

六甲山系グリーンベルト整備事業 樹林整備マニュアル(案)

2023年10月

国土交通省 六甲砂防事務所



板宿地区の整備箇所

目 次

I 総説

1. はじめに	1
2. 目的	3
3. 六甲山系GB整備事業とは	3
4. 整備の目標像	4
5. 適用	5
6. 樹林整備の基本方針	6
7. 整備区分	8
8. その他別途配慮が必要な区域	10
9. 樹林整備マニュアルの構成	11

II 調査編

1. 資料調査	13
2. 現地概査および調査地点の選定	14
3. 現地調査(コドラート調査)	17
3-1 調査目的	17
3-2 コドラートの設置	17
3-3 調査項目および調査内容	17
3-4 調査時期	19

III 計画編

1. 整備区分の設定	22
1-1 整備区分Ⅰ	22
1-2 整備区分ⅡおよびⅢ	22
2. 整備の基本的な考え方	23
2-1 整備区分Ⅰ	23
2-2 整備区分Ⅱ	23
2-3 整備区分Ⅲ	23
3. 整備計画の立案	25
3-1 整備区分Ⅰ	25
3-2 整備区分Ⅱ	25
3-3 整備区分Ⅲ	45
3-4 その他別途配慮が必要な区域	48

IV 整備・管理編

1. 整備	51
1-1 整備区分Ⅰにおける整備作業	51
1-2 整備区分Ⅱにおける整備作業	53
1-3 整備区分Ⅲにおける整備作業	63

2. 管理	64
2-1 整備区分Ⅰにおける管理作業	64
2-2 整備区分Ⅱにおける管理作業(植栽木の撫育作業)	64
2-3 整備区分Ⅲにおける管理作業	69

V モニタリング調査編

1. 調査目的	70
2. 調査対象地	71
3. 資料調査	71
4. 現地調査	71
4-1 コドラートの設置	71
4-2 調査項目および調査内容	72
5. 管理目標	75
5-1 整備区分Ⅰにおける管理目標	75
5-2 整備区分Ⅱにおける管理目標	75
5-3 整備区分Ⅲにおける管理目標	77
6. 調査結果の評価	78
6-1 整備区分Ⅰにおける調査結果の評価	78
6-2 整備区分Ⅱにおける調査結果の評価	78
6-3 整備区分Ⅲにおける調査結果の評価	78
7. 調査スケジュール	79

VI 今後の課題

1. マニュアルの改訂	80
2. 地域性種苗の生産	80
3. ナラ枯れ	81
4. コウモリガによる樹木被害	81
5. 外来カミキリムシによる樹木被害	81
6. ニホンジカの分布拡大に関する情報把握	81

<資料編>

1. 検討委員会・ワーキンググループ検討会 開催経緯	資- 1
2. 検討委員会・ワーキンググループ検討会 委員名簿	資- 3
3. 基本方針に関する既存文献	資- 5
4. 群落群集の特性	資- 6
5. 貴重な動植物の判定基準	資- 8
6. 外来種に関する事項	資-10
7. 病害虫被害における留意事項	資-12
8. 常緑樹林を目標群落とする場合の植栽候補種	資-19
9. 用語集	資-20

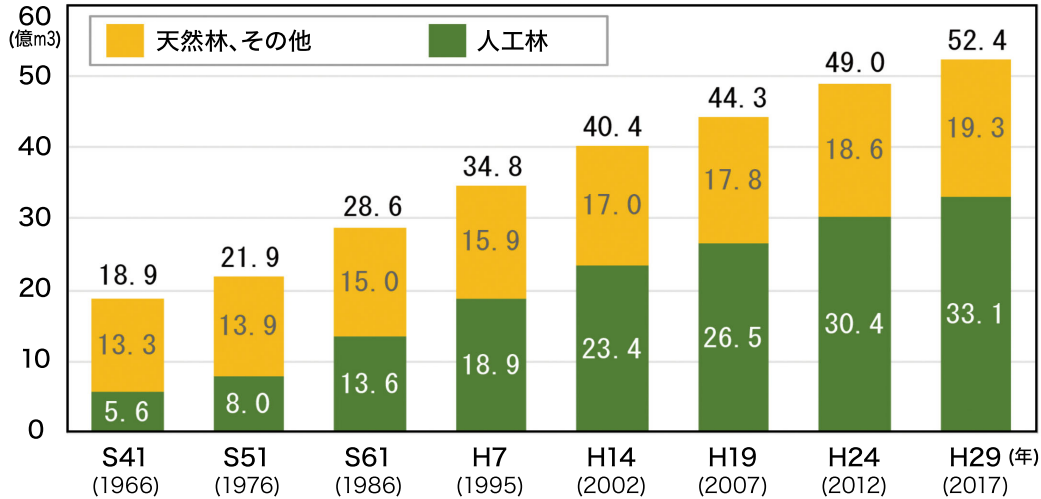
I 総説

1.はじめに

日本の森林面積はほぼ横ばいで推移しており、平成29(2017)年3月末現在で2,505万 haであり、国土面積3,780万haのうち約3分の2が森林となっている。一方、日本の森林蓄積は人工林を中心に年々増加してきており、平成29(2017)年3月末現在で約52億m³となっており(令和4年度森林・林業白書)、日本の森林は量的に充実してきている。

我が国の森林蓄積の推移

※出典:令和4年度森林・林業白書P.39のグラフを加工して作成



注:昭和41(1966)年は昭和41(1966)年度、昭和51(1976)～平成29(2017)年は各年3月31日現在の数値

一方で、山腹全体が生長した樹木で高密度に覆われるようになり、例えば近年の土砂災害では土砂とともに流出する多量の流木が被害を増大させている実態からも言えるように、森林蓄積の増加による問題も顕在化してきている。

近年の流木流出による被害事例

H29



平成29年九州北部豪雨(福岡県朝倉市)

H31



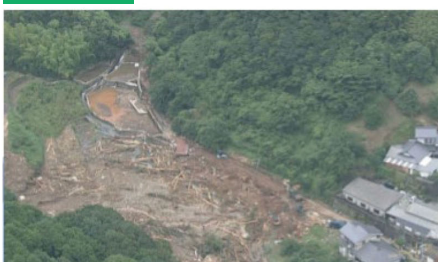
平成30年7月豪雨(広島県呉市)

R1



令和元年東日本台風(宮城県丸森町)

R2



令和2年7月豪雨(熊本県津奈木町)

R3



令和3年8月発生(青森県むつ市)

R4



令和4年8月豪雨(新潟県村上市)

六甲山系においては、明治の中頃までは大部分が禿山化していたため土砂災害が頻発していた。この状況を改善するために、砂防事業や治山事業による山腹緑化工が行われ、これらの成果によって現在ではほぼ全域が樹木で覆われるようになった(写真-1)。

また、六甲山系グリーンベルト整備事業は、平成7年兵庫県南部地震で多くの山腹崩壊が発生したことを契機に開始されたが、これらの崩壊地も斜面对策工事の成果もあり現在ではほぼ樹木で覆われている(写真-2)。

しかしながら、日本を取り巻く森林の現状と同様に、六甲山系グリーンベルトを含めた六甲山系全体においては今後樹木がさらに生長し森林蓄積が増加すると考えられ、これに伴う各種問題も顕在化することが予想される。

こうした課題を受けて現在では、六甲山系グリーンベルト整備事業によって、人工林を落葉広葉樹林へ林相転換することで土砂災害防止効果の高い樹林を目指している。

今後は、これまでのモニタリング結果等を活かし、今まで以上に土砂災害防止効果の高い樹林を目指して、適切な密度管理を含めた森林の質的な整備を行っていく必要がある。

再度山における山腹緑化工の効果(写真-1)



明治37年、植林1年目の再度山



令和5年の再度山

兵庫県南部地震後の降雨により発生した鶴甲団地上流の山腹崩壊の近年の状況(写真-2)



平成7年8月撮影



令和3年9月撮影

2.目的

このマニュアルは、六甲山系グリーンベルト(以下GB)整備事業の樹林整備において、目標とする樹林を成立させるために必要な調査及び整備・管理に関する基本的な考え方と技術的事項についてとりまとめ、樹林整備・管理作業に役立つものとし、もって円滑で効率的な事業の実施を図れるようにすることを目的とする。

3.六甲山系GB整備事業とは

六甲山は災害が発生しやすい条件を兼ね備えており、過去幾多の土砂災害を発生させている。平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、六甲山系全域にわたり山体の緩みを生じさせ、多くの山腹崩壊をもたらした。今後も降雨等により災害が発生するおそれがあり、土砂災害対策を推進していく必要がある。

六甲山系GB整備事業は、六甲山麓地域の健全な生活環境を確保するため、市街地に接する山腹斜面に土砂災害防止を主目的としたグリーンベルト(樹林帯)を保全育成するものである。

六甲山系GB整備事業 対象区域図



4. 整備の目標像

六甲山系GB整備事業は土砂災害防止の他、以下の機能をもつグリーンベルトの形成を整備の目標としている。

- 土砂災害の防止
- 良好な都市環境、風致景観、生態系および種の多様性の保全・育成
- 健全なレクリエーションの場の提供
- 都市のスプロール化防止

なお、これらの機能の他、地球温暖化の緩和等の地球環境保全機能や水源涵養機能等についても樹林整備によって維持・向上するものと考えられる。

六甲山系GB整備事業 事業イメージ



土砂災害の防止



良好な都市環境、風致景観、
生態系および種の多様性の保全・育成

整備の目標像



健全なレクリエーションの場の提供



都市のスプロール化防止

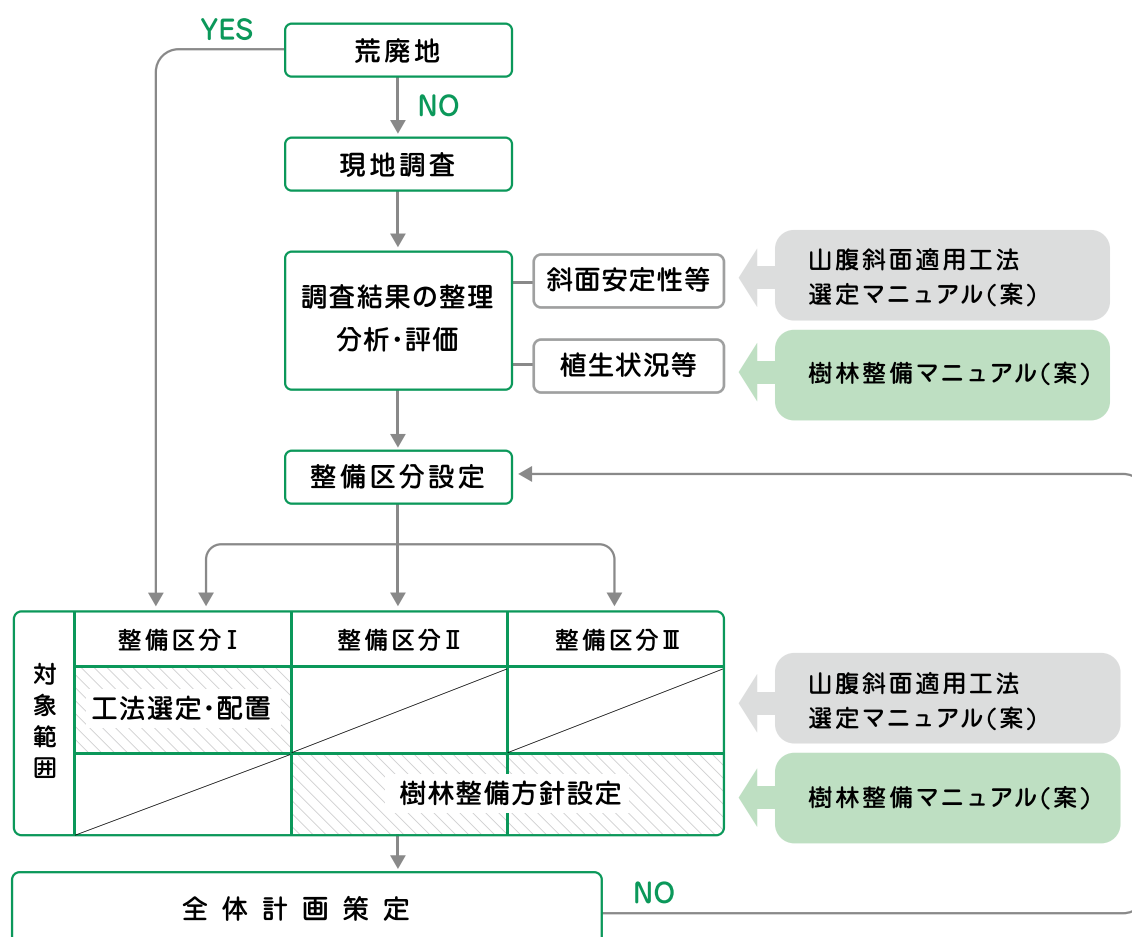
5.適用

本マニュアルは、六甲山系グリーンベルト内において砂防事業の対象となる樹林整備・管理に適用するものとする。

なお、土木構造物の整備等については山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)によるものとする。

本マニュアルに準拠しがたい場合は、別途十分な検討が必要である。
また、本マニュアルと山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)の関係は下図に示すとおりである。

本マニュアルの位置づけ

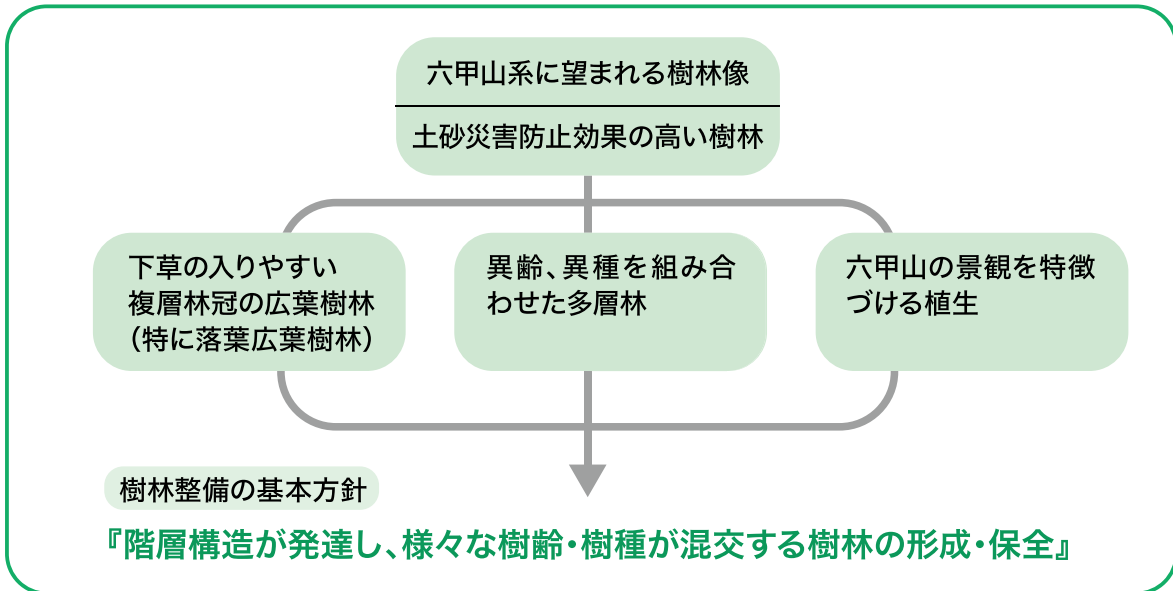


整備区分Ⅰの範囲で、法枠等の工法で樹木を残して施工する場合や吹き付けなどで緑化する際は、本マニュアルを参考にすることができる。

なお、溪畔林は本マニュアルの適用除外とする。適用除外範囲は概ね計画高水位に含まれる範囲とし、溪畔林の整備が必要な場合には、別途検討するものとする。

6. 樹林整備の基本方針

六甲山系GB整備事業範囲内全域において望まれる樹林像は、土砂災害防止効果の高い樹林であるため、樹林整備の基本方針は土砂災害防止の観点より以下のように設定する。



六甲山系は阪神間のシンボルとして市民の生活と深い関わりを持っている。

一方、六甲山系は地形が急峻であり、かつ風化の著しい花崗岩によりほぼ全山が覆われている。このため、ひとたび大雨・長雨が降ると土石流や斜面崩壊が発生しやすく、過去に幾多の災害をもたらしている。また、昭和30年代以降山麓部の都市化が急激に進行し、六甲山系の急斜面直下のみならず山腹斜面にまで住宅が建ち並ぶ状況が見られ、土砂災害が起これば甚大な被害に及ぶ危険性が高い。

このため、六甲山系グリーンベルト整備事業範囲内全域で望まれる樹林像は、土砂災害防止効果の高い樹林といえる。従って、基本的な樹林整備の方針は土砂災害防止の観点より設定することが適切と考えられる。

既存文献(P.資-5)から土砂災害防止効果の高い樹林の特性をみると

表面侵食防止:「下草の入りやすい複層林冠の広葉樹林(特に落葉広葉樹林)」
**表層崩壊防止:「異齢、異種を組み合わせた多層林(樹冠層の区別が明らかでなく、
 全ての高さの樹木が混ざっている林分)」**

と示されている。

従って、六甲山系グリーンベルト整備事業における樹林整備においては、この2つの特性を組み合わせた樹林を形成保全することが求められる。本マニュアルではこれら2つの特性を有する樹林を『階層構造が発達し、様々な樹齢・樹種が混交する樹林』と定義し、このような樹林を形成・保全することを基本的な樹林整備の方針とする。

なお、この条件を満たす樹林は、複雑な林分構造を形成することから多様性の高い生態系の成立、また景観的な面においても多様な植生景観により自然性の高い良好な中景及び近景景観の形成が期待できるものと考えられる。

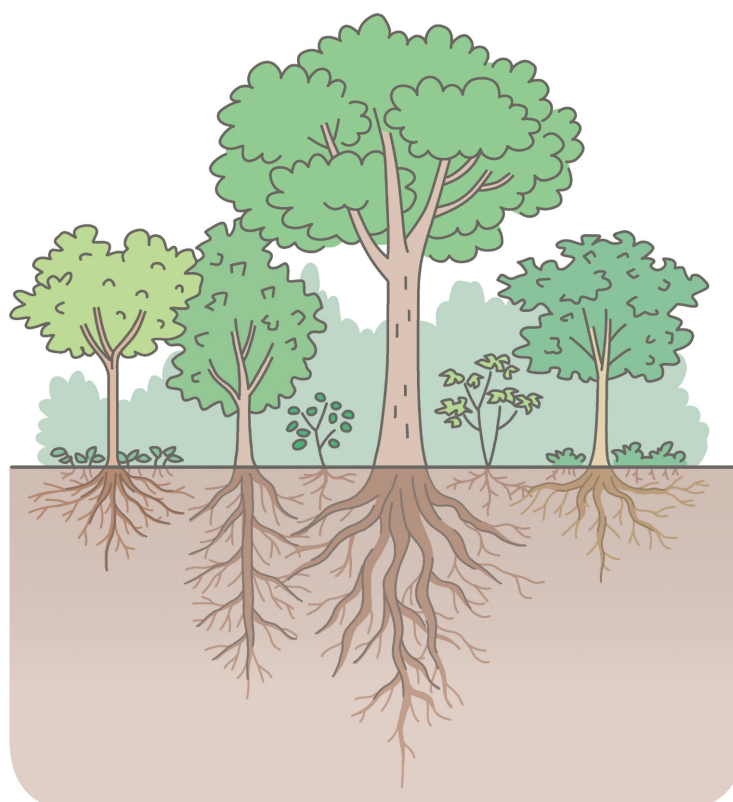
六甲山系において自然に成立し得る植生のうち、上記の方針に適合するものはコナラ-アベマキ群集、エノキ-ムクノキ群集などの落葉広葉樹林であり、これらは従来その成立過程から『二次林』(自然植生がいったん崩壊した後、そこに再生した樹林)と称されてきたものであり、都市の背景としての景観を形成してきた樹林である。このため、六甲山系グリーンベルト整備事業においては、コナラ-アベマキ群集やエノキ-ムクノキ群集などの**落葉広葉樹林を整備目標として設定する。**

土砂災害防止機能を高めるためには、適切な樹林整備・管理を行い、植栽木が早期樹冠閉鎖することにより雨滴による表面侵食を緩和させることが重要である。さらに、早期樹冠閉鎖によって、地中で植栽木の根系が生長し、土壌緊縛力を高めることが期待できる。

従って、樹林整備の基本方針を達成するために、植栽木の活着率を高く維持するとともに、維持管理によって生長を促進することで**早期樹冠閉鎖を目指す。**

また、遷移の最終段階である極相林(潜在自然植生)及びそれ以外の常緑広葉樹林については必ずしも土砂災害防止上望ましい林分を呈していない面もあるが、自然的、土地的条件に適合し成立したものであり、安定性が高い樹林と判断される。このため、積極的に林相を改良するための整備を実施することは適切なものといえない。従って、**極相林及びそれ以外の常緑広葉樹林については基本的に現状を保全するものとする。**

『階層構造が発達し、様々な樹齢・樹種が混交する樹林』イメージ



7. 整備区分

樹林整備を実施するにあたっては、土砂災害防止の観点から以下の整備区分を設定するものとする。

整備区分Ⅰ

崩壊地あるいは崩壊が予測され、もしくは地すべり、がけ崩れの危険性が高く積極的な砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設が必要とされる区域

位置づけ	○土砂災害の危険性が高く、積極的な土砂災害対策が必要
該当区域	○崩壊地等で裸地化しており表面侵食が生じている区域 ○山腹斜面でがけ崩れ等の崩壊の危険性が高いと判断される区域
整備の考え方	○土木構造物の整備等、優先的に土砂災害に対する安全性を確保する。 ○自然環境や景観に配慮した施工として樹木を残した施工や植栽などの緑化を実施する場合は、P.51～P.52を参考とする。

※別途「山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)」に基づく検討を実施

整備区分Ⅱ

現状で概ね樹林等が形成されているが、土砂災害防止の観点から、積極的に林相転換、補植などの整備を行い、継続的に撫育等を実施する区域

位置づけ	○土砂災害防止の観点から問題のある植生であり、積極的な整備が必要	
該当区域の例	○草本群落・低木林 ススキーネザサ群落 セイタカアワダチソウ群落 シナダレスズメガヤ群落 タラノキークサイチゴ群集 クズーフジ群落 等	○人工林 スギーヒノキ群落 モウソウチクーマダケ群落 ニセアカシア群落 オオバヤシャブシ群落 等
整備の考え方	○目標とする樹林へ誘導する整備・管理(後継樹の植栽・撫育)を行う。 ○必要に応じて、表土流出防止を目的とした簡易な土木構造物を設置する。	

整備区分Ⅲ

現状で樹林が形成されているが、土砂災害防止の観点から、伐採や下刈りなどの適正な整備を行い、良好な樹林へ誘導あるいは維持する区域

位置づけ	○土砂災害防止の観点からは適正な整備が必要	
該当区域の例	○アカマツ林 アカマツモチツツジ群集(二次林)	○常緑広葉樹林 アラカシ群落(二次林) ウバメガシ群落(二次林) クスノキ群落(人工林) ウラジロガシサカキ群集(極相林) コジイカナメモチ群集(極相林) 等
整備の考え方	○マツ枯れ、ナラ枯れ等の拡大防止を図るための整備を行う。 ○草本層の発達を促し、表土流出防止を図るための整備を行う。 ○現状の群落・群集を保全する管理を行う。 ○現状の群落・群集を維持するために監視を行う。 ○必要に応じて、表土流出防止を目的とした簡易な土木構造物を設置する。	

整備区分Ⅰの例



がけ崩れ等の崩壊の危険性がある箇所



表面侵食が生じて裸地化している箇所

整備区分Ⅱの例



ススキ-ネザサ群落

ネザサが一面を覆っており、遷移が進まず、樹林にならない。



ニセアカシア群落

高木層にニセアカシア、草本層にネザサが優占している。



スギ-ヒノキ群落

間伐していないので、林床が暗く、後継樹が育たない。



モウソウチク-マダケ群落

林床が暗く、後継樹が育たない。放置しておく周囲に広がる。

整備区分Ⅲの例



コナラ-アベマキ群集

○良好な樹林
良好な樹林は、監視を行い、現状の維持に努める。



○適正な整備が必要な樹林
林床にネザサが繁茂しており、他の植物が育たない。



落葉広葉樹林を目標とする林分で、亜高木層、低木層に常緑樹があり林床が暗く、草本層が乏しい。

8.その他別途配慮が必要な区域

樹林整備を検討するにあたり、次に示すような配慮が必要な場合は、整備区分Ⅱ、Ⅲよりも優先させる必要がある。

(1)現状の自然環境の保全に配慮

現在、重要な自然環境の保全エリアに指定されている箇所等においては、現状の自然環境の保全に配慮した整備を行う。

該当区域

- ・瀬戸内海国立公園(六甲地域)特別保護地区および第1種特別地域
- ・鳥獣保護区 特別保護地区
- ・特定植物群落(環境省自然環境保全基礎調査)
- ・兵庫県レッドデータブック記載の植物群落
- ・現地調査で確認された貴重な動植物の生息・生育エリア
(事例:東お多福山のススキ草原 等)

(貴重な動植物の判定基準はP.資-8参照)



キキョウ



シラン

六甲山で確認されている貴重な植物(参考例)

(2)レクリエーション利用・風致景観保全に配慮

レクリエーション利用されているエリアにおいては、現状の利用形態の保全に配慮した整備を行うとともに、季節感の演出や展望の確保にも配慮する。

該当区域

- ・登山道、ハイキングコース沿い
- ・展望地周辺 等

(3)防災上での配慮

ナラ枯れによる枯死木や枯損木等の倒木による危険性に配慮した整備を行う。

該当区域

- ・住宅地
- ・道路周辺 等

9. 樹林整備マニュアル(案)の構成

本マニュアルの構成を以下に示す。(P.12六甲山系樹林整備フロー参照)

■調査編

- 資料調査
- 現地概査および調査地点の選定
- 現地調査(コドラート調査)

■計画編

- 整備区分の設定
- 整備の基本的な考え方
- 整備計画の立案

■整備・管理編

- 整備
- 管理

■モニタリング調査編

■今後の課題

- マニュアルの改訂
- 地域性種苗の生産
- ナラ枯れ
- コウモリガによる樹木被害

■資料編

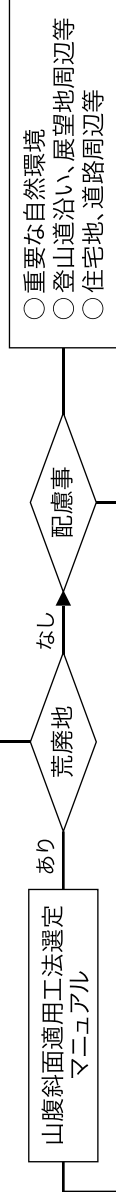
- 検討委員会・ワーキンググループ検討会 開催経緯
- 検討委員会・ワーキンググループ検討会 委員名簿
- 基本方針に関する既存文献
- 群落・群集の特性
- 貴重な動植物の判定基準
- 外来種に関する事項
- 病害虫被害における留意事項
- 常緑樹林を目標群落とする場合の植栽候補種
- 用語集

六甲山系グリーンベルト樹林整備フロー

事業対象地

整備区分設定のための調査

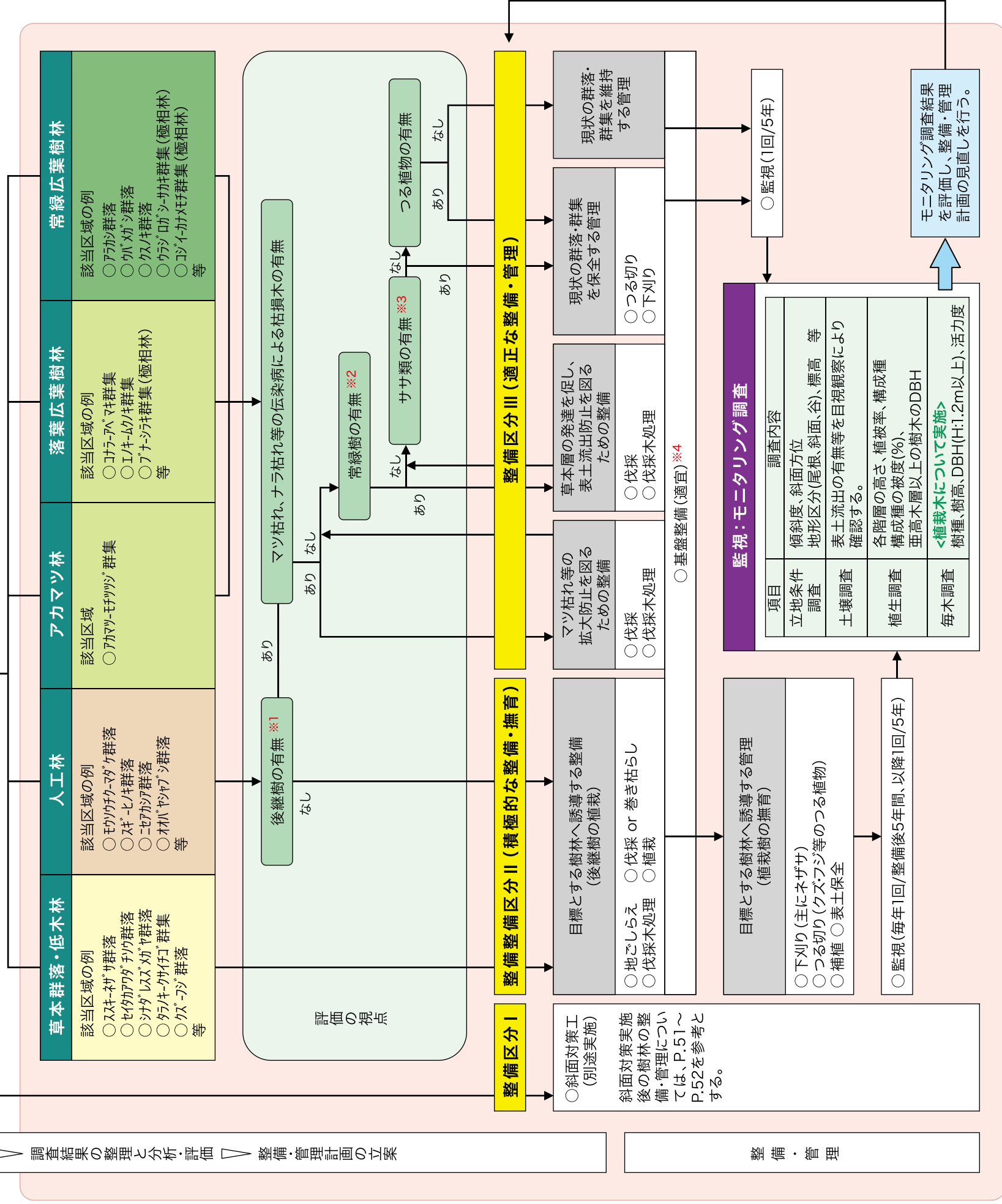
資料収集(既存植生図、空中写真)、現地概要



現地調査調査項目

項目	調査内容
立地条件調査	傾斜度、斜面方位 地形区分(尾根、斜面、谷)、標高 等
土壌調査	草本群落・低木林:有効土層厚 高木林:A ₀ 層の有無
植生調査	各階層の高さ、植被率、構成種 構成種の被度(%)、 亜高木層以上の樹木のDBH

