

複数の溪流からなる広域山地流域における流木対策に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 30～令 3

担当チーム：火山・土石流チーム

研究担当者：石井靖雄、石田孝司、藤村直樹、
平田 遼、山田 拓、小柳賢太

【要旨】

本研究では、近年流木による被害が顕在化している広域山地流域を対象に、(1) 流出流木量推定手法と (2) 既存砂防施設による流木捕捉機能向上手法の 2 点を検討した。平成 29 年 7 月九州北部豪雨により流木の生じた 2 広域山地流域の流木量調査と GIS 地形・水理解析から、流域面積や水深を用いて流出流木量を推定する手法を提案した。また、砂防堰堤の掘削調査と水路実験から、透過型砂防堰堤では流木容積率、不透過型砂防堰堤では空き容量が流木捕捉機能に大きく影響することを明らかにした。これにより、広域山地流域を流下する土砂・流木の計画的な分離や、堆砂敷の除石を行うことで既存砂防施設の流木捕捉機能を向上させる手法を提案した。

キーワード：流木、土石流、洪水流、砂防堰堤、水路実験

1. はじめに

豪雨時に山地溪流を流下する多量の流木は、流路の閉塞等により、土砂・洪水氾濫被害を拡大させる。このような流木による被害を軽減するためには、計画基準点までの流出流木量（以下「計画流出流木量」と記す）を適切に推定した上で、計画流木流出量を捕捉するために十分な構造を有した砂防施設を整備する必要がある。

我が国ではこれまで、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」¹⁾（以下「土対針」と記す）に基づき、個別の土石流危険溪流を対象にした計画流出流木量の設定、並びに対策施設の整備が進められてきた。この中では、下流に保全対象を有する土石流危険溪流を 1 単位として計画基準点を設定し、河床勾配が概ね 2° 以上の急勾配区間（以下「土石流区間」と記す）における流木の発生・流下・堆積の特徴を踏まえた流木対策が行われている。

しかしながら、近年では土石流危険溪流以外の溪流も含めた、複数の溪流からの同時多発的な流木流出や、河床勾配が概ね 2° 未満の緩勾配区間（以下「掃流区間」と記す）における流路の閉塞被害が生じる^{例えば 2)}など、個別の土石流危険溪流を対象にした土対針の適用範囲を越えた広域での流木被害が顕在化している。今後、流木対策をより効果的に進めるためには、土石流危険溪流以外の溪流も対象とし、土石流区間・掃流区間を包含する広範囲（以下「広域山地流域」と記す）からの流出流木量を適切に推定するための技術開発が求め

られている。

加えて、砂防施設が既に設置されている広域山地流域では、既存施設で水・土砂・流木の割合が変化することにより流木の流下形態が変化し³⁾、下流側の対策施設による土砂・流木捕捉効果が影響を受ける可能性がある。また、流木の捕捉効果が一定程度見込まれる土石流区間の不透過型砂防堰堤から流木が流出した事例がある⁴⁾一方、流木捕捉を想定していない掃流区間の不透過型砂防堰堤により、多量の流木が捕捉された事例も報告されている⁵⁾。広域山地流域内の既存施設を有効利用しつつ、土砂と流木をより確実に捕捉するためには、砂防施設の縦断的な配置や構造の違いが土砂や流木の捕捉効果に与える影響を明らかにする必要がある。

以上を踏まえて本研究では、(1) 複数の溪流からなる広域山地流域における流木の流出量推定手法の提案、(2) 複数の土砂・流木対策施設の効果的な配置と構造の提案の 2 点を目的としている。目的 (1) の達成に向けては、平成 29 年 7 月九州北部豪雨により広域山地流域で発生・堆積・流出した流木量を調査し、流域面積や水深との関係を分析した。また、目的 (2) の達成に向けては、上流に不透過型砂防堰堤を有した透過型砂防堰堤の掘削調査、並びに異なる構造の砂防堰堤模型を用いた水路実験を行なった。

2. 広域山地流域における流木流出実態

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、筑後川右岸の複

数の広域山地流域で、流木による橋梁の閉塞や、それに伴う土砂・洪水の氾濫被害が同時多発的に発生した²⁾。本研究では、筑後川右岸に位置する広域山地流域のうち、顕著な土砂移動が生じた³⁾奈良ヶ谷川流域と妙見川流域の2流域を対象に、流木の発生・堆積・流出実態（流木収支）を詳細に分析した。

2.1 奈良ヶ谷川・妙見川流域の概要

本研究を行なった2広域山地流域の位置を図-1に示す。奈良ヶ谷川流域と妙見川流域の流域面積はそれぞれ2.25km²と2.54km²であり、平均河床勾配はそれぞれ約4°と約6°である。また、これら2広域山地流域は主にスギやヒノキから構成される針葉樹人工林に覆われている。

