

# ゲル状消火剤による消火の試行について

盛岡森林管理署 一般職員 ○小池涼平 鈴木千裕

## 1 はじめに

岩手県においては、沿岸部の地形が複雑な森林や、広大な県土故にアクセス困難な森林が多い一方で山火事の発生も少なくなく、発災時には関係者が大変な苦勞をしつつ消火活動を行っているのが現状です。棒グラフ（図1）は山火事の焼損面積ですが、数年に一度100haを超える大規模な山火事が起きていることがわかります。

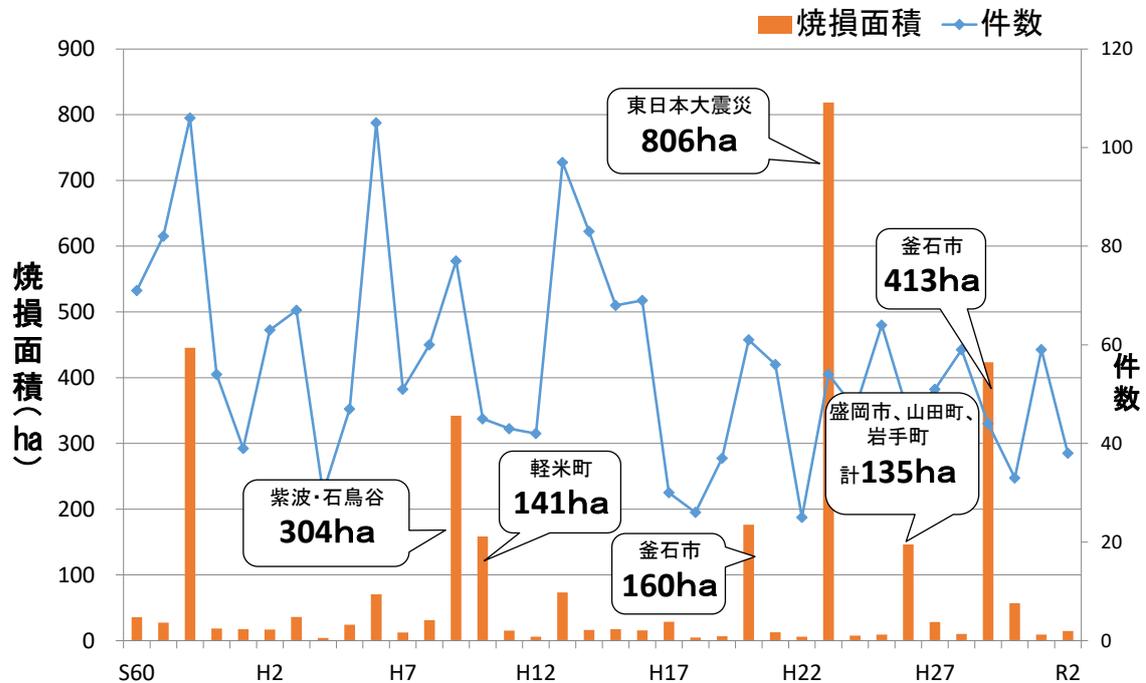


図1：昭和60年以降の林野火災発生状況

(出典：岩手県山火事防止対策推進協議会会議資料)

こうした中、日本森林林業振興会青森支部岩手出張所から、「新しい消火剤の一つである『ゲル状消火剤』を提供するので、是非試してみたい。」との話をいただきました。ゲル状消火剤というのは、株式会社イルカカレッジと鳥取大学が共同で開発した、食用の増粘ゲル化剤をベースにした消火剤です（図1）。粉末を水に溶かしてゲル状にした消火液を燃焼物に噴霧することで消火に用います（図2）。製品の特長としては、以下の点が謳われています。

- ・霧散しないため、直撃消火が可能。
- ・粘性により消火液が燃焼物を覆い、窒息効果と冷却効果で延焼をおさえられる。
- ・食用・生分解性の原材料を使用しているため環境への負荷が少ない。

盛岡署では、この消火剤が山火事の消火活動における新たな選択肢となることを期待し、その有効性を検証するため、消火の試行を行いました。



図2 ゲル状消火剤（粉末）



図3 ゲル状消火剤による消火

## 2 取組方法

令和3年10月7日、盛岡署の苗畑跡地を活用し、振興会及び、呼びかけに応じて来ていただいた市・町等の職員のみなさまの参加の下、実施しました。

検証したのは、実際に山火事の消火を行う際に重要と考えられる次の(1)~(3)です。

### (1) 消火剤の作成及び溶解性

製品の仕様に従い、ゲル状消火剤の粉末 300g を水 15L に溶かして消火剤を作成します。製品の説明上は水槽等で溶かすものとされていますが、実際の山火事消火においてジェットシューターで用いることを想定し、バケツとジェットシューターを用いそれぞれの溶解の様子を観察しました。バケツでは、水と粉末を同時に入れ攪拌し（図4）、ジェットシューターではあらかじめ水が入っているところに粉末を投入しました（図5）。



図4 バケツによる溶解



図5 ジェットシューターによる溶解

### (2) 運搬性

ジェットシューターに入れた水とゲル状消火剤を交互に背負って比較し、運搬性、体への負担について参加者に聞き取りを行いました（図6）。



図6 運搬性の比較

### (3) 消火

次の①～③により、消火における特性を検証しました。

#### ① ジェットシューターによるたき火の消火

同程度の燃え方のたき火を6箇所用意し、水とゲル状消火剤による30回の噴霧を、各3箇所ずつ行いました(図7)。ここでは、目に見える表面の火が全部消えた段階を「消火」とし、それまでの噴霧回数の平均により、消火における効果を比較しました。

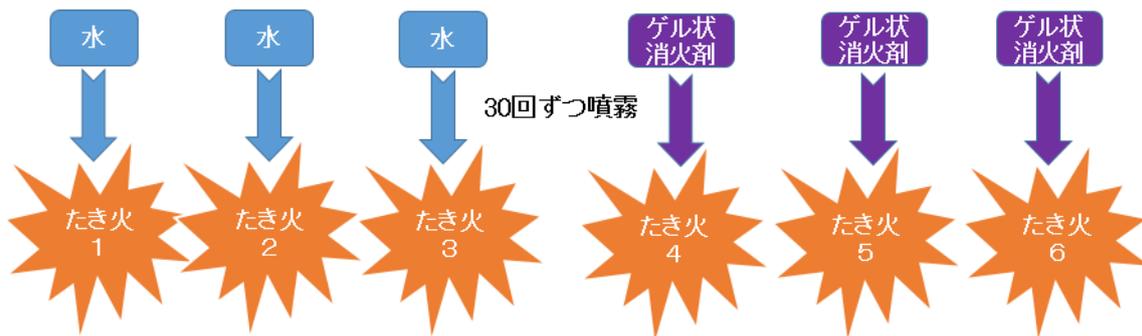


図7 たき火への消火の試行方法

#### ② 噴霧した液体の霧散状態を比較

ジェットシューターから水とゲル状消火剤を噴霧する際、霧散状態を観察しました。製品の特長として謳われている「霧散しないため、直撃消火が可能である」という点について、水との比較を行いました。

#### ③ 炭化して熾火となった状態の燃焼物への浸透性を比較

表面の炎が消えて熾火になった状態のたき火2箇所において、さらに30回ずつ水とゲル状消火剤を噴霧し(図8)、燃焼物への液体の浸透性を比較しました。

※熾火とは、燃焼物が炎を上げずに高温を保っている状態です。時間経過とともに再燃する可能性があり山火事消火の際には注意が必要とされます。



図8 熾火への消火の試行方法

## 3 結果

### (1) 消火剤の作成及び溶解性

バケツでは、水がバケツの内側の15リットルの線に達する頃には、粉末は溶けきっていました。ジェットシューターでは、内側のゴミよけネットに溶け残りが生じ、手でもみ溶かさないで使用できない状態でした(表1)。

表1: ゲル状消火剤の粉末の溶解性

		溶解性
バケツ	◎	攪拌により容易に溶けた
ジェットシューター	△	溶け残りが生じ、もみ溶かさないで使用できない

## (2) 運搬性

参加者への聞き取りの結果、以下のような意見が得られました。

- ・ゲル状消火剤は粘性が高いため中身の揺れが少なく歩きやすい。
- ・水は揺れが大きく、背負ったまま長時間山を登るのが大変だった。

## (3) 消火

### ① ジェットシューターによるたき火の消火

結果を表2に示します。30回の噴霧終了後、水では3カ所すべてにおいて炎が消し止められなかったのに対し、ゲル状消火剤の噴霧ではそれぞれ10回、21回、22回で炎を消し止めることができました。

ただ、1カ所目の試行においてはたき火の一方向からしか噴霧を行っておらず、2カ所目と3カ所目ではたき火の周囲を回りながら噴霧を行ったため、平均値は1カ所目を除き、21.5回としました。

表2：消火までの噴霧回数

	1箇所	2箇所	3箇所	平均
水	×	×	×	—
ゲル状消火剤	(10回)	21回	22回	21.5回

### ② 噴霧した液体の霧散状態を比較

ジェットシューターから噴霧を行うと、水は霧散し、広範囲に水滴が散らばりました(図9)。ゲル状消火剤は、水滴にまとまりがあり、狭い範囲に噴射されました(図10)。

※1ヶ所からの噴霧のため、片側のみの消火。

×：30回以内に消せなかった



図9 水の噴霧



図10 ゲル状消火剤の噴霧

### ③ 炭化して熾火となった状態の燃焼物への浸透性を比較

熾火となった2カ所にさらに30回ずつの噴霧を行ったところ、水では表面から約1cmの深さまで湿気をおびており、ゲル状消火剤では表面のみが濡れた状態になっていました(表3)。

表3：炭化した燃焼物への浸透性

	浸透性
水	約1cm浸透
ゲル状消火剤	表面のみ

## 4 考察・まとめ

### (1) 有効性

運搬性については、粘性が高く消火剤の揺れが少ないため、背負う場合は水よりも良かったです。また、消火の試行結果より、燃焼物の表面の火を消すことに優れているため初期消火において有効と考えられます。

### (2) 課題点

実際の消火活動を想定した際、粉末を水に溶解させる作業が大きな課題になると考えられます。今回の試行ではバケツ一杯分ずつ溶かし、ジェットシューターに移して消火を行いました。実際の山火事の現場ではさらに迅速に大量の消火剤を作成する必要があり、現場でどのように実行するかという点が課題となります。

また、ゲル状消火剤の粘性は燃焼物表面の消火においては有効性が認められましたが、一方で燃焼物の下部まで浸透しづらいという特性を合わせ持ち、この特性を踏まえていかに使用するかという課題も挙げられます。

### (3) まとめ

今回の試行を通じこのゲル状消火剤については、山火事の消火活動の新たな選択肢になり得ると考えられました。今後は、確認できた有効性や課題を踏まえ、実践形式での試行、検討を行い、例えば、現場での迅速・簡易な消火剤の作成方法や、我々と消防関係者との役割分担による水とゲル状消火剤の使い分けといった、実践的、効果的な利用方法を整理した上で、消防関係者における汎用利用を普及していく必要があると考えられます。

