

ISBN 978-4-909941-52-7

With/Post ナラ枯れ時代の 広葉樹林管理戦略



国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

中長期計画成果番号：第 5 期中長期計画 31 森林産業-14

はじめに

ナラ枯れは、病原菌をもったカシノナガキクイムシが樹木に穿孔して繁殖することで枯死が発生する、樹木の病気です。1980年代後半から日本海側で発生して以来、終息することなく全国各地に広がってきました。これに対して、研究者を中心とした多くの関係者の尽力により、森林管理を基本とした発生予防方法、被害木の駆除などの防除方法が提案され、試験研究機関等において多くの対策マニュアル等が発行されてきました。

これらマニュアル等を参照して、地方自治体、ボランティアやNPOなどの市民団体が森林管理やナラ枯れ防除に取り組んでいます。しかしながら、2023年には北海道でもナラ枯れ被害が確認されたように、北方寒冷地への被害拡大が進んでいます。また、関東地方では、山間部よりも都市域の公園や緑地といった人の生活圏での被害が拡大してきました。こうした中、寒冷地や人の生活圏におけるナラ枯れ対策については、既存のマニュアル等では対応できないといった声も聞かれるようになりました。

一方、近年国産広葉樹材の需要が高まっています。広葉樹材のうち、ナラ類、シイ・カシ類は今後も少なからずナラ枯れ被害を受け続ける可能性があります。ナラ枯れの発生を前提に、広葉樹材を活用していくための技術や知見が必要になってきています。

そこで、With/Post ナラ枯れ戦略コンソーシアムは、生物系特定産業技術支援センターイノベーション創出強化研究推進事業（体系的番号 JPJ007097）「With/Post ナラ枯れ時代の広葉樹林管理戦略の構築」（課題番号 04021C2）のプロジェクトにおいて、寒冷地や人の生活圏で拡大するナラ枯れ対策を開発・集約するとともに、ナラ枯れを把握しつつ広葉樹林を管理するための技術や知見について検討し、その成果をこの小冊子として取りまとめました。ナラ枯れ対策の一環として、広葉樹林をどのように管理・活用していくかを考えていただくとともに、既存のマニュアル等とあわせて本小冊子を活用していただけると幸いです。

With/Post ナラ枯れ戦略コンソーシアム

代表機関 国立研究開発法人森林研究・整備機構

研究統括者 森林総合研究所企画部研究企画科 北島博

表紙写真

茨城県で2020年に初めて確認されたつくば市内の公園でのナラ枯れ（被害樹種コナラ）

関東地方平野部では、市民の憩いの場であり、子供の遊ぶ広場もある都市公園において、コナラやマテバシイの大木が枯れる被害が見られた。2020年9月つくば市洞峰公園にて撮影（松本剛史）。

目次

I. With/Post ナラ枯れへ向けた広葉樹林管理	3
北島博	
II. With ナラ枯れへ向けた広葉樹林管理	
II-1. 北海道におけるナラ枯れの発生と防除体制	5
和田尚之・小野寺賢介・内田葉子・雲野明	
II-2. 青森県における被害量予測技術	7
伊藤昌明・室谷豊	
II-3. 人の生活圏で発生するナラ枯れ対策	
1) 都市域の市民が使える防除技術	9
衣浦晴生・松本剛史・矢口甫・滝久智・北島博・猪口佳浩	
2) 関東地方のカシノナガキクイムシ発生予測モデルの開発	13
北野皓大・川島祐介・岡野幸治・坂田春生・小黑芳生・滝久智	
3) 都市域のナラ枯れ発生状況の把握と拡大要因	17
宮崎達也・中村葉子・森田厚・松山元昭・近藤洋史・高橋由紀子・升屋勇人	
4) 埼玉県における市民活動主体の都市域ナラ枯れ対策の進め方	21
宮崎達也・中村葉子・森田厚・松山元昭	
5) 茨城県におけるボランティア団体を中心とした市民活動の実証	23
宇都木景子・鈴木孝典・富田衣里・前川直人	
III. Post ナラ枯れへ向けた広葉樹林管理と活用	
III-1. ナラ枯れ発生地特定技術の低コスト・省力化	27
齋藤英樹・志水克人・小谷英司	
III-2. ナラ枯れ存在下の広葉樹林の活用	31
大塚生美・酒井敦・堀靖人	
III-3. ナラ枯れ発生地の広葉樹林更新	35
伊東宏樹・酒井敦	
参考文献	37

I. With/Post ナラ枯れへ向けた広葉樹林管理

北島博

ナラ枯れによる被害は 1980 年代後半に日本海側で顕在化し、それ以降終息することなく全国各地に広がりました。これに対して、ナラ枯れ対象樹種の伐採による森林管理を基本とした発生予防方法（黒田 2023 など）、カシノナガキクイムシの樹幹へ穿入防止や枯死した被害木の駆除などの防除方法が提案され、試験研究機関等において多くのマニュアルが発行されてきました（日本森林技術協会 2015 など）。

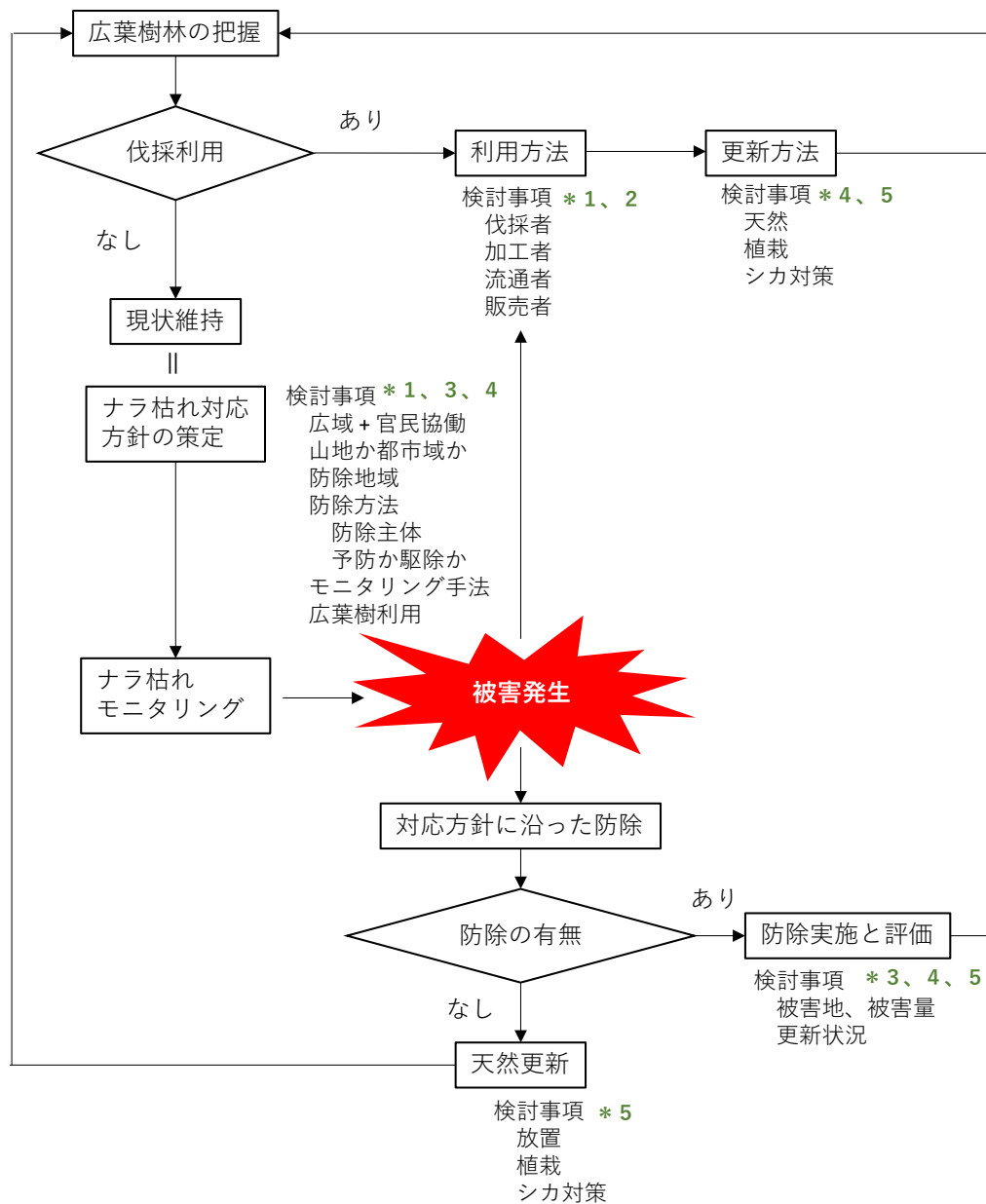
しかしながら、2023 年には北海道でもナラ枯れによる枯死被害が確認されるなど、北方や高標高域の寒冷地への被害拡大が進んでいます。寒冷地では、気温が低い、降雪量が多いなど従来の被害地とは気象条件が異なることから、被害拡大様式の見込みにはこれまでの知見だけでは不十分です。また、今後の温暖化の進行によって、さらに寒冷な地域でもナラ枯れが発生する可能性も考えられます。本小冊子Ⅱ-1、2 では、北海道と青森県における被害の現状や対策を示しました。

また近年、関東地方平野部では都市域の公園や緑地といった人の生活圏でのナラ枯れによる樹木の枯死が急速に顕在化しています。人の生活圏に近い場所での樹木の枯死は、落枝や倒木による人的被害やインフラ障害をもたらす可能性があります。一方、市民が利用する公園や緑地では、市民団体やボランティアがナラ枯れ防除活動を実践するというケースも見られます。本小冊子Ⅱ-3 では、人の生活圏で発生するナラ枯れの対策について取りまとめました。これまでの知見に加え、こうした新たなナラ枯れに対応する技術や知見を集約することにより、ナラ枯れに対応するための「With ナラ枯れ」の状態を確立する必要があります。

ナラ枯れが全国に拡大し、ミズナラやウバメガシといった有用樹種被害が拡大する一方で、近年、国産広葉樹材の需要は急速に高まっています。これからは、ナラ枯れの発生を前提とした、広葉樹林の管理・活用が必要になります。本小冊子Ⅲ-1～3 では、これらの広葉樹林管理のための技術や知見を取りまとめました。これらの知見を活用して、ナラ枯れを前提とした広葉樹林活用をすすめる「Post ナラ枯れ」の確立を目指す必要があります。

ナラ枯れは燃料革命等で里山林が使用されずに放置され、大径化した樹木がカシノナガキクイムシの増殖に適していたことから、現在のような全国的な被害拡大となったと考えられています。このことから考えると、里山林を伐採利用しつつ広葉樹林を管理していくことが、ナラ枯れ対策にとっても重要であると言えます。しかし、現在日本各地に広がる放置里山林を一斉に伐採利用することはできません。既存の防除マニュアルや本小冊子で

紹介した防除手法を駆使しても、ナラ枯れ被害を完全に抑えるのは困難です。ナラ枯れを前提とした広葉樹管理には、被害が想定される広葉樹林の実態を把握しつつ、伐採して広葉樹材を利用できるか、ナラ枯れが発生したときにどのような対応をするのか、ナラ枯れ跡地をどのように管理するかなど、管理方針を決定していく必要があります（図1）。



検討時の参考

- * 1 黒田（2023）など
- * 2 齊藤ら（2023）など
- * 3 森林総合研究所関西支所（2012）、日本森林技術協会（2015）など
- * 4 伊東・酒井（2025）
- * 5 各都道府県天然更新完了基準など

