

## 5.2. 風倒被害木搬出方法の考え方

当地域において、風倒被害木を搬出する場合に考えられる方法について、地質・地形等の自然的条件や保全対象との位置関係などの社会的条件を踏まえ整理した。併せて安全性確保の観点から最新の高性能林業機械も選択肢に加えた。なお、風倒被害木の搬出に当たっては、地質・地形、保全対象との位置、様々なリスク要因からの危険度によりその手段は異なることから、条件・状況に応じて選択して実施する必要がある。

### 5.2.1. 集材方法及び搬出方法として考えられる方法

#### (1) ヘリコプター集材

搬出効率は高く、地山も傷めない方法であるが高コストであり、搬出前の事前準備作業に相当の時間を要する。当地域は保全対象と風倒木被害地が近接する上、観光客等の入込み者が多いことから、安全対策として飛来落下物防止に十分な配慮が必要である(表紙写真参照)。

#### (2) モノレール集材

写真 5.1 に示すとおり、モノレールは傾斜 45° 程度までの急傾斜を登る力があり、大きく地山を傷めない利点があるが、運行速度は 5km/h 程度であり工期が低くなる。また、軌道敷の回転半径が 10m 以上であるため、地山に馴染ませた経路を選択する必要がある。搬器荷台の積載能力は、軌道数によって決まる(1 条で 500kg、2 条で 2t、3 条で 4t)が、敷設コストが大きく異なる。また、集材方向の変更は軌道の付替えとなり、架線集材以上に手間を要する。これらの特性を考慮すると、極力治山施設の施工と併用する等、利用効率を高める工夫をすることが必要である。



写真 5.1 モノレール

#### (3) 架線集材

当地域における過去の森林施業痕跡をみると、元柱と先柱間の延長 800~1,200m 程度の架線を活用していたことが確認できた。現在ではその技術を適用することは難しく、延長 200~300m での先柱方向移動による放射状集材や、モノレールとの併用で効率的な作業を期待できる。

#### (4) クレーン集材

府道に近接する立地では、搬出区域や数量に制約はあるものの、効率的な作業が期待できる。上荷作業が安全作業の上で望ましいが、集材方向を地山斜面に対し斜め方向にする等により、下荷作業にも対応することが可能である。

#### (5) 最新の高性能林業機械等

効率性や安全性の観点から、傾斜不整地面を移動可能な機械(ロッククライミングマシンやメンチムック等、写真 5.2 参照)と、ハーベスタヘッドによる伐木造材作業が考えられるが、現状では国内での実績が少なく、継続的に情報を収集し利活用への可能性を検討する必要がある。



写真 5.2 最新の高性能林業機械

## (6) 路網整備

路網を整備し、車両系の作業システムを活用して集材する方法であり、最も一般的な方法である。しかしながら、前述のとおり当地域は地形的に急傾斜、地質的に脆弱な立地であり、谷部の府道に接続して斜面上部へアクセスする線形は回避すべきである。

一方、貴船川右岸側の尾根付近の官民界に位置する旧作業道(地元では「ニノ瀬ユリ」と呼ばれ以下「ニノ瀬尾根道」という)は、地質・地形的に比較的安定した立地であり、その拡幅改良による利活用が可能となれば、周辺森林整備の効率が大幅に向上するため、その検討が重要である。しかし、現状では一般道からニノ瀬尾根道へのアクセスに課題がある(写真 5.3 参照)。そのためその利用については中期的な課題と位置づけ、民有林所有者や関係機関と連携しながら、情勢等の変化に応じて尾根道の利用の検討を行う必要がある。



民有林内でヘアピンカーブが 2 か所あり、拡幅に検討が必要



集落内の狭幅員部

写真 5.3 ニノ瀬尾根道の現状と課題

## (7) 付帯施設等

へり集材等により、まとまった量の集材を行う場合は、国有林内において土場が確保できないことから、民有地において確保する必要がある。

## 5.3. 風倒木を林内で処理する方法等

下流部に保全対象がないリスク因子が極めて少ない箇所、風倒被害木の搬出が困難な箇所等においては、風倒被害木を有効利用しつつ処理する手法として、風倒木を玉切りし、丸太筋工(丸太を組み合わせ 銚かすがいにより丸太間を連結し、背面に現地土砂を詰めた構造物)等に利用するとともに、等高線状に並べ杭等により固定する方法が良いと考えられる。

しかし、この手法が使えるのは、比較的若い林齢のものに限られる。当地域には林齢が 60~70 年生の風倒被害木が多く、胸高直径が 30cm、樹高が 25m 程度程度と長大であることから、人力による林内作業は非常に困難である。このように林齢が高いものについては、現地で風倒被害木を加工し、小運搬に機械動力を活用することも検討する必要がある。なお、丸太筋工を行う場合は、斜面の水平方向に階段を設け、雨水分散を図ることが必要である。



写真 5.4 風倒木の林内処理イメージ

#### 5.4. 森林再生に向けた林地保全のための措置

今回、特に倒伏の風倒被害があった箇所については、地表面がかく乱されており、今後の多量の降雨により崩れるおそれがある。また、倒伏以外の幹曲がり、折損の箇所についても、根の腐朽により根系の支持力が低下してくることから、早期対策を行う必要がある。

このため、風倒木処理後は、速やかに広葉樹植栽により植生の回復を行うことを基本とし、林地の状況等により天然力を活用した植生回復を行う。また、必要に応じて、スギ、ヒノキの植栽も検討する(詳細は「6 被災地での森林再生(広葉樹林化等)に向けた施業のあり方」による)。

