

## 流木災害危険度の検討について — 保福寺川流域での検討事例 —

○石田美雪、丸山泰正、蒲原潤一（長野県建設部砂防課）  
濱 弘安、菅原知加子（長野県犀川砂防事務所）  
宮瀬将之、板野友和、上森弘樹、山下勝（一財 砂防・地すべり技術センター）

### 1. はじめに

橋梁などによる河道の狭窄部は、流木の閉塞等により氾濫が生じる可能性があり、土砂整備がある程度進んだ流域においても流木災害リスクが潜在する。

河道狭窄部等における流木災害リスクを評価する方法として、狭窄部の流下断面に着目して、河道幅と流木長との閉塞実績から求まる関係<sup>1),2)</sup>や水理模型実験<sup>2)</sup>による検討により閉塞が生じやすい箇所を確認する方法、数値シミュレーション<sup>3)4)</sup>により評価する方法等が実施されている。一方、地元の理解を得ながら砂防事業を進めていくためには、事業自体の必要性の説明とともに、効率的かつ効果的な整備であることを分かりやすく説明することが必要であり、“災害リスクの見える化”が求められる。このような観点からは、流木災害リスクの評価手法が確立されているとは言い難い。

本報告では、保福寺川を事例に、今後、流木対策を考慮した砂防事業を展開するにあたって、流域内のどこに流木災害リスクが潜在し、どこを整備することが効率的かつ効果的なのか、に対し、“流木災害リスクの見える化”に着目して検討した内容について報告する。

### 2. 保福寺川の概要

保福寺川(流域面積:34km<sup>2</sup>、流路延長:12km、平均河床勾配:1/17)は、犀川支川会田川の左支川で長野県松本市に位置する一級河川である(図1)。基本的な地質は、本川右岸部と下流域を新第三系堆積岩類、本川左岸部を新第三系火山岩類で構成される。植生は、アカマツ林が主として分布しており、稜線部にその他の針葉樹、本川左岸斜面に広葉樹が分布している。河川沿いは河岸段丘が発達し、主に農地として利用されている。住宅等の保全対象は、地すべり跡地の緩斜面や谷出口の扇状地に分布しており、支溪のほとんどが土石流危険溪流となっている。

流域内は、砂防施設14基、治山施設64基が整備済みであり、土石流危険溪流(37溪流)のうち、3溪流については土砂及び流木整備率が100%となっている。保福寺川本川は、掘り込み河道であり、ほぼ全域で落差高と護岸工が整備されている。

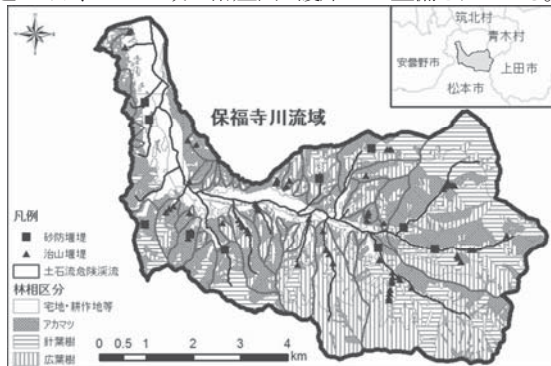


図1 保福寺川の位置図

### 3. 流木災害危険度の考え方

#### 3.1 流木災害シナリオ

本検討で想定する流木災害シナリオは、流木整備率100%

未満の溪流から流出する流木が、本川または支川のトラブルスポットである河道狭窄部や橋梁で閉塞し、湛水・氾濫被害を生ずるものとした。ただし、支川の谷出口から本川までの流路が不明瞭な溪流は、支川流域内で氾濫するものとして、検討対象から除外した(図2)。

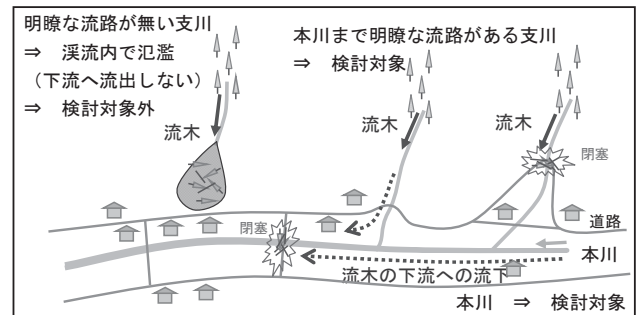


図2 溪流の区分イメージ

#### 3.2 トラブルスポットの抽出

本川および明瞭な流路がある支川を対象とし、下記①～③の条件を基に、河道の狭窄部や橋梁等の横断構造物を流木により河道が閉塞(以下「流木閉塞」)する可能性が高い地点(トラブルスポット)として抽出した(図4)。

- ①位置関係による条件: 流木発生源下流かつ保全対象上流の狭窄部もしくは橋梁等の横断構造物
- ②河道幅による条件: 河道幅 $\leq$ 最大流木長 $\times 1.3$ <sup>1)</sup>
- ③流下能力による条件: 流下能力 $\leq$ 土石流ピーク流量  
(流下能力: マニング式により算出)  
(土石流ピーク流量: 中安の単位図法により算出)

