



神奈川県

環境農政局緑政部水源環境保全課

(自然環境保全センター研究連携課協力)

水源林整備の手引き

令和4年3月



しずくちゃん
水源環境保全・再生
イメージキャラクター



「かながわ水源の森林づくり」
シンボルマーク

改訂に当たって

水源林整備は、森林の持つ水源かん養機能の維持、増進を目的として、地形、林相など、森林の状況に応じて目標とする林型を定め、それに向けて施業を行うものです。こうした整備を行う現場担当者の手引書として、平成10年12月に『水源林整備の手引き』を作成し、活用してきました。

整備とモニタリングを並行して進めるなかで、複層林や針広混交林等の研究データが蓄積され、整備に生かせる新しい知見や技術も出てきたことから平成25年4月に初めての改訂を行ったほか、平成29年3月の改訂では「森林モニタリング」や「溪畔域における森林整備」の項目を新たに設定するなど、これまで常に最新の知見を盛り込んできました。

今回の改訂では、令和元年東日本台風により水源地域の森林に多くの被害が発生したように、今後も土砂災害の頻発化、激甚化が懸念されることから、こうした台風等の自然災害を見据え、気象災害対策に「豪雨被害」の項目を追加したほか、近年、ナラ枯れの被害が急増していることへの対応を追加するなど、新たな課題に対応しています。

令和4年3月 水源環境保全課

目 次

第1章	森林整備の方針	
第1	水源林整備の考え方	3
1-1	水源林整備の手引きの対象事業	3
1-2	水源林整備の理念	3
1-3	水源林整備の方針	4
1-4	整備に対する共通の考え方	4
1-5	水源の森林づくり事業における目標林型	5
第2	水源かん養機能と整備	6
2-1	森林の水源かん養機能の仕組み	6
2-2	下層植生の衰退と水源かん養機能	7
第2章	目標林型別の施業方法	
第1	複層林の整備	8
第2	単層林の整備	13
第3	巨木林の整備	14
第4	混交林の整備	17
第5	広葉樹林の整備	20
第3章	森林整備の実際	25
第1	間伐	25
第2	枝打	27
第3	除伐	28
第4	つる切り	28
第4章	整備に際しての共通の注意点	
第1	目標林型の選択における留意点	29
第2	気象災害対策	30
第3	野生動植物との共存	34
第4	病虫害対策	38
第5	土壌保全工法	43
第6	溪畔域における森林整備	47
第7	尾根等における森林整備	48
第8	苗木植栽の考え方	49
第5章	森林モニタリング	50
第6章	水源林調査の基礎知識	
第1	標準地調査法	55
第2	森林土壌の調査法	56
第3	照度の測定法	57
付属資料		
	・地位別樹高曲線	58
	・収量比数判定表	59

第1章 森林整備の方針

第1 水源林整備の考え方

1-1 水源林整備の手引きの対象事業

水源の森林づくり事業では、整備協定の締結・分収林契約・森林の買入れ、長期施業受委託等により、水源林を確保し、整備を行うこととしています。

この小冊子は、以上の方法により水源林として確保した森林の整備の手引きとして作成しました。

また、水源林の整備に当たっては、人工林と自然林の別、経済的立地条件（林道からの遠近）など、「かながわ森林再生50年構想」の森林区分を踏まえて、それぞれの地域特性に応じた森林の整備・管理を進めていく必要があります。

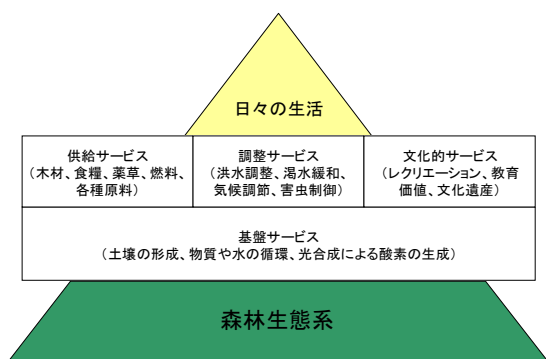
1-2 水源林整備の理念

森林には4つの生態系サービスがあります。土壌の形成や物質循環を担う「基盤サービス」と、洪水の調節や水資源の貯留といった水源かん養機能などを担う「調整サービス」、木材や食糧、薬品などの「供給サービス」、そしてレクリエーションや文化遺産としての「文化的サービス」です（図1）。

本県の水源林整備事業は、生態系サービスのうち特に調整サービスの水源かん養機能の発揮を主目的としており、水源かん養機能の発揮には森林土壌の保全が最も重要です。

(*1)

図1 生態系サービスの概念図



森林土壌の有機物量と水源かん養機能は老齢段階（高齢級）の林分で高いことがわかっています（図2）。

また、森林土壌を保全することは生物多様性の保全機能など他の公益的機能とも調和します。

したがって、水源林整備は対象となる林分の発達段階（図3）を判断したうえで、老齢段階に無理なく推移させるための技術であるともいえます。

老齢段階の特徴は、階層構造が発達して林冠構成種が枯死することでギャップが生じ様々な発達段階のパッチができることです。

一方で、供給サービスである木材生産では林齢50～60年という林分の発達段階でいうと成熟段階で伐採されることが一般的です。

また、森林の純生産量（材として樹木に固定される蓄積）や二酸化炭素の吸収能は若齢段階の林分で高く発揮されます（図2）。

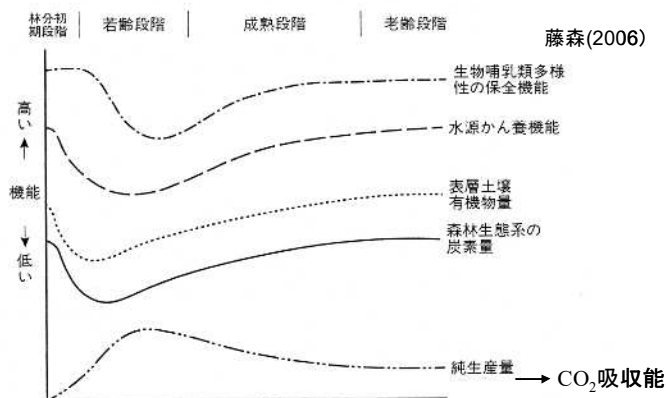
このように一つの林分で発揮できる機能の程度にトレードオフの関係があります。

すなわち、公益的機能は1つの林分で発揮されるのではなく、林分の集合体としての集水域（流域）で発揮されるものと考えた方が良さそうです。

実際の整備は林分単位で行うにしても、流域管理の視点を持つことが重要です。

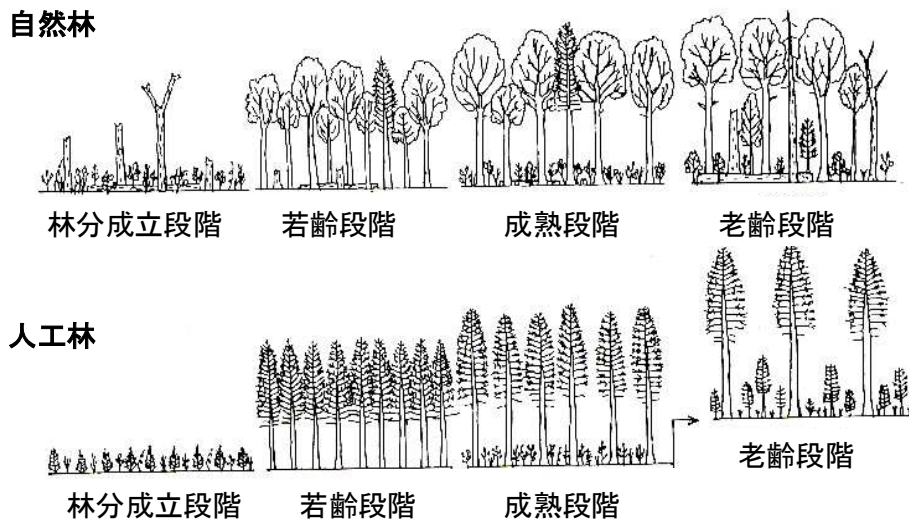
これまでの知見から、公益的機能、特に水源かん養機能を高度に発揮させるための施業方法は科学的にも技術的にも確立された訳ではありません。

図2 林分の発達による公益的機能の発揮の程度（藤森2006）



*1 第2 水源かん養機能と整備 参照 (p6)

図3 林分の階層構造



藤森(2003)を改変

若齢段階は林床植生が極めて乏しく、成熟段階は草本層、低木層が発達するのが特色。

老齢段階は優勢木の枯死木が出現し、階層構造が複雑になる。

そこで、水源林整備の手法は、引き続き整備実施とモニタリング、評価、改善という順応的管理をとっていきます。

なお、整備（施業）にあたってはこの手引きの他に、広葉樹林では『広葉樹林整備マニュアル』を、沢沿いの森林では『溪畔林整備指針』を、モニタリングや樹木の観察では『広葉樹実生図鑑』を参考にしてください。

1-3 水源林整備の方針

水源林の整備に当たっては、土壌保全を第一に考え、表面侵食、表層崩壊等が発生させないように、健全な森林を連続的に維持することを第一の目標とします。

望ましい森林の条件は、

- ①根系の発達が良好であること。
- ②林床に適度に陽光が入ること。
- ③落葉・落枝などの有機物の供給が豊富であること。

などが上げられます。具体的には、適度に陽光が入り、下草が維持され、かつ林地面が荒らされず、常に落葉・落枝が地表面を被覆している森林を育成・保全することとします。

1-4 整備に対する共通の考え方

本県の水源地域の森林の現状をみると、人

工林の間伐等の施業の遅れ及びニホンジカの採食圧により、人工林・自然林ともに林床植生の乏しい林分が増加しています。また、人工林においては、間伐の遅れによる過密化が原因で、風倒害が増加していました。

平成9年度からスタートした水源の森林づくり事業の整備の効果により、手入れ不足森林の割合の減少など一定の成果が表れていますが、未確保地における整備の推進や目標林型への着実な誘導、ニホンジカの採食圧による整備効果の低減などの課題への対応が求められています。

これらの状況を踏まえ、人工林の適切な密度管理及び防鹿柵によるニホンジカの採食圧の排除等の整備を行い、人工林であっても自然林であっても、階層構造の発達した健全な森林に誘導する必要があります。

整備にあたっては以下の5点に特に留意することとします。

① 対象地域に適した施業方法の選択

森林の施業を行うにあたっては、対象地域の林相・気象・地形・土壌・災害履歴などの調査を行い、十分検討の上、対象林分に最も適した施業方法を、決定することとします。

② 生物多様性の保全への配慮

生物多様性の保全は、国際的に重要な課題

となっており、日本では平成20年6月に「生物多様性基本法」（平成20年法律第58号）が施行され、法に基づく「生物多様性国家戦略2010」を22年3月に決定しました。

森林は、多様な野生生物種が生育・生息する場として、生物多様性保全における重要な要素であり、生態系、種、遺伝子というそれぞれのレベルにおいて生物多様性が確保されるよう、地域の自然条件や立地条件に応じた様々なタイプの森林をバランスよく配置し、間伐の実施はもとより、長伐期化、針広混交林化等による多様な森林づくりを推進する必要があります。

整備にあたっては、伐採、更新を通じた多様な林齢の森林の造成、溪畔の自然植生の保全と連続性の確保、可能な限り低木を含めた林床植生の保全、防災上問題のない広葉樹林での林冠枯死木や倒木の保存、つる植物の保護、地域性種苗の植栽による遺伝子攪乱の防止などに配慮することとします。

また、丹沢大山エリアでは、ニホンジカの採食による林床植生の衰退、土壌流出が生物多様性の劣化の大きな原因となっているため、「ニホンジカ管理計画」との連携を図り、将来にわたって森林整備とニホンジカ保護管理のバランスを適切にコントロールしていく必要があります。

そこで、ニホンジカの生息動向や植生モニタリングを行いながら、野生動物との共存に向けた森林整備を試行・検証し、整備手法の確立をめざすこととします。

③ 森林資源の有効利用

森林の整備にあたって、コスト面で搬出可能な間伐材は搬出・利用し、搬出が不可能な場合であっても土壌保全工に利用し、森林資源の有効利用を図ることとします。

④ コスト

森林整備の計画にあたって、コストの面からの検討を行い、必要な効果に対して最少の費用で可能な工種、作業方法を選択することとします。

⑤ 薬剤の不使用

殺虫剤・除草剤・つる枯殺剤などの薬剤は原則として使用しないこととします。

1-5 水源の森林づくり事業における目標林型

水源の森林づくり事業においては、次の5種の林型を目標として、森林の整備を行うこととします。（表1）

表1 目標林型別の整備方法

目標林型		目標とする林相	整備手法
健全な人工林	複層林	上木と下木の階層を持つ針葉樹または、樹高と林齢が水平方向で異なるモザイク状の針葉樹林	針葉樹人工林において、間伐を行い下層木を植栽または小群状、帯状に皆伐を行い、植栽する。
	単層林	林床植生の豊かな針葉樹人工林	針葉樹人工林において、間伐により適切な密度で管理し、常時適度な林床植生を維持する森林に育成し、更新を繰り返す。
巨木林		樹齢100年以上の針葉樹人工林	針葉樹人工林において、間伐により適切な密度で管理し、林床植生の維持・育成を図る。
針広混交林		針葉樹と広葉樹が主林木として混生している森林	針葉樹人工林において、間伐により光環境を改善するなどして、自然植生樹種の導入を図る。
活力ある広葉樹林		階層構造の発達した広葉樹林を主体とする森林	針葉樹人工林以外の森林において、土壌の保全、植生の保護などにより土壌を安定させ、森林の階層構造の発達を促す。

第2 水源かん養機能と整備

2-1 森林の水源かん養機能の仕組み

森林に降った雨は、多くはいったん地中に浸み込み、地中で地下水となって時間をかけて下流の河川に流出します（図4）。このような調整の機能は、森林の生態系サービスの一つであり、特に地中への水の浸透や土壌層における保水といった面で森林の土壌が重要な役割を果たしています。

水源かん養機能とは、かつては植生の一切ないハゲ山と森林がある場合との比較によって、具体的には洪水や渇水の抑制あるいは水質浄化といった機能として整理されてきました。しかし、実際の現場ではこれらはケースバイケースであることが少なくありません。これは水源かん養機能が森林の状態だけでなく様々な自然要因と複雑に関係するためです。

(1) 森林の蒸発散

森林に降った雨は100%すべて河川に流出するのではなく、一部は森林の樹冠から水蒸気として大気に戻ります。関東地方の年間蒸発散量は、気候学的手法から年間600～900mmの範囲と推定されています（近藤ほか、1992）。

森林の蒸発散には、降水によって葉に付着した水の蒸発、根から吸収された水が葉の気孔から放出される蒸散の大きく2つあります。森林による気候調節機能をもたらす中心的な作用でもあり、地球規模の円滑な水循環にも関わるものです。

森林の伐採により樹木（樹冠）の量が少なくなると蒸発散量も減少し、その分河川流量が増加します。なお、樹種による蒸発散量の差はあまりありません。

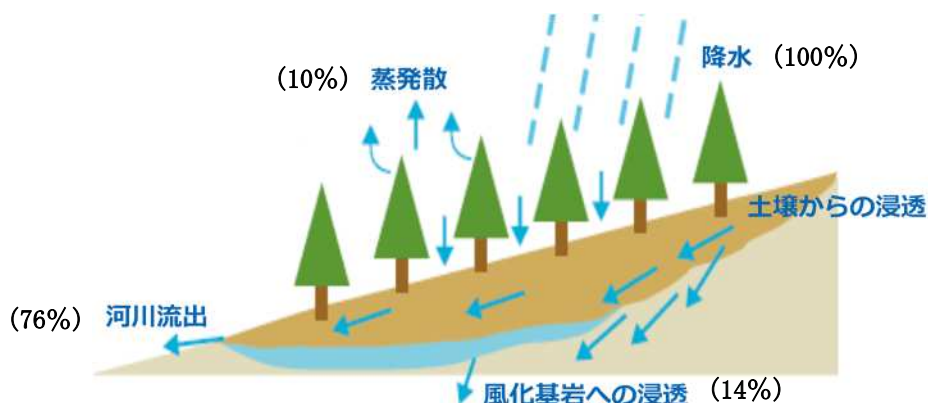
(2) 土壌から地中への水の浸透

森林内で地表に到達した雨は、土壌中に浸透します。ただし、土壌の浸透能が低下している場合は、土壌中に浸透せずに地表を速やかに流れる水（地表流）の割合が増えます。

土壌の浸透能の低下は、裸地など地表面の被覆が乏しい場合、たとえば重機等を用いた伐採・集材で地表がかく乱された時、また人工林の間伐遅れやシカの影響によって下層植生が衰退してしまった場合等にみられます。

地表流が発生すると表層の土壌も流出し、下流の河川に濁水が流出します。表層土壌が流出すると森林土壌そのものも貧弱になるため、長期的には森林生態系にも影響を及ぼします。

図4 森林の水源かん養機能の仕組み



※上図の項目ごとの百分率は、神奈川県愛甲郡清川村の東丹沢大洞沢（NO.1流域：48ha）における2011年の水文観測から得られた年間水収支です。

年間降水量3027mmを100%とすると、そのうちの312mm(10%)が蒸発散量として大気に戻り、2,295mm(76%)が河川に流出しました。（東京大学調査）

(3) 風化基岩への浸透

地下部の地質等の構造によっては、一部の地下水が風化した基岩等の地下深部にさらに浸透して集水域末端の河川から流出しない場合もあります。

また、基岩の地質によって透水性も異なるため、河川流出への基岩層の寄与の程度も異なります。たとえば一般に花崗岩地帯では基岩の風化が進んでおり透水性が高く、この風化基岩層により流域全体として高い保水性が発揮されます。

(4) 河川流出

河川流量は、大きくは降水量に左右され、年間の降水量の多寡に応じて年間の河川流量も増減します。また短期的な河川流量の変動に関しても、特に源流では降雨強度に敏感に反応して増減します。

無降雨期間でもある程度の流量を維持できるのは、地中に浸み込んだ水が、不均一な土壌（と風化基岩）層の中を様々な経路・速度によって移動して河川に流出するためです。

特に森林生態系との相互作用によって形成される土壌には、大小様々な大きさの空隙が不均一に存在し、それによって発揮される透水性と保水性の両方が河川流量の変動に複雑に影響しています。

(5) 水質浄化

植物の生長に必要な窒素は、森林の土壌水中に多く含まれますが、水が河川に流出するまでの過程で植物の根系から吸収されたり微生物の作用で窒素ガスとして大気に放出されたりして窒素が取り除かれます。これが森林の水質浄化機能と言われるもので、森林生態系における水と物質の循環作用によるものです。

比較的規模の大きい森林の伐採に伴って、林地への枝葉の供給増や樹木による養分吸収減により通常の森林の窒素循環のバランスが崩れた場合、森林の水質浄化機能の限界を超えて河川水の硝酸態窒素濃度が一時的に上昇することがあります。

(6) 水や物質の循環系としての流域

貯水ダム等の取水施設のある河川は、上流で多くの小河川に枝分かれし、最上流が水源林となります。このような水系全体でみると、最上流の水源林から水と同時に養分や土砂も下流の河川に供給されています。個々の水源林は小面積・小流量であっても、それらを合わせると水系全体の大部分を占めることから、本来は水源林から下流の河川に至るまで、水系全体の水や物質の循環系を考慮した流域管理の視点も必要です。

2-2 下層植生の衰退と水源かん養機能

神奈川県の水源林の過去100年間の変化を見ると、関東大震災で多数発生した崩壊地は減少し、森林全体の林齢は上昇、戦後に絶滅の危機にあったシカの生息数は大きく増加してきました。こうした変化に伴い、水源林の課題も過去と現在では異なっています。

水源かん養機能の観点から見ると、近年の水源林の課題は下層植生の衰退です。この原因は、かつて植栽された人工林の間伐遅れによる林内光環境の悪化、また丹沢山地を中心に高密度化したシカによる下層植生への採食の影響によるものです。

高木層の樹木があっても、下層植生の乏しい森林では、土壌が流出します。（詳しくは、第5章森林モニタリングを参照。）土壌の流出によって、森林土壌の貧弱化や下流への濁水の発生、長期的には生物多様性機能や水源かん養機能にも影響すると考えられます。

第2章 目標林型別の施業方法

第1 複層林の整備

1-1 複層林とは

複層林とは、二層以上の階層を持つ森林を指します。その階層構造により、二段林、三段林、多段林等に分けて呼ばれています。

1-2 複層林施業の長所と短所

複層林施業の長所には、

- ① 皆伐を行わないため、樹冠、根系が常に維持され、皆伐に伴う欠点である土壌流亡等を避けることができ、地力を維持し、水土保持機能を高度に発揮させることができる。
- ② 上木が日照を遮ることにより、雑草木の成長が適度に抑制され、下刈の作業が容易になる。
- ③ 下木が上木に守られているため、下木の寒風害等の気象災害を軽減できる。
- ④ 下木の初期成長が抑制されるので、年輪構成の整った材を得ることができる。等があります。

短所には、

- ① 下木の成長に必要な照度を常に維持する必要があり、きめ細かな管理が必要。
- ② 下木の光環境を維持するため、下木植栽時に、上木の密度を大幅に落とす必要があり、風害、冠雪害を受ける危険性が高まる。
- ③ 下木の形状比が高くなりがちであり、冠雪害に対して弱い。
- ④ 伐採・搬出のコストが皆伐に比べて高い。
- ⑤ 多くの労力と費用をかけたとしても長期にわたって上木と下木ともに健全に維持管理することが難しい。などがあります。

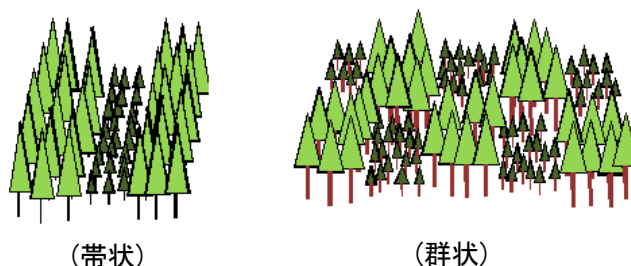
これらの効果を発揮させ、短所をおぎなうような注意が必要です。

複層林が提唱された当時は大面積皆伐施業に代る施業として注目され、長所がうたわれ

てきましたが、実際の林分では短所が際立っています。このような複層林施業が可能な地域は、気象害の心配が無く路網密度が高いなど地利条件に恵まれ、かつ伐採搬出技術が高い地域などに限られます。

そこで、複層林の代替措置として、垂直(階層)方向の上下ではなく水平(面的)方向に带状ないし小群状に異齢林を造成していく手法があります。こちらのほうが自然林の構造に似て無理がなく、技術的にも容易さがあります。

図5 带状群状複層林イメージ図



(带状)

(群状)

