

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
「森林の生物被害の情報共有と対策技術に関する研究会」

研究成果事例集

目 次

1. 病虫害に関する研究

[全都県]	関東中部（1都13県）におけるブナ科樹木萎凋病の2017～2021年の推移	1
[群馬県]	群馬県におけるナラ枯れの被害状況	4
[茨城県]	茨城県におけるナラ枯れ防除作業の適期について	6
[神奈川県]	ナラ枯れ被害マテバシイにおけるくん蒸処理の防除効果	8
[千葉県]	スギカミキリの簡易で低コストなはく皮防除法	10
[山梨県]	潜葉性害虫ヤノナミガタチビタムシの生態と対策	12
[静岡県]	若齢クロマツ林におけるマツ材線虫病の被害発生時期	14
[富山県]	ドローンによる海岸林のマツ枯れ被害木の抽出	16
[新潟県]	マツノザイセンチュウ2系統と接種頭数の違いによるクロマツの生残率	18
[岐阜県]	岐阜県におけるヒノキ根株腐朽の発生状況について	20

2. 獣害に関する研究

[全都県]	関東・中部地域におけるニホンジカ密度指標の推移	22
[東京都]	DNA解析を用いた生息拡大域におけるニホンジカの由来の解明	24
[愛知県]	「シカ情報マップ」による情報収集と結果の活用について	26
[栃木県]	シカによる森林下層植生衰退度(SDR)を活用した人工林苗木食害の予測と防除	28
[埼玉県]	農業資材でシカを捕まえるスリット式ワンウェイゲートの改良	30
[長野県]	ツキノワグマ剥皮害防除のための忌避剤の適用事例	32

1. 病虫害に関する研究

関東中部（1都13県）におけるブナ科樹木萎凋病の2017～2021年の推移

富山県農林水産総合技術センター森林研究所	松浦崇遠
東京都農林総合研究センター	新井一司
茨城県林業技術センター	富田衣里
栃木県林業センター	粕谷嘉信
群馬県林業試験場	山田勝也
埼玉県寄居林業事務所	中村葉子
千葉県農林総合研究センター森林研究所	福原一成
神奈川県自然環境保全センター	谷脇 徹
新潟県森林研究所	岩井淳治
山梨県森林総合研究所	大澤正嗣
長野県林業総合センター	柳澤賢一
岐阜県森林研究所	片桐奈々
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	内山義政
愛知県森林・林業技術センター	長谷川規隆

1. はじめに

ブナ科樹種萎凋病（通称、ナラ枯れ）は1980年代後半から本州の日本海側を中心に広がり、2020年までには関東・中部地方を含むほとんどの都府県において、枯死した被害木が確認されています。本研究会では、参加都県の被害をまとめた過去の研究会を引き継ぎ、2017～2021年のデータを集約して、その推移を地図上に可視化しました。

2. 研究の方法

関東・中部地方に属する1都13県の各地域において、2017～2021の年ごとに、目視に基づき確認されたブナ科樹木（ナラ類・カシ類・シイ類）の枯損被害を、被害の程度が軽微な方から、①単木的（地点ごとの枯死木が5本以下）、②小集团的（同じく6～15本）、③集团的（同じく16本以上）の、3種類のランクに区分しました。都県域を5kmメッシュ（標準地域メッシュの第2次地域区画をさらに4等分した区画）に切り分けた後、各メッシュに被害ランク（同一メッシュ内にランクの異なる地点が混在する場合には、被害の程度が最大のランクを当てはめ）を付加しました。なお、長野県では、被害木の位置情報が市町村単位でまとめられていたため、被害ランクも同一市町村内での最大のランクを代表値としました。都県および市町村の境界部分をメッシュで切り分ける際には、まずは都県ごとにより多くの面積を占める方を割り当て、次いで市町村ごとにも同様の操作を行いました。また、メッシュが1個も割り当てられなかった市町村のデータに対しては、切り分けた面積が最も大きいメッシュに含めることとしました。

3. 研究の成果

2017～2021年の期間中の推移を2010年当時と比較すると（図-1）、これまでに東京都の島嶼部でしか発生していなかった関東南部や山梨県では、2017年以降被害が徐々に目立ち始めましたが、とりわけ

2019～2021年の短期間で著しく拡大したことから、病原菌（通称、ナラ菌）を媒介するカシノナガキクイムシの、移動や繁殖の能力の高さがうかがわれました。また、長野県や静岡県の一部でも、集団的な枯死木の発生が認められました。その反面、新潟県や富山県、岐阜県、愛知県では被害が沈静化し、発生してもそのほとんどが単木レベルにとどまっていることがわかりました。

4. おわりに

被害の発生は同じ地域で5～10年間程度継続すると言われていますが、関東南部を中心とした被害がピークアウトしたかどうかの判断は、今後の調査から明らかになると期待されます。また、枯死木は関東北部でも散見されており、被害の一層の拡大に備えて、その動向を注視していく必要があります。

参考文献

- 関東中部林業試験連絡協議会（2008）拡大を続けるナラ枯れ被害（関東中部地域における推移）.
関東中部林業試験連絡協議会（2018）関東中部地域におけるナラ枯れ被害の推移.

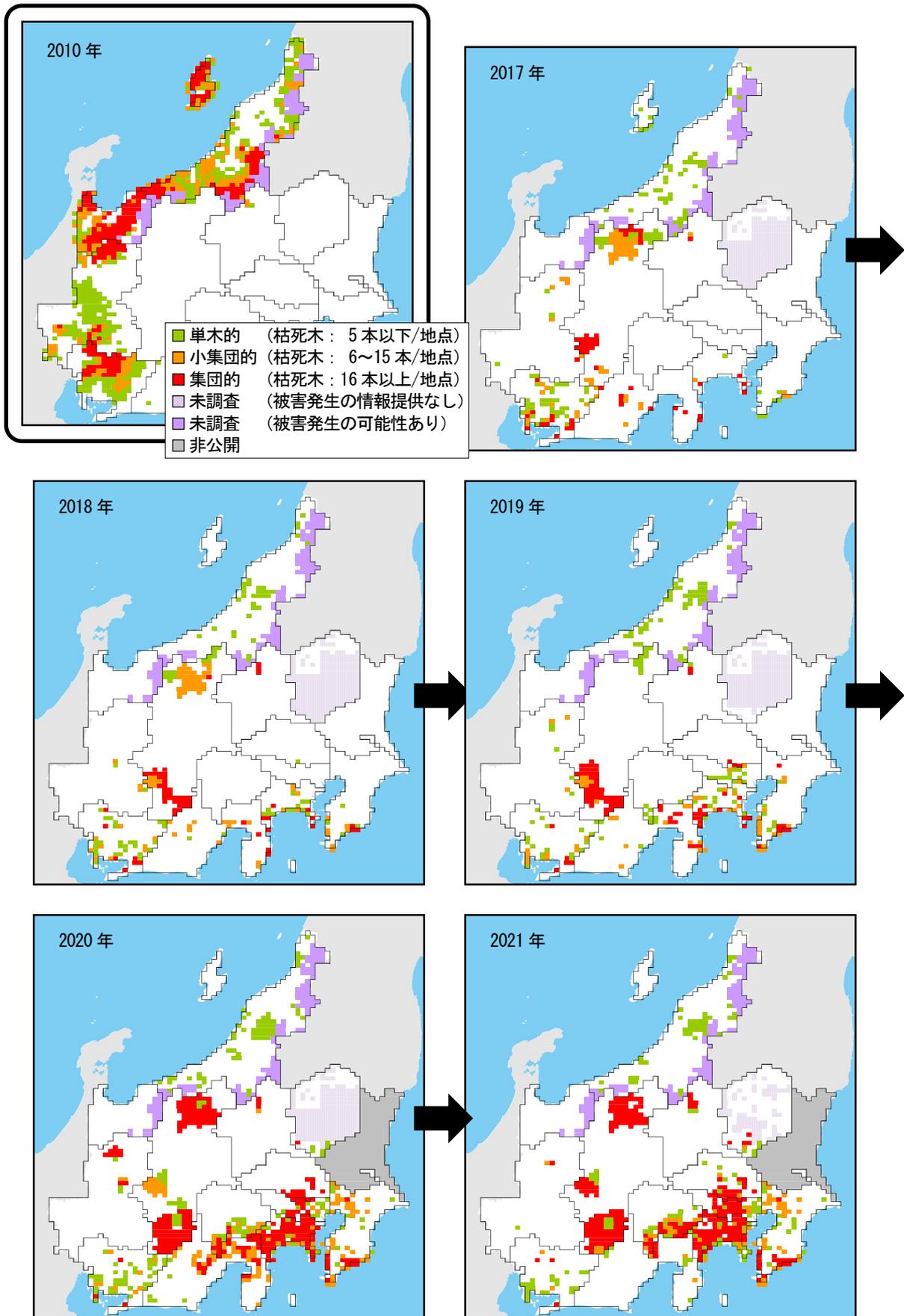


図-1 1都13県における被害ランクの2017～2021年の推移と2010年との比較
 対象の地域を5kmメッシュに分画し、メッシュごとに最も高い被害ランクを付加したものの。

群馬県におけるナラ枯れの被害状況

群馬県林業試験場 北野皓大

1. はじめに

ブナ科樹木萎凋病（通称、ナラ枯れ）は、病原菌（通称、ナラ菌）を運ぶカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が大量穿孔（マスアツタク）することで、樹木内にナラ菌が蔓延し、通水障害が引き起こり、枯死に至る伝染病である。被害木から新たなカシナガが大量に羽化・脱出することで被害が拡大する。群馬県においては、平成 22 年度にみなかみ町で初めて確認され、令和 3 年度には県内 2 か所目の市町村となる館林市にて被害が確認された。令和 4 年度に太田市と邑楽町にて、ナラ枯れによる枯死木が多く発見されている。

今回、群馬県におけるナラ枯れの被害状況やカシナガの生息調査状況について報告する。

2. 研究の方法

群馬県内で被害が発見された平成 22 年度から令和 3 年度までの県内の被害推移をまとめた。また、みなかみ町内 21 ヶ所と、前橋市、榛東村、藤岡市、下仁田町、高山村、桐生市の各 1 か所に衝突板式トラップ（写真-1）を設置し、県内のカシナガの生息状況を調べた。



写真-1 衝突板式トラップ

3. 研究の成果

被害は平成 22 年度の初確認以降、微減傾向で推移してきたが、平成 29 年度から増加傾向となり、令和 2 年度に急激に増加した（図-1）。みなかみ町における被害の拡大は南下傾向にあり、発生初期は同町中部の土合駅付近にて確認されていたが、現在は、南部の後閑駅付近まで被害地域が拡大している。

令和 3 年度に館林市の公園にて被害が確認されている。令和 4 年度には、館林市と同じ県南部の太田市と邑楽町でナラ枯れによる枯死木が発生し、被害量は令和 4 年度 12 月時点で館林市 33 本、太田市 51 本、邑楽町 1 本であり、今後更なる拡大の恐れがある。

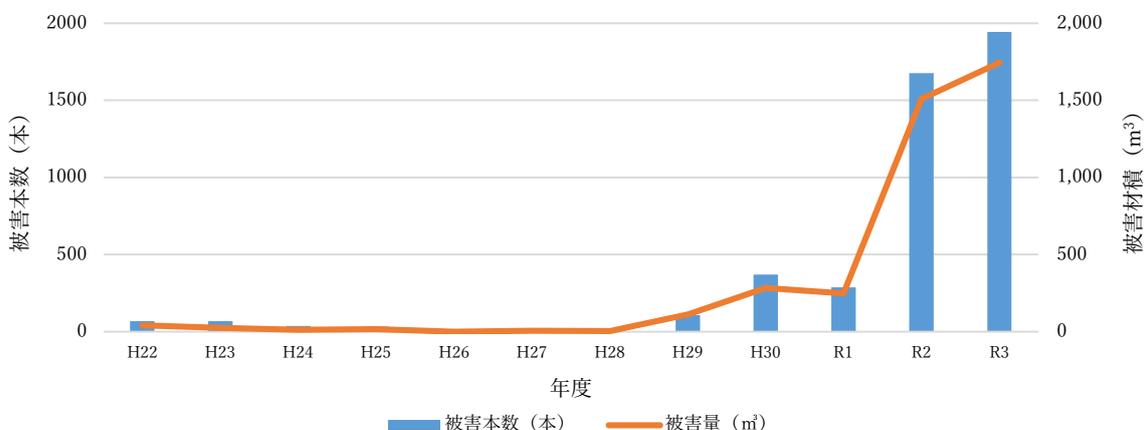


図-1 群馬県におけるナラ枯れ被害推移

※館林市の被害発見が令和 3 年度 3 月であったためグラフには含まれていない。

トラップを設置した 27 カ所のうち、17 カ所でカシナガが捕獲された（図-2）。みなかみ町以外では、前橋市、榛東村、藤岡市、高山村、桐生市で捕獲された。カシナガは在来種であることから、県内各地に低密度ではあるが生息していると考えられる。