## 5 参考文献

- ・株式会社イルカカレッジホームページ (<https://www.iluka.co.jp/>)
- ・令和3年岩手県山火事防止対策推進協議会会議資料

# 庄内海岸林における民間団体を巻き込んだマツ枯れ対策の今後の展望

山形県庄内総合支庁森林整備課 ○高野雄太

## 1 はじめに

庄内海岸林は山形県西部の庄内地域、日本海岸に位置する延長33kmにも及ぶクロマツを主体とした森林です(図1)。この海岸林は、鶴岡市・酒田市・遊佐町の3市町の沿岸地域を飛砂害、風害、潮害から守るため、江戸時代から先人の手によって植栽されてきたもので、地域の歴史的な遺産として後世に残していかなければならない重要な森林となっていますが、昭和54年からマツ枯れ被害が見られるようになりました。

マツ枯れは、マツノザイセンチュウ(以下、線虫)がマツ類に感染することで、通水障害を引き起こして枯死に至るマツ類の伝染病で、マツノマダラカミキリ(以下、カミキリ)が線虫を媒介します。

マツ枯れ被害は、昭和54年の発生以来、増加と減少を繰り返しながら推移し、平成14年をピークに減少傾向となっていました。平成26年に被害が急増してきたことを受けて(図4)、庄内海岸林における松くい虫被害対策を効果的かつ円滑に実施するため、「松くい虫被害対策強化プロジェクト会議(以下、プロジェクト会議)」を同年に設置しました。この会議は、関係市町(遊佐町長を議長)、森林管理署、地元森林組合、ボランティア団体、県(事務局)で構成され、この中で、マツ枯れ被害木の徹底防除を目指し、関係機関の連携調整、情報共有及び対策について話し合っています(図2)。



図1 庄内海岸林の位置



図2 プロジェクト会議の開催状況

## 2 取組内容

### (1) 民有林全域のマツ枯れ被害木の確実な処理

10月末から12月上旬にかけて、県、市町、地元森林組合が連携して全ての被害木を対象とした毎木調査を実施し、位置と材積を把握しています。また、調査結果を基に12月末からカミキリの羽化脱出前の翌年6月上旬までに特別伐倒駆除を実施し、全ての被害木を伐倒・破碎処理し、カミキリの幼虫を駆除しています(図3)。この際、県と市町で実施区域を調整し、処理に漏れが無いようにしています。さらに、葉のついた枝条以外の材は、各処理後に林内に放置せず、チップやペレット原料として有効活用しています。



図3 特別伐倒駆除の流れ

### (2) 林地以外の被害木への対応

民有林で全量処理を実施しても、林地以外で被害木が残っていると被害がそこから再び蔓延する可能性が出てきます。ここで定義する「林地以外」とは、地域森林計画の区域外の森林です。例えば、道路敷地、個人所有地、企業の社有地、寺社仏閣、公共施設等が該当します。令和元年のプロジェクト会議では、こうした区域内の被害木まで徹底的に対応する必要があるのではないかと意見があり、管理されている林地内において被害木が確認された公共機関や民間団体への働きかけを始めることにしました。

働きかけの方法は、1月から2月にかけて林地以外のマツ枯れ被害調査で大まかな本数や位置を把握し、その結果を基に該当するマツの管理団体へ書面や面談により被害木の処理をお願いします。また、防除研修会を開催する際には、処理をお願いした団体にもお知らせして参加を呼びかけました。

## 3 結果と考察

被害木の全量処理を進めた結果、民有林の被害量 ( $\text{m}^3$ ) は、平成28年以降は減少傾向となりました。令和2年には10,936  $\text{m}^3$  となり、被害量が最大となった平成28年(23,031  $\text{m}^3$ ) 比で47%まで抑えることができました(図4)。特に遊佐町では単独予算を組むなど精力的に防除を進めたこともあり、令和2年における被害量が平成28年度比で33%となりました。

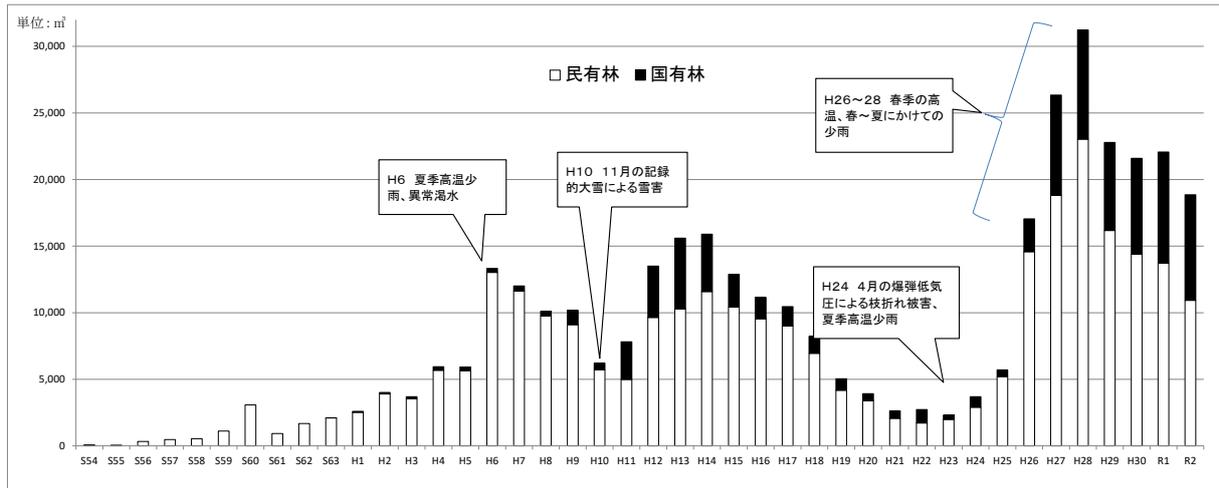


図4 庄内海岸林におけるマツ枯れによる被害材積の推移

林地以外の管理団体への働きかけの実績を表1に示します。取り組みを始めてからの3年間で、公共機関では学校・道路・港湾・都市公園などの管理者、民間団体ではゴルフ場、工場、社寺仏閣など、延べ43団体に処理をお願いし、延べ19団体に対策の実施・検討をしていただいたほか、延べ20団体に防除研修会に参加していただきました。民間団体の2年目の取り組みでは、半数弱から対策の実施・検討（11団体中4団体）や研修会への参加（12団体中5団体）があり、徐々にですが理解が進んできていると感じています。

表1 林地以外の土地管理者への働きかけの実績

	処理依頼団体*	対策実施・検討	処理依頼団体の研修会への参加
令和元年度	22団体 (うち民間11団体) (R2.1調査実施)	-	-
令和2年度	21団体 (うち民間10団体) (R3.2調査実施)	8団体 (うち民間2団体)	令和2年8月実施 8団体(10名) (うち民間3団体)
令和3年度	未実施 (R4.2調査実施予定)	11団体** (うち民間4団体)	基礎編：令和3年10月実施 7団体(9名) (うち民間4団体) 実践編：令和3年12月実施 5団体(6名) (うち民間1団体)
<b>計</b>	<b>43団体</b>	<b>19団体</b>	<b>20団体</b>

\* 処理依頼は年度末に実施しているため、依頼への対応は翌年度となることに注意

\*\* 令和2年度に被害が確認されなかった団体（令和元年度処理依頼団体）も含む

防除研修会の参加者アンケートの結果では、「どのような点が参考になりましたか？」という設問で、「マツ枯れのメカニズムが理解できた」という回答が最も多くなりました（図5 a）。また、「マツ枯れ対策を実施する必要が生じた際、どのようなことが支障になりますか？」という設問では、「実際の防除に関すること」という回答が最も多く、次いで「防除時期」や「予算について」という回答が多くなりました（図5 b）。このことから、研修会に参加いただくことでマツ枯れへの理解は深まっているものの、防除対策や時期、経費などが障害になることが明らかになりました。

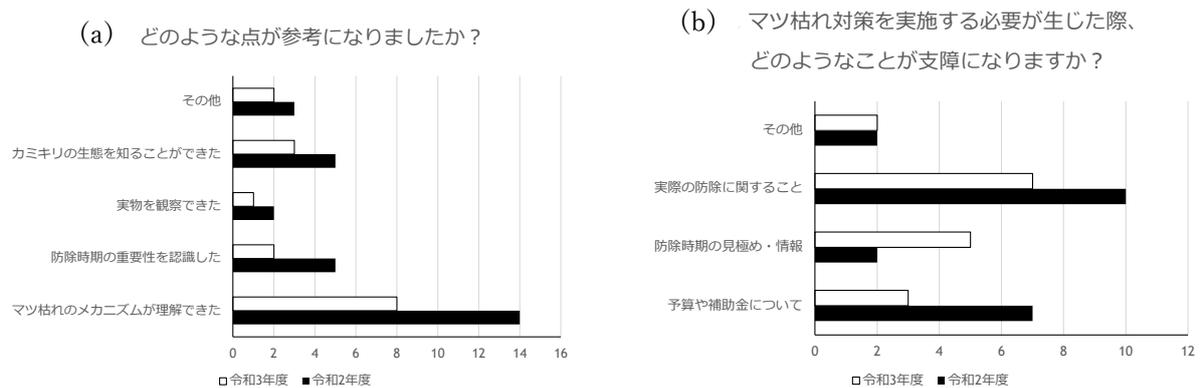


図5 研修会参加者へのアンケート結果

#### 4 今後の展望

マツ枯れ被害木は、これまでの取組により被害量は減少傾向にあります。根絶には至っておらず現在の取組を長期的に継続していくことが必要です。その中で、被害木調査については多大な労力を要することから、ドローンの活用などICT技術の導入による省力化について検討していく必要があります。

また、被害対策や防除研修会へ参加状況から、林地以外の管理団体の理解は進みつつあると手応えを感じています。しかしながら、時間的制約や防除経費などの要因により被害木の処理に至らなかったケースもあり、被害木の処理期限の周知など林地以外の管理団体との連絡体制の構築や森林環境譲与税などを活用した支援制度の創設等も必要と考えています。

また、団体以外の個人所有地については地域住民と連携した対策が必要であり、防除研修会の開催の際には各地域のコミュニティセンターを会場とするなど、地域住民の参画の機会を創出し、今まで関心の薄かった方々への働きかけも必要と考えています。今後もプロジェクト会議をとおして、関係機関と連携した活動を継続し、人々の暮らしを守る庄内海岸林の保全に取り組んでまいります。

# 狩猟等事故防止するための体制づくりについて

三陸中部森林管理署 一般職員 ○太田侑奈 大脇航平 鍵谷桜

## 1 はじめに

平成30年11月20日、北海道局管内の国有林において、職員が狩猟者に誤射され死亡するという事故が発生しました。これを受け、安全対策を強化すべく、東北森林管理局では平成31年10月3日付けの事務連絡により、鳥獣捕獲等のための入林手続き（以下、手続き）が改正されました（図1）。