1-3 複層林の種類

複層林の種類をタイプ分けすると、次のようになります。

① 林木の配置が均等なもの

短期二段林 上木と下木の重複期間が20年未満のもの。

長期二段林 上木と下木の重複期間が20年以上のもの。

常時複層林 上木と下木が常に重複して存在しているもの。

② 林木の配置が集中型のもの

群状複層(相)林 一辺が優勢木の樹高の2倍程度の方角を単位として、群状に伐採更新していくもの。

带状複層(相)林 带状に伐採区を設け、順次更新していくもの。帯の幅は優勢木の樹高以上が必要。

1-4 水源の森林づくり事業で目標とする複層林

林木の配置が均等な複層林は、地力の維持

に優れている反面、照度の維持が困難、上木の伐採の際、植栽木を傷め易い、伐採・搬出のコストが高い、等の短所があります。

帯状・群状複層(相)林(樹高と林齢が水平方向で異なるモザイク状の森林)は、地力の維持、階層構造の複雑さという点では前者に劣るものの、伐採・搬出が容易であること、比較的照度管理が容易であるなどの長所を持っています。

水源林整備事業では、スギ・ヒノキの単層林は、林分状況、林道等からの距離、傾斜、森林所有者の意向等を踏まえ、短期二段林または帯状・群状複層(相)林を基本とします。

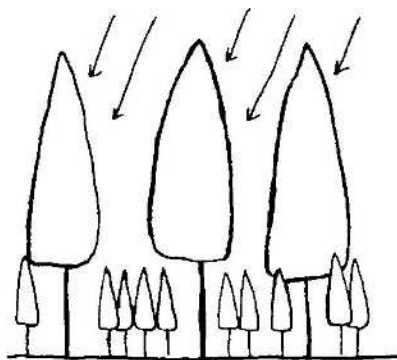
1-5 整備の際の留意点

① 光環境の維持

複層林施業のポイントは、光環境のコントロールにあります。光環境には、下木の生育に必要な光環境と下木の下的林床植生の発生に必要な光環境があります。

短期二段林施業では、下木の植栽時に、相対照度40%程度を確保するため、強度の間伐が必要になります。また、植栽した下木の生育のためには、30%以上の相対照度を維持することが必要です。

図6 下木の成長には、30%以上の相対照度が必要



下木の年間上長生長量が5cm以下になったら、光の不足状態と判断されます。また、林床植生が後退したり、林床がジャノヒゲ等の耐陰性のある植物に覆われている場合も、光が不足となっていると判断され、速やかに間伐を行う必要があります。

次に、下木の成長に伴い下木の下的林床が暗くなりがちなので、林床の植生が少なくならないように注意が必要です。

帯状・群状施業では、上木を伐採するときの帯の幅等、伐採区域の形状が光環境を左右しますので、保残帯の立木の生長が多少影響するとしても、照度の維持への配慮は短期二段林施業に比べて少なく済みます。

照度については、下木の帯幅が広ければ広いほど、照度を獲得しやすくなりますが、複層林施業としての長所は逆に活かせなくなります。

そこで、下木の成長は、上木の平均樹高程度の幅があれば、単層林と同程度の成長が見込めることから、帯幅は上木樹高程度を目安とします。

なお、下木の植栽にあたっては下木の帯の中心から上木との林縁に近づくにつれ、被陰の影響を受けやすくなり、下木の成長は相対的に低下していくことを考慮する必要があります。

写真1 下木の成長には、上木の平均樹高程度の幅が必要

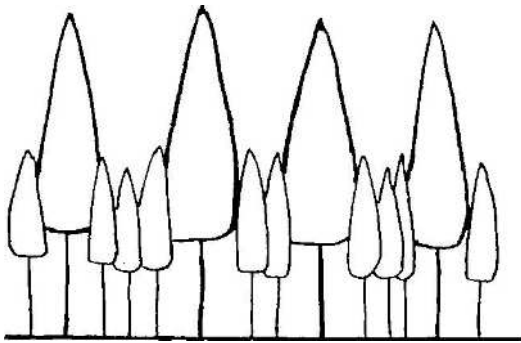


② 上木の収穫の時期

短期二段林施業では、下木を植栽した20年後には、上木を伐採します。下木が20年を越えると過密となり、また、下木の樹高が上木に近づき上木の伐採が困難になる等の弊害が大きくなります。搬出が困難で上木を伐採できない場合は、下木も含めて間伐し本数調整します。

下木を植栽する時点で、上木の伐採・搬出の計画を立てておく必要があります。

図7 標準的な林分では、下木植栽の20年後には、上木を伐採しないと過密になります。



帯状・群状施業では、上木の管理は基本的に単層林施業と変わりませんが、保残帯の幅が狭くなるほど林縁部の割合が高くなるので、誘導後の風害、雪害を受けやすくなります。

これを防止するためにも上木の適切な間伐は必要です。

なお、伐採帯への植栽木が育成されてから次の伐採を行うのが好ましいため、次の隣接する上木の伐採まで10年以上の間隔が少なくとも必要です。

③ 複層林施業の適地

(1) 路網の整備された場所

複層林施業は、異齡林を一体的に管理しなければならぬことからきめ細かな森林施業が必要です。このため搬出道や作業歩道となる路網の整備が重要です。

特に帯状・群状施業を行なう場合では、搬出の容易さというメリットを生かすため、路網の整備が重要です。

(2) 気象災害が少ない地域

複層林施業では、下木を植栽する前に、強度の間伐を行う必要があります。風害・冠雪害の常襲地でないことが必要です。

特に、台風による風害では、南～南西斜面での被災頻度が高くなり、また、神奈川県西部に分布するスコリア（火山砕屑物）を含む土壌地帯では、開空度の高い施業を行うと、異常降雨時にスコリア層の地下水位が急激に上昇し、土壌流出や崩壊を誘発する危険が高くなるので、注意が必要です。

(3) 林地の生産力が高い地域

複層林施業においては、林木の収穫を行うため、地位「上」または「中」の場所が適地になります。

2 整備の手法

<短期二段林施業>

2-1-1 施業のスケジュール

① スギ・ヒノキ単層林において、上木を伐採する20年前（70年生で伐採する場合は、50年生前後）まで適度の間伐を行ないながら育林します。

② 上木の伐採の20年前になったら、強度の間伐を行い、下木を植栽します。

③ 下木が20年生前後になったら、上木を伐採して収穫します。

2-1-2 上木の密度管理

下木を植栽するまでは、上木は、「中庸仕立て」の密度管理を行います。「中庸仕立て」では、収量比数が0.75以上になったら間伐を行い、収量比数を0.65にまで落とす必要があります。（*2）

整備を開始したときの成立本数が多く、1回の間伐では目標とする密度に達しない場合は、約5年間の間隔を空け、数回に分けて間伐を行い、段階的に密度を下げることにします。

上木を伐採する20年前になったら、下木を植栽するために強度の間伐を行います。下木の生育のためには、植栽時には相対照度で40%の光量が必要です。収量比数では0.55、平均的な林分では、本数密度が400～500本/haを目標とします。

2-1-3 枝打ち

上木の枝打ちは、枯枝及び地上からおおむね8mまでの生枝について行うことにします。林内の明るさの確保は、間伐による密度調節によることとし、できるだけ枯枝をつくらぬような密度で管理します。

林内環境の維持や、風害の防止のため、林

*2 第3章 森林整備の実際 参照（p25）

縁木の枝は残すこととします。

2-1-4 下木の植栽

植栽を行う前に、支障となる雑草木を除去するなどの林内整理を行います。

植栽樹種は、スギ・ヒノキを原則としますが、上木がヒノキの林分の下木にヒノキを植栽すると土壌の流亡の危険が大きいため、必要に応じて他の樹種を混植することとします。

植栽本数は、複層林とする森林1ヘクタール当たり2,500本を標準とし、上木の樹冠投影部分の端から1mの範囲内には植栽しないこととします。

苗は、寒害等の気象災害を回避できるので、大苗が有利です。

ニホンジカの生息密度が高く、植栽した苗木が採食される可能性のある場合は、植生保護柵、ツリーガードで保護します。 (*3)

2-1-5 下刈

下刈りの期間(回数)は、植栽木の成長と雑草木の成長の相互関係で決まることから、植栽木が雑草木より高くなり、被圧される懸念がなくなるまで継続して行います。なお、造林木が小さい時期で雑草木が著しく繁茂していれば年2回行います。

2-1-6 下木の光環境の維持

平均的な林分では、下木植栽時の相対照度が40%あれば、その後15年間位は下木の生育に必要な20%の相対照度が確保できます。

しかし、上木の成長によって照度の低下の早さは異なるので、継続して観察を続け、照度が不足する場合は、すみやかに上木の間伐

を行ない下木の適切な光環境を保つことが必要です。

2-1-7 下木の保育

下木が15~20年生頃には、下木の葉量が急増してくるので、適期に下木の間伐及びすそ払いを実施し、林床植生が少なくならないようにします。

2-1-8 上木の伐採

下木が20年生前後になったら、上木を伐採します。

間伐・搬出の際の下木の損傷は、一般に伐倒よりも搬出による影響の方が大きいと言われています。架線集材を行う場合は、林床の保全のため出来る限り林床を荒らさないよう配慮します。

上木の伐採後、伐採による被害木を整理し、必要に応じて下木の間伐を実施します。

2-1-9 収益が見込めない箇所での対応

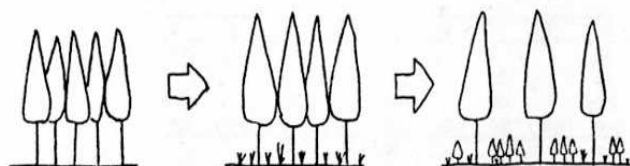
水源の森林づくり事業における複層林では、道から遠いなど、主伐による収益が見込めなくなった箇所では、上木の伐採ができずに過密化し、公益的機能が低下する恐れがあることから、土地所有者の意向を確認したうえで整備方針の変更を行い、スギ、ヒノキの植栽は行わず、下木として広葉樹が生育する森林に誘導します。

<帯状・群状施業>

2-2-1 施業のスケジュール

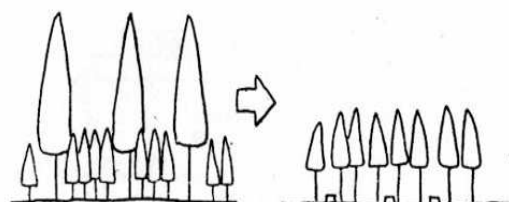
①スギ・ヒノキ単層林において、主伐の適期になるまで、適度の間伐を行いながら育林します。

図8 複層林の標準的な施業体系(短期二段林)



下木を植栽するまでは、中庸仕立てで密度管理を行います。

強度の間伐を行い、下木を植栽します。



下木の光環境に留意しながら育林します。

下木が約20年性になったら、上木を伐採します。

*3 第4章第3 野生動植物との共存 参照 (p34)

- ②主伐は帯状または群状に伐区を設定し、皆伐を行い、収穫します。そのときに保残帯の間伐も合わせて行う場合は、伐採区域全体の伐採率が高くなり過ぎないように留意します。
- ③伐採後、下木を植栽します。
- ④保残帯（上木）の間伐を適度に行います。
- ⑤下木が概ね10年生～20年生程度になったら、保残帯（上木）を伐採し、植栽します。

2-2-2 伐採エリアの設定

群状施業においては、形状を正方形とした場合、一边を保残帯の立木の平均樹高の2倍程度に、帯状施業では、帯の幅を保残帯の立木の平均樹高程度とし、植栽木の光環境を確保します。

保残帯の幅は最小でも20m以上確保することとします。（多段林への誘導を行なうときは、今後伐採を行なうために必要な伐採幅を保残帯に含めることになります。）

2-2-3 下木の植栽

植栽本数はヘクタール当たり3,000本を標準とし、保残帯の立木の樹冠投影部分の端から1mの範囲内には植栽しないこととします。

ニホンジカの生息密度が高く、植栽した苗木が採食される可能性のある場合は、植生保護柵等で保護します。（*3）

下木の下刈り、保育については、前述の短期二段林施業の記載と同様とします。

2-2-4 上木の管理

保残帯の上木は、主伐を行うまでの間、林床植生の維持を図るため、「中庸仕立て」の密度で成立本数を維持します。収量比数が0.75になったら間伐を行う必要があります。

具体的には、標準的な林分では、成立本数が500～600本/haになるまで、本数割合で30～40%の強めの間伐を行います。

間伐の間隔は、その森林の成長度合いによって違いがありますが、5～10年を目安にします。

2-3 刈り払い・除伐

水源林整備では水源かん養機能向上のためササ類や下草等の林床植生を保護することが必要であり、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、除伐は原則行わないこととします。

図9 複層林の標準的な施業体系

（帯状多段林） 帯状複層林（多段林）施業

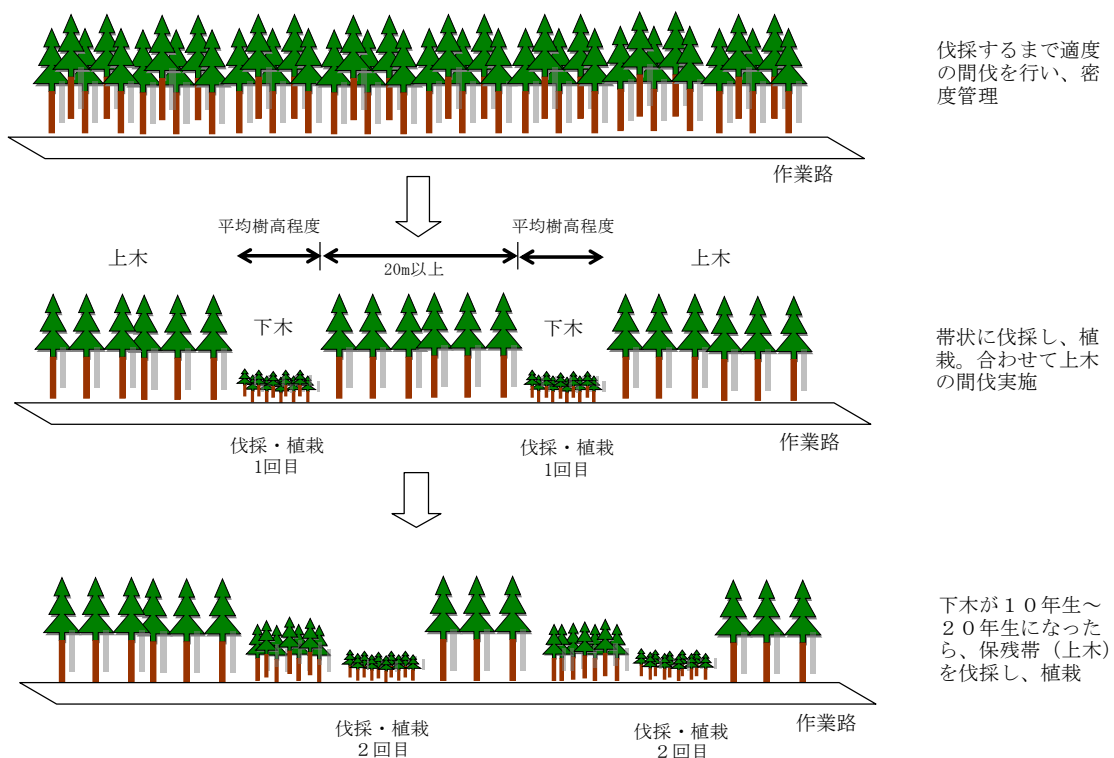
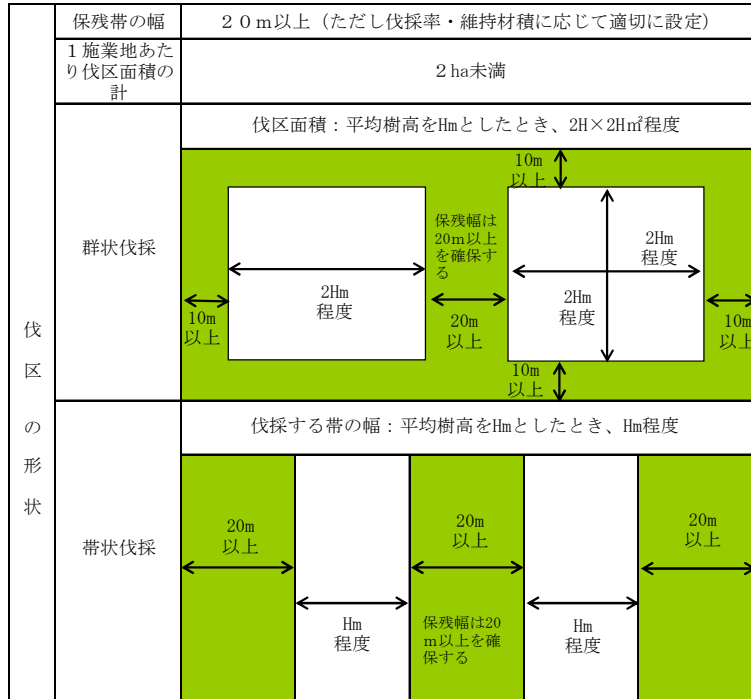


図10 帯状・群状複層林の伐区の形状



第2 単層林の整備

1-1 基本的な考え方

単層林施業では、スギ・ヒノキ人工林を適切な密度で管理し、常時、適度な林床植生を持った林分構造を維持する森林に育成し、更新を繰り返します。

1-2 整備にあたっての留意点

単層林の整備にあたっては、60～80年程度の伐期までは、巨木林の整備に準じた整備を行ない、林床に光が十分入る明るい林分を作ります。

単層林の欠点は、収穫の際、皆伐施業により森林土壌の流亡、地力の低下を招き、水源かん養機能が低下することです。水源の森林エリアでは、皆伐にあたっては、1箇所あたり2ha未満とし、分散化にも配慮することが必要です。

また、尾根筋の広葉樹林や沢沿いの溪畔林地の保全や野生動物が移動するための通路の機能をあわせ持つ連続した保護樹帯の設置に努めることとします。

2 整備の方法

2-1 間伐

林床植生の維持を図るため、「中庸仕立て」の密度で成立本数を維持します。収量比数が0.75になったら間伐を行う必要があります。

具体的には、標準的な林分では、成立本数が500～600本/haになるまで、本数割合で30～40%の強めの間伐を行います。

間伐の間隔は、その森林の成長度合いによって違いがありますが、5～10年を目安にします。

2-2 枝打ち

枝打ちを行う場合は、枯枝及び地上からおおむね8mまでの生枝について行うこととします。

林内環境の維持や、風害予防のため、林縁木の枝は残すこととします。

3 刈り払い・除伐

水源林整備では水源かん養機能向上のためササ類や下草等の林床植生を保護することが必要であり、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、刈り払い、除伐は原則行わないこととします。

第3 巨木林の整備

1 基本的な考え方

巨木林施業では、スギ・ヒノキ人工林を適切な密度で管理し、下層植生の豊富な、林齢100年生以上の森林に育成します。

1-1 整備による効果

根系が発達した、下層植生が豊富な森林に誘導することにより、地力を維持し、水土保持機能の向上を期待することができます。

また、自然林により近い林分構造の森林とすることにより、生物の多様性の保全を図ることができます。

1-2 巨木林施業の適地

巨木林施業において発生する間伐木は、搬出して収益を期待することができます。このため、施業や搬出の条件の良い林分を選ぶことが大切です。

また、台風などの気象災害を受けた場合に被害が大きいという欠点があります。このため、巨木林に誘導する林分では、過去に気象災害などを経験していないか等の事前調査を行うことも大切です。

1-3 整備にあたっての留意点

巨木林への誘導には、間伐を中心にした施業によって成立本数を中庸ないし粗仕立てで管理し、林床に光が十分入る明るい林分を作ります。

現在のスギ・ヒノキ人工林は、40～60年位で伐採して収穫する施業が行われていますので、ほとんどの林分で成立本数は多めに維持されています。このような林分を巨木林に誘導するには、間伐を繰り返して成立本数を落とす必要があります。

特にヒノキ林では、施業が遅れると林床での照度が低下して植生がなくなり、土壌の流亡が起こることもあるため、注意深く観察し、適切な施業を行うことが必要です。

2 整備の方法

2-1 間伐

林床植生の維持を図るため、「中庸仕立て」から「疎仕立て」の密度で成立本数を維持します。この仕立て方では、収量比数が0.75あるいは0.65になったら間伐を行う必要があります。(*4)

具体的には、標準的な林分では、成立本数が800～1,000本/haになるまでは、本数割合で20～30%の強めの間伐を行います。その後は、スギでは約20%、ヒノキでは約30%程度の間伐を行うこととします。

間伐の間隔は、その森林の成長度合いによって違いがありますが、10～15年を目安にします。

しかし、間伐の目的はあくまでも林床植生の維持・育成であるので、林床植生を良く観察して、間伐の時期及び間伐率を決定する必要があります。

2-2 枝打ち

枝打ちを行う場合は、枯枝及び地上からおおむね8mまでの生枝について行うこととし、林床の明るさの確保はできるだけ間伐によることとします。

林内環境の維持や、風害の予防のため、林縁木の枝は残すこととします。

2-3 刈り払い・除伐

水源林整備では水源かん養機能向上のためササ類や下草等の林床植生を保護することが必要であり、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、刈り払い、除伐は原則行わないこととします。

*4 第3章 森林整備の実際 参照 (p25)

