

山国川中上流域における砂防ダムと貯水ダムによる 流木災害リスクの低減効果評価の試み

九州大学大学院 学生会員 ○富田浩平・土橋将太
九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 正会員 堂藺俊多・笠間清伸

1. 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様々な河川で被害があったが、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、歴史的な価値を有する石橋である馬溪橋などで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、その上流の津民橋では流木の集積により欄干などが破壊され、すでに撤去が決まっている。

さらに、同水害では上流の耶馬溪ダムに流木が集積したが、このことは洪水調整ダムが水の流出を調整するのみでなく、ダム下流の流木災害リスクを軽減する効果を持つことを意味している。よって、ダムによる流木災害リスク低減効果を評価することは、ダムの付加価値を評価する意味がある。一方、流木災害対策メニューとして考えられる砂防ダムの適切な配置と運用がどの程度のリスク低減効果があるのかを評価することも重要と考えられる。

本研究では、多数の砂防ダム、ならびに貯水ダムである耶馬溪ダムを有する山国川を対象として、砂防ダムならびに貯水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

(1) 山国川流域の概要

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540km²である。本川上には文化的価値の高い3つの石橋が架かっている。本研究では、それらの石橋のうち最下流に位置する耶馬溪橋より上流の区間を対象領域とした。よって、対象流域の流域面積は435.7km²、本川延長は34.5kmである(図-1)。砂防ダム(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)。

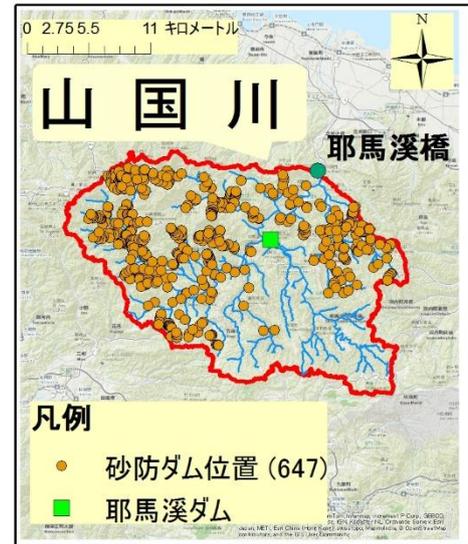


図-1 調査対象流域と砂防ダムの分布

(2) 流木災害リスク評価の概要

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、河道上の全橋梁の相対的な流木リスクの評価を行った。

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、ランダムに捕捉率を分布させてどのように応答するかを評価した。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たベータ関数を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、砂防ダムを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、それぞれ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 刻みで変化させた。

3. 結果

(1) 砂防ダムによる流木災害リスク低減効果

まず、砂防ダムの流木捕捉率を一律に与えた場合について検討した。図-2 (青線) に砂防ダムの流木捕捉率に対する本川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、その後直線的に最大値の 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 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 (オレンジ線) 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、一律な場合と概ね同じであり、ランダム性は全体には大きな影響を与えないことが分かる。

次に、砂防ダムの型を考慮した場合について検討した。図-3 に砂防ダムの型考慮時の流木捕捉率と捕捉流木量の減少率との関係を一律の場合と一緒に重ねた状態で同様に示す。透過型は 73 基と 1 割程度であるが、その効果は存在割合に比べて大きいことが分かる。

透過型の流木捕捉率に対して、流木減少率が同じになる一律の場合の捕捉率を表-1 にまとめた。1 割程度の存在である透過型の流木捕捉率の変化に対して、等価な一律時の流木捕捉率の上昇率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ことがうかがえる。

(2) 耶馬溪ダムによる流木災害リスク低減効果

最後に、貯水式ダムである耶馬溪ダムがもつ流木災害リスク低減効果を評価した。耶馬溪ダムの集水域からの流木発生ポテンシャルを評価したところ、8,815m³と見積もられた。耶馬溪橋地点の 62,510 m³と比較するとダムによる流木カット効果は約 14%ということになる。対象流域面積 435.7km²に対してダムの集水面積 89km²は約 20.4%と同レベルであったことから、流

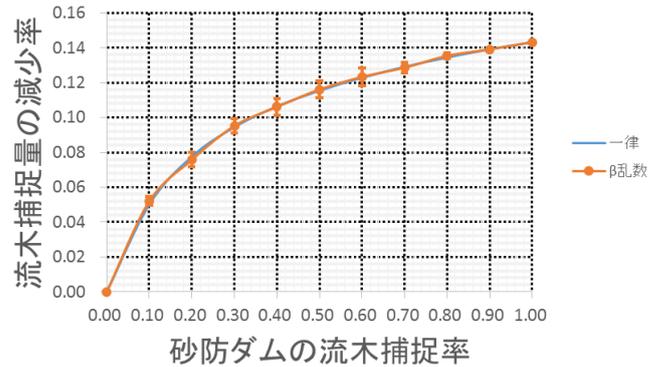


図-2 砂防ダムの平均流木捕捉率と捕捉量減少率の関係

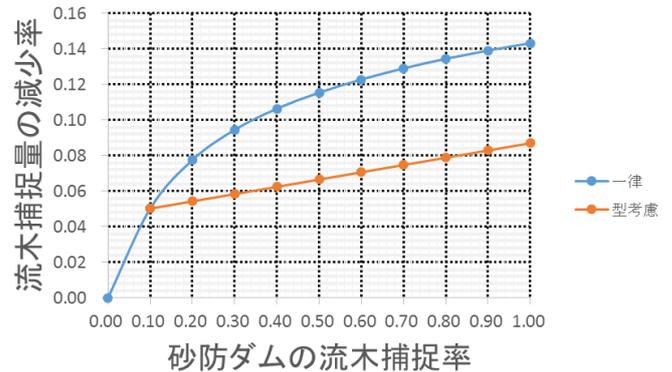


図-3 砂防ダムの型考慮時の流木捕捉率と捕捉量減少率の関係

表-1 透過型と等価な流木減少率をもつ一律な流木捕捉率

透過型の捕捉率	一律時に相当する捕捉率	相当する捕捉率の上昇率
0.1	0.1	1
0.3	0.13	1.3
0.5	0.15	1.5
1	0.25	2.5

木カットの観点からも有効な位置にダムがあったと言える。

4. 結論

山国川中上流域を対象に、砂防ダムのリスク低減効果などを評価した。その結果、耶馬溪ダムにおける流木カット効果が 14%程度であること、ならびに砂防ダムが流木捕捉率 2~3 割程度で流域全体のリスク低減に十分寄与できること、1 割程度しかない透過型ダムの捕捉率を上昇させることは流域全体にリスク低減をもたらすことなどが明らかとなった。

[謝辞]本研究は平成 27 年度科研費挑戦的萌芽研究(15K14042)、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(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。

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