	改正前(H30年度)	改正後
入林前	立入禁止区域図確認 ↓ 入林届+構成員名簿 (1回/年度)  <b>→いつ、どこで? 把握できない</b>	立入禁止区域図確認 ↓ 入林届+構成員名簿 (1回/年度) + 入林連絡票 (都度)
現場	入林届(写) + 注意喚起看板	入林届(写) + 注意喚起看板 + 標識

図1 入林手続き改正前（H30年度）と改正後の比較

具体的な内容としては、改正前（平成30年度まで）は、立入禁止区域図を確認したうえで構成員名簿を添付した入林届を提出し、接受された入林届の写しと注意喚起看板を車両に掲示するというものでした。なお、鳥獣被害が深刻化していることから農林水産省と環境省は、平成27年度に抜本的な鳥獣管理対策を策定し、鳥獣の捕獲を推進しています。その一環として、狩猟者の負担を減らすために、入林届は年度1回の提出でよいということになっています。そうすると、入林

## 標識の現地表示【略図】

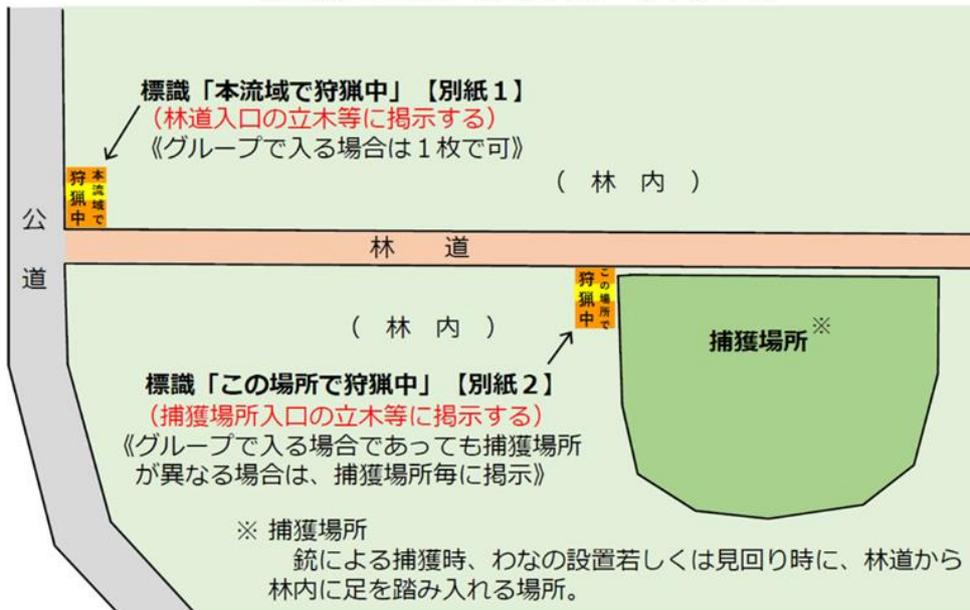


図2 改正後の標識の表示略図

届の入林期間は岩手県のニホンジカの狩猟期間である11月1日～翌年3月31日、入林場所は「立入禁止区域を除く管内全域」との記載で提出されることがほとんどです。そのため、いつ、どこで狩猟を行うのか、具体的に把握

できませんでした。

改正後の手続きには、入林連絡票の提出が追加されています。入林連絡票は入林届

とは別に、実際に入林する日にち、場所が決まり次第、都度提出しなければならないというものです。

また、狩猟を行う際には、接受された入林届の写しと注意喚起看板のほかに、標識の表示が新たに加わりました（図2）。

三陸中部森林管理署では、例年、岩手県の広域振興局が開催している狩猟事故防止のための研修会（以下、研修会）に参加し、鳥獣捕獲等のための入林手続きについて説明を行っていましたが、手続き改正に係る事務連絡が研修会の後に発出されたことや令和2年以降新型コロナウイルス感染症が拡大し、令和2年度も研修会が中止されたことにより、改正後一度も直接説明を行えていない状況でした。改正後の手続きについては、入林届様式の裏面の注意事項に記載されていますが（図3）、令和2年度には、入林連絡票が提出されていない場所で銃声を聞くことや、入林届や構成員名簿に狩猟者登録番号が書かれていない等の手続きの不備が多数見受けられました。原因として、「注意事項を読んでいない」「読んでもわからない」「理解しているが実施するのが面倒」などといったことが考えられます。

**立入禁止区域図**

**入林届、名簿提出日**

**【改正後】入林連絡票**

**【改正後】標識の表示**

**注意事項**

- 鳥獣の捕獲等を実施するために入林する場合は、**安全のための遵守事項及び立入禁止区域図**をよく確認し十分理解していただいた上で入林の際に携行していただく必要があります。
- 安全のための遵守事項及び立入禁止区域図**は、入林届提出先の森林管理署等で配布しております。また、管轄する森林管理局のホームページでも公開しておりますので、こちらから入手することも可能です。なお、各森林管理署等で配布される立入禁止区域図の範囲は、当該森林管理署等の管轄区域のみとなりますのでご注意ください。  
東北森林管理局URL: <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/apply/nyurin/>  
立入禁止区域図は、年度始め（5月頃）及び猟期前（10月頃）に更新します。  
また、事業の変更に伴い立入禁止区域図を変更する場合がありますので、**入林する際は、お手持ちの立入禁止区域図が最新かどうかご確認ください。**
- 団体が届け出る場合は、**別紙1の構成員名簿**を提出してください（**狩猟は別紙1-1、有害鳥獣捕獲・個体数調査・その他は別紙1-2、指定管理鳥獣捕獲等事業は別紙1-3**）。  
また、安全のための遵守事項及び立入禁止区域図を、構成員に必ず伝達した上で申請してください。
- 実際に入林する日が決まった場合には、入林する日までに日時及び場所を記載した別紙1の入林連絡票**（各県内別様式）を管轄する〇〇森林管理署等にFAX、電子メールのいずれかの方法により提出してください。また、電話の場合は連絡票の内容をご連絡ください。（〇〇森林管理署 電話:0090-00-0000、FAX:0090-00-0000、E-mail:1-000@maff.go.jp）
- 入林される際は、安全のため、**上記用紙を点検し取り、提交印の押された面を上にして、裏面の見やすい場所に提示して下さい。**なお、複数の車両で入林する場合は、この用紙の写しを車両ごとに提示してください。
- 銃器を使用される方は、他の入林者への注意喚起として、**別紙2の注意喚起看板「野生鳥獣の捕獲実施中 入林時注意」**を全体の側面等の見やすい場所に提示して下さい。なお、用紙の裏面に注意喚起の表示がなされています。
- 入林の目的が**狩猟**の場合は、**狩猟者は、別紙2-1の標識「本流域で狩猟中」**を林道入口の立木等に提示、**別紙2-2の標識「この場所で狩猟中」**を捕獲場所の入口の立木等に提示してください。提示の詳細は、**別紙3の標識の現地表示【略図】**をご覧ください。なお、**狩猟以外の場合**についても、同様な方法による標識の現地表示の取扱いをお願いします。
- 指定管理鳥獣捕獲等事業による夜間銃猟を目的として入林しようとする場合は、夜間銃猟作業計画を合わせて提出してください。なお、入林届を提出する際に都道府県知事の確認が得られていない場合は、確認が得られ次第提出してください。  
目上のことを十分理解いただければ、入林届の下部のチェックボックスを  
して、管轄する森林管理署等に、7業務日以前の勤務時間内に提出してください。（※2）  
なお、直接持ち込みいただいた際に、勤務時間外又は留守の場合は、森林管理署等の郵便袋に投函してください。また、郵送の場合は7業務日以前の勤務時間内に必着するよう提出してください。  
※1 団体が申請する場合は、平日の日中に連絡が可能な構成員2名を記載して下さい。  
※2 例えば「7業務日以前」とした場合には、日曜日に入林しようとする場合、前々日の木曜日の勤務時間内までを指します。

本曜日	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日曜日
⑦	⑥	—	—	⑤	④	③	②	①	—	入林予定
提出期限										

図3 注意事項

また、手続きの不備だけでなく、マナー違反も発生しています。令和3年1月5日、立入禁止区域に指定している国道脇の国有林内に撃たれて間もないシカが放置されているのが発見されました。シカの足跡や血痕が道路側の斜面上にあるのに対し、狩猟者の足跡が見つからないことから、道路上もしくは道路対岸から発砲した可能性も疑われました。狩猟事故が発生してもおかしくない危険な状態です。このようなマナー違反を防止するためにも、直接説明や指導を行う必要があると考え、今年度、広

域振興局の研修会中止を受けて、三陸中部森林管理署主催で説明会を開催することとしました。

## 2 方法

説明会の開催については、当署管内の狩猟者登録窓口である岩手県（広域振興局）の担当の方にご協力いただき、狩猟者登録申請を受け付ける際に案内を配布していただきました。また、申請者数を教えていただき、説明資料の必要部数を把握しました。説明会の対象は地元猟友会である釜石・大槌猟友会、大船渡猟友会、高田猟友会とし、コロナ対策として猟友会長、事務局、巡視員等の代表者に限り、猟友会ごとに時間をずらして行いました（表1）。内容は、一連の手続きの説明とマナー違反事例の周知です。

表1. 説明会開催概要

	日時	参加者
釜石・大槌猟友会	10/11 10:00～	猟友会長、事務局長、巡視員
大船渡猟友会	10/12 11:00～	猟友会長、事務局長
高田猟友会	10/12 13:00～	猟友会長、事務局長

## 3 結果

まず、書類の手続きで不備が多く見受けられた狩猟者登録番号については、その交付のされ方や時期がネックとなっていることがわかりました。狩猟者登録番号は個人



図4 狩猟者登録証

ごとに交付される狩猟者登録証に記載されており（図4）、交付されるのは、狩猟期直前の10月下旬であるため、入林届裏面の注意事項（図3）に書いてあるように、入林開始日の7業務日以上前までに名簿に取りまとめて提出することが難しいとのことでした。

次に、改正後に追加された手続きである入林連絡票については、「狩猟者として安全対策を徹底することは当然である」と理解を示してくれました。

また、現場での安全対策として改正後に追加された標識の表示について、林道入口の立木等に掲示することとされている「この場所で狩猟中」については表示し直すのが大変であるとのことでした。これについては、車両に表示することも認めたところ、承諾していただきました（図2）。

ただし、「本流域で狩猟中」については、山への入口と出口が異なることがほとんどであるため、狩猟を終えてから標識を回収に行くのは困難とのことでした。実態を知ったことで、これを徹底させるのは課題が残ることがわかりました（図2）。

