

平成30年7月豪雨における立川川周辺流域を対象とした流木流出率の検討事例

八千代エンジニアリング株式会社 ○横尾 公博、児玉 龍朋、高瀬 蔵
国土交通省 四国地方整備局 四国山地砂防事務所 野村 康裕、猪熊 敬三、松岡 高志、泉 佳樹

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、四国地方の立川川周辺流域において約350箇所の崩壊に伴う流出土砂によって、土石流や土砂・洪水氾濫が発生し、土砂とともに多量の流木が流出した。流木対策を行うためには、計画対象量となる流出流木量を算定する必要がある。しかしながら、河床勾配 2° 未満の掃流区間における流木流出率は災害事例によって様々であり、「土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方（試行版）」¹⁾によれば22%~90%程度であるとされているなど、その実態は必ずしも明らかとはなっていない。

本報告では、今後、吉野川水系で流木対策を推進するため、平成30年7月豪雨における発生流木量と流出流木量を算定し、当該流域の流木流出率を検討した結果を報告する。

2. 平成30年7月豪雨の概要

平成30年7月豪雨では、雨量観測所（本山観測所）で累計雨量が1,694mmの記録的な大雨となり、高知県では複数の斜面や溪流から土砂が同時多発的に流出し、家屋・インフラ等に甚大な被害が発生した。また、同雨量観測所において最大24時間雨量で観測史上1位となる602mmが観測され、大規模な山腹崩壊が多発した。LPデータの差分解析結果や空中写真判読結果によれば、特に立川川流域周辺では、約350箇所の崩壊（図-1）が発生し、約155万 m^3 の土砂が流出したことが確認されている²⁾。同豪雨では、土砂とともに多量の流木が流出し、橋脚に集積した流木塊（写真-1）や橋桁上に残存した流木などが確認されている。

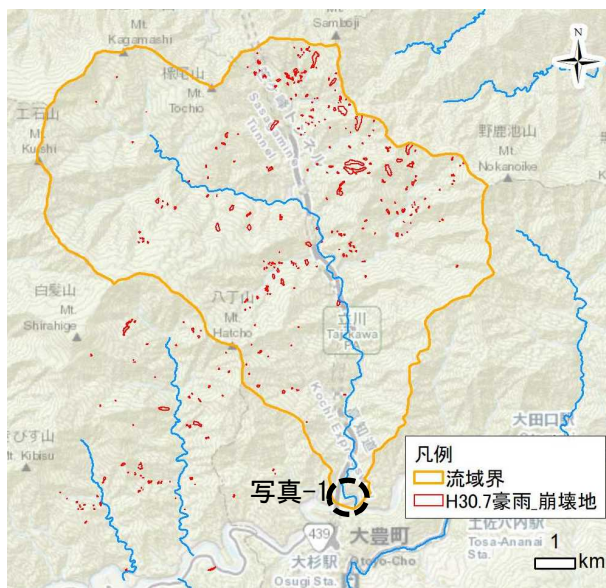


図-1 立川川流域 H30.7 豪雨による崩壊地分布図



写真-1 川口橋の流木塊残存状況

3. 発生流木量の算定手法

3.1 崩壊地からの発生流木量

崩壊地からの発生流木量は崩壊面積に材積量を乗じることで算定した。崩壊面積については崩壊地判読結果、材積量については針葉樹エリア及び広葉樹エリアそれぞれで算定した。針葉樹についてはLPデータ（H30.7豪雨前の平成21年LPデータ）を用いて、DSM（表層モデル）およびDTM（標高モデル）の差分解析を実施し、DCM（樹冠モデル）を作成した。DCMを用いた樹頂点の抽出にはQGISのプラグイン機能の1つであるFUSIONを使用して立木本数を求めた（図-2）。広葉樹については、樹頂点が不明瞭であり、DCMを用いた解析手法の適用性は低いと考えられることから、大豊町森林簿に記載のある材積量を用いた。また、これらの机上検討結果の妥当性を検証するため現地計測を行い（100 m^2 ×6箇所）、概ね整合していることを確認した。針葉樹エリアおよび広葉樹エリアでそれぞれ算出した材積量をもとに、立川川流域全体における流木の発生ポテンシャルを示す材積量分布図を作成し、崩壊面積を乗じることで崩壊に伴う発生流木量を算定した。結果として、崩壊に伴う発生流木量は約22,079 m^3 となった。

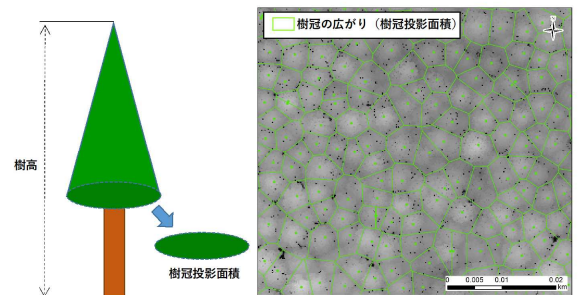


図-2 樹頂点及び樹冠投影面積の解析結果

3.2 河道内からの発生流木量

「考え方」¹⁾を参考として、河床勾配 10° 未満の区間における発生流木量を算定した。考え方によれば、同区間は一次元河床変動計算の結果を用いて流木の発生・非発生を判定するとされており、最大侵食深が根茎長を上回る場合は流木が発生するものとし、最大侵食深が根茎長未満の場合は、外力モーメント（式1）が耐力モーメント（式2）を上回る区間において、立

