

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）（案）について

|         |               | 保全対象の位置   |                      |                 |     |
|---------|---------------|---|----------------------|-----------------|-----|
|         |               | 土石流危険溪流等<br>にある保全対象   | 扇状地・谷底平野<br>にある保全対象  | 沖積平野にある<br>保全対象 | 貯水池 |
| 対象とする期間 | 短期<br>(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<br><div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">                         A-2.<br/>土石流・流木<br/>対策計画                     </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">                         A-1. 土砂・洪水氾濫対策計画<br/><br/> <span style="border: 2px solid red; padding: 2px;">A-3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画</span> </div> </div> |                      |                 |     |
|         |               | E. 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策計画   |                      |                 |     |
|         | 中期<br>(数年まで)  |   | B. 中期(土砂流出活発期)土砂流出対策 |                 |     |
|         | 長期<br>(10年以上) |   | C. 長期(土砂流出継続期)土砂流出対策 |                 |     |

砂防基本計画と現象が生じる時間スケール、保全対象などの対策の目的の関係  
 (火山砂防地域における土砂災害対策計画は除く)  
 「河川砂防技術基準(計画編)基本計画編」より

○土砂・洪水氾濫時に流出する流木に対する効率的、効果的な施設整備を進めるため、流出流木量の算定手法や、被害想定、施設配置手法等の検討が必要。

代表的な現状の課題

- 発生流木量の調査手法、流出流木量の推定手法
  - ・広い流域で発生する流木量を推定する手法がない
  - ・実際に流出する流木量を推定する手法がない

前回方針を提示、今回意見・指摘を反映させた基本的な考え方(試行版)(案)を提示(以下、マニュアル)

○被害想定手法

流木による被害は、流木による家屋損壊等の直接的な被害のほか、流木が橋梁等を埋塞することによる浸水被害の拡大、沿岸域における漁業被害など、様々な形態があるが、それぞれの被害を定量的に推定する手法がない

○施設配置計画策定手法

流出流木量、想定される被害に応じた施設配置計画を検討する手法がない

引き続き検討、取りまとめ次第、マニュアル化



流木による家屋の損壊



流木による浸水被害の拡大



海岸に漂着した流木

## 前回(第6回検討会)での主な意見・指摘

- 流木化の形態について、考えられる形態を網羅的に整理した上で、どのような形態を対象としているか整理することで、対象にできてない形態が判明し、解明すべき現象の抽出にもつながることが考えられる。
- 河床勾配と流木の流出率とがそれなりに関係している様に見受けられるため、流出流木量や堆積流木量の推定手法については、土砂と異なった整理が出来る可能性がある。
- 10年確率規模や20年確率規模など、高確率降雨時の発生流木量を推定しようとする、手法が細かくなり過ぎ複雑化するおそれがある。100年確率規模の発生流木量に絞って対策を検討していくといった整理も考えられるのではないか。
- 崩壊による倒木は、下流まで流れず残る事例も多い。土砂・洪水氾濫においては、一度の出水で下流に到達する流木が課題であると考え、土砂生産の空間分布とそのコネクティビティという観点で評価する必要がある。
- 流出流木量は、針葉樹と広葉樹、照葉樹と落葉樹で異なっていると考えられる。レーザー航空測量データ等からそれらの量を推定することが可能となれば、より広域の評価が可能となると考えられる。
- 河床変動計算区間からの発生流木量について、過去の災害を踏まえると山腹から供給される流木量も無視できない。また、山腹のほかにも、側岸侵食や川幅が広がることに伴い発生する流木量も重要であり、今後これらの発生量を推定する手法を検討する必要がある。

## 意見・指摘への対応状況

○流木化の形態について、考えられる形態を網羅的に整理した上で、どのような形態を対象としているか整理することで、対象にできてない形態が判明し、解明すべき現象の抽出にもつながることが考えられる。

### ■対応

石川・水山・鈴木による崩壊・土石流に伴う流木の実態と調査法(1989)を参考に、流木の発生原因と形態を整理し、本資料で対象とする現象を明記した。(マニュアル P3)

| 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<br>②土石流の発生に伴う立木の滑落<br>③土石流の流下に伴う溪岸・溪床侵食による立木の流出<br>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<br>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<br>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<br>⑨集積された木材の洪水等による流出<br>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<br>⑫土石流、洪水等による木橋の流出<br>⑬土石流、洪水等による電柱の流出   |

