

災害に強い 森林づくり 指針

森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会編

長野県 林務部



目次

災害に強い森林づくりを目指して

長野県林務部長 加藤 英郎

指針策定にあたって

森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会委員長
信州大学教授 北原 曜

■ 災害に強い森林づくり指針

はじめに	1
1 災害に強い森林とは	2
2 基本方針	4
3 調査・把握	8
4 総合評価	9
5 整備目標の設定	10
(1) 崩壊防止型	10
(2) 崩壊土砂抑止型	11
(3) 溪畔林型	12
6 施業方針の設定	13
おわりに	18

■ 技術的解説

森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会

災害に強い森林づくりを目指して

森林は、土砂災害防止機能も含めた多様な機能を有することから、従来から「緑の社会資本」として知られております。

近年、平成 18 年 7 月の豪雨災害に象徴されるような山地災害が多発しており、早急に森林の土砂災害防止機能を高度に発揮できるようにすることが、山間地域の減災に寄与していくために必要であると改めて認識しているところです。

このため、長野県林務部では平成 18 年度から「森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会」を設置し、森林の持つ土砂災害防止機能を高度に発揮できる森林の在り方を検討し、今後の森林づくりに反映させることとしました。

この度、ここに約 2 か年にわたり検討委員の皆様により現地調査や議論を重ねていただいた成果としまして、『災害に強い森林づくり指針』をまとめることができました。

この指針では、土砂災害防止機能の高い森林を、針葉樹と広葉樹が適度に入り混じった多様な樹種で構成され、下層植生が豊かで、樹幹が太く、森林根系が良く発達した健全な森林としています。

こうした森林づくりを目指して、近年の山地災害に見受けられる、水が集まりやすい谷地形や、侵食されやすい土壌等の立地環境に生育し、適正な管理がされていない森林を、「災害に強い森林」に誘導・造成する手法も提言しています。

現在、森林の土砂災害防止機能を高度に発揮させるための具体的な森林づくりの実例は少なく、未だ推測の域を脱しえない事項もありますが、この指針が森林づくりに係わる多くの皆さんに利用され、「災害に強い森林づくり」が、それぞれの地域で進められることを願っています。

終わりに、今回の指針づくりにあたり、現地調査を踏まえて、適切なお指導をいただいた委員の皆さんに心から感謝を申し上げます。



平成 20 年(2008 年) 1 月

長野県 林務部長

加藤 英郎

指針策定にあたって

森林の土砂災害防止機能（崩壊防止機能や災害緩衝機能など）は、未解明な部分が多くあります。これらの機能は経験的あるいは統計的に認められてはいるものの、崩壊メカニズムに対する根系の力学的働きや、崩壊・土石流により発生した土砂に対する立木の災害緩衝機能の解明は立ち後れています。さらにまた、森林整備と根系の関係、特に間伐に伴う根系の発達過程や、樹種や施業方法と根系発達の関係はほとんど未解明なままです。

平成 18 年 7 月豪雨災害は、ふだん災害とは疎遠と考えられてきた少雨地域でかつ緩傾斜地形である諏訪岡谷地域に大きな損害を与えました。この災害では、多くの人命が失われ甚大な被害を受けましたが、この災害を教訓に、長野県林務部では森林の土砂災害防止機能の力学的な評価検討の気運が高まり、本委員会を結成し森林の土砂災害防止機能に対する先進的な解明に着手しました。さらにそれだけではなく、その研究成果を森林整備に結びつけ災害に強い森林づくりの指針策定を志向することとなりました。

全国では毎年のように土砂災害が繰り返されていますが、その発生メカニズムは災害ごとにある程度解明されてきてはいるものの、崩壊とそれに引き続く土石流の発生源である森林の土砂災害防止機能を深く究明した例はほとんどありません。さらに一歩進んで、それから得られた成果を実際の森林管理に結びつけた例は皆無に等しいのが実態です。この点、今回長野県林務部が森林の土砂災害防止機能解明と災害に強い森林づくりに果敢にチャレンジし、森林管理に生かす試みを行ったことは歴史的にも大きく評価されます。

本災害で人命財産を失った多くの県民に報いるためにも、また将来二度と悲惨な土砂災害を起こさせないためにも、最新の研究成果を取り入れた本指針が、実際の山地森林の管理に生かされ土砂災害に強い森林づくりの大きな原動力となることを願います。

平成 20 年 (2008 年) 1 月

森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会委員長

信州大学教授

北原 曜

はじめに

指針の目的

長野県の県土の約 8 割を占める森林は「緑の社会資本」として、多様な機能を重複して有し、われわれの社会生活において大変重要な役割を担っています。

その一方で、起伏に富んだ山塊は、急峻な地形や複雑な地質構造で構成され、土砂災害など幾多の自然災害発生地となっており、特に近年では梅雨や台風等による局地的な豪雨の頻発等により、甚大な災害が発生しています。

このような背景のもと、山地災害から県民生活の安全・安心を確保するため、「森林の土砂災害防止機能」を高度に発揮させ、防災機能の強化を図ることが求められています。

そこで、長野県では「災害に強い森林づくり」を推進するため、基本的な事項の整理を行い、今回の指針を策定しました。

指針の内容及び対象

本指針は、長野県が実施する治山事業において災害に強い森林づくりを推進するために必要となる調査・計画・整備手法等を以下のように整理しており、県が実施する森林づくりのみならず、森林・林業に携わる全ての関係者を対象に災害に強い森林づくりに関する基本的事項を共有するために策定しました。



指針策定までの経緯

近年の山地災害、特に平成 18 年（2006 年）7 月 15 日から 19 日にかけての豪雨は、長野県全域に甚大な被害をもたらしました。

このような背景のもと、長野県林務部は「森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会」を設置し、土砂災害発生源となった森林と土石流が流下した溪流等の現況を把握して、土砂災害の発生原因の究明を行いました。

