



Ⅱ-6 主に求める機能別の施業方法

Ⅱ-6-1 山地災害の防止

山地災害が発生しやすい森林は、手入れ不足で過密な針葉樹人工林です（図 2-29）。一方、山地災害防止機能の高い森林は、多様な樹種からなる針広混交林です（図 2-30）。

◆山地災害防止機能の低い森林◆

【林相】

手入れ不足で過密な針葉樹一斉人工林等の森林

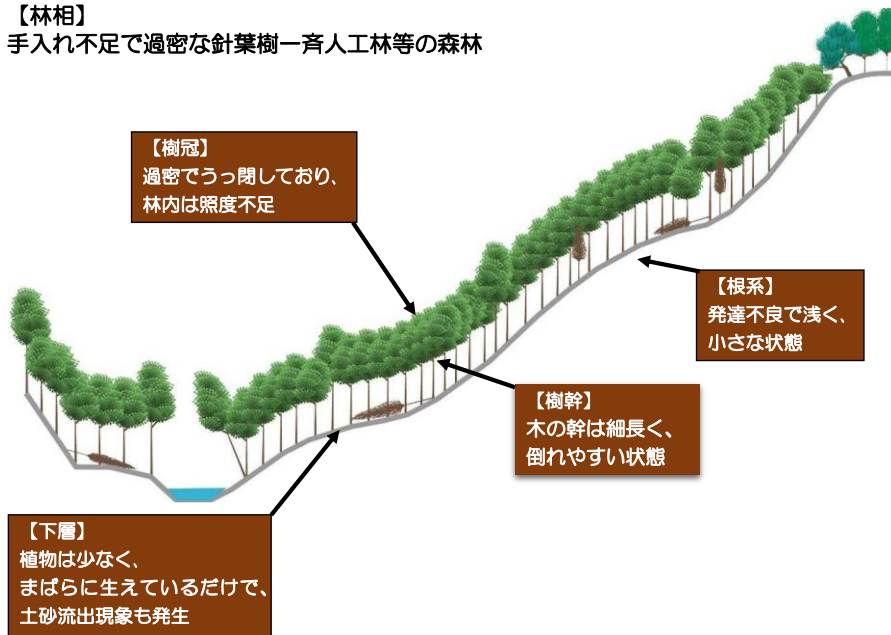


図 2-29 山地災害防止機能が低い森林

◆土砂災害防止機能の高い森林◆

【林相】

多様な樹種からなる針広混交林

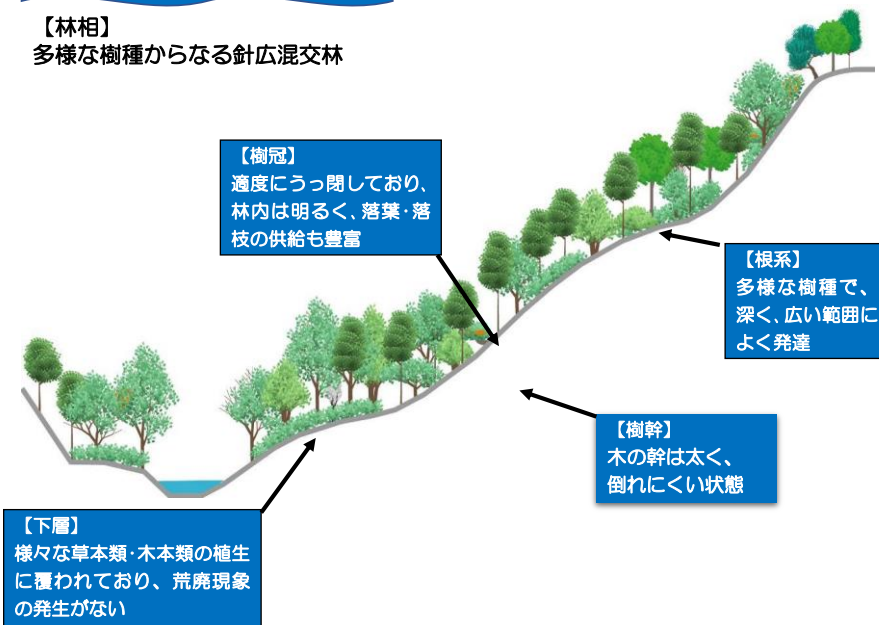


図 2-30 山地災害防止機能が高い森林



市町村森林経営管理事業において、防災・減災型の目標林型に設定した森林は、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（図2-31）。

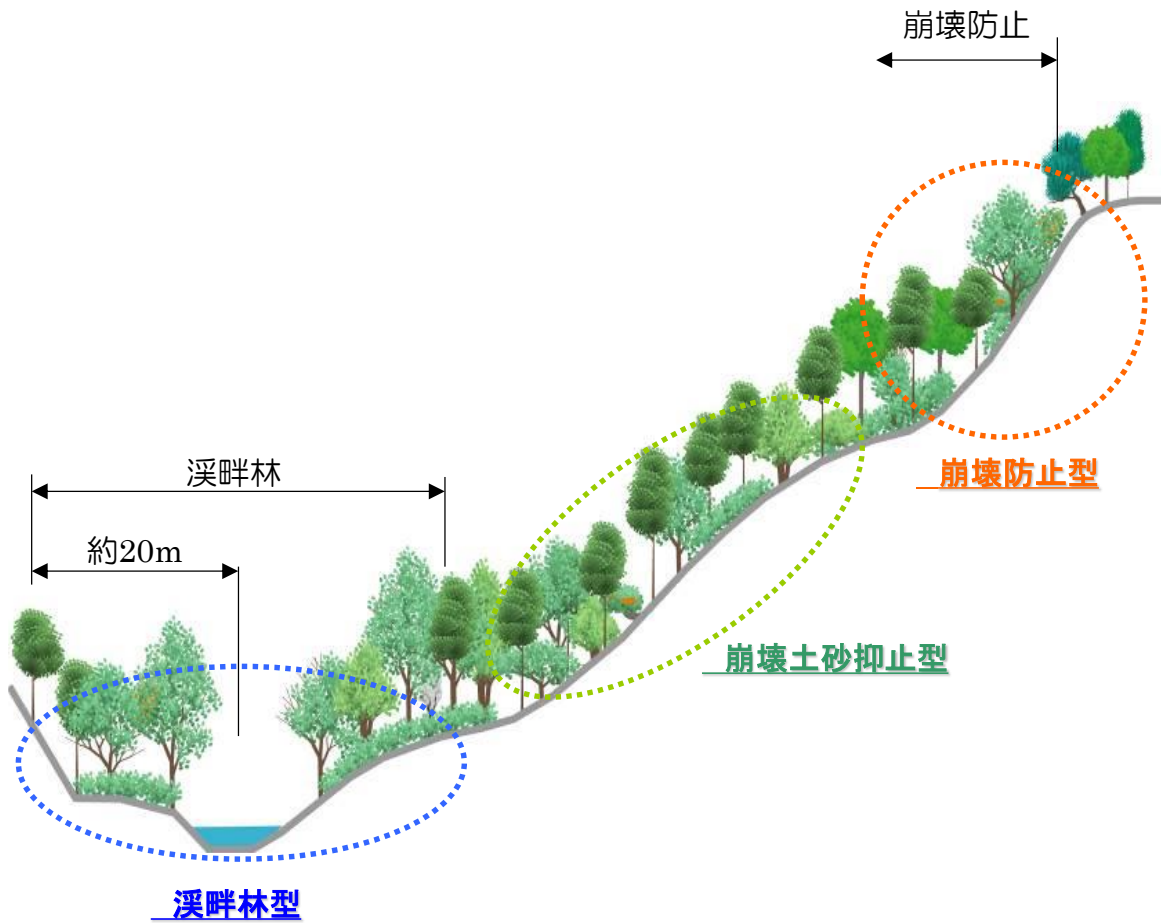


図 2-31 山地災害防止タイプの立地区分イメージ

(1) 崩壊防止型

急傾斜地や、0次谷（参照：第Ⅳ章 45 ページ）の谷頭部、棚地形の旧耕作地等の、壊れやすく、崩壊発生源となる恐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。

(2) 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。

(3) 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ない機能が優先される森林です。





(1) 崩壊防止型

① 目標

崩壊を発生させない森林とするため、次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指します（図 2-32）。

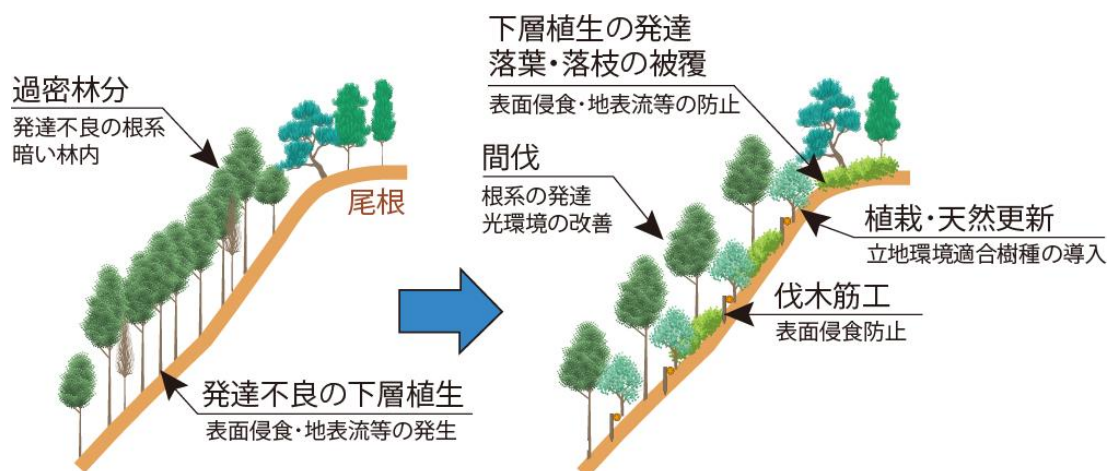


図 2-32 崩壊防止型の森林づくりのイメージ図

●根系が発達し、土壤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。

② 整備

◆森林整備

間伐の実施により根系の土壤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。

◆現地発生材による補完

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、簡易的な丸太柵や丸太筋を用います。

◆0次谷地形

水の湧出等による斜面崩壊を防止するため、簡易な丸太柵や丸太筋による斜面補強や土壤



の表面侵食の防止、流水処理を検討します。

◆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次谷地形と同様に流水処理等の対応を検討し、湿性に適した広葉樹の導入を促進します。

(2) 崩壊土砂抑止型

① 目標

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、次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指します(図2-33)。

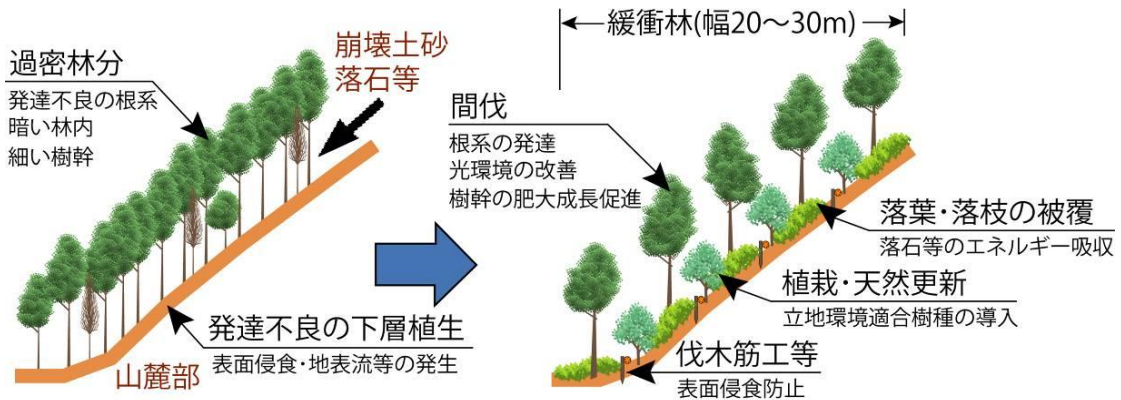


図 2-33 崩壊土砂抑止型の森林整備イメージ図

●根系が発達し、土壌緊縛力の大きな森林

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。

② 整備

◆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、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。

◆現地発生材による補完

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、伐採した丸太や枝条を用いた簡易な丸太柵や丸太筋による斜面補強を検討します。これにより、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。

(3) 溪畔林型

① 目標

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の災害緩衝機能を高度発揮できる森林の造成を目指します（図 2-34）。

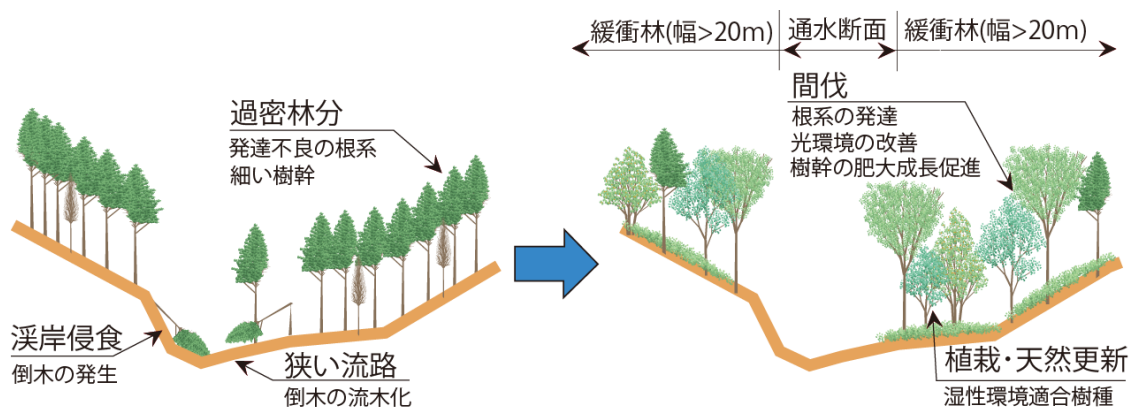


図 2-34 溪畔林型の森林整備イメージ図

●根系が発達し、土壌緊縛力の大きな森林

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、流水等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。

② 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、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。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ます。

また、流木とならないように伐採木は搬出する必要があります。

(4) 生活地周辺の急崖地

県内には、河川による河岸段丘斜面（一部断層崖）などの急崖が存在します。これらの段丘斜面や急崖地の上・下部斜面に成立している森林は、水土保持上、重要な機能（図 2-35）を有しているため、健全な状態で保残・維持する必要があります。

沢沿いであれば、適地適木を考慮して、早急に広葉樹林へ誘導することが必要です（図 2-36）。この場合も伐採した丸太や枝条を用いた簡易な丸太柵や丸太筋による斜面補強を検討します。

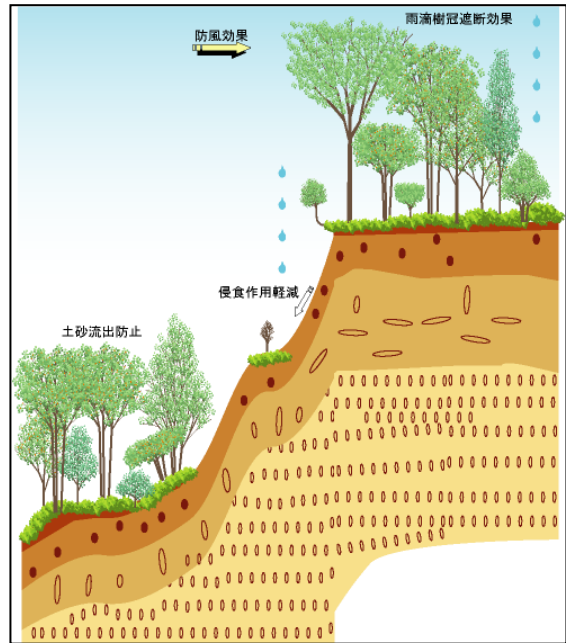


図 2-35 段丘斜面に成立する森林の機能

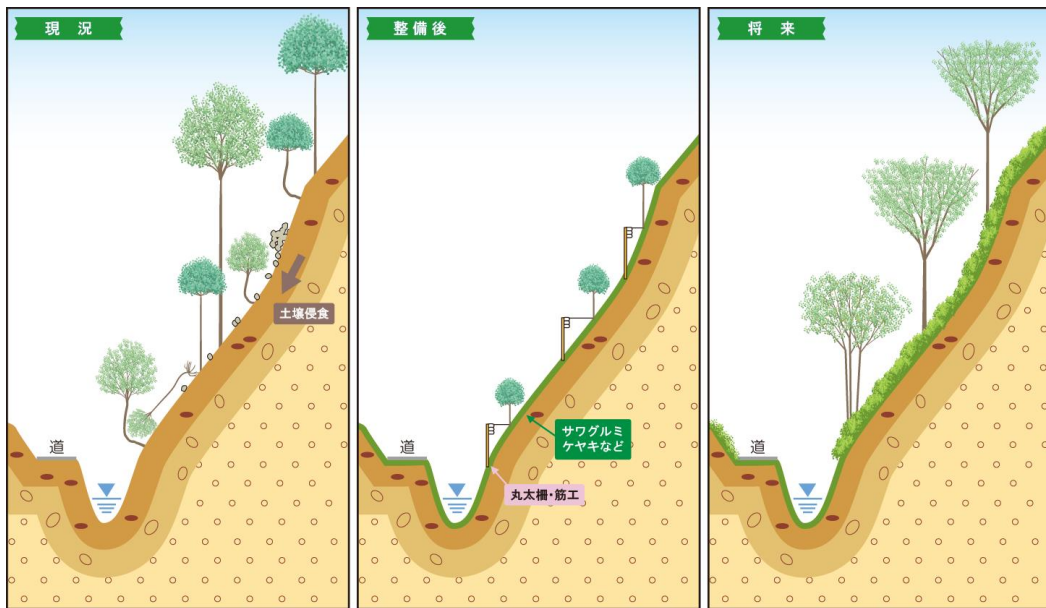


図 2-36 沢沿いの急崖地のイメージ



(5) 山地災害防止機能の候補樹種

森林の立地状態区別に、それぞれの立地環境に適合する代表的な樹種を次の条件により選定して表 2-7 に記載しました。

① 高木性の樹種で、ある程度の長寿であること

森林の土砂災害防止機能は、高木性の樹種で、直径が太い木ほど高いと考えられています。このため、その地域で大きく成長し、寿命がある程度長い樹種に限定しました。

② 根系の土壌緊縛力が大きいこと

樹木の土壌緊縛力は環境によっても差が生じますが、樹種による違いも明らかです。このため、土壌緊縛力が小さな樹種(苅住 1987)は含めないこととしました。

③ 長野県産の苗木が供給可能なこと

地域の山づくりを進めていく上では、地域産の苗木を使うことが求められます。現在、一部の針葉樹を除いて法的な規制はありませんが、遠くから苗木を持ち込んだ場合には成長等への悪影響が出る場合もあります。そこで、長野県内の苗木生産者が現在生産している樹種を選定しました。

④ それぞれの立地環境に適合していること

樹種選定にあたっては、適地適木の前提に従って、それぞれの環境に適合する樹種を選びました。なお、樹種ごとに適する気象条件もあります。特に温度環境に相当する標高の因子は極めて重要な条件になりますので、標高区分を与えて樹種を選定しました。

表 2-7 土砂災害防止型の候補樹種

林型	標高区分	広葉樹														針葉樹						
		オニグルミ	ケヤマハンノキ	コバノヤマハンノキ	アカシデ	ブナ	コナラ	ミズナラ	クヌギ	クリ	ケヤキ	ホオノキ	ナナカマド	シナノキ	サワグルミ	エノキ	カツラ	トチノキ	アカマツ	ウラジロモミ	スギ	
崩壊防止型	～700		○		○				○	○	○									○		
	～1000		○		○				○	○	○									○		
	～1300		○		○	北部			○	○	○									○		
	～1600		○		○	北部			○	○	○									○		
崩壊土砂抑制型	～700	○	○	○		北部	○		○	○	○	○				○				○	○	
	～1000	○	○	○			○		○	○	○	○				○				○	○	
	～1300	○	○	○			○		○	○	○	○				○				○	○	
	～1600	○	○	○			○		○	○	○	○				○				○	○	
溪畔林型	～700m	○							○	○					○						○	
	～1000	○							○	○					○						○	
	～1300	○							○	○					○						○	
	～1600	○							○	○					○						○	

「長野県の樹種別特性表」(長野県林業総合センター,2007)より



【広葉樹林で発生した崩壊】

「令和元年東日本台風」と命名された令和元年10月の台風第19号豪雨は、長野県内に大きな被害をもたらしました。この台風豪雨によって山地災害も多く発生しましたが、この山地災害のうち東信地域の崩壊地を調査した結果、カラマツ林と広葉樹林の崩壊がほぼ同程度発生していました。

カラマツ林と広葉樹林で発生した崩壊地の傾斜角と土層深を調べた結果、カラマツ林とスギ林には傾斜が急になるにつれ土層深が小さくなる関係が見られますが、混交林と広葉樹林はバラバラとしたデータとなっていました（下図）。カラマツ林の崩壊地は、規則的な線上に乗っていて、空間的に均一な物性を持った土層で構成されていると考えられます。その一方で、広葉樹林でバラバラとしたデータとなっているのは、場所によって土層の特性に違いがあるもので構成されていると考えられます。カラマツ林は、根系の補強効果を含めて、ある程度画一的な力学的状態になっているのに対して、広葉樹林は多様であると考えられます。広葉樹林とカラマツ林を比べると、広葉樹林で根系補強効果が大きいという明確な結果は見られず、広葉樹林の補強効果が高いとは言えない結果でした。

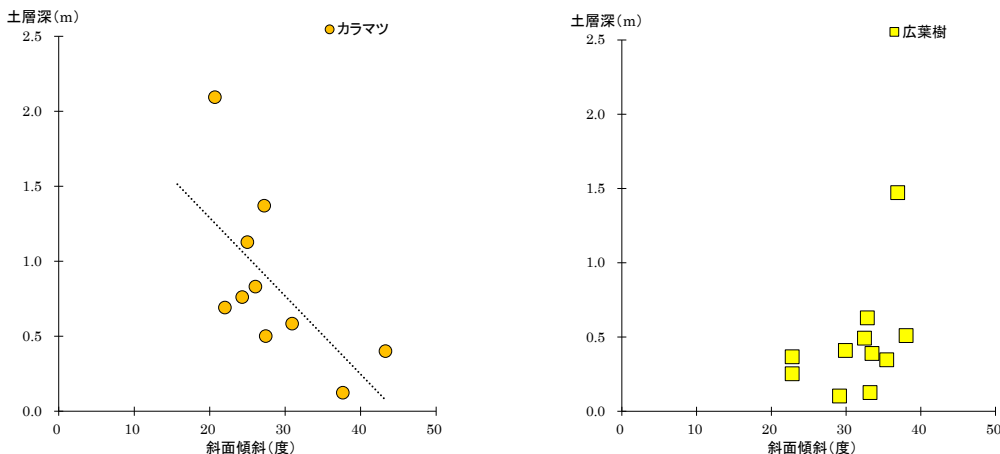


図. カラマツ林（左）と広葉樹林（右）で発生した崩壊地の斜面傾斜と土層深の関係

カラマツの人工造林が多い佐久・上田地域において広葉樹林として成立している森林の土壌の特徴は、基岩が露出する、土壌型が未熟土に分類される、A層の厚さが薄い、礫量が多いなど、拡大造林期において土壌の発達が悪い、または崩壊地や侵食地の造林不適地や不成績造林地であったものと推察されます。