対象は①～⑤、⑧とし、調査により計上可能でかつ、流出過程のモデル化が現時点で可能なものを評価することとした。

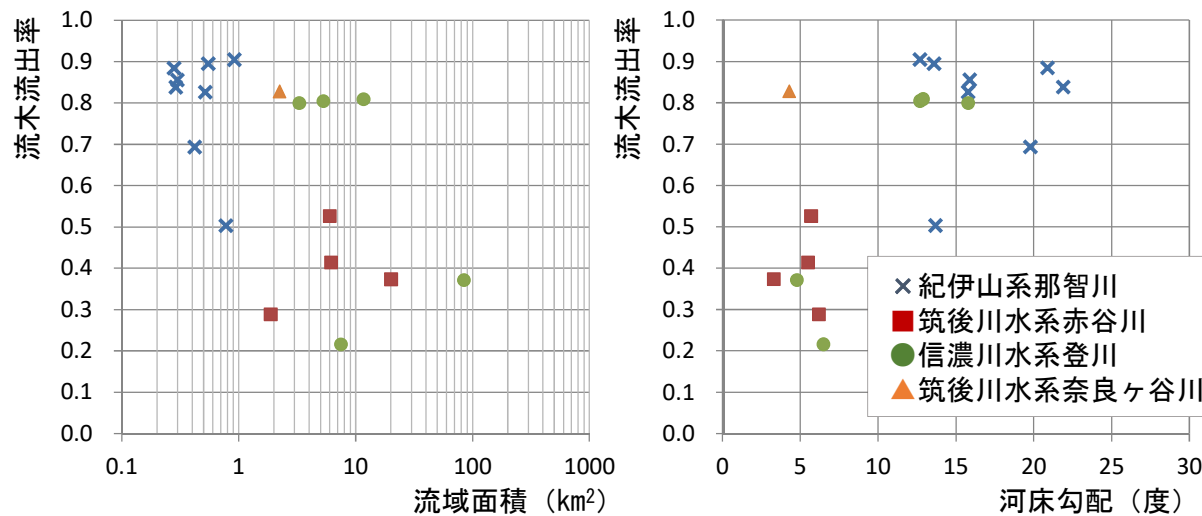
## 指摘への対応状況

○河床勾配と流木の流出率とがそれなりに関係している様に見受けられるため、流出流木量や堆積流木量の推定手法については、土砂と異なった整理が出来る可能性がある。

### ■対応

赤沼ら(2019)では、流出率と流域面積や河床勾配との関係を整理しているが、更なるデータ蓄積により流木の流出特性を明らかにする必要がある、とされていることから、流木流出率を算出した事例を例示しつつ、近傍の流域や同様の地形条件等での災害実態を参考に設定することが望ましい。という記載とした。

また、研究事例として、流木を濃度として評価する手法、流木流出を2列直列タンクモデルで評価する手法等を例示し、流出率以外の推定手法の技術進展を促す記載とした。(マニュアルP23-24)



流域面積、河床勾配と流木流出率との関係  
(赤沼ら(2019)より)

流木流出率を設定するための参考となる資料の一例

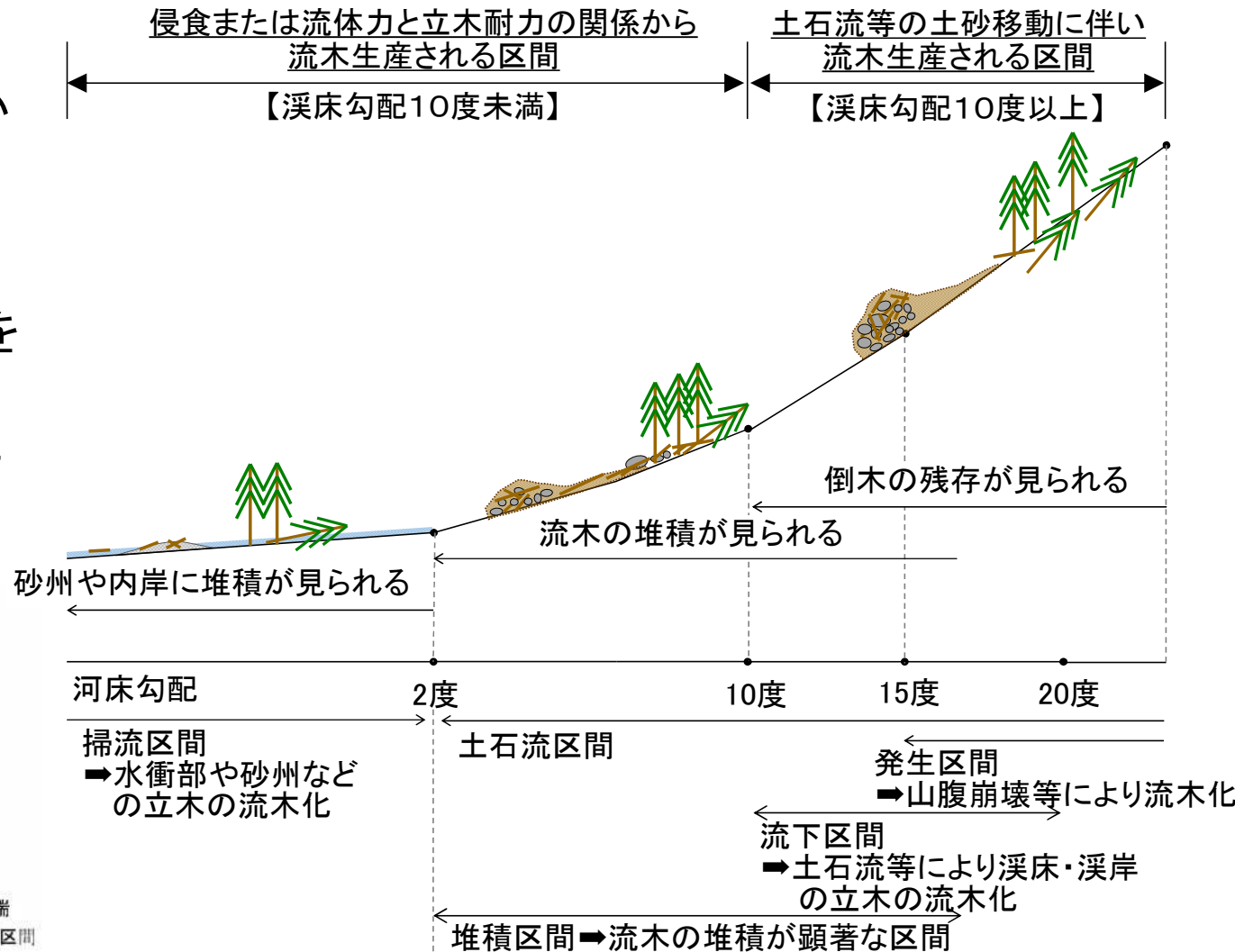
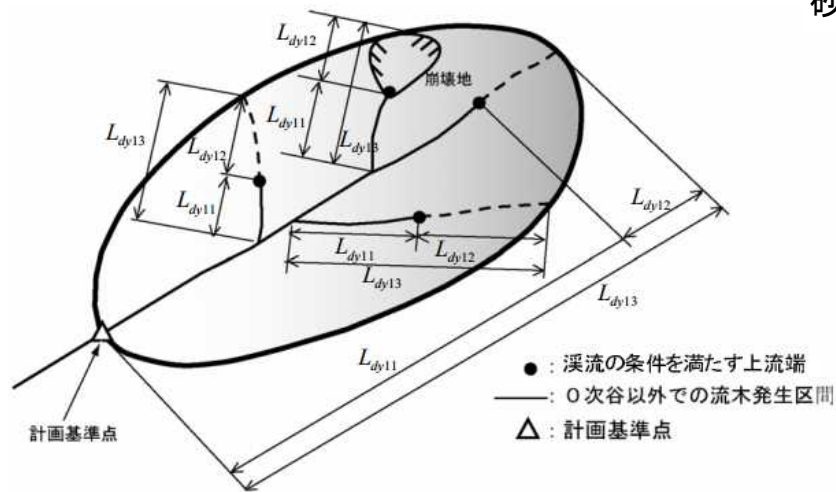
| 対象災害と流域  | 資料名                          |
|--|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>平成23年新潟福島豪雨 (信濃川水系魚野川支川登川)</li> <li>平成29年九州北部豪雨 (筑後川水系赤谷川)</li> </ul> | 赤沼ら(2019) 砂防学会研究発表会概要集       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>平成29年九州北部豪雨 (筑後川水系赤谷川)</li> </ul>                                     | 筑後川右岸河川流域 河川・砂防技術検討委員会 報告書   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>平成28年8月北海道豪雨 (十勝川水系戸蔭別川)</li> </ul>                                   | 工藤ら(2021) 砂防学会誌 Vol.73, No.6 |