また、地質・地質、傾斜や保全対象との位置関係等に応じ、効果的に治山対策を実施する。具体の治山対策について、別冊「貴船山国有林及び鞍馬山国有林治山全体計画」<sup>19</sup>で取りまとめており、概要を別添 2「貴船山国有林及び鞍馬山国有林治山全体計画の概要」として掲載している。

#### 5.5. 属地的な森林再生の方向性を整理した箇所別の計画

風倒被害地において、「被害状況」、「土層や地質・地形」、「保全対象との位置関係」について属地的に整理し、必要な対策を示すとともに、優先順位付けを行った。詳細は別添 3「森林再生箇所別計画表」のとおり。なお、優先度の高い 4 箇所については、図 5.5 及び図 5.6 に示す位置において実施する予定である。

19 別冊「貴船山国有林及び鞍馬山国有林治山全体計画」は大部で作成部数も少ないため、局治山課で保管している。

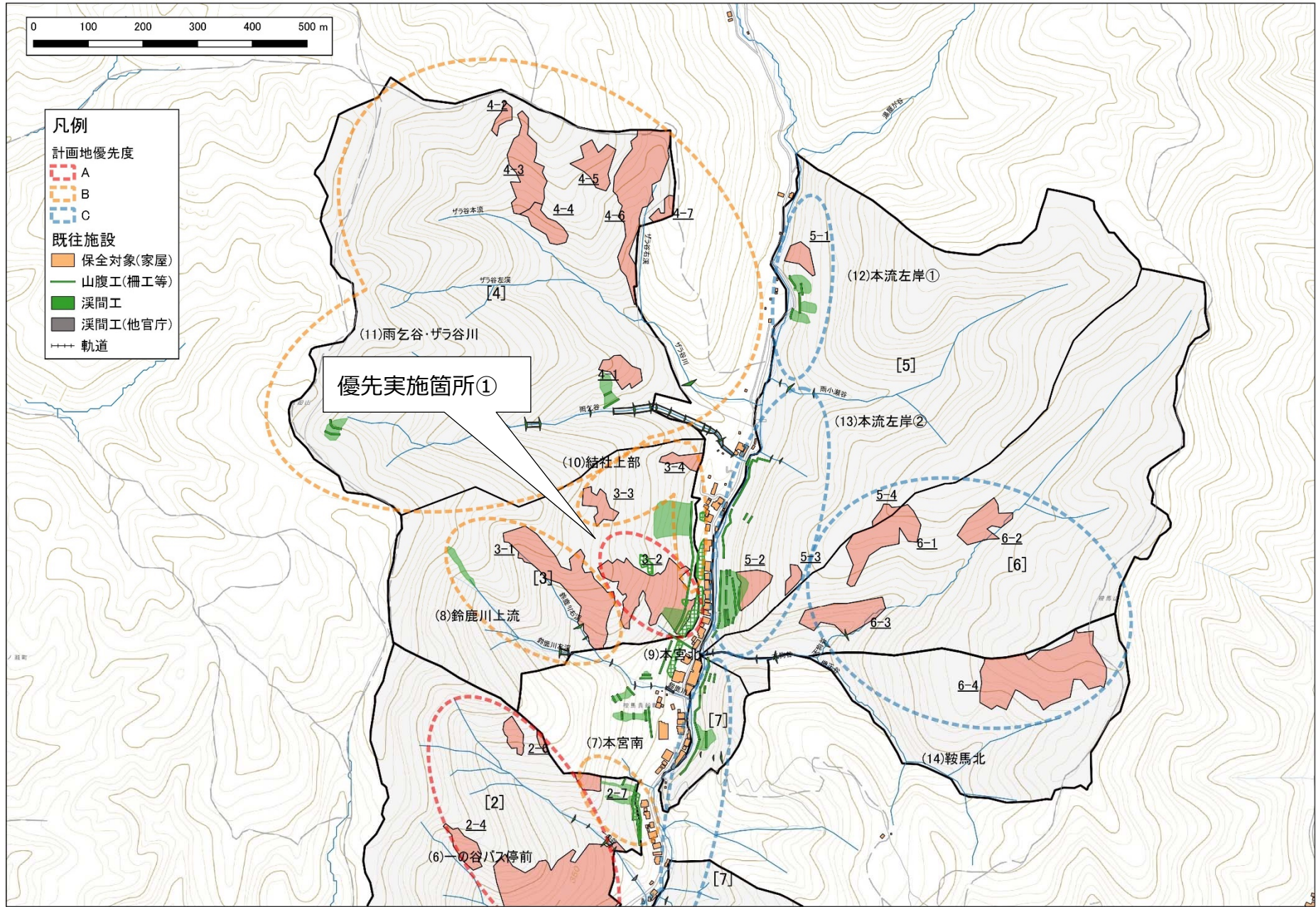


図 5.5 優先実施箇所

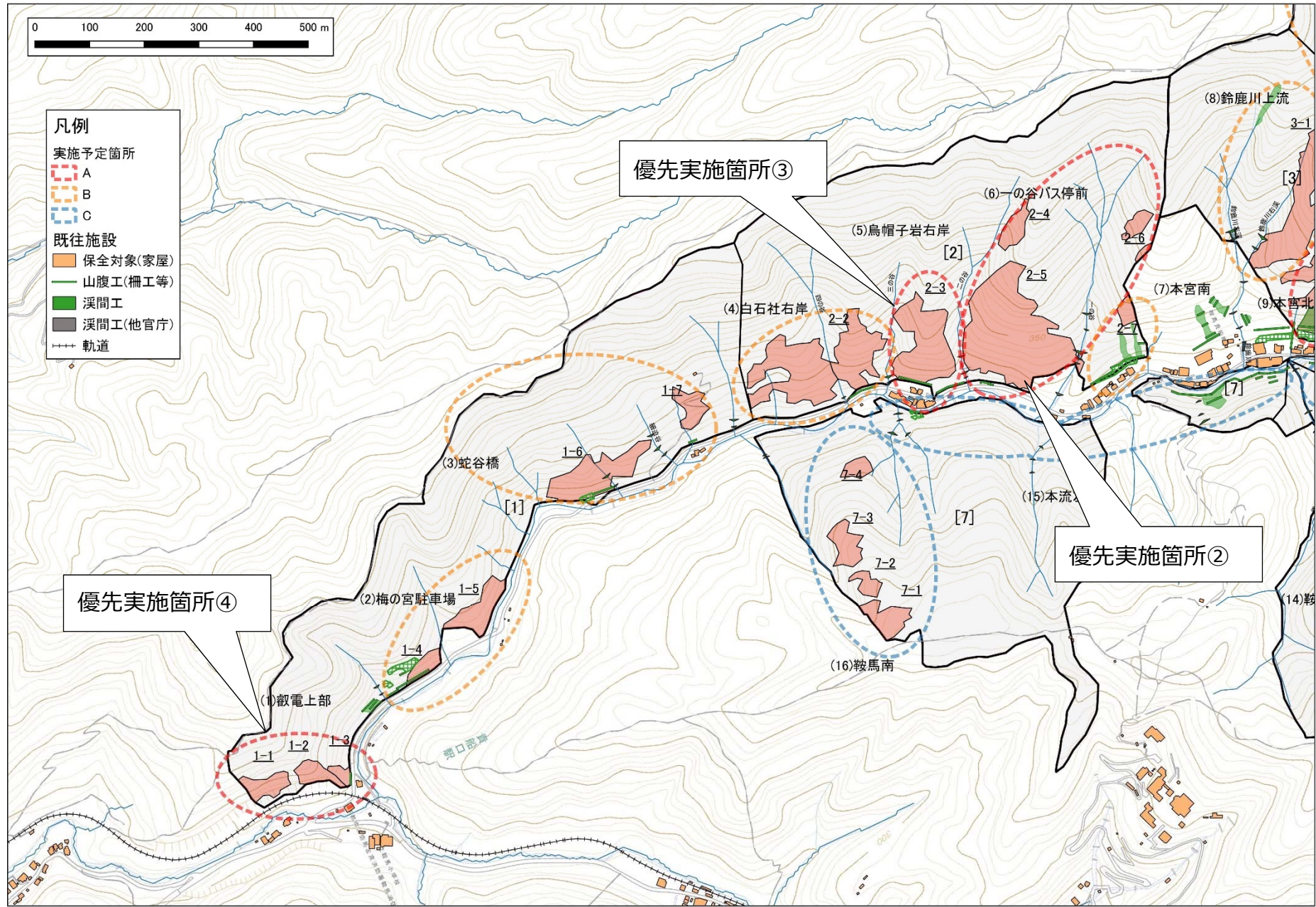


