

令和6年度 砂防・地すべり技術センター 講演会報告

(一財) 砂防・地すべり技術センター

令和6年6月5日、砂防会館別館シェーンバッハ・サポーにおいて、当センター主催による講演会を開催しました。この講演会は、砂防を中心とした多岐にわたる防災関連の知見を周知することを目的に平成14年より定期的に開催しています。

本年は、「流木災害とその対策に関する最新の動向」をテーマとして、6つの講演と紹介を行いました。当日は国土交通省水管理・国土保全局 草野砂防部長より来賓のご挨拶をいただき、会場参加が190名、WEB参加が423名、合計613名の参加者が熱心に聴講し、盛会のうちに無事終了できました。一同心より御礼申し上げます。以下にその概要をご紹介します。



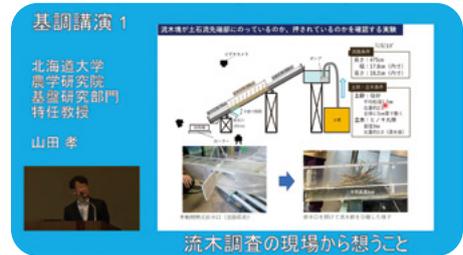
開催挨拶 栗原理事長



来賓挨拶 草野砂防部長



会場の様子



WEB 配信

基調
講演

1



流木調査の現場から想うこと

山田 孝 やまだ たかし

北海道大学 農学研究院 基盤研究部門 特任教授

1. はじめに

本講演では、①土石流の先端に流木が塊になって流下してくる現象、②実際の家屋に原木丸太を衝突させた時の衝撃力、③北海道有珠山にて次期噴火時に発生が危惧されている流木災害の3編について説明する。

2. 土石流先端部に形成される流木塊の実態と実験による考察

2020年7月4日、熊本県芦北町小崎川流域で土石流が発生し、谷出口直下の家屋に衝突した。土石流の先端には流木が固まって流木塊を形成した。また、同町の園口川でも土石流が発生し、流下した流木が谷出口直

上の狭窄区間で流木塊を形成した。

ドローン撮影および現地確認の結果、これらの流木塊は、流域全体の流木量のうち、約90%に相当する流木によって形成されていることがわかった。形成される流木塊の規模を推定することにより、流域で発生する流木量の予測に繋がるのが期待できる。

流木塊の規模の推定にあたり、その形成・流下過程を確認するため、室内模型実験を実施し、以下の知見が得られた。

- 土石流先頭部付近にある流木が減速し、後方からそれよりも流速の大きい流れによって運ばれる流木が追いつき、次第に流木塊が形成される。

- ・土石流が流木を巻き込むと、巻き込まれた流木は流下するにつれて混ざり合い、流木塊を形成する。
- ・実験結果から、流木塊の規模を算出できる簡単な物理モデルを考察した。

3. 流木が木造家屋耐力壁に与える衝撃力についてのフルスケール実験

流木が家屋に衝突した場合、どのような現象が生じるのかを検証するために、原木丸太と木造耐力壁を用いたフルスケール実験を実施した。直径0.3m、長さ4.0m、重さ約220kgの原木丸太を自由落下（自由落下高さ $h=10, 15, 20, 30, 40, 50\text{cm}$ ）させ、幅182cm×長さ298cmの木製耐力壁につけたロードセルに衝突させた。実験により以下の知見が得られた。

- ・自由落下高さが増加するにつれ、壁は「たわみ→亀裂→曲げ破壊→貫入」といった破壊形態を呈する。
- ・自由落下高さ10cmと15cmの間に破壊限界高さが存在する。

- ・実験結果から、自由落下高さの違いにより破壊形態が異なることを考慮した衝撃力算定式を提案した。

4. 火砕物堆積溪流からの流木流出の実態（1977年有珠山噴火後の事例）

有珠山の溪流、山腹には樹木が繁茂しており、次期噴火時には泥流の発生に伴う大量の流木流出が懸念されている。しかしながら、1977年の噴火時の記録には、大量の流木が流出した等の記載はない。これは、発生頻度の高い小規模の降雨により、溪流内の堆積火山灰、旧堆積物が侵食されたことで流路断面が拡大し、段丘が形成されたことにより、泥流は段丘内を流下したため段丘上の樹木が残存し、流木の流出が規制されたためであると考えられる。

このことから、溪流単位での微地形データ、噴火前の旧堆積物等の情報収集や、溪流内微地形発生を考慮した泥流流下・氾濫計算等の基礎的な解析が、次期噴火時の泥流による流木対策に繋がると考えられる。