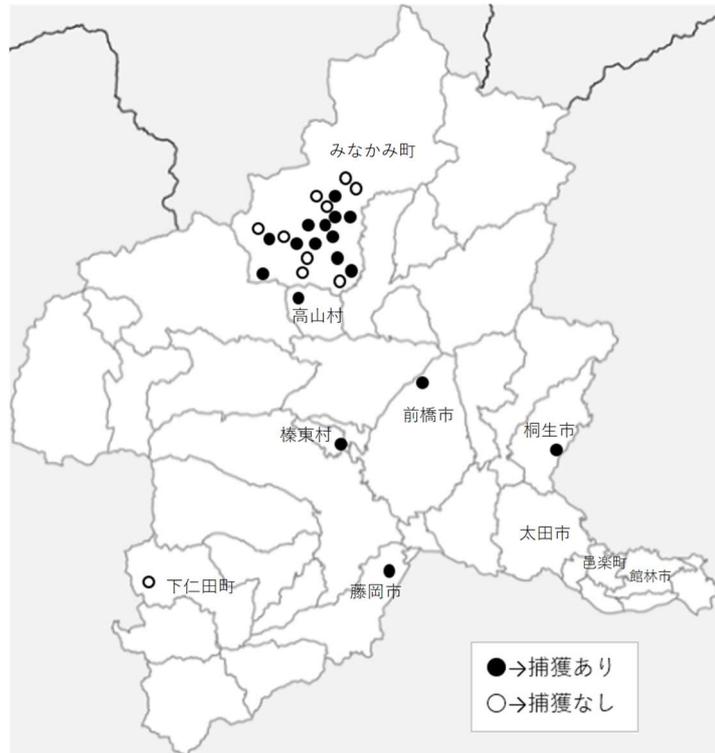


図-2 群馬県内のカシナガ捕獲状況

茨城県におけるナラ枯れ防除作業の適期について

茨城県林業技術センター 富田衣里

1. はじめに

茨城県では、令和2年秋に初めてナラ枯れ被害が確認された。確認当時は、単木的な被害地が県中部から県南部にかけてのみ飛び地的に存在していたが、他県の被害状況を鑑みれば、翌年以降はさらなる被害の拡大が考えられた。

このため、被害拡大抑制を目的として、被害地の市町村や施設管理者等に対しナラ枯れ被害木の伐倒くん蒸や粘着シート被覆等の防除方法を指導したが、予算確保など様々な理由により全ての箇所での実施は困難であった。

被害初期段階において駆除が十分に実施できない状況下では、ナラ枯れ未被害木に対するカシノナガキタイムシ（以下、カシナガ）穿孔の防止も必要となることから、本県におけるナラ枯れ防除作業の適期を明らかにするため、令和3年度にカシナガの発消長の調査を行った。また、未被害木に対するカシナガ穿孔防止の手法として代表的な粘着シート被覆と、コーティング剤散布を施工し、穿孔防止効果や施工性を確認した。

2. 研究の方法

カシナガの発消長を把握するため、令和2年秋に確認された被害地に、県中部では令和3年5月24日、県南部では令和3年6月9日にエタノールチューブとカシナガコールを吊り下げたサンケイ式昆虫誘引器とクリアファイルトラップ（写真-1）を設置し、令和3年12月13日まで観察した。

また、県中部において令和3年5月24日にサンケイ式昆虫誘引器周囲の未被害木（コナラ）7本に対して、樹幹と地際に粘着面を外向きにした粘着シートを施用し（写真-2）、令和3年7月7日、7月19日、8月2日に捕獲されたカシナガの頭数を確認した。また同未被害木には粘着シートと併せてコーティング剤を散布し（写真-2）、令和3年12月13日に散布箇所におけるカシナガ穿孔状況を観察した。



写真-1 サンケイ式昆虫誘引器（左）
クリアファイルトラップ（右）



写真-2 粘着シートの被覆とコーティング剤を
散布した未被害木

3. 研究の成果

カシナガの発生活長調査の結果、サンケイ式昆虫誘引器等により捕獲されたのは県央部 157 頭、県南部 241 頭であり、初発日については県央部（図-1）で6月中旬、県南部（図-2）で5月下旬から6月上旬と推察された。また、飛翔のピークは県央部で7月中旬、県南部で7月上旬、飛翔の終了は県央部、県南部ともに10月中旬であった。

これらのことから、本県における防除作業の適期は5月下旬から10月中旬と考えられ、県南部の発生活長は県央部と比較して初発日と飛翔のピークが10日程度早いことから、気温が高い又は日当たりが良い場所では、早めの防除作業開始が必要と推察された。

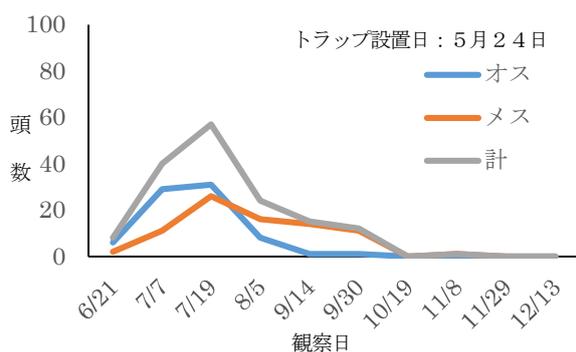


図-1 茨城県央部のカシナガ発生活長

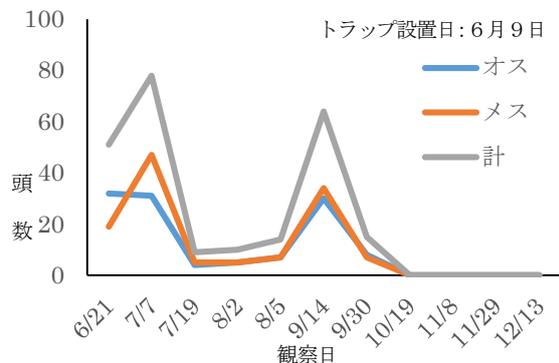


図-2 茨城県南部のカシナガ発生活長

表-1 粘着シートで捕獲したカシナガ頭数

樹木番号	観察日			合計 (頭)
	7月7日	7月19日	8月2日	
A	0	1	0	1
B	1	0	1	2
C	17	49	8	74
D	0	2	0	2
E	26	36	17	79
F	0	0	1	1
G	2	0	2	4
合計	46	88	29	163



写真-3 コーティング剤散布部分で死亡するカシナガ

粘着シートで捕獲したカシナガの個体数は合計 163 頭であり、発生のピークは誘引器の結果と同様であった（表-1）。また、コーティング剤散布の結果、死亡しているカシナガを数例確認することができたが（写真-3）、数十箇所穿孔されていることが確認された。

また、施工性については、コーティング剤散布はノズルつまり等が発生しやすいこと、粘着シートは設置する高さによっては高所作業となることなどの問題点が明らかとなった。

4. おわりに

ナラ枯れ対策に取り組む県内各市町村等のニーズに合う防除手法の普及を目指し、引き続き県内の被害状況調査を行うとともに、既存の防除手法の情報共有を図る。

ナラ枯れ被害マテバシイにおけるくん蒸処理の防除効果

神奈川県自然環境保全センター 谷脇 徹

1. はじめに

ナラ枯れは樹幹に穿入した体長約 5mm のカシノナガキクイムシが持ち込んだナラ菌によって健全なナラ類やシイ・カシ類が盛夏～晩夏に突然枯死する現象です。神奈川県における代表的なナラ枯れ被害樹種はコナラやミズナラのほか、マテバシイが挙げられます。マテバシイはかつて利用されていたものが放置されて大径化し、ナラ枯れによって身近な環境で枯損して問題となっています。ナラ枯れの代表的な防除法として、被害木のくん蒸処理が挙げられます。くん蒸処理の効果は、カシノナガキクイムシの孔道が辺材を中心に形成されるコナラやミズナラでは明らかにされてきましたが、孔道が材の中心部まで形成されるマテバシイではほとんど不明なのが現状でした。そこで、マテバシイのナラ枯れ被害木に対する伐倒木くん蒸および立木くん蒸（くん蒸剤の立木への樹幹注入）の防除効果を検討しました。

2. 研究の方法

供試木には三浦市初声町和田のマテバシイを主体とする広葉樹林でフラス排出がみられるマテバシイ枯死木を用いました。2021 年の 4～5 月（春期）および 10～11 月（秋期）に 2 種類の林業用くん蒸剤を用いて薬剤 A 区、薬剤 B 区および無処理区を設定し、伐倒木くん蒸および立木くん蒸試験を行いました。伐倒木くん蒸試験では、春期、秋期とも供試木 3 本から約 50cm 丸太を 3 個ずつ採取して厚木市七沢にある当センター敷地内に持ち帰りました。丸太に 20cm 間隔で深さ 5cm の切れ込み処理を行い、各処理区に 3 本の供試木由来の丸太を 1 個ずつ合計 3 個置いたうえで内容積 1 m³の枠を設置し、被覆用シートを被せて規定量の薬剤を施用し、14 日間くん蒸処理を行いました。立木くん蒸試験では、春期、秋期とも各処理区の供試木 3 本ずつに、斜め下 45° 方向の径 10.5mm、深さ 5cm の注入孔を地上高 0～0.5m では 10cm 間隔、地上高 0.5～1.5m では 20cm 間隔の千鳥格子状にドリルで穿孔し、そこにノズル付き洗浄瓶を使って規定量の薬剤を注入し、14 日間くん蒸処理を行いました。くん蒸処理後に厚さ 3～5cm の円盤を、伐倒木くん蒸試験では各丸太から 1 枚ずつ、立木くん蒸試験では各供試木の地上高 0.5m と 1.0m から 1 枚ずつ採取し、割材して生存数と死亡数をカウントし、死亡率を算出しました。

3. 研究の成果

(1) 伐倒木くん蒸

伐倒木くん蒸試験における死亡率は、春期試験では薬剤 A 区が 99～100%、薬剤 B 区が 98～100%、無処理区が 2～13%、秋期試験（図-1）では薬剤 A 区が 82～100%、薬剤 B 区が 54～100%、無処理区が 0～1%でした。このように伐倒木くん蒸処理では多くの場合 100%近くの防除効果が認められましたが、防除効果が低下する場合もありました。その場合、防除効果の低下は材の中心部で顕著でした。

(2) 立木くん蒸

立木くん蒸試験における死亡率（地上高 0.5m と 1.0m の合計）は、春期試験では薬剤 A 区が 48～100%、薬剤 B 区が 54～86%、無処理区が 0～3%、秋期試験では薬剤 A 区が 23～60%、薬剤 B 区が 27～59%、無処理区が 0～1%でした。防除効果は円盤サイズが大きい部位や注入量が少ない部位（地上高 0.5m より 1.0m）で低下する傾向がありました。（図-2）。

4. 今後に向けて

伐倒木くん蒸処理および立木くん蒸処理によって、マテバシイにおいても材内のカシノナガキクイムシに対して一定の防除効果が認められました。ただし、本研究で施用した深さ 5cm の切れ込み処理および斜め下 45 度、深さ 5cm の注入孔形成処理は、辺材を中心として孔道が形成されるコナラやミズナラには適していても、材の中心部まで孔道が形成されるマテバシイでは、くん蒸剤が材の中心部まで十分に浸透しなかったと考えられる場合があります。処理の深さが不十分であった可能性があります。より防除効果を高めるためには、マテバシイにおける孔道形成の特性に応じて、材の中心部に到達するような切れ込み処理や注入孔形成処理を検討する必要があります。

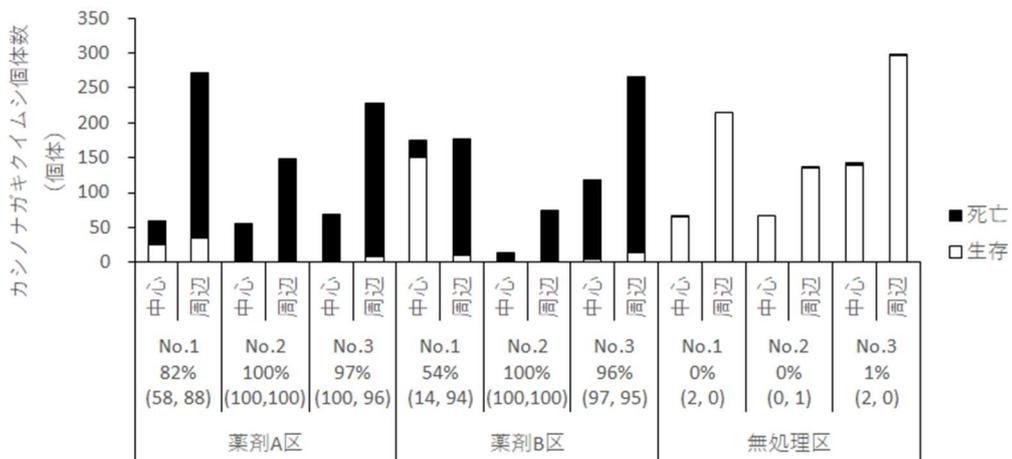


図-1 伐倒木くん蒸処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイからの採取円盤の中心部および周辺部におけるカシノナガキクイムシの個体数および死亡率（秋期試験）

