

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

令和8年3月

国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部

< 目 次 >

はじめに	1
1. 総説	2
1.1. 本資料の目的	2
1.2. 対象とする現象	2
1.3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の構成	4
1.4. 検討の流れ	6
1.4.1. 検討項目	6
1.4.2. 計画規模の設定	7
1.4.3. 他所管事業との連携	8
2. 基本事項の整理	9
2.1. 検討に当たっての前提	9
2.2. 収集する資料	9
2.3. 既往災害の実態整理	9
2.4. 流木発生ポテンシャル調査	11
2.5. 施設等調査	12
2.5.1. 施設調査	12
2.5.2. トラブルスポット調査	13
2.6. 被害シナリオの想定	21
3. 計画流木量の設定	22
3.1. 計画発生流木量	22
3.1.1. 基本的な考え方	23
3.1.2. 計画発生流木量の算出	24
3.2. 計画流出流木量	26
3.2.1. 基本的な考え方	26
3.2.2. 計画流出流木量の算出	27
4. 被害想定	32
4.1. 基本的な考え方	32
4.2. ダム貯水池や海岸へ流出する流木に関する評価	32
4.3. 橋梁等での閉塞に関する評価	32
5. 施設配置計画の検討	33
5.1. 施設配置計画の検討	33
6. 費用便益分析	35

6.1.	計画規模の被害額の算出	35
6.2.	計画規模未満の被害額の算出	35
6.3.	費用便益分析	36
7.	橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料.....	37
7.1.	基本的な考え方	37
7.2.	トラブルスポットでの流木による閉塞の判定	37
7.3.	トラブルスポットに到達する流木量	45
7.4.	流木閉塞に伴う被害想定範囲の検討	46

はじめに

豪雨時に斜面崩壊や土石流によって大量の土砂が生産され、それらが河道に供給されることに伴い、河道が土砂で埋まり土砂や泥水が河道と関係無く流れることで、保全対象に甚大な被害を及ぼすことがある。また、河道が埋まるまではいかなくとも河道に堆積した土砂により流下能力が低下することで氾濫が発生し、保全対象に甚大な被害を及ぼすこともある。この土砂・洪水氾濫と呼ばれる現象については、近年数値解析により被害想定や対策のための施設配置計画検討が進められている。

また、平成 29 年の九州北部豪雨のように土砂・洪水氾濫発生時には、大量の土砂と合わせて大量の流木が発生・流下し、被害を拡大させている事例が近年見られている。

土砂・洪水氾濫において、急勾配の土石流から緩勾配の掃流砂・浮遊砂までの土砂動態を数値計算により再現・推定する取り組みは進められているものの、流木については技術開発が進められている段階にある。

土砂災害警戒区域で対象とするような土砂と流木が一体となって流下する土石流がそのまま人家等への被害を及ぼす現象に対しては、知見が取りまとめられ砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）等に基づき土石流・流木対策が進められている。ここでは、発生する流木量やそれが保全対象へ流下する流木流出率を経験的に整理し、計画流出流木量を算出する手法を示している。

土砂・洪水氾濫が発生する流域は、比較的流域面積が広く、流木の発生・流下・堆積といった挙動は複雑である。緩勾配の掃流区間では、流木は土砂と分離して流下することで、土砂とは異なる被害をもたらすため、別の対策を検討する必要がある。

土砂・洪水氾濫対策計画の検討については、「河川砂防技術基準（計画編）基本計画編 第 3 章 砂防（土砂災害対策等）計画，平成 31 年 3 月」が参考となるが、本資料は、土砂・洪水氾濫対策における流木対策計画を具体的に検討するための基本的な考え方を整理するものである。

なお、流木の発生・流下、溪流や河道における流下・堆積の過程や災害発生メカニズムについての研究は行われているが、未だ研究途上であり本資料は現時点の研究・技術開発の成果を取りまとめたものであり、更なる知見を収集し成果を反映していく必要がある。

令和 8 年 3 月

国土交通省水管理・国土保全局砂防部

1. 総説

1.1. 本資料の目的

【考え方】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画は、土砂・洪水氾濫に伴い流木の発生・流出が想定される流域を対象として、流木による災害から生命、財産、生活環境及び自然環境を守ることを目的として立案するものである。

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画を立案する上では、流木量の算出、被害シナリオ、被害想定及び施設配置等の具体的な手法が必要となる。本資料では、土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画を検討するための基本的な考え方を示すことを目的とする。

なお、本資料を適用すれば不合理となる場合においては、適用しないことができる。また、所期の目的を十分に達成する、より適切な手法が存在する場合は、その採用を妨げるものではない。

1.2. 対象とする現象

【考え方】

本資料において対象とする現象は、「河川砂防技術基準（計画編）基本計画編 第3章 砂防（土砂災害対策等）計画，平成31年3月」における「第2節 砂防基本計画に関する基本的な事項 2.1 総説及び2.2 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策計画に関する基本的な事項」で整理されている一連の降雨による土砂・洪水氾濫とし、「A-3 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画」で取り扱う、流出する流木による被害を対象とする。

		保全対象の位置			
		土石流危険渓流等 にある保全対象	扇状地・谷底平野 にある保全対象	沖積平野にある 保全対象	貯水池
対象とする期間	短期 (一連の降雨)	A. 短期(一連の降雨継続期)土砂流出による土砂災害対策計画 A-2. 土石流・流木対策計画 A-1. 土砂・洪水氾濫対策計画 A-3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画 E. 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策計画			
	中期 (数年まで)	B. 中期(土砂流出活発期)土砂流出対策			
	長期 (10年以上)	C. 長期(土砂流出継続期)土砂流出対策			

図 1-1 対象とする現象

※河川砂防技術基準（計画編）基本計画編：水管理・国土保全局，2019 を引用・加筆）

石川ら（1989）によると流木の発生原因・形態は表 1-1 のように整理出来る。本資料では、発生流木の流出過程のモデル化が現時点で可能なものとするため、表 1-1 に示す発生原因と形態のうち①～⑤及び⑧を評価することとしている。

表 1-1 流木の発生原因と形態

流木の起源	流木の発生原因と形態
立木の流出	① 斜面崩壊の発生に伴う立木の滑落 ② 土石流の発生に伴う立木の滑落 ③ 土石流の流下に伴う溪岸・溪床侵食による立木の流出 ④ 洪水による河岸・河床の侵食による立木の流出
過去に発生した流倒木の流出	⑤ 病虫害や台風等により発生した倒木等の洪水等による流出 ⑥ 過去に流出して河床上に堆積した流木や河床堆積物中に埋没していた流木の再移動 ⑦ 雪崩の発生・流下に伴う倒木の発生とその後の土石流、洪水による下流への流出
伐木・原木の流出	⑧ 放置された伐木や間伐材の斜面崩壊、土石流、洪水による流出 ⑨ 集積された木材の洪水等による流出 ⑩ 洪水等による椎茸原木の流出
用材の流出	⑪ 土石流、洪水等による家屋の損壊とそれに伴う破損材の流出 ⑫ 土石流、洪水等による木橋の流出 ⑬ 土石流、洪水等による電柱の流出

※石川芳治，水山高久，鈴木浩之：崩壊・土石流に伴う流木の実態と調査法，土木技術資料，31-1，pp23-29，1989 を引用・加筆

流木の流出により引き起こされる被害については、「ダム貯水池流木対策の手引き（案），平成 30 年 3 月」において、表 1-2 のような整理がなされている。ここで事例を示しているが、その他の現地状況に応じて想定される被害を対象とすることを妨げるものではない。

なお、表 1-2 に示す流木災害の形態のうち、河川域で生じる①、②、③、⑤については、砂防区間でも同様の現象が発生しうる可能性があることに留意する。

表 1-2 流木災害の形態

流木災害の形態	災害が生じる主な場
① 流木が橋梁・カルバート、水路等に詰まることにより土石流や洪水が河道から溢れて周辺や下流の人家、施設等に被害を与える	河川域（橋梁等）
② 流木が橋梁に詰まって上流で土石流や洪水がダムアップしこれらによる流体力や水圧により橋梁が押し流される	河川域（橋梁等）
③ 取水堰や放水路の取水口に流木が詰まって取水機能や放水機能を低下させる	河川域（構造物）
④ 土砂調節を目的とした透過型の砂防えん堤等のスリット部を閉塞し土砂の調節機能を低下させる	砂防区間
⑤ 流木の衝突による衝撃力により家屋あるいは河川に設置してある構造物等を破壊	河川域（構造物）
⑥ 貯水池等に貯って一部は沈積する。これらは腐敗し水質や景観を損ねる	ダム
⑦ 海に流出して船舶の航行の障害等になったり、海岸に漂着してゴミとなる	海岸域

※河川における樹木管理の手引き：(財) リバーフロント整備センター編集，204p，1999 を引用・加筆

1.3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の構成

【考え方】

「河川砂防技術基準（計画編）基本計画編 第3章 砂防（土砂災害対策等）計画，平成31年3月」における「第2節 砂防基本計画に関する基本的な事項 2.2.4 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画に関する基本的な事項 (4) 計画で扱う流木量」に則り、土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画で扱う流木量として計画発生流木量、計画流出流木量を設定することを基本とする。それぞれの流木量は、対象区域の現況調査資料、既往の災害資料、類似地域の資料等を用いて定める。これら流木量は、計画基準点での値だけ算定するのではなく、被害（ダム貯水池や海岸への流出、トラブルスポットでの閉塞）が想定される地点ごとに被害発生の有無を判定するために算定する必要があることに留意する。

土砂・洪水氾濫時に流出する流木量の算出の流れを図 1-2 に示す。また、土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画で対象とする流木量を図 1-3 のようにとらえることとする。なお、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月（令和7年3月一部改定）」の考え方との違いを示すために併記して説明している。河床勾配が10度以上においては、その土砂移動形態から便宜的に「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月（令和7年3月一部改定）」の考え方と同様の流出率を採用した。

なお、本資料では、河床勾配が10度未満において河床変動計算結果を用いて便宜的に流木を算出する手法を示しているが、流木流出のモデルを用いた手法等で算出することを妨げるものでは

ない。「3.2.2 計画流出流木量の算出」に参考として、それらの事例を示す。

加えて、河床勾配を10度以上は「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月（令和7年3月一部改定）」に準じた考え方、10度未満は一次元河床変動計算で流木量を算出する事例を示しているが、河床勾配に関わらず対象現象や現地状況を踏まえて、一次元や二次元の河床変動計算等を適切に選択されたい。

■土砂・洪水氾濫時に流出する流木量の算出の流れ

- ① 土砂・洪水氾濫対策計画策定のための流域分割を用いて、計算上流域、支川流域、残流域に算定区間を区分する。加えて土石流・流木対策を実施している、事業実施予定のある土石流危険渓流についても算定区間を区分する。
- ② 計算上流域、支川流域、土石流危険渓流からの流出流木量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月（令和7年3月一部改定）」における「2.6.2 計画流出流木量の算出方法」に準じて算出する。残流域は流域の特性に応じて、算出の有無を判断する。
- ③ 一次元河床変動計算区間からの流出流木量は、計算結果をもとに算定する。
- ④ 土砂・流木処理計画を満たす施設整備が完了している土石流危険渓流では流出流木量は 0m^3 とする。ただし整備途中の場合は整備状況を鑑みて流出流木量を算定することができる。
- ⑤ 流出流木量を算出する地点（計画基準点やトラブルスポット等）における流木量は、収支計算（河道の流れをもとにした加算・減算手法）により算定する。

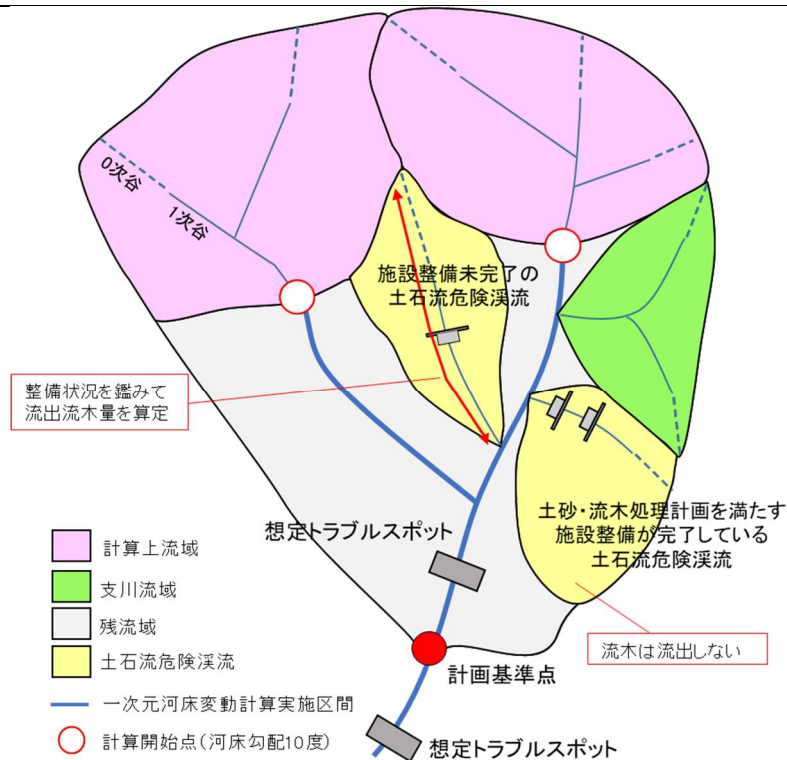


図 1-2 土砂・洪水氾濫時に流出する流木量の算出の流れとイメージ

■土石流・流木対策計画の範囲

計画発生流木量＝土石流の流下範囲にある立木の量

計画基準点から流出する計画流出流木量
＝計画発生流木量×流出率（0.8~0.9）

■土砂・洪水氾濫対策計画の範囲（土石流・流木対策計画以外の範囲）

（河床勾配 10 度以上の範囲）

計画発生流木量＝土砂・洪水氾濫時に流木となりうる立木の量

河床勾配 10 度地点から流出する計画流出流木量
＝計画発生流木量×流出率（0.8~0.9）※1

（河床勾配 10 度未満の範囲）

計画発生流木量＝河床侵食で発生もしくは流体力で倒伏する流木の量

河床勾配 10 度未満の地点から流出する計画流出流木量
＝（上流や支川からの流出流木量＋河床変動計算結果に基づく発生流木量）×谷次数ごとに設定する流木流出率

※1：便宜的に土石流・流木対策計画と同じ流出率を利用

図 1-3 土砂・洪水氾濫対策計画における流木対策計画で取り扱う流木量の概念

1.4. 検討の流れ

1.4.1. 検討項目

【標準】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の検討については、以下及び図 1-4 に示す手順で実施することを基本とする。

