



林野庁補助事業

ナラ枯れ被害 対策マニュアル 改訂版

平成 27 年 3 月版



一般社団法人 日本森林技術協会

目次

本マニュアルの基本的な考え方 1

▶ 1頁

第1章

ナラ枯れとは?

- 1-1. ナラ枯れとは 2
- 1-2. ナラ枯れ被害の影響 3
- 1-3. ナラ枯れの発生要因 3
- 1-4. ナラ枯れの発生傾向 4
- 1-5. ナラ枯れ被害の推移 5

▶ 2～5頁

第2章

ナラ枯れ被害対策について

- 2-1. ナラ枯れ被害対策の考え方 6
- 2-2. 初期対応の流れ 7
 - (1) 対策の実施体制づくり 7
 - (2) 被害の監視体制の整備 8
- 2-3. 基本方針の策定 10
 - (1) 被害状況の把握方法 10
 - (2) 方針の策定 13
- 2-4. 被害対策の実施 15
 - (1) 対策手法の検討 15
 - (2) 対策の実施 17
 - (3) モニタリング・評価 17

▶ 6～17頁

第3章

ナラ枯れ防除手法の紹介

- 3-1. 作業を行う上での基本 18
- 3-2. 防除手法の紹介 19
 - (1) 予防①～② 19
 - (2) 駆除③～⑨ 23
 - (3) 予防・駆除⑩～⑪ 30

▶ 18～31頁

第4章

広葉樹林の活用

- 4-1. ナラ枯れを防ぐための活用、資源としての利用価値 32
- 4-2. 大径木における萌芽更新の問題 33
- 4-3. 被害材の利用の可能性（被害材利用時の注意点） 33

▶ 32～33頁

巻末資料：資材・薬剤一覧・衛星画像情報 ... 35

参考資料・研究機関一覧 36

▶ 34～37頁

本マニュアルの基本的な考え方

本マニュアルは、平成23年度に作成された「ナラ枯れ被害対策マニュアル－被害対策の体制づくりから実行まで－」に、最新の情報やより詳細な手法の紹介を加え、具体的な対策の実施体制づくりから、計画・施工・モニタリングまでの流れを新たに取りまとめたものです。

ナラ枯れ被害対策を必要としている、事業の担当者や、作業を実施される主体、森林所有者などの皆さまにお読みいただけるよう作成したものです。

このマニュアルは、平成26年度 林野庁「ナラ枯れ被害防止技術開発事業」において、一般社団法人日本森林技術協会が主体となり、次の委員で構成する検討委員会で検討を行い、作成したものです。

検討委員

氏名	所属
鎌田 直人	東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林
齊藤 正一	山形県 森林研究研修センター
高野 勉	森林総合研究所
津布久 隆	栃木県 県北環境森林事務所
肘井 直樹	名古屋大学大学院生命農学研究科
牧野 俊一	森林総合研究所

(五十音順)

*マニュアルの作成にあたり、ナラ枯れ対策を実施している都府県の病害虫等防除事業担当者・森林組合・施工関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。ここに改めて厚く御礼申し上げます。

第1章 ナラ枯れとは？

1-1. ナラ枯れとは

Point!

- ナラ枯れは、カシノナガキクイムシが媒介する「ナラ菌」によってナラ類、シイ・カシ類に起こる伝染病です。

「ナラ枯れ」とは、ナラ類、シイ・カシ類の樹木を枯らす病原菌「ナラ菌（学名：*Raffaelia quercivora*）」と、この病原菌を媒介するカシノナガキクイムシ（以下、「カシナガ」といいます。）による樹木の伝染病です。