供試木 No. の下に中心部+周辺部の死亡率（中心部の死亡率、周辺部の死亡率（%は省略））を表示した。

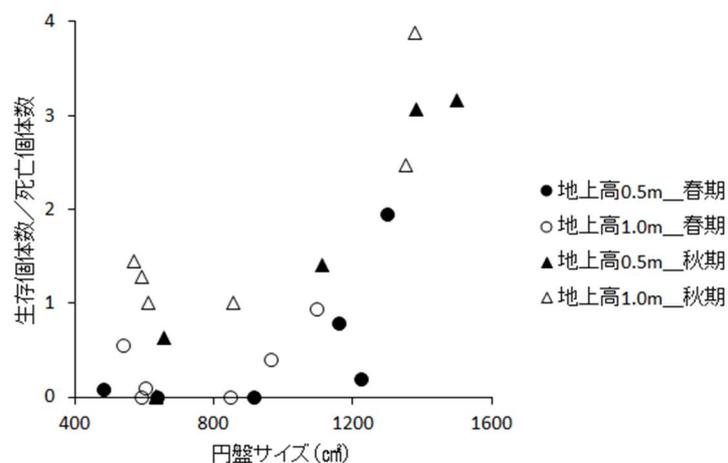


図-2 立木くん蒸処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイの円盤サイズと生存個体数/死亡個体数の関係

スギカミキリの簡易で低コストなはく皮防除法

千葉県農林総合研究センター森林研究所 福原一成

1. はじめに

千葉県ではスギカミキリの被害が拡大傾向にあり、平成13～17年に実施した調査では、県内全域で被害が確認されました。既存の薬剤散布、捕獲バンド、くん蒸処理などの防除法はコストや手間がかかる、実施時期や場所が限定されるなどの欠点があったことから、平成20～26年にかけて、間伐の際に被害木を優先的に伐採及び搬出した際の防除効果について検討しました（以下、被害木搬出防除法という）。この方法は一定の効果が認められましたが、材の林外搬出に多大な手間とコストがかかり、実施できる箇所も限られると考えられました。そこで、スギカミキリ防除法の一つとして、間伐実施時に被害材の林外搬出を行わず林内で樹皮を剥ぎ、幼虫を材から離脱させることで、現地で伐採した被害木から新たな成虫を発生させないための簡易で低コストな防除法（以下、はく皮防除法という）を検討しました。

2. 研究の方法

試験地は富津市鬼泪山（きなだやま）県営林の県営スギカミキリ防除事業実施箇所に設定しました。平成29年8月と30年9月に、被害木の伐採後、枝払い及び高さ6mまで2mに玉切りを行った丸太を、作業員がバール、鉋を用いてはく皮を行いました（写真-1）。この試験は県営防除事業と一体で実施したため、試験時期が幼虫期の後半になりました。そのため、一部では蛹になるため穿孔している個体もあるのではないかと考えられたので、試験にあたっては、はく皮した丸太100本の穿孔の有無を調べ、全ての丸太において穿孔がないことを確認しました。なお、試験地は当年に被害のあった木が多く、はく皮時には樹皮下に生息する幼虫が確認されました。

はく皮から約1年経過した平成30年8月と令和元年6月に、前年にはく皮防除処理した丸太から無作為に100本抽出し、はく皮によって離脱した幼虫が再び丸太に取り付いて新たな発生をしていないか、穿孔（スギカミキリの場合は脱出孔を兼ねる）の有無を調査しました。

さらに、令和元年に、平成29年と30年に測定したはく皮防除に要した時間と県の積算単価を用いて、県営林積算基準に基づきはく皮1本当りのコストを算出しました。また、比較対照として、平成22年に近隣の県営林で実施した、林内作業車を利用した被害木の林外搬出にかかったコストも同様に算出し、両者を比較しました。

3. 研究の成果

- (1) 平成29～30年にはく皮処理した丸太を平成30～令和元年に100本/年抽出し、スギカミキリの脱出孔が新たに生じていないか調査したところ、発生率は0%でした。
- (2) 防除効果を確認するため、はく皮処理区と隣接した非はく皮区の残存木を令和2年4月に100本ずつ抽出して新たなスギカミキリの脱出孔の数を調査しました。その結果、非はく皮区の22個（16本）と比べ、はく皮処理区は4個（4本）と脱出孔数が少ない結果となりました。
- (3) 富津市鬼泪山県営林において実施した事業経費を基に、被害木搬出防除法とはく皮防除法の経費を比較しました。その結果、被害木搬出防除法は林外搬出距離が70mの場合、搬出経費が422円/本になるのに対し、はく皮防除法は253円/本となり、被害木搬出防除法（搬出距離：30～150m）

に対して 55～63%の経費で実施することができるとなりました（表-1）。

(4) 作業はチェーンソーに1人、はく皮に1人の2人1組で行います。玉切りした丸太にチェーンソーで縦に切れ目を入れる（図-1）ことで、はく皮の作業性が大幅に向上しました。

はく皮防除法は水分流動が盛んではく皮がしやすく、幼虫が樹皮下にいる夏季が適しており、はく皮がしにくく、幼虫が材内に穿入している冬季には適していません。

(5) 林内作業車を用いた林外搬出防除法は急傾斜地では実施が不可能でしたが、被害木を林外搬出しないはく皮防除法は急傾斜地や奥地でも実施可能でした。

表-1 被害木搬出防除法とはく皮防除法の経費比較

	搬出距離 (m)	1本当りの経費 (円)	被害木搬出防除法に対する はく皮防除法の経費割合 (%)
はく皮防除法	搬出せず	253	—
	30	403	63
	50	412	61
被害木搬出防除法	70	422	60
	100	435	58
	150	458	55

注1) 現地での林外搬出は、搬出距離70mで実施

2) 被害木搬出防除法の搬出距離ごとの経費及びはく皮防除法の経費は、平成22～23年度に県営スギカミキリ防除事業で実施した被害木の林外搬出と、平成29～30年度に同事業で実施したはく皮処理にかかる作業歩掛を調査し、治山林道必携の歩掛と県の積算単価を用いて算出

3) はく皮防除法の経費算出に必要な1時間当たりの処理本数9.9本は、平均胸高直径18cmの調査木32本の処理に要した時間（平均362秒/本）から計算

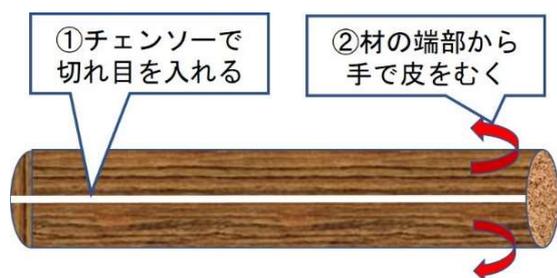


図-1 効果的なはく皮方法



写真-1 はく皮防除法の実施状況

4. おわりに

本研究で得られた成果をもとに、平成29年度から県営スギカミキリ防除事業においてはく皮防除法が実施されています。引き続き、私有林における被害対策としても、本成果の普及を図っていく予定です。

潜葉性害虫ヤノナミガタチビタマムシの生態と対策

山梨県森林総合研究所 大澤正嗣

1. はじめに

ケヤキの害虫、ヤノナミガタチビタマムシ(写真左上)は、幼虫世代はケヤキの葉を内部から(写真左下)、成虫世代は外部から食害する。幼虫による食害で、ケヤキの葉が初夏に変色し、その後多くの葉が早期落葉する(写真右下)。また、晩夏には、成虫による食害で、再びケヤキの葉の色が悪化する。被害が激しいとケヤキは落葉と食害で丸坊主になる(写真右上)。山梨県では森林公園(稲山の森)で被害が激しく、そこからの要望で被害を軽減させるための研究を行った。

2. 研究の方法

(1) 生活史等の調査

山梨県森林総合研究所に植栽された樹齢15年生のケヤキ(山梨県富士川町、標高320m)と稲山の森のケヤキ林(山梨県笛吹市、標高630m、樹齢約150年のケヤキを中心にした森林)にて調査を実施した。研究所のケヤキでは、2014年春に6本の枝の葉上に産み付けられた卵661個について、産卵時から番号を付け、継続的に観察して、孵化、樹上幼虫、早期落葉中の幼虫、蛹化、羽化、脱出の時期や生/死を明らかにした。一方、稲山の森ケヤキ林にて、2009～2011年の間(春～秋)を通して被害葉や早期落葉を採取し、各発達段階の時期と本種の個体数の変化を観察した。また、リタートラップをセットして早期落葉量を記録し、そこから発生する成虫個体数をカウントした。

(2) 気象要因と本種発生頭数の関係

稲山の森のケヤキ林に吊り下げ式マレーズトラップ3器を、ケヤキの樹幹内、平均8.7mの高さに設置し、捕獲された本種の成虫個体数を2006～2015年の間、2006年は月1回、それ以外の年は月2回回収し、記録した。被害地に最寄りの古関で観測された気象情報を用い、気象要因(気温と降水量)と成虫個体数との関係を調査した。

(3) 防除対策の試行

研究所内のケヤキ林および稲山の森のケヤキ林にて、地上の落葉内に本種がいる期間を明らかにした。その期間に、集めたケヤキ落葉の土中への埋設、ビニール袋づめ、ブルーシート被覆を行い防除を試行した。

3. 研究の成果

(1) 生活史等

今回観察された内容は以下のとおり。

- ・産卵は4月下旬～6月上旬。気温に左右されるが平均17日後に孵化。
- ・研究所では6月中旬、稲山の森では7月初めから早期落葉が始まり、約25日間落葉が継続。
- ・早期落葉内の幼虫は落葉後約4日で蛹化。蛹化7日後に羽化、脱出はその2日後。
- ・卵から脱出まで平均54.2日。
- ・研究所では6月下旬、稲山の森では7月中旬から成虫が早期落葉から脱出開始。

- ・ 稲山ケヤキ林の早期落葉量は平均 181.4 g/m² で、それらから成虫が平均 1,650 頭/m² 脱出。
- ・ 卵からの継続観察で、卵、幼虫、蛹における死亡率は、それぞれ 41.1%、56.7%、8.8%。葉 1 枚に 1 (～2) 頭の幼虫のみ生育可能であるため、1 葉当たりの産卵数が高まると幼虫の死亡率は上昇。

(2) 気象要因と本種発生頭数の関係

10 年間の調査の結果、ケヤキが早期落葉し本種が潜っている葉が地上にあるときの雨量と、本種の成虫発生数に負の相関があることがわかった。早期落葉内に本種がいる時期に雨が多いと死亡率が高まり、そのため成虫個体数が減少したと考えられた。

(3) 防除対策

早期落葉の土壌への埋設では、埋設土上に設置した羽化トラップに本種は捕獲されず、地中で死亡したと考えられた。落葉のビニール袋詰め、落葉のブルーシート被覆とも、生きている本種は確認されなかった。このように埋設、ビニール袋詰め、ブルーシート被覆のいずれの方法でも本種を死亡させると考えられたが、ブルーシート被覆が最も簡単で実用性があった。早期落葉開始から本種が脱出する前に、おおよそ 10 日毎に 2～3 回落葉を処理する必要がある。

4. おわりに

今回の調査で、ヤノナミガタチビタマムシの生態を再確認し、また早期落葉内に本種がいる時期に降水量が多いと死亡率が高まることを明らかにした。早期落葉時期が梅雨期と重なる場合があることから、梅雨期の雨の量、すなわち梅雨前線の位置や活動状況が本種によるケヤキ被害に大きな影響を及ぼすと思われる。

早期落葉による害虫生存率への影響の有無について、昆虫学者の間で議論となっていたが、本種については、早期落葉内に本種がいる時期に雨が多いと個体数減少に効果がある一方、この時期に雨が少ないと効果が認められないことが明らかとなった。

今回の防除方法は、山林では落葉の回収に労力がかかるため、どちらかと言えば神社、民家敷地内や公園のケヤキへの対策となるだろう。ただし、早期落葉 1 枚から成虫が 1 頭脱出するので、山林でも早期落葉を除去すれば被害を軽減できると考えられる。



写真説明

左上： ヤノナミガタチビタマムシ

右上： ヤケキの被害（葉を失う）

左下： 幼虫による潜葉

左上： 早期落葉（幼虫潜葉）

若齢クロマツ林におけるマツ材線虫病の被害発生時期

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 内山義政
元 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 加藤 徹