図1 ナラ枯れを考慮した広葉樹林管理フローの1例

Ⅱ－１．北海道におけるナラ枯れの発生と防除体制

和田尚之・小野寺賢介・内田葉子・雲野明

北海道では 2023 年にナラ枯れ被害が初確認されました。今後、北海道でナラ枯れが発生する可能性のある地域を予測するため、カシノナガキクイムシの生息密度調査と越冬可能範囲を推測するための気象データを収集し、ナラ枯れ被害のリスクマップを作成しました。また、これらの結果をもとに被害木探査を実施し、範囲内のナラ枯れ被害木を発見することができました。

背景と目的

北海道では、2020 年に初めてカシノナガキクイムシが捕獲され、2023 年にナラ枯れ被害木が確認されました。今後、カシノナガキクイムシの分布拡大に伴い、北海道でのナラ枯れの被害拡大が危惧されます。そのため、ナラ枯れが発生するおそれのある地域の予測手法や、被害が発生した際の駆除体制を早急に確立しなければなりません。本課題では、カシノナガキクイムシの生息密度調査およびナラ枯れ被害リスクマップの作成を実施し、北海道におけるナラ枯れの監視体制と初期防除体制を確立することを目的としました。

成果

トラップを用いた生息調査により、カシノナガキクイムシは北海道南端部でのみ確認され、2024 年には分布が北東側へ拡大していることがわかりました（図 1）。また、カシノナガキクイムシの生存に冬季の低温が影響することから（伊藤、2024）、気象データを解析し、越冬可能範囲を推定しました。外気温の平年値で見ると道南地域でカシノナガキクイムシが越冬できる範囲は限られますが、カシノナガキクイムシは地際部を含む樹幹内部で越冬するため、積雪の影響を考慮すると、地上 0 cm の地際部では越冬できる可能性が高くなることが推定されました（図 2）。これらの結果をもとに、翌年度のナラ枯れ被害リスクマップを作成して、生息調査範囲の選定に活用しました。さらに、生息調査の結果から、ナラ枯れ被害の重点監視エリアを設定し、行政と連携してヘリコプターや UAV を用いた被害木探査を実施することで、ナラ枯れ被害木を効率的に発見することができました。

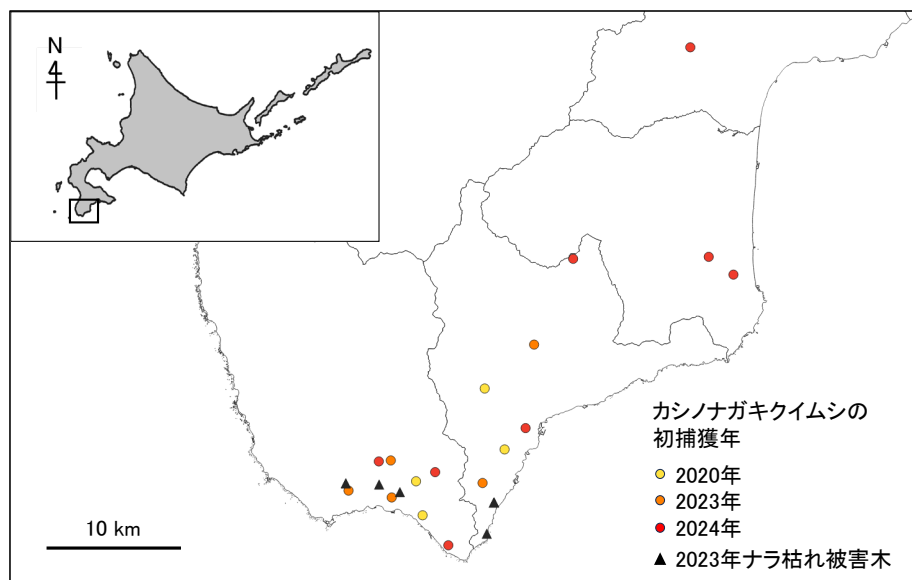


図1 カシノナガキクイムシ捕獲地点

2020～2024年に捕獲されたカシノナガキクイムシの捕獲地点を示す。黄色は2020年に、オレンジ色は2023年に、赤色は2024年に初めてカシノナガキクイムシが捕獲された。カシノナガキクイムシは北海道南端部の4町でのみ確認された。

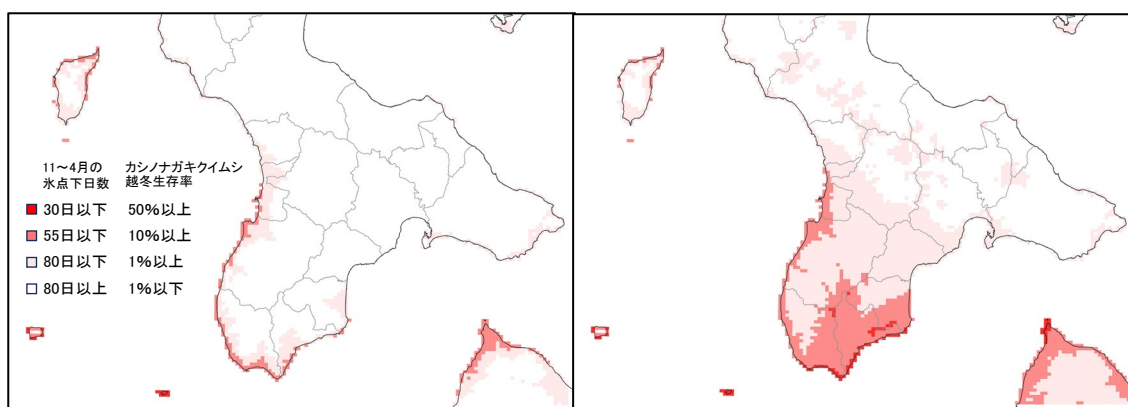


図2 道南地域における11～4月の氷点下日数

(左) 農研機構メッシュ農業気象データを用いて、1991～2020年までの外気温の氷点下日数の平年値を計算した。(右) 外気温と積雪データから推定した地上0 cmの樹幹内部の氷点下日数を示す。各メッシュの赤色は濃いほど、氷点下日数が少ない(＝カシノナガキクイムシの越冬生存率が高い)ことを示す。氷点下日数と越冬生存率の関係は伊藤(2024)をもとに4段階に区分した。

Ⅱ－２．青森県における被害量予測技術

伊藤昌明・室谷豊

寒冷地で年次変動が大きいナラ枯れ被害量（枯死本数）の予測方法の開発を目指しました。ナラ枯れ被害量の動態には冬季の日平均気温が0℃以下の日数と隣接する地区の前年の被害量が影響することが示され、これらの要因と2016～2022年の被害量から時系列分析を行ったところ、2023年の被害量を誤差15.8%の精度で予測できました。

背景と目的

2000年代前半まで、寒冷地において、ナラ枯れ被害の発生は少なく、現在のような被害地の拡大と激害化は、2010年代半ばから見られるようになりました。北方被害拡大先端地の青森県でも、2016年以降、ナラ枯れ被害は拡大を続けており、2016年に1町のみだった被害が、2023年には9市町村まで拡大しました（表1、図1）。一方、被害は拡大と停滞を繰り返しており、年変動が大きいものとなっています。

被害量の年変動が大きいことは被害防除対策計画を立てる上で大きな障害となります。これまでにナラ枯れ被害の動態に影響を及ぼす要因として、冬季の低温でカシノナガキクイムシの越冬が難しくなることや、夏季の高温と降水量によりナラ類が弱ることなどが報告されています。そこで、ナラ枯れ被害防除対策計画の障害を減らすことを目的として、気象要因などを参考として、誤差30%以内でナラ枯れ被害量を予測する方法の開発を目指しました。

成果

2016年～2022年までの毎年の被害量と各年の気象要因（冬季の日平均気温が0℃以下の日数・カシノナガキクイムシの穿入から脱出までの有効積算温量・夏季の平均気温）、隣接する地区の前年の被害量、沿岸部と内陸部の違いから時系列分析を行い、2023年の被害量を予測しました。その結果、被害量に影響する要因は冬季の日平均気温が0℃以下の日数と隣接する地区の前年の被害量であることがわかりました。この2つの要因をもとに解析したところ、2023年の被害は28,509本と予測され、実測が24,619本であったことから誤差15.8%の精度で予測することができました（図2）。同様の解析を2023年までの被害量で行ったところ、2024年の被害は36,529本に増加すると予想され、誤差30%以内のため、28,099～52,184本の間の被害量になると推測されます（図3）。しかし、2024年は予測範囲を上回る増加が見込まれています。主たる要因として気温上昇と夏季の強風が考えられるため、今後は寒冷地としての予測だけではない対応が必要となります。

表 1 青森県のナラ枯れ被害量の推移

被害 シーズン	被害市町村									合計
	深浦町	弘前市	西目屋村	五所川原市	つがる市	鱒ヶ沢町	中泊町	青森市	平内町	
2016年	85	-	-	-	-	-	-	-	-	85
2017年	2,031	-	-	-	-	-	-	-	-	2,031
2018年	2,409	-	-	-	-	-	-	-	-	2,409
2019年	14,179	-	-	-	-	-	-	-	-	14,179
2020年	42,150	10	14	13	33	197	57	-	-	42,474
2021年	22,815	67	21	7	67	127	57	-	-	23,161
2022年	21,644	53	8	49	347	181	380	-	-	22,662
2023年	21,993	73	0	188	505	1,105	749	1	5	24,619