# 指摘への対応状況

○河床変動計算区間からの発生流木量について、過去の災害を踏まえると山腹から供給される流木量も無視できない。また、山腹のほかにも、側岸侵食や川幅が広がることに伴い発生する流木量も重要であり、今後これらの発生量を推定する手法を検討する必要がある。

## ■対応

溪流の最上流部のいわゆる0次谷からの発生は考慮しているが、掃流区間での山腹崩壊、側岸侵食、川幅が広がることに伴い発生する流木については、今後検討が必要であることを明記した。側岸侵食、川幅の変化を表現する計算モデルの検討を促すこととした。(マニュアルP16)



河床勾配による流木の生産と堆積の概念図

## 指摘への対応状況

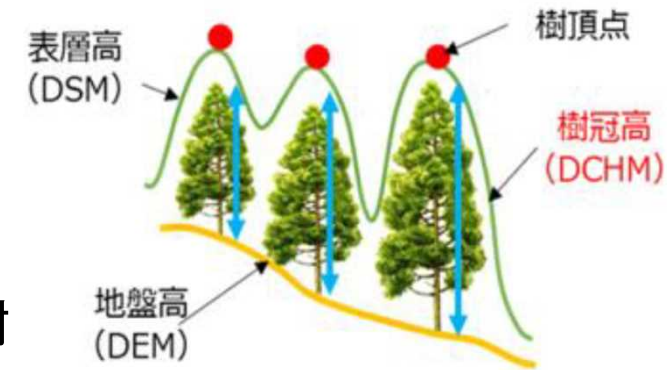
○流出流木量は、針葉樹と広葉樹、照葉樹と落葉樹で異なっていると考えられる。レーザー航空測量データ等からそれらの量を推定することが可能となれば、より広域の評価が可能となると考えられる。

### ■対応

R5.5に改訂された河川砂防技術基準 調査編において、数値表層モデル(DSM)と数値標高モデル(DEM)の差分で流木量を算出出来ることを示した。

本マニュアルの2.4. 流木発生ポテンシャル調査で、上記資料を参考とすると共に、レーザー航空測量データの活用による樹種、本数、樹高の計測の参考文献を記載し、活用を促すこととした。

(マニュアルP11)



○10年確率規模や20年確率規模など、高確率降雨時の発生流木量を推定しようとする、手法が細かくなり過ぎ複雑化するおそれがある。100年確率規模の発生流木量に絞って対策を検討していくといった整理も考えられるのではないか。

○崩壊による倒木は、下流まで流れず残る事例も多い。土砂・洪水氾濫においては、一度の出水で下流に到達する流木が課題であると考え、土砂生産の空間分布とそのコネクティビティという観点で評価する必要がある。

### ■対応

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ことを明記した。

(マニュアルP15,20)



# 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(案)(試行版)の流れ

○本マニュアルでは、計画対象とする流木量の算出までを示す。

○考え方のポイントとしては、流木化の判定を溪床勾配10度を境界として、10度以上は既往の砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)に準拠、10度未満を河床変動計算結果から便宜的に算出する点である。

