

ナラ枯れに強い森林を目指して

－誘引捕殺資材を利用したナラ枯れ対策－



2024年4月

岡山県農林水産総合センター
森林研究所

目 次

1. ナラ枯れとは	・・・	1
2. 岡山県におけるナラ枯れの発生状況	・・・	2
3. カシナガの穿孔を受けた木の様相	・・・	3
4-1. ナラ枯れに強い林分への誘導技術の検討	・・・	4
4-2. 誘引捕殺資材（カシナガトラップKMC）による ナラ枯れ対策の実施上の注意点	・・・	6
5. 地域で実施するナラ枯れ対策について	・・・	7
6. IPMという考え方	・・・	8
参考1 ナラ枯れ被害木でみられるフラス	・・・	9
参考2 ナラ枯れ被害木の探し方	・・・	10
参考3 主要な防除方法（誘引捕殺資材を除く）	・・・	11

1. ナラ枯れとは

ナラ枯れとは、カシノナガキクイムシ（以下、「カシナガ」という）と、カシナガが伝播する病原菌、通称「ナラ菌」（学名：*Raffaelea quercivora*）により、ナラ類、シイ・カシ類などのブナ科の樹木（ブナ、イヌブナは除く）を枯らす樹木の伝染病です。



ナラ枯れ被害が広がった山林

カシナガは、ナガキクイムシ科の体長4.2～5.0mm、幅が約1mm程度の小さな甲虫で、全国に分布する在来種です。メスの背中に菌嚢（マイカンギア）と呼ばれる器官があり、巣穴に幼虫の餌となる酵母菌を自ら運び込む養菌性昆虫です。

5月頃から飛翔しはじめ、6～7月にピークを迎えた後に、発生は終息しますが、その間に繁殖のため、樹木に穿孔します。その時、カシナガの大量に穿孔（マスアタック）を受けた木には、梅雨明けから盛夏の葉に、変色が見られるものが現れ、重篤な場合は枯損することがあります。



