

Ⅲ－１．ナラ枯れ発生地特定技術の低コスト・省力化

齋藤英樹・志水克人・小谷英司

ナラ枯れ発生地域特定技術の低コスト・省力化を目的とし、従来の地上調査や航空機による調査に代わる手法として、衛星画像や UAV を用いた調査方法を検討しました。種々の衛星画像を用いれば、広域の被害状況を把握でき、UAV と組み合わせることで、単木レベルの被害状況まで把握できるなど、ナラ枯れ発生地特定技術が低コスト・省力化されます。

背景と目的

これまで、ナラ枯れの探索は、車・徒歩などによる地上からの踏査や、航空機やヘリコプターなどにより行われてきました。しかし、広大な森林域ではナラ枯れ発生地の特定には手間と人手がかかり、また航空機やヘリコプターなどの利用には高額なコストが発生します。そこで本研究では、衛星や UAV 撮影データを利用することにより、ナラ枯れ発生地特定技術の低コスト・省力化を目指しました。

成果

① UAV を利用した被害状況の把握

地上からの踏査では、踏査範囲の被害状況を詳細に確認できますが、広域に把握することは困難です。UAV から撮影した画像（解像度：数 cm）を利用することで単木での被害状況を把握できます（図 1）。しかし、一回の飛行で撮影できる範囲は数十 ha 程度に制限されます。

② 高解像度衛星画像を利用した被害状況の把握

解像度の高い衛星画像（解像度：0.5~2m 程度）を利用することで、単木被害の把握精度は落ちるものの、より広い範囲の被害状況を把握できます（図 2）。近年では複数の人工衛星を組み合わせた観測が行われており、高頻度での観測が期待できます。画像の購入には 1 km² 当たり数千円かかるため、広域の被害把握にはコストがかかります。

③ 無償の中解像度衛星画像を利用した被害状況の把握

大規模な被害であれば、Sentinel-2 などの無償で利用できる中解像度の衛星画像（解像度：10~30m 程度）から被害の一部を把握できます。図 3 は、2019 年と 2020 年の千葉県鴨川市周辺の Sentinel-2 画像から植生の活性度を示す指数（NDVI）を算出し、両年の差分を計

