

# 「災害に強い森づくり」のための 災害緩衝林整備方針の手引き



令和 2年 3月

兵庫県農政環境部農林水産局豊かな森づくり課

兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター

# はじめに

兵庫県では、平成 16 年の台風災害を踏まえ、県民共通の財産である「緑」の保全・再生を社会全体で支え、県民総参加で取り組む仕組みとして、平成 18 年度から県民税均等割超過課税として「県民緑税」を導入し、森林の防災面での機能を高める「災害に強い森づくり」として事業を展開してきた。

事業のひとつである緊急防災林整備（溪流対策）では、平成 21 年の豪雨による流木災害を踏まえ、スギやヒノキの人工林が大半を占める山地災害危険溪流の森林において、斜面の防災機能の強化を図るとともに、流木・土石流による被害を軽減するため、溪流沿いの風倒木の除去や災害緩衝林の整備、簡易流木止め等の簡易防災施設を設置している。

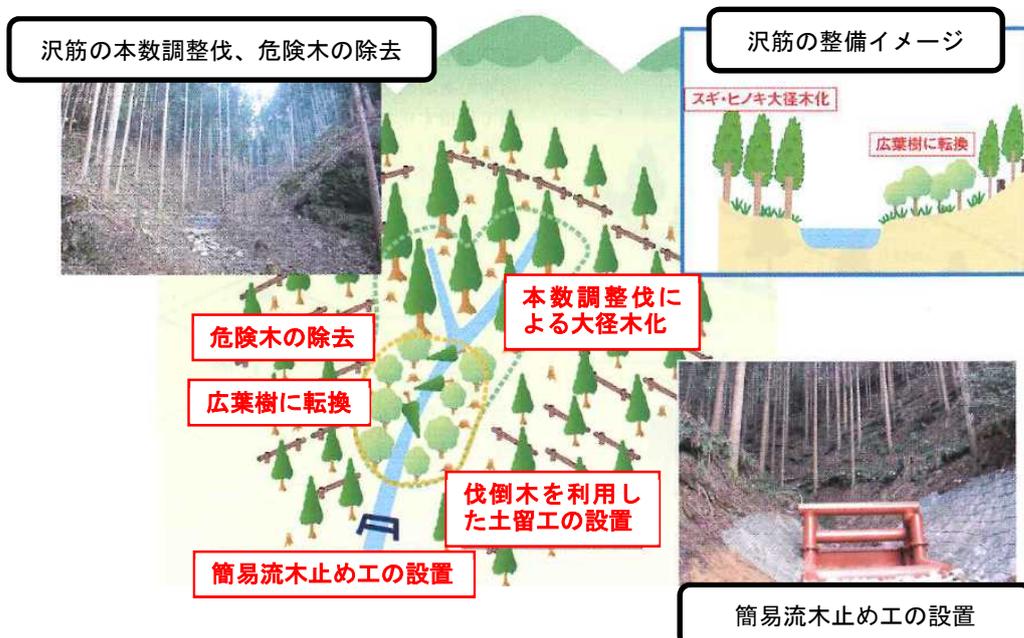
災害緩衝林の整備は、「災害緩衝林整備方針（平成 24 年 4 月）」により縦断方向には土石流の流下・堆積区間（溪床勾配  $2^{\circ}$  以上  $20^{\circ}$  以下）、横断方向には片岸 20m 幅以上を確保する整備範囲を設定しその区間の森林全てを整備することを標準としてきたが、その整備効果や課題が検証できる規模の出水が発生していないため検証ができていなかった。

そこで、平成 26 年度から平成 28 年度の 3 箇年で、人為的に流木・土石流を発生させることができる 1/30 縮尺モデルを使った水路実験で検証を行い、災害緩衝林の整備効果や地形と土砂動態形態、簡易防災施設の配置等について定量的な基礎データを収集・解析した。この結果を踏まえ「災害緩衝林整備方針」を基に「災害緩衝林整備方針の手引き」をとりまとめた。

なお、モデル水路実験等で得られた結果を反映させた部分には■印を付けた。また、本文中「災害緩衝林整備方針」の記述と同じ部分には□と記載した。

令和 2 年 3 月

農政環境部農林水産局豊かな森づくり課  
農林水産技術総合センター森林林業技術センター



# 目次

---

	頁
1 本方針の手引きについて	・・・ 1
2 目的	・・・ 1
3 災害緩衝林の整備範囲	・・・ 1
(1) 縦断（上下流）方向の整備区間	・・・ 1
(2) 横断方向の整備範囲	・・・ 2
4 災害緩衝林の整備	・・・ 3
(1) 森林整備	・・・ 3
ア 立木密度と胸高直径の整備目標	
イ 森林整備の方法	
ウ 植栽(候補)樹種	
(2) 附帯施設の配置	・・・ 4
ア 簡易流木止め施設	
イ 簡易防災施設（床固工）	
ウ 仮設道の整備	
(3) 流域の特性を加味した災害緩衝林の整備	・・・ 6
ア 溪流の地形特性と土石流の流下特性を考慮した対応策の選定	
イ 土石流の流下形態を考慮したエリア別の緩衝林整備	
ウ 湾曲地形の外湾斜面を流木捕捉エリアとする緩衝林整備	
5 災害緩衝林の整備基準	・・・ 8
(1) 災害緩衝林の整備検討フロー	・・・ 9
(2) 災害緩衝林整備フロー	・・・ 10
□ 参考資料：緩衝林の抗力と土石流流体力	・・・ 11
1 立木の引き倒し試験	
2 水路試験の条件	
3 土石流流体力と転倒モーメント	
□ 「災害緩衝林整備方針（平成 24 年 4 月）」	・・・ 13

## 1 本方針の手引きについて

この方針の手引きは、平成 24 年度 4 月制定の「災害緩衝林整備方針」を基に、平成 26 年～28 年に実施した 1/30 縮尺モデルを使用した災害緩衝林実験(土石流条件は、平成 26 年に発生した丹波豪雨災害規模<sup>※</sup>)の結果を反映して作成したものである。

適用にあたっては「災害緩衝林整備方針」と同様に、兵庫県が施行する災害緩衝林整備に適用する。

### ※丹波豪雨災害規模とは

平成 26 年 8 月 16 日から 17 日にかけて、兵庫県丹波市を中心に降った大雨(丹波市市島町では最大時間雨量 91mm、最大 24 時間雨量 414mm、総雨量 420mm を観測)により引き起こされた土石流災害の現地履歴を参考にして設定された土石流条件のこと。溪流規模から想定される一般的な土石流よりも流出土砂量、流木量とも多かった(水路試験の条件の詳細は P11)。

## 2 目的

溪流沿いの土石流の流下・堆積区間において流木を含む土石流の流下特性を踏まえ、特に湾曲部外湾斜面の災害緩衝林を有効活用することで上流からの土石流や流木を受け止め、下流への流下エネルギーを軽減するための災害緩衝機能を発揮できる森林を造成することを目的とする。