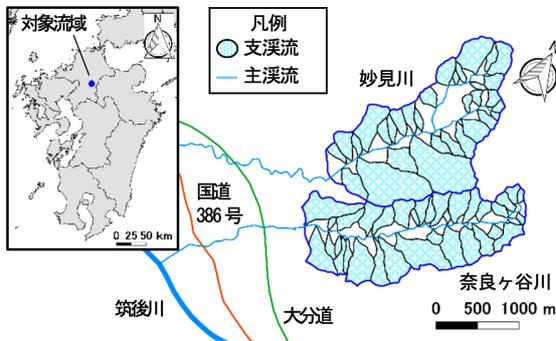


図-1 対象流域の位置図⁷⁾

2.2 流木収支の算出方法

本研究では、広域山地流域における流木流出の特徴を把握するために、広域山地流域を構成する水系網を急勾配（河床勾配：10～30°程度）の支溪流と、複数の支溪流が流入する比較的緩勾配（河床勾配：概ね10°未満）な主溪流に区分した上で（図-1）、それぞれの溪流区分における流木収支を算出した。

急勾配の支溪流では、式-(1)により主溪流との合流点までの流出流木量を算出した。

$$V_{\text{流出}} = V_{\text{発生}} - V_{\text{堆積}} \quad (1)$$

ここに、 $V_{\text{流出}}$ ：支溪流からの流出流木量（m³）、 $V_{\text{発生}}$ ：支溪流内の発生流木量（m³）、 $V_{\text{堆積}}$ ：支溪流内の堆積流木量（m³）である。発生流木量 $V_{\text{発生}}$ については、各支溪流の谷出口よりも上流に分布する流木の発生箇所を災害前後に得られた1mDEMの差分解析から判読し、現地での植生調査で得られた単位面積あたりの幹材積を乗じて算出した。また、広域山地流域における流木の発生機構を検討するために、流木発生箇所の地形に基づいて流木の発生源を「崩壊」と「溪岸溪床侵食」

に分類した⁶⁾。堆積流木量については、空中写真等で流木の堆積範囲を判読した上で現地計測した。

また、支溪流からの流木流出の特徴を把握するために、各支溪流における流木流出率を式-(2)により算出した。

$$\alpha = \frac{V_{\text{流出}}}{V_{\text{発生}}} \times 100 \quad (2)$$

ここに、 α ：支溪流からの流木流出率（%）である。ここで算出した流木流出率については、過去の流木災害事例と比較するとともに、流木流出率と流域面積の関係を分析した。

加えて、流木堆積箇所の特徴を分析するために、奈良ヶ谷川流域では式-(3)～(5)を用いて主溪流と支溪流50m区間ごとに縦断的な流木収支を算出した（図-2）。

$$V_{\text{区入}} = V_{\text{上入}} + V_{\text{支入}} + \left\{ (V_{\text{崩発}} - V_{\text{崩残}}) + V_{\text{溪発}} - V_{\text{溪残}} \right\} \quad (3)$$

$$V_{\text{下出}} = V_{\text{区入}} - V_{\text{溪堆}} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{V_{\text{溪堆}}}{V_{\text{区入}}} \times 100 \quad (5)$$

ここに、 $V_{\text{区入}}$ ：区間流入流木量（m³）、 $V_{\text{上入}}$ ：上流区間からの流入流木量（m³）、 $V_{\text{支入}}$ ：支溪流からの流入流木量（m³）、 $V_{\text{崩発}}$ ：崩壊による発生流木量（m³）、 $V_{\text{崩残}}$ ：崩壊に起因する残存木量（m³）、 $V_{\text{溪発}}$ ：溪床溪岸侵食による発生流木量（m³）、 $V_{\text{溪残}}$ ：溪床溪岸侵食に起因する残存木量（m³）、 $V_{\text{下出}}$ ：下流区間への流出流木量（m³）、 $V_{\text{溪堆}}$ ：溪床堆積流木量（m³）、 β ：溪床流木堆積率（%）である。本研究では、ここで算出した溪床流木堆積率 β と地形、水理量の関係を分析することにより、広域山地流域における流木堆積箇所の特徴を分析した。