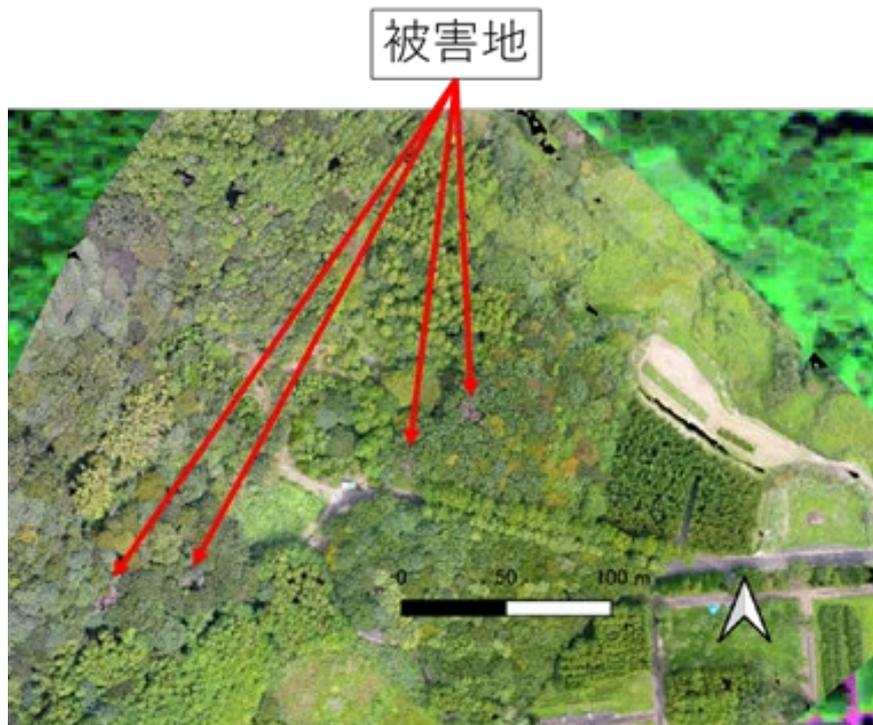


図1 UAVによる被害状況把握 2021年9月7日撮影
 枯死木を単木単位で十分把握可能である。

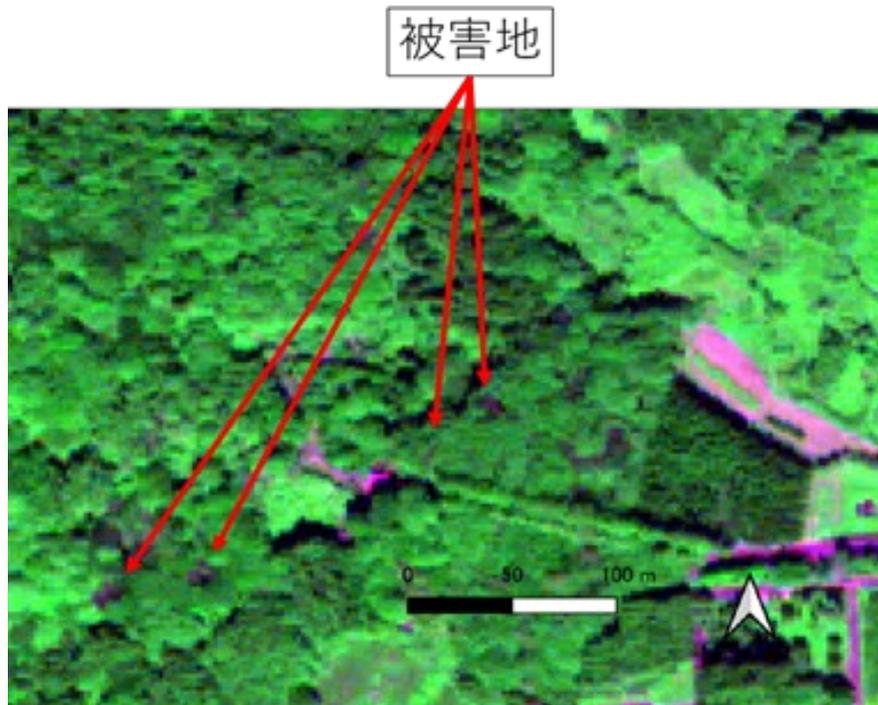


図2 高解像度衛星データによる被害状況把握 2021年9月20日
 [WorldView-2] © [2021] Maxar Technologies.
 高解像度衛星画像(解像度:0.5m)であれば枯死木を単木単位で十分把握可能である。

算したものです。概ね差分の閾値が 0.2 を超える赤で示された場所がナラ枯れの被害地の候補となり、いくつかの現地踏査では大規模なナラ枯れ跡地が確認できました。定期的に観測された画像の入手により、時系列の変化をとらえやすいことも特徴です。

注意点としては、閾値の決定には現地調査が必要な他、伐採地や風倒害などのナラ枯れ以外の変化も含まれてしまうことがあります。また、常緑広葉樹林では葉が枯れた部分を被害地として抽出できますが、落葉広葉樹林では落葉と枯れの識別が難しい場合もあるため、着葉・落葉の時期に注意して解析する必要があります。

④ナラ枯れ発生地特定技術の比較

表 1 は、今回検討した UAV と衛星画像の特徴についてまとめたものです。都道府県レベルで大まかな被害地を把握する場合には、中解像度から高解像度衛星画像を、局所的な被害地の抽出には超高解像度衛星画像、単木の被害木抽出には UAV 画像が優れています。これらの技術を選択的に用いることでナラ枯れ発生地域を低コスト・省力化することができます。