整備方針 2

## 3 災害緩衝林の整備範囲

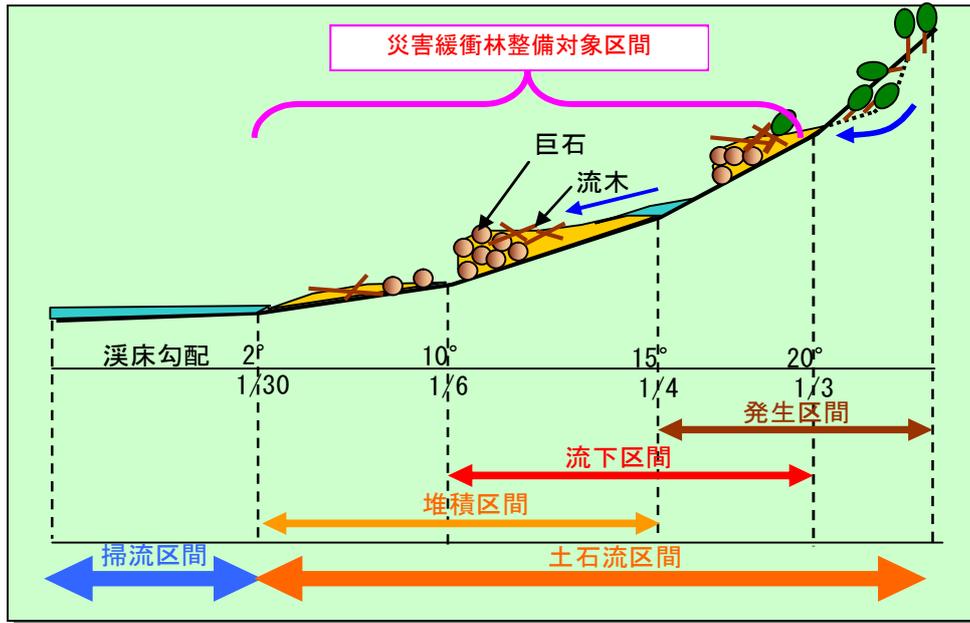
### (1) 縦断(上下流)方向の整備区間

ア 土石流の堆積区間及び流下区間(概ね溪床勾配 $2^{\circ}$ 以上 $20^{\circ}$ 以下)において、整備区間を設定し、その区間の森林をすべて整備することを標準とする。(図 1 参照)。

イ 溪床勾配 $20^{\circ}$ を超える場合であっても、流木災害の発生源となる倒木等の流木が通水断面に堆積している場合には、溪床勾配 $30^{\circ}$ 以下を除去する。

ウ 溪床勾配 $20^{\circ}$ 以下で設定した上下流方向の整備区間延長が 100mを確保できない場合には、溪床勾配 $30^{\circ}$ 以下まで整備区間を延長すること。

↓ 整備方針 3(1)



注) 土石流の流下形態の重複区間は、河床粒径や溪流幅、波高等の条件によって変化する。

図 1 溪床勾配と土砂の移動形態の関係

## (2) 横断方向の整備範囲

ア 通水断面を確保した上で、片岸 20m 以上の幅を確保する。

整備方針 3(2)

注) 森林整備範囲を片側斜長 20m (両岸 40m) 以上の幅を確保することとしたのは、溪流沿いに面的な災害緩衝林を造成すること、さらには光環境の改善によって下層植生を繁茂させ、侵食防止機能の向上を図ることから設定した。

イ 土石流は、流速 10m/sec を超える高速で流下するため直進性が強いことから、湾曲部の外湾側では図 2 に示すように土石流が斜面をせり上がる現象が生じる。せりあがりの高さは溪床勾配や湾曲度によって異なるが、注) の理由に加えて、水路実験による検証では最大で 20m までせり上がっていることから、片側斜長 20m 幅以上を整備対象範囲とした。■

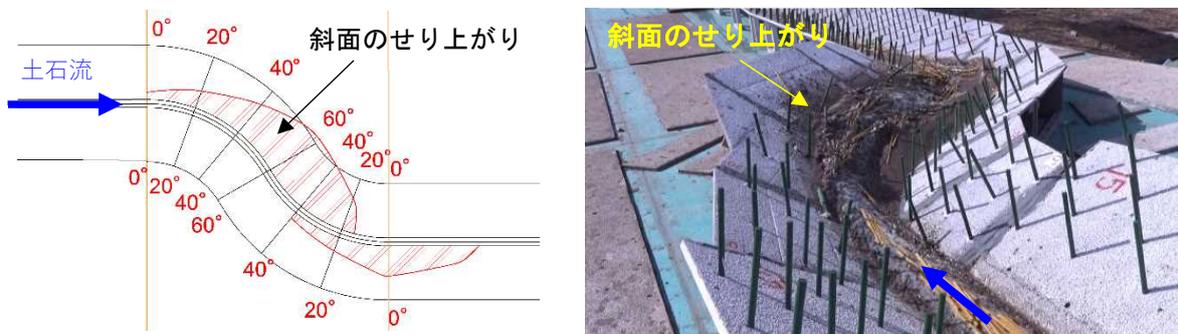


図 2 湾曲部外湾側の土石流のせり上がりの実験例

## 4 災害緩衝林の整備

### (1) 森林整備

#### ア 立木密度と胸高直径の整備目標 ■

水路実験では立木密度の条件を 600 本/ha と 1,200 本/ha の 2 条件で検証を行い、流木捕捉効果を高めるためには 600 本/ha よりも密にするのが効果的であることがわかった。一方で、「兵庫県の森林施業体系（平成 7 年 1 月）」によると、災害緩衝林整備の目標としているスギが胸高直径 30cm まで育つ時(約 55 年生)には、立木密度は 1,000 本/ha 程度であるとされている。

これらのことから、立木密度の整備目標の下限は 600 本/ha よりも本数が多い 800 本/ha とし、上限は直径 30cm のスギが育つ密度である 1,000 本/ha とした。

#### 災害緩衝林の整備目標

○立木密度 800 本/ha～1,000 本/ha

○胸高直径 30cm 以上（P11 参照）

注) 胸高直径 30cm 以上としたのは、引き倒しモーメントが相当程度大きいこと、また本数調整伐により将来木が太って整備目標が達成される見込があることから設定した。(P11 参照)

### イ 森林整備の方法

#### (ア) スギ・ヒノキ人工林の部分伐採跡地の広葉樹林化

成長が悪く、今後成長が見込めないスギ・ヒノキ人工林は部分伐採し、跡地に広葉樹を植栽する。

#### (イ) スギ・ヒノキの本数調整伐による大径木化

##### a 複層林の造成

スギ・ヒノキ人工林において強度の本数調整伐を実施し、大径木へ誘導する。伐採後に、林内の照度(相対照度 30%以上)が十分に得られる場合には、耐陰性の高い広葉樹を植栽するなど複層林の造成を検討する。

##### b 本数調整伐

過去に積雪や風衝による被害があった地域や急傾斜地等、やむを得ず強度の本数調整伐ができない場合であって、その後の樹幹・樹高成長により災害緩衝機能が発揮できる林分については、林内の光環境を改善するための弱度の本数調整伐を実施する。