- ①既往災害の実態整理
- ②流木発生ポテンシャル調査
- ③施設調査
- ④トラブルスポット調査
- ⑤被害シナリオの想定
- ⑥計画流木量の設定

- ⑦被害想定
- ⑧施設配置計画の検討
- ⑨費用便益分析

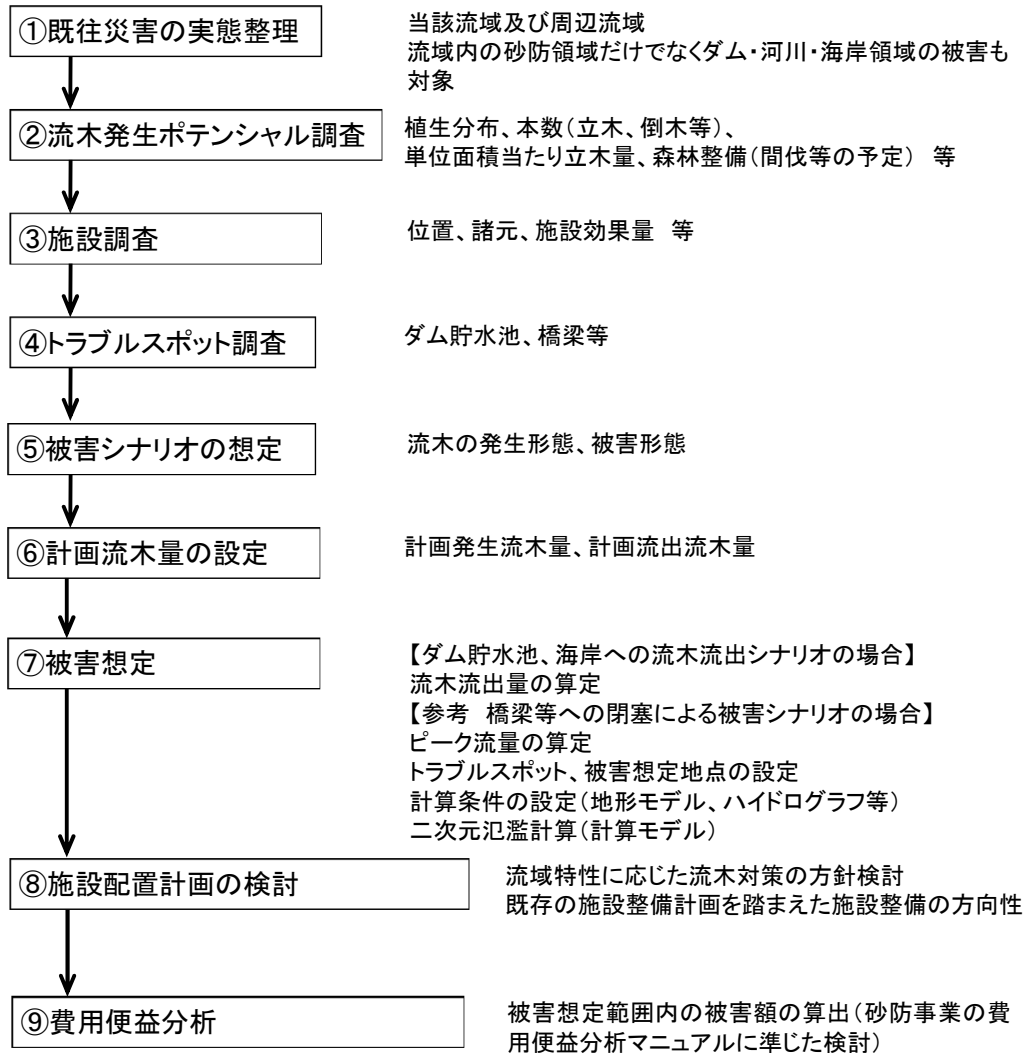


図 1-4 検討フロー

1.4.2. 計画規模の設定

【標準】

計画規模は、土砂・洪水氾濫対策計画における計画規模と同等とすることを基本とする。なお、土砂・洪水氾濫対策計画の検討が未実施の場合は、速やかに検討を進め、当該流域における計画規模を設定する。

1.4.3. 他所管事業との連携

【標準】

当該流域内にて他所管事業（治山事業等）による整備が行われている場合は、当該事業と連携して流木対策を実施するものとする。なお、実施にあたっては、効率的な事業展開に向けて十分な調整を行うものとする。

【例示】

発生流木量の算出において治山事業と調整を図り、必要に応じて所管ごとに対策する流木量を取り決め、砂防事業で対策する流木量を差し引くことが考えられる。

2. 基本事項の整理

2.1. 検討に当たっての前提

【考え方】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木対策計画の検討にあたり、土砂・洪水氾濫対策計画の基本的な検討は別途進められており、計画基準点、計画規模降雨、計画生産土砂量等の基本的な諸元は設定されていることを前提とする。

基本的な諸元が設定されていない流域では、「河川砂防技術基準（計画編）基本計画編 第3章 砂防（土砂災害等対策）計画，平成31年3月」に基づく土砂・洪水氾濫対策計画の検討と併せて土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画を検討する。

2.2. 収集する資料

【標準】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の立案のために、必要な資料を収集する。

【例示】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の立案のために収集する資料は、以下が考えられる。

- ・当該流域及び周辺流域の既往の流木災害に関する資料
- ・地形、地質に関する資料
- ・植生分布や、森林整備に関する資料（自然環境保全基礎調査（植生図）、林班図、森林簿及びその他写真判読やリモートセンシングによるデータ）
- ・降雨、水文観測に関する資料
- ・既往の砂防（土砂災害等対策）計画に関する資料
- ・既往の砂防設備等に関する資料
- ・計画基準点下流を含む河道上の横断構造物に関する資料
- ・当該水系における河川整備計画等に関する資料
- ・計画基準点下流を含む河道を横断する道路橋等の改修計画に関する資料
- ・保全対象の分布及び資産に関する資料
- ・既往の流木撤去費用に関する資料

2.3. 既往災害の実態整理

【考え方】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の立案において、過去の被害実態を整理し、流木の流出形態や被害の発生要因を把握することは、流木被害の要因分析、計画流木量の設定や被害想定等を行うために重要である。

【標準】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の立案における被害想定を検討のため、過去に発生した流木による被害実態を整理する。また、当該流域での流木に伴う被害の事例を収集・整理し、分析を行う。

【推奨】

当該流域での流木に伴う被害事例が無い場合、当該流域の周辺流域のみならず、地形条件、地質条件、植生条件等が類似するような地域を含めて事例の収集・整理に努める。また、土砂・洪水氾濫と流木が橋梁等に閉塞して発生した氾濫が切り分けられない場合もあるが、出来る限り切り分けて整理することが望ましい。

また、収集・整理に際しては、計画規模に限らず高頻度に発生する降雨時の流木の流出形態や被害の発生要因を把握することが望ましい。

なお、新たに発生した流木に伴う被害については、調査時の安全確保に留意しつつ既往災害における整理項目が網羅されるよう調査を行い、事例の整理を行うことが望ましい。

【例示】

流木による被害実態整理における主な整理項目は、「河川砂防技術基準（調査編）第17章 砂防調査，令和5年5月」における「第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査」を参考に、以下の事項が考えられる。

- ・発生日時、調査日時
- ・流木に伴う被害の概要
- ・発生時の気象状況、降水量
- ・発生流木量
- ・流木の最大長、最大直径
- ・流木の平均長、平均直径
- ・流出流木量
- ・流木実態把握（流木の生産・流下・堆積ごとに、それぞれの位置や量を流木収支図やGIS上で取りまとめる等）
- ・流木に伴う被害の発生原因（ダム貯水池や海岸への流木流出、橋梁閉塞、家屋への流木直撃等）
- ・砂防堰堤等における流木捕捉量の推定

新たに発生した流木を伴う災害における調査は、以下に留意することが考えられる。

- ① 斜面崩壊に伴う発生流木の調査

流木発生源である崩壊地等について現地調査、空中写真、LP測量等にて計測し、崩壊面積を把握する。発生流木量は、崩壊発生前の既往のLPデータを用いることで推定が可能だが、データが無い場合は近傍の斜面で立木調査を実施する。

立木調査では、「河川砂防技術基準（調査編）第17章 砂防調査，令和5年5月」における「第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査 3.3.5 流木の発生・堆積・流出等に関する調査（1）発生流木量調査」に基づきサンプリング法（10m×10m）等を行い、樹木の本数、樹種、樹高、胸高直径を計測し材積量を算定する。

② 河床変動に伴う発生・堆積流木の調査

土砂移動がみられた河道を対象に、河床変動状況（侵食・堆積）を推定する。発生流木量は、河道の侵食幅のうち、立木が生育していた幅を推定し、これに区間長及び単位面積立木量を乗じて推定する。堆積流木量は、計測可能な場合は、河道に堆積する流木の長さ、平均直径、本数を確認する。個別の堆積流木を計測不可能な場合は、堆積する流木群（かたまり）の体積を調査し、空隙率を調査もしくは推定して把握する。

③ 施設に捕捉・堆積された流木の調査

当該流域内に位置する砂防関係施設や他所管の横断構造物等の諸元を把握し、捕捉・堆積したと考えられる流木量を推定する。

なお、土砂・洪水氾濫発生時は、流木のみを調査するのではなく、流域全体の土砂動態を把握する必要があるが、本資料ではその内流木に特化して記載している。土砂動態全体を把握する上では、「河川砂防技術基準（調査編）第17章 砂防調査，令和5年5月」における「第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査」が参考となる。

2.4. 流木発生ポテンシャル調査

【標準】

流木発生ポテンシャル調査を実施し、計画流木量（計画発生流木量及び計画流出流木量）を設定し、流木収支を検討するための基礎資料とする。

調査にあたっては、「河川砂防技術基準（調査編）第17章 砂防調査，令和5年5月」における「第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査 3.3.5 流木の発生・堆積・流出等に関する調査及び3.4 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査」に基づく調査を行うものとする。

流木発生ポテンシャル調査では、当該流域において計画規模降雨が発生した際に流出しうる流木の総量を対象とし、立木だけではなく倒木・伐木を含めた調査を行う。

【推奨】

都市山麓グリーンベルト整備計画に基づく事業を実施している流域において、目標とする森林の状態を踏まえて計画発生流木量を算定しても構わない。加えて、当該流域において、樹木の生長が見込まれる林齢の森林が多く分布する場合には、必要に応じて材積の増加を見込むことを検討することが望ましい。一方、倒木、伐木等を流木ポテンシャルとして扱う場合は、中長期的に腐朽あるいは分解によりポテンシャルが減少していくことが想定される。現地状況に応じて適切

に判断することが望ましいが、現時点では知見が不足しているため、今後知見の蓄積が必要である。

なお、当該流域で他所管事業と連携して流域流木対策を実施する場合は、調査結果を共有する必要があることから、流木発生ポテンシャル調査の実施にあたって、調査手法を含めて調整する必要があることに留意する。

【参考となる資料】

発生流木量の推定においては、LP計測データの活用による樹種、本数、樹高の計測の推定が考えられるが、以下のマニュアルや研究事例が参考となる。

- 1) 林野庁：UAV 立木調査マニュアル，108p.，平成 31 年 3 月
- 2) 中武修一，山本一清，吉田夏樹，山口温，宇野女草太：航空機 LiDAR による単木樹種分類手法の開発，日本森林学会誌，100 巻 5 号，pp.149-157，2018.
- 3) 赤沼隼一，福田光生，後藤健，川邊三寿帆，高嶋啓伍，川上誠博，小更亨，板野友和，本多泰章，福井翔宇，彦坂修平：AI を用いた樹種判読と流木量算出について，2019 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.469-470，2019.
- 4) 林悠介，トウソウキュウ，加藤正人，中村良介：ディープラーニングによる針葉樹の単木樹冠検出と樹種分類，森林計画学会誌，55 巻 1 号，pp.3-22，2021.

2.5. 施設等調査

【標準】

被害シナリオ、被害想定等を検討するための基礎資料として、当該流域における施設及びトランススポットを調査する。

2.5.1. 施設調査

【標準】

施設調査にあたっては、「河川砂防技術基準（調査編）第 17 章 砂防調査，令和 5 年 5 月」における「第 2 節 基礎的な調査 2.2.6 施設の現況」に基づく調査を行うものとする。

設備台帳を元に、位置（座標）、管理者（国土交通省、林野庁、都道府県砂防部局、治山部局等）、工種（砂防堰堤、床固工、谷止工等）や諸元（高さ、幅、施設効果量等）の整理を行う。

河床勾配 2 度以上の土石流区間における流木に対する施設効果量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月（令和 7 年 3 月一部改定）」における「3.2.2. 計画捕捉流木量の算出」に則り、検討を行う。

【例示】

掃流区間内での計画捕捉流木量は、今後の知見の蓄積が必要だが、現時点では「流木対策指針（案），平成 12 年 7 月」や「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月

(令和7年3月一部改定)」を参考とし、以下の通りに設定することが考えられる。また、過去の災害事例や現地状況に応じて適切に設定することが考えられる。

不透過型砂防堰堤：現時点では流木捕捉量を見込まない

溪流保全工や不透過型砂防堰堤の堆砂域に設置する流木捕捉工

：計画上、流木が（一層）全て覆いつくすものとして算出

不透過型砂防堰堤の副堰堤に設置する流木捕捉工

：計画上、本堤・副堰堤の水褥池を全て覆いつくすものとして算出

$$X = A_w \times R_{wa}$$

ここで、 X ：計画捕捉流木量、 A_w ：湛水池、堆砂域、水褥池の面積

R_{wa} ：流木の平均直径

なお、掃流区間において堰上げにより効果を発揮する施設（コンクリートスリット砂防堰堤等）については、堰上げ発生時には不透過型砂防堰堤と同様に流木捕捉量は見込めないと考えるが、増水時や減水時に湛水部に流木が滞留することやスリットに流木が捕捉されることが想定される。そのため、現地状況や計画ハイドロに応じて適切に設定することが望ましい。また、水理模型実験等で流木捕捉量を把握出来た場合には見込むことが考えられる。

【参考となる資料】

ダム貯水池に流入する流木量、ダム貯水池が捕捉する流木量については、以下の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：ダム貯水池流木対策の手引き（案），p.127，2018.