被害シーズン…当年7月1日～翌年6月30日まで

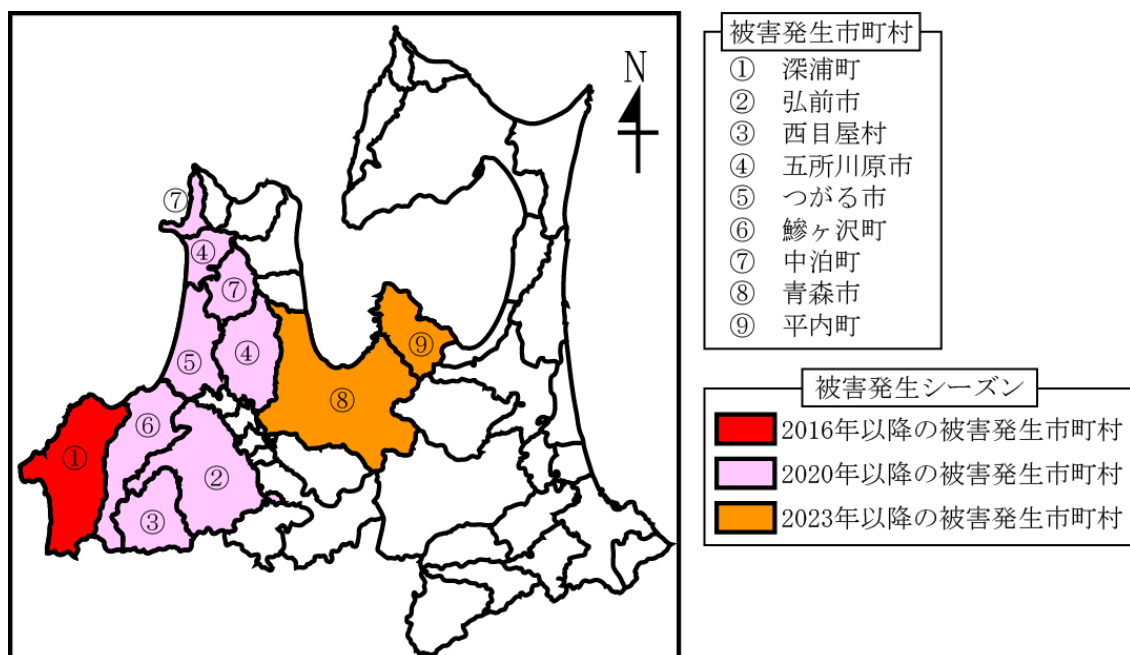


図 1 青森県のナラ枯れ被害地の推移

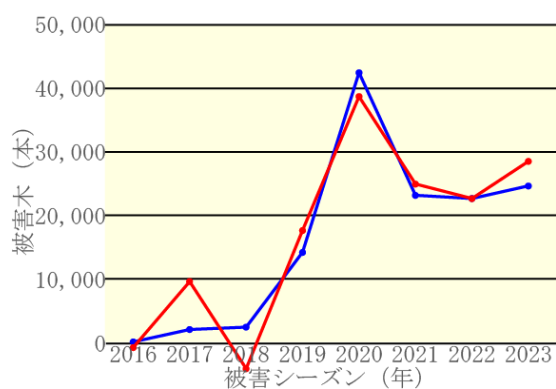


図 2 ナラ枯れ被害量の推移と予測
青線：実測被害量・赤線：予測被害量

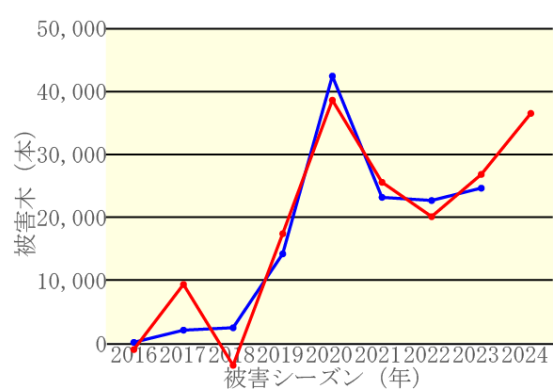


図 3 ナラ枯れ被害量の推移と予測
青線：実測被害量・赤線：予測被害量

Ⅱ－３．人の生活圏で発生するナラ枯れ対策

１）都市域の市民が使える防除技術

衣浦晴生・松本剛史・矢口甫・滝久智・北島博・猪口佳浩

市販のノズル式殺虫剤について、生立木樹幹内のカシノナガクイムシを駆除する農薬として適用拡大を行い、防除に用いることができるようになりました。また、公園や緑地での無農薬の被害木処理方法として、被害木を薪状に分割または短い丸太に玉切りして林床に放置する方法、被害丸太を透明ビニールシートで覆い内部に粘着シートを入れて成虫を捕殺する方法、および被害丸太を地中に埋設して成虫の脱出を防ぐ方法などについて実証試験を行い、薪状に分割または短い丸太に玉切りして林床に放置する方法が有用であることを提示しました。

背景と目的

ナラ枯れ防除法として、生立木樹幹内に穿入しているカシノナガクイムシを駆除して樹木を枯死から守る方法が望まれていました。また都市域の公園や緑地等における被害木の処理では、くん蒸剤のような環境に負荷のかかる農薬の使用は敬遠され、無農薬な方法が望まれていました。このうち、被害木を薪にする方法では高い効果が知られていましたが、薪として乾燥させるための場所や労力が課題でした。さらに、都市域の公園や緑地では重機による作業が可能なため、被害丸太を地中埋設する方法の効果解明も望まれていました。これらのような都市域で実行可能と考えられる手法について実証試験を行い、効果を検証することを目的としました。

成果

①市販ノズル型殺虫剤による生立木樹幹内穿入虫の駆除方法

市販のノズル型殺虫剤である、園芸用キンチョール E[®]を用いた実証試験を行いました。コナラ、マテバシイ、シラカシ、スダジイの樹幹への成虫の穿入を確認した後、おおむね穿入後 2～4 週までの間に、ノズルを穿入孔に挿入して薬液が流出するまで 2～3 秒間注入しました（写真 1）。樹種や穿入後の時間経過にかかわらず、殺虫剤注入孔におけるフラス排出率が減少したことから、樹幹内のカシノナガクイムシを駆除できたと考えました。このような効果の解明により、令和 6 年 2 月 14 日に農薬としての適用拡大が承認され、駆除に使用できるようになりました。森林産業実用化カタログ（森林総合研究所、2025）もご参照ください。



写真1 園芸用キンチョール E®注入の様子

使用上の注意を守ってください。

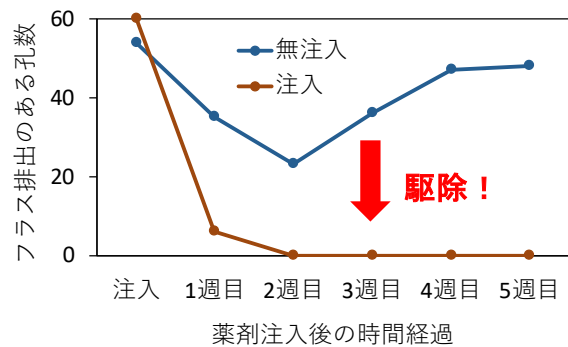


図1 コナラ生立木に穿入したカシノナガキクイムシの孔における園芸用キンチョール E®注入後のフラス排出のある孔数の推移の1例

②被害丸太の薪状分割による駆除方法

長さ 30 cm に玉切りしたコナラとマテバシイの枯死木丸太を、薪状に2分割あるいは8分割して、冬季の間林床に放置した後に、分割した丸太からの成虫脱出数を調べました。その結果、成虫脱出数は、コナラでは8分割すると5%以下に減少、マテバシイでは2分割でも5%以下に減少しました（図2）。これらのことから、被害丸太を分割後に雨よけを掛けるなどの乾燥させる作業をしなくても、被害丸太から脱出する成虫数を少なくできることがわかりました。薪として乾燥させる作業を減らすとともに、乾燥中の薪の盗難に伴うカシノナガキクイムシの人為的拡散も減らすことができます。

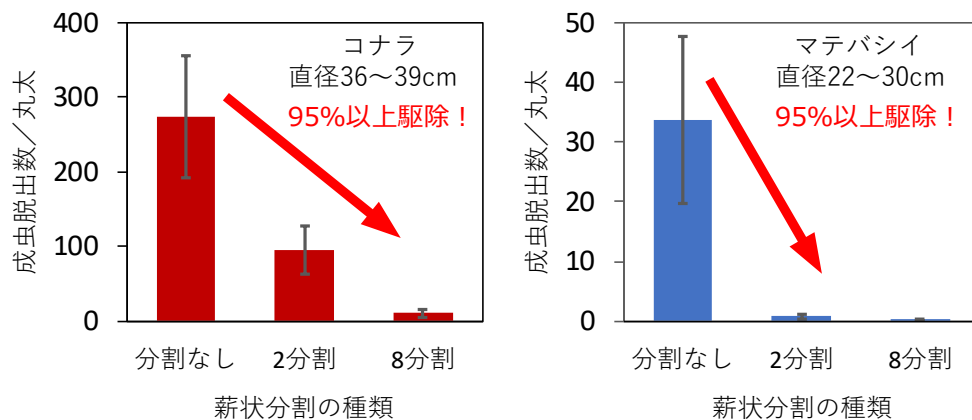


図2 コナラとマテバシイの被害丸太を薪状に分割して林床に放置した後のカシノナガキクイムシ成虫脱出数（平均値±標準誤差）

②被害丸太を短く玉切りすることによる駆除方法

被害丸太を薪状に分割する作業も、薪割り機まで丸太を運ぶには大変な労力が必要です。そこで、コナラの被害丸太を、長さ 15 cm、30 cm、および 100 cm に切断して冬季の間林床に放置した後に、丸太からの成虫脱出数を調べました（写真 2）。その結果、丸太の長さが短いほど成虫脱出数は少なくなりました。ただし、丸太が太くなるほど玉切り作業に多くの労力を必要とします。労力と駆除効率から、できるだけ短くなるように玉切りの長さを調整することが有効だと考えられます。



写真 2 冬期間林床に放置された長さの異なるコナラ丸太

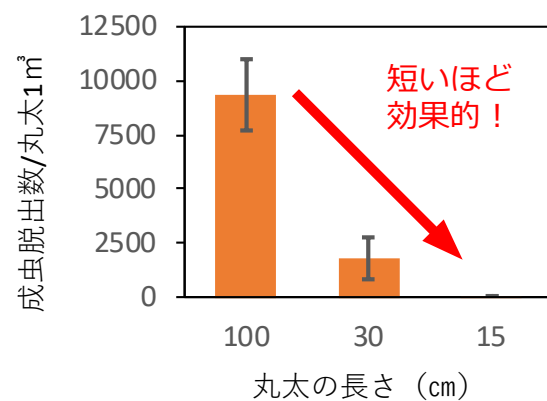


図 3 冬期間林床に放置された長さが異なるコナラ丸太からの成虫脱出数（平均値±標準誤差）

③透明ビニールシートによる被害丸太の被覆による駆除方法

松枯れ対策では、被害丸太を透明ビニールシートで被覆することにより、マツノマダラカミキリの逸失を防止する効果が認められています。鳥獣によりシートに穴が明けられて駆除効果が低下する可能性が課題となっています（森林総合研究所、2022）。このため、ナラ枯れ被害木に対して、人の生活圏に近い被害地で実施した場合の鳥獣によるシートの破損の有無について検証してみました。茨城県、神奈川県のパークや緑地で被害丸太をシートで被覆した結果、いずれの被害地でも鳥獣によるシートの破損は見られませんでした。しかし、落枝によるシートの破損が見られたことから、定期的な見回りとシートの補修が必要と考えられます（写真 3）。



写真3 ナラ枯れ被害丸太を透明ビニールシートで被覆した状態（左）と落枝によるシートの破損（右）

鳥獣以外にもシートの破損要因があるため、カシノナガキクイムシ成虫が脱出する5月～8月にかけては定期的な見回りとシートの補修が必要。

④被害丸太の地中埋設による駆除方法

都市域では重機の使用が可能な公園や緑地もあることから、被害枯死木を地中埋設することでカシノナガキクイムシが駆除できるかという問い合わせがありました。被害木の埋設の可否については各自治体への相談が必要になりますが、ここでは埋設による駆除効果を解明することを目的としました。長さ30 cmのナラ枯れ被害丸太を埋設して、カシノナガキクイムシ成虫脱出数を調査しました。その結果、埋設深が浅いと埋設しないより多くの成虫が脱出しました。これは、埋設により丸太が乾燥しなかったためと考えられました。成虫脱出数は、地表から丸太上部までの深さが深くなるほど少なくなる傾向は見られましたが、成虫が脱出しなくなる深さの推定はできず、埋設による大幅な駆除は望めないことがわかりました（図4）。

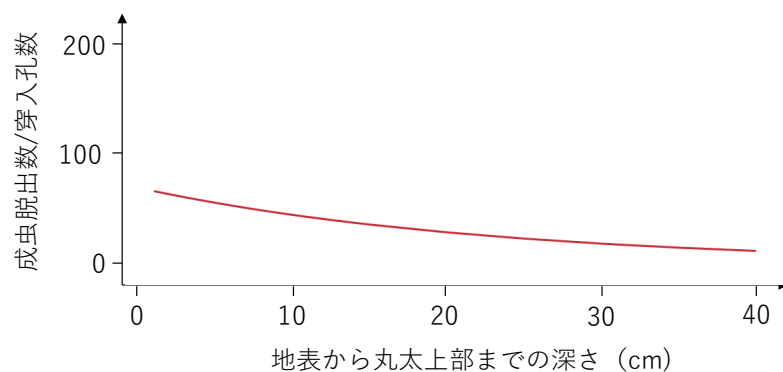


図4 ナラ枯れ被害丸太埋設試験から推定される成虫脱出数曲線

Ⅱ－３．人の生活圏で発生するナラ枯れ対策

２）関東地方のカシノナガキクイムシ発生予測モデルの開発

北野皓大・川島祐介・岡野幸治・坂田春生・小黑芳生・滝久智

ナラ枯れ対策を適期に実施するためには、カシノナガキクイムシ成虫が羽化脱出するタイミング（初発日）を知ることが重要です。そこで、関東地方の各地に成虫捕殺用のトラップを設置し、初発日のデータを収集し、得られたデータと気象条件や土地利用条件等との関係を解析し、初発日予測モデルを開発しました。その結果、気温が高く、降雪量の少ない地域ほど初発日が早くなる傾向が見られました。このモデルによって 95%の調査地で約 18 日、80%で約 12 日、60%で約 8 日以内の精度で初発日を予測することができました。