カシナガは、菌の胞子を貯蔵する器官を持ち、病原菌（ナラ菌）の他に、餌となる菌（酵母類）の運搬を行い、孔道内で栽培

し、餌の確保を行っています。カシナガに集中的に穿入された樹木は、ナラ菌の作用により辺材部の通水機能を失い、急速に葉の色が赤褐色に変色し、枯死に至ります。

カシナガの生態とナラ類が枯死に至るまでの流れを図 1 に示しました。カシナガの被害を受けたナラ類は紅葉前の 7 ～ 8 月に赤く変色を始めることが特徴です。

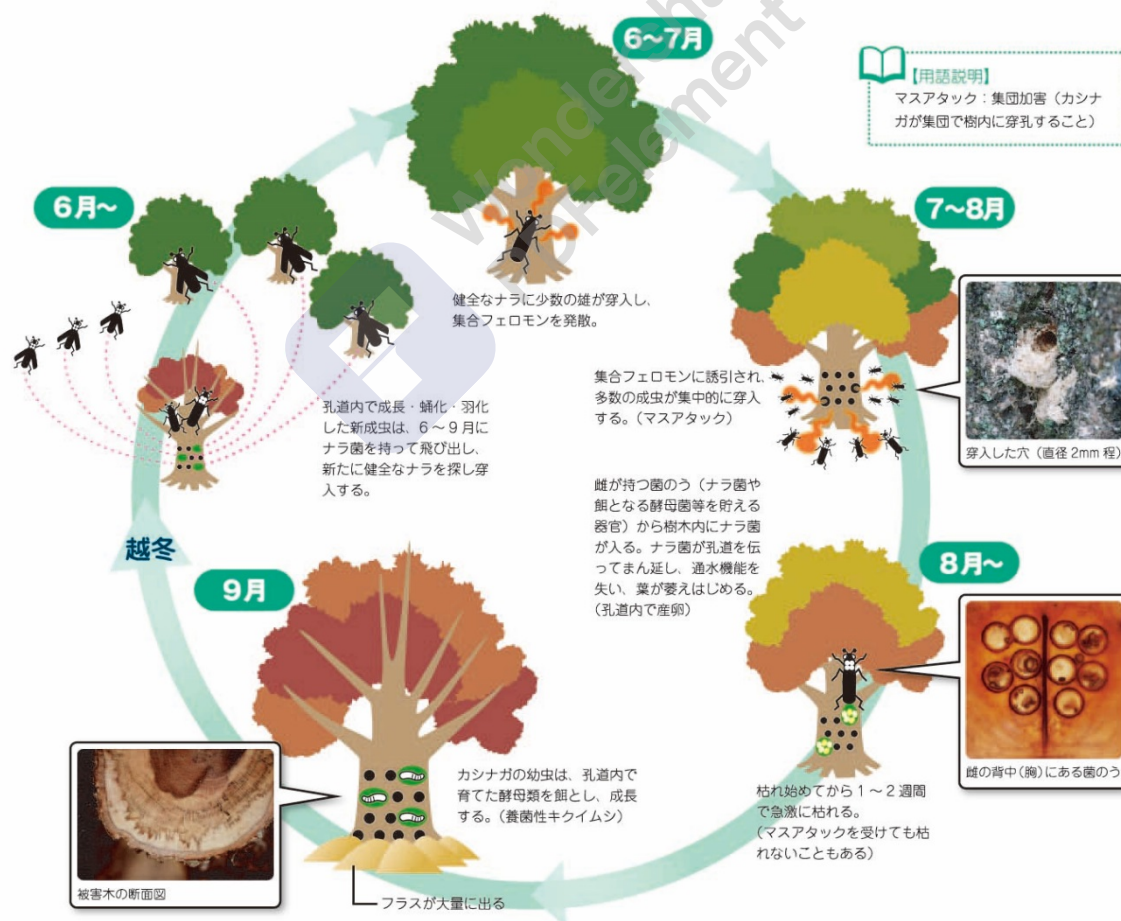


図1 カシノナガキクイムシの生活環

参考) 鎌田直人 (2005) 7章 穿孔性昆虫-5 ナラ枯れ, 昆虫たちの森 (日本の森林/多様性の生物学シリーズ-5)

1-2. ナラ枯れ被害の影響

Point!

- ナラ枯れ被害は、人間の生活にも様々な影響を及ぼします。

ナラ枯れ被害による影響として挙げられる問題のいくつかを紹介します。

● 森林の多面的機能の低下

一斉に大量枯死を起こすナラ枯れの発生によって、山地災害防止や水源かん養機能、木材生産機能等への影響が懸念されます。ナラ枯れで枯れる木は、シイタケのほだ木や、炭・薪の原材料として重要であり、経済的な被害も無視できません。また、ミズナラ・コナラ林は古くから継続的に利用や管理されてきた里山の象徴であり、もともと存在した地域固有の生態系への影響も懸念されています。

● 枯死木による危険

被害による枯死木が発生した場合、落枝や倒木の危険があります。枯死後1～2年で小枝が、3年頃から大枝が落下し、5年後には根返りを起こす危険性があり、通行人や家屋への被害だけではなく、送電線や道路・線路等インフラへの被害の発生事例も確認されています。被害発生後は

速やかに、伐倒処理を行うことが推奨されます。

● 被害木による景観の悪化

ナラ枯れは夏の盛りに葉が赤褐色を呈し、一斉に枯れます。そのため、ナラ枯れを知らない人々にとっては異様な光景に写るでしょう。特に都市近郊林や山岳観光地、社寺・公園等の歴史・文化的に重要な樹木のナラ枯れによる枯死は、よりインパクトの強いものとなります。

以上のように、ナラ枯れの影響は、生態系・生活・景観などに及ぶことが懸念されます。



愛知県春日井市内遊歩道付近における被害(2010)



京都府京都市宝池公園における被害(2013)

参考) 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

1-3. ナラ枯れの発生要因

Point!

- ナラ類の大径木化がナラ枯れ発生の要因の一つに挙げられています。

ナラ枯れ発生の大きな要因のひとつとして、全国的なナラ類の大径木化が挙げられます。

カシナガは直径10cm以下のナラ類では繁殖しにくく、大径木ほど繁殖効率がよいことが知られており、比較的高齢級で大径木化した落葉広葉樹二次林等で被害の発生が多く見られます。

ナラ類の大径木化の背景には1960年代の燃料革命や木材価格の低下に伴う薪炭林等(二次林)の放置が挙げられます。その結果、ナラ類の賦存量が増大し、カシナガの繁殖に適した森林が拡大したため、全国的な被害に発展したとされています。



穿孔を受けた大径木



資材被覆を行った大木(大径木は作業も難しくなる)



大径木化しつつあるナラ林(提供:津布久隆氏)

参考) 黒田慶子(2010) 不安定化する里山生態系－近年のナラ枯れ拡大が示すこと－

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

1-4. ナラ枯れの発生傾向

 Point!

- ナラ枯れはミズナラ・コナラでの被害量が多く、また、シイ・カシ類での発生例もあります。

ナラ枯れは、主に、カシナガの好む落葉広葉樹のブナ科のナラ類、特にミズナラやコナラに対して集団的な枯損を引き起こします。

枯死率が高く、周辺へと被害が拡大して行く傾向があり、ミズナラ・コナラの生育する森林にとって、ナラ枯れの発生は脅威となっています。一度被害が発生したことのある地域において、生存木（当時、小径木であった未被害木）が成長すると、被害が繰り返し発生する事例も確認されています。

また、ブナ科の常緑樹である、シイ・カシ類（アラカシ、スダジ

イ、マテバシイ等）でもナラ枯れの発生が確認されています。ミズナラ・コナラに見られるような集団枯損を呈することは少なく、部分枯れに止まることが多いため、単木の枯死率はミズナラに比べ小さい等、枯れ方や被害の程度に違いが見られます。

このような傾向から、現時点の被害量はミズナラ・コナラで圧倒的に多く、常緑樹での被害量は少ない状況にあります。

また、尾根や林縁部などの明るい場所、前年の被害地から近い場所で被害が多いという傾向もあります。

項 目	ミズナラ・コナラ（落葉樹）	シイ・カシ類（常緑樹）
枯れの拡がり方	最初に何本が枯れ、次年はその周辺の10～100本が枯れる。さらに次年以降も被害を重ね、次第（5～10年くらい）に終息する。	枯れ方に規則性がない。多くの木が枯れた林分でも、次の年に全く枯れなかったりするなど、周辺部に拡がらないことが多い。
被害の程度	ミズナラでは、被害が激化しやすく、林分の5割程度が枯れる。 コナラでは、林分の3～5割程度が枯れる。	一般的に被害の程度は軽い。 見かけ上は大面積で枯れて見えるが、実際には枝部の枯れに止まり、林分の枯死率は、1～2割程度とみられる。
カシナガの動向	カシナガ（新成虫）は、脱出木の近くにある木に入り、被害を広める（前年の被害木に近い木ほど被害を受けやすい）。	カシナガの個体数は増えても、被害が増えないことが多い。

表1 ミズナラ・コナラとシイ・カシの枯れ方の違い

1-5. ナラ枯れ被害の推移

Point!