カシノナガキクイムシ



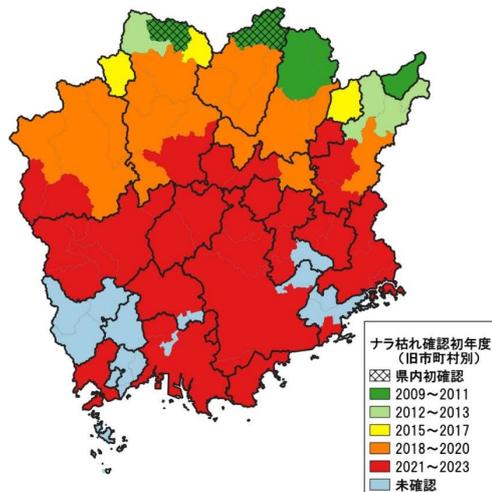
菌嚢（マイカンギア）

2. 岡山県におけるナラ枯れの発生状況

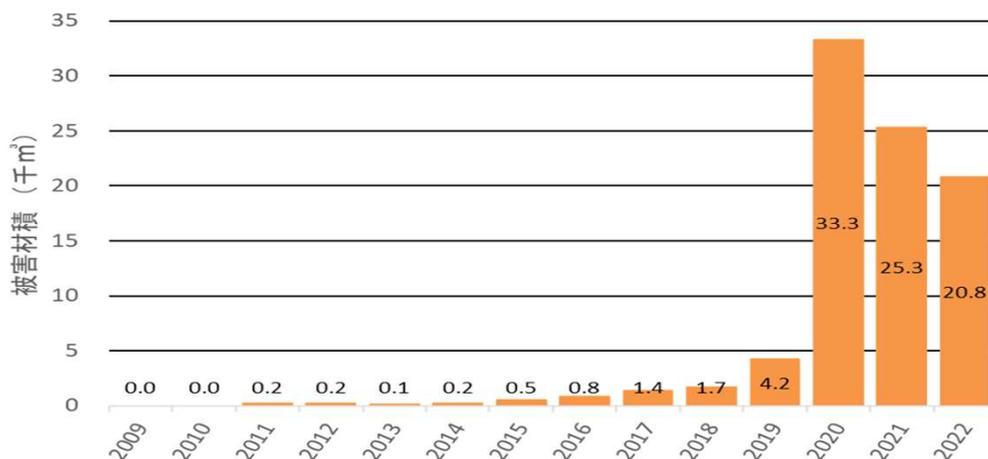
岡山県では、2009年度にナラ枯れによる樹木の枯損被害が初めて確認されました。

それ以降、ナラ枯れは拡がり続け、2018年頃に県北全体に発生地域が広がってからは、被害地域、被害量ともに急激に増加しました。

現在では県内のほぼ全域でナラ枯れが確認されており、まだ発見されていない地域でも、今後発生することが見込まれます。



岡山県におけるナラ枯れの拡がり



岡山県におけるナラ枯れによる被害状況



2023年撮影 鏡野町

枯死した推定樹齢450年以上のツクバネガシ

ナラ枯れの被害地域の拡大に伴って、道路沿線や公園などの生活に密接した場所の木や、地域で親しまれてきた木の枯死が発生しています。

そのため、住民の安全や地域の重要な木をナラ枯れから守るため、守るべき対象を限定してナラ枯れによる枯死を防ぐ方法を検討しました。

3. カシナガの穿孔を受けた木の様相

ナラ枯れによる枯損は、カシナガにより短期間に大量の穿孔（マスアタック）を受けることで発生します。

羽化したオスが、新たな繁殖場所を求めて木に穿孔すると、集合フェロモンを分泌します。フェロモンに誘引されて、非常に多くのカシナガが集まり、穿孔、ペアリングをして各々の巣穴で繁殖活動を開始します（繁殖活動が行われている木では、フラス（木くずや排泄物が混ざったもの）が排出されるので、調査時の目印になります）。

この際に、幼虫の餌となる酵母菌を持ち込むのですが、同時にナラ菌も持ち込まれて巣穴の周辺組織に感染します。

一方、これに対して、木は防御反応としてフェノール性物質やテルペン類など抗菌作用のある物質を生成し、侵入してきた微生物等を撃退しようとしませんが、そのかわり、その個所の通水機能を失います。

マスアタックが起こった場合、同様のことが幹全体で同時に発生するため、通水機能が極端に低下するため枯死に至ります。



マスアタックを受けた木



ナラ枯れによる枯損木の内部

カシナガの穿孔を受けても、枯れずに生き残っている木もあります。これらの木は「穿入生存木」と呼ばれ、防御反応で生成された抗菌作用のある成分を含む樹液がカシナガの穿孔痕からにじみ出ています。

このような状態の木は、翌年以降、再度穿孔されても枯れにくく、生き残る可能性が高いといわれています。

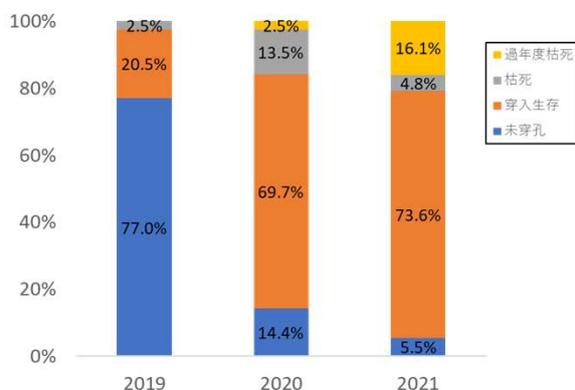


穿入生存木

4-1. ナラ枯れに強い林分への誘導技術の検証

カシナガトラップKMCによるナラ枯れ対策は、再度穿孔を受けても枯れにくいという穿入生存木の性質を利用し、意図的に穿入生存木を林内に増やすことで、ナラ枯れに強い林分へと誘導する手法として提案された技術です※^{1, 2}。この技術を用いて、ナラ枯れの激害地にある保全要望の高い林分のナラ枯れ被害の軽減が可能か検証しました※³。

ナラ枯れが初確認された翌年から3年間、林内に誘引捕獲資材（以下、「資材」という）を設置したところ、未穿孔木の割合は、設置前は77%でしたが、1年目で約15%、2年目では約5%と、急激に減少しました。また、3年目以降は枯死がみられなくなり、調査地にあるナラ枯れの可能性のあるブナ科樹木の約8割は枯死に至らず生き残りました。



資材設置2年間の穿孔状況の変化

資材による捕獲虫数及び枯死木本数

	対象木	トラップによる捕虫数	枯死木	
			当年	累計
2019年		未実施	25本	25本 (2.51%)
2020年		264,875頭	134本	159本 (15.96%)
2021年	996本	471,050頭	49本	208本 (20.88%)
2022年		545,913頭	0本	208本 (20.88%)
2023年		未実施	0本	208本 (20.88%)