一般的に森林の崩壊防止機能について、広葉樹が高く、針葉樹、特にカラマツ人工林が低いと思われがちですが、台風第19号豪雨の崩壊地のうち、人為的または自然的攪乱によってカラマツ造林不適地に成立した混交林や広葉樹林は、土層は薄層で礫の混入量が多く、土の粘着力が低位であったり、根系が発達しないため、その支持力が期待できないなど、潜在的に不安定な状態にあったものと考えられます。

このことは、防災・減災型の目標林型を設定するにあたり、土壌も含めた立地条件をよく観察しなくてはならないことを示しています。



写真. 広葉樹林内の崩壊地



(6) 山地災害防止における留意点

崩壊防止型、崩壊土砂抑止型及び溪畔林型とも、著しい崩壊や荒廃の恐れがあるとき、溪流にあっては、土石流の発生が危惧される場合など、市町村森林経営管理事業だけでは、その機能回復や機能強化が図れません。土木工学的な施設整備を伴う森林については、治山保安施設や砂防施設の配置も必要になります。その場合は、自ら管理するのではなく、県と協議し、保安林等の指定の検討を行ってください（図 2-37）。

なお、防災的な視点を強化する場合は「災害に強い森林づくり指針（長野県 2008）」を参考にしてください。

<https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/sangyo/ringyo/hozen/chisan/saigai.html>

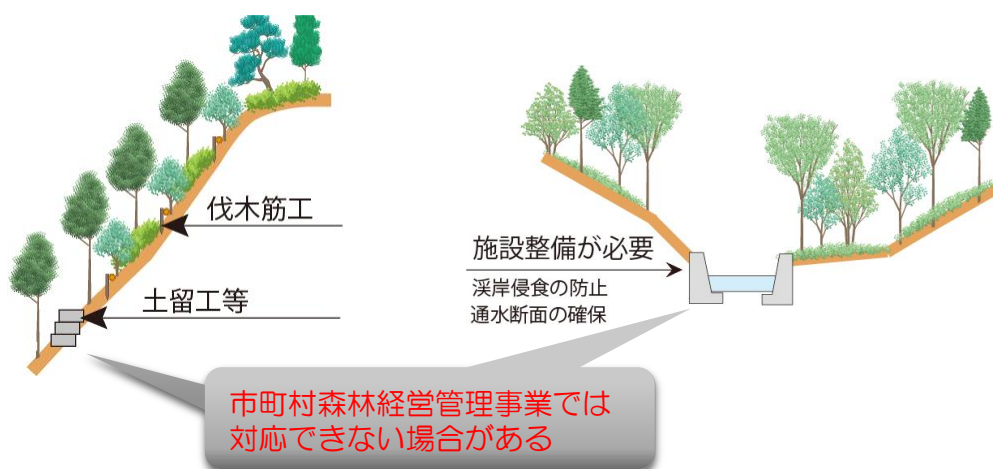


図 2-37 防災施設の整備を必要とする森林整備のイメージ

Ⅱ-6-2 水源を守る

水源を守る水源涵養タイプの森林は、水源涵養機能を高度発揮できる針広混交林の造成を目指します。

(1) 土壌の発達を促進

① 土壌中の空間

黒褐色の「表層土壌」には 70～80%の間隙（空間）があります。この広い空間が、水を貯めたり排水したりするとともに、色々な生物の生息空間になります。この空間が作られるシステムはまだよくわかっていませんが、乾湿に伴って生ずる割れ目が空間生成の主体のようです。これに加えて、植物の根が育っては腐り、色々な生物が粘土に孔を開け、ミズなどが土を食べて糞を排出することも土壌空間生成の大きな要因と考えられています。





② 森林土壌ができるのに必要な時間

森林が長期間存在することで形成される土壌が森林土壌です。長野県に多い褐色森林土壌が形成される場合を考えると、森林が消滅した後に森林化が進み「褐色森林土壌」と呼ばれる土壌ができるのには最短でも200年以上かかりそうです。磐梯山の火山泥流で調査した結果では、森林の成立に伴い落葉層が形成され、土壌化が始まるのに90年が必要でした（大角1983）。

③ 森林土壌の性質を変えられるか？

◆劣悪化

削り取り、踏み固め、焼き畑、流亡・・・土壌劣化の促進は簡単です。

◆形成促進（熟成促進）

土壌化は、森林下でゆっくりと進行するシステムですから、人間が促進することは困難です。上層木を間伐して林内下層植物を発生させ、ルートチャンネル^{※2-5}の形成増加と各種生物の活性化は可能と言えます。なお、土壌の露出を防ぐために落葉層（Ao層）を維持することが必要です。

④ 森林土壌に達する降水

森林に降る雨は（図2-38）、樹木の枝葉などに触れずに直接地表に達するものと、樹木の枝葉に触れ一時保留されるものがあります。前者を樹冠通過雨量、後者を樹冠保留雨量といいます。

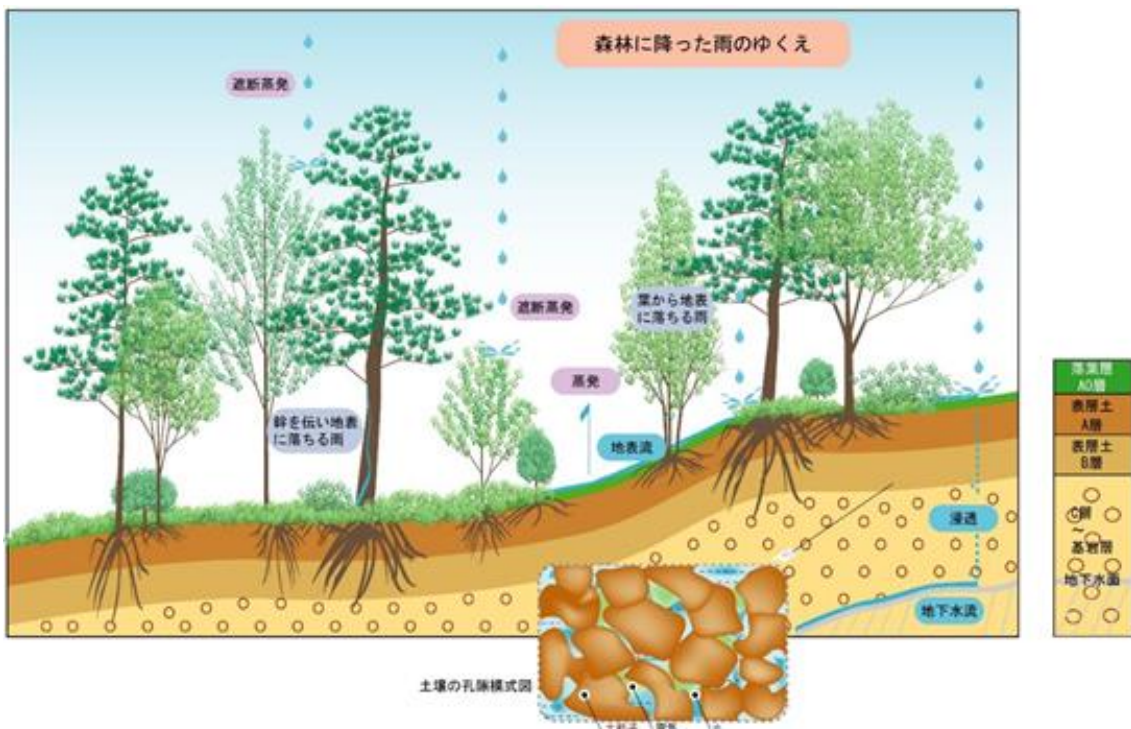


図2-38 森林に降った雨の行方

※2-5 ルートチャンネル：根が張り巡らされて育ち、腐ることでできる穴のネットワーク





樹冠保留雨量の一部は、滴下して地表に達するもの（樹冠滴下雨量）と、葉から枝、枝から幹へと伝わって地表に達するもの（樹幹流下雨量）があります。この樹冠滴下雨量と樹冠通過雨量をあわせて林内雨量といいます。

森林外の雨量（樹冠上の雨量）から林内雨量と樹幹流下雨量を差し引いた余りは、そのまま蒸発して大気中に戻ります。これを樹冠遮断量といいます。林外の雨量に対する樹冠遮断量の割合を樹冠遮断率といいます。森林が遮断する雨水の量は、森林を構成する樹種、葉量、樹木の密度、構造により異なりますが、葉や枝に遮断される年間樹冠遮断量は約15～20%といわれています。

⑤ 森林土壌への浸透

地表に到達した雨水は、まず地表をぬらし、次いで地表に開口しているさまざまな間隙（孔隙）を経てほぼ全地表面で土壌中に浸透します。土壌に浸透した水は、次に区分されます。

- ①土壌の中に溜まる（貯留）もの
- ②植物の根に吸収されるもの
- ③中間水として流出するもの
- ④基岩に達してさらに浸透するもの

⑥ 降水に対する森林土壌の動き

土壌を被覆している落葉層（A₀層）の構造は、上側に落葉など分解程度の低いL層、下になるほど分解程度の高いF・H層の有機物でできています。降雨や林内雨は下層植生などにより落下速度が緩められ地表に落下します。そのため、落下速度の緩められた水はさらにA₀層表面で緩められ、A層（A層の粗孔隙）を保護します。

A層は孔隙が多く、透水性も高く、水を保持するとともに、さらに下層に水を移行させます。B層も表層に比べれば孔隙は少ないものの水を保持しつつ、さらに下層に水を移行させ、C層や基岩が水を受け入れ易くしていると考えられています。

このように森林を構成する全ての物が一体となり、水源涵養機能を構成していると考えられています。

⑦ 森林土壌の透水性

森林土壌の透水性は、草地や裸地などに比べると明らかに大きいといわれます。森林は土壌の透水性を改善し、維持していることは明らかで、草地や裸地と異なり、土壌孔隙が多く、透水性に優れています。これは、保水力に優れ、時間を掛けて深層部への透水を促進し、雨水の流出遅延効果が高いことを示しています。



(2) 水源涵養機能を高める施業

水源涵養機能を発揮させるためには、森林土壌を発達させることが重要です。そのために高木層・亜高木層・低木層・林床草本層の階層構造が発達した森林を目指します。

① 針葉樹人工林

針葉樹人工林の初期の施業では、現存する針葉樹人工林を強度間伐し（図 2-39）、下層広葉樹を発達させる施業を行います。間伐に伴う不用意な林床整理伐は、下層に成立している広葉樹の成長を阻害するので行わず、上木伐採にあたって支障となるものを最低限除去するに留めます。



写真 2-24 林床植生が失われたヒノキ林

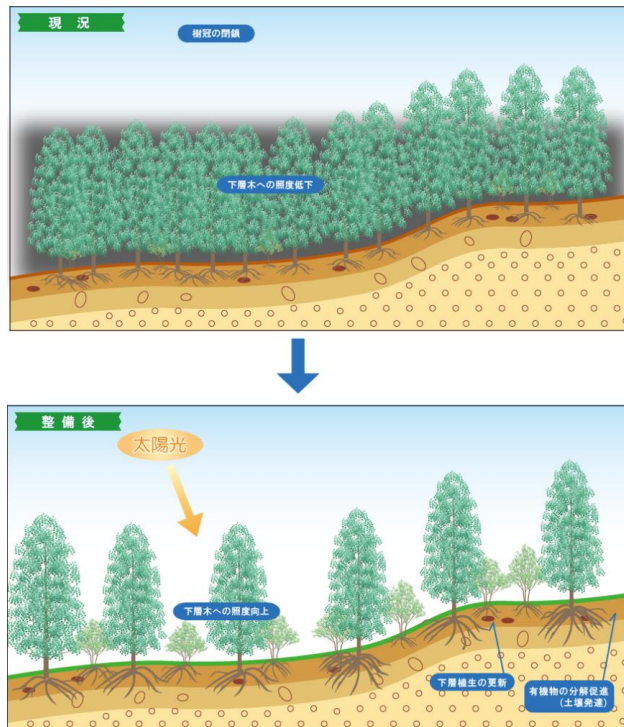


図 2-39 水源涵養タイプの整備イメージ

土壌を発達させるためには、光環境が常に良好で、土砂の流亡を防ぐ、落葉・落枝による林床被覆を保つことが重要です。まったく植生がない場合は（写真 2-24）、伐採した丸太や枝条を用いた簡易な丸太柵や丸太筋を用いて、表土、落葉・落枝の移動を防止することを検討します。

発生した下層の広葉樹は、誤伐の防止や、樹種の多様性を確保する観点から、下刈り及び除伐は行いません。下層の広葉樹が 5m 程度にまで成育すると、林床植生が失われ始め



ることが多いので、上層木及び下層木の除間伐を行います。その際、林分内の下層広葉樹の林分密度が 1,000 本/ha を下回らないようにしましょう。下層木の初回間伐時には、将来の高木となり得る高木性広葉樹を残存木として定め、残存木の成長に影響を及ぼす可能性がある立木のみを伐採します。

② 広葉樹

通常の広葉樹林であれば、階層構造が発達していることが予測されるため、施業は必要ないでしょう。ただし、上層木が林冠閉鎖することで下層植生が一時的に衰退し、地表の侵食等の荒廃が発生しているか発生のおそれがある場合は間伐を行います（写真 2-25）。

併せて伐採した丸太や枝条を用いた簡易な丸太柵や丸太筋を用いて、表土、落葉・落枝の移動を防止することを検討します。また、下層に耐陰性の針葉樹を植栽し、早期複層林へ誘導することも可能です（写真 2-26）。

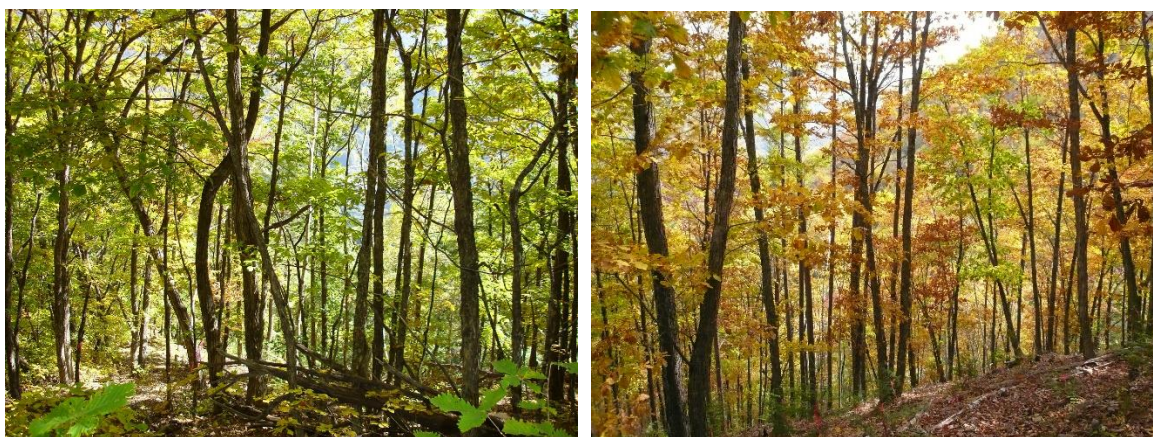


写真 2-25 水源涵養機能を高める広葉樹林施業（間伐）



写真 2-26 水源涵養機能を高める
上層カラマツ・広葉樹混交・下層ヒノキ種植栽





(3) 水源涵養施業における留意点

土木工学的な施設整備を伴う森林については、治山保安施設や砂防施設の配置も必要になります。その場合は、自ら管理するのではなく、県と協議し、保安林等の指定の検討を行ってください。

市町村森林経営管理事業での対象森林は、集落水源地などの集水域で、保安林に指定されていない森林などが該当します。水源涵養タイプは、流域単位で管理・整備すべきです（図 2-40）。現在の水源涵養保安林の指定状況と合わせ、検討する必要があります。

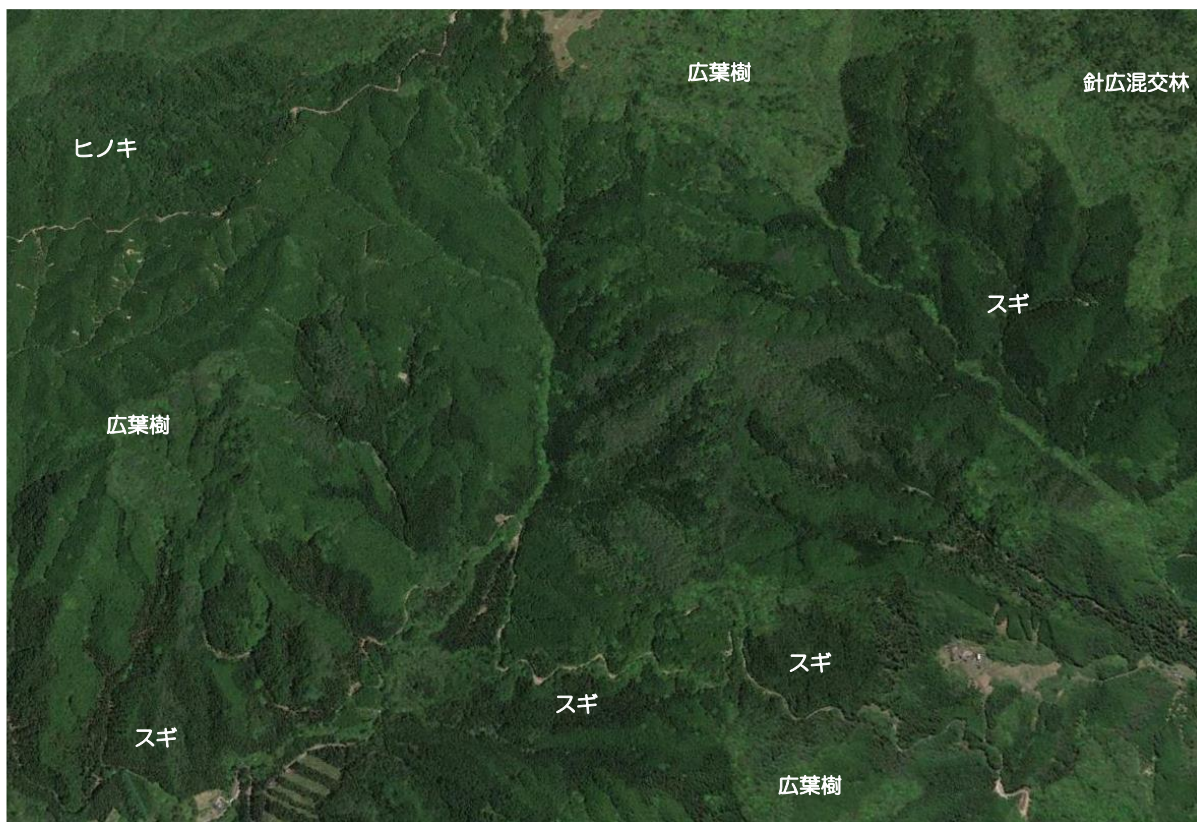



図 2-40 水源地域のモザイク森林（基図 Google earth）
水源涵養を重視する場合、小単位の森林ではなく、流域単位で森林を考え、目標林型を設定する必要がある。
流域単位の森林は、単層の針葉樹、広葉樹、針広混交林などがモザイク的に配置されている森林が望ましい。



Ⅱ-7 生活環境に資する森林の目標林型と施業

Ⅱ-7-1 野生獣害対策タイプ

野生獣害対策タイプは、住宅地や農地、道路沿いの森林を対象に、林内が明るく、見通しの良い森林に誘導することが必要です。

 「市町村業務マニュアルⅢ～森林・林業基礎編～」 p41～42

(1) マント群落

一般的に、林縁（エッジ）にはマント群落が形成されます（写真 2-27）。マント群落は森林の内部と林外に住む両方の野生動物に豊かな生息場所を提供します。エッジは様々な動物にとって、鳥類などの餌木となる樹木、ツル性植物などが生育することから、餌場としてではなく、営巣場や繁殖場所として利用されます。

エッジ環境は、垂直方向や水平方向に複雑な構造のエッジがより種の豊富な動植物を育むことが可能で、生物の多様性は高まるため、生態系においてはこのマント群落は重要な役割を持ちます。

しかし、マント群落が森林を覆うように連続していると、ニホンジカ、カモシカ、タヌキ、ニホンザルそしてツキノワグマの生息地や隠れ場所となってしまいます。



写真 2-27 林縁部のマント群落

(2) 里山の再生

比較的集落周辺の里山には広葉樹二次林が分布しています。里山林は奥山の森林とは標高や人為的関わりが異なっています。絶えず干渉を加え続けた結果、半自然的な環境となっています。

長野県内の一部（常緑広葉樹林）を除き、県内のほとんどの里山林は、夏緑広葉樹林帯（落葉樹）に位置しています。これらはブナ類、ナラ類、カンバ類、カエデ類などが優占しています。

これらが優占する本来の里山林の特徴は、早春に林床まで直達光が多量に射し込む状態が長年にわたって続くことによって、この環境に順応した「春植物：スプリング・エフェメル」と呼ばれるスミレ類、イチヤクソウ類、エンレイソウ類などの植物が多く現れ、生命活動を春先に集中させます。その後、本格的な春を迎え、初夏に向けて上層を優占するコナラ等が開葉して、次第に林床に達する日射が減衰します。しかし、人為的干渉が加





わった上層木は適度な空間が存在し、林床まで透過光や木漏れ日が射し込みます。この光を効率良く吸収するために、互いに重なり合わない薄く大きな葉の構造を持ったスミレ類など様々な植物が、4月～6月にかけて開花し、生命活動を本格化します。夏から秋にかけては、林縁部や林内のギャップに背丈を伸ばすイネ科やキク科の植物が成長しますが、これらの多くは「草刈り」という人為的干渉が頻繁に行われた結果、繁茂が抑制され、丈の低い草花が生育できる環境が残りました。また、冬季にも林床に濃い緑色をして生育する常緑多年草があります。ギフチョウの食草となるカンアオイ類、イチヤクソウ類などで、比較的厚い葉を持ち、四季を通して里山林の林床に生育します。本来の里山林では、人為的干渉により森林内に適度な平面的・垂直的空間が存在し、四季の移り変わりに順応した多種多様な植物が生育していたこととなります（松澤 2011）。

現在、里山の林縁部は、ツル性植物（クズ等）や低木類が覆いかぶさるように生育するマント群落を形成し、林内は上層を優占する高木類が過密で乱立している状態が多くなっています（写真 2-28）。この状態が長期間続いたことにより、獣害を発生させる獣などが、人間社会との隔たりを忘れ、住処にしたり、隠れ場となっていました。