また、マナー違反事例を周知したところ、そのほとんどは管外からの狩猟者であり、「地元猟友会としても遺憾だ」とのことです。これまでもマナー違反を見つけた時には注意してきたそうですが、「どういう立場で注意しているのか」と反発されることも多く、強く言えない状況だとのこと。三陸中部森林管理署管内は、東北の中でもシカの推定生息密度が比較的高い地域となっており（図5）、令和3年度中に提出された入林届（令和4年2月20日調べ）から入林者数を集計したところ（指定管理鳥獣等捕獲事業を除く）、管内狩猟者（大槌町、釜石市、住田町、大船渡市、陸前高田市内の狩猟者）が123名であったのに対し、管外狩猟者は146名に上っています。

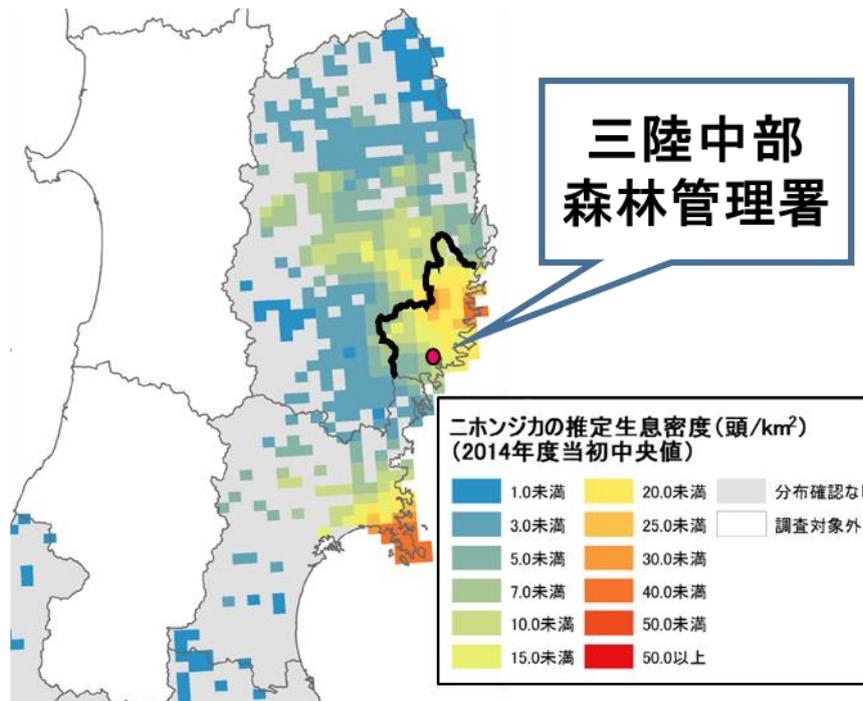


図5 ニホンジカの密度分布図（東北地方） 2014年度当初：中央値  
（出典：環境省 <http://www.env.go.jp/press/files/jp/28231.pdf>）

#### 4 考察

まず、狩猟者登録番号の記載については、狩猟者登録の窓口である岩手県（管轄の広域振興局）へ入林手続きについて説明し、猟友会等団体の代表者から申請があった際には、入林届に添付する構成員名簿の記載内容を網羅した名簿を交付してもらうなどの県との連携が必要であると考えられます。

また、現場でのマナー違反の防止について、地元猟友会が注意しても説得できないことから、目に見える形で権限を付与する必要があると考えられます。フォレストボランティアの制度を利用して腕章やマグネットを配布し、注意しやすい体制づくりをする必要があると考えます。また、注意しても従わない場合には、署へ通報してもらい、場合によっては司法警察員の権限を行使する必要もあると考えます。

また、今年度受けた入林届について、やはり管外の狩猟者が提出したものに不備が見られました。狩猟者登録番号が記載されていなかったため、提出し直すよう連絡し

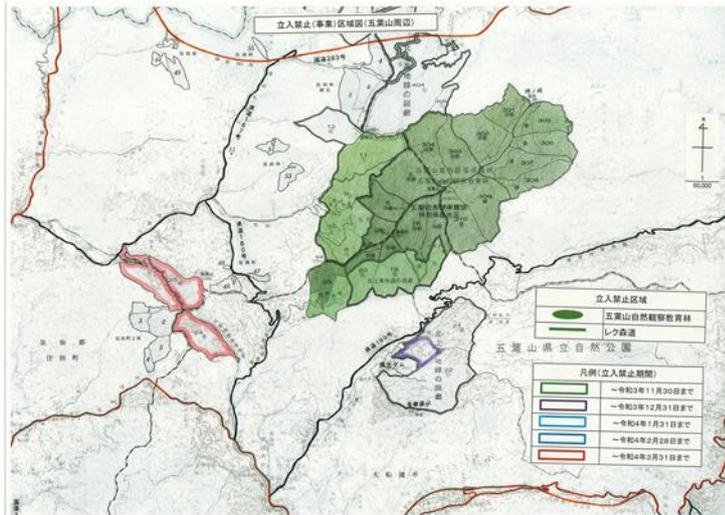


図6 令和3年度 立入禁止区域図

たところ、「他署では受理されたのに対応が異なるのはなぜか」と返されることもありました。また、立入禁止区域となっている林班が入林場所に記載されていたため、立入禁止区域図(図6)を確認したか問い合わせたところ、立入禁止区域図のことは認知しておらず鳥獣保護区等位置図(図7)の「禁猟区と混同していた」という事例もありました。これらの原因として、署同士の連携不足・狩猟者への周知不足が挙げられます。

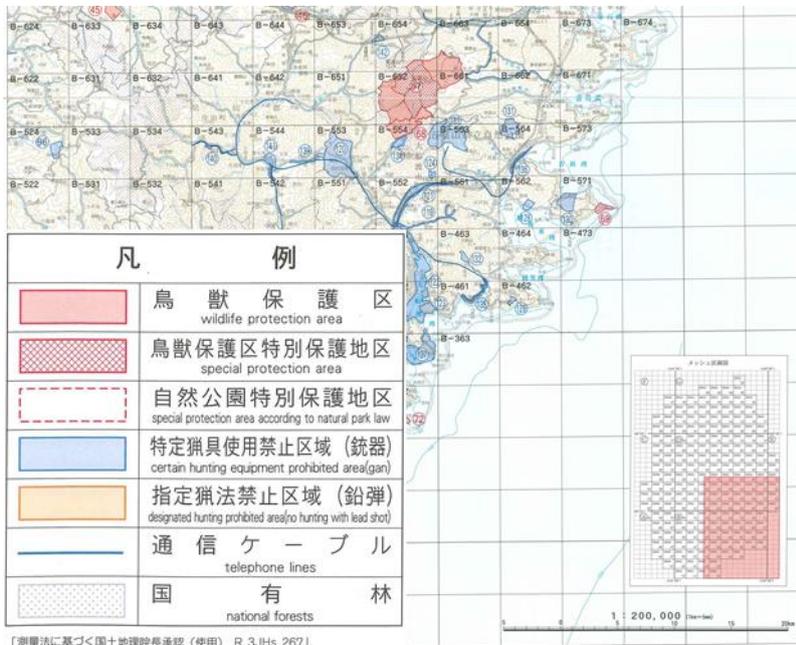


図7 令和3年度 鳥獣保護区等位置図 岩手県  
(出典：岩手県環境生活部自然保護課。  
令和3年度 鳥獣保護区等位置図。岩手県P. 11)

解決策として、対応を統一したうえで最寄りの署で狩猟者に指導するとともに他署の立入禁止区域図についても配布するといった署同士の連携が必要になると思います。また、手続きの説明や周知の仕方について、狩猟者の多くは高齢者であることから、インターネットでの周知は思ったよりも効果が薄いと考えました。ここでも県と連携し、狩猟者登録の機会を活用して説明や周知を直接行うなどの体制づくりが必要であると思います。

# 白神山地世界遺産周辺地域の中・大型哺乳類調査について

津軽白神森林生態系保全センター 一般職員 木村航汰

## 1 はじめに

平成22年度以降毎年、白神山地世界遺産周辺地域（以下、周辺地域）においてニホンジカが確認されるようになったことを踏まえ、平成26年度から環境省東北地方環境事務所と東北森林管理局がセンサーカメラを使用してニホンジカの監視と哺乳類のモニタリング調査を開始しました。

当局では、青森県側は津軽白神森林生態系保全センター、秋田県側は藤里森林生態系保全センターが「中・大型哺乳類調査」という名目で上記のモニタリング調査を行っています。当センターでは、平成26年度以降毎年4月下旬から11月下旬までセンサーカメラを周辺地域に設置し調査を行っています。

毎年度調査が終了するごとに報告書が作成されていますが、それは年度ごとの報告になっており、これまでの集約的な報告書はまだ作成されていません。そこで、当センターの平成26年度から令和2年度までの7年度分の調査の内容と結果をまとめ、それに対する分析や考察、今後の展開等をまとめました。

## 2 調査内容

### (1) 使用機材及び設置方法

使用した機材は FieldnoteDUO/DCs700（以下 Fieldnote）及び TREL10J/10J-D（以下 TREL）の熱感知式のセンサーカメラですが、年度によって使用機材に違いがあり、平成26年度から28年度までは TREL と Fieldnote を併用し、平成29年度以降は TREL のみ使用しました。TREL については、撮影感度（低、中、高）や撮影のインターバル等を設定することが可能で、基本的に撮影感度は「高」でインターバルは「30分」で設定しました。設置したセンサーカメラは基本的に1つの調査地点につき1台ずつ設置し、各年度の台数（＝調査地点数）は以下の表1のとおりです。



図1：設置状況

設置方法は、立木の地上1.5m前後の高さでやや下向きに角度を付けて取り付けました（図1）。また、設置箇所については、ニホンジカを目撃があった場所や獣道、足跡、糞などの哺乳類の生息痕が多く見られる場所を基準に選定しました。

## (2) 調査期間及び調査地

調査期間は、年度によって開始時期と終了時期に多少差がありますが基本的には4月下旬から設置を開始し、11月下旬まで調査しました。

調査地は、深浦町・鱒ヶ沢町・弘前市・西目屋村の周辺地域の国有林内においてですが、平成26年度から29年度までは調査地に一部変更を加えながら調査しました。平成30年度以降は同一の調査地において調査しました。また、表1に年度ごとの調査地について、図2に令和2年度の調査実績の箇所についてまとめました。

表1：各年度の調査地点数

	深浦	鱒ヶ沢	弘前	西目屋	計
H26	0	8	8	6	22
H27	7	5	6	10	28
H28	8	4	4	4	20
H29	15	4	2	9	30
H30	17	5	1	9	32
R1	17	5	1	9	32
R2	17	5	1	9	32

