



治山ダムによる流木捕捉量を予測する数値計算手法の開発

森林防災研究領域：鈴木 拓郎、経隆 悠、浅野 志穂

豪 雨時に発生する土石流に伴う流木は下流の被害を拡大する要因でもあり効果的な流木対策が求められています。その1つとして流木を治山ダム等で捕捉し下流への流木の量を減らす対策があります。本研究では流木の量をより効果的に減らすため、土石流の先頭部へ流木が集まる過程や治山ダムによる流木の捕捉過程を明らかにし、それらを数式化した数値計算手法を開発しました。数値計算手法は個別の治山ダムの形状等を検討できる高精度な手法と溪流全体の中で治山ダムによる流木捕捉量を推定できる汎用的な手法をそれぞれ開発しました。この技術開発により治山ダムが流木を捕捉できる量を予測しながら、効果的な流木対策を計画できるようになります。

■ 治山ダムで流木を捕捉できる量を予測する

森林が降雨による山地斜面の土砂災害の発生を軽減していることは広く知られています。しかし、極端な豪雨時には、斜面崩壊が森林を巻き込んで流木混じりの土石流となり、流木が下流域の被害拡大の要因となる場合があることから、効果的な流木対策が求められています。林野庁による「流木災害等に対する治山対策検討チーム」中間とりまとめ(平成29年11月)では、流木対策として発生源対策とともに治山ダム等により流木を捕捉し流下量を減らすことが効果的と提言されています。しかし、一般的に土石流よりも比重が軽い流木は、流れの速い表面に浮上して土石流の先頭付近に集まるなど複雑な運動様式を示すため、具体的にどのような治山ダムなら効率的に流木を捕捉できるのか、これまで十分な知見がありませんでした。そこで本研究では治山ダムによる流木捕捉量を数値計算によって予測する手法を開発することにしました。

■ 流木や治山ダムの形状を再現する高精度計算

上流から治山ダムに到達した流木は複雑に絡み合いながら捕捉されます。この複雑な過程を再現するために、土石流や流木、治山ダムを粒子の集合体として扱う「粒子法」と呼ばれる計算手法を用いることにしました。その前段としてまず、基礎的な水路実験を行い、流木は溪床勾配が大きいほど土石流の先頭付近に集まり易いことや土石流先頭部に流木が集積した方が治山ダムでより多く捕捉できることなどの特徴を明らかにしました。そこでその結果を基に、流木の表面に摩擦力を作用させるなどの改良を粒子法に加えることで実験結果を再現できるようになりました(図1)。これにより様々な形状の治山ダムを数値計算で比較できるようになりました。

■ 溪流スケールで治山ダムの捕捉量を予測する

粒子法は詳細な検討には便利ですが、計算量が膨大であり広い範囲の溪流全体での評価は難しくなります。そこで溪流全体での治山ダムの流木捕捉量を予測するために、計算負荷の小さい手法を開発しました。ここでは土石流が流れる溪流空間を格子(メッシュ)に分割して計算する「格子法」を用い、粒子法で再現した流木の挙動を表現するために新たに数式

を開発し、一般的なパソコンでも利用可能な汎用的な計算手法を開発しました。この手法を用いて、実際に発生した流木災害事例の再現計算を実施したところ、既設の不透過型治山ダムによって流木が捕捉された現地の状況を再現できました。さらに、仮にこの治山ダムが無かった場合と既存のダムとは異なる透過型治山ダムが設置されていた場合を想定した予測計算も行い、それぞれの流木捕捉量を比較できるようになりました(図2)。

■ 2つの手法を組み合わせて効果的な対策を

流木災害対策の効果を上げるには、流木を効率的に捕捉する治山ダムを適切な箇所に設置することが重要です。本研究で開発した高精度な数値計算手法と汎用的な数値計算手法を組み合わせることで、効果的な流木災害対策計画につながると考えられます。

研究資金

・みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進(委託プロジェクト研究)「流木災害防止・被害軽減技術の開発」JP19191196

参考文献・サイト

鈴木拓郎、剣持嵩之、経隆悠、浅野志穂(2022) 流木混じり土石流の氾濫・堆積過程に関する水路実験と数値計算、土砂災害に関するシンポジウム論文集、11:95-100

専門用語

治山ダム:土砂流出などによる山地荒廃を防ぐため、森林法に基づき設置されるダム。「不透過型」は土砂を常にせき止めますが、通水部に隙間を設けた「透過型」は平常時に土砂を徐々に流し、洪水時に土砂や流木を捕捉します。