2.5.2. トラブルスポット調査

【考え方】

トラブルスポットとは、土砂・洪水氾濫時に流出する流木によって被害をもたらす原因となる地点である。

土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害は、本資料では、まずダム貯水池や海岸等に流出する流木による被害を想定する。ただし、橋梁、道路暗渠（ボックスカルバート）等の狭窄部で流木が閉塞することで発生することが多いため、当該流域において流木が原因となり被害が生じる可能性がある箇所をトラブルスポットとして把握しておくことも重要である。

トラブルスポット調査から評価までの基本的な流れを以下に示す。ここでは、机上調査及び現地調査について記載する。

橋梁等の流木閉塞による被害想定については、知見が不足しているが、現時点におけるトラブルスポットの評価、トラブルスポットでの流木による閉塞の判定は、「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」で示す。

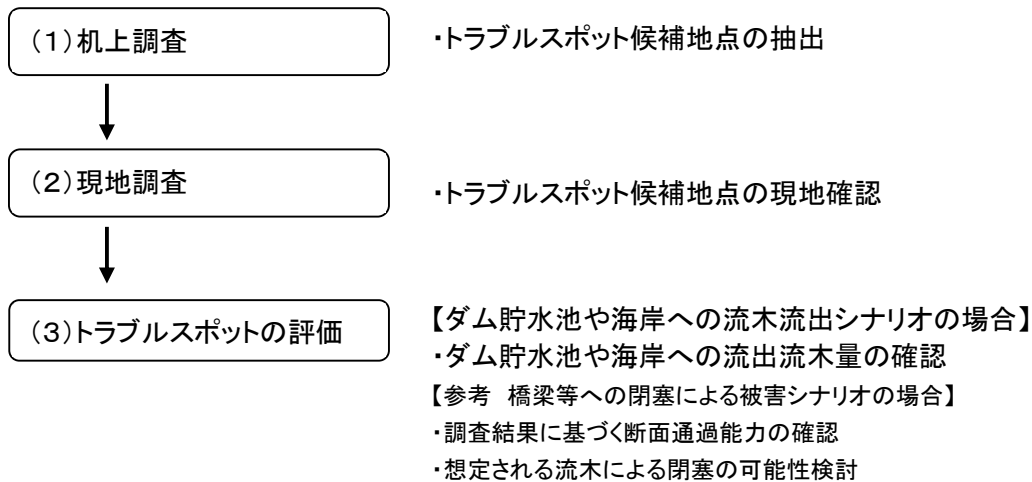


図 2-1 トラブルスポット調査から閉塞判定までの基本的な流れ

(1) 机上調査

【考え方】

机上調査では、「3. 計画流木量の設定」において一次元河床変動計算を実施している河床勾配10度未満の区間を基本にしつつ、流域の形状、保全対象の位置関係等を勘案して取りこぼしのないように調査範囲を設定するものとする。

設定した調査範囲を対象に、机上調査により地形図等の資料からトラブルスポット候補地点として抽出する。なお、机上調査では、可能な限り大縮尺な図面やオルソフォト等の写真情報を用いる。表 2-1 に机上調査における調査項目を示す。

トラブルスポット候補地点については、河床勾配2度以上の土石流区間とそれより下流の河床勾配2度未満の掃流区間では、流木の流下過程等が異なると推定されることから、当該地点の土砂移動形態も把握する。

トラブルスポット候補地点に関して、諸元等を適切に把握するため、「2.2. 収集する資料」で示した許可工作物台帳等の資料を活用するものとする。その際、河道上の人工構造物として、ダム施設、取水施設、頭首工等について机上調査において把握する。ここでは、海岸についても机上調査において把握する。橋梁等の流木閉塞を想定する場合に備え、橋梁と暗渠については既往調査結果や地図等を用いて河川との交差点を抽出し、狭窄地形については地形図から抽出し整理する。また、橋梁と暗渠といった構造物については許可工作物台帳等から把握できる内容を整理する。参考までに橋梁等の流木閉塞を想定する場合の調査範囲の設定のイメージを図 2-2 に示す。

また、トラブルスポット候補地点の構造物については、改修や架け替えが計画されている可能

性を踏まえ、管理者から当該計画の資料を入手することが望ましい。

【標準】

机上調査によりトラブルスポット候補地点の抽出を行う。

表 2-1 トラブルスポット候補地点における机上調査での調査項目

調査項目	調査内容等について
①施設名	地図等に記載されている名称等を整理
②調査位置	オルソ画像等を用いて位置情報を整理
③施設等の種類	ダム貯水池等の河道上の人工構造物、海岸、橋梁、暗渠、狭窄地形を区分
④土砂移動形態	河床勾配の連続性を考慮して、河床勾配2度以上を土石流区間、2度未満を掃流区間として区分
⑤保全対象の有無	閉塞を想定する場合は保全対象(交通途絶を含む)の有無を確認

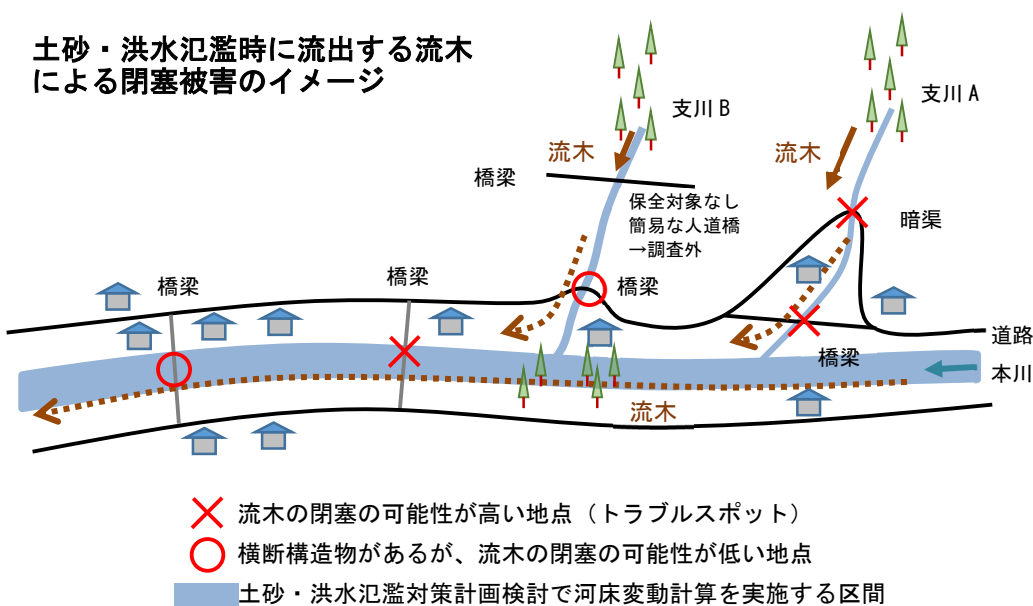


図 2-2 橋梁等の流木閉塞を想定する場合のトラブルスポットの調査範囲のイメージ

(2) 現地調査

【考え方】

ダム貯水池や海岸に流木が流出することにより発生する被害を把握するために、机上調査により抽出した箇所を対象として現地調査を行う。

橋梁等に流木が閉塞することに伴う被害を想定する場合は、流木の形状（長さや太さ）、流出流木量、橋梁等の構造、河床勾配及び流量等の水理量が複雑に絡み合って閉塞することで発生する

と考えられることを踏まえて、騎乗調査により抽出した箇所を対象に現地調査により実態を把握する。その支配的な項目として、流木長と径間長の比や桁下余裕高の有無、水深・流速・流木流下条件（単独・集団）が考えられる。

既往調査や台帳等により桁下等の通過断面積が測定できる場合は、それら資料を用いることが出来る。これを踏まえて、設定した河道上の人工構造物等（ダム貯水池等の河道上の人工構造物、海岸）、橋梁等における現地調査の項目を、表 2-2、表 2-3 に示す。

現地では、これらの調査項目に沿って計測・写真撮影等の調査を実施する。現地調査結果については、調査箇所毎にカルテ形式にて整理するものとする。カルテの様式例を次ページ以降に示す。

表 2-2 河道上の人工構造物等における調査項目

区分	調査項目	調査内容等について
現地調査	①構造物の諸元	取水口の位置や箇所数
	②施設の目的	水利使用標識等を基に整理
	③流木対策の有無	流木フェンス等の有無
	④流木除去施設の有無	陸揚げ装置の有無

表 2-3 橋梁等における調査項目

区分	調査項目	調査内容等について
現地調査	①構造物の諸元	径間長、径間数、桁下高、ボックス幅、竣工年 等
	②河川諸元	全河道幅、河床幅 ※オルソ画像等により補完
	③河道状況	上流側・下流側の河道状況、平面的変化

【標準】

机上調査により抽出したトラブルスポット候補地点を対象に現地調査を実施し、結果を整理する。

河道上の人工構造物 調査票 (1/2)

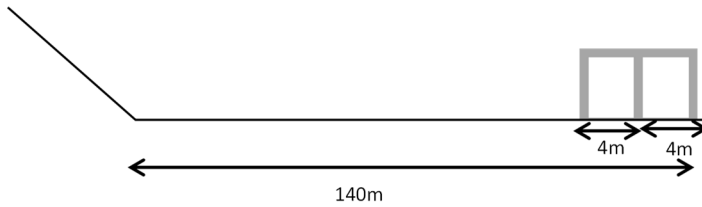
調査地点番号	△-13	調査日	△年△月△日		
構造物名	△△ダム	調査位置	北緯		東経

○調査位置図

25000分の1の地図等を用いて
位置が分かるように

○調査地点スケッチ
左岸



右岸



【保全対象等】 (オルソ画像・UAV斜め写真 可)



河道上の人工構造物 調査票 (2/2)

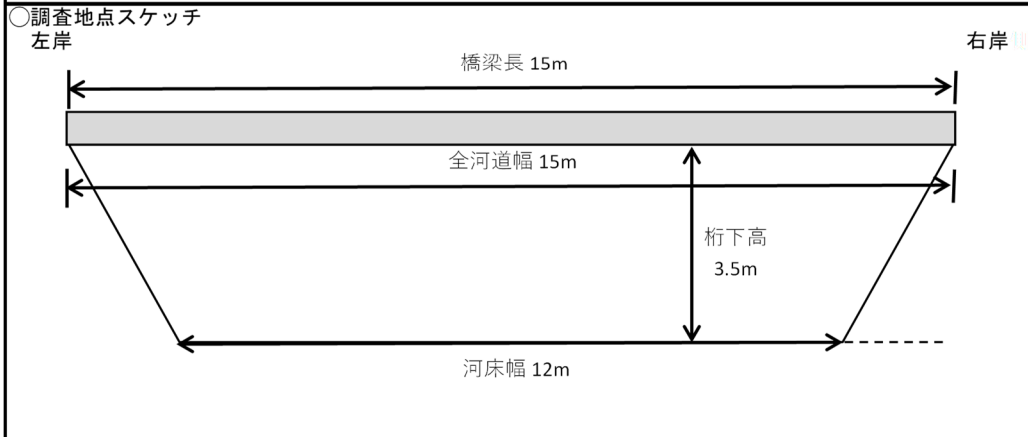
調査地点番号		△-13		調査日	△年△月△日		
流域名	△△川残流域 2		構造物名	△△ダム		竣工年月	19△△年
河川諸元	全河道幅	140 m	河床幅	-	m		
構造物諸元	構造諸元	不明	目的	発電			
	流木対策の有無	無	流木除去施設の有無	無			
【全景】							
【上流側】							
【下流側】							

橋梁等 調査票 (1/2)

調査地点番号	○-1	調査日	○年○月○日		
橋梁名	○○橋	調査位置	北緯		東経

○調査位置図

25000分の1の地図等を用いて
位置が分かるように



橋梁等 調査票 (2/2)

調査地点番号		○-1		調査日	○年○月○日		
流域名	○○川		橋梁名	○○橋		竣工年月	○年○月
河川諸元	全河道幅	15.0	m	河床幅	12.0	m	
橋梁諸元	橋梁長	15.0	m	径間数	1		
	桁下高	3.5	m	橋脚間隔	12.0	m	

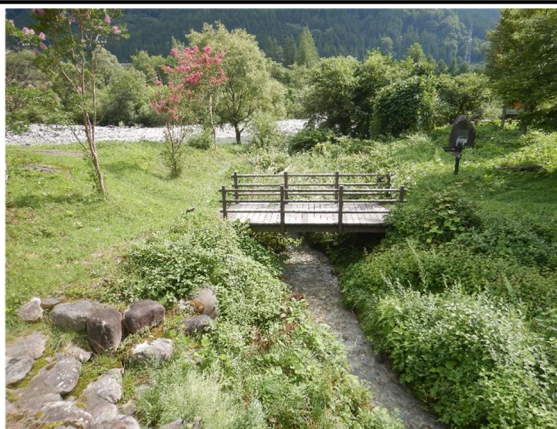
【全景】



【上流側】



【下流側】



2.6. 被害シナリオの想定

【考え方】

本資料で想定する流木被害は、土砂・洪水氾濫時に流出する流木に伴い、「2.5.2 トラブルスポット調査」で把握したトラブルスポットで発生する被害によるものとする。

具体的には、以下のような現象が発生することを想定している。土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画において、流木対策の効果を評価するという観点から、本資料では①～②による被害の拡大を想定した計画を立案する手法を示す。④について、現時点で顕在化している課題ではあるが、流木の発生・閉塞メカニズムの解明が十分ではないため、「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」に考え方を例示することとした。その他について検討することを妨げるものではない。

- ① 流木が貯水池等に流出することで管理上の支障を及ぼすほか、腐敗した場合に水質や景観を損ねる。
- ② 流木が海に流出することで船舶の航行の障害、港湾に漂着することで出航等の障害、海岸に漂着してゴミとなり景観を阻害する。
- ③ 流木が海に流出して定置網や養殖いけす等の破損といった被害を生じる。
- ④ 流木により橋梁、カルバート、水路等のトラブルスポットが閉塞または河積阻害が発生することにより土砂や泥水が河道から溢れて保全対象に被害を与える。
- ⑤ 流木により橋梁が閉塞すると共に水圧等により橋梁が押し流される。
- ⑥ 流木が衝突することによる頭首工や発電用取水堰等の破壊、流木や破砕された破片等が取水口や排水工を詰まらせ取水機能や排水機能が低下する等の被害が生じる。
- ⑦ 流木により土砂調節を目的とした堰上げ型スリット堰堤のスリット部が閉塞し、土砂の調節機能を低下させる。
- ⑧ 流木の衝突による衝撃力により氾濫原の家屋等や河川沿いに設置された構造物等が破壊される。
- ⑨ 流木が河道の堤外地（高水敷、低水敷、河床）に堆積し、河川管理上の支障となる。