#### (ウ) 風倒被害地の広葉樹の植栽

風倒被害地については、表土の流出状況等に応じて柵工や筋工を施工した後、広葉樹を植栽する。

#### (エ) 整備によって生じたギャップへの広葉樹植栽

整備（仮設工を含む）によって生じた小さなギャップは、単木的でもよいので耐陰性の高い広葉樹を植栽するとさらに良い。

注 1) 広葉樹を植栽する場合、獣害防止のための単木保護網や獣害防止柵を設置する。

↓ 整備方針 4

注 2) 流路の侵食防止にあたっては、低木による侵食防止効果が期待できると考えられるため、林床に低木を繁茂させることも検討する。

## ウ 植栽（候補）樹種

下記の条件に合致した樹種であること。

- ・ 高木性の樹種で、ある程度の長寿である
- ・ 根系の樹幹支持力が大きい
- ・ 立地環境に適合している（耐陰性、湿性環境に適応できる等）

(ア) 部分伐採後の植栽：ケヤキ、クリ、オニグルミ、サワグルミ、カツラ、トチノキ（但馬地域）

(イ) 樹下植栽：ケヤキ

↓ 整備方針 6

注) 樹種によって倒れにくさは変わってくる。したがって、森林林業技術センターが樹種別の倒れにくさについてデータベース化を試みているため、随時情報が更新される可能性がある。

## (2) 附帯施設の配置

### ア 簡易流木止め施設

(ア) 整備した森林が災害緩衝機能を発揮するまでの間の補完施設として、簡易流木止め施設等の設置を検討する(実験による捕捉状況は図3参照)。

(イ) 簡易流木止め施設等の設置箇所において、設置箇所の地形や土質の状況を勘察し、袖部の溪岸や溪床が侵食される恐れがある場合には、石積やふとんかご等で溪岸や溪床を保護する。

↓ 整備方針 4(2)①

(ウ) 簡易流木止工は、土石流対応の施設ではないため、溪流の谷出口あるいは、溪流勾配  $2^{\circ}$  以上  $10^{\circ}$  以下の掃流区間～土石流堆積区間に設置する。ただし、立地条件や制約条件等で溪床勾配が  $10^{\circ}$  以上の急勾配区間に設置する場合には、構造物の安定性の検討を行う。

また、直線溪流では緩衝林による流木捕捉機能は限定的であるため、簡易流木止め工や床固工を設置することで流木の流出抑制機能や流木捕捉機能を高める整備を行う。■

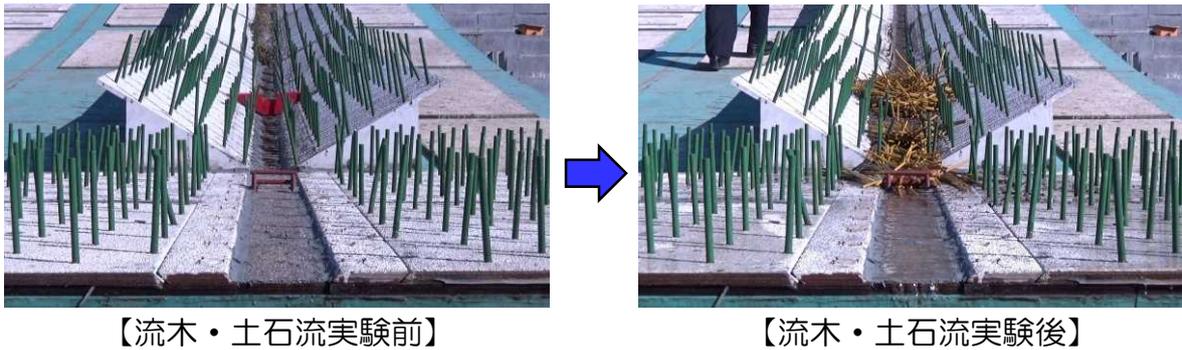


図3 簡易流木止工と床固工配置実験例

## イ 簡易防災施設（床固工）

(ア) 土砂流出が著しい箇所においては、溪岸侵食の防止や溪床の不安定土砂の安定を図るため、簡易防災施設（床固工、ふとんかご、柵工等）の設置を検討する(実験による捕捉状況は図3参照)。 整備方針4(2)②

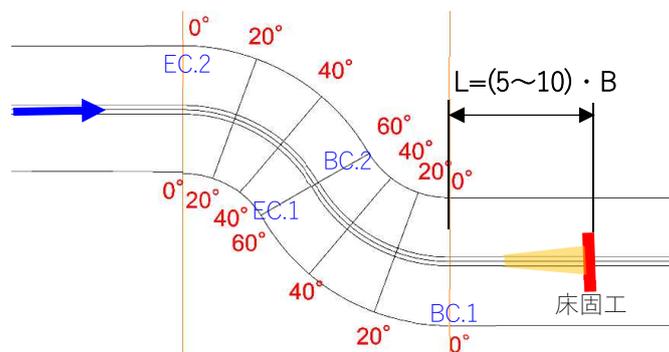
(イ) 簡易防災施設は、溪岸侵食の恐れがある区間に設置し山脚及び溪床の安定を図る。

(ロ) 床固工は、溪床・溪岸侵食の抑制及び溪床勾配の緩和をすることで土石流の減勢効果がある。しかし、高さの低い床固工では溪床勾配  $15^\circ$  以上の急勾配区間では堆砂長が短く、土石流の減勢効果が小さいことを考慮して、床固工は溪床勾配  $15^\circ$  未満の土石流流下・堆積区間に設置する。 ■

(ハ) 湾曲部を有する溪流に床固工を配置する場合は、災害緩衝林を通過した流木を補完的に捕捉する施設として湾曲部の下流側に配置する。 ■

中心角( $\theta$ )が  $60^\circ$  以下の湾曲部を有する溪流では、遠心力で土石流が偏流し床固工袖部を越流する恐れがあるため、湾曲部の始点 (B.C) から終点 (E.C) を避け、偏流が収まる下流の直線区間に配置する。その設置個所の目安は、地形条件や制約条件を考慮して、湾曲部の下流端から土石流の流下幅の5~10倍離れた位置とする(図4)。 ■

(ニ) 簡易防災施設や簡易流木止め施設は、人家等の重要保全対象に直接被害が及ぶ恐れのある箇所には設置しない。 整備方針4(2)②



L : 湾曲部下流端から床固工までの距離(m)、 B : 土石流流下断面の水面幅(m)

図4 湾曲地形の場合の床固配置例

## ウ 仮設道の整備 ■

仮設道の整備にあたっては以下に配慮すること。

- (ア) 溪流沿いに仮設道を整備すると、緩衝林による流木捕捉機能の低下の可能性があるため、土石流の流下断面よりも高い位置に設置することを基本とする（図5 A：標準断面）。
- (イ) 湾曲部の外湾側は土石流と流木が斜面をせり上がることから、仮設道は内湾側に設置することを基本とする（図5 B：湾曲部断面）。
- (ウ) 谷地形を呈していない平坦地の場所では溪流沿いの設置を避け、溪流と仮設道の間に緩衝林を残すことを基本とする（図5 C：地形平坦断面、図6）。