これに加え、上流から下流までの総合的な防災対策の一環として、森林の土砂災害防止機能を高度に発揮できる森林造成、防災林への誘導等を総合的に検討しました。

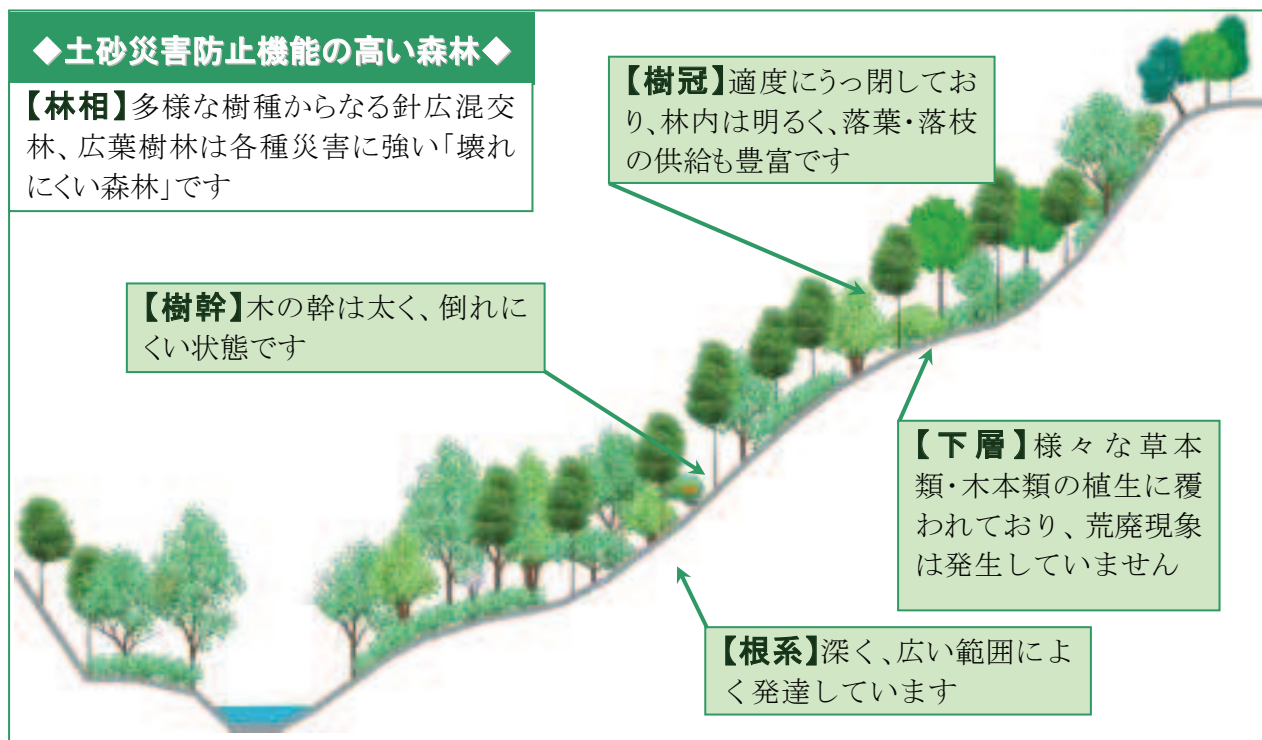
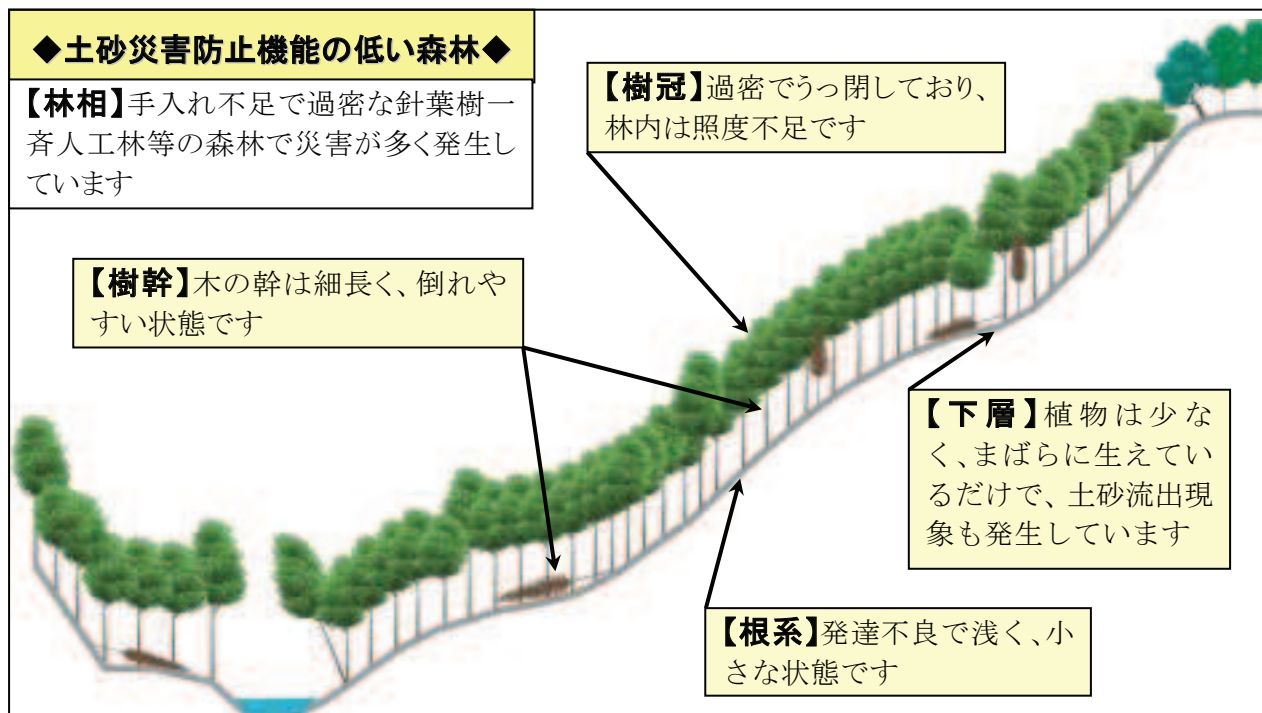
ここに、長野県林務部は、平成 18 年 10 月から平成 20 年 1 月までの 2 か年にまたがる検討委員会での現地調査、各種試験、議論等を経て、今後の災害に強い森林への誘導・造成等を総合的に検討した『災害に強い森林づくり指針』を作成しました。

1 災害に強い森林とは

土砂災害防止機能の高度発揮

森林は、県土の保全、水源のかん養、自然環境の保全、地球温暖化の防止、木材等の林産物の供給、保健休養等の多面的な機能を有しています。

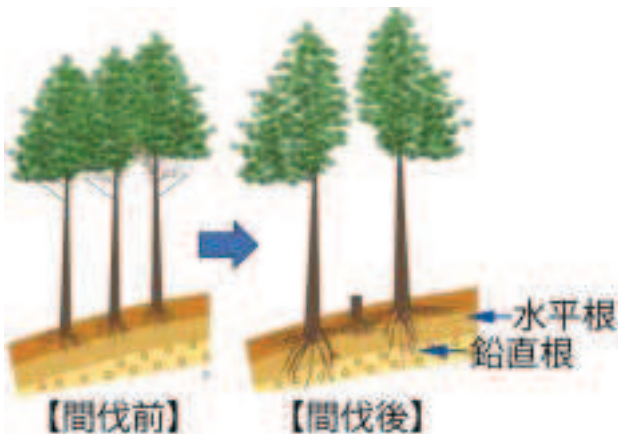
本指針で対象とする「災害に強い森林」とは、これらの機能のうち、「土砂災害防止機能（崩壊防止機能・災害緩衝機能等）の高い森林」を指します。



森林の 崩壊防止機能

森林根系による土壌緊縛力は「鉛直根」に加え、「水平根」の果たす役割が大きく、この森林根系ネットワーク（「鉛直根」と「水平根」の分布）を発達させることにより、斜面崩壊に対する補強強度が増し、崩壊防止機能を高めることができます。

間伐等の森林整備で根系の十分な発達を促すことにより、崩壊防止機能が向上します。



【間伐と根系の発達の模式図】

間伐等の森林整備により水平根と鉛直根が成長し森林根系ネットワークが発達します



【崩壊をくいとめたカラマツの発達した根系】

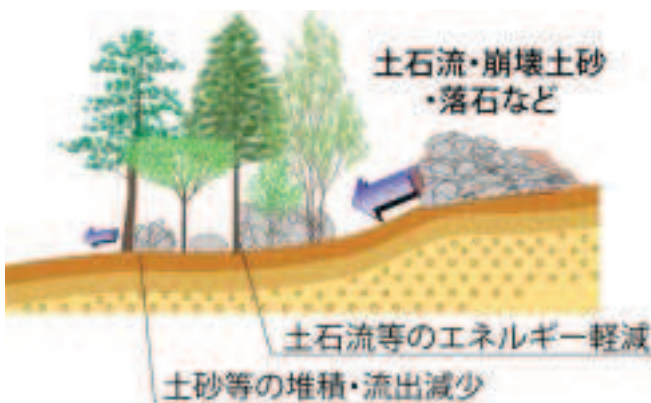
写真のカラマツは胸高直径 28cm に対し、根の最も太い部分の直径は 14cm です(諏訪市南真志野)

森林の 災害緩衝機能

土石流、山地崩壊、落石等が発生した場合、樹幹による抵抗力を利用し、流下する土砂等の森林内での堆積を促進し、徐々にエネルギーを軽減させる機能が災害緩衝機能です。

実際の土石流の流下跡をみると、自らが流木となって下流に流下した立木がある一方で、倒伏することなく残存した立木も見受けられました。

間伐等の森林整備で樹木の成長を促進して、幹を太く、根系による樹幹支持力を発達させることにより、災害緩衝機能が向上します。



【森林の災害緩衝機能の模式図】

立木の幹が太く、根系による樹幹支持力が発達しているほど、土石流や崩壊土砂等の勢いを軽減することができます



【災害緩衝機能を発揮した森林】

写真の青円部分は鎮守の森で、平成 18 年 7 月豪雨災害の際に、下流の集落への土石流の勢いを軽減させました(岡谷市湊)

