

土石流発生溪流における流木の流出について

北海道胆振支庁室蘭土木現業所
(株)北海道技術コンサルタント

岡崎 正宜・伊藤 博光
神原 孝義・大谷 健一

1. はじめに

近年、局地的集中豪雨の増加に伴い、比較的長期に渡り安定化していた流域においても大規模な土砂流出被害が発生する事例が増加している。このような事例では、山腹崩壊に伴う流木の発生量が多く、流木による被害が顕著であるため、土砂流出対策に併せて流木対策を行う重要性がより認知される契機となっている。しかし、流木の流出率(生産量に対する流出量の割合)や堆積のメカニズム等は既往の研究事例が少ないため、流木対策施設を計画する上で流出流木量の設定は大きな課題となっている。

本稿では、平成 15 年台風 10 号により、大きな被害を受けた北海道沙流郡日高町の厚別川水系里平川を対象に実施した流木調査より、土石流発生時における流木の生産と流出の関係について考察する。

2. 調査溪流及び調査概要

調査は、流域内で土石流の発生が認められ、流木の発生が明確な 4 つの小溪流(表-1)を対象に溪流内の流木収支及び流木流出率を求めることを目的に、以下の項目について行った。

表-1 調査対象溪流の概要

溪流NO	流域面積 (km ²)	最大流路長 (m)	流路本数
A	0.34	1020	5
B	0.27	1130	1
C	0.38	1160	2
D	0.77	1300	6

①河道内堆積流木量調査

流路長 50m を 1 ブロックとして調査対象溪流の河道内に堆積している全ての流木の直径及び長さを調査した。なお、塊状に堆積している流木については、空隙込みの体積を調査し、別途調査した空隙率を差し引いて実体積を算出した。

②塊状堆積流木の空隙率調査

4 箇所塊状堆積流木について、空隙込みの体積を調査した。その後、各々の流木堆積地を切り崩し、流木一本毎の長さと直径を計測し流木の実体積を算出した。

③元河道堆積流木量調査

新規崩壊の発生していない流路において、河道堆積流木量を調査し災害発生前の堆積流木量とした。

④崩壊生産流木量調査

災害発生前後の空中写真判読により、新規発生崩壊地の位置と面積を把握した。さらに、現地立木調査により単位面積当りの立木体積を調べ、これに崩壊地面積を乗じて崩壊生産流木量とした。

3. 調査結果

①塊状堆積流木の空隙率

調査結果を表-2 に示し、調査の様子を写真-1 に示す。調査を行った 4 ヶ所の塊状堆積流木の空隙率は 63.3～80.9%で平均 72.1%であった。

表-2 塊状堆積流木の空隙率調査結果一覧

調査地点	堆積地の形状				流木実体積 (m ³)	空隙率 (%)
	幅(m)	長さ(m)	高さ(m)	体積(m ³)		
NO1	5.50	4.36	1.24	29.74	10.92	63.3%
NO2	3.75	4.28	1.40	22.47	8.12	63.9%
NO3	3.65	5.23	1.46	27.87	5.31	80.9%
NO4	6.45	5.00	1.78	57.41	11.31	80.3%
平均値						72.1%



写真-1 塊状堆積流木の空隙率調査の様子

②元河道堆積流木量

崩壊が発生していない流路での調査結果より、流路長 50m 当り 3.9m³とした。

③流木収支と流出率

表-2 に崩壊生産流木量・河道堆積流木量の調査結果、及び、推定流出流木量と流木流出率を示す。ここで、流木流出率は、生産流木量に対する推定流出流木量の割合を意味する。

流木流出率は 25.1%～56.7%と溪流による違いが見られた。

表-2 流木収支と流木流出率

溪流 NO	生産流木量(m ³)			河道堆積 流木量(m ³)	推定流出 流木量(m ³)	流木 流出率
	崩壊生産	元堆積	合計			
A	1,982	133	2,114	916	1,198	56.7%
B	247	70	317	237	80	25.1%
C	322	105	427	274	153	35.9%
D	742	144	886	510	377	42.5%

4. 他文献との比較

石川¹⁾は、長崎、山形、広島の災害発生溪流で、本調査同様に27箇所の小溪流にて流木流出率の調査を行っている。この調査結果のうち、防災施設が未設置である10溪流と本調査による4溪流の流域面積と流木流出率の関係を図-1に示す。

図-1 から、流域面積と流出率に相関性、及び、流出率に関する法則性は伺えない。

5. ブロック流出率による分析

調査結果を溪流単位ではなく、河道50mを1ブロックとしたブロック単位で再整理した。図-2に1ブロックの流木収支イメージを示す。このように、1ブロック毎に流木収支を算出し、各ブロックにおける流入流木量に対する流出流木量の割合を区間流出率として整理した。

図-3に各ブロックの区間流出率の頻度分布を、土石流下区間である溪床勾配10°以上と堆積区間である10°未満に区分して示す。50m区間流出率は95～100%が最も多く全体の約50%を占めている。また、大部分は80%以上の流出率を示し、土石流下区間と堆積区間による違いは見られない。

図-4、5に河床勾配と50m区間流出率、土砂流下幅と50m区間流出率の関係を示す。図-4から河床勾配による50m区間流出率の変化は見られない。また、図-5より、土砂流下幅との関係については、流下幅が5.0m以下の箇所のみ、区間流出率の低いブロックが見られる。これは、流木ダム形成による堆積や、崩壊生産された流木がそのまま河道内に残存している特殊ケースであった。