図 5.6 優先実施箇所

### 5.5.1. 優先実施箇所①

風倒木地等からの崩壊・落石が家屋等の重要保全対象へ直接被害を及ぼす可能性があるため、治山施設を配置する。高強度ネット工による崩壊対策に加えて、上部からの落石防止対策として落石防護柵工を設置する(図 5.7 参照)。

なお、この他、高強度ネット工の北側及び上部については、植栽工により森林の再生を行う。風倒木については、ヘリコプターにより搬出済。

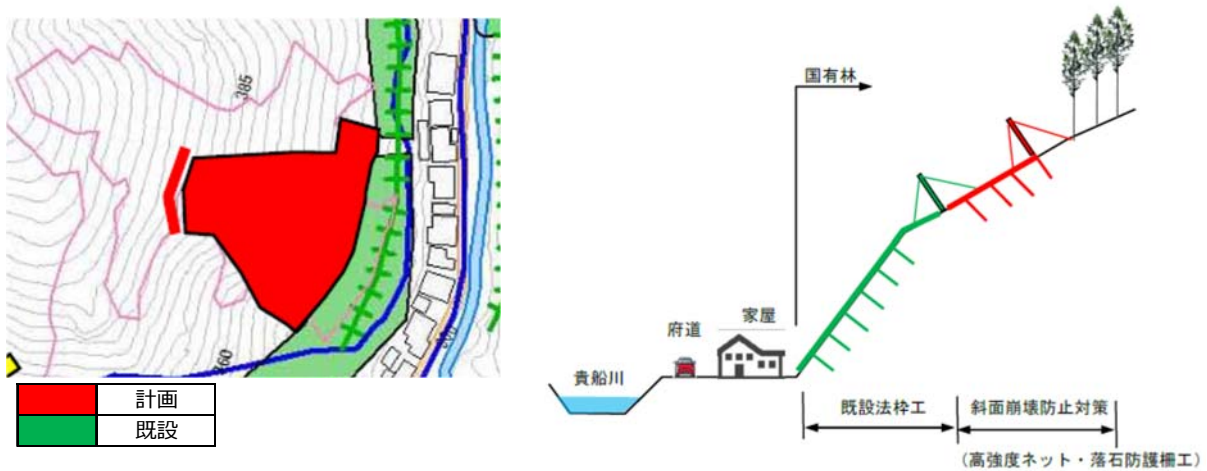


図 5.7 優先実施箇所①イメージ

### 5.5.2. 優先実施箇所②

風倒木処理後は、図 5.8 に示すとおり防鹿柵の設置、林地の状況に応じ簡易な筋工などを行い、表土の流出及び傾斜の安定を図り、広葉樹等の植栽により森林の再生を行う。なお、落石の発生が懸念されるとともに、落石が府道等へ直接被害を及ぼさないよう、落石防護柵を事前に設置。また、今後、状況に応じて山脚部に山腹工（土留工あるいは柵工）などを設置する。