現地調査 ▽ 調査結果の整理と分析・評価 ▽ 整備・管理計画の立案



※ 1：後継樹の有無
後継樹(目標群落・群集の構成種)が育っているか否かで、整備区分を決定する。
判定基準は次のとおり。

・目標とする樹林へ移行する後継樹(目標群落・群集の構成種)の内、低木層以上の植被率が40%以上の場合には、“後継樹あり”として取扱う。
・注) スギ・ヒノキ群落については、後継樹が育っていない場合においても成熟した良好な植林地であり、緩傾斜であれば、“後継樹あり”として取扱う。

※ 2：常緑樹の有無
常緑樹が、草本層の発達を阻害しているか否かで、整備内容を決定する。
判定基準は次のとおり。

- ・落葉広葉樹林を目標とする場合、亜高木層、低木層の常緑樹の植被率が30%以上の場合には、草本層の発達を促し、表土流出防止を図るための整備・管理を実施する。
- ・林床の光条件改善のため、亜高木層、低木層の常緑樹を皆伐する。
- ・常緑広葉樹林を目標とする場合は、“常緑樹なし”として取扱う。

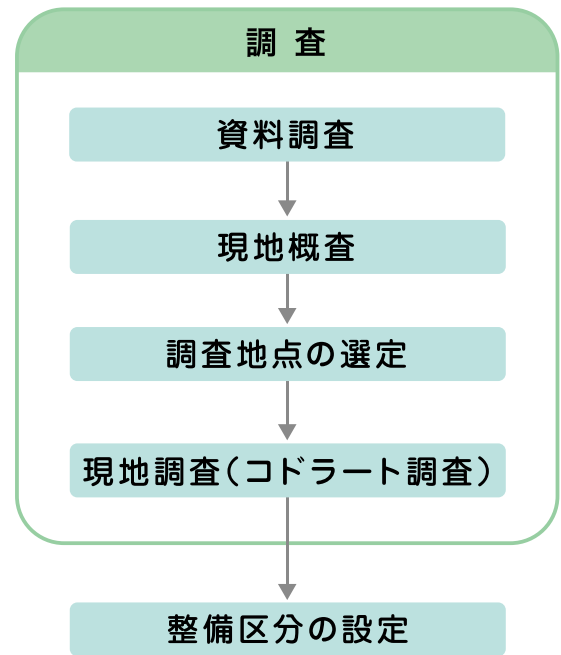
※ 3：ササ類の有無
ササ類(タケ類を含む)が後継樹(目標群落・群集の構成種)や草本層の生育阻害要因になっていないか否かで、整備内容を決定する。
判定基準は次のとおり。

- ・後継樹や草本層の生育阻害要因となるササ類(ネザサ等)の生育がある場合は、下刈りを実施する。

※ 4：基盤整備
傾斜度、有効土層厚(草本群落・低木林)、A₀層の有無(高木林)により評価し、基盤整備の必要性を適宜検討する。

II 調査編

整備区分設定のために実施する調査は、事業対象地において次のフローにより実施し、整備区分設定に資するデータを得るものとする。



1. 資料調査

(1) 調査の目的

資料調査は、現地概査を実施するにあたり、必要な基礎的情報の収集、整理を目的とし、既存文献・資料、GIS情報および斜面概略調査結果等を活用し、最新データを整理するものである。なお、別途配慮すべき区域についても情報の収集・整理を行うものとする。

(2) 調査項目

項目	内容	資料名	結果の活用
○植生分布状況	群落・群集の分布状況	既存植生図、空中写真	群落調査の基礎資料
○崩壊地分布状況	崩壊発生位置等の把握	斜面概略調査結果 崩壊地判読結果	
○自然環境保全に関する状況	自然環境保全に関する分布状況	国立公園 公園計画図、 特定植物群落 等	配慮すべき区域の有無
○観光レクリエーション資源の分布状況	登山道、ハイキングコース、 展望地等の把握	ハイキングマップ等	
○保全対象に関する状況	住宅地・道路等の把握	地形図、住宅地図 等	

2. 現地概査および調査地点の選定

(1) 現地概査の目的

植生分布状況を確認するため、また整備区分を設定する際に必要な情報を把握することを目的として現地概査を行う。さらに、現地概査にあたっては、Ⅲ 計画編の内容(整備区分の考え方および整備計画の立案(調査結果の判定基準)等)をよく理解したうえで、実施することが重要である。

(2) 現地概査の視点

現地概査における視点を下表に示す。なお、現地概査の結果をもとに植生区分図を作成する(P.16参照)。

現地概査における視点		
項目	調査の視点	備考
植生分布	群落・群集の分布範囲	既存植生図、 空中写真との照合
整備区分I該当地	荒廃地に該当する範囲 (崩壊地、裸地、とくしゃ地、露岩等)の有無	Ⅲ計画編(整備区分 の設定及び整備計画 の立案)を参照
林内環境	ガリー等の範囲および表土が流出している範囲の有無	
樹木の健全度	マツ枯れ、ナラ枯れ等の伝染病による枯損木の有無	
人工林該当地	後継樹の有無(伐採等の必要性)	
アカマツ林、 落葉広葉樹林、 常緑広葉樹林該当地	常緑樹の有無(繁茂状況)	
	ササ類の有無(繁茂状況)	
	つる植物の有無(繁茂状況)	

(3) 調査地点の選定

調査地点は、対象となる群落・群集の分布範囲ごとに立地条件(傾斜、斜面形態等)、土壌条件、林分構造(植生高、密度、階層構造)等から判断し、代表的な箇所を1地点以上選定する。

なお、同じ群落・群集の分布範囲内において現地概査の視点などから判断し、植生状況が異なる場合には植生区分を行い、別途調査地点を設定するものとする。

■ 調査地点選定における留意事項

- 群落・群集の移行帯を含まないようにする
- 尾根部なら尾根部の範囲のみというように、地形的に均一な場所を選定する

(4) 現地概査の実施時期

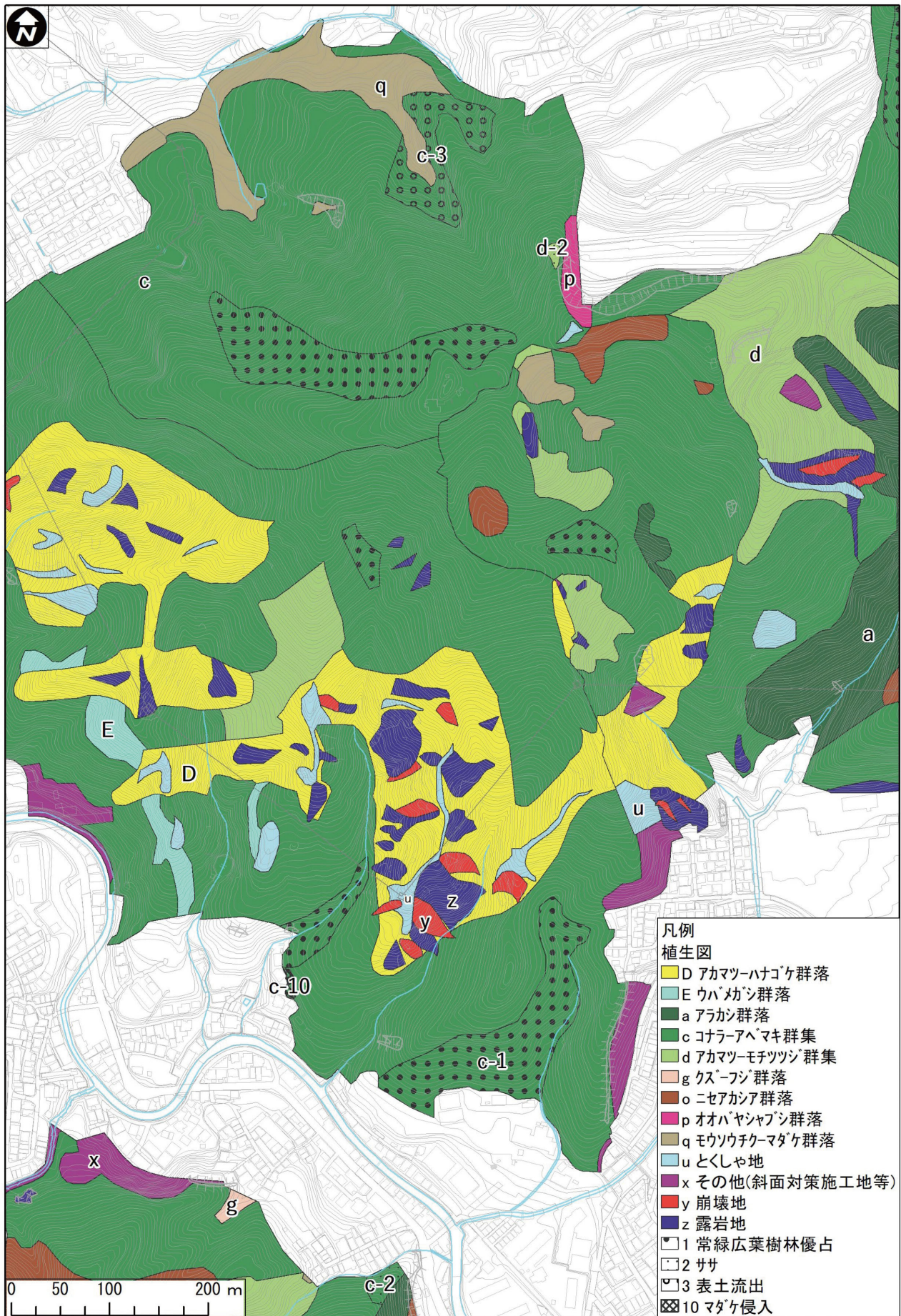
現地概査は春季(5月頃)～秋季(10月頃)に実施するものとする。

(5) その他別途配慮事項

なお、現地概査においては、その他別途配慮事項の有無や状況についても把握しておくこととする。

- 重要な自然環境の保全エリアに指定されている箇所
- 貴重種の生息状況
- レクリエーション施設の利用状況
- 住宅地・道路周辺等の状況

植生区分図 作成例



3. 現地調査(コドラート調査)

3-1 調査目的

整備区分の設定および整備計画の立案を行うための基礎資料を得るために、コドラート調査を実施する。

3-2 コドラートの設置

調査の範囲は、現地概査時に選定した調査地点において10m×10mのコドラート(斜面の縦方向は斜面距離で10mとする)内を基準とする。

ただし、草本群落・低木林、竹林等については、植生状況や現地の状況に応じてコドラートの大きさを1m×5m～5m×5mに変更できることとする。

3-3 調査項目および調査内容

調査項目および調査内容は、表に示すとおりとする。なお、調査結果の整理については、植生調査票及び調査結果の記入例(P.20～P.21)を参照する。調査方法は、多様性植生調査法に基づき実施することとする。

項目	調査内容
立地条件調査	傾斜度、斜面方位 地形区分(尾根、斜面、谷) 標高等
土壌調査	草本群落・低木林 : 有効土層厚 高木林 : A ₀ 層の有無
植生調査	各階層の高さ、植被率、構成種 構成種の被度(%)、 亜高木層以上の樹木の胸高直径(DBH)

(1)立地条件調査

調査地点における植生の生育基盤状況を把握するため、立地状況を調査する。

①傾斜度および斜面方位

調査地点における傾斜度および斜面方位をクリノメーター等の機器を用い測定する。

調査の視点:傾斜度35度以上か未満か

②地形区分および標高

調査地点の地形状況について、事前に地形図等より尾根、斜面、谷のいずれに該当するかを把握し、現地にて検証する。なお、事前情報として、地形図等から調査地点の標高を確認しておく。



立地条件調査:クリノメーターで斜面の傾斜と方位を測定

(2) 土壌調査

調査地点における植生の生育基盤状況を把握するため、土壌状況を調査する。

① 有効土層厚

(調査地点が草本群落・低木林の場合に実施)

樹木根系の生育を阻害しない程度の土壌基盤が形成されているかを把握するため、有効土層厚(植物の根が支障なく伸びることのできる土層の厚さ、山中式土壌硬度計硬度指標24mm以下)を確認する。

調査の視点: 有効土層が40cm以上か未満か



② A_o層の有無(調査地点が高木林の場合に実施)

現状で高木林が形成されていることから、樹木根系の生育を阻害しない程度の有効土層厚が確保されていると判断できる。

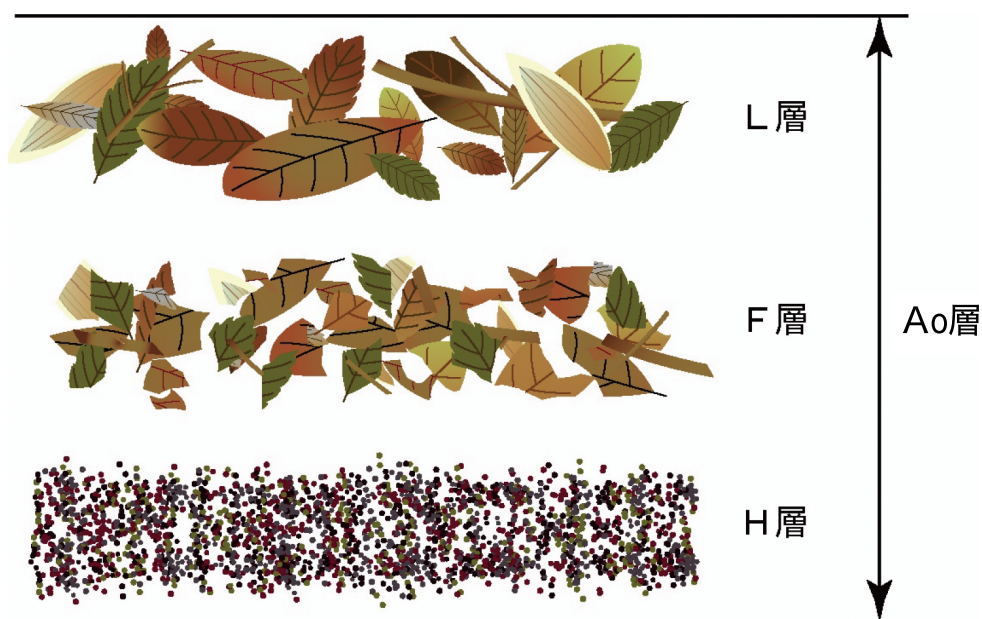
このため、土壌が安定しているかを判断する指標として A_o層の有無を把握する。

調査方法は、調査地点内を踏査し目視等によりA_o層の有無を観察する。なお、A_o層が存在する場合はL、F、H層の状況を確認する

※L層: 落葉や枝が原形を保っている層。落葉層。

F層: 原形は失われているが、葉や枝の組織が目で確認できる層。腐葉層。

H層: 原形が完全に失われた有機物の層。



A_o層のイメージ図

(3) 植生調査

① 階層構造

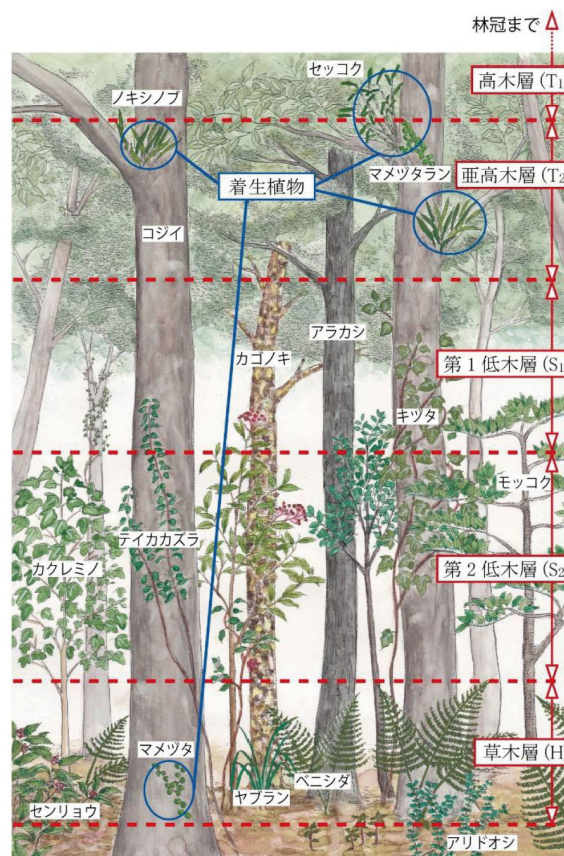
対象群落・群集の階層を高木層、亜高木層、低木層(必要に応じて、第1低木層、第2低木層に区分)、草本層の4~5層に区分し、階層毎に高さ、植被率、優占種を調査する。なお階層が分化していない場合は、該当する階層のみの記載となる。ネザサが繁茂している場合は、第2低木層を高さ2mとしてネザサの階層とする。

② 種組成および被度

階層別に出現する種名を記載する。また、出現種ごとに被度(植物が地面を覆っている割合%)を記載する。

③ 胸高直径

高木層および亜高木層の出現種について、DBH(胸高直径)を調査する。



階層構造のイメージ

※出典: 服部 保・南山典子・栃本大介・上田萌子・浅見佳世・澤田佳宏・山瀬敬太郎・藤木大介・田村和也・矢倉資喜・藤井禎浩・武田義明(2022): 多様性植生調査法 第2版、公益財団法人ひょうご環境創造協会発行



階層の高さ測定: レーザー測距計等で測定



DBH測定: 直径巻き尺等で測定

3-4 調査時期

調査は、春季(5月頃)~秋季(10月頃)に実施するものとする。

なお、調査結果の整理後に植生区分図の最終確認として、植生の境界が比較的明確にあらわれる秋季(紅葉期)~冬季(落葉期)に再度現地概査を行うことが望ましい。

Ⅲ 計画編

1. 整備区分の設定

Ⅱ調査編における現地概査および現地調査(コドラート調査)の結果より得られたデータをもとに整備区分を設定する。

1-1 整備区分Ⅰ

整備区分Ⅰは、山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)で定義しており本マニュアルの適用外のため、基本的に区分しない。

山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)による整備区分Ⅰの定義を以下に示す。

〈整備区分Ⅰ〉

崩壊地あるいは崩壊が予測され、若しくは地すべり、落石の危険性が高く積極的な砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設の整備が必要とされる区域

(内容)

崩壊地	崩壊地等で裸地化しており表面侵食が生じている区域であり、土砂災害防止の観点から山腹土木構造物の整備を実施する区域
崩壊が予測される区域	樹林形成山腹斜面や崩壊地等の山腹斜面で、がけ崩れ等の崩壊の危険性があり、保全対象に直接的災害を及ぼす可能性のある斜面や、崩壊地周辺で崩壊拡大が生じる可能性のある区域で、土砂災害防止の観点から山腹土木構造物の整備を実施する区域
地すべりの危険性が高い区域	樹林形成山腹斜面や崩壊地等の山腹斜面で地すべりの危険性があり、土砂災害防止の観点から山腹土木構造物の整備を実施する区域
落石の危険性が高い区域	露岩地や崩壊地等の山腹斜面で落石の危険性があり、土砂災害防止の観点から山腹土木構造物の整備を実施する区域

1-2 整備区分ⅡおよびⅢ

現地調査(コドラート調査)の結果をもとにⅠ総説編のフロー(P.12)に従い、整備区分を設定する。

2. 整備の基本的な考え方

各整備区分における整備の基本的な考え方を以下に示す。

2-1 整備区分Ⅰ

崩壊地あるいは崩壊が予測され、もしくは地すべり、がけ崩れの危険性が高く積極的な砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設が必要とされる区域

- 別途、斜面对策工を行う

2-2 整備区分Ⅱ

現状で概ね樹林等が形成されているが、土砂災害防止の観点から、積極的に林相転換、補植などの整備を行い、継続的に撫育等を実施する区域

- 目標とする樹林へ誘導する整備を行う

該当区域

- ・草本群落・低木林
- ・人工林のうち後継樹が育っていない区域
(後継樹に関する判断基準は、P.12のフロー図の注釈を参照)

2-3 整備区分Ⅲ

現状で樹林が形成されているが、土砂災害防止の観点から、伐採や下刈りなどの適正な整備を行い、良好な樹林へ誘導あるいは維持する区域

- マツ枯れやナラ枯れ等の拡大防止を図るための整備を行う

該当区域

- ・マツ枯れ、ナラ枯れ等の伝染病による枯損木が発生している区域

- 草本層の発達を促し、表土流出防止を図るための整備を行う

該当区域

- ・アカマツ林や落葉広葉樹林において、常緑樹が草本層の発達を阻害している区域
(常緑樹に関する判断基準は、P.12のフロー図の注釈を参照)

●現状の群落・群集を保全する管理を行う

該当区域

- ・アカマツ林や落葉広葉樹林において、ササ類やウラジロなど特定の植物が繁茂している区域
(ササ類やウラジロなど特定の植物が繁茂する状況に関する判断基準は、P.12のフロー図の注釈を参照)
- ・つる植物が高木層にある樹木の生育阻害要因となっている区域

- 事例
- ・つる植物が高木層の樹冠を広く覆っている場合
 - ・つる植物が高木層にある樹木に食い込み、幹が肥大等により奇形している場合



つる植物が高木層の樹冠を覆っている様子

●現状の群落・群集を維持するために監視する。

該当区域

- ・上記に該当しない区域であり、現状において良好と判断された樹林

3. 整備計画の立案

3-1 整備区分Ⅰ

整備区分Ⅰにおいては、本マニュアルの適用外のため、土木構造物の整備等について山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)に従い、別途整備計画の立案を行うものとする。

また、土木構造物整備後における緑化などの整備や、樹木を残して法枠等の施設を施工する場合は、本マニュアル(案)P.51～P.52を参照することとする。

3-2 整備区分Ⅱ

(1) 整備計画の検討

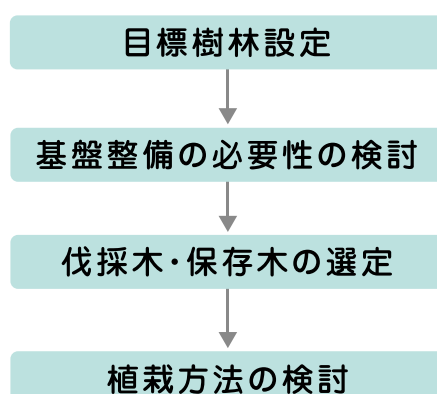
① 目標とする樹林へ誘導する整備

整備対象地の現状および対象とする群落・群集の特性を踏まえ、目標とする樹林へ誘導するために必要な整備内容を計画する。

整備対象地の現状および整備対象とする群落・群集の特性を踏まえ、目標とする樹林へ誘導するために必要な整備内容について整理する。樹林整備における基本的な配慮事項を以下に示す。

- 自然の遷移を妨げないよう現存する植生の活用を図る。
- 林相転換をおこなう場合には、土砂災害防止や景観面に配慮し、顕著な影響を与えるような大面積を対象とした整備は行わず、段階的に行うものとする。特に、市街地からの景観に対しては、十分に配慮しなければならない。
- 本マニュアルでは、『大面積』の目安として、六甲山の斜面長や標高を考慮して約2haとしている。

整備計画は、次のフローによるものとする。



a. 目標樹林設定

目標とする樹林(群落・群集)の設定に際しては、整備対象地のもつ立地条件特性(気候、地形)と、現存する生育種の構成(P.27一覧表参照)、および周辺の植生状況を総合的に判断して設定するものとする。

基本的には樹林整備の基本方針である落葉広葉樹林を目標樹林として設定することとする。

なお、常緑広葉樹林を目標樹林として設定する例としては以下のような地域があげられる。

- ・良好な常緑広葉樹林(極相林)に隣接する地域
- ・社寺林に隣接する地域

立地条件特性から選定候補となる群落・群集

地形 標高	落葉広葉樹林			常緑広葉樹林		
	谷	斜面	尾根	谷	斜面	尾根
750m以上	ブナ-シラキ群集(極相林)					
	コナラ-アベマキ群集					
450~750m	エノキ-ムクノキ群集			ウラジログシ-サカキ群集(極相林)		
	コナラ-アベマキ群集					
450m以下	エノキ-ムクノキ群集				コジ-カナメモチ群集(極相林)	
	コナラ-アベマキ群集			アラカシ群落	ウバメガシ群落	

現存する群落・群集の主な構成種(高木種・亜高木種) 一覧表

常緑落葉	種名	落葉広葉樹林			常緑広葉樹林			
		極相林	二次林		極相林		二次林	
		ブナ-シラキ 群集 標高750m以上	コナラ- アベマキ群集 標高750m以下	エノキ- ムクノキ群集 標高750m以下	ウラジロガシ- サカキ群集 標高450m~750m	コジイ- カナメモチ群集 標高450m以下	アラカシ群落 標高450m以下	ウバメガシ群落 標高450m以下
落葉樹	アカシデ	○	○					
	アズキナシ		○					
	アベマキ		○					
	イヌシデ	○	○					
	イヌビワ			○				
	イヌブナ	○						
	イロハモミジ			○				
	ウラジロノキ		○					
	ウリハダカエデ			○				
	ウワミズザクラ	○	○					
	エゴノキ		○					
	エノキ			○				
	カスミザクラ		○					
	カマツカ		○					
	クマシデ	○						
	クマノミズキ			○				
	クリ		○					
	ケヤキ			○				
	コナラ		○					
	コハウチワカエデ	○						
	ザイフリボク		○					
	シラキ	○						
	タカノツメ		○					
	タムシバ	○						
ネジキ		○						
ブナ	○							
マルバアオダモ		○						
ミズキ			○					
ミズナラ	○							
ミズメ	○							
ムクノキ			○					
ヤマザクラ		○						
ヤマボウシ	○	○						
リョウブ	○	○						
常緑樹	アカガシ				○		○	
	アセビ							○
	アラカシ					○	○	○
	イヌガシ					○		○
	ウバメガシ							○
	ウラジロガシ				○			
	カクレミノ						○	
	カゴノキ				○			○
	カナメモチ					○		○
	クスノキ						○	
	クロガネモチ					○	○	
	クロバイ					○		
	コジイ					○		
	サカキ				○	○	○	○
	シキミ					○		
	シラカシ				○			
	シロダモ				○	○	○	
	スタジイ					○		
	ソヨゴ				○	○	○	○
	タラヨウ					○		
	ツクバネガシ				○			
	トベラ							○
	ナナミノキ					○	○	
	ヒイラギ				○			
ヒメユズリハ						○	○	
モチノキ					○		○	
モッコク					○			
ヤブツバキ				○	○	○	○	
ヤブニッケイ				○	○	○	○	
ヤマモモ						○	○	
リンボク					○			

参考文献 中西 哲・服部 保・武田義明(1982)神戸の植生、76pp. 神戸市環境局
 宮脇 昭(編)(1984)日本植生誌 近畿、596pp. 至文堂
 宮脇 昭(編)(1994)改訂新版日本植生便覧、910pp. 至文堂

b. 基盤整備の必要性の検討

立地条件調査(傾斜度)および土壌調査の結果をふまえ、植生基盤整備の必要性を検討する。

検討基準: 傾斜度35度以上の場合、植生基盤対策が必要である。

※ただし、A₀層が存在する場合は、土壌が安定していると判断されるため、適宜検討する。また、35度未満の場合においてもA₀層が存在しない場合は、適宜検討する。

c. 伐採木・保存木の検討

伐採木・保存木は原則として以下の基準により判断する。

伐採木

- ・目標とする樹林を育成する上で支障となる樹木
例: ニセアカシア、ニワウルシ(シンジュ)、オオバヤシャブシ、スギ、ヒノキ、タケ類 等
- ・落葉広葉樹林を目標とする場合は、生育している常緑樹
例: ソヨゴ、ヒサカキ、ヤブツバキ、ネズミモチ、トウネズミモチ、イヌツゲ、シャシャンポ、ナワシログミ 等
- ・外来種
例: ニワウルシ(シンジュ)、ニセアカシア、ナンキンハゼ、フサアカシア、トウネズミモチ、セイヨウイボタノキ、ヒイラギナンテン、イタチハギ 等