写真 2-28 放置された里山

そこで、従来 of 里山を取り戻す施業を行うことが、獣害対策にとって重要です。

(3) 整備

大型獣の出没や農作物等の獣害が頻繁に発生している林縁部は、マント群落を除去し、低木類も除去（林内整理伐）して、林縁から 20m は林内の見通しをよくします（図 2-42）。



図 2-41 立木密度のイメージ
イラスト一部使用©いらすとや

森林の立木密度は 300～600 本/ha 程度が理想です（図 2-41）。

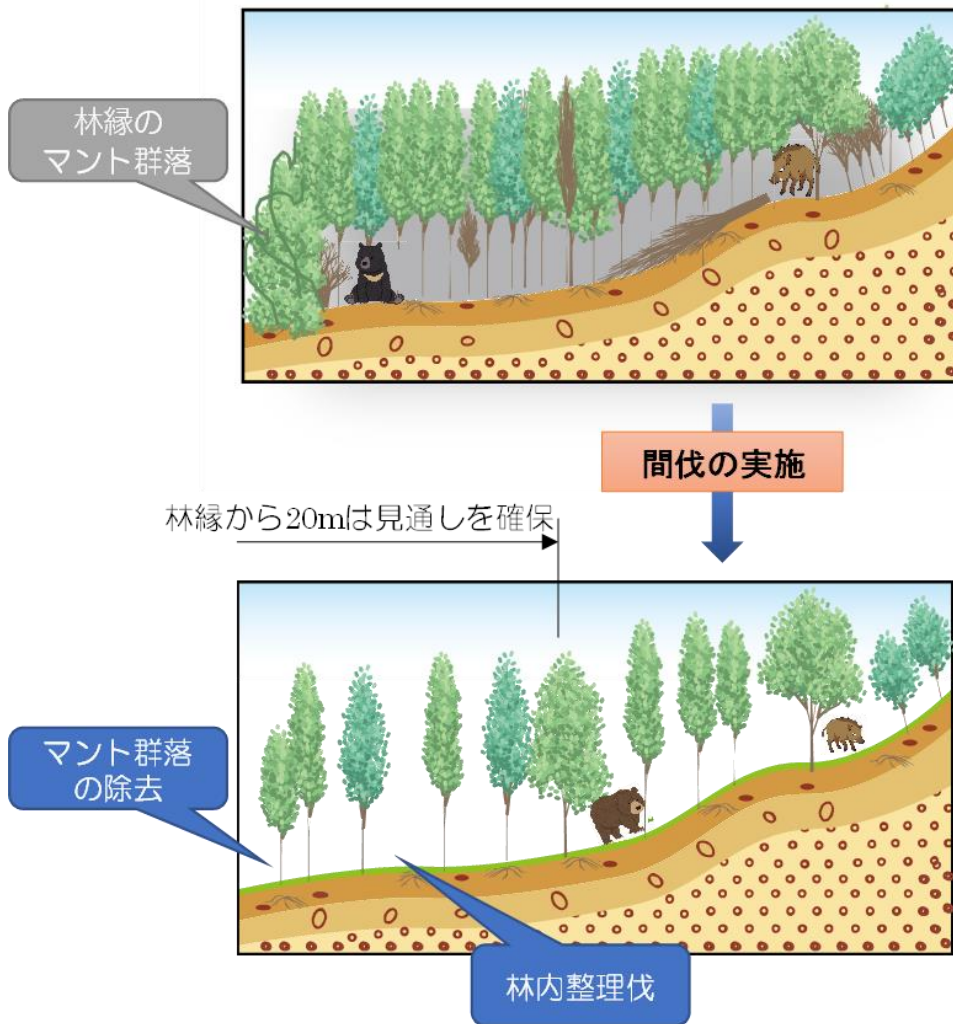


図 2-42 野生獣害対策タイプの整備のイメージ イラスト一部使用©いらすとや

(4) 野生獣害対策タイプの留意点

獣害の拡大により、中山間地の道路や農地との林縁部には、獣害対策フェンスや電気柵が設置されている所が多くなっています。フェンスがあったとしても、林縁部の見通しを確保する整備は里山の再生につながります。

なお、施業にあたっては、伐採等の作業によりフェンス等に影響を与える可能性がありますので注意が必要です（写真 2-29）。



写真 2-29 獣害対策緩衝林整備事業



Ⅱ-7-2 病虫害対策タイプ

病虫害対策タイプは、県内で激甚化している松くい虫被害のアカマツとカシノナガキクイムシ（以下：カシナガ）被害のナラ類を対象として、針広混交林を目標林型とします。

(1) 松くい虫被害アカマツ林

松くい虫被害により枯死が発生しているアカマツ林は、アカマツを伐採して更新を図ります。まとまった広さを有するアカマツ林では、枯死木だけでなく生木のアカマツも思い切って伐採します（図 2-43）。

アカマツ林は比較的下層植生が生育している場合があります（参照：第Ⅱ章 49 ページ）、安全な範囲で林床の下層広葉樹を残存するようにします。現存する広葉樹を積極的に残存させると、早期に広葉樹の樹林化が図れます。

なお、林業経営に適する箇所等では、適地適木の針葉樹の植栽も可能です。

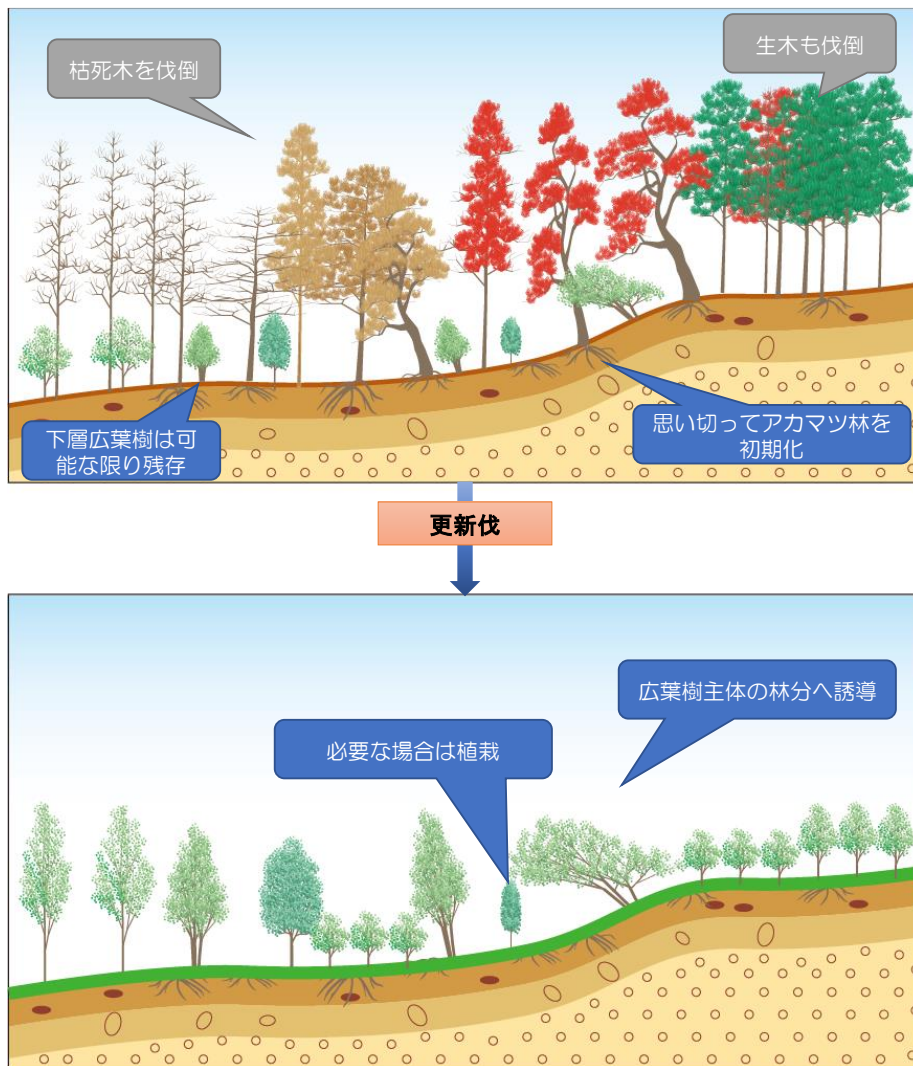


図 2-43 松くい虫被害林の整備イメージ





混交している森林で、アカマツの生育数が多く、松くい虫被害により枯死が発生している場合は、アカマツを伐採して更新を図ります。現存する広葉樹や針葉樹を積極的に残存させると、早期に多段の複層林化が図れます（図 2-44）。

なお、林業経営に適する箇所等では、適地適木の針葉樹の植栽も可能です。

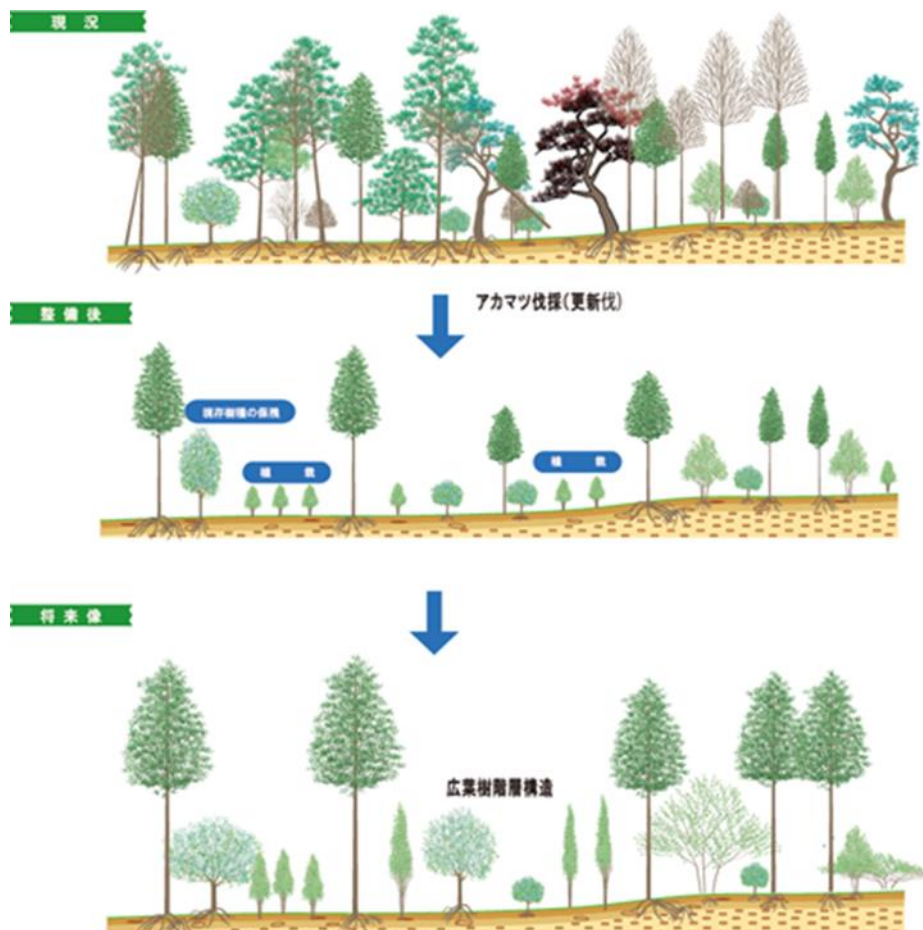


図 2-44 松くい虫被害拡大林分のアカマツ伐採

対策方法や伐採後のアカマツの処理については、「長野県アカマツ林施業指針（案）」を参考にしてください。

<https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/ringyo/hoanrin/kyougikai2.html>

(2) カシナガキクイムシ被害林

松くい虫被害と同様に、カシナガ被害も放置すれば被害は拡大する一方です。できるだけ早く防除しなければなりません。

1ha 当たりの被害本数が **1～10 本未満**の微害であれば、林分全体を守る面的防除を目指すことができます（図 2-45）。




区分*	被害本数のめやす* (1ha当たり)	対処方針
未被害地	無し	被害が数十km以内に接近したら監視を強化。
微害地	1～10本未満	枯損木の徹底処理や、殺菌剤の注入などによる予防、おとり木トラップなどの面的防除を行う。
中・激害地	10本以上	防除が困難な場合が多く、殺菌剤の樹幹注入等による守りたい木の単木処理が中心となる。激害化すると、被害木の利用やナラ枯れ後の管理も視野に入れる。



図 2-45 ナラ枯れ被害区分と対処方針

森総研（2011）ナラ枯れに立ち向かうー被害予測と新しい防除法ー。図 5，p6 より転写

微害の段階ですみやかに防除するには、被害予測が役に立ちます。被害が数十 km 以内に迫ってきたら、監視を強化し、翌年の被害地予測し、迅速な防除体制作りが必要です。

これまでに、駆除方法としては NCS による燻蒸処理、伐倒焼却、チップ化処理等が、また予防法としては、シート被覆、樹幹塗布剤・殺虫剤の塗布などがあります。

カシナガ被害では菌類が大きな役割を果たしています。病原菌であるナラ菌はもちろんですが、カシナガは「養菌性キクイムシ」の仲間なので、孔道で特殊な菌類を育て、幼虫も成虫もそれを餌にして生きています。そこで、カシナガが穿入する前に、殺菌効果の高い薬剤を樹幹に注入しておくことで、カシナガが穿入しても材内の菌類が死滅、もしくはその繁殖が抑制されるため、木を枯損から守ることができます。この方法は、守りたい地域・樹木を効果的に枯死から防ぐ方法と言えます。

カシナガ被害を最も受けやすいのは、ブナ科コナラ属（Quercus）に属するミズナラやコナラです。一部クリにも被害発生が報告されています。また一般に大径木ほどカシナガが穿入しやすく、枯死しやすい傾向がみられます。したがって、里山付近の大径木のコナラなどで構成されている森林は、被害を受けやすいため、コナラの積極的な伐採を行い、薪などに有効利用することが重要です。



カシナガ対策は、(国研) 森林総合研究所の「ナラ枯れに立ち向かう ー被害予測と新しい防除法ー」を参考にしてください。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chukiseika19.pdf>

(3) 病虫害対策タイプの留意点

松くい虫被害もカシナガ被害も安全に作業を行うことが重要です。直営伐採または委託事業でも枯木の伐採については特に注意を喚起しましょう。

さらに、優先的に整備すべきは、生活道路沿いや住宅の后背の森林などになります(図 2-30)。これらの場所は、簡単に伐採できる立地条件ではない場合もあり、特殊な伐採を採用しなくてはならない時もあります(写真 2-33)。

まずは、優先順位を検討して、地域住民の安全確保と、安全で効率的な作業を行う検討をしてください。



写真 2-30 クレーンによるアカマツの特殊伐採
(長野県森林づくり県民税事業)

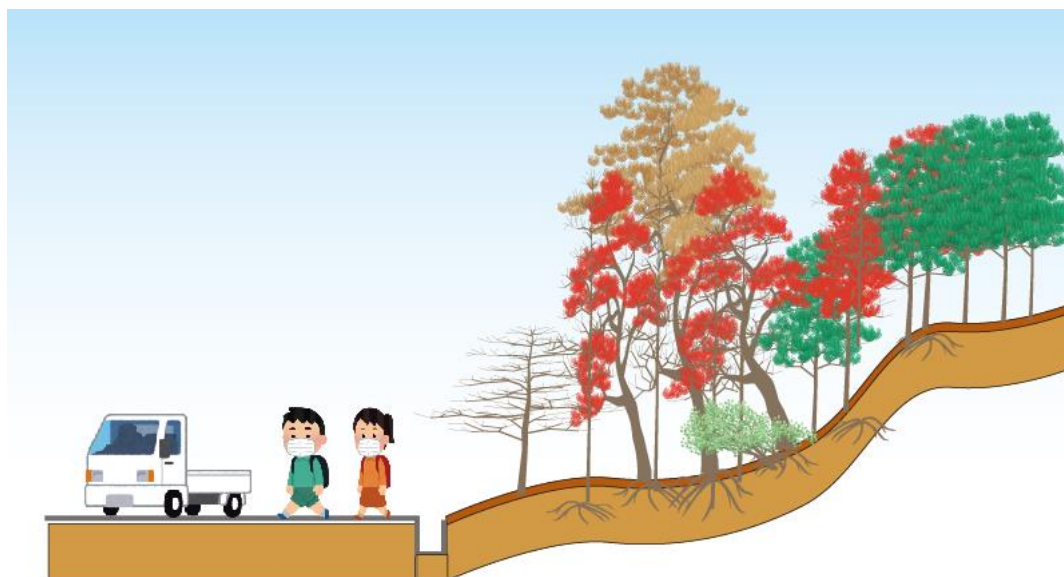


図 2-46 病虫害対策の優先すべき場所(生活道路イメージ)

イラスト一部使用©いらすとや



【森林再生】

平成 30 年 (2018) 9 月 4 日に来襲した台風 21 号により、京都市内の林業地において大規模な風倒木被害が発生しました。京都市では、長期的に同様の被害を繰り返さないための森林再生の方策を検討し、「針葉樹人工林の風倒木被害地における森林再生の指針(平成 30 年台風 21 号被害)」を作成しています。

<https://www.city.kyoto.lg.jp/sankan/cmsfiles/contents/0000260/260997/shinrinsaiseishishin.pdf>

この指針では、次の方針を示しています。

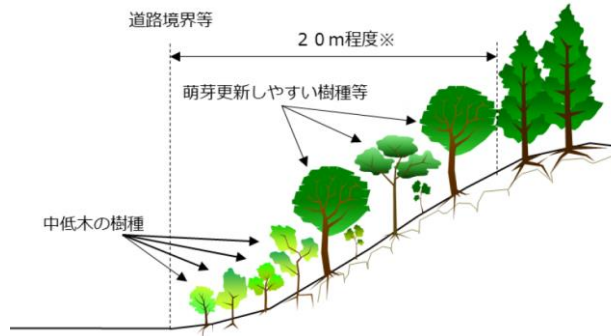
- 方針① 広葉樹を中心とした多様な樹種が植栽された森林をつくる(適地適木)
- 方針② 適正に管理された森林(針葉樹人工林含む)をつくる
- 方針③ 道路境界等から 20m 程度の範囲は中低木管理をする

このうち方針③では、次の図面を示しています。

公道沿い、民家裏及び電鉄路線沿いの森林において風倒木が起これば、交通網の遮断や停電など、市民生活に大きな被害をもたらす。そのため、道路境界等から 20m 程度*の範囲については、原則、中低木の樹種又は萌芽更新*しやすい樹種を植栽する。

*地形条件等から長さは柔軟に対応する

*萌芽更新：伐採しても切り株から新たに芽吹き、樹木として再生すること



また、森林造成について、「自然林に近い又は強風の抜け道や景観等を考慮したランダム集中的な配植を行う。」としています。

自然林は、樹木がランダム集中的に分布し、林内の光環境に多様が生まれることで気象災害に強い構造が形成されている。しかし、従来の造林地では、規則一様又はランダム一様な分布構造となっていることが多い。風倒木に強い森林へ再生するためには、自然林に近いランダム集中的な配植を行うことが必要。

従来の造林地		多様な樹種を植栽する森林
1 規則一様な植栽配置	2 ランダム一様な植栽配置	3 ランダム集中的な植栽配置
群落発達は一斉林へ	群落発達は一斉林へ	多数種複層林へ

この京都市の指針は、市町村森林経営管理事業の参考となります。松くい虫被害林等の森林再生の参考にしてください。





Ⅱ-7-3 森林空間利用タイプ

生活環境型は、地域住民の憩いと学びの場、豊かな自然景観の風致、歴史的・文化的財産（遺跡・城跡）を維持するために整備が必要な森林です。これまでの防災・減災型の目標林型とは異なり、森林空間を維持するため、人為的にその状態を保つ目標林型となります。

利用者の利用形態や利用頻度を想定して決定する必要があります。

(1) 林間利用の類型

藤本和弘（1978）は、関東地方の林間利用の実態調査と写真を用いた 65 人のイメージ調査によって、レクリエーション利用者が林内に入る時の森林の好ましい評価は、「安心感がもてる」、「審美的な魅力がある」、「清潔な感じがする」、「何かありそうな期待感が持てる」などであることを指摘しています。

林間のレクリエーション利用には、広場等に隣接した林縁の林間利用、隣接する空間の状態に影響されない林内利用の二つのタイプがあるとし、レクリエーション活動を運動型、散策型、休憩型の 3 類型を想定に、立木密度と活動タイプの関係及び林床植生高と活動タイプの関係を示しました。このようにレクリエーション目的によって、林内の好みがあるので、その活動内容と森林の管理とは対応させることが必要であることを示唆しています。

① 運動型

運動型では、立木密度 400 本/ha 以下、林床植生高 20cm 以下が好まれます（図 2-47）。



図 2-47 運動型林内の立木密度のイメージ（左）と運動型森林（右）

② 散策型

散策型では林内を歩くという感覚からか 2,000～4,000 本/ha でもかまわず、林床植生も低木があって 50cm 以上でも活動したいとする人々が減らない点が特徴とされます（図 2-48）。





図 2-48 散策型林内の立木密度のイメージ（左）と散策型森林（右）

③ 休憩型

休憩型では立木密度 300～600 本/ha で、林床植生高 10cm 前後が好まれます(図 2-49)。

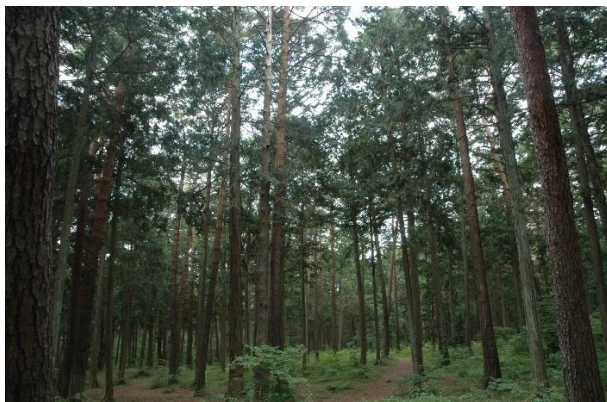


図 2-49 休憩型林内の立木密度のイメージ（左）と休憩型森林（右）

(2) 森林の構成

林内のイメージは、森林を構成する樹木の高さ、樹木間の距離、森林の奥行によって構成されますが、イメージの連続性を保つには、水平方向に対する空間の感覚に胸高直径、立木密度が、垂直方向に対する空間感覚には樹冠密度、うっ閉度が重要とされています。

林内の見通しは、次の 3 種類があります。

- 🌲 樹林がかなり連続していて樹林の奥まで見通せるが、林外まで見通せない「自然消滅型」
- 🌲 樹林を通して開けた林外を見通せる「開放型」
- 🌲 樹林の階層構造や隣接空間の構成要素が見通しを遮っている「閉鎖型」