背景と目的

ナラ枯れ対策をする上で、カシノナガキクイムシの成虫初発日を知ることが重要です。例えば、被害木の駆除は成虫の脱出前に完了する必要があるため、ノズル型殺虫剤による成虫の駆除（Ⅱ－３－１ 参照）は穿入後速やかに実施することが望ましいです。発生予察式自体は他地域の事例を用い過去に開発された実績があるものの、関東地方においては当てはまりが悪く、その予察式を利用した場合、年によっては約 1 か月のずれが生じることもありました。そこで、関東地方におけるカシノナガキクイムシ成虫の初発日予測モデルの開発が必要でした。このため、既存の気温だけを用いた発生予察式とは異なり、積雪などの他気象条件や土地利用等も変数としてモデルの開発を行いました。

成果

本調査では、樹幹設置型トラップやチューブトラップ等の定期的に回収を実施する従来のトラップ（写真 1）の利用に加え、粘着板と定点カメラを組み合わせた定期的な回収を必要としないトラップ（写真 2）も利用し、2021 年～2023 年にかけて関東地方の各地の初発日データを得ました。得られた初発日データを用い、積算温度、気象条件、土地利用条件等を説明変数として、一般化線形モデル（GLM）、一般化線形混合モデル

（GLMM）、機械学習モデル（Random Forest）の 3 種類のモデルで解析を行いました。また、2024 年に関東地方の複数地点にトラップを再度設置して追加の初発日調査を行い、作成したモデルの精度を評価しました。気象データには農研機構メッシュ農業気象データを用いました。

解析の結果、気温が高く、太陽放射が多く、雪が少ない場所で初発日が早い事がわかりました（図3）。モデルの精度は Random Forest ($R^2=0.70$)、GLM ($R^2=0.67$)、GLMM ($R^2=0.61$) の順に高く、予測値と実測値のずれはほとんどの地点で 20 日以内、Random Forest に限れば 95%の調査地で約 18 日、80%で約 12 日、60%で約 8 日以内でした（図4 左）。この結果から、モデルが予測した初発日より 20 日以前に対策を行えばほとんどの場合十分であると考えられます。また、2024 年のデータで初発日を予測すると、予測精度は Random Forest ($R^2=0.89$)、GLMM ($R^2=0.77$)、GLM ($R^2=0.76$) の順に高い一方、予測より実際の初発日が 20 日以上早い極端な予測値は GLM が最も少なくなっていました（図4 右）。作成したモデルで 2024 年の初発日の分布を地図化すると、モデルで予測可能な範囲は GLM、GLMM、Random Forest の順に広がっていました（図5）。各モデルは異なる特徴を持つため、高い予測精度が必要な場合には Random Forest、極端な予測値が問題になる場合には GLM など、目的に応じてモデルを使い分けるとよいと考えられます。



写真1 定期的な回収を必要とする従来のトラップ（左：樹幹設置型、右：チューブ型）



写真2 定点カメラと粘着板を組み合わせた定期的な回収を必要としない新しいトラップ
粘着版を定期的に撮影して、カシノナガキクイムシが貼り付いた日を写真から特定する。

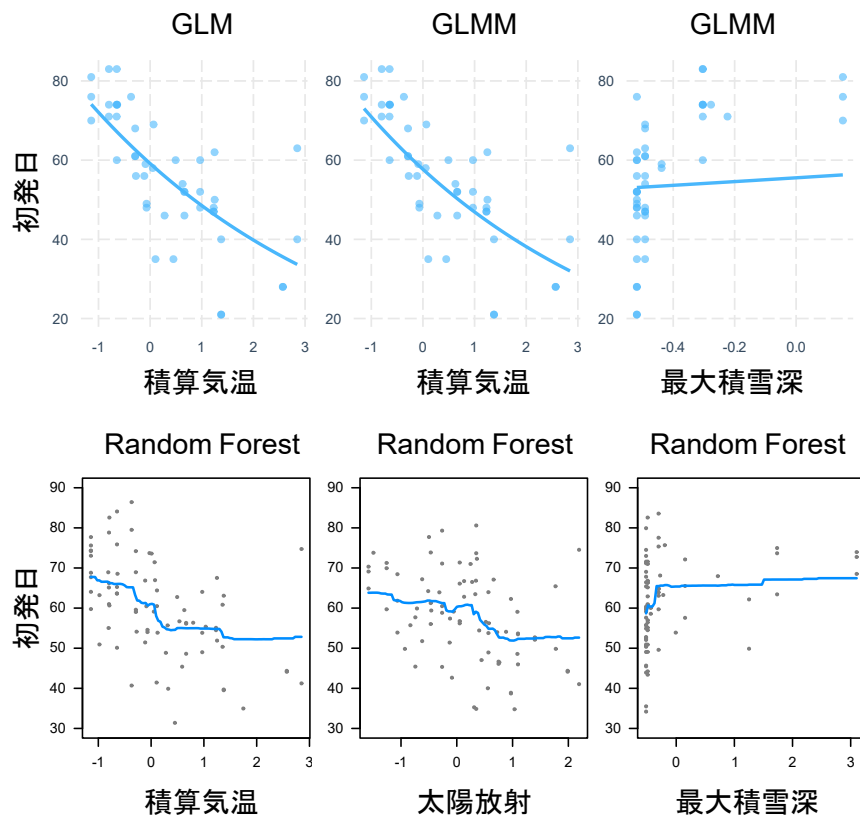


図3 モデルの説明変数と初発日との関係

説明変数は標準化した値を、初発日は4月1日からの日数に変換した値を示した。気温が高く、太陽放射が多く、雪が少ない場所で初発日が早い。

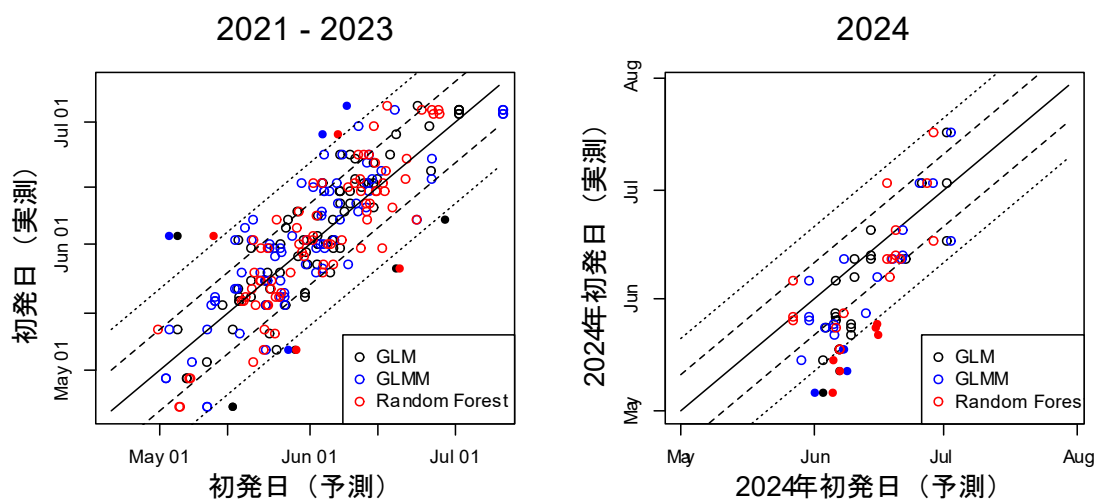


図4 3種のモデルによる初発日の予測値と実測値との関係

予測値と実測値の間に20日以上のはずれがある点は塗りつぶしで示した。モデルの精度はRandom Forest>GLM>GLMMの順に高い。

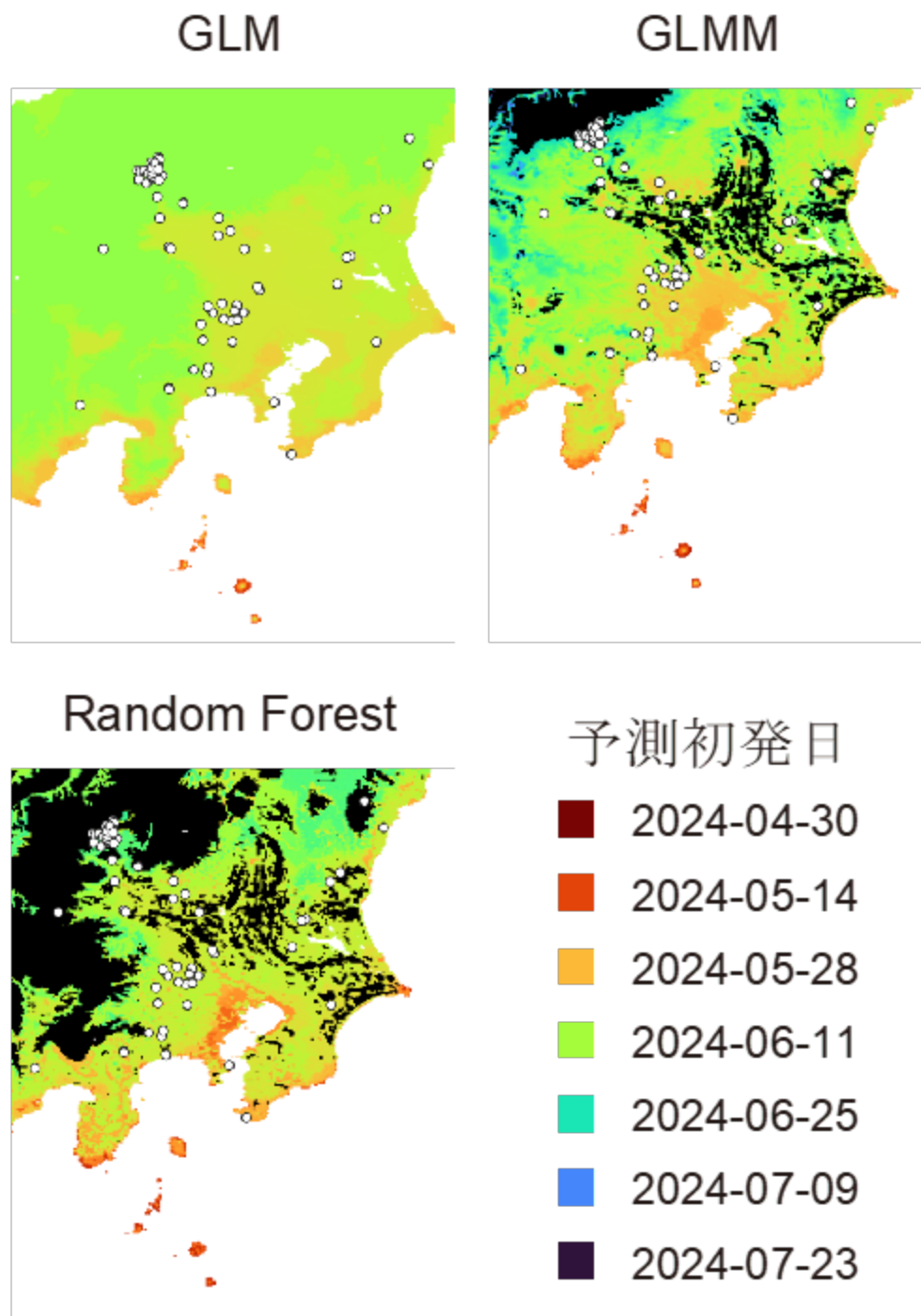


図5 3種のモデルを用いたカシノナガキイムシ初発日の予測値の空間分布（2024年）
 白丸は予測に用いた初発日の観測地点を、黒い部分は2024年の最大積雪深や土地利用などの環境要因がモデルに用いた調査地点で得られたデータの範囲外のため、正しく予測初発日を計算できない場所を示す。