保存木

- ・目標とする樹林を目指す上で保存が望ましい樹木
例: 目標となる群落・群集の構成種 等
- ・ニホンジカの不嗜好性植物
例: アセビ※、ウリハダカエデ 等
※ただし、アセビは常緑広葉樹であり林床の光環境を阻害する可能性があるため、保存する場合は下部の枝の剪定などによって林床の光環境を確保することが望ましい。

伐採木の処理

- ・伐採木は、残置すると流木になるおそれがあることから、搬出することが望ましいが、困難な場合は適宜有効利用を検討する(P.56有効利用の例、留意事項を参照)。

d. 植栽方法の検討

○植栽樹種の選定

植栽樹種は、六甲山系に自生する樹種であることを原則とし、植栽候補樹種一覧表の中から目標とする群落・群集の列で選定する。さらに、整備対象地の現地コドラート調査結果をもとに極力多くの樹種を選定することとする。

また、単一樹種の一斉植栽は避けることとし、混交割合については偏りがないように配慮する。

特に、ナラ枯れに強い樹林を目指すため、ナラ枯れの被害を受けるコナラやアベマキなどのブナ科の落葉広葉樹の植栽比率を意図的に高くしないようにする。

ニホンジカの分布拡大を見越して、不嗜好性植物であるウリハダカエデを植栽することが望ましい。

植栽候補樹種 一覧表

区分	種名	ブナ-シラキ 群集	コナラー アベマキ群集	エノキー ムクノキ群集
落葉 広葉樹	アカシデ	●	●	
	アベマキ	●	●	
	イヌシデ	●	●	○
	イヌブナ	●		
	イロハモミジ		○	●
	ウリハダカエデ		○	○
	ウワミズザクラ	●	●	
	ウラジロノキ	○	●	
	エゴノキ		●	
	エノキ			●
	カスミザクラ	○	●	
	クヌギ		○	
	クマシデ	●		
	クマノミズキ			●
	クリ		●	
	ケヤキ			●
	コシアブラ		○	
	コナラ	○	●	
	コハウチワカエデ	●		
	タカノツメ		●	
	ハリギリ		○	
	ブナ	●		
	ミズキ			●
	ミズナラ	●		
	ムクノキ			●
	ヤマザクラ		●	
ヤマボウシ		●	○	

植栽優占度 1:● 各群落・群集の主な構成種
2:○ その他の構成種

参考文献 中西 哲・服部 保・武田義明(1982)神戸の植生、76pp. 神戸市環境局
宮脇 昭(編)(1984)日本植生誌 近畿、596pp. 至文堂
宮脇 昭(編)(1994)改訂新版日本植生便覧、910pp. 至文堂

なお、常緑樹林を目標群落とする場合は資料編(P.資-19)に示すリストから植栽樹種を選定することとする。

○ニホンジカの分布拡大に伴う植生被害が拡大している場合の対応

今後、ニホンジカの分布が広がった場合、食害によって植物が減少し裸地化する可能性がある。このため、表土流出を避けることを目的とした植栽樹種として、ニホンジカの不嗜好性植物であり、さらに、市場における入手のしやすさを勘案するとミツマタが挙げられる。

ミツマタは生長も早く、短期間で群生する。このため、表土流出に有効と考えられる。

さらに、萌芽再生をほとんどせず周辺にも拡散しないことから、ニホンジカの被害が減少した際に伐採することとする。

○植栽材料

植栽は良好な生育の見込める苗木植栽とする。植栽に用いる苗木は、郷土産の種子由来のものであることが望ましい。また、苗木の樹高は50~100cm程度のものを使用することが望ましい。

○地ごしらえ

下層植生の繁茂が著しい場合には、保存木や植栽木の生長に必要な光環境を確保するために、また効率的な整備作業のために下草の刈払いをおこなう。

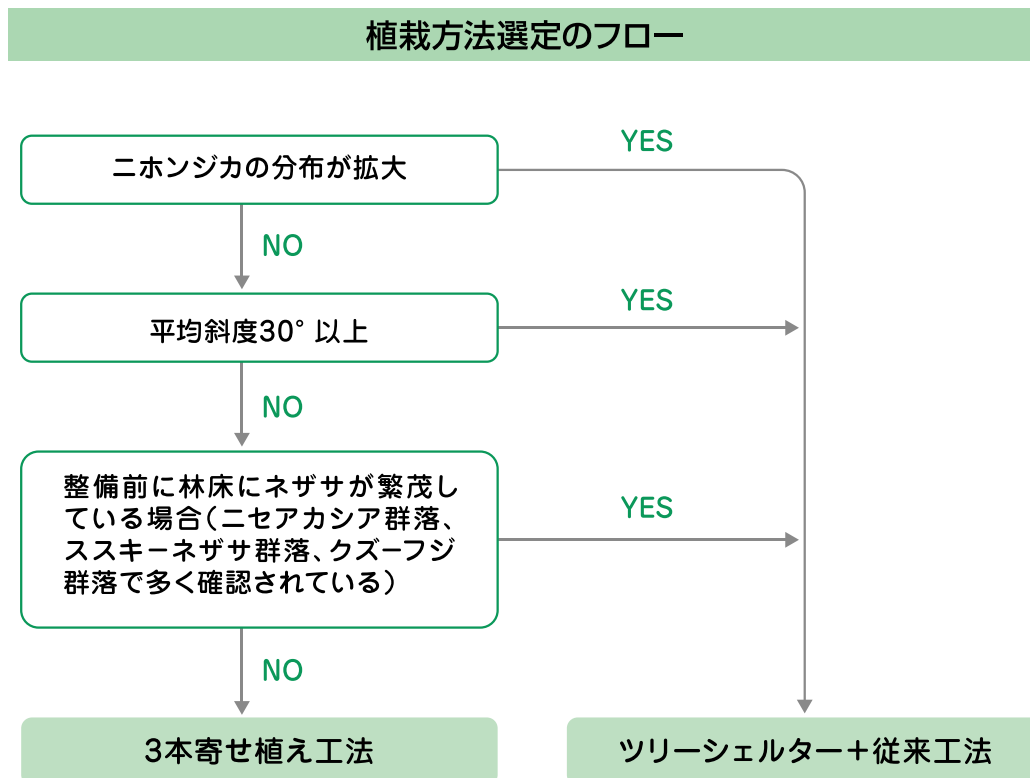
○植栽方法

植栽方法は、早期樹冠閉鎖の視点を踏まえ、「ツリーシェルター+従来工法(2m間隔で植栽)」と「3本寄せ植え工法」のいずれかの方法をフローに基づき選定することとする。

植栽方法選定フローは、ニホンジカの分布拡大や立地条件を考慮して植栽方法を選定することとしている。

ネザサが繁茂する状況や急傾斜な立地条件、さらにはニホンジカの分布拡大等植栽木の生長阻害要因を考慮して植栽方法を選定することが重要である。

ツリーシェルター工法や3本寄せ植え工法は、モニタリング調査によって誤伐等に対する効果が確認されている。植栽方法の特徴等をコラム1及びコラム2に示す。



コラム1

植栽方法による維持管理の効率化調査の事例紹介(3本寄せ植え工法)

従来の植栽方法では、植栽間隔が2m程度と狭いため誤伐が高頻度で発生していたと考えられた。

誤伐の発生率を抑える植栽手法の検討を目的として、平成22年3月から平成27年3月にかけて試験施工を実施した。

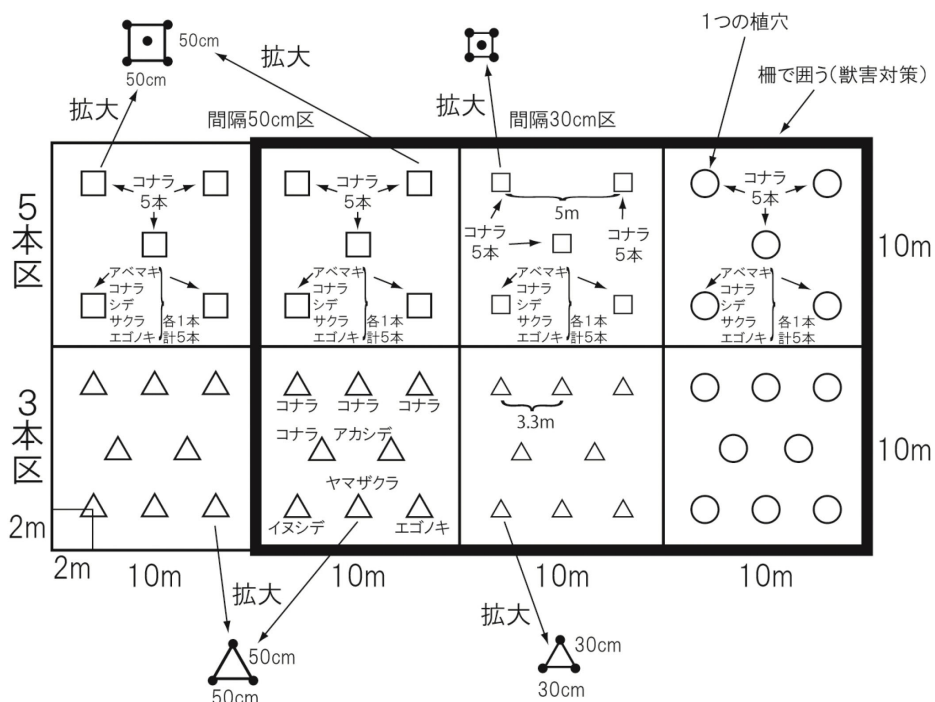
試験区は下図に示すとおり10m×10mの方形区を8箇所設置し、3本寄せ植え工法と5本寄せ植え工法の試験区を設置した。

寄せ植えの方法は、植栽間隔を50cm、30cm、1つの穴にすべて植栽の3タイプを設定した。さらに、ノウサギによる食害の影響を把握するため、誤伐防止を目的とした柵ありと柵なしの2タイプを設定した。

植栽方法による維持管理効率化調査実施内容

項目	内容	数量	実施時期 (平成22~27年度)
下草刈り	施工区内の下草刈り(柵あり)	20m×30m	10月
	施工区内の下草刈り(柵なし)	20m×10m	10月
モニタリング調査	<ul style="list-style-type: none"> 苗の毎木調査(樹種、樹高、胸高直径(樹高1.2m以上の場合のみ)、根元直径(地上5cm)、活力度) 草刈り時間の測定 	196本	10月 (草刈り作業後)

試験施工における植栽方法のイメージ図



①下刈りの時間測定結果

- 平成22年度から27年度までの下刈りに必要な平均作業時間を以下に示す。
- ・従来の工法(対照区)よりも寄せ植え工法の方が10分程度短縮できる傾向にあった。
 - ・5本寄せ植え区と3本寄せ植え区間には作業時間に顕著な差はみられなかった。
 - ・寄せ植え工法を導入することで作業の効率化が図られることが明らかとなった。

H22～H27年度の平均作業時間

	対照区		柵なし 50cm間隔	柵あり 50cm間隔	柵あり 30cm間隔	柵あり 1つの植穴	植栽本数別 平均	平均 (全体)
従来	42分	5本区	35分	34分	29分	26分	31分	31分30秒
			34分30秒					
		3本区	30分	35分	36分	27分	32分	
			32分30秒					

※2人1組:1人機械刈、1人手刈り=100㎡当たり

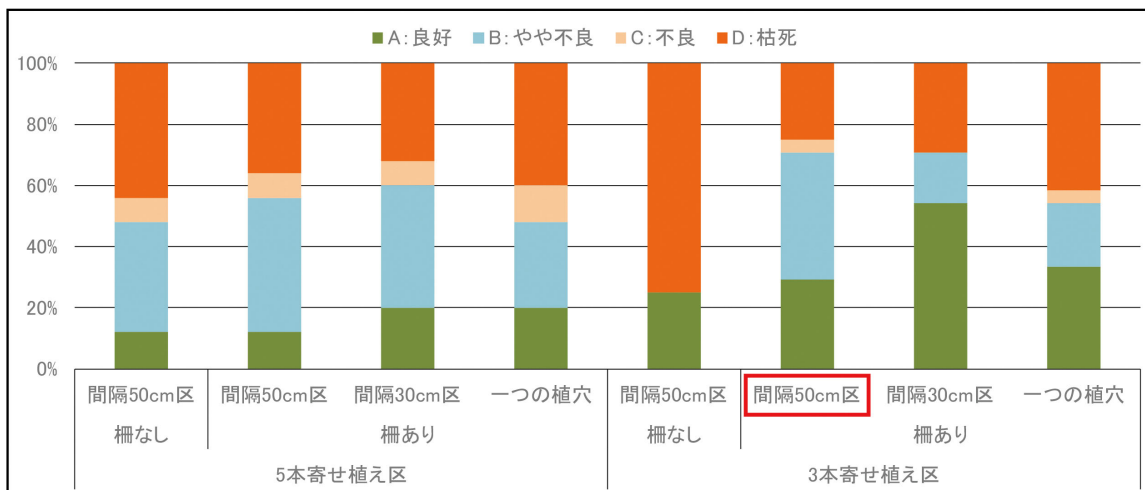
②植栽木の生育状況に対する効果

(i) 活力度

寄せ植え工法は、撫育作業の効率化や誤伐の防止以外に、植栽木の生長促進に対する効果が期待される。活力度の特徴を以下に示す。

- ・「柵あり区」の枯死率は、「柵なし区」よりも低い。
- ・寄せ植え区では、「3本寄せ植え区」と「5本寄せ植え区」間で枯死率を比較すると5本寄せ植えの方がやや高い。
- ・生存個体の活力度は「3本寄せ植え区」の方が良好である。
- ・「3本寄せ植え区」では、植栽間隔の違いによる枯死率の顕著な差はみられないが、間隔50cm区の方が枯死率が低い。

活力度(植栽方法による維持管理効率化調査)



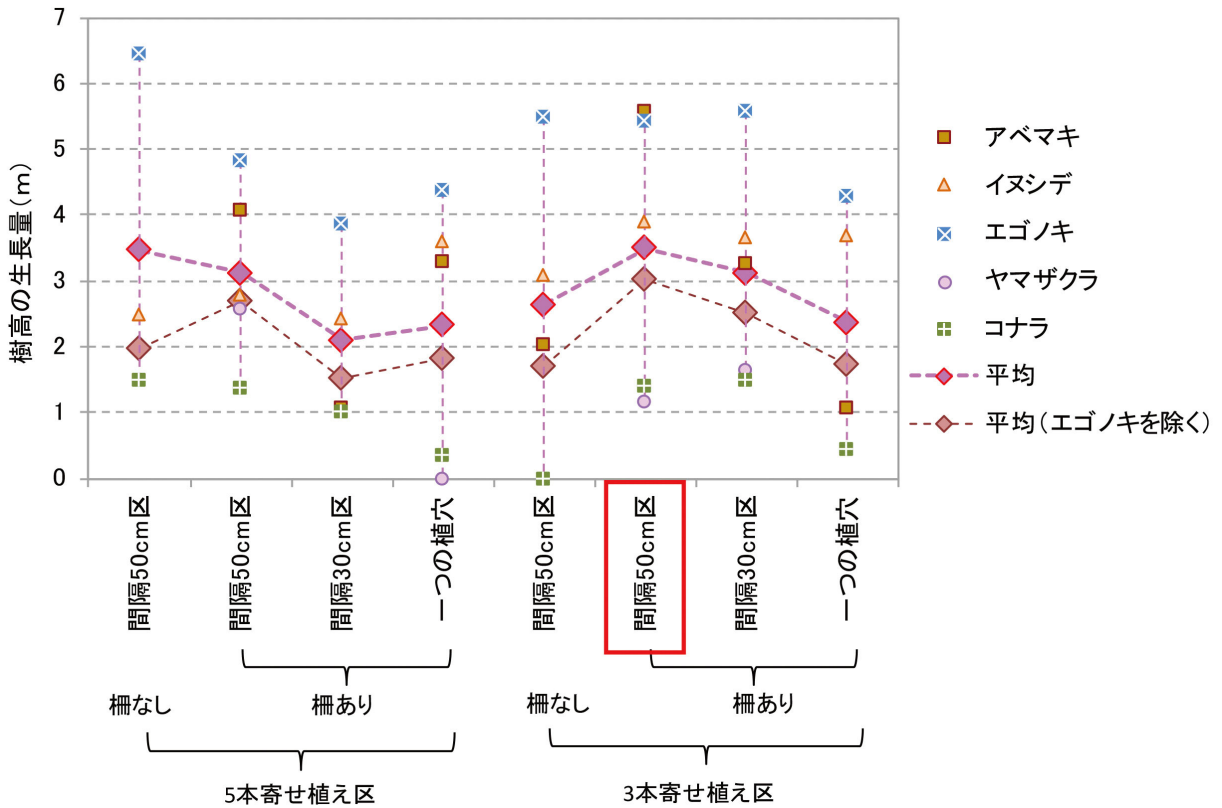
(ii) 生長量(樹高)

試験区毎に、樹高の生長量を比較したグラフを以下に示す。
樹種別の生長量を見ると、エゴノキの生長量が非常に大きく、全樹種の平均の生長量へ大きく影響を与えることから、生長量の平均値はエゴノキを含む場合と、含まない場合を記載した。

植栽方法別の樹高の生長量を見ると、試験区毎の差は少ないが、**柵あり区の3本寄せ植え区(50cm間隔)で最も大きい値を示した。**

柵なし区は、ノウサギによる食害の影響で、同様の条件である柵あり区の間隔50cm区より平均の生長量が低い値を示していた。現在実施している樹林整備では、ノウサギの食害対策を実施していないことから、柵なし区の値が現状に近い値と考えられる。

試験区毎の樹高の生長量：平成27年10月の値－平成22年3月の値



注1: エゴノキは他の樹種に比べて突出して生長が良いため、エゴノキを除いた平均値も併記した。

コラム2

早期樹冠閉鎖を目指した植栽方法について

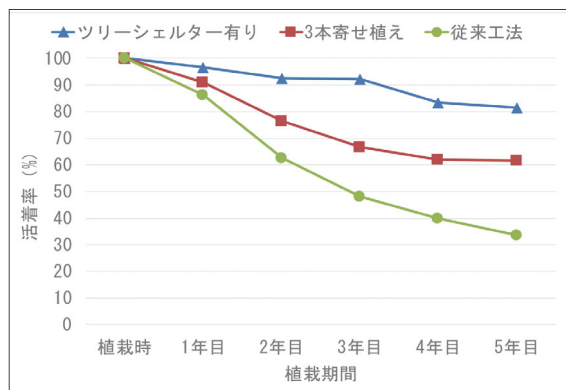
①植栽工法別の活着率

現在実施している「従来工法:2m間隔で植栽」と「3本寄せ植え工法」と「ツリーシェルター工法」を比較すると、活着率に差があることが確認されている。

主要な生長阻害要因である誤伐に対する対策として、ツリーシェルター工法は最も有効であり、次いで、3本寄せ植え工法が有効である。

早期樹冠閉鎖を達成するためには、立木密度を高く維持することが重要であり、この目標を達成するためには従来工法が最も適している。しかし、従来工法は活着率が低いため、現状では効果が確認されていない。

このため、誤伐対策と早期樹冠閉鎖の両方を目指す場合、立木密度と活着率の高い工法を組み合わせた「ツリーシェルター工法+従来工法」が有効な整備手法と考えられる。



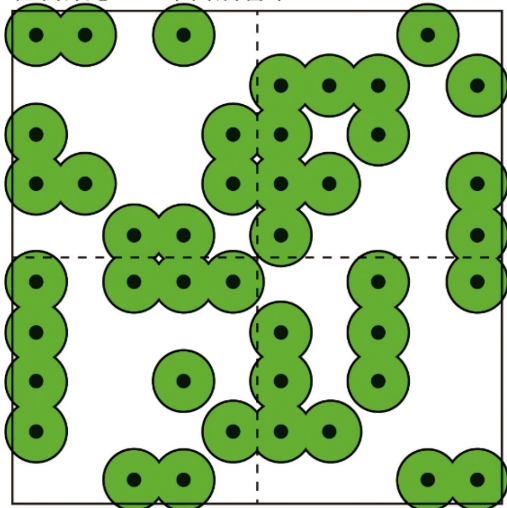
植栽方法別活着率

②従来工法と3本寄せ植え工法における立木密度の違い

従来工法と3本寄せ植え工法で活着率が同じ場合の立木密度(植栽箇所数)を比較すると、従来工法では43箇所/400㎡、3本寄せ植え工法では25箇所/400㎡で、立木密度(植栽箇所数)は従来工法の方が多くなる。なお、3本寄せ植え工法は2本以上の植栽木が生育している地点が複数存在するため、一箇所あたりの樹冠は大きくなる可能性がある。

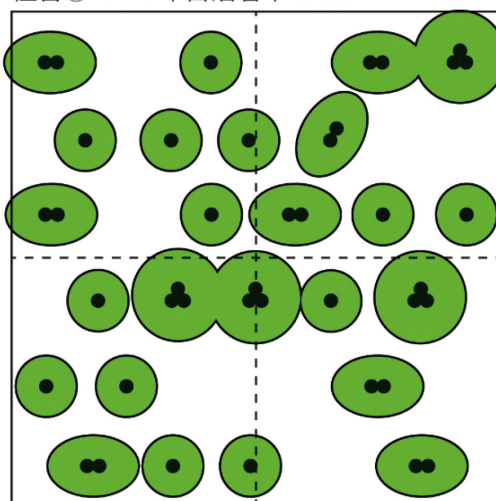
このため、早期樹冠閉鎖を考えた場合、「3本寄せ植え工法」も有効な方法の可能性はあるが、現時点では「ツリーシェルター+従来工法」が最も有効な植栽方法と考えられる。

住吉東③ 6年目活着率:43%



従来工法:立木密度43箇所/400㎡

住吉②-1 4年目活着率:41%



3本寄せ植え工法:植栽箇所数:25箇所/400㎡

(2) 群落・群集別の留意事項

① 草本群落・低木林

○ 植栽方法の検討

目標群落構成種を植栽する。

ただし、傾斜度35度以上の場合および有効土層厚40cm未満の場合には植栽せず、周辺植生からの侵入に期待する。このような条件では、定期的な監視の中で、後継樹種の侵入状況に着目しながら点検をおこなうものとする。

② ニセアカシア群落

○ 施業区の設定

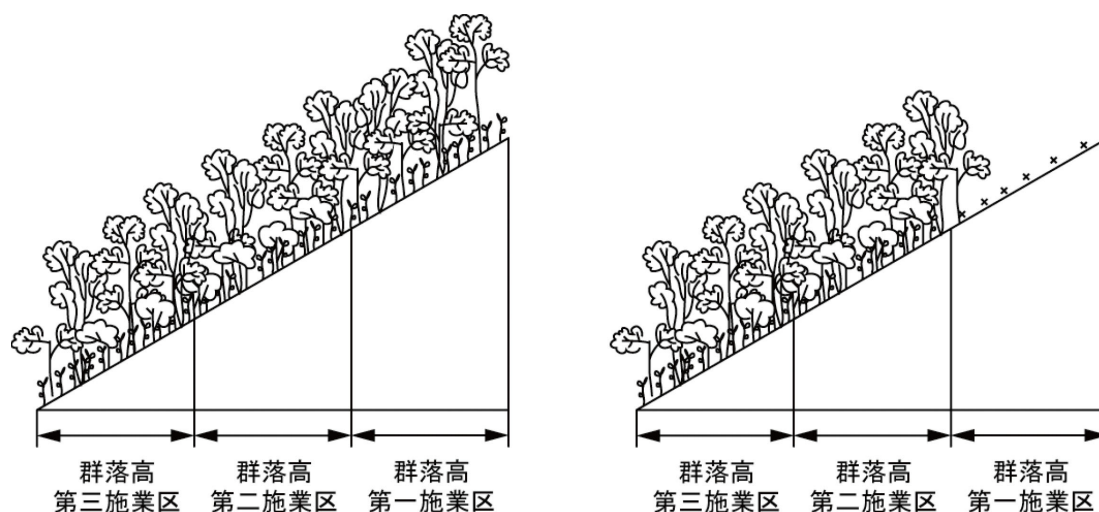
大面積(2ha以上)の施業は、表層崩壊の危険性や、風致面での機能低下が大きいため、交互帯状施業(幅:15~20m)により、緩衝区を設けて施業する。ただし、面積が0.5ha未満の場合は、全面施業するものとする。

なお、面積が0.5ha以上、2ha未満の場合は、交互帯状を基本とし、景観への影響および土砂災害防止のうえで問題がない場合に限り全面施業するものとする。

<交互帯状施業>

等高線に沿って、第一施業区と第二施業区(次期施業区)および第三施業区を斜面の上下方向に交互に設定し、施業するものとする。

交互帯状施業のイメージ



<施業区>

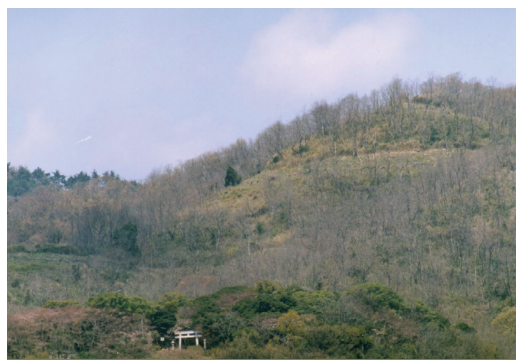
- ・1施業区の幅は群落高を基準とする。なお、六甲山で確認しているニセアカシア群落の群落高は約15～20mである。
- ・施業区はできるだけ対象斜面の等高線に沿った形状とする。
- ・施業区は、第一施業区、第二施業区および第三施業区の3区を設定し、段階的に実施する。
- ・第二、第三施業区の実施時期は、施業区のエッジが閉鎖する時期を目安とする。
- ・樹林整備後のモニタリング調査では、活着率が30～40%の場合、整備後15年程度で樹冠が閉鎖することが確認されている。
- ・ただし、第三施業区は、第一施業区に成立している樹林から種子が供給され、目標群落へと自然に遷移が進行することも考えられる。このため、第三施業区は、目標群落への遷移が確認されない場合のみ実施することとする。

○整備手法の選定

ニセアカシアは繁殖力が強く、伐採しても萌芽再生が著しい。また、伐採した場合の市街地からの景観に対する影響も考慮しておく必要がある。このようなことから、ニセアカシアの整備手法は巻き枯らしを基本とする。ただし、倒木により危険性が生じるような区域においては伐採するものとする。

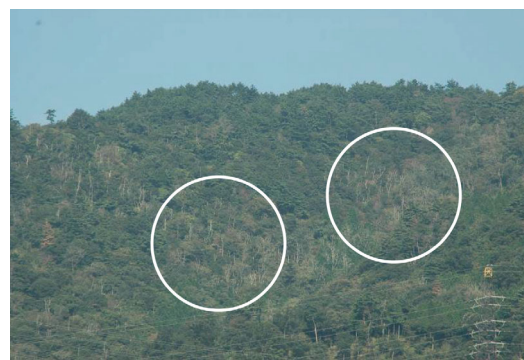
なお、巻き枯らし後の枯損木の伐採については、モニタリング結果等を参考に適宜検討するものとする。

ニセアカシア群落 交互帯状整備の状況



交互帯状の伐採

市街地から整備状況が視認できる。



交互帯状の巻き枯らし

白く立ち枯れしたニセアカシアが確認できるが、あまり目立たない。

○ニセアカシアの萌芽対策について

ニセアカシアは伐採や巻き枯らしによる整備を行うと、萌芽枝や根萌芽によって再生することが知られている。

萌芽枝の生長は非常に早く、1年で数m生長することもあり、結果として、植栽苗木の被圧や植栽苗木が確認できなくなり、下草刈り時における植栽苗木の誤伐発生の原因にもなっている。

ニセアカシアの萌芽対策としては、薬剤塗布が効果的である。薬剤は比較的入手が容易なグリホサート剤が適している(コラム3参照)。

薬剤塗布の効果は、巻き枯らし後に薬剤を幹に塗布する方法が最も効果的である。また、ニセアカシアを伐採した後に発生した萌芽枝についても、萌芽枝を伐採した後に切り株や萌芽枝の切り口に薬剤を塗布することで萌芽再生を抑制することが可能である。

このため、ニセアカシア群落を整備する際は、萌芽対策として薬剤塗布を行う事が望ましい。

○ニワウルシ(シンジュ)に対する対策

六甲山系では、北畑地区など局所的にニワウルシが分布しているエリアが確認されている。

ニワウルシも、ニセアカシア同様に切り株からの萌芽再生や根萌芽によって短期間で群落を再生する。

このため、ニワウルシを伐採する際もニセアカシア同様に薬剤塗布を行う事が望ましい。

なお、薬剤塗布は、試験施工の結果、ニワウルシの方がニセアカシアより効果的であり、薬剤塗布したほとんどの個体が枯死し萌芽再生しなかった。さらに、枯死した個体は、薬剤塗布後1年程度で樹幹が朽ちてしまい、ニセアカシアのように立ち枯れする状況は確認されなかった。