- ナラ枯れの被害量は平成22年度をピークに減少していますが、地域によっては被害量が増加している所もあります。

ナラ枯れ被害は、1990年前後より、日本海側を中心に被害が目立つようになりました。平成12年(2000年)頃より、被害は拡大の傾向を見せ、12府県で3万2千㎡の被害が発生、その後も被害は増加し、10年後の平成22年(2010年)には、30都府県で32万5千㎡と10倍に増大し、過去14年間の中で被害量がピークとなりました。平成23年以降は、被害量は減少傾向にあり、平成25年(2013年)においては、28都府県で5万2千㎡とピーク時の約1/6となっています。

全国的には、被害は減少しているように見えるものの、新たに

被害が発生した地域や被害量が増加している地域も存在します。

被害量の減少・終息理由については、様々な検討がなされていますが、大径木が被害に遭い、枯れる木が少なくなったことが大きな要因といわれており、一度被害が拡大してしまうと、カシナガの餌となる木が無くなるまで、被害の減少は難しいようです。

今後も被害の推移を注視することが必要です。

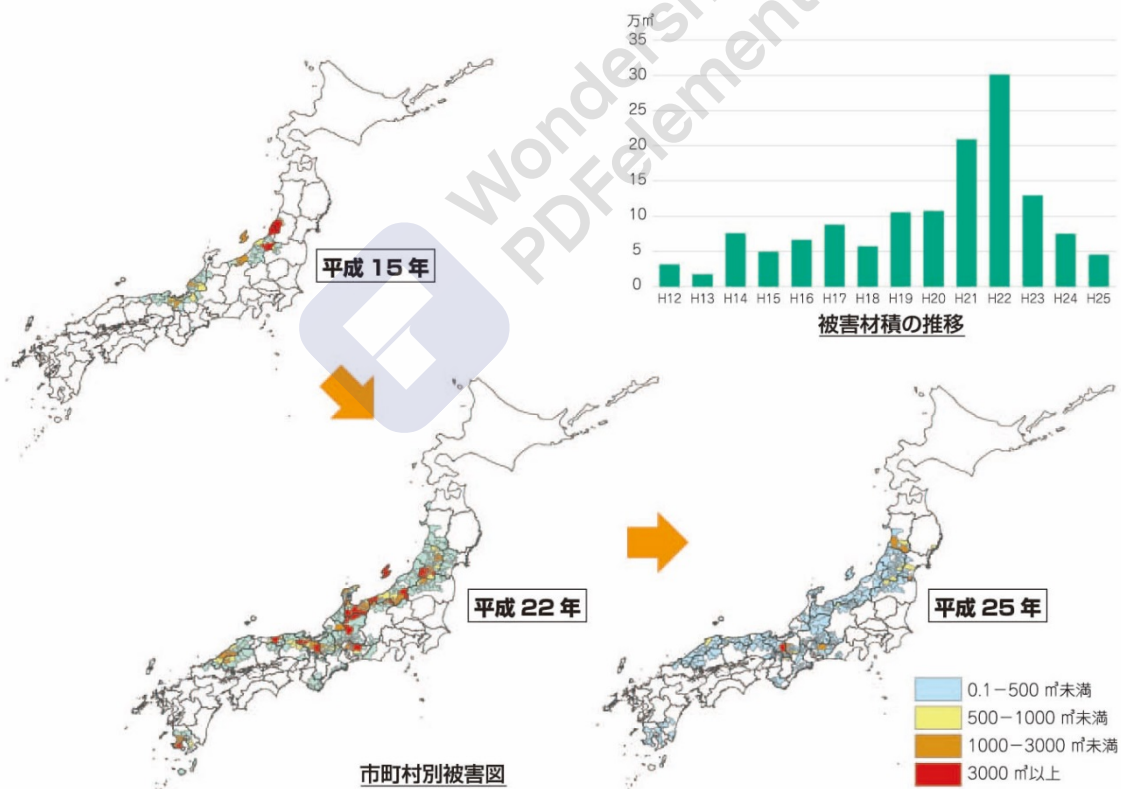


図2 被害の推移

参考) 黒田慶子 (2008) ナラ枯れと里山の健康 (林業改良普及双書No157)
林野庁HP 病害虫や動物被害から森林を守る! ナラ枯れ被害

1 ナラ枯れとは?

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

第2章 ナラ枯れ被害対策について

2-1. ナラ枯れ被害対策の考え方

Point!

- ナラ枯れ被害対策は被害拡大前の初期対応が重要です。
- 被害発生を事前に想定し、スムーズに対策が実施できるような体制づくりを目指しましょう。

ナラ枯れ被害対策を、効果的に実施するためには、被害が拡大する前に適切な「初期対応（被害が初期の段階から、対策の実施体制を整備し、ナラ枯れ被害を速やかに確認、計画の策定をすること）」を行う必要があります。

ナラ枯れ被害は、発生からわずか3年で劇的に被害を拡大させる傾向があり、一度拡大した被害は終息までに時間がかかることされ、長い地域では十数年を要したとの報告もあります。一方で、防除対策を適切な方法で実施し、被害量を減少させることに成功した地域もあります。成功した地域では、被害が発生す

る前あるいは被害の初期段階から、継続的に被害の監視や対策を続けることで、防除を成功させています。

このように、被害発生を想定し、被害の初期段階からのナラ枯れ対策を実施することが重要であることから、被害発生に際してスムーズに対策を行えるように、各段階に対応できる体制の整備が必要となります。