風倒木については、ヘリコプター及びクレーンにより搬出済。

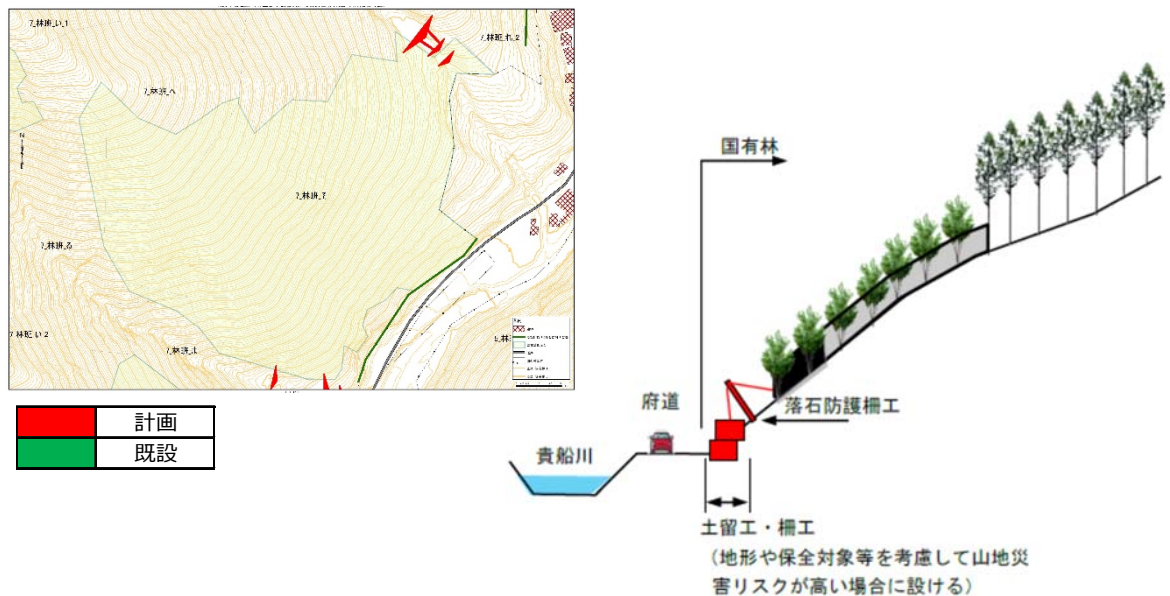


図 5.8 優先実施箇所②イメージ

### 5.5.3. 優先実施箇所③

モノレール又はヘリコプターにより風倒木処理を行う。風倒木地等からの崩壊・落石が家屋等の重要保全対象へ直接被害を及ぼす可能性があるため、治山施設を配置する。高強度ネット工による崩壊対策に加えて、上部からの崩壊・落石対策として崩壊土砂防護柵工を設置する(図 5.9 参照)。

なお、この他、高強度ネット工の上部については、伏工、筋工、植栽工等を施工する。北側斜面については、植栽工の実施と斜面下流には流木抑止対策のための流木止工(図 5.9 計-9 位置)を設置する。



図 5.9 優先実施箇所③イメージ

### 5.5.4. 優先実施箇所④

モノレール又はヘリコプターにより風倒木処理を行う。風倒木地等からの崩壊・落石が鉄道等の重要保全対象へ直接被害を及ぼす可能性があるため、治山施設を配置する。高強度ネット工による崩壊対策に加えて、上部からの落石防止対策として落石防護柵工を設置する(図 5.10 参照)。