【標準】

当該流域における土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害シナリオを設定する。

3. 計画流木量の設定

【考え方】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画で対象とする計画流木量は、計画発生流木量と計画流出流木量からなる。

計画発生流木量は、計画規模の降雨に伴う土砂・洪水氾濫で発生する流木量を指す。なお、計画規模以外の高確率規模で発生する流木量については、現時点では知見が不足しているため、今後の知見を蓄積していくこととする。

計画流出流木量は、計画発生流木量のうち、計画規模の降雨に伴う土砂・洪水氾濫により計画基準点から流出する流木量を指し、被害想定を検討するために計画基準点だけではなくトラブルスポットごとに算定する必要があることに留意する。

計画流木量の算出を行った場合は、実現象との乖離を出来る限り減らすために、当該流域もしくは同様の地形地質の条件で実際に発生した災害のデータとの比較を行うことが望ましい。

3.1. 計画発生流木量

【標準】

計画発生流木量は、計画規模の降雨が発生した際に斜面崩壊、土石流、溪岸・溪床侵食により発生する流木量である。

そのため、土砂・洪水氾濫発生時に流木の発生が想定される斜面や溪床・溪岸の上の植生が流木として流出することを想定して、計画発生流木量を算定する。また、現地状況に応じて「2.4 流木発生ポテンシャル調査」に示すように立木だけでなく倒木、伐木も含めた量とする。

【推奨】

検討にあたっては、「河川砂防技術基準（調査編）第17章 砂防調査，令和5年5月」における「第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査 3.3.5 流木の発生・堆積・流出等に関する調査」に基づいた検討を行う。特に生産形態の想定では、流木の生産条件について土砂・洪水氾濫対策計画における土砂生産及び流出形態と整合を取った整理を行うことが望ましい。また、計画発生流木量の算定では、図 3-1 の河床勾配に応じた流木の生産と堆積の概念図を参考に算定すること、計画の着手時、現況時、完了時については施設効果量を考慮して算定することが望ましい。

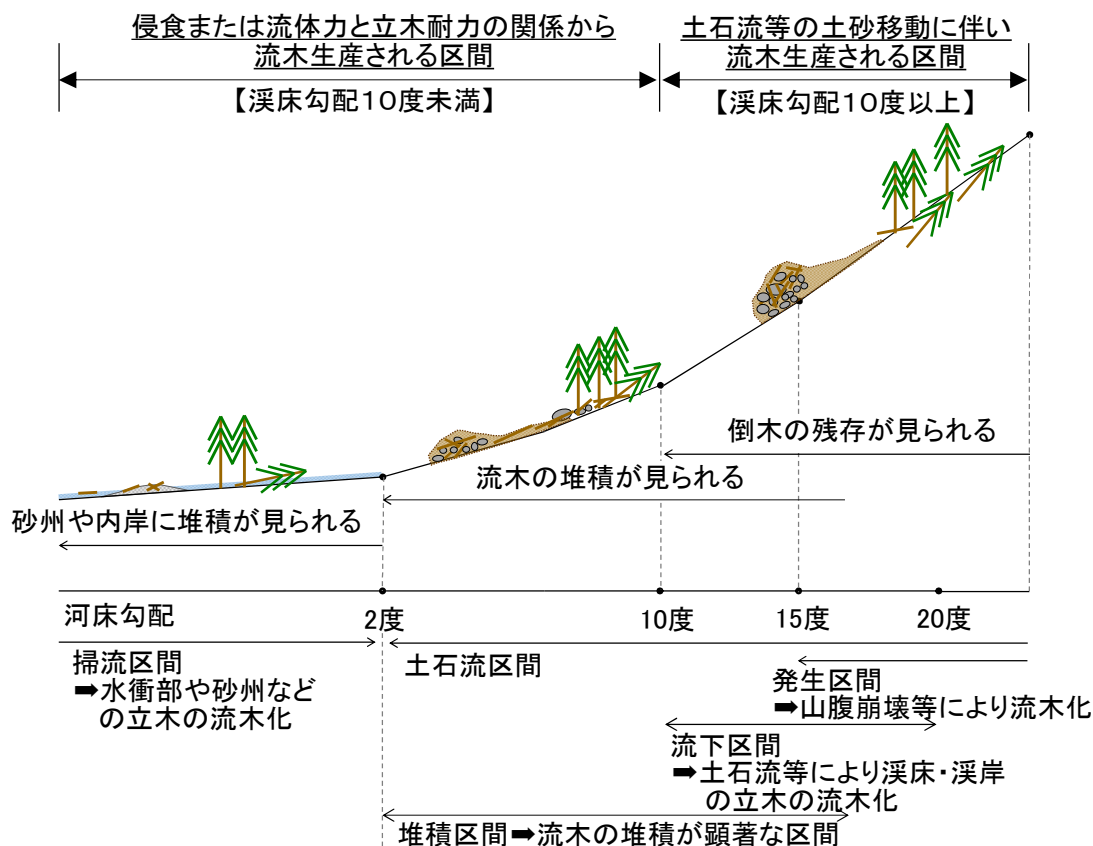


図 3-1 河床勾配による流木の生産と堆積の概念図

3.1.1. 基本的な考え方

【考え方】

計画発生流木量の検討にあたっては、既往の研究成果を踏まえて、斜面崩壊や河床勾配が 10 度以上となる低次谷での溪床等の侵食に伴い発生する土石流によって発生・流下する流木と、河床勾配が 10 度未満の土砂・洪水氾濫時に発生・流下する流木とに分けて整理する。

本資料では、基本的に表 1-1 に示す発生原因と形態のうち①～⑤及び⑧を計画発生流木量の計上の対象とする。

土砂・洪水氾濫対策計画の検討に用いる一次元河床変動計算は、現段階においては側岸侵食に伴う流木発生や図 1-2 に示すような残流域から発生する流木は想定せず、河床変動を評価することに伴う河道内立木の流木化のみを想定することとしているため、計画発生流木量は実際の現象に比べて過小評価となる可能性がある。しかし、側岸侵食に伴う川幅の変化を表現する計算モデルを用いて計画発生流木量を算出することや既往実績から側岸侵食による流木発生を想定して、計画発生流木量を算定することを妨げない。

また、二次元河床変動計算を用いて土石流発生、流下、堆積を表現するモデルを用いる場合は、本資料の考えを用いて発生流木量を推定することが出来るが、流木の発生が想定される現象を表現出来ているかを判断する必要がある。

3.1.2. 計画発生流木量の算出

【標準】

計画発生流木量は、河床勾配 10 度を境界として、便宜的に土石流発生・流下区間を分けて取り扱い、算出するものとする。

【例示】

計画発生流木量は、以下に示す考え方で算出することが考えられる。

(1) 河床勾配 10 度以上の範囲からの発生流木量

河床勾配 10 度以上の範囲からの発生流木量は、土石流の発生・流下区間に該当することから、土石流等に伴い生産されるものとして扱う。そのため、発生流木量の算定方法は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月（令和 7 年 3 月一部改定）」における「2.6.2 計画流出流木量の算出方法」を用いる。

(2) 河床勾配 10 度未満の範囲からの発生流木量

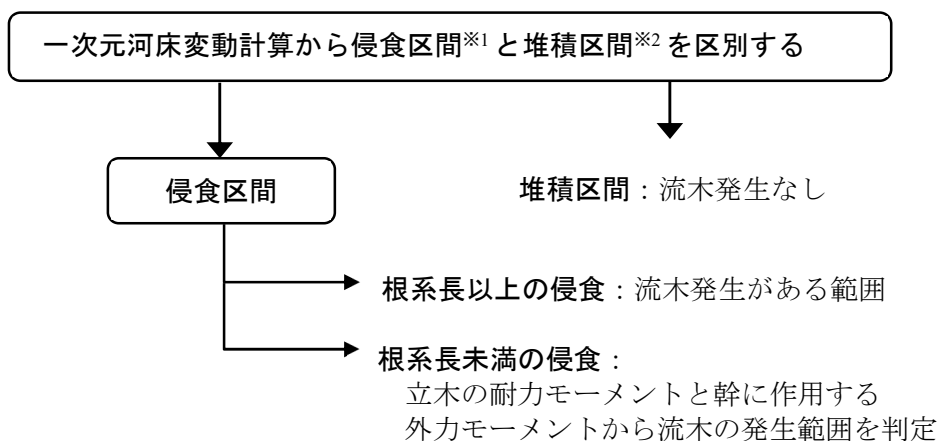
河床勾配 10 度未満は、土石流の堆積区間から掃流区間であるため、その範囲からの発生流木量は、掃流状集合流動や掃流砂等の各個運搬による河床変動に伴い発生されるものとして扱う。

「河川における樹木管理の手引き（財）リバーフロント整備センター編集，平成 11 年 9 月」では、河川内の樹木の流出現象について、洪水時に樹木に係る外力と樹木の耐力との関係から倒伏の有無を判定する手法を整理している。本資料では、当手法を参考に以下の通りとした。

当該区間における発生流木量は、河床変動計算により算定された最大侵食深や水深、流速をもとに流木の発生区間を選定した上で、発生流木量を算定する。

河床勾配 10 度未満の範囲からの流木の発生には、樹木の根系が侵食されたことで流木化するような現象が想定されるため、河床変動計算時に計算河道内の樹種の根系長以上の侵食が予測される区間を流木発生区間として評価する。侵食が予測される区間において最大侵食深が根系長未満の場合には、樹木に生じる外力モーメントを算定し、樹木の胸高直径から推定される立木の耐力モーメントと比較して、樹木の抵抗力を上回る区間から流木が発生されるものとした。なお、堆積が予測される区間においては、流木の発生を見込まなくても良いこととする。

よって、河床勾配 10 度未満の範囲からの発生流木量は、「樹種の根系長以上の侵食が予測される区間」と「樹木の抵抗力を上回る外力の発生が予測される区間」に分けて求めることとする。



※1 侵食区間：河床変動計算期間中に侵食が生じる区間

※2 堆積区間：河床変動計算期間中に侵食が生じない区間

図 3-2 河床勾配 10 度未満の範囲における流木発生範囲の選定フロー

流木発生区間の算定の考え方（一次元河床変動計算区間）

流木発生区間 (m)：①と②の範囲

- ① 根系長以上の侵食が予測される範囲
- ② 立木の耐力モーメント < 幹に作用する外力モーメント

発生流木量 V_g (m³) = 発生区間 (m) × 平均侵食幅 (m)
 × 単位面積当たりの幹材積量 (m³/m²)

樹種や生育状況により根系の伸長度合いは異なることから、既存調査資料等から当該流域の平均的な根系の伸長度合いを想定し、適切に根系長を設定するものとする。

<参考> 樹木の根系長

樹木分類	根系	根系長	主な樹種
高木類	深根系	0.6～3.6m	クロマツ、アカマツ、ミズナラ、スギ、モミ、シダレヤナギ等
	中間系	0.5～2.5m	カラムツ、ウバメガシ、クスノキ、ハリエンジュ(ニセアカシア)、ネムノキ、ヤマグワ等
	浅根系	0.2～4.0m	ヒノキ、トウヒ、ケヤキ、アスナロ、コウヤマキ、サワラ、ツガ、ハンノキ、ヤマハンノキ等
低木類	深根系	0.2～1.1m	キャラボク、ヒサカキ、ウツギ、ニワトコ等
	中間系	0.1～1.1m	エニシダ、ナンテン、イタチハギ等
	浅根系	0.1～0.7m	ツツジ、マンリョウ、アキグミ、ナワシログミ等

※河川における樹木管理の手引き：(財) リバーフロント整備センター編集，204p，1999 を引用・加筆

侵食区間かつ最大侵食深が根系長未満の範囲に

おける流木発生区間は、以下に示す2つのモーメントの内、幹に作用する外力モーメントが立木の耐力モーメントが大きい区間を設定する。

○ 幹に作用する外力モーメント

$$Md = 1/4 \cdot \rho \cdot C_D \cdot D \cdot h^2 \cdot u^2$$

ここで、 Md ：外力モーメント (kg・m)、 ρ ：水の密度 (102 kg・s²/m⁴)、
 C_D ：抗力係数 (円柱の値 1.2 を採用)、 D ：立木の胸高直径 (m)
 h ：水深 (m)、 u ：流速 (m/s)

注1 水の密度については、河床変動計算で採用した細粒分を考慮した密度を用いることが出来る。

注2 水深と流速は河床変動計算で算出される単位時間における最大値、単位時間における平均値等から適切に設定する。

○ 立木の耐力モーメント

$$Mc = \alpha \cdot (100 \cdot D)^2$$

ここで、 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)

注1 定数 α については、「河川における樹木管理の手引き」に記載される全国の河道内の樹木の引倒し試験結果を用いているが、引倒し試験を実施して設定してもよい。

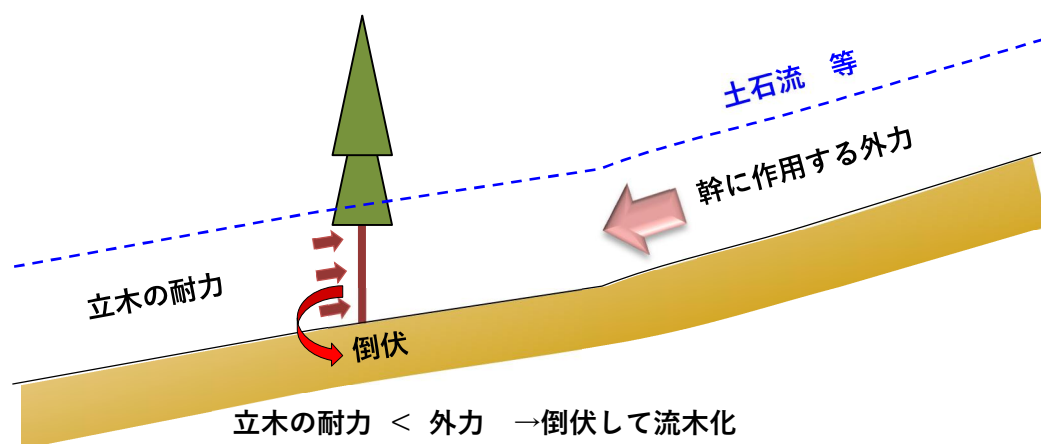


図 3-3 立木の流木化のイメージ

3.2. 計画流出流木量

3.2.1. 基本的な考え方

【考え方】

「3.1 計画発生流木量」で算定した計画発生流木量が、計画基準点まで流出する計画流出流木量を検討する。またトラブルスポットまで流出する流木量も併せて算出する。

計画流出流木量は、河床勾配 10 度以上の範囲においては、対象区間の発生流木量から流出流木量を求める。河床勾配 10 度未満の範囲においては、10 度以上の範囲から流出する流木量と 10 度未満における発生流木量の和から、谷次数ごとに設定する流木流出率を考慮して求めるものとする。本資料では、谷次数ごとに流木流出率を設定することで、流出流木量の算出を簡素化している。谷次数ごとの流木流出率は、当該流域または周辺流域での流木災害の実態を調査して設定することが望ましい。