ナラ枯れ被害対策の流れを図3に示し、次節より、各項目での具体的な検討方法を示します。

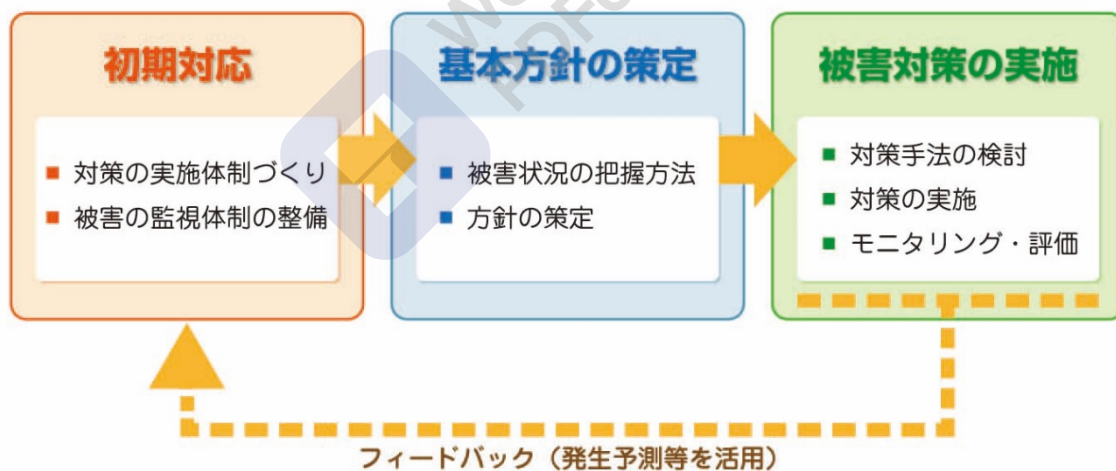


図3 ナラ枯れ被害対策の流れ

2-2. 初期対応の流れ

(1) 対策の実施体制づくり

ナラ枯れは、カシナガの生育に適したナラ類が存在する地域であれば、どこでも発生する可能性があり、地域全体での対策方針や連携体制を築くことが初期対応を行う上で重要となります。

このため、「対策の実施体制づくり」では、まず、ナラ枯れについて話合う場を作ることが大切です。実際にナラ枯れ対策を実施する際には、対策を行う行政（都道府県・市町村・国有林等）

と、実際に現場で施工を行う作業実施主体（森林組合・林業事業体・造園業者等）、そしてナラ枯れ対策の試験・研究や科学的助言を行う研究機関（試験場・林業センター・大学等）や関係者が関わりあい、情報の共有を行います。また、地域の森林をフィールドに活動を行う、市民やNPO等の団体とも連携を図るとよいでしょう。



図4 協議会の構成

■事例：森林病虫害被害対策推進連絡協議会の設置例（山形県）

山形県では、「森林病虫害被害対策推進連絡協議会」が設置されており、マツ枯れ・ナラ枯れ・その他病虫害等に関する対策の検討が行われています。協議会では、山形県全域でのナラ枯れ対策方針等が設定され、「重点防除」「周辺防除」「地域防除」「二次被害対策」の4つに分類した考え方のもとに、対策を行います。（「山形県のナラ枯れ被害と防除」参照）

協議会での主な構成員は、行政（国有林も含む）から森林組合・農業漁業関係者等まで、多くの関係機関が組み込まれたものとなっており、被害調査では必ず行政担当者と作業実施主体が立会いを行います。また、現場での疑問や不安、そして対策のための新たな手法などは意見として協議会に反映できるようになっています。

被害が電力や鉄道、道路等へも影響を与えると判断した

場合、インフラ関係機関に対しても講習会や話し合いへの参加を促すなど、行政・作業実施主体・研究機関・関係機関による話し合いも活発に行われています。

協議会の構成員

- 県
- 国有林（森林管理局・署）
- 国立公園（地方環境事務所等）
- 市町村
- 森林組合等木材関係代表者
- 農業漁業関係代表者
- その他必要と認められる者

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

(2) 被害の監視体制の整備

Point!

- 被害発見時の通報ルートを確認にしましょう。
- 注意喚起を行いましょう。

既に被害が発生し対策を実施している地域では、ポスター等を活用し、ナラ枯れ被害の注意喚起や情報提供の呼びかけを行っています。情報提供（通報）があった場合、ナラ枯れかどうかの判断やその後の対応は、行政や研究機関が迅速に行うこととなっています。

しかし、未被害地域では、こうした体制の整備は行われておらず、被害木の発見に際しての通報先の明記も少ないのが現状です。

こういった現状からも分かるように、被害発見時の通報ルート（連絡先や、被害状況の確認を行う機関の指定）が明確であるほど、より迅速な初期対応が可能となり、被害の拡大を防ぐことが可能となります。未被害地を含め、「被害確認の流れ」を明確にし、監視体制の整備をすることが重要です。

なお、この監視体制は、協議会の管轄内で即時情報共有が可能な体制であることが望まれます。

ナラ枯れ被害確認の流れ（例）

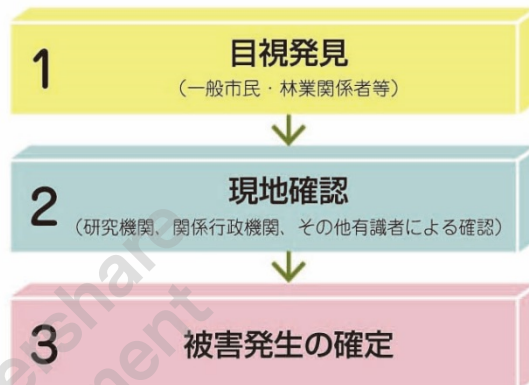


図5 ポスター例（転載：兵庫県「ナラ枯れ被害情報チラシ」）

秋田県では、事前に調査野帳を準備しています。

様式

ナラ枯れ被害木調査票

報告年月日 平成 年 月 日
所属・職名
報告者氏名

発見年月日 平成 年 月 日
発見場所 市・郡

被害木の樹種(樹種) :
現地の状況①: 天然林・人工林・雑化林・その他 ()
現地の状況②: 山地(尾根・牛轡・沢筋)又は平地・海岸部 ()
林齢(樹齢): 年生
被害本数: 本
被害面積: ha(ヘクタール)
被害状況:
備考

