

雪崩多発森林への独立基礎型流木捕捉工の設置について

中部森林管理局 富山森林管理署 一般職員 ○白井 朋香
森林情報管理官 祐成 亮一

要旨

独立基礎型流木捕捉工（以下「補足工」という。）の継続的なモニタリング調査を実施し、流木捕捉効果を検証しました。その結果、機能面と維持管理面における実効性の確認ができた一方で、改善点も明らかとなりました。

はじめに

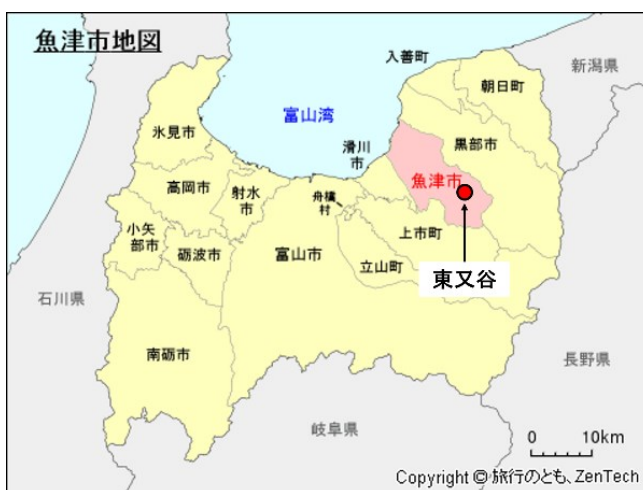
当署管内においては急峻な地形と日本海側特有の豪雪ゆえ、多くの現場で雪崩が発生しています。雪崩によりなぎ倒された立木は溪床に堆積するため、降雨時に流木化する可能性が高くなります。そうしたことから雪崩に伴う流木被害を防止するため、令和元年及び2年に捕捉工を設置しました。また、設置後は継続的なモニタリング調査を実施し、流木捕捉効果を検証することとしました。

1 調査地及び調査方法

(1) 設置箇所概要

捕捉工は富山県魚津市の片貝国有林55林班に位置する東又谷下流（標高約760m）へ設置しました（図1、2）。設置箇所上流の傾斜は兩岸ともに30～40°の急勾配となっており、ブナ、ミズナラを中心とする天然広葉樹林が広がっています（写真1）。ただし林況については、カシノナガキイムシによる被害を受けた経歴があるため、枯損したナラの木が多く見受けられるというのが特徴です。

捕捉工を設置する位置の条件として、河床が広いことや勾配が緩いこと、流木の撤去といった管理が可能であることなどがガイドラインで示されています[1]。そのため溪床の幅が約60m、勾配が3.6%となっている地点を設置箇所として選定し、流木撤去等のメンテナンスを行う際に流路へ進入できるよう、作業道を作設しました（図3）。



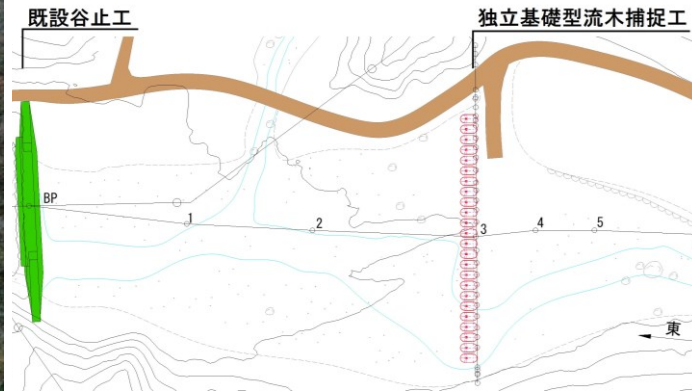
(図1：東又谷 位置図)



(図2：設置箇所 位置図)



(写真 1 : 設置箇所上流の状況)



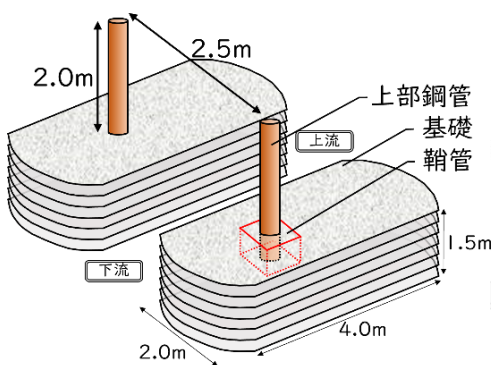
(図 3 : 平面図)