① 自然消滅型

自然消滅型では、視覚を遮る幹・枝・林床植生等によって視距離があっても林内が暗くなるために、利用者は安心感が持てなくなります(図2-50)。視距離が長く、ある程度確保される必要があります。林分の樹高が高ければ枝下高も高くなるため、立木密度を下げ



ることによって林内を明るくすることができますが、立木密度を極端に下げれば相対照度が上がり、林床植生が繁茂するため、視距離が確保できなくなります。林冠や枝打ち等の調整によって相対照度を抑え、林床植生高を制御することも検討する必要があります。それでも樹高がある林分では林内の見通しを確保するのは比較的容易です（写真2-31）。

樹高が低い場合、視距離を「人の顔が見分けられる最大距離」24m、人の楽な視線仰角10°を考慮した場合、枝下高5.7mあたりまでの枯れ枝や太枝を除くことによって、林内の見通しを良くすることもできます。

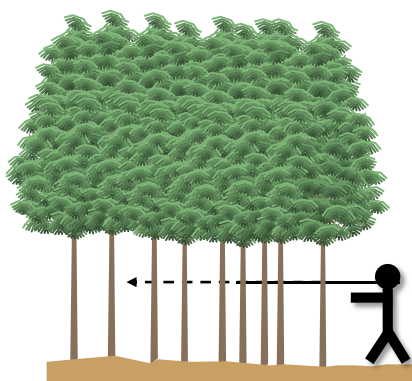


図 2-50 林内見通しの自然消滅型



写真 2-31 自然消滅型森林

② 開放型

開放型では、林外の明るい照度あるいは林外のランドマークなどによって、視点位置の相対照度が低くても、ある程度人を誘導することができます（図 2-51）。

これは広い林分の中の皆伐地でうっ閉以前の若い林分でも、明るさの点から人を誘導するためには役立つことともなり、明るさが異なる林分の配置は好ましいものとなります（写真 2-32）。

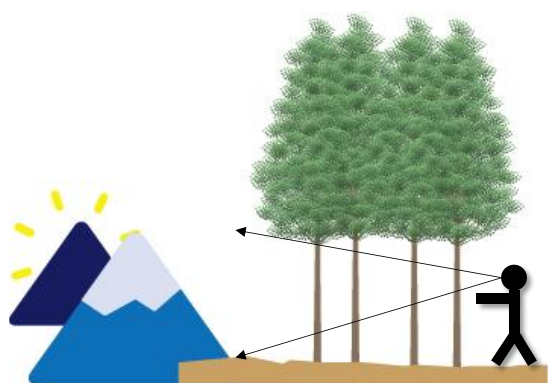


図 2-51 林内見通しの開放型



写真 2-32 開放型森林

③ 閉鎖型

閉鎖型では、隣接空間や林床植生高等が見通しを遮ることになります（図 2-52）。隣接空間を日光が入る開放型に組み替えるとか、相対照度をあげて林内を明るくすると同時に、林床植生を刈り払うことによって、林内植生高を低く抑え、見通しある林分構造に造り変



えることができます（写真 2-33）。

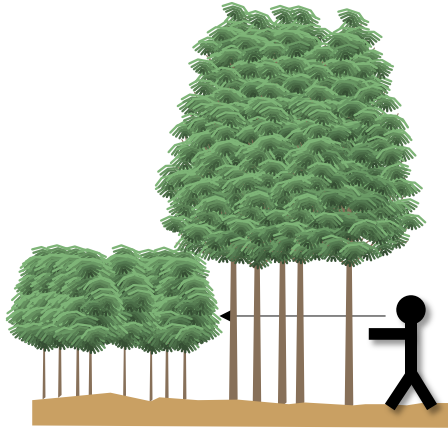


図 2-52 林内見通しの閉鎖型



写真 2-33 閉鎖型森林

(3) 整備の基本

利用者のレクリエーション活動に適した整備は、林内が部分的に空いたスポット的空間が適しています。また、森林利用が予想される歩道通過地点は、自然消滅林内や開放型林内空間が必要で、歩道沿いは幅 10～30m 程度、強度の立木・地表低木類の整理をします（図 2-53）。

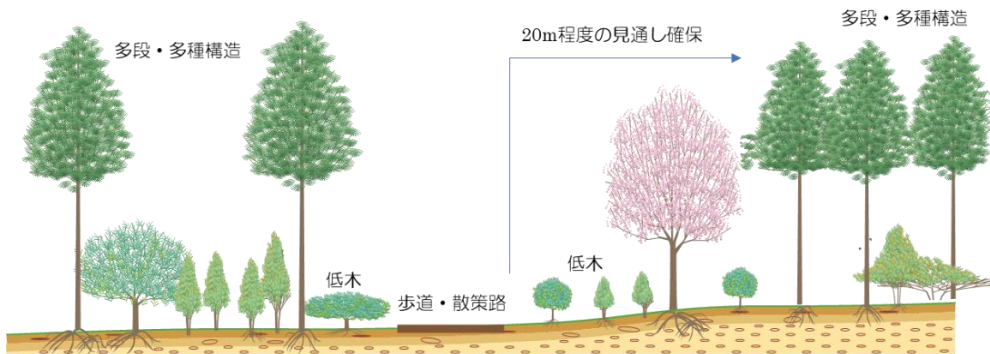


図 2-53 歩道・散策路などの周辺森林



図 2-54 四阿屋（あずまや）などの休憩施設周辺の森林

また、四阿屋（あずまや）などの休憩施設周辺も見通しの良い立木配置とする必要があります（図 2-54）



Ⅱ-7-4 快適環境形成タイプ

(1) 生活環境と風致的な環境維持

住宅地周辺や農地、道路沿いなどの森林が整備されず、放置され、林内の見通しが効かない森林では、ゴミを不法投棄されることがあります。この行為は森林にその責務があるわけではなく、人間（個人）のモラルによるものですが、林内の見通しが良い林分では比較的ゴミの投棄が少ない傾向にあります。また、人間の心理として、きれいな箇所を汚すことには罪悪感を生ずるものです。したがって、この視点からも森林整備を行う必要性があります。

針葉樹人工林や潜在的植生と考えられるコナラ、クリ、ケヤキなどの広葉樹林が衰退し、ハリエンジュ（ニセアカシア）や竹などの帰化種等が拡大することにより、里山の風致の改変が進行します。針葉樹、広葉樹、竹林などがモザイク的に構成されている森林が里山的です。しかし、竹林は適正に管理されていれば、里山の修景的要素として重要ですが、放置された竹林は「竹林」ではなく「タケヤブ」の様相を呈している箇所も多く、修景的、また感情的にも「近寄りたくない、入林したくない、暗い」などの不快感を与えます。

ハリエンジュは初夏に満開となる花を観るのみであれば、一般の住民の違和感は少ないと思われませんが、近づくにつれ、ハリエンジュの棘に対する不快感を抱きます。森林がハリエンジュの侵入拡大により減少していくことは郷愁的風景から遊離されていくと思われます。郷土的樹種を維持することが、風致的、生活環境的にも重要です。

また、土地利用的に耕地（放棄耕地）と森林（5条森林）との境界が曖昧となり、この区域に侵入したハリエンジュや竹などがその生育区域を拡大する場合があります。耕地や原野との境界を明確にする必要があります。

(2) 竹林

現在、竹林が生育している箇所では（参照：第Ⅳ章 111～117 ページ）、ライフラインや山地災害の危険性があるか確認を行うことが重要です。

上層の樹冠を完全に優占する高木性の木本植生が生育している林分では、竹は生育域を拡大しにくい傾向があります。竹の生育を抑えるには、高木性の樹木が成林する環境を整える必要があります。

竹が侵入した場合には、直ちに地上部を伐採する（写真 2-34）とともに、地下茎から発生するタケノコを除去する（蹴とばしても OK）地道な作業を行うようにしましょう。



写真 2-34 竹の伐採、処理が行われた竹林跡地

竹の隣接林分への侵入防止対策は、鹿児島県林務水産部林業振興課（2005）「タケ侵入防止の手引き」が参考となります。<http://www.pref.kagoshima.jp/ad09/sangyo-rodo/rinsui/ringyo/ikusei/takesinnyubousi.html>

侵入防止対策としては、伐倒対策が地道ですが有効的な方法です。その他、薬剤による古殺もありますが、農薬登録されタケ類に有効なものであれば用いることもできます。ただし、耕地に隣接している箇所もあり、農薬の使用は避けることが望ましいと考えます。

さらに、予防法として、地下茎が隣接林地に侵入しないように、埋設資材を用いて防止する方法があります。現在、試みられている方法として、トタン波板などを深さ 50cm、地上 10cm で埋設する方法です。ただし、施工時の床固、埋設材の継ぎ目をなくしないとその効果は期待できません。また、定期的な資材の維持管理（劣化資材の交換、上部の落葉や崩落土砂の除去）も必要であるため、実用的ではないといわれています（鹿児島事例）。

ただし、埋設資材を丸太素材や引板を用いて、施工することができれば木材資源の有効活用にもなります。これらは今後の検討課題です。

最新の情報としては、(国研)森林総合研究所が出版している「広がる竹林をどうしよう？というときに 放置竹林の把握と効率的な駆除技術」があります。この情報を参考に駆除を行ってください。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/documents/leftbambooforest.pdf>



(3) ハリエンジュ（ニセアカシア）

① ハリエンジュ（ニセアカシア）とは？

ハリエンジュ（ニセアカシア）は、治山・砂防樹種として知られ、栄養分の無い土壌でも良好に生育し、根粒バクテリアによる地力改善の効果があることが判明したことで、荒廃地の緑化樹として大規模に使われるようになりました。

ハリエンジュは北アメリカ東部原産で、日本へは明治6年（1873年）にもたらされ、最初は公園緑化樹として植栽されましたが、明治の中頃から荒廃地緑化にも使われはじめました。長野県内では、明治18年から始まった松本市の牛伏川砂防工事で荒廃地の緑化工事にハリエンジュが植栽された記録が残っています。

ハリエンジュの根系は、柔軟なロープ状で、地表近くを遠くまで横走りしており（図2-55）、土壌の緊縛力は大きいと考えられていますが、ハリエンジュの根系は30年生程度になると活力が低下し、腐朽したり、もろくなったりします。その結果、台風や冠雪などにより、“根返”して倒れるものが多発し、倒れるときに地面に大きな穴を開け、山腹崩壊の要因となります。

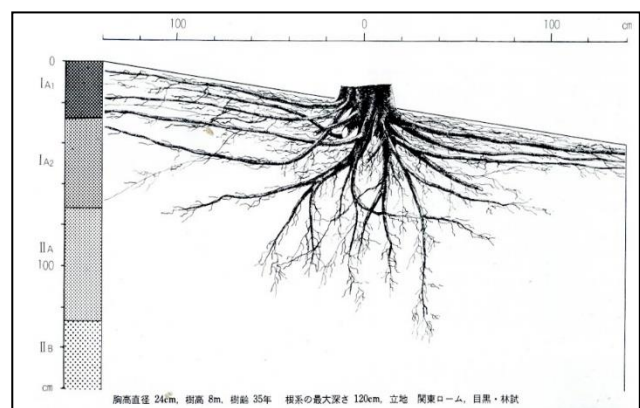


図2-55 ハリエンジュの根系 樹木根系図説

ハリエンジュが倒伏することで、攪乱が発生（ギャップ）し、ハリエンジュ林に他樹種の侵入が進むと思われがちですが、他種の侵入はあまり認められません。この原因は、ハリエンジュが持っているアレロパシー※2-6が原因ではないかと考えられ、ハリエンジュが倒伏しても他の樹種が侵入定着することが困難で、土壌中に残された種子や根からの萌芽などによりハリエンジュ林が再生するケースが多くなっています。このため初期緑化樹種のハリエンジュ林から、より安定した他の森林に遷移させていくことが困難となり、日本ばかりか世界各地で問題となっています。

前述の牛伏川流域では、荒廃地緑化工時に植栽した苗木のわずか3%を占めていたに過ぎなかったハリエンジュが1976年には全山を被っており、そのハリエンジュ林が他の森林に変化せずにいる現状が明らかとなっています。そこで、ハリエンジュ林を在来広葉樹が優占する安定した森林へと遷移させるために、1992年から林相転換事業が行われています。

※2-6 アレロパシー：他感作用...化学物質などによる、他の植物に対する成長阻害作用



ハリエンジュは山地砂防の初期緑化樹種として極めて高い効果を発揮し、荒廃した国土を緑にした功績はありますが、在来種による森林に変化させる段階で非常に大きな問題を持っていることは明らかで、今後ハリエンジュを初期緑化樹種として使用する場合は十分な検討がなされる必要があるとされています。

その一方で、ハリエンジュは養蜂業者にとっては蜂蜜の採取源であり、また最近ではフローリング材料としても注目されています（以上：長野県林業総合センター ミニ二技術情報, No32.2001 を引用.一部加筆）。

里地や河川沿いに、このハリエンジュが旺盛に生育し、その区域を拡大しています（写真 2-35）。ハリエンジュの生育拡大は在来広葉樹を衰退させることになり、林分構成上、その対策が必要な樹種です。



写真 2-35 農地との林縁に生育拡大を広げるハリエンジュ（ニセアカシア）

② ハリエンジュ（ニセアカシア）の整備

ハリエンジュで構成された林を整備する場合は、ハリエンジュ全木伐倒が基本です。また、ハリエンジュ以外の樹種についても全木伐採（下層植生含む）が基本です。地拵えは全刈り地拵えとし、ハリエンジュは玉切整理した幹からも発生するため林外搬出を原則とします。

ハリエンジュは攪乱地発生樹種です。樹冠閉鎖し多段林で安定した広葉樹林では、ハリエンジュの発生は緩慢なため、他種による早急な森林化（樹冠閉鎖）を図れば、ハリエンジュの侵入は完全ではないものの抑止することができます。現状の生育種を全て刈り取る（稚樹にあっては引き抜き）ことが必要です。

ハリエンジュ林の樹種転換（駆除）の方法として田村ら（2003）によって「巻枯らし法」が報告されています。この方法は、5月から9月に掛けて地上1mから根元に掛けて樹皮を剥ぎ取る方法です。この報告による成果は、伐倒した場合はその1株から数十本の萌芽が発生しますが、巻枯し個体では、10～20本程度萌芽が発生するにとどまり、またその萌芽成長も緩慢であることが認められています。この方法は、攪乱発生を抑止する方法として有効であると考えられますが、注意点として10年程度の立ち枯れ状態が続くとされ、人家などの周囲では危険であるとの報告がなされています。この方法を適用する場合は、耕地、住宅地、生活道路では適用を控え、河川沿いや一般者の入林がない森林に限定して、立ち枯木が倒伏しても直接的な被害が発生しないところで実施しましょう。



(4) ツル性植生の繁茂（クズなど）

① ツル性植物は厄介

マント群落においてツル性植物は主要な構成植物です。クズ等が優占している林縁部が多くあります。

クズ（マメ科、クズ属）は、東～東南アジアに広く分布するツル植物です。日本各地に分布し、秋の七草の一つでもあります。8月のおわり頃から9月にかけて房状の花を咲かせますが、花は葉群の下になって目立ちません。伐採跡地や放棄畑、道路端などに繁茂し、大群落を形成していることも多くあります。盛夏には1日で1m程も伸びると言われるほど成長し、太い茎を伸ばして繁茂します。林業的には植栽した樹木に巻き付いてしまう害草です（写真2-



写真 2-36 造林木（ヒノキ）を被圧したクズ

36)。根には大量のデンプンが貯蔵されており、これから葛粉を採ります。繁殖は種子からの発芽の他に、地上を伸びる茎の所々から根を出し、株を広げます。不用意に刈り取ると、所々に残った株から再生し、かえって個体数を増やしてしまうことがあります。種子は短時間で発芽するものと長期間休眠して伐採などの森林破壊の際に発芽してくるタイプがあります。クズはマメ科植物であるので痩せ地にも生育できます。過去においては、家畜の有用な飼料であったり、ツルは薪の結束に用いられたり、茎の繊維からは葛布も織られ、根からの葛粉の採取など、それなりに利用価値は高かったのですが、現在では他植物を衰退させる害草となっています。

また、近年はアレチウリ（ウリ科）の生育分布が河川沿いを中心に拡大しています（写真2-37）。（国研）国立環境研究所によると、アレチウリは米国、カナダ原産で、1952年に静岡県清水港で確認されて以来、日本各地に生息分布を拡大しています。林縁、荒地、河岸、河川敷、路傍、原野、畑地、樹園地、造林地等を生育地として、在来種、畑作物、イネ、造林木と競合しています。日当たりの良い、腐植質の多い土地を好み、土壤環境に対する適応性は大きいとされており、厄介な「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」に指定された侵入生物^{※2-7}です。

※2-7 人間によって自然分布域以外の地域に移動させられた生物を「外来生物 / 外来種」「侵入生物 / 侵入種」「移入生物 / 移入種」などという。





道路沿いや段丘斜面上部の耕地と接する林縁にその生息域を拡大しているクズやアレチウリのみで覆われるマント群落では、マント群落の有効性を維持できません。クズやアレチウリについてはその処理を行う必要があります。



写真 2-37 アレチウリ（長野県）

② 対策

◆クズ

クズは5月中旬頃から発生し始め、梅雨時期に生育が旺盛となり、9～10月に蔓延します。効率的にクズを処理するためには秋からの処理では遅く、夏までに処理を始めることが必要です。

クズ防除は、刈り払いと薬剤処理の2種類に分けられます。侵入初期なら刈り払いで対応できますが、繁茂状態が激しくなると除草剤により根部まで枯殺しないと効果は現れません。

ア) 刈り払い（下刈り、ツル伐り）

地上部を刈り払い続けて、光合成を阻害し衰退させる方法です。同時に、造林木に絡みついて登ったツルを切り、造林木がクズの葉によって覆い尽くされることを防ぎます。この方法はクズが繁茂する前ならば効果が現れます。ひたすら刈り取ることが重要です。

イ) 薬剤防除

浸透移行性の除草剤を利用する方法で、薬剤成分を茎葉などから吸収させてクズの生理作用を狂わせることで枯死させます。処理方法により3種類に分けられます。

なお、薬品は「農薬取締法」に基づく「登録制度」農薬以外、使用してはいけません。最新の情報を取得して使用の検討をしてください。

A 株処理：クズの株頭に傷を付けて乳剤を塗布する方法と、薬剤を含浸させた楊枝状物を打ち込む方法があります。この方法はクズ繁茂が著しいと処理が困難で、効果が現れにくくなります。

B 地上散布：液剤あるいは微粒剤を「手撒き」あるいは「背負い式散布機」で散布します。クズの繁茂高さが膝下程度までは林内歩行ができるので効果がありますが、繁茂高さが腰を越えると実施には非常な困難を伴います。

C 空中散布：微粒剤をヘリコプターやドローンにより空中散布する方法です。気象条件による制限が大きく、また費用がかかること、空中散布に対する地域住



民の理解をえる努力が必要となります。なお、当該薬剤の空中散布による環境影響性については実験散布により安全性が確認されています。

◆アレチウリ

アレチウリは、土壌処理剤のみの防除は難しく、茎葉処理剤や結実前の刈り取りといった機械的防除法の併用が必要です。河川では、河岸を掘削して地盤を低くし、増水時に冠水する場所を創出するなどの予防策も提案されていますが、林縁部ではひたすら刈り取ることが重要です。

長野県アレチウリ駆除大作戦を参考にしてください。<https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/mizukankyo/arechiuri/index.html>

- ⊙ アレチウリのツルは長いものは10m以上に成長します。小さいうちに抜き取ることが効率的です。
- ⊙ 1株あたり400個以上の種をつけ、発芽率は約7割と言われています。多いものでは1株あたり25,000個もの種をつけた事例も確認されています。種をつける前に抜き取る(9月上旬まで)が有効です。
- ⊙ アレチウリの芽生えは5月～10月頃まで続きます。成長する前に、こまめに駆除することが効果的、効率的です。(例：6月中旬、7月下旬、9月上旬) 1年に数回抜き取ります。
- ⊙ アレチウリの種は、全てが翌年に芽を出すわけではありません。2～3年後に発芽する事例も確認されており、継続的な駆除が必要です。数年間継続して抜き取りましょう。



Ⅱ-8 広葉樹林の施業

Ⅱ-8-1 広葉樹林

長野県の植生は、最南部の標高約 500m 以下の河川沿いの急傾斜地などに限定的に常緑広葉樹林が分布します。この林分は、シイ類やタブノキを含まず、アラカシを主としたカシ林の断片群落やモミ・ツガ林の一部となっています。

県南部では標高約 500m から、中央部や北部では低地から標高約 1,600～1,800m 付近までの広い範囲に山地帯の植物が形成されています。山地帯に多い夏緑広葉樹林は、標高下部ではコナラ、クリ、ケヤキ、カスミザクラ、上部ではブナ、ミズナラ、シナノキなどをその主な構成種としています。河辺林や溪畔林、湿性林には、ヤナギ林、サワグルミ林、ハルニレ林、ハンノキ林などがあります。

長野県の森林は、標高 1,600m 以下に限れば、古くは大半が落葉広葉樹林に被われていたと推定され、現在、広葉樹林が成立していないとしても、数百年のオーダーで自然な状態を維持していくと、いずれは落葉広葉樹林へと変化する事が予測されます。

このことから、広葉樹人工林や薪炭林として利用後に放置された広葉樹林の整備は、早く自然の状態を維持する形態に誘導することになります。

Ⅱ-8-2 目標林型

原生状態にある広葉樹林では、概ね 100～200 本/ha の大径木が高木層を占め、その下に亜高木層、低木層、草本層が発達しています(図 2-56)。こうした森林は、自然状態で最終的に安定する林型(極相)として考えられており、大径木が優占する広葉樹林は、根系の発達も良好で、生物多様性などの機能も高い状態にあると考えられています。市町村森林経営管理事業における広葉樹林の目標林型はこれに近い森林です。

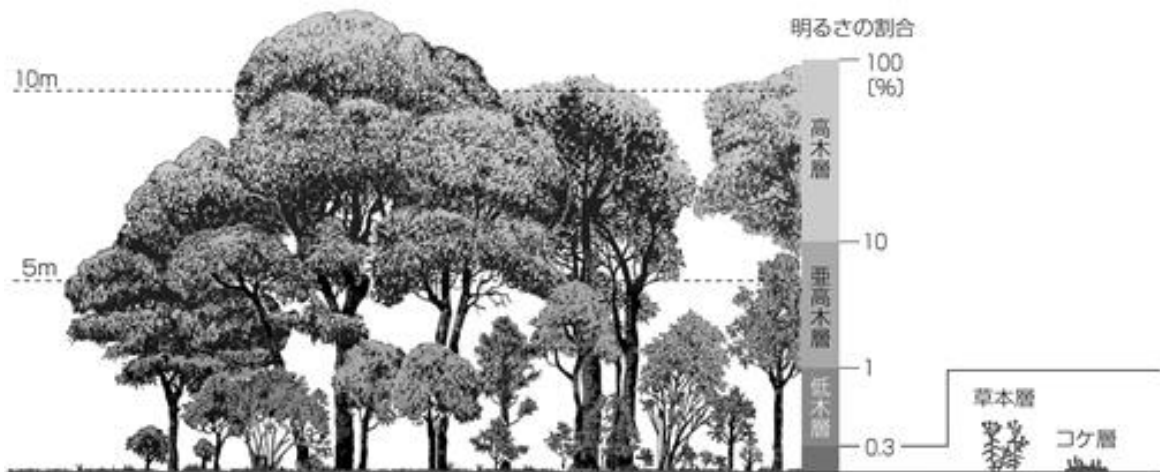


図 2-56 広葉樹林の階層構造 (新編生物基礎 啓林館)