資材紹介

カシナガトラップKMC



25段の漏斗部と捕虫部からなる誘引捕殺資材で、穿孔したオスが発する集合フェロモンによる誘引効果を利用して捕虫し、マスアタックを回避することで枯死を抑制する。

期待される効果

(トラップ設置木)

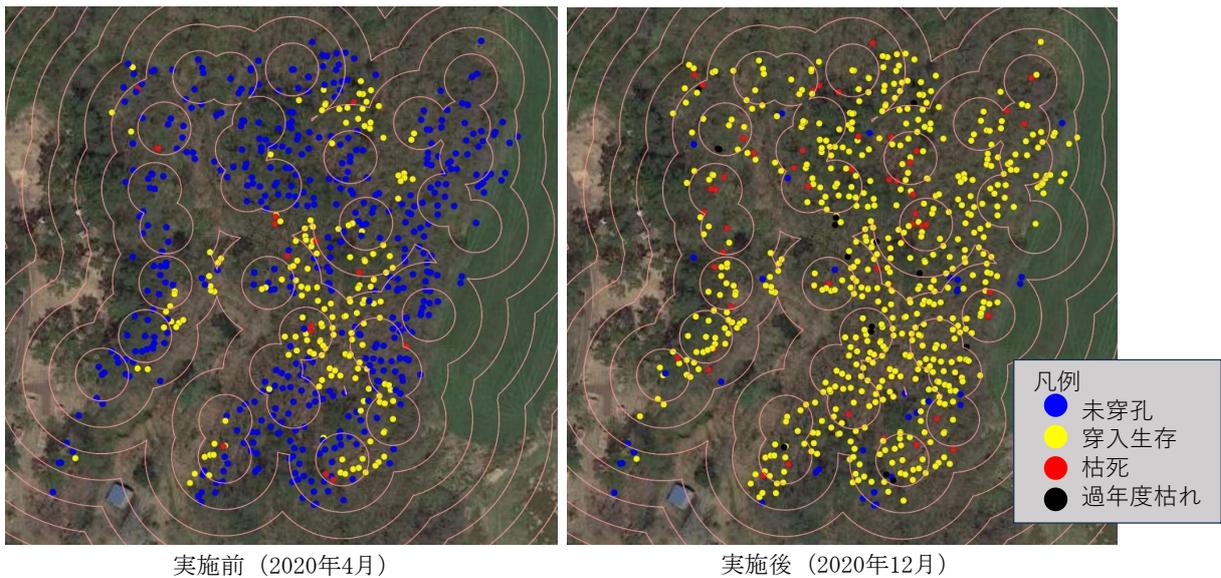
- 集まってきたカシナガを捕虫することで、穿孔数の増加が緩やかになり、マスアタックの発生を抑制、枯死を回避。
- ペアリングを抑制することで集合フェロモンの発生期間が長くなり、誘引効果を持続する効果が期待できる。

(周辺木)

- トラップ設置木への誘引効果を長期化することで、穿孔時期の遅延や被害強度の軽減により、枯死を抑制。

資材を設置する前は、穿孔された痕跡のある木（穿入生存木、枯死木）の発生位置は、比較的集中していました。通常、ナラ枯れは前年の枯死木を中心に拡大するのですが、1年目の検証後には、前年度の被害位置に関係なく地域全体に分布しており、資材設置木を中心に穿孔が誘発されたと考えられました。

一方、資材を設置した木が枯死した場合、その周辺でも枯死木が発生しました。資材の設置によって、その周辺にはカシナガが誘引されますので、設置期間中は、資材の破損等の不具合が発生した場合に、迅速に対応できるように管理体制を維持することが大切です。



実施前 (2020年4月)

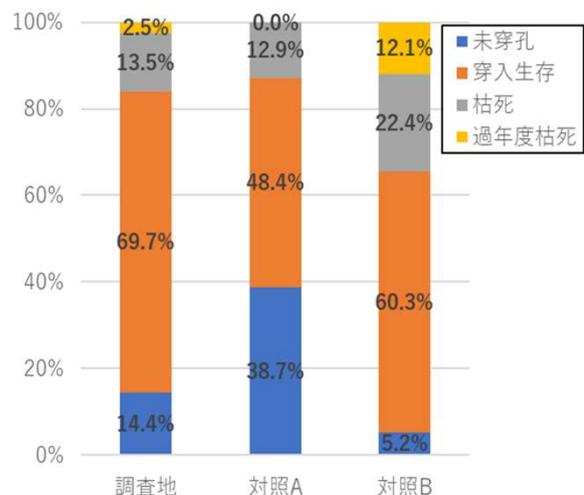
実施後 (2020年12月)