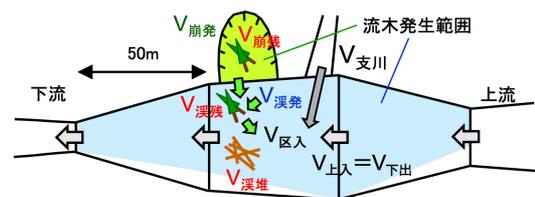


図-2 流木収支の模式図⁸⁾

2.3 結果と考察

2.3.1 広域山地流域における流木の発生

奈良ヶ谷川流域で流木の発生源を判読した結果、支溪流と主溪流のいずれも、約7割の流木が崩壊に起因して発生したことが明らかになった(図-3)。また、奈良ヶ谷川流域全体で見ると、主溪流から発生した流木に比べ、支溪流から発生した流木の割合が高かった(図-3)。加えて、本研究で調査を行なった2広域山地流域の支溪流における単位面積当たりの発生流木量は5,000~20,000m³/km²であり⁷⁾、これは主溪流に比べて高い値を示していた⁶⁾。これらのことから、広域山地流域からの流木発生には、特に支溪流の崩壊が大きく寄与するものと考えられる。

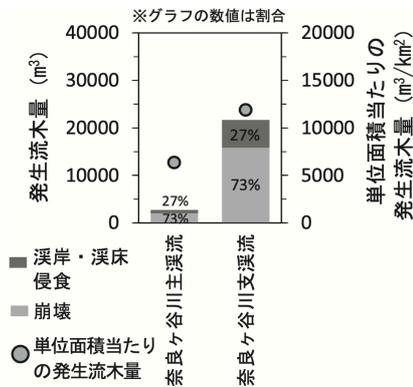


図-3 発生源別の発生流木量と単位面積当たりの発生流木量⁶⁾

そこで、本研究で算出した崩壊による単位面積あたりの発生流木量(以下「比崩壊発生流木量」と記す)について、過去の流木災害と併せて流域面積との関係を検討した結果(図-4)、比崩壊発生流木量は流域面積の増加に伴い低下する傾向が見られた⁷⁾。本研究を行なった広域山地流域では支溪流の崩壊が主な流木の発生機構であったことも踏まえると、図-4は流域面積を指標として、広域山地流域における発生流木量の大部分を経験的に推定できる可能性を示唆している。

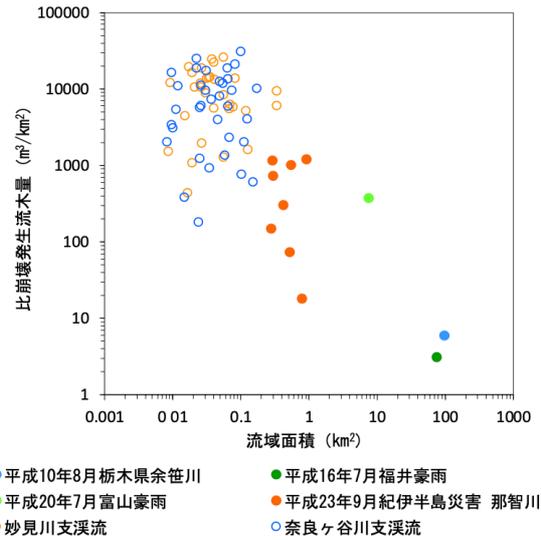


図-4 流域面積と比崩壊発生流木量の関係⁷⁾

2.3.2 広域山地流域における流木の堆積・流出

2広域山地流域の支溪流を対象に、式(2)から流木流出率 α を算出した結果、9割以上の支溪流では流木流出率 α が80%を超えており⁷⁾、支溪流で発生した流木の大部分は支溪流内に留まることなく、主溪流まで流出したことが示された(図-5)。また、支溪流の流木流出率 α について、既往の流木災害と併せて流域面積との関係を分析した結果、流木流出率は流域面積の増加に伴って減少する傾向が見られた(図-5)。このことから、図-4で示した流域面積と比崩壊発生流木量の関係や、図-5で示した流域面積と流木流出率の関係等に基づき、支溪流から主溪流への流出流木量を経験的に推定できると考えられる。

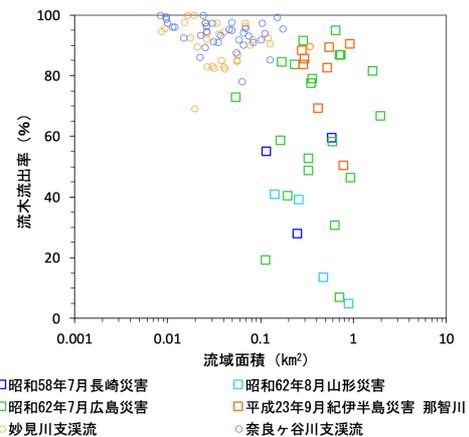


図-5 流域面積と流木流出率の関係⁷⁾

また、奈良ヶ谷川流域を対象に、式(3)から50m区間ごとの流入流木量 $V_{区入}$ を算出した結果(図-6)、主溪流(緩勾配区間)では支溪流(急勾配区間)に比べ

て区間ごとの流入流木量が大きいことが示された⁸⁾。このことから、主溪流（緩勾配区間）における流木の挙動（特に堆積箇所の特徴）を定量的に評価することにより、合理的な対策施設を整備することが可能になると考えられた。