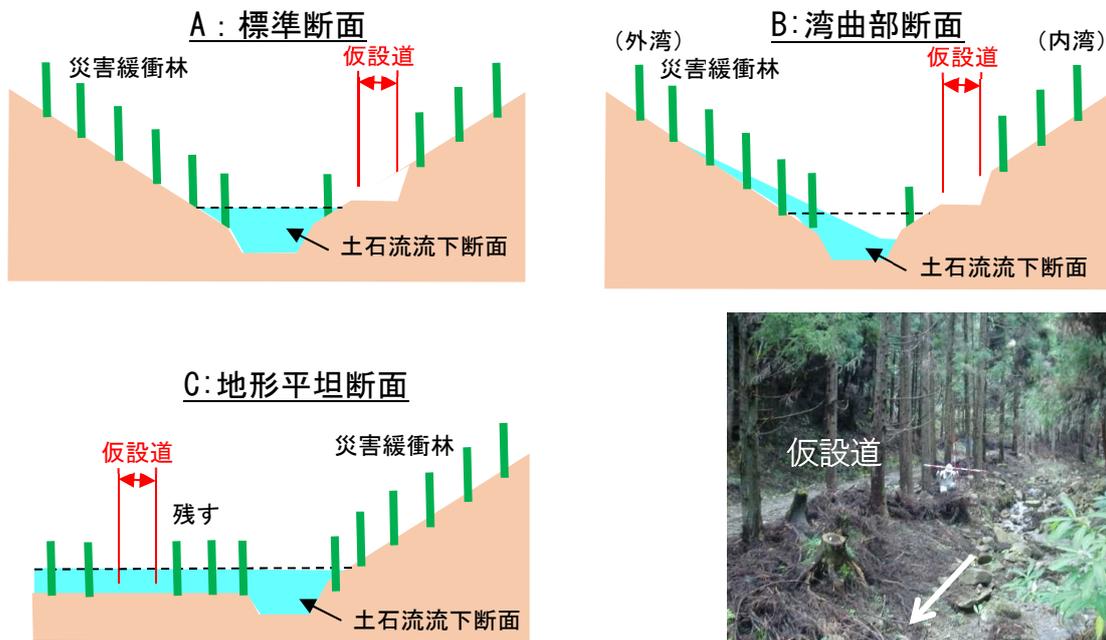


図5 仮設道の設置位置の目安



図6 地形平坦断面事例

## (3) 流域の特性を加味した災害緩衝林の整備

### ア 溪流の地形特性と土石流の流下特性を考慮した対応策の選定 ■

- (ア) 溪流の地形特性区分として、整備対象区間の溪流について①直線溪流と②湾曲溪流に区分する。なお、区分基準については、フロー（P9, 図9左上）に示す。

- (イ) 土石流は流下速度が速く直進性と高い慣性力を有する特性があるため、P1の図2に示すように①直線溪流区間では溪床部に集中して流下するが、②湾曲溪流では外湾斜面に土石流がせり上がって流下幅が拡大する現象が生じる。この現象が生じることで土石流のエネルギーが消費され、土砂と流木の捕捉・堆積が顕著に表れることが水路実験で確認されたことから、災害緩衝林による流木捕捉は、土石流が集中して流下する条件の場所ではなく分散・拡散する条件の場所に対応することが有効であり、湾曲部外湾斜面を重点的に整備する（図7）。

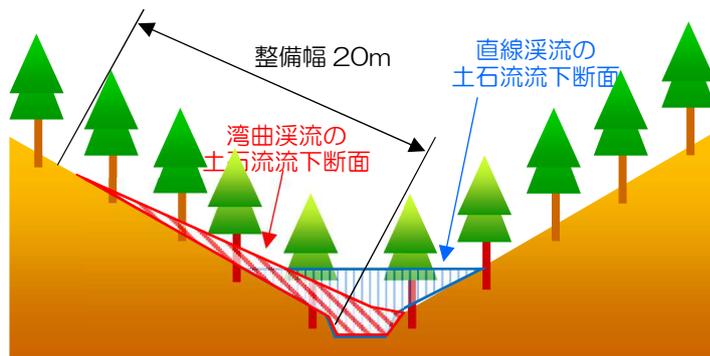


図7 直線溪流と湾曲溪流の土石流流下断面模式図

## イ 土石流の流下形態を考慮したエリア別の緩衝林整備 ■

### (ア) 土石流発生区間（溪床勾配 15° 以上の区間）

溪床勾配 15° 以上の土石流発生区間の森林は、倒木、流木の危険性があるものの、土石流を減勢する効果が認められたことから、緩衝林として残置することとする。緩衝林は本数調整伐を行い育成を行うが、流木化して下流に被害を与える可能性を考慮し、整備目標の直径は 30cm 程度までとする。

注) 溪床勾配 15° 以上の土石流発生区間においては、災害緩衝林で流木を含む土石流を捕捉することは難しく、土石流の流下断面内に存在する緩衝林は倒木あるいは流木化する可能性がある。

### (イ) 土石流流下区間（溪床勾配 10° 以上 15° 未満の区間）

溪床勾配 10° 以上 15° 未満の土石流流下区間は、強度の本数調整伐で大径木を育成する。

### (ロ) 土石流堆積区間（溪床勾配 2° 以上 10° 未満の区間）

溪床勾配 2° 以上 10° 未満の土石流堆積区間になると土石流の流体力が小さくなるため、緩衝林が倒木する可能性が低下する。特に、溪床勾配が 6° 以下の区間では、倒木の可能性が低くなるため、大径木に育っていなくても流木の捕捉効果が期待できる。また、立木間隔を広くとると、流木の引っかかりが少なくなり、流木の捕捉効果を減じる可能性が考えられる。これらのことから、目標林の密度は 1000 本/ha より高くても良い。

## ウ 湾曲地形の外湾斜面を流木捕捉エリアとする緩衝林整備 ■（図8参照）

土石流は直進性と高い慣性力を有する特性があり、湾曲部外湾斜面に土石流がせり上がり急激にエネルギーを消費するため土砂と流木が捕捉・堆積しやすくなる。土石流のエネルギーが消費する要因は以下の現象による。

○斜面をせり上がる時の勾配が逆勾配になるため、流速が減速する。

○斜面をせり上がる時に流下幅が広がるため、流下水深が小さくなる。



図8 湾曲地形外湾斜面での流木捕捉状況

- 先行する流木が緩衝林に阻害されて流下が遅れることに加えて、後続の流木が追いついて先行流木と合体して塊状態になり停止する。
- 水深が小さくなると緩衝林に土石流が衝突する際の作用点が低くなり、転倒モーメントが小さくなるため緩衝林が倒れにくくなる。

## 5 災害緩衝林の整備基準

### (1) 災害緩衝林の整備検討フロー

流域の整備方法を検討する際には、まず、整備範囲の地形を確認し、湾曲部等の災害緩衝林整備をすることで流木捕捉効果が向上する箇所の有無を洗い出す。

災害緩衝林整備及び簡易防災施設配置の検討は、検討フロー(P9, 図9)に従って進める。

### (2) 災害緩衝林の整備フロー

災害緩衝林の整備方法や内容を決定する際には、標準地を設定し、毎木調査の結果（成立本数や胸高直径、形状比、樹冠長率など）をもとに、下記の項目と整備フロー(P10, 図10)を参考とする。