Ⅱ－３．人の生活圏で発生するナラ枯れ対策

３）都市域のナラ枯れ発生状況の把握と拡大要因

宮崎達也・中村葉子・森田厚・松山元昭・近藤洋史・高橋由紀子・升屋勇人

埼玉県では2020年に県・市町村職員を対象にナラ枯れ対策担当者会議を開催し、ナラ枯れ発生の仕組みや被害状況を説明するとともに、被害把握については情報収集体制を構築して、全県で一元的に管理することとしました。収集された情報をもとに、ナラ枯れを主題とした植生分布マップに被害箇所を明示して、被害の分布状況の把握が可能になりました。公園や緑地などにおいて樹を衰弱させるナラタケ類や、ナラ枯れの病原菌であるナラ菌を診断する技術を開発しました。

背景と目的

都市域のナラ枯れにおいても、被害の発生や拡大の特徴を解明して予測技術に繋げることが望ましいと考えられます。そこで、埼玉県をモデルとして、都市域の公園や緑地の被害情報を効率的に収集し、この情報を用いて作成した被害分布マップを用いて、新たな被害情報の収集や被害への早期対処へ活用する体制構築を目的としました。また、公園や緑地などの局所スケールで防除が必要な樹木を選定するため、樹を衰弱させるナラタケ類やナラ枯れの病原菌であるナラ菌の加害を早期に診断する技術開発を目的としました。

成果

①ナラ枯れ情報収集体制の構築

埼玉県では、2019年に初めてナラ枯れが確認されました。そこで県では2020年に県・市町村職員を対象にナラ枯れ対策担当者会議を開催し、ナラ枯れ発生の仕組みや被害状況を説明するとともに、被害把握については情報収集体制を構築して、全県で一元的に管理することとしました。

構築した情報収集体制は図1のとおりです。発見者からの連絡は主に市町村が窓口となり、市町村は収集した情報を「埼玉県ナラ枯れ情報カード」（図2）にまとめ、所轄する地域機関へ送付します。地域機関がこれを県庁森づくり課に報告することにより情報が共有されます。

市町村内で初めてナラ枯れが疑われる木が確認された場合などは、市町村と地域機関による現地調査を実施しています。具体的には、ナラ枯れが疑われる木に成虫捕獲用粘着シートを巻き付け、数週間後に回収し、カシノナガキクイムシの存在を確認します。カシノ

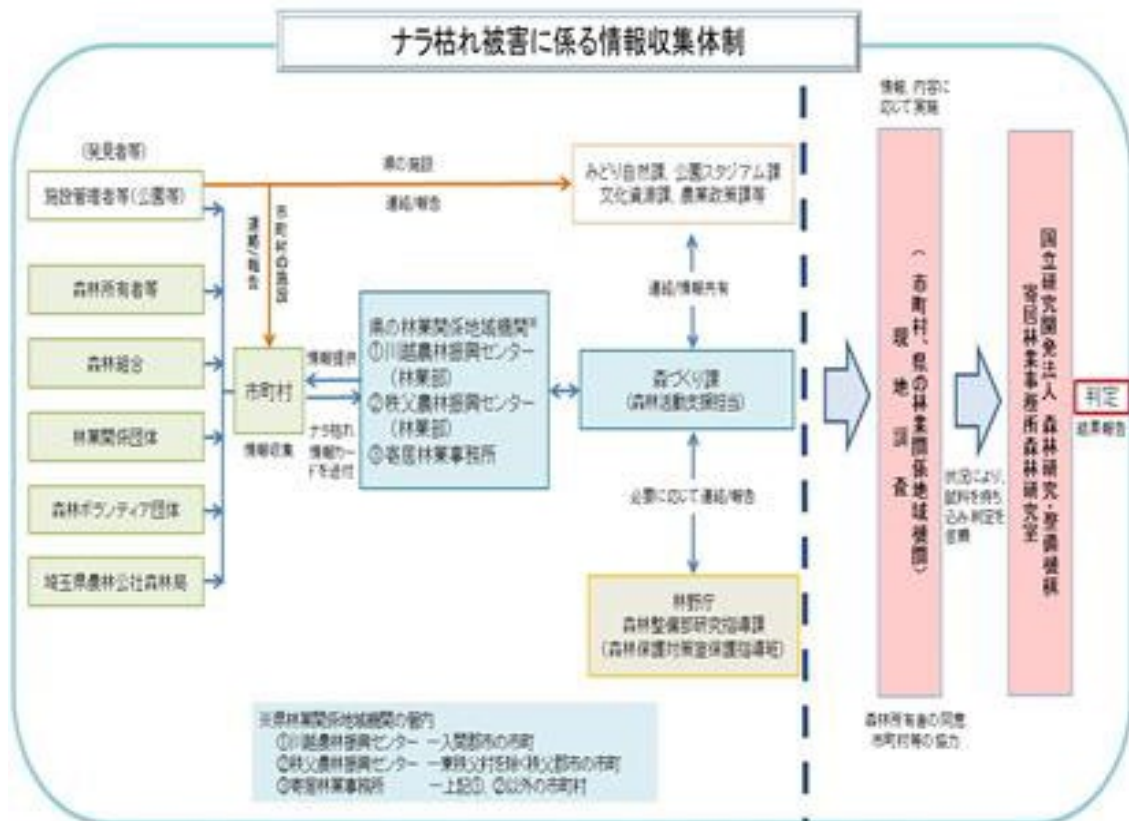


図1 ナラ枯れ被害に係る情報収集体制

埼玉県ナラ枯れ情報カード 様式例

記入日: 年 月 日

記入者: _____

連絡先(所属): _____

○被害木の状況

・所在地 (市町村 大字 町地 被害木を地図上にマークして下さい)

・枯れが確認できた日 令和 年 月 日

・樹種 (クスギ・コナラ・クリ・シイ・カシ・ミズナラ その他 _____)

・被害木の地面から1.5mの高さの直径 (cm)

・枯死の有無 (有、無)

・穿孔の有無 (有・直径 mm、無)

・穿孔の数 (1~10個、10~50個、50~100個、100個以上)

・穿孔からのフラス (有、無)

・根元へのフラスの堆積 (有、無)

・被害を受けている根木の本数 (本)

・調査のための伐採が可能か (可、不可)

○連絡先等

・発見者 氏名 _____

連絡先(住所・電話番号) _____

所属している森林ボランティア団体等が有りましたら団体名を記入してください

団体名 _____

・森林所有者 氏名 _____

連絡先(住所・電話番号) _____

○その他資料

位置図と写真を添付してください。

(枯れの様子が見える全体写真、フラスの状況、穴の大きさがわかる写真をお願いします)

(写真については、可能であればGPS機能付きデジタルカメラを使用し、位置情報の記録をお願いします。位置情報は代表地点1枚あれば結構です)

位置図については全体図の他に、できましたら単木の位置図を付けて下さい。

カシノナガキクイムシ穿孔径スケール

カシノナガキクイムシ穿孔径 5mm

図2 埼玉県ナラ枯れ情報カード

ナガキクイムシと判断するのが困難な場合は、研究機関である森林研究室などが判定する体制です。

②ナラ枯れ被害分布マップの作成と活用

ナラ枯れ被害の発生を効率的に監視するためには、ナラ枯れ被害に対して感受性の高いナラ類と被害地の空間分布を把握しておくことが重要です。そこで、ナラ枯れを主題とした植生分布マップに、①で収集された被害情報を重ねて、被害分布マップを作成しました（図3）。これにより、被害の分布・拡大状況が把握できるようになり、これをナラ枯れ担当者会議で共有することで、新たな被害情報の収集や被害の早期対処に活用しました。

図3には、2022年度と2023年度の被害位置を星印で示しました。埼玉県のアナハダ枯れは、2020年度までは都市部の公園や緑地で、2022年度はアナハダが分布している地域で発生していました。しかし、2023年度には、アナハダ枯れに対して感受性の最も高いミズアナハダが分布している県西部で被害が発生しています。2019年度の県内初の発生から5年で、県内広域に被害が進行したことがわかります。ミズアナハダの分布域では、これまで以上に早いスピードで被害が拡散し、その被害程度も激しくなる危険性があるので（山形県農林水産部森林課・山形県森林研究研修センター、2011）、関係機関に注意喚起しています。

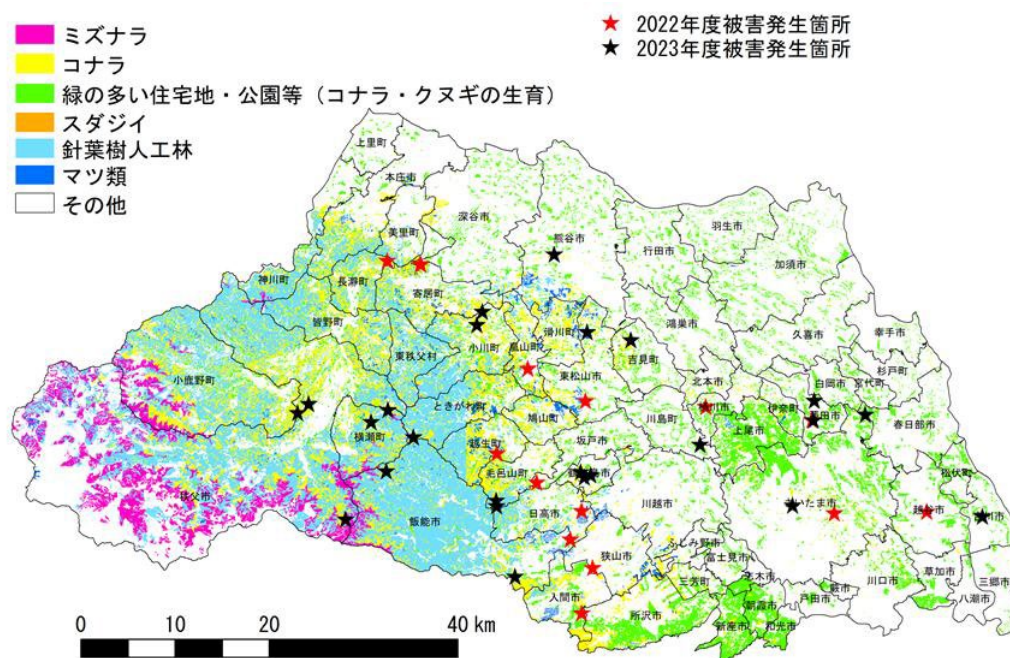


図3 埼玉県におけるナラ枯れ被害分布マップ

③ナラ枯れ被害発生初期における早期診断

ナラ枯れによる広域的な枯死被害も、最初は飛び火的、単木的な枯死から始まります。それは何らかの原因による衰弱木への穿孔から始まるという報告があります。その衰弱原因を探索したところ、ナラタケ類が重要な要因と考えられました。ナラタケ類による被害があると、地際部に黒色の樹脂流出があり、樹皮漏出部の樹皮下に白い菌糸膜が認められます（図4）。また、7～10月頃に地際に豊富に形成される子実体で特定できますが（図5）、子実体がなくても判別できるよう、DNA解析による特定も可能にしました。その結果、都市部公園での顕著な衰弱要因はナラタケモドキであり、ナラタケモドキだけの加害による枯死被害もあることがわかりました。一方でカシノナガキクイムシの穿孔数が少ない場合や周囲に被害がない場合、穿入痕からカシノナガキクイムシを判別するのは困難です。そこでカシノナガキクイムシに必ず随伴するナラ菌を非破壊的に分離、もしくはDNAを検出する、ナラ枯れ早期診断技術を開発しました。プラスチック製のニードルでクイムシの坑道入口から菌を採取し（図6）、ナラ菌であることを選択培地で培養して種同定するか、特異的PCRで検出することで、迅速かつ正確な診断が可能になりました（森林総合研究所、2025）。