● 巨木林の標準的な施業スケジュール

図11 スギ巨木林 地位上

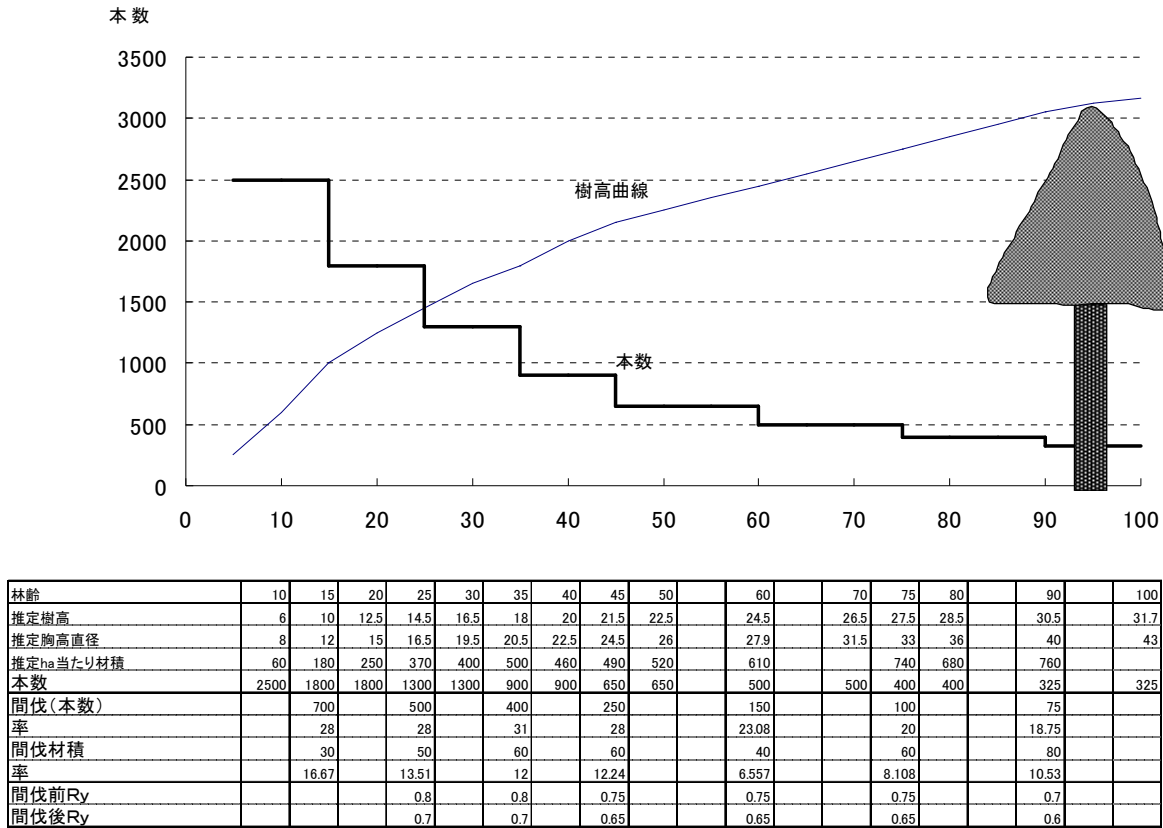


図12 スギ巨木林 地位中

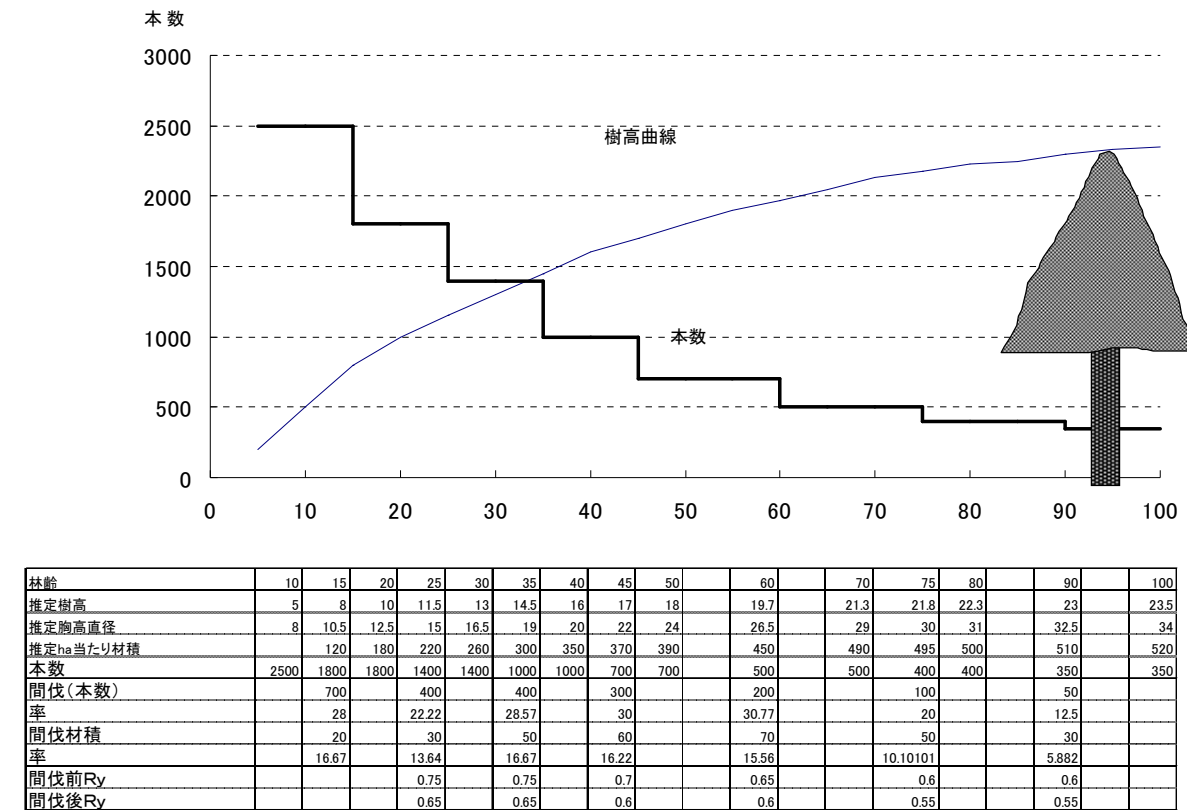
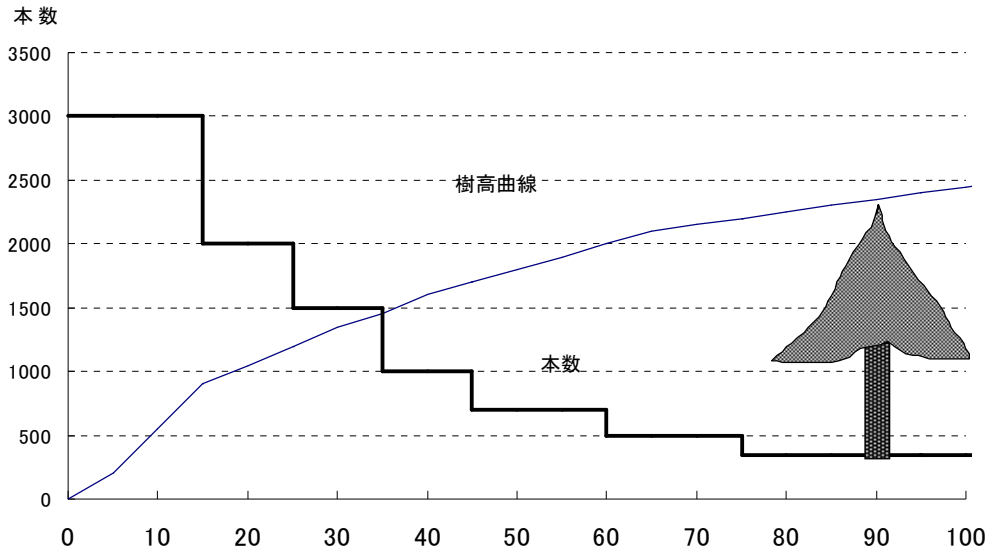
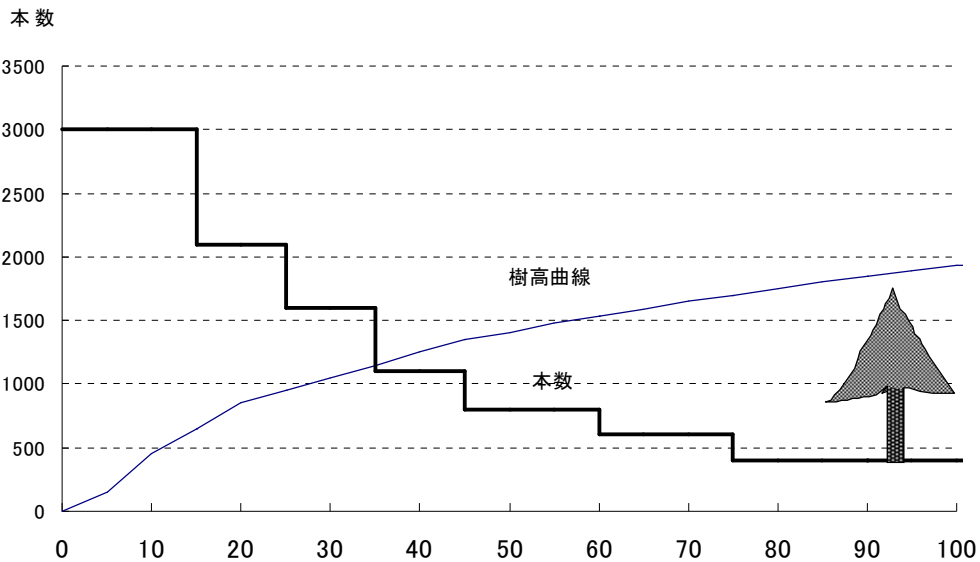


図13 ヒノキ巨木林 地位上



林齢	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	75	80	90	100
推定樹高	5.5	9	10.5	12	13.5	14.5	16	17	18	20	21.5	22	22.5	23.5	24.5
推定胸高直径	8	11		15.5		18		21.5		25		29			34
推定ha当たり材積	60	160		230		280		340		410		420			
本数	3000	2000	2000	1500	1500	1000	1000	700	700	500	500	350	350	350	350
間伐(本数)		1000		500		500		300		200		150			
率		33		25		33		30		29		30			
間伐材積		30		20		40		60		60		70			
率		18.8		8.7		14.3		17.6		14.63		16.7			
間伐前Ry		0.65		0.7		0.7		0.7		0.75		0.65			
間伐後Ry		0.55		0.6		0.6		0.6		0.65		0.55			

図14 ヒノキ巨木林 地位中



林齢	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	75	80	90	100
推定樹高	4.5	6.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14	15.3	16.5	17	17.5	18.5	19.3
推定胸高直径	7	8.5	12.5	13.5	15	16	17.5	19	20.5	22.5	24.5	25	25.5	26.5	27.5
推定ha当たり材積		110		160		210		240		260		290		330	370
本数	3000	2100		1600		1100		800		600		400		400	400
間伐(本数)		900		500		500		300		200		200			
率		30		24		31		27		25		33			
間伐材積		15		25		35		40		45		55			
率		13.6		15.6		16.7		16.7		17.31		19			
間伐前Ry				0.65		0.65		0.65		0.65		0.6			
間伐後Ry				0.57		0.55		0.55		0.55		0.5			

第4 混交林の整備

1-1 基本的な考え方

スギ・ヒノキ植林地において、天然下種更新および植栽によって植林木以外の樹種の導入を図り、多様な樹種が主林木として混生している森林に誘導することとします。

樹種の導入にあたっては、地域固有の系統の保全のため、まず、天然下種更新を第一に検討し、これが困難な場合には、広葉樹などの地域性種苗の苗木を植栽することとします。

1-2 整備による効果

樹種構成が複雑になることにより、落葉・落枝等の有機物の供給が増加し、地力の維持及び水土保全機能の増進を期待することができます。また、より多様な動植物が息することにより、森林の生態系サービスの安定を増すことができます。

1-3 整備の際の留意点

高木性広葉樹の稚樹が林内に存在すれば、混交林に誘導できる可能性があることから、林床植生に注意を払い、稚樹の有無を確実にを行う必要があります。

施業地が、人工林に囲まれていて高木性広葉樹の実生の発芽、生育が期待できなかつたり、崩壊地等生育条件が厳しい場所であるなど、天然下種更新が困難な場合は、広葉樹などの地域性種苗の苗木を植栽し、確実に混交林化を進めていく必要があります。

下刈りや除伐を行う場合は、誤伐を防ぐために、発生した実生や稚樹に添え木、テープ等でマーキングを行うことが有効です。

既往報告によると、広葉樹の林縁から20～30m以内であれば広葉樹の種子が散布されますが、それ以遠の林地には種子が供給されにくく、埋土種子に頼ることになります。ただし、埋土種子を形成する広葉樹は、カラスザンショウやミズキなど鳥散布型の樹種が多く、しかも短命な樹種が多いのが特徴です。これらの樹種に短期的な土壌保全の効果を期待で

きますが、長期的な生態系サービスの安定化に寄与する可能性についてはわかっていません。

また、一度成林した針葉樹林を通常の単木的な間伐で高木性広葉樹の混じる針広混交林に誘導するのは困難です。なぜなら、成長の早い広葉樹でさえ、すでに上層にある針葉樹の樹高に追いつくのは困難だからです。現在成立している針広混交林は、針葉樹を植栽する前から広葉樹の稚樹や、植栽と同時に侵入した広葉樹の稚樹が針葉樹と一緒に成長することでできた場合がほとんどです。すなわち、針葉樹と広葉樹の樹齢はほぼ同じです。

複層（相）林と同じように、小群状や帯状に針葉樹を伐採して、その伐採面に広葉樹を育成して針広混交林とすることの方が合理的です（2-2の方法①）。あるいは、下層に広葉樹の高木か低木が存在する状態も針広混交林と扱って良いかもしれません（2-2の方法②）。

2 整備の方法

2-1 森林のタイプ分け

混交林を目標林型とする森林を、現況からタイプ分けをし、タイプ別に整備を行います。

Type A：人工林として閉鎖していて、林床植生がない森林。

Type B：林床植生があり、高木性樹種の実生が発生している森林

Type C：地力が低く、植栽したスギ・ヒノキの生育が悪い森林（植栽したスギ・ヒノキが20年生時でおおむね5m以下の森林）

Type D：気象・つる等の被害によって不成績造林地となっている森林

2-2 適正な密度管理の方法

高木性広葉樹の稚樹及びその他の林床植生の生育を促すため、必要に応じて、以下の①、②の方法を組み合わせることで植林されたスギ・ヒノキの間伐を実施します。

方法①(帯状・群状間伐による方法(ギャップ(*5)を作る方法))

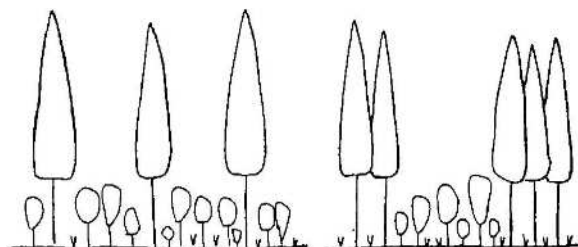
均一に間伐を行うのみでは照度不足から実生の発生が困難と判断される場合、林道等から近い立地であって施業の集約化、効率化が見込まれるエリア、及びニホンジカの採食により広葉樹稚樹が育たない箇所では、群状・帯状に伐採を行い、大きなギャップを作り、必要に応じて植生保護柵を設置します。

群状・帯状複層林の施業において、植栽木を高木性広葉樹の苗木とすることで、混交林の施業に応用できます。

方法②(定性間伐による方法)

相対照度40%を目標に、劣性木を中心に間伐を行います。強度の間伐を行うと風害の恐れのある場合は、一度に目標の密度まで落とさず、5年間位の間隔を空けて、2~3回に分けて目標の相対照度に誘導します。

図15 間伐の2種の手法



方法②

方法①

2-3 枝打ちの手法

枯枝から侵入する病害虫の予防を主な目的として行います。

枯枝を中心に落とすこととし、生枝を落とす場合は、1.8m程度を上限とします。ただし、間伐や枝打ちがほとんどされておらず、間伐だけでは、林内照度の確保が困難な場合は、1.8m以上でも実施可とし、林相に見合った高さまで落とすことができます。

また、林内気象を維持するため、林縁木の枝は残すこととします。

2-4 除伐等の更新補助作業

水源林整備では水源かん養機能向上のためササ類や下草等の林床植生を保護することが必要であり、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、除伐は原則行わないこととします。

ただし、広葉樹稚樹の発生を促したり、定着した稚樹(植栽木含む)の成長を促進するための更新補助作業の必要がある場合は、掻き起こしや下刈り、除伐、つる切りを行うこととします。なお、下刈りや除伐、つる切りは林地全面で行うのではなく、発生した稚樹をマーキングしてその周囲半径約1mを目処に行うこととします。

2-5 タイプ別の整備方法

Type A : 人工林として閉鎖していて、林床植生がない森林

(1) 造林木の間伐・枝打ち

上記の方法①及び②を組み合わせて間伐を行い、必要に応じて枝打ちを行います。

なお、ニホンジカの生息密度が高く、実生及びその他の林床植生に著しい採食圧がかかる箇所では、方法①を選択し植生保護柵を設置します。(*6)

(2) 土壌保全工の施工

間伐した材は、集材して集積するか、土壌保全工に利用します。スギ林では、堆積したA₀層が実生の発生を阻害するので、丸太柵工・筋工を施工する場合にはかき起こしを行って発生した土を裏込めします。

ヒノキ林では、原則としてかき起こしは行わず、土壌の侵食防止に留意することとします。

(3) 間伐後の調査

間伐を行ったのち、2年を経過したら高木性樹種の実生の発生状況を調査し、天然下種更新のみで混交林化が可能かどうか判断します。

*5) ギャップとは英語の単語として、割れ目とか隙間、欠落などの意味がある。植物学では「林冠ギャップ」などのように森林の高木層を形成している樹冠に隙間がある状態をいう。

*6) 第4章第3 野生動植物との共存 参照 (p 34)

(4) 植栽

高木性樹種の実生の発生が少なく、天然下種更新のみでは混交林化が不可能と判断される場合は、苗木の植栽を行います。

植栽樹種は、周辺の植生を参考にし、生態的・施業目的に合ったものを数種、選択します。苗木は、遺伝資源の攪乱を防ぎ、現地固有の系統を導入するため、可能な限り神奈川県内で採取された系統の苗木を使用します。

(*7)

Type B : 林床植生があり、高木性樹種の実生が発生している森林

(1) 造林木の間伐・枝打ち

この場合、林床植生及び実生の発生のために必要な林内照度は、ある程度確保されていると考えられますが、必要に応じて、これらの生育促進のために、方法②により弱度の間伐を行います。

また、実生の生育のために、まとまった光量が必要な場合は、方法①により間伐を行い、ギャップを作ることとします。

Type C : ササやススキ等の繁茂により生育が悪い森林

(1) 造林木の間伐

ササやススキ等の繁茂が実生の発生・生育を阻害している場合は、4 m四方程度の間伐、刈払、地かきを行い、実生の導入を図ります。

(2) 植栽

間伐後、2年を経過したら実生の発生状況を調査し、天然下種更新のみでは混交林化が望めないところでは、植栽を行うこととします。

(3) 土壤保全工の施工

土壤侵食が見られる場合は、柵工・伏工を実施することとしますが、こうした森林では、崩壊が生じやすいので、慎重に対処する必要があります。

Type D : 気象・つる等の被害及び施業不足により不成績造林地となっている森林

不成績造林地となった原因を十分に調査し、その原因に対応した対策をとります。

(1) 風倒害及び冠雪害による不成績造林地

植栽木の過密が被害の主要な原因となっている場合が多いため、上木の残存が多い場合は、慎重に間伐を行います。

根返り等の被害木は整理し、被害木は土壤保全工等に利用します。

間伐を実施した後は、Type A, B の場合と同様、混交林化を進めることとします。

(2) 施業不足による不成績造林地

下刈やつる切りの不足による不成績造林地では、まず、つるの除去を行います。除去後、樹種を選別して除伐を行います。除伐では、ヌルデ、カラスザンショウ等の早成樹で根張りの発達の良い木を主に除去し、形態不良のスギ・ヒノキもあわせて伐採します。結果として空いた部分の面積が大きい場合、Type A, B の場合と同様、混交林化を進めることとしますが、つるが多く発生する可能性が高いため、注意が必要です。

*7) 第4章第7 苗木植栽の考え方 (p 49)

第5 広葉樹林の整備

1-1 基本的な考え方

成熟段階または老齢段階の広葉樹林では、本来階層構造が発達し、林床植生を欠くことはありません。しかし神奈川県では、様々な要因により林床植生が乏しく、表土の流出を招いている森林が多くあります。

針葉樹人工造林地以外の森林(ここでは「自然林(*8)」と総称します。)であって、林床植生を欠いている場合、必要に応じて土壌の保全対策や、森林の階層構造の発達を目的とした整備を行い、森林土壌の保全を図ります。

また、保水力の高い団粒構造の発達した森林土壌は、土壌生物を含めた多様な生き物が生息する豊かな生態系のうえに作られるものであり、整備にあたっては、生態系のバランスを崩したり、植生の単純化を招く恐れのある場合にあっては灌木や藪の刈り払い、ツル切り、大径木の伐採は行わないようにします。

1-2 神奈川県における特徴

昭和30年代までは、奥山を除く多くの自然林は、薪炭林として一定の周期で伐採して利用され、二次林となっていました。しかし、昭和30年代に薪炭の需要が急減したため、薪炭林としての利用は少なくなり、地形・土壌・地利等の条件の良いところからスギ・ヒノキ等の植林が行われました。したがって現在、二次林として残っている森林は、比較的条件の悪いところが多くなっています。また、この二次林として残っている森林は、ここ数十年間は放置されたままのところが大変多くなっています。

丹沢地域においては、このような二次林だけ

でなく、奥山を中心に分布する原生林であっても、ニホンジカによる採食圧やスズタケの後退により、林床植生の貧化が進んでいます。

1-3 整備による効果

前項のような状況を踏まえ、森林の整備を適切に行うことにより、森林の土壌を健全に維持し、水土保持機能の高い森林として育成することが期待できます。

1-4 整備に際しての留意点

急傾斜地であって整備が困難な森林や、水土保持上、整備の必要がない場合など様々なケースがあります。

以下のタイプ分けに従い、どのような整備が必要なのか検討します。(現況把握の方法については「広葉樹林整備マニュアル」を参照)

特に急傾斜地では、樹木の根によって土壌が保持されている場合が多いので、扱いには注意が必要です。また、丸太柵など土壌の移動を防止する整備にとどめ、時間をかけて生物間の相互作用による自然の回復力にまかせることも必要です。

また、成熟段階や老齢段階の広葉樹林を除間伐して、小中径木がなくなることで高木層のみからなる階層構造の崩れた森林になった事例も見受けられます。

こうした施業は草本類を増加させるために実施したと思われませんが、低木や灌木を除伐するとシカが侵入しやすくなること、低木や灌木も根系の緊縛力が草本と同等以上にあり、土壌保全の効果が減少するなどマイナス面が多く、また整備前の状態に戻るまでには数年かかるため、こうした整備は経費をかけて単に発達段階を引き戻しただけともいえます。

*8) 神奈川県には、広葉樹の植栽の事例としては、薪炭林としてのクヌギ・コナラ・サクラ類の植林、用材林としてのケヤキ・ミズキの植林等があります。

一般的には、自然林とは植林によらない森林を指しますが、薪炭林としての植林地では、萌芽更新等二次林としての施業が行われてきたことから、ここでは二次林を含めることとします。

[参考]この手引きにおける自然林

- ・二次林 -----
- (植林による薪炭林を含む)
- ・広葉樹原生林
- ・針葉樹原生林 -----
- ・(針葉樹人工造林地)
- ・(用材林としての広葉樹人工造林地)

自然林

低木や灌木も含め、階層構造を発達させることが水源かん養機能の増進に結びつくことから、施業にあたっては高木層を形成する樹木については伐採の必要性を検討するに留め、それ以外の樹木の伐採はできるかぎり行わないよう留意する必要があります。