コラム3

ニセアカシアの処理方法試験

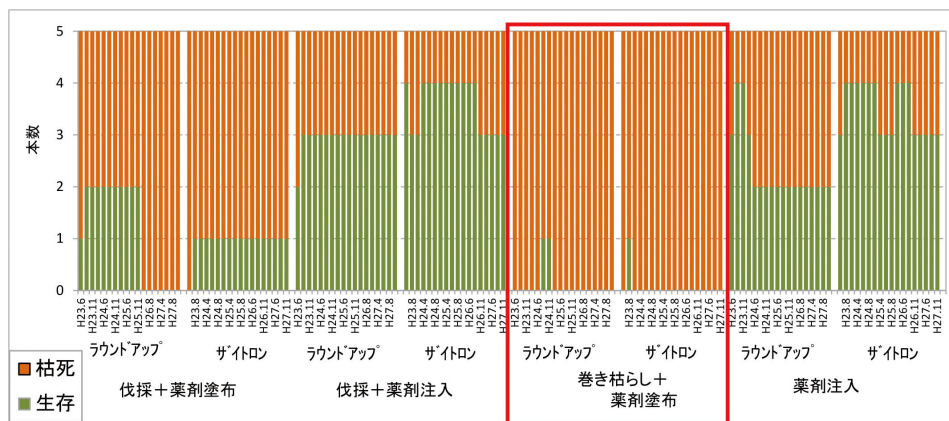
ニセアカシアの萌芽対策として、ニセアカシアの立木に対して、①伐採した後に薬剤を塗布する、②伐採した後に薬剤を注入する、③巻き枯らした後に薬剤を塗布する、④巻き枯らした後に薬剤を注入する方法の計4つの手法について、薬剤を2種類(トリクロビル剤(ザイトロン微粒剤)及びグリホサート剤(ラウンドアップ))使用して試験を行った。

また、ニセアカシアを伐採した後に切り株から発生した萌芽枝に対する対策として、①萌芽枝伐採後薬剤塗布、②萌芽枝伐採後薬剤注入、③薬剤注入の計3手法について試験を行った。

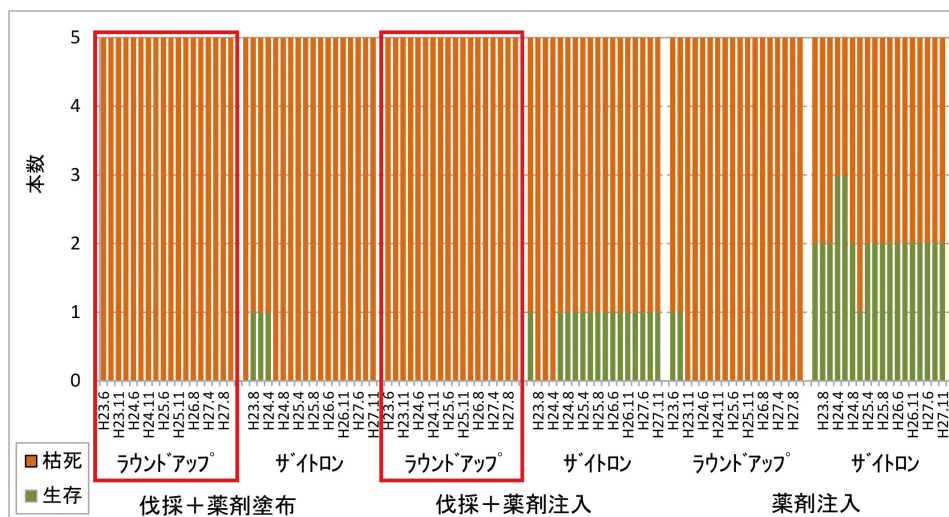
生存本数および枯死数を下図に示した。

ニセアカシア立木に対しては、薬剤の種類に関わらず「巻き枯らし+薬剤塗布」処理手法において最も高い効果がみられ、「薬剤注入」処理手法だけでは十分な効果が得られなかった。

また、切り株から発生した萌芽枝に対しては、「伐採+薬剤塗布(ラウンドアップ)」、「伐採+薬剤注入(ラウンドアップ)」で最も高い効果がみられた。



ニセアカシアの立木の生存本数及び枯死数



既伐採区の生存本数及び枯死数

③ オオバヤシャブシ群落

○ 伐採程度

オオバヤシャブシの全面伐採は、表面侵食を引き起こす恐れがあるため避け、間伐するものとする。ただし、面積が0.5ha未満の場合は全面伐採も検討する。

整備対象地のオオバヤシャブシのうち、立木本数の半分程度を間伐する(50%間伐)。残りの50%は、直射日光の遮断、雨滴による表面侵食の防止のため、伐採せず残す。

なお、グリーンベルト用地内に分布しているオオバヤシャブシ群落は、樹林整備を行わない場合でも、コナラ-アベマキ群集へ遷移している状況が確認されている。

このため、目標群落構成種の植被率が40%以上の場合は、伐採等の樹林整備は実施しないこととする。

④スギ・ヒノキ群落

スギ・ヒノキ群落については、管理されていないうっ閉した林分や今後、うっ閉が予想される林分については、整備区分Ⅱとして取り扱う。

ただし、成熟した良好な植林地（胸高直径50cm以上の樹林）であり、緩傾斜地（傾斜15°以下）であれば伐採は行わないものとする。

○伐採程度

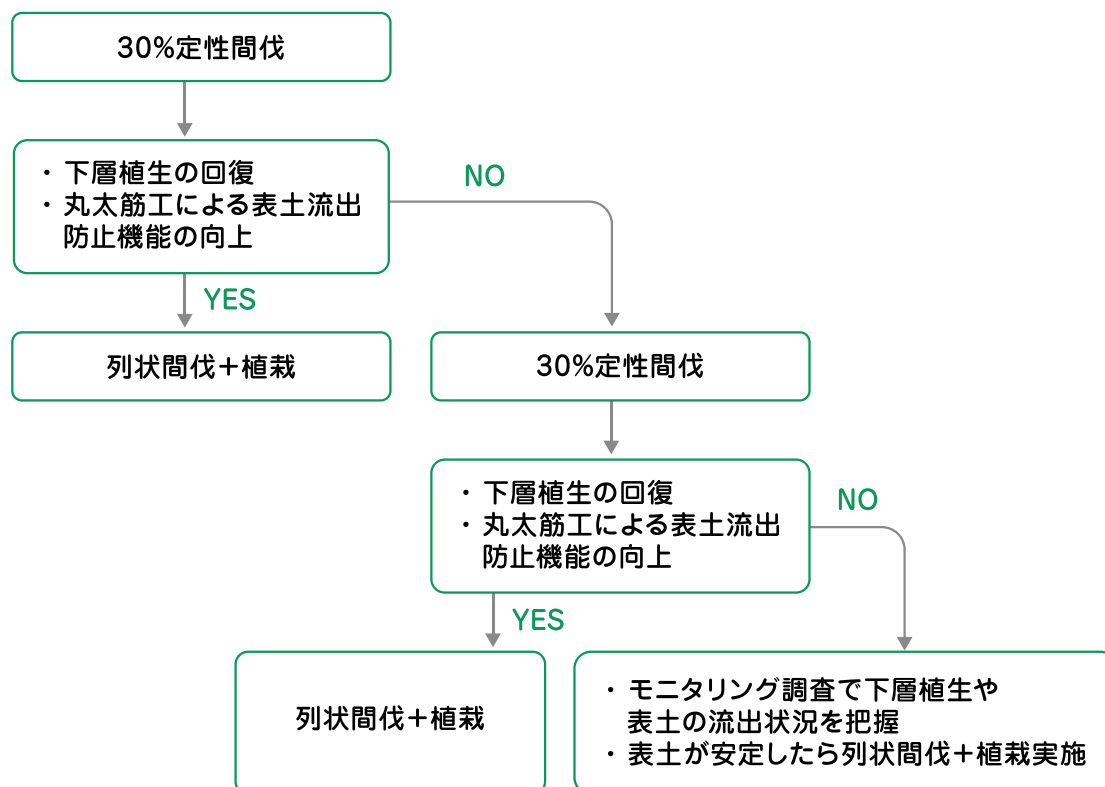
全面伐採は、表面侵食を引き起こす恐れがあるため避ける。ただし、面積が0.5ha未満の場合は全面伐採も検討する。

一回の整備における伐採程度は、整備対象地のスギ・ヒノキのうち、立木本数の30～50%とする。ただし、保安林に指定されている場合は、間伐率が指定されている場合があるため注意が必要である。

○落葉広葉樹との針広混交林を目指した整備手法

スギ・ヒノキ群落は、定性間伐を1～2回実施し、下層植生を回復させた後に列状間伐を実施し、目標群落構成種を植栽することで落葉広葉樹との針広混交林を目指すこととする。スギ・ヒノキ群落の整備手法のフローを以下に示す。

スギ・ヒノキ群落における整備手法のフロー



○表土の流出を抑えた整備手法

列状間伐は、落葉広葉樹の植栽が可能である一方で、列状に伐採することから、一時的に土砂災害などに弱い線が形成され、そこから崩壊する可能性がある。

このため、初回の整備から列状間伐を導入するのではなく、まず、定性間伐を1回以上(2回を想定)実施し、表土の流出防止策として下層植生の侵入を促すとともに編柵工や丸太筋工による簡易な斜面对策を実施することが望ましい。その後、列状間伐を実施し落葉広葉樹を植栽することで針広混交林を目指すこととする。列状間伐は、斜面に対して垂直方向ではなく等高線に沿って間伐することとする。

また、列状間伐については、整備手法が確立していないため試験施工の結果を考慮した上で導入することとする。

なお、丸太筋工を実施する際は、流木対策として間伐材を杭などで固定する必要がある。



丸太筋工施工例(挟込式丸太筋工)

※出典:川上吉伸、橋本徹(2023):保安林整備事業における丸太筋工の改良による負担軽減の取組について、水利科学Vol.67、95-110

○列状間伐の整備範囲(整備の幅)について

列状間伐で間伐する幅は、斜面の傾斜、整備対象とするスギ・ヒノキ群落の群落高や面積によって適切に設定する必要がある。

特に、整備対象面積が狭い場合、群落高で間伐の幅を設定すると、皆伐に近い状況が考えられるため、整備対象地区ごとに間伐の幅を設定する必要がある。

間伐の幅は、群落高を目安として、10m~20mの範囲で設定することとする。

列状間伐は、P.42のイメージ図に示すとおり整備対象範囲の1/3を整備することとする。

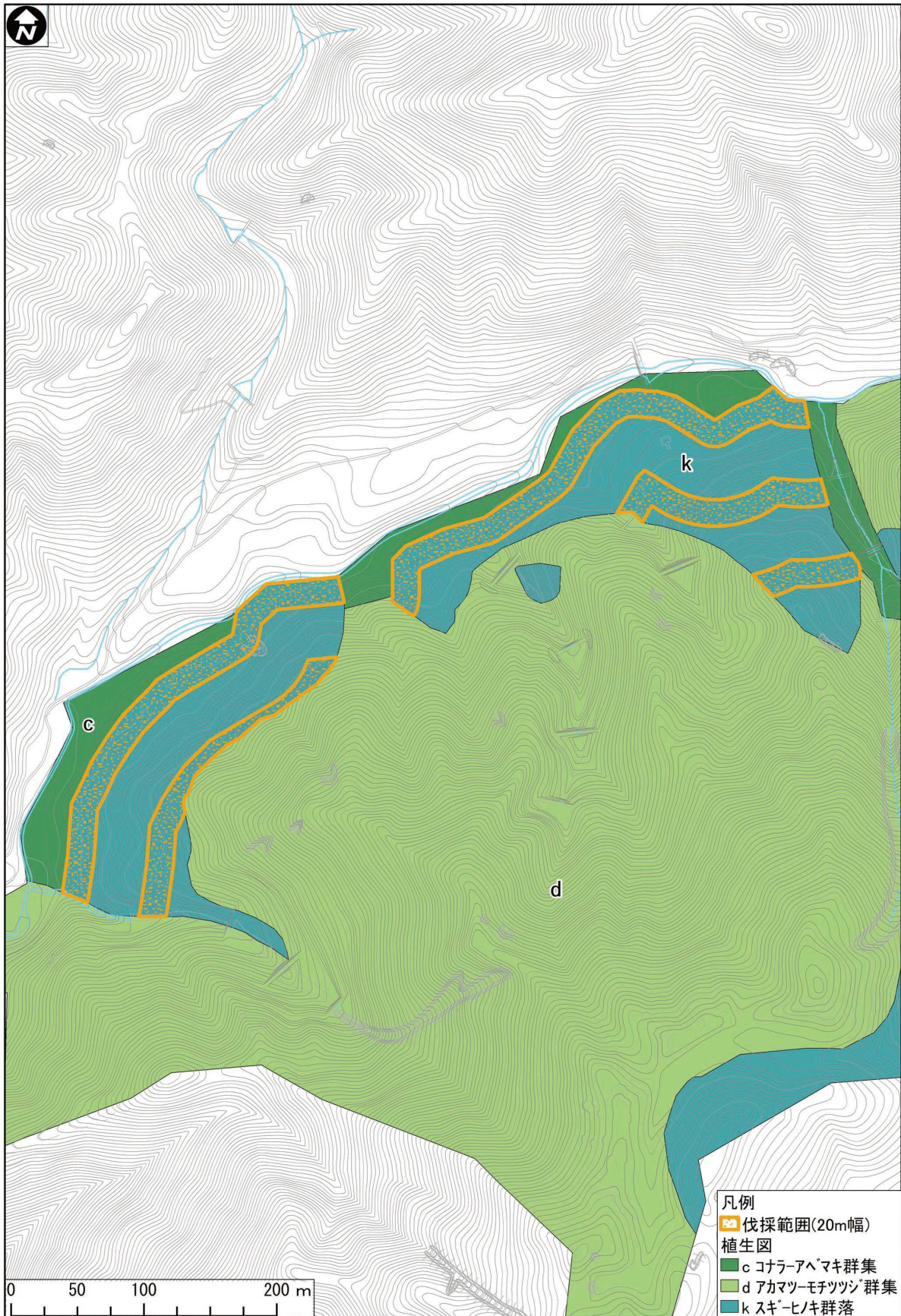
また、緩傾斜地は表土流出の危険性が低いため、間伐率を40~50%で設定することとする(整備対象範囲の約1/2を整備)。

なお、保安林に指定されている場合は、間伐率が指定されている可能性があるため、整備可能な間伐率を考慮して整備範囲と未整備範囲を設定する。

○自生木の生育環境の改善

定性間伐を実施する際に、コナラやヤマザクラなど自生している落葉広葉樹を確認した場合、自生木の周辺に生育するスギやヒノキの伐採本数を増やし、光環境の改善を目指した整備を実施する。

列状間伐のイメージ図(間伐の幅が20mの場合)



⑤モウソウチク-マダケ群落

モウソウチク-マダケ群落は、整備が困難と考えられたため、事前に文献調査やヒアリング調査によって整備手法を検討し、腰高伐採、夏伐採、薬剤塗布などを確認した。

これらの整備手法について、整備の効率性、安全性及び周辺環境に対する配慮等から伐採時期について試験施工を実施し、最も効果が確認された夏伐採を採用した。

○伐採程度

タケ類の全面伐採は、土砂災害を引き起こす恐れがあるため避ける。ただし、面積が0.5ha未満の場合は全面伐採も検討する。

○伐採時期

伐採を伴う樹林整備は、冬季に実施する事が多い。しかし、モウソウチクやマダケなどの竹類は、冬季に伐採しても翌春にタケノコが発生し伐採前の状態に再生してしまう。

一方、竹類を夏季に伐採した場合、秋季にササ状の竹が発生するものの伐採前の状態には再生しない。さらに、秋季に発生したササ状の竹を刈り取った場合、翌春にはタケノコがほとんど発生せず、ササ状の竹が発生するだけであり、竹林の再生はかなり抑制される(コラム4参照)。

このため、モウソウチク-マダケ群落を整備する場合は、まず、夏季(7~9月)に伐採を行い、その後、秋季(10~12月)に再生したササ状の竹を刈り取ることとする。2年目以降は、ササ刈り同様に年2回の下刈りを実施する。

○撫育作業の継続期間について

竹類は、ササ状の竹が再生している状態で放置した場合、翌年には再びタケノコが発生して竹林が再生する。

このため、ササ状の竹が発生しなくなるまでは刈り取りを継続することが望ましい。

ササ状の竹は3~5年程度下刈りを継続するとほとんど発生しなくなるため、撫育作業の継続期間は5年を目安とする。

また、グリーンベルト用地外に隣接してモウソウチク-マダケ群落が分布している場合、竹類が用地外から侵入し再生する可能性が高いため、定期的に監視するとともに必要に応じて下刈りを行うこととする。

○拡大防止対策

竹林の周辺地域への分布拡大を抑制するために、地下茎の拡大を抑えることを目的とした対策の導入を検討する。

<対策例>

- ・溝による分布拡大抑制 : 竹林の群落境界に深さ1m程度の溝を掘る。
- ・矢板による分布拡大抑制: 竹林の群落境界に、矢板を深さ1m程度まで差し込む



竹類伐採直後(平成24年4月)



タケノコが多数発生(平成24年6月)
この後、竹林が再生する

コラム4

竹類の伐採時期の比較試験

竹類を効率的に整備するための手法検討のため、伐採時期の比較試験を行った。
伐採時期は、夏伐採と冬伐採の2タイプとした。

① 伐採時期の違いによる整備後翌春のタケノコの発生状況

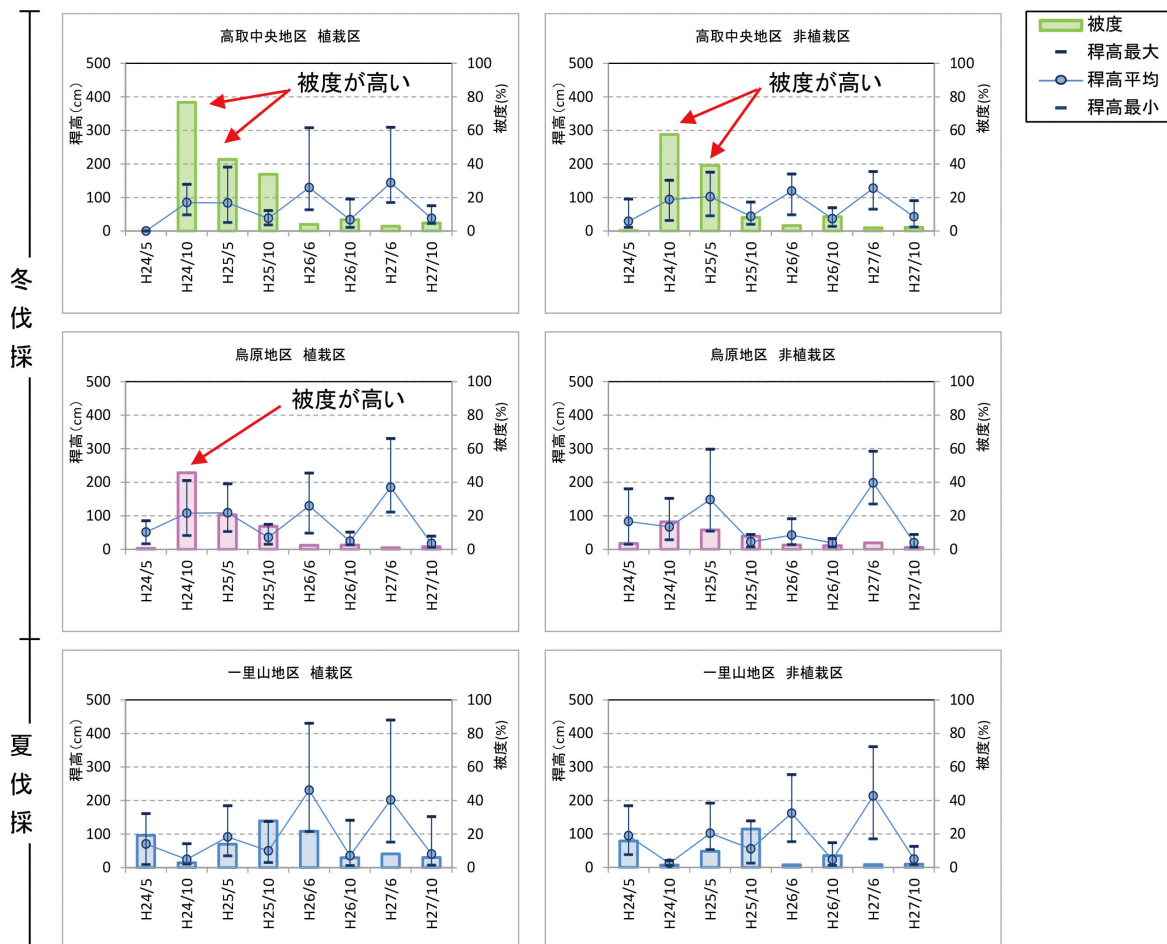
冬伐採を行った試験区は、伐採後の翌春にはタケノコが大量に発生し、竹類が整備前とほぼ同様の状態へ再生した。一方、夏伐採を行った試験区は、翌春にタケノコはほとんど発生せず、ササ状の竹が発生した。

② 竹類の被度の変化

下図を見ると、冬伐採を実施した高取中央地区と烏原地区は、竹類の被度(棒グラフ)が整備後2年程度は高い値を示している。一方、夏伐採を実施した一里山地区は、竹類の被度が30%以下であり竹類の再生が抑えられている。

③ 竹類を伐採した後の材の集積を考慮した整備の実施時期

竹類は、伐採後現地に集積するが、伐採した竹類は腐朽するまでに長期間必要となる。冬伐採を実施した場合、翌春に再生した竹類を再度伐採するため、集積する竹類の量が非常に多くなる。これらの集積した材は長期間放置されるため、流木等の原因になる可能性がある。集積する材の量を抑制するためにも夏伐採が有効である。

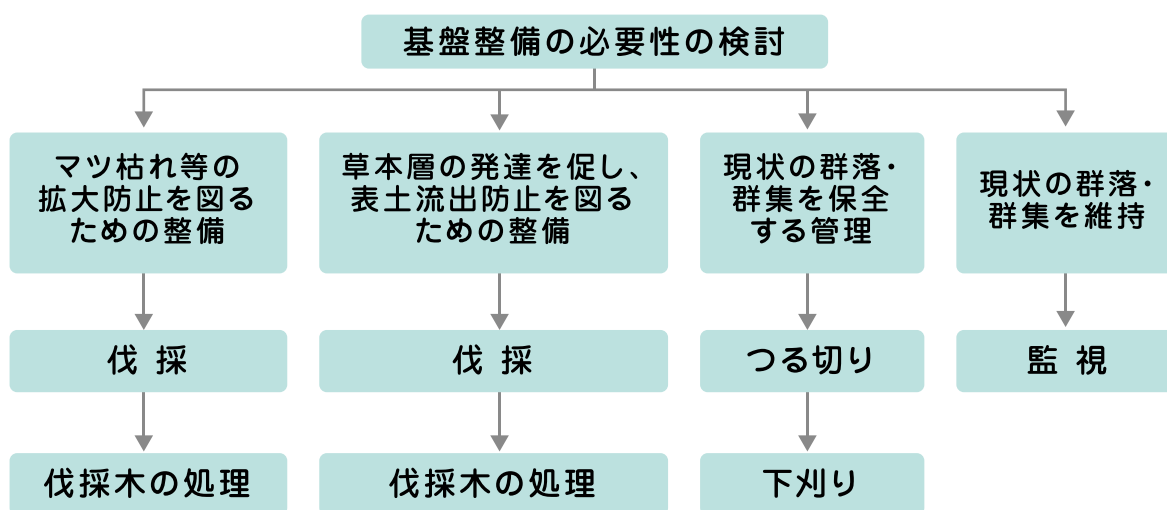


3-3 整備区分Ⅲ

(1) 整備計画の検討

整備対象地の現状および対象とする群落・群集の特性を踏まえ、良好な樹林へ誘導あるいは維持するために必要な整備・管理内容を計画する。

整備計画は、次のフローによるものとする。



① 共通事項

○ 基盤整備の必要性の検討

A₀層がない場合は、適宜植生基盤対策を検討する。

② マツ枯れ等の拡大防止を図るための整備

○ 伐採

マツ枯れ、ナラ枯れ等の伝染病による枯損木は、必要に応じて伐採し、後継樹育成のための空間・光環境を確保するとともに、風致面での改善をはかる。また、マツ枯れ、ナラ枯れによる枯損木以外のうち、つる性の木本類、その他の枯損木はあわせて伐採・除去する。

○ 伐採検討の際の留意事項

<マツ枯れによる枯損木>

マツ枯れによる枯損木の伐採は主として、以下の箇所・場合に優先的に実施する。それ以外の箇所・場合では、地形条件、遷移状況などを勘案し、伐採の必要性について適宜検討する。

- ・土砂災害の発生が懸念されるなど、緊急を要する場合・箇所
- ・登山道周辺など枯損木の存在が風致面・管理面でマイナスとなる場合
- ・周辺にマツ林として保全する箇所がある場合

また、マツ枯れによる枯損木は、以下の場合には、必要に応じて林外への運搬を検討する。

- ・土砂災害の発生が懸念されるなど緊急を要する場合には、枯損木が流木となる危険もあるため、搬出・移動をおこなう。
- ・主に高海拔地が対象となるが、付近にマツ林として保全する樹林が存在する場合は、枯損木がマツ枯れの拡大起点となるおそれがあるため、林内からの搬出・焼却あるいは燻蒸などの処理をおこなう(処理方法についてはP.資-12参照)。
- ・登山道周辺などでは、林内への枯損木の放置は、風致面、利用面でマイナスとなるため、林外への運搬あるいは風致面で問題とならない箇所への移動をおこなう。

その他の場合には、整備対象地の地理条件・社会条件などから、林外への搬出を適宜検討する。なお、林内に残す場合でも、崩落の危険のない場所に据え置くよう留意する。

＜ナラ枯れによる枯損木＞

ナラ枯れの拡大を防ぐためには、初期の段階で防除を行うことが最も重要である。ナラ枯れ対策については、別途作成している「ナラ枯れ被害対策の計画書(案)」及び「ナラ枯れ被害対策の手引き(案)」を参照することとする。(ナラ枯れに関する事項の詳細については、P.資-13~15参照)。

③ 草本層の発達を促し、表土流出防止を図るための整備

○ 整備対象範囲

整備区分Ⅲにおける整備対象範囲は、登山道から両側20m(計40m)以内の範囲を対象とする。

登山道から20m以上離れた範囲は優先度が低く、必要に応じて整備を実施することとする。

○ 伐採

落葉広葉樹林を目標とする場合は、生育している常緑樹

例：ソヨゴ、ヒサカキ、ヤブツバキ、ネズミモチ、トウネズミモチ、イヌツゲ、
シャシャンポ、ナワシログミ 等

なお、良好な常緑広葉樹林(極相林)や社寺林等に隣接しており、常緑広葉樹林を目標とする場合は、常緑樹は伐採しないものとする。

○ 伐採木の処理

伐採木は、丸太筋工などの表土流出防止機能を高める対策などへの有効利用を適宜検討する。

④ 現状の群落・群集を保全する管理

○ つる切り

つる植物が高木層の樹冠を広く覆っている場合は、つる切りを行う。

○ 下刈り

高茎のササ類(特にネザサ)が繁茂し、後継樹や草本類の生育阻害要因となっている場合、定期的の下刈りを行う。

⑤ 現状の群落・群集を維持

当面、整備は実施しないが、監視を行い必要に応じて管理を行う。

3-4 その他別途配慮が必要な区域

(1)現状の自然環境の保全に配慮する区域

整備対象地域内に保全対象となる重要な自然環境が存在する場合は、適宜保全対策を検討する。保全対策の検討に際しては、有識者、専門家からの助言をふまえるものとする。

(2)レクリエーション利用・風致景観保全に配慮する区域

○現状の利用形態の保全に配慮した整備を行う。

利用施設周辺やハイキングコース沿いにおいて、施設利用の妨げとなる樹木については、適宜枝打ちや伐採を行う。

○展望の確保に配慮した整備を行う。

事業対象地には、神戸市街地を見下ろせる優れた展望場が点在する。展望場からの見通しが、樹林によって阻害されている箇所、特に地元等からの要望があった場合は、見通しを阻害している樹木を枝打ち、または伐採する。