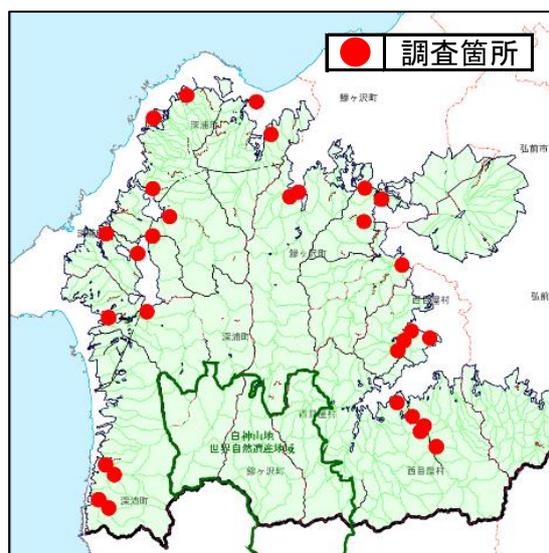


図2：令和2年度の調査実績

## 3 結果及び分析と考察

### (1) 撮影結果

撮影された哺乳類は図3のとおりです。全部で13種類の哺乳類が撮影されましたが、そのうち同定が困難なものは不明〇〇類として分類しました。また、白神山地への侵入が懸念されるニホンジカ、ハクビシン、アライグマも撮影されました。

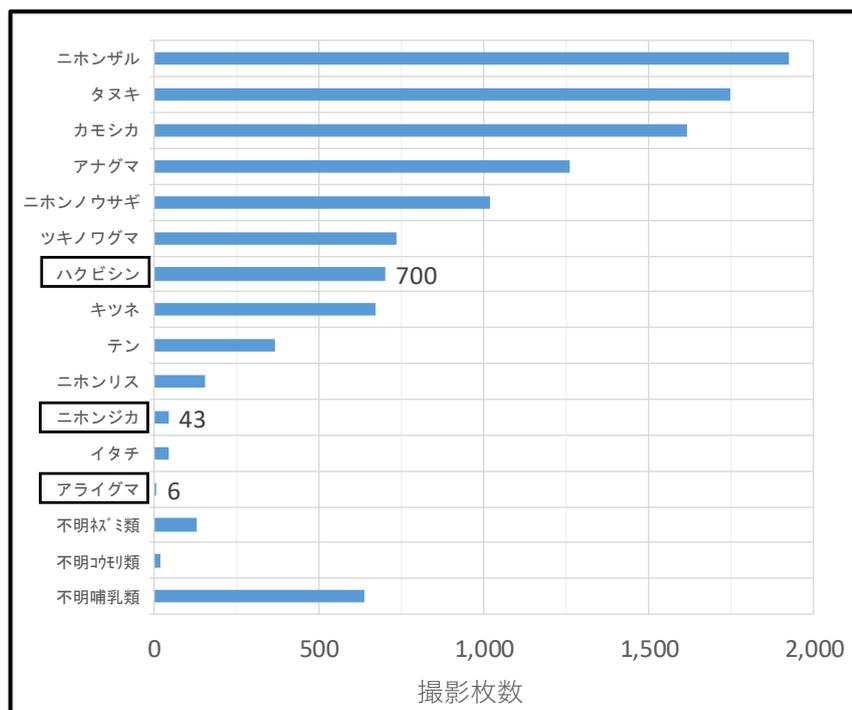


図3：平成26年度～令和2年度の各哺乳類の撮影枚数の合計

## (2) 撮影頻度

本調査では年度によってカメラの設置日数に差があるので(図4)、年度間で比較をする際に撮影枚数の数値をそのまま扱うことはできません。従って、各哺乳類の撮影枚数をその年度の全カメラの設置日数の合計で除することで、カメラの1設置日数あたりの哺乳類の撮影枚数(撮影頻度=撮影枚数/1設置日数)を算出し、その増減を比較しました。また、年度間だけでなく月ごと、時間帯ごとでの撮影頻度の分析も行いました。

年度間の撮影頻度について、キツネやタヌキなど哺乳類の約半数が増加傾向にありましたので、これらの哺乳類の生息密度が高くなっている可能性があります。このような結果になっている原因の一つとして、ハンターの高齢化と減少により哺乳類の捕獲圧が低くなることで年々哺乳類が増加したのではないかと考えられました。

また、時間帯ごとの撮影頻度を見ると図5のタヌキを始めとする多くの哺乳類が夜間での撮影頻度が高くなっており、これはこれらの哺乳類が夜行性であることが要因だと考えられます。従って、時間帯ごとの撮影頻度はその哺乳類が一日のうちどの時間帯に活動が活発になるか、または、活動が鈍くなるかという行動の特徴(=行動特性)を表していると考えられます。反対に、ニホンザルとニホンリスについては昼間の撮影頻度が高くなっていました。また、ツキノワグマについては、朝と夕方での撮影頻度が高くなっているため(図6)、この時間帯においてはツキノワグマが一日の中でも比較的活動が活発になっている可能性が高いと考えられます。従って、山に入る時はこれらの時間帯を避けることでツキノワグマとの接触を抑えることができ、クマによる事故を減らすことができると考えます。

年度	設置日数
H 2 6	3,551
H 2 7	4,360
H 2 8	3,410
H 2 9	5,481
H 3 0	6,029
R 元	6,356
R 2	7,000

図4：平成26年度～令和2年度のカメラの設置日数の合計

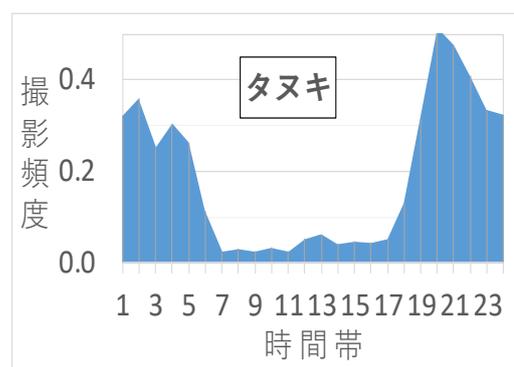


図5：タヌキの時間帯ごとの撮影頻度

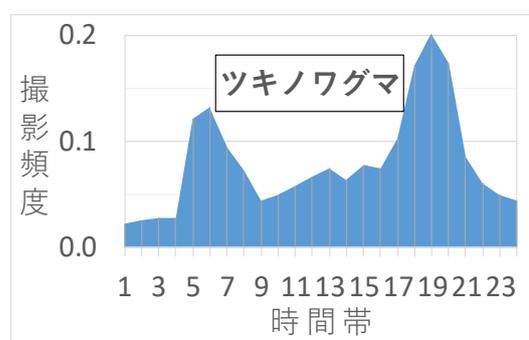


図6：ツキノワグマの時間帯ごとの撮影頻度

最後に、月ごとの撮影頻度について、哺乳類によって様々な特徴が見られましたがその一つとして、ニホンリスやツキノワグマ等の撮影頻度が9月に高くなっているという特徴が見られました（図7）。これは冬に向けて栄養を蓄えるための餌探しで、活動が活発的になることが要因だと考えられました。従って、月ごとの撮影頻度は時間帯ごとの撮影頻度と同じく、その哺乳類の行動特性を表していると考えられました。

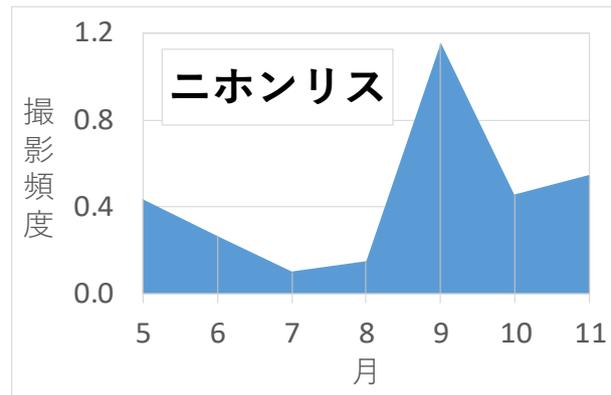


図7：ニホンリスの月ごとの撮影頻度

### (3) 白神山地への侵入が懸念される種（ニホンジカ・ハクビシン・アライグマ）

ニホンジカは毎年度撮影され、年度ごとの比較においては平成30年度までは増加傾向が見られたものの、それ以降は減少傾向にあります（図8）。このような傾向で推移した原因は究明できませんでしたが、撮影頻度の数値が最大で約0.2であり他の哺乳類と比較して極めて低いことから、周辺地域における生息密度はまだ低い可能性が大きいことが示唆されました。

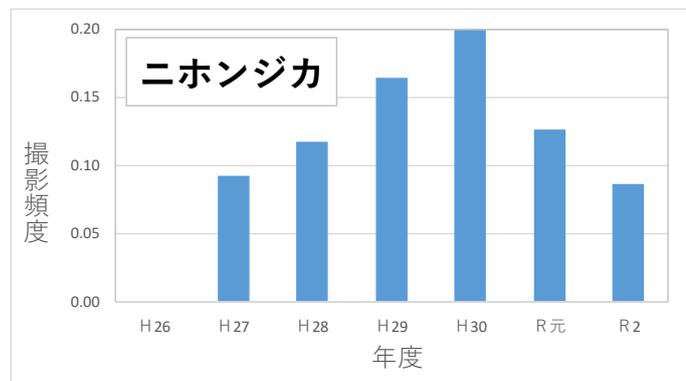


図8：ニホンジカの撮影頻度

ハクビシンは年度ごとの撮影頻度が増加傾向にあります（図9）。また、令和2年度の調査結果を見ると、その撮影頻度が約3.1であり、同年度のキツネとアナグマの撮影頻度が約3.0であることから、ハクビシンがキツネやアナグマと同程度の生息密度になってきている可能性があります。今後の調査でも撮影頻度が上昇するに伴ってハクビシンの生息密度が高くなった結果、ハクビシン

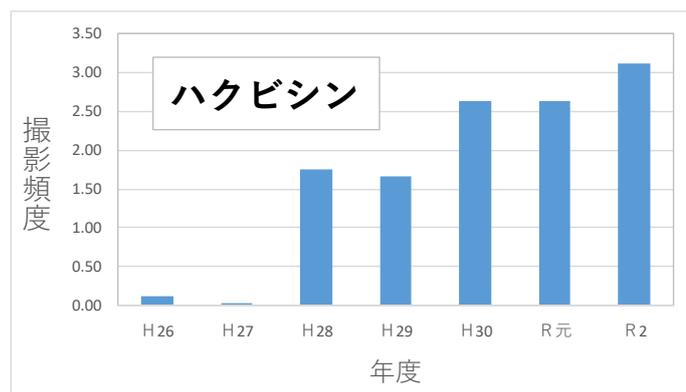


図9：ハクビシンの撮影頻度

が捕食する動植物や希少な動植物が減少して絶滅してしまう等、生態系や森林への被害が発生する可能性は否定できませんので、今後の動向を注視する必要があります。

アライグマについては、平成26年度と28年度にそれぞれ4枚と2枚だけ撮影されました。それ以外の年度では撮影はされなかったため、アライグマについては周辺

地域に定着しておらず、通りすがりの個体が撮影されたと考えられ生息密度はまだ低いと考えられます。

以上いずれの3種類の白神山地への侵入が懸念される種のうち、ニホンジカとアライグマは未だ生息密度が低く、ハクビシンについては生息密度が増加傾向にある可能性が示唆されました。また、これらの種による白神山地の生態系や森林への被害は現在確認されていませんが、今後生息密度が高まり、その結果被害が発生する可能性があります。従って、被害が発生する前に捕獲等を行うことで密度の上昇を抑え、それと同時にモニタリング調査の撮影頻度等の分析結果を活用し、動向を把握していくことが重要だと考えます。またニホンジカ等白神山地への侵入が懸念される種が高い確率で撮影される地点においてはカメラを1台増設し、画像撮影だけではなく動画撮影も同時に行い、どのような行動をしているのか詳細な生態を把握することで、効率的な捕獲に繋げることができると考えます。