流木流出率の設定にあたっては、「河川砂防技術基準（調査編）第 17 章 砂防調査，令和 5 年 5 月」における「第 3 節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査 3.3.5 流木の発生・堆積・流出等に関する調査」に基づき、調査を実施して検討するものとする。

3.2.2. 計画流出流木量の算出

【標準】

計画流出流木量は、河床勾配 10 度を境界として、便宜的に土石流発生・流下区間を分けて取り扱い、算出するものとする。

【例示】

計画流出流木量は、以下に示す考え方で算出することが考えられる。

(1) 河床勾配 10 度以上の範囲からの計画流出流木量

河床勾配 10 度以上の範囲からの計画流出流木量は、推定された発生流木量に流木流出率を乗じて算出するものとする。流木流出率（河床勾配 10 度地点からの流出率）は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月（令和 7 年 3 月一部改定）」に準拠し、計画流木流出率 0.8～0.9 を採用するものとする。

(2) 河床勾配 10 度未満の範囲からの計画流出流木量

河床勾配 10 度未満の範囲からの計画流出流木量の算出のイメージを、図 3-4 に示す。

具体的には、河床勾配 10 度以上の計算開始点を含む谷次数においては、河床勾配 10 度以上の範囲、支川流域、土石流危険溪流からの流出流木量と該当谷次数の河床勾配 10 度未満の範囲における発生流木量との和に該当谷次数の流木流出率を乗じて求める。谷次数が高次になるごとに、上流、支川流域、土石流危険溪流からの流出流木量と該当谷次数の範囲における発生流木量との和に該当谷次数の流木流出率を乗じて求めることを繰り返す。途中でトラブルスポットがある場合は、その下流の谷次数が増える地点での流出流木量を求めて、該当谷次数の本川距離と該当谷次数の上流端とトラブルスポットの距離の比から流出流木量を割り戻して、計算地点により流出流木量が変わらないように算出する。

流木流出率は、谷次数ごとに当該流域もしくは周辺の流域で発生した過去の流木災害の分析結

果から、谷次数別流木流出率を設定し求めることを検討する。崩壊により発生した流木が一度の出水で下流まで流れずに斜面や河道に残る場合があり、一度の出水で下流に到達する流木を推定する手法の1つが流木流出率であるが、今後の知見蓄積が必要である。

流木流出率の事例が存在しない場合は、次ページの参考や新たな知見を用いて流出流木量を算定することを妨げない。流木流出率に関する既往文献の整理結果からバラツキが大きいことが分かっているが、出水規模や川幅等で流木が1出水で堆積するか、そのまま流下するか変わる可能性があるためと考えられる。そこで、近傍の流域や同様の地形条件等での災害実態に応じて適切に選定することや安全側から最大値付近を設定することが考えられる。

また、この考え方は残流域からの流木流出を見込んでいない。残流域から発生した流木が河道へ到達するかどうかは地形等の要因により決まると考えられるが、必要に応じて見込むことを検討する。

次ページの参考の流木流出率を用いる場合は、谷次数別に整理されたものではなく、流域の上流で発生した流木と谷出口より下流へ流出した流木との比から算出したものであるため、適用する場合は、本資料で示した手法にとらわれず、計画基準点やトラブルスポットの上流の発生流木量(河床勾配10度以上、未満の合計)に流木流出率を適用することで、流出流木量を算出する等、それぞれの算出手法に合わせた適用方法を検討する。

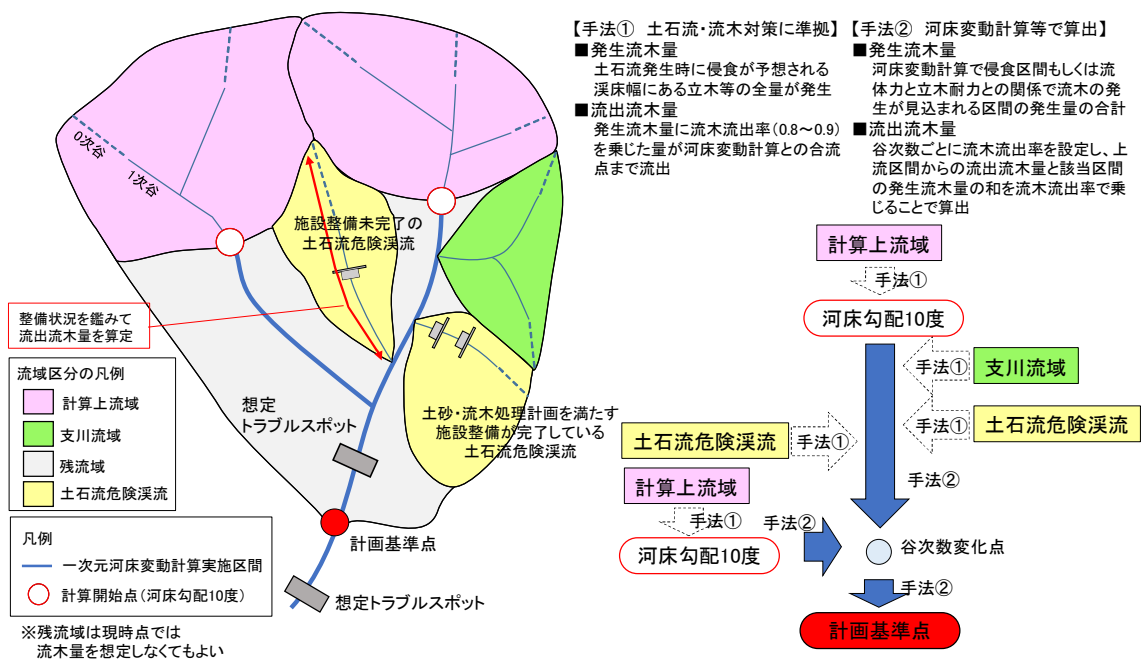


図 3-4 土砂・洪水氾濫時に流出する流出流木量の算定に関するイメージ

＜参考＞流木流出率の整理事例

〔資料 1〕平成 23 年新潟福島豪雨、平成 29 年九州北部豪雨に関する事例

赤沼ら（2019）によると、平成 23 年新潟福島豪雨による信濃川水系魚野川支川登川の事例として流木流出率が 0.22～0.84、平成 29 年九州北部豪雨による筑後川水系赤谷川の事例として流木流出率が 0.29～0.70 として報告されている。

出典：赤沼隼一，福田 光生，後藤健，川邊三寿帆，高嶋 啓伍，板野友和，小更亨，川上誠博，本多泰章，藤村直樹，染谷哲久：水系砂防における流木流出率に関する事例整理，2019 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.467-468，2019.

〔資料 2〕平成 29 年 7 月九州北部豪雨に関する事例 2

筑後川右岸河川流域河川・砂防復旧技術検討委員会（2017）によると赤谷川流域全体での発生流木量は約 39.2 千 m³ であり、そのうち筑後川へは約 24.6 千 m³ の流木が流出したと推察されることから、流木流出率は約 62.8%と報告されている。

出典：筑後川右岸河川流域河川・砂防復旧技術検討委員会：筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会 報告書，130p，2017.

〔資料 3〕平成 28 年 8 月豪雨での戸蔦別川流域に関する事例

工藤ら（2021）によると、戸蔦別川では生産量が約 8.6 万 m³、河道調節等により約 2.8 万 m³ が流域内に再堆積し、約 5.8 万 m³ が基準点より下流に流出したと推定されることから、下流域への流木流出率は約 70%であると報告されている。

出典：工藤拓也，永野統宏，松岡暁，早川智也，上條孝徳，松山洋平，小山内信智，笠井美青：平成 28 年 8 月豪雨による北海道戸蔦別川流域の流木実態と流木量の推定，砂防学会誌，Vol.73，No.6，pp.3-11，2021

〔資料 4〕平成 23 年台風 12 号での那智川流域に関する事例

黒岩ら（2016）によると、平成 23 年台風 12 号で那智川支流の 8 流域の事例として、流木流出率が 50.4%～90.5%で流域によって大きく異なると報告されている。

出典：黒岩知恵，藤村直樹，木下篤彦，水野秀明，今森直紀，福田和寿：平成 23 年 12 月台風 12 号土砂災害における和歌山県那智川支流の流木の発生と流出実態，第 8 回土砂災害に関するシンポジウム論文集，pp.127-132，2016

＜参考＞流出流木量の推定に関する事例

【資料 1】流域面積に基づく流出流木量の推定式

ダム貯水池流木対策の手引き（案）には、大規模洪水時の流木流出の 11 事例を用いて作成された流域面積に基づく推定式が掲載されている。なお、推定式の適用範囲となる流域面積は最大 1,215km² までとされており、それを超える場合は実績がないことから最大値の約 68,000 千 m³ とするとされている。ここで言う流木量は、ダム貯水池流入流木量であり、空隙率を含んだ体積であることに留意する。

$$y = 198x \quad (x=115)$$

$$y = 40.926x + 181.16 \quad (x \geq 115)$$

※ここで、 y ：大規模洪水における流木量（m³）、 x ：流域面積（km²）

出典：ダム貯水池流木対策の手引き（案）：国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課，127p，2018

【資料 2】流木流出の推定モデル

小森ら（2019）は、流木流出の早い流出特性と遅い流出特性を表現する 2 段直列タンクモデルを構築し、流木の堆積状況を推定している。発生流木量の推計には、国土数値情報の土地利用データを用いて、現地調査で得られた森林密度を乗じることで流木の本数を算出し、体積を求めている。ただし過剰な結果であることから、河道に到達し流出する流木を考慮することで発生流木量を算出している。その上で、降水イベント時と通常時の異なる 2 つの流出特性を考慮した 2 段直列タンクモデルを構築し、流出流木量を算定している。さらに、流木流出の一連のプロセスに基づく流木流出統合モデルを高度化する取組を進めている（小森, 2025）。

出典：小森大輔，助川友斗，Thapthai CHAITHONG，風間聡：流域スケールでの流出流木量の推計モデルの構築，河川技術論文集，第 25 巻，pp.639-644，2019.

出典：小森大輔：世界初の流木流出統合モデルを用いた流木動態解析の再現性向上，河川砂防技術研究開発公募 研究成果報告書概要，2025.

https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/tiiki_sabou/pdf/r4/r4_tiiki_report5.pdf，（参照 2025-12-01）.

【資料 3】流木流出の推定モデル

原田・江頭（2018, 2022）では、流木を濃度とし、流木の河床からの離脱と堆積及び障害物への集積等を考慮したモデルを構築し、それを降雨流出、崩壊の発生と崩土の移動、河道における土砂輸送を解析する土砂流出モデルに組み込み、豪雨時に流域から流出する土砂・流木を時系列で求める手法を提案している。その手法を用いて平成 29 年九州北部豪雨の赤谷川での再現計算を実施している。

出典：原田大輔，江頭進治：流砂・流木を伴う洪水流の解析-2017 年 7 月九州北部豪雨による赤谷

川洪水を対象として-, 土木学会論文集 B1(水工学), Vo.74, No.4, pp. I_937- I_942, 2018.

出典 : 原田大輔, 江頭進治 : 多量の土砂・流木を含む洪水流の解析法, 河川技術論文集, 第 28 卷, pp.289-294, 2022.

【資料 4】 流木流出の推定モデル

矢野ら (2018) や津末ら (2018) は、斜面崩壊に拡張 H-SLIDER 法を適用し、各斜面の林相区分から針葉樹・広葉樹・竹林に区分して、流木発生流木量を推定し、橋梁での流木の集積のしやすさを相対的に表す指標から流木集積による災害リスクが高い橋梁を評価する手法を示した。加えて、各橋梁地点での流木集積による経済損失を推定し、流木災害リスクを定量的に評価する手法を示した。

出典 : 矢野真一郎, 土橋将太, 笠間清伸, 竹村大, 富田浩平, 楊東, 津末明義 : 気候変動による降水量変化が河川流域の流木災害リスクへ与える影響に関する評価, 土木学会論文集 B1(水工学), Vo.74, No.4, pp. I_1327- I_1332, 2018.

出典 : 津末明義, 楊東, 竹村大, 富田浩平, 矢野真一郎, 土橋将太, 大久保僚太, 笠間清伸 : 流木に起因する氾濫による被害の推定に基づく流木災害リスクの評価法の改良, 土木学会論文集 B1(水工学), Vo.74, No.5, pp. I_1051- I_1056, 2018.