ア 平均胸高直径が30cm以上の森林については、収量比数(Ry)が0.5~0.7になるよう設計すること。ただし、1回の伐採で収量比数0.15を上回る強度伐採は避ける。

イ 樹冠長率が20%近くまで低下し、今後の成長が見込めない森林は、部分皆伐(概ね500m<sup>2</sup>以上)し、伐採跡地に広葉樹を植栽する。

ウ 雪害が予想される地域での形状比80を超える森林については、収量比数(Ry)が0.5~0.7になるよう設計すること。ただし、1回の伐採で収量比数0.15を上回る強度伐採は避ける。

エ 成長が見込めるスギ・ヒノキ人工林は、本数調整伐を実施する。この場合、収量比数(Ry)が0.5になるよう設計することを標準とする。ただし、本数伐採率は50%を超えてはならない。伐採後に、林内相対照度を測定し、林内相対照度が30%程度以上確保できる場合は、耐陰性の高い広葉樹の植栽を検討する。

オ 保安林においては、指定施業要件(間伐率、植栽樹種)等を遵守すること。

↓ 整備指針5

カ 溪流沿いの危険木除去や森林整備で伐採された材については、現地残置による洪水時の流出を防止するため、可能な範囲で林外へ搬出するものとし、材の有効活用(木質バイオマス燃料含む)を積極的に進める。

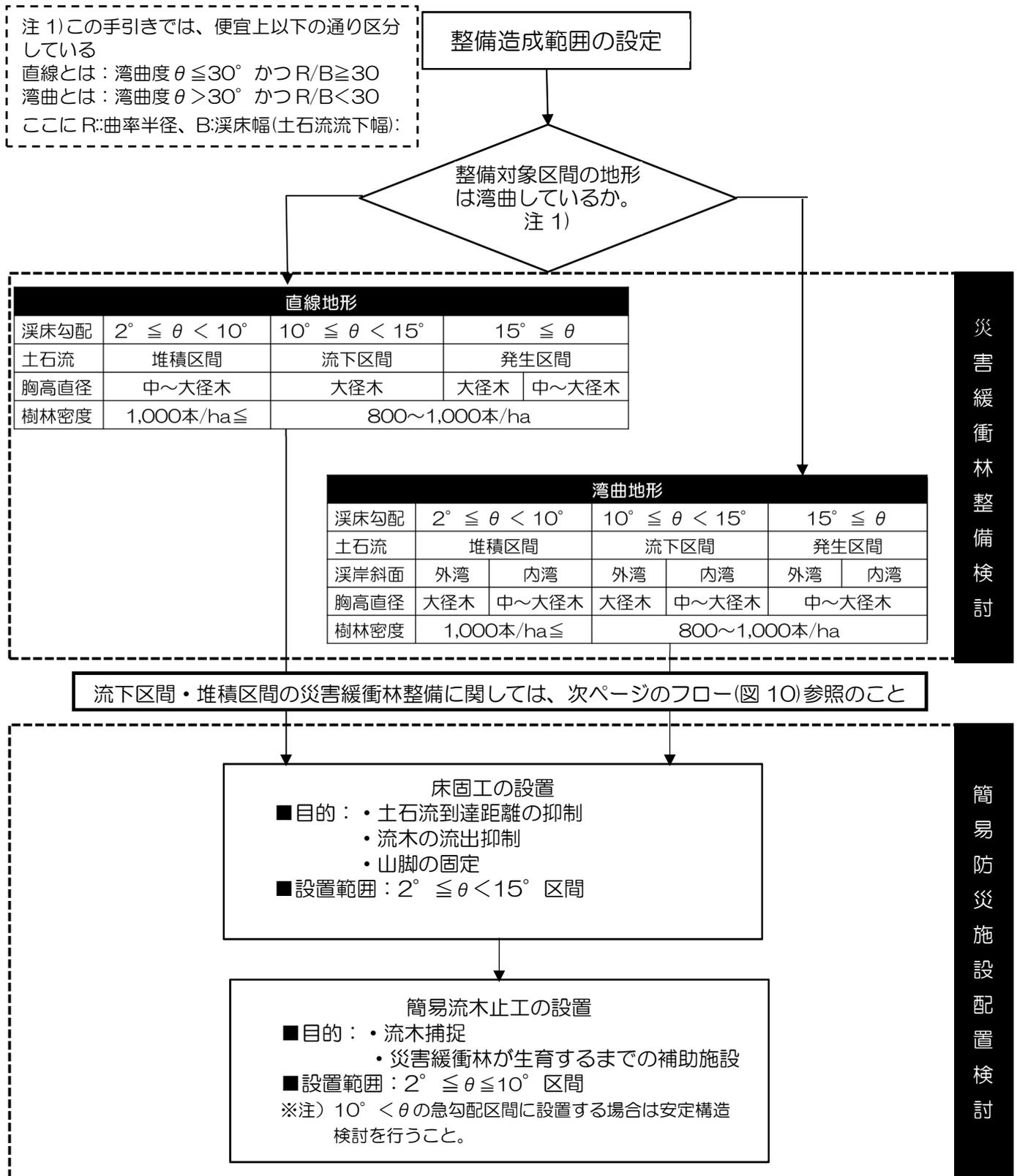
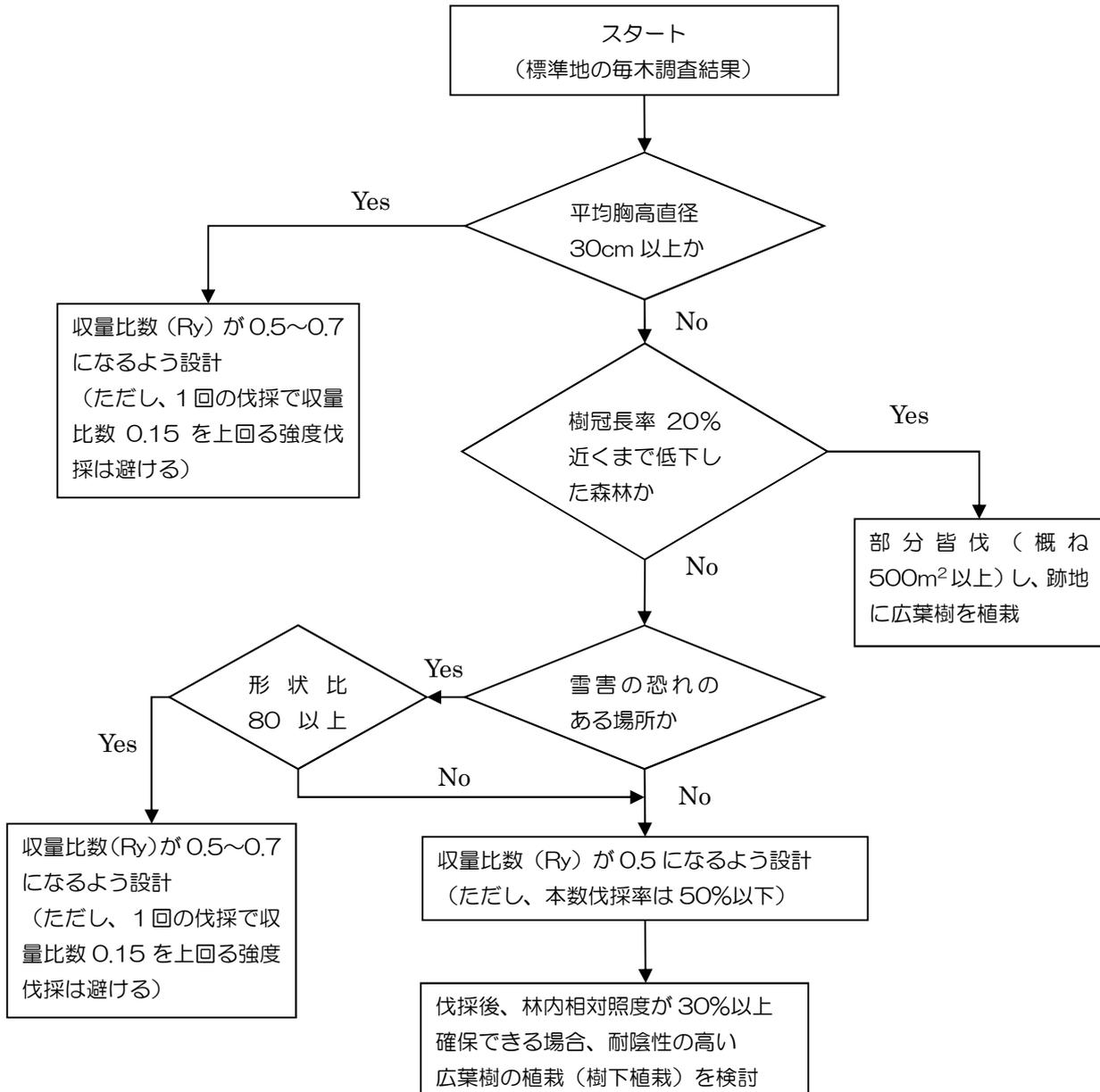