#### 3.3 評価の考え方

抽出したトラブルスポットにおける相対的な流木災害発生危険度(流木災害リスク)を、「流木災害発生危険度=被害量 $\times$ 流木閉塞のしやすさ」と考え、被害量(流木閉塞により影響を受ける保全対象数)と流木閉塞のしやすさ(トラブルスポット毎の相対的な流木の閉塞しやすさ)の組み合わせにより評価した。

それぞれの評価方法を以下に示す。

- ①被害量の評価: トラブルスポット上流側の湛水と下流側の氾濫範囲内に分布する保全対象の数量を用いてランク区分して評価した。(本検討においては、上流側をレベル湛水、下流側を地形見合いで簡易的に設定)
- ②流木閉塞のしやすさ: 各トラブルスポットにおける“通過最大流木量”に対する“到達流木量”の割合(%)をランク区分して、流木による河道の閉塞のしやすさを評価。
- ③流木災害発生危険度の評価: 被害量の評価結果と流木閉塞のしやすさの組み合わせにより、流木災害発生危険度を評価した(表1)。

○通過流木量: 各トラブルスポットに到達した流木量(到達流木量)に流木通過率を乗じることで算出する。ただし、各トラブルスポットでの計画規模出水時におけるクリアランス分を流木が通過できる最大の量(通過最大流木量)とした。

・流木通過率: 「必ず閉塞する(通過率0%)河道幅=最小流

木長×1.3)、「閉塞しない(通過率 100%)河道幅=最大流木長×1.3」の関係からトラブルスポット毎に流木通過率を設定。ただし流木通過率の最小値を10%とした。

- ・通過最大流量:各トラブルスポットでのピーク流量時のクリアランス(桁下高-水位)に並べることが可能な流木の断面積から求められる容積を通過可能な流量とした。

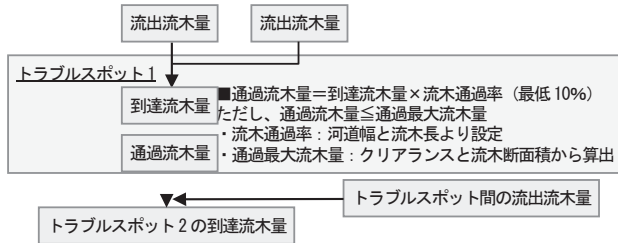


図3 トラブルスポットを通過する流量の考え方

#### 4. 検討結果

保福寺川における被害量、流木閉塞のしやすさ、および流木災害発生危険度の評価結果を表4に示す。

- ・支川のトラブルスポットの流木災害発生危険度が総じて高く、本川では、支川合流地点直下のトラブルスポットの流木災害発生危険度が高い。
- ・流木疎通能力の小さいトラブルスポット(支川、T-21、T-24、T-25、T-27)は流木閉塞のしやすさが高まることから、流木災害発生危険度が高い。また、疎通能力の小さいトラブルスポットの下流側へは通過流量が少なくなることから、流木災害発生危険度は低い(T-22、支川合流地点直下(合流地点直下の危険度の評価結果は高いが、閉塞のしやすさは支川内よりかなり低下している))。
- ・流木通過能力の大きいトラブルスポットは流木災害発生危険度が高くなりにくいものの、通過流量が大きくなり、下流トラブルスポットの流木災害発生危険度が下がりにくい(T-2)。