(2) 捕捉工の構造概要

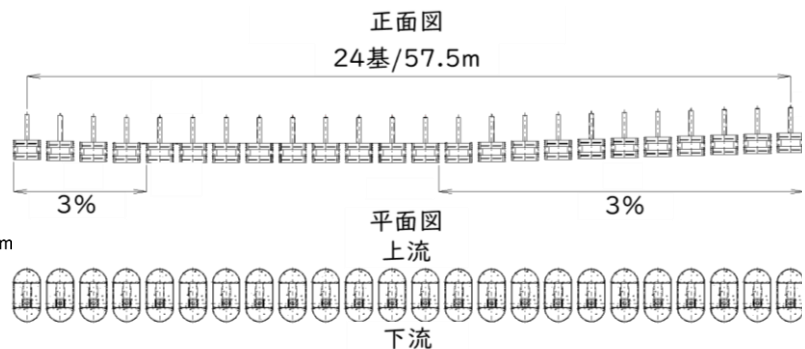
捕捉工は「基礎」、「上部鋼管」、「基礎と上部鋼管を接続するための^{きやかん}鞘管」から構成されており(図4)、鞘管の内部には補助部材が溶接されています。補助部材の役割は、施工時に上部鋼管の位置と方向を保持することです。上部鋼管は鞘管に砂を突き固めながら充填することで固定し、砂の流出を防止するため最上部には厚さ10cmのキャッピングモルタルを打設しました。モルタルによる固定は一部であるため、被災や腐食等、老朽化した際には上部鋼管を新材と取り替えることが可能となっています。

基礎については1基ずつ独立した構造をしていることから透過型ダム等のような袖部が不要であり、少量のコンクリートによる施工と溪床全幅にわたる広い流木捕捉部の設計が可能となっています。したがって、流木捕捉部面積当たりの直接工事費について比較すると、従来から行われてきた既設ダムの遮水型から透過型への改良や透過型ダムの新設等よりも経済的であるといえます[2]。また、独立した構造であることにより直線型、千鳥型、V字型、逆V字型といったような現場の状況に応じた自在な配置が可能となっています。東又谷においては試験的に直線型の配置を選択し、流木の捕捉に伴い流路が変化することを抑制するため流心に向けて3%の勾配を設けました(図5)。

上部鋼管の間隔については基礎の幅(2.0m)に加え、施工上必要となる隣接基礎の間隔(0.5m以上)を確保する必要がありますが、流木を捕捉する確実性が高まるよう最小間隔の2.5mに設定しました。最も溪岸に近い鋼管の上端と溪岸の水平距離については両岸から流木がすり抜けることを防止するため、スリット間隔以下としました。



(図 4 : 構造図)



(図 5 : 割付図)

(3) 検証方法

ア モニタリング調査内容

モニタリング調査として、捕捉工周辺における土砂の堆積と侵食状況を把握するため平面・縦断・横断測量を実施しました。加えて、施設の機能維持や流木捕捉効果の検証を行うため現地調査を行いました。

イ 捕捉工周辺の状況確認方法

流木の発生・捕捉状況を確認するため、捕捉工設置箇所の右岸と上流部に定点カメラを各1台設置し、1時間ごとの24時間撮影を行いました。捕捉量については撤去した流木を産業廃棄物として処理する際の計量により得られた値を用いることとしました。

2 結果

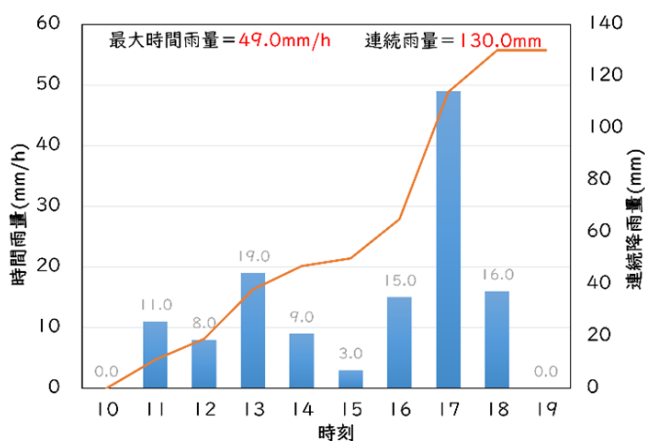
捕捉工を設置したことにより確認された現象について、以下で2つの事例について紹介します。