## マニュアルの流れ

### ① 既往災害の実態整理

↓  
当該流域及び周辺流域  
水系内の砂防領域だけでなくダム・  
河川・海岸領域の被害も対象

### ② 流木発生ポテンシャル調査

↓  
植生分布、本数(立木、倒木等)、  
単位面積当たり立木量 等

### ③ 施設、トラブルスポット調査

↓  
位置、諸元、施設効果量 等  
橋梁・狭窄部等 通過能力

### ④ 被害シナリオの想定

↓  
流木の発生形態、被害形態

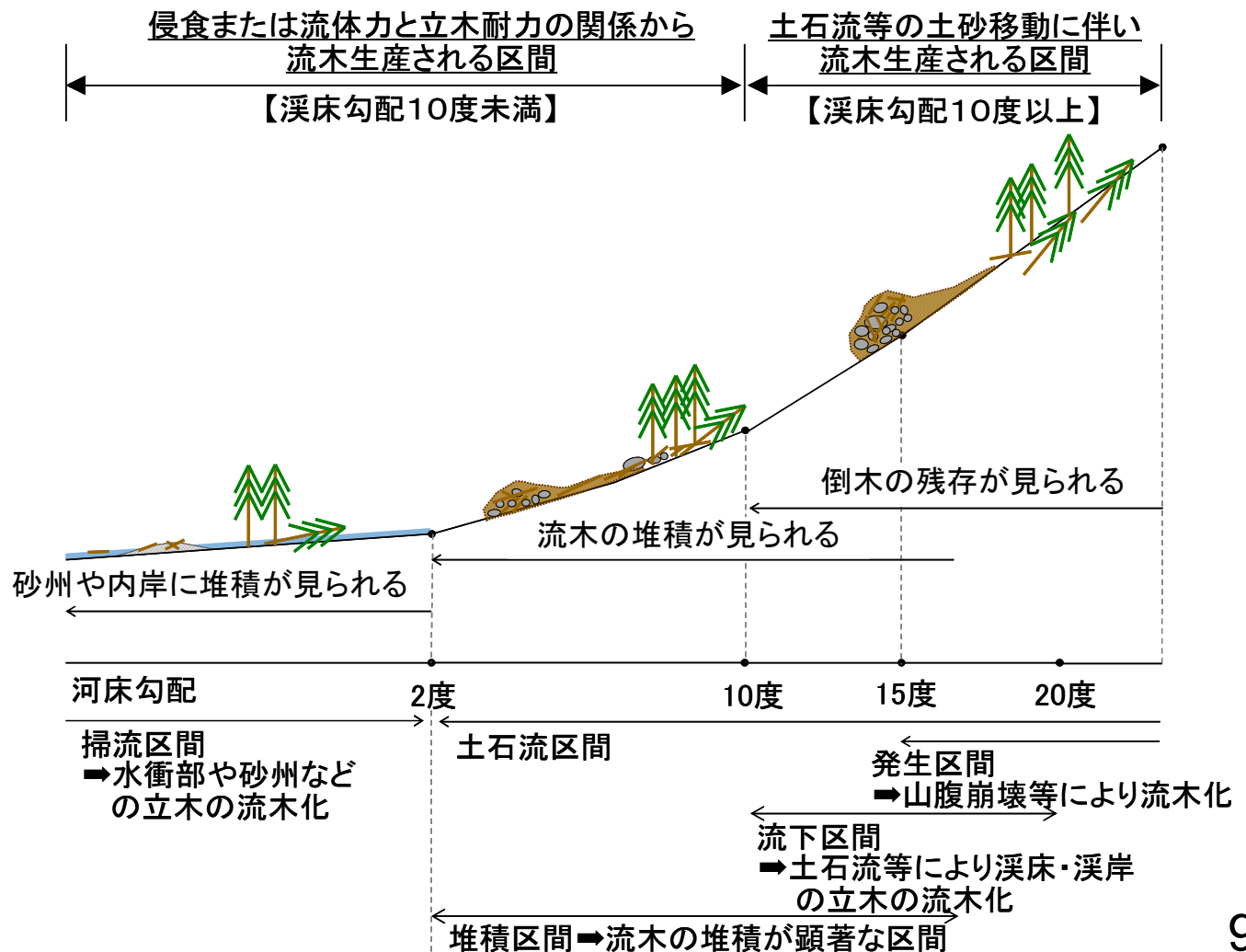
### ⑤ 計画流木量の設定

↓  
計画発生流木量、計画流出流木量

### 被害想定、施設配置計画

今後検討し、追加予定

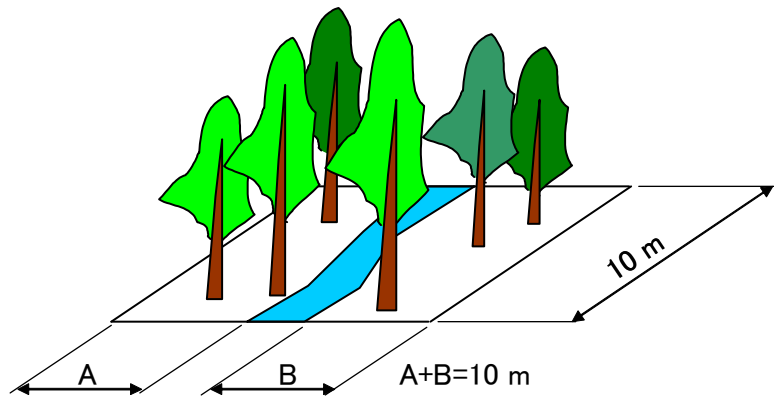
## 河床勾配による流木の生産と堆積の概念図



# 河床勾配10度以上の範囲からの発生流木量、流出流木量の算定の考え方

○河床勾配10度以上の範囲からの発生流木量は、土石流に伴い生産、流出するものとして算出する。生産流木量に流木流出率(0.8~0.9)を乗じて、流出流木量とする。

10m×10mの中にある立木の直径と高さを把握し、単位面積あたり材積量(m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>)を算定