1. はじめに

静岡県では東日本大震災以降、津波被害対策として海岸防潮堤のかさ上げ工事が進められています。この工事に伴い、元々あったクロマツ林を伐採し、新たに抵抗性クロマツが植栽されています。一般に若齢のマツはマツ材線虫病の罹病リスクが低いといわれており、したがって植栽直後には薬剤の予防散布は行われていません。しかし、抵抗性マツとはいえ、周囲にはマツ材線虫病被害林が多いことから、いずれ予防散布は必要になると思われます。ところが、いつ頃からその被害が顕著となり、予防散布が必要になってくるのか、明確な基準はないのが現状です。そこで、県西部地域の海岸周辺に植栽された10年生以下のクロマツ林を調査し、マツ材線虫病被害が始まる時期やマツノマダラカミキリ発生リスクについて検討しました。

2. 研究の方法

調査は、静岡県西部の遠州灘沿岸部の防潮堤上またはその内陸部にある二線堤などに植栽された10年生以下のクロマツ林で、2019年10～11月と2021年1月に実施しました(表-1)。なお、植栽されているのは袋井市の二線堤の1調査区を除き、すべて接種検定済みの抵抗性クロマツでした。

まず、樹齢が異なる林分ごとに概観を目視し、最も被害が激しい場所に調査区を設定しました。次に、同じ林分の平均的な場所で林分の広さに応じて1～2箇所の調査区を設定しました。なお、被害が見られない林分では1調査区だけ設定しました。

調査区では、任意のクロマツ100本を対象とし、樹高、マツ材線虫病による枯死の有無、マツノマダラカミキリ幼虫の存在について確認しました。なお、マツ材線虫病はマツノマダラカミキリ後食痕があって枯れているものとし、枝の一部を持ち帰りベールマン法によりマツノザイセンチュウの存在を確認しました。マツノマダラカミキリ幼虫の存在はフラスや食害痕で確認し、一部は持ち帰って網室で成虫の羽化状況を調査しました。

表-1 調査区の数と平均樹高

樹齢	調査区数					計	平均樹高 (cm)
	浜松市	磐田市	袋井市	掛川市	御前崎市		
1年生		2	3	1		6	43
2年生	3	2	3	1	2	11	72
3年生	3	1	6	4	1	15	124
4年生	8		2	4	1	15	177
5年生	3		3	3		9	222
6年生				1	2	3	325
7年生	1			4	3	8	282
8年生					1	1	368
9年生					4	4	408
10年生			1		4	5	418
計	18	5	18	18	18	77	

3. 研究の成果

枯死木からのマツノザイセンチュウ検出率とマツノマダラカミキリ幼虫の確認割合は、樹齢とともに変化し、3年生以上では70%以上の枝からマツノザイセンチュウが検出されました(図-1)。2年生の枝からは40%しかマツノザイセンチュウが検出されませんでした。これはまだクロマツの樹体が小さく、特に枝は乾燥が進んだことで線虫が死滅したことが原因と推測され、いずれの個体も病徴などからマツ材線虫病で枯死したものと考えられました。マツノマダラカミキリ幼虫は2年生では全く確認されませんでした。3年生以上では概ね50%以上の枯死木に生息が認められました。

マツノマダラカミキリ幼虫が確認された枝を持ち帰って羽化を試みた結果、12頭中羽化したのは3頭

だけで、残りは幼虫または蛹の段階で死亡していました(表-2)。この結果から、若齢の枯死木がマツノマダラカミキリ成虫の発生源となる可能性は低いものの、念のため伐倒駆除を行うことが望ましいと考えられます。

枯死被害については、植栽後1年生のクロマツではマツ材線虫病によるものは全く確認されませんが、2年生では1調査区で5%と軽微な被害が認められました(図-2)。3年生になると、最高で17%もの被害率の調査区もあり、30%を超える調査区で被害が確認されました。3年生以上では、樹齢が大きくなるのに従い被害のある調査区の割合が増加する傾向が認められました。ただし、本研究では調査林分で被害が最も激しい箇所に調査区を設定しているため、この被害の割合は実際より過大に推定している可能性があります。

マツ材線虫病被害の発生が始まる時期を決める要因として、クロマツの樹齢および平均樹高と被害率の関係を検討しました。樹齢と被害率には明瞭な関係が認められなかった一方で、調査区の平均樹高と被害率には正の相関($r=0.43$, $p<0.01$)があり、特に樹高が2mを超えると被害のある調査地が増える傾向がありました(図-3)。この結果から、平均樹高2mが予防散布を開始する基準になると考えられます。

4. おわりに

本成果に基づいて、静岡県では2021年度から樹高2m程度に達したクロマツ林については薬剤散布による予防措置や伐倒駆除を講じる方針としました。今後は本成果の効果検証を進めながら、普及を図っていく予定です。

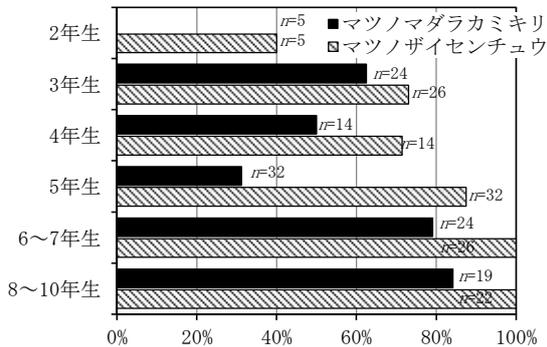


図-1 枯死木の枝のマツノザイセンチュウ検出率とマツノマダラカミキリ幼虫の確認割合

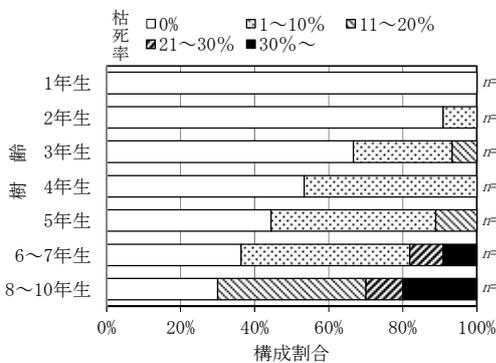


図-2 クロマツの樹齢とマツ材線虫病による枯死率の割合

表-2 マツノマダラカミキリの脱出頭数と死亡個体の最終形態と生息枝の直径

最終形態	頭数	枝の平均直径 (mm, ±SD)
樹皮下幼虫	7	17.9 ± 4.4
蛹室幼虫または蛹	2	24.0 ± 1.4
脱出成虫	3	18.3 ± 0.6

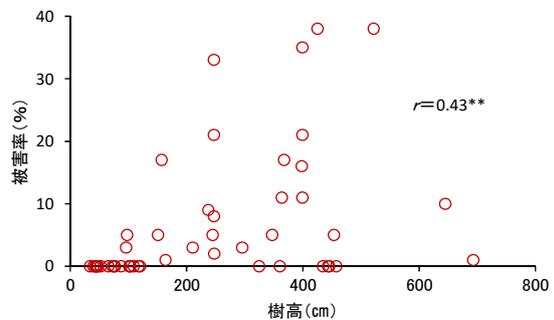


図-3 クロマツの平均樹高と被害率

ドローンによる海岸林のマツ枯れ被害木の抽出

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 松浦崇遠・小林裕之

1. はじめに

マツノマダラカミキリが病原性線虫を媒介して発症するマツ材線虫病（通称、マツ枯れ）は国内の各地で蔓延しており、富山県においても海岸林のクロマツを中心として、枯死した被害木が広範囲に出現しています。被害の抑制には被害木を伐倒し、材内に潜むマツノマダラカミキリを駆除する方法が基本となりますが、防除を徹底するには、被害木を見落とすことのないよう、その所在を正確に把握する必要があります。しかしながら、現行の地上調査では、樹冠の上部はしばしば視認しづらく、針葉色の変化を識別することが困難な点や、被害木が散在する林分では、その全体像を捉えにくい点が、課題として挙げられました。そこで、本研究では、無人航空機（ドローン）を利用して、樹冠を上空から撮影し、取得した画像から被害木の抽出を試みることによって、探索の効率化に寄与する可能性を検討しました。

2. 研究の方法

富山県下新川郡入善町内の、沿岸部に造成されたクロマツ林分に調査地を設定し、2019年7月31日～9月18日の期間中、13～21日の間隔を空けて計4回の空撮を実施しました。空撮に使用した機体と搭載されたカメラの種類、画像の撮影条件を、図-1および表-1に示しました。なお、マルチスペクトルカメラが測定した特定の波長帯から算出されるNDVI（正規化植生指標）は、植生の状態を数値化したもので、画像上では活力が高い領域は明るく、低い領域は暗く写ります。

また、地上調査を空撮の前後1日以内に実施し、折損や倒伏、被陰の状態が認められなかったにもかかわらず、急激な萎凋・退色（樹冠容積の20%以上）が観察されたものを、被害木と判定しました。

3. 研究の成果

NDVI画像から得られた暗色域に対応するRGB画像上の領域は、樹冠の退色域として判読され（図-2）、地上調査の結果と照合したところ、何れも被害木と判定されていました。また、双方の画像を詳細に比較すると、何れの画像でも変色した領域が明瞭に判読されたケース（図-3右）に加え、暗色域がやや不鮮明なケースでも樹冠のわずかな退色が捉えられており（図-3左）、RGBとNDVIの組み合わせは、早期の病態を発見するためにも有効であることが示唆されました。

地上調査に基づいて被害木と判定された26本のうち、4回の空撮画像から判読された領域には16本が存在し、その検出率は61.5%と求められました。検出された被害木の直径サイズは、検出されなかったそれらに比べて若干大きくなる傾向が見られましたが、統計的な差異までは認められませんでした。

4. おわりに

空撮画像から被害木を漏れなく検出するには限界があるものの、ドローンの探索ツールとしての有効性が確かめられ、その導入には地上調査を支援して、被害木の見落としを防ぐ効果が期待されます。

参考文献

小林裕之・松浦崇遠（2022）UAVによる海岸林のマツ枯れ被害木の時系列観測。日林誌 104：99-105



図-1 調査に使用した機体（ドローン・カメラ）

表-1 各機体に搭載されたカメラと画像の撮影条件

機体	カメラ		撮影条件		
	名称	種類	撮影パターン	撮影高度	地上解像度
DJI Phantom 4 Pro	(一体型カメラ)	RGB カメラ	Double Grid	75m	2.18cm/pix
Parrot Bluegrass	Parrot Sequoia	マルチスペクトルカメラ	Grid	50m	5.76cm/pix

NDVI 画像（マルチスペクトルカメラ）

RGB 画像（RGB カメラ）

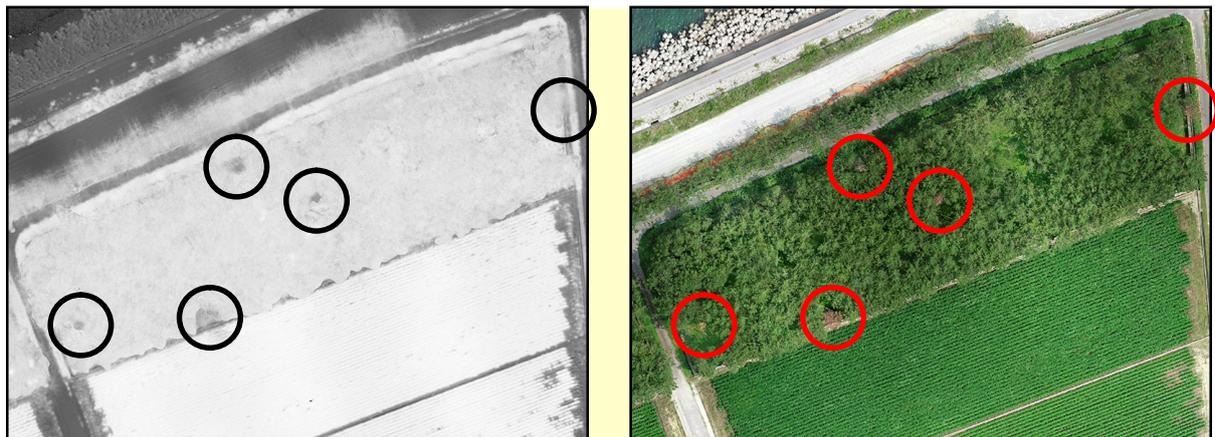


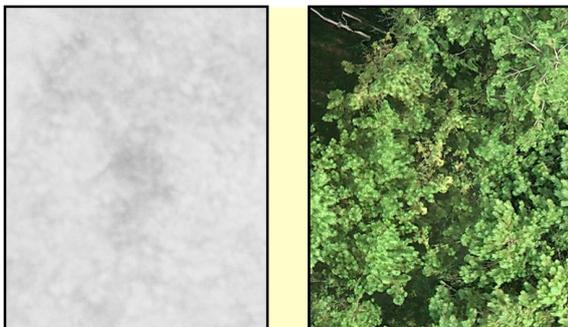
図-2 NDVI 画像の暗色域と対応する RGB 画像の樹冠の退色域

2019年7月31日に撮影された、NDVI および RGB の画像を比較したもの。円によって囲われた部分は、双方の画像から目視判読に基づいて検出された被害木樹冠の位置を示す。

