

## 山国川流域における砂防ダムの流木災害リスク低減効果の検討

九州大学大学院 学生会員 ○富田浩平・楊東・土橋将太

九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 正会員 笠間清伸

### 1. 研究目的

近年の大規模豪雨災害では、流木が原因とされる水害被害の助長が多く見受けられる。平成24年7月九州北部豪雨でも多くの河川で被害が発生したが、大分県日田市を流れる筑後川支川の高瀬川、熊本県菊池市の合志川などでは橋梁への流木の集積が原因とされる落橋が発生した。また、大分県中津市を流れる山国川においては、文化財的な価値を有する石橋である耶馬溪橋で流木集積による欄干の破損、また馬溪橋では流木が上流のコンクリート橋である津民橋に集積したために流木は集積しなかったが、流下能力不足によりせき上げが生じ、上流の浸水被害が発生した。なお、馬溪橋は撤去の議論が行われたが、文化財的な価値から存置が決められており、一方の津民橋は撤去が決まっている。

流木災害の対策メニューとして考えられる砂防ダムについては、その適切な配置と維持管理がどの程度の流木リスク低減効果があるのかを評価することが、今後の気候変動への適応策としても重要と考えられる。本研究では、山地を流れるために多数の砂防ダムを有し、実際に流木被害が発生したことから石橋を有することから流木リスク管理が求められる山国川を対象として、砂防ダムの流木災害リスク低減効果を評価することを試みる。

### 2. 研究内容

#### 2.1 山国川流域および流木災害リスク評価の概要：

山国川は大分県中津市を流れる一級河川であり、総延長56km、流域面積540km<sup>2</sup>である。本川上には文化的価値の高い3つの石橋（上流より、馬溪橋・羅漢寺橋・耶馬溪橋）が架かっている。本研究では、それらの石橋のうち最下流の耶馬溪橋より上流の流域を対象領域とした。よって、対象流域の流域面積は435.7km<sup>2</sup>、本川延長は34.5kmである（図-1）。砂防ダム（耶馬溪ダム集水域を除いて計647基）については、大分県などの管理者から収集した位置情報をGIS上に整理した（図-1）。

ここでは、矢野ら(2016)が提案している流域内での最大可能流木発生量に相当する流木発生ポテンシャルの評価法を山国川に適用し、全橋梁の相対的な流木集積量を流木災害リスクとして評価した。

まず、砂防ダムの流木捕捉率が橋梁の流木災害リスクへどのように影響するかを把握するために、砂防ダムが満砂状態などで全く機能しないと想定した捕捉率0から、完全に捕捉できる場合の1まで0.1ずつ一律に変化させた場合の評価を行った。一方、砂防ダムは建設時期とその後の土砂崩壊状況に応じて、堆砂状況が異なるのが一般的であると考えられるが、管理者においても現状ではそのようなデータを完全には揃えていないのが実情である。そこで次に、捕捉率をランダムに分布させた場合に、流木発生ポテンシャルがどのように応答するかも併せて評価した。ここでは、砂防ダムの流木捕捉率の平均値をパラメータとして、ベータ関数（平均値をピークに最小値0と最大値1の間で分布させることができる）を



図-1 調査対象流域と砂防ダムの分布

キーワード：流木リスク 砂防ダム 適応策

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

確率密度関数とする乱数 (0~1) を各砂防ダムに与えた。平均値は 0.1 刻みで 0.1 から 0.9 まで変化させ、それぞれ 10 回の試行を行った。

最後に、収集した砂防ダムデータからスリットタイプの透過型(計 73 基)と不透過型(計 574 基)に分類し、タイプ毎に流木捕捉率を与える評価を行った。砂防分野では一般的に不透過型ダムの流木捕捉率は 0.1 程度であると言われていることから、不透過型は 0.1 で固定し、透過型については 0.1 から 1 まで 0.1 刻みで変化させて影響を評価した。

## 2.2 山国川流域を対象とした砂防ダムの流木リスク低減効果の評価：

まず、砂防ダムの流木捕捉率を一様にした場合について検討した。図-2 に砂防ダムの流木捕捉率に対する本川上の全橋梁における砂防ダムが全く無い場合からの全流木捕捉量の減少率との関係(青線)を示す。両者の関係は線形的ではなく、流木捕捉率の小さい範囲で減少率は急激に上昇し、おおむね 0.5 以降は直線的に最大値の 14.3%に向かうことが分かる。このことから、砂防ダムの捕捉率が完全に捕捉する 1 に近い状態でなくても、十分な流木リスク低減効果が発揮できることが分かる。