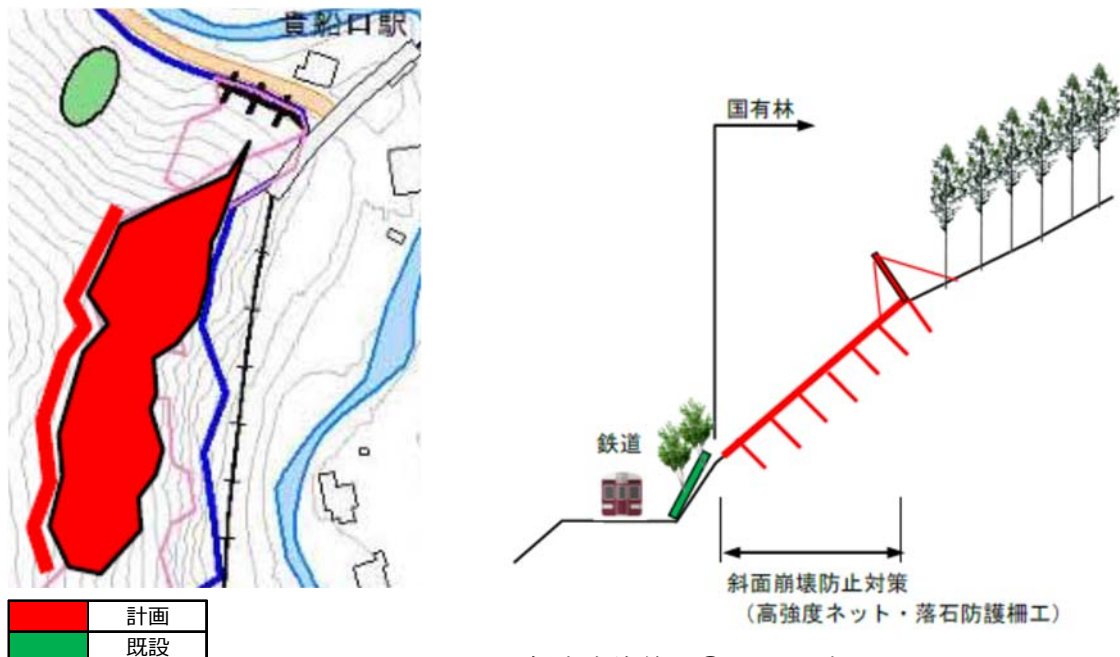


図 5.10 優先実施箇所④イメージ

## 6. 被害地での森林再生(広葉樹林化等)に向けた施業のあり方

### 6.1. 地域特性を踏まえた指標とする森林

#### 6.1.1. 基本方針

人工林の風倒被害地や森林のギャップが生じた箇所等において、植栽による針広混交林化・広葉樹林化を行うに当たり、この地域の自然植生や地質・地形等の自然条件に合わせて実施する必要があることから、当地域の人工林以外の森林や過去の文献等を参考するとともに、地上レーザー計測での現地調査結果に基づき、その方向性の検討を行った。

当地域の人工林以外の周辺の林況は、第3回基礎調査植生調査報告書(S58、環境庁)によると、その大半はアカマツ群落でその他はコナラ群落等となっている。しかし、現地の植生調査では、人工林周辺の大半を占めるアカマツ群落であったであろう箇所でのアカマツは松食い虫等によってほぼ消失し、アカマツ群落のアカマツが枯れた後の林相であった。

また、この地域の特異な地質・地形の影響により中腹斜面でも水湿を好むトチノキやカゴノキが大きく生育しており、この他にもケヤキが山麓のみではなく、尾根や中腹でも生育しているのを確認した。このような状況を踏まえ、この地域におけるケヤキ群落箇所の調査が必要であることから地上レーザーによる現地調査を実施した。調査結果を以下の縦断面図(図 6.1 参照)に示す。

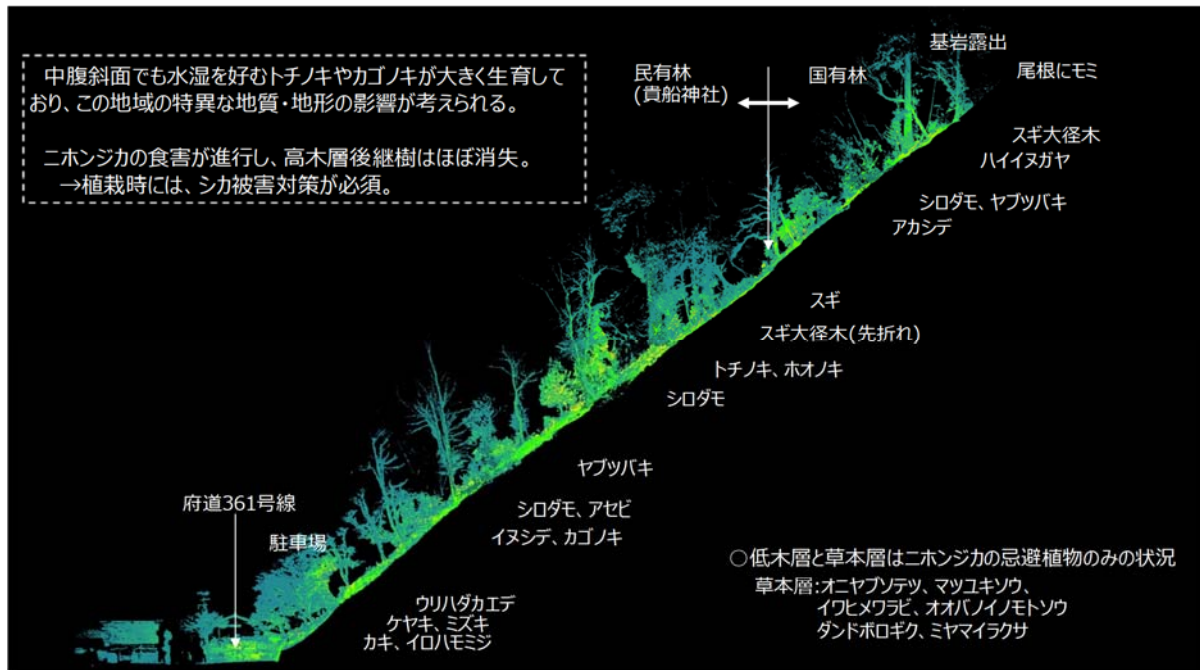


図 6.1 貴船川右岸の広葉樹植生

これらのことから、指標とする森林はアカマツ枯損後の植生を基本とし、この地域の特異な地質・地形、水分状態等を考慮して、被害地の風倒木処理後に植栽する樹種の選定を行った。選定の考え方及び選定樹種となる植栽樹種は次のとおりである。なお、当地域はニホンジカの食害が進行し、広葉樹の後継樹はほぼ消失状態であるため、植栽時にはニホンジカ被害対策が必須である。



### 6.1.2. 植栽樹種の選定の考え方

当地域の森林再生に適した植栽樹種の選定に当たっては、将来にわたり災害に強い森林を育成するとともに、当地域の観光地である地域特性等を考慮し、次の要素により行った。

#### 【植栽樹種選定の要件】

- ・ 当地域の自然植生に合っている樹種であること
- ・ 当該地域の地質・地形特性に適応する樹種であること
- ・ 根系の発達が期待できる樹種であること
- ・ 当地域の景観に合う又は向上が期待できる樹種であること
- ・ 苗木調達が容易な樹種であること