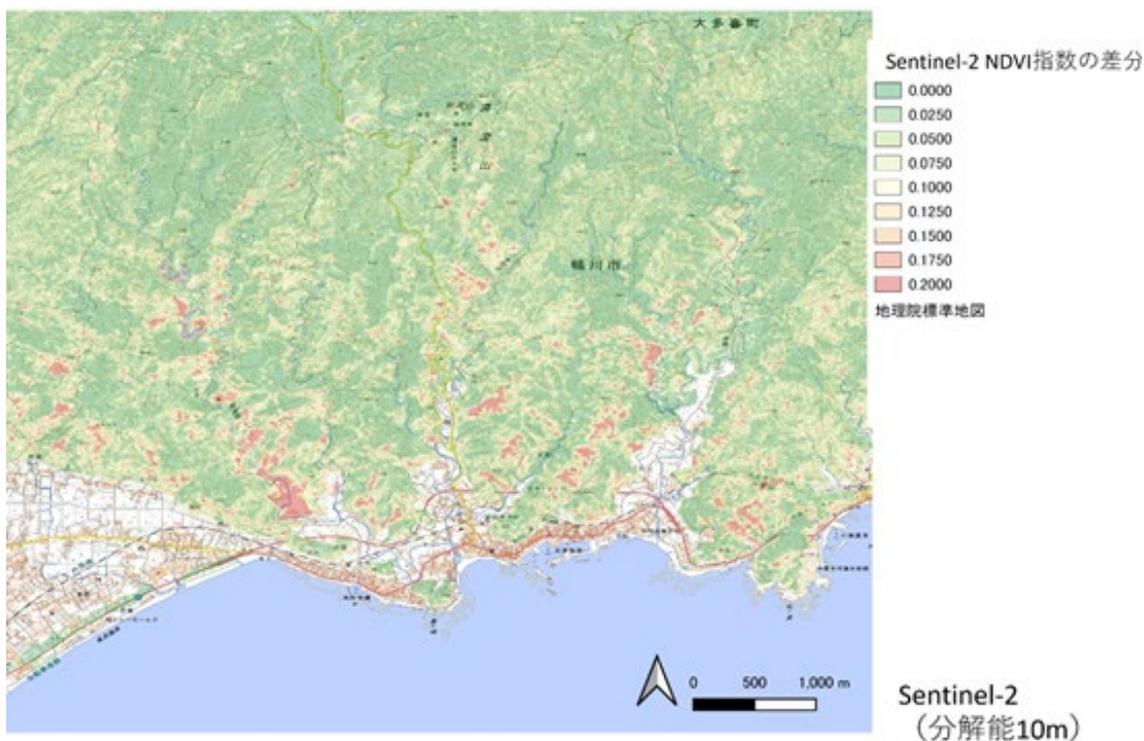


図 3 Sentinel-2NDVI の差分画像による広域マッピング 2019-2020 年の千葉県鴨川市周辺 NDVI 指数の 2019 年と 2020 年の差分が大きい地域ほど濃い赤色で表示しており、差分の閾値が 0.2 を超える場所ではナラ枯れの大規模被害が発生したと考えられる。

表 1 UAV(ドローン)と各種衛星画像の比較

	UAV	超高解像度衛星 画像	高解像度衛星画像	中分解能衛星画像
プラットフォーム	ドローン	Pleiades NEO	WorldView-2 SPOT-5,6	Landsat Sentinel-2
解像度	数 cm	30-50cm	1.5m	10-30m
範囲とコスト	数十 ha/日	5,000 円/ km ²	560 円/ km ²	無料
判読可能 単位	単木	単木	数本 (単木は難)	林分
撮影時期	選べる	選べない	選べない	定期的な観測
メリット	・自由に観測範囲 や時期を選べる	・広範囲を取得で きる	・広範囲を比較的 安価に取得できる	・無料 ・時系列を捉えや すい
デメリット	・一度に観測できる 範囲が狭い ・飛行禁止区域があ る	・取得したい時期に 観測されていないこと がある ・範囲や時期のリク エストは追加料金が 発生	・取得したい時期に 観測されていないこと がある ・範囲や時期のリク エストは追加料金が 発生	・解像度が低い