4. 被害想定

4.1. 基本的な考え方

【考え方】

「1.4 検討の流れ 1.4.1 検討項目」で示した通り、被害想定においては土砂・洪水氾濫時に流出する流木が、ダム貯水池や海岸へ流出することによる被害を想定する。表 1-2 に示すようにダム貯水池や海岸へ流出すること自体が被害となる。

橋梁等に流木が閉塞して土砂・洪水氾濫被害が拡大する現象については、現時点で技術的な課題が多いことから「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」に考え方の例を示すこととした。

4.2. ダム貯水池や海岸へ流出する流木に関する評価

【標準】

ダム貯水池や海岸へ流出する流木の量を被害として扱う。具体的には、「3 計画流木量の設定」で算出した計画流出流木量を用いる。計画流出流木量から「2.5.1 施設調査」で示した流木対策施設の施設効果量を引くことで、ダム貯水池や海岸へ流出する流木量を算出する。ダム貯水池に流入した流木が、どの程度下流へ流出するかという知見が少ないため、ダム貯水池へ流出する流木量を算出した場合は、海岸へ流出する流木の量は評価しないこととする。ただし、ダム貯水池と海岸との間に支川がある場合にはその限りではない。

4.3. 橋梁等での閉塞に関する評価

【考え方】

橋梁等に流木が閉塞して土砂・洪水氾濫被害が拡大する現象については、被害想定において「どこで流木が悪さをして氾濫するか、氾濫が大きくなるか。」を検討する必要がある。しかしながら、流木発生に関する想定（どこで崩れるか、どの確率規模の降雨で崩れるか等）や閉塞時の挙動（どのくらい流木量が多いと閉塞するのか、いつ流木が閉塞するのか、閉塞した場合に流木が橋梁に貯まる量はどのくらいか等）について、設定する上での技術的な課題が多い。

ただし、流木発生箇所が明確な災害シナリオ、発生流木量を基準点までに全量捕捉する施設配置計画が可能、被害想定をする際の橋梁の箇所を限定する。等の条件を満たし不確実性が比較的低い場合は、被害想定が可能と考えられる。そこで、そのような場合や今後のために、現時点の知見をとりまとめて橋梁の閉塞を想定した被害想定等の考え方の例を「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」に示す。

5. 施設配置計画の検討

5.1. 施設配置計画の検討

【考え方】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害が想定される場合は、必要に応じて流木対策施設配置計画を立案するが、検討においては、土砂・洪水氾濫による被害、土砂・洪水氾濫に伴い流出する流木による被害を整理した上で、それぞれの整備目標に整合性を持たせる。

検討に際しては、既存施設の施設効果評価、トラブルスポットへの影響を把握した上で、効果的な施設配置とするものとする。

既に土砂・洪水氾濫対策施設配置計画に基づき施設整備を実施している水系においては、現行計画における流木対策を評価した上で、施設配置計画の見直しの有無を検討することが考えられる。

【標準】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画における施設配置計画を立案し、事業費を算出することを基本とする。

【例示】

施設配置計画検討において、整備目標を設定し、それに応じた施設配置計画を検討することが考えられる。具体的には以下のような点に着目した検討を行う。

「3. 計画流木量の設定」で記載している通り、計画規模以外の高確率規模による発生流木については、現時点では知見が不足しているため、今後の知見を蓄積していくこととしているが、河床勾配 10 度以上の範囲からの発生流木量について、降雨規模に応じた崩壊面積率で流木量を減じる方法、計画規模に対するピーク流量比率から流木量を想定する手法が考えられるが、計画規模で想定する発生流木量の考え方と整合が取れない部分があるため、留意する必要がある。河床勾配 10 度未満の範囲からの発生流木量は、「3.1.2 計画発生流木量の算出」に準拠して、一次元河床変動計算結果から算出することが考えられる。

橋梁等への閉塞による被害を減少させる目的の場合は、「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」では全量捕捉の場合のみ閉塞が無くなるという考え方を示しているため、全量捕捉出来る規模の流木量を目標とすることで、流木対策施設の効果を評価出来る可能性がある（図 5-1）。また、比較的流域面積の大きな流域に比べ、複数の土砂災害警戒区域を抱える程度の比較的小さな流域においては、土石流・流木対策 + α の対策で全量捕捉出来る場合があると考えられるため、この手法はそのような場合に活用出来る可能性が高い。比較的流域面積が大きい場合、現行の土砂・洪水氾濫対策計画で目標としている降雨規模の現象に着目することで、処理すべき流木が現行計画で対応可能な量に収まる可能性もある。加えて、施設配置を検討する場

合、事業対象流域全体だけでなく、小流域単位で見た場合、流木による被害想定範囲が土砂のみの場合に比べ、大きくなる場合に集中的に流木捕捉工を設置することが考えられる（図 5-1）。

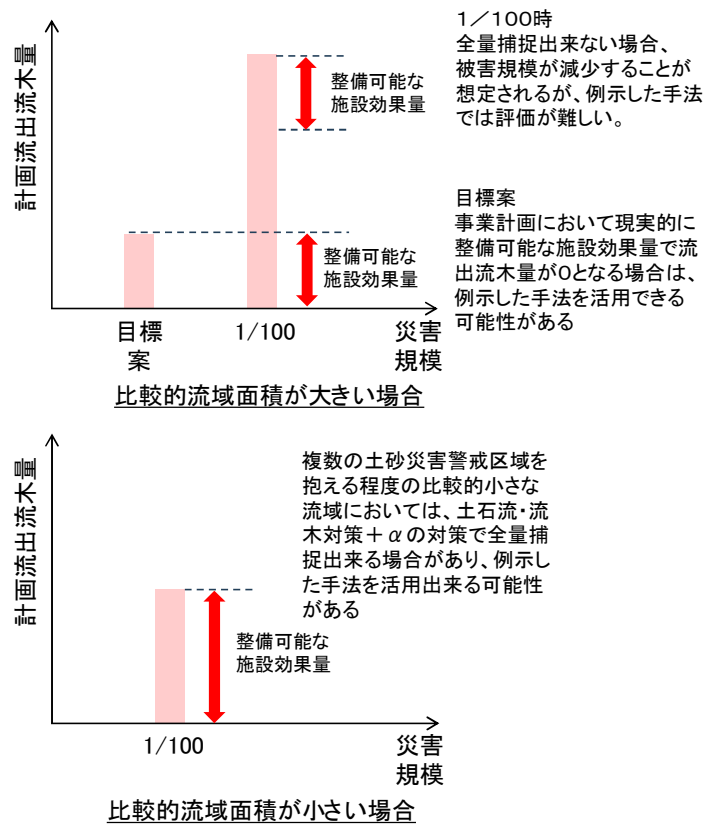


図 5-1 施設配置を検討する上の留意点

6. 費用便益分析

6.1. 計画規模の被害額の算出

【考え方】

計画規模降雨によって発生する土砂・洪水氾濫において、計画流出流木量が流出した場合に想定される被害から被害額を算出する。ダム貯水池や海岸へ流出する流木に関する被害額の算出に際しては、「砂防事業の費用便益分析マニュアル，令和8年2月」の「第3章 便益の計測 第6節 土砂・洪水氾濫による間接被害額の算定 第6項 国・地方公共団体における応急対策費用」が参考になる。過去に発生した流木被害の実績から算出することが考えられる。

計画規模の被害想定を検討する際のハイドログラフは、土砂・洪水氾濫対策計画検討に準拠する。

【標準】

計画規模の降雨によって発生する土砂・洪水氾濫時に流出する流木に伴う被害の被害額を算出する。

【例示】

橋梁等への流木閉塞を想定する場合は、通常の土砂・洪水氾濫対策計画検討による被害想定範囲と流木を考慮した被害想定範囲を検討し、被害が大きい方の被害額を用いることが考えられる。一般的に流木を考慮した場合の被害額が大きくなると考えられるが、その際、土砂のみと流木を考慮した場合の被害額を二重計上しないようにする。

6.2. 計画規模未満の被害額の算出

【考え方】

ダム貯水池や海岸へ流出する流木に関する被害額の算出の基本的な考え方は、「6.1 計画規模の被害額の算出」の算出と同様である。

確率規模別の被害想定を検討する際のハイドログラフは、土砂・洪水氾濫対策計画検討に準拠し、「4. 被害想定」により検討する。

【標準】

年平均被害軽減期待額を算出するために、計画規模未満の確率規模別の降雨によって発生する土砂・洪水氾濫時に流出する流木に伴う被害額を算出する。

【例示】

「7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料」で示した手法で橋梁等への流木閉塞を想定する場合、計画規模より高頻度の現象で流出する流木量を全量捕捉出来る流木対策施設が

現実的に整備可能な場合は、閉塞が発生しなくなると想定出来る。その場合、流木対策施設により被害が防止されるため、整備後の被害額が 0 と出来ると考えられる。

6.3. 費用便益分析

【標準】

土砂・洪水氾濫時に流出する流木対策施設の効果について、「砂防事業の費用便益分析マニュアル，令和 8 年 2 月」や「治水経済評価マニュアル（案），令和 7 年 7 月」等を用いて費用便益分析を実施する。

【参考となる資料】

費用便益分析には、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部：砂防事業の費用便益分析マニュアル，p.40，2026.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：治水経済調査マニュアル（案），p.89，2025.

7. 橋梁等のトラブルスポットの閉塞に関する参考資料

7.1. 基本的な考え方

橋梁等に流木が閉塞して土砂・洪水氾濫被害が拡大する現象については、被害想定において「どこで流木が閉塞をして氾濫するか、どのように氾濫が大きくなるか。」という被害シナリオを設定する必要がある。しかしながら、流木発生に関する想定（どこで、いつ、斜面が崩壊し流木が発生するか等）や閉塞時の挙動（どのくらい流木量が多いと閉塞するのか、いつ流木が閉塞するのか、閉塞した場合に流木が橋梁に貯まる量はどのくらいか等）等について、設定する上での技術的な課題が多い。

そこで現時点の知見を元に橋梁等の閉塞を想定した被害想定の考え方の例を示すこととした。この考え方については、流木発生箇所が明確な災害シナリオ、発生流木量を基準点までに全量捕捉する施設配置計画が可能、被害想定をする際の橋梁の箇所を限定する。等の条件を満たし不確実性が比較的低い場合は、被害想定が可能と考えられる。

ここでは全量捕捉の場合のみ閉塞が無くなるという考え方を示しているため、施設配置にあたっては全量捕捉出来る規模の流木量を目標とすることで、流木対策施設の効果を評価出来る可能性がある（図 5-1）。また、比較的流域面積の大きな流域に比べ、複数の土砂災害警戒区域を抱える程度の比較的小さな流域においては、土石流・流木対策+ α の対策で全量捕捉出来る場合があると考えられる。比較的流域面積が大きい場合、現行の土砂・洪水氾濫対策計画で目標としている降雨規模の現象に着目することで、処理すべき流木が現行計画で対応可能な量に収まる可能性もある。加えて、施設配置を検討する場合、事業対象流域全体だけでなく、小流域単位で見た場合、流木による被害想定範囲が土砂のみの場合に比べ、大きくなる場合に集中的に流木捕捉工を設置することが考えられる。

なお、「砂防事業の費用便益分析マニュアル，令和8年2月」において、想定氾濫区域の設定にあたっては、本資料が参考になるが、現時点で橋梁への流木の閉塞メカニズム等を想定する手法が確立していないため、学識者からなる委員会等により手法の妥当性を確認する必要がある旨が記載されている。

7.2. トラブルスポットでの流木による閉塞の判定

トラブルスポットでの流木による閉塞の判定について、トラブルスポット候補地点の中から、流木により閉塞する地点を選定する。その際、土砂・洪水氾濫が想定される区間にある橋梁や狭窄地形等において流木による閉塞被害の有無を判断する。トラブルスポット候補地点での閉塞判定については、土石流区間と掃流区間でそれぞれ異なる手法で判定を行い、閉塞が判定された場合、さらに氾濫が発生するかの検討を行うという手法が考えられる。

なお、数値解析によりトラブルスポットの閉塞やトラブルスポット以外での流木による河積阻害を評価する手法、流木濃度を指標とした手法が研究されているため、それらの手法により閉塞判定をすることも考えられる。

そのような中、現時点の知見に基づくトラブルスポットの閉塞判定は、以下の手法を用いることが考えられる。

土砂移動形態により流木の挙動が異なることが考えられることから、土石流と流木が一体となって流下することが想定される河床勾配2度以上と土砂と分離して流下することが想定される河床勾配2度以下で閉塞の判定の考え方は異なるものとしている。便宜的に河床勾配2度を分岐としているが、過去の災害や現地状況等を踏まえて変更しても良い。

ただし、土石流の流量がトラブルスポットの流下能力を超過する場合、流動深がトラブルスポットのクリアランスを超過する場合は、流木関係無く氾濫が発生するため、評価しないものとする。

流木閉塞判定のフローを図7-1に示す。なお、図7-1のフローにおける径間長・桁下高は、暗渠の評価では暗渠高・暗渠幅、狭窄地形の評価では保全対象までの河床高・川幅として判定を行う。

ただし、この考え方には、流木の閉塞には流木濃度が影響を与えているという知見(中谷ら,2018、長谷川ら,2015)を考慮出来ていないものであることに留意する必要がある。

また、流木閉塞判定については、掃流区間では径間長と桁下高を組み合わせた判定を示しているが、水面を浮遊しながら流下する流木が桁下に引っかかることで閉塞が発生する可能性を踏まえ、桁下高と流木の胸高直径の関係を元に閉塞判定することも考えられる。

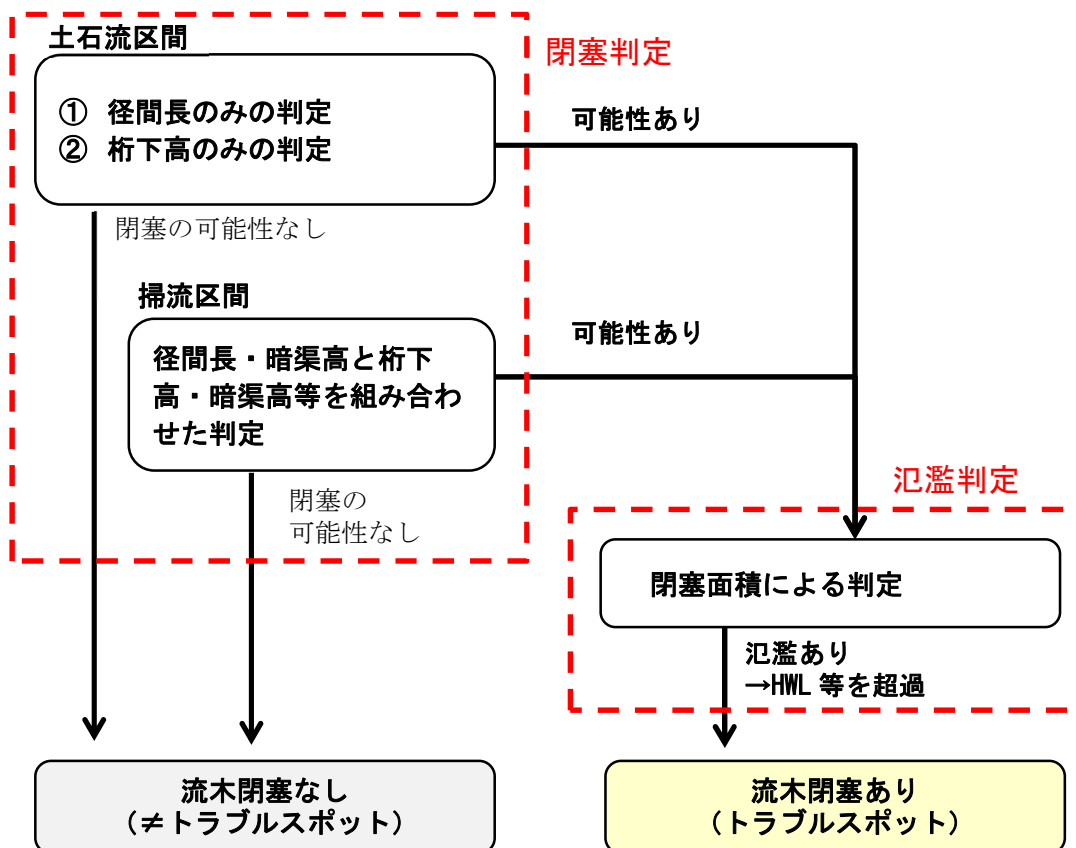


図 7-1 流木閉塞判定の流れ

(1) 土石流区間の判定

土石流区間の判定においては、①径間長のみ判定、②桁下高のみ判定の両方を実施し、そのどちらかでも閉塞する判定となった場合に、流木閉塞が発生することが考えられる。

① 径間長のみ判定

土石流区間において、橋梁の最小径間長による流木閉塞の判定は、土砂と流木が一体となって流下することにより橋梁の径間に閉塞が生じる場合を想定する。桁下高が流木の最大流木長以下の場合に閉塞すると判定することが考えられる。なお、桁下高は、下式で表現されるが、実測値を用いることが出来る。