大径木が優占する森林では、枯死木を起源とするギャップ（林孔）に若い集団が点在し、広い面積で見ると大径木から小面積のギャップまでがモザイク状に入り組んだ多段の林型となります（図 2-57）。

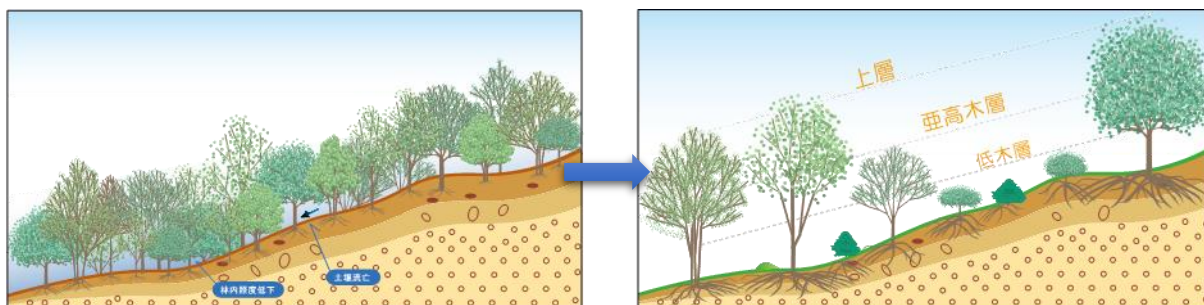


図 2-57 広葉樹林の目標林型
大径木から小面積のギャップまでがモザイク状に入り組んだ多段の林型

Ⅱ-8-3 対象樹種

広葉樹林施業の対象樹種は、原則として林冠層を構成する高木性樹種とします（前掲表 2-4、表 2-5、第Ⅱ章 37～38 ページ）。

目標林型である大径木の多い林へ誘導することが必要で、広葉樹大径木は、大きな枝張りを持つことが知られています。

隣接木の樹冠が接するようになると、太枝が枯れ上がって枝下高が高くなり、その結果、樹冠幅を広げることが出来なくなって大径木にはなりません。

広葉樹林の管理の視点からは、隣接木との樹冠が接して枝が枯れ上がらないように間伐を繰り返すことが必要とされます。

Ⅱ-8-4 基本的な施業

通常の広葉樹林であれば、階層構造が発達していることが予測されますが、次の状態で、市町村森林経営管理事業に該当する森林では施業が必要となります。

(1) 下層植生が欠如している場合

ブナやミズナラ等の単一樹種で構成される林分や、山火事跡など同時期に一斉に成立した森林などでは、発生から 50 年生以上になったころから上層木が林冠閉鎖することで下層植生が一時的に衰退することがあります（写真 2-38）。このような状態の広葉樹林のうち、地表の侵食等の荒廃が発生しているか



写真 2-38 下層植生が衰退した広葉樹



発生の恐れがある場合は、林床に光を入れる上層木の伐採（受光伐）を実施して、林床まで光が当たるようにすることで、下層植生の発生を促す必要があります（参照：第IV章 106～109 ページ）。

さらに、薪炭利用され萌芽更新して、数本の株立ちで構成された森林があります。こちらでも過密状態の森林構成となり、単木の形状比は高く、多段構造でない不安定な森林となっています。このような状態の広葉樹林は、株立ち木のうち素性の良い優勢木を残し、他を伐採する本数調整が必要です。その効果により、林床まで光が当たるようになります（写真 2-28）。



写真 2-39 萌芽株立ちで成立したナラを主体とした広葉樹の施業前（左）と整備後（右）
平均 3 本の株立ちを優勢木 1 本立ちに本数調整

(2) 高木性樹種が被圧されている場合

多雪地域では、高木性広葉樹の幼稚樹が、リョウブやヤマウルシなどの中低木性樹種に被圧された林分があります（写真 2-40）。

このままでは高木性樹種が被圧されてしまい、階層構造の発達した森林への移行が遅れる可能性が高いので、高木性広葉樹を残して中低木性樹種をすべて除去する除伐が有効です。ただし、多雪地域で強度の除伐を行うと一時的に雪害を受けやすいため、雪害の影響ができるだけ少なくなるように、除伐を行う時期は、施業林分の平均樹高が、おおむね最大積雪深の 2 倍程度以上に達した時期を目安とします。



写真 2-40 多雪地帯の森林





Ⅱ-9 自然の力に委ねる森林

Ⅱ-9-1 自然の力に委ねる森林

目標林型は、環境条件に適合した大径木の多い針広混交林です（写真 2-41）。

対象となる森林は、住民の生活区域より奥山に位置し、自然公園の保護地域や、原生的な環境が残されている地域です。また、奥山の沢筋などは、カツラやトチノキなどの特有の樹種が優占している場合が多いため、沢筋も可能な限り自然の力に委ねます。

原則、施業は実施しません。



写真 2-41 奥地民有林の針広混交林



Ⅱ-9-2 生物多様性の保全を図る必要がある森林

目標林型は針広混交林です。

対象となる森林は、住民の生活区域より奥山に位置し、流域全体で多様な環境が確保される森林です（写真 2-42）。

生物多様性の保全を図るためには、林内の大きな空間やヤブ、草原などの多様な環境が確保されていることが望ましく、林内に成立する中低木も含めた樹種をできるだけ多く残し、種の多様性を高める必要があります。

原則、施業は実施しません。



スギ成熟林に生育するイチヨウラン（長野県 RD-NT 種）



広葉樹の成熟林に生育するコケイラン（長野県 RD-VU 種）



針広混交林に生育するホテイラン（長野県 RD-I A 種）



スギ成熟林に生育するギンラン（長野県 RD-NT 種）

写真 2-42 生物多様性を示す長野県内の希少植物



Ⅱ-10 経営管理実施権を設定できない森林の施業

Ⅱ-10-1 長伐期施業の定義

【長伐期施業の定義】

「標準伐期齢のおおむね2倍以上に目標林型を定めた森林」において、主伐等を行う施業を長伐期施業という。

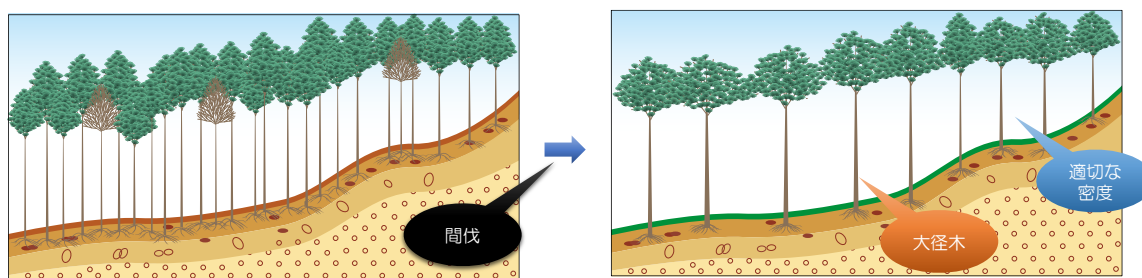
林業に適しているものの経営管理実施権を設定できない森林を対象とします。

長伐期施業（long-rotation management）とは、一般的には針葉樹人工林などで、柱材生産を目的として40～50年で皆伐する短伐期施業に対して、大径材生産を目標として、伐期齢の2倍程度またはそれ以上とする施業です（図2-58）。

また、森林法施行規則によれば、「標準伐期齢のおおむね2倍に相当する林齢を超える林齢において主伐を行う森林施業」と定義しています。

長伐期施業は、林床の植生が豊かになり、保水機能に優れた森林土壌が発達し、水源涵養機能や山地災害防止機能に優れた森林とすることができるため、森林の持つ公益的機能の維持増進を図る上でも、大変好ましいと言われていています。とくに、水源地域や溪流等の周辺に存する森林、山地災害危険地区周辺の森林については、積極的に長伐期施業に取り組む必要があると考えられています。

どのような森林であっても、大径木からなる長伐期施業に取り組むことは可能ですが、長伐期施業に適した森林は、高齢になっても成長が衰えないことが重要で、周囲の林況、土壌などからの的確に立地を判断しなければなりません。



樹種	標準伐期齢	長伐期施業の林齢	
針葉樹	スギ	40年	80年以上
	ヒノキ	45年	90年以上
	アカマツ	40年	80年以上
	カラマツ	40年	80年以上
その他針葉樹	60年	120年以上	
広葉樹	クヌギ	15年	30年以上
	ナラ類	20年	40年以上
	ブナ	70年	140年以上
	その他広葉樹	20年	40年以上

図2-58 長伐期施業林の目標林齢と大径木のイメージ



Ⅱ-10-2 目標林齢

長野県では「地域森林計画」において立木の標準伐期齢を平均成長量が最大となる年齢を基準に表 2-8 のとおり定めます。

県内の人工林のうち、スギ、アカマツ、カラマツは標準伐期齢が 40 年生なので、長伐期施業の目標は 80 年生以上となります。ヒノキは 45 年生なので 90 年生以上、ヨーロッパトウヒやモミなどのその他針葉樹は 120 年生以上が長伐期施業の目標林齢となります。

一般的に、明確な伐期についての見通しが無い等、現時点で具体的な伐期齢が設定できない場合には高めの伐期齢を想定するのが無難とされていますが、市町村森林経営管理事業では、管理期間（存続期間）の設定によって、目標伐期は異なります。例えば現在 55 年生の人工林の伐期齢を 80 年としたなら、今後管理期間は 25 年間の管理計画間伐計画を立てることになります。伐期齢 100 年を目標とするならば、45 年の管理計画（間伐計画）を立てることになります。市町村森林経営管理事業において長伐期施業を選択するならば、表 2-8 に示す「長伐期施業を推進すべき森林の伐期齢」を目標に設定するのがよいでしょう。

表 2-8 立木の標準伐期齢

区分	樹種	標準伐期齢	伐期の延長を推進すべき森林の伐期齢	長伐期施業を推進すべき森林の伐期齢
針葉樹	スギ	40 年	50 年以上	おおむね 80 年以上
	ヒノキ	45 年	55 年以上	おおむね 90 年以上
	アカマツ	40 年	50 年以上	おおむね 80 年以上
	カラマツ	40 年	50 年以上	おおむね 80 年以上
	その他針葉樹	60 年	70 年以上	おおむね 120 年以上
広葉樹	クヌギ	15 年	25 年以上	おおむね 30 年以上
	ナラ類	20 年	30 年以上	おおむね 40 年以上
	ブナ	70 年	80 年以上	おおむね 140 年以上
	その他広葉樹	20 年	30 年以上	おおむね 40 年以上

Ⅱ-10-3 長伐期施業の留意点

長伐期施業の森林は、次が該当します。

- 🌲 高齢になっても十分に成長を続ける地位が十分に高い場所の森林
- 🌲 十分な樹冠量（枝葉の量）を持つ個体が多い森林

市町村森林経営管理事業の対象となる森林は、過去 10 年以上は間伐が実施されていない森林です。間伐が行われていない期間が長い、あるいは間伐が全く行われていない人工林（間伐遅れの森林）は、過密な状態が長く続いたために樹冠長率が小さく、形状比が高く



なっています。そのため、風害・冠雪害を受ける危険性が高い状態にあります。その状態を解消するためには間伐が必要ですが、間伐後しばらくの間はその危険性がさらに高くなります。そのため、間伐遅れ林分では弱度の間伐をこまめに繰り返すのが適切であるとされています。

しかし、これまで間伐が行われてこなかったことを考えると、こまめな間伐（例えば5年ごとに1回）を繰り返していくことは、管理コストが高くなります。さらに、林木の個体成長も期待できない可能性があります。林木の樹高成長は林齢が高くなるにつれ徐々に低下します。このため、高齢になればなるほど、間伐後の樹冠長の拡大が望めなくなります。樹冠長率が小さいということは、間伐後の樹冠の拡大（着葉量の増加）がそれほど期待できず、そのために幹の肥大成長の改善もあまり期待できないことを意味します。肥大成長が期待できないということは、形状比も改善されず、また、大径木化も難しいということです（図2-59）。

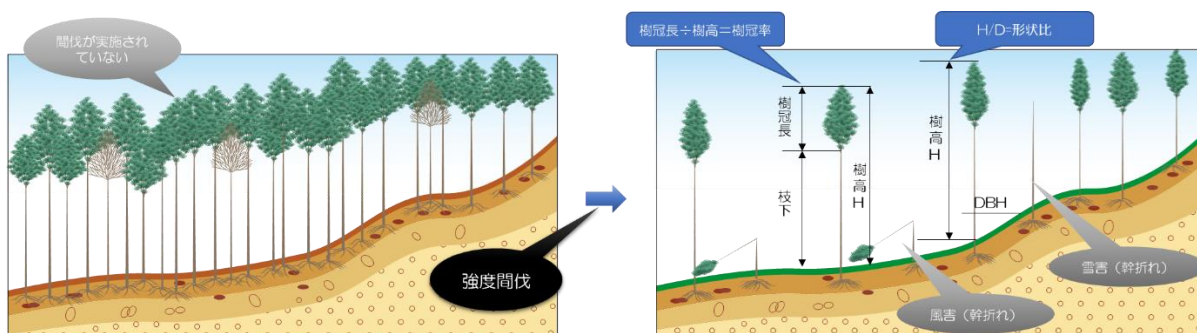


図2-59 間伐遅れの森林を強度間伐した時のリスク

間伐遅れ林分は、若齢段階の50年生以下の単層の人工林では、適正な密度まで間伐を繰り返すことで、長伐期に誘導できる可能性があります（写真2-43）。

一方、壮齢段階に達した人工林では、強度の間伐は風害・冠雪害を受ける恐れがあるため、立地条件（風が通りやすい、近くで雪害が発生しているなど）を十分に確認して、複数回の弱度の間伐をしながら、管理していく必要があります。



写真2-43 長伐期施業が可能な森林
緩傾斜地の地位Ⅱの43年生のヒノキ林



【保残木マーク法】

長伐期施業における有効な施業方法として「保残木マーク法」があります。

- A) 目標とする林型に達した時に残したい木（保残木）を予めマーク
- B) マークした木の成長に支障を及ぼす恐れのある隣接木を優先して数回に分けて間伐を行う
- C) その他の立木は保残木の成長に影響することが少ないので、副林木として適宜保残しても良い。

「保残木マーク法は、間伐に先立って、樹高 17-18m 段階あるいは最終伐期段階での仕立て本数を予定し、立木配置を考慮しながら予め成長、形質が勝れた立木を選んで保残木としてマークし、その他の立木は保残木の生育に支障をきたす恐れのあるものから優先して随時間伐していく方法で、この方法は、

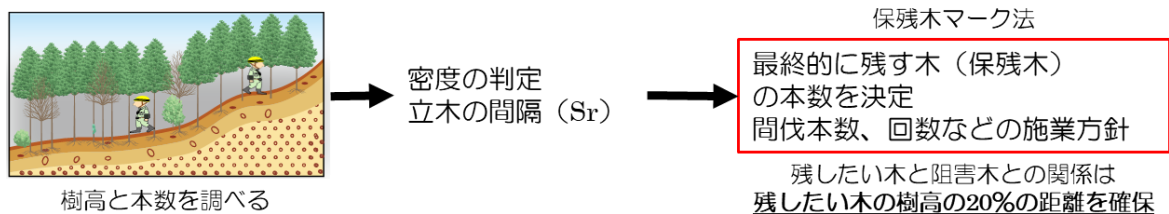
- イ) 生産目標がより明確にとらえられること
- ロ) 保残木の成長阻害が確実に取除かれること
- ハ) 間伐木の選定が容易であること
- ニ) 市場性の高い間伐材が得やすいこと

などの利点があり、間伐法や間伐率にあまりこだわらなくて実行しやすい。なおこの方法では、劣勢木は保残木の成長に影響することが少ないので、立木配置や林床保全のため副林木として残してもかまわない。また切捨て間伐の場合には支障木のみ除去によって応急の目的は果されるし、間伐材を収穫対象とする場合には、マーク外の良質木も加えて間伐し、伐出収支の補填を図りたい。この保残木マーク法の適用に際しては、当該林分一代の将来像を予め規定する要素が含まれるので、対象林分の林分構成を予知しておく必要があり、特に林分の成長予測は仕立本数を決めるうえで重要である（島崎 1984）。

「保残木マーク法」の利点は、

- ① 林分の疎密度や樹種に関係なく実行可能
- ② 林分の仕立て目標が明確となる（目標を定める）
- ③ 保残木の成長を阻害する隣接木が確実に除去される
- ④ 間伐木の選定が容易

保残木と保残木の成長を阻害する隣接木の決定は、相対幹距比（ S_r ）が目安となります（本文：38～39 ページ）。保残木としてマークした木（最終的に残したい木）の樹高の 20%が目安となる立木間隔を保つように管理します（下図）。



保残木の本数は目標林型によって異なりますが、古くは英国の森林管理の研究から森林を支配する上層木は 250 本/ha ともいわれています（Hummel 1959）。保残木としてマークする木は 300 本/ha 以下が目安となります。



II-1 1 施業計画

II-1 1-1 施業計画

市町村経営管理事業の管理期間（存続期間）は、森林の位置付けによって異なります。10年や20年、さらには50年と長期間となります。管理する森林が「今後どのようになっていくか」の推移を予測しながら、管理することが必要です。

管理の時間スケールを決めるためには、該当森林を的確に把握し、成長予測を行って施業計画（間伐等）を立てます（図2-60）。

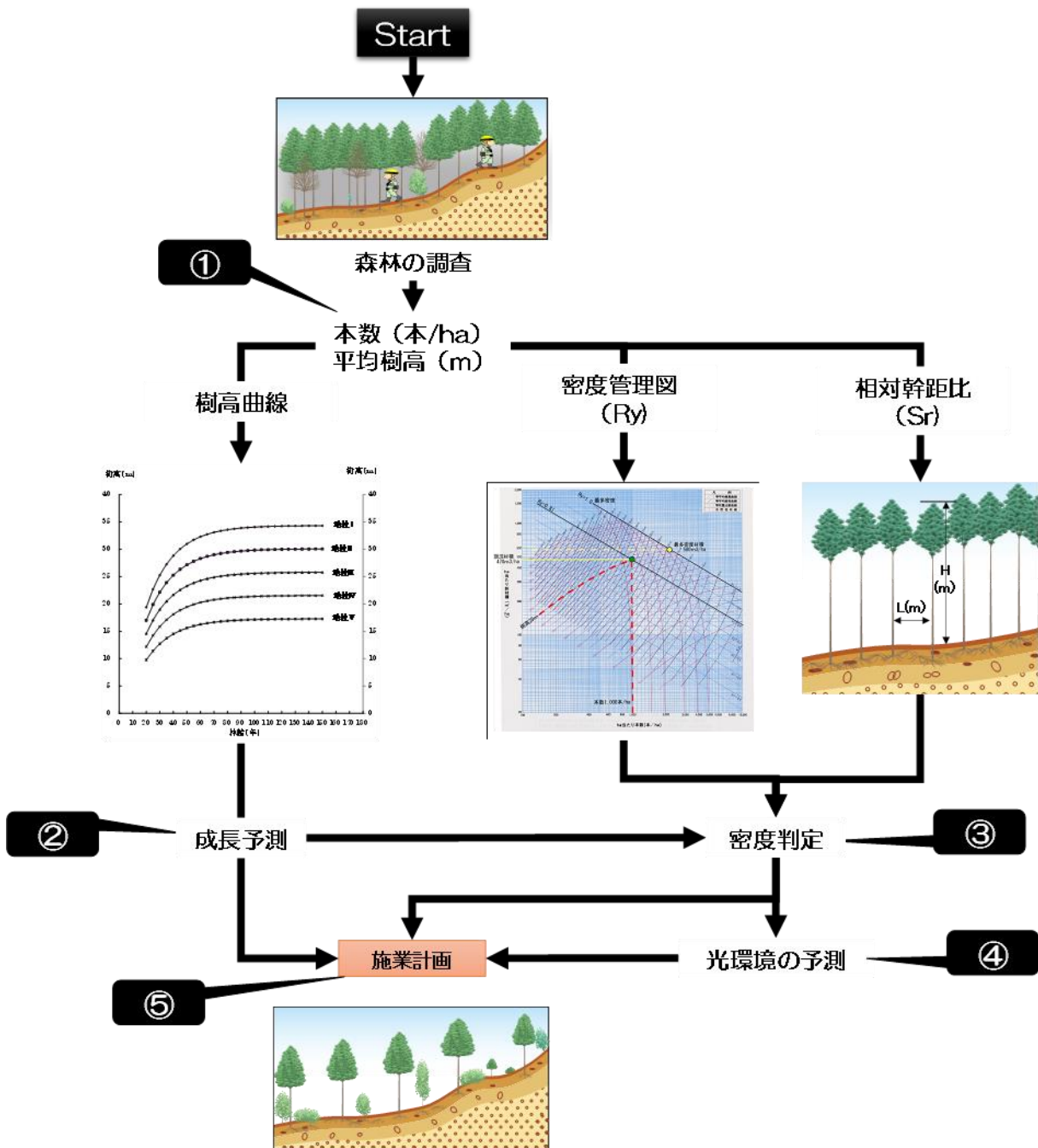


図 2-60 管理計画（間伐等）の流れ



(1) 森林の調査 (図 2-60 の ①)

森林の成長予測のためには、該当森林の現況を的確に調べます ha 当たりの成立本数（立木本数）と平均樹高の計測が必須です（参照：第Ⅳ章 59～61 ページ）。さらに、林齢を特定します（参照：第Ⅳ章 64～65 ページ）。現地で特定できないときは、森林簿から林齢を特定します。また、広葉樹が生育しているかどうか確認します。

【ポイント】

- ➡ ha 当たりの本数を把握します（必須）。
- ➡ 正確に平均樹高を計測します（必須）。
- ➡ 林齢を特定します。現地で計測できない場合は、森林簿で確認します（必須）。
- ➡ 高木性の広葉樹等、低木、下層植物を調べます（必須）。

(2) 成長予測 (図 2-60 の ②)