2 基本方針

災害に強い森林づくりの 基本理念

従来の林業では、立地環境に適した樹種を選定し、植栽を行う「**適地適木**」が実施されてきました。

しかし、適地適木で造林された森林でも、間伐等の施業が実施されていない場合は過密な状態で、樹木の幹は細く、根系は発達不良で、不安定な状態で成立しています。

一方、間伐等の施業を行うと森林の根系が発達し、山地崩壊等に対し効果があることが近年の研究成果からわかってきました。

すなわち、適地適木という条件以外にも、「**適正管理**」されている森林は災害に強いと考えられます。

そこで、「**適地適木・適正管理による森林づくり**」を災害に強い森林づくりの基本理念とします。

災害に強い森林づくり の方針

森林の現況は「適地適木・適正管理」の観点から P5 の 4 タイプに区分されます（以下、「**管理状態区分**」とします）。

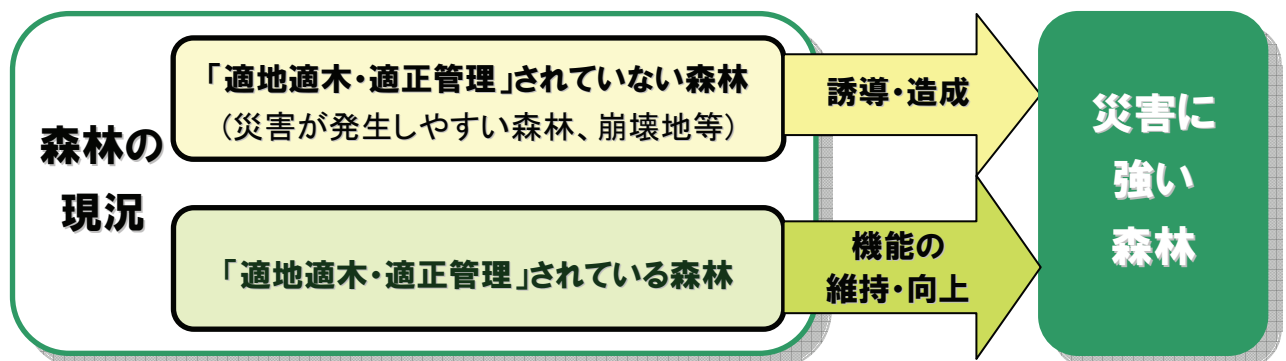
本指針では、「適地適木・適正管理」されていない森林と相対的に比較し、「適地適木・適正管理」されている森林を「**土砂災害防止機能の高い森林＝災害に強い森林**」として扱います。そして、現在の森林の管理状態区分に応じて、災害に強い森林づくりの方針を以下の 2 点とします。

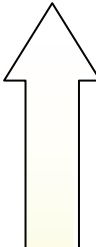
①現況が「**適地適木・適正管理**」されていない森林の場合

土砂災害が発生しやすい森林や崩壊地等の土砂災害防止機能が低い森林を抽出して、土砂災害防止機能の高い森林に「**誘導**」、あるいは土砂災害防止機能の高い森林を「**造成**」します

②現況が「**適地適木・適正管理**」されている森林の場合

土砂災害防止機能をさらに「**向上**」、あるいは機能を「**維持**」して低下させないように、引き続き適正管理を行います



管理状態区分	森林の現況			
	適地 適木	適正 管理		
低い  森林の土砂災害防止機能  高い	×	×	<p>造成された森林が適地適木に従っておらず、間伐等の適正管理も行われていない森林です。</p> <p>「不成績造林地」とも呼ばれ、土砂災害を想定した場合は注意が必要です。</p> <p>森林を一斉に改変することには問題があるため、中長期の目標を定め、積極的な管理を導入する必要がある森林です。</p>	 <p>極端に成長の悪い不成績造林地のカラマツ</p>
	×	○	<p>造成された森林が適地適木に従っていませんが、適正管理され緑を維持しています。</p> <p>しかし、立地環境に適さない樹木で構成されているため常に弱点を抱え、4つの区分の中では問題や課題が多い森林です。</p> <p>これまでの適正管理の努力を考慮しつつ、樹種転換等により、可能な限り適地適木に誘導すべき森林です。</p>	 <p>不適地(沢沿い)に成立しているが適正管理されているアカマツ林</p>
	○	×	<p>適地適木に従い造成された後に適正管理されていない過密な針葉樹人工林や放置された薪炭林等です。</p> <p>適正密度に誘導することで、多少脆弱な立地環境でも十分に森林による土砂災害防止機能を発揮できると考えられます。</p> <p>早急に間伐等を実施して、適正管理林分へ誘導すべき森林です。</p>	 <p>適地に植栽されたが、手入れがされず過密なヒノキ林</p>
 <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; display: inline-block;"> 「災害に強い森林」に 誘導・造成 </div> 				
○	○	<p>適地適木に従い造成された後、適正管理されている森林です。</p> <p>多少脆弱な立地環境でも、十分に森林による土砂災害防止機能を発揮できると考えられます。</p> <p>今後も、針葉樹等の現状の主林木を保残する管理、緩やかに針広混交林に誘導する管理を行うことが望ましい森林です。</p>	 <p>適地に植栽され、手入れも行き届いているヒノキ林</p>	
<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; display: inline-block;"> 「災害に強い森林」の機能の 維持・向上 </div>				

災害に強い森林づくり の対象森林

近年の災害の傾向

近年の豪雨・台風災害では、災害が発生しやすいとされていた幼齢林だけでなく、一見豊かな壮齢の人工林において山地崩壊が発生する事例が認められています。

また、0次谷の谷頭部、脆弱な地質、侵食されやすい土壌、植林後放置された谷間の旧耕作地等の災害が発生しやすい立地環境に、適正管理されていない過密な森林が成立し、災害が発生していることがわかってきました。

これらの傾向から、森林における災害危険箇所を抽出することについて、新たな手法・考え方を検討する必要性が生じています。



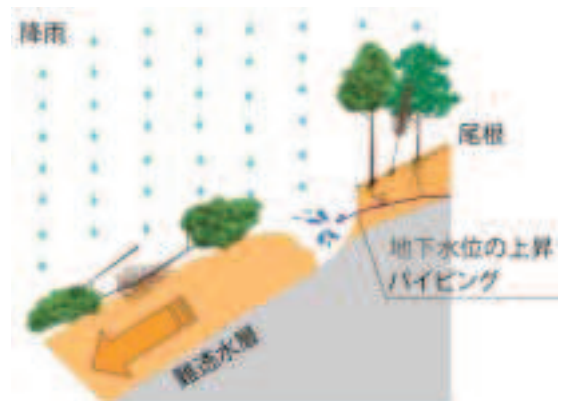
【ヒノキ林での山地崩壊の発生状況】

崩壊が発生した濃い緑の林分が壮齢林、写真左で崩壊未発生在林分が幼齢林です(岡谷市本沢川)



【0次谷地形の崩壊発生状況と模式図】

0次谷とは、明瞭な流路を持たない谷頭の集水地形であり、すぐ上部は尾根となっています(岡谷市小田井沢川)



【難透水性の特殊土壌の露出状況と災害発生の模式図】

平成18年7月豪雨災害被災地では、土石流の流下跡に透水性の極めて悪い黒色土層が多く見られ、災害発生の一つの要因となりました(岡谷市小田井沢川)

■ 森林の立地状態区分

本指針では、近年の災害の傾向等を踏まえ、特に災害が発生しやすく、土砂災害防止機能の高度発揮が必要な整備対象森林を、その立地環境に応じて「崩壊防止型」、「崩壊土砂抑止型」、「溪畔林型」の3つに分類します（以下、「立地状態区分」とします）。

崩壊防止型

急傾斜地や、0次谷の谷頭部、棚地形の旧耕作地等の、壊れやすく、崩壊発生源となるおそれがある箇所の森林が該当します。崩壊を発生させない崩壊防止機能が優先される森林です。