2 整備の方法

2-1 対象とする森林のタイプ分け

森林の現況からタイプ分けをし、タイプ別に整備を行います。

Type A : 高木層が成立しているが、林床植生が乏しい森林

Type B a : 高木層が成立し、林床植生が発達しているが、植生が単純化した森林

Type B b : 高木層が成立し、林床植生が発達した植物種も豊富な森林

Type C : 風衝地、岩石地、崩壊地等にあり、高木層が成立していない樹林

Type D : 標高300m以下で集落に近く、里山として管理されてきた痕跡のある森林

*ササが優占する場合は、種数が少なくともBbに区分する。

*「広葉樹林整備マニュアル」から引用

2-2 タイプ別の整備方法

Type A : 高木層が成立しているが、林床植生が乏しい森林

(1) 整備手法の決定

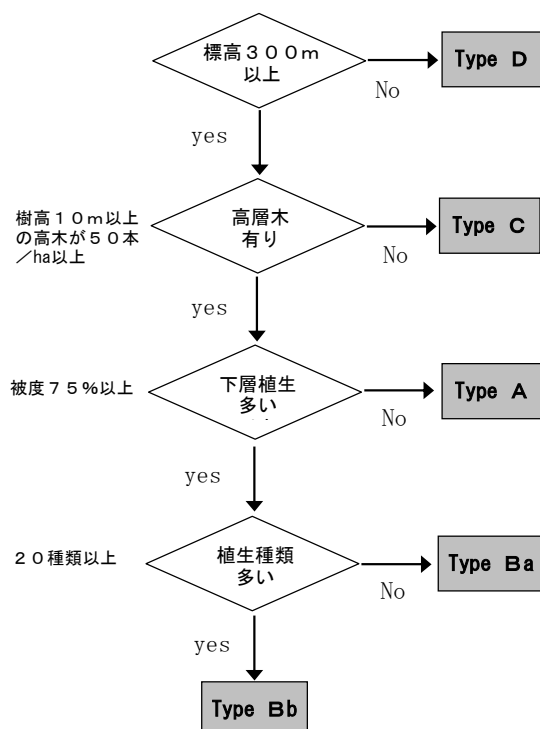
林床植生が乏しくなった原因を調査し、林床植生の豊かな森林に誘導します。林床植生が乏しい原因には、

- ・ニホンジカによる採食圧
- ・林冠の鬱閉による照度不足（若齢段階の森林は一般的に該当）
- ・林床を覆っていたササ類の退行
- ・表土の移動

等が考えられ、通常これらが複合しています。

考えられる原因に対応し、植生保護柵の設置、受光伐、植栽、土壌保全工等の整備手法を決定します。

図16 整備対象森林のタイプ分けフロー



(2) ニホンジカによる採食圧が原因の場合

ニホンジカによる採食圧により林床植生が乏しくなっている森林では、植生保護柵を設置し、林床植生の導入を図ります。

（第4章第3 野生生物との共存 ニホンジカの項 (p34) 参照）

なお、採食圧の高い地域では、受光伐により開空度の値が上昇しても林床植被率は改善されないことが、水源林モニタリング調査結果により明らかになっており、整備による伐採が反って植被率の低下を助長することから、受光伐及びそれに伴う灌木や林床植生の刈り払い、必要最小限にとどめ、土壌の流出がみられる箇所には土壌保全工を施工します。

(3) 林冠が鬱閉していて、林床が暗い場合

林床の照度の不足により林床植生が乏しくな

っていると判断される場合は、受光伐を行います。

方法①（単木択伐による方法）

表2の「整備にあたって注意すべき事項」を参照し、林内の高木をほぼ一定の割合で伐採して密度を下げ、林床の照度を確保します。

方法②（群状択伐による方法）

10m四方（0.01ha）程度の区域の高木をまとめて伐採し、緩斜面を中心に1haあたり10～20箇所（0.1～0.2ha）程度、適当な間隔において人工的にギャップを作ります。

いずれの方法の場合であっても、発生した丸太、枝条は土壌保全工などに利用し、林内に散乱させないようにします。

（4）モニタリングによる施業後の検証

ニホンジカの生息地では、林床植生の乏しい理由が、照度不足によるのか、ニホンジカの累積的な採食によるのか判断できない場合があります。この場合は、施業後の植生保護柵内外の植生状態の変化をモニタリングして判断します。

照度が不足している場合は、2回目の受光伐を行います。また、照度の不足以外に林床植生が乏しい原因には、表土の移動、乾燥、霜等が考えられます。

林床植生の発生が少なく、植生の再生が不足と判断された場合は、苗木の植栽を行います。樹種は対象地に自然分布する樹種で地域性種苗のある樹種から数種を選択し、混植します。（*9）

表2 整備にあたって注意すべき事項

1 下に人家等のある場合は樹木の傾きに注意

下に人家や登山道のある傾斜地において樹木が傾いている場合、そのまま放置すると転倒崩壊などの危険性が増加します。このためこのような傾きの大きな樹種については伐採することを検討します。この場合、傾きの限度を0～30度はそのまま、30～60度は頂部の枝落とし、斜面下部方向の大枝落とし、60～90度は地上1.8～2.0mで伐採します。ニホンジカの採食圧が高い場合には、ネット等で保護します。

また、ミズキ、キブシは根が浅く、転倒しやすいので、急傾斜地では注意が必要です。

2 ニホンジカの採食による植生の変化に注意

ニホンジカの採食圧が高いところでは、高木樹種の稚樹がほとんどなくなり、林床植生も衰退、減少するため、シキミやアセビなどの中低木の常緑広葉樹、クスノキ科の稚樹、マツカゼソウやオオバイノモトソウなどの多年生草本など、ニホンジカにとって不嗜好性の植物が増加し、植生の単純化が進んでいます。

このような森林を放置すると、将来、比較的短期間で常緑広葉樹林へ移行すると考えられますが、常緑広葉樹林は、比較的林内が暗く、下層植生の乏しい森林になりがちで、どちらかと言えば水源林として好ましい林相とは言えません。

こうした林分では、タブノキ、シロダモなどの高木性常緑広葉樹の幼稚樹を選択的に伐採するとともに、植生保護柵を施工して、高木性落葉広葉樹の生育環境を確保することが必要です。

*9) 第4章第7 苗木植栽の考え方 参照 (p 49)

Type B a : 高木層が成立しているが、下層植生の種類が単純化した植生の森林

クヌギ、コナラ、サクラ類の薪炭林やケヤキ、ミズキの植林などの二次林は高木層が単純化していますが、数十年間放置された結果、緩やかに階層構造の発達した広葉樹林へ遷移しています。こうした森林では、短期間での人為的な誘導は、場合によっては逆に森林を荒廃させる恐れもあります。森林の現況を十分調査して、高木層の伐採は慎重に行う必要があります。

一方、林床植生は、ニホンジカの採食圧により、不嗜好性植物が優先し、単純化しているケースが多くみられます。土壤保全に対する一定の効果はありますが、生物多様性の観点からは好ましい状態とは言えません。

こうした箇所では、植生保護柵を一定の割合で設置して、ニホンジカの採食の影響を除き、植生の多様化のための環境整備を行います。

Type B b : 高木層が成立、低木層または草本層の林床植生が発達、植物種も豊富な森林

このタイプの森林については、現時点では整備不要な林分であり、現状の維持を整備方針とします。また、主林木が100年生を超えた森林の場合は、森林に急激な変化を与えると、生態系の安定性をこわすことにつながる恐れがありますので施業の対象から除外します。

Type C : 風衝地、岩石地、崩壊地等であり、高木層が成立していない樹林

このタイプの樹林では、アセビ、ツツジ類、ウツギ類、リョウブ、クロモジ、アブラチャン、ニシキウツギといった樹種が中心になり、ケヤ

キ、シデ類、カエデ類といった高木の稚樹が侵入しているのが普通です。

こうした場所は、樹木が育ちにくい場所が少なからずあるので、積極的な施業を行わず、表土が移動している箇所に土壤保全工を施工します。

Type D : 標高300m以下で、集落に近く、里山として管理されてきた痕跡のある森林

(1) 整備の手法

このタイプの森林のほとんどは、管理が放棄され、アズマネザサの繁茂や、転倒・枯死木、表土の流失などが見られる森林が少なからずあります。

これらの森林において、間伐、除伐、草刈り等の整備を行ない、陽性の林床植生を持つ明るい森林に誘導します。

(2) 整備を行う場所の選択

この管理方法は、毎年あるいは少なくとも数年おきに草刈り等の整備が必要になることから、集落に近く、傾斜が緩い、整備の行いやすい場所で、面的にはなく、点として選択することとします。整備の行いにくい場所では、森林の状態によってTypeA, B, Cの整備方法を選択することとします。

(3) 整備による効果

林床植生を維持することにより、表土の流出を防ぎ、里山型の多様な動植物の生息空間を作ることができます。

かつて、里山の森林の林床には、里山に特有の種が数多く生息していました。このような動植物には、人為や自然攪乱など、限られた生息空間で生き延びてきた種が多く含まれ、現在では減少し、希少となっているものが多くあります。

表3 整備により回復が期待できる種

陽性の林床に生育し、今ではほとんどみられない種 クチナシグサ、キンラン、ササバギンラン
陽性の林床に生育し、今では少なくなった種 ミツバツチグリ、フデリンドウ、クサボケ、アマドコロ
林縁に生育し、いまではほとんど見られない種 オキナグサ、カザグルマ、ヤマブキソウ
林縁に生育し、今では少なくなった種 ホタルカズラ、ヤマユリ

(4) 整備の方法

① 萌芽更新法

萌芽性の高い樹種が多く生育する林分において、皆伐ないしは択伐を行い、萌芽枝を発生させます。伐採の適期は、11～3月です。

ニホンジカによる採食圧が高い林分の場合は、地上高1.5～2.0mの部位で伐採をする方法もあります。これを頭木法（Pollarding）といい、ニホンジカの生息地では有効な方法です。

萌芽枝が多数発生した場合は、伐採から数年後、根元から取り除く必要があります。

伐採してから少なくとも5年間は下刈を行い、6年目以降も2～3年おきに下刈・つる切りを行います。

老木になると株の萌芽力が衰えてくるので、発生した実生を育成し、必要に応じて補植を行います。

② 高木環境林施業

萌芽更新をせずに、下刈、落葉掻き等の林床の管理を行い、陽性の林床植物の生育を促します。

林床の照度が不足している場合は、上層木の間伐を行います。

表4 萌芽性が高く管理が容易な樹種

標高	種類	樹種
800m以上	高木	イヌブナ、イヌエンジュ、イタヤカエデ、カヤ、ミズナラ
300～800m	高木	コナラ、イヌブナ、イヌエンジュ、イタヤカエデ、ホオノキ
300m以下	高木	コナラ、クヌギ、エゴノキ、イヌシデ、ケヤキ

2-3 つる切り・刈り払い・除伐

(1) つる切り

クズやフジなど、高木を広く被圧してしまうツル植物は、照度管理の点から除去が望ましいですが、つる植物をすべて除去するのは生物多様性の観点からは好ましくなく、サルナシやアケビなど実のなるものは積極的に残すなど、その性質や高木層の高さ、出現頻度によって、是非を判断する必要があります。

標高800m以上の「ブナ林など自然林を再生するゾーン」では、原則としてつる切りは行いません。（p28 表7参照）

(2) 刈り払い・除伐

水源林整備では水源かん養機能向上のためササ類や下草等の林床植生を保護することが必要であり、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、刈払い、除伐は原則行わないこととします。

(3) 枯立木や倒木の処理

最近の生態学的知見から、林内にある大径木の枯立木が猛禽類の営巣木やムササビ、モモンガ、コウモリ類の巣になるなど、生物多様性の保全の観点から重要性が増しています。

枯立木の存在は高齢段階の広葉樹林の特徴です。また、倒木も土壌保全の効果や炭素の貯留の機能を果たしています。したがって、下に人家や林道、歩道、植生保護柵がある場合などを除き、基本的に枯立木や倒木はそのまま保存することとします。

第3章 森林整備の実際

第1 間伐

1-1 間伐の方針

人工林において林木が健全に育つためには、成長に応じて適正な本数密度で管理していく必要があります。このために行う作業が間伐であり、人工林として管理していく上で最も重要な作業です。

間伐の開始時期、量、間隔などを決めるには、どのくらいの混み具合を維持していくかという密度管理の方針が基本になります。一般的な密度管理には、密仕立て、中庸仕立て、疎仕立ての3種類の仕立て方があります。

(表5)

水源林整備事業においては、水源かん養機能の高い森林を目標としているため、中庸ないしは疎仕立てを採用し、林床植生の生育が可能な明るさを確保し、土壌の保全を図るために間伐を行うこととします。

また、冠雪害を受ける可能性のある林分では、できる限り疎仕立てとすることが望まれます。

表5 密度管理の方法別の収量比数

管理方法	収量比数	生産目標
密仕立て	0.85~0.75	優良材
中庸仕立て	0.75~0.65	一般材
疎仕立て	0.65~0.55	特殊な材(*10)

1-2 間伐をするべき森林

水源林整備事業では、中庸ないしは疎仕立てを採用するため、収量比数(*11)が0.75に達している林分は、間伐をする必要があります。(相対照度では20%以下の林分)

植生で判断する場合は、林床植生が少なくなったら間伐が必要と判断されますが、ニホンジカの採食圧により林床植生が少なくなっている場合もあるので、食痕やフンなどの生息痕跡の有無に注意します。

また、形状比(*12)が80以上の林木は、冠雪害・風害を受ける可能性が高いため、このような林木の多い林分は間伐を行う必要があります。

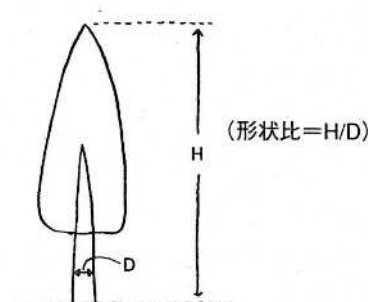
1-3 間伐率の決定

1回に行う間伐率の上限は、風害・冠雪害の危険を回避することを踏まえ、本数間伐率で30%、材積間伐率で20%、収量比数で0.15のいずれも越えないことを標準的な考えとします。しかし森林の状況により、この数値では十分な光環境が確保出来ないと判断される場合については、現場個別の諸条件(成立本数、生育状況、枝打ちの状況等)及び風害・冠雪害の危険についても踏まえて決定するものとします。

なお、計算による間伐率の算出は次のとおりです。

間伐率を求めるには、まず平均樹高と本数密度から対象林分の収量比数を判定します。密度管理図を使って収量比数が中庸仕立てでは0.65、疎仕立てでは0.55になるように間伐後の本数密度を求め、間伐率を算出します。

図17 形状比80以上の木は、災害を受けやすい。



1-4 照度との関係

複層林施業において下木を植栽する際、及び混交林施業において実生を発生させる際には、40%の相対照度が必要になります。

間伐直後の収量比数から相対照度を推定することができるため、必要とする相対照度に対応する収量比数に達するように、密度管理図から間伐率を算出することができます。なお、带状・群状施業においては、上木はないことからこの考え方は適用しません。

*10) 宮崎県飫肥地域における船材生産や、津久井地域において冠雪による被害を避けるために行われていた方法。

*11) 収量比数とは、最大の密度の時の材積を1とした場合の材積の比。対象林分の上層木の平均樹高と本数密度を密度管理図にあてはめて判定します。簡易に求めるために判定表を用いることもできます。(第6章第1 標準地調査法 参照 p55)

*12) 形状比=樹高(m)/胸高直径(m)

表6 収量比数と相対照度との関係

収量比数	相対照度
0.7	25%程度
0.65	30%程度
0.60	35%程度
0.55	40%程度
0.50	45%程度

表6のとおり、40%以上の相対照度を確保するためには、収量比数が0.55以下であることが必要です。

スギ・ヒノキの地位別樹高曲線(図32, 33)をみると、地位「中」における50~70年生では、スギ林で18~20m程度、ヒノキ林で14~16m程度が標準的な樹高となります。収量比数判定表(巻末参考資料)から、収量比数が0.55以下となる樹高と本数密度との関係は表7のとおりです。

表7 収量比数が0.55以下となる間伐直後の樹高と本数密度(地位「中」の場合)

(スギ)

樹高	12m	14m	16m	18m	20m	22m
収量比数 ≤0.55	0.53	0.53	0.54	0.54	0.52	0.48
本数密度 (本/ha)	900	700	600	500	400	300
標準的な 林齢				50	70	

(ヒノキ)

樹高	12m	14m	16m	18m	20m	22m
収量比数 ≤0.55	0.52	0.54	0.53	0.54	0.53	0.50
本数密度 (本/ha)	1000	800	600	500	400	300
標準的な 林齢		50	70			

複層林施業における下木の植栽や、混交林施業において実生の発生を促すにあたり、目指すべき本数密度は、基本的には個々の森林の状況によりますが、契約終了時の林齢の中心となる70年生において、収量比数0.55以下となる標準的な本数密度はスギで400本/ha、ヒノキで600本/haであることから、概ね500本/ha以下を目指すことが一つの目安になると言えます。

1-5 選木

間伐木の選定にあたっては、原則として劣性木間伐とし、まず、病虫害等などによる被害木、形質の特に悪いものを選び、次に間隔を考慮します。

目標とする間伐率に合わせ、「不良木」→「並の木」の順に間伐木としますが、良い木でも集中分布している場合は、間伐木とします。また、「あばれ木」は、早めに間伐します。

1-6 間伐木の利用

伐倒した間伐木は、販売可能な場合、できる限り搬出して利用することとします。搬出しない場合は、柵工や筋工の土壌保全工や径路整備に利用するほか、できる限り集積を行い、林内に散乱させないようにします。土壌保全工に利用しない間伐材についても、急傾斜地等では、杭を打ち、等高線に平行に集積すると土壌保全効果を期待することができます。

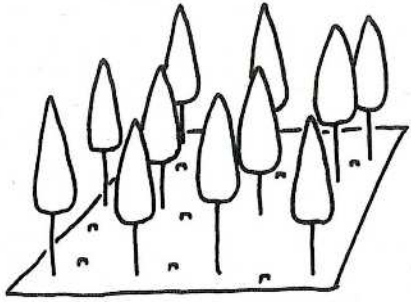
1-7 搬出間伐

間伐材の搬出にあたっては、原則として「搬出間伐における環境等配慮指針」を踏まえ実施することとします。

1-8 現場での手法

- ① 標準地内で、決定した間伐率による間伐本数を算出します。
- ② 間伐本数分のテープを用意し、間伐木を選んで巻き付けます。
- ③ 方形の標準地を設定した場合、標準地の外周をテープで囲い、まず標準地内を間伐すると、間伐後の林相の目安とすることができます。

図18 標準地内をまず間伐してみましょう。



第2 枝打

2-1 枝打の考え方

枝打ちは、無節・完満で年輪幅のそろった優良材生産には欠かせないものですが、樹木の肥大成長を抑制し、形状比を上げるという影響もあります。

また、最近増加している穿孔性害虫は枯枝から侵入する種が多いことから、できる限り枯枝は除去する必要があります。病虫害が発生している林分や近接地に病虫害が発生している林分では、特に注意が必要です。(*13)

2-2 標準的な枝打高

水源林整備事業においては、病虫害等の被害の予防のため、主に枯枝を発生させないことを目的とする枝打ちを行うこととします。

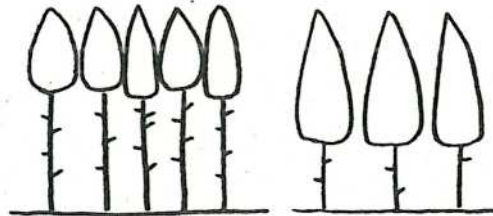
標準とする枝打ち高は、複層林・巨木林では枯枝および地上から8mまでの生枝を上限とし(*14)混交林では枯枝および地上から1.8mまでの生枝を枝打ち高の上限とします。ただし、間伐や枝打ちがほとんどされておらず、間伐だけでは、林内照度の確保が困難な場合は、1.8m以上でも実施可とし、林相に見合った高さまで落とすことができるものとし

また、林木の成長を抑制しないよう、力枝より上の枝は打たないこととします。

2-3 密度管理の必要性

人工林においては、過密になると枯枝が発生しやすくなります。また、枝打ちを行うと一時的に林床が明るくなりますが、いずれ閉鎖してくることから、林内の明るさの確保はできるだけ間伐によることとし、なるべく枯枝を発生させないように密度管理を行うことが必要です。

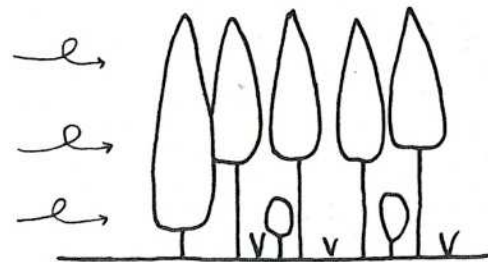
図20 森林が混んでいると、枯枝が出やすくなります。



2-4 林縁の保護

林内環境の維持や、風害の予防のため、林縁木の枝打ちは行わないこととします。

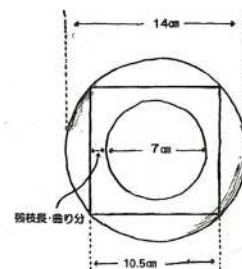
図21 林内気候の維持のため、林縁木の枝は残します。



*13) 例えば、10.5cm角の無節の柱材を生産するためには、枝下部分の直径が7cm以下のところにある枝を落とすことが望ましく、この太さ以上であれば、節が出る可能性が出てきます。無節の柱を生産するためには、早期から枝打ちを行う必要があります。

*14) 木材を収穫した場合、最も根元から採材する一番玉が価格の大部分をなし、また高所の枝打ちはコストがかさむため、水源林整備事業では、地上から8mを枝打ちの上限としました。

図19



第3 除伐

一般的な人工林施業では、下刈やつる切りが抜けて、林木が競争段階になると、まず除伐といって自然に発生した木を除去し、競争を緩和してやる必要があります。また、成林後、間伐や枝打ちを行う場合、林内の見通しや移動の容易さを得るために除伐を行うこともあります。

水源林においては、植栽木以外の樹種の存在は、林地保全上の価値が高く、また水源林整備事業では、林床植生の豊富な森林を整備の目標としているため、伐木作業等の施業の安全性を確保するために必要な範囲で行う以外、除伐は原則行わないこととします。

特に人工造林地の中で除地となっている箇所や沢筋等で自生の樹種が林縁を形成している箇所等は、除伐を行わず、自然に発生した植生を努めて残すこととします。

第4 つる切り

つるが多数繁茂し、除去が困難な森林を整備する場合、まずつる切りを行ない、2～3年経過し、つるが枯れ落ちてから間伐等の森林の整備を行うことが有効です。

また、つる植物には、クズ、フジ等の陽性のもの、テイカカズラ、キズタ等の陰性のもの、また、幹に巻きつくもの、張り付くものなど種によって様々な性質があります。樹幹を締めつけ変形させるつるや、高木を被圧してしまうつる植物は、人工林施業の場合は除去すべきものです。しかし、高木を被圧する恐れがないなど、つるを除去する必要のない場合もあります。特に標高800m以上の「ブナ林など自然林を再生するゾーン」では原則としてつる切りは行いません。

表8 つる植物とその処理

処理	○ (実施)	△ (必要に応じ)	× (原則行わない)
種名	クズ フジ	ジャケツイ バラ アケビ サルナシ	ツルマサキ テイカカズラ キズタ イワガラミ
備考	こまめに 処理	程度により 判断	被圧する ことはまれ
	※標高800m以上の「ブナ林など自然林を再生するゾーン」では、原則ツル切りは行わない。		