Ⅲ－２．ナラ枯れ存在下の広葉樹林の活用

大塚生美・酒井敦・堀靖人

ナラ枯れ被害地における樹木の動態や被害地でのナラ材の利用について取りまとめました。ナラ枯れ激害地において、ナラ類の枯死木がどのように発生するのか調べたところ、大量の枯死木が短期間に発生することがわかりました。またナラ枯れ後の樹木の更新状況を調査したところ、被害が小規模であれば林冠は修復されるものの、ナラ類の本数は回復しないことがわかりました。次に、ナラ材利用の現状を調べた結果、ナラ材は日本人に好まれ需要が大きく、広葉樹材の輸入量が減少する中でも高値でも取引されていることがわかりました。さらなるナラ材活用の展望としては、針葉樹のような大量生産は望めないものの、地域におけるスモールビジネスとしての展開の可能性が示唆されました。

背景と目的

本課題は、次の2つの柱からなります。1つ目の柱は、ナラ枯れ発生地で枯死木がどのように発生するかということと、ナラ枯れが発生した後に森林がどのように更新するか確認することです。2つ目の柱は、ナラ枯れ被害地における広葉樹材の利用です。前者は、試験地における利用径級や収穫量調査を実施し、ナラ類等広葉樹林の更新・施業条件を検討し、岩手県沿岸のナラ枯れ被害最前線におけるナラ類の径級配置を明らかにすることを目的としました。後者は、ナラ類の原木市場動向（価格高騰）とその需要要因の検討から、ナラ枯れ被害木を含むナラ類をはじめとする広葉樹材利用の課題と展望を明らかにすることを目的としました。

成果

（１）ナラ枯れの被害木径級と植生回復

①ナラ枯れ被害木の径級

調査エリアを岩手県沿岸地域に設定し、行政機関等からナラ枯れ被害の発生状況を聞き取るとともに、ナラ枯れ被害木の径級データを入手しました。沿岸南部で2014年にナラ枯れ被害が発生し、わずか5年で北部の久慈市まで到達していました。国有林や民有林の被害木の径級データを分析したところ、はじめ少数の大径木に被害が発生し、その後急激に中小径木の被害が増える様子が明らかになりました（図1）。現時点では、大量に発生したナラ枯れ枯死材を山から運び出して利用したという事例はありません。

一方で、2019年に久慈市で確認されてから北に隣接する洋野町にナラ枯れが発生するまで4年かかりました。被害が急速に広がらなかった要因として、この地域では素材生産者によるナラ類の伐採が盛んに行われており大径のナラ類が少ないこと、洋野町では木炭生産が盛んなためナラ類の径級が全体的に小さかったことが挙げられます。以上のことから、ナラ枯れが発生すると事前に予想できるときは、発生前にナラ材を積極的に利用することが極めて重要と考えられます。