※ 確認できた事項について、できるだけ詳しく記入、記録するものに○してください。
また、推定によるものは、実測に(推)と書き加えてください。
被害木の写真や位置図など、視覚でできる情報があれば添付してください。

様式

ナラ枯れ被害木調査票 (記入例)

報告年月日 平成 24年 9月 1日
所属・職名 森林保全推進員
報告者氏名 ○○ ○○

発見年月日 平成 24年 8月 20日
発見場所 にかほ市 象海小牧山(小牧山公園内)

被害木の樹種(樹種) : ミズナラ
現地の状況①: 天然林・人工林(雑化林)その他 ()
現地の状況②: 山地(尾根・牛轡・沢筋)又は平地(海岸部)公園内
林齢(樹齢) : 40 年生 (推)
被害本数: 3 本
被害面積: 0.01 ha(ヘクタール) (推)
被害状況: 葉は全て枯れているが、落葉はしていない。
樹幹の腐敗から高さ1.5m位まで、穴が多数あいており、
根が1m未満の範囲に見られ、根幹にも多数腐敗している。
備考
発見した3本全てで同様の被害状況が見られた。
被害木には赤いカラーテープを巻き付けた。
現地の状況写真添付。

※ 確認できた事項について、できるだけ詳しく記入、記録するものに○してください。
また、推定によるものは、実測に(推)と書き加えてください。
被害木の写真や位置図など、視覚でできる情報があれば添付してください。

図6 野帳例(転載:秋田県「ナラ枯れ被害木調査票」)

コラム

カシノナガキクイムシの被害を見分ける

カシナガによる被害は、葉が赤く変色する以外に、大量のフラス、加害樹種、穴の大きさが見分けるポイントです。下記の項目を参考に、被害の疑いがある場合は、速やかに近隣の研究機関や関係行政機関等へ通報しましょう。

- 大量の「フラス」が発生していないかを観察しましょう。フラスとは、木屑と排泄物等が混ざったもので、カシナガだけではなく、木の中で生活をするキクイムシの仲間が穿孔する際に発生させるものです。キクイムシの仲間では、ナラ枯れを引き起こすのは、カシナガだけであり、カシナガの生息密度が高まったとき、フラスが大量に発生することが知られています。その量は、穿孔された樹木の下を白い粉が覆うほどとなります。



大量のフラス



カシノナガスケール(実物大)(転載:鳥取県林業試験場)

- 被害を受けている樹種は何かを観察しましょう。カシナガの好む樹種(p.4参照)である場合、そのフラスはカシナガによるものである可能性が非常に高いです。
- 類似のキクイムシによる被害ではないか、穴の大きさの観察をしましょう。キクイムシの種類により穿孔(穴)の大きさに違いがあります。(鳥取県林業試験場では、他のキクイムシと穴の大きさを比較できるように「カシノナガスケール」を作成し、公開を行っています。)
- 同定が難しい場合は、巻末の研究機関にお尋ねください。

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

2-3. 基本方針の策定

(1) 被害状況の把握方法

被害の確認は、「ナラ枯れとは(p2)」や「【コラム】カシノナガキクイムシの被害を見分ける(p9)」で示したようなカシノナガキクイムシの生態を参考に、6～7月のマスアタック時に発生する大量のフラスや、7～8月頃から始まる樹木の葉の変色を目印に行っています。

被害状況の把握で、一般的に用いられている調査について、3つの方法を紹介します(表2)。また、調査は、被害の発生が確認された地域において、継続的(例えば毎年1回9月末に調査する等)に行うことが望ましいです。

調査方法		内容	調査可能項目
現地調査	踏査	被害木のある現地に直接赴き、被害状況・樹種・フラスの状況・胸高直径等を調査する。 メリット: 被害状況の詳細を確認することが可能。 デメリット: 広域で被害が発生した場合や到達不可能な奥山地点での調査は不可能。	●被害木位置 ●被害状況 ●樹種 ●胸高直径 ●フラス確認 ●被害地環境等
	自動車利用	山間地の主要道路・林道を車で走行し、車内あるいは特定ポイントより被害位置・範囲を調査する(双眼鏡にて樹冠を見て、本数のカウントを行うこともある)。運転手を除き、2～3名で調査を行い、道の両側を見るとよい。 メリット: 広域を一斉に調査することが可能。道沿いにある被害木であれば具体的な位置の記録が可能。 デメリット: 道から見えない部分に関しては調査不可能。	●被害発生位置 ●被害範囲 (・被害本数) (・被害地環境)
空中探査		防災ヘリやUAV等を活用し、空中より被害の位置・範囲を調査する。 メリット: 地上からの調査では分からない地点の被害も確認が可能。広範囲の調査が行える。 デメリット: 上空より地形図を見ながらの調査となるため、詳細な被害発生位置を把握することは困難で、被害発生位置の記録も大雑把なものになってしまう。	●被害発生位置 (広域) ●被害範囲 (・被害地環境)

表2 被害状況の調査方法

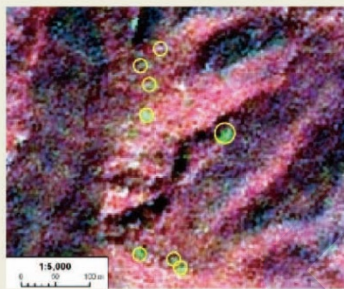
調査は、複数組み合わせることにより、詳細な情報の収集が可能となります。例えば、広域の被害範囲の把握にはヘリによる空中探査を、実際に被害対策を行いたい箇所については現地

調査を行うことで、被害地の環境調査(傾斜角度・アクセス難易度)を踏まえた具体的対策の検討が可能となります。

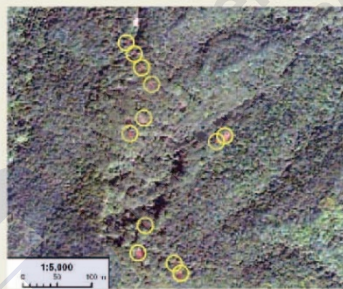
その他の方法として、空中写真や衛星画像を活用した上空からのナラ枯れ被害位置や被害本数の確認方法等もあります。
(表3)