○季節感の演出に配慮した整備を行う。

レクリエーション施設周辺においては、伐採が必要な場合でも、ツツジ類などの花木、カエデ類などの紅葉木を可能な限り、切り残すよう配慮する。

また、植栽をともなう整備を実施する場合は、季節感を演出する樹種を混植することも考慮する。

季節感を演出する植栽樹種の例

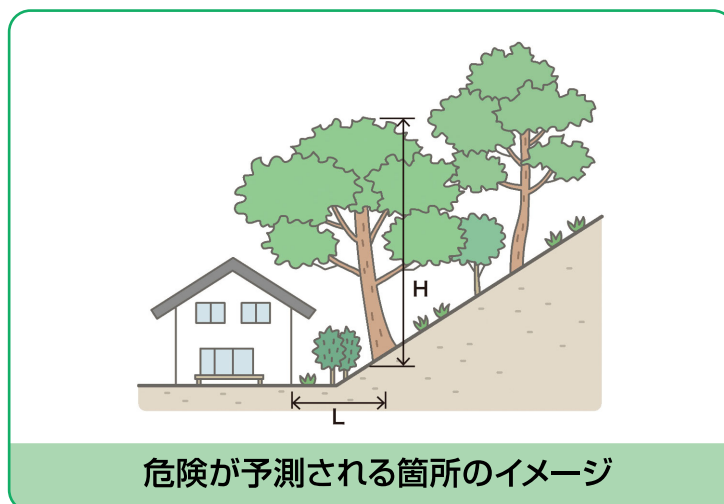
	花木		紅葉木および美しい実のなる木	
	中・高木種	低木種	中・高木種	低木種
春季	ザイフリボク、ヤマザクラ、エゴノキ、ホオノキ、カマツカ	ツツジ類(コバノミツバツツジ、モチツツジ、シロバナウンゼンツツジ)、ベニドウダン、コバノガマズミ、ノリウツギ、ウツギ、ミヤマガマズミ	—	—
夏季	ミズキ、ネムノキ、ナツツバキ、ウラジロノキ	タニウツギ、コアジサイ、ヤマアジサイ	—	ヤマウグイスカグラ、ミヤマガマズミ
秋季	—	—	カエデ類(イロハモミジ、コハウチワカエデ)、ハゼノキ、ヤマボウシ、マユミ	ムラサキシキブ、ベニドウダン

(3)防災上での配慮

住宅地や道路等との境界において枯損木等の倒木による危険が予測される場合は次ページのイメージ図のような低林管理や低木植栽を行う。なお、倒伏の危険性のある樹木を把握するために対象木の樹勢(枝先の枯れ、葉の多さ、葉の色など)、幹の腐朽や空洞の有無、根元の腐朽や根の張り具合などの観察を定期的に行うことが重要である。

危険が予測される箇所における低木植栽時の植栽候補樹種としては、「季節感を演出する植栽樹種の例」の低木種、あるいは常緑広葉樹の低木種としてトベラ、マサキ、シャリンバイ、アセビ、クチナシ、ナワシログミなどがあげられる。また、植栽密度は1本/m²程度とする。

危険が予測される箇所の低林管理等のイメージ(危険木対応)



伐採による低林管理のイメージ

- ・危険木の伐採
- ・伐採後の萌芽などを定期的に管理する。
- ・危険木は原則として地際で伐採する。
- ・萌芽再生を促す場合は、樹種の特徴に応じて地際伐採か高切りを選択する。
- ・高切りした個体が枯死した場合は、危険木となるため注意が必要である。

低木植栽による低林管理のイメージ

- ・危険が予測される範囲を全て伐採し、低木種を植栽する(植栽候補樹種はP.48を参照)。
- ・植栽木の撫育作業をおこなう。

危険が予測される箇所

樹木が倒伏、落下したときに、樹木が保全対象に直接到達する範囲。

(例)現状の植生樹高(H) > 保全対象までの平面距離(L)で、かつ樹林と保全対象との間に緩衝となるものがない

(4) 森づくり団体の活動地

森づくり団体は、コナラ-アベマキ群集等の落葉広葉樹林において、低木層の常緑広葉樹を伐採する活動を実施する場合がある。この様な場合は、花木などの低木種を植栽してもよい。

IV 整備・管理編

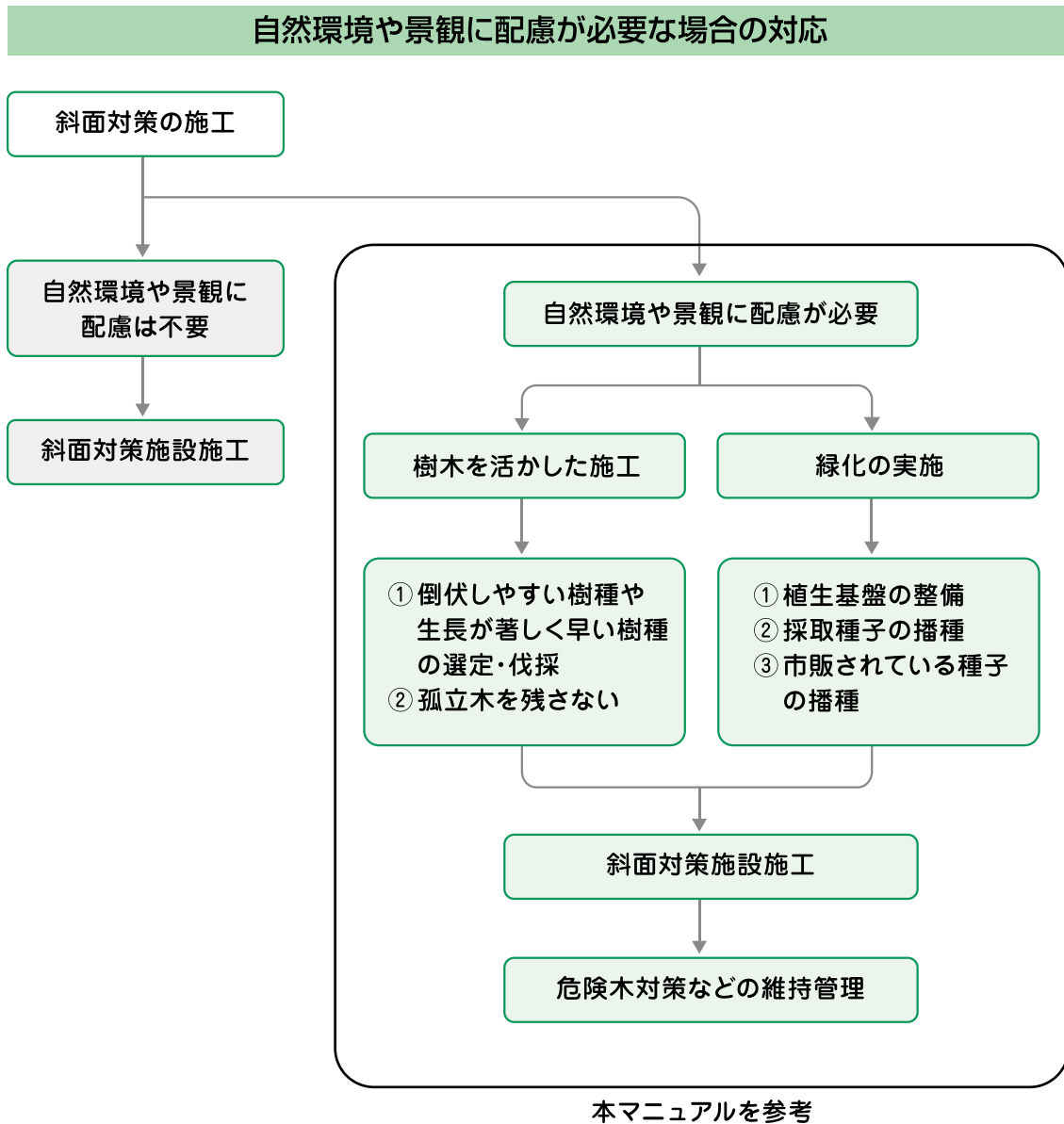
1. 整備

1-1 整備区分Iにおける整備作業

(1) 土木構造物整備に応じた樹林整備

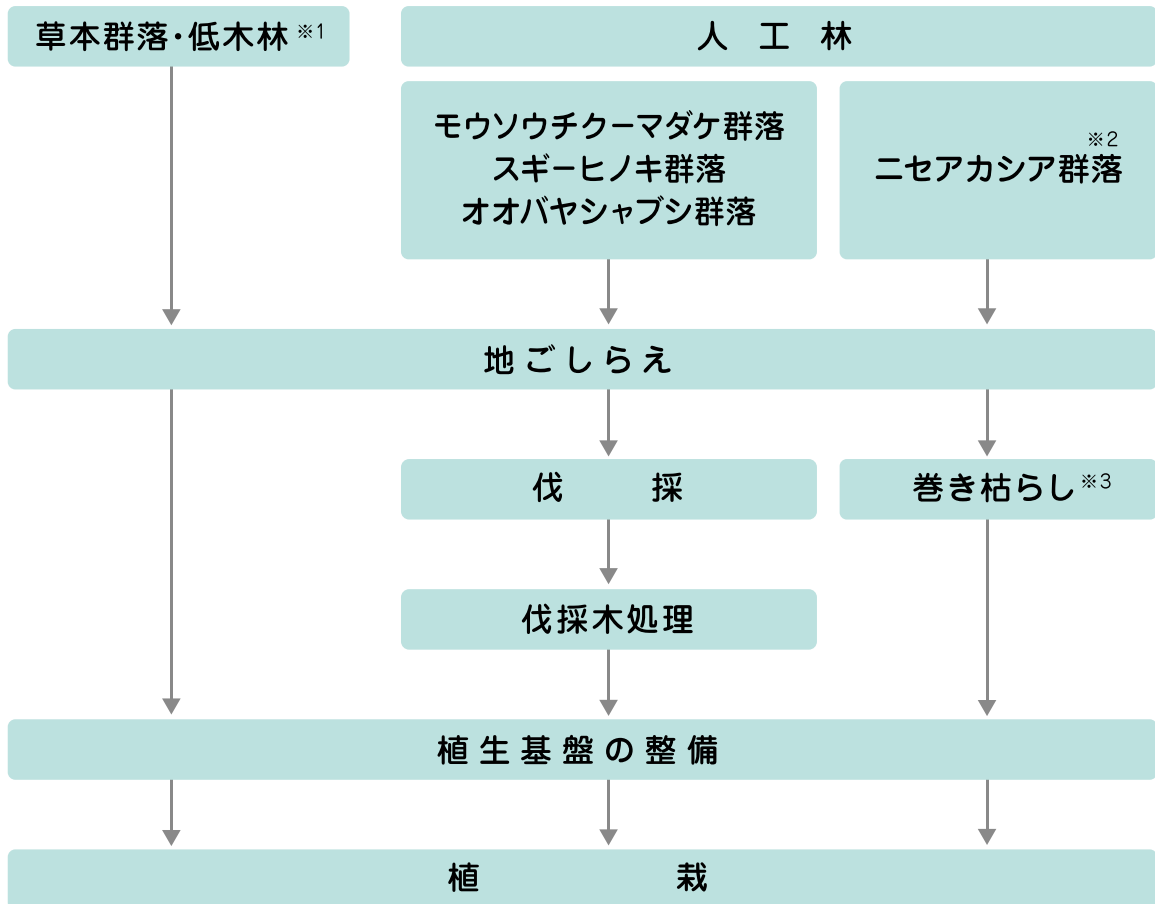
整備区分Iは、山腹斜面適用工法選定マニュアル(案)の対象となることから、本マニュアルの対象外となる。

ただし、斜面对策施設において自然環境や景観に配慮した施工として樹木を残した施工や植栽などの緑化を実施する場合は、以下に記載する内容を考慮して実施する。



1-2 整備区分Ⅱにおける整備作業

整備区分Ⅱにおける整備作業は、次のフローに従い、おこなうものとする。



※1 草本群落・低木林において傾斜度35度以上の場合および有効土層40cm未満の場合には植栽せず、周辺植生からの侵入に期待する。

※2 ニセアカシアは巻き枯らしを基本とするが、倒木により危険性が生じるような区域で伐採を行う場合は、モウソウチク・マダケ群落等のフローに準ずる。

※3 ニセアカシアの巻き枯らし後の枯損木の伐採については、モニタリング結果等を参考に適宜検討するものとする。

(1)地ごしらえ

地ごしらえとは植え付け予定地の雑草木やササなど、植え付けの際に障害になるものを取り除く作業をいう。保存木・植栽木の良好な生育のため、また作業の効率化のため、伐採に先立ち、地ごしらえをおこなう。

○地ごしらえの対象

- ・ネザサ : 林床を覆うネザサは、原則として全て刈り取る。
- ・つる植物: 保存木・植栽木の生長阻害となるため、原則として全て刈り取る。
- ・大型草本: 高さ1m以上の大型草本は、原則として全て刈り取る。
- ・その他 : 表面侵食防止のため、極力刈り残す。

○地ごしらえの手法

切り残す保存木が少ない場合は草刈り機での作業により効率化をはかる。保存木を傷つける恐れがある場合は、極力鎌での手作業による。

○刈り取った草の処理

刈り取った草は、基本的には等高線に沿って集積することとするが、刈り草の利用は整備対象地の状況に応じ適宜実施する。

○刈り取った低木類の処理

つるや荒縄で縛り、束(粗朶)とし、林内へ設置する。表土流出の防止に寄与するとともに、小動物の隠れ家などとしても有効である。

(2) 伐採

ニセアカシアやスギ、竹類など整備対象となる樹木を伐採する。

伐採に際しては、伐採木に印を付けるなどの対応を行い、コナラなどの保存木を誤って伐採したり、保存木を損傷しないよう留意する。特に、ニセアカシアは、樹皮がコナラと似ており落葉期は判別が難しい場合がある。このため、伐採木の選定は熟練者が行う必要がある。



伐採木の胸高位置に目立つテープを巻き付けるなどの対策を講じる。

<ニセアカシアの巻き枯らし>

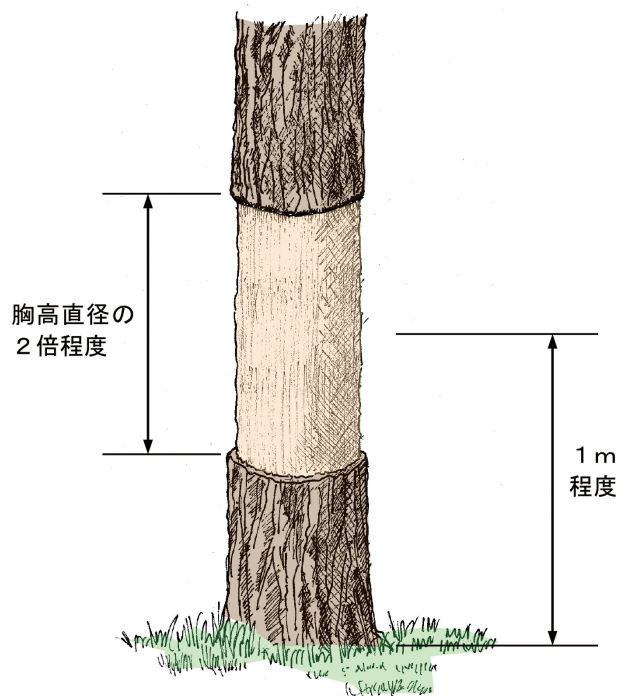
ニセアカシアは繁殖力が強く、伐採しても萌芽再生するため伐採せず、巻き枯らしを行う。巻き枯らしとは、樹木を枯死させるために樹皮を剥がす方法で、環状剥皮とも呼ばれている。

巻き枯らしは、地上1mぐらいの位置においてDBH(胸高直径)の2倍程度の幅で樹皮を剥がすものとする。

巻き枯らしの時期は、冬期(養分が根系に貯蔵されている時期)をさけ、5~6月頃(貯蔵されている養分を开花等で使用する時期)の実施が望ましい。



ニセアカシアの萌芽再生状況



巻き枯らしのイメージ

(3) 伐採木の有効利用

伐採木及び既存の倒木を搬出しない場合は、整備対象地の地理的条件をふまえ、整備対象地での有効利用を検討する。

○有効利用の例

- ・ある程度太い木(主枝や幹):以下のような利用について検討する。
土留め工の横木、レクリエーション施設への利用(登山道の補修やベンチなどの材料)、植栽木の支柱など資材、ウッドチップの原料 など
- ・細い木(小枝程度):つるや荒縄で縛り、束(粗朶)とし、林内へ設置する。表土流出の防止に寄与するとともに、小動物の隠れ家などとしても有効である。

○留意事項

- ・同一地域において有効利用の方法を検討するとともに、他の場所での利用についても検討する。
- ・なお、伐採木を林内へ残置する際は、木杭での固定など流木対策を併用することが必要である。
- ・ニセアカシアについては萌芽するので、杭などに使用してはならない。



有効利用の例:丸太筋工の横木



有効利用の例:ベンチの設置作業状況

(4) 植生基盤の整備

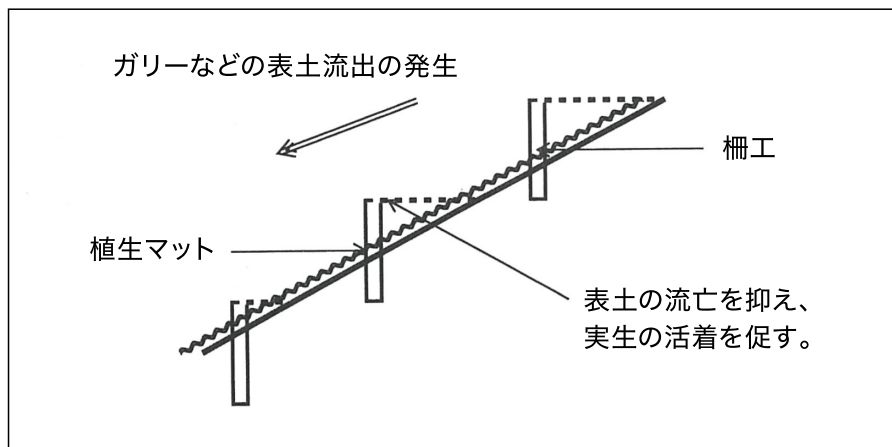
整備対象地のうち、表土の流出が懸念される箇所では、植生基盤を安定させる方策を検討する。

○表面侵食防止対策の例

傾斜35°未満の斜面では、伐採木を利用した土留め程度とする。

傾斜35°以上の斜面でガリーの発生などがみられる箇所では、筋工、柵工などの対策工、植生マットの導入など、表面侵食を防止するための対策を検討する。

表面侵食防止のための対策例



(5) 植栽

植栽に際しては以下の点に留意する。

- ・ 運搬時・植栽時など、苗木の品質低下(幹折れ、枝折れ、根の乾燥)を避けるよう丁寧に扱う。
- ・ 植栽準備のために苗木を置いておく場合は、根の乾燥防止のために直射日光のあたらない場所で保管するものとし、必要に応じて灌水する。
- ・ 苗木には支柱を設置する。
- ・ モニタリング調査において、植栽方法の不備による活着不良が多く確認されている。
- ・ 特に、植え穴をほとんど設置せずに植栽したため、根茎が活着しない事例が確認されている。
- ・ 植栽方法は、すべての工程が重要であり、丁寧に植栽する必要がある。

○ 植え穴

植栽する際の穴の大きさは、直径・深さとも30cm程度を目安とし、深植えにならないよう留意する。

○ 支柱の設置

植栽する苗木には支柱を設置し、ひもで結んで苗木を固定する。

○ 施肥

施肥は原則としておこなわない。

○ ツリーシェルターの利用

ツリーシェルター工法は、モニタリング調査において活着率が約80%と非常に高い値を示している。また、獣害対策や誤伐対策としても非常に高い効果が期待できる。

このため、計画編の植栽方法選定のフロー(P.30参照)で「ツリーシェルター+従来工法」が選定された場合はツリーシェルターを利用することとする。

ツリーシェルターは、生分解性素材やプラスチック製など様々な素材が利用されている。生分解性素材以外の素材を使用したツリーシェルターは植栽後5年目を目安に撤去を検討する。

ツリーシェルター

ツリーシェルターとは、主にシカやウサギなどの食害から苗木を保護する目的で設置される筒状の工作物である。

管理作業の下刈り作業時には、植栽木の位置を示すマークとしても有効であり、誤伐防止にも役立つ。

ただし、撤去時は適切に処分する必要がある。



ミキガード



ウッドガード



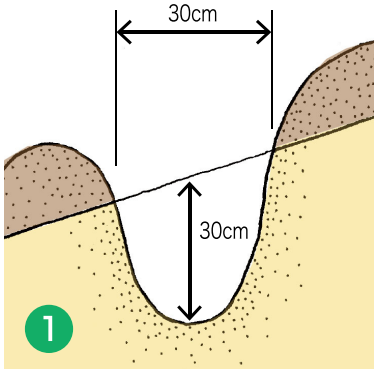
ヘキサチューブ



防草シート

植栽の手順

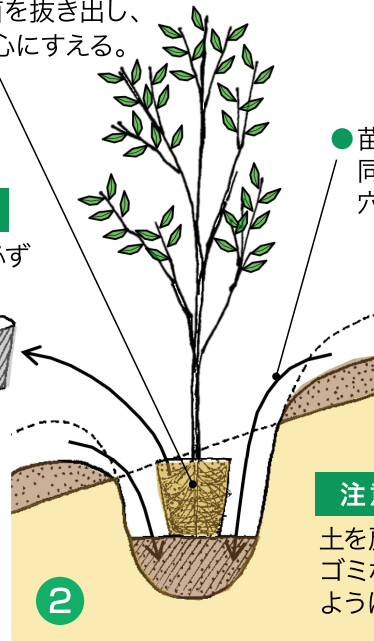
- 植え穴の大きさは、直径・深さも30cm程度とする。



- ポットから苗を抜き出し、植え穴の中心にすえる。

注意!

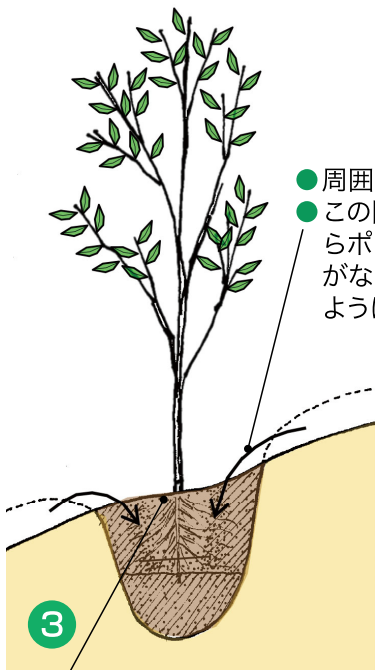
ポットは必ずはずす。



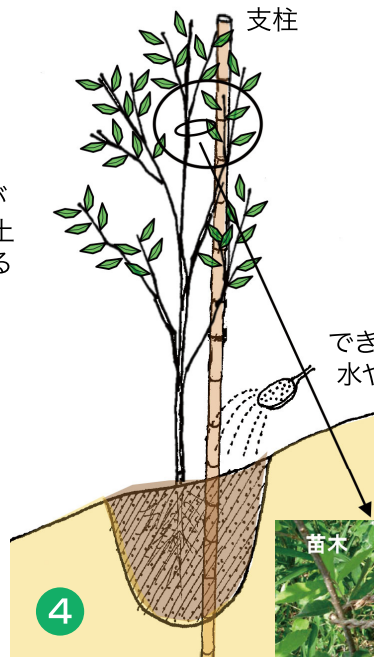
- 苗の地面が元の地盤と同程度の高さになるよう穴の底に土を戻す。

注意!

土を戻す際に枯れ葉やゴミなどが混入しないようにする。



- 周囲の土を埋め戻す。
- この際、根をほぐしながらポットの土と周辺の土がなじむようにおさえるようにする。



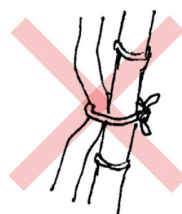
できれば植栽後は水やりを行う。



支柱との結束

苗木の幹と支柱の間に余裕をもたせるため、支柱の手前で一回結び、支柱に固定する。

- 苗の地面が薄く隠れる程度に覆土する。
- 苗と植え穴の間にすき間ができないよう軽くおさえる。



注意!

余裕をもたせず、直接支柱に固定するのはダメ! 幹が太くなるとひもが食い込む。

コラム5

ツリーシェルターによる誤伐防止効果

①現地導入試験の概要

ツリーシェルターについては、かつては白い筒状のものが主流であり、景観に対する影響が指摘されていた。

このため、様々な素材で試験を行った結果、ミキガードと防草シートが効果的と考えられた。

ツリーシェルター工法を本格的に導入する前に、現地導入試験として三条地区において、「ミキガード+3本寄せ植え」及び「防草シート+3本寄せ植え」で植栽し、撫育担当者に試験施工中で有ることを伝えず、撫育作業を行った。

②現地導入試験の結果

モニタリング調査の結果、「ミキガード+3本寄せ植え」は、誤伐率が低く、食害もほとんど発生していないことから植栽木の生長も良好であり、**ミキガードが誤伐防止や食害防止に有効な方法で有ることが確認された。**

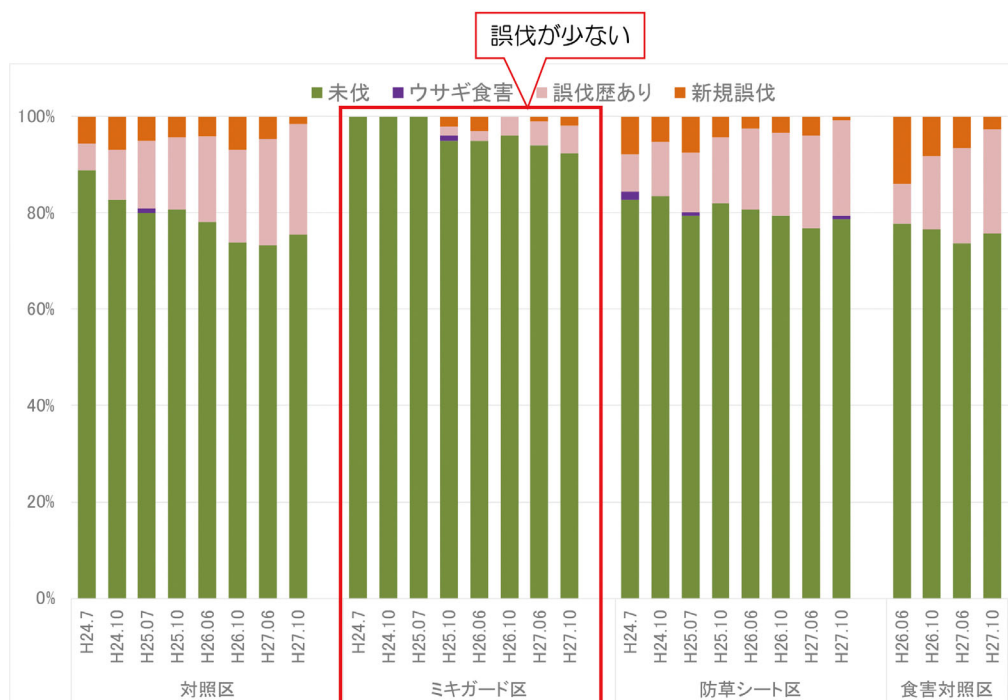
③ツリーシェルター導入に際しての課題

試験施工で使用したミキガードや防草シートは高価なため、安価で同等の強度を持つ素材で代替することが望ましい。

ツリーシェルターは、プラスチック製のものが多く、撤去する必要がある。

生分解性素材で、5年程度残存する素材を探すことも重要である。

三条地区における植栽試験結果(平成24年～平成27年)



コラム6

植栽木の生長阻害要因とその発生割合

モニタリング調査では、様々な生長阻害要因を確認している。植栽後1年目のモニタリング調査結果を以下に示す。

① 主要な生長阻害要因の現状

主要な生長阻害要因である誤伐と活着不良について着目する。

誤伐は整備地区のネザサの生育状況や地形(傾斜)によって発生率が異なることが多く、緩傾斜な立地では発生率が低い傾向にある。

一方、活着不良はすべての地区で比較的発生率が高い。活着不良の原因として、植穴が浅い、ポットを外さない等の植栽方法に問題がある場合が多い。

誤伐は植栽木の直接的な枯死原因にならない場合が多いが、活着不良はほとんどの個体が翌年枯死する。適切に植栽することで活着不良をある程度防ぐことが可能と考えられるため、P.59に記載した手順で植栽することが重要である。

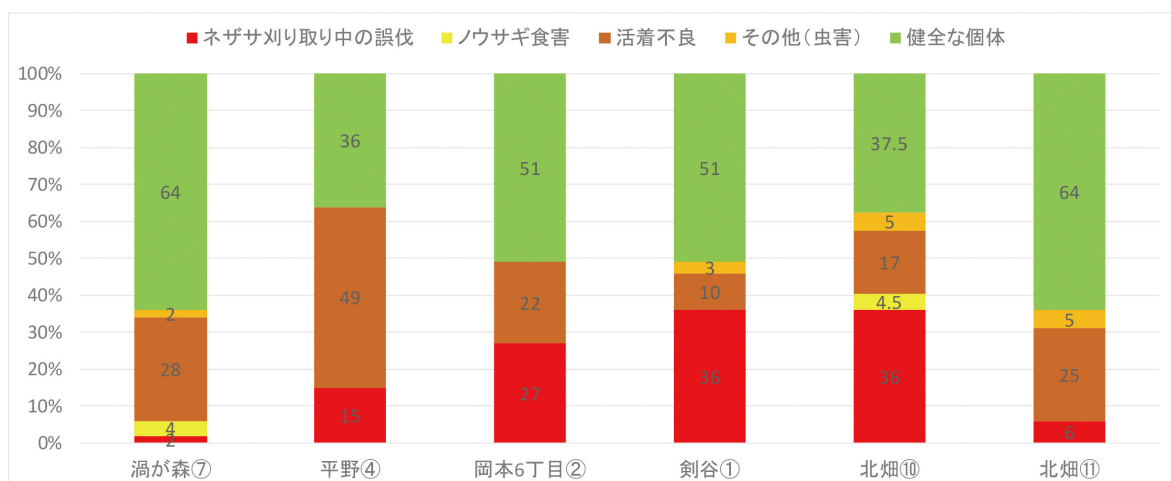
② ノウサギによる食害

ノウサギによる食害の発生率は地域差が多く、ノウサギが多数生息している地区で非常に多い。これまでの調査では、渦が森地区や五助地区でノウサギによる食害が多数確認されていた。このほか、北畑地区でもノウサギによる食害が確認されている。これらの地区は、ノウサギによる食害を考慮してツリーシェルターを設置することが望ましい。