図 9 災害緩衝林の整備検討フロー ■



注1) フローはあくまで標準であり、現地の状況に応じて変更することができる。  
 注2) 急傾斜地では、強度伐採は避ける。

◆選木にあたっての留意点

- 1 なるべく胸高直径が細く、劣勢木や曲がり木等を選ぶこと。
- 2 通水断面内にある立木であっても、胸高直径 30cm 以上で根の浮きだし等がなく、今後も成長が見込める立木は極力残す。

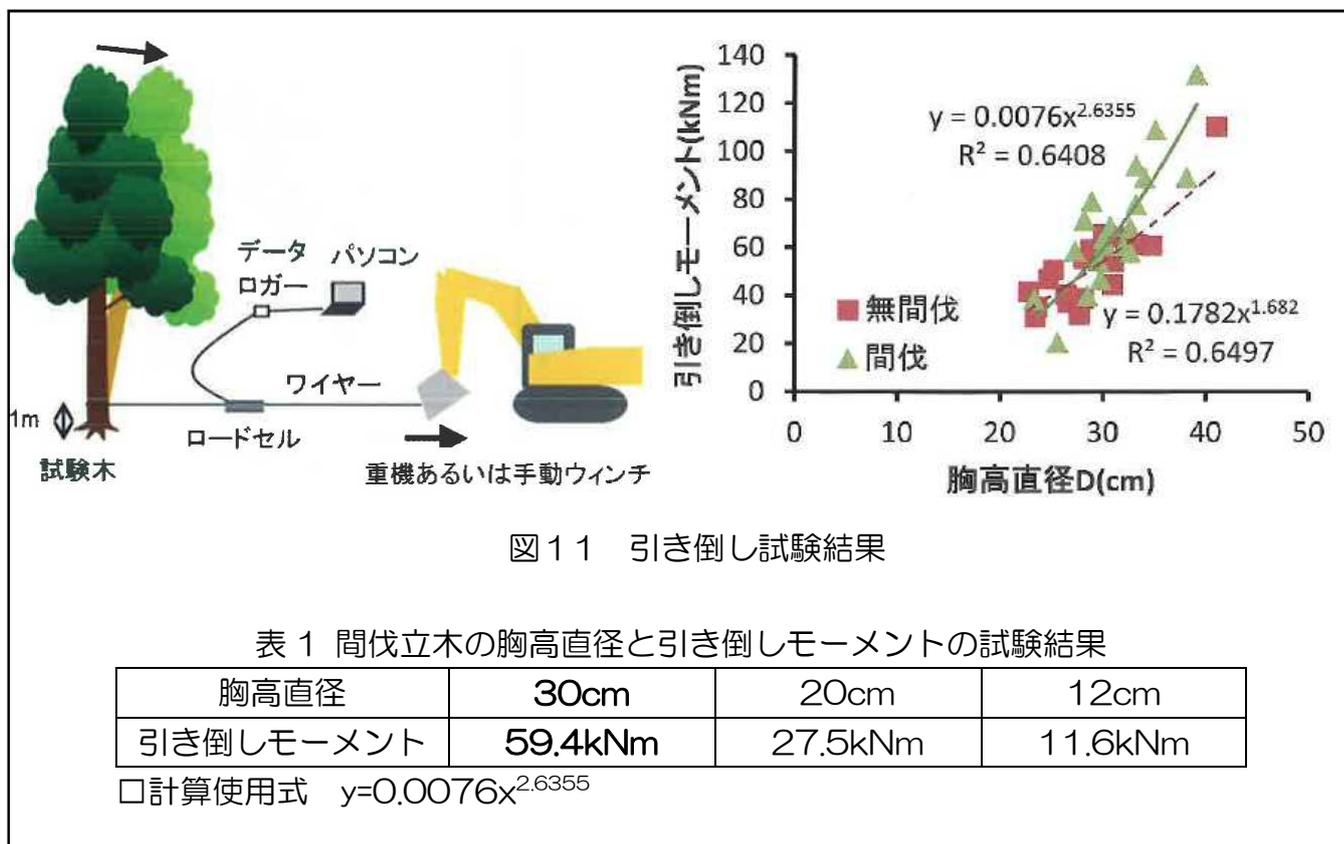
整備方針 5

図 10 流下区間・堆積区間における災害緩衝林整備フロー

## □ 参考資料 緩衝林の抗力と土石流流体力

### 1 立木の引き倒し試験 ■

土石流による転倒モーメントよりも立木の引き倒しモーメントが大きければ立木は倒れない。現地での立木の引き倒し試験を実施し、その結果は図 11、表 1 のとおりであった。