木が倒伏して流木が発生するものとした。

$$Md = 1/4 \cdot \rho \cdot C_D \cdot h^2 \cdot u^2 \quad \text{式 1}$$

$$Mc = \alpha \cdot (100 \cdot D)^2 \quad \text{式 2}$$

ここに、 Md :外力モーメント (kg・m)、 ρ :水の密度 (102kg・s/m²)、 C_D :抗力係数 (1.2)、 h :水深(m 計算値)、 u :流速(m/s 計算値)、 Mc : 立木の耐力モーメント (kg・m)、 α :定数(=2.5)、 D :立木の胸高直径(m)

本報告では、立川川流域における一次元河床変動計算による再現計算結果を用いて、河道内からの発生流木量の検討を実施した。その結果、立川川流域における河道内発生流木量は 396m³ となった。

4. 流木流出率の検討結果

4.1 崩壊地における流木流出率

流出流木量は発生流木量に流木流出率を乗じて算出するため、H30.7 豪雨における流木流出実態を踏まえた流木流出率の設定を行った。

H30.7 豪雨後の立川川周辺流域における崩壊地内の残存流木量に関する調査結果(6箇所)から、崩壊地内の流木流出率を算定した結果、約 83~95%と幅があるものの、平均値は約 90%であった。また、「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 H28.4」によれば、計画流木流出率は 80~90%程度であることが示されている。このため、H30.7 豪雨における崩壊地内の流木流出率は 90%とした。なお、土石流流下区間については残存流木は崩壊地内と同様に大部分が流出している状況であった(図-3)。このため、土石流流下区間についても、流木流出率は 90%とした。



図-3 崩壊地及び土石流流下区間

4.2 流木流出率の検討

4.2.1 河道内における残存流木量

河道内の残存流木量は災害直後に最も多く残存し、その後の中小出水によって流出し、漸減すると考えられる。H30.7 豪雨後の河道内残存流木量に関する調査は災害後約 1 年後に実施されているため、本報告ではこの調査結果を引用した。さらに、立川川周辺流域では自治体により H30.7 豪雨後に伴って河道内に堆積した流木の回収・処理が実施されている。このため、これらを合算することで河道内の残存流木量とした。なお、自治体による回収・処理は、災害後速やかに実施されており、流木堆積量に関する調査との二重計上は生じないと判断した。結果として、自治体による除木量は 1,616.5m³、残存流木量調査結果は 2,870.8m³ となり、立川川流域における河道内残存流木量は約 4,487m³ となった。

4.2.2 流木流出率

H30.7 豪雨における立川川流域の発生流木量及び残存流木量を整理すると、立川川流域における崩壊地からの発生流木量は 22,079m³ (流出流木量は 0.9 を乗じた 19,871m³)、河道内からの発生流木量は 396m³、河道内残存流木量は 4,487m³ となった。

河道内の発生流木量(崩壊地からの河道への流出流木量を含む)が 20,267m³ であるのに対し、河道内残存流木量が 4,487m³ であることから、流木流出率は 77.9% となった(表-1)。

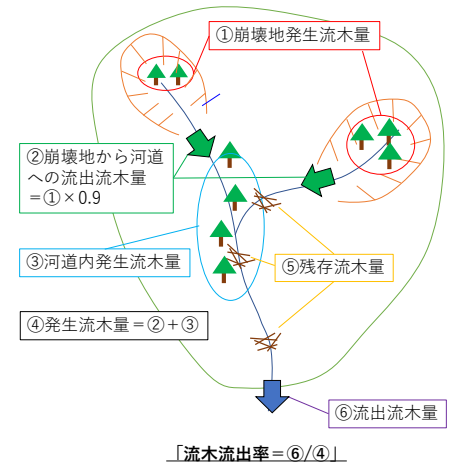


表-1 流木流出率の設定結果

項目	算定結果
①崩壊地発生流木量	22,079 m ³
②崩壊地から河道への流出流木量=①×0.9	19,871 m ³
③河道内発生流木量	396 m ³
④発生流木量=②+③	20,267 m ³
⑤残存流木量	4,487 m ³
⑥流出流木量=④-⑤	15,780 m ³
⑦流木流出率=⑥/④	77.9 %

5. おわりに

立川川流域における発生ポテンシャルを推定した上で、平成 30 年 7 月豪雨による流出流木量及び残存流木量から、災害実態に基づく流木流出率を明らかにした。「考え方」¹⁾によれば、既往の災害事例による流木流出率は災害事例によって 22~84%、29%~70%、62.8%、70%、50.4%~90.5%と幅広く示されており、本検討結果は概ね同程度であった。ただし、河道内の残存流木量は H30.7 豪雨から 1 年後の調査結果を用いており、中小出水により一部が流出していることも考えられる。同豪雨直後に取得されたオルソ画像の確認も試行したが、樹木の影で流木塊が視認できなかったため、本検討には反映していない。このため、流木災害についてはできる限り速やかに、崩壊地や河道内の残存流木量に関する調査を行うことが望ましいといえる。

参考文献)

- 国土交通省水管理・国土保全局砂防部：土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方(試行版),令和 6 年 2 月一部修正版
- 大塚智久, 横尾公博, 小西拓海, 児玉龍朋, 本屋敦涼：平成 30 年 7 月豪雨に伴う崩壊地で発生した深層崩壊抽出手法の検討,令和 2 年度砂防学会研究発表会概要集, p523-524