森林の推移を予測するには、森林の構造を決定する重要な構成因子である樹高成長が最も重要となります（参照：第Ⅳ章 95～98 ページ）。

森林は、樹種、立地によって成長が異なります。長野県のスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツの針葉樹人工林の樹高成長は（表 2-9）、図 2-61～図 2-65、コナラ人工林は図 2-66 となっています（150 年生まで図示）。

表 2-9 樹種別樹高曲線図記載一覧表

樹種	記載文献	式	備考
スギ (表)	「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」 長野県林務部、昭和 59 年	一分子反応式	
スギ (裏)	「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」 長野県林務部、昭和 59 年	一分子反応式	
ヒノキ	「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」 長野県林務部、昭和 59 年	一分子反応式	
アカマツ	「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」 長野県林務部、昭和 59 年	修正指数式	
カラマツ	「長野県民有林 人工カラマツ林・長伐期施業の手引き」 長野県林務部、平成 3 年	ミッチャーリッヒ 曲線式	平成 3 年 改正

【ポイント】

- ➡ 該当する樹種の樹高曲線を使用します。
- ➡ 林齢と調査結果から求めた平均樹高で、樹高曲線上にプロット（点を打つ）します。
- ➡ 樹高曲線に沿って曲線を描きます。
- ➡ ここで、管理期間（存続期間）の上限や長伐期の目標年（80 年生）などの樹高成長を読み取ります。

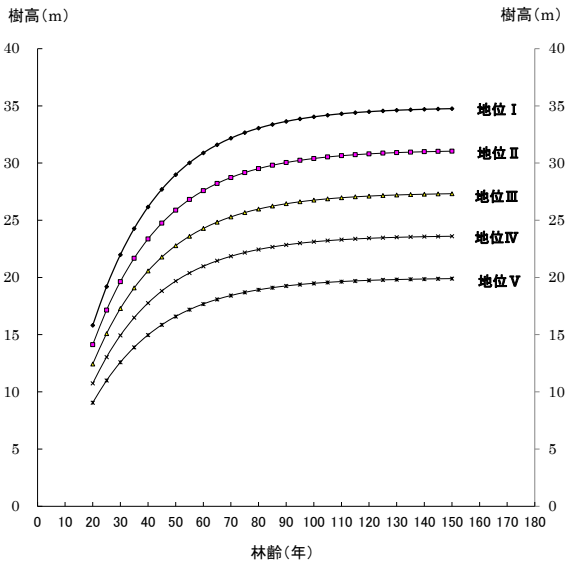


図 2-61 北関東・東山スギ林分樹高曲線

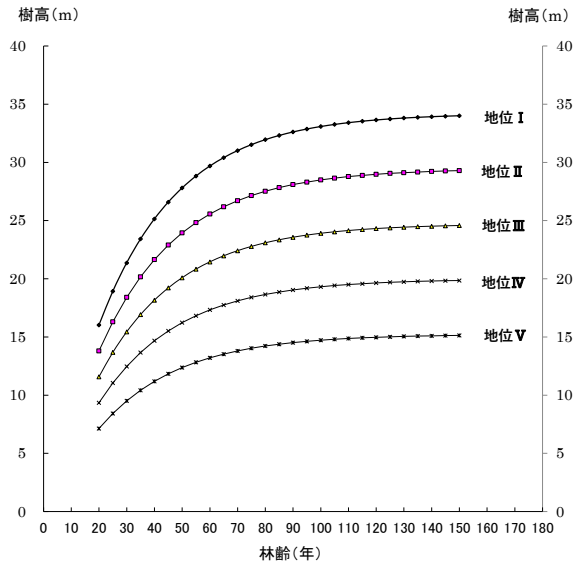


図 2-62 裏東北・北陸スギ林分樹高曲線

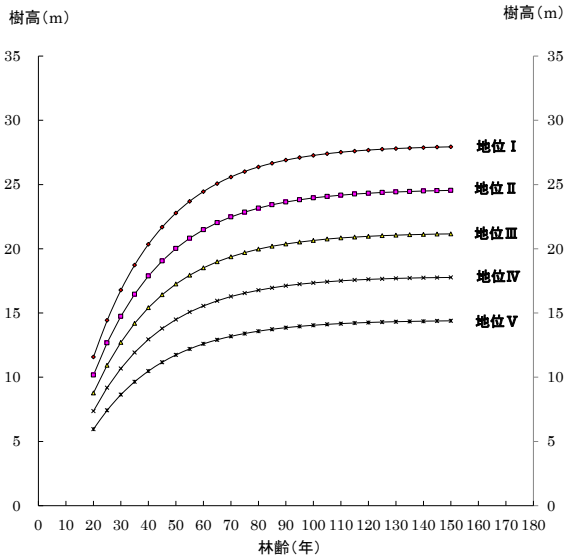


図 2-63 ヒノキ林分樹高曲線

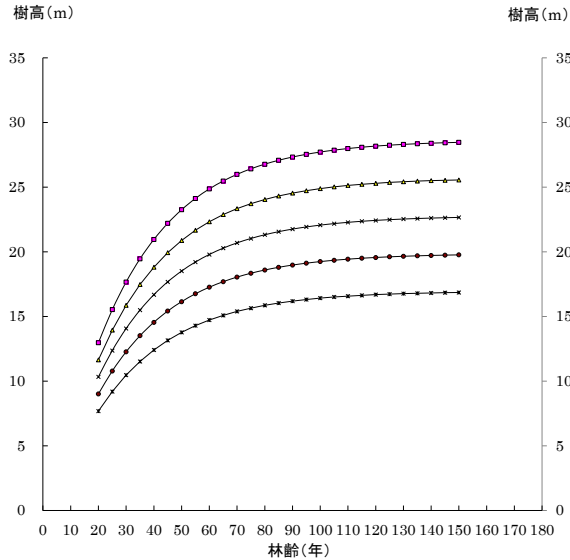


図 2-64 アカマツ林分樹高曲線

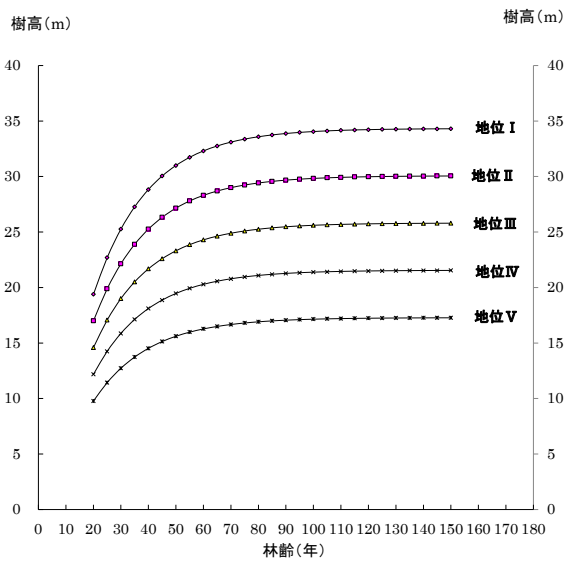


図 2-65 カラマツ林分樹高曲線

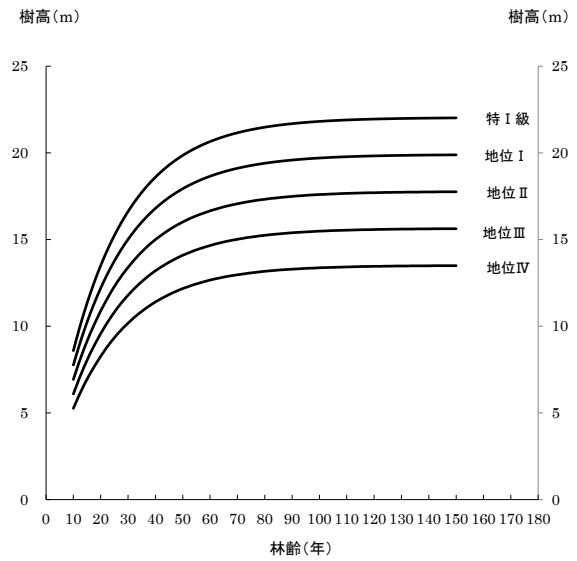


図 2-66 コナラ人工林分樹高曲線



この樹高曲線を使うと、森林の成長が予測できます。例えば、30年生で、樹高が14.8mのヒノキ林の場合、20年後（50年生）では20.0m、50年後（80年生）では23.2mと読み取ります（図2-67）。

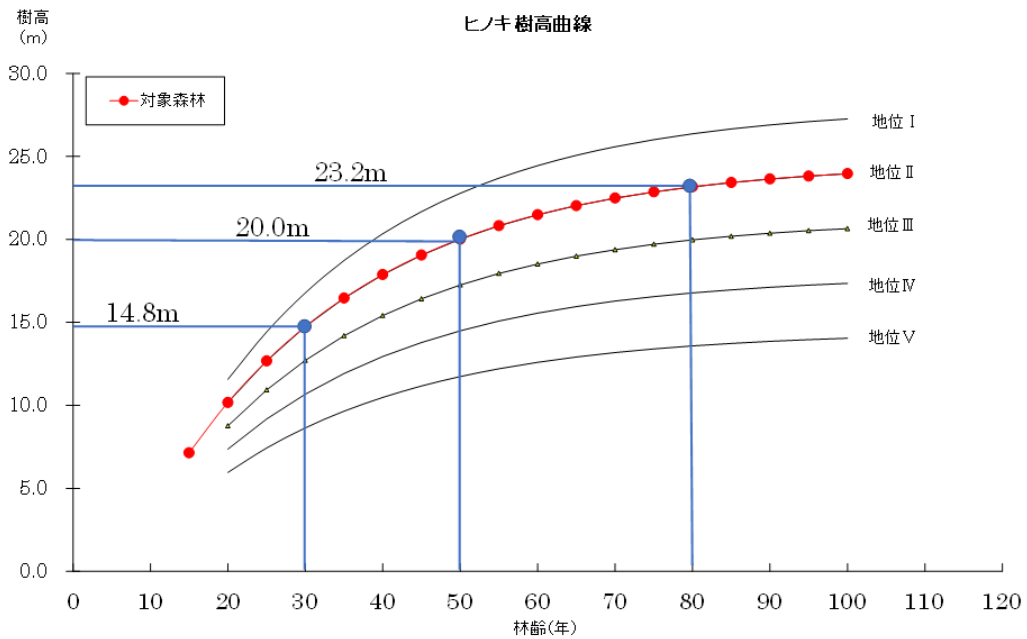


図 2-67 ヒノキ樹高曲線
（「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」一分子反応式を用いて作成）

(3) 密度判定 (図 2-60 の ③)

まず、ha 当たりの成立本数（立木本数）と、平均樹高から現在の密度（混み具合）を求めます。

密度管理図による収量比数（参照：第Ⅳ章 78～81 ページ）や相対幹距比（参照：第Ⅳ章 82 ページ）によって密度判定を行います。

【ポイント】

- ➡ 該当する密度管理図を用います。収量比数 $R_y=1.0$ が最多密度で、値が小さくなるほど疎になります。
- ➡ 相対幹距離 (S_r) は樹種に関係なく、ha 当たりの成立本数と平均樹高があれば求めることができます。 $S_r=20$ 前後が安定した森林で値が小さくなるほど過密度の森林です。

(4) 光環境の予測 (図 2-60 の ④)

先（第Ⅱ章 43 ページ）に記載しましたが、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツの人工林では、収量比数 (R_y) から現在の森林の相対照度を推計します（参照：第Ⅳ章 95 ページ）。





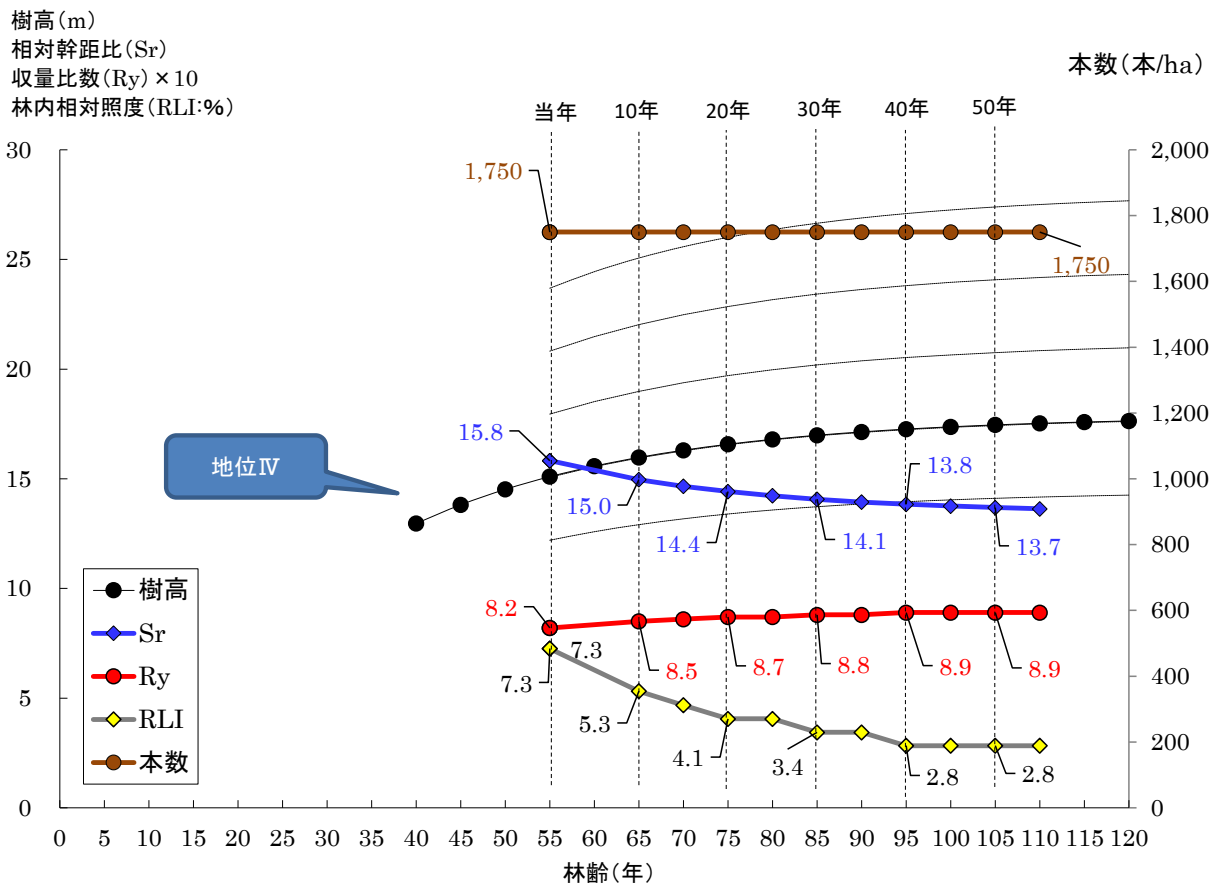
(5) 施業計画 (図 2-60 の ⑤)

① 現状維持における推移の確認

図 2-60 の②の樹高曲線から読み取った現在の樹高値を基に、③で確認した密度を樹高曲線上にプロットします。さらに、現在から数年先（例えば 10 年間隔で 50 年とか）までの樹高成長と、成立本数を現在のままとしたそれに相応する密度を求めると森林の推移を推定することができます。

図 2-68 は、間伐が実施されていない 55 年生の地位Ⅳのヒノキ林で、現況の成立本数をそのまま推移させたときの樹高成長と森林の密度 (Ry、Sr)、林内相照度 (RLI) の関係を同一グラフ、同一テーブル (表) に表示させたものです。

この図を見てもわかるように、間伐を実施しないまま推移させると、密度は一段と過密な状態に移行し、林内照度も低下していきます。



林齢	55	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
樹高m	15.1	16.0	16.3	16.6	16.8	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.5
本/ha	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
Ry	0.82	0.85	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89
Sr	15.8	15.0	14.7	14.4	14.2	14.1	13.9	13.8	13.8	13.7	13.6
推定RLI	7.3	5.3	4.7	4.1	4.1	3.4	3.4	2.8	2.8	2.8	2.8

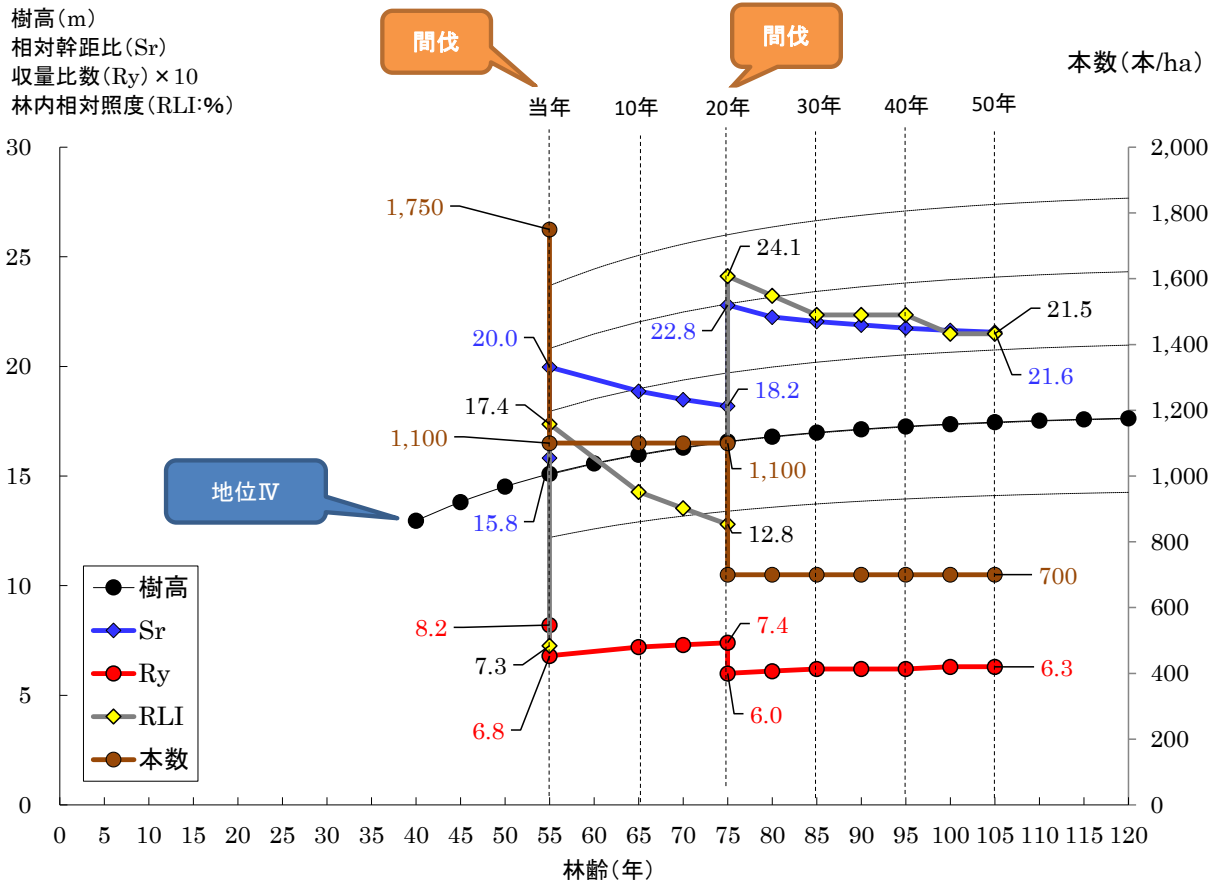
図 2-68 間伐が実施されていない 55 年生のヒノキ林の現況維持で推移させた場合の樹高成長と密度及び相対照度の推移

※ 収量比数 Ry は 10 倍の値
 ※ 相対照度 RLI は%



② 間伐計画

図 2-69 は、図 2-68 と同じ森林を当年度（55 年生）に間伐を実施し、20 年後の 75 年生で第 2 回目の間伐を実施する施業計画の密度と相対照度の推移を表しています。



林齢	55	55	65	70	75	75	80	85	90	95	100	105
樹高m	15.1	15.1	16.0	16.3	16.6	16.6	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.5
本/ha	1,750	1,100	1,100	1,100	1,100	700	700	700	700	700	700	700
RY	0.82	0.68	0.72	0.73	0.74	0.60	0.61	0.62	0.62	0.62	0.63	0.63
Sr	15.8	20.0	18.9	18.5	18.2	22.8	22.3	22.1	21.9	21.8	21.6	21.6
推定RLI	7.3	17.4	14.3	13.5	12.8	24.1	23.2	22.4	22.4	22.4	21.5	21.5

図 2-69 間伐が実施されていない 55 年生のヒノキ林の施業計画

※ 収量比数 Ry は 10 倍の値

※ 相対照度 RLI は%

間伐が実施されていない森林なので、一度に本数を調整する強度間伐を実施した場合、気象害の危険性があるため、収量比数 (Ry) の管理基準とされる Ry=0.15 以内の変動として、第 1 回目では 1,750 本/ha を 1,100 本/ha まで間伐します。これで Ry=0.82 の過密度の林分から Ry=0.68 の中庸な密度となり、相対幹距比 (Sr) も 15.8 から Sr=20.0 の最も理想的な密度となります。相対照度 (RLI) も 7.3% から 17.4% まで高まります。

第 1 回間伐のまま推移させると再び過密度に移行するため、20 年後の 75 年生で再び間伐を実施します。この段階でも Sr=0.15 以内の変動として、1,100 本/ha を 700 本/ha まで



で間伐します。これにより $Ry=0.74$ から $Ry=0.60$ の低密度となり、相対幹距比 (Sr)も 18.2 から $Sr=22.8$ となります。相対照度 (RLI)は 12.8%まで暗くなった森林を 24.1%まで高めることができます。

この間伐以降の推移を見ると、樹高成長は鈍化して緩やかな成長となるため、第 2 回目の間伐 50 年後の 105 年生までは、密度、照度ともほぼ変動がなく、安定的に推移すると想定できます。

このように、樹高成長を予測することで、対象となる森林ごとに施業計画を立てることができます。

なお、この森林では 20 年間のうち初年度と 20 年後に 2 回の間伐を実施することで、目標林型の針広混交林への誘導の初期段階の目的を達成できることとなります。これ以降、顕著な密度変化がないものとするれば、ここまでを市町村森林経営管理事業の管理期間（存続期間）とすることもできます。

③ 地位が良い森林の間伐計画

図 2-70 は、地位の良い 55 年生のヒノキ林で、長伐期施業を目標とした森林の間伐計画です。当年度（55 年生）に間伐を実施し、10 年後の 65 年生で第 2 回目の間伐を実施する施業計画の密度と相対照度の推移を表しています。

地位Ⅰと樹高成長が良い森林なので、極めて過密度の森林となっています。間伐が実施されていない森林なので、一度に本数を調整する強度間伐を実施した場合、気象害の危険性があるため、収量比数 (Ry) 管理基準とされる $Ry=0.15$ 以内の変動として、第 1 回目では 1,000 本/ha を 600 本/ha まで間伐します。これで $Ry=0.89$ の過密度の林分から $Ry=0.75$ の中庸な密度となり、相対幹距比 (Sr)も 13.3 から $Sr=17.2$ の密度となります。相対照度 (RLI)も 2.8%から 12.1%まで高まります。