(1) 集中豪雨の発生

令和4年8月20日に最大時間雨量49.0mm、連続雨量130.0mmの降雨が発生し（図6）、大径木を含む102tの流木が捕捉されました（写真2）。また、流木を捕捉したことによりスリットが閉塞したため、土砂が堆積するという現象も確認されました。スリット背面に流木や土砂が堆積している状態では流木捕捉機能が低下することが想定されたため、メンテナンスとして流木の撤去と河床整理を行いました。

土砂の堆積については主に流路中央部に見られ、流れが左右に分かれたことから、兩岸ともに侵食が発生しました（写真3）。今後も同様の現象が起こることを危惧し、侵食を受けた溪岸部は現場にある大転石を用いた護岸工の設置により復旧しました（写真4）。流木の処分に要した費用は246.6万円、河床整理（46.5時間）の直接工事費は55.5万円でした。

メンテナンスが完了した後に捕捉工の破損状況等を目視で確認したところ、基礎、上部鋼管ともに流木捕捉に伴う破損・傾斜は見られず、河床の洗掘も少量でした（写真5）。



(図6：令和4年8月20日の降雨データ)



(写真2：流木捕捉状況)



(写真3：左岸側の溪岸侵食)



(写真4：左岸側の護岸工)



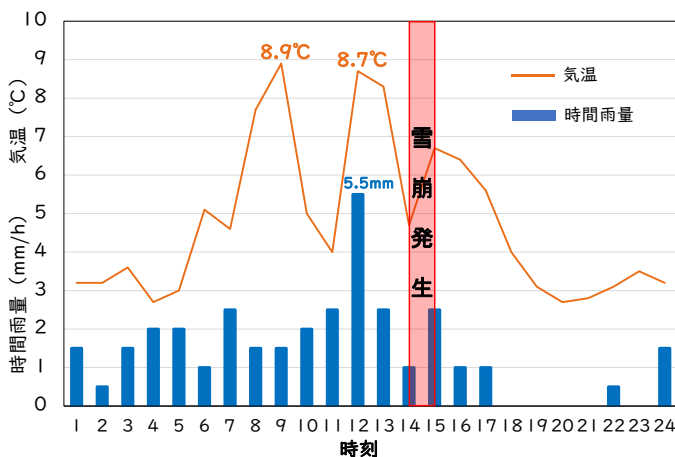
(写真5：流木撤去後の周辺状況)

(2) 大規模な雪崩の発生

令和5年2月19日に約9℃と季節外れの暖気と最大時間雨量5.5mmの降雨が観測されました(図7)。その際に捕捉工より上流の支流で大規模な雪崩が発生し、捕捉工を直撃しました(写真6)。雪解け後に捕捉工を点検したところ、基礎については鞘管を含め損傷は見られませんでした。流路中央部に位置する捕捉工の上部鋼管7本に傾斜が確認されました(写真7)。

ガイドラインでは補修方法を検討する際に捕捉工の損傷レベルを判定し、その結果を基に判断することとされています。そのためモニタリング調査の有識者による現地検討会を開催し、上部鋼管のへこみ・たわみ、その他施設の破損状況を調査しました。その結果、傾斜していた7本のうち5本について、キャッピングモルタルの破損が確認されたとともに、上部鋼管のへこみ・たわみが補修を必要とする基準を上回ったため、新材材と取り替えることとなりました。加えて新材材については、雪崩を含む想定外の加重により再度損傷を受けないよう、CFT (Concrete Filled steel Tube) 構造化(鋼管内部にコンクリートを充填する補強方法で、従来の透過型ダムを補強する際に用いられているもの)を試験的に実施することとなりました(写真8)。

以上の補修と併せて工程調査を行い、各工程で必要となった1基当たりの人工と時間を算出しました。工程はいずれも2～3人で実施することができ、1基を補修するために必要な時間は最大90分という結果が得られました(図8)。しかし、鞘管内部の補助部材が変形し上部鋼管に食い込んでいた場合には鋼管を引き抜くことが困難であったため、補助部材の撤去が必要となりました(写真9)。この工程は18分と、補修作業の中で最も時間を要しました。



(図7：令和5年2月19日の気象データ)



(写真6：雪崩の様子)



(写真7：捕捉工の破損状況)



(写真8：CFT構造化の様子)