### 2 水路試験の条件 ■

#### (1) 流量条件の設定

流域面積：10ha、斜面勾配：30°、確率水文量：100年確率

土石流発生区間の土石流ピーク流量：34.5m<sup>3</sup>/sec

清水ピーク流量：15.9m<sup>3</sup>/sec

供給土砂量：1,765m<sup>3</sup>

#### (2) 災害緩衝林の立木条件

直径と本数密度

・間伐等の整備前：直径12cm、密度1,200本/ha

・整備後：直径30cm、密度600本/ha

#### (3) 流木条件

長さ：7.0m (立木が半分に折れた条件)、直径：21cm

比重：スギ生材を対象として0.78g/cm<sup>3</sup>

供給流木量：121.5m<sup>3</sup>

### 3 土石流流体力と転倒モーメント ■

H26年に発生した丹波災害規模（災害関連緊急治山事業対応 10箇所）の条件で行った水路実験に基づく土石流の流体力と転倒モーメントの計算を行い、溪床勾配と立木に加わる土石流の転倒モーメントの関係を整理した(図 12)。

図より、土石流の流下断面内にある立木の場合、直径が 30cm の大径木であっても溪床勾配 11° 以上の急勾配区間では倒木の可能性が高くなる。しかし、湾曲部外湾斜面をせり上げる土石流は水深が小さくなり立木に加わる転倒モーメントも小さくなるため、倒木の可能性が小さくなる。

このことから、災害緩衝林による流木捕捉は、土石流が集中して流下する条件の場所ではなく、分散・拡散する条件の場所に対応する。

□計算式

$$\text{土石流流体力 (F}_d\text{)} \quad F_d = C \cdot (\rho / g) \cdot (D / 100) \cdot V^2 \cdot h / 2$$

$$\text{立木に加わる転倒モーメント (M}_d\text{)} \quad M_d = F_d \cdot h$$

C：円柱とみなした立木の抗力係数(=1.2)、 $\rho$ ：土石流単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)、g：重力の加速度(=9.8m/s<sup>2</sup>)、D：立木の胸高直径(cm)、V：土石流の流速(m/s)、h：土石流流下水深(m)

土石流の単位体積重量と流速の条件(丹波災害規模)

水路実験から得られた 土石流の単位体積重量と流速	溪床勾配(°)					
	25	20	15	12.5	10	6
土石流単位体積重量 $\rho$ (kN/m <sup>3</sup> )	15.6	15.7	15.6	15.6	15.6	13.7
土石流の流速V(m/s)	1.12	1.26	1.20	1.40	1.56	1.41

立木に加わる土石流の転倒モーメント(丹波災害規模)

災害緩衝林の 胸高直径	溪床勾配(°)					
	25	20	15	12.5	10	6
30cm	75.2	72.4	71.5	70.8	47.0	33.9
20cm	50.1	48.3	47.7	47.2	31.3	22.6
12cm	30.1	29.0	28.6	28.3	18.8	13.5

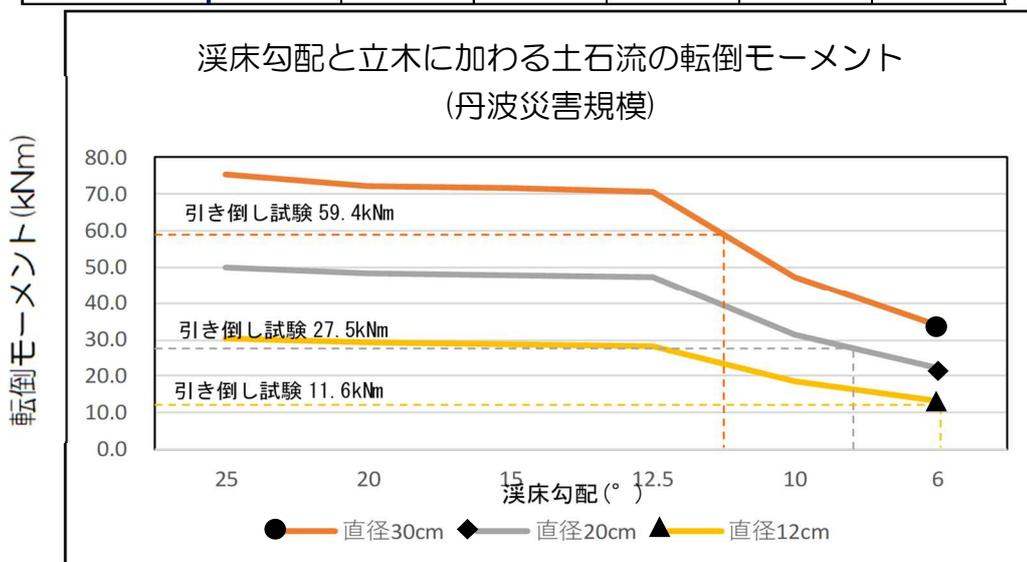


図 12 溪床勾配と立木に加わる土石流の転倒モーメントの関係 ■

災害緩衝林整備方針  
〔平成 24 年 4 月〕

## 1 適用

この方針は、豪雨時に流木の発生源とならない森林、上流からの土石流・流木災害による下流への被害を軽減させるための森林を造成するために、兵庫県が施行する災害緩衝林整備に適用する。ただし、関係諸法令に別途定めがある場合においては、これらの諸法令によるものとする。

## 2 目的

溪流沿いの土石流の堆積・流下区間において、上流からの土石流や流木を受け止め、下流への流下エネルギーを軽減するため、災害緩衝機能を発揮できる森林を造成する。

## 3 整備造成範囲の設定

### (1) 上下流方向の整備区間

土石流の堆積区間及び流下区間(概ね溪床勾配2度以上20度以下)において、整備区間を設定し、その区間の森林をすべて整備することを標準とする。

溪床勾配20度を超える場合であっても、流木災害の発生源となる倒木等の危険木が通水断面内に堆積している場合には、溪床勾配30度以下までは除去すること。

溪床勾配20度以下で設定した上下流方向の整備区間延長が100mを確保できない場合には、溪床勾配30度以下まで整備区間を延長すること。

### (2) 横断方向の整備幅

通水断面を確保した上で、片岸20m以上の幅を確保する。

## 4 整備内容

### (1) 森林整備

#### ① スギ・ヒノキ人工林の部分伐採跡地の広葉樹林化

成長が悪く、今後成長が見込めないスギ・ヒノキ人工林は部分伐採し、跡地に広葉樹を植栽する。

#### ② スギ・ヒノキの本数調整伐による大径木化

##### ア 複層林の造成

スギ・ヒノキ人工林において本数調整伐を実施し、大径木へ誘導する。

伐採後に、林内の照度が十分に得られる場合には、耐陰性の高い広葉樹を植栽するなど複層林の造成を検討する。

##### イ 本数調整伐

過去に積雪や風衝による被害があった地域や急傾斜地等、やむを得ず強度の間伐ができない場合であって、樹幹・樹高成長により災害緩衝機能が発揮できる林分については、林内の光環境を改善するための本数調整伐を