病態：樹冠の一部黄化

NDVI 画像

RGB 画像



病態：樹冠の褐変

NDVI 画像

RGB 画像

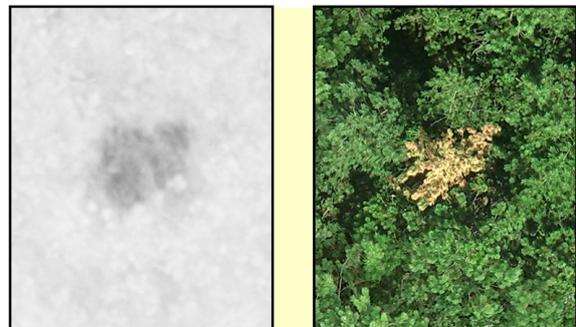


図-3 調査期間中に出現した異なる病態の NDVI 画像と RGB 画像における比較例

NDVI 画像の暗色域と対応する RGB 画像の退色域を拡大したもの。病態は、空撮から1日以内に実施した地上調査での判定による。

マツノザイセンチュウ2系統と接種頭数の違いによるクロマツの生残率

新潟県森林研究所 岩井淳治

1. はじめに

新潟県ではマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ採種園を2015年から村上市内に造成し、2022年度から種子の販売を開始した。育成した苗は確実な抵抗性の確保のため、線虫系統「島原」を接種し生存苗を販売する見込みである。しかし、森林研究所での研究および抵抗性の把握では強毒性線虫系統「Ka-4」接種のみを行ってきており、「島原」を接種した場合、どの程度生残するかについてのデータがない。一方、「Ka-4」の10000頭接種は今までに二次検定合格家系の人工交配や自然交配で20交配1200本ほどが試験され、十分なデータの蓄積がある。そこで、今後の事業で「島原」接種を行う際の目安とするため、「Ka-4」での接種試験結果を用い、「島原」接種の場合の生残率を推定する方法を検討した。

2. 研究の方法

供試苗は、研究所構内に定植管理している一次検定（県実施検定）合格クロマツ上越8号-1から2016年に得られた自然交配種子の3年苗480本である。2019年4月に屋外とビニールハウスのそれぞれに240本ずつ植栽し、7月の接種まで育苗した。

接種する線虫2系統（島原・Ka-4）、接種頭数4段階（1000、2000、5000、10000頭/0.1 ml）の8種類の線虫懸濁液を用意し、剥皮接種法によって2019年7月に屋外とビニールハウスの各試験区において30本ずつ接種した。接種作業による差を平準化するため、各試験区は6～9本程度に4分割し複数名で接種を行った。

同年10月中旬に、接種苗の生残・枯死の別を記録した。なお、個体の一部（頂芽以外）が枯れる「部分枯れ」の場合は生残とした。

3. 研究の成果

屋外とビニールハウスの間には、接種苗の生残率に有意な差がなかった（ χ^2 検定、 $p = 0.394$ ）ことから接種環境は分けず、線虫2系統と接種頭数4段階の8試験区各60本のデータをまとめて解析した。

線虫系統および接種頭数別の生残本数と生残率について、Ka-4の生残率は島原よりも低いこと、および接種頭数が多いほど生残率は下がることが確認できた（表-1）。

このデータを用いて線虫系統ごとに生残率を推定するロジスティック回帰式を求めたところ、次式を得た。

<Ka-4の生残率推定式>

$$y_{\text{Ka-4}} = \frac{1}{1 + \exp(-7.348 + 2.294x_c + 0.587)} \quad (\text{式1})$$

表-1 線虫2系統のクロマツ3年生苗に対する接種試験結果

線虫系統	結果	1000頭		2000頭		5000頭		10000頭	
		本数	割合	本数	割合	本数	割合	本数	割合
Ka-4	生	29	48.3%	17	28.3%	8	13.3%	5	8.3%
	死	31	51.7%	43	71.7%	52	86.7%	55	91.7%
島原	生	44	73.3%	38	63.3%	19	31.7%	16	26.7%
	死	16	26.7%	22	36.7%	41	68.3%	44	73.3%
全体	生	73	60.8%	55	45.8%	27	22.5%	21	17.5%
	死	47	39.2%	65	54.2%	93	77.5%	99	82.5%

<島原の生残率推定式>

$$y_{\text{島原}} = \frac{1}{1 + \exp(-7.348 + 2.294x_c - 0.591)} \quad (\text{式}2)$$

ここで、 $y_{\text{Ka-4}}$ 、 $y_{\text{島原}}$ はそれぞれ Ka-4、島原を接種した場合の生残率推定値、 x_c は接種頭数（常用対数換算）である。

また、実際の生残率をプロットした回帰曲線は図-1 のとおりとなった。島原の曲線が Ka-4 よりも上に寄っていることから、同じ接種頭数の場合、島原は生残率が高いことが示されている。

上記式を用いて、2020 年までに Ka-4 の 10000 頭接種で求めた実際の生残率から、島原を 5000 頭接種した場合の生残率を推定した結果、表-2 のとおりとなった。この推定は次の手順で行った。

- ① Ka-4 の 10000 頭接種による生残率の実測値（表-2）を式 1 の $y_{\text{Ka-4}}$ に代入し、 x_c を求める。
- ② x_c から 0.30103 ($\log_{10} 10000 - \log_{10} 5000$ の計算結果) を引いた $x_{c\text{-new}}$ を式 1 に代入し、Ka-4 を 5000 頭接種した場合の生残率を推定する。
- ③ ②で求めた $x_{c\text{-new}}$ を式 2 に代入し、島原を 5000 頭接種した場合の生残率を推定する。

Ka-4 は強毒性のため生残率が全体に低く、抵抗性が高いと考えられる相川 27 号でも 20~40%程度であったが、本推定式を用いた結果、九州や静岡などで行われている事業と同じ島原 5000 頭接種の場合の生残率は、60~80%だと推定された。また、島原 5000 頭接種において 50%の生残率になるような、Ka-4 の 10000 頭接種での生残率は 13.37%だと計算できるなど、この推定式は様々な活用が可能である。

4. おわりに

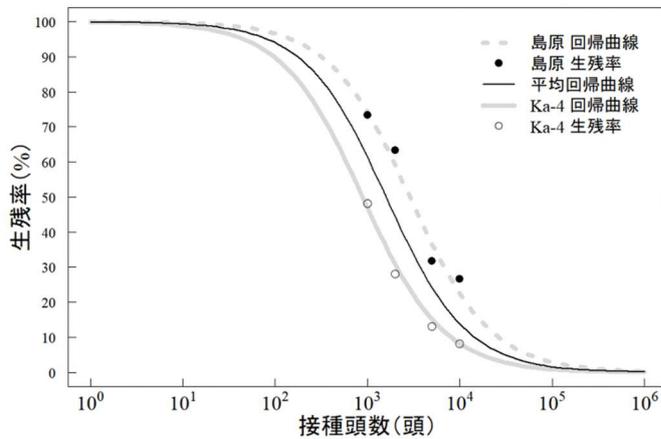


図-1 線虫 2 系統の生残率のロジスティック回帰曲線

この推定値は、元データが生残率 0%の場合には活用ができない。表-2 の実測値からの推定値算出では 2020 年までのデータを用いたが、2021 年と 2022 年の Ka-4 実測値はほぼ 0%という結果だったため、十分な推定ができなかった。引き続き、別のクロマツ家系を用いた接種試験も進めていく予定である。

表-2 線虫を接種したクロマツ実生苗の実測生残率からロジスティック回帰式により求めた推定生残率

母樹略称	花粉親略称	生残率		
		10000頭 (実測値)	5000頭 (推定値)	5000頭 (推定値)
新潟3-1	村上11-5	0.00%	0.00%	0.00%
新潟3-1	新潟8	0.00%	0.00%	0.00%
長岡15	新潟8	0.00%	0.00%	0.00%
長岡15	村上11-5	1.75%	3.44%	10.37%
村上1-3	長岡15	2.17%	4.25%	12.59%
長岡15	天然交配	2.50%	4.87%	14.25%
村上11-5	新潟8	3.17%	6.14%	17.53%
新潟40	村上1-3	4.44%	8.49%	23.16%
長岡15	新潟40	8.06%	14.89%	36.25%
新潟3-1	上越1-4	8.16%	15.06%	36.55%
長岡15	村上1-3	8.33%	15.35%	37.08%
新潟8	相川27	9.30%	16.99%	39.93%
村上1-3	新潟40	9.73%	17.70%	41.13%
村上11-5	長岡15	9.84%	17.87%	41.42%
新潟8	天然交配	12.20%	21.70%	47.38%
相川27	村上16-1	18.87%	31.69%	60.12%
村上1-3	相川27	22.58%	36.78%	65.40%
相川27	長岡15	25.42%	40.48%	68.84%
相川27	村上11-5	28.57%	44.38%	72.17%
相川27	天然交配	38.46%	55.49%	80.20%

岐阜県におけるヒノキ根株腐朽の発生状況について

岐阜県森林研究所 片桐奈々

1. はじめに

ヒノキ根株腐朽とは、木材腐朽菌がヒノキ生立木の枯死根や、根または地際の幹についた傷から感染して腐朽する被害の総称です。この被害によって材積の最も大きい元玉部分が材として使えなくなります。本被害が岐阜県内の一部地域で確認されたため、岐阜県における発生地域や程度、菌の侵入門戸等を調査しました。なお本研究成果の一部は、片桐・大橋（2020）において発表しました。

2. 研究の方法

調査は2017年～2020年に、岐阜県において調査年の前年もしくは当年に間伐および皆伐を実施したヒノキ人工林86林分で行いました。調査林分は地域の偏りがないう、県内を10kmメッシュで区切り、メッシュ内に1、2ヶ所となるように選びました。調査林分の伐採時の林齢は31～112年生、月平均気温は6.6～14.8℃でした。

林分内での被害の発生程度を調べるため、1林分当たり約100本の根株をランダムに選び、伐採面における腐朽の有無を確認しました。その際、木部が軟化～空洞化した状態を腐朽としました。また、伐採面を観察し、腐朽部が樹幹表面に露出または巻き込まれているものを「樹幹傷に起因する腐朽」、それ以外を「侵入門戸が不明の腐朽」と分類しました（写真-1）。同時に、樹幹傷の原因として昆虫の食痕や剥皮等の痕跡も記録しました。得られたデータにより、各林分の腐朽本数割合（ $100 \times$ 腐朽した根株本数/調査根株本数）を算出しました。

3. 研究の成果

（1）岐阜県の腐朽被害発生状況

調査した86林分のうち腐朽被害が確認されたのは83林分で、ヒノキ根株腐朽が岐阜県の広範囲で発生していることが明らかになりました。各林分の腐朽本数割合の範囲および平均値±標準偏差はそれぞれ0～85%および $19 \pm 16\%$ で、そのうち樹幹傷に起因する腐朽がそれぞれ0～80%および $14 \pm 15\%$ 、侵入門戸不明の腐朽がそれぞれ0～24%および $5 \pm 5\%$ でした（図-1）。このことから、岐阜県内でヒノキ根株腐朽の発生頻度が高く、特に樹幹傷に起因する腐朽の頻度が高いことがわかりました。

（2）樹幹傷の有無と腐朽の有無の関係

調査で確認された樹幹傷の原因は、①昆虫による食痕、②ニホンジカ（以下、シカ）やツキノワグマ（以下、クマ）による剥皮傷、③昆虫による食痕と獣による剥皮傷が同一ヶ所にある傷、④落石による傷、⑤若齢時に傷つき巻き込みが完了した痕等の原因が特定できない傷でした。これらの傷がついた根株の60%以上が腐朽していました（図-2）。

4. 被害対策について

ヒノキ根株腐朽は広範囲に高頻度で発生していました。すでにある被害木は放置すると腐朽が進行すると考えられるため、早期に発見し伐採することで材の損失を少なくすることができます。ヒノキ根株腐朽は樹幹傷に起因する場合が多いことから、樹幹傷を指標として被害木を発見することができます。