#### (4) 誤撮影

本調査で撮影されたのは上記のような哺乳類だけでなく、人や車両、また、何も映っていない撮影（以下、誤撮影）が多くありました。そこで、誤撮影が行われた時間帯を調べてみると、日中の時間帯での撮影が多くなっていることがわかりました。

調査で使うセンサーカメラは1回撮影されるとその後の30分間は撮影を休止するインターバルの設定をしてありますので、誤撮影が行われるとその後の30分間は哺乳類がカメラの前を通りすぎても撮影されないという問題が発生してしまいます。また、誤撮影が多いと撮影画像の解析をする際の労力が増えてしまいます。

日中の時間帯において多く誤撮影が行われ（図10）、反対に、夜においては誤撮影が少ないことから、日射による熱にカメラが反応してしまうことが誤撮影の原因の1つとして考えられました。また、誤撮影の画像を見てみると風で草や葉が動いている画像が多く見られました。従って、誤撮影を減らすために、撮影範囲内の日射が少なくなるようにカメラを設置したり、定期的に草や葉を刈ったりする等の対策が必要だと考えます。また、カメラの撮影感度を低くすることも対策として挙げられました。感度を低くすることによって、撮影範囲内の熱源の動きに対する過度な反応を抑えることが期待でき、その結果誤撮影を減ると考えます。

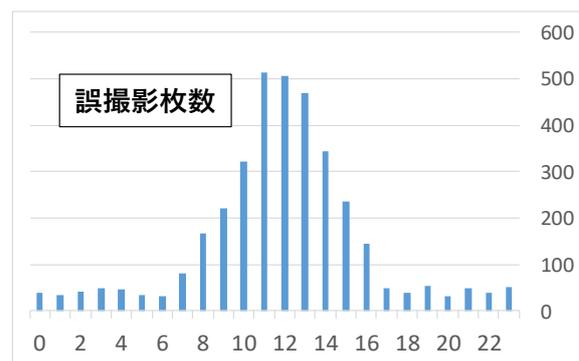


図10：時間帯ごとの誤撮影枚数

しかし、それと同時にカメラの前を通る哺乳類が全て確実に撮影されるかどうかは分からないので、今後、それぞれ低・中・高の感度に設定したカメラを同じ箇所に設置する等して、結果にどのような変化があるのか試行する必要があると考えます。

## 5 まとめ&今後の展開

平成26年度から令和2年度までのセンサーカメラによる白神山地遺産地域周辺地域でのニホンジカの監視と哺乳類のモニタリング調査を行った結果、哺乳類は全部で13種類撮影され、そのうちニホンジカを始めとする3種の白神山地への侵入が懸念される種が撮影されました。

調査の結果から哺乳類の約半数が年々増加傾向にあり、生息密度が高まってきていることが示唆され、これはハンターの高齢化と減少が原因になっていると考えられました。また、多くの哺乳類が夜での撮影頻度が高くなっており、夜行性であることと一致していることや、ニホンリスなどが9月に撮影頻度が高くなっていて、冬へ向けての餌探しに活発的になるからだと考えられたことなど、時間帯や月ごとの撮影頻度はその動物の行動特性を表していることを見出すことができました。

白神山地への侵入が懸念される種のうちニホンジカとアライグマについては、撮影頻度が極めて低いことから生息密度もまだ低い可能性があり、被害の報告もありません。また、ハクビシンについてはキツネなどと同じ撮影頻度であったため、生息密度が高くなってきている可能性が高いと考えられました。しかし、被害が発生する前に捕獲等の対策を行い、密度の上昇を抑えると同時にモニタリング調査の結果からこれらの種の動向を把握する必要があります。

調査ではセンサーカメラに何も映っていない誤撮影が多く見られ、「昼間に多い」「草葉が動いているだけの画像」などが特徴であることが分かりました。従って、日射が原因の1つとして考えられたため撮影範囲内に日射が少なくなるよう設置し、定期的に草や葉を刈ることが誤撮影を減らす有効策だと考えました。また、誤撮影を減らす対策として感度を低くすることも挙げました。

以上、本調査の結果から白神山地周辺地域においては、哺乳類は概ね増加傾向にあり、侵入が懸念される種のうちニホンジカとアライグマは生息密度が低いですが、ハクビシンはキツネ等と同程度まで密度が上昇している状況であると結論付けられました。今後においては、カメラの設置方法を再検討したり草刈り等を行ったりしてセンサーカメラの設置環境を整え、調査の質を向上させていきます。また、ニホンジカ等が撮影される地点において動画撮影を行い、同時に結果を分析して常に過去と現在を比較して動向を把握する等してニホンジカの捕獲を始めとした白神山地への侵入が懸念される種の対策に繋げ、白神山地保全のために継続的に調査を実施していきます。

## 6 参考文献

- (1) 久保ら. 白神山地世界遺産地域周辺におけるセンサーカメラによるニホンジカ監視について, 2016
- (2) 林野庁 東北森林管理局 津軽白神森林生態系保全センター. 白神山地周辺地域(青森県側)における中・大型哺乳類調査業務 報告書, 2015-2020
- (3) 小宮輝之. 日本の哺乳類. 第3版, 学習研究社, 2004, 256 p.

# 森林生態系保護地域(月山周辺域)における スノーモービルの乗り入れについて

朝日庄内森林生態系保全センター 一般職員 ○加藤諒介  
自然再生指導官 堀川敏行

## 1 はじめに

### (1) 月山特別ルール実施までの経緯

朝日山地一帯の国有林は、日本最大規模のブナ林や高山帯のハイマツ林などが原生的な自然状態を維持しており、ヒメサユリやニホンカモシカなど日本海側多雪山地の多様な動植物が生育・生息していることから、平成 15 年の 3 月に「朝日山地生態系保護地域」に設定されています。(図 1) また、周辺の月山地域はスノーモービルのコースとしてとても魅力的な場所になっており、通常より長い期間滑ることができるため、過去には多くのスノーモービルの乗り入れがありました。しかし、朝日山地生態系保護地域内に乗り入れがあったことから、平成 17 年度の巡視員会議で初めて議題に取り上げられ、平成 18 年度に関係団体と合同で実態調査を行いました。その後、平成 19 年度に乗り入れ自粛の看板を設置し、「自然を守るスノーモビラーの会」との話し合いを経て、平成 20 年度より「月山特別ルール」(以下月山自主ルールとする) 実施しています。(図 2)

そのため、今回は、月山自主ルール実施後のスノーモービル乗り入れ状況について調査を行いました。



図 1 朝日山地生態系保護地域

## 月山自主ルール実施までの経過

平成17年度

- ・巡視員会議で生態系保護地域へのスノーモビル乗り入れが問題提起される

平成18年度

- ・合同実態調査

平成19年度

- ・月山第一トンネルに乗り入れ自粛の看板設置
- ・朝日山地森林生態系保護地域管理委員会でスノーモビル乗り入れが議題として取り上げられた
- ・スノーモビラーの会との話し合い

平成20年度

- ・月山自主ルールを提示
- ・生態系保護地域への乗り入れ自粛を決定
- ・月山自主ルールを実施

図2 月山自主ルール実施までの経緯

### (2) 月山自主ルールの概要

月山自主ルールは、自然環境保護、環境安全対策及び禁止事項の3項目から成り立っています。また、ルールを理解し、申込書の禁止事項を遵守できない場合は乗り入れを認めない事になっています。(図3)



図3 月山自主ルールの概要

① 1つ目の自然環境保護への取り組みについては、走行中に他の自然愛好者と出会った場合は、停止又は最徐行すること、スノーモービルで樹木を傷つけないこと、月山地域での乗り入れ自粛の確認は各関係機関と協議し、自然環境及び他の自然愛好者に配慮し決定することとなっています。

② 2つ目の環境安全対策への取り組みについては、主に乗り入れ時期は春分の日前後からゴールデンウィーク終わりまでとし、時間は午前9時から午後4時までとすること、1日で最大50台までの乗り入れとし、走行の際は必ず日本スノーモービル安全普及協会のインストラクターが先導すること、定められた地点以外からの乗り入れはできないことになっています。なお、乗り入れ時期については積雪等の状況により前後する場合があります。

③ 三つ目の禁止事項については、決められたコース以外や夜間の走行禁止、競争やヒルクライムなどの危険な走行の禁止、スポーツマフラーや改造マフラーなどの排気音の大きいモビルの持ち込み禁止、アルコールの持ち込みや単独走行の禁止及び指定駐車場以外への駐車禁止となっています。

## 2 調査方法

資料（図4）及び関係者の方への聞き取り（写真1）で調査を行い、月山自主ルールがスノーモービルの乗り入れ及び森林生態系にどのような影響を与えているのか調べました。

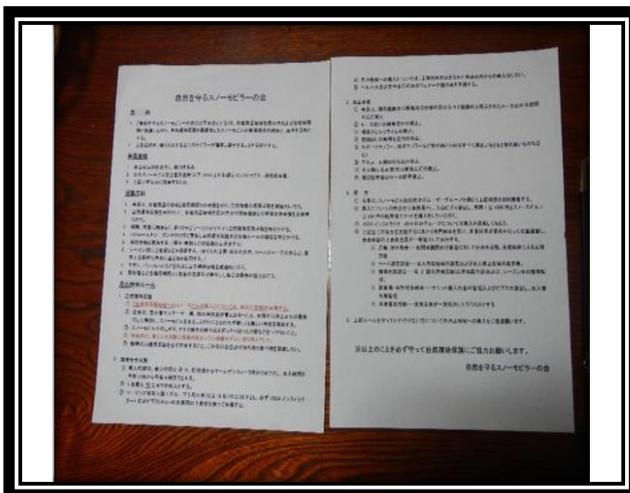


図4 規約（出典：自然を守るスノーモビラーの会） 写真1 実際の聞き取り

## 3 朝日庄内森林生態系保全センターの取組

朝日庄内森林生態系保全センターの取り組みとして、関係機関と連携しながらパトロール及び巡視を行っています。また、関係市町広報誌に月山自主ルールの掲載を毎年行っています。（写真2）