基調講演

2



流木の衝突に係る研究

香月 智 かつき さとし

防衛大学校 名誉教授 / (一財) 砂防・地すべり技術センター 研究顧問

1. はじめに

流木捕捉工等の砂防構造物に関する設計は、土石流・流木対策設計技術指針を参考に実施されることが多く、例えば、砂防堰堤に石礫（単体）が衝突する際の衝突荷重の算定方法が示されている。一方、流木の衝突荷重については、石礫の衝突荷重推定式のために確立した手法を準用しており、背景となる研究は少ない。

本講演では、これまでに実施した流木の衝突に係る研究を3つ紹介する。

2. 流木混じり土石流の衝突モデル実験と解析

流木混じり土石流が捕捉工に衝突した際に生じる挙動および衝突荷重を調べるため、水理模型実験を実施した。実験の結果、①土石流中に流木が混じると、流下時に流木が先頭部に集中すること、②土石流中の流木容積率が10%以上になると、石礫だけでは捕捉されないような広い部材間隔であっても流木により開口部が閉塞し、土石流全体の捕捉率が大きくなること、③土石流中に流木が混じると、先行した流木が緩衝効果を発揮し、捕捉工衝突時における最大荷重が低減されることが分かった。

次に、個別要素法（以下、「DEM」という）を用いて、

模型実験のシミュレーション解析を試みた。解析の結果、流木混じり土石流の流下状況について、流木や径の大きい石礫が先頭部に集中する傾向を概ね再現できた。また、土石流全体の堆積形状を再現することはやや難しいものの、砂防堰堤透過部を閉塞する流木および石礫の割合や閉塞状況については概ね再現できた。さらに、流木容積率や間隔比が土石流全体の捕捉率に与える影響について、その傾向を良くシミュレーションできた。

3. 単体流木衝突のDEM解析

流木単体の剛な壁面（コンクリート面に相当）に対する衝突荷重の推定に、DEMを適用することの妥当性について検討した。解析の結果、推定される衝突荷重は、衝突速度 3m/s で $2 \times 10^5\text{N}$ （自重の12倍）、衝突速度 10m/s では $7 \times 10^5\text{N}$ （自重の40倍）と実構造物に対して大きな破壊力を有することが示唆された。一方、既往研究に比して、衝突荷重は1.5～3倍となっており、信頼性を高めるため、研究の継続が必要であると考えられる。

4. 流木群の捕捉工衝突モデル実験

設計所要高さの指標を得ること、および流木単体と

流木群の衝突荷重の比較を行うために、水理模型実験を実施した。本研究では、水路勾配を10°に設定し、流木材料のみを流下させて、捕捉工を模した堰堤柱に衝突した時の捕捉高さ、および衝突荷重の計測を行った。実験の結果、流木の最大捕捉高さは流量に伴って高くなる傾向が得られたが、衝突直後の複雑な挙動に

より、流木の直径が大きくなるほどばらつきが大きくなる結果となった。なお、最大捕捉高さは流木長の0.5～1.3倍程度となった。また、衝突荷重については、流木単体に比べて流木群のほうが大きくなり、その差は最大で約2.5倍となった。今後、設計に適用できる簡易なモデルによる荷重推定法の開発が望まれる。

講演

1



流木災害の実態とその対策

菅原 寛明 すがわら ひろあき

国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 保全課 土砂災害対策室 課長補佐

1. はじめに

令和5年の全国の土砂災害発生件数は1,471件であり、長期的に見て増加傾向にある。増加傾向にある理由として、気候変動、地震、宅地開発の進行等が考えられる。これらに起因する土砂災害の頻発化、激甚化に伴い、流木による災害が数多く発生している。

本講演では、近年の流木災害事例と現在進めている対策事例について紹介する。

2. 近年の流木災害

近年の流木災害の例として、福岡県久留米市田主丸町千之尾川での昨年6月下旬から7月にかけての大雨による土石流災害が挙げられる。本溪流内には昭和40年代頃に整備された砂防堰堤が合計3基あったものの、土砂・流木が流出しており、既設の砂防堰堤の効果、流木対策工の整備の必要性を再認識させられた災害事例となった。また、流木による橋梁の閉塞により川の流れが変化した事例や、橋梁背面での水位上昇により浸水被害が発生した事例も確認されている。

3. 流木災害の対策

近年の土砂・洪水氾濫の頻発化を踏まえ、あらゆる関係者が連携して災害防止に取り組む「流域治水」として、治山事業と連携した「流域流木対策」や「土砂・洪水氾濫対策」を進めている。

治山事業との連携の具体事例として、石狩川水系の美瑛川流域での対策が挙げられる。本流域では令和3

年度に委員会を設置し、流木の流動特性や施設効果等の検討、治山事業を考慮した流木対策必要量の再検討を行っている。加えて既設の砂防堰堤の水通し部への流木対策工の設置、林野庁と協働での流木対策計画の策定といった対策を行っており、令和5年度北海道砂防学会研究発表会では事業説明ポスターの展示も行われた。また、天竜川水系、加古川水系等ほかの流域においても砂防事業と治山事業の連携による効果的な対策が進められている。