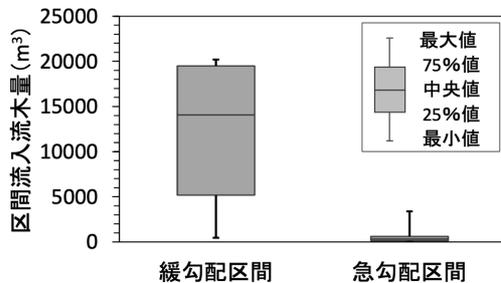


図-6 区間流入流木量の分布⁸⁾

そこで、主溪流 50m 区間ごとの溪床堆積流木量（ $V_{\text{溪堆}}$ ）や式-(5)で算出した溪床流木堆積率 β について、地形量や水理量との関係进行分析したところ⁸⁾、式-(6)で算出する無次元の流木径相対水深の増加に伴い、溪床流木堆積率 β が減少する傾向が見られた（図-7）。

$$\gamma = \frac{h}{d} \quad (6)$$

ここに、 γ ：流木径相対水深、 h ：50m 区間の推定最大水深 (m)、 d ：平均流木直径 (m) である。このことは、流域内の植生調査から得られる樹木の直径や、想定される降雨強度から求められる水深に基づき、主溪流の溪床に堆積する流木量を縦断的に推定できる可能性を示唆している。

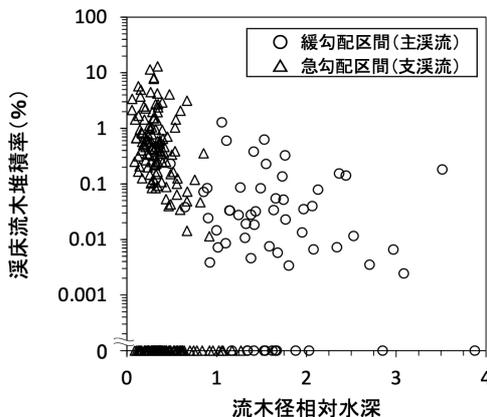


図-7 流木径相対水深と溪床流木堆積率との関係⁸⁾

2.4 まとめ

本研究では、複数の溪流からなる広域山地流域にお

ける流木の流出量推定手法を提案するために、平成 29 年 7 月九州北部豪雨により多量の流木が発生・堆積・流出した奈良ヶ谷川流域と妙見川流域の実態調査を行った。本研究から、広域山地流域で発生した流木のうち、大部分は支溪流の崩壊に由来していたことが明らかになり、支溪流の単位面積あたりの崩壊による発生流木量（比崩壊発生流木量）は流域面積の増加とともに減少することが示された。また、支溪流から主溪流への流木流出率は流域面積の増加と共に減少し、主溪流 50m 区間ごとの溪床流木堆積率は流木径相対水深の増加と共に減少することが示された。これらの関係に基づいて、広域山地流域における流木の流出量を経験的に推定することができると考えられる。今後は、他の広域山地流域においても同様の分析を行い、本研究で得られた結果の一般性を確認することが課題である。

3. 砂防堰堤による流木の捕捉に関する実態調査と水路実験

3.1 実態調査と水路実験の概要

本研究では、砂防堰堤の効果的な配置や構造を提案することを目的に、上流に不透過型砂防堰堤を有した透過型砂防堰堤や、異なる構造の砂防堰堤モデルにおける土砂・流木量について、複数の条件下で計測・比較を行なった。

まず、砂防施設の縦断的な配置が土砂や流木の捕捉効果に与える影響を分析するために、2016 年台風 16 号時に土砂・流木を捕捉した鹿児島県平野川 2 号堰堤（鋼製スリット式透過型砂防堰堤；高さ 13m；長さ 52.2m；）の調査を行った。調査は鹿児島県による除石工事に併せて実施し、カメラ画像解析により透過部・堆砂地上部の土砂・流木量をそれぞれ計測するとともに、除石工事の報告書データを元に捕捉土砂内部に含まれる流木量についても計測した。これら土砂・流木量については、堰堤上流に設けた仮想的なグリッド（図-8）を用いて縦断・横断的な空間分布を分析するとともに、礫径や流木長と透過部材の純間隔（以下「部材間隔」と記す）の比率が土砂・流木の捕捉に与える影響を考察した。また、平野川 2 号堰堤の上流約 110m に設置された不透過型砂防堰堤（高さ 14.5m；長さ 48m）の土砂・流木捕捉状況も踏まえて、異なる構造を有する砂防堰堤の効果的な配置についても考察した。