○最小径間長と最大流木長との関係

最小径間長と最大流木長の比が1以下の場合に閉塞する。

$$\text{最小径間長 (m)} / \text{最大流木長 (m)} \leq 1.0$$

最小径間長：橋梁台帳及び現地調査等による径間長の最小幅

最大流木長：立木調査結果から該地点に到達が想定される最大立木の長さ

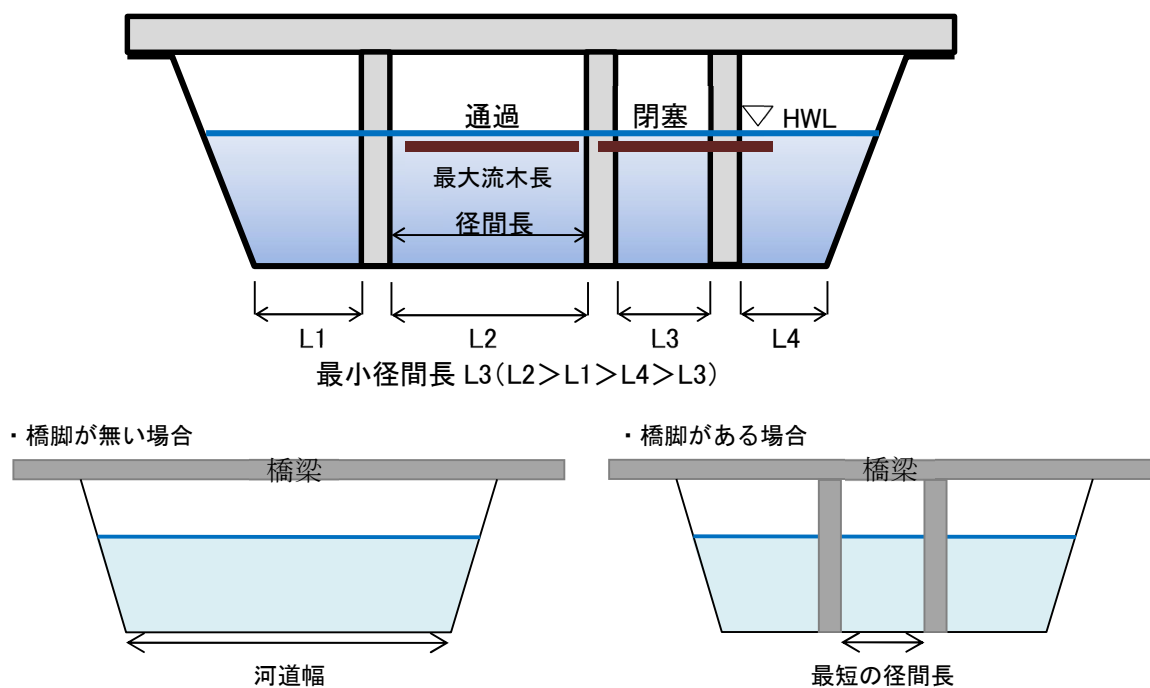


図 7-2 径間長による流木閉塞に関するイメージ図

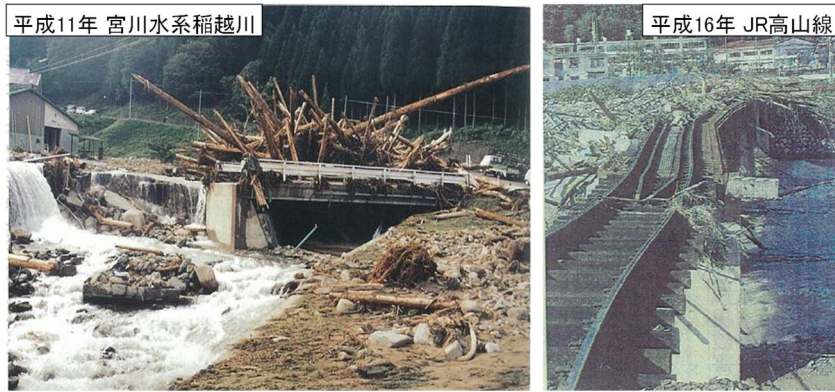


図 7-3 流木の閉塞による被害実績

また、砂防指定地内の橋梁については、「砂防指定地内の河川における橋梁等設置基準（案）（昭和 49 年 7 月 1 日 建河砂発第 40 号）」に、「河川管理施設等構造令」に基づく構成に付加した構造とするとして、橋梁としての余裕高（原則 0.5m）が記載されていることに留意されたい。

② 桁下高のみの判定

土石流区間において、橋梁の桁下高による流木閉塞の判定は、土砂と流木が一体となって流下することにより、流木が立った状態で橋梁に達することで閉塞が生じる場合を想定する。桁下高が流木の最大流木長以下の場合に閉塞すると判定することが考えられる。なお、桁下高は、下式で表現されるが、実測値を用いることが出来る。

○ 桁下高と最大流木長との関係

桁下高と最大流木長の比が 1 以下の場合に閉塞する。

$$\text{桁下高 (m)} < \text{流木の最大流木長 } L \text{ (m)}$$

$$\text{桁下高 (m)} = \text{計画高水位 } H \text{ (m)} + \text{河川余裕高 } \Delta h \text{ (m)} + \text{橋梁余裕高 } h \text{ (m)}$$

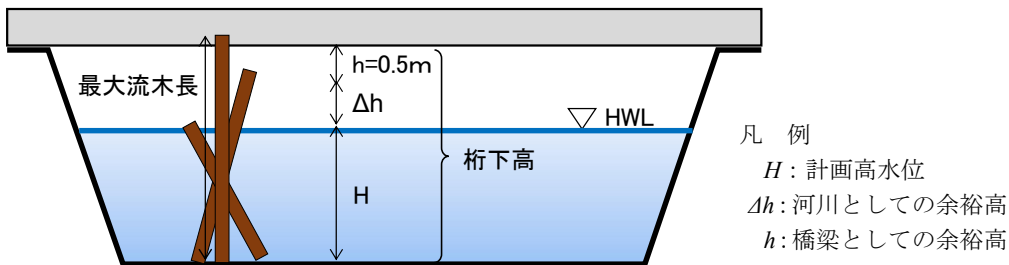


図 7-4 土石流区間における流木閉塞に関するイメージ図

(2) 掃流区間の判定

既往の流木による橋梁閉塞事例の整理結果から、最小径間長と橋梁のクリアランスに対する最大流木長の比率が指標になる可能性がある。ただし、これは河床勾配が 1/31~1/114 の限られた 5 事例から整理したものであることに留意する必要がある。

そこで、橋梁の流木閉塞の判定は、土砂・洪水氾濫時に流下してきた流木が橋脚や橋桁等にひっかかり、後続の流木等が集積して河道が閉塞して被害が発生することを想定し、以下のように最小径間長と最大流木長との関係とクリアランスと最大流木長との関係の両方を満たす場合に、閉塞すると判定することが考えられる。河道内に橋脚がある橋梁の場合は、最小の径間長により比較する。

○最小径間長と最大流木長との関係

最小径間長と最大流木長の比が 1 以下の場合に閉塞する。

$$\text{最小径間長 (m)} / \text{最大流木長 (m)} \leq 1.0$$

最小径間長：橋梁台帳及び現地調査等による径間長の最小幅

最大流木長：該当地点に到達が想定される最大立木の長さ

○クリアランスと最大流木長との関係

クリアランスと最大流木長の比が 0.3 以下の場合に閉塞する。

$$\text{クリアランス (m)} / \text{最大流木長 (m)} \leq 0.3$$

クリアランス：河床から橋桁までの比高差

※河床高は現況河床高を標準とするが、河床変動計算等による出水時の河床高を使用することを妨げるものではない。なお、図 7-5、図 7-6 クリアランスは、河床から橋桁の比高差であるが、文献から分かる情報であり、災害前の河床高と災害後の河床高が混在している。

最大流木長：立木調査結果から該当地点に到達が想定される最大立木の長さ

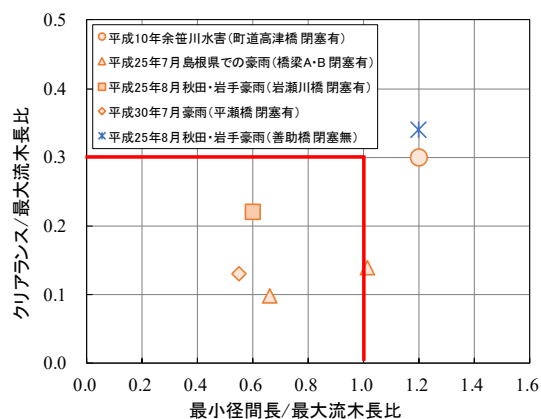


図 7-5 最小径間長/最大流木長比とクリアランス/最大流木長比との関係

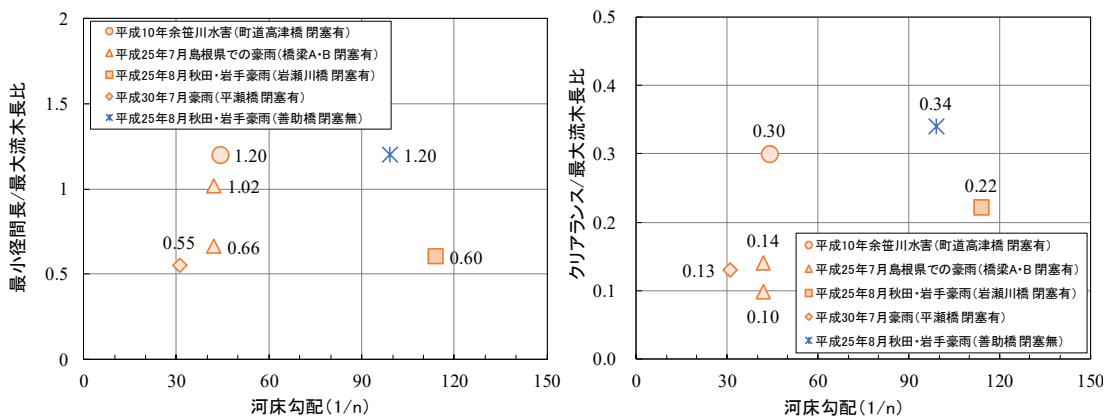


図 7-6 河床勾配と最小径間長/最大流木長比との関係 (左) と河床勾配とクリアランス/最大流木長比との関係 (右)

国総研資料第 78 号「橋梁への流木集積と水位せきあげに関する水理的考察」(坂野, 2003) では、主に掃流区間における流木集積の過去の研究レビュー、影響事例、実験による検討を整理した。そこでは、特に径間長が被災の規模を左右する重要な要素であること、桁下余裕高は流木量が多い時の集積率に影響があるとされている。掃流区間で流木が立つことで閉塞することに言及されていないことから、掃流区間ではこの閉塞の考え方をを用いないこととする。

【参考となる資料】

図 7-5 と図 7-6 については、下記資料を参考に作成した。

- 1) 南哲行, 土井康弘, 小山内信智, 竹崎伸司, 中山康之, 野中克也, 増子四郎: 1998 年 8 月栃木県余笹川災害で発生した流木の実態, 砂防学会誌, 53 巻 4 号, pp.44-51, 2000.
- 2) 楠窪正和, 赤野久志, ムハマド イスラミ ルシダ, 池松伸也, 永野博之, 橋本晴行: 2013 年 7 月島根県津和野町名賀川流域で発生した流木氾濫に関する調査, 第 7 回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.103-108, 2014.
- 3) 松林由里子, 渡辺一也, 川越清樹: 豪雨発生が社会基盤施設に及ぼした被害に関する研究, 土木学会論文集 G (環境), 70 巻 5 号, pp.I_249-I_256, 2014.
- 4) 岡本隆明, 山上路生, 角哲也, 佐山敬洋: 2018 年 7 月西日本豪雨における宍粟市の流木被害調査報告, 自然災害科学, 38 巻 3 号, pp.365-376, 2018.
- 5) 坂野章: 橋梁への流木集積と水位せきあげに関する水理的考察, 国総研資料第 78 号, 68p., 2003.