調査方法	内容	調査可能項目
空中写真・衛星画像判読	当年の被害木の変色が観察できる時期（紅葉が始まる前）に撮影した空中写真や衛星画像※1を用い、主に色調の違いから被害状況調査を行う。 メリット：机上にて広域的に被害状況を確認でき、画像としてデータを保存・蓄積できる。空中写真の場合は専用の機器（立体視鏡や立体視ソフトウェア）によって、単木単位での被害把握が可能である。 デメリット：適期に撮影した既存の画像がない場合がある。新規に撮影する場合、費用がかかる。衛星画像の場合は撮影時の雲量によって対象地域の画像が利用できない可能性もある。	●被害発生位置 ●被害範囲 ●被害本数

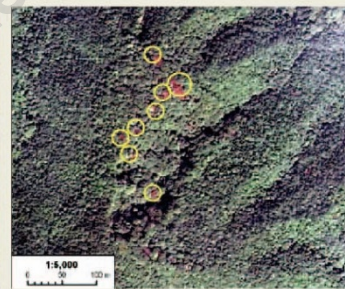
衛星画像による被害地の抽出例



SPOT-5 画像（2010 年撮影）



QuickBird 画像（2010 年撮影）衛星



WorldView-2 画像（2011 年撮影）

SPOT-5 はフォールスカラー（波長帯の組合せにより植生等を強調表示したイメージ）で表示

利用可能衛星例

衛星	運用期間	解像度	最低購入面積	価格※2
SPOT-5※3	2002.5～	2.5 m	約 170 km ²	約 830,000 円 / 500 km ² ※4
QuickBird	2001.10～	0.7 m	25 km ²	約 3,000,000 円 / 500 km ²
WorldView-2	2009.10～	0.5 m		

※1 被害木を識別するためには、樹冠をおおよそ認識できる高解像度衛星画像を用いることが必要。

※2 2014 年現在。カラーオルソ（正射）画像の場合。

※3 2015 年より SPOT-7 による衛星写真販売が開始。

※4 購入面積に応じて変動。約 170 km²（最低購入面積）で購入した場合は約 3,200 円 / km²、約 3,600 km²（一回撮影範囲分）で購入すると約 440 円 / km²。

表3 空中写真や衛星画像による被害状況調査

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

■事例：防災ヘリとGISを活用した被害状況の把握(岩手県)

岩手県では、防災ヘリによる被害確認にGISを活用した被害状況の把握を行っています。防災ヘリ等を活用した事例は岩手県以外でも報告されており、地上から見えない箇所も含め、地域全体の被害の確認を行えることが大きなメリットです。しかし、広域を飛行する際、実際に飛行している位置が、手持ちの図面上のどこを飛行しているかの把握は難しく、また被害位置をポイントに落とす際にも、大まかな位置と範囲しか分からないのがデ

メリットとなっていました。岩手県では、この問題を解消するべく、ヘリ内にGPSとGISソフト(フリーソフトQuantum GIS)を持ち込み、GPSで測位した位置(軌跡)をリアルタイムでGIS図面上に表示させ、現在位置および被害ポイントの特定を行っています。

コラム**他分野で応用が進む無人航空機(UAV)による空中写真撮影技術の森林分野への応用**

UAV(ユー・エイ・ヴィ)とは、固定翼もしくは回転翼型の小型のラジコン型無人航空機を指します。ビル・橋梁整備等のインフラ関連業界からゲーム業界等の幅広い分野で、UAVを利用した空中写真撮影の利活用が進んでいます。

UAVは小型のラジコン型機材であるため、従来の航空機を利用した空中写真の撮影よりも手軽に、局所的に特定時期の森林を、上空から撮影する事が可能です。そのため、現場での確認が困難な箇所のナラ枯れ被害木の状況を把握するために、UAVを利用した空中写真の撮影が期待されています。



機体例：ザイオンプロ800



撮影結果(上空150m)(提供：株式会社ピー・エム)

(2) 方針の策定

Point!

- 被害対策の実施箇所とスケール(林分・単木)を決定します。

ナラ枯れが発生した場合、当初は数本の被害しか見られなかった場所でも、2年目以降、複数の地域に大量の被害木が発生するケースが数多くあります。そういった場合、被害対策を広域で継続的に行い、全ての被害木に対策を施すには、多大な作業量と対策費用を必要とすることから、現実的ではありません。

そのため、対策にあたっては、事前に「どこを(実施箇所やスケール)」「どのように(方法)」対策を行うかについて検討し、実際に被害対策を実施する範囲の指定を行うことで、被害発生時に素早い対応が可能となるような方針を立てておく必要があります。

ます。

【方針と実施箇所の決定】

それぞれの地域において、ナラ枯れのリスクが高い重要な広葉樹資源を対象に、被害対策の実施箇所の範囲を絞り込み、どのように対策を行っていくかの方針を決定します。

一般的に被害対策を実施する箇所として、保安林や自然環境や景観の保護のため自然公園や景勝地、あるいは、人々の生活に直結するインフラや公共施設周辺等での対策が優先されることが多いようです(事例:各県での取組例 参照)。

■事例：各県での取組例

主体	区分け	方針(選定理由)	詳細
山形県	「守るべきナラ林」を選定	保安林であり、公益性が高く、特に保全する必要がある。	「守るべきナラ林」にて、重点防除(徹底駆除・予防薬による被害の未然防止)を実施している。また、守るべきナラ林保全のために周辺防除の推進も同時に行っている。
鳥取県	「重点対策区域」を含む『緊急対策区域』を設定、それ以外の被害地と区分け	観光資源である大山隠岐国立公園での被害を最小限に抑えたい。	大山山頂を中心とした10 km範囲を重点対策区域、そして重点対策区域を含む県中・西部を緊急対策区域とし、集中的な被害対策を行っている。
奈良県	「保全すべきナラ・シイ・カシ類林」を選定	文化的価値等があるナラ・シイ・カシ類を保全する。	東大寺裏の春日山原始林を保全すべきナラ林に選定し、重点的な監視体制を敷いている。主な対策としては、被害発生から2年以内の地域で拡大防止策、3年以上の地域でカシナガ生息密度の減少対策を行っている。