※図中の線は、資材設置場所を中心に10m毎に記載

資材設置1年目における木の状態の変化

調査地の周辺にある樹種構成の似ている林分で、同時期の被害状況を比較したところ、枯死木の比較的少ない箇所（対照A）では、未穿孔木が多く、翌年以降に被害が進行することが予測されました。一方、ほとんどの木が穿孔を受け、今後被害が終息に向かうと思われる箇所（対照B）では、多くの枯死木が確認されました。

資材を設置した調査地では、枯死発生を抑制しつつ、被害発生が概ね完了しつつあることから（前ページの表を参照）、ナラ枯れ対策として有効な手法の一つであると考えられました。



被害発生2年目（資材設置1年目）の被害状況

4-2. 誘引捕殺資材（カシナガトラップKMC）によるナラ枯れ対策の実施上の注意点

①設置期間

◎5月中旬～捕虫数が落ち着く時期（9月中旬頃）

- ・・・カシナガの飛翔前に設置する。カシナガの飛翔数の多い8月中旬を過ぎると新しくマスアタックが発生する可能性は低くなるが、捕虫数が多い場合は引き続き設置をしておくことが望ましい。

②設置木の選定

◎林冠の開けた明るい箇所にある、周辺木より大きい木を選ぶ。

◎生きている木を選ぶ。

- ・・・カシナガは枯死木には穿孔しない。

③設置木の周辺環境

◎周辺に灌木や背の高い草が生えている場合は、刈り取る。

- ・・・カシナガは木に近づくとときに、周辺をホバリングするため、開けた環境を好む。

◎木に巻き付いたつる性植物を取り除く。

- ・・・カシナガが資材に近づくと妨げになったり、捕獲されたカシナガが脱出する足掛かりになる。

④資材の設置方法

◎資材はしっかり組み立てる。

- ・・・捕虫器のふたが開いていたり、接続部が外れていると、捕獲されたカシナガが設置木の根元に集められて、設置木がマスアタックを受ける原因となる。

◎できるだけ地際まで設置する。

- ・・・カシナガの穿孔跡は幹の低いところに多く、その周辺を飛んでいるカシナガを捕獲するため。

⑤管理方法

◎定期的に資材を見回りを行う。

・捕獲ビンを取り換え

- ・・・捕獲された虫の量が捕獲ビン内の液面を超えると脱出の原因となる。また、雨水が混入し放置すると捕獲虫が腐敗し、誘引効果低減の原因となる。

・資材の不具合の確認、補修

- ・・・落ち葉等が入っているとそれを足掛かりに虫が脱出する。風雨等で資材が外れているとマスアタックの原因となる。

☆見回りをすることで、マスアタックの発生等の異変を早い段階で見え、枯損回避に向けた対策の検討・実施が可能になります。

5. 地域で実施するナラ枯れ対策について

ナラ枯れは、短期間で急速に拡大する恐れがある樹木の伝染病で、効果的に防除を行うためには、まず、徹底した被害状況の調査をする必要があります。

ナラ枯れの対象となるブナ科樹木は、海岸沿いから標高1,000mを超える高山地帯まで、岡山県内のほとんどの地域に分布しており、いったん被害が広がった地域では、被害の全容を把握することが困難です。

一方で、ナラ枯れは市中の公園、街路樹、道路沿線や、地域で大切にされている巨樹老樹でも発生する可能性があり、住民の生活の安全や文化財の維持に対する影響が懸念されます。

そのため、それぞれの地域で、ナラ枯れに対してどのように対応するかを検討し、方針を決定してください。



1年間のナラ枯れの拡がり（激害地）

ナラ枯れ対策の考え方の例

◎人的な被害発生の予防

- ・人や自動車等の往来が頻繁な箇所
例：市中の公園、居住地の裏山、道路沿線（街路樹、分離帯）、自然公園の遊歩道、キャンプ場、登山道 等
- ・災害を助長する恐れがある箇所
例：河川沿線、ハザードマップ（土砂災害）想定区域 等