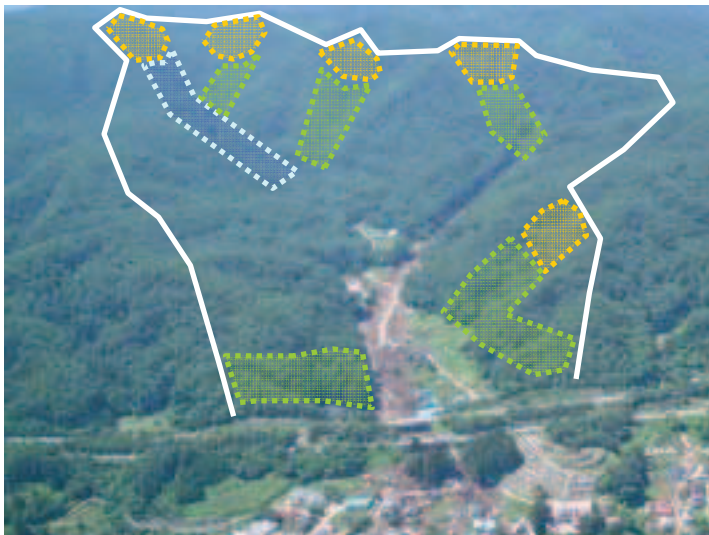
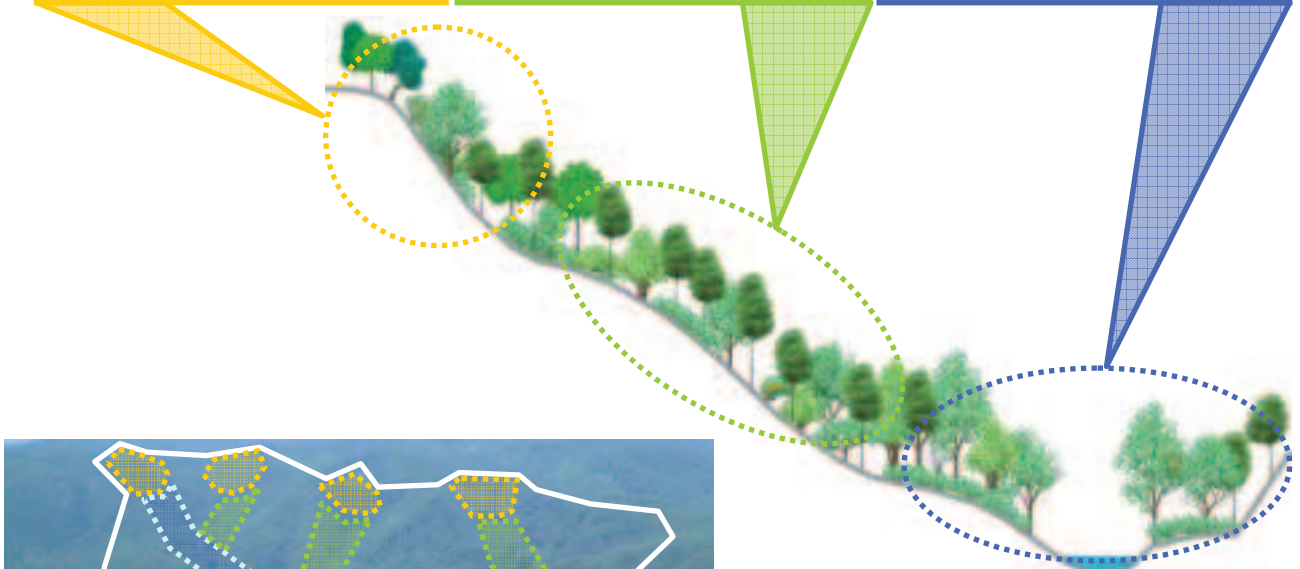
崩壊土砂抑止型

崩壊等の発生しやすい斜面の下部及び比較的緩傾斜の山麓部等の森林が該当します。崩壊土砂等の流下エネルギーを緩衝し、下方への流出を抑制する災害緩衝機能が優先される森林です。



溪畔林型

溪流沿いの森林が該当します。洪水時に流木発生源とならずに土石流流体力を低減・抑制する災害緩衝機能が優先される森林です。



【森林の立地状態区分のイメージ図(縦断面図)】

【森林の立地状態区分のイメージ図(平面図)】

白線で囲まれた区域は、直下に保全対象(集落)が控えており、災害に強い森林づくりの対象区域として検討すべき森林です。

中でも点線で囲まれ、立地状態区分された区域は、災害が発生しやすく、特に土砂災害防止機能を発揮すべき森林といえます。

その他の森林では、土砂災害防止機能以外の機能(木材生産、水源かん養等)の高度発揮を主目的とする森林づくりを行うこととなります。

3 調査・把握

災害に強い森林づくりを効果的に実施するためには、対象とする森林の現況を詳細に調査・把握することが必要です。そこで、森林の現況や事業目的等に応じて、以下のような基本調査の中から必要な調査を実施することとします。

なお、対象森林が広域の場合、奥地の場合等は、地形・森林構造等を効率的に把握するために、リモートセンシング等により広域調査を実施する場合があります。

立地環境調査

○**地形調査** 地形状況を把握するため、標高、斜面方位、傾斜、斜面形状、微地形、湧水の状態等を調査します。

○**地質土質調査** 地質・土質の特性を把握するため、表層地質、土質(土の粘着力、内部摩擦角等)を調査します。

○**土壌調査** 土壌の状態を把握して適地適木を判断するため、土壌タイプ、物理性、化学性、土壌深度等を調査します。

○**気象調査** 気象・気候の状況及び特性を把握するため、気温、降水量、積雪量、風向、日照等を調査します。

○**荒廃地調査** 崩壊地内に森林を造成する場合に崩壊地の荒廃形態を把握するため、侵食形態、土砂生産量等を調査します。

森林現況調査

○**林況植生調査** 林況(構成、生育状況)を把握するため、樹種、樹高、立木本数、直径、林齢、光環境、下層植生等を調査します。

○**森林荒廃調査** 気象害、病虫害等による衰退、被害状況を把握するため、森林荒廃、樹木衰退状況等を調査します。

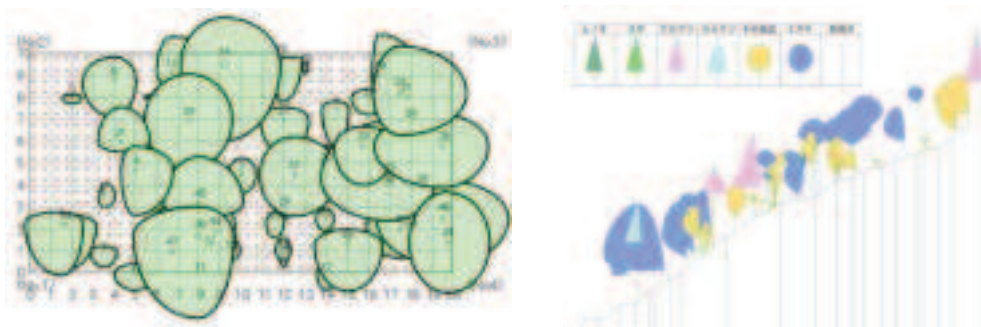
○**その他自然環境調査** 自然環境を把握するため、動物、水質環境、景観等を調査します。