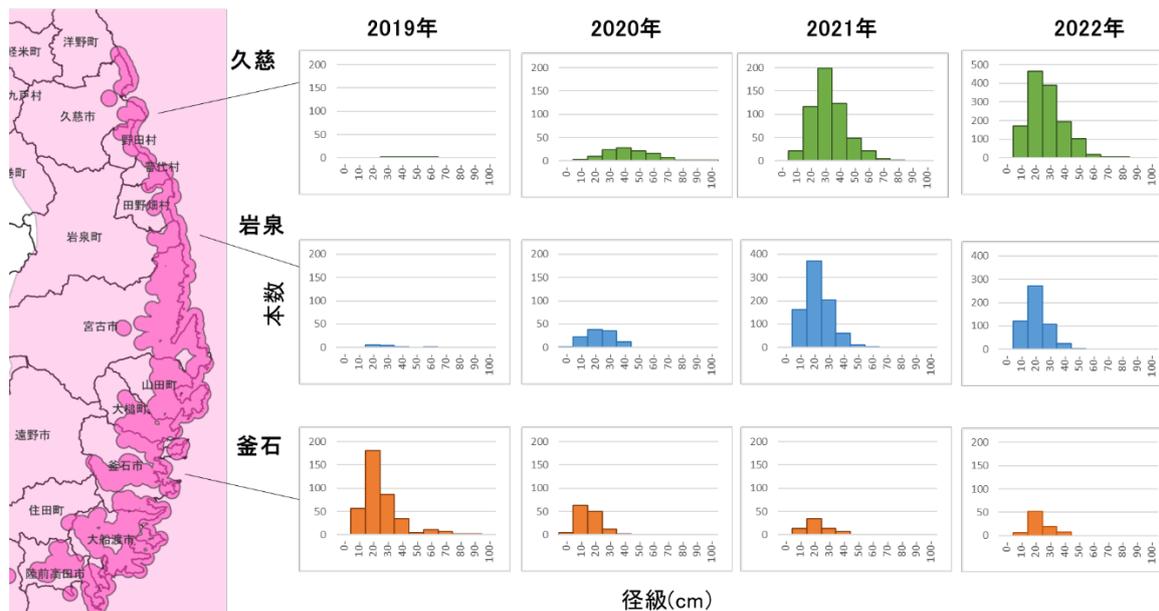


図1 岩手県沿岸地域におけるナラ枯れ被害木の径級の移り変わり（2019～2022年）
釜石市では2014年、岩泉町では2017年、久慈市では2019年にはじめてナラ枯れ被害が確認された。久慈の2022年、岩泉の2021年および2022年のグラフは本数のスケールが他と違うことに注意。左の地図は2024年3月時点のナラ枯れ被害発生場所（岩手県HPより転載）を示す。濃いピンク色はナラ枯れ発生地点から2kmの範囲を示す。

②ナラ枯れ後の植生回復

ナラ枯れが発生した後、森林植生はどれくらいの時間で回復するのでしょうか。山形県は2000年代にナラ枯れが発生しており、被害発生時の植生調査が行われています。20数年経過した現在植生の回復状況を調べたところ、ホオノキ、カエデ等の広葉樹が空いた空間を埋めるように成長していましたが、ナラ類の本数は回復していませんでした。一方、岩手県沿岸の被害地では、ナラ類を含めた高木の稚樹が多数生息しており、今後ナラ類が更新する可能性が示唆されました（Ⅲ－3参照）。いずれにせよ、元のような森林植生に回復するには100年単位の時間がかかると考えられます。このため、①で述べたように、「ナラ枯れが発生する前にナラ類を利用する」ことが必要になってきます。

(2) ナラ枯れ存在下の広葉樹林活用

①国産ナラ類の価格上昇にみる国内におけるナラ類人気の背景

近年、ナラ材の価格が著しく高騰しています(図2)。その要因として、価格が高騰してもなお国内に根強いナラ材の人気があることが考えられます。これは、ナラ類は全国に広く分布していたことで、古くから広く利用され加工技術のノウハウが蓄積されていること、日本人の嗜好に合っていることなどによるものです。ナラ材に対する嗜好性の高さは、広葉樹材の主要な輸入元であるアメリカ東部からの輸入量全体が減少する中、white oak や red oak といったナラ材の輸入量は維持されていることから見ることができます(図3)。