表1 流木災害危険度の評価結果一覧

区分	トラブルスポット		川幅 最短(m)	流木通過 率(%)	通過最大 流木量(m <sup>3</sup> )	被害量(保全対象)			流木閉塞のしやすさ 超過率	判定	災害発生 危険度
	番号	名称				人家(戸)	公共的建物	判定			
支川	T-2-1	山口橋	5	10%	52	6	0	多	2079%	特に高	特に高
	T-4-1	-	5	10%	31	1	0	中	1047%	特に高	高
	T-8-1-1	-	3.4	10%	43	7	0	多	523%	特に高	特に高
	T-26-1-1	-	3	10%	78	6	0	多	490%	特に高	特に高
	T-31-1-1	-	3	10%	135	1	1	特に多	101%	特に高	特に高
	T-33-5-1	沢屋橋	3	10%	41	14	1	特に多	339%	特に高	特に高
本川	T-1	月沢上橋	10	21%	198	0	0	少	318%	特に高	高
	T-2	-	13	30%	285	0	0	少	56%	高	中
	T-3	藤ノ木橋	13	30%	258	0	0	少	18%	中	低
	T-4	藤ノ木橋	13	30%	190	5	0	多	7%	低	中
	T-5	寺前橋	6	10%	75	0	0	少	36%	中	低
	T-6	町裏橋	13	30%	285	5	0	多	1%	低	中
	T-7	-	6	10%	69	12	0	特に多	1%	低	中
	T-8	-	6	10%	194	13	0	特に多	0%	特に低	特に低
	T-9	保福寺橋	6	10%	138	12	0	特に多	0%	特に低	特に低
	T-10	上金山橋	12	27%	288	12	0	特に多	0%	特に低	特に低
	T-11	金山橋	12	27%	238	4	2	特に多	0%	特に低	特に低
	T-12	-	12	27%	163	9	0	多	0%	特に低	特に低
	T-13	三ツ屋橋	11	24%	138	8	0	多	0%	特に低	特に低
	T-14	-	6	10%	50	7	0	多	0%	特に低	特に低
	T-15	-	6	10%	88	7	0	多	0%	特に低	特に低
	T-16	-	6	10%	81	5	0	多	0%	特に低	特に低
	T-17	中木戸橋	15	38%	266	4	0	中	0%	特に低	特に低
	T-18	-	4	10%	50	1	0	中	0%	特に低	特に低
	T-19	赤怒田橋	3	10%	9	8	0	多	0%	特に低	特に低
	T-20	下小瀬橋	12	27%	138	2	0	中	0%	特に低	特に低
	T-21	-	5	10%	13	0	0	少	292%	特に高	高
	T-22	-	12	27%	376	5	0	多	1%	低	中
	T-23	保福寺橋	15	38%	517	2	0	中	0%	特に低	特に低
	T-24	矢瀧田橋	12	27%	44	1	0	中	32%	中	中
	T-25	-	6	10%	16	1	0	中	25%	中	中
	T-26	青木橋	13	30%	41	0	0	少	0%	特に低	特に低
	T-27	板場橋	13	30%	41	0	0	少	34%	中	低
	T-28	保福寺橋	8.5	16%	133	8	0	多	3%	低	中
	T-29	-	8	15%	21	0	0	少	5%	低	低
	T-30	板取橋	9	18%	207	0	0	少	0%	特に低	特に低
	T-31	四賀大橋	16	39%	117	0	0	少	0%	特に低	特に低

※橋脚がある橋梁の場合、河道幅は最短の径間長とする。

- ・流木通過能力が低いトラブルスポットにおいても、流木発生域や他のトラブルスポットとの位置関係により流木が到達しにくい箇所は災害発生危険度が低くなり(T-6~T-20、T-26、T-30~T-31)、流木通過能力と災害発生危険度は必ずしも一致しない。
- ・上記結果は、各地点において、上下流のトラブルスポットの影響等を踏まえた災害発生危険度の評価結果が得られていることを示しており、諸条件の適切な設定により、各トラブルスポットの配列を考慮した合理的な危険度評価が得られる可能性を示唆している。

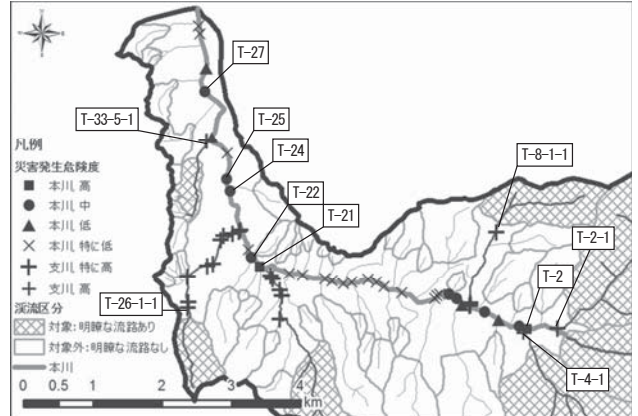


図4 トラブルスポットの位置・災害発生危険度評価結果図

#### 5. おわりに

本検討では、トラブルスポットにおいて流木が一部通過することをモデル化したうえで流木災害の発生危険度を評価した。

保福寺川においては、流木量、トラブルスポット位置・疎通断面、保全対象の分布等を反映し”流木災害リスクを見える化”した評価結果(流木災害発生危険度)を得ることができた。

一方、橋梁等により閉塞が生じた場合に、どの程度の流木がそれより下流に流出しているのか評価することが流域全体でのリスク評価するうえで重要となることが示唆されるものの、実態については不明点が多い。このため、通過最大流木量の設定方法や、他流域への適用性など、十分な検証が行えていない部分も残る。今後は、これらの課題や、住民への説明等を見据えたより分かりやすい表現方法等について、さらなる改良を目指したい。

#### 【参考文献】

- 1) 石川芳治、水山高久、福澤誠(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
- 2) 坂野章(2003):橋梁への流木集積と水位せきあげに関する水理的考察、国土技術政策総合研究所資料第78号
- 3) 渡部春樹、貝塚和彦、伊藤隆郭、西村茂樹(2012):樹種の異なる流木を伴う流れの拡散特性に関する実験的研究、平成24年度砂防学会研究発表会概要集
- 4) 香月智、渋谷一、大隅久、石川信隆(2013):三次元個別要素法による実橋梁の流木閉塞 災害事例の解析、土木学会論文集A2(応用力学)、Vol.69(2013)、No.1