○**林分力学調査** 土砂災害防止機能を特に向上させる必要がある森林の場合、樹木根系の形状・分布状況、引抜き抵抗力等を調査します。

社会環境調査

○**法制度等に関する調査** 森林計画、保安林、その他制限林等の法制度に関する状況を調査します。

○**環境変遷等に関する調査** 現在の土地利用形態や保全対象を含む、歴史的環境変遷等の状況を調査します。



【林況植生調査における林分構造の把握の一例】

(左) 樹冠投影図: 上から調査林分を見た図で、樹冠の重なり具合や樹冠疎密度を推定できます。

(右) 植生縦断面図: 尾根から沢までの縦断的な林分構造を分かりやすく確認でき、分布樹種の特性から土壌の乾湿状態等も推定できます。

4 総合評価

森林の立地環境調査、森林現況調査、社会環境調査等の結果に基づき、災害に強い森林づくりを行うべき森林を抽出する必要があります。

このため、各調査結果を定量的に評価して、以下の①～③により災害に強い森林づくりの必要性を判断する「総合評価」を実施します。

① 保全対象

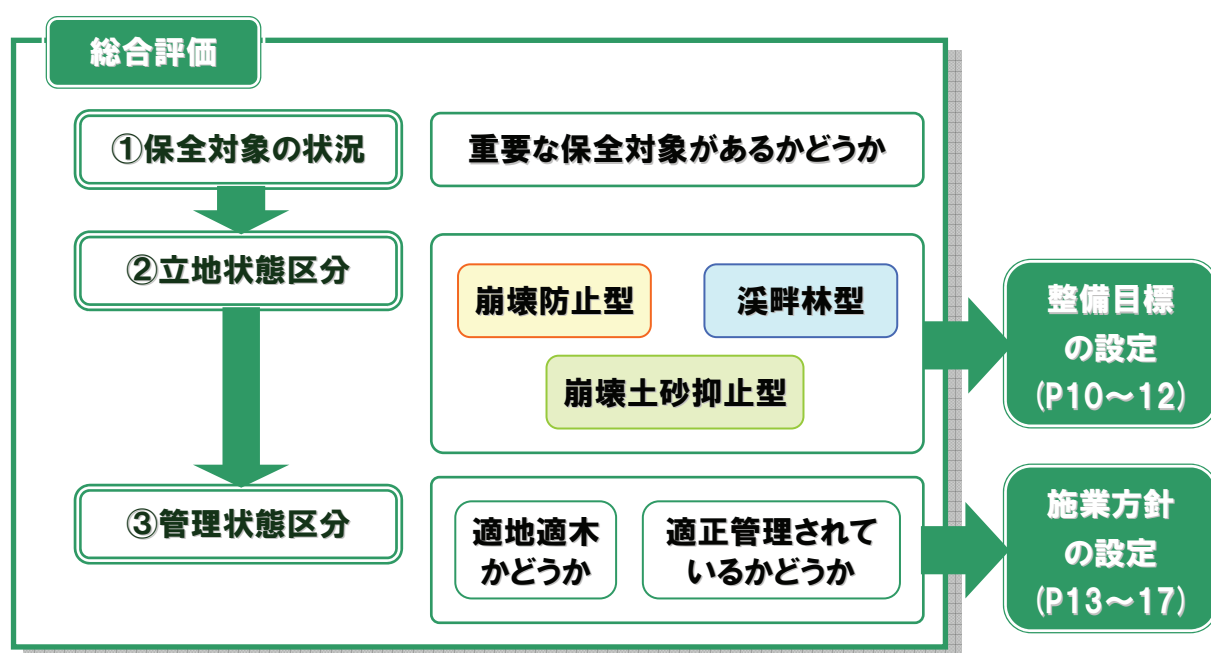
災害に強い森林づくりは、山地災害から県民生活の安全・安心を確保するため行うものです。このため、山地災害により影響を受ける集落（人家等）、公共施設（公共建物、道路、鉄道等）、農地等の「保全対象」の状況を第一に把握し、重要な保全対象が存在する場合には災害に強い森林づくりの対象区域として検討することとします。

② 森林の立地状態区分

災害に強い森林づくりを検討すべき森林の中でも、特に災害が発生しやすく、土砂災害防止機能の高度発揮が必要である「崩壊防止型」、「崩壊土砂抑止型」、「溪畔林型」の森林かどうかを判定します。そして、この立地状態区分された森林それぞれについて「整備目標」を設定し、災害に強い森林づくりを実施します。

③ 森林の管理状態区分

立地状態区分された森林が、「適地適木・適正管理」されているかどうかを判定します。そして、この管理状態区分に応じてそれぞれ「施業方針」を設定し、災害に強い森林づくりを実施します。



5 整備目標の設定 (1) 崩壊防止型

崩壊防止型の森林づくりの目的

崩壊を発生させない森林とするため、以下のように崩壊防止機能を高度発揮できる森林の造成を目的とします。

● 根系が発達し、土壌緊縛力の大きな森林

根系ネットワークが発達することにより斜面の補強強度が増し、崩壊が発生しにくい森林となります。

● 樹冠が適度にうっ閉している森林

樹冠が適度にうっ閉した森林は林内の光環境が良好で、下層植生が発達成長することで表面侵食されにくく、土砂の流出を防止できます。

● 地表への落葉・落枝等の供給が豊富な森林

地表への落葉・落枝の供給により森林土壌が発達し、地表流、表面侵食、雨滴の衝撃による土砂流出を防止できます。

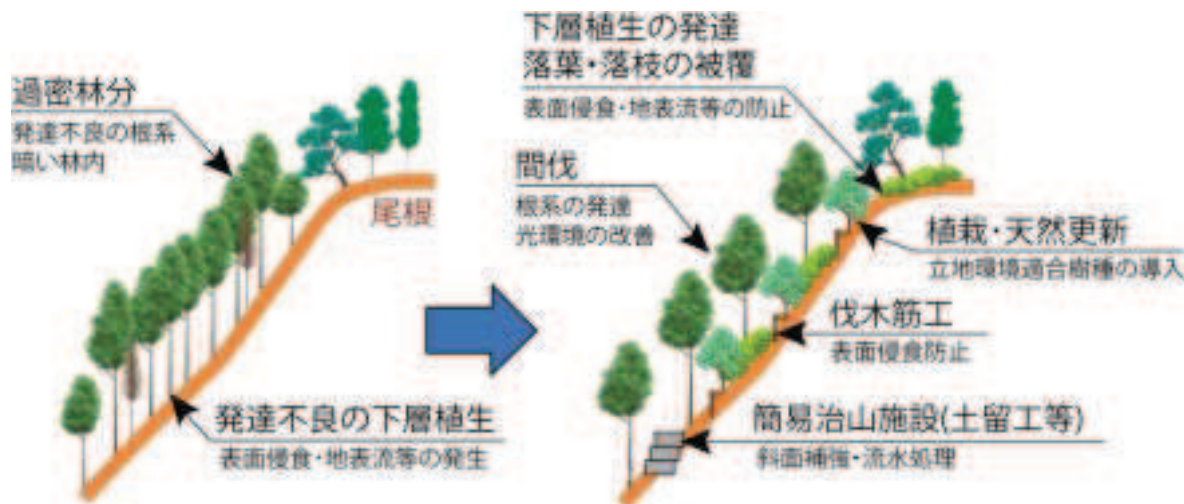
崩壊防止型の森林づくりの方針

◆ **森林整備** 間伐の実施により根系の土壌緊縛力の向上を図り、また、林内の光環境を改善することで湿性環境、急傾斜地等の立地環境に適合した樹種を下層に導入します。

◆ **治山施設による補完** 特に脆弱で壊れやすい立地環境の森林の場合には、樹木根系だけに崩壊防止機能を依存せず、簡易治山施設を併用して森林を造成します。

0 次谷地形 水の湧出等による斜面崩壊を防止するため、簡易な土留工等による斜面補強や流水処理を検討します。また、伐木筋工等を併せて施工して、土壌の表面侵食を防止します。

棚地形 谷間に分布する棚地形の旧耕作地は、滞水しやすく常に過湿な土壌条件にあるため、0 次谷地形と同様に簡易治山施設による流水処理等の対応を検討します。



5 整備目標の設定 (2) 崩壊土砂抑止型

崩壊土砂抑止型の森林づくりの目的

上部からの崩壊土砂や落石を受け止め、下方への流下エネルギーを軽減し、土砂災害を拡大させない森林とするため、以下のように災害緩衝機能を高度発揮できる森林の造成を目的とします。

