流木量は流域全体で 2,880 m^3 であり、針葉樹と広葉樹の割合は 0.74:0.26 である。また、発生流木本数は、約 16,000 本である。

表-1 針葉樹・広葉樹の材積比率及び単木材積量

区間	材積比率		単木材積量($\text{m}^3/\text{本}$)	
	針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹
上流	0.93	0.07	3.198	0.059
中下流	0.59	0.41	0.099	0.138
下流	0.47	0.53	0.514	0.070

表-2 発生流木量・本数の推定結果

溪流	区間	①侵食面積(m^2)	②単位材積量($\text{m}^3/100\text{m}^2$)	③発生流木量 V_g			④発生流木本数 N		
				全体(m^3)	針葉樹(m^3)	広葉樹(m^3)	全体(本)	針葉樹(本)	広葉樹(本)
大梨子沢	上流	36,600	3.43	1,255	1,167	88	1,850	360	1,490
	中下流	32,800	2.40	787	464	323	7,030	4,690	2,340
	下流	14,600	1.09	159	75	84	1,350	150	1,200
小梨子沢	上流	900	3.43	31	29	2	40	10	30
	中下流	27,000	2.40	648	382	266	5,790	3,860	1,930
計				2,880	2,117	763	16,060	9,070	6,990

以上の結果の妥当性を確認するため、既往の研究成果との比較を行った。図-3は、流域面積 $A(\text{km}^2)$ と発生流木量 $V_g(\text{m}^3)$ との関係を示したものである¹⁾。両者には比例関係が認められており、上限値は針葉樹で $V_g=1,000A$, 広葉樹で $V_g=100A$ である。同図に本研究の推定結果をプロットすると、既往の研究成果と概ね同等規模の関係が得られた。

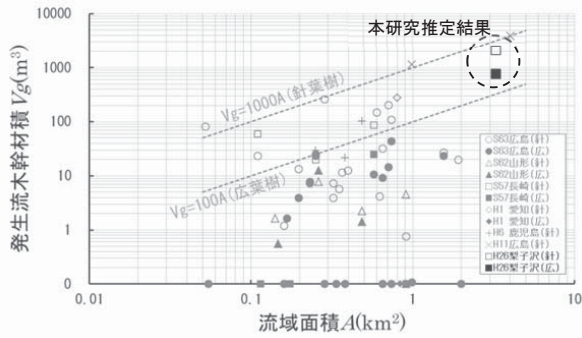


図-3 流域面積と発生流木量の関係 ※1)に加筆

図-4は、流域面積 $A(\text{km}^2)$ と発生流木本数 N (本) の関係を示したものである²⁾。両者には比例関係が認められており、上限値は $N=5,000A$ である。本研究の推定結果は、既往の研究成果の上限値とほぼ同等である。

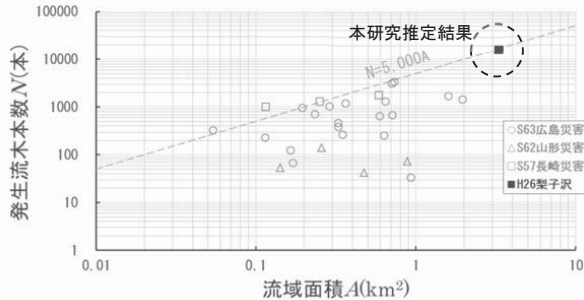


図-4 流域面積と発生流木本数の関係 ※2)に加筆

3. 流木の流出・堆積状況：発生流木量との関連を検討するため、図-5の手順で土石流氾濫域や木曽川本川の堆積流木量を推定した。推定にあたり、堆積流木は丸太以外にも流下中に破碎された木片等とともに塊状態で確認される。そこで、災害要因になり得り、空中写真判読が可能な直径10cm以上の丸太を対象とした。なお、山口ダムでは流木は湛水域に浮いた状態にある。比重計測結果より、これを針葉樹として扱い、発生流木量の推定結果に基づく針葉樹と広葉樹の割合(0.74:0.26)から広葉樹を含む全体量を推定した。