次に、砂防ダムの流木捕捉率を乱数で与えた場合について、図-2 に砂防ダムの平均流木捕捉率と全捕捉流木量の減少率との関係(オレンジ線)を示す。バーは 10 回の試行における標準偏差である。捕捉率との関係は一様な場合と概ね同じであり、山国川ではランダム性は大きな影響を与えないことが分かる。

最後に、砂防ダムの型の違いを考慮した場合について示す。図-3 に型を分類した場合と一様に取り扱った場合について、流木捕捉率と流木捕捉量の減少率との関係を示す。また、透過型の流木捕捉率に対して、流木減少率が一致する一様な場合の流木捕捉率などを表-1 にまとめた。山国川では 1 割程度である透過型の流木捕捉率の変化に対して、流木捕捉量の減少率が等価となる型一様の流木捕捉率の増加が大きいことから透過型砂防ダムが持つ流木カット能力のポテンシャルは大きいといえる。

## 3. 結論

山国川において砂防ダムの流木リスク低減効果を評価した。その結果、砂防ダムの流木捕捉率が 20~40%程度で、最大に効果を発揮した場合の 5~8 割程度の効果が得られることが分かった。流木災害への温暖化適応策としての砂防ダム計画や維持管理方針などへの有用な情報を提供できた。

謝辞：本研究は科研費(15K14042)、文部科学省 SI-CAT の援助により実施された。また、国土交通省九州地方整備局山国川河川事務所、ならびに大分県に各種データを提供いただいた。深甚なる感謝の意を表する。

参考文献：1)矢野ら(2016)：土論 B1,72(4),I-289-I-294.

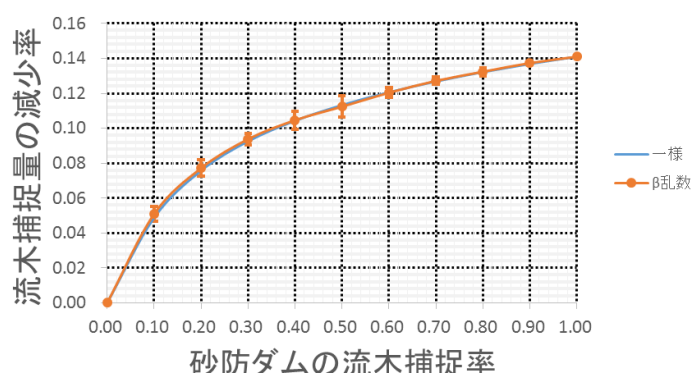


図-2 砂防ダムの平均流木捕捉率と捕捉量減少率の関係

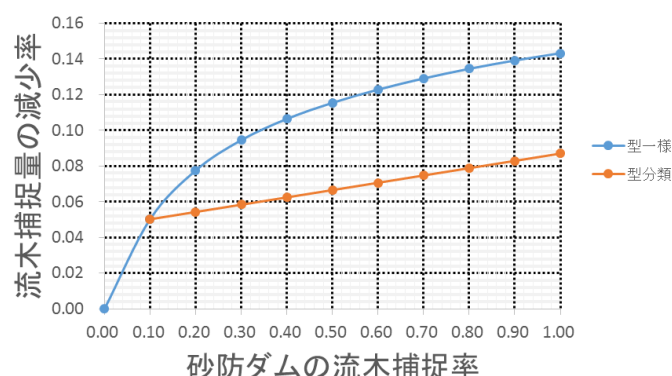


図-3 砂防ダムの型分類時の流木捕捉率と捕捉量減少率の関係

表-1 透過型と等価な型一様の変化

| 透過型の捕捉率 | 流木捕捉量の減少率(%) | 減少率の上昇率 | 対応する型一様の流木捕捉率 | 捕捉率0.1に対する型一様の捕捉率の増加 |
|---------|--------------|---------|---------------|----------------------|
| 0.1     | 5.0          | -       | 0.1           | -                    |
| 0.3     | 5.8          | 約2割     | 約0.13         | 1.3倍                 |
| 0.5     | 6.7          | 約3割     | 約0.15         | 1.5倍                 |
| 1.0     | 8.7          | 約7割     | 約0.25         | 2.5倍                 |