写真2 令和2年度の取組

#### 4 結果

##### (1) 乗り入れについて

現在、乗り入れ可能な箇所を西川町志津地区の1カ所のみと定めているため、森林生態系保護地域への乗り入れは確認されていません。また、乗り入れ台数についても、「自然を守るスノーモビラーの会」の高齢化や、スノーモービル本体の価格の高騰等の影響により、減少しています。(図5)

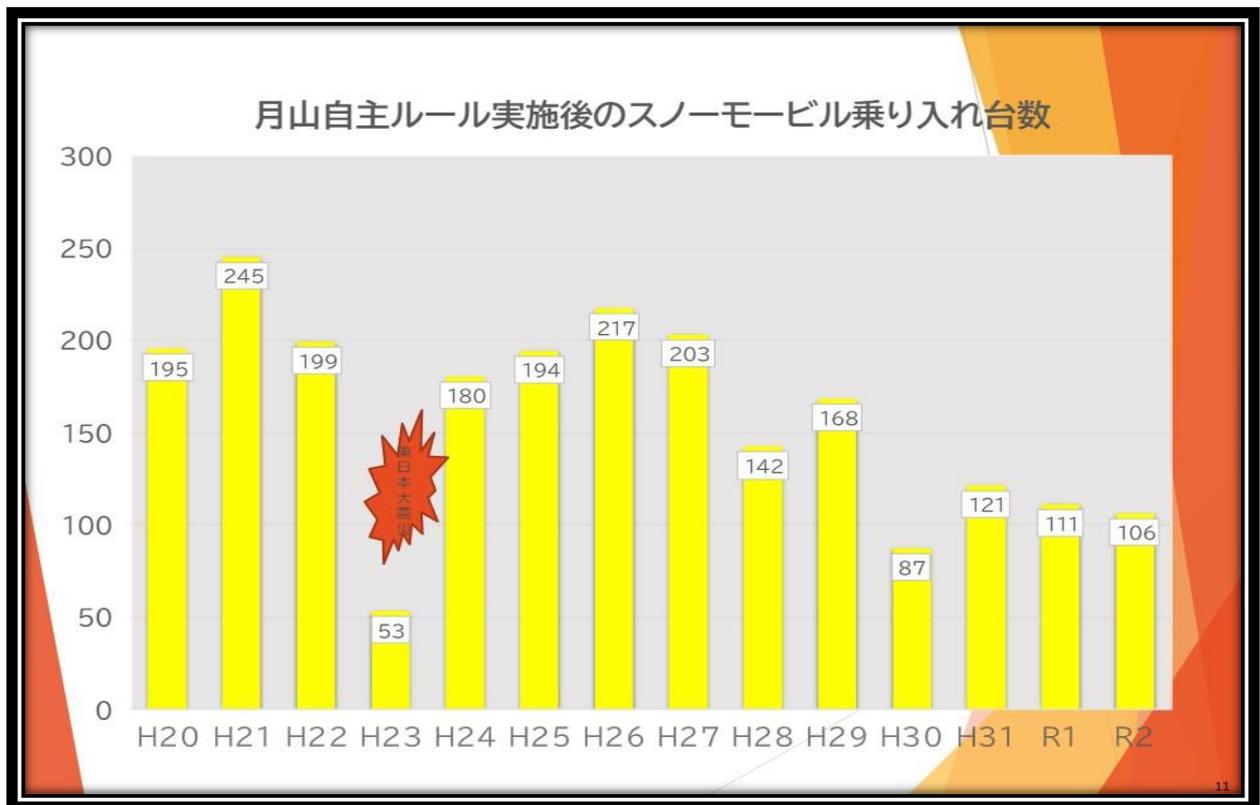


図5 月山自主ルール実施後のスノーモービル乗り入れ台数の推移

## (2) マナーについて

自然を守るスノーモビラーの会の活動として、活動期間中にゴミ拾いを行っていることから、ゴミが減少していることが確認できました。また、パトロール及び巡視の際に、樹木への損傷行為等は確認されませんでした。

## 5 まとめ

以上のことから、月山自主ルールを実施したことにより、森林生態系の保全や、スノーモビラーのマナー向上に繋がっている事が分かりました。また、日本スノーモービル安全普及協会のインストラクターが先導していることから、安全面についても向上していると言えます。

当センターでは、今後とも関係機関や地元の方々と連携しながらパトロール及び巡視を行い、改めて月山自主ルールの周知や、さらなる生態系保護に努めて参ります。

## クマ剥ぎ対策の効果とその可能性について

東北森林管理局 企画調整課 ○志田有里絵  
置賜森林管理署 森林整備官 関康春

### 1 はじめに

#### (1) 背景

##### ① 現況

置賜森林管理署が管轄する山形県小国町は、山形県の西南端、朝日連峰・飯豊連峰に囲まれた新潟県との県境に位置し、町の約94%が森林となっています。ブナを中心とした天然林が大幅を占めていますが、スギの人工林施業も行われています。

その人工林において、平成20年頃よりツキノワグマによるクマ剥ぎ被害が確認されていましたが、近年、その被害が拡大傾向にあり、将来における持続可能な森林経営と森林の公益的機能の維持が危機的状況となっています。

##### ② 被害分布とツキノワグマ目撃情報

小国町の国有林内における被害状況を確認したところ、ほとんどの地区で被害が確認されており、その範囲は年々拡大しています。

平成27年度～令和3年度春季における小国町のツキノワグマ発見頭数及び目撃情報は、年によってばらつきはありますが、町内各地で年150回前後となっています。また、捕獲頭数は毎年30頭前後となっており、多くは春季に捕獲されています(表1)。

表1 H27～R3 春季までの目撃頭数と捕獲頭数(データ提供:小国町産業振興課)

年度	春季 (4～5月)		春季以外		発見及び 目撃数 合計	捕獲数 合計
	発見 頭数	捕獲 頭数	目撃 情報	捕獲 頭数		
H27	126	31	18	1	144	32
H28	122	25	27	1	149	26
H29	120	32	49	4	169	36
H30	146	28	12	1	158	29
R元	89	23	33	2	122	25
R2	88	22	133	28	221	50
R3	122	22	-	-	122	22
計	813	183	272	37	1,085	220

※発見頭数:クマ捕獲のため入山した際に発見した頭数

※目撃情報:役場へクマ目撃の情報があつた件数

## (2) 目的

近年、国有林、民有林ともにクマ剥ぎ被害が拡大していることから、小国町や森林所有者、林業事業者等と連携してクマ剥ぎ対策に取り組む必要があります。

そのため、当署管内におけるツキノワグマによる森林被害状況を把握するとともに、数種類の資材を用いてクマ剥ぎ対策を行い、その有用性を検証し、より経済的で効果的な方法を普及することを目的としています。

## 2 調査内容

### (1) 試験地

山形県西置賜郡小国町黒沢国有林 88 林班ね小班（スギ人工林 37 年生、3.57ha）において、2つの試験区と対照区を設定しました（図1）。

- 試験区1 生分解性伸縮性テープ（5 cm×350m）  
1巻 1,800円（税抜）
- 試験区2 生分解性獣害対策ネット（忌避剤カプサイシンを含む）（138 cm×100m）  
1m 1,200円（税抜）（幅138 cmを半分の約70 cmにして使用）
- 対照区 対策なし

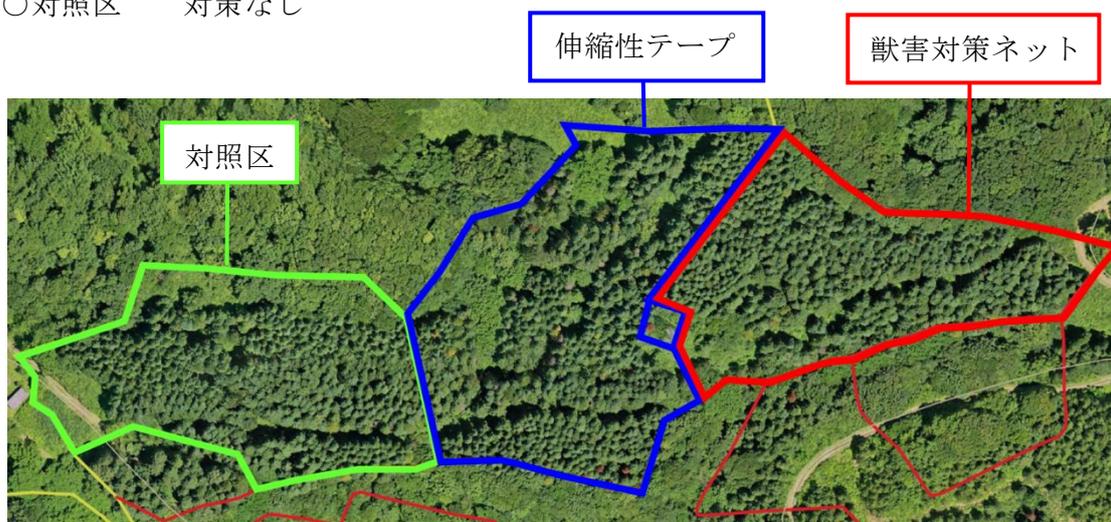


図1 試験地（88林班ね小班）

### (2) 調査項目

#### ① 工期調査

各資材を立木に設置する際の工期調査を行いました。なお、対策を行う対象木は、将来一般材としての価値が見込める、被害に遭っていない立木とし、すでに被害に遭っている立木や形質不良木は対象外としました。対策はツキノワグマが樹皮剥ぎを始める前の5月（5/13～14）に実施しました。

##### ○生分解性伸縮性テープ

クマが樹皮剥ぎを始める根元から立ち上がった時の高さまでをカバーするように、立木の根元から2 m弱の高さまで等間隔に、2人1組でテープを巻き付けました。

##### ○生分解性獣害対策ネット

カプサイシン成分の効果も鑑み、ネットを半分に切って約70 cm幅の資材を2人1組で幹に巻き付け、ガンタッカーで留めました。

## ② 既存被害木調査

令和3年5月31日、小国町役場の協力のもと、試験地内のすでに被害に遭っている立木について、毎木調査（胸高直径、樹高等）を行いました。被害木については、被害の程度を把握しやすくするため、下記のとおり、3段階のランクに分けて判定しました。

【被害木1】保護対策により、当面の被害を防除することが可能で防除価値のある立木。

（当面とは、資材の経年劣化、次期施業実施まで）

【被害木2】すぐに立ち枯れることはないが、徐々に腐朽が進行し、材質低下をもたらす可能性が大きく、加害が繰り返される危険性が高い立木。

【被害木3】枯木、ほぼ全周囲が被害に遭っている立木。

## ③ 新規被害木調査

ツキノワグマが樹皮剥ぎを盛んに行う期間（5月中旬～9月下旬）の月1回程度、令和3年度新たにクマ剥ぎ被害に遭った立木を確認するため、被害木の毎木調査（胸高直径、樹高、被害木の位置等）を実施しました。