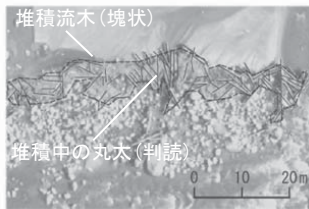


写真-2 木曽川の堆積流木

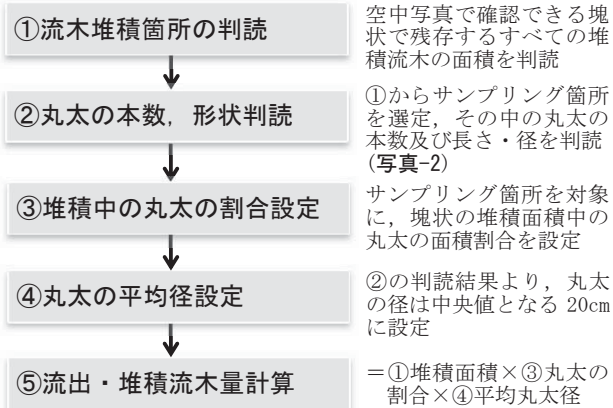


図-5 堆積流木量の推定手順

また、山口ダムの湛水域では、木片等の割合が高いように見受けられるため、空中写真判読による精度を考慮し、次の2ケースで全体の堆積流木量を推定した。推定結果は、表-3に示すとおりである。

Case1. 山口ダムには木片が多く、堆積中の丸太の割合を抑えた場合(推定流出流木量 430m³)

Case2. 木曽川・山口ダムで堆積中の丸太の割合を同一とした場合(推定流出流木量 766m³)

表-3 堆積流木量の推定結果

検討ケース	区間	①流木堆積面積(m ²)	③堆積中の丸太の割合	④丸太の平均径(m)	堆積流木量(m ³)		
					全体⑤	針葉樹⑤*0.74	広葉樹⑤*0.26
Case1	氾濫域	1341	0.32	0.2	86	64	22
	木曽川	6769	0.20	0.2	270	200	70
	山口ダム	9368	0.03	0.2	74	55	19
	合計				430	319	111
Case2	氾濫域	1341	0.32	0.2	86	64	22
	木曽川	6769	0.18	0.2	237	175	62
	山口ダム	9368	0.18	0.2	443	328	115
	合計				766	567	199

4. 流木流出率の推定：発生及び堆積流木量の推定結果より、流木流出率(発生した流木の谷の出口への流出率)を算出した。流木流出率は、堆積流木量/発生流木量として表-4に示すように15~27%と推定した。

表-4 流木流出率算定結果

	発生流木量	流出流木量	流木流出率
Case1	2,880m ³	430m ³	14.9%
Case2		766m ³	26.6%

図-6は既往の研究成果における流域面積 $A(\text{km}^2)$ と流木流出率との関係である²⁾。流木流出率は流域面積に関わらず、最大で90%程度まで達している。本研究の推定値は砂防堰堤に捕捉された分も含まれているが、流木流出率は比較的低い傾向となっている。

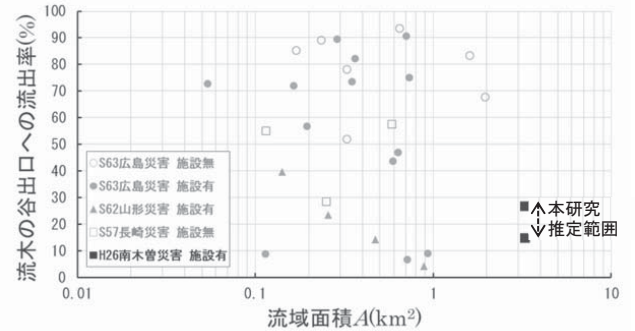


図-6 流域面積と流木流出率の関係 ※2)に加筆

5. おわりに：災害後の流木調査では、下流へ流出した流木の追跡までは困難な場合が多く、本研究は、現地調査や空中写真判読等により、流木の発生から流出までの状況を推定できた事例である。流木災害が顕在化し、より効果的・効率的な対策を検討する上で、引き続き事例の蓄積・分析が必要であると考えられる。

参考文献：

1) 流木対策指針(案), 建設省河川局砂防部砂防課, 平成12年7月, 2) 水山高久, 石川芳治, 福澤誠: 流木の運動・堆積機構と対策工に関する研究, 土木研究所報告(183), p71-156, 1991-03