#### (1) 当地域の自然植生に合っている樹種であること

貴船山及び鞍馬山国有林は、その大半が人工林となっており、天然林は僅か 5%となっている。また、当地域は、近年ニホンジカの食害が増えてきており、当該地域の自然植生を示す林分がなかった。このため、過去の植生調査結果や現地踏査の結果、永井かな(1893)『鞍馬・貴船の植物図譜』等を基に樹種を抽出した。

#### (2) 当該地域の地質・地形特性に適応する樹種であること

当地域は急傾斜地が多く、通常、尾根から山腹地帯では地表面は乾燥傾向であるところ、断層の影響により尾根付近でも湧水があり、尾根に大径のブナやケヤキが分布するなど、斜面の上部下部などの位置によらず、場所により水分環境が異なっている。

このため、土壌の水分環境にあった樹種を選択できるよう、上記(1)で抽出した樹種を前田禎三(1970)『林床植生による造林適地の判定』を基に土壌の状態別(乾燥傾向(B<sub>B</sub> 土壌)、適潤(B<sub>D</sub>(d)~B<sub>D</sub>)、湿潤状態(B<sub>E</sub>))に区分した。

#### (3) 根系の発達が期待できる樹種であること

斜面の根系による緊縛力が期待できる深根性の樹種や、地上部が折損しても萌芽更新などにより根系を維持する特性をもつ樹種であるかなども検討した。

#### (4) 当地域の景観に合う又は向上が期待できる樹種であること

風倒被害があった国有林周辺には、貴船神社や鞍馬寺等、歴史的な建造物がある。このため、これらと一体となった景観の維持・向上が期待できる樹種を抽出した。

#### (5) 苗木調達が容易な樹種であること

風倒被害があった箇所は、急峻で崩れ易い箇所が多く存在する。また、風倒木の形態により崩壊のリスクに違いはあるものの、残った根系で保たれていた支持力も 5 年を目処に徐々に弱まり、斜面崩壊のリスクは高まってくる。また、当該国有林は全域保安林であり、森林の公益的機能の早期回復を図る必要がある。このため、実際の植栽に当たっては容易に調達できる樹種を選択した。

### 6.1.3. 選定候補となる主な植栽樹種

上記 6.1.1 及び 6.1.2 の考え方に沿って選定する具体的な樹種として、現地調査結果や文献、苗木流通の実態等から表 6.1 に記載のものが主な樹種として考えられる。

植栽に当たっては、これらの中から、地質・地形、土壌の水分状態、近年の気象状況等を踏まえ選択していくこととする。

表 6.1 選定植栽樹種

乾燥地 B <sub>B</sub>	アカシデ、アカガシ、カナクギノキ、モミ、ヤシャブシ、リョウブ
適湿地 B <sub>D(d)</sub> ~B <sub>D</sub>	アラカシ、イヌシデ、イロハモミジ、ウリハダカエデ、ウワミズザクラ、エゴノキ、エゾエノキ、オオモミジ、クマノミズキ、クリ、コナラ、コハウチワカエデ、タムシバ、ハウチワカエデ、ヒノキ、ホオノキ、ヤマザクラ
湿潤地 B <sub>E</sub>	カゴノキ、カツラ、クマシデ、クルミ類、ケヤキ、スギ、トチノキ

1. 風倒木処理により皆伐状態となった箇所において、上記選定樹種の中から林地の状況等に応じて植栽を行う。

2. 保安林の指定施業要件の定めがある場合は、その制限の範囲内とする。

## 6.2. 広葉樹林化・針広混交林化への誘導方法

災害に強い森林の育成や新たな被害を発生させない森林の管理を行うにあたり、「現状と課題」及び「誘導方法」について整理した。

### 6.2.1. 現状と課題

当地域の森林は人工林率は 95%、70 年生を超える林分が多い。過去 20 年間に於いて間伐は約 100ha において実施されてきたが、平成 30 年台風 21 号の猛烈な暴風により、風倒被害が生じた。風倒被害地の一部において調査したスギ、ヒノキ林分の収量比数は 0.70～0.90、形状比は 0.8 となっていた。これは、各種気象害に抵抗性をもつ目安といわれる値 0.7 を超過している。

今回の風倒被害は、台風の猛烈な暴風、進行経路と地形条件が重なり生じたことが大きな要因であるが、一部調査地点の人工林において、形状比の高い箇所が認められたため、今後、そのような箇所において立木の相互依存作用を急激に失わせるような施業を実施すると、新たな風倒や雪害を発生する可能性があることから注意が必要である。また、風倒木被害が面的まとまりをもって発生した箇所では、風倒被害木を処理後、皆伐跡地状態となる林地が発生するほか、搬出困難な箇所に発生している風倒木被害地での植栽をどのように進めるのかも課題である。

### 6.2.2. 誘導方法

・2.6 で記述したように、過去にも台風が今回と同様な勢力で同じ経路を辿りスギ、ヒノキの人工林に風倒被害をもたらしており、再びスギ、ヒノキのみの植栽を行えば、繰り返し風倒被害が起きることが想定される。そのため風倒被害木処理により皆伐状態となった箇所については、原則として選定植栽樹種の中から林況等に応じた広葉樹を植栽する。

植栽した広葉樹林については、当面の間は人工林として管理し、その林分が成林に至った後については、基本的には天然林として自然の推移に委ねつつ、気象害等により一部、森林の荒廃が生じた場合には、森林への回復措置を行いながら維持管理していく。