$$V_{wy} = \frac{B_d \times L_{dy13}}{100} \times \sum V_{wy2}$$

$$V_{wy2} = \pi \cdot H_w \cdot R_w^2 \cdot \frac{K_d}{4}$$

ここで、 $V_{wy}$  : 発生流木量 (m<sup>3</sup>)、 $B_d$  : 土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅 (m)、  
 $L_{dy13}$  : 発生流木量を算出する地点から流域の最遠点までの流路に沿って測った距離 (m)、  
 $V_{wy2}$  : 単木材積 (m<sup>3</sup>)、 $\sum V_{wy2}$  : サンプル調査100m<sup>2</sup>あたりの樹木材積 (m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>)、  
 $H_w$  : 樹高 (m)、 $R_w$  : 胸高直径 (m)、 $K_d$  : 胸高係数 (図-12 (2) 参照) である。

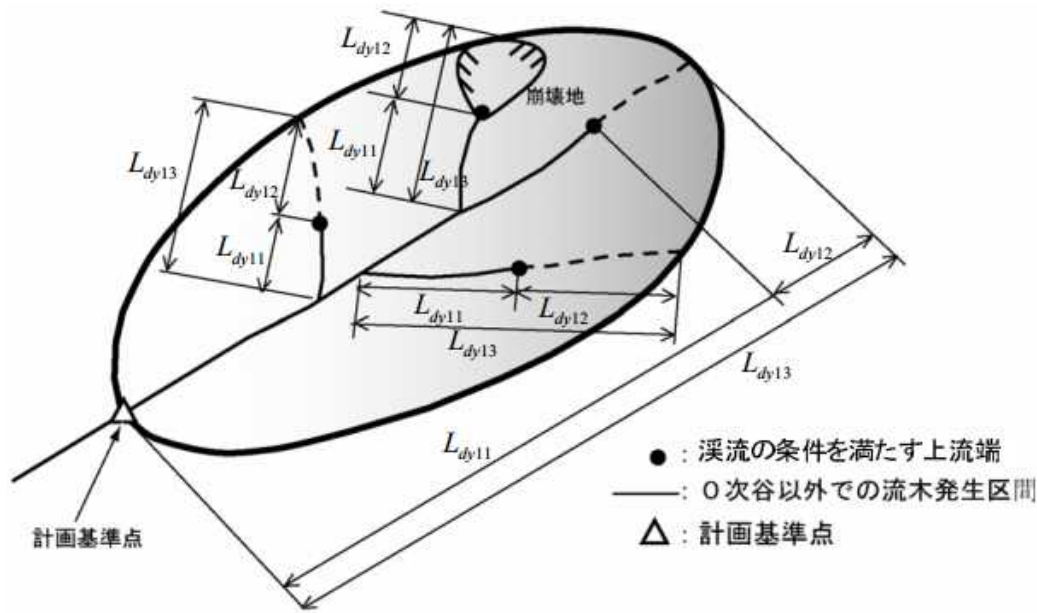


図-12 (1) 流木発生区間長さ (m) :  $L_{dy13}$

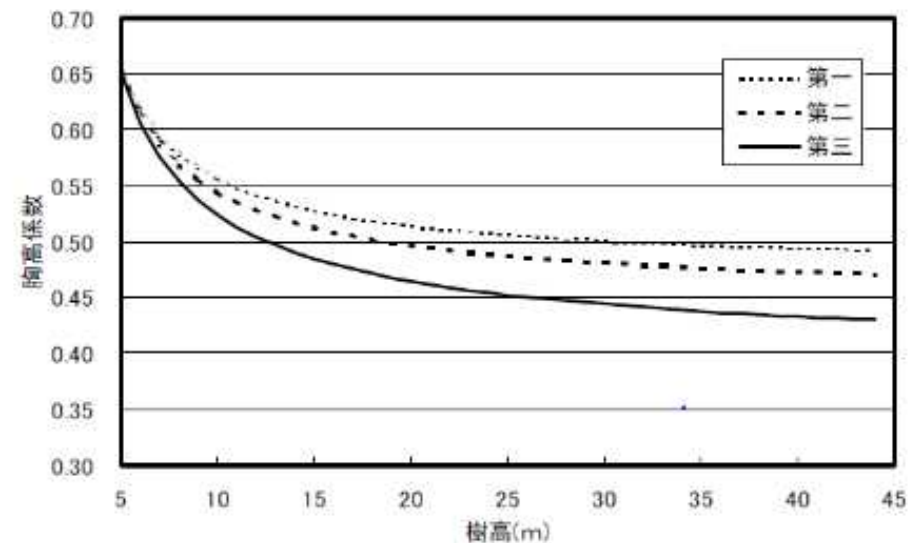


図-8 (2) 胸高係数<sup>9)</sup>

## 河床勾配10度未満の範囲からの発生流木量、流出流木量の算定の考え方

○河床勾配10度未満の土砂・洪水氾濫計算区間からの発生流木量は、

①河床変動による洗堀、②洪水流の流体力により樹木が倒れ(倒伏)て流木化すると想定する。

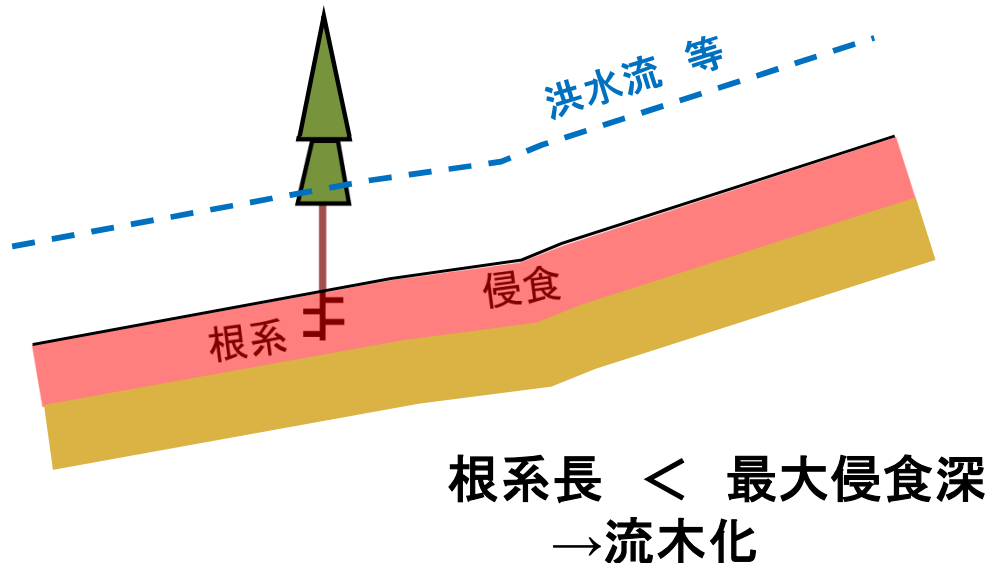
河床変動計算から算定された最大侵食深により、2つの区間に分けて検討する。

○河床勾配10度未満の土砂・洪水氾濫計算区間からの流出流木量は、

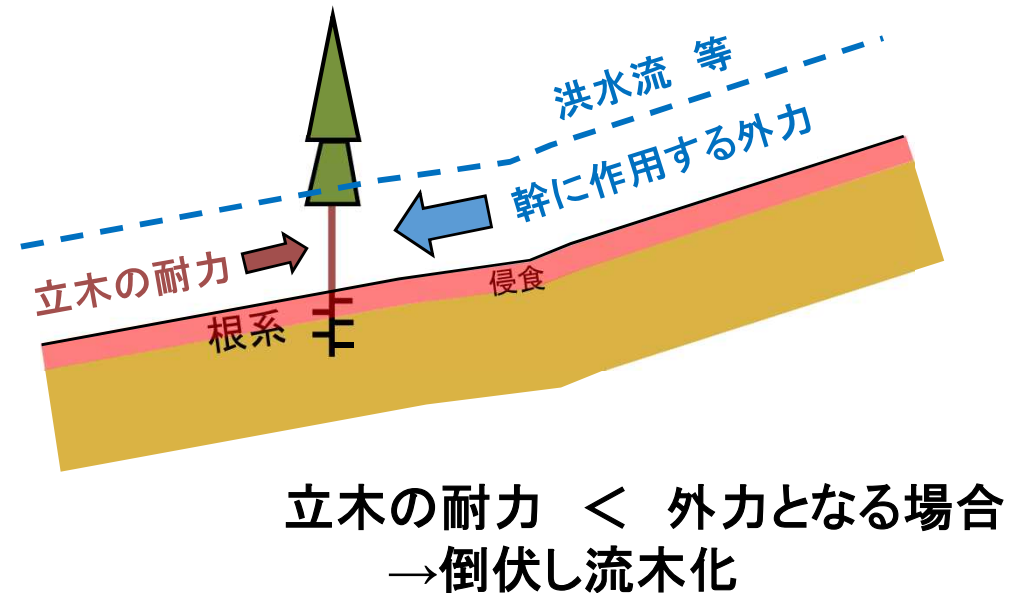
流出流木量を評価する区間の上流から流出してくる流木量とその区間で発生した流木量の和に、下流へ流出する割合として設定する谷次数ごとの流木流出率を乗じて算出する。(次ページ参照)