間伐の際に受傷木を優先的に伐採することが対策として有効と考えられます。

また樹幹に傷がつくと腐朽する可能性が高いことから、シカやクマによる剥皮害対策を実施することや、残存木を傷つけない丁寧な間伐をすることが重要です。

参考文献

片桐奈々・大橋章博（2020）岐阜県におけるヒノキ根株腐朽の被害状況と発生特性. 森林防疫 69(6) : 162-169



写真-1 ヒノキ根株腐朽の被害根株
左：樹幹傷に起因する腐朽、右：侵入門戸が不明の腐朽

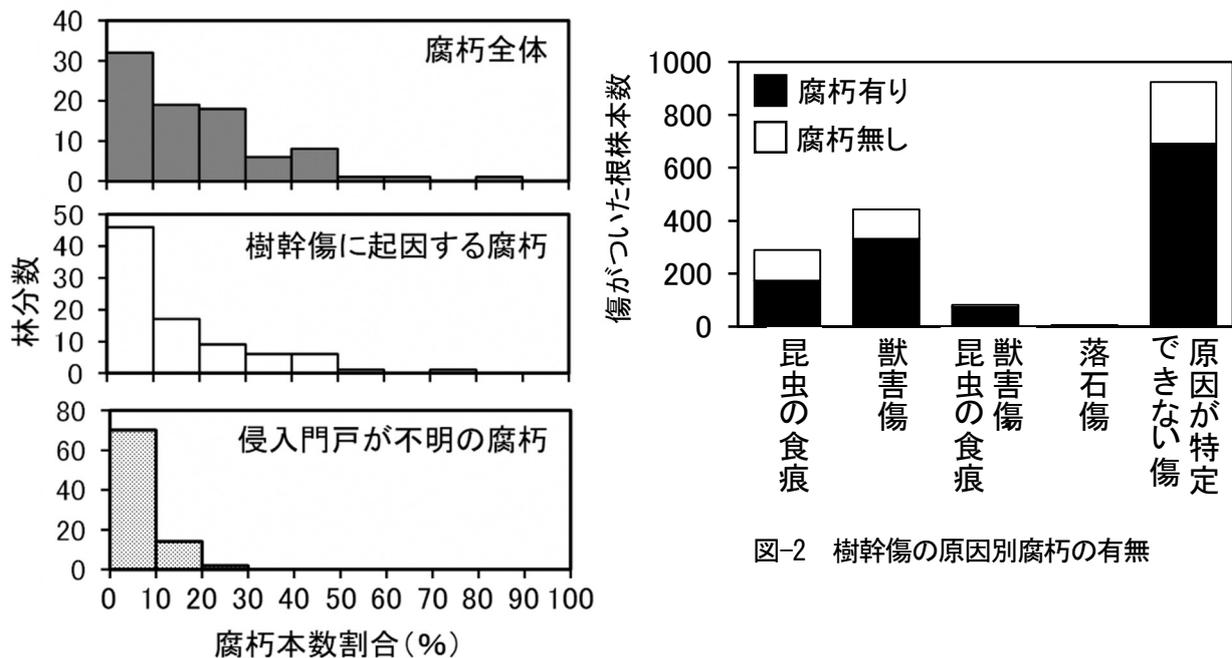


図-1 各林分の腐朽本数割合の頻度分布

図-2 樹幹傷の原因別腐朽の有無

2. 獣害に関する研究

関東・中部地域におけるニホンジカ密度指標の推移

国立研究開発法人森林総合研究所	飯島勇人
東京都農林総合研究センター	新井一司
愛知県森林・林業技術センター（現 愛知県東三河農林水産事務所）	石田 朗
茨城県林業技術センター	富田衣里
栃木県林業センター	高橋安則
群馬県林業試験場	山田勝也
埼玉県寄居林業事務所	中村葉子
千葉県農林総合研究センター森林研究所	岩澤勝巳
神奈川県自然環境保全センター	谷脇 徹
新潟県森林研究所	岩井淳治
富山県農林水産総合技術センター森林研究所	松浦崇遠
富山県自然博物館ねいの里	間宮寿頼
山梨県森林総合研究所	林 耕太
長野県林業総合センター	柳澤賢一
岐阜県森林研究所	片桐奈々
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター	佐藤紘朗
愛知県森林・林業技術センター	狩場晴也

1. はじめに

本資料は、関東中部林業試験研究機関連絡協議会「生物被害の情報共有と対策技術研究会」（2018～2022年度）において収集した、ニホンジカの密度に関する情報を紹介するものです。

2. 研究の方法

参画機関が属する都県に提出された一般狩猟の出猟カレンダーから、出猟人日とニホンジカを目撃数を収集しました。これらのデータから、ニホンジカを目撃効率（Sight Per Unit Effort; SPUE）を、年かつ5km メッシュごとに算出しました。ただし、都県によってはSPUE の値のみの提供でした。SPUE は、ニホンジカの密度指標の一つです。一般狩猟における目撃情報であり、場所などによる補正は行っていないため、ニホンジカの密度指標としてさまざまな誤差を含んでいると考えられますが、広域のニホンジカ密度の濃淡を表現するには適していると考えられます。

3. 研究の成果

得られたSPUEは、図-1の通りです。SPUEを広域で図化したことにより、複数の都県にわたるニホンジカの分布の広がりや相対的な密度差を示すことができました。都県によってデータが存在する年が異なりますが、関東中部地域では、2010年前半は山梨県北部と長野県の南東部、富士山地域、栃木県西部、岐阜県西部でSPUEが高くなりました。2010年後半になると、山梨県北部と長野県の南東部ではSPUEが低下した一方、長野県北部や新潟県などでSPUEが増加しました。このように、ニホンジカの密度には濃淡があり、しかも年変化していることが示されました。これらの情報は、特に広域で連携したニホン

ジカの個体数管理を進めていく上で、基礎的な情報として有用であると考えられます。

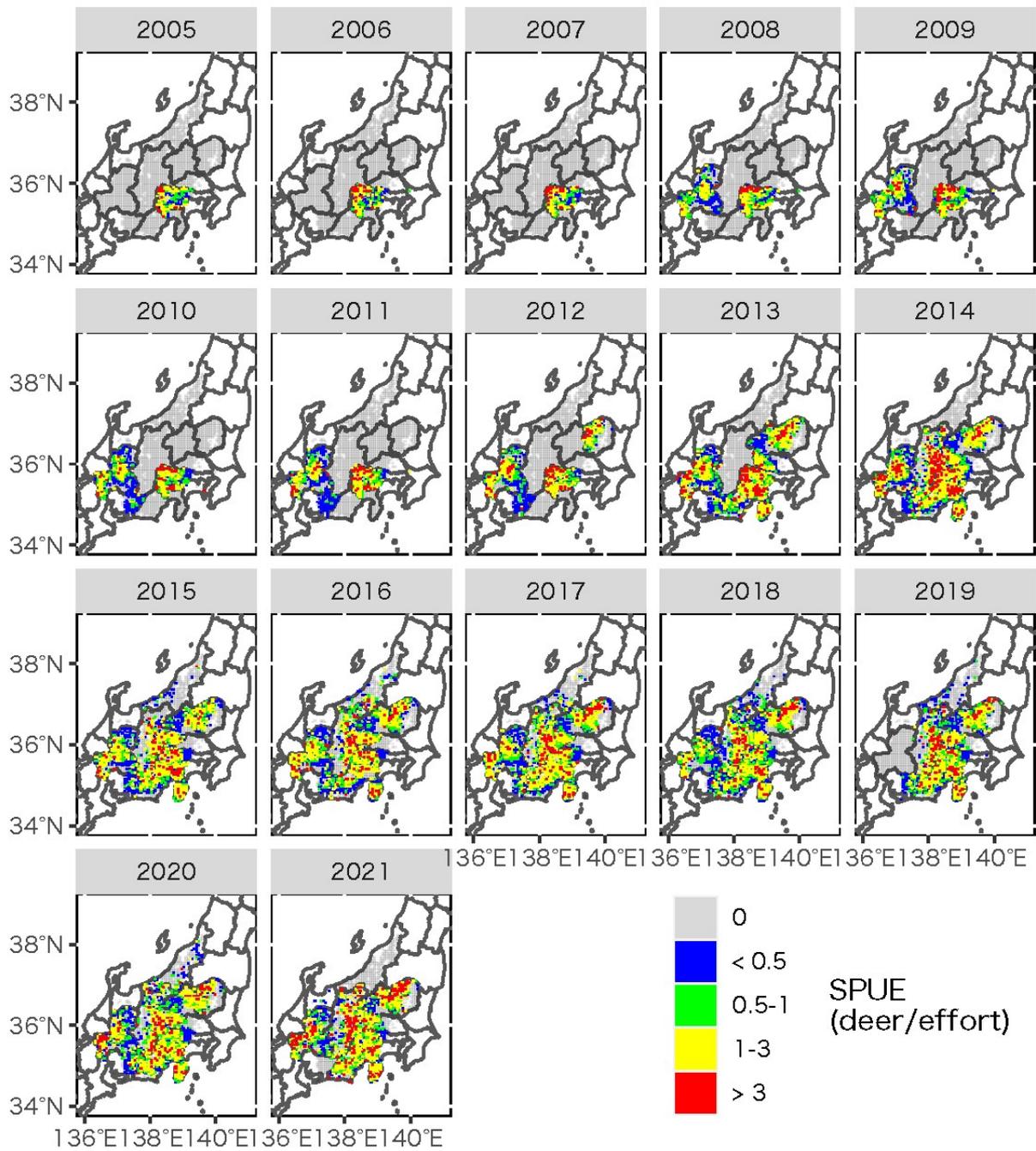


図-1 収集された SPUE

DNA 解析を用いた生息拡大域におけるニホンジカの由来の解明

東京都農林総合研究センター 畑 尚子・新井一司

明治大学 小西清夏・溝口 康

神奈川県自然環境保全センター 谷脇 徹

山梨県森林総合研究所（現（国研）森林総合研究所） 飯島勇人

埼玉県農林総合研究センター（現 埼玉県総合技術センター） 大河原睦

長野県林業総合センター（現 長野県木曾地域振興局林務課） 岡田充弘

群馬県林業試験場 坂庭浩之

栃木県林業センター（現 栃木県環境森林部自然環境課） 丸山哲也

愛知県森林・林業技術センター（現 人間環境大学） 江口則和

1. はじめに

ニホンジカ（以下、シカ）の林業被害が関東中部域で問題となっており、東京都でも、造林地における苗木の摂食害や、秋の繁殖期にオスジカが行う角こすりが植栽木に被害を与えています。さらに、これまでシカの生息が確認されていなかった比較的都市に近い地域でも、シカの生息が確認されています。このような生息が拡大している区域のシカの由来が明らかになれば、今後シカ対策を進めていく上で、重要な情報になります。そこで、ミトコンドリア DNA 情報を用いて生息拡大域のシカの由来を推定しました。

2. 研究の方法

東京都、埼玉県、山梨県、長野県、神奈川県、栃木県、愛知県、群馬県内の以前からシカの生息が確認されている地域において、2013年10月から2014年3月に捕獲された189個体のシカの肉片を用いてミトコンドリア DNA の D-loop 領域について解析を行いました。この解析で得られたシカの遺伝子型（ハプロタイプ）と、生息拡大域である東京都八王子市で2015年6月から11月の間に捕獲されたシカ6個体のハプロタイプを比較しました。

3. 研究の成果

- (1) 以前からシカの生息が確認されている地域のシカ個体は、17のハプロタイプに分けることができました（表-1）。このうち主なハプロタイプはCN-1～CN-4の4つで、CN-1は解析した地域に広域に分布していました。CN-2とCN-3は相模川より北の関東山地に分布していたのに対し、CN-4は相模川より南の丹沢山地に多く分布していました（図-1）。ミトコンドリア遺伝子は母系遺伝することから、少なくともメスジカの分布拡大にとって、相模川が障壁となっている可能性があります。
- (2) 生息拡大域である東京都八王子市で捕獲されたシカは、オス5個体、メス1個体であり、分布拡大前線にはオスジカの出現が多いという傾向と一致しました。これらの個体のハプロタイプはCN-2とCN-3でした。このことから、生息拡大域である東京都八王子市で捕獲されたシカ個体は、相模川より北の関東山地由来であることが推定できました（図-1）。

「シカ情報マップ」による情報収集と結果の活用について

愛知県森林・林業技術センター 狩場晴也

1. はじめに

ニホンジカ（以下、シカ）の林業被害が全国各地で問題になっており、その対策を検討する際にシカの生息及び被害状況のモニタリングが実施されています。これらのモニタリングは、様々な方法がありますが、コストや労力の確保が課題となります。そこで、省力的なモニタリング手法としてインターネットを活用した Web アンケート型情報システム「シカ情報マップ」(https://shikadoko.animalenq.jp/ 図-1、2) を民間企業と共同で開発し、2015年1月から県内の行政職員等を対象に運用を開始しました。2017年10月からは全国において一般市民も情報提供できるよう（国研）森林総合研究所とも共同でシステムを拡充し、情報収集を行っています。しかしながら、この「シカ情報マップ」は、他のモニタリング手法と異なる点が多く、収集した情報の妥当性や有用性について評価する必要があります。そこで、本研究では、「シカ情報マップ」による情報の収集状況について調査し、他のモニタリング結果との比較も踏まえて妥当性や有用性を検討しました。



図-1 「シカ情報マップ」のホーム画面



図-2 「シカ情報マップ」の目撃報告結果の閲覧画面

2. 研究の方法

「シカ情報マップ」で収集した情報のうち、愛知県内のシカ目撃情報について年ごとの報告数と地点を調査しました。また、2015年時における県環境部（現環境局）が実施した生息分布調査との比較を行いました。

3. 研究の成果

「シカ情報マップ」の運用開始から2021年12月までの期間において、2,732件のシカ目撃報告がありました。発見年別に見ると、2015～2017年までは年間161～362件に対し、2018年以降は425～640件