- ・搬出困難な箇所を下流部に保全対象がない箇所については、風倒木を等高線状に配置又は存置し、天然力の活用により更新の可能性を一定期間見定めつつ、困難な場合は広葉樹の植栽を図る。
- ・風倒被害により森林にギャップが生じた箇所について、尾根等に広葉樹が残存している箇所については、基本的に防鹿柵を設置し、天然力を活用した天然更新や、選定植栽樹種の中から林況等に応じた広葉樹の植栽により針広混交林への誘導を進める。
- ・天然力を活用した天然更新を期待する場合、外来種のナンキンハゼの侵入に注意が必要である。ナンキンハゼは鳥散布により分布を広げる高木性広葉樹で、種子散布力が高い樹種である。ニホンジカの忌避植物であるため近年、京都府周辺において分布を拡大して在来植生を被圧する傾向がある。現状の対応策は、侵入初期段階において稚樹の抜き取りを実施している<sup>20</sup>。
- ・被害を受けていない人工林については、定性間伐を基本とし、針広混交林化へ誘導を図るとともに、形状比が高い林分については、間伐による急激な林分構造の変化が却って風倒害等の気象害を招くおそれがあることから、伐採率は 15%程度に抑えつつ、段階的に間伐を行い、針広混交林へ誘導する。この場合、巻き枯らしにより樹冠密度を調整する手法を選択肢の一つとして検討して実施するなど、各種気象害に抵抗性をもつ林相へ管理・誘導を行う。ただし、巻き枯らしによる樹冠密度の調整を検討するに当たっては、風致景観上の支障の有無や、樹木の巻き枯らし後の倒木や落枝の危険性についても合わせて検討する必要がある。

なお、森林施業の実施に当たっては、特に複合ゾーンでは施業区域内において、多量の降雨時における各リスク要因からの山地災害の発生の危険性を考え、

- ① 斜面崩壊や溪流荒廃により土砂の発生や流出が懸念される箇所(旧崩壊地、流域)と、
  - ② それら周辺部においてクリープ<sup>21</sup>等の移動体がある箇所
- とに区分し、十分な現地踏査を行い、施業対象地の絞り込みや施業対象地における伐採木の選定に細心の注意を払う必要がある。

### 6.3. 家屋に近接する森林の取扱い

図 6.2 に示すとおり、建物に隣接する樹木については、今後、台風等の気象害により、倒木や枝条落下等による建物破損等の被害発生が懸念されることから、そのような被害を未然に防止するために必要な今後の森林の取扱いとして、次の事項について十分に検討し、対策を実行する必要がある。

- ✓ 建物から水平距離で約 30m 程度の範囲内で樹木を伐採する場合、クリープによる移動体(崩壊の危険性のある箇所)の可能性の有無等について、詳細な地形データの把握を行った上で伐採の可否を判断する必要がある(次の 2 項目が具体的な手法となる。)
- ✓ 地上レーザ機器等により、立木の状況(曲がりや傾斜)とともに、等高線形状を把握し、クリープ現象(微地形)を確認する。
- ✓ 樹幹の傾斜や曲がり状況を確認し、クリープによる移動体の抑えとして、要となっている立木を把握し、該当木は基本的に伐採を控える必要がある(谷側に傾斜し根系が極めて発達している。傾斜 3° 以上は移動実績あり、5° 以上で崩壊の危険有)。
- ✓ 択伐等により、針広混交林化や広葉樹林化を行う場合は、地質・地形、樹木の状況等

20 高原検討委員の電話聞き取り調査より

21 重力によって生じる岩石や土壌面の変形

に応じた選木を実施する。

- ✓ 危険木全てを伐採し広葉樹林化を行う場合で、その区域内にクリーブによる移動体がある場合については、根系による斜面崩壊防止機能が徐々に消失してくることから、移動体の脚部を抑える治山対策を実施する。