### ■発生流木量の考え方

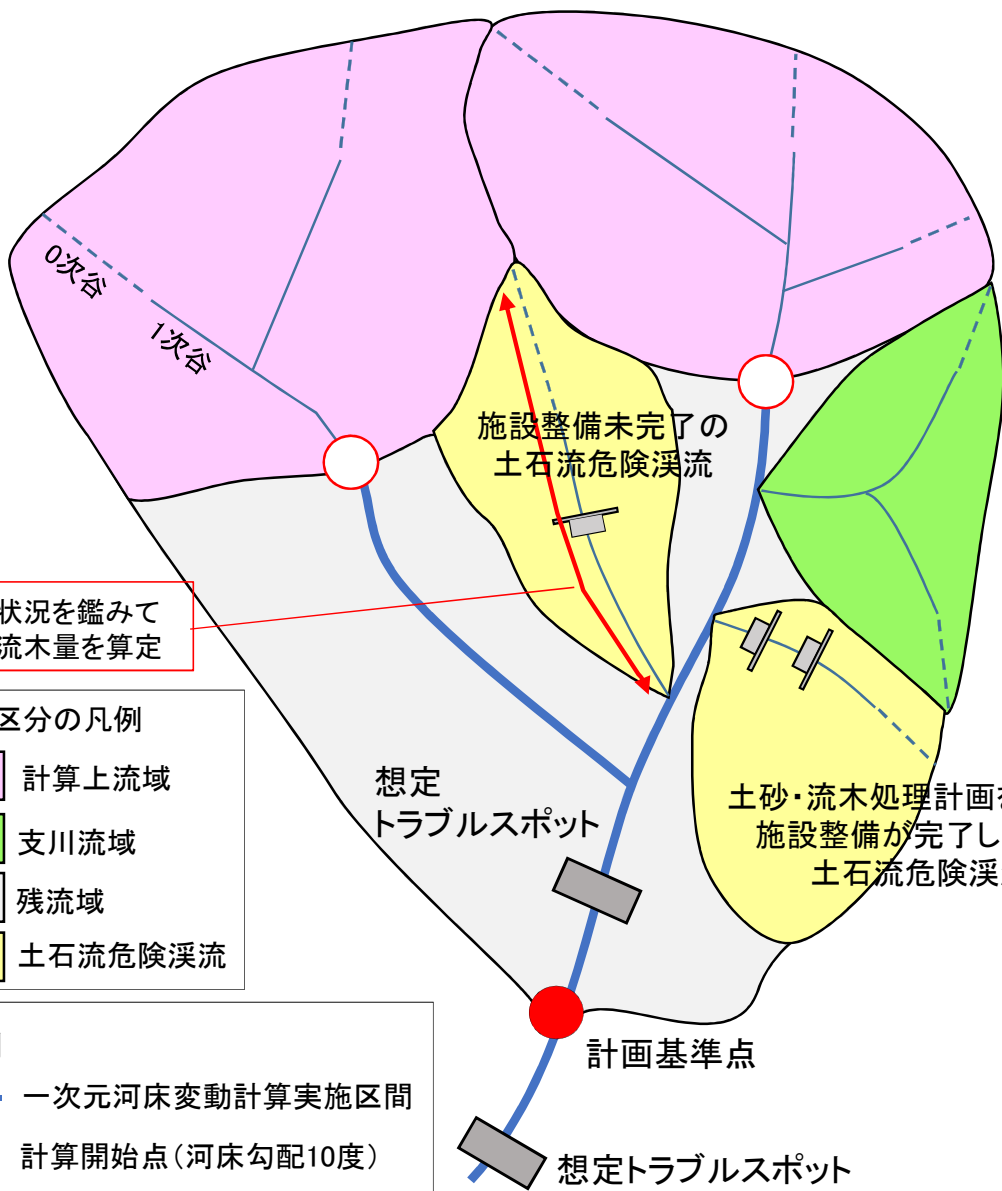
①河床変動計算期間中の最大侵食深が主要樹種の根系長以上となる範囲



②最大侵食深が樹種の根系長未満となる範囲



# 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



整備状況を鑑みて流出流木量を算定

- 流域区分の凡例
- 計算上流域
  - 支川流域
  - 残流域
  - 土石流危険渓流

- 凡例
- 一次元河床変動計算実施区間
  - 計算開始点 (河床勾配10度)

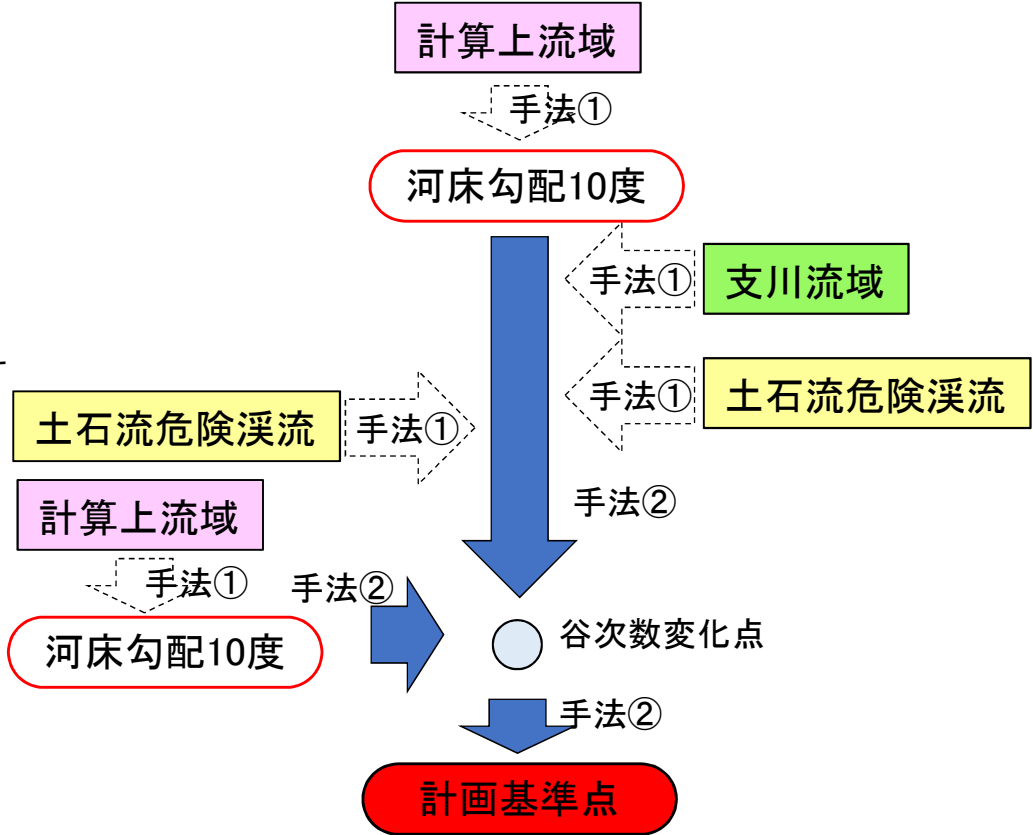
※残流域は現時点では流木量を想定しなくてもよい

【手法① 土石流・流木対策に準拠】

- 発生流木量  
土石流発生時に侵食が予想される溪床幅にある立木等の全量が発生
- 流出流木量  
発生流木量に流木流出率(0.8~0.9)を乗じた量が河床変動計算との合流点まで流出