図2 広葉樹原木市売り市場におけるナラ類の落札価格の変化(円/m³)
岩手県森林組合連合会盛岡木材流通センター提供。

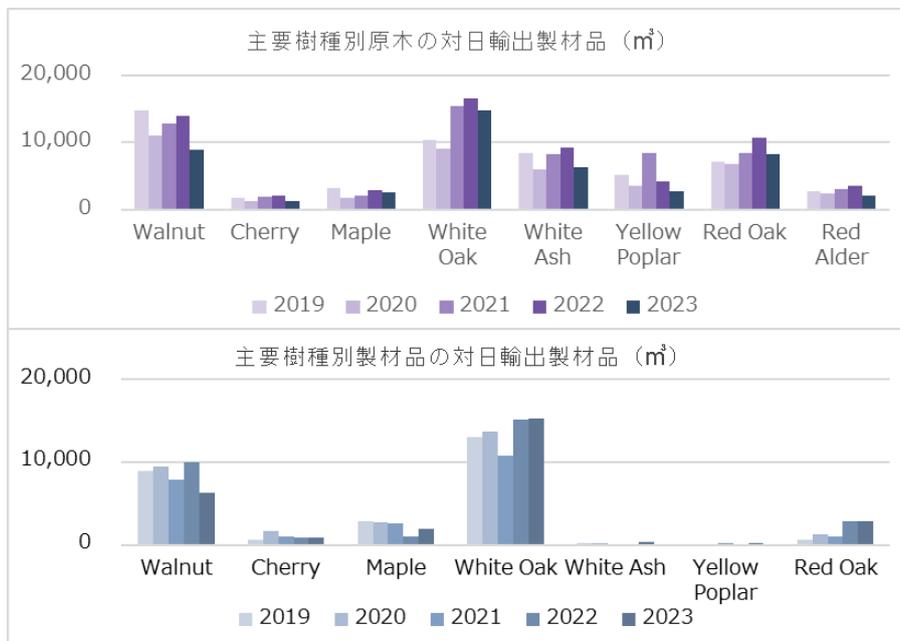


図3 広葉樹輸入国であるアメリカからの輸入動向
アメリカ広葉樹輸出協会 AHEC 提供(データ元、米国農務省海外農務局)。

②地域資源循環における広葉樹利用の意味

a. 家具用、建材用として国産広葉樹の用途拡大

人工林資源の充実にともない、針葉樹（スギ）材の大型国産材工場や国産材を原料とする合板工場が各地に立地し、その利用が進んでいます。一方で、広葉樹材の利用量は相対的に低位です。とはいえ、日本には広葉樹林が広く存在し、特に二次林の多くは薪炭林として利用されていたものの、エネルギー革命後には多くは放置され、利用される場合もシイタケ栽培用の原木やチップとしての利用が主でした。こうした旧薪炭林のナラ類は大径化しており、家具材や建築用材への利用も可能となってきています。

b. 広葉樹施業と立木販売の変化

広葉樹をチップ用として一括して立木販売する従来の方法から、クリやサクラなどの有用広葉樹を残してそれ以外をチップ用として立木販売する方法を模索する森林所有者もいます。残した立木は伐採を先延ばしし、家具用や建材用として使えるような径級になってから伐採するという考え方です。長期的には、針葉樹人工林経営においても多様性を考慮して広葉樹との混交林を目指す施業が世界的に広がっており、国内においても広葉樹の利用は重要な課題となることが考えられます。

c. ナラ類人気はナラ枯れ材の利用をも触発

国産広葉樹の家具材や建築用材としての利用が進み、価格の上昇がみられる中で、ナラ枯れ被害材の利用の可能性も模索されています。山形県においては、広葉樹を取り扱う製材業者が出始めている中で、A製材所（山形市）では北海道の家具メーカーからの依頼で、ナラ枯れ材を板に製材し、乾燥させて納材しています。ナラ枯れ材は山形県森林組合連合会天童木材流通・加工センター（天童共販）から家具メーカーが調達して、A製材所で製材と乾燥を行うという方式です。原木の集荷側である天童共販では広葉樹の取り扱いを2020年から始めました。集荷した材はほぼ完売するという状況にあるため、広葉樹材の安定的な集荷が課題となっています。