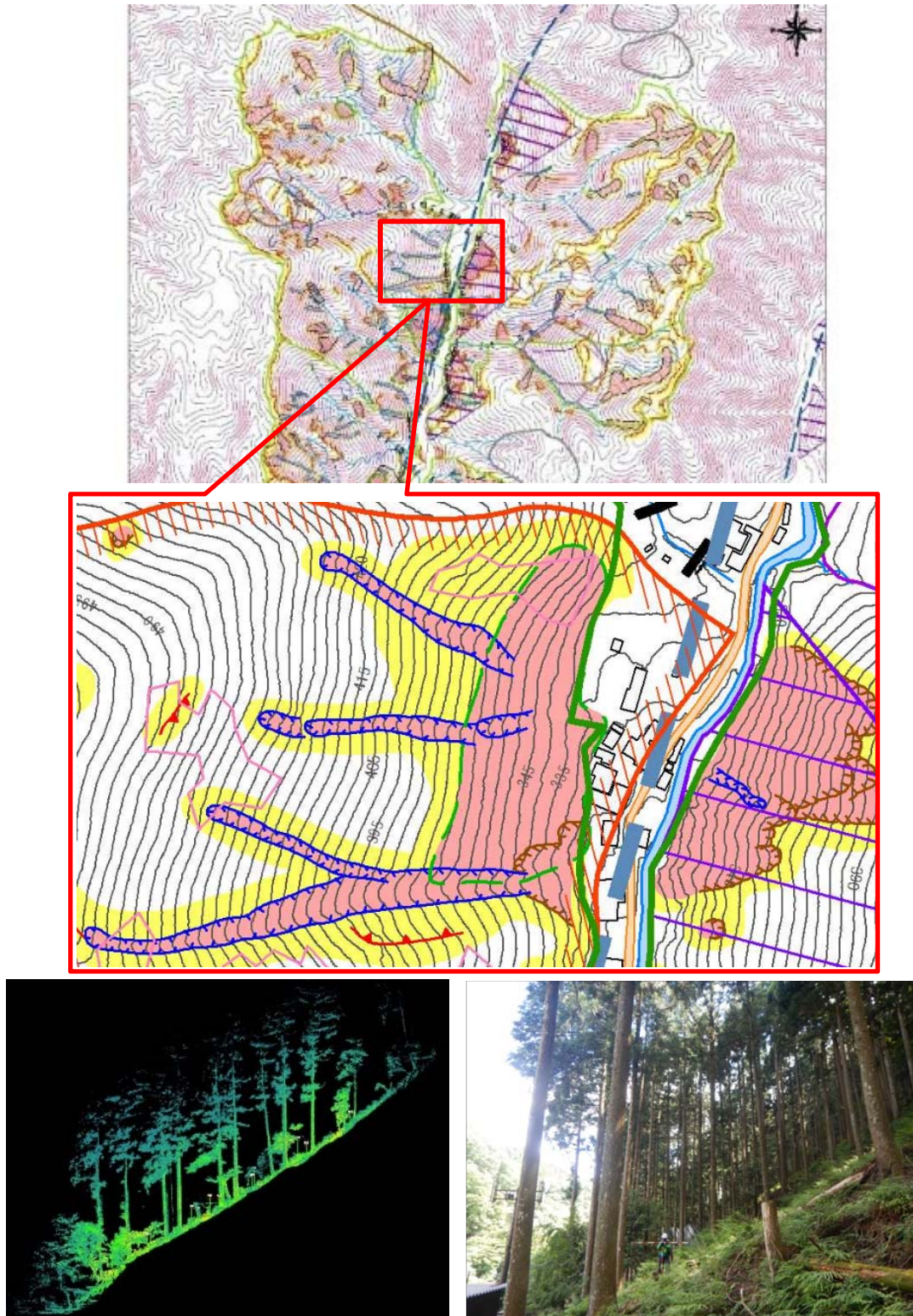


図 6.2 家屋に近接する森林<sup>22</sup>

<sup>22</sup>「貴船山国有林及び鞍馬山国有林治山全体計画」(P31 注記参照。)におけるリスクマップを引用。

## 6.4. 広葉樹苗木の調達方法等

地域性広葉樹の苗木生産は、種子採取→播種→間引き→仮植→床替等、植栽苗木として出荷できるまで少なくとも3年程度の養生期間が必要である。

また、京都市及びその周辺から種子を採取し、広葉樹苗木を生産している団体の供給量は現在、年間数千本～1万本となっている(写真 6.1 参照)。加えて京都府内のこのほかの団体への聞き取りでは、地域性苗木の生産は行っておらず、今後も具体的な生産予定はないが、風倒木被害地の地域性苗木に限定しなければ、広葉樹苗木の供給は可能ということであった。

これらのことから、地域性広葉樹苗木については、量的な調達が難しい現状にあると言える。一方、当地域の風倒被害地で広葉樹を植栽する上で、今後見込まれる苗木の数量については、国有林において風倒被害地の全てに植栽するとした場合(2,000本/ha以上)、

- ✓ 短期的(3年未満)には、約3ha 6,000本(梅の宮及び一の谷)
- ✓ 中長期的(4～10年、10年以上)には、保全ゾーンや育成ゾーンにおける広葉樹林化、針広混交化を目指す箇所において数万本～数十万本

が必要である。なお、京都市内民有林の風倒木被害は252ha(うち鞍馬地域53ha)と報告されており、民有林でも広葉樹林化を進める場合は、相当量の広葉樹苗木が必要と推測される。また、保安林としての役割や、国有林の管理経営上の観点から、風倒木処理後から2年以内に植栽することが必要である。

こうした現状を踏まえると、次の対応策が必要と考えられる。

- ✓ 広葉樹苗木の調達は、可能な限り地域性苗木の調達に努める。
- ✓ 中長期的には、京都府の苗木生産団体へ地域性苗木の供給体制確立について協力を要請する。



写真 6.1 地域性苗木の育苗状況

## おわりに

平成 30 年の台風 21 号は、貴船・鞍馬地域の森林の様相を一変させるほどの風倒木被害を発生させました。地域の皆様の生活、経済活動にも大きな支障が生じる中、風倒木の処理をはじめとする森林の再生を円滑に進めていくことは、安全・安心に暮らしていくうえでも、観光地としての良好な景観を早期に復活させていくうえでも重要なものであることは言うまでもありません。

今回、当全体計画の作成により、貴船・鞍馬国有林の台風被害地の復旧の全体像が地域住民をはじめ、関係する各方面の皆様とも共有できるものと考えており、当全体計画の作成にあたり検討会委員として貴重な御意見をいただいた専門家の皆様、地域説明会に参加して様々な御意見をいただいた地域住民の皆様に紙面をお借りして感謝申し上げます。

被害面積が広大であることから復旧には時間を要するとともに、各種の工事实行により引き続きご迷惑をおかけするところもありますが、一日も早い復旧に向けて当全体計画の取組を進めてまいります。

また、当全体計画の作成に当たっては、航空レーザーデータや地上レーザー機器を活用して微地形まで解析し、属地的な計画を作成する等、新たな技術も取り入れております。このような手法をはじめ、本全体計画が民有林での災害復旧や今後の都市近郊での災害復旧等の参考となることを期待しております。

最後に、近畿中国森林管理局では、今後も災害に強い森林づくりのための治山事業、森林整備事業を進めて参りますので、国有林野事業への御理解、御協力を賜りますようお願いいたします。

令和 2 年 3 月

近畿中国森林管理局長

長 田 朋 二

平成 30 年台風 21 号等被害に係る  
森林再生全体計画(貴船・鞍馬)

令和 2 年 3 月

(受託者) 一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地

TEL : 03-3261-5281(代表)