【手法② 河床変動計算等で算出】

- 発生流木量  
河床変動計算で侵食区間もしくは流体力と立木耐力との関係で流木の発生が見込まれる区間の発生量の合計
- 流出流木量  
谷次数ごとに流木流出率を設定し、上流区間からの流出流木量と該当区間の発生流木量の和を流木流出率で乗じることで算出

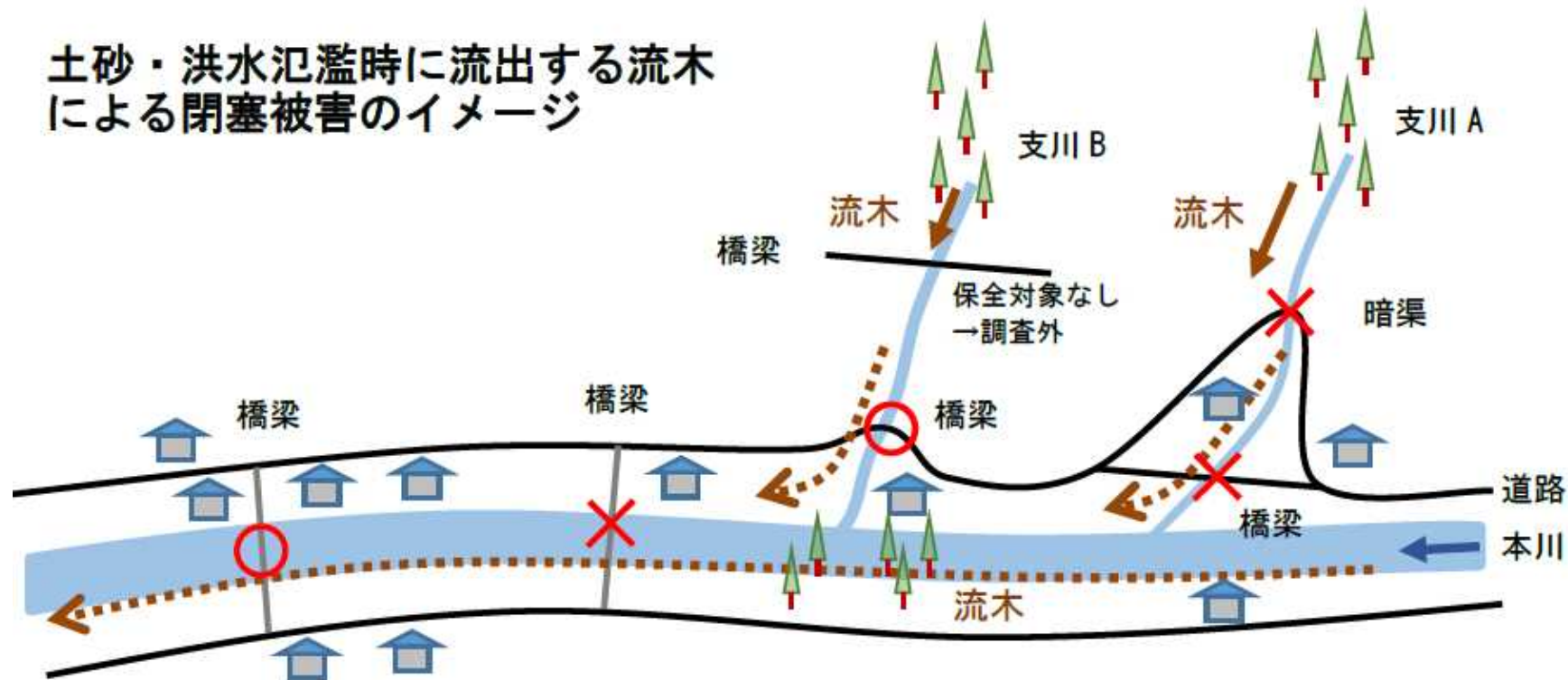


○先ず、トラブルスポットに着目した被害想定手法を検討中

- ・土砂・洪水氾濫の被害が想定されるエリアを基本としてトラブルスポットの候補地点を抽出
- ・閉塞した場合の保全対象の有無等を確認し、現地で構造物の諸元や河川の諸元、河道状況等を確認
- ・その結果を踏まえてトラブルスポットでの流木による閉塞の判定を行い、流木による影響範囲を検討
- ・流木による被害額の算出(流木閉塞を見込まない場合との差分)を行う

等

土砂・洪水氾濫時に流出する流木による閉塞被害のイメージ



× 流木の閉塞の可能性が高い地点 (トラブルスポット)

○ 横断構造物があるが、流木の閉塞の可能性が低い地点

■ 土砂・洪水氾濫対策検討により土砂・洪水氾濫の危険性が予測される範囲

### ◎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)(案)の発出について

本日の検討会で頂いた意見を踏まえ修正を行い、国土交通省砂防部HPで公表する。

### ◎被害想定、施設配置計画手法の検討

対策計画の立案に向けて、直轄砂防事業を中心に被害想定や施設配置計画に関するケーススタディを進め、得られた知見をもとに土砂・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)(案)の改定を行う。