● 根系が発達し、樹幹支持力が大きな森林

根系の発達により樹木が倒伏しにくくなり、災害緩衝機能の高い森林となります。

● 樹木の直径が大きな森林

樹木の肥大成長が促進され、直径が大きくなることで、崩壊土砂や落石等の衝撃力に対する樹木の抵抗力を高めることができます。

● 地表への落葉、落枝等の供給が豊富な森林

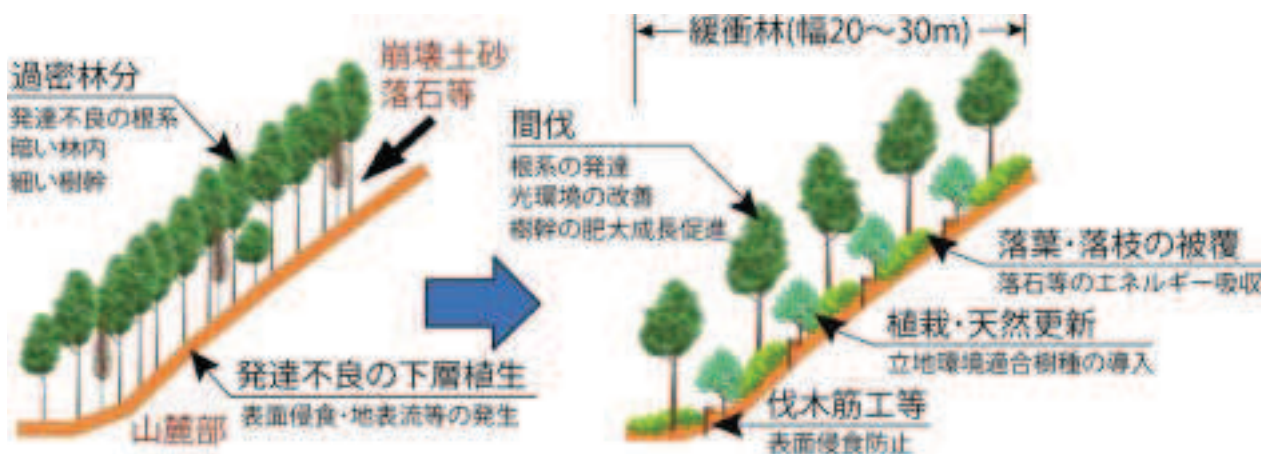
地表への落葉・落枝の供給により森林土壌が発達し、地表流、表面侵食、雨滴の衝撃による土砂流出を防止できることに加え、落葉・落枝による林床被覆により、落石等の運動エネルギーを吸収することができます。

崩壊土砂抑止型の森林づくりの方針

◆ **森林整備** 間伐の実施により根系の樹幹支持力の向上、樹木の肥大成長の促進を図り、また、林内の光環境を改善することで湿性環境、急傾斜地等の立地環境に適合した樹種を下層に導入します。この場合の崩壊土砂・落石等を抑止する緩衝林の造成幅は、上部森林の地形、傾斜等を考慮して、20～30mの幅を確保します。

◆ **治山施設による補完** 局所的に急斜面が形成されている箇所や山麓部の斜面等は、表面侵食を受けやすく植栽基盤が不安定になるため、簡易な土留工や伐木筋工等を施工して、土砂の移動や、降雨時の土砂流出を防ぎ、植栽基盤の安定を図ることとします。

特に保全対象が直下にあるような森林では、緩衝林による崩壊土砂等の抑止と併せて、土留工や落石防護柵等の治山施設の設置を検討します。



【崩壊土砂抑止型の森林整備イメージ図】

5 整備目標の設定 (3) 溪畔林型

■ 溪畔林型の森林づくりの目的

洪水時に流木発生源にならない森林、上部からの土石流を受け止め、下方への流下エネルギーを軽減し、土砂災害を拡大させない森林とするため、以下のように災害緩衝機能を高度発揮できる森林の造成を目的とします。

● 根系が発達し、樹幹支持力が大きな森林

根系の発達により樹木が倒伏しにくくなり、災害緩衝機能の高い森林となります。

● 樹木の直径が大きな森林

樹木の肥大成長が促進され、直径が大きくなることで、土石流等の衝撃力に対する樹木の抵抗力を高めることができます。

● 湿性環境や流水の影響に強い樹種からなる森林

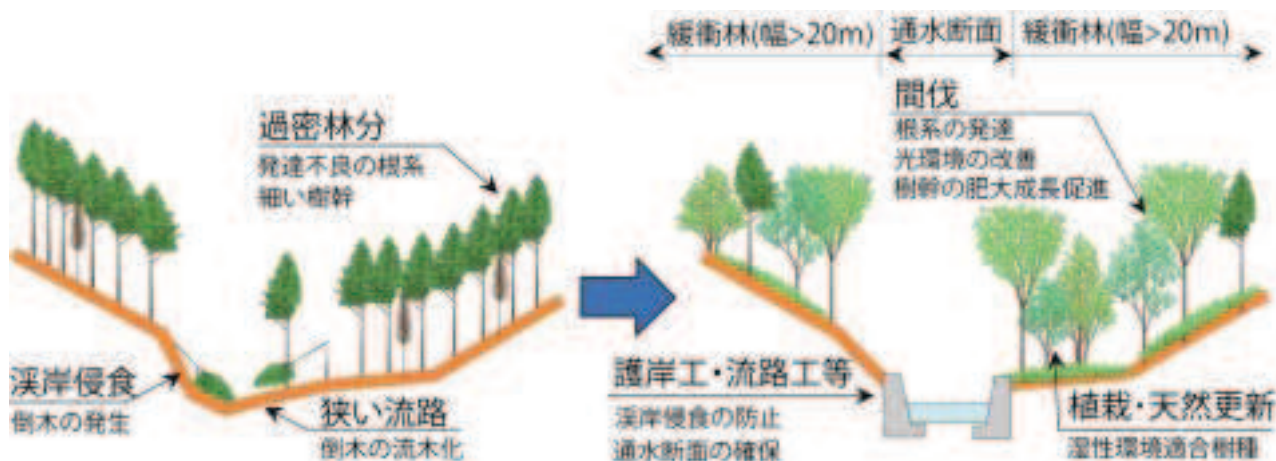
溪流沿いに位置することから、湿性環境でも根系を十分に発達できる樹種を導入することで、倒木が発生しにくく、溪岸侵食を防止できる森林となります。

■ 溪畔林型の森林づくりの方針

◆ **森林整備** 溪畔に成立する立木が流木にならないことを第一とし、間伐の実施により根系の樹幹支持力の向上、樹木の肥大成長の促進を図り、また、林内の光環境を改善することで湿性環境に適合した樹種を下層に導入します。この場合の緩衝林の造成幅は、通水断面を確保した上で、さらに20mの幅を確保します。

なお、溪畔に適応する樹種であっても、むやみに溪流内に植栽することは避け、流木とならないように伐採木は集積・搬出等の措置をする必要があります。

◆ **治山施設による補完** 土石流の流下～停止区間の溪流沿いで森林整備を行う場合は、想定される洪水流量を安全に流下させる必要があるため、治山ダム工、護岸工、流路工等と併用して造成することとします。