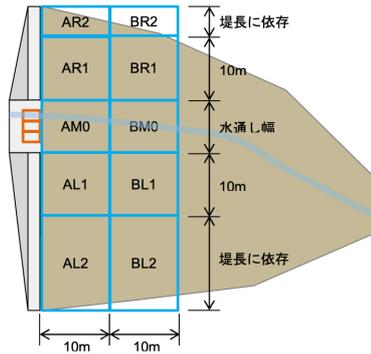


図-8 仮想的なグリッドの設定方法⁹⁾

加えて、砂防施設の構造の違いが土砂や流木の捕捉効果に与える影響を分析するために、本研究では透過型砂防堰堤（図-9）と不透過型砂防堰堤（図-10）の模型を用いた水路実験をそれぞれ行なった。両実験には、土木研究所機械施工屋内施設砂防工学実験室に設置された長さ 5m、幅 0.2m の実験水路を用いた（図-11）。両実験の水路勾配は 17°、堰堤模型の縮尺は 1/50 で統一し、幾何学的・水理学的な諸量についてはフルード相似則に基づいて設定した。透過型砂防堰堤の模型を用いた実験（以下「実験 A」と記す）のケース一覧は表-1、透過型砂防堰堤の模型を用いた実験（以下「実験 B」と記す）のケース一覧は表-2 に示す通りであり、再現性の確認のため各ケースは 3 回ずつ実施した。両実験共に砂防堰堤の効果量相当の土砂を予め水路内に敷設した移動床で行い、直径 0.6cm、比重約 1.3g/cm³ の円柱流木模型を用いた。

なお、実験 A では透過型砂防堰堤 6 基（鹿児島県三本松川 2 号堰堤、磯脇川 3 号堰堤、境松崎川堰堤、第一中浜川 3 号堰堤、平野川 2 号堰堤、平野川支川 1 号堰堤）で平成 28 年台風 16 号時に捕捉された流木長を参考に、長さ 5cm と 10cm の模型を本数比率 1:1 で混合した。一方、実験 B の流木長（7cm、14cm、18.2cm）は実験に用いる不透過型砂防堰堤の模型の水通し幅（14cm）を参考に設定した。

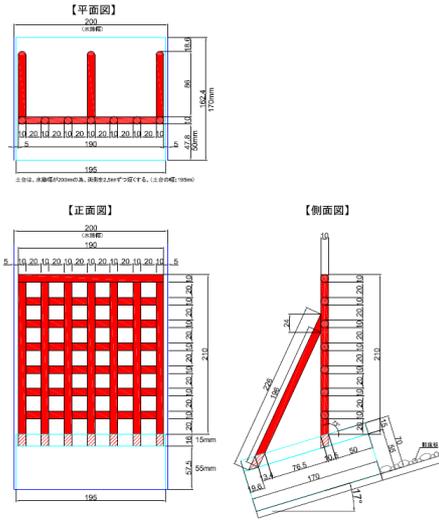


図-9 実験に用いた透過型砂防堰堤の模型図

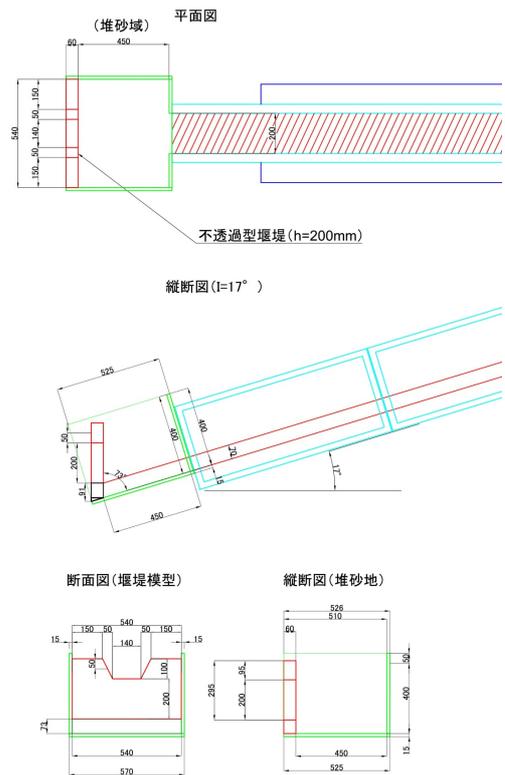


図-10 実験に用いた不透過型砂防堰堤の模型図

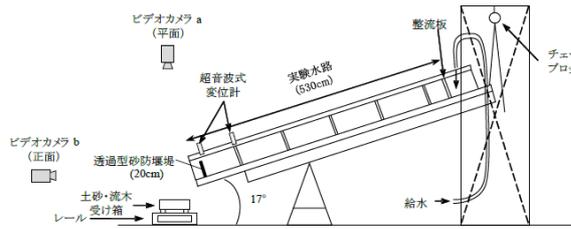


図-11 実験水路の側面図

表-1 実験Aのケース一覧

ケース	最大粒径	流木容積率 ^a (%)
1	粒径 1 ^a	0
2	〃	0.25
3	〃	0.5
4	〃	1.0
5	粒径 2 ^b	0
6	〃	0.25
7	〃	0.5
8	〃	1.0