第4章 整備に際しての共通の注意点

第1 目標林型の選択における留意点

1 目標林型選択の際の考え方

水源林の森林づくり事業では、健全な人工林（複層林・単層林）・巨木林・混交林・広葉樹林の4種を目標林型としています。

森林の整備を行うためには、その土地と整備の目標に合致した整備方法を選択することが必要です。水源の森林づくり事業においては、水土保全機能を維持・増進させつつ、木材の利用を図るため、以下の要素に留意して目標林型の候補を選択することとします。

2 針葉樹人工林における目標林型の選択

現況が針葉樹人工林となっている森林（不成績造林地を含む）については、健全な人工林（複層林・単層林）、巨木林、混交林の中から目標林型を選択します。

土地の生産力を現す「地位」と、土地の利便性を現す「地利」によって候補をしぼり、標高、土壌条件等の補完する事項を要素として、さらに目標林型の候補を選択します。

(1) 地位および地利による選択

地位は、その土地の持っている生産力を示すもので、上層木の平均樹高で判定します。

(*15)

地位「下」の森林は、林木の成長が遅く、また、地力の保全を図る必要があることから、混交林が適しています。

地利は、その土地の利便性を示すもので、伐採時に利用できる搬出道からの距離で判定します。

複層林は、集約的な管理や伐採した木材の運搬、運材の容易さが必要とされるので、地利「上」で、かつ光環境の制限により成長が抑制されるため、地位「上・中」の森林が適しています。

表9 地位・地利による目標林型の候補

	地位「上」	地位「中」	地位「下」
地利「上」 道から200m 以内	複層林	巨木林 単層林 複層林	混交林
地利「中」 道から200 ~500m	巨木林 単層林	巨木林 単層林	混交林
地利「下」 道から500m 以上	巨木林・混交林		混交林

(2) 標高、土壌条件等の補完する要素による選択

① 標高…かながわ森林再生50年構想において「ブナ林など自然林を再生するゾーン」とされている、概ね標高800m以上に位置する人工林は、巨木林または混交林が適しています。

「木材資源を有効利用するゾーン」とされている、林道等から概ね200m以内に位置する人工林は、複層林、単層林が適しています。

② 傾斜…30°以上の森林は、土壌の移動を避けるため、混交林が適しています。

(*16)

③ 土壌…有効土層25cm以下、表土10cm以下の森林は、地力の維持・増進を図るため、混交林が適しています。(*17)

④ 地形…沢沿い及び尾根筋の片側10mずつは、できる限り自然植生の導入を図り、混交林に誘導します。(*18)

⑤ 林相…すでに主林木に天然性の高木が混生している人工林は、混交林に誘導します。

⑥ 災害履歴…これまでに風害、冠雪害の被害を受けた林分、および被害を受ける可能性の高い林分は、混交林に誘導することを検討します。

*15 地位の判定方法は、第6章第1「標準地調査法」参照（p55）

*16 傾斜は、林政情報システムにポリゴン別に入力されている傾斜を参考にすることができます。

*17 第6章第2「森林土壌の調査法」参照（p56）

*18 第4章第6「溪畔域における森林整備」（P47） 第7「尾根等における森林整備」参照（p48）

第2 気象災害対策

1 冠雪害

発生条件

神奈川県は関東地方南部に位置しているので、春先の発達した低気圧と寒気が組み合わさって起きる、湿雪と強風による被害が多く発生します。 $-2\sim+2^{\circ}\text{C}$ よりやや高めの気温帯で、湿雪が樹冠に付着して、降雪が弱まってからの強風によって幹の折損や根返りが発生します。

樹種・林齢・林分構造との関係

スギの方がヒノキに比べて被害を受けやすい傾向があります。

林齢では、10～30年生までの林分が被害を受けやすいものの、50年生くらいまでは被害を受けることがあります。

立木の形状比が70～80を越えると被害を受けやすく(*12)間伐の遅れにより成立本数が高い林分は、被害を受ける危険性が高くなります。

表10 神奈川県での雪害発生状況

年	被害面積 (ha)
昭和29年	1.0
44年	613.0
45年	0.7
49年	20.0
59年	46.2
60年	15.6
61年	4,427.0

県内での発生状況と危険地域

神奈川県では、過去に中規模な冠雪害が10年に1回は発生しており、中小規模の発生はかなり多いと言えます。冠雪害の頻度や被害程度の大きな場所から推測できる冠雪害の危険地域は、丹沢山地北東部から津久井地域にかけてであり、このうち相模原市緑区(旧相模湖町北部と藤野町北部)は、最も危険な地域です。冠雪害常襲地域のスギ林では、ヒノ

キや広葉樹との混交林化を検討する必要があります。

施業上の注意

冠雪害の危険地域や過去に被害を受けている林分では、20～50年生までは林分密度を粗仕立てで施業して、立木の形状比(*12)が80を越えないように心がける必要があります。

間伐に際しては、傾斜方向の間隔を開けるように間伐木を選定し、枝打ちを行う場合は、谷側の枝を山側よりも高く打ち上げて樹冠のバランスを改良するよう、努めます。

2 暴風害

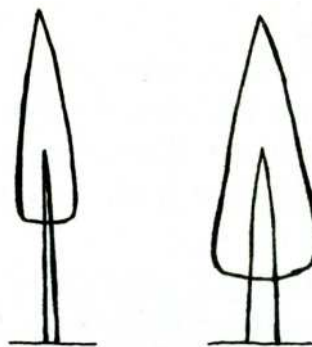
発生条件

台風、低気圧、前線などによって平均風速が20m/s位を越えると、暴風害が発生しやすくなり、30m/sを越えると大風害が発生しやすくなります。

樹種・林齢・林分構造との関係

壮齢林で被害が多く、高齢林ほど激害になります。人工林では、形状比が小さく、下枝が横に発達したずんぐり型の立木が、風揺れに対して抵抗力があります。

図22 ずんぐり型の木の方が風揺れに強い



地形等の要因

被害は風向きによって異なりますが、河谷の分岐点や湾曲点付近、尾根筋や鞍部、斜面が緩傾斜から急傾斜に移る場所、山腹の突出部、孤立した山の山麓面や側面等が暴風害危険地域です。

また、神奈川県西部に分布するスコリア

(火山砕屑物)を含む土壌は、根系の支持力が弱く根返りの危険が高いため、形状比をなるべく低く抑えるよう、成立本数のコントロールを行う必要があります。

施業上の注意

形状比(*12)が高い人工林の林縁部に重点をおいて、防風を目的とした林帯を作ります。林縁木は枝打ちを行わないこととします。

過去に風害のあった場所では、複層林・巨木林への誘導は避ける必要があります。

3 豪雨被害

発生条件

梅雨時期の豪雨や雨台風の通過など、短時間の集中的な豪雨により林地崩壊等の被害が発生します。近年は、短時間豪雨の増加や強度の強い豪雨が長時間継続するなど豪雨形態の変化により激甚な災害が発生する傾向にあります。

丹沢湖アメダスにおける最大日降水量が300mmを超える年は1970年から2009年までの35年間では1回のみですが、2010年から2020年では4回ありました。

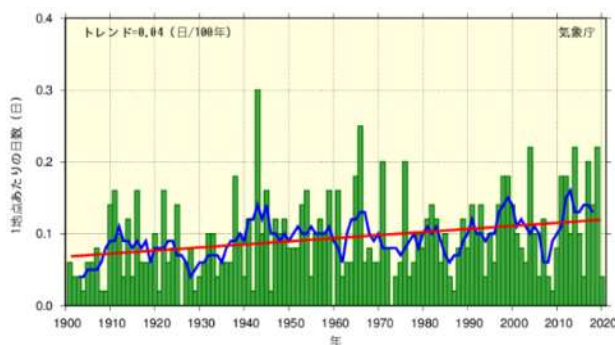


図 23 日降水量 200 mm以上の年間日数の変化 (全国 51 地点の平均) (*19)

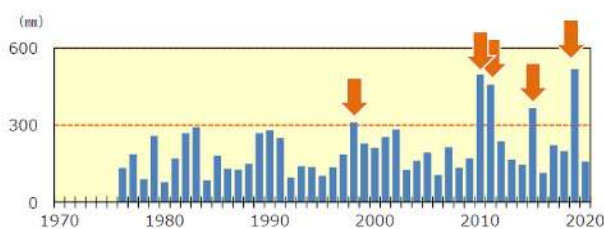


図 24 丹沢湖アメダスの最大日降水量の変化(*19)

*19 気象庁ホームページ 参照

*20 土砂流出防止機能の高い森林づくり指針(解説版) 林野庁森林整備部より抜粋(一部改変)

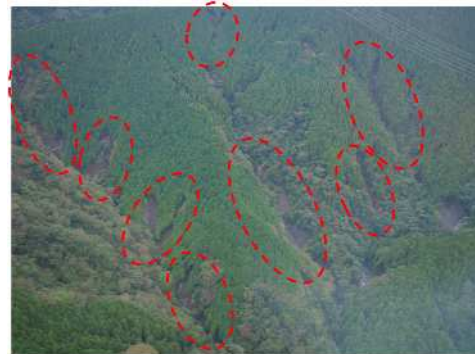
県内での発生状況

令和元年東日本台風は神奈川県内の水源地域にも大きな被害をもたらしました。相模原市緑区では、相模湖で同地点の平年の年間雨量の38%に相当する総雨量631mmの豪雨となり各所で林地被害が発生しました。

写真2 山腹崩壊の状況(相模原市緑区吉野)



写真3 山腹崩壊の状況(山北町世附)

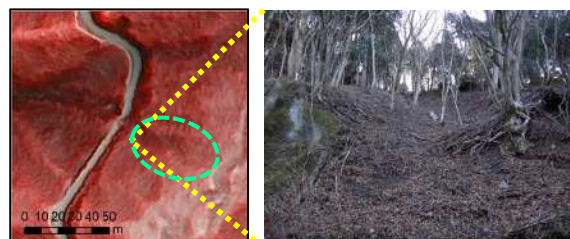


土砂災害が多い地形の特徴

崩壊発生源は、もともと急傾斜地(30°以上)で谷地形の頭部や谷壁斜面、凹地形など、水が多く集まる地形に多いことがわかっています。

崩壊が発生しやすい地形は、微地形表現図を用いると比較的容易に判断することができます。(*20)

図25 微地形表現図と現地の状況(凹地形)



間伐と土砂流出防止機能の回復年数

間伐後5年ぐらいまでは、崩壊防止力が低下することに留意する必要があります。5年過ぎから10年程度で伐採前の土砂流出防止機能に回復し、その後さらに増加する傾向がみられます。長期的に見れば、間伐により崩壊防止機能が高まるといえます。(*20)

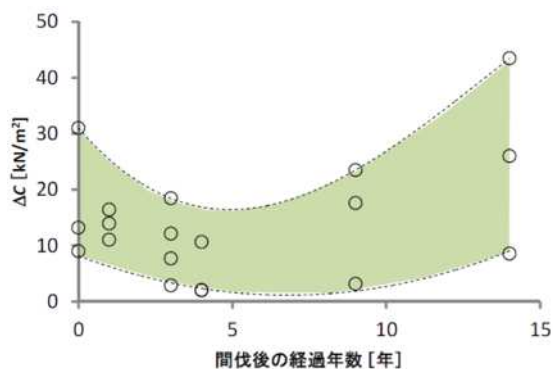


図26 間伐後の経過年数と崩壊防止力 (ΔC) (*20)

土砂流出防止機能の高い森林とは

森林による土砂災害防止機能は、大きく2種類に分類されます。根系の引き抜きによる崩壊防止機能と、流下している土砂を立木が抑止する土砂補足機能です。

これら2種類の機能を十分に発揮するには、適正密度で森林を管理し、樹木根系の伸張・発達を促すことが有効です。その結果、林内に光が入り、林床植生の回復などによって表面侵食防止の効果も高まります。(*20)

水源林整備で行う施業はこうした土砂流出防止機能の高い森林づくりにも資するものですが、立地条件による施業の留意点があります。

崩壊発生が想定される立地での施業

崩壊の発生が想定される斜面勾配30°以上の集水地形においては、根系の発達と表面侵食の防止を念頭に施業を行います。間伐を実施した場合、立木間中央からの崩壊の危険性が高まるため、弱部を連続させないようにします。また、伐採木は筋工へ活用

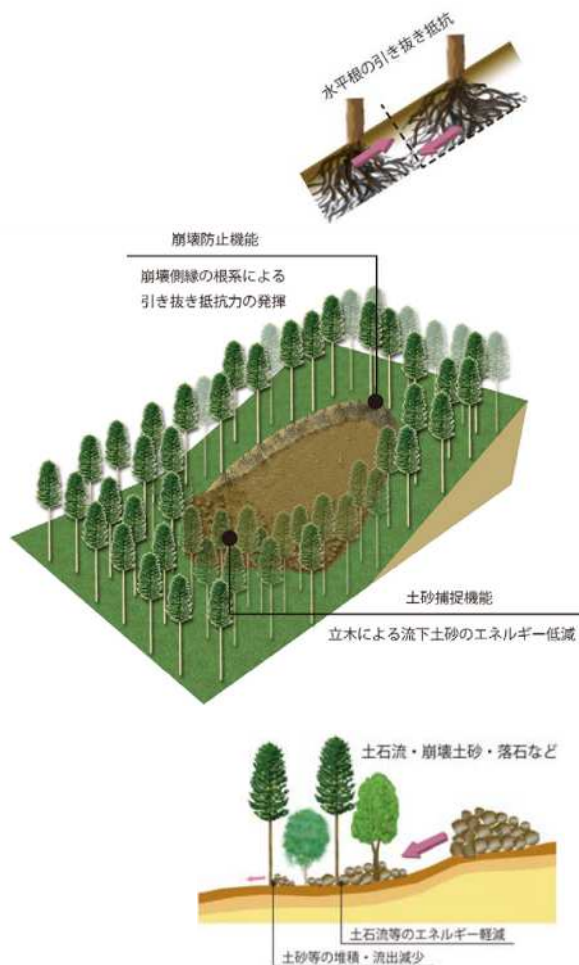


図27 土砂流出防止機能(*20)

するなどして表面侵食の防止を図ります。

樹冠長率 (樹冠長÷樹高×100) が低い (30%未満) など今後の生育が期待できない森林では、強度の間伐を避け、弱度の間伐を複数回実施します。(*20)

崩壊した土砂の流下、堆積が想定される立地での施業

山地の中腹域から斜面10°未満となる山麓域において、上部での崩壊による土砂の流下、堆積が想定される場所では、上部からの崩壊土砂や落石を受け止めることを期待するため、樹木の直径成長と根系の発達を念頭に施業を行います。(*20) このため、人工林では水源林整備としての適切な間伐を行うことでこれらの機能が発揮されるものと考えられます。

土壤保全工による侵食防止対策

表面侵食を防止する上では、適切な森林状態を維持することに加え、森林土壌を保持し、雨水の浸透を図り、たとえ森林土壌が移動してもそれが最小化する視点も必要です。

このため、森林整備と一体的に土壤保全工を実施することとしますが（第5 土壤保全工法（p43～参照））、弱部となりやすい沢（状地形）付近の斜面（地下水位が相対的に高いため飽和しやすく、なおかつ斜面全体の地表流が集まる地点）において優先的に対策を講じることが効果的です。（*21）

流木被害の未然防止

令和元年東日本台風では、短期間に大量の雨が降ったことで、沢や沢状の窪んだ地形に通常では想定できないほどの雨水が集まり、水位が極端に上昇し、周囲の沢から少し高い斜面に整理してあったにもかかわらず、間伐木が流出する被害が発生しました。

写真4 令和元年台風19号に伴う流木被害（相模原市緑区佐野川）



流木の発生を抑えるためには、伐採後の幹、枝条については、雨水が集まる沢や沢状の地形を避けて処理、整理する必要があります。これが困難な場合は、伐倒木を極力長尺に玉切るなど、大量の雨が降った場合でも流出しないようにします。

写真5 長尺で玉切り、沢に流出しないよう配慮した様子



土壤保全工による復旧

崩壊箇所の復旧に際し、水源林整備では基本的に森林土壌保全の観点から、土壤保全工を中心とした簡易工作物により対応します。

また、人家に近い水源林で引き続きの降雨による追加的な被害の発生が懸念される場合には、ブルーシートで崩壊面を覆う等の応急復旧を行います。

写真6 人家近くの水源林の崩壊地における応急復旧（相模原市緑区寸沢嵐）



*21 豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会（とりまとめ） 林野庁 参照

第3 野生動植物との共存

本県の水源地域の森林には、ニホンジカ、ツキノワグマなどの野生動物が生息しています。これらの野生動物の生活領域を分断・縮小するかたちで人間の生活空間が広がったことから、森林被害など、様々な人間の営みとのあつれきが生じているだけでなく、生態系のバランスが崩れ、生物多様性の劣化にまで影響が及んでいます。

人間の諸活動と野生動物との共存には、さまざまな課題を含んでいますが、水源林整備事業では、共存のための方策を講じることとします。

1 ニホンジカ

(生息状況)

平成19年度以降、管理捕獲を大幅に強化し、捕獲圧を高めた結果、一部地域では生息密度が低減しましたが、全体としては植生の劣化が継続しています。

(被害の種類)

1950年代から1970年代に広範囲の人工造林が実施され、ニホンジカの食物環境が急速に向上し、個体数、分布域が拡大し、造林木への被害が増大しました。(枝葉摂食、樹皮摂食による被害)

その後、防護柵の設置、造林木の成長により造林地を餌場として利用できなくなったことなどから、ニホンジカの行動が変化し、林床植生の消失やウラジロモミ等、自然林での樹皮剥皮など、自然植生が劣化する被害が顕著となり、人工林の林床植生の衰退、土壌流失を招くなど、水源環境にとっても憂慮すべき事態となっています。(森林整備効果の阻害)

(生息状況に応じた森林整備と被害の予防)

丹沢山地では、間伐等の森林整備を行なっても、ニホンジカの生息密度が高い場所では、利用圧により林床植物の成長が妨げられ、森

林整備効果が十分に発揮されない状況となっています。

人工林の適正な間伐や混交林化等により、林床植生の回復や広葉樹の導入を図り、ニホンジカ個体群を安定的に存続ための生息環境を整えるとともに、植生へ影響を与えないよう、バランスをとるため、必要な個体数調整を実施し、ニホンジカとの共存を目指します。

写真7 ニホンジカの採食により衰退した植生



植生保護柵(防鹿柵)やツリーガードを設置して物理的にニホンジカの影響を排除することも有効な手段ですが、設置状況を頻繁にチェックし、補修などの維持管理を続けることが必要です。

間伐後に残置された丸太や枝条を、整備地の外周に積み上げてニホンジカの侵入を防止する方法も一定の効果が確認されています。

また、生息密度の高い場所での広葉樹の整備については、受光伐を最小限にとどめ、土壌保全工や植生保護柵を優先して実施することとします。

剥皮被害は、除伐・すそ払いを実施した森林で生じることが多いため、被害の可能性のある森林では、すそ払い・除伐を行わないという予防方法も検討する必要があります。

①植生保護柵

これまでの、植林地を柵で囲む方式で被害の予防が行われてきましたが、今後は、林床植生を保護し、実生の発育を図るためにも有効な方法と考えられます。

写真8 植生保護柵の効果



しかし、全ての森林を柵で囲うことは不可能であり、局地的な効果に止まります。柵は対症療法に過ぎないことに留意して、水源林の整備とシカの管理捕獲を連携して行うこととします。

なお、植生保護柵を設置する場合は、以下の3点に留意する必要があります。

(1) 沢を横切らない

沢筋は、土砂が移動しやすいため柵が破損しやすく、また、柵の下部に抜け穴が生じやすいことから、沢に近い箇所の設置は避け、また、沢を横切ることのないようにします。

(2) シカ道を横切らない

シカ道を柵で分断するとニホンジカが柵を破壊してしまう可能性が高くなります。設置の際にはシカ道の有無に注意する必要があります。

(3) 大面積で囲わない

柵で大面積を包囲すると1箇所の柵破損で、大きな被害が生じる危険性があります。大面積で囲うことは避け、やむを得ず囲う場合は一辺の長さが最大40m、1箇所の面積2,000㎡を目安にして現地の地形に応じて間仕切りを設置する。また野生動物の移動を妨げないよう、柵の形状、配置に留意する必要があります。

② ツリーガード

剥皮被害を予防するため、10～15年生のスギ・ヒノキの樹幹を高さ1.5mの筒状のネットで保護するものです。

軽量であるため、運搬・装着が容易であり、

防鹿柵に比べて補修の手間が少なくてすむという利点があります。

胸高直径が20cm程度になったら撤去します。

③ 施業と連携した管理捕獲

一般に、森林を間伐すると、草本などの餌植物が急増し、多くのニホンジカが誘引されることによる植生劣化に繋がる可能性があります。ある程度のニホンジカの生息密度が想定される場合には、過度にニホンジカを誘引しないような森林整備の取り扱いが必要です。そこで、ニホンジカの捕獲を行うことが、過度の誘引を防ぐ効果があることから、ニホンジカの生息状況を考慮した上で、森林整備と、その周辺(整備地も含む)で行う管理捕獲との実施時期の調整を行うこととします。

なお、地元狩猟者等と連携した事例として、植生保護柵の一部を開閉式の扉に加工することで囲いわなとしても活用する取組も行われています。

写真9 植生保護柵を囲いわなとして活用した事例



写真10 ニホンジカ



- 頭胴長：130～160cm 体重：50～150kg
- オスの方が大きく、オスのみに角がある。
- 植物食。大抵の植物は食べる。
- 縄張りを持たず、普段はオスメスが別々に行動。母子3～5頭のグループが基本
- 交尾期は秋、出産期は春～初夏。1回に1頭出産

2 ツキノワグマ

(生息状況)

神奈川県レッドデータブック（2006年）において、ツキノワグマは絶滅危惧Ⅰ類と位置づけられています。平成20年度までのDNA識別調査で35個体を確認しましたが、これは、最低でもこの個体数が生息していたという数値であり、丹沢に生息するツキノワグマの個体数は未だに解明されていません。

(被害の種類)

雑食性であり、春から夏にかけては、草本類や広葉樹の葉、昆虫類を、秋にはブナ等の堅果を食べます。森林に関する被害としては、6～7月に壮齢の立木の樹皮を爪や歯で剥ぐ「クマハギ」の被害を及ぼすことがあります。

(被害の予防)

「クマハギ」の被害を防ぐには、ツリーガード等の物理的手段が有効ですが、被害量としては微小であり、ツキノワグマが人里周辺に出没することによる人的被害のほうが、はるかに深刻になる可能性が高いです。