【溪畔林型の森林整備イメージ図】

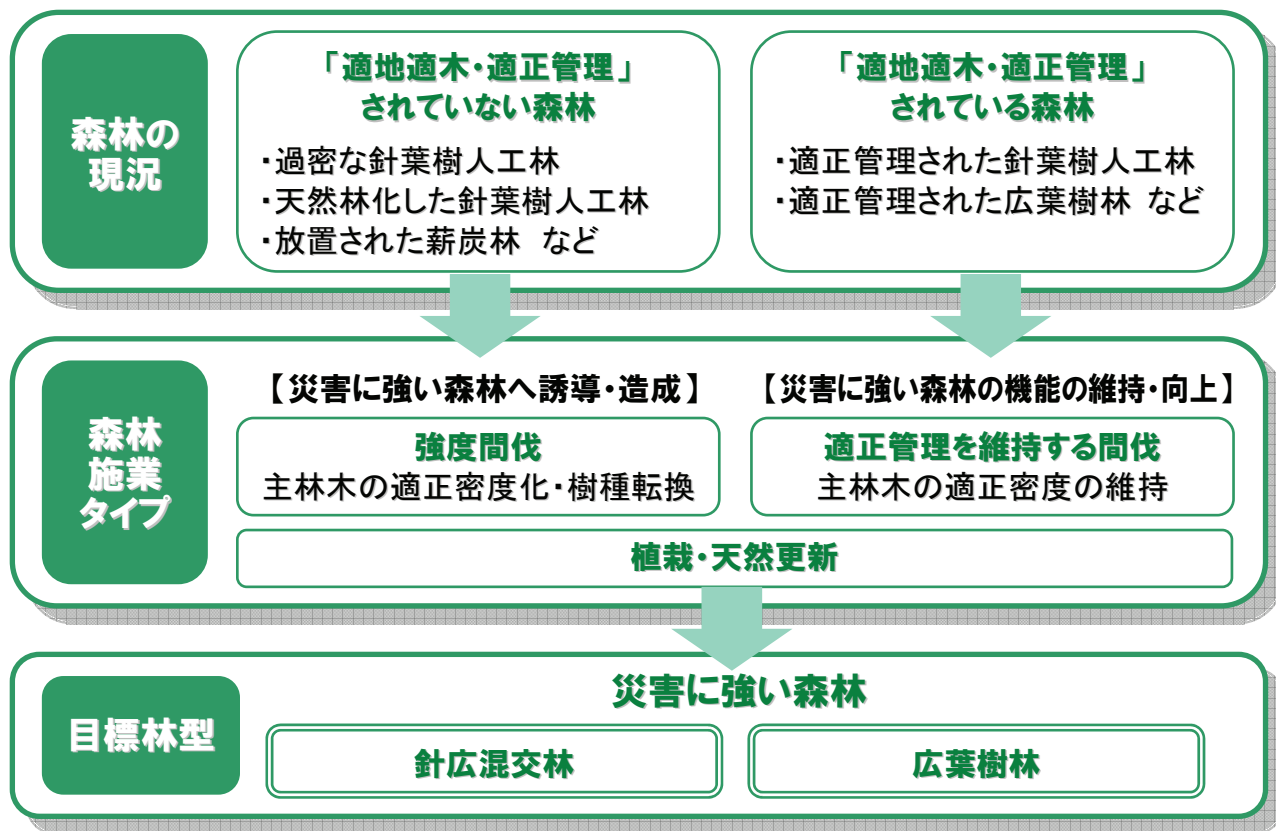
6 施業方針の設定

目標林型と 施業タイプの設定

立地状態区分別に設定した整備目標を達成するために目指すべき目標林型は、原則として「**針広混交林**」または「**広葉樹林**」とします。

また、現在の森林を目標林型とするための森林施業には様々な作業がありますが、本指針では「**間伐**」と「**植栽・天然更新**」について、その方針、方法、基準等を整理します。

なお、一般に森林の機能が高度発揮されるのは、成熟～老齢段階の森林と考えられているため、導入における段階から高齢林に至るまでの中長期的な視野のもとで森林施業を実施する必要があります。



針広混交林

本指針における針広混交林は、『**長野県針広混交林施業指針**』（長野県, 2005）に準ずるもので、針葉樹人工林と植栽もしくは天然更新した広葉樹が混交する森林です。

針広混交林には様々な特徴がありますが、本指針では、「気象的、生物的諸害に対して抵抗力が強い」ことを針広混交林造成の第一の目的とします。

広葉樹林

広葉樹林の特徴は針広混交林とほぼ同様です。もともと天然性二次林（広葉樹）が生育していた林分以外にも、適地適木・適正管理林分に誘導された後に針葉樹の収穫を行った針広混交林等は、最終的には広葉樹林として管理することとなります。

間伐について

本指針における「間伐」は、立木根系の発達を促すことで土壌緊縛力と樹幹支持力を向上させること、林内の光環境を改善して下層植生を発達させることを主な目的として実施します。

間伐の方針

「適地適木・適正管理」の観点から、森林の現況に応じて間伐の方針を整理すると以下のようになります。

森林の現況	間伐の目的と方針
「適地適木・適正管理」 されていない 森林	【主林木の適正密度化】 現況森林が適正管理されていない場合は、主林木は高齢・大径木へ誘導して保残しつつ、林内相対照度で30%程度を確保できる適正密度とするための、早期の強度間伐を行います。
	【主林木の樹種転換】 現況森林が適地適木でない場合は、主林木は疎仕立てとして高齢・大径木へ誘導して、形状比が小さく樹冠長率が高い立木を優先的に保残しつつ、立地環境に適応する適地適木の広葉樹に樹種転換するための、早期の強度間伐を行います。
「適地適木・適正管理」 されている 森林	【主林木の適正密度の維持】 今後も適正管理を行うことが望ましく、現状の主林木を高齢・大径木へ誘導して保残する間伐、または緩やかに針広混交林または広葉樹林に誘導するための間伐を行います。



【適正管理されていない針葉樹人工林の針広混交林、広葉樹林への誘導手法の一例】

間伐の基準

下層植生の良好な発生と生育の目安となる光環境は、おおよそ相対照度（RLI：林内の光量/林外の光量×100）で約20%以上とされています。相対照度は、森林の密度指標である収量比数（ R_y ）と高い相関を示し、 $R_y=0.65$ 以下で相対照度20%を確保できる場合が多いことが分かっています。

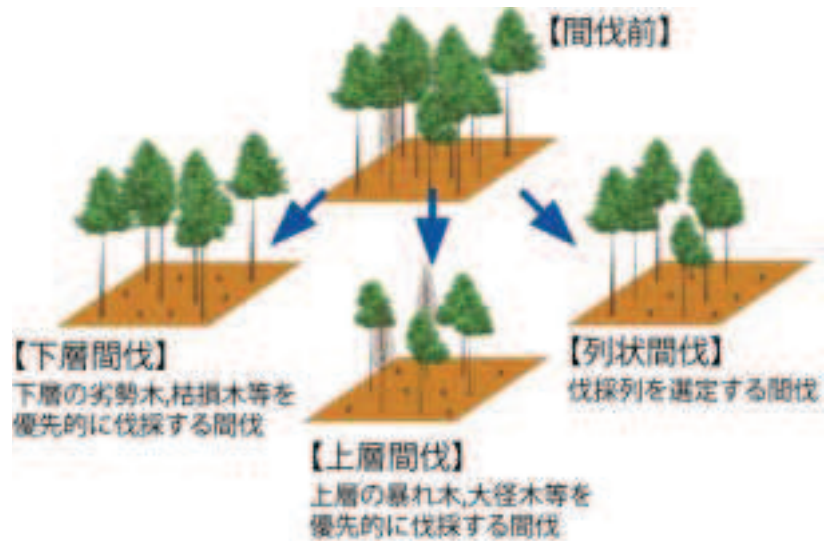
このため、本指針における間伐の基準を $Ry=0.65\sim0.70$ とし、これを針葉樹人工林の中庸な密度として現況森林の密度判定を行います。

ただし、 Ry により密度判定のできる森林は、同種同齢で生育条件が一樣な針葉樹人工林等に限られるため、樹木の形状等が同一でない広葉樹主体の林分の場合は、相対幹距比 (Sr)、形状比 (Fr)、胸高断面積合計 (G) 等の Ry 以外の指標を使用して、 $Ry=0.65\sim0.70$ 相当の間伐の基準を決定することとします。

間伐の方法

間伐には、下層間伐、上層間伐、列状間伐等、いくつかの方法がありますが、森林の土砂災害防止機能を損うことのないよう、対象森林の特性を十分考慮して方法を選定することとします。