	人工 (人/基)	時間 (分/基)
モルタル 除去	2	4
鞆管内の砂 除去	2	8
鋼管 引き抜き	2.5	15
補助部材 撤去	2	18
新鋼管 設置	2.5	15
鞆管内への砂 充填	2	8
モルタル 充填	2	12
鋼管へのコンクリート 充填	3	10

(図8：補修作業のフローチャート)



(写真9：CFT構造化の様子)

3 考察

モニタリング調査や雪崩発生後の有識者によるヒアリング及び現地調査の結果を踏まえ、より適切な捕捉工の構造・配置を検討した結果を以下に示します。

(1) 捕捉工の実効性

降雨時には大量の流木を捕捉することができました。また、捕捉した流木の撤去や河床整理といったメンテナンスは容易に実施することができました。したがって、優れた流木捕捉機能の発揮とメンテナンス面における実効性を確認できたといえます。ガイドラインに示されている設置位置の条件（勾配の緩さ、河床の広さ、作業道の確保等）に加え、上部鋼管が単柱構造をしており流木と複雑に絡み合う恐れが少ないことがメンテナンスを容易に実行できた要因として考えられます。

一方で、流木の捕捉に伴い流路が変化することで溪岸侵食が発生しました。この現象は東又谷特有のものではなく、他の現場においても起こり得る現象であることから、溪岸侵食を防止するために護岸工を設置することの重要性が明らかとなったといえます。

(2) 雪崩による捕捉工の被害

雪崩の発生原因として、季節外れの暖気と降雨による積雪加重の増加が考えられます。東又谷において、雪崩は毎年のように支流で発生していますが、例年であれば本流に到達した時点で停止します。一方、令和5年に発生した雪崩については通常よりも規模が大きかったことが想定され、本流に沿ってさらに流下し、捕捉工まで到達しました。雪崩の衝撃により上部鋼管が破損・傾斜したことを踏まえると、雪崩が発

生しやすい溪流においては流下する危険性の高い区間を避けて計画することが望ましいと考えられます。ただし、CFT構造化を実施することで鋼管強度の上昇が期待できるため、雪崩を含む想定外の加重に対する備えとなりえるといえます。現段階では試験的に1回実施したのみの工法となっていますが、今後のモニタリング調査の結果によっては、捕捉工を設置する箇所の選択肢を広げることができる工法であると考えています。

捕捉工の補修については、変形の程度によって補助部材が鋼管を取り替える際の妨げとなりました。そのような場合には補助部材を撤去しても問題はなく、撤去後の再設置は現場溶接によって行われるため、強度の観点から必要性が低いと考えられます。工程調査によると補助部材の撤去は最も時間を要する工程であったことから、補修作業を進める上で障害となることが分かります。ただし、補修は損傷を受けた捕捉工に限定した実施が可能であり、1基を補修するために必要な時間は最大でも90分と、かなり短時間で補修作業を終えられたため効率的であったといえます。

4 結論

雪崩により損傷した捕捉工を復旧するため、鋼管の取替えだけでなくCFT構造化による補強を実施しました。補修後の状況として、令和7年度には雪崩が捕捉工に直撃することはなく、降雨についても数次にわたる時間雨量20mm程度が発生したのみでした。捕捉された流木量は約24tと(写真10)、令和4年8月20日の豪雨時と比較して少量であり、捕捉工の損傷も確認されませんでした。しかし、捕捉工と補修作業のいずれに関してもいまだ事例が少ないため、流木捕捉状況や雪崩等による捕捉工の被害状況については情報が十分とは言えません。

東又谷においては捕捉工の上流に枯損木の堆積が確認されており(写真11)、また東又谷の他にも当署管内には流木が発生する恐れのある場所が存在しているというのが現状です。そのため、これまで下流域における被害報告は聞いておりませんが、今後も検証を継続し流木対策を推進していきたいと思えます。



(写真10: 令和7年の流木捕捉状況)



(写真11: 上流の枯損木堆積状況)

参考文献等一覧

- [1] 林野庁 中部森林管理局. 独立基礎型流木捕捉工 設計・施工ガイドライン. (オンライン) 2021年3月. (2026年2月17日閲覧) <https://www.rinya.maff.go.jp/chubu/chisan/attach/pdf/guideline-1.pdf> [引用]
- [2] 中澤敏雄. 既設治山ダムを活用した流木捕捉工の開発～流木災害防止緊急治山対策プロジェクト～. 水利科学. 2021年, 第63巻, 1. [参考]