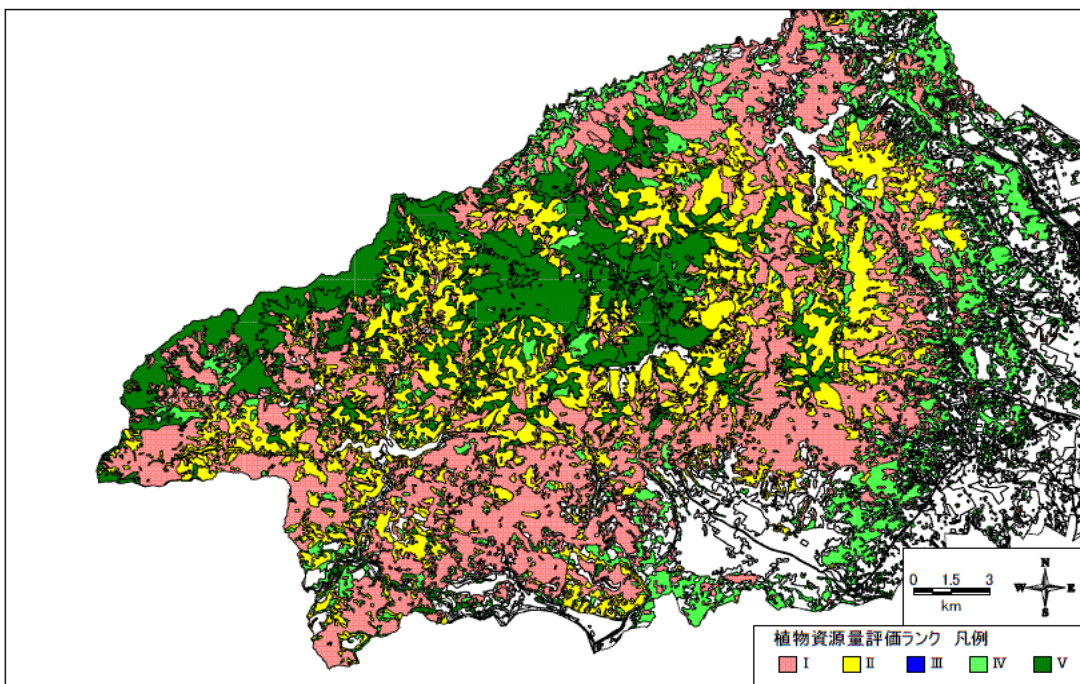
被害を防止するためには、ツキノワグマの広い行動域を確保する隣接地域とのネットワーク化や、採餌環境を確保するため多様な樹種からなる広葉樹の育成、さらにツキノワグマの食物供給を担う森林が高標域（ブナ林）と低標高域（クヌギ・コナラ林）にあって、中間域がスギ・ヒノキの人工林に分断されている状況を人工林の混交林化により改善していくなど、長期的な視点に立ったツキノワグマの生息環境の整備が必要です。

写真 11 ツキノワグマ(羽澄俊裕氏提供)



- 頭胴長：100cm程度 体重：60kg前後
- 植物中心の雑食。秋は堅果や果実類主
- 通常は単独で行動。冬眠する。
- 交尾期は春、出産期は冬(冬眠中)1回に1～2頭 出産

図28 ツキノワグマの食物供給ポテンシャルマップ



ポテンシャルの低い人工林が里山と奥地を分断している。(数値が高いほど植物資源量豊富を示す)

3 クマタカ

(生息状況)

神奈川県レッドデータブック（2006年）において、絶滅危惧Ⅱ類に位置づけられており、環境省においては絶滅危惧ⅠB類と、全国的にも希少な種となっています。森林性の猛禽類であり、丹沢地域に約20ペアの生息が推察されています。

(森林整備における配慮)

○整備時期の調整

繁殖をしている年は、つがいの交尾場所や見張り場等の繁殖に係る重要なエリアや巣立ち後翌年の3月くらいまで過ごす幼鳥の行動エリアとしての営巣中心域では、1～7月頃のあらゆる人間活動が、営巣放棄等、繁殖に重大な影響を与えると考えられます。

また、営巣中心域では、繁殖していない年でも営巣地放棄につながる間伐施業等はすべきではないと考えられます。

高利用域を含む営巣地周辺では、巣外育雛期を含めた8月頃までの繁殖期間中は森林整備を控え、それ以外の期間でも森林の維持管理に必要となる最小限の施業にとどめることとします。

また、広葉樹林の整備や作業道、作業路の新設は原則として行わないこととします。

これらの調整にあたっては、営巣地の所在や繁殖状況を逐次把握することは困難なため、専門家等からの情報提供、助言に基づき行うこととします。

写真12 クマタカの営巣地の様子



(神奈川県野生生物研究会提供)

(参考)

繁殖サイクル

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
中	大	極大		大		中	小	中		大		
求愛期	造巣期	抱卵期		巣内育雛期		巣外育雛期			求愛期	造巣期		

クマタカは、谷の急斜面に残存するモミ、アカマツ等の大径木に営巣する傾向がみられるので、自然林及び人工林の中にモミ、アカマツが点在するような営巣適地の保全に留意する必要があります。

○採餌環境の確保

クマタカの餌生物は、中小型哺乳類、中型鳥類、ヘビ類などです。雌は樹木に止まり待ち伏せて餌生物を見つけ、ハンティングをすることが多く、雄は雌より身体が小さく小回りがきくので、落葉広葉樹林などで移動しながら探索しハンティングすることができます。

また雌雄とも飛行しながら餌生物を見つけ、急降下して餌生物を捕まえることもできます。

クマタカは落葉広葉樹林、人工林、疎林、草原、沢等の多様な環境を餌場として生活しています。

こうした採餌環境を確保するためには、人工林に広葉樹を導入する混交林化を進めるとともに、林道等の周辺では、人工林の適正な間伐、更新を行うなど、多様な森林づくりを進めていく必要があります。

営巣期の配慮を適切に行い、こうした水源の森林づくりを進めることで、クマタカとの共存をめざすこととします。

*オオタカについては、「神奈川県オオタカ保護指導指針」に基づき対応してください。

4 希少植物

水源林内には『神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006』に掲載されている本県の絶滅危惧種が生育している場合があります。例えばバラ科のザイフリボクなどです。こうした絶滅危惧種については県立生命の星・地球博物館や地域の植物研究者と相談して保全策をとることが望ましいです。

第4 病虫害対策

1-1 基本的な考え方

森林の病虫害には、加害部位、加害方式の異なるさまざまな種類がありますが、最近、材が変色・変形・腐朽するような材質劣化性の病虫害の増加が大きな問題になっています。材の変色や腐朽は治癒することがなく、被害が林分内に蓄積されていく性質があります。また、伐採を行ってはいじめて被害が明らかになる場合も少なくありません。そこで、被害を最小限にするためには、早期に被害を発見し、防除に努めることが重要です。

また、単一な林相の連続は、被害の蔓延・拡大を助長することが多いので、同一樹種の連続は努めて避け、樹種構成・林分配置の多様化を検討することも被害を回避する手段として有効です。

1-2 間伐の際の留意点

虫害の予防には、間伐木の林外への持出し、早期の枝打ち等がありますが、すべての林分で可能なわけではありません。

間伐を実施する際、切株や間伐木から被害調査を行い、加害虫に対し、被害レベルに応じた予防法を施すことが重要です。

2 虫害

2-1 スギノアカネトラカミキリ

(加害樹種)

スギ・ヒノキ等

(被害の特徴)

本種の成虫(写真 13)は、主として枯枝に産卵し、ふ化した幼虫は、枯枝より樹幹の材内に侵入します。幹には侵入した枯枝を中心に不規則な孔道がつくられ、(写真 14)その後、この部分から変色、腐朽が進行していきます。

本種の場合は、主に材内を穿孔するため、樹皮などに被害の特徴が現れにくく、立木の状態では被害の発見は困難です。

幼虫が侵入した林木は枯死することはありませんが、材の変色や腐朽菌の侵入による材質の劣化の被害があります。

(被害の診断)

スギノアカネトラカミキリによる材の変色・腐朽は、「トビグサレ」と呼ばれ、外見上からの被害の発見は困難です。立木の状態で被害を発見するには、枯枝を集め縦割りする方法や、枝打ち後の切断面を観察する方法などがあります。枝の切断面に孔や変色が認められる場合は、幼虫が材の中に侵入している可能性があります。

本種の侵入孔は、樹皮部でなく材部を通過して、断面は長円形です。また、脱出孔の場合は、直径 3~4 mm のほぼ円形で、枝の基部 5~10 cm の位置に脱出孔の出口が多く現れます。

表11 神奈川県で発生するおそれのある主要な病虫害

区分	被害樹種	病気・虫
病気	スギ	溝腐病・暗色枝枯病(*)・根株心腐病
	ヒノキ	樹脂胴枯病・漏脂病・暗色枝枯病(*)・ならたけ病
	マツ	マツ材線虫病
虫害	スギ	ヒノキカワモグリガ・スギカミキリ・スギノアカネトラカミキリ・ニホンキバチ・スギザイノタマバエ(*)
	ヒノキ	ヒノキカワモグリガ・スギカミキリ・スギノアカネトラカミキリ・ニホンキバチ
	マツ	マツノマダラカミキリ・ニホンキバチ
	その他	ハバチ・クワカミキリ・カシノナガキクイムシ

(*)県内では、現在のところ発生していない

写真13 スギノアカネトラカミキリ成虫
(左がオス、右がメス)



写真15 スギノアカネトラカミキリ枝打ち跡の孔



写真14 スギノアカネトラカミキリ被害材の断面



写真16 スギノアカネトラカミキリ枝打ち跡の孔



(防除・被害の回避法)

残念ながら本種の有効な防除法は確立されていませんが、次のような対策が考えられます。幼虫は枯枝から容易に材内へ侵入しますので、できる限り枯枝を除去することが重要です。また、本種は、サンショウやコゴメウツギなどの淡色系の小型の花を好んで訪花することが知られています。(*22)

訪花樹種が分布していたり、被害林分が隣接する林分では、予防のために積極的な枝打ちを行うなどの対処が必要です。

2-2 スギカミキリ

(加害樹種)

スギ・ヒノキ等

(被害の特徴)

本種は、樹皮下を加害するので、ヤニの浸出や樹皮の巻き込みが現れ、時として加害木を枯損させることがあります。

(被害の診断)

本種の被害はハチカミと呼ばれ、後食痕に起因するスギカミキリの後食痕に起因する幹

の変形です。

若齢幼虫が内樹皮の摂食を始める5月ころになると、樹皮表面に濃赤色のヤニツブが水平方向並び、この部分を剥ぐと孔道が現れます。これを確認すれば、ほぼ本種が侵入していると考えられます。また、古い脱出孔はその周辺の樹皮に亀裂が生じていることが多いようです。

(防除・被害の回避法)

スギカミキリは、樹皮から侵入し、被害の発生は、樹幹の直径が5 cm程度の時から始まります。そこで、被害発生の始まる直径5~10 cmの時期の枝打ちが有効とされています。枝打ちには、枝からの幼虫の侵入を防ぐほか、被害樹脂道の形成を誘導し、本種の侵入に対し、抵抗力を持たせる効果があります。

このほか、本種が物陰に潜む習性を利用して粘着バンドを幹に巻く防除法もあります。

被害が発生している林分や被害林分に隣接している林分では積極的な対処が必要です。

*22 ミヤマガマズミ・ガマズミ・ミズキ・イワガラミ・ケナシヤブデマリ、ツルアジサイ、ハクウンボク・マユミ等

写真17 スギカミキリ成虫
(左がオス、右がメス)



写真18 スギカミキリによって変形した樹幹



写真19 スギカミキリ幼虫の食害痕



2-3 ニホンキバチ

(加害樹種)

スギ・ヒノキ・マツ・モミ等

(被害の診断)

本種は直接材内に産卵し、幼虫は材の中で生活するので、立木の外見から被害を発見す

ることは困難です。間伐の際、木口に写真14のような星形の紋様の変色部が見られれば、本種による被害と考えられます。

(防除・被害の回避法)

有効な防除法は開発されていませんが、本種は衰弱木や伐倒木に産卵するので、間伐を適切に行い、被圧木や衰弱木を生じさせないことが重要です。

また、成虫発生期(6~10月、最盛期は6~7月)に捨て切り間伐を行うと繁殖源になるので、注意が必要です。

写真20 ニホンキバチ被害材



2-4 ヒノキカワモグリガ

(加害樹種)

スギ・ヒノキ等(激害はスギに多い)

(被害の診断)

伐採木の木口面に線状の黒褐色のシミが確認されれば、本種による被害を疑ってみる必要があります。

被害木には樹幹にコブが点在し、コブ部分の樹皮は横に割れ、ヤニの流出した跡が見られます。

新しいヤニが流出している部分には、赤褐色の虫糞が付着し、直径1mm程度の丸い穿孔孔が認められるのも特徴です。

孵化した幼虫は、最初針葉に潜り込み、潜入した針葉と枝は枯死し、赤変します。これは、赤穂と呼ばれ、被害を知る目安となります。

(防除・被害の回避法)

防除法は確立されていませんが、幼虫は、主に枝条部で越冬し、越冬明けに大半の個体が主幹部に移動するという習性があることが明らかになっています。この習性を利用し、越冬前の12月頃までに枝打ちを行い、落とした枝葉を処分することで被害の回避・低減が期待できます。

2-5 クワカミキリ

(加害樹種)

ブナ、クワ、ケヤキ、ポプラ類、ヤナギ類

(被害の診断)

加害樹種に掲げた樹種で樹皮に食害痕があり、幹や枝の基部の所々に円筒状に連なった木屑が発見でき、その虫糞孔が直径 1.5 mm程度であった場合は、本種による被害の可能性があります。

(被害の特徴)

クワカミキリは、体長36~45mmの非常に大きなカミキリです。幼虫は、60~70mmにもなりますので、幼齢木が加害されると、折損する恐れがあります。

過去のケヤキ造林地の被害調査では、本種の産卵は、直径(幹あるいは枝)10 mm程度から始まり、40~50 mm程度にピークがあることが明らかになっています。

(防除・被害の回避法)

ケヤキ植林地の被害調査では、植栽間もない段階から被害が生じることが明らかになっています。また、加害樹種が大面積に連続させた場合、産卵特性から被害が急速に拡大する恐れもありますので、その地域にあった複数の樹種を混交させることも被害回避のためには重要です。

2-6 カシノナガキクイムシ

(加害樹種)

コナラ、ミズナラ等

(被害の特徴)

「ナラ枯れ」は樹幹に穿孔した体長約 5 mmのカシノナガキクイムシ(以下、カシナガ)が持ち込んだブナ科樹木萎凋病菌(以下、ナラ菌)によって健全なナラ類やシイ・カシ類が盛夏~晩夏に突然枯死する現象です。被害木は樹冠の全体あるいは一部の葉が赤く変色して目立つほか、樹皮に直径 1.5 mm~2 mmの多くの孔があり、地際にカシナガが排出した大量のフラス(木くずと虫の排泄物が混ざった粉状のもの)が堆積します。また、カシナガは明るい場所を好むため、道路沿いなどの林縁部や尾根上によく被害が発生するほか、太い木を好むので大径林ほど被害に遭いやすいなどの特徴があります。枯死した翌年にはカシナガ成虫が脱出して被害が拡大します。

(防除・被害の回避法)

未被害地や微害地(haあたり1~10本程度)では重点的な防除を実施することで被害の拡大を防止します。中激害地(haあたり10本程度以上)では被害の終息を確認し、森林の機能の回復を目的とした森林整備(伐採)を基本に行います。

防除の手法としては、立木くん蒸のほか、伐倒後のくん蒸・焼却・破砕といった駆除手法と、殺菌剤の注入や粘着剤・殺虫剤散布、樹幹への資材・粘着シート被覆などの予防の手法があります。

その他、枯死木の倒伏・落枝による人身被害や生活被害の恐れがある場合は、被害を未然に防止するため枯死木を伐採します。

写真21 カシノナガキクイムシ成虫



写真22 フラスの様子



(被害地の森林更新について)

様々な樹種が混交する広葉樹林においては、ナラ類やシイ・カシ類の一部が枯れても森林は維持されると考えられます。

しかし、被害を受ける樹種の占める割合が高い森林で集団的な枯れが生じた場合には、一般的に、森林の更新を阻害する要因がなければ、前生稚樹や先駆性樹種による更新が期待されますが、シカが高密度で生息する環境やササ類や低木が密生する環境等では森林の更新が阻害される可能性があります。このため、更新の阻害要因や更新の状況に注意し、必要に応じて植生保護柵の設置や更新木の保育作業（除伐等）、土壌保全対策、植栽等の実施を検討します。

3 病害

3-1 スギ・ヒノキ根株腐朽

(被害を受けやすい樹種)

スギ・ヒノキ

(被害の診断)

根系と根株に発生した心材腐朽部が、地上部の樹幹心材に進展する病害です。大径材になるほど被害が蓄積されています。

(防除・被害の回避法)

防除法は確立されていませんが、菌は根の傷から侵入するため、下刈や間伐の際、根を傷めないように注意が必要です。

また、過去の履歴からこの被害が多発する地域では、被害の出ている樹種の導入を避けることも重要です。

3-2 ヒノキ漏脂病

(被害を受けやすい樹種)

ヒノキ

(被害の診断)

通常地上 3m以下の樹幹から多量の樹脂を2~3年、時には数年にわたって流出し続けます。流出してすぐの樹脂は粘性があつて透明ですが、後に黒色に固結します。

患部の形成層は壊死し、肥大成長は停止しますが、周辺の健全な形成層は成長を続けるため、幹に溝状の変形が生じます。また、変形のほか、患部を中心に変色・腐朽します。

(防除・被害の回避法)

有効な防除法は確立されていません。夏期や厳冬期を避けた適期に枝打ちを行うとともに、発病した立木は間伐して感染源を除去することで、被害の低減が期待できます。

3-3 ヒノキ樹脂胴枯病

(被害を受けやすい樹種)

ヒノキ

(被害の診断)

枝や幹の樹皮が裂けて多量の樹脂が流出し、その部位の病斑が枝を一周すると、その先の枝が枯れます。流出した樹脂は、白く固結します。ヒノキの幼齢から10年生位までで発生します。成長すると外見上病斑は見えなくなりますが、材にシミが残ります。

(防除・被害の回避法)

発病木は、伐採するか、発病枝は切除します。

写真23

ヒノキ樹脂胴枯病に罹患した幹



第5 土壤保全工法

1 土壤保全の必要性

土壤は、岩石や礫などの母材に、気候、生物、地形などの因子が長い時間をかけて影響を及ぼして生成されたものであり、その地域の生物の生育基盤として生態系を根底から支えています。

また、森林の水源かん養機能の多くは、降水が土壤に浸透し、その孔隙に貯留されることによりもたらされるものであり、土壤を保全することは、森林のもつ諸機能を維持する上で非常に重要です。

水源林整備事業では、森林の整備と一体として、土壤保全工を実施することとします。

2 土壤流亡を引き起こす要因

(1) 地覆物の消失

地表を覆っていたものが消失すると、地表面が直接雨滴の衝撃にさらされ、土壤の流出が起こりやすくなります。

このため、とくに下層植生が乏しく、傾斜が急な箇所では土壤保全のための、何らかの対策を講じる必要があります。

(2) 雨水による侵食

雨水の集中は、「みずみち」を発生させ、山腹の侵食を促進させます。健全な林地の浸透能は、200～300 mm/h と報告されており、極端な豪雨時以外は、全ての雨水を浸透させることができます。

したがって、地表流が発生する可能性のある箇所は、①溪流に接する斜面下部で常に湿潤状態にある溪畔部、②地表面の流線が集中する凹地または谷頭部、③露岩地や土壤被覆の薄い地域に限られます。

このような箇所では、雨水を集中させないように注意する必要があります。

(3) 踏圧

森林の地表面は、踏圧を受けると植生を失い、表層の土壤構造が破壊され、雨水の集中

や土壤侵食を招く危険性が高くなります。

ある程度の踏圧を受ける可能性のある箇所、あるいは作業歩道・登山道などを整備する場合には、通行の安全性・快適性を図ると同時に土壤の保全対策としての整備を行う必要があります。

3 土壤保全対策の考え方

土壤保全を考える場合、「流水対策」と「傾斜の緩和」が大きな柱となります。

流水対策としては、地表流の発生を抑えることと、流水を集中させないことが重要です。

また、連続した傾斜面を分断したり、傾斜角を緩和することにより、土砂の移動が防止できます。土砂の固定により生育基盤が安定すると、植生の復元が期待できます。

4 自然素材の利用

森林には、丸太、枝条、石礫などの利用可能な素材が豊富にあります。現場で採取できる自然素材の利用には、

- ・長距離の運搬が不要である
- ・資源を有効に利用できる
- ・環境に与える影響がない

などの利点があります。

水源林整備事業では、土壤保全工を施工する際には、発生した丸太、枝条などの利用をまず第一に検討することとします。

また、土のうは、袋のみの運搬で済み、現場の土を利用できるので、自然素材に近い利点があります。

5 施工の時期及び施工後の課題

林地において下層植生が減少したり、地表が踏み固められたりすると、土壤の流亡につながる恐れがあります。土壤流亡を未然に防ぐためには、早期の対策が必要です。

また施工後、工作物がどのような効果を及ぼしているか、植生はどのような状況かなどについて継続して観察し、必要に応じて対策を講じる必要があります。

6 土壤保全工施工事例

(1) 丸太筋工・丸太柵工

写真24 購入丸太柵工（清川村宮ヶ瀬地内）



写真25 現採丸太筋工（厚木市七沢地内）



- ・ 伐採木が利用可能な場合は、出来る限り現場採取により施工します。
- ・ 現場採取出来ない場合は、購入によりますが、購入材料は水源地域での施工であることから白木を使用します。

写真26 枝条を利用した土壤保全（清川村宮ヶ瀬地内）



- ・ 地表の枝条は、水の流れをさえぎる方向に並べ変えるだけでも、土壤保全にはかなりの効果が期待できます。

(2) 簡易侵食防止工

写真27 スコリア土壌の侵食箇所を設置した簡易侵食防止工（南足柄市矢倉沢地内）



- ・ 杭木を打ち込み、侵食幅に合わせた横木を積み上げます。杭木と横木は緊結せず、裏側に伐採木の端部などを詰めて横木を固定します。
- ・ この工法は土を掘ることなく、地形に合わせた形状に施工できるため、粘度が低くて崩れやすいスコリア土壌が溝状に侵食した箇所です。特に有効です。

(3) 鋼製土留柵工（スコリア層対策）

写真28 （山北町山北地内）



写真29 （山北町山北地内）



- ・スコリアを含む粘度の低い土質の場合、丸太柵工や丸太筋工では土砂の流出を止めることが困難な場合があります。
- ・そのような場合、鋼製土留柵工を短い間隔で設置することによりスコリアを含む土質に対しての土壌流出対策として特に有効です。(写真28)
- ・設置にあたっては、山側はあえて埋め戻しせず、待ち受けとして設置します。(写真29)

(4) 金網筋工（シカの採食圧により植生が衰退した箇所での対策

写真30 (清川村宮ヶ瀬地内)



- ・水源かん養機能の維持増進には、森林土壌を流出させないことが重要です。
- ・すでにシカ等の影響により植生の衰退してしまった箇所では、リター（落ち葉）を地表に留めることにより、表土の流出を防止する効果が得られます。
- ・金網筋工は、金網タイプの植生保護柵の裾部に設置する金網部材を利用した工法です。筋工の背面に落葉落枝が堆積し、それにさらに土壌が堆積することにより、侵食防止効果を発揮します。表層水が網の間を抜けるため、丸太柵工のように袖部が侵食される恐れがありません。また、落葉落枝の供給が期待できない箇所では、吸出し防止材を併せて施工することが必要です。
- ・写真30は、ガリーの頭に施工した例です。このほか、植生保護柵の下部が侵食されることを防止するため、植生保護柵の斜面下方に施工することも有効です。