図4 ナラタケ類による被害



図5 地際に形成された子実体



図6 ナラ菌の検出によるナラ枯れ早期診断

Ⅱ－３．人の生活圏で発生するナラ枯れ対策

４）埼玉県における市民活動主体の都市域ナラ枯れ対策の進め方

宮崎達也・中村葉子・森田厚・松山元昭

市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ防除体制を確立するため、さいたま緑のトラスト保全地において防除対策を行うとともに、保全地で活動するボランティアスタッフを対象にアンケート調査を行いました。市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ対策については、物理的な方法（伐倒処分、丸太化、薪化）を主体としつつ必要に応じて薬剤を用いること、実施にあたっては行政による財政的支援や研究機関による技術的指導が必要であることがわかりました。

背景と目的

埼玉県では2019年に初めてナラ枯れが確認されるまで、里山の保全活動をしている市民団体などにナラ枯れに関する知見がありませんでした。このため、公益財団法人さいたま緑のトラスト協会、埼玉県、国立研究開発法人森林整備・研究機構森林総合研究所で連携して防除対策を行い、市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ対策の進め方について検討しました。

成果

①さいたま緑のトラスト保全地での防除対策の実施

3箇所のトラスト保全地（3号地：嵐山町、12号地：上尾市、13号地：伊奈町）において、防除対策を実施しました。具体的には、ボランティアスタッフ連絡会議などでナラ枯れ発生の仕組みや防除方法を説明した後、現地で樹幹への薬剤散布と被害丸太の燻蒸（3号地）（写真1）、丸太の長さ別の駆除効果試験（12号地）、カシナガ初発日調査と樹幹への薬剤散布（13号地）などを行いました。



写真1 被害丸太の燻蒸

②アンケート調査の実施

3箇所のボランティアスタッフを対象にナラ枯れに関するアンケート調査を実施しました。設問は、回答者の性別・年代・ボランティア活動の参加年数から、ナラ枯れの仕組みや予防法・駆除法を知っているか、対策の効果を実感しているか、研究機関の指導が必要かなどとし、また自由記述としてナラ枯れに関する課題などについて訊きました。

51名から回答を得ることができ、その結果、回答者の9割が60代以上で、7割がボランティア活動をはじめて10年未満でした。また、薬剤使用に対して否定的な人が多い一方で、物理的な方法（伐倒処分、丸太化、薪化）については肯定的な意見の人が多くいました。研究機関や専門家の指導については8割が必要と回答しました（図1）。自由記述では「とにかく対策は大変」「非常な労力を必要とし、対策実施に限界あり」など、対策に限界を感じる記述が18件と最も多くありました。また、「ボランティアの負担が大きく、県、協会がチームをつくり、補助していくことが必要」など、事務局や行政などに対する意見も11件ありました。

研究機関や専門家の指導が必要ですか

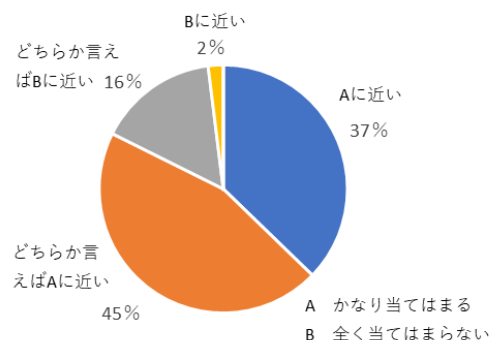


図1 アンケート結果（抜粋）

③市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ対策の進め方

トラスト保全地での防除対策の実施とアンケート結果から、ナラ枯れが発生した場合は物理的な方法を主体としながら、必要に応じて薬剤を用いていくことがよいと考えられました。また、行政がナラ枯れに関する情報提供や森林環境譲与税などを活用した財政的支援をするとともに、研究機関や専門家が技術的指導を行い、市民活動をサポートすることが必要と考えられました。市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ対策の進め方を例示すると図2のとおりとなります。

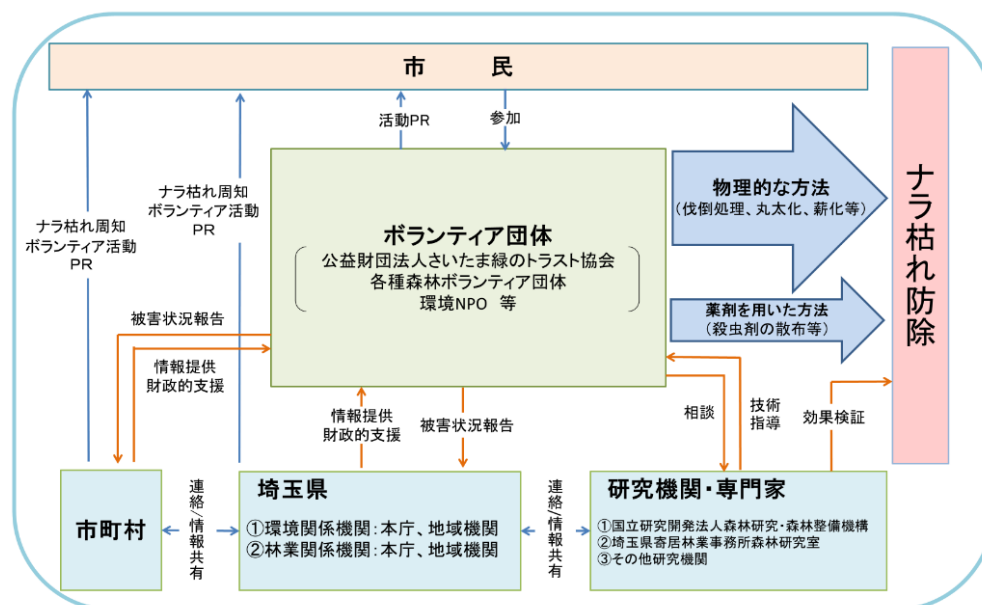


図2 市民活動を主体とした都市域のナラ枯れ対策の進め方

Ⅱ－３．人の生活圏で発生するナラ枯れ対策

５）茨城県におけるボランティア団体を中心とした市民活動の実証

宇都木景子・鈴木孝典・富田衣里・前川直人

都市域のナラ枯れ防除体制を確立するため、ボランティアによる森林整備が行われている公園で実証試験を行いました。水戸市森林公園（水戸市）ではボランティア、樹木医が市民へ普及啓発を行うことで、ナラ枯れへの理解を深めることができました。小池城址公園（阿見町）ではナラ枯れ被害発生時からボランティアと樹木医が連携することで、ボランティアの意識を向上させる防除活動を実施することができました。

背景と目的

都市域でのナラ枯れ被害については、自治体による防除作業のほか、公園や緑地を管理するボランティアが対策を実施している事例があります。それぞれの活動をより効果的なものとするため、ボランティア等の市民活動を中心に、樹木医等が持つ専門的知見等を組み合わせたナラ枯れ防除体制を確立することを目的とし、対策を実施しました。

成 果

①事例１ 水戸市森林公園（茨城県水戸市）における取組

当地では、令和２年（２０２０年）にナラ枯れが発生しました。市では伐倒駆除を進めたものの、被害の拡大に伴い全ての被害木を処理することが困難となりました。そこで、市民にナラ枯れと森林管理について理解を深めてもらうことを目的に、ボランティア、樹木医と連携し、被害木を用いた市民参加の薪作り体験による普及啓発を行うことにしました（表１）。

令和５年度（２０２３年）は、公園内で開催された「青空市」のイベントの１つとして実施しました（写真１）。しかし、参加者を当日に募集したため、目的が伝わりにくかったなどの課題が見えてきました。そこで、令和６年度（２０２４年）は、普及啓発の目的を明確にするために薪作り体験を単独のイベントとし、参加者を事前募集したうえで実施し（写真２、３）、参加者にアンケートを行いました。その結果、樹木医による説明で多くの参加者にナラ枯れを理解してもらえた一方、森林の活用のための計画的な樹木の伐採についての理解はそれほど進みませんでした（表２質問１０）。

②事例２ 小池城址公園（茨城県阿見町）における取組

当地では、令和４年（２０２２年）にフラスが確認され、町で初めての被害発生事例でした。被害拡大防止のため、町とボランティアで実施可能な対策を検討した結果、ボランティアか

ら無農薬で対策を実施したいとの意見があったことから、令和5年度（2023年）から樹木医の指導のもと、被害木樹幹への粘着シートの設置、被害木のチップ化のほか、透明ビニールシートによる被覆処理等（写真4）に取り組みました。令和6年度（2024年）は粘着シートに付着したカシノナガキクイムシ成虫を参加者で確認するなど、防除効果を実感できる作業も行いました。

聞き取りの結果、ボランティアからは防除活動に満足しており今後も続けたいとの意見が、町からは費用の観点から防除方法に関する詳細な情報が欲しかった等の意見がありました。

まとめ

ボランティアと樹木医の連携によるナラ枯れ対策は、地域の課題ごとに概ね目的を達成することができ、特に樹木医は専門的な立場で協働することができました。一方で、見つかった課題については、関係者の意見を集約し改善を図ることで、より効果的な活動につなげることができると思います。

表1 水戸市森林公園における取組内容

実施年月日	令和5年11月3日(金・祝)	令和6年11月16日(土)
参加人数	約40名	30名
募集方法	「青空市」内で当日	市広報等で事前
実施内容	樹木医によるナラ枯れ、森林管理の説明、カシノナガキクイムシ幼虫等の観察 ボランティアによる被害木伐倒実演、薪割り機による薪割りと薪の束作り	



写真1 薪割り体験の様子



写真2 カシノナガキクイムシの幼虫の観察の様子



写真3 薪から出てきた幼虫



写真4 ナラ枯れ枯損木の処理
チップ化の作業(奥)と透明ビニールシートによる被害丸太の被覆

表2 水戸市森林公園におけるナラ枯れ被害木の観察と薪作り体験アンケート結果
回答:選択式、参加者:30人、回答人数:28人

質問1 性別					
	回答数	割合			
男性	13	46%			
女性	13	46%			
教えたくない	1	4%			
無回答	1	4%			
質問2 年代					
	回答数	割合		回答数	割合
10歳未満	8	29%	50代	3	11%
10代、20代、30代	0	0%	60代	4	14%
40代	6	21%	70代～	7	25%
質問3 今回のイベントを何で知りましたか					
	回答数	割合			
水戸市広報	4	14%			
水戸市HP	0	0%			
知人の紹介	15	54%			
その他	9	32%			
質問4 参加のきっかけは何ですか(複数回答)					
	回答数	割合			
ナラ枯れに興味があった	9	32%			
薪割り体験に興味があった	10	36%			
森林に興味があった	12	43%			
薪をもらえる	12	43%			
その他	3	11%			
質問5 過去に水戸市森林公園の薪割り体験に参加したことがありますか					
	回答数	割合			
ある	5	18%			
ない	23	82%			