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

【林齢・構成樹種による被害発生リスク】

カシナガは、ナラ類（特にコナラ・ミズナラ）の大径木を好んで、穿孔します。大径木を好む要因は諸説ありますが、繁殖に必要な空間が多く存在することが大きな要因ではないかと考えられています。

被害対策の実施箇所の選定においても林齢や樹種構成を考慮に入れた「緊急性の評価」を行い、優先順位付けを行うことが必要です（図7 参照）。

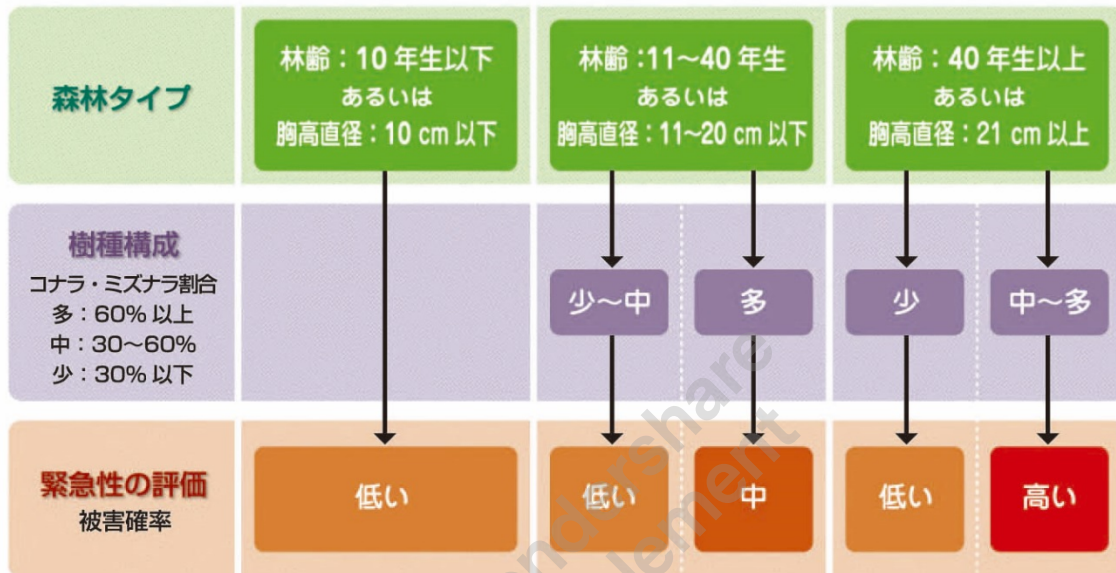
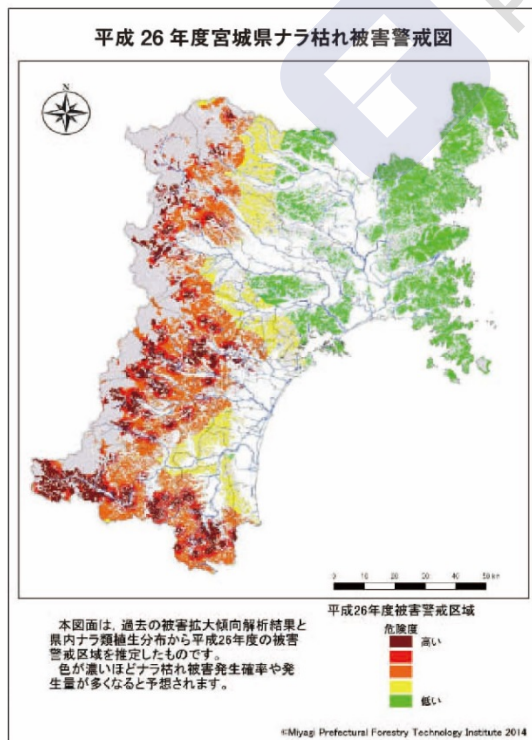


図7 被害対策の緊急性の評価



また、加害される可能性がある樹種ごとに分布域を示した、ポテンシャルマップを作成すると被害対策に役立つでしょう。（全国の植生図は、環境省生物多様性情報システムよりGISデータとして入手可能です。）

図8は、宮城県が過去の被害拡大傾向を解析し、県内のナラ類植生データと合成した図面を作成してナラ枯れ被害の要警戒区域等を効率的に抽出することで、ナラ枯れの早期防除に資するために作成した警戒図です。

図8 ナラ枯れ被害警戒図
（転載：宮城県林業技術総合センター HP）

2-4. 被害対策の実施

(1) 対策手法の検討



Point!

【検討に必要となる項目】

- ①目的の設定
- ②現地状況(斜面傾斜・アクセスの方法)の把握

被害対策手法の検討にあたっては、「どこで」「いつ」「どのような」対策を行うかを明確化することが必要です。

被害対策手法は、多数開発・公表されており、現在も多く

の研究機関等で研究がなされています。本マニュアルでは、平成26年度現在、一般的に使用されている手法と、手法の選択方法を紹介します。

① 目的の設定

被害対策の目的は、大きく分けて「予防」「駆除」を目的とした2つの区分に分類されます。まずは、被害対策が必要な森林

で、どのような目的を設定するかを、下記「目的の設定」を参考に決定してください。

目的の設定

予防について

予防とは、保護したい対象木に対して行う、枯死を防ぐための対策です。

- 実施可能条件：未被害あるいは微害(単木的な枯れの発生)の場合に実施。
- 単木的な処理が主体。
- 資材や薬剤を使用した処理によって、物理的なカシナガの穿入阻止やナラ菌の樹幹内での殺菌等を行う。
- 誘引捕獲により、カシナガの個体数密度を低減することにより被害木を減少させる。

駆除について

駆除とは、カシナガの殺虫ならびに被害木の処理、被害拡大を防ぐ為の対策です。

- 実施可能条件：被害発生地に対して実施。
- 単木から複数木の処理が主体。
- 主に薬剤を使用した処理により、殺虫を目的とする。

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料

第2章 ナラ枯れ被害対策について

② 現場状況の把握

現場へのアクセスと傾斜状況を、現地調査で確認します。
アクセス状況は、自動車での進入が可能か、加えて集材・運搬も可能か、徒歩で進入可能か、それ以外かという基準で調査します。