◎景観、地域特有の優先的な保護を要する個体や地域

- 例：観光資源（新緑、紅葉、トレッキング）、市町村等指定記念物、社寺有林、鎮守の森、文化財周辺林 等

◎産業資源の保護、有効利用

- 例：きのこの原木採種林、薪炭林、未被害地域における被害発生前の資源利用 等

6. IPMという考え方

「IPM」とは、Integrated (統合された) Pest (害虫獣) Management (管理) の頭文字を並べた言葉で、「総合的有害生物管理」や「総合防除」と言われます。有害生物制御に向けて適切な方法を総合的に組み合わせて対策を講じることで、被害を管理する手法です。

ナラ枯れを含む病虫獣害には、単一の対策では十分な効果を得られず、いくつかの方法を組み合わせたほうが効果的であることがあります。防除対策の目的や地域住民の意向、対象面積や実施人数等にあわせた、効果的な被害管理を実施してください。

参考文献

- ※1 小林正秀・吉井優・竹内道也 (2014) ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲ー京都市船岡山での事例ー. 森林防疫63 : 11 ~21
- ※2 三枝道生 (2021) カシナガトラップによるナラ枯れ防除. 森林防疫70 : 151~161
- ※3 三枝道生 (2023) カシナガトラップを用いた景勝地周辺シンのナラ枯れ被害軽減の試み. 第74回応用森林学会大会研究発表要旨集 : p24

参考1. ナラ枯れ被害木でみられるフラス

カシナガによる穿孔を受けたかを確認する目安として、フラスがあります。

フラスは、木くずと虫糞等のカシナガが生活する際に発生する排泄物が混ざったもので、穿孔～繁殖までの各段階で異なった形状をしています。

①繊維状：オスによる母孔掘削期

木の繊維を引きちぎって排出しているため繊維状を示す。

②綿くず状：親世代による繁殖準備期

メスが飛来し、母孔を延長して巣を拡張している段階。メスが持ち込む酵母菌等が付着し、木くずがまとまって綿くず状を示す。

③粉状：繁殖期

繁殖活動が始まっており、幼虫等の排泄物が中心。

③がたくさん排出されている木は、繁殖が良好であるため、翌年に新成虫が大量に脱出することが見込まれます。秋に①や②のみが排出されている木は、翌年の新成虫の脱出は少ないか少量であると思われます。



参考2 ナラ枯れ被害木の探査方法

ナラ枯れ対策を効果的に実行するためには、被害の現状を把握することが大切です。

①全ての木が保護対象である場合（公園、寺社の境内等）

毎木調査を行ってください。

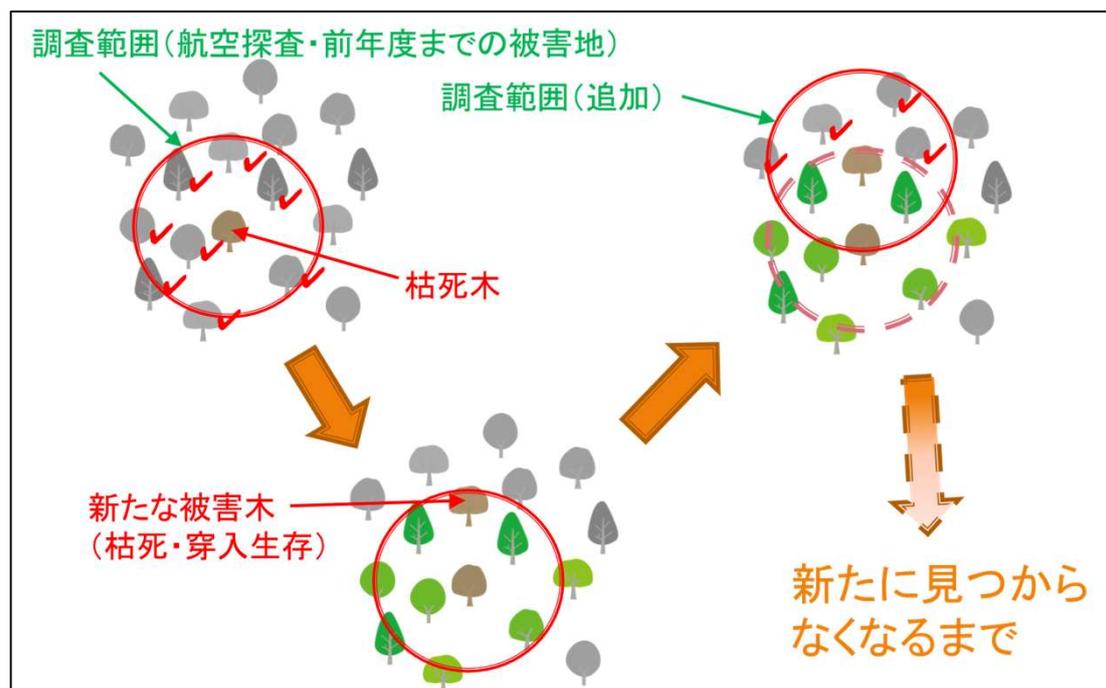
枯損木は葉が変色しているため、確認しやすいですが、被害を受けていないような木についても、地際部を中心にフラスの有無を確認してください。