質問6 水戸市森林公園では「カシノナガキクイムシ」という虫によってコナラなどが枯れるナラ枯れ被害が 発生していますが、ナラ枯れを知っていましたか

	回答数	割合
以前から知っていた	11	39%
申し込む際に知った	2	7%
知らなかった	14	50%
無回答	1	4%

質問7 ナラ枯れについての説明はどうでしたか

	回答数	割合
分かりやすかった	20	71%
普通	2	7%
難しかった	3	11%
無回答・聞かなかった	3	11%

質問8 今回のイベントを通してナラ枯れについて理解できましたか

	回答数	割合
理解できた	16	57%
ある程度理解できた	7	25%
あまり理解できなかった	0	0%
ほとんど理解できなかった	3	11%
無回答	2	7%

質問9 伐採した木を薪に利用することがナラ枯れ対策につながることを理解できましたか

	回答数	割合
理解できた	24	86%
理解できなかった	3	11%
無回答	1	4%

質問10 計画的に木を伐採することが、健全な森林づくりにつながると思いますか

	回答数	割合
思う	19	68%
そうは思わない	2	7%
分からない	5	18%
無回答	2	7%

質問11 今回のイベント参加により、ナラ枯れに対する関心は変わりましたか

	回答数	割合
さらに関心を持った	17	61%
変わらず関心を持っている	7	25%
変わらず関心がない	1	4%
さらに関心がなくなった	0	0%
無回答	3	11%

質問12 今回のイベントはいかがでしたか

	回答数	割合
満足	22	79%
普通	5	18%
不満	1	4%

質問13 今後も森林に関する体験や学習会などのイベントに参加したいと思いますか

	回答数	割合
参加したい	24	86%
参加したくない	0	0%
分からない	4	14%

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

①UAV 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

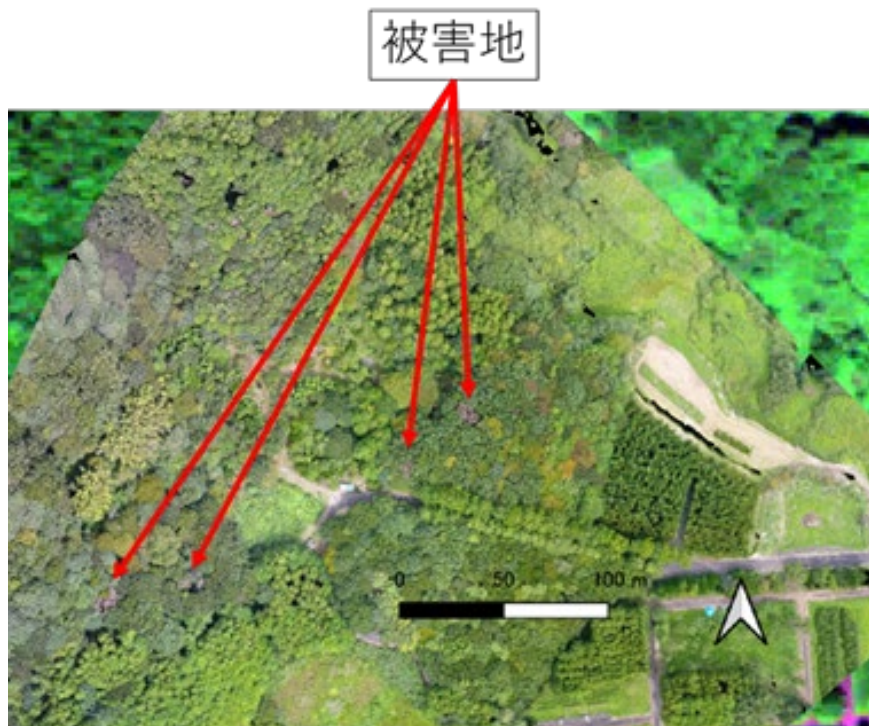


図1 UAVによる被害状況把握 2021年9月7日撮影
枯死木を単木単位で十分把握可能である。

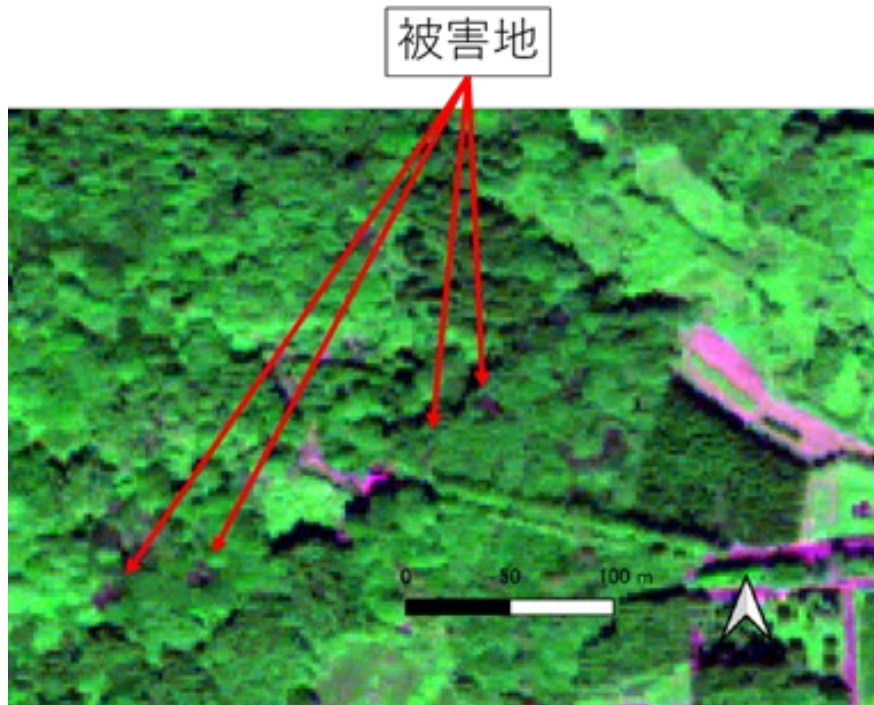


図2 高解像度衛星データによる被害状況把握 2021年9月20日
[WorldView-2] © [2021] Maxar Technologies.
高解像度衛星画像(解像度:0.5m)であれば枯死木を単木単位で十分把握可能である。

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。

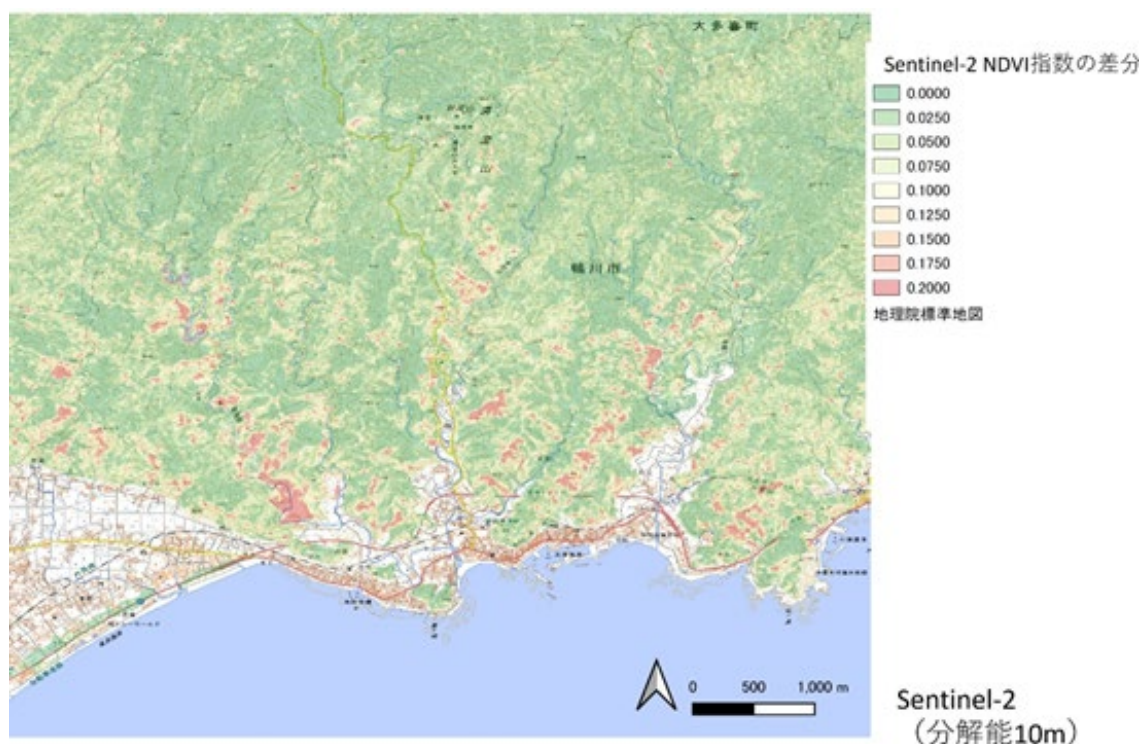


図 3 Sentinel-2NDVI の差分画像による広域マッピング 2019-2020 年の千葉県鴨川市周辺 NDVI 指数の 2019 年と 2020 年の差分が大きい地域ほど濃い赤色で表示しており、差分の閾値が 0.2 を超える場所ではナラ枯れの大規模被害が発生したと考えられる。

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業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。

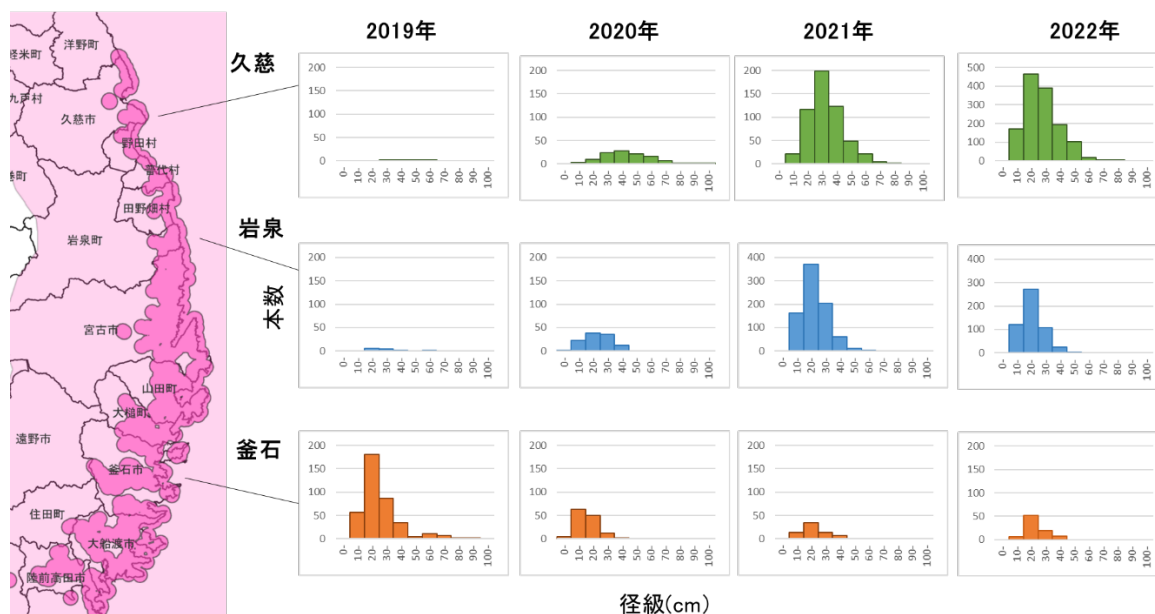


図1 岩手県沿岸地域におけるナラ枯れ被害木の径級の移り変わり（2019～2022年）
 釜石市では2014年、岩泉町では2017年、久慈市では2019年にはじめてナラ枯れ被害が確認された。久慈の2022年、岩泉の2021年および2022年のグラフは本数のスケールが他と違うことに注意。左の地図は2024年3月時点のナラ枯れ被害発生場所（岩手県HPより転載）を示す。濃いピンク色はナラ枯れ発生地点から2kmの範囲を示す。