砂防事業における流木対策の取り組みとして、平成28年の「砂防基本計画策定指針」および「土石流・流木対策設計技術指針」の改定が挙げられる。この改定により、流出する流木を捕捉するためには透過構造を有する施設を設置することが基本となった。このため、改定前に砂防堰堤が整備されていた溪流では流木対策が十分でない可能性がある。このような場合の対応として、既設砂防堰堤の堆砂敷への流木対策工の設置、既設の石積砂防堰堤の改築とあわせた水通し部への流木対策工の設置などを行っており、現行基準に合致するよう改築を進めている。

4. おわりに

今後も全国各地で流木による被害が発生することが想定され、新しく砂防堰堤を設置する場合は流木対策の検討が必要となる。同時に、既に砂防堰堤が整備されている溪流においても、流木対策がされているか再度確認することが必要である。

講演
2



森林整備・治山事業における流木対策の取組

中島 浩徳 なかしま ひろのり
林野庁 森林整備部 治山課 課長補佐

1. はじめに

我が国は国土の約7割を森林が占めている。地盤が脆弱な場所が多く、台風等により降雨量も多いことから、毎年全国各地で山地災害が発生している。過去と比較すると、森林の回復・成熟により山地災害の発生件数は概ね減少傾向にある。その一方で気候変動の影響により災害規模や一箇所あたりの被害額は増大しており、土砂災害と同時に流木災害も発生する事例が顕在化している。

2. 森林の機能

森林には主に3つの機能がある。ひとつは表面侵食防止機能である。これは落葉落枝や林床植生が土壌の表面を保護し、表面流の発生を抑えることで発揮される。次に表層崩壊防止機能である。これは樹木が土壌に根を張って土砂や岩石を固定するとともに、隣接した樹木の根茎が絡み合っ て土壌を支える力を得ることで発揮される。もうひとつは水源涵養機能である。保水力の高い森林土壌は降水を徐々に地中に浸透させ、地下水を涵養するとともに、時間をかけて河川に流出させる。これらの森林の機能によって山地の土壌を保全し山地災害を防ぎ、さらに洪水を緩和する効果も期待できる。適切な森林整備は森林資源の循環だけでなく、山地災害の防止という面でも重要となる。

3. これまでの治山対策の効果と森林環境の変化

治山対策として治山施設の整備と同時に、森林整備

を行うことによって荒廃していた森林が回復してきている。対策の効果として、長野県伊那地域や静岡県伊豆地域、新潟県下越地域において、同程度の雨が降った過去の事例と比較すると山地災害の発生箇所数は大幅に減少している。また、これらの地域では、治山ダムが流木を捕捉した事例や、造林地が緩衝地帯となって流木の流出を防いだ事例が確認されている。

一方で森林が成熟化したことにより流木の形状が大きくなる等、同じ流木災害でも過去と状況が異なっており、このような変化が流木災害の顕在化の一因となっていると考えられる。

4. 流域治水

流域治水を推進するため、森林管理局および各都道府県の林務部局が全国の流域治水協議会に参画しており、全ての一級水系をはじめとした各水系の流域治水プロジェクトにおいて「森林整備・治水対策」を位置づけている。具体的には、国土強靱化5か年加速化対策を活用し、上流域での土石流・流木対策に加え、森林の保水力向上のための森林整備に重点を置いている。

砂防事業との連携においては、これまでに美瑛川での協働事例や、砂防治山連絡調整会議における連携、合同技術交流会の実施等の実績がある。今後も治山事業と森林整備事業を両輪に、国土交通省をはじめとした流域治水に係る各機関と協力しながら流木対策に取り組んでいく。

講演
3



流木に関する研究・技術開発の取組み

高木 将行 たかぎ まさゆき

国立研究開発法人土壌研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム 主任研究員

1. はじめに

土壌研究所では、合理的かつ効果的な流木対策の推進のために、流木の流出実態に関する調査、流木調査手法の高度化、水理模型実験による流木捕捉条件の解明等をテーマとして研究を行っている。本講演では、これまでに実施した流木に関する調査・研究事例を2つ紹介する。

2. 流木流出実態の把握

広域山地流域の流木流出実態を把握することを目的

として、筑後川右岸に位置する妙見川・奈良ヶ谷川を対象に平成29年九州北部豪雨により発生した流木災害の調査を行った。調査の結果、奈良ヶ谷川では流木の発生源は本川・支川ともに全体の73%が崩壊に起因していることが分かった。また、両河川の特徴として、流域面積は概ね0.01～0.1km²と既往災害事例と比べて小さいこと、全体の9割以上の支川で流木流出率が80%以上と高い傾向にあることが分かった。