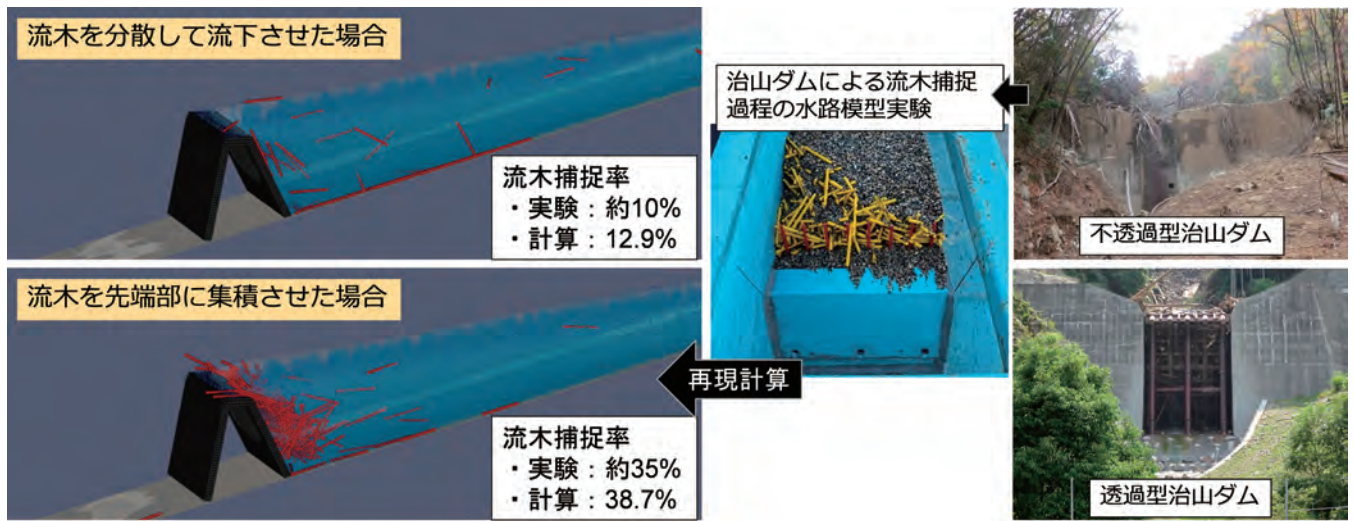


図1 粒子法による治山ダムの流木捕捉過程の再現計算

水路実験で流木が土石流の先頭部に集積した方が治山ダムでより多く流木を捕捉できることが分かりました。この結果を開発した計算手法で再現できるようになりました。

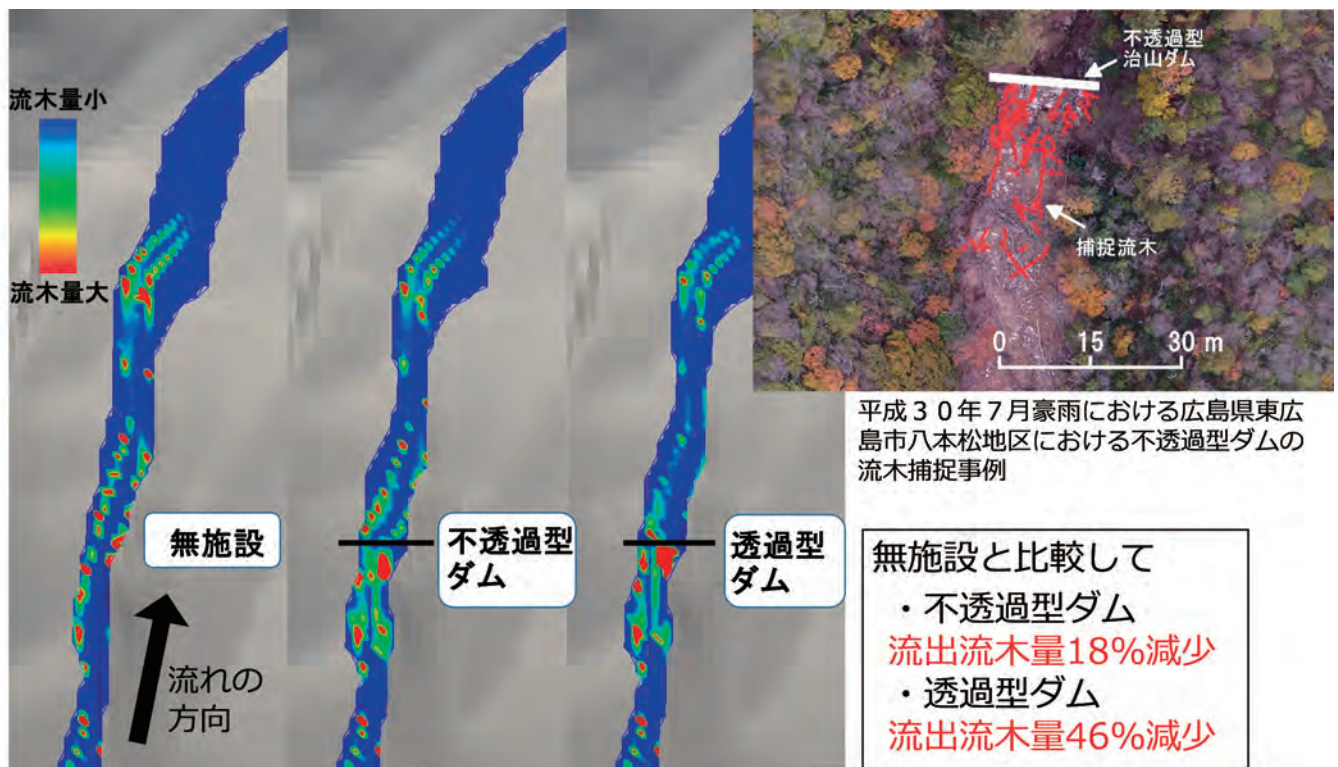


図2 格子法による治山ダムの流木捕捉量の予測計算

実際の流木災害時の流木堆積状況の調査結果を用いて、開発した計算手法が既存の不透過型治山ダムで流木が捕捉される様子を再現できることを検証しました。また、治山ダムなし、不透過型、透過型それぞれのケースについて、下流への流出流木量を比較推定できます。