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もできます(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/㎡)
岩手県森林組合連合会盛岡木材流通センター提供。

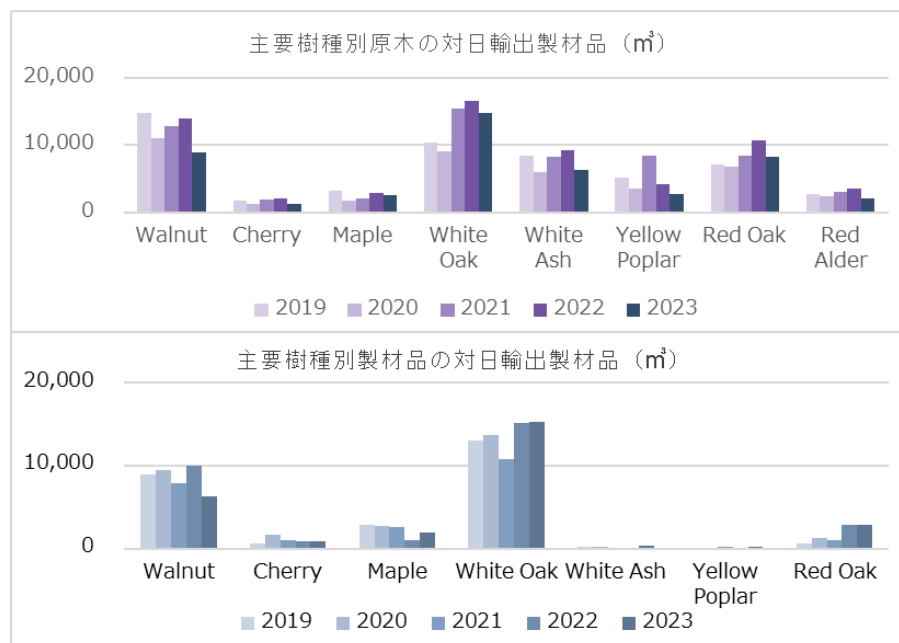


図3 広葉樹輸入国であるアメリカからの輸入動向
アメリカ広葉樹輸出協会 AHEC 提供 (データ元、米国農務省海外農務局)。

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>

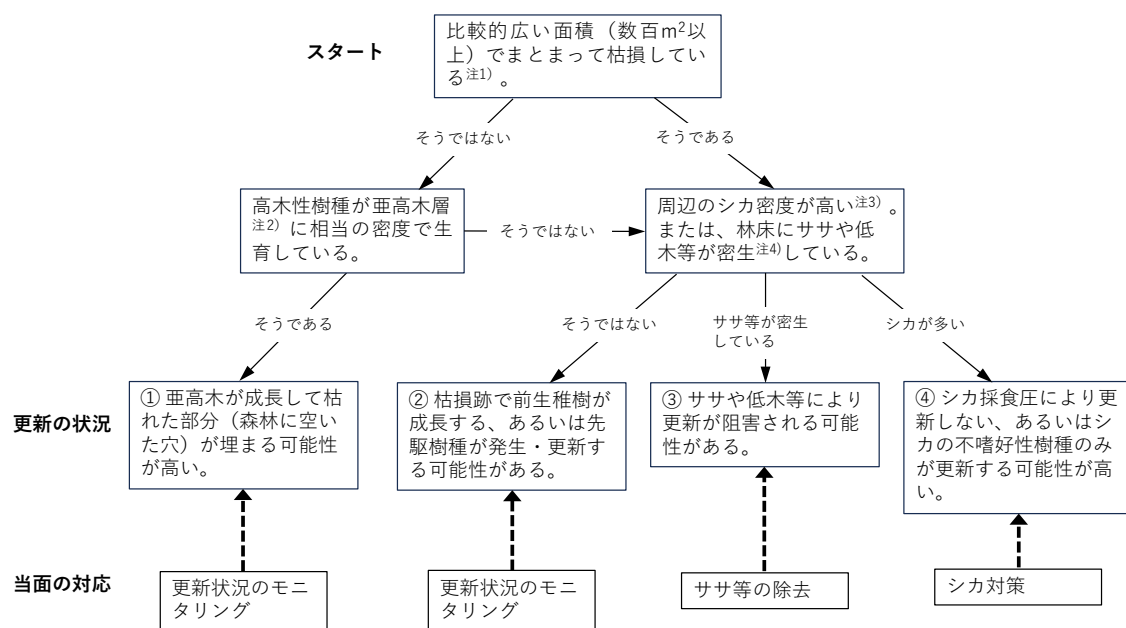


図1 落葉ナラ林の更新判定フロー図

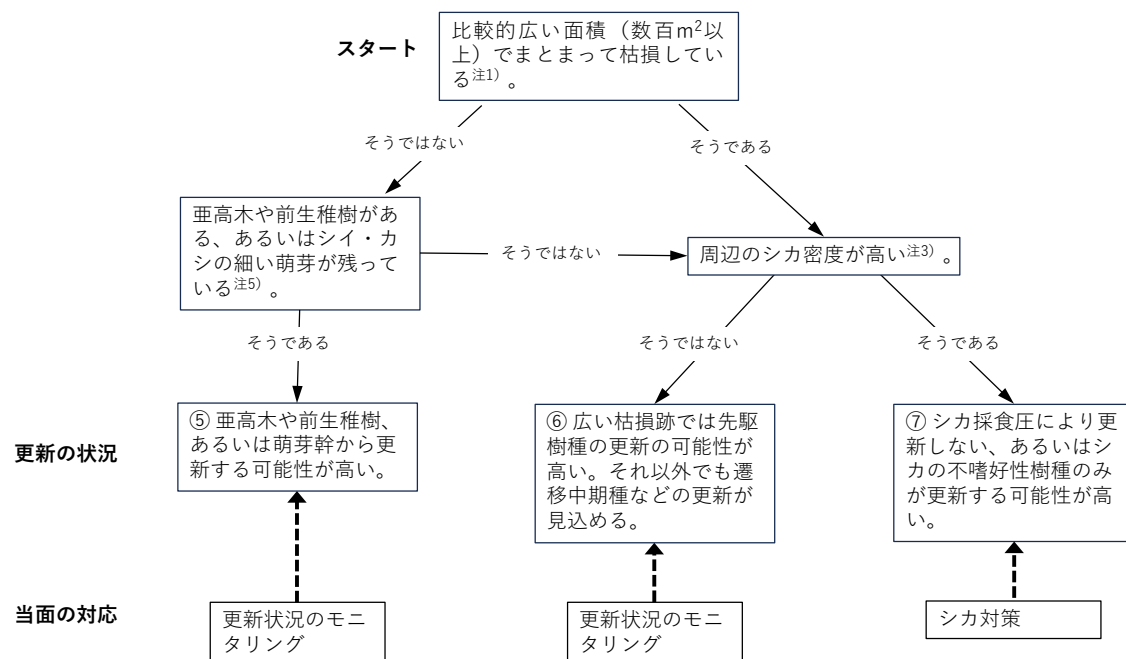


図2 常緑シイ・カシ林の更新判定フロー図

参考文献

- 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>
- 伊藤昌明（2024）ナラ枯れ被害材の低温保管処理によるカシノナガキクイムシの越冬耐性調査．令和5年度青森県産業技術センター林業研究所研究報告、20-24
- 黒田慶子（2023）ナラ枯れを防ぐ里山管理．全国林業改良普及協会
- 日本森林技術協会（2015）ナラ枯れ被害対策マニュアル改訂版．日本森林技術協会
- 齊藤 哲 ・鈴木秀典・小谷英司・山下直子編（2023）もっとつかえる日本の広葉樹林．森林総合研究所、<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/5th-chuukiseika17.pdf>
- 森林総合研究所（2022）マツ材線虫病にどう対処するかー防除対策の考え方と実践ー．森林総合研究所東北支所、
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/5th-chuukiseika11.pdf>
- 森林総合研究所（2025）森林産業実用化カタログ．森林総合研究所、
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/sangakukan/catalog/documents/catalog2025.pdf>
- 森林総合研究所関西支所（2009）里山に入る前に考えることー行政およびボランティア等による整備活動のためにー．森林総合研究所関西支所、
https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/satoyama3_201002.pdf
- 森林総合研究所関西支所（2012）ナラ枯れの被害をどう減らすかー里山林を守るためにー改訂．森林総合研究所関西支所、
https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/nara-fsm_201202.pdf
- 森林総合研究所関西支所（2014）里山管理を始めようー持続的な利用のための手帳ー．森林総合研究所関西支所、
https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/satoyamakanri_201402.pdf
- 森林総合研究所関西支所（2018）広葉樹の利用と森林再生を考えるー中山間地での広葉樹林の取り扱いについてー．森林総合研究所関西支所、
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/hardwood.pdf>
- 森林総合研究所関西支所（2019）中山間地で広葉樹林を循環利用するためのハンドブック．森林総合研究所関西支所、
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/hardwoodhandbook.pdf>

山形県農林水産部森林課・山形県森林研究研修センター（2011）山形県のナラ枯れ被害と
防除. 山形県

この小冊子は、生物系特定産業技術支援センターイノベーション創出強化研究推進事業（体系的番号 JPJ007097）「With/Post ナラ枯れ時代の広葉樹林管理戦略の構築」（課題番号 04021C2）により作成されました。

執筆者一覧（アルファベット順、*は担当箇所責任執筆者）

堀靖人*	東北農林専門職大学（Ⅲ-2-（2）-②）
猪口佳浩	大日本除蟲菊株式会社・中央研究所
伊東宏樹*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所北海道支所（当時）（Ⅲ-3）
伊藤昌明*	（地独）青森県産業技術センター林業研究所（当時）（Ⅱ-2）
川島祐介	群馬県林業試験場（当時）
衣浦晴生*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（Ⅱ-3-1））
北島博*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（Ⅰ）
北野皓大*	群馬県林業試験場（Ⅱ-3-2））
小谷英司	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所
近藤洋史*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所（Ⅱ-3-3）-②）
前川直人	茨城県林業技術センター
升屋勇人	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所
松本剛史	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所
松山元昭	埼玉県寄居林業事務所
宮崎達也*	埼玉県寄居林業事務所（Ⅱ-3-3）-①、Ⅱ-3-4））
森田厚	埼玉県寄居林業事務所
室谷豊	（地独）青森県産業技術センター林業研究所
中村葉子	埼玉県寄居林業事務所（当時）
小黒芳生*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（Ⅱ-3-2））
大塚生美*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所（Ⅲ-2-（2）-①）
岡野幸治	群馬県林業試験場（当時）
小野寺賢介	（地独）北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場（当時）
齋藤英樹*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（Ⅲ-1）
酒井敦*	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所（Ⅲ-2-（1））
坂田春生	群馬県林業試験場
志水克人	（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所四国支所
鈴木孝典	茨城県林業技術センター

高橋由紀子*	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所 (Ⅱ-3-3)-③)
滝久智	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所
富田衣里	茨城県林業技術センター (当時)
内田葉子	(地独) 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場
雲野明	(地独) 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場
宇都木景子*	茨城県林業技術センター (Ⅲ-3-5))
和田尚之*	(地独) 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 (Ⅱ-1)
矢口甫	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所

発行	国立研究開発法人 森林研究・整備機構森林総合研究所 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
発行日	2025（令和7）年3月
お問い合わせ先	広報普及科編集刊行係
電話	029-829-8373
e-mail	kanko@ffpri.affrc.go.jp
本書の引用記載	森林総合研究所（2025） With/Post ナラ枯れ時代の広葉樹林管理戦略. 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所, 40pp.