実施する。

### ③ 風倒被害地の広葉樹の植栽

風倒被害地については、表土の流出状況等に応じて柵工や筋工を施工した後、広葉樹を植栽する。

### ④ 整備によって生じたギャップへの広葉樹植栽

整備（仮設工を含む）によって生じた小さなギャップには、単木的でもよいので広葉樹を植栽する。単木的に植栽する場合には林内相対照度の測定は不要とする。

（注）広葉樹を植栽する場合、獣害防止のための単木保護網や獣害防止柵を設置する。

## (2) 附帯施設

### ① 簡易流木止め施設

整備した森林が災害緩衝機能を発揮するまでの間の補完施設として簡易流木止め施設等の設置を検討する。

簡易流木止め施設等の設置箇所において、設置箇所の地形や土質の状況を勘察し、袖部の溪岸や溪床が侵食される恐れがある場合には、石積やふとんかご等で溪岸や溪床を保護すること。

### ② 簡易防災施設

土砂流出が著しい箇所においては、溪岸侵食の防止や溪床の不安定土砂の安定を図るため、簡易防災施設（ふとんかご、柵工等）の設置を検討する。

ふとんかご等の簡易防災施設は、人家等の重要保全対象に直接被害が及ぶ恐れのある箇所には設置しない。

## 5 整備基準（目標）

整備方法や内容を決定するため、標準地を設定し、毎木調査の結果（成立本数や胸高直径、形状比、樹冠長率など）をもとに、下記の項目により設計する（別紙フローのとおり）。

- (1) 平均胸高直径が 30cm 以上の森林については、収量比数（Ry）が 0.5～0.7 になるよう設計すること。ただし、1 回の伐採で収量比数 0.15 を上回る強度伐採は避ける。
- (2) 樹冠長率が 20% 近くまで低下し、今後の成長が見込めない森林は、部分皆伐（概ね 500m<sup>2</sup> 以上）し、伐採跡地に広葉樹を植栽する。
- (3) 雪害が予想される地域での形状比 80 を超える森林については、収量比数（Ry）が 0.5～0.7 になるよう設計すること。ただし、1 回の伐採で収量比数 0.15 を上回る強度伐採は避ける。
- (4) 成長が見込めるスギ・ヒノキ人工林は、本数調整伐を実施する。  
この場合、収量比数（Ry）が 0.5 になるよう設計することを標準とする。

ただし、本数伐採率は50%を超えてはならない。

伐採後に、林内相対照度を測定し、林内相対照度が30%程度以上確保できる場合は、耐陰性の高い広葉樹の植栽を検討する。

(5) 保安林においては、指定施業要件（間伐率、植栽樹種）等を遵守すること。

## 6 植栽（候補）樹種

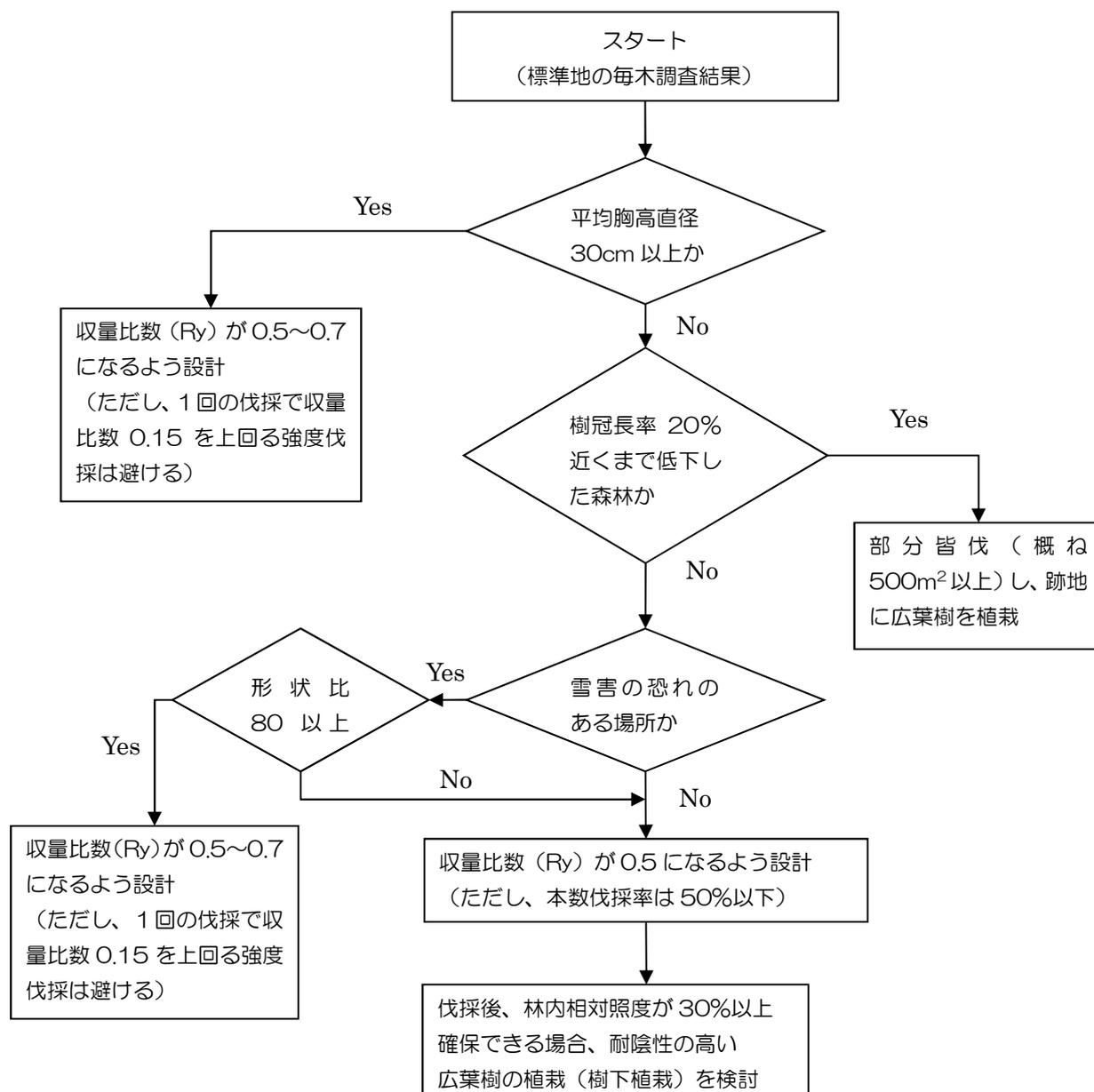
下記の条件に合致した樹種であること。

- ・ 高木性の樹種で、ある程度の長寿である
- ・ 根系の樹幹支持力が大きい
- ・ 立地環境に適合している（耐陰性、湿性環境に適応できる等）

(1) 部分伐採後の植栽：ケヤキ、クリ、オニグルミ、サワグルミ、カツラ、トチノキ（但馬地域）

(2) 樹下植栽：ケヤキ

(別紙)



注1) フローはあくまで標準であり、現地の状況に応じて変更することができる。

注2) 急傾斜地では、強度伐採は避ける。

◆選木にあたっての留意点

- 1 なるべく胸高直径が細く、劣勢木や曲がり木等を選ぶこと。
- 2 通水断面内にある立木であっても、胸高直径 30cm 以上で根の浮きだし等がなく、今後も成長が見込める立木は極力残す。