^a最大粒径D95が部材間隔の約0.48倍；^b最大粒径D95が部材間隔の約0.25倍；^c供給土砂量に対する流木模型の合計体積

表-2 実験Bのケース一覧

ケース	堆砂条件	流木長 (cm)
1	満砂	7.0
2	〃	14.0
3	〃	18.2
4	未満砂	7.0
5	〃	14.0
6	〃	18.2

3.2 結果と考察

平野川 2 号堰堤により捕捉された 50cm 以上の大礫径、並びに流木の空間分布 (XY 平面) は図-12 と図-13 に示す通りであった。なお、図中のグリッド番号の 1 文字目は縦断方向 (A~I)、2 文字目と 3 文字目は横断方向 (右岸 : R ; 左岸 : L ; 中央 : M) を示している。大礫径については、約 9 割が堆砂敷の中～上流部に位置しており、堰堤の直上部であるグリッド AM0 に堆積していた大礫径は個数割合で 1.5%のみであった (図-12)。一方、流木については堰堤の直上部であるグリッド AM0 に本数割合 39.6%が集積しており (図-13)、堰堤透過部は流木や枝葉により閉塞していることが確認された。当該堰堤の部材間隔について水平方向、鉛直方向 (最下段以外)、鉛直方向 (最下段) でそれぞれ計測したところ 1.0m、1.3m、2.6m であり、礫径や流木長との関係 (図-14) から、平野川第 2 号砂防堰堤の閉塞には流木が寄与したことが強く示唆された⁹⁾。また、大礫径に比べて流木が堆砂敷の下流側に集中した主な

理由としては、上流側に設置された不透過型砂防堰堤により大礫径が選択的に捕捉され、結果的に大礫径と流木の到達時間に差が生じたことが考えられる⁹⁾。

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	FMO	GMO	HMO	IMO
1.5%	4.0%	8.9%	14.9%	20.8%	5.0%	1.5%	0.5%	0.0%
AL1	BL1	CL1	DL1	EL1	FL1	GL1	HL1	IL1
0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	3.5%	0.0%	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%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

図-12 平野川第 2 号砂防堰堤における 50cm 以上の礫の堆積位置と径個数の割合⁹⁾

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	GMO	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%	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%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

図-13 平野川第 2 号砂防堰堤における流木の堆積位置と本数の割合⁹⁾

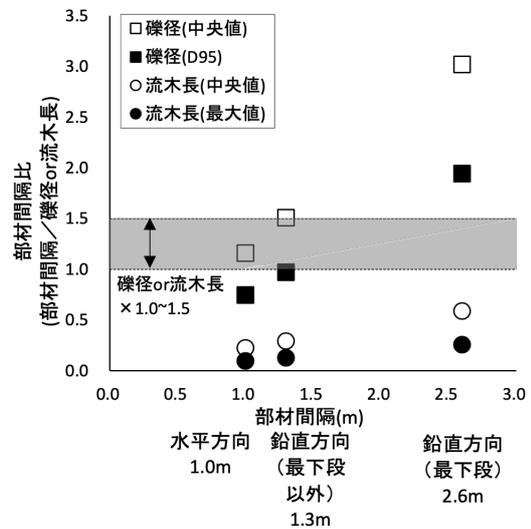


図-14 部材間隔と礫径・流木長との比率⁹⁾

透過型砂防堰堤の模型を用いた実験 A について、流木を供給しなかった 2 ケース (表-1 のケース 1 と 5) を基準に、堰堤模型からの流出土砂量の低減率をケースごとに算出した。なお、流出土砂の低減率は以下の式-(7)で定義する。

$$\delta = \frac{(1 - R_{sed,w})}{R_{sed}} \times 100 \quad (7)$$

ここに、 δ ：流出土砂の低減率（%）、 $R_{sed,w}$ ：流木を供給したケースでの土砂流出率、 R_{sed} ：流木容積率 0%のケースの土砂流出率である。

いずれの最大礫径を用いた場合も、流木容積率が高くなるにつれて、流出土砂の低減率も高くなる傾向が見られた（図-15）。特に、流木容積率が 0.5%以上の 4 ケース（表-1 のケース 3、4、7、8）については、透過部断面の 80~100%が土砂や流木によって閉塞される結果となり（図-16）、流木の流下量や流下形態が透過型砂防堰堤の施設効果に与える影響が明らかになった。