また、傾斜状況は、平坦地（0～15°程度）、中傾斜地（15～35°程度）、急傾斜地（35°～）という基準で調査します。

①、②を元に、現場で施工する手法を選択します（下記マトリクス表参照）。（ただし、作業実施者の熟練度や協議会の方針によって、被害対策手法は変化することがあります。）

以降、マトリクスより選別を行った手法を参考に、「第3章 ナラ枯れ防除手法の紹介」より、地域や予算・人員に合った手法を選択してください。

手法の選択

ナラ枯れ防除手法の選択のためのマトリクス表
【予防・駆除】

アクセス手段\傾斜	平坦地（0～15°程度）	中傾斜地（15～35°程度）	急傾斜地（35°～）
自動車 〔括弧内：集材・運搬も可能な場所のみ選択〕	予防	予防	予防
	樹幹注入 粘着剤・殺虫剤散布 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	樹幹注入 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	樹幹注入 （安全带等による安全確保が必要）
	駆除	駆除	駆除
	伐倒くん蒸 立木くん蒸 〔おとり丸太*1〕 おとり木トラップ ペットボトルトラップ*1 〔伐採・破碎処理〕 〔伐採・割材処理〕 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	伐倒くん蒸 立木くん蒸 〔おとり丸太*1〕 おとり木トラップ ペットボトルトラップ*1 〔伐採・破碎処理〕 〔伐採・割材処理〕 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	立木くん蒸 （安全带等による安全確保が必要）
徒歩	予防	予防	危険を伴う為困難 （経過要観察→モニタリング参照）
	樹幹注入 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	樹幹注入 粘着シート被覆*2	
	駆除	駆除	
	伐倒くん蒸 立木くん蒸 おとり木トラップ ペットボトルトラップ*1 資材被覆*2 粘着シート被覆*2	伐倒くん蒸 立木くん蒸 おとり木トラップ 粘着シート被覆*2	
上記以外	施工困難 あるいは作業路の開設で徒歩と同様	施工困難 あるいは作業路の開設で徒歩と同様	施工困難 （経過要観察→モニタリング参照）

*1：おとり丸太・ペットボトルトラップは、設置場所は主に平坦地ですが、傾斜があっても有効範囲には影響しません。

*2：資材被覆・粘着シート被覆は「被害拡大防止」の目的でも活用することが可能です。

（詳しくは第3章p.18へ）

(2) 対策の実施

Point!

- 現場での判断を大切に
- 発注者と作業者は常に連絡を取り合い、問題発生時は協議会へフィードバックしましょう。

施工方法や手順、必要資材等は第3章を参照ください。

ここでは、実際に施工する対策を、実行する際の注意点について記載します。ナラ枯れ被害対策は、一概に森林内での作業とは限りませんが、林業同様、チェーンソー・電動ドリル・高性能林業機械やくん蒸剤・その他薬剤等の人体に危険を及ぼす可能性のある道具を使用せざるを得ません。また、広葉樹は主枝が多く、伐採時に掛かり木となりやすいことから、安全に処理を

行うための技術や器具が必要となります。

作業を実行する際には、発注者（現場監督者）と作業者は常に連絡を取り合い、危険予測について話し合える環境作りをすることが重要であり、発生した問題は必要に応じて協議会へフィードバックできるようにしましょう。防除を的確に実施すると共に、安全かつ効率的に作業を行うため、適宜、仕様書を見直すことも検討してください。

(3) モニタリング・評価

実際に被害対策を実施した箇所について、その後の被害の動向をモニタリングすることは、手法の検証に繋がるものです。

一般的に、ナラ枯れ被害対策の評価は、予防・駆除であれば前年比での被害抑制率、枯死率、カシナガの捕獲頭数等による判断となります。一度被害が拡大してしまった場合、終息までの間、数多くの対策に取り組むことも予想されます。そのため、継

続的に効果の検証を行うことで、より有益な対策手法を選択していくことが可能となります。

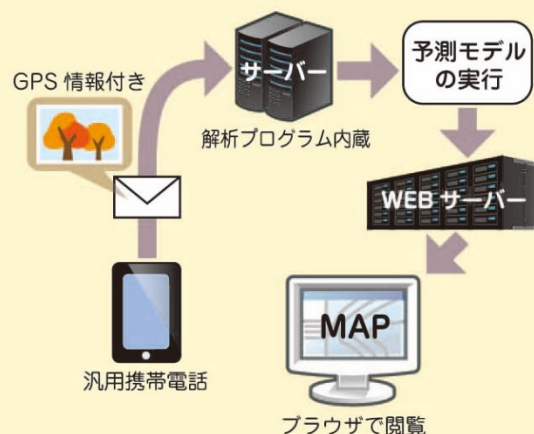
また、被害発生箇所の位置データを毎年保管することで、次年度での発生予測をすることも可能です。

（「図8 ナラ枯れ被害警戒図」p.14参照）

コラム

リアルタイム被害予測システム

スマートフォン等の汎用携帯電話にも、GPS機能が内蔵されるようになり、誰もが簡易に位置情報を有する写真を撮影することが可能になりました。この機能を活用し、被害発生地付近にて被害状況を撮影、専用のサーバーへメール送信することで、自動で被害地をリアルタイムにマッピング、更に解析を行うことで被害発生予測マップを生成するシステムの実証試験が行われています（山中・近藤「最新ICTを活用したナラ枯れリアルタイム被害発生予測システムの開発」森林防疫63(6)：36-39(2014)）。被害位置や被害発生予測マップは、閲覧許可を持つものならばインターネット上で情報を閲覧することが出来ます。リアルタイムでの情報を活用することで、より迅速な被害対策の実施が期待されています。



山中・近藤(2014)を改変

1 ナラ枯れとは？

2 ナラ枯れ被害対策について

3 ナラ枯れ防除手法の紹介

4 広葉樹林の活用

巻末資料・参考資料