(5) 径路における土壌保全工

写真31 径路沿いに設置した丸太筋工
(清川村煤ヶ谷地内)



写真32 折り返し毎に路面水を分散させる水切り工
(山北町神尾田地内)



- ・径路に沿った丸太筋工等の設置や、丸太で水切りや階段を設けることにより雨水の分散が図られ、歩道の表面侵食や径路沿いの土壌保全に効果があると同時に、径路の維持に一定の効果が期待できます。

(6) 水源林作業道(路)における土壌保全対策

写真33 購入丸太を使用した丸太伏工
(清川村煤ヶ谷地内)



- 表土の移動防止には、面的に抑える伏工は大きな効果があります。早期に植生の侵入が期待できる場所では、より確実に表土の固定が可能になります。

写真34（現採丸太を使用した丸太水切り工）
（南足柄市塚原地内）



- 作業道(路)において、一定の間隔で丸太を設けることにより、降雨等による雨裂や路面侵食の防止に大きな効果があるとともに、作業道(路)の維持にも一定の効果が期待できます。

※写真25は、時雨量100mm(H24.6)を観測した南足柄市塚原にある水源林作業路時雨量100mmの降雨を受けたにも関わらず、ほとんど影響を受けていない。

第6 溪畔域における森林整備

詳細は、「溪畔林整備の手引き（発行：自然環境保全センター，H29.3）」にまとめていますので、ここでは概略を記します。整備実施の際は手引きをご確認ください。

1-1 基本的な考え方

溪流沿いで自然に成立し、溪畔林として機能している自然林や二次林(*23)は整備せずに自然に推移させることを原則とします。

人工林として成林している場合は、可能な限り混交林に誘導することとし、必要に応じて植生保護柵や土壌保全工の整備を行うこととします。未立木地等は森林が成立できるように積極的な整備を検討します。

1-2 整備による効果

溪畔域の森林が整備されることにより、林床植生の回復、水土保全機能の向上が期待できます。さらに、溪畔域特有の攪乱により多様な樹種からなる様々な発達段階の林分が成立することで高い生態系機能が発揮されると考えられます。

2-1 整備の方法

溪畔域の整備対象となる森林は、状況により適宜調整しますが、概ね溪流の川岸30mずつとします。これらの森林に対して、調査を行い、整備タイプを選定します。その後、整備タイプごとの配慮事項に留意しつつ、整備内容を決定します。

2-2 整備内容決定までの流れ

(1) 事前調査・現地調査

書類や現地の調査を行い、整備タイプや配慮事項の選定に必要な以下の項目について確認します。

[整備タイプ選定に関する項目]

- ・対象森林の状況
- ・攪乱の頻度
- ・斜面の傾斜
- ・林床植生の被覆状況
- ・持続可能な木材生産の有無

[配慮事項に関する項目]

- ・人工林の荒廃状況
- ・シカの影響
- ・土壌保全に関する事項
- ・広葉樹導入に関する事項

(2) 整備タイプの選定

調査結果に基づき、整備タイプを選定し、どのような整備が必要なのか検討します。

- ・A a：急傾斜や林床植生の多い自然林・二次林、攪乱頻度の高い未立木地
- ・A b：林床植生の少ない自然林・二次林
- ・B a・B b：木材生産林以外の人工林
- ・B c：木材生産を行う人工林
- ・C：攪乱の低い未立木地や治山施業跡地などにできた裸地
- ・D：溪流沿いの竹林

(3) 配慮事項の確認、整備内容の決定

現地調査の結果と整備タイプに基づき、考慮すべき配慮事項を確認し、整備内容を決定し、実施します。

以下の配慮事項について、整備タイプごとに選定します。

- ・自然の遷移に委ねる
- ・シカによる影響
- ・土壌流出
- ・天然更新のしやすさ
- ・伐採規模
- ・溪流に与える短期的影響
- ・整備程度
- ・林床植生保全

*23 「水源林整備の手引き」においては、針葉樹人工造林地以外の森林は、「自然林」と総称しているが、(P20)、「溪畔林整備の手引き」においては、「自然林」「二次林」を分けて表記している。

第7 尾根等における森林整備

1 基本的な考え方

尾根筋、人工林の中の除地においては、水土保全機能の維持、気象害の予防等を目的として自然植生の保全・導入を図ることとします。

尾根筋の森林が、すでに人工林として成林している場合は、可能な限り混交林に誘導することとします。また、すでに自然植生に覆われている場合は、土壤保全工を除き積極的な整備を行わないこととします。

2-1 尾根における自然植生の保全による効果

尾根筋にある森林は、風倒害を受けやすく、また土壌条件が劣悪なことが多いため、人工林施業の適地でないところが多くあります。このようなところに、自然植生を導入することによる効果には、以下のようなものがあります。

- ① 落葉・落枝の供給により、尾根筋および斜面下部の林地の保全・保育を図ることができ、水土保全機能の向上が期待できる。
- ② 多様な動植物の生息地になることにより、生物の多様性の保全に寄与し、森林の生態的安定を図ることができる。

自然植生を保全・導入する範囲は、尾根から片側 10m 程度ずつとなるようにします。

2-2 大面積造林地における自然植生の保全による効果

均一な人工造林地が 10ha 程度以上連続する場合は、可能な限り造林地の中に自然植生の導入を図る箇所を部分的に設定し、林相の多様化を図ります。

自然植生の導入を図る場合は、自然植生がすでに生育している、いわゆる除地とされるところ等を利用して連結させるようにします。

3 自然植生保全・導入の方法

すでに人工林として成林している場合は、混交林の整備の場合と同様に、間伐を行って可能な限り自然植生の導入を図ります。尾根では、風倒害を受けやすいので、急激に密度を落とさないよう、数回に分けて間伐を行うことが必要です。

自然植生導入の方法は、混交林の育成と同様、天然下種更新を原則としますが、天然下種更新が期待できない場合は植栽を行います。尾根筋では、モミ、アカマツ及び広葉樹を植栽します。

第8 苗木植栽の考え方

1-1 基本的な考え方

水源林整備事業で苗木を植栽する場合は、県内産種子や穂による苗木を使用することを原則とします。

これは、地域固有の系統の種苗を使用することにより、遺伝子の攪乱を防ぎ、気象条件や病害虫に強い、地域に最適な種苗を導入するためです。

1-2 苗木植栽における留意点

植栽における樹種の選定にあたっては、周辺森林での植生の確認などその地域に適した樹種を選択することとし、尾根や沢などの水分条件に即した樹種を選択をおこなうこととします。

その上で自然植生においては、地域によって固有の遺伝的系統が分布していることが明らかになってきたことから、種の多様性だけでなく、種内の遺伝的な多様性を保全する観点から、適切な樹種・系統等の苗木を選択する必要があります。

特に丹沢・大山や箱根地域など国立・国定公園の特別保護地区、特別地域など他の法規制のある地域などで植栽を行う場合は、より慎重に苗木の樹種・系統を選択することとします。

2 針葉樹苗木

かながわ森林再生 50 年構想では、人工林の再生として花粉の少ないスギ・ヒノキや無

花粉スギを植栽することがうたわれています。県では、スギ・ヒノキ花粉症対策を進めており、針葉樹では花粉症対策苗木の使用を原則とします。県内生産の苗木は、スギについては平成 16 年から、ヒノキについては平成 24 年からほぼ全量が花粉症対策品種に転換しています。これらは、いずれも県内選抜の優良木である精英樹から選抜されたもので神奈川の気候に適したものです。

また、平成 22 年から全く花粉を出さない無花粉スギの生産を進めており、令和 3 年からは無花粉ヒノキの生産が始まりました。

3 広葉樹苗木

現地の天然下種による実生の利用をまず検討し、導入予定樹種が周辺に見られない場合や、不足する場合に苗木を購入して植栽を行うこととします。

苗木の購入にあたっては、県内の種子から生産された苗木を選択することとします。森林再生課、自然環境保全センターでは以下の 16 種類の広葉樹の自給のため、「水源林広葉樹苗木育成事業」を進めています（表 12 参照）。生産については神奈川県山林種苗協同組合にお問い合わせください。

これが不可能な場合は、来歴の確かな近県産の種苗を選択することとします。森林総合研究所では、遺伝子解析の結果から「広葉樹の種苗の移動に関する遺伝的ガイドライン」（<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chukiseika20.pdf>）を刊行しているので参照ください。

表12 水源林広葉樹苗木育成事業で生産している広葉樹とその特性表

標高域	樹種特性 (階層別)	尾根・山腹上部 やせ地	山腹中部 中庸地	山腹下部 沢・肥沃地
800m～	高木	ミヤマヤシヤブシ ケヤマハンノキ ミズナラ	ブナ ケヤキ ミズナラ ホオノキ イタヤカエデ	ホオノキ シオジ カツラ キハダ
	亜高木・低木	アセビ ヤマボウシ	ヤマボウシ	
800m～300m	高木	ケヤマハンノキ ミヤマヤシヤブシ	ケヤキ コナラ ヤマザクラ ホオノキ イタヤカエデ	ケヤキ キハダ ホオノキ カツラ
	亜高木・低木	ヤマボウシ	イロハモミジ ヤマボウシ	イロハモミジ
～300m	高木	ケヤマハンノキ	イタヤカエデ シラカシ ヤマザクラ	ケヤキ
	亜高木・低木		イロハモミジ	イロハモミジ

第5章 森林モニタリング

1 モニタリングの考え方

「かながわ水源環境保全・再生施策」における中柱の「森林の保全・再生」に関する取組の目標は、短期的には下層植生を回復させ、長期的には水源かん養や生物多様性の保全など公益的機能の向上を図ることです。そして、施策の目的である「良質な水の安定的確保」を目指しています（表13）。

表13 水源環境保全・再生施策における森林の保全・再生に関する取組と評価の枠組み

第1～2期の事業	短期評価 (状態評価)	長期評価 (機能評価)	目的
1 水源の森林づくり	更新木の確保	水源かん養	良質な水の安定的確保
2 丹沢大山の保全・再生	⇕	生物多様性	
3 溪畔林整備	下層植生回復	機能の向上	
4 間伐材の搬出	⇕	機能の向上	
5 地域水源林整備	土壌保全	機能の向上	
11 森林モニタリング			

県では森林の保全・再生の取組を評価するため、次の3つのモニタリングを行っています。

①短期評価(状態評価)を行うための整備地における下層植生モニタリング(平成14年度～)と下層植生と土壌流出の関係を明らかにする調査

また、長期評価(機能評価)を行うための

②対照流域モニタリング(平成19年度～)

③森林生態系効果把握調査(平成25年度～)を行っています。

このうち、短期評価(状態評価)についてデータが蓄積してきたことから、平成28年度末時点の結果を紹介します。

(1) 下層植生モニタリング

この調査のねらいは、整備(間伐)後に下層植生が増加することを実証することです。平成14年度から20年度までに水源の森林エリア内の県確保水源林の50地点(図29)で第1

回目の整備が行われた際にプロットが設定されました。各地点には1～複数の10m×10mプロットがあります。また、シカが息息する丹沢山地内の各地点では植生保護柵が設置されており、柵内外で対になるようにプロットがあります。各地点の林相は広葉樹林とスギ林、ヒノキ林が主体で、他にアカマツ林や遷移初期群落もあります。

図29 調査地点の位置



赤色・緑色：水源協定林(緑色：育林協定)
黄色：水源分収林、水色：水源立木林、
紫色：寄付林

調査項目は植生(出現種とその被度)、下層植生の現存量、シカ利用度(平成22年度～)、更新稚樹(平成24年度～)です。

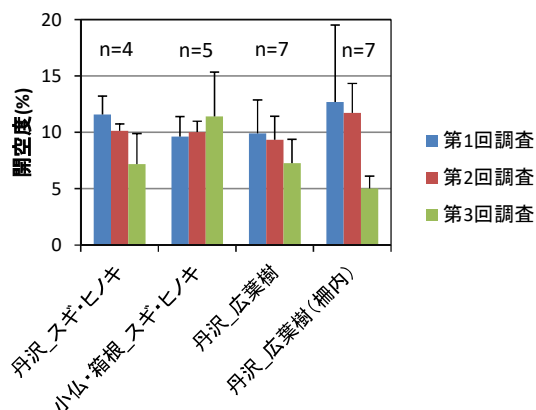
<光環境>

第1回目の開空度(整備直後)は地域と林相によらず10%程度であり、小仏・箱根のスギ・ヒノキ林ではやや増加傾向を示しましたが、丹沢では低下傾向でした(図30)。小仏・箱根で増加したのは、5プロットのうち2プロットで2回目の整備により光環境が改善したことによります。丹沢では林冠が閉鎖し

つつあると考えられます。

図30 3時点における開空度の変化

nはプロット数（13地点計23プロット）
縦棒は標準偏差、横軸の地域と林相の区分において、植生保護柵内の場合には括弧内に「柵内」と示した。



＜下層植生の植被率＞

低木層の植被率は、小仏・箱根のスギ・ヒノキ人工林において第1回調査から第2回調査で増加する傾向でしたが、第3回調査では第2回調査と同程度でした（図31）。

草本層の植被率は、丹沢と小仏・箱根のスギ・ヒノキ林の両方で第1回調査から第2回調査で増加する傾向を示し、丹沢では有意差が認められました（図32）。第2回調査と第3回調査の植被率は同程度でした。このことから、植被は定常（これ以上増加しない）状態に達したと考えられます。

一方、広葉樹林では時点間の大きな変化はなく、植生保護柵内の方が柵外よりも高い状況でした。シカの影響の有無を表した結果と考えられます。

＜下層植生の現存量＞

現存量は3時点ではばらつきが大きく、傾向を見いだせませんでした（図33）。これは、刈取り地点によって植物の繁茂状況が大きく異なるためと考えられます。

図31 3時点における低木層植被率の変化

（プロット数と縦棒、横軸は図25と同じ）

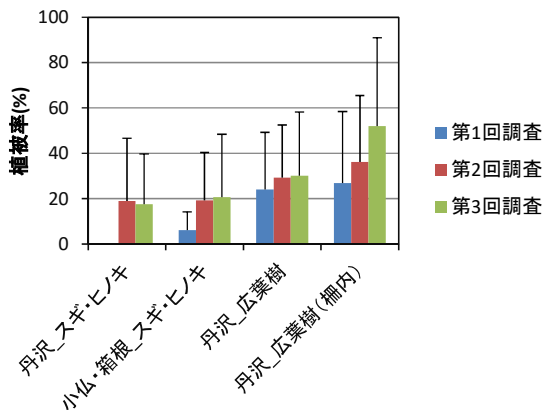
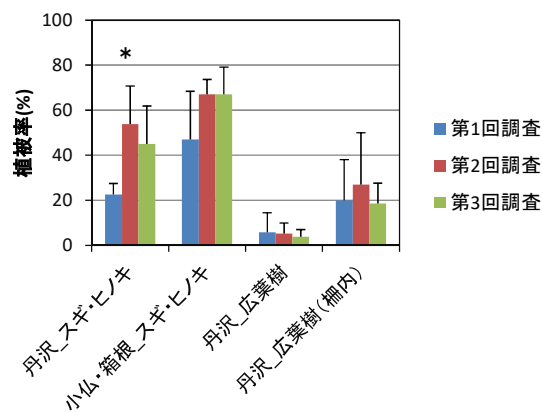


図32 3時点における草本層植被率の変化

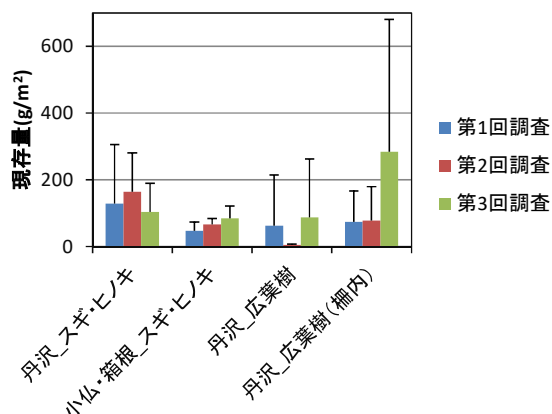
（プロット数と縦棒、横軸は図25と同じ）



*第1回調査と第2回調査で有意差あり（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、 $p=0.0204$ ）

図33 3時点における現存量の変化

（プロット数と縦棒、横軸は図25と同じ）



<更新木の種類>

平成24～26年度における更新木の調査から、全体としてみると多様な広葉樹が侵入していることがわかります(図34)。ただし、樹高30cm以上の稚樹は40m²あたり3～12本(1haに換算すると900～2900本)程度しかありません(表13)。とくに、シカの影響を受けている丹沢山地では他の地域よりも本数が少ないです。

プロットの最大樹高をみても、小仏・箱根、または丹沢山地の植生保護柵内では稚樹が1m前後になっているのですが、丹沢の柵外では大きくても40cm未満です(表14)。一般には樹高30cm以上の稚樹が最低3,000本/ha以上あると更新完了となる場合が多いことからすると、現状の稚樹本数はシカの影響の有無以前に少ないといえます。

図34 人工林に出現した主要樹種一覧

樹種名の後ろの「鳥」、「重力」、「風」は種子散布型を示す。

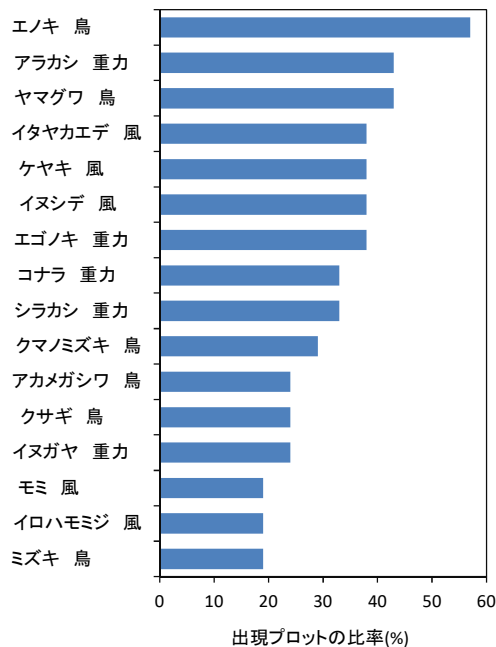


表14 プロットあたりの樹高30cm以上の高木性樹木の本数 (/40m²)

	プロット数	稚樹本数 (/40m ²)	最大樹高の平均 (cm)
丹沢	19	3.6±6.8	38.1±35.4
丹沢(柵内)	11	11.6±9.9	108.0±79.8
小仏・箱根	9	8.3±6.4	82.9±39.0

(2) 下層植生の衰退と土壌流出の関係

自然環境保全センターのモニタリング調査の一環で、平成16年度から東丹沢堂平地区において土壌流出の実態やメカニズムを把握する調査が行われてきました。

下層植生が衰退して地面がむき出しであると、降雨時の雨滴によって土壌の表面が目詰まりして浸透能が低下します。浸透能の低下は地表面の被覆率と関係しており、下層植生と落葉落枝の両方による被覆率が75%以上であると地表流の流出率は降った雨の10%程度に抑制されますが、被覆率が75%以下であると被覆率が少ないほど地表流の流出率が増加していました(図35)。

下層植生の衰退した箇所での土壌侵食量は、下層植生植被率1%の箇所では土壌表層の厚さに換算して年間2mm～1cmが侵食されていました(図36)。これは、植生の一切ないハゲ山と同程度の侵食量です。一方、同一斜面の植生保護柵内の下層植生植被率80%の箇所では、複数年に渡り土壌侵食はほとんど発生しなかったことから(図36)、安定的に土壌を保全するには「下層植生植被率が8割以上であること」がひとつの目安となると考えられます。

図35 地表面の被覆率と地表流の流出率

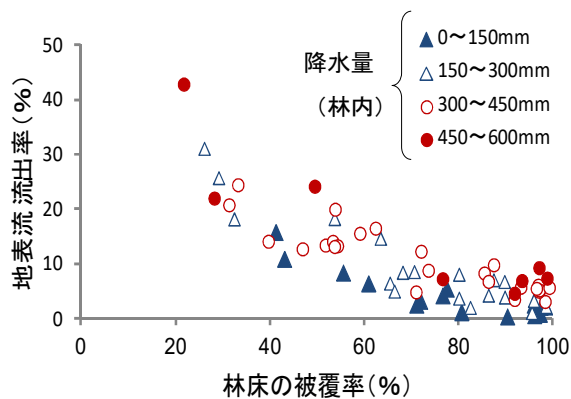
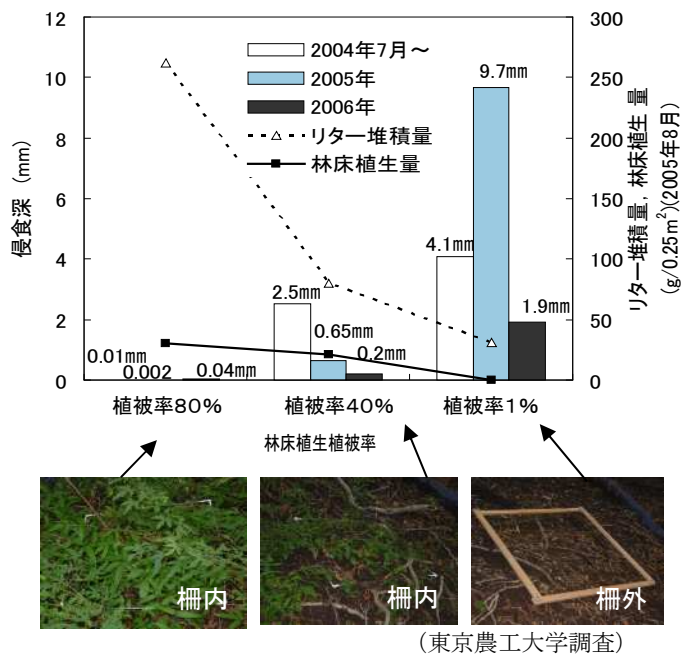
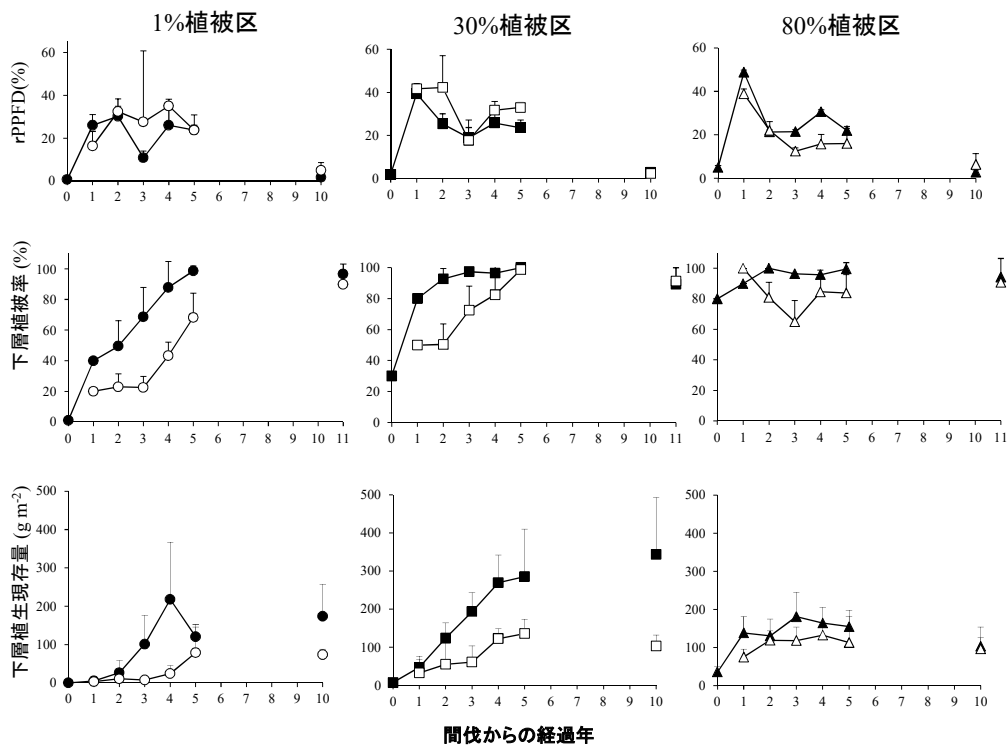


図36 下層植生植被率と土壤侵食量



トピック（他事業で行われた森林整備に伴う下層植生の変化）

丹沢県有林の3林班の堂平には明治44年（1911年）植栽のスギ・ヒノキ人工林がありま
す。平成12年度に択伐（材積で30%）が行われた際に、下層植生の植被率が異なる3か所に
植生保護柵が3基設置されました。択伐前とそれから5年目まで計6年間で光環境（相対光量
子束密度；rPPFD）、植被率、現存量、更新稚樹を柵内外のプロットで調査しました。また
択伐して10年（11年）後に追跡調査しました。光環境の改善とともに1%植被区と30%植被区
では下層植被率と現存量が柵内外ともに増加しました（下図）。しかし、柵内と比べて柵
外の変化は緩やかで、増加した植物はマツカゼソウ等シカの不嗜好性植物やミヤマチドメ
等採食耐性植物が主体でした。一方、80%植被区では光環境が改善したもの、元々テンニ
ンソウが多かったので、他の試験区と比べてあまり変化しませんでした。更新稚樹は、柵
内では先駆性樹種が大きくなっており、その下に遷移中後期樹種が生育していましたが、
柵外では不嗜好性のオオバアサガラのみが大きくなっていました。これらの結果から、ス
ギ・ヒノキ人工林ではシカが生息しているも森林整備により下層植生が増加することがわ
かりました。更新稚樹を生育させるためには、植生保護柵の設置やシカの捕獲といったシ
カ対策とともに、下層植生が密生していた場合はその除去も必要といえます。



黒：柵内、白：柵外

参考文献

- Tamura A, Yamane M (2017) Forest Ecosystems 4(1): 1-10.
田村 淳 (2014) 日林誌96: 333-341.