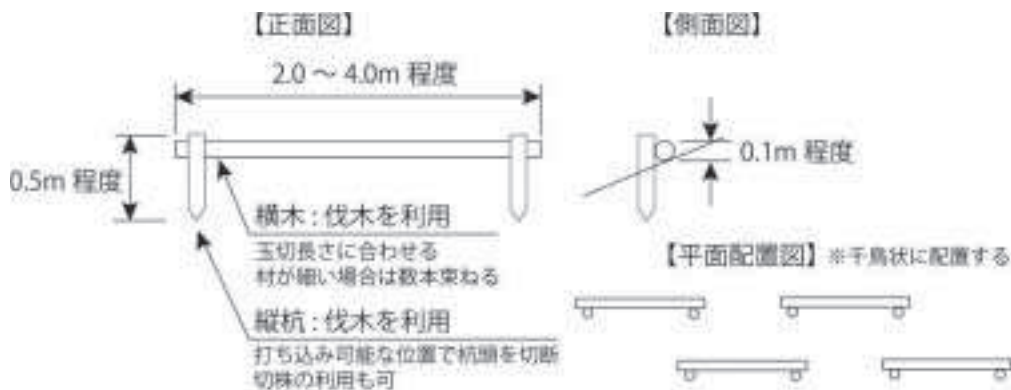
なお、間伐後の立木配置は、立木間隔（幹距）をできるだけ均等にするようにします。



【代表的な間伐の方法】

間伐による伐木の利用

間伐で発生する伐木は、搬出や現場内利用等により可能な限り有効利用することとします。現場内利用をする場合には、土壌侵食・流亡の防止、植生基盤の安定、土壌の保湿度の向上による天然更新の促進等のために、筋工等の簡易治山施設として積極的に利用します。



【伐木を利用した簡易施設の一例(伐木筋工)】

植栽・天然更新 について

本指針における「植栽・天然更新」は、現況の森林を目標林型の針広混交林または広葉樹林に誘導・造成するために、間伐等の施業実施による林内の光環境の改善と併せて、下層に植生を速やかに導入することを主な目的として実施します。

II 植栽・天然更新の候補樹種

本指針における「植栽・天然更新候補樹種」は、『長野県の樹種別特性表』（長野県林業総合センター, 2007）を参考に選定します。

この一覧は、針葉樹、さらには広葉樹における「適地・適木」であり、広葉樹 80 種、針葉樹 20 種が記載されています。

森林の立地状態区分別の適合樹種の条件は P17 のとおりですが、共通する事項として、以下の点を考慮しました。

- ①高木性樹種である程度長寿であること
- ②根系の土壌緊縛力が大きいこと
- ③県産苗木が供給可能であること
- ④各立地環境に適していること

III 植栽を行う箇所と使用する苗木について

◆上層の主林木を残存させる場合

植栽は、土壌が発達している箇所で行うこととします。植栽する苗木は一般造林苗木を基本とし、以下の条件を具備しているものを用います。

- ①枝張りが大きく、四方に均等に伸びている
- ②根元径が太く、側根がよく発達している
- ③病虫害にかかっていない、優良な品種・系統のもの

◆上層の主林木を残存させない、または、森林が成立していない場合

当該箇所は、崩壊地、山腹工・溪間工施工敷、伐採跡地等の箇所が該当しますが、速やかに植栽を実施することとします。

植栽にあたっては、先駆樹種の導入による早期の樹林化を検討するとともに、簡易治山施設（柵・筋工等）による植栽基礎工を検討します。

また、使用する苗木は上層の主林木を残存させる場合と同様に、上記の条件を具備したものを基本とします。



【崩壊地における植栽の実施例】

植栽と併せて、周辺森林で間伐した伐採木を利用した筋工を実施しています(岡谷市小田井沢)

崩壊土砂抑止型の適合樹種

【条件】

- ・胸高直径が大きい
- ・根系の樹幹支持力が大きい

【代表樹種】

ミズナラ,コナラ,クヌギなどナラ類のほか,ブナ,クリ,ケヤキ,ホオノキ,シナノキなどの広葉樹類,スギ(ただし広葉樹混交が望ましい)など



ケヤキ



ブナ

崩壊防止型の適合樹種

【条件】

- ・根系の土壌緊縛力が大きい
- ・地表への落葉,落枝の供給が豊富

【代表樹種】

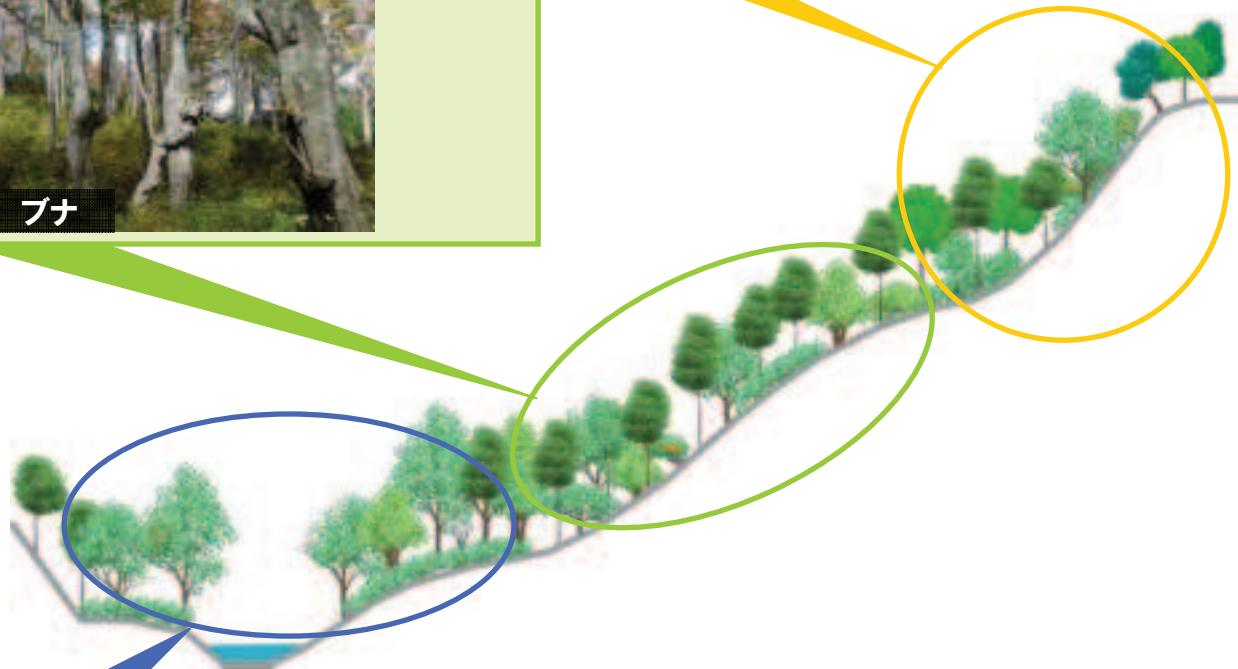
ミズナラ,コナラ,クヌギなどナラ類のほか,ケヤマハンノキ,アカシデ,ケヤキなどの広葉樹類,アカマツ(ただし広葉樹混交が望ましい) など



ミズナラ



アカマツ



溪畔林型の適合樹種

【条件】

- ・湿性環境に適応できる
- ・胸高直径が大きい
- ・根系の樹幹支持力が大きい

【代表樹種】

クリ,オニグルミ,ケヤキ,シナノキ,サワグルミ,カツラ,トチノキなどの広葉樹類,スギ(ただし広葉樹混交が望ましい) など



スギ



カツラ

おわりに

本指針は、あくまで「災害に強い森林づくり」の基本的な内容について整理したものであり、その造成・誘導等については、まだ事例が少なく、いまだ推測の域を脱しえない項目もあります。

今後も事例検証を進めながら、技術の蓄積を行い、更なる検討を続けていきます。

また、この「災害に強い森林づくり」を進めるにあたっては、森林所有者、下流保全対象となる住民に対して、整備方針、具体的な目標を示し、理解と協力を得ながら地域ぐるみで進めていくことが必要となります。



【地域とともに進める森林づくり】

平成 18 年 7 月豪雨災害被災地での地域住民による植樹(岡谷市 小田井沢川上流部)