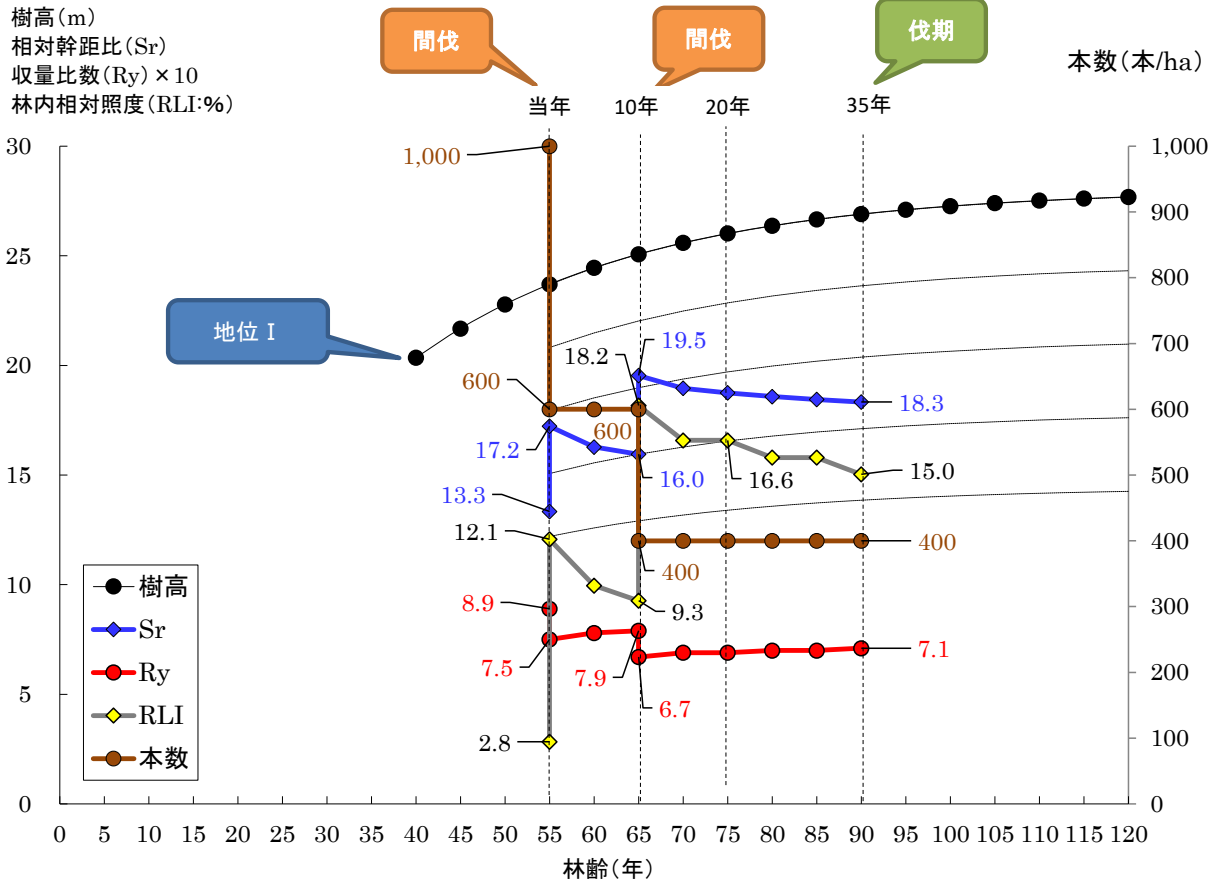
第 1 回間伐のまま推移させると再び過密度に移行するため、10 年後の 65 年生で再び間伐を実施します。この段階でも $Ry=0.15$ 以内の変動として、600 本/ha を 400 本/ha まで間伐します。これにより $Ry=0.79$ から $Ry=0.67$ の密度となり、相対幹距比 (Sr)も 16.0 から $Sr=19.5$ の密度となります。相対照度 (RLI)は 9.3%まで暗くなった森林を 18.2%まで高めることができます。

この間伐以降の推移をみると、長伐期の目標林齢 90 年生までは、樹高成長は鈍化して緩やかな成長となるため、安定的に推移すると想定できます。

なお、この森林は、「自然的条件が良く経済的に成り立つと見込まれるものの民間事業者に経営管理実施権を設定できていない森林」に相当しますので、管理期間（存続期間は 15



年が目安となります。15年間のうち初年度と10年後に2回の間伐を実施することで、長伐期への誘導の初期段階の目的を達成できることとなります。これ以降、顕著な密度変化がないものとするれば、ここまでを市町村森林経営管理事業の管理期間（存続期間）とすることもできます。



林齢	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90
樹高m	23.7	23.7	25.1	25.6	25.6	26.4	26.7	26.9	27.1	27.3
本/ha	1,000	600	600	600	400	400	400	400	400	400
Ry	0.89	0.75	0.78	0.79	0.67	0.69	0.69	0.70	0.70	0.71
Sr	13.3	17.2	16.3	16.0	19.5	19.0	18.8	18.6	18.5	18.3
推定RLI	2.8	12.1	10.0	9.3	18.2	16.6	16.6	15.8	15.8	15.0

図 2-70 間伐が実施されていない地位の良い55年生のヒノキ林の施業計画

【ポイント】

- ➡ 樹高成長曲線から、該当する森林の成立本数を現状維持とした場合の密度（ $Ry \cdot Sr$ ）及び相対照度（RLI）を確認します。
- ➡ 現状維持で過密度に推移する（ $Ry=0.8$ 以上が続く、 $Sr=19$ 以下が続く）と判断される場合は、間伐計画を検討します。
- ➡ 間伐する年（年度）を決めます。



- ➡ 収量比数 (Ry) の変動が 0.15 以内となるよう間伐本数を決めます。相対幹距比 (Sr) では変動が 4 前後となるようにします。
- ➡ 間伐後の樹高成長と密度の推移を確認します。
- ➡ 再度高密度に推移する場合は、収量比数 (Ry) の変動が 0.15 以内となるよう間伐本数を決めます。相対幹距比 (Sr) では変動が 4 前後となるようにします。
- ➡ 上記の確認を繰り返し行います。
- ➡ 地位が低い成熟段階 (50 年生以上) の森林では、旺盛な樹高成長とはならないため、可能な限り間伐回数を少なく、適正な密度に誘導できるようにします。
- ➡ 長伐期を目指す森林では地位が高い場合も想定されるので、長伐期の目標林齢 (80 年～90 年生以上) で、適正密度 (Ry=0.7 前後、Sr=20 前後) になるような間伐計画を立てます。

図 2-68～図 2-70 のような成長予測を確認できるよう、スギ(表)、スギ(裏)、ヒノキ、アカマツ、カラマツについて、長野県のホームページに Excel 形式で掲載します (後述：第Ⅱ章 105 ページ)。

Ⅱ-1 1-2 施業計画の例

ここから、スギ、アカマツ、カラマツを施業計画の例として掲載します。表示期間は開始期から 50 年間としています。

図に併記する推移表の因子 (用語) は以下のとおりです (参照：第Ⅳ章 86 ページ)。

V	幹材積/ha	Ry	収量比数
HF	林分形状高	理論 D(M)	平均胸高直径 cm
G	断面積 m ² /ha	理論 Fr	林分形状比
DG	断面積平均直径	Sr	相対幹距比
NRF	最多密度本数 (当該樹高)	推定 RLI (%)	相対照度
VRF	最多密度材積 (当該樹高)		

理論 D(M)、理論 Fr は、計算によって導かれる値





(1) 地位Ⅲのスギ(関東・東山)

林齢 50 年生、地位Ⅲの中庸の樹高成長を示すスギ林で、長伐期(80 年生)を目標林型にすること、針広混交林を目標林型することも可能な林分です。管理初年度に間伐を実施したと仮定して、その森林の施業計画の例を示します(図 2-71)。

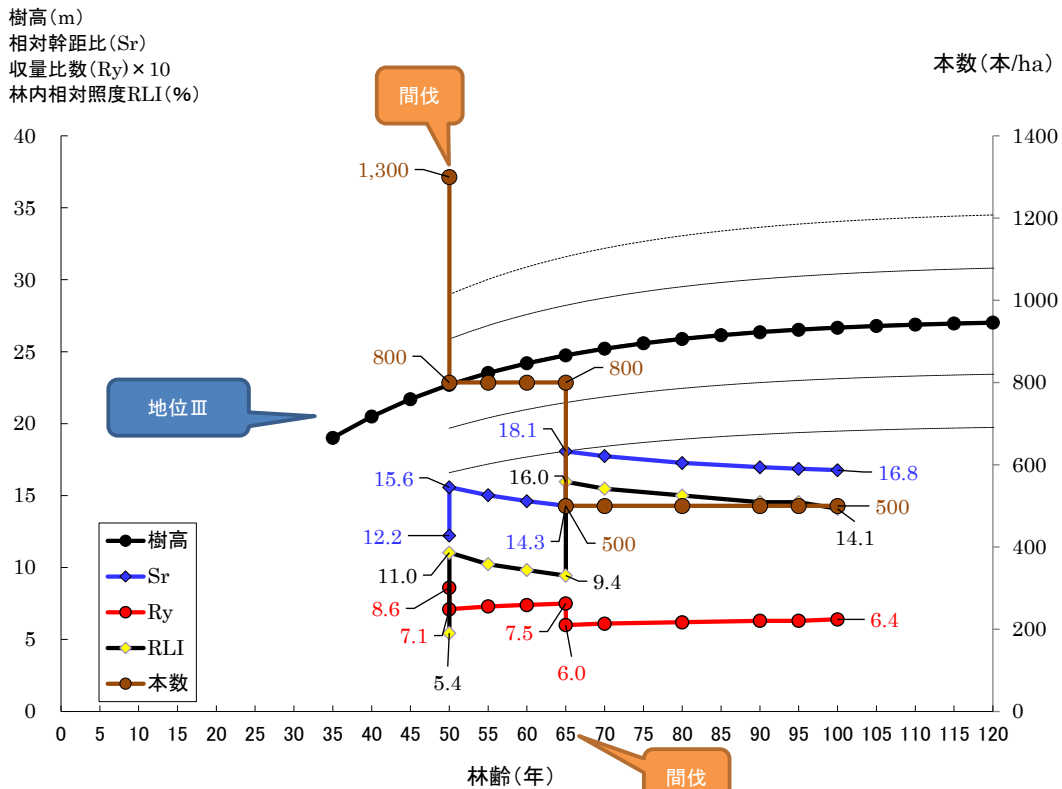
林 齢：50 年

地 位：Ⅲ。 林業経営も可能であるが、管理されていない森林

樹高曲線式：「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」長野県林務部、昭和 59 年。一分子反応式

密度指標：収量比数 (Ry)、相対幹距比 (Sr)

初期間伐：収量比数 Ry の変動を 0.15 以内(気象害対策)



林齢	50	50	55	60	65	65	70	80	90	95	100
樹高m	22.7	22.7	23.5	24.2	24.7	24.7	25.2	25.9	26.4	26.5	26.7
本/ha	1,300	800	800	800	800	500	500	500	500	500	500
V	675.3	557.6	599.5	634.9	664.5	530.4	551.9	584.8	607.5	616.0	623.0
HF	11.3	11.0	11.4	11.7	12.0	11.7	12.0	12.3	12.5	12.5	12.6
G	60.0	50.6	52.6	54.3	55.6	45.1	46.2	47.7	48.7	49.1	49.4
DG	24.2	28.4	28.9	29.4	29.7	33.9	34.3	34.9	35.2	35.4	35.5
NRF	2199.8	2199.8	2086.0	1999.6	1932.9	1932.9	1880.8	1807.0	1759.7	1742.7	1728.9
VRF	783.4	783.4	822.6	855.2	882.2	882.2	904.7	938.6	961.7	970.3	977.4
Ry	0.86	0.71	0.73	0.74	0.75	0.60	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64
理論D(M)	23.38	27.63	28.16	28.59	28.92	33.16	33.53	34.07	34.43	34.56	34.67
理論Fr	97.11	82.15	83.52	84.64	85.57	74.63	75.17	75.98	76.53	76.74	76.91
推定Fr	81.07	70.38	71.74	72.86	73.77	65.50	66.06	66.90	67.47	67.68	67.86
Sr	12.2	15.6	15.0	14.6	14.3	18.1	17.7	17.3	17.0	16.9	16.8
推定RLI	5.4	11.0	10.2	9.8	9.4	16.0	15.5	15.0	14.5	14.54	14.1

図 2-71 林業経営も可能であるが、管理されていない地位Ⅲのスギ林施業計画



(2) 地位Ⅲのアカマツ

管理期間（存続期間）を50年とした針広混交林を目標林型するアカマツ林について、管理初年度に間伐を実施したと仮定して、その森林の施業計画の例を示します（図2-72）。

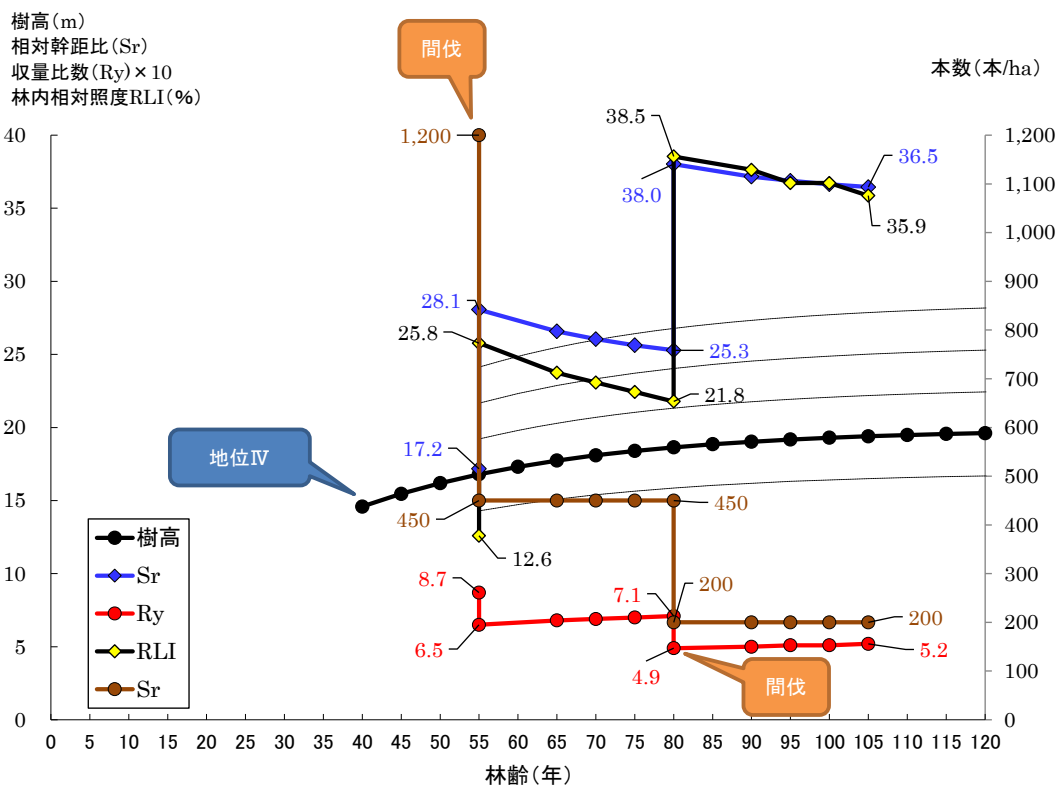
林 齢：55年。長野県の齢級構成で最も多い11齢級でシミュレーション

地 位：Ⅳ。 林業経営に適さない地位の領域

樹高曲線式：「長野県民有林 人工林林分材積表・収穫予想表」長野県林務部、昭和59年。修正指数式

密度指標：収量比数（Ry）、相対幹距比（Sr）

初期間伐：収量比数 Ry の変動を0.15以内（気象害対策）



林齢	55	55	65	70	75	80	80	90	95	100	105
樹高m	16.8	16.8	17.7	18.1	18.4	18.6	18.6	19.0	19.2	19.3	19.4
本/ha	1,200	450	450	450	450	450	200	200	200	200	200
V	303.8	227.7	254.2	264.5	273.2	280.5	194.2	204.9	208.7	211.8	214.4
HF	8.1	7.8	8.2	8.3	8.4	8.5	8.3	8.5	8.6	8.6	8.6
G	37.3	29.2	31.1	31.8	32.3	32.8	23.3	24.1	24.4	24.6	24.8
DG	19.9	28.8	29.7	30.0	30.3	30.5	38.5	39.2	39.4	39.6	39.7
NRF	3494.5	3494.5	3111.5	2981.6	2879.0	2797.1	2811.2	2677.7	2634.2	2598.6	2569.3
VRF	349.9	349.9	373.5	382.6	390.2	396.5	395.4	406.4	410.1	413.3	415.9
Ry	0.87	0.65	0.68	0.69	0.70	0.71	0.49	0.50	0.51	0.51	0.52
理論D(M)	19.3	28.1	29.0	29.3	29.6	29.8	37.8	38.4	38.6	38.8	38.9
理論Fr	86.9	59.8	61.2	61.8	62.2	62.6	49.3	49.6	49.7	49.7	49.8
推定Fr	76.4	54.6	56.0	56.6	57.1	57.5	46.0	46.3	46.4	46.5	46.6
Sr	17.2	28.1	26.6	26.1	25.6	25.3	38.0	37.2	36.9	36.6	36.5
推定RLI	12.6	25.8	23.7	23.1	22.4	21.8	38.5	37.6	36.7	36.7	35.9

図2-72 林業経営に適さない地位Ⅳのアカマツ林施業計画





(3) 地位Ⅳのカラマツ

管理期間(存続期間)を50年とした針広混交林を目標林型するカラマツについて、管理初年度に間伐を実施したと仮定して、その森林の施業計画の例を示します(図2-73)。

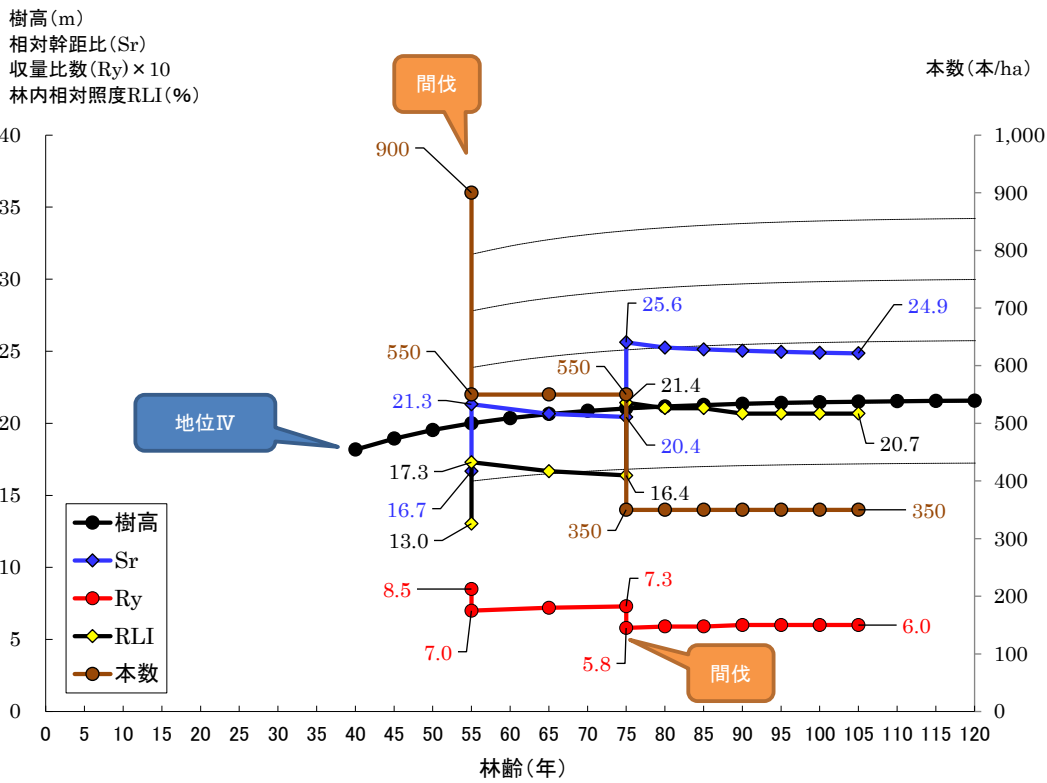
林 齢：55年。長野県の齢級構成で最も多い11齢級でシミュレーション

地 位：Ⅳ。 林業経営に適さない地位の領域

樹高曲線式：「長野県民有林人工カラマツ林・長伐期施業の手引き」長野県林務部、平成3年。ミッチャーリッヒ曲線式

密度指標：収量比数(Ry)、相対幹距比(Sr)

初期間伐：収量比数 Ry の変動を0.15以内(気象害対策)



林齢	55	55	65	75	75	80	85	90	95	100	105
樹高m	20.0	20.0	20.6	20.9	20.9	21.2	21.3	21.4	21.4	21.5	21.5
本/ha	900	550	550	550	350	350	350	350	350	350	350
V	318.1	262.7	280.4	286.5	230.1	237.6	240.2	242.2	243.8	245.1	246.0
HF	10.0	10.0	10.3	10.4	10.4	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6	10.7
G	31.7	26.3	27.2	27.6	22.2	22.6	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1
DG	21.2	24.7	25.1	25.3	28.4	28.7	28.8	28.9	28.9	29.0	29.0
NRF	1635.4	1635.4	1545.8	1517.0	1517.0	1478.4	1465.6	1455.8	1448.2	1442.3	1437.8
VRF	373.8	373.8	389.1	394.4	394.4	401.8	404.3	406.2	407.7	408.9	409.9
Ry	0.85	0.70	0.72	0.73	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60
理論D(M)	20.6	24.1	24.5	24.7	27.8	28.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.3
理論Fr	96.9	83.0	84.2	84.6	75.1	75.5	75.6	75.7	75.8	75.9	75.9
推定Fr	83.3	72.9	74.0	74.4	67.0	67.4	67.5	67.7	67.7	67.8	67.9
Sr	16.7	21.3	20.7	20.4	25.6	25.3	25.1	25.0	25.0	24.9	24.9
推定RLI	13.0	17.3	16.7	16.4	21.4	21.1	21.1	20.7	20.7	20.7	20.7

図2-73 林業経営に適さない地位Ⅳのカラマツ林施業計画



II-1 1-3 施業計画 Excel シート

施業計画を検討するための樹高曲線、本数（本 n/ha）、収量比数（Ry）、相対照度（RLI）をグラフ化できる計算シートを Excel 形式（97-2003 ブック）で作成しました。