(3) 閉塞面積による判定

閉塞面積による判定は、橋梁等に到達すると予測される流木が桁下等の通過断面を閉塞することで水位が上昇して被害が発生することを想定することが考えられる。

橋梁等に到達すると予測される流木は、既往研究(岡本ら, 2021)の実験結果を参考に、桁下

等の通過断面内で川幅一杯に、縦断方向に上底が最大流木長、下底が最大流木長×1/2の台形形状を形成しながら集積し、到達流木量が増えると河床方向に伸長すると仮定する。

桁下の通過断面積と到達流木量による閉塞面積の関係から、流木による閉塞面積に相当する面積分の水位上昇に伴う氾濫被害の有無を判定することが考えられる。

本項目については、特に知見が不足しているため、他の手法を用いることを妨げるものではない。

○閉塞面積による氾濫の可能性判定

桁下通過面積 ≤ 流下面積 + 到達流木量による閉塞面積

到達流木量による閉塞面積 A (m²) = 到達流木量 (m³) / 平均流木長

到達流木量：当該地点に到達すると予測される流木量

平均流木長：最大流木長×3/4 3/4：上底と下底の平均

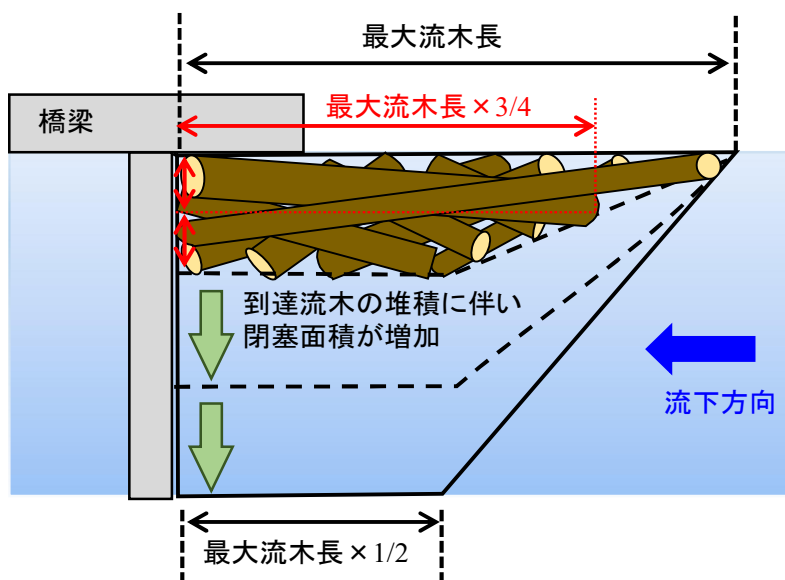


図 7-7 流木の集積形状

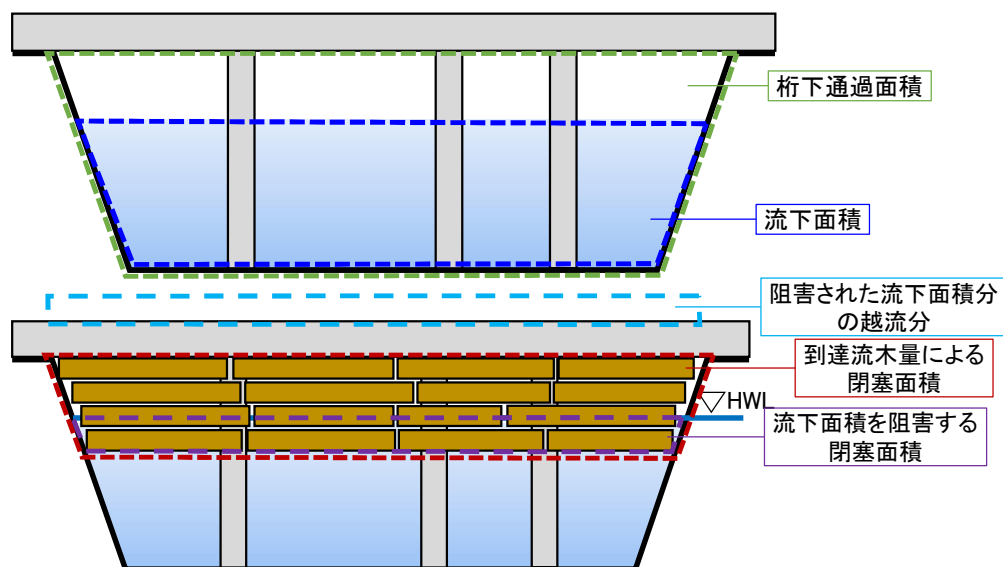


図 7-8 閉塞面積の定義

【参考となる資料】

橋梁部での流木沈下と閉塞に関しては、下記の資料が参考となる。

- 1) 岡本隆明，染谷智紘，松本知将，山上路生，田中健太：橋梁部での流木沈下過程と全面閉塞の限界条件に関する実験的研究，自然災害科学，39 巻 4 号，pp.423-437，2021.

＜参考＞山地河川における実験、数値解析による流木集積に関する事例

【資料 1】山地河川を対象とした流木濃度を指標とした橋梁閉塞に関する事例

中谷ら (2018) によると、山地河川を対象としたワンスパン橋梁への流木閉塞条件・要因を明らかにするため、河床勾配 2° 以上の射流区間 (2° もしくは 4°) を想定した水路実験を実施している。この研究では、流木濃度を指標として橋梁の閉塞有無を考察し、任意の流木長、余裕高、流木濃度の条件下で、流木の閉塞確率が推定可能であることを提示している。

出典：中谷加奈，長谷川祐治，里深好文：山地河川を対象としたワンスパン橋梁への流木閉塞に関する検討，土木学会論文集 B1 (水工学)，74 巻 5 号，pp.I_1081-I_1086，2018.

【資料 2】山地河川を対象とした限界流木量を指標とした橋梁閉塞に関する事例

長谷川ら (2015) は、山地河川を対象として橋梁に流木が集積する条件を明らかにするため、流木の形状や水理条件等を組み合わせて水路実験を実施した。橋梁への流木の集積しやすさを現すパラメータとして流木量を取り上げており、実験結果より橋梁への流木集積の発生・非発生の境界となる流木量を限界流木量（橋梁に一時的にひっかかる流木量）とし、それを求めるための支配方程式を導出している。

出典：長谷川祐治，中谷加奈，竹林洋史，里深好文，藤田正治：流木の流下と橋梁への集積に関する実験，京都大学防災研究所年報，58巻B号，pp.350-357，2015.

【資料3】土砂と流木を濃度で表現し、橋梁閉塞を確率評価する事例

原田ら（2022）は、山崎ら（2018）が提案した土砂流出モデルに流木の流出を組み込み、豪雨時に流域から流出する土砂・流木を時系列で求める手法を提案している。そこでは、橋梁への流木閉塞は、確率関数で表現している。平成29年7月九州北部豪雨の赤谷川に適用し、再現性を確認している。河床に堆積する流木量、橋梁での捕捉率の設定方法が今後の課題としている。

また、橋本ら（2023）では、山崎ら（2018）のモデルを用いつつ、筆者らの既往研究による樹種の比重の違いによる流木の流下速度や流下形態が異なるほか、構造物周辺の挙動が異なることを踏まえた取組の必要性を示している。

出典：山崎祐介，江頭進治：豪雨に伴う土砂・流木の生産と流下過程に関する研究，河川技術論文集，24巻，pp.71-76，2018.

原田大輔，江頭進治：多量の土砂・流木を含む洪水流の解析法，河川技術論文集，28巻，pp.289-294，2022.

橋本憲二，渡部春樹，木佐洋志，牧野孝久，伊藤隆郭：流域治水に活用可能な流木解析技術の開発の一例，令和5年度建設コンサルタント業務研究発表会資料，2023.

【資料4】個別要素法による流木挙動解析に関する事例

長田ら（2023）は、河道の平面2次元-3次元ハイブリッド流体解析と3次元個別要素法を組み合わせることで、河道内の流木の流下・堆積過程、水位上昇、橋脚への流木の堆積状況を表現している。今後、土砂を含めた検討、急勾配河道への適用性について検討を行う予定としている。

出典：長田健吾，清水義彦，川池健司，重枝未玲，梯翔伍：河道・氾濫原一体型の流木挙動シミュレーションの構築，河川技術論文集，pp.377-382，2023

【資料5】トラブルスポットの抽出に対して第一段階の危険度判定に関する事例

長田（2025）は、多くの流木実験結果を基に、 B （橋脚の径間幅）/ L （流木長）と F （フルード数）/ C （流木濃度）から橋梁への流木堆積割合を算出する簡易な手法を提案した。

出典：長田健吾：土砂・流木貯留施設の計画立案を支える洪水氾濫・土砂・流木一体解析モデルの構築，河川砂防技術研究開発公募 研究成果報告書概要，2025.

7.3. トラブルスポットに到達する流木量

各トラブルスポットに到達する流木量は、実現象としては流木対策施設での捕捉やその上流のトラブルスポットでの集積により減少していく。しかしながら、一連の洪水の中で閉塞するトラ

ブルスポットと閉塞しないトラブルスポットの推定及び閉塞するトラブルスポットにおける流木の集積量を評価することは現時点では困難と考える。

7.4. 流木閉塞に伴う被害想定範囲の検討

流木閉塞に伴う被害想定範囲は以下のように検討することが考えられる。

二次元氾濫計算に基づく流木の閉塞による溢水・氾濫範囲の検討の実施を判断するため、抽出した流木による閉塞が想定されるトラブルスポット地点において、閉塞時に想定される超過水位、溢水流量を算出した上で、周辺の地形条件を考慮して影響範囲を簡易的に検討する。その結果と保全対象への影響度合いを勘案して、流木の閉塞による被害想定範囲を二次元氾濫計算で検討するトラブルスポット地点を選定する。被害想定は、二次元氾濫計算により実施する。流木の閉塞による被害想定区域の検討は、土砂・洪水氾濫対策計画での被害想定を検討で用いた二次元氾濫計算モデル、計算条件及び各種パラメータを用いる。

流木の閉塞箇所や閉塞した場合の流木量に関しては知見が少なく、現時点では設定が困難であるため、現地の地形条件や閉塞を想定するシナリオに応じて検討することが望ましい。

二次元氾濫計算結果を用いて、被害想定区域を図化するが、その際、土砂・洪水氾濫対策計画の検討における被害想定結果との差を流木の閉塞に伴う被害の増加分と評価する。

流木の閉塞による氾濫において、流木はトラブルスポット地点の閉塞にのみ寄与するものとし、「砂防事業の費用便益分析マニュアル、令和8年2月」や「治水経済調査マニュアル（案）、令和7年7月」に示す浸水深別被害率等の増加のような割合は現時点で知見が不足しているため見込まないものとする。

数値計算において、閉塞は以下のように表現することが考えられる。

無堤区間（掘込河道）においては、河道を含めた地形なりの計算範囲を設定して断面通過流量を用いる場合は、閉塞断面を有するメッシュの標高を周辺に地盤高に合わせる。ハイドログラフの設定に際しては、氾濫ブロックを設定して氾濫原のみを対象として検討する場合は、越流量を用いて設定する。河道を含めた地形なりの計算範囲を設定して検討する場合は、越流する地点の断面通過流量を用いる。

有堤区間においては、設定した氾濫ブロックに対して、閉塞による決壊ハイドロを用いる。閉塞により越流する場合は、越流地点で決壊ハイドログラフを設定するものとする。閉塞のタイミングを一次元河床変動計算で評価することは現時点では困難と考えられるため、当該断面のピーク流量時を閉塞のタイミングとして破堤ハイドロを検討することが考えられる。

二次元氾濫計算を実施する上で、①ハイドログラフの設定方法、②ハイドログラフの投入方法を定める必要があるが、以下に例を示す。

ハイドログラフの設定に際しては、まず氾濫流量の設定を行う。トラブルスポットにおける氾濫流量は、岡本ら（2018）の閉塞形状を参考に設定することが考えられる。前提条件として、①流木は閉塞開始時から所定の閉塞率で流下断面積 A_a を阻害する。②閉塞開始後、当該地点の流量

変化に伴い空き面積 R_a は変化する。

$$Q_h = H_a \cdot V - R_a \cdot V$$

ここで、 H_a : 閉塞面積、 R_a : 空き面積、 V : 流速とする。

$$R_a = A_a - (D_a + M_a + H_a)$$

ここで、 A_a : 流下断面面積、 D_a : 土砂堆積面積、 M_a : 流水面積とする。

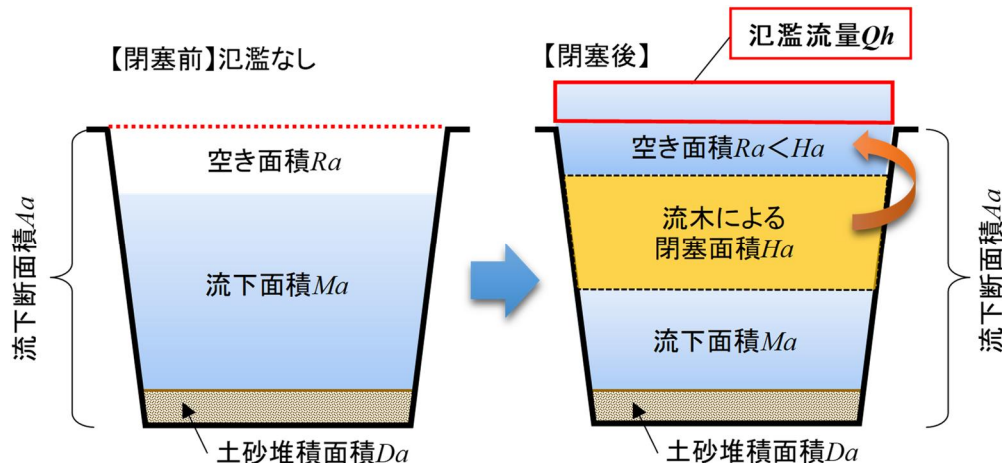


図 7-9 ハイドロ設定のイメージ

ハイドログラフの設定方法については、土砂・洪水氾濫対策計画において検討した数値解析結果を用いる場合は、以下のような方法が考えられる。計算開始点において土砂の供給が開始された時刻に計算開始点からトラブルスポットまでの流下時間を加えて、閉塞開始時刻を設定する。計算開始点からトラブルスポットまでの流下時間は、計算開始点のピーク流量時刻と流木閉塞地点のピーク流量時刻との差分から求める。その際、ピーク流量の発生時刻に差が無い地点の場合は、土砂の供給が開始された時刻を流木閉塞開始時刻とする。ただし、数値解析の詳細な結果を持ち合わせていない場合は、流域の状況やデータの所有状況に応じて適切に設定する。

ハイドログラフの投入方法については、以下のような方法を現地状況に即して設定することが考えられる。①橋梁の閉塞を表現した地形データを作成し、橋梁の直上流より氾濫流量を全量投入する。②橋梁の左右岸のどちらかから氾濫流量を全量投入する。③橋梁を越流しないように表現した地形データを作成し、橋梁の直上流より氾濫流量を全量投入する。④橋梁の左右両岸より氾濫流量を半量ずつ投入する。

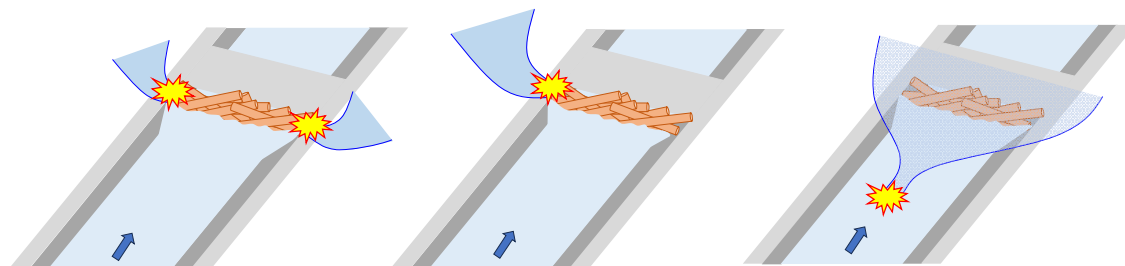


図 7-10 ハイドロ投入方法のイメージ