②対象範囲が広い場合（居住地の裏山、森林公園等）

被害木を中心に周辺の調査を行い、徐々に調査範囲を追加していきます（下の図を参考にしてください）。

ドローンや航空探査による画像や、遊歩道や道路からの調査で枯死木を確認した場合は、その周辺の被害木の有無を確認します。新たな被害木があれば、さらにその被害木の周辺を調査します。これを繰り返して新しく被害木が見つからなくなった時点で終了とします。

G P S 端末やポイントの位置情報を記録できる携帯電話のアプリ等を利用して管理をすることで、被害の進行状況の把握や防除対策の計画が容易になります。



参考3 主要な防除方法（誘引捕殺資材を除く）

◎伐倒燻蒸処理

被害木を伐倒集積し、ビニールシート被覆をした状態で、燻蒸剤を用いて殺虫処理を行う方法。

燻蒸期間は使用する薬剤によって明示されているが、カシナガの脱出が収まる秋まで静置が可能であれば、シートによる脱出抑制効果も期待できる。

☆根株からの新成虫の脱出が多いので、必ず処理すること。

◎伐倒粘着資材処理

薬剤による防除対策が規制されている地域で、伐倒燻蒸処理と同様の手法で実施できる方法。

集積した被害材の上部に粘着資材を設置して、ビニールシートで被覆する。設置期間はカシナガの脱出前～脱出が収まる秋まで。

ビニールシートによる脱出抑制効果を期待する方法であるが、ビニールシート内に発生したカシナガを粘着資材で捕獲することにより、シートの破損や設置時の瑕疵により脱出のリスクを軽減させる。

☆根株からの新成虫の脱出が多いので、必ず処理すること。

◎立木燻蒸処理

対象木を伐倒せずに立木のままで燻蒸剤を注入処理する方法。

伐倒、集積工程がないため、伐倒燻蒸処理や伐倒粘着資材処理と比較して、短期間で多くの本数を処理することが可能であるが、手の届く範囲までしか防除できない。

なお、穿入生存木に処理をすると、燻蒸剤の影響で枯死する可能性が高いため、穿入生存木への利用は推奨しない。



伐倒燻蒸処理



立木燻蒸処理

◎立木シート巻き

薬剤による防除対策が規制されて立木燻蒸処理ができない地域で伐倒せずに処理できる方法。被害木から新成虫が周囲に拡散するのを予防する。ビニールシートや粘着シート（粘着面を内側にする）を使用する。地際部や根鉢部からの新成虫の脱出が多いため、十分被覆する。

粘着シートを使用する際は、樹皮に接着すると十分な捕獲効果が期待できないため、樹皮と粘着面の間に少し空間をあけるように設置する。

なお、穿入生存木に処理すると、新たな木に移動できないカシナガが、再穿孔して枯死する恐れがあるため、穿入生存木への処理は粘着シートを選択するか、他の方法を検討することを推奨する。

◎殺虫剤による枯死予防

カシナガの飛翔前や穿孔開始初期に木の幹に殺虫剤を散布することで、カシナガの穿孔を抑制する方法。定期的な散布が必要。カシナガを適用害虫として農薬登録されている殺虫剤を使用することを推奨する。

なお、誘引捕殺資材による対策を行う際に、穿孔数の多い木に散布することで、枯損を抑制が見込める。



立木シート巻（粘着シート）



殺虫剤散布処理