③ 生長阻害要因の発生を防止するためには

生長阻害要因の大部分は、人為的に発生しているものが多いことから、**作業手順を正しく守って撫育作業を実施することが重要**である。

整備後1年目の生育状況の比較



(6) 整備スケジュール

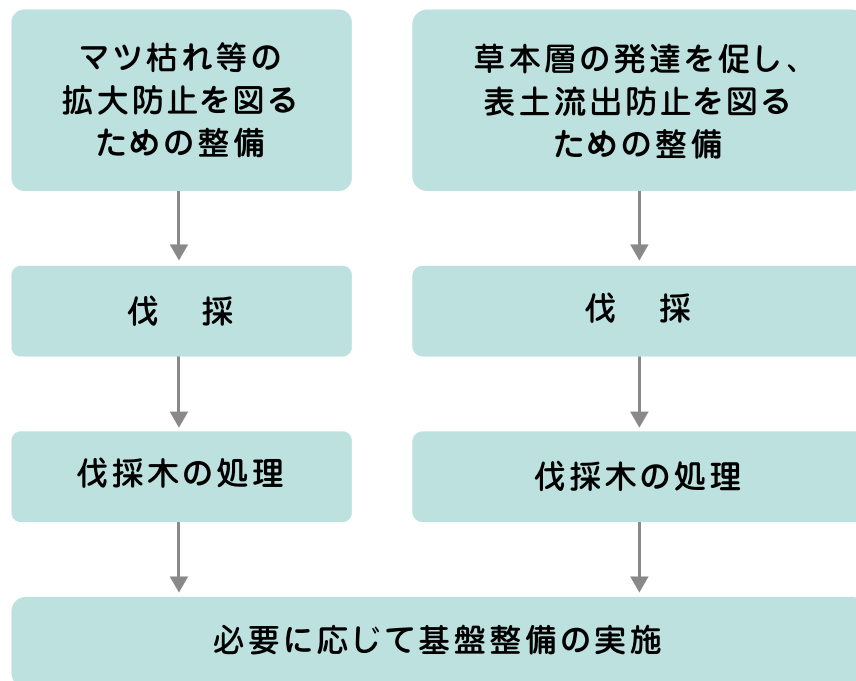
整備スケジュールは、苗木の植栽時期を設定したのち、他の項目のスケジュールを設定する。

整備スケジュールは、原則として最初に苗木の植栽時期を設定し、次にその他の作業内容が必要とする期間を検討し、植栽時期から逆算して設定する。

苗木の植栽時期は、樹木の活着に配慮するものとする。具体的には、植栽後に根の伸長が期待できる春季（3～4月頃）に設定することが最も望ましいが、春季に苗木植栽が不可能な場合には、秋季（9月下旬～10月頃）とする。

1-3 整備区分Ⅲにおける整備作業

整備区分Ⅲにおける整備作業は次のフローに示すとおりである。



(1)伐採

整備区分Ⅱの整備作業に準じて行う(P.55参照)。

(2)伐採木処理

整備区分Ⅱの整備作業に準じて行う(P.56参照)。

ただし、マツ枯れ、ナラ枯れ等による枯損木は再利用の対象としてはならない。

(P.45～46 計画編 伐採検討の際の留意事項を参照)

(3)基盤整備

整備区分Ⅱの整備作業に準じて行う(P.57参照)。

2. 管理

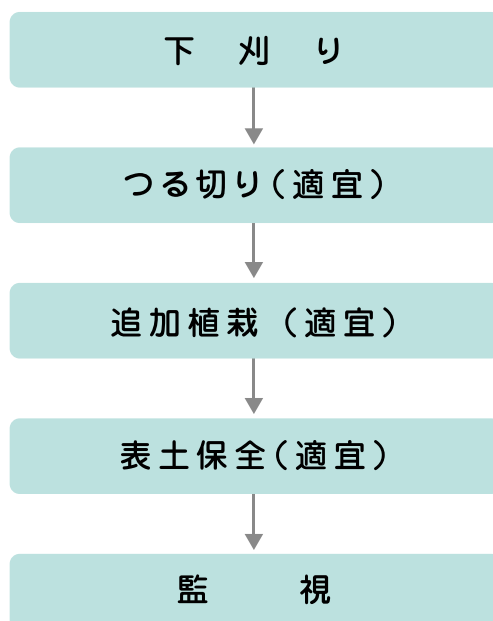
2-1 整備区分Ⅰにおける管理作業

(1) 監視

整備区分Ⅰに該当する範囲の管理作業は、本マニュアルの適用外となる。しかし、樹木を残して法枠やワイヤーネット工法を施工した場合は、土砂災害防止機能の維持を最優先としたうえで、危険木としての影響や、枯死木の発生状況を確認する。

2-2 整備区分Ⅱにおける管理作業(植栽木の撫育作業)

整備区分Ⅱにおける管理作業(植栽木の撫育作業)は次のフローに示すとおりである。



(1)下刈り

ササ類や下草等の繁茂が著しい場合、保存木・植栽木の生長が阻害される恐れがあるため、定期的な下刈りにより改善する。

とくに、伐採木が切り株からの萌芽再生が旺盛である樹種の場合や、整備対象地にネザサが繁茂していた場合には、定期的な下刈りをおこない、保存木・植栽木の良好な生長を促す。

■ササ類・大型草本類を対象とした下刈り

おもにササ類・大型草本類による植栽木・保存木の被圧を防ぐためにおこなう。原則として、ササ類・大型草本類以外の草本類は、表面侵食防止のため極力残置する。

ササ類が繁茂する状況は、植栽木を被圧し生長を阻害すると同時に、ササ刈り時の誤伐を誘発する原因となる。

植栽木に対する誤伐発生率を抑えるためには、ササ類を短期間で効率的に衰退させる必要がある。

ササ類の草丈が年間を通して1m以下に抑えることが出来れば、植栽木を視認しながら下刈りを行う事が出来るようになり、結果として誤伐発生率が低下すると考えられる。

なお、ササ類・大型草本類を対象とした刈り取りの際に、ニセアカシアなどの萌芽を確認した場合は、同時に下刈りを実施する。

■下刈りの実施時期

ササ類を対象とした下刈りの時期はコラム7に示す試験施工によって検討しており、以下に示す時期に実施することとする。

- ・ 頻度 : 整備直後からササ類・大型草本類がある程度衰退するまでは年2回実施が望ましい。
- ・ 時期 : 植栽後～3年目:5月・7月 2回刈り/年
4年目以降: 5月・7～9月(秋季) 2回刈り/年
- ・ 期間 : 植栽木がササ類等の丈(2m程度)を超えるまで、植栽後5年程度毎年実施(モニタリング調査の結果からササ刈りの継続を評価、判断するものとする。)

コラム7

ササ刈りの時期について

○試験施工によるササ刈り時期の検討結果

試験施工を行った結果、ササ類は5月に刈り取ると7月には刈り取り前の高さまで再生する事が明らかとなった。一方、7月以降にササ刈りを行うと、それ以降ササ類はほとんど生長しないことが明らかとなった。さらに、9月にササ刈りを行うと、6月～8月にかけてササ類が生長し植栽木を被圧する状況を確認した。

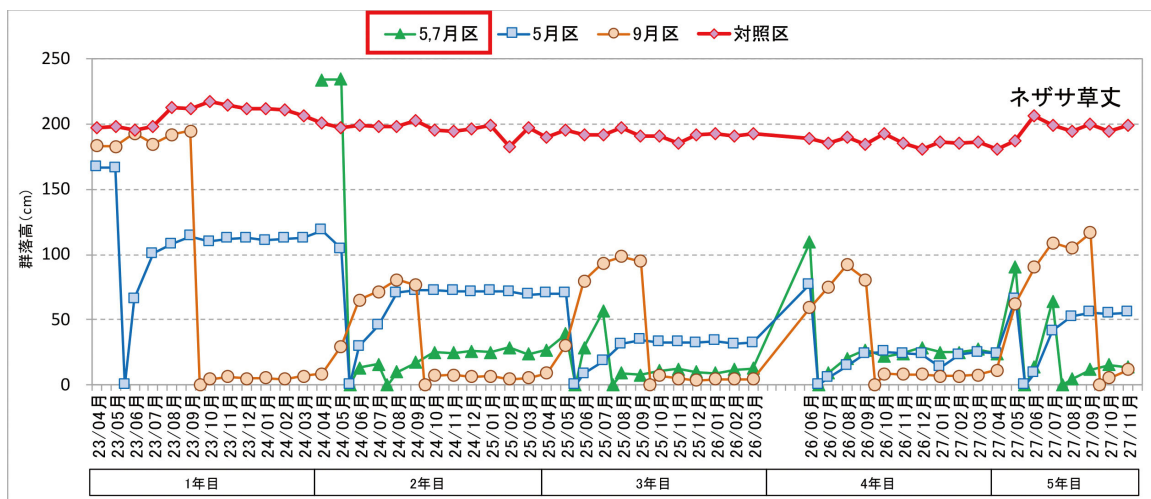
○最適なササ刈り時期

そこで、試験施工で、5月と7月の年2回刈りを行ったところ、ササ類は年間を通して0.5m以下に抑えることが可能となった。下図を見ると5月7月2回刈り(緑の線)は、ササ類の草丈が6月頃1m程度に回復するものの、年間を通して50cm以下に抑えられている。

このため、**ササ刈りは、5月と7月の2回刈りを行う事が望ましい。**

ただし、7月は非常に気温が高い時期であり、高温時の作業は熱中症の原因となる。このため、植栽後3年目までは5月と7月の2回刈りを実施し、4年目からは5月及び7～9月の2回刈りにすることで作業効率を改善する。

ササ刈り試験におけるネザサの草丈の経年変化



※平成26年4～5月は欠測

5月7月2回刈りは年間を通じてネザサを1m以下に抑えることが可能。
9月刈りは植栽木が4ヶ月程度被圧される可能性がある。

■植栽木の根際でササ類を下刈りする際の注意点

ササ類を下刈りする際に、植栽木の根際まで草刈り機を使用して下刈りしている事例が現地で確認されている。植栽木をネザサの被圧から守るために、根際までササ刈りを行っていると考えられるが、草刈り機を根際で使用することは誤伐の原因になると考えられる。

このため、下刈りは、植栽木から半径30cmまで行うこととする。その結果、植栽木の周囲にササ類が刈り残されても良い。

ネザサを残すことで植栽木が被圧される可能性が考えられるが、根際までササ刈りをして誤伐する状況の方が樹林整備にとってはデメリットとなる。

なお、植栽木の周辺は、可能な限り手刈りすることが望ましい。

■ニセアカシアなどの萌芽を対象とした下刈り

ニセアカシアの萌芽再生などを抑制するためにおこなう。刈り取りの際には、植栽木、保存木の誤伐がないよう注意する。ササ刈りと同時に実施すると効率的である。

- ・ 期間 : 6月～8月
- ・ 頻度 : 年1回程度
- ・ 期間 : 植栽木の林冠が閉鎖し、萌芽幹に光が届き難くなるまで毎年実施
(モニタリング調査の結果から評価、判断するものとする。)

(2) つる切り

伐採などにより林内が明るくなると、つる植物が繁茂し、保存木や植栽木の生長を阻害する恐れがある。またフジの旺盛な生長や絡みつきは、高木の衰弱・枯死を引き起こす場合もある。そのような状況が確認された場合には、必要に応じて、つる切りにより生育環境の改善をはかる。

■つる切り作業

- ・クズ・フジなどのつる植物は切断により駆除する。
- ・つる切りに際しては、周辺樹木を損傷しないよう注意を払う。
- ・幹や枝に深くからみついたつるは、細断し取り除くようにする。

■時期と頻度

- ・ 時期 : 7月頃(地下貯蔵器官の現存量が最少で、つる切りが最も効果的な時期)
- ・ 頻度 : 年1回程度

(3)追加植栽

植栽木の活着率が低く植栽後10年目に低木林化していない場合には追加植栽をおこない、保存木・植栽木の密度を適正に維持する。追加植栽の時期は原則として春季(3~4月頃)が望ましいが、春季に追加植栽ができない場合には秋季(9月中旬~10月頃)とする。

なお、追加植栽する樹種、本数についてはモニタリング調査の結果に基づいて計画するものとする。

(4)表土保全

管理対象地のうち、表土の流出が見られる箇所では、表土保全対策を検討する。保全対策は、管理対象地の表土流出の程度、地形条件、周辺状況により優先順位と対策を適宜判断し、ガリーが生じているような箇所で優先的に実施する。

ササ類が林床に繁茂する状況は樹木の生育上問題があるが、表土保全の観点からはある程度許容することとする。

標高400m以上ではミヤコザサが林床に繁茂している場合が確認されるが、ミヤコザサはネザサと比較して実生が生育していることが多ことから、表土保全や植生の回復の観点から特に問題視しないこととする。

なお、表土保全対策については、植生基盤の整備に準じて行うものとする。

(5)監視

整備対象地の整備後の状況を把握するため、定期的な監視を実施する。監視は次項の**モニタリング調査編**に準じて行うこととする。

植栽後に実施する5年間の撫育作業終了後も、モニタリング調査等でササ類やニセアカシアの萌芽が繁茂する状況が確認された場合は、下刈りを実施することが望ましい。この場合、9月に下刈りを実施することとする。

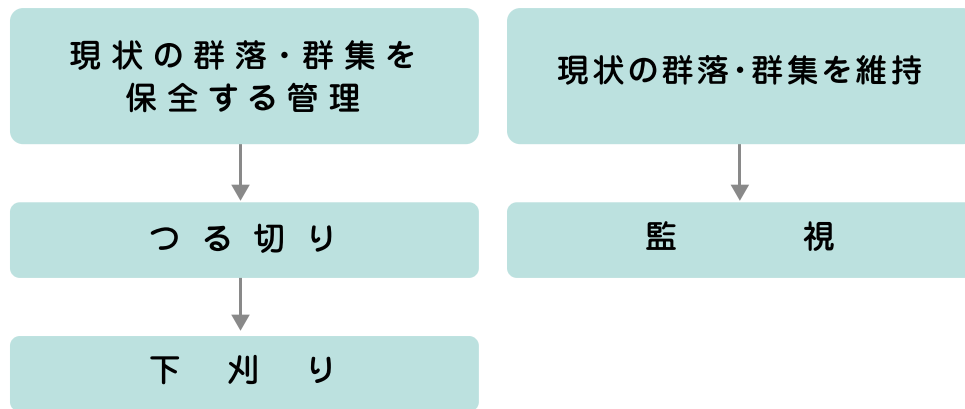
管理スケジュールの例

作業内容	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
下刈	—		—	—	—							
つる切り(適宜)			—									
表土保全(適宜)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
追加植栽(適宜)					—	—					—	—
監視(モニタリング調査)	—	—	—	—	—	—						

※植栽後4年目以降は5月及び7~9月に実施する

2-3 整備区分Ⅲにおける管理作業

整備区分Ⅲにおける管理作業は次のフローに示すとおりである。



(1) つる切り

つる植物が高木層の樹冠を広く覆っている場合や樹木に食い込み、幹が肥大等により奇形している場合には、高木の衰弱・枯死を引き起こすことがあるので、つる切りを実施する。

クズは、市街地との境界部で樹林を被圧する可能性がある。このような状況を確認した場合は、つる切りを行いクズの分布拡大を防止することが望ましい。

また、植栽由来と考えられるツルニチニチソウやリュウキュウアサガオなどのつる植物が繁茂している場合は、クズの対応と同様に必要に応じてつる切りを行い、植生が被圧されることを防止する。特に、ツルニチニチソウとリュウキュウアサガオは繁殖力が強く、深く掘って根茎まで除去する必要がある。

なお、つる切り作業および時期と頻度については、整備区分Ⅱにおける管理作業のつる切り(P.67参照)に準じて行う。

(2) 下刈り

ササ類(タケ類を含む)が繁茂すると、後継樹(目標群落・群集の構成種)や草本類の生育阻害要因となるため、下刈りを実施する。

■ 時期

- ・ 年2回の実施が望ましい。

1回目 5月、2回目 7月～9月

(3) 監視

管理作業後の状況を把握するため、定期的な監視を実施する。監視は次項の**モニタリング調査編**に準じて行うこととする。

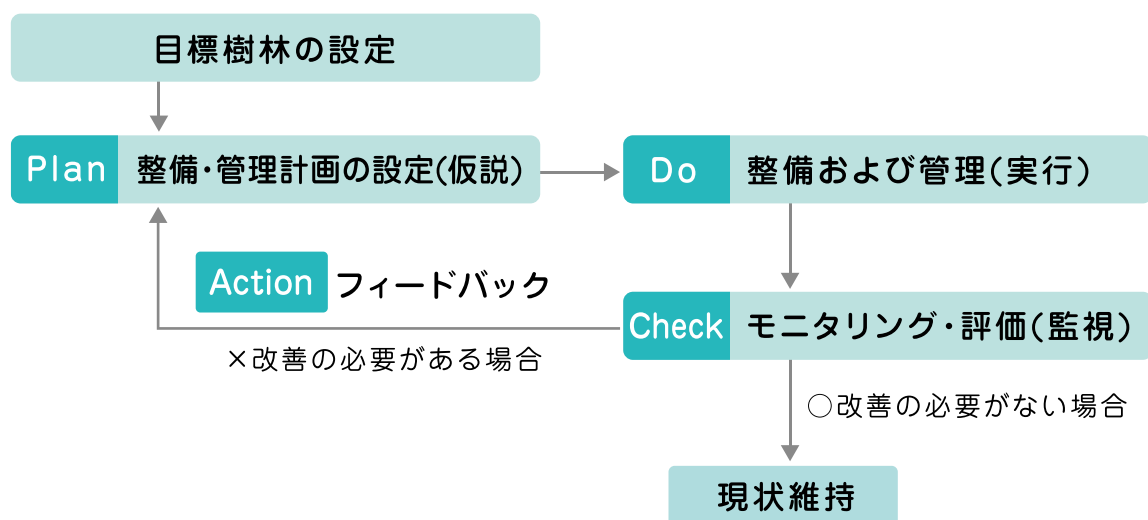
Vモニタリング調査編

1. 調査目的

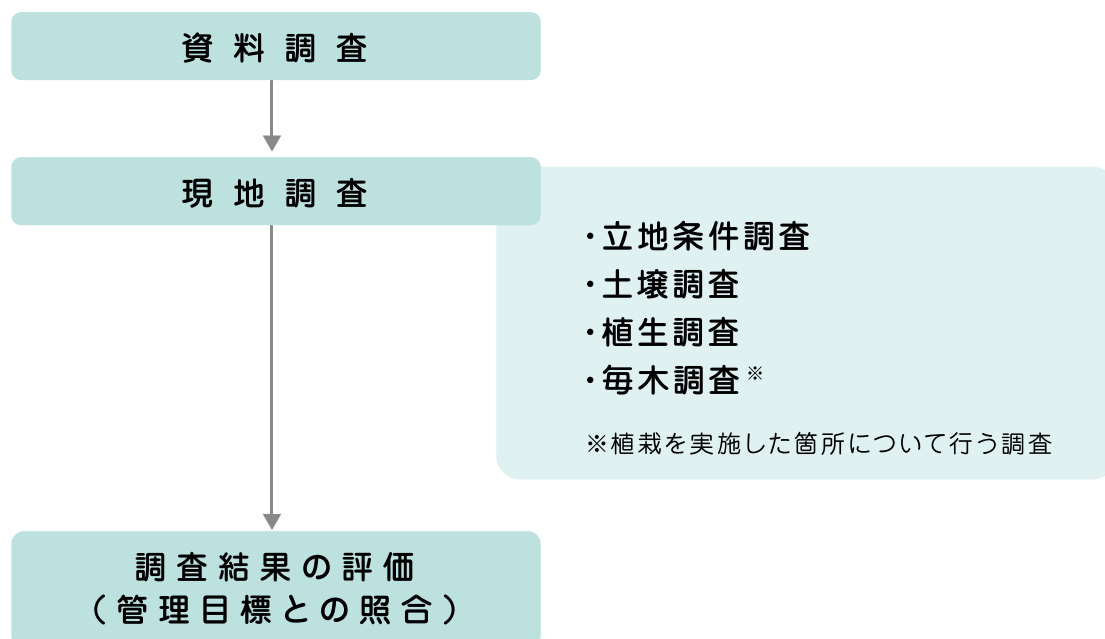
樹林整備は、効果に不確実性をともなうため、順応的な管理を実施していく必要がある。

モニタリング調査は、整備後の状況を把握することにより、課題を抽出し、整備計画や管理計画にフィードバックさせることにより、樹林整備の内容をより良いものにしていくことを目的に実施するものである。

順応的管理のフロー



モニタリング調査のフロー



2.調査対象地

モニタリング調査の対象は、次のとおりとする。

○整備・管理(監視を含む)を実施した箇所

※今後の課題であるが、計画の妥当性を評価するためには、数パターン整備方法を変えた各種比較試験を実施することが望ましい。

3.資料調査

モニタリング調査に先立ち、整備・管理を実施した箇所においては、事前に情報を収集、整理しておく必要がある。

整理しておく必要がある主な情報は次のとおりである。

- 整備・管理箇所の範囲
- 整備年月
- 目標樹林(整備区分Ⅱ)
- 整備・管理内容(植栽樹種、樹種ごとの植栽本数 等)
- 比較試験実施の場合は、試験実施内容 等

4.現地調査

4-1 コドラートの設置

モニタリング調査は、10m×10mのコドラート(斜面の縦方向は斜面距離で10mとする)を中心に実施するものとする。調査地点の選定にあたっては、Ⅱ調査編 2.(3)調査地点の選定(P.14参照)の考え方を基本とするが、整備・管理内容等を勘案し、状況に応じて設置する。

4-2 調査項目および調査内容

調査項目および調査内容は、表に示すとおりとする。なお、調査結果の整理については、Ⅱ章「調査編(整備区分設定)」の植生調査票及び調査結果の記入例(P.20～P.21)を参照する。ただし、植栽樹木について実施する毎木調査の結果整理については、毎木調査票及び調査結果の記入例(P.73～P.74)を参照する。

項目	調査内容	調査範囲
立地条件調査	傾斜度、斜面方位 地形区分(尾根、斜面、谷) 標高等	コドラート内
土壌調査	表土流出の有無等を目視観察により確認する。	コドラート周辺 (調査可能な範囲)
植生調査	各階層の高さ、植被率、構成種構成種の被度(%)、 亜高木層以上の樹木の胸高直径(DBH)	コドラート内
毎木調査	<植栽木について実施> 個体番号(ラベル付け)、樹種、樹高、 DBH(H:1.2m以上)、活力度	コドラートを含め調査 個体数が100本になる まで広げた範囲

(1)立地条件調査

Ⅱ章「調査編」の調査内容に準じて実施する。

(2)土壌調査

表土流出の有無等を目視観察により確認する。確認事項は次のとおりとする。

- ガリーがみられないか
- 表土流出がみられないか

なお、本調査については、コドラート内だけではなく、コドラート周辺も含めて可能な範囲で観察することとする。

(3)植生調査

Ⅱ章「調査編」の調査内容に準じて実施する。

(4)毎木調査

植栽木について実施するものとする。

従来工法で整備された場合は原則2m間隔で植栽されており、3本寄せ植え工法で整備された場合は約3m間隔で植栽されている。つまり、コドラート内においては約25本と調査する個体数としては非常に少ない。

このため、植栽木の毎木調査は、コドラート周辺で調査個体数が100本になるまで広げて実施するものとする。また、毎木調査の対象範囲については、調査票に概略図を記載する。

植栽木における調査項目は、個体番号(ラベル付け)、樹種、樹高、DBH(胸高直径:樹高1.2m以上を対象)、活力度とする。

毎木調査票(調査結果の記入例)

毎木調査票

調査地点No. 10

調査年月日：平成20年 9月 10日

地区名： 五助④ 地区

調査者：〇〇 〇〇

整備年月：平成16年 3月

番号	種名	樹高 (m)	DBH ^{※1} (cm)	活力度 ^{※2}	原因チェック ^{※3}				備考
					食害	葉色	先枯れ	その他	
1	エゴノキ	3.2	2.2	A					
2	コナラ	2.6	2.1	A					
3	イヌシデ	5.5	3.1	A					
4	ヤマザクラ	1.3	0.9	C	レ				
5	アカシデ	5.5	3.9	A					
6	コナラ	2.3	2.2	A					
7	イヌシデ	3.5	3.1	A					
8	ヤマザクラ	3.3	2.9	A					
9	アカシデ	2.5	3.2	A					
10	エゴノキ	4.1	3.1	A					
11	コナラ	-	-	D	レ				
12	コナラ	-	-	D				レ	伐採跡あり
13	コナラ	-	-	D	レ				
14	コナラ	-	-	D	レ				
15	アカシデ	-	-	D				レ	ネザサによる被圧?
16	コナラ	-	-	D				レ	クズによる被圧
17	イヌシデ	3.3	2.2	A					
18	ヤマザクラ	5.1	3.1	A					
19	アカシデ	4.2	2.9	A					
20	エゴノキ	2.9	3.2	B				レ	
21	コナラ	1.2	0.9	C		レ			
22	コナラ	-	-	D	レ				
23	コナラ	-	-	D	レ				
24	アカシデ	-	-	D	レ				
25	コナラ	2.9	2.1	B				レ	
26	イヌシデ	-	-	D					
27	ヤマザクラ	4.6	2.3	A					
28	コナラ	4.2	3.3	A					
29	アカシデ	4.2	3.9	A					
30	コナラ	1.1	-	C				レ	
31	イヌシデ	-	-	D				レ	伐採跡あり
32	ヤマザクラ	-	-	D				レ	不明

備考

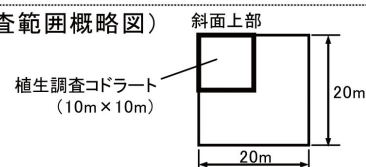
※1：樹高1.2m以上の場合DBHを測定

※2：活力度 A 良好 B やや不良 C 不良 D 枯死

※3：活力度がA以外の場合は、該当する原因に レ マークでチェック

(MEMO)

(調査範囲概略図)



5.管理目標

5-1 整備区分Ⅰにおける管理目標

整備区分Ⅰについては、基本的に樹林整備マニュアル(案)の対象外のため、具体的な管理目標は設定しない。

ただし、斜面对策施工地において緑化などを実施した場合は、適宜管理目標を設定することとするが、土砂災害防止機能の維持を最優先として評価することとする。

5-2 整備区分Ⅱにおける管理目標

(1)長期的な目標

目標とする群落・群集への整備・管理が進む中で、各群落・群集ごとに設定した定量目標の枠内に到達した段階で、目標とした樹林が成立したものと判断する。なお、本定量目標は六甲山系の現状から判断して設定したものであり、その適用は六甲山系の範囲のみに限られるものである。

目標とする群落・群集の定量目標

群落・群集名	A ₀ 層	植生高(m)	階層構造	立木本数(本/100m ²)			
				高木層	亜高木層	低木層	合計
コナラーアベマキ群集	有り	10~20	4	5~10	2~25	50~90	60~100
エノキームクノキ群集	有り	10~20	4	5~10	2~5	10~45	15~60
ウバメガシ群落	有り	5~10	3~4	15~25	5~20	20~35	60~70
アラカシ群落	有り	10~20	4	5~10	2~5	10~15	15~25
コジイ-カナメモチ群集	有り	20以上	4	5~10	2~10	35~45	45~65
ウラシロガシ-サカキ群集	有り	20以上	4	5~20	10~25	25~50	65~70
ブナーシラキ群集	有り	20以上	4	5~10	5~30	10~120	20~155
針広混交林	有り	10~20	4	5~15	5~20	15~45	30~100

群落・群集名	植被率(%)				種数				
	高木層	亜高木層	低木層	草本層	高木層	亜高木層	低木層	草本層	総数
コナラーアベマキ群集	50~90	10~50	50~85	60~100	2~5	2~5	10~15	15~45	30~50
エノキームクノキ群集	80~85	10~20	30~40	40~70	2~5	2~5	10~15	40~55	40~60
ウバメガシ群落	80~90	30~40	40~60	40以上	3~5	3~5	2~5	10~15	10~25
アラカシ群落	70~100	20~40	20~35	40以上	4~5	4~5	5~10	20~30	25~35
コジイ-カナメモチ群集	70~95	30~60	30~60	40以上	2以上	5~10	10~15	10~15	20~35
ウラシロガシ-サカキ群集	65~95	30~60	10~60	40~50	3~5	5~10	5~10	15~20	25~35
ブナーシラキ群集	70~100	20~30	40~50	40~90	2~5	2~5	5~10	30~40	35~50
針広混交林	80~100	20~70	30~75	40~85	3~5	2~5	10~20	15~25	25~40