一つの Excel にそれぞれのシートとして、スギ（裏）、スギ（表）、ヒノキ、アカマツ、カラマツの順となっています（図 2-74）。

この Excel 計算で確認できる事項は、

- ① 現況の状態、そのまま推移した場合
- ② 間伐計画の入力

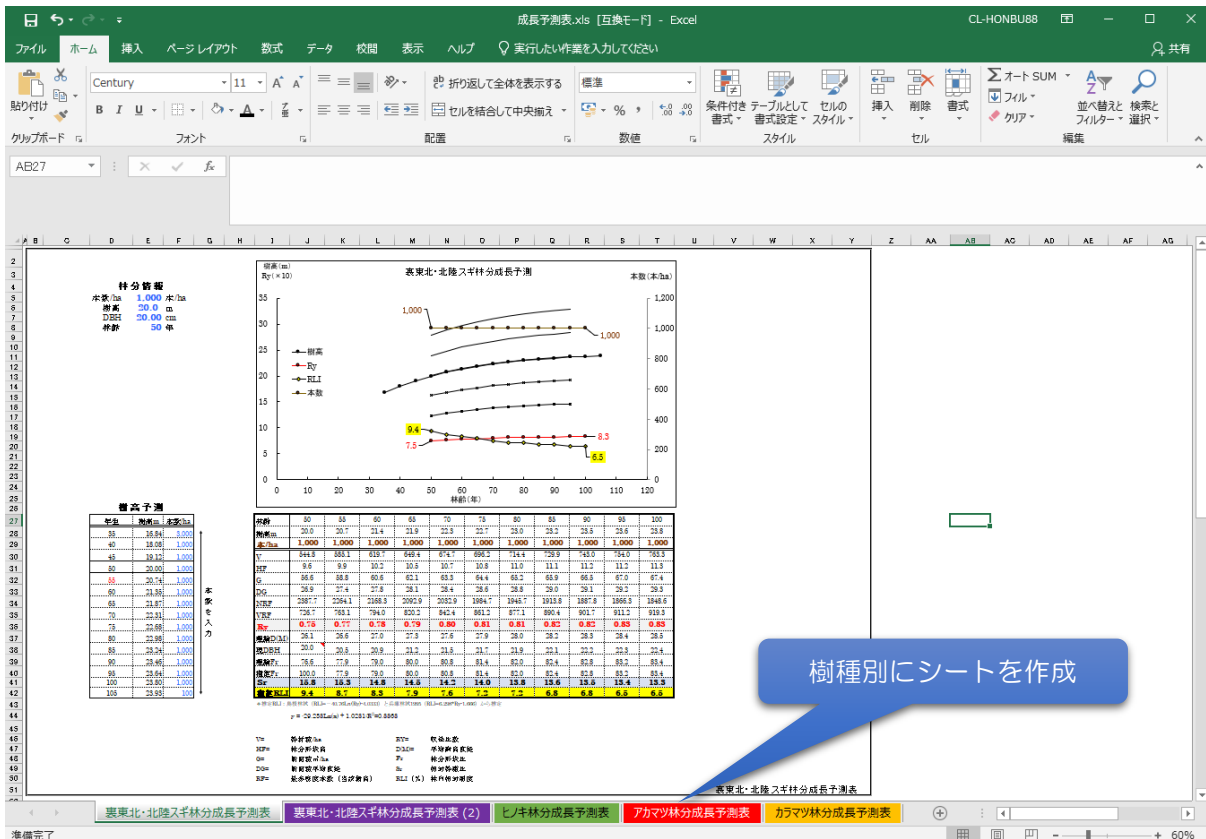


図 2-74 施業計画を検討する計算シート（Excel 97-2003 ブック）

簡単に使用していただくために、入力可能なセルは青字としています。また、複雑な計算式となっていますので、入力可能な箇所以外は、不可視、操作できないようにしています。印刷できる範囲は図 2-75（次ページ）の範囲です。

次、利用にあたり注意してください。

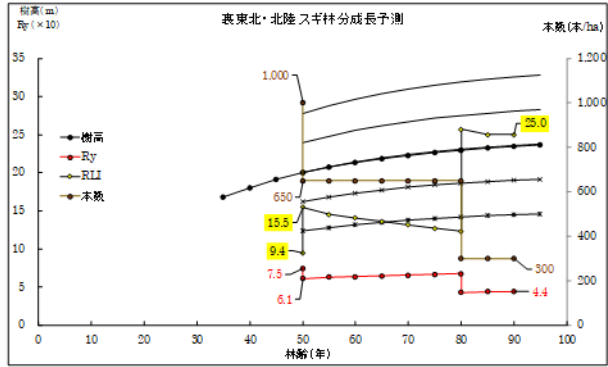
- ① 各樹種シートとも、どのセル（行・列）も削除しないようにしてください
- ② 入力は青字のセルだけにしてください





①

林分情報
 本数/ha 1,000 本/ha
 樹高 20.0 m
 DBH 20.00 cm
 林齢 50 年



②

樹高予測

年令	樹高	本数/ha
35	16.6	1,000
40	18.0	1,000
45	19.1	1,000
50	20.0	1,000
55	20.7	830
60	21.3	680
65	21.8	550
70	22.3	440
75	22.8	350
80	23.3	280
85	23.8	220
90	24.4	170
95	25.0	130

③

林齢	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
樹高(m)	20.0	20.0	20.7	21.3	21.8	22.3	22.8	23.3	23.8	24.4	25.0	25.6	26.2
本数/ha	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	830	680	550	440	350	280	220	170
Ry	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
RLI	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
本数	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	830	680	550	440	350	280	220	170

図 2-75 施業計画を検討する計算シート印刷範囲 (Excel 97-2003ブック)

【操作手順】

① 現況の状態の推移を知りたい

現地で調査した成立本数(本/ha)と樹高をシート左上の林分情報に入力します。入力箇所は青字(図のセルです(図 2-76)。

シートにある樹高曲線グラフに自動で樹高曲線が描画され、該当林齢の 55 年先まで自動でグラフの Ry、RLI の推移が表示されます(図 2-77)。

林分情報

本数/ha **1,000** 本/ha
 樹高 **20.0** m
 DBH **20.00** cm
 林齢 **50** 年

図 2-76 情報入力
青字のセルに入力

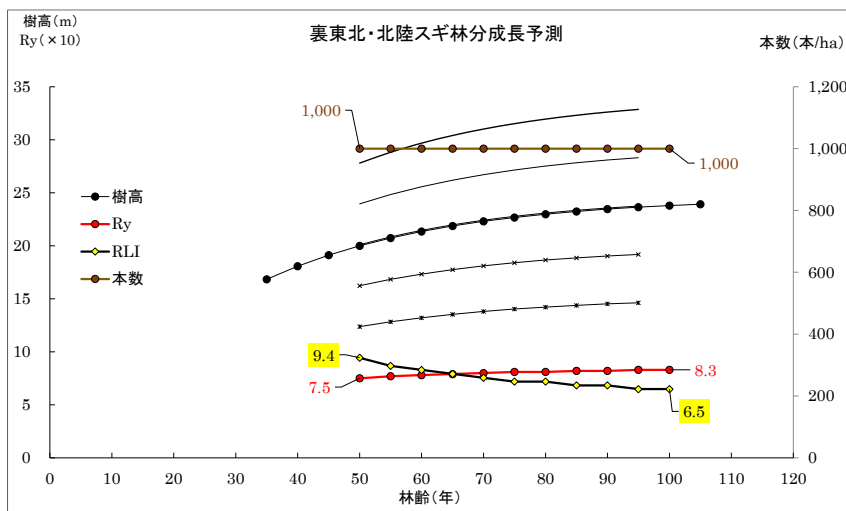


図 2-77 現況の推移 (情報入力で表現されるグラフ)



この時、該当林分の樹高曲線は黒字の太線で描画されます。この樹高曲線を確認して地位を読み取ってください（図 2-78）。

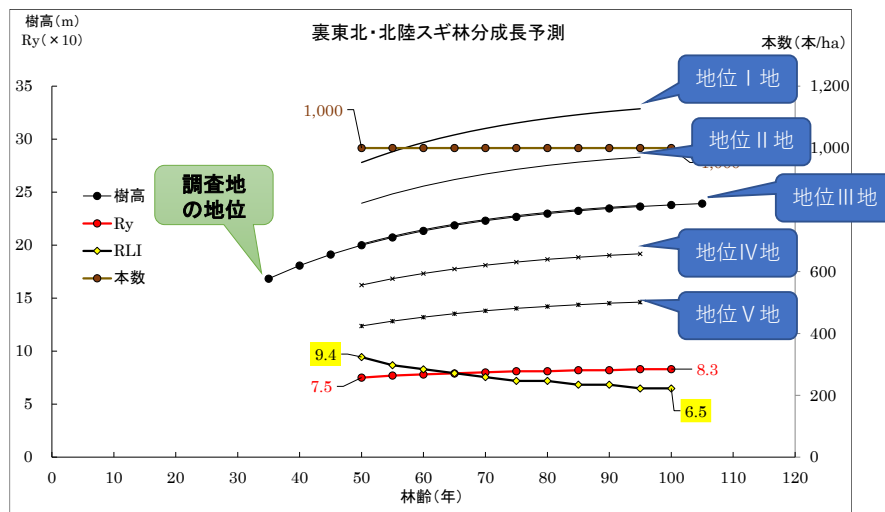


図 2-78 地位の判読

② 施業計画を検討したい

該当森林の現在の情報を入力した後、シート左下にある樹高予測表を見ると図 2-79 左のような現在の林齢、樹高及び本数が表示されています。この情報が中央のグラフに表示されていることとなります。

施業計画を検討したい場合は、図 2-79 右の本数の列を変更することで、中央のグラフと下段の推移表の数字が変わります。ただし、この状態では間伐等の施業実施年度の密度状態の変化がわかりません（図 2-80）。

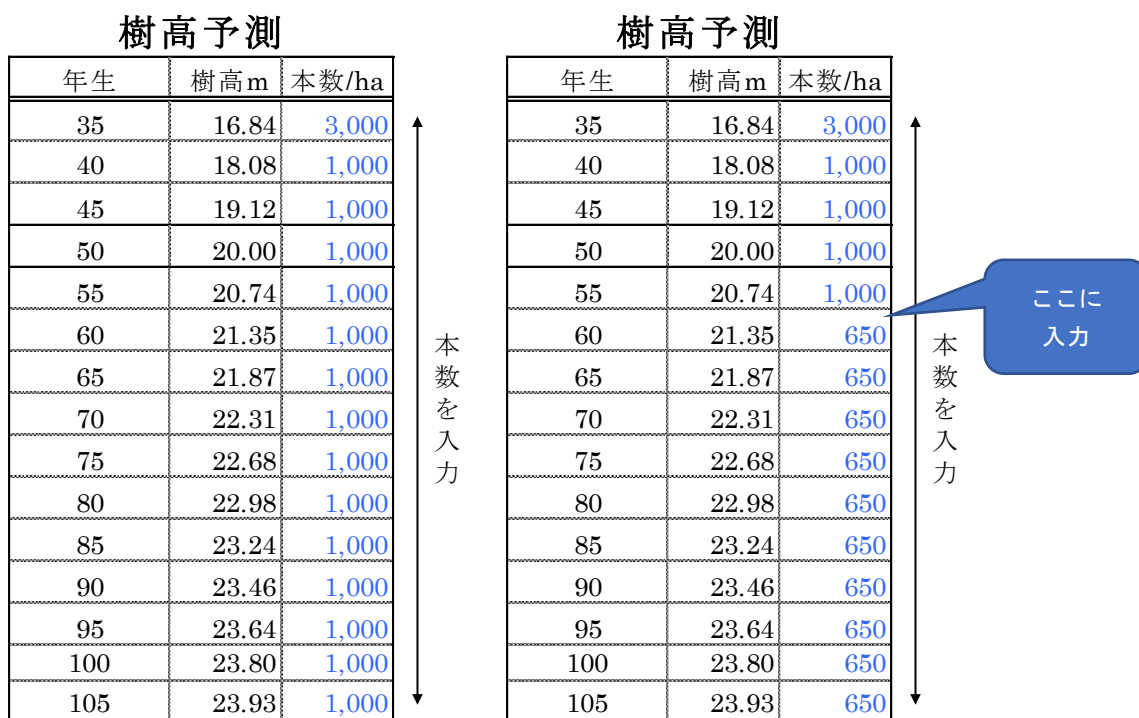


図 2-79 現在の情報（左）と施業計画の入力（右）

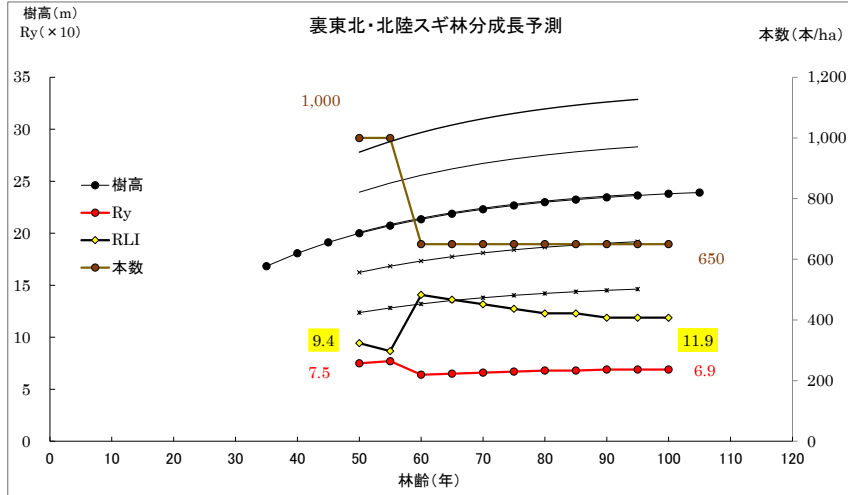


図 2-80 地位の判読

そこで、樹高予測表の年生の列で、間伐をしたい年をその年の下に重ねて入力します。図 2-81 では 50 年生、1,000 本/ha の現況の下の行の年生列を“50”、本数/ha の列を“650”と入力します。これで、間伐を実施した効果（密度と林内照度の変化）が確認できます（図 2-82）。

なお、入力した年生の列はその後 5 年単位で林齢が変わりますが、本数は自動的に変わりませんので注意してください。

樹高予測

年生	樹高m	本数/ha
35	16.84	3,000
40	18.08	1,000
45	19.12	1,000
50	20.00	1,000
50	20.00	650
55	20.74	650
60	21.35	650
65	21.87	650
70	22.31	650
75	22.68	650
80	22.98	650
85	23.24	650
90	23.46	650
95	23.64	650
100	23.80	650

図 2-81 50 年生で施業を実施するときの入力

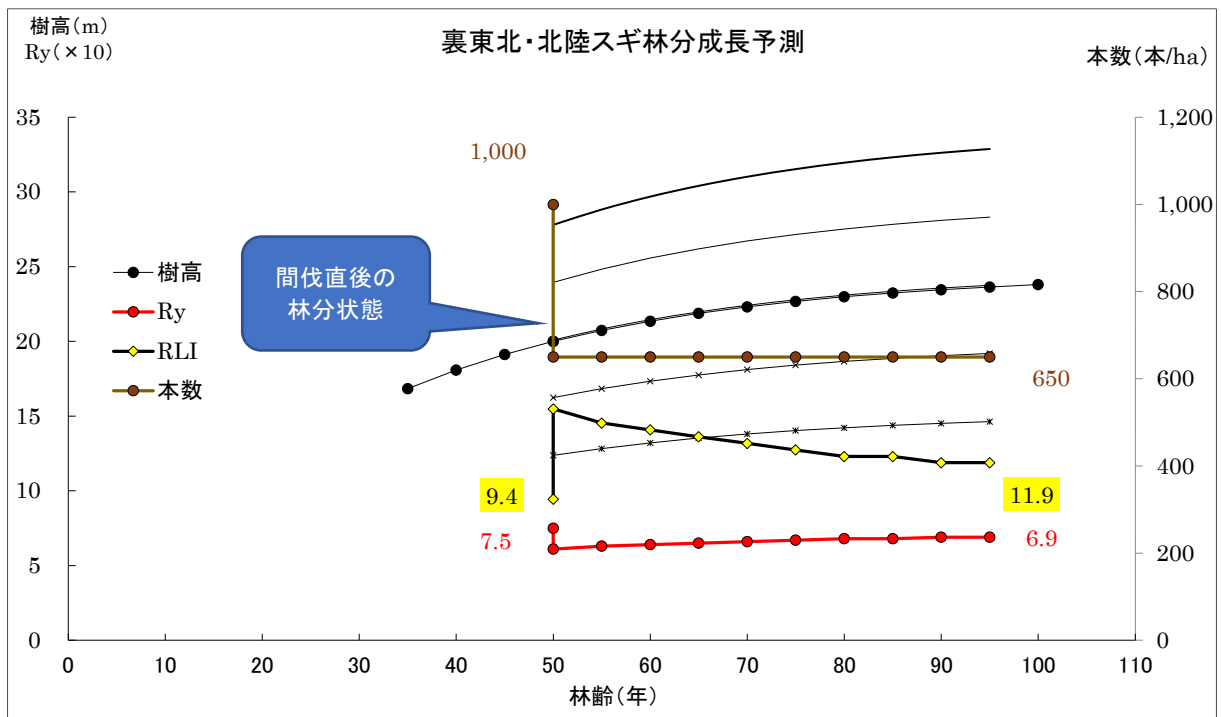


図 2-82 間伐計画を入力した結果

今後 50 年で 2 回間伐を実施する計画を立てる場合は、同じように 2 回入力します（図 2-83）。これで 2 回の間伐による施業計画が立てられます（図 2-84）。

樹高予測

年生	樹高m	本数/ha
35	16.84	3,000
40	18.08	1,000
45	19.12	1,000
50	20.00	1,000
50	20.00	650
55	20.74	650
60	21.35	650
65	21.87	650
70	22.31	650
75	22.68	650
80	22.98	650
80	22.98	300
85	23.24	300
90	23.46	300
95	23.64	300

ここに 入力

ここに 入力

ここに 入力

ここに 入力

本数を入力

図 2-83 50 年生と 80 年生施業を実施するときの入力



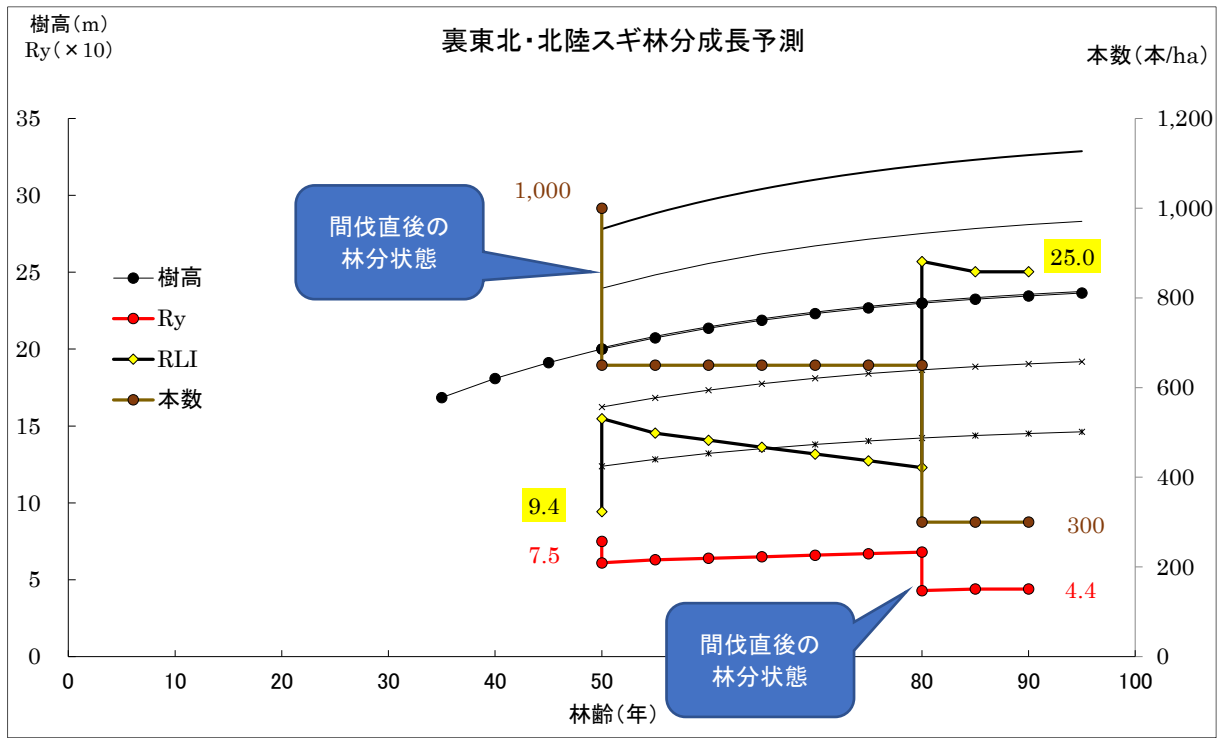


図 2-84 間伐計画を入力した結果

下段にある推移表は、詳細な計算情報を表しています（図 2-85）。第Ⅳ章 86 ページに記載していますので確認してください。

林齢	50	50	55	60	65	70	75	80	80	85	90
樹高m	20.0	20.0	20.7	21.4	21.9	22.3	22.7	23.0	23.0	23.2	23.5
本/ha	1,000	650	650	650	650	650	650	650	300	300	300
V	544.8	442.2	477.6	508.3	534.6	557.1	576.3	592.7	378.0	388.0	396.6
HF	9.6	9.4	9.7	10.0	10.2	10.4	10.6	10.7	10.3	10.4	10.5
G	56.6	47.1	49.2	51.0	52.4	53.6	54.6	55.5	36.6	37.2	37.7
DG	26.9	30.4	31.0	31.6	32.0	32.4	32.7	33.0	39.4	39.7	40.0
NRF	2387.7	2387.7	2264.1	2168.3	2092.9	2032.9	1984.7	1945.7	1945.7	1913.8	1887.8
VRF	726.7	726.7	763.1	794.0	820.2	842.4	861.2	877.1	877.1	890.4	901.7
Ry	0.75	0.61	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.43	0.44	0.44
理論D(M)	26.1	29.6	30.2	30.8	31.2	31.6	31.9	32.1	38.5	38.8	39.0
現DBH	20.0	23.5	24.1	24.7	25.1	25.5	25.8	26.0	32.4	32.7	32.9
理論Fr	76.6	67.6	68.6	69.4	70.1	70.7	71.1	71.5	59.7	59.9	60.1
推定Fr	100.0	67.6	68.6	69.4	70.1	70.7	71.1	71.5	59.7	59.9	60.1
Sr	15.8	19.6	18.9	18.4	17.9	17.6	17.3	17.1	25.1	24.8	24.6
推定RLI	9.4	15.5	14.5	14.1	13.6	13.2	12.7	12.3	25.7	25.0	25.0

図 2-85 計算シート中央下段にある推移表