第6章 水源林調査の基礎知識

第1 標準地調査法

森林の調査法には、目的によって様々な方法がありますが、この章では水源林の整備のために行う調査の標準的方法を示します。

1 標準地の設定

対象区域のうち、山腹上部、中部、下部などの代表的な箇所標準地を設定します。

標準地の大きさは、一辺の距離が上層木の樹高以上の方形か、50 m × 4 m (200 m²) の帯状を標準としますが、複層林状態になっている林分で、上木の密度が低い場合は、50 m × 8 m (400 m²) とするなど面積をより広くすることが必要です。

距離の測定は、巻尺か牽縄を用い、傾斜の測定にはポケットコンパスかクリノメーターを用います。

2 標準地の調査

標準地内の立木の胸高直径を輪尺で測定します。方形の標準地では、斜面上部側から横方向に移動、往復しながら斜面下部に進むと見落としが少なくてすみます。

測定した立木には、木材用のチョークで印を付けます。測定した胸高直径を書いておくと、樹高や間伐率の調査の際に有効です。

の際に有効です。

樹高は、直径階別に2~3本ずつ、樹高に応じて、測桿、ブルーメライス等を用いて測定します。

3 測定結果の計算

- ① 1ヘクタール当たりの本数を算出する。
- ② 平均胸高直径を算出する。
- ③ 樹高曲線を描き、直径階ごとの樹高を算出する。
- ④ 被圧木を除いた上層木ごとの平均樹高を算出する。

4 地位の判定

樹木の生育は、気候、土壌、斜面位置など様々な環境要因の総合された働きによって決まります。ある土地の持っている樹木の生産力を地位と言い、これを表す指標として直径、樹高、材積がありますが、樹高成長は林分密度の影響を受けないことから、地位の判定には樹高が用いられます。40年生時の樹高を地位指数として、地位別の樹高曲線が作成されています。(*24)

未植林地や植林したばかりの造林地の地位は、周辺にある同様な環境の成林した林分から推定します。

表15 地位指数による地位区分

樹種	地位「上」	地位「中」	地位「下」
スギ	地位指数 18以上	地位指数 14~18	地位指数 10~14
ヒノキ	地位指数 14以上	地位指数 11~14	地位指数 8~11

*24 巻末資料 地位別樹高曲線参照 (p 58)

5 収量比数による密度判定

収量比数とは、林分における本数密度が最大の時の材積を1とした場合の対象林分の材積の比です。上層木の平均樹高と、立木密度を収量比数判定表あるいは密度管理図にあてはめて求めます。

収量比数からみた混み具合は、以下の通りです。

Ry=0.9以上 過密な林分

Ry=0.85~0.75 密な林分(密仕立て)

Ry=0.75~0.65 中庸な林分(中庸仕立て)

Ry=0.65~0.55 疎な林分(疎仕立て)

管理目標により、密・中庸・疎の仕立ての方針を決めて、密度管理を行います。

(水源林整備事業の場合は、中庸ないしは疎仕立てとしています。(*25))

第2 森林土壌の調査法

1 調査の目的

土壌は森林の重要な生育環境の一つであり、また森林の水源かん養機能は、土壌によって発揮されます。

森林土壌を調査することにより、その土地の生産力や保水力を把握することができます。

2 概況調査

調査区域内にどんな土壌があるのかを把握するため、主要な尾根、山腹、沢筋等を概査し、有効深度(根の進入可能な深さ)や、A層の厚さ等を調べ、土壌分布の特徴をつかみます。調査地点は、地形(尾根・沢)や植生がかわるごとに、3~5地点を選択します。

① 有効土層……検土杖を力いっぱい差し込んだときの深さ

・ 区分	}	浅	30 cm以内
		中	30~60 cm
		深	60 cm以上

② 表土の厚さ…表層の黒褐色の土層(A層)の厚さ

これらを縮尺1/5,000の地形図に、A層の厚さ/有効深度として記入していきます。

3 土壌断面調査

① 概況調査により大まかに土壌分布の特徴を把握した後、地形、植生等の違いから判断して、代表的な場所に試孔点を選定します。

② 試孔点で、土壌断面を設定します。土壌断面の大きさは、幅約1m、深さ約1mを標準とし、垂直に断面を作ります。道具は、スコップ、クワ、剪定はさみ、小形スコップ等を用います。

③ 土色、堅さ等の特徴からA層、B層等に細区分します。

④ 層位ごとに土色、構造、堅密度、土性、水湿状態などを判定し、記録します。土壌断面の記載は、土壌調査方法書(*24)に準じて行うこととします。

4 土壌の保水力調査

土壌の保水力は、土層の厚さと土壌孔隙量に左右されます。

土壌孔隙量は、400cc入りの採土円筒を使って層別に土壌を採取し、室内で土壌調査方法書の理化学性の分析方法により測定します。(*26)

土層の厚さは、検土杖か土壌貫入計を用いて測定します。

*25 第3章森林整備の実際 参照 (p 25)

*26 環境測定法(森林土壌編), 河田弘ら, 共立出版

第3 照度の測定法

林内の下層木や林床植生の生育を促進する場合、林内の明るさを一定程度確保する必要があります。

明るさの指標として、一般的には相対照度が用いられてきましたが、全天空写真の開空度を用いる方法も開発されています。

また、人工林の場合は、密度管理図における収量比数から相対照度を推定することができます。

1-1 照度計による相対照度の測定

照度計を2台用意し、林内と林外の照度を測定します。林内と林外の測定時間を一致させるため、トランシーバーが少なくとも2台必要です。

林内照度は、照度計を水平状態にして、測定林分を偏りなく、一定時間、数分間ずつ歩き、積算照度を測定します。測定時間は、あらかじめ決めておくか、トランシーバーで連絡して林外の測定時間と一致させます。測定点は、5～10点以上が必要です。林外の照度は、太陽光をさえぎるものがない場所で、林内と同じ時間に測定します。

1-2 計算式

$$\text{相対照度}(\%) = I / I_0 \times 100$$

I : 林内照度

I₀ : 林外照度

1-3 測定上の注意事項

測定には、夏至の頃の晴天～薄曇りの正午近くが最良です。曇天の場合は、データのばらつきが少なく測定可能ですが、晴れたり曇ったりするなど変化が激しい場合は避けるようにします。また、風の強い時は、避けるようにします。

2-1 全天空写真を用いる方法

魚眼レンズ(視野角 180度)を装着した

カメラを水平状態に三脚に設置し、焦点を天頂に向けて シャッターを切ります。シャッター速度は速めに、露出は控えめにし、モノクロフィルムを用います。

平均値を求めるため、1林分あたり 3～5地点程写します。

2-2 開空度の算出

撮影したモノクロフィルムをサービスサイズに焼き付けます。開空度は、この写真をスキャナーでパソコンに取り入れ、画像処理し、算出します。

3 相対照度の目安

表 16 下層植生との関係

相対照度	下層植生の状態
5%以下	林床植生ほとんどなし
5～10%程度	林床植生の発生あり
20～30%程度	林床植生に富む
40～50%程度	陽性の雑草木に富む

表 17 複層林における下木の成長との関係

相対照度	下層植生の状態
5%以下	苗木の生存限界、枯損木が発生する。
5～10%程度	下木の成長が5～10cmにとどまり、間伐が必要。
20～30%程度	ある程度、光量が成長の制限要因となる。
40～50%程度	光量が成長の制限要因とならない。

※下刈りが省力可能な相対照度は、20%まで

表18 間伐直後の収量比数との関係

間伐直後の収量比数から相対照度を求めることができます。

収量比数	相対照度
0.70	25%程度
0.65	30%程度
0.60	35%程度
0.55	40%程度
0.50	45%程度

スギ・ヒノキの地位別樹高曲線

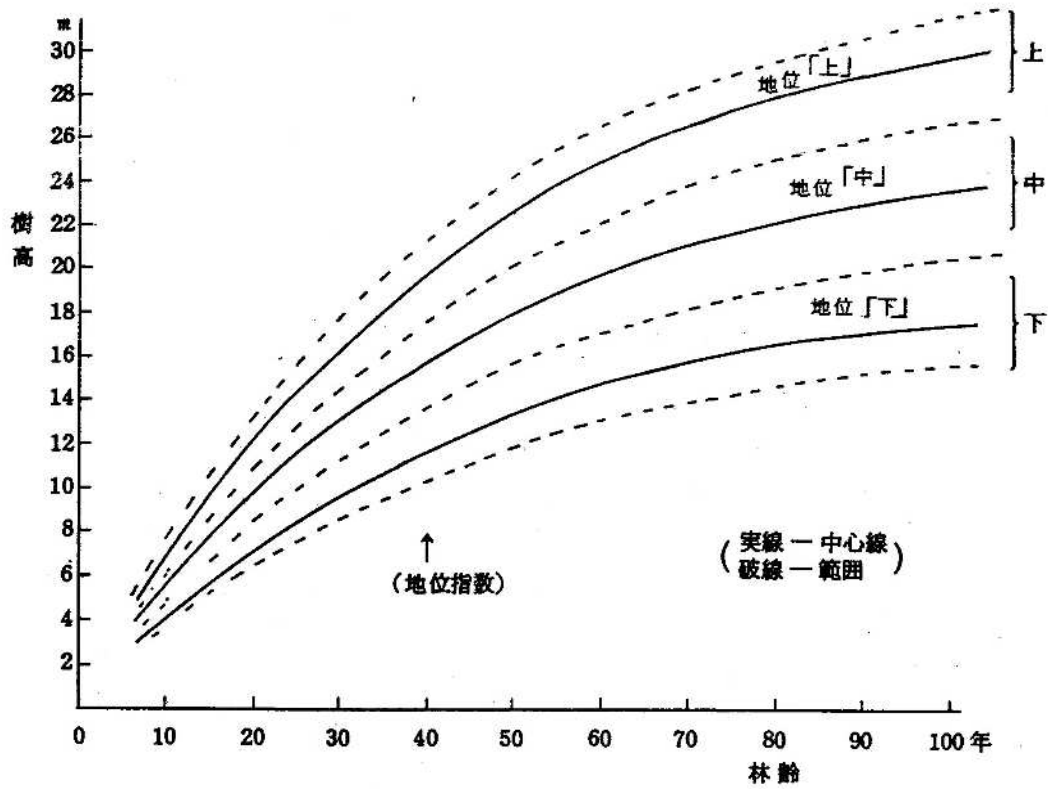


図32 スギの地位別樹高曲線 (*27)

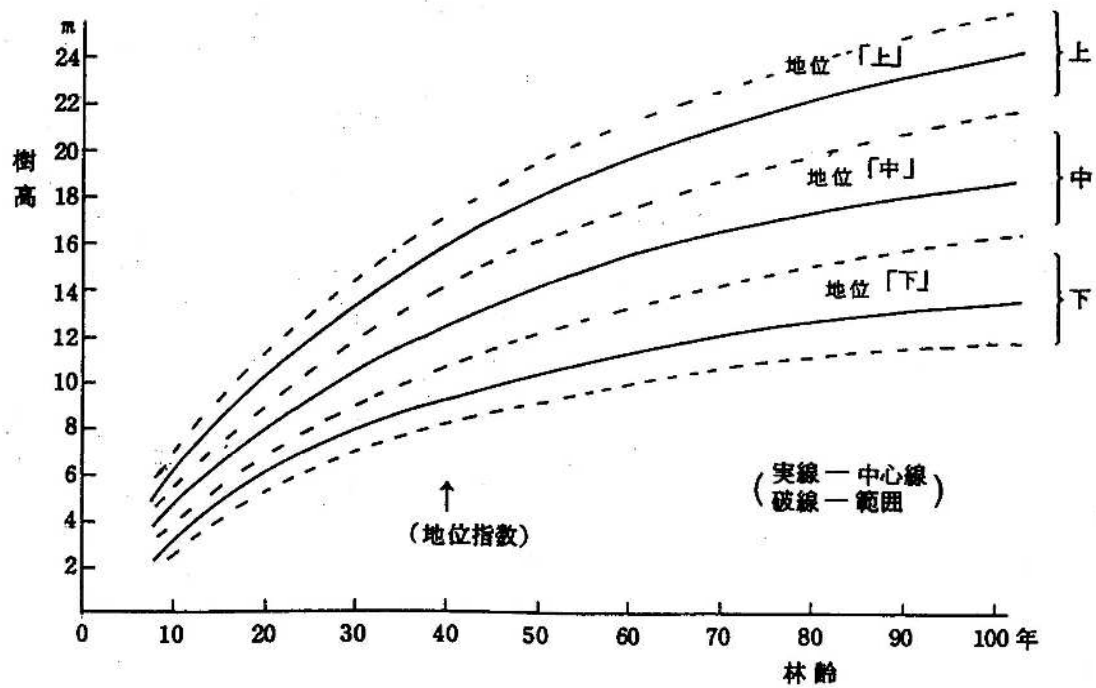


図33 ヒノキの地位別樹高曲線 (*27)

*27 価値の高い山づくりの手引き (神奈川県林業試験場; 1986)

収量比数判定表 (スギ)

樹高	縦軸：本数密度、横軸：平均樹高																													
	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m	28m	29m	30m					
300本/ha	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.30	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.58	0.60	0.61					
400本/ha	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.65	0.67	0.68	0.70					
500本/ha	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.51	0.54	0.56	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76					
600本/ha	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.38	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81					
700本/ha	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.43	0.46	0.50	0.53	0.56	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.71	0.73	0.74	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.83	0.85					
800本/ha	0.24	0.29	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.53	0.57	0.60	0.63	0.65	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88					
900本/ha	0.27	0.32	0.37	0.41	0.46	0.50	0.53	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.71	0.73	0.76	0.78	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90					
1,000本/ha	0.29	0.34	0.39	0.44	0.49	0.53	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.92	0.93					
1,100本/ha	0.31	0.37	0.42	0.47	0.51	0.56	0.59	0.63	0.66	0.69	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94					
1,200本/ha	0.33	0.39	0.44	0.49	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96					
1,300本/ha	0.35	0.41	0.47	0.52	0.56	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97					
1,400本/ha	0.37	0.43	0.49	0.54	0.58	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99					
1,500本/ha	0.39	0.45	0.51	0.56	0.60	0.65	0.68	0.72	0.75	0.78	0.80	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00					
1,600本/ha	0.40	0.47	0.53	0.58	0.62	0.67	0.70	0.74	0.77	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	-					
1,700本/ha	0.42	0.49	0.54	0.60	0.64	0.68	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-					
1,800本/ha	0.44	0.50	0.56	0.61	0.66	0.70	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-					
1,900本/ha	0.45	0.52	0.58	0.63	0.67	0.71	0.75	0.78	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-					
2,000本/ha	0.47	0.53	0.59	0.64	0.69	0.73	0.76	0.80	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-					
2,100本/ha	0.48	0.55	0.61	0.66	0.70	0.74	0.78	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-					
2,200本/ha	0.49	0.56	0.62	0.67	0.72	0.76	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	1.00	-	-	-	-	-	-	-					
2,300本/ha	0.51	0.57	0.63	0.68	0.73	0.77	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-					
2,400本/ha	0.52	0.59	0.64	0.70	0.74	0.78	0.81	0.84	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-					
2,500本/ha	0.53	0.60	0.66	0.71	0.75	0.79	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-					
2,600本/ha	0.54	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
2,700本/ha	0.55	0.62	0.68	0.73	0.77	0.81	0.84	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
2,800本/ha	0.58	0.63	0.69	0.74	0.78	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.97	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
2,900本/ha	0.57	0.64	0.70	0.75	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
3,000本/ha	0.58	0.65	0.71	0.76	0.80	0.84	0.87	0.89	0.92	0.94	0.96	0.97	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

粗仕立て
中庸仕立て

※森林総合研究所「収量比数 Ry 計算プログラム」による計算結果に基づき作成

収量比数判定表（ヒノキ）

縦軸：本数密度、横軸：平均樹高

本数	樹高	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m	15m	16m	17m	18m	19m	20m	21m	22m	23m	24m	25m	26m	27m	28m	29m	30m		
300本/ha	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.29	0.33	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.68	0.70	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	
400本/ha	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.49	0.53	0.56	0.60	0.63	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.87
500本/ha	0.11	0.15	0.18	0.22	0.26	0.30	0.33	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94
600本/ha	0.13	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94
700本/ha	0.15	0.20	0.24	0.29	0.33	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
800本/ha	0.17	0.22	0.27	0.32	0.37	0.41	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
900本/ha	0.19	0.24	0.29	0.35	0.40	0.45	0.49	0.54	0.58	0.62	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
1,000本/ha	0.21	0.26	0.32	0.37	0.43	0.48	0.52	0.57	0.61	0.65	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.95	0.97	0.98	0.99	0.99
1,100本/ha	0.23	0.28	0.34	0.40	0.45	0.50	0.56	0.60	0.64	0.68	0.72	0.75	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.97	0.99	1.00	-	-
1,200本/ha	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.53	0.58	0.63	0.67	0.71	0.74	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.98	0.99	1.00	-	-	-
1,300本/ha	0.26	0.32	0.38	0.44	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.73	0.77	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.94	0.96	0.96	0.98	0.99	-	-	-	-	-
1,400本/ha	0.27	0.34	0.40	0.47	0.52	0.58	0.63	0.67	0.71	0.75	0.79	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.94	0.96	0.96	0.98	0.99	-	-	-	-	-	-
1,500本/ha	0.29	0.36	0.42	0.49	0.54	0.60	0.65	0.69	0.73	0.77	0.81	0.84	0.87	0.89	0.91	0.92	0.94	0.94	0.96	0.96	0.98	0.99	-	-	-	-	-	-
1,600本/ha	0.30	0.37	0.44	0.51	0.56	0.62	0.67	0.71	0.76	0.79	0.83	0.86	0.88	0.91	0.93	0.95	0.95	0.97	0.97	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-
1,700本/ha	0.32	0.39	0.46	0.52	0.58	0.64	0.69	0.73	0.77	0.81	0.84	0.87	0.89	0.91	0.92	0.94	0.95	0.97	0.97	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-
1,800本/ha	0.33	0.41	0.48	0.54	0.60	0.66	0.71	0.75	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.94	0.96	0.98	0.98	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,900本/ha	0.35	0.42	0.49	0.56	0.62	0.67	0.72	0.77	0.81	0.84	0.87	0.90	0.93	0.95	0.97	0.99	0.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,000本/ha	0.36	0.44	0.51	0.57	0.63	0.69	0.74	0.78	0.82	0.85	0.89	0.91	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,100本/ha	0.37	0.45	0.52	0.59	0.65	0.70	0.75	0.79	0.83	0.87	0.90	0.93	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,200本/ha	0.38	0.46	0.54	0.60	0.66	0.72	0.77	0.81	0.85	0.88	0.91	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,300本/ha	0.40	0.48	0.55	0.62	0.68	0.73	0.78	0.82	0.86	0.89	0.92	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,400本/ha	0.41	0.49	0.56	0.63	0.69	0.74	0.79	0.83	0.87	0.90	0.93	0.96	0.98	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,500本/ha	0.42	0.50	0.58	0.64	0.70	0.76	0.80	0.84	0.88	0.91	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,600本/ha	0.43	0.51	0.59	0.66	0.71	0.77	0.81	0.85	0.89	0.92	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,700本/ha	0.44	0.52	0.60	0.67	0.73	0.78	0.82	0.86	0.90	0.93	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,800本/ha	0.45	0.53	0.61	0.68	0.74	0.79	0.83	0.87	0.91	0.94	0.97	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,900本/ha	0.46	0.55	0.62	0.69	0.75	0.80	0.84	0.88	0.92	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,000本/ha	0.47	0.56	0.63	0.70	0.76	0.81	0.85	0.89	0.92	0.95	0.98	0.99	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

粗仕立て
中庸仕立て

※森林総合研究所「収量比数 Ry 計算プログラム」による計算結果に基づき作成



第4版：令和4年3月

環境農政局緑政部水源環境保全課

横浜市中区日本大通1 〒231-8588 電話 (045)210-1111