の報告を得ることができました。

シカの生息分布について、県環境部が実施した生息分布調査と「シカ情報マップ」の報告を比較すると、環境部による調査で生息分布とされた85の5kmメッシュのうち「シカ情報マップ」では61メッシュで目撃報告があり約72%の充足率でした(図-3)。また、「シカ情報マップ」の2016~2018年の報告では2015年より21メッシュ、2019~2021年では更に19メッシュ増加し、環境部による調査結果と比較すると約96%の充足率になり、環境部による調査では生息分布とされていない23メッシュでも目撃報告がありました。このことから、「シカ情報マップ」は、報告件数の増加に伴って生息分布の精度が向上しつつ、県内におけるシカの生息分布の拡大を反映していると考えられます。

次に、2018~2021年における月ごとの報告件数は図-4のように推移し、冬期は少なく10月がピークで、10~11月のオスの報告割合が高くなっていました。当センターが行った自動撮影カメラによる調査でも概ね同じような傾向が見られたことから、シカの季節による活動状況の推移についても反映できていると考えられます。

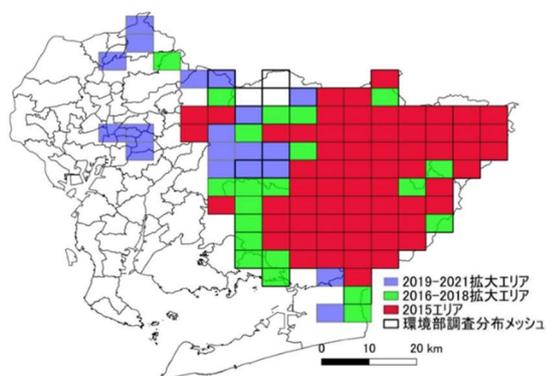


図-3 2015年度の環境部調査及び「シカ情報マップ」で目撃報告のあった5kmメッシュ

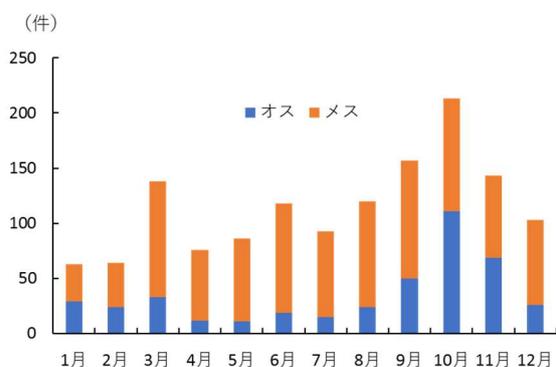


図-4 2018~2021年における「シカ情報マップ」の月別目撃報告

4. おわりに

本研究で得られた成果から、「シカ情報マップ」は、シカの生息分布の拡大や季節による活動状況の推移等を把握することが可能であり、シカの生息分布の把握や捕獲時期の検討等を目的とした省力的なモニタリング手法として有用だと考えられます。引き続き、「シカ情報マップ」の周知・協力要請を行い、シカによる被害対策として本成果の普及も図っていく予定です。

シカによる森林下層植生衰退度 (SDR) を活用した人工林苗木食害の予測と防除

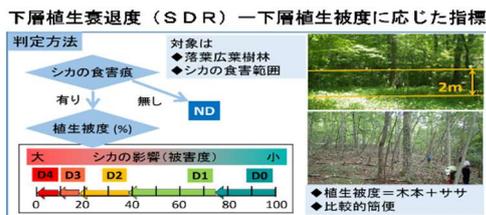
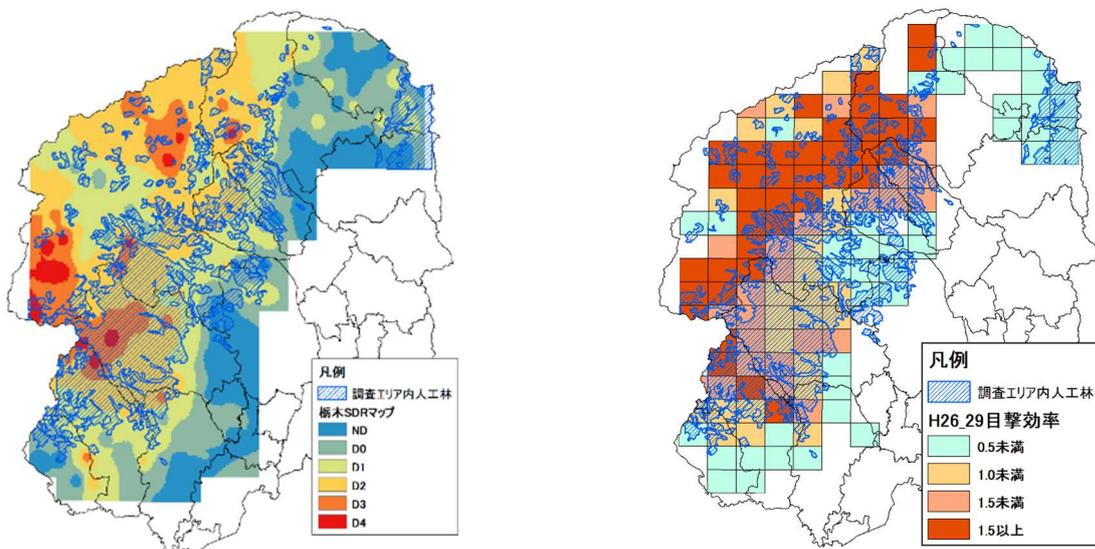
栃木県林業センター 高橋安則

1. はじめに

全国的に皆伐再造林が推進される中、ニホンジカ（以下、シカ）による食害を受けてから防除対策を実施したり、忌避剤による防除効果が限定的であることが食害を受けてから判明するなどの事例が散見され、シカによる食害の程度を予測し過不足のない予防対策を行えるようになることが求められています。

シカの食害を予測するための有効な資料としては、シカの生息密度等の情報がありますが、シカがスギ・ヒノキの苗を餌の一部として利用していることを踏まえると、シカが食物として利用可能な下層植生の状況についても把握しておく必要があります。当所では平成 29 (2017) 年度にシカによる下層植生衰退度（以下、SDR ; Fujiki et al. (2010) J For Res 15:140-144) 調査を行っています (図-1)。SDR を現地のシカの生息状況と餌資源量との相互作用が累積した結果として位置付けると、SDR ランクとスギ・ヒノキ幼齢林における食害の程度には関係性があることが期待できます。

そこで幼齢林の食害を予測し、過不足のない被害防除対策を検討する資料として SDR の有効性を評価することを目的として、幼齢林の被害を簡易な手法で調査し、SDR ランクと幼齢林の被害程度との関係を求め、シカの密度指標とされている目撃効率 (図-2) と被害の関係と比較したので、その結果を紹介します。



目撃効率：単位努力当たりの目撃数（1人1日当たりの目撃数）で相対的な密度の指標となる

図-2 栃木県目撃効率マップ (2014~2017 冬期)

図-1 栃木県 SDR マップ (2017)

2. 研究の方法

(1) 現地調査箇所の抽出（植栽及び被害対策の現状把握）

無処理植栽地 30 箇所以上を確保できた H24(2012)～H28(2016)年度造林事業植栽・防除対策箇所データを GIS・SDR マップ上に取り込み、現状のランク毎の実施状況を面的に把握したうえで現地調査を行いました。

(2) 野外調査

無処理の植栽地と忌避剤処理の植栽地の対象林班内でシカの利用頻度が高い場所の連続 10 本のスギまたはヒノキ苗木について、被害の形態（枝葉採食：樹皮剥ぎ）を観察・記録しました。

(3) 目撃効率の収集

県に提出された出猟カレンダー（一般狩猟）の内銃猟について、広域マップ可能な資料数を確保するため 2014～2017 の 4 年間で合計し、SPUE（＝シカ目撃数/出猟人日）を狩猟メッシュ（5km メッシュ）ごとに算出しました。

(4) 現地調査結果のとりまとめ

2017 年の SDR、野外調査データ、2014～2017 年の SPUE を GIS に取り込み、SDR ランクとの関係を分析しました。

3. 研究の成果

無処理植栽地（n=32）について、SDR 及び目撃効率と被害程度との関係を分析しました（図-3）。その結果、SDR ランクが高くなるにつれて、被害程度の高い箇所の割合が高くなったのに対して、目撃効率はランクが高くなっても被害程度は悪化していないことから、SDR は密度指標としての目撃効率よりも食害防除対策に活用する価値が高いと考えられました。

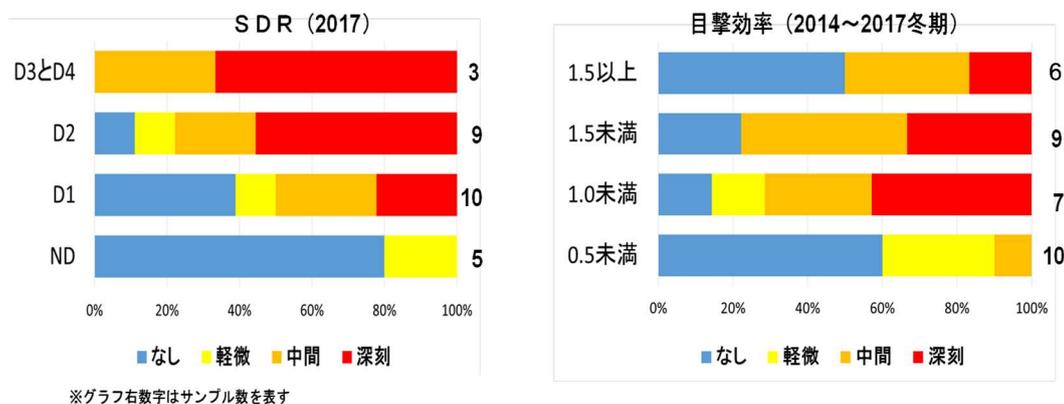


図-3 SDR 及び目撃効率と被害程度との関係

なお、忌避剤処理をしている幼齢林の被害の状況は、SDR ランク D2 以上で被害程度の高い箇所の割合が高くなることから、D2 以上では忌避剤の効果は限定的であることが明らかになりました。

4. おわりに

現在、栃木県では SDR マップを再造林地における食害防除手法を選択する際の資料として活用されていますが、SDR 調査を実施してから 5 年以上経過し、シカの生息密度や生息環境が変化していると考えられるため、再調査を検討しています。

農業資材でシカを捕まえるスリット式ワンウェイゲートの改良

埼玉県寄居林業事務所 松山元昭

埼玉県寄居林業事務所（現 埼玉県秩父農林振興センター） 池田和弘

1. はじめに

埼玉県寄居林業事務所では、2019年度までにニホンジカ (*Cervus nippon*) の捕獲で使用するための、簡易構造のスリット式ワンウェイゲートを開発しました (図-1)。このゲートは、既設のシカ侵入防止柵の一部に手を加えることにより、囲いわなとして利用することを可能にします (図-2)。金属製ゲートのような、大規模構造や設置に多くの労働力と熟練技術を必要とせず、農業資材店で入手できる安価な資材を用いて短時間での製作が可能になっています。このゲートは、閉 (常時) → 開 (通過時) → 閉 (通過後) という開閉パターンのため、「開」の状態は通過時の一時的なものに過ぎず、シカ自身が押し分ける形で体に密着させながら開き、通過が終わると再度閉まる機構でした (図-3)。このためシカが、“ゲートが閉まっているのに通行できる”、という知覚の困難さとともに、ネットに引っ掛かりやすい角を持つオスジカや、警戒心が強く通過に慎重な個体、そして複数個体の同時捕獲には課題が残されていました。