5-3 整備区分Ⅲにおける管理目標

管理目標は次のとおりである。

- ガリーや表土流出がみられないこと。
- マツ枯れ、ナラ枯れ等の伝染病による枯損木がないこと。
- 草本層の発達を阻害している常緑樹が、低木層から亜高木層にかけて30%以上生育していないこと。
- 後継樹(目標群落・群集の構成種)や草本類の生育阻害要因になっているササ類が繁茂していないこと。
- つる植物が保存木の生育阻害要因になっていないこと。

6.調査結果の評価

モニタリング調査の結果については、次の視点で評価し、整備・管理計画に反映させていくこととする。

6-1 整備区分Ⅰにおける調査結果の評価

樹木を残して施工した場合や厚層基材吹き付けなどで緑化した場合、植栽をした場合は、土砂災害防止機能の維持を最優先に評価を行う。樹木を残して施工した場合は、樹木が倒伏した際の保全対象に対する影響を考慮して評価を行う。

6-2 整備区分Ⅱにおける調査結果の評価

(1)土壌調査結果

評価の視点:ガリーの有無、表土流出の有無(A₀層の有無)

ガリーや表土流出が確認された場合は、表土保全対策の検討を行う。

(2)毎木調査結果

評価の視点:活着率、植被率、樹高、DBH

長期的目標および段階的目標と照らし合わせ、評価を行うこととし、5年目時点で植被率が50%と活着率約70%以上の両方の基準を達していない場合は、追加植栽を検討することとする。また、整備後5年経過していない段階においても、明らかに活着率が悪く、段階的目標に達することはないと判断された場合においても追加植栽を検討するものとする。

また、蓄積された調査データをグラフによって図化することにより、現在の生育状況を把握していくこととする。

(3)植生調査結果

種数、階層構造の発達程度、各階層の植被率、後継樹の有無

蓄積された調査データを図化することにより、現在の樹林の発達状況を把握していくこととする。

6-3 整備区分Ⅲにおける調査結果の評価

樹林整備のフロー(P.12)に従い評価を行い、整備・管理の必要性を検討する。

7.調査スケジュール

調査スケジュールは次のとおりとする。

■整備区分Ⅰ

- ・樹木を残して整備を行った場合は、危険木調査の際に現状を把握する。
- ・保全対象に対する影響が考えられた場合は、危険木として報告することとする。

■整備区分Ⅱ

- ・整備後5年間:毎年1回実施
 - ・以降:1回/5年を継続して実施
- ※植栽直後に初期値データの取得を目的に1回目の調査を実施する。

■整備区分Ⅲ

- ・整備・管理後:原則1回/5年を継続して実施
- ・また、整備・管理を実施しない区域においても同様に1回/5年を継続して実施する。

なお、試験整備を実施した場合の調査スケジュールは、試験計画によるものとする。
調査時期については、春季(5月頃)～秋季(10月頃)に実施するものとする。

Ⅵ今後の課題

1.マニュアルの改訂

本マニュアルに基づき実施した調査及び整備・管理に関するデータを活用し、本マニュアルの内容について適宜見直しを図るものとする。

平成12年に本マニュアルが策定され、これに基づき順次調査および整備・管理が進められてきた。第1回改訂後は試験施工により、効率的な整備手法の開発を行うとともに、モニタリング調査によるデータの蓄積が進み、樹林整備の課題や問題点が明らかになりつつある。

今後の課題としては、3本寄せ植え工法の効果や列状間伐などモニタリング調査によるデータの蓄積を図る必要がある。また、改善すべき事項が明らかになった場合は、本マニュアルの内容について適宜見直すことが必要である。

マニュアルの改訂に関する課題については、次のとおりである。

○早期樹冠閉鎖を目指した整備手法の導入

早期樹冠閉鎖することで根茎のネットワークを構築し、土砂災害に強い樹林を整備することとなる。それには、植栽木の活着率を高める必要がある。動物による食害、ササ刈り時に発生する誤伐、植栽方法の不備による活着不良などの生長阻害要因を極力排除し、活着率を高める整備手法を導入する必要がある。

○スギ-ヒノキ群落における整備手法の検討立案

スギ-ヒノキ群落では、落葉広葉樹との針広混交林を整備目標としており、これまで実施していた定性間伐だけでなく列状間伐を導入する必要がある。このため、試験施工を実施し、列状間伐の整備手法を検討立案する必要がある。

○費用対効果の高いツリーシェルターの導入

令和5年度時点で導入しているツリーシェルターは、施工費が苗木と同等の価格であり、非常に高価なため全面的な導入が困難な状況である。このため、安価で食害対策や誤伐防止対策に効果ある素材を探す必要がある。

2.地域性種苗の生産

本マニュアルでは、生物多様性の観点から“植栽に用いる苗木は、郷土産の種子由来のものであることが望ましい。”としている。植栽候補となっている樹種の市場性も考慮すると、計画的に苗木を生産しておく必要があり、苗木の生産体制を確立することが急務である。

3. ナラ枯れ

ナラ枯れは六甲山系では平成23年に坊主山で確認されて以来令和4年時点で10年以上確認されている。すでに収束傾向が確認されているものの、数年後に再びナラ枯れが発生する可能性がある。

さらに、これまで大径木で被害が発生すると言われていたが、胸高直径10cm未満の細い個体でもナラ枯れによる被害が報告されており、樹林整備で植栽した植栽木がナラ枯れの被害を受ける可能性がある。

このため、ナラ枯れについては今後も注意する必要がある、六甲山系でナラ枯れを確認した場合は、六甲砂防事務所を中心に関係者で情報を共有することが重要である。

4. コウモリガによる樹木被害

コウモリガによる樹木被害は、樹林整備後のモニタリング調査ではほとんど確認されておらず、整備後5年間継続するササ刈りが終了した後に発生すると考えられている。このため、コウモリガによる樹木被害は現状が解明されておらず、整備後10年目や15年目のモニタリング調査で被害の発生状況を把握する必要がある。

5. 外来カミキリムシによる樹木被害

神戸市では近年、クビアカツヤカミキリ(特定外来生物)およびツヤハダゴマダラカミキリの2種類による樹木被害が確認されている。両種ともに繁殖力が強く、幼虫は樹木内部を食べるので食害を受けた樹木は枯死する可能性がある。

現時点では整備対象範囲において両種ともに確認されていないが、今後生息域の拡大も懸念される。

このため、両種の生息状況については注意する必要がある、六甲山系で両種の成虫や幼虫の出す大量のフラス(木くずと糞の混ざったもの)を確認した場合は、六甲砂防事務所を中心に関係者で情報を共有することが重要である。

6. ニホンジカの分布拡大に関する情報把握

六甲山系では近年ニホンジカの生息が確認されている。ニホンジカの分布が拡大することで植生に対する重大な被害が発生すると考えられる。

このため、六甲山系におけるニホンジカの分布拡大について、可能な限り情報収集に努めるとともに、分布拡大を想定した整備手法を検討する必要がある。

1. 検討委員会・ワーキンググループ検討会 開催経緯

本マニュアル(案)は、樹林整備手法検討委員会およびワーキンググループ検討会の議論を踏まえて六甲砂防事務所が作成したものである。

平成10～12年度
樹林整備手法検討委員会
・ワーキング

第1回 委員会

開催日 : 平成11年 3月12日(金)14:00～16:30
開催場所 : 兵庫県教育会館 3階 3AC
主な議題 : ①樹林整備により維持・向上できる機能の抽出
②樹林整備の方針の設定

第2回 委員会

開催日 : 平成11年 7月22日(木)14:00～16:30
開催場所 : 兵庫県農業会館 11階 111号室
主な議題 : ①基本的な整備区分と立地別機能整備区分について
②目標とする樹林設定の考え方
③具体的な樹林整備内容
④樹林整備マニュアル作成の方針

第1回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成11年 12月8日(水)13:30～17:00
開催場所 : サンケイ会館 3階 321号室

第2回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成12年 1月27日(木)13:30～17:00
開催場所 : サンケイ会館 3階 321号室

樹林整備マニュアル(案)
平成12(2000)年3月
初版発行

第3回 委員会

開催日 : 平成12年 3月14日(火)10:00～12:30
開催場所 : 生田神社会館 3階 梅の間
主な議題 : ①樹林整備マニュアル(案)について

第3回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成12年 8月4日(金)13:30～17:00
開催場所 : 新阪急ホテル 雪の間

平成17年度
改訂検討ワーキング

第1回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成17年 12月2日(金)13:30～16:00
開催場所 : うはらホール 8階 第3会議室

第2回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成18年 2月16日(木)13:30～16:00
開催場所 : 六甲砂防事務所 会議室

平成20年度
改訂検討ワーキング

第1回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成21年 1月22日(木) 14:30~16:30
開催場所 : うはらホール 8階 第4会議室

樹林整備マニュアル(案)
平成21(2009)年3月
第1回改訂版発行

第2回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 平成21年 3月19日(木) 14:00~16:00
開催場所 : 芦屋市民センター 301号室

平成26~27年度

樹林整備マニュアル(案)
副読本
平成28(2016)年3月発行

六甲山系グリーンベルト整備事業では、平成13年度から樹林整備後のモニタリング調査を実施している。
モニタリング調査では、樹林整備・管理における課題が抽出されており、平成20年度から効率的な整備手法の検討を目的として、各種の試験施工を実施している。
これらの試験施工の結果を踏まえ検討・立案された樹林整備・管理に関する事項を平成27年度に副読本としてとりまとめた。

令和4~5年度
六甲山系グリーンベルト
整備事業
樹林整備マニュアル(案)
改訂検討ワーキング

第1回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 令和5年 1月30日(月) 13:00~16:30
開催場所 : (渦が森見本林~)六甲砂防事務所 会議室

第2回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 令和5年 3月3日(金) 13:30~15:30
開催場所 : 六甲砂防事務所 会議室

樹林整備マニュアル(案)
令和5(2023)年10月
第2回改訂版発行
※副読本の内容を統合

第3回 ワーキンググループ検討会

開催日 : 令和5年 7月26日(水) 13:30~15:30
開催場所 : 六甲砂防事務所 会議室

2. 検討委員会・ワーキンググループ検討会 委員名簿

六甲山系グリーンベルト樹林整備手法検討委員会委員名簿

(敬称略、順不同)

氏名	所属・職階
田中 茂	神戸大学名誉教授
大手 桂二	京都府立大学名誉教授
只木 良也	名古屋大学名誉教授
服部 保	姫路工業大学 自然・環境科学研究所 教授
江崎 保男	姫路工業大学 自然・環境科学研究所 教授
八木 剛	兵庫県立人と自然の博物館 系統分類研究部研究員
中瀬 勲	姫路工業大学 自然・環境科学研究所 教授
高橋 敬三	神戸市立布引ハーブ園長
梶 明	神戸ヒヨコ登山会長
坂田 正人	ひょうご森の倶楽部 副会長
小泉 美喜子	(有) 月刊神戸っ子 代表取締役・主筆
反町 雄二	建設省土木研究所 砂防技術総括研究官
神田 恭宏	兵庫県土木部砂防課 グリーンベルト整備室長
池谷 幹夫	神戸市建設局 公園砂防部長
青木 昭	芦屋市 建設部長
的場 健一	西宮市土木局 道路公園部長
島上 隆博	宝塚市 下水道部長
新井田 浩	近畿地方建設局河川部 河川計画課長
山下 勝	近畿地方整備局 六甲砂防工事事務所長

(注：平成 11 年度末時点)

六甲山系グリーンベルト樹林整備手法ワーキンググループ検討会委員名簿

(敬称略、順不同)

氏名	所属・職階
大手 桂二	京都府立大学名誉教授
只木 良也	名古屋大学名誉教授
服部 保	兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 教授
	近畿地方整備局 六甲砂防事務所

(注：平成 20 年度末時点)

六甲山系グリーンベルト整備事業 樹林整備マニュアル(案)
改訂ワーキンググループ検討会委員名簿

(敬称略、順不同)

氏 名	所 属・職 階
服部 保	兵庫県立大学名誉教授
沖村 孝	神戸大学名誉教授
山瀬 敬太郎	兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 主席研究員 兼 部長
	近畿地方整備局 六甲砂防事務所

(注：令和4年度末時点)

3.基本方針に関する既存文献

■「下草の入りやすい複層林冠の広葉樹林」が表面侵食防止効果を有する理由

表面侵食防止には、落葉・落枝など林地面が直接被覆されていること、また地表を覆う低木や下草が存在していることが望ましい。「下草の入りやすい複層林冠の広葉樹林」(特に落葉広葉樹林)は、一定の厚さの落葉層が常に保持され、下層植生や樹冠が地表を覆うものであり、表面侵食防止に望ましい林分といえる。

■「異齡、異種を組み合わせた多層林」が表層崩壊防止効果を有する理由

表層崩壊防止効果は、根系の土壌緊縛力により地盤の強度が増加することにある。樹根は下に向かって垂直に伸びる鉛直根とネット状に横へ広がる水平根と呼ばれるものに分類され、樹木と樹木の水平根のからみが表層部の崩壊防止の作用、鉛直根が杭の作用をそれぞれ果たし、一定の深さまでは崩壊防止に効果がある。

異なる樹齡の樹木は樹根の深さが異なることから、各々の樹根が分布する深さにおいて根系の緊縛力が発揮され、その効果が大きくなる。

また、樹種によっても樹根の深さや水平方向への広がり方が異なることから、様々な樹種の根系が合わさることで根系の緊縛力による効果が大きなものとなる。

このため「異齡、異種を組み合わせた多層林」は表層崩壊防止に望ましい樹林といえる。

参考文献

「森林の公益機能に関する文献要約集」
((社)日本治山治水協会 1985) P219、263

「森林の土砂流出防止機能」((社)日本治山治水協会) P22～24

4. 群落・群集の特性

4-1 整備区分Ⅱに該当する群落・群集の特性

分類	群落・群集	特性		備考
		生育地・六甲での分布	問題点	
草本群落 低木林	○スキネサ群落 ○セイカアワダチソ群落 ○クスノキ群落 ○シダレツバキ群落 ○クマノ木群落	伐採跡や崩壊地などで比較の日当たりの良いところ、河川敷、造成地、林縁等に生育する。六甲山系においても同様の地域に分布している。	樹林形成の途中相であり、高木層を欠くことから、根系の分布が浅く、土壌緊縛力が低い。そのため崩壊等の土砂災害の危険性が高い。	
人工林	○スギヒノキ群落 (間伐されずうっ閉した植林)	主としてスギは土壌の湿潤な谷部、ヒノキは土壌の乾性な尾根部、斜面上部に植栽されている。	密植されているため林内が暗く、下層植生が貧弱なものとなり、表面侵食、崩壊等の危険性が高い。	
	○モウソウチクマダケ群落	排水性のよい砂壤土で腐植に富んだところに生育する。	上層を葉が密に被うことにより、林内が暗く下層植生が貧弱なものとなるため、表面侵食、崩壊等の危険性が高い。	地下茎の発達がよくなる。他の群落を被圧する。
	○ニセアカシア群落 (砂防植栽)	不良な土壌条件でも生育し、成長も早い。ため、砂防植栽樹として六甲山系にも多く植えられている。	下層にササ類が繁茂するため遷移が進みにくい。植栽後 20～30 年すると根系の活力が落ち、枯損腐朽して地上部も枝折れ、倒伏することが多い。	アレロパシー(多感作用)により他の植物の生育を阻害する。
	○オハヤシバ群落 (砂防植栽)	ニセアカシア同様に不良な土壌条件でも生育し、成長も早い。ため、砂防植栽樹として六甲山系にも多く植えられている。	樹齢は 30 年程度であり、大木になると根系の枯損腐朽によって倒伏するものが多い。	スギ花粉症よりもひどい花粉症が発生する。
二次林	○アカマツモチツヅ群落 (マツ枯れの顕著なもの)	六甲山系の尾根筋を中心に広く分布し標高 450m 以下は、マツ枯れが顕著で、他の植生に遷移しつつある。	枯れたアカマツは、それ自身倒伏などのおそれがあるとともに、健全なアカマツに被害を及ぼし、一斉枯れを引き起こすなど裸地化させることもある。	

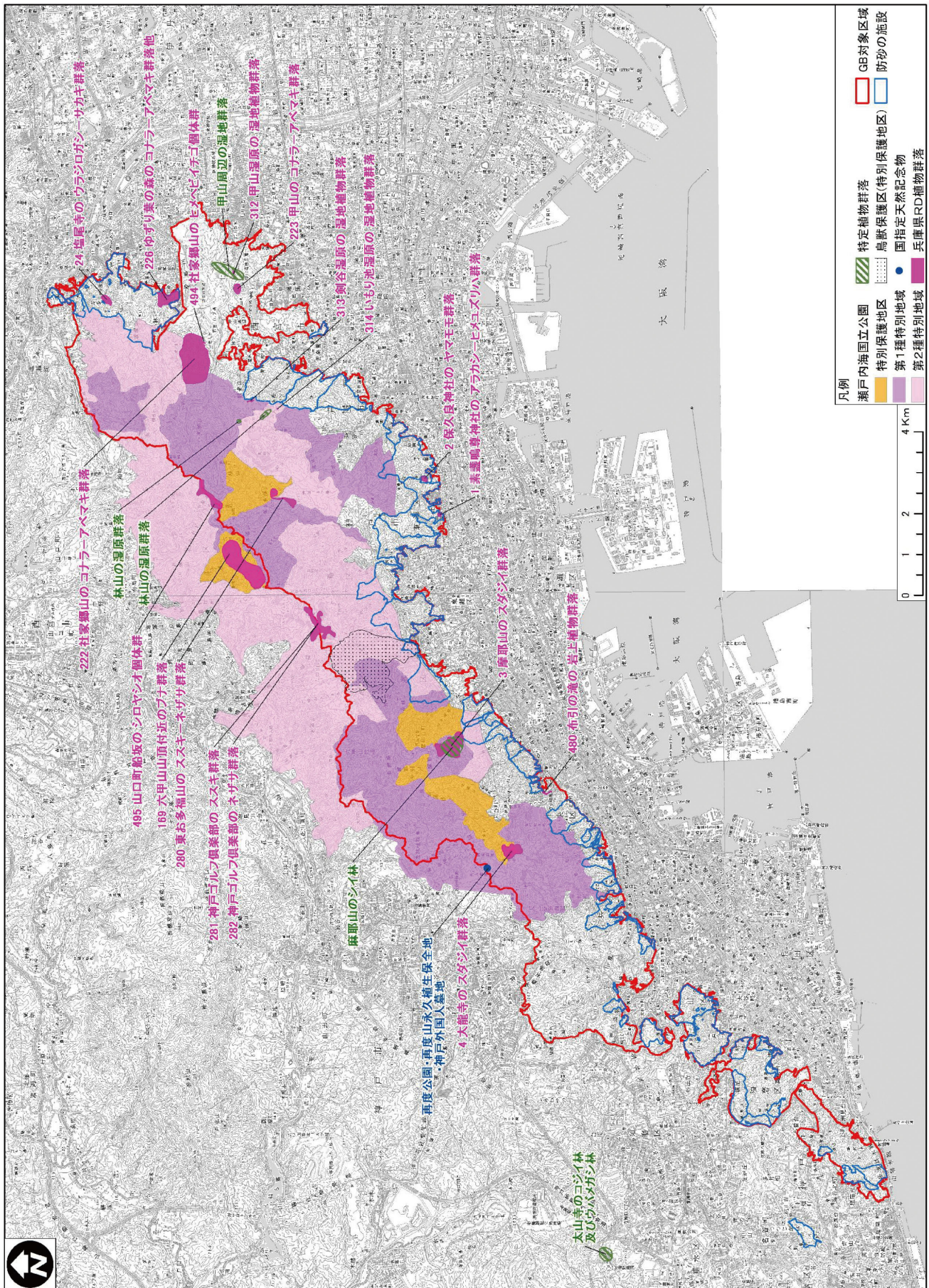
4-2 整備区分Ⅲに該当する群落・群集の特性

分類	群落・群集	特 性	
		生育地・六甲での分布	概 要
人工林	○クスノキ群落	広く暖地に生育するが、現在六甲に生育するクスノキ林のほとんどが人工林である。	カゴノキ、アオキなど鳥散布型の種子を持つ植物が下層に多く生育するため生物相が豊かである。
アカマツ林	○アカマツ・モリツツジ群集	六甲山系に最も広く分布し、六甲を代表する樹林である。土壌条件・水分条件の悪い岩角地ややせ尾根などに生育する。	生育条件が悪く、他の群落・群集が成立できない立地でも生育することができる。そのため、治山・修景上有用な樹林である。
落葉広葉樹林	○コナラ・アハ・マキ群集	特に生育地は選ばず、広く分布する。	一般的に階層が発達し、出現種数も多い。深根性、浅根性樹種等の様々な種が土中に広く根を張るため土壌緊縛力が強く表層崩壊防止、表土流出防止等土砂災害防止効果の高い樹林である。
	○エノキ・クノキ群集	土壌の不安定な谷部、洪水による攪乱を受ける自然堤防などに生育する。	一般的に階層が発達し、出現種数も多い。深根性、浅根性樹種等の様々な種が土中に広く根を張るため土壌緊縛力が強く表層崩壊防止、表土流出防止等土砂災害防止効果の高い樹林である。
常緑広葉樹林	○ウバ・カシ群落	海岸風衝地や断層、土壌の浅い岩場や尾根に分布する。	根系の材質は固く、強靱なので土壌緊縛力が高い。防潮林、防火林として用いられることが多い。
	○アラカシ群落	斜面部で多くみられる樹林で、六甲山系では社寺林として残されているところが多い。	二次的に成立した林であるが、極相林に類似し、土地的、自然的に安定した樹林といえる。
極相林	○コジイ・カマメ群集 ○ウラジ・カシ・サカキ群集 ○ブナ・シラカシ群集	六甲山系におけるこれら3つの群集は、標高により分布が異なる。ブナ・シラカシ群集は750m以上、ウラジ・カシ・サカキ群集は450～750m、コジイ・カマメ群集は450m以下の地域に分布している。	六甲山系における、樹林のクライマックスで、土地的、自然的に安定した樹林といえる。極相林は一般的に台風等による土地の災害や病害虫の大発生等が起こらないかぎり持続すると考えられる。

5. 貴重な動植物の判定基準

項目	内容	出典等
種の保存法	<ul style="list-style-type: none"> ・国内希少野生動植物 ・国際希少野生動植物 	「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律施行令」（平成4年 法律第75号）により指定 https://www.env.go.jp/nature/kisho/domestic/list.html
天然記念物 (国指定)	<ul style="list-style-type: none"> ・国指定特別天然記念物 ・国指定天然記念物 	「文化財保護法」（昭和25年 法律第214号）により指定 https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/categorylist?register_id=401
天然記念物 (県指定)	<ul style="list-style-type: none"> ・県指定天然記念物 	「兵庫県文化財保護条例」（昭和39年兵庫県条例第58号）により指定 https://www.hyogo-c.ed.jp/~shabun-bo/gyouseisituhp/top/top.htm
国立公園	<ul style="list-style-type: none"> ・瀬戸内海国立公園特別保護地区第1種特別地域 	自然公園法（昭和32年 法律161号）により指定
国立公園特別地域内採取禁止植物	<ul style="list-style-type: none"> ・瀬戸内海国立公園特別地域内指定植物(採取禁止) 	自然公園法（昭和32年 法律161号）により指定 指定植物リストに記載されているもの https://www.env.go.jp/nature/np/plant_prot/index.html
環境省レッドリスト	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省レッドリスト種 	環境省レッドリスト（絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）に記載されているもの 環境省レッドリスト2020（令和2年公表） https://www.env.go.jp/press/107905.html
兵庫県版レッドリスト	<ul style="list-style-type: none"> ・兵庫県版レッドリスト種 	兵庫の貴重な自然－兵庫県版レッドデータブック・レッドリストに記載されているもの https://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/jp/environment/leg_240/leg_289/leg_8361
神戸版レッドデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・神戸版レッドデータ種 	神戸の希少な野生動植物－神戸版レッドデータ2020に記載されているもの https://www.city.kobe.lg.jp/a66324/kurashi/recycle/biodiversity/reddata2020.html
環境省特定植物群落	<ul style="list-style-type: none"> ・特定植物群落 	環境省自然環境局生物多様性センター 自然環境保全基礎調査ホームページ https://www.biodic.go.jp/kiso/12/12_toku.html#mainText

参考:重要な自然環境の保全エリアの位置図



6. 外来種に関する事項

平成16年6月に「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(外来生物法)」が公布されたが、これに伴い緑化植物を取り巻く状況は近年大きく変化しており、今後さらに生物多様性の保全に配慮した緑化が求められると考えられる。

6-1 外来生物法による規制

外来生物法により規制されている特定外来生物を表に示す。

六甲山系GB整備事業の対象区域で特定外来生物を確認した場合は、防除対策を検討する必要がある。

特定外来生物一覧表(維管束植物:19種)

	科名	種名	
1	ヒユ科	ナガエツルノゲイトウ	
2	セリ科	ブラジルチドメグサ	
3	サトイモ科	ポタンウキクサ	
4	アカウキクサ科	アゾラル・クリスタタ	
5	キク科	オオキンケイギク	
6		ミズヒマワリ	
7		ツルヒヨドリ	
8		オオハンゴウソウ	
9		ナルトサワギク	
10	ウリ科	アレチウリ	
11	モウセンゴケ科	ナガエモウセンゴケ	
12	アリノトウグサ科	オオフサモ	
13	タヌキモ科	エフクレタヌキモ	
14		ウツリクラリア・インフラタ	
15		ウツリクラリア・プラテンシス	
16	アカバナ科	ルドウィギア・グランディフロラ	
17	イネ科	ビーチグラス	
18		スパルティナ属全種	スパルティナ・アルテルニフロラ
			スパルティナ・アングリカ
			その他のスパルティナ属
19	ゴマノハグサ科	オオカワヂシャ	

※出典:環境省ホームページ(最終更新:令和5年2月14日)を加工して作成

6-2 兵庫県における生物多様性の保全の観点からの緑化植物の取扱い

生物多様性の保全・再生の重要性に対する関心が高まっている中、兵庫県においても県内において特に影響が大きいと考えられる外来生物種をリスト化し、このリストを「ブラックリスト」として普及している(平成22年3月)。

ブラックリスト記載種の内、緑化利用により影響の拡大が懸念されるものを抜粋して表に示す。

近年、生物多様性の配慮から、緑化工事において郷土種の利用が増加している。しかし、郷土種を用いる場合でも、実際には海外で集められた在来種と同種の植物の種子が、大量に輸入され、郷土種として利用されているような場合がある。植物の種類や対象地域によっては、同じ種であっても遺伝的同一性が低いとされており、遺伝的攪乱を起こすおそれがあり、地域に特有の生物多様性を保全する上で決して好ましいこととは言えない。

このような背景から本マニュアル(案)においても、たとえわが国に自然分布する種であっても外国産の種子の場合は使用しないこととしている。

兵庫県の生物多様性に悪影響を及ぼす外来生物リスト(ブラックリスト2010:2022改訂版)
(維管束植物)【緑化利用により影響の拡大が懸念されるもの】を抜粋

No ※1	科名	種名	ランク ※2	定着 ※3	国指定 の状況※4
19	タデ科	イタドリ(県外産・国外産)	警戒種		
20	マメ科	イタチハギ	警戒種	○	被害
21	マメ科	コマツナギ(県外産・国外産)	警戒種	○	
22	マメ科	マルバハギ(県外産・国外産)	警戒種		
23	マメ科	カラメドハギ(県外産・国外産)	警戒種		
24	モクセイ科	トウネズミモチ	警戒種	○	被害
25	カバノキ科	ヤマハンノキ(県外産・国外産)	警戒種		
26	カバノキ科	ヒメヤシャブシ(県外産・国外産)	警戒種		
27	カバノキ科	オオバヤシャブシ(県外産・国外産)	警戒種	○	
28	トウダイグサ科	ナンキンハゼ	警戒種	○	被害
29	フジウツギ科	フサフジウツギ(ニシキフジウツギ)	警戒種	○	被害
30	キク科	ヨモギ(県外産・国外産)	警戒種		
31	キク科	オオハンゴウソウ	警戒種		特定
32	イネ科	カモガヤ	警戒種	○	被害
33	イネ科	チガヤ(県外産・国外産)	警戒種		
34	イネ科	ネズミムギ	警戒種	○	被害
35	イネ科	ススキ(県外産・国外産)	警戒種		
36	スイレン科	セイヨウスイレン(スイレン園芸品種含む)	注意種	○	
37	メギ科	ヒイラギナンテン	注意種	○	被害
38	アオイ科	ケナフ	注意種		
39	バラ科	ピラカンサ類(タチバナモドキ、トキワサンザシなど)	注意種	○	被害
40	マメ科	ハリエニシダ	注意種		
41	ニガキ科	ニワウルシ	注意種	○	被害
42	モクセイ科	セイヨウイボタ(ヨウシュイボタ)	注意種	○	
43	クルミ科	シナサワグルミ	注意種	○	
44	マメ科	メドハギ(県外産・国外産)	警戒種		
45	マメ科	ヤマハギ(県外産・国外産)	警戒種	○	