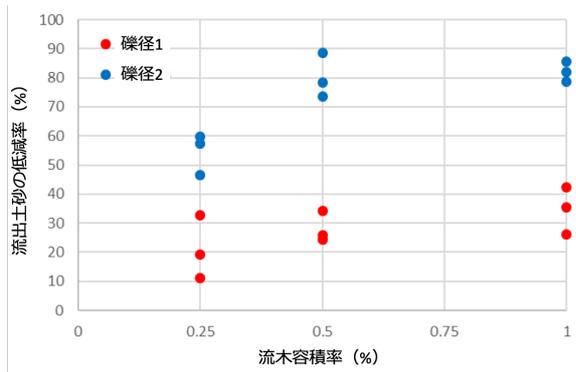


図-15 流木容積率と流出土砂の低減率の関係



図-16 実験終了後の透過部の閉塞状況（ケース 8）

また、不透過型砂防堰堤の模型を用いた実験 B について、各ケースの供給流木に対する捕捉流木の本数割合を図-17 に示す。これより、流木長が長くなるにつれて捕捉流木の割合も高くなること、及び満砂状態に比べて未満砂状態での捕捉割合が高いことの 2 点が明らかになった。また、これら不透過型砂防堰堤により捕捉された流木のうち、部分的もしくは全体的に土砂に埋没した流木の本数割合を図-18 に示す。図-17 並びに図-18 は、不透過型砂防堰堤が未満砂の状態では、

堆砂敷に到達した流木が土砂に埋設されることにより、後続流による流下を免れやすくなることを示唆している¹⁰⁾。

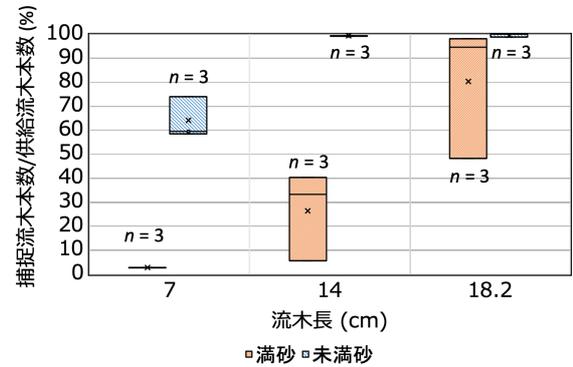


図-17 堆砂条件及び流木長ごとの流木捕捉割合

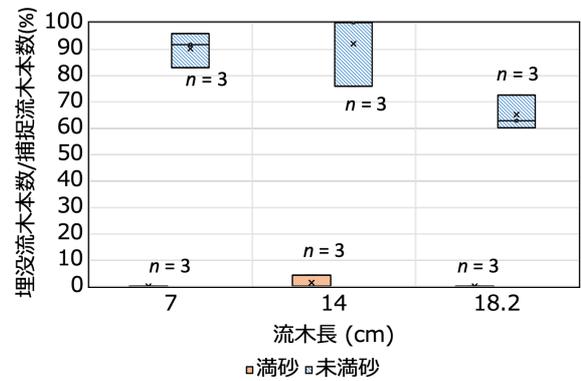


図-18 堆砂条件及び流木長ごとの埋没流木割合

3.3 まとめ

本研究では、砂防堰堤の効果的な配置や構造を提案することを目的に、実スケールの透過型砂防堰堤における流木の捕捉実態調査、並びに異なる構造を有する堰堤模型を用いた水路実験を行なった。実態調査からは、上流の不透過型砂防堰堤で大礫径が選択的に捕捉されたことにより、下流に設置された透過型砂防堰堤の閉塞に流木が寄与した可能性が示された。また、透過型砂防堰堤の模型を用いた実験 A では、土砂に対する流木の割合が高くなるにつれて透過部断面の閉塞が生じやすくなる傾向を確認した。加えて、不透過型砂防堰堤の模型を用いた実験 B からは、除石管理等により土砂の捕捉容量を維持することにより、堆砂敷における流木の埋没と捕捉が促進される傾向を確認した。今後は、溪流の地形や想定される降雨強度等から、砂防堰堤に到達する流木の流下形態を定量的に推定することにより、流木の捕捉効果を最大化させる手法の開発が課題である。

4. まとめ

本研究では、複数の溪流からなる広域山地流域における流木の流出量推定手法を提案することを第1の目的に、平成29年7月九州北部豪雨を事例に流木量の調査並びに地形・水理解析を行なった。本研究からは以下の2点が示された。