次に、和歌山県那智川流域を対象に平成23年台風12号により発生した流木災害における流木流出形態を調

査し、地形的特徴との関係を分析した。対象流域にある8溪流で発生流木量・堆積流木量を計測し、流木流出率を算出した結果、樋口川と平野川の2溪流が他の溪流と比べて低い値となった。これら2溪流について50m間隔で渓床勾配や河道幅、流木収支を整理したところ、樋口川では河道幅が狭くなる区間で流木が多く堆積し、溪流内に留まっていることが分かった。また、平野川では渓床勾配が前後の区間に比べ小さい地点で流木が多く堆積していることが分かった。

3. UAV-SfMを活用した流木調査手法の開発

効率的に流木を調査する手法を開発することを目的として、同一溪流（熊本県園口川）において従来の調査手法とUAV-SfM調査手法により発生・堆積流木量を算出し、両者を比較した。

検討の結果、UAV-SfM調査手法を用いることにより、作業時間は大幅に短縮された。流木量の算出結果につ

いては、発生流木量は各手法とも概ね同等の値が得られたが、堆積流木量はUAV-SfM調査手法で算出された値が約3.5倍多くなった。堆積流木量に大きな差が生じた理由として、流木群周辺の樹木も流木として検出したことが挙げられる。UAV-SfM調査手法は作業時間の短縮には寄与するものの、技術面では改良の余地があり、地上での測量データ等も併用しながら精度を高めていく必要がある。

4. 今後の取組み

流木流出実態の調査については、既往調査結果のほか、流木災害直後に実施されたレーザー地形測量データ等を基に、流木の発生源（崩壊、溪流）の傾向、地形や流木濃度による流木の堆積、流出する条件について整理、抽出を行う。さらに、これらにより得られた条件や知見を踏まえ、水理模型実験を行うことにより再現性を確認したいと考えている。

紹介



鋼製構造物研究室の紹介

井上 隆太 いのうえりゆうた

(一財) 砂防・地すべり技術センター 砂防技術総合研究所 技術開発部 鋼製構造物研究室長

1. はじめに

本講演では、鋼製砂防構造物分野におけるこれまでの取り組みおよび鋼製構造物研究室の今後の研究内容について紹介する。

2. 鋼製砂防構造物分野の取り組み

当センターは昭和60年に「鋼製砂防構造物設計便覧」の初版を刊行した。初版刊行から約40年が経過し、この間に5度の改定により信頼性を高めてきた。さらに、最新の改定版である令和3年版は書名を新たに、「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」（以下、「便覧」という）として刊行した。また、鋼製砂防構造物は便覧の改定とともに年度当たりの施工基数も徐々に増加し、特に鋼製透過型砂防堰堤は約40年間で4,600基以上、近年では年間200基以上設置されており、土砂災害防止に貢献している。

近年、拡大する流木災害への対策を推進するため、令和2年に「張出しタイプ流木捕捉工設計の手引き」（以下、「手引き」という）を発刊した。張出しタイプ流木捕捉工は既設不透過型砂防堰堤に後付けで設置する流木捕捉工であり、未満砂型と満砂型がある。未満砂型は堆積していない状態でも既設堰堤をほぼ改築せずに取付けが可能であり、水通し断面の機能が有効的に活用される工法である。また、満砂型には直線配置と凸型配置があり、凸型配置は堰上げの低減効果がより発

揮される配置方法である。張出しタイプ流木捕捉工は施工基数が年々増加しており、約6年間で80基程度の施工実績がある。流木災害は今後も増加していくと考えられ、手引きが流木対策の一助となれば幸いである。

3. 鋼製構造物研究室の今後の研究内容

鋼製構造物研究室の今後の研究テーマとして、①鋼製砂防構造物の情報活用基盤の整備、②鋼製砂防構造物の調査研究および普及活動を考えている。

鋼製砂防構造物の情報活用基盤の整備では、砂防鋼製構造物研究会の砂防構造物データベースをGIS情報等と連携させることで、より有効活用できると考えている。参考事例として、令和6年能登半島地震の推計震度分布と連携することにより、堰堤の位置情報を重ねて健全性調査に利用することが可能である。また、雨量や土壌雨量指数の分布との連携により、災害発生時の机上検討に活用できると考えている。

鋼製砂防構造物の調査研究および普及活動では、既に設置されている約4,700基の鋼製透過型砂防堰堤のうち、耐用年数を迎える堰堤もあり、それらの堰堤の健全性調査を引き続き実施していきたいと考えている。また、便覧はすでに5度の改定の実施により、信頼性の高い内容になっているが、想定外荷重が発生した際には損傷する事も考えられ、被災調査、原因究明および対策の検討を実施していきたいと考えている。