d. 広葉樹利用によるスモールビジネスへの展開

こうした取り組みは小規模な取り組みです。しかし同様の取り組みを各地で行うことにより、多様な個性を持つ広葉樹材の利用が拡大することも期待できます。スギを中心とした大規模化による製材加工や流通とは異なった方向性です。こうしたスモールビジネスが定着することにより、既存の針葉樹林業や林産業にもプラスの影響が出る可能性があります。地域に密着した広葉樹林業や広葉樹加工業が各地に定着することは、山村地域の再生という点でも意義があります。

Ⅲ－３．ナラ枯れ発生地の広葉樹林更新

伊東宏樹・酒井敦

ナラ枯れ跡地の森林更新状況を調査した事例を収集・取りまとめて、落葉ナラ林と常緑シイ・カシ林に分けた「ナラ枯れ跡地の広葉樹林更新判定フロー図」を作成しました。また、フロー図作成の根拠となった文献を取りまとめ、それらの知見を紹介した解説も作成しました。

背景と目的

ナラ枯れでは、ミズナラ、コナラ、シイ・カシ類など高木が枯死するため、ナラ枯れ後の森林の維持や推移は自治体や森林管理者にとって大きな懸案事項でした。そこで、ナラ枯れ跡地の森林更新状況を調査した事例を収集し、ナラ枯れ跡地を森林に更新させるための条件や当面の対応方法を取りまとめて、広葉樹林更新判定に寄与するフロー図を作成することを目的としました。

成果

落葉ナラ林では、ナラ枯れ後にふたたび元のようなナラ林に戻ることは、枯損率が低い場合やナラの稚樹が多い場合を除いて、ほとんどないことがわかりました。一方、常緑シイ・カシ林では、シカなどの更新阻害要因がなければ、ナラ枯れ被害の収束後には前生稚樹や既存の亜高木・下層木からの更新が期待できると考えられました。これらのことを踏まえて、落葉ナラ林と常緑シイ・カシ林に分けて、ナラ枯れ跡地の広葉樹林更新判定フロー図を作成しました（図1、2）。また、更新判定の根拠となった文献を取りまとめ、フロー図作成の基となった知見を紹介した解説編も作成し、あわせて小冊子「ナラ枯れ跡地の広葉樹林更新」を作成しました。