※出典:兵庫県ホームページ(ひょうごの環境)を加工して作成

※1: Noはリスト記載のナンバー

※2: 警戒種-生物多様性への影響が大きい、または今後影響が大きくなることが予測される種
注意種-生物多様性への影響がある種

※3: 定着-外来生物が新しい生息生育地で継続的に生存可能な子孫を作ることに成功している状態

※4: 特定-特定外来生物 被害-生態系被害防止外来種リスト

7.病害虫被害における留意事項

7-1 マツ枯れ

■アカマツ枯損木の処理

参考)アカマツ枯損木の処理方法

枯損木の処理については、様々な方法が検討されている(岸, 1988)。

○有効利用

パルプ、ボード材、建築用材、製炭、ノコズオガクズ化、食用菌栽培などへの有効利用がおこなわれている。

○焼却

マツノマダラカミキリ防除法のうち、最初に実施されたものが枯損木の伐倒・焼却である。防除法として効果的であるとともに、枯損木自体の処理も兼ねているため優れているが、多大の労力を必要とするためコストが意外に高いなどの欠点がある。また「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の改正・施行(平成4年7月4日施行)により、いわゆる「野焼き」が全面禁止になったため、焼却炉や焼却施設での処理が必要となるが、その処理能力により焼却可能な量が限定されてくる点にも留意する必要がある。

○土中への埋込

枯損木を玉切りし、土中へ埋め込む方法で、マツノマダラカミキリの羽化脱出が無くなるため防除法としては優れているが、焼却以上に労力を必要とする作業である。

その他、水浸、ビニール被覆、殺線虫剤の注入などが試されている。

7-2 ナラ枯れ

1. 六甲山系におけるナラ枯れの現状

六甲山系では、平成23年度に坊主山でナラ枯れが確認され、渦が森地区や北畑地区で局所的にナラ枯れが広がっていた。

その後、平成26年度から西宮市でナラ枯れが確認され、以降、六甲山系の東側から分布が西へと広がっていった。

「令和4年度六甲山系ナラ枯れ調査業務」によると、令和4年度では各市区で減少し、特に神戸市灘区、兵庫区、長田区、須磨区などの中央部～西部で大幅に減少した。

今後、数年で六甲山系はナラ枯れが収束すると考えられる。

2. 樹林整備における対応と留意点

ナラ枯れはブナ科の大径木で被害が多いと言われていたが、近年胸高直径10cm未満の若い個体でもカシノナガキクイムシ(以下、カシナガと略記)による食害が確認されている。さらに、ナラ枯れが収束した数年後に再度ナラ枯れが発生する状況も確認されていることから、六甲山系でも近い将来にナラ枯れが再発する可能性が考えられる。

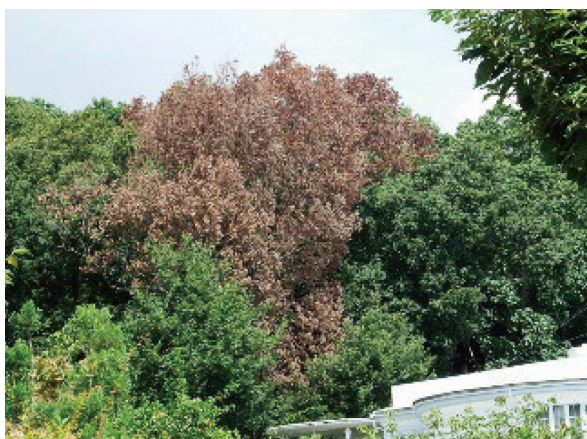
このため、樹林整備を実施する際は、ブナ科の樹木の植栽割合を多くせず、ブナ科以外の樹種と同じ植栽割合とすることが望ましい。

ナラ枯れとは？

「ナラ類やシイ・カシ類」※が、
紅葉時期ではない夏～秋に集団で枯れる現象

※ブナ・イヌブナを除くブナ科樹木

ナラ枯れ被害の様子



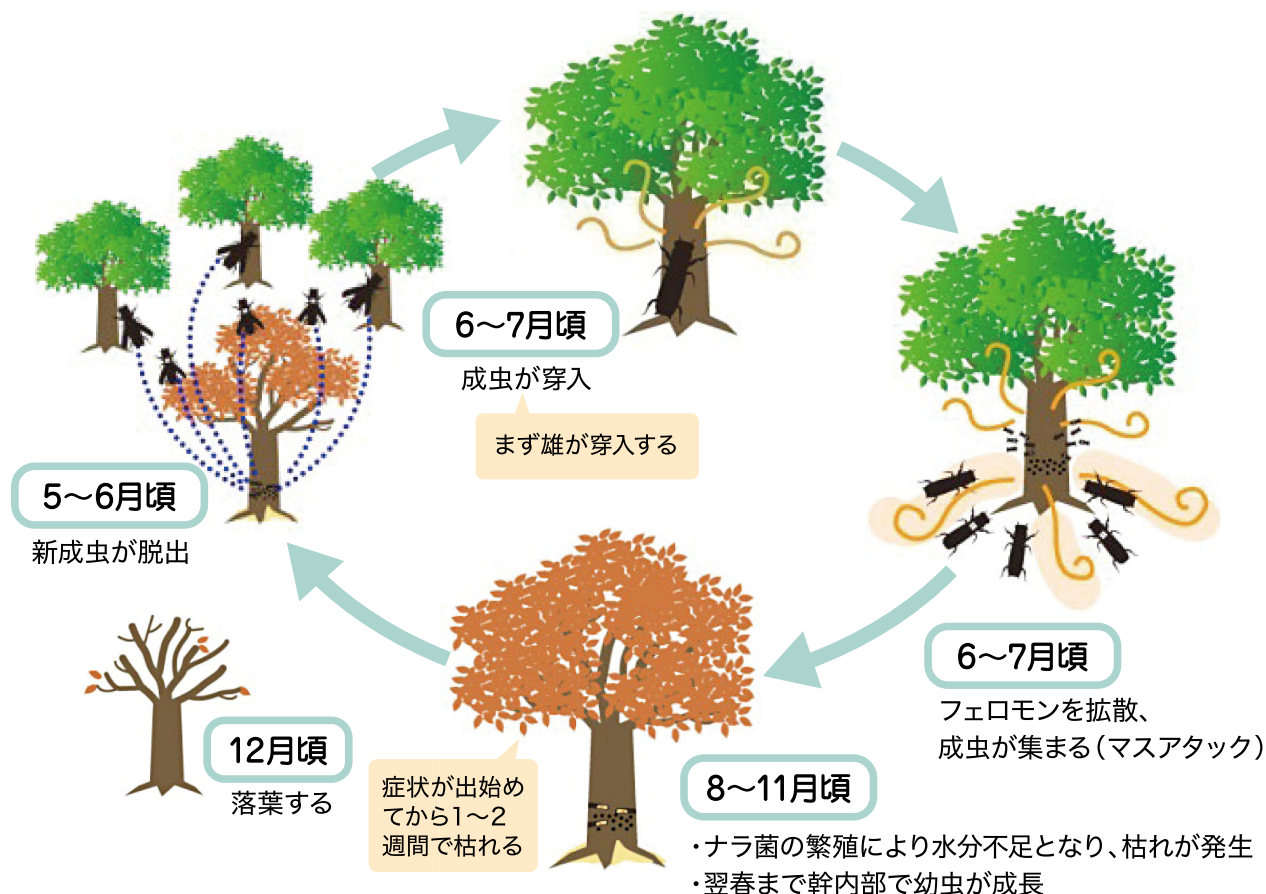
(令和4年度六甲山系ナラ枯れ調査業務より作成)

枯死するメカニズム

■カシナガとナラ枯れ発生のサイクル

カシナガが穿入して繁殖する夏季は、樹木が盛んに水を蒸散する時期です。カシナガが穿入したナラ類は、ナラ菌の繁殖によって幹の水分上昇が妨げられ、水不足となって、枯死します。

カシナガの生活史とナラ類の枯死



■ナラ枯れ発生の要因

カシナガの多量穿入

カシナガが運び込む「ナラ菌」の作用で、水分上昇が妨げられ枯死
つまり、ナラ枯れ=「カシナガが運ぶ病原菌による、樹木の伝染病」

※カシナガのメスは、菌の胞子を貯蔵する器官(菌のう)をもち、
餌となる菌(酵母類)とともに「ナラ菌」を運び込みます。



(令和4年度六甲山系ナラ枯れ調査業務より作成)

ナラ枯れ対策の事例

①伐倒・燻蒸

被害木を伐倒、玉切り、はい積みし、全体をシートで被覆密閉して、殺虫剤で燻蒸処理して材内のカシナガを殺虫する。切株も同様にシートで被覆密閉して殺虫剤で燻蒸処理し、材内のカシナガを殺虫する。



切株の燻蒸事例
ビニール被覆の端は土で覆っている



はい積みの燻蒸事例
ビニール被覆の端は土で覆っている

②粘着シート内向き設置

カシナガ脱出期前に、被害木に粘着シートを内向きに設置し、脱出したカシナガを捕獲することで、個体数の抑制を図る。



下→上に向かって巻き、シートを上から重ねる



根元はシートや土で覆う

③殺菌剤樹幹注入

殺菌剤を枯れのないナラ類に樹幹注入し、カシナガの繁殖およびナラ枯れによる枯死を抑制する予防措置。



④ペットボトルトラップ

カシナガが穿入加害したナラ類に取り付けることで、カシナガを捕獲するものである。



トラップの糸に別のヒモをかけて木に固定する

捕獲器もヒモなどで木に固定する

エタノールを入れる

(令和4年度六甲山系ナラ枯れ調査業務より作成)

7-3 コウモリガによる樹木被害

1. コウモリガによる樹木被害の現状

コウモリガは、果樹等の害虫として知られており、GB整備事業においても樹林整備後のモニタリング調査において時々確認されていた。

植栽後のモニタリング調査では、コウモリガによる樹木被害は10%未満であり、主要な生長阻害要因とは考えられていなかった。

しかし、試験施工によって植栽したコナラやアバマキが、コウモリガによる食害で生存個体が半数以下に減少する状況を確認した。さらに、樹林整備後のササ刈り等の撫育作業終了後3年目(植栽後8年目)のコードラートにおいて、植栽木が2~3本が枯死している状況を確認した。



コウモリガの成虫の脱出痕



キマダラコウモリ(コウモリガの一種)

採取地 : 秋田県秋田市下新庄中野

標本所蔵 : 秋田県立大学生物資源科学部
森林科学研究室

2. コウモリガによる樹木被害の発生原因

一般的に、コウモリガはネザサなどの高茎草本を伝って樹木の内部に侵入すると言われており、ネザサなどの高茎草本がほとんど生育していない環境では樹木被害が少ないと言われている。

撫育作業が終了し、ネザサが回復するとともに、コウモリガが樹木内に侵入しやすい環境が成立し、結果として樹木被害が発生すると考えられる。

3. コウモリガによる樹木被害を受けた植栽木の生育状況

コウモリガによって食害された樹木は、根元で確認される成虫の脱出痕の周辺で幹折れする状況が確認されている。

また、樹木被害を受けた植栽木は生長速度が遅くなる傾向が確認されている。

4. コウモリガによる樹木被害の対策

コウモリガによる樹木被害の対策として、下刈りがあげられる。下刈りによってコウモリガが樹木に侵入するルートを遮断することで被害を軽減することが可能となる。

しかし、樹林整備後5年間実施する撫育作業終了後も下刈りを継続することは費用の面から非常に難しい。

このため、植栽木の活着率を高く維持することで早期樹冠閉鎖を目指し、植栽木で林床を被圧することによりササ類が繁茂する状況を抑制することでコウモリガによる被害を減らすことが可能と考えられる。

7-4 外来カミキリムシによる樹木被害

クビアカツヤカミキリ(特定外来生物)およびツヤハダゴマダラカミキリは、近年新たに神戸市内で確認された侵入初期の外来昆虫である。これらは幼虫が樹木を食い荒らし、被害が進むと多くの樹木が枯死する可能性がある。また、7月から8月にかけて成虫が多く発生し、一般市民が目撃する機会が増えている。

■クビアカツヤカミキリ

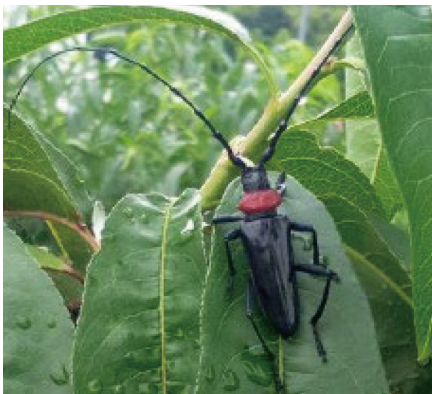
中国やモンゴル、朝鮮半島、ベトナム等が原産地で、2018年1月に特定外来生物に指定された。名前のおり首(胸部)が赤色、他は光沢のある黒色の体の特徴である。

成虫は5月末～8月頃に出現し、メスは1匹あたり生涯で最大1000個産卵する。幼虫期の2年間で樹木の中で過ごした後、蛹化する。

成虫はサクラ、ウメ、モモ等のバラ科樹木の樹皮の割れ目に産卵し、孵化した幼虫はこれらの樹木の内部を食害しながら成長するが、この時にかりんとう状のフラス(糞と木くずの混合物)を大量に排出する。食害が進むと樹木を枯死させるため、桜並木等への被害が懸念されている。

幼虫は樹木内で越冬するため、冬期に被害木の伐採・焼却等処分することが最も有効な対策である。サクラ等は日本人にとって馴染み深い樹木であり、心理面や景観等の問題から伐採することが困難なことがあり、その場合は、農薬を樹幹に注入して幼虫を駆除する方法が取られる。

2012年に愛知県で確認されて以降、埼玉県、群馬県、東京都、大阪府、徳島県、栃木県、奈良県、三重県、茨城県、和歌山県、神奈川県、兵庫県(明石市、芦屋市、神戸市)の13都府県で確認されている。神戸市では、2022年7月に初めて北区鈴蘭台地区で成虫を、2022年11月には幼虫(フラス)が確認された。また、2023年4月には西区岩岡町で幼虫(フラス)が確認された。フラスを確認した被害木については、農薬の樹幹注入、フラスの出ている穴への農薬注入、ネット巻等の対策が実施されている。



クビアカツヤカミキリ成虫



幼虫の出すフラス(明石市内)

※出典：神戸市ホームページ(記者発表2023年6月29日_神戸市の外来カミキリムシ対策について)を加工して作成

■ツヤハダゴマダラカミキリ

中国、朝鮮半島が原産地で、日本固有のゴマダラカミキリと形態が酷似している。成虫は6月～9月に発生し、神戸市内では7月上旬頃が出現のピークと推定されている。メス1匹あたり生涯で40～60個産卵する。

カエデ属、トチノキ属、ニレ属等幅広い樹木を食樹するが、神戸市内ではアキニレを好んで食害している。なお、人体への被害は報告されていない。

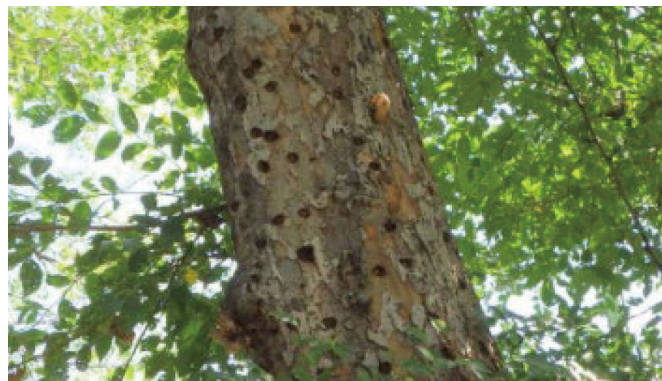
2002年に横浜市で確認され2004年までに駆除されたが、その後2021年以降に宮城県、福島県、茨城県、埼玉県、千葉県、長野県、富山県、愛知県、兵庫県（神戸市）、山口県の10県で確認されている。神戸市では、2021年7月に六甲アイランドで成虫の発生や被害状況が確認されており、現時点では六甲アイランドに限定的に分布していると考えられている。

幼虫は樹木の中で越冬するため、冬期に樹木を伐採し、焼却等処分することが最も有効な対策である。

現在、環境省がツヤハダゴマダラカミキリの特定外来生物の新規指定に向けたパブリックコメントを実施しており、2023年9月1日から特定外来生物に追加された。


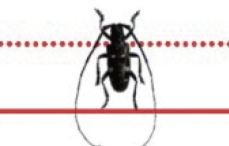



ツヤハダゴマダラカミキリ成虫



被害を受けた樹木(六甲アイランド内)

日本固有のゴマダラカミキリとの見分け方

ツヤハダゴマダラカミキリ		ゴマダラカミキリ
	ない	棘(とげ)がある頭の 下部分に白い模様がある
	ない	翅(はね)の付け根 部分に白い模様がある
	ツルツル	はねの付け根部分が ザラザラ

※出典：神戸市ホームページ(記者発表2023年6月29日_神戸市の外来カミキリムシ対策について)を加工して作成

8.常緑樹林を目標群落にする場合の植栽候補種

コジイ-カナメモチ群集やアラカシ群落等の常緑樹林を目標群落とする場合は以下に示す表から植栽木を選定することとする。

植栽候補樹種 一覧表

区分	種名	コジイ- カナメモチ群集	ウラジログシ- サカキ群集	アラカシ群落	ウバメガシ群落
常緑 広葉樹	アカガシ		●	●	
	アラカシ	●	○	●	●
	ウバメガシ				●
	ウラジログシ		●		
	カゴノキ	●	●		●
	クスノキ			●	
	クロガネモチ	●		●	
	クロバイ	●			
	コジイ	●			
	シラカシ	○	●		
	スダジイ	●			
	ツクバネガシ	○	●		
	ナナミノキ	●		●	
	ヒメユズリハ			●	●
	モチノキ	●		○	●
ヤマモモ			●	●	
針葉樹	ツガ		○		
	モミ		○		

植栽優占度 1:● 各群落・群集の主な構成種
2:○ その他の構成種

参考文献 中西 哲・服部 保・武田義明(1982)神戸の植生、76pp. 神戸市環境局
宮脇 昭(編)(1984)日本植生誌 近畿、596pp. 至文堂
宮脇 昭(編)(1994)改訂新版日本植生便覧、910pp. 至文堂

9.用語集

アぎょう

A₀層 (えーぜろそう)

土壌断面の最上層で、地表に集積した有機物層の総称。土壌の有機質母材となるものでL層・F層・H層に分けられる。

L層 (えるそう)

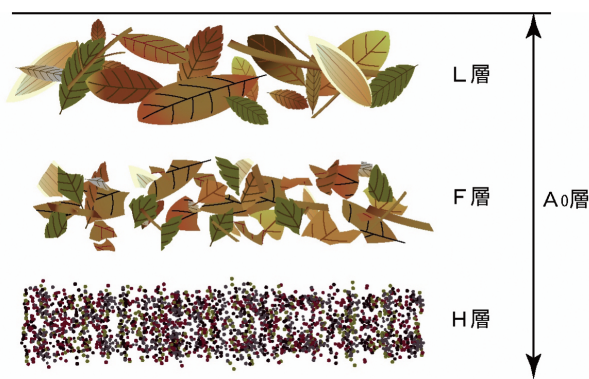
落葉や枝が原形を保っている層。落葉層。

F層 (えふそう)

原型は失われているが、葉や枝の組織が目で確認できる層。腐葉層。

H層 (えいちそう)

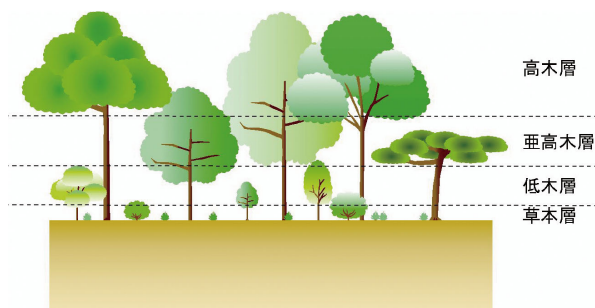
原形が完全に失われた有機物の層。



カぎょう

階層構造 (かいそうこうぞう)

植物群落における垂直的構造。一般的に高木層・亜高木層・低木層・草本層などに区分される。

**皆伐** (かいばつ)

樹林の全部または、大部分を一時に伐採する伐採法。土壌の流出や、土砂災害の危険性が高い。

ガリー

細溝(降水の一部が地表面のわずかな窪み集中して流れることにより生じる浅い溝)がさらに発達したものをいう。降水は細溝の中を集中的に流れ、溝の深さを増すと併に谷頭侵食によりその長さを増し、急傾斜の側壁をもつガリーが形成される。ガリーの底は地下水面まで到達せず降水時のみ流水をみる。

胸高断面積合計(きょうこうだんめんせきごうけい)

任意面積あたりの樹高1.3m以上の樹木の胸高断面積の合計。樹林の生育状態を示す指標のひとつとして用いられる。

胸高直径 (きょうこうちよっけい)

概ね地面から1.2mの位置の樹木の直径。斜面地では、斜面上側から測定した値を採用する。

極相林 (きよくそうりん)

遷移が進行して、その地域の自然環境と平衡状態に到達した最終段階の群落のことで、クライマックス・コミュニティともいう。

群集 (ぐんしゅう)

植物社会学的な植物群落分類の単位。一定の外圍条件と一定の種類組成とを有し、一定の相観を呈する植物の集団。

群落 (ぐんらく)

一定の土地に生育している植物の集団。構成する植物の相観の均一性や種類・組成の共通性に基づいたもので、優占種等の代表種により分類される。

溪畔林 (けいはんりん)

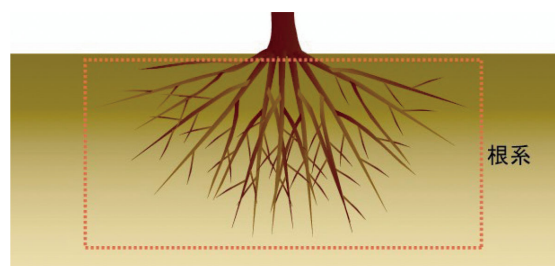
溪流沿いなど水域に隣接して発達する樹林。ハンノキ林やヤナギ林など。

広葉樹 (こうようじゆ)

広い葉をもつ樹木。被子植物のなかの双子葉類の樹木がこれにあたる。常緑性と落葉性にわけられる。

根系 (こんけい)

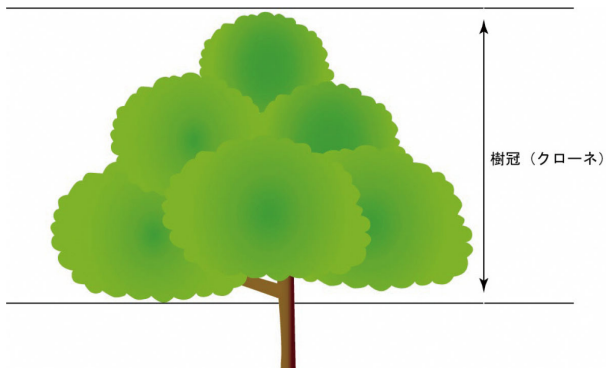
植物の根または地下部分全体が分枝しながら土壌中に分布している状態は、形態的にも機能的にも一つの系として取り扱うことができる。これを根系という。植物の根系は種によって特有な形態をとると同時に、環境により著しい変化を示す。



サぎょう

樹冠 (じゅかん)

樹木の上にある枝の集まり若しくは枝葉の広がり。ふつう最も下の大枝から上をいう。クローネ。

**常緑広葉樹林** (じょうりよくこうようじゅりん)

四季を通じて、緑の葉をつける広葉樹により構成される樹林。シイ、カシ林などがある。

植生 (しょくせい)

ある地域に生育している植物の集団をまとめて表現するとき用いる。高山植生、海岸植生などのように用いる。

植生基盤 (しょくせいきばん)

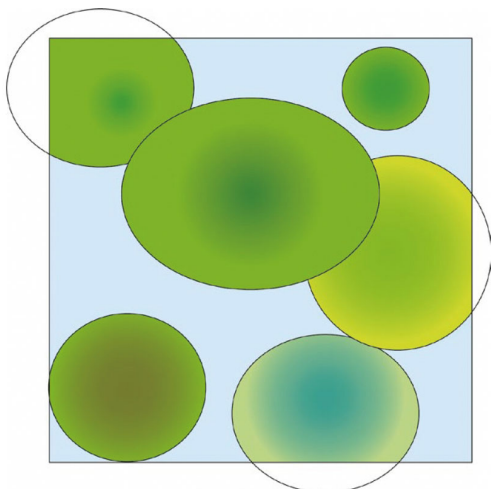
植物の生育を支える根系の生活空間である土壌あるいは土層。

植生区分 (しょくせいくぶん)

優占する樹種等により植生を区分し、群落・群集に分ける。

植被率 (しょくひりつ)

単位面積(調査面積)あたりの、植生被覆割合。



$$\text{植被率 (\%)} = \frac{\text{植生被覆部 (緑)}}{\text{調査面積 (□範囲)}} \times 100$$

遷移 (せんい)

時間の経過に伴って生物共同体(生物群集)の姿がしだいに変化し、これに伴って植物群落を構成する種が交代しながら次々と推移する過程をいう。

草本 (そうほん)

茎が木質化された地上茎を持たない植物。いわゆる草をいう。木本の対語。

粗朶 (そだ)

伐採した樹木の枝。またはそれを束ねたもの。

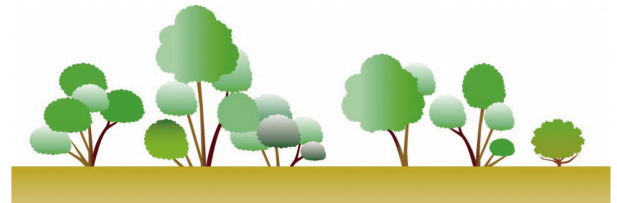
タぎょう

つる植物 (つるしょくぶつ)

茎の部分が細く、支持力が弱いので、他の物体に依存して伸長する植物。林縁や河川敷などに多い。茎が巻いていく植物、巻きひげやかぎを持つ植物、寄りかかる植物など様々なタイプがある。

低木林 (ていぼくりん)

高木の樹木を欠き、一般に高さが3~4m以下の樹木により構成される樹林。低木は幹の成長が途中で停止し、多くの場合、株の脇から枝をだす。かつては灌木林とも呼ばれた。



ナぎょう

苗木 (なえぎ)

樹木の苗。移植するために育てる若い木。

二次林 (にじりん)

伐採など何らかの人為による傷害により生じた群落(群集)。原生の一次林の大部分が人為によって取り除かれた後に生じる群落に対して主として用いられる。

ハぎょう

表土 (ひょうど)

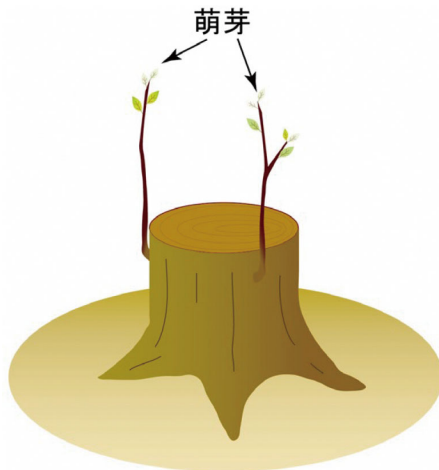
土壌の表層あるいは表層に近い部分で形成される有機物の集積層。

複層林冠 (ふくそうりんかん)

階層構造の発達した樹林で、複数の階層に林冠が発達した状態。

萌芽 (ぼうが)

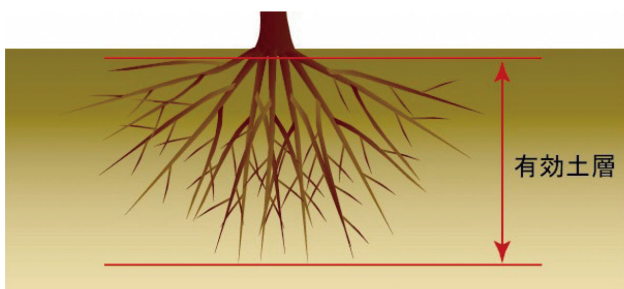
芽のでること、また、その芽。樹木の場合は剪定や伐採をした枝、幹、根株から新たな芽が発生する現象をさす。

**萌芽再生 (ぼうがさいせい)**

切り株から萌芽を出し、萌芽により樹林を再生させること。

ヤぎよう**有効土層 (ゆうこうどそう)**

植物の吸収根が分布することのできる範囲の土層。

**陽樹林 (ようじゅりん)**

陽樹(陽光の下で発芽し早い生育を示し、土地の乾燥に対する適応力の大きな樹種)が優占する樹林。

ラぎよう**落葉広葉樹林 (らくようこうようじゅりん)**

秋季には落葉する葉をつける広葉樹により構成される樹林。コナラ林などがある。

林床 (りんしょう)

森林内の地表面をいう。

林相 (りんそう)

森林の低木層、亜高木層、高木層を構成する樹木の組み合わせや密度などの様子。または、森林を構成する樹種、林齢、樹高や疎密度によって示される森林の全体像。

六甲山系グリーンベルト整備事業 樹林整備マニュアル(案)

2000年 3月 初版発行

2009年 3月 第1回改訂版発行

2023年 10月 第2回改訂版発行

編集・発行

国土交通省 六甲砂防事務所

〒658-0052

神戸市東灘区住吉東町3丁目13-15

TEL:078-851-0535

<https://www.kkr.mlit.go.jp/rokko/>