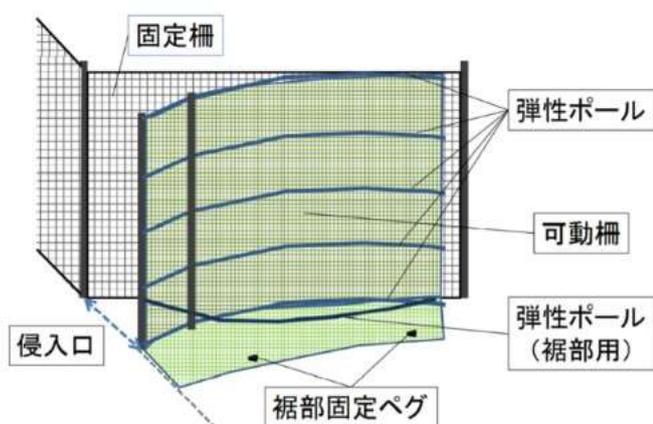


図-1 スリット式ワンウェイゲート模式図

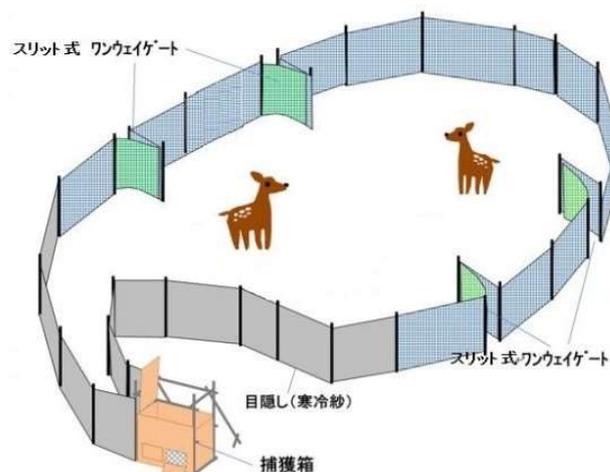
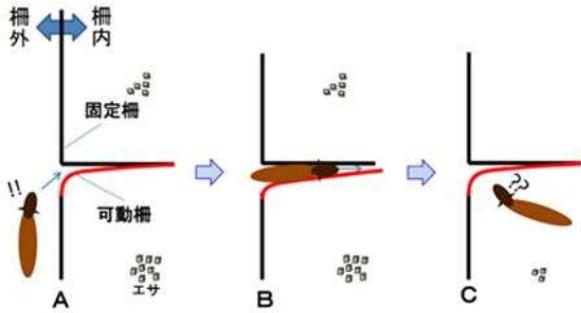


図-2 シカ侵入防止柵に併設したスリット式ワンウェイゲートイメージ図

2. 研究の方法

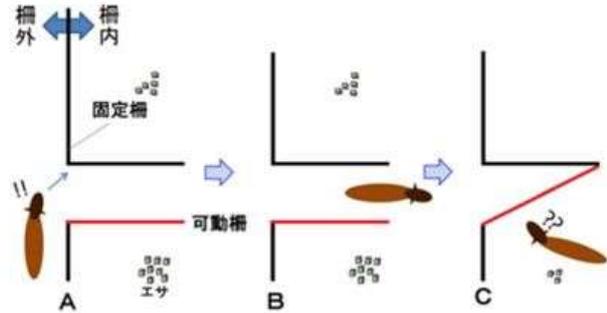
これらの課題を解決するため、これまでのスリット式ワンウェイゲートを、ゲートは常時開いている状態で、内部の餌を食べると閉まる仕組みに改良 (以下改良型ゲート) しました。

改良型ゲートでは、シカが通過しやすいように開閉パターンを開 (常時) → 開 (通過時) → 閉 (通過後) に変更しました (図-4)。「開」の状態を維持するために水系で引っ張り、発生する弾性ポールの反力を給餌器内のトリガーを介して制御し、開閉する仕組みです (図-5)。ゲートの閉鎖をスムーズにするため、スライド部にはステンレスワイヤーを張り、滑車を通して吊り構造としています。また、大きな個体や通過に慎重な個体に配慮して、開口幅は広く 80cm とりました (図-6)。



A 柵沿いにシカが接近し、侵入口（スリット）を発見
 B スリットから柵内へ侵入（可動柵の出口は侵入に応じて開口）
 C シカが完全に侵入すると、可動柵端部が再び固定柵に密着して閉鎖

図-3 スリット式ワンウェイゲート
 開閉イメージ



A 柵沿いにシカが接近し、侵入口（スリット）を発見
 B スリットから柵内へ侵入（可動柵は常時開口）
 C シカが柵内中央部にある給餌器から食餌するとトリガーが外れ閉鎖

図-4 改良型ゲート開閉イメージ

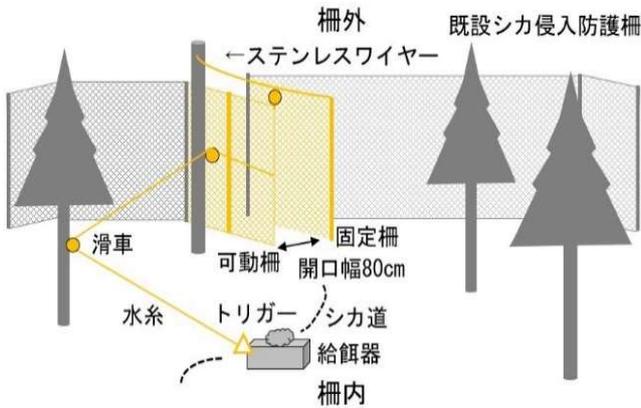


図-5 改良型ゲート設置模式図



図-6 改良型ゲート設置状況

3. 研究の成果

令和3年1月19日から2月26日の39日間にわたり捕獲試験を行いました。試験中は職員が一週当たり三回見回り、ゲートが閉の状態、シカ侵入防止柵内にシカの存在が認められた場合に捕獲実績としました。この間の捕獲頭数は合計7頭で、このうち5頭は同一個体の再捕獲でした。単純平均では0.17頭/日、1回あたりの最大捕獲数は2頭でした。

4. おわりに

本研究で得られた成果をもとに、さらに改良を続けながら、今後は、使われていない作業道や獣道の上で小規模に多数箇所設置して効果の検証を行う予定です。

ツキノワグマ剥皮害防除のための忌避剤の適用事例

長野県林業総合センター 柳澤賢一

1. はじめに

長野県における獣類による林業被害額は、ツキノワグマ（以下、クマ）、ニホンジカ、ニホンカモシカの順に大きく（2020 林務部）、近年、特にクマの被害額が増加傾向である。クマはスギやヒノキの成木の樹皮を剥ぎ、摂食することが知られ、防除対策としてテープ巻きやネット巻きなどの物理的対策が中心に行われているが、施工性の問題などから忌避剤による化学的対策の開発が求められている。

当センターでは、硫黄を有効成分としたペースト剤（塗布型忌避剤）を処理することで、ヒノキ成木のクマ剥皮害の発生が皆無であったことを確認し（2020 関中林試研究情報 45 号ほか）、山形県でもスギ成木に対して同様の結果であった（2022 林業と薬剤 No. 242）ことから、本剤が農薬登録される見通しとなった。ここでは、本剤が激害地かつ豪雪地で根曲がり木が多いスギ成木にも有効であるかを検証した。

2. 研究の方法

調査地は、クマによる剥皮害が激害化している下水内郡栄村秋山のスギ壮齢林（61 年生、標高約 900m、平均斜度 16.8%）とした。当該地は国内でも有数の豪雪地であり、スギの多くは根曲がりとなっている。供試薬剤は、天然物で魚毒性が低い硫黄（3%）を有効成分としたペースト剤とし（写真-1）、それを塗布した処理区（n=140）と無処理区（n=45）とした。各区は単木でランダム配置とした。

処理区では、胸高直径別の規定量（表）を目安に専用容器 1 回分（約 3.8g）の薬剤を薄手のゴム手袋を着用した手のひらにとり、クマの鼻が当たると考えられる地際から高さ 30cm 程度までの樹皮に手のひらの大きさ（縦 15cm 横 10cm 程度）で点状塗布した（写真-2）。被害の多い春から初夏に発生する樹皮剥ぎの防止を図るため、処理は 2021 年 5 月 28 日に供試木の樹皮に水滴がないことを確認した後に行った。クマの出没を確認するため、調査地に自動撮影カメラ 2 台を設置して動画撮影をした。

効果調査は処理 104 日後の 2021 年 9 月 9 日に行った。供試木ごと、地際から高さ 2m までの幹全周について樹皮剥ぎの有無を目視で確認し、試験開始後の新しい樹皮剥ぎで爪痕や歯痕の残る木部が露出した場合を剥皮害として記録した。剥皮害があった場合は、斜面に対する被害位置と剥皮面積を調査した。

表 薬剤規定量

胸高直径 (cm)	KW-11標準 塗布量(g)	塗布点数 (3.8g/点)
20-29	22-32	6-9
30-39	33-43	9-12
40-49	44-54	12-15
10cm増加ごと	10g追加	2~3点追加



写真-1 ペースト剤



写真-2 塗布状況

3. 研究の成果

各区の被害木本数は、無処理区で45本中23本(51.1%)、処理区で140本中17本(12.1%)となり、処理区は無処理区に比べて有意に少なかった(図-1)。被害位置は、無処理区では斜面の山側が最も多く(42.9%)、次いで幹周全周(35.7%)が多かったことに対し、処理区では斜面の山側が大半で(83.3%)、全周被害はなかった(図-2)。また、被害があった場合の平均剥皮面積は、処理区は無処理区に比べ有意に小さかった(図-3)。

かつてのマタギの穴猟では、狙った冬眠穴にクマを誘導するために、それ以外の穴に硫黄を塗ってクマを忌避させていたという記録がある。今回の結果により硫黄を有効成分としたペースト剤が、激害地で根曲がり木の多いスギ成木に対してもクマ剥皮害を軽減することがわかった。

4. おわりに

本調査地では処理区においても被害が発生した。自動撮影カメラでは、クマが山側から根曲がり部を足掛かりにして立ち上がり、地上高1m程度の位置から牙と爪を使って水平方向にスギの樹皮を剥いて形成層を摂食する様子を捉えた(写真-3)。立ち上がって剥皮するクマの剥皮害防除のためには、忌避剤の処理位置は立木の根元のみならず、斜面山側は地上高1m程度までを対象にするなど、傾斜や立木の状態、加害クマの行動特性に応じた処理位置の検討が必要と考えられ、残効期間の確認とあわせて追加試験を実施中である。

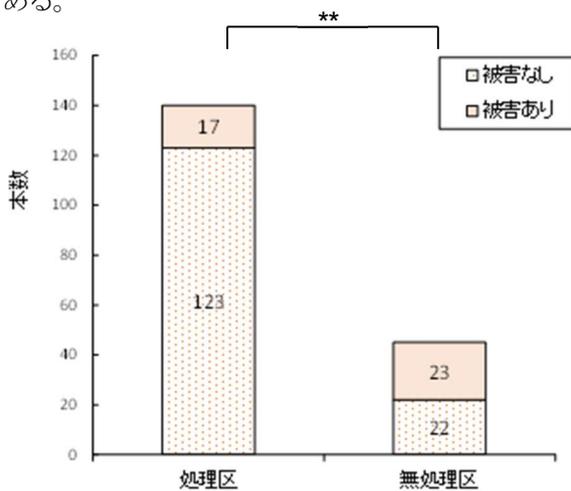


図-1 被害本数と被害率 (p<0.01)

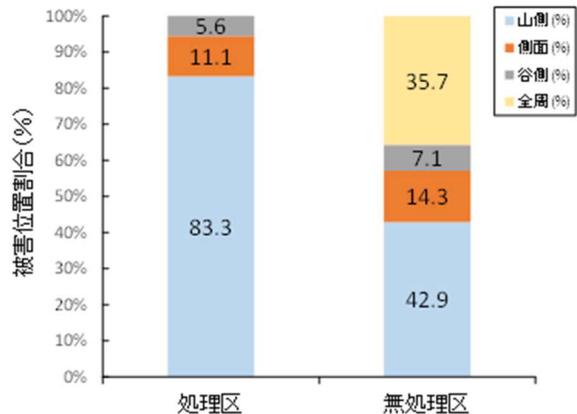


図-2 被害位置

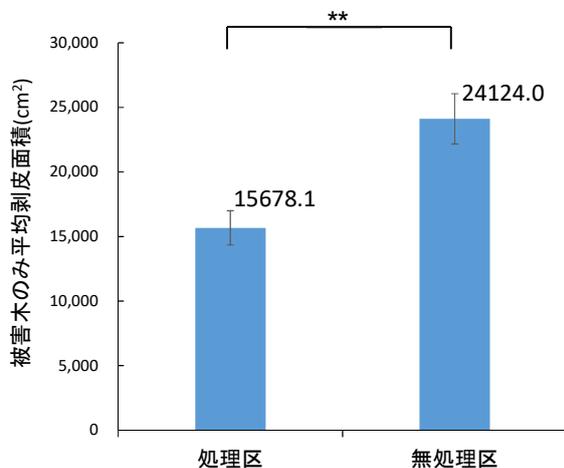


図-3 平均剥皮面積 (p<0.01)



写真-3 クマの剥皮状況

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
「森林の生物被害の情報共有と対策技術に関する研究会」
研究成果事例集

発行日 2023年3月

参画機関：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所（監修・著作），
茨城県林業技術センター，栃木県林業センター，群馬県林業試験場，埼玉県寄居林業事務所，
千葉県農林総合研究センター森林研究所，東京都農林総合研究センター，神奈川県自然環境
保全センター，新潟県森林研究所，富山県農林水産総合技術センター森林研究所，長野県林
業総合センター，山梨県森林総合研究所，岐阜県森林研究所，静岡県農林技術研究所森林・
林業研究センター，愛知県森林・林業技術センター（以上，著作）
林野庁 関東森林管理局・中部森林管理局

掲 載：関東・中部林業試験研究機関連絡協議会（関中林試連研究会） ホームページ
[https://www. ffpri. affrc. go. jp/kanchu/kenkyuukai/index. html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/kanchu/kenkyuukai/index.html)