これらの結果より、50m区間流出率は、概ね、流入流木量や河床勾配、河床幅に影響されることなく一定の値をとると考えることができる。そして、その値は、表-3に示すように調査結果の平均から92.2%であった。この平均値の誤差は±2.2%と非常に精度が高いことから、この50m区間流出率を用いて流出流木量の予測が可能であると考えられる。

すなわち、ある地点に存在する流木に対する流出率(F)は、算出基点とその地点の距離をL(m)とすると下式で表すことができる。

$$\text{流木流出率}(F) = 0.922^{(L \div 50)}$$

表-3 50m区間流出率の平均値

サンプル 区間数	50m区間 平均流出率	標準偏差	平均値の誤差 (95%確率)
105	92.2%	9.0%	±2.2%

6. まとめと今後の課題

本調査により、土石流発生溪流における流木の流出率は、溪床勾配や河床幅との関係ではなく、流木生産地点と計算基点の距離の関数である可能性が示された。この結果は、これまで不明瞭であった流木の流出に関するメカニズムに対し、新たな知見となった。

今後の課題としては、土砂生産量や土砂流出量との関係や、他溪流への適用、及び、流木長と流木ダム形成の関係などが考えられる。

参考文献

- 1) 石川, 水山, 福澤 (1989) 「土石流に伴う流木の発生及び流下機構」新砂防Vol. 42 No. 3 p4～10

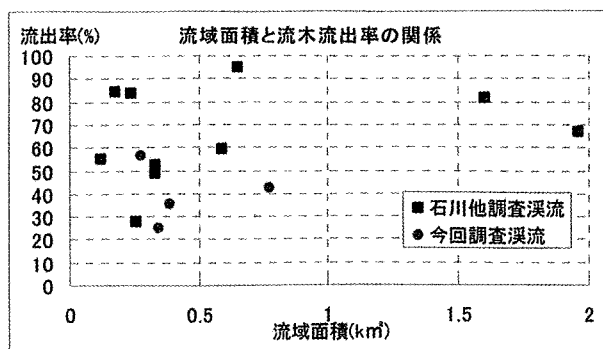


図-1 流域面積と流木流出率の関係

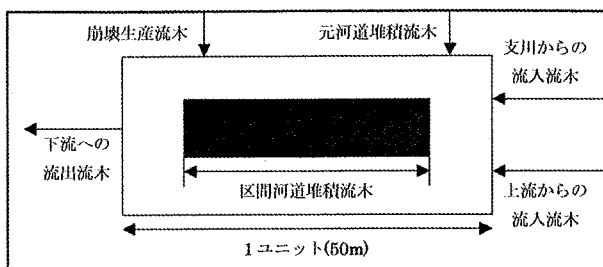


図-2 1ブロックの流木収支の概念

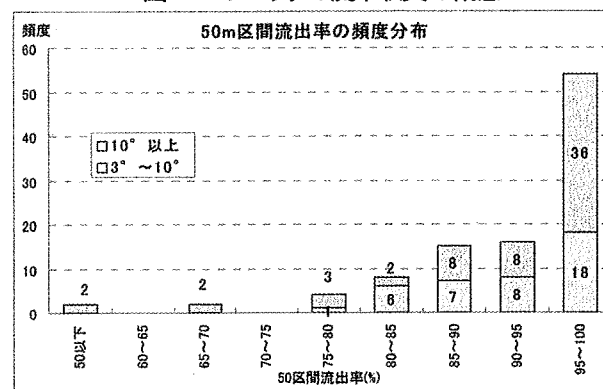


図-3 50m区間流出率の頻度分布

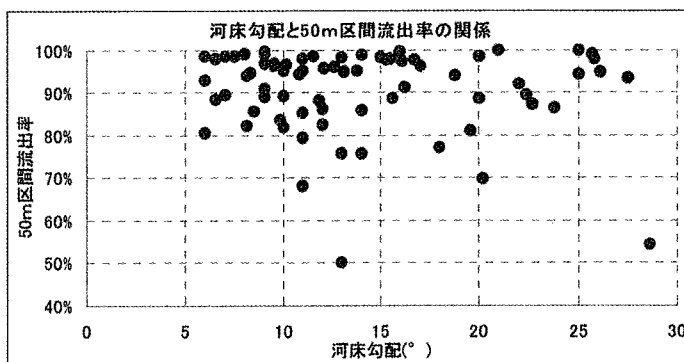


図-4 河床勾配と50m区間流出率の関係

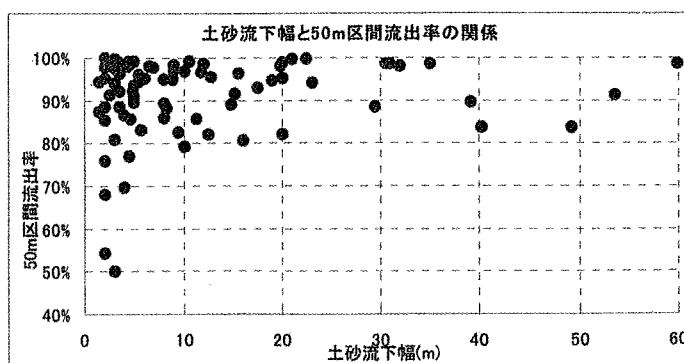


図-5 土砂流下幅と50m区間流出率の関係