- 1) 本研究で調査を行った広域山地流域では急勾配な支溪流の崩壊が流木の主要な発生機構であり(図-3)、これら発生流木量の大部分は支溪流内に滞留することなく、緩勾配の主溪流まで流出していた(図-5)。
- 2) 支溪流における流域面積と単位面積あたりの崩壊による発生流木量(比崩壊発生流木量)の関係(図-4)、支溪流における流域面積と流木流出率の関係(図-5)、主溪流における流木径相対水深と渓床流木堆積率の関係(図-7)に基づき、広域山地流域からの流出流木量を経験的に推定できる可能性がある。
- 加えて、本研究では複数の土砂・流木対策施設の効果的な配置と構造を提案することを第2の目的とし、実際の溪流や室内の実験水路において、砂防堰堤の土砂・流木捕捉機構を分析した。本研究からは以下の2点が明らかになった。
- 3) 上流の不透過型砂防堰堤等により土石流中に含まれる土砂濃度を低下させる(流木容積率を増加させる)ことにより、下流に設置された透過型砂防堰堤における透過部断面の閉塞と、それに伴う土砂の捕捉が促進される可能性がある。
- 4) 除石等により不透過型砂防堰堤の空き容量を確保することにより、上流から流下した流木が堆砂敷で土砂に埋没しやすくなり、結果として流木の流出が抑制される可能性がある。

今後は、平成29年7月九州北部豪雨以外の事例により広域山地流域で発生した流木についても分析を行い、本研究で示された傾向の一般性を検証すると共に、流木の流出量だけではなく流下形態の推定手法を確立することが課題である。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説、国総研資料、第904号、74p.、2016
- 2) 筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会：筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会 報告書、130p.、2017

- 3) Ruiz-Villanueva, V., Mazzorana, B., Bladé, E., Bürkli, L., Iribarren-Anacona, P., Mao, L., Nakamura, F., Ravazzolo, D., Rickenmann, D., Sanz-Ramos, M., Stoffel, M. & Wohl, E.: Characterization of wood-laden flows in rivers. *Earth Surf. Process. Landforms* 44, pp.1694–170, 2019
- 4) 藤村直樹、黒岩知恵、泉山寛明、赤澤史顕、水野秀明：不透過型砂防堰堤による流木の捕捉と流出に関する実験報告書、土木研究所資料、第4331号、76p.、2016
- 5) 丸谷知己、海堀正博、地頭菌隆、水野秀明、大野宏之、清水収、久保田哲也、植弘隆、金澤瑛、河野貴則、古賀省三、小林央宜、小林拓也、坂島俊彦、酒谷幸彦、相楽渉、篠原慶規、鈴木大和、高木将行、鳥田英司、中濃耕司、藤澤康弘、山口和也、山田勇智：2017年7月の九州北部豪雨による土砂災害、砂防学会誌、70、pp.31–42、2017
- 6) 染谷哲久、藤村直樹、石井靖雄、西井洋史：平成29年7月九州北部豪雨における流木の発生および流出の特徴、水利科学、365、pp.36–55、2019
- 7) 染谷哲久、藤村直樹、石井靖雄、西井洋史：平成29年7月九州北部豪雨における流木の発生と堆積の実態—妙見川・奈良ヶ谷川の事例—、平成30年度砂防学会研究発表会概要集、pp.471–472、2018
- 8) 染谷哲久、平田遼、山崎祐介、平岡真合乃、石井靖雄：緩勾配区間を含む溪流における流木の流出実態—平成29年7月九州北部豪雨奈良ヶ谷川の事例—、2020年度砂防学会研究発表会概要集、pp.111–112、2020
- 9) 藤村直樹、染谷哲久、西井洋史、石井靖雄、田村毅、石田晃一、本田健、川上誠博：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、平成30年度砂防学会研究発表会概要集、pp.327–328、2018
- 10) Koyanagi, K., Hirata, R. and Ishii, Y.: Effect of sediment deposits and log length on the formation of large wood (LW) jams behind closed-type check dams: a flume experiment of wood-laden debris flows, AGU Fall Meeting 2021, 2021.12

RESEARCH ON LARGE WOOD MANAGEMENT WITHIN MOUNTAIN BASINS DRAINING MULTIPLE HEADWATER STREAMS

Research Period: FY2018-2021

Research Team: Volcano and Debris Flow Research Team,
Erosion and Sediment Control Research Group

Author: ISHII Yasuo

ISHIDA Koji

FUJIMURA Naoki

HIRATA Ryo

YAMADA Taku

KOYANAGI Kenta

Abstract: Current measures for retaining large wood (LW) are designed individual torrent basis, however, LW-related disasters have recently emerged within larger catchments consisting of multiple torrents in Japan. This research project, therefore, (i) studied empirical relationships for estimating LW export volume within larger catchments using GIS, and (ii) investigated optimal design and arrangements of retention structures based on fieldwork and flume experiments.

Keywords: large wood, debris flow, flood, check dam, flume experiment