この小冊子は、自治体や森林を管理するボランティアなどが広葉樹林の管理目標を設定する際に活用いただけるように、以下のサイトに掲載しています。

伊東宏樹・酒井敦（2025）ナラ枯れ跡地の広葉樹林更新．森林総合研究所、

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/5th-chuukiseika32.html>

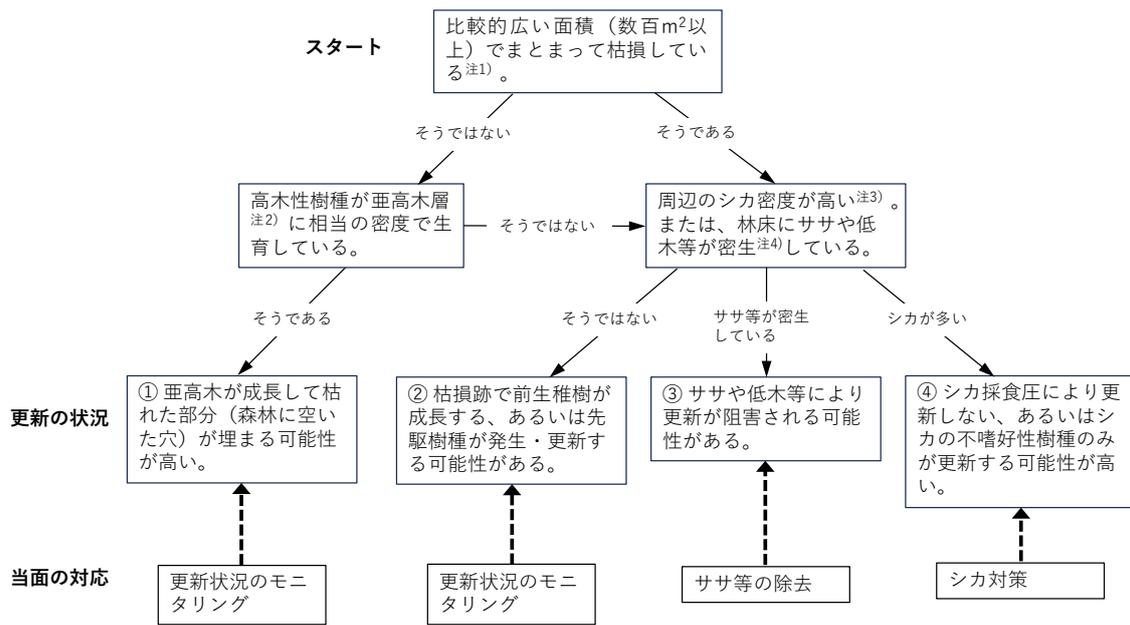


図1 落葉ナラ林の更新判定フロー図

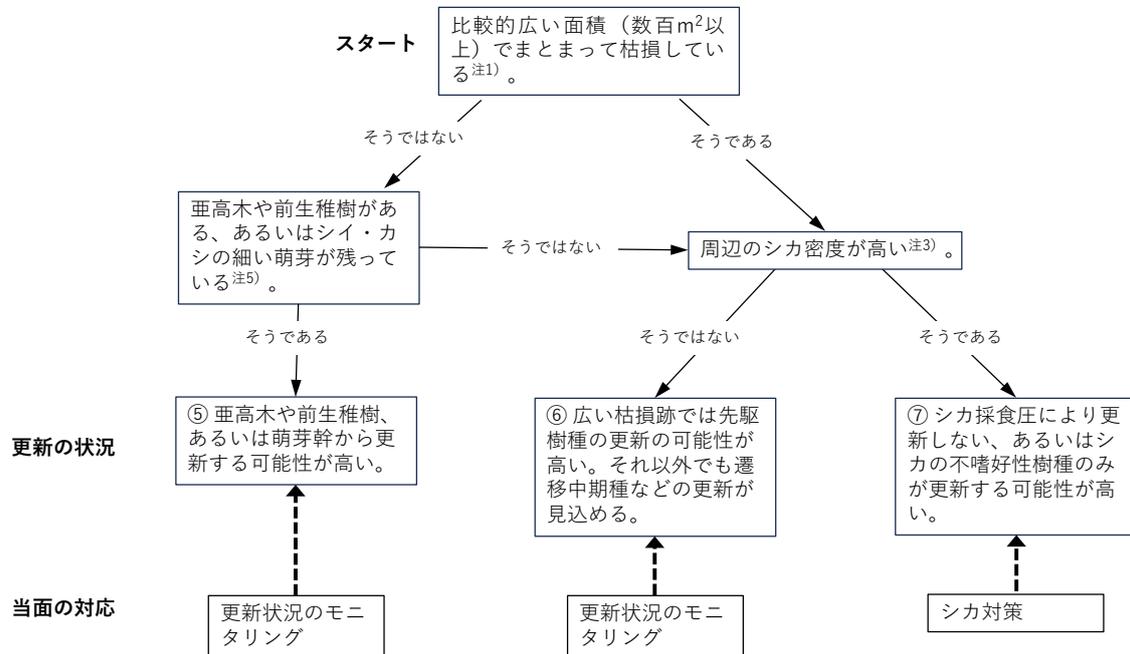


図2 常緑シイ・カシ林の更新判定フロー図