## ④ ツキノワグマ生息状況調査

試験地内にセンサーカメラを計6台設置し、ツキノワグマの生息状況確認を行いました。

## 3 結果

### （1）工期調査

2日間の実労働時間と延べ人工により、1時間当たりの実行本数と、1本当たりの資材経費を算出しました（表2）。

生分解性伸縮性テープは、2人1組で1時間当たり20本に設置することができ、1本当たりの資材費は92.3円（税込）となりました。

生分解性獣害対策ネットは、2人1組で1時間当たり56本に設置することができ、1本当たりの資材費は1,056円（税込）となりました。

表2 工期調査結果

※本試験地の平均胸高直径は約28cm

試験区	面積 (ha)	対策実施 本数 (本)	2日間 延べ人工	2日間 実労働時間 (h)	1時間当 実行本数 (2人1組)	1本当 資材経費 (税込)
伸縮性テープ	1.34	429	18	4.5	20	92.3
獣害対策ネット	1.07	250	4	4.5	56	1,056

### （2）既存被害木調査

小班全体の約4割が被害に遭っており、被害の程度はランク3が多い結果となりました（表3）。また、被害にあった立木の傾向として、胸高直径30cm以上の木が多くなっていますが、幼齢木も被害に遭っていることが確認されました。

表3 既存被害木調査結果

	被害木ランク (本)			被害なし (本)	被害率 (%)
	1	2	3		
試験区 1	29	74	293	189	67.7%
試験区 2	2	20	83	149	41.3%
対照区	16	48	93	670	19.0%
小班計	47	142	469	1,008	39.5%
ランク比率	7%	22%	71%		

(3) 新規被害木調査 (表4、図2)

6月～9月で計5回の調査を行いました。未対策の立木で被害が多く確認されました。また、生分解性伸縮性テープ及び生分解性獣害対策ネットを実施した立木においても、テープが切断されるなどして樹皮剥ぎされたものが数本確認されましたが、様子見程度の被害でした。その他、樹皮剥ぎはされていませんが、生分解性伸縮性テープが切断されていた立木も20数本程度確認されました。

被害木の特徴としては、一度被害にあった立木は複数回加害される傾向にありました。

表4 令和3年度 新規クマ剥ぎ被害木調査結果

調査日	6月15日			7月6日			8月5日			9月3日			9月28日			計		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
試験区 1 (対)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
試験区 1 (未)	0	0	11	0	0	4	0	2	7	0	4	14	0	0	1	0	6	37
試験区 2 (対)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	2	2	0
試験区 2 (未)	0	3	5	0	0	0	0	0	1	0	7	6	0	2	0	0	12	12
対照区	0	0	1	1	1	3	0	0	1	1	4	8	0	2	1	2	7	14
計	1	3	17	1	1	7	1	3	9	3	16	28	0	4	2	6	27	63

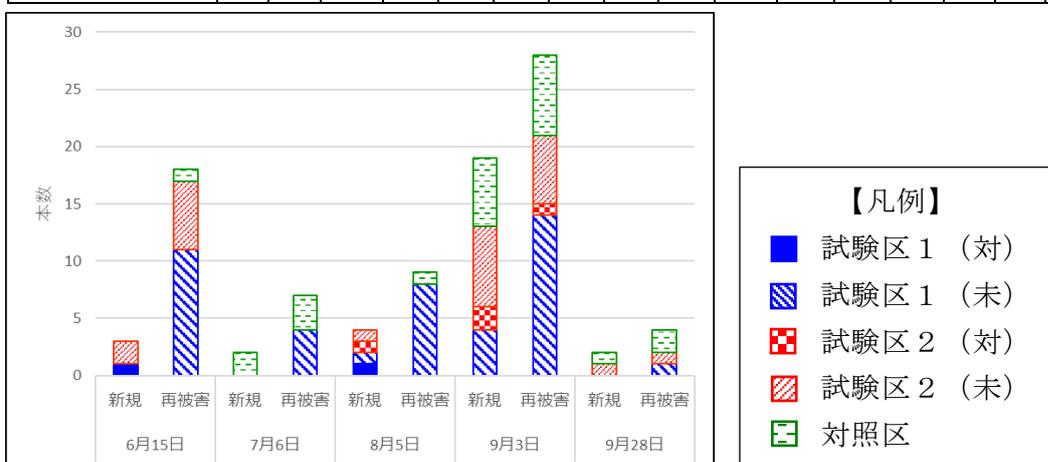


図2 クマ剥ぎ被害木の傾向

#### (4) 対策資材

##### ① 生分解性伸縮性テープ

調査の結果、メリットとして、「クマ剥ぎ対策として一定の効果はある」、「対策は比較的簡単で誰にでも可能」、「伸縮性のため、手で簡単に引きちぎることができる」、「経費はテープ代のみで、比較的安価」ということが確認できました。

一方、デメリットとして、「巻き付ける際にテープが伸びて弱くなることもある」、「胸高直径が大きくなるほどテープの巻き付けが大変」、「生分解性のため、伐採まで期間がある場合はまき直しが必要」ということが確認できました。

##### ② 生分解性獣害対策ネット

調査の結果、メリットとして、「クマ剥ぎ対策として一定の効果はある」、「対策は誰でも簡単にでき、作業効率も良い」ということが確認できました。

一方、デメリットとして、「巻き付ける際にカブサイシンに注意する必要がある」、「カブサイシンの成分は雨などで薄れていき、効果が低下する」、「資材費が高額となる」、「生分解性のため、伐採まで期間がある場合はまき直しが必要」ということが確認できました。

#### (5) センサーカメラ

5月中旬～9月末までの期間内に、多くの野生動物が確認できました（表5）。また、クマ剥ぎの動画撮影に成功しました。

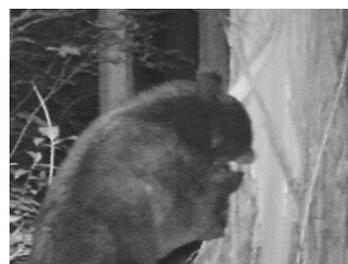


表5 センサーカメラで確認された回数

ツキノワグマ	カモシカ	サル	ウサギ	キツネ	タヌキ	テン	ニホンジカ
13回	43回	2回	2回	2回	2回	2回	2回

#### 4 考察

今回使用した資材は、どちらもクマ剥ぎ対策として効果があることが分かりました。

被害木の特徴としては、一度加害された立木は、複数回被害に遭う傾向にあることから、樹皮の内側が特に甘い木が狙われるのではないかと考えられます。また、被害箇所（最初に加害される部位）は斜面上部（山側）の場合が多いことから、山から下りてきて目につきやすく、楽な姿勢で樹皮剥ぎができるためではないかと考えられます。さらに、これまでは生長の良い優良木が加害される傾向にありましたが、幼齢木も被害に遭っていることから、除伐等の対象となる立木も狙われる可能性が高いと考えられます。

#### 5 今後の取組と課題

引き続き、本試験地の定期調査を行い、対策資材の効果の継続性、分解されるまでの期間の追跡や、現存するスギ人工林を維持しながら、ヒバ等のクマ剥ぎ被害に遭いにくい樹種の選定など、民有林での対策を推進していくため、より安価で効果の高い方法を検証していきます。また、小国町と協力して、民国連携したクマ剥ぎ対策を実施し、被害木を有効活用するため、同町で策定された「地域内エコシステムモデル構築事業」での活用を検討していきます。

# ナラ枯れ被害木の高付加価値販売への可能性について

秋田森林管理署 主任森林整備官 棚木幸次郎

## 1 はじめに

当署管内のナラ枯れ被害は、令和2年度において国有林だけでも約1万8千本となっていますが、伐倒処理できなかつたその多くが林内に枯死木として残されています。ナラ枯れ被害木の中には、通直なものや高齢級で大径のものが多数見受けられます。「もったいない」思いを抱きながら、これらについて、付加価値を高めて流通できないかと考え今回の研究発表のテーマとしました。健全木がカシノナガキクイムシによりナラ枯れ被害をうけると、図1の変遷を経て枯死木となります。今回は被害を及ぼす虫が潜在していない「過年度被害木」に注目しました。

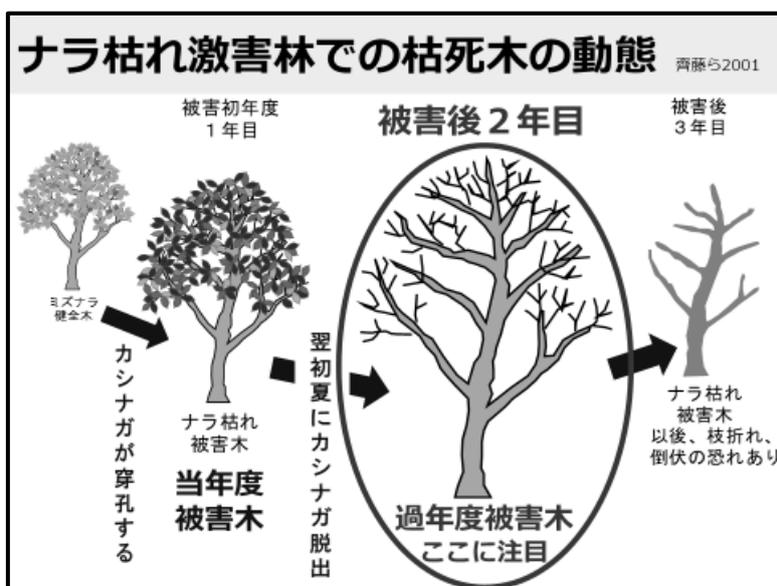


図1 ナラ枯れ被害林での枯死木の動態

## 2 問題点の洗いだし

過年度被害木の流通を妨げている問題点を3点に絞りました。

一つめは安全面です。過年度被害木であっても被害拡大につながるのではないかと

二つめは材質面です。腐朽・腐食による材質の劣化はどの程度か、また利用出来るものなのか？

三つめは風評面です。「被害木」だから使えないと思って最初からあきらめているのではないだろうか？

これらの問題は本当にダメなのか？一般材として流通できるのだろうか？その可能性についてそれぞれ検証しました。

### 3 検証結果

#### (1) 安全面

安全面については過年度被害木を過剰に危険視しているのではないかという仮説のもと、「ナラ枯れ被害対策マニュアル」等の参考文献、並びに東北5県のナラ枯れ被害材等の移動に関するガイドラインを確認しました。文献でカシノナガキクイムシのマスアタックが地上高2mまでに集中すること、羽化脱出が2年目夏までに完了することなどを確認しました。ガイドラインをとりまとめた図2からは各県とも当年度被害木の対処方法等、明記されていました。ほぼ共通することとして、一般材利用の言及が無いこと、流通については条件付きであることがわかりました。一方で、山形県のガイドラインでは「処理済材、羽化脱出が済んだ枯死木は「被害材」に含まれない」とされていました。羽化脱出に係る薬剤処理の手間暇を省きつつ、付加価値の高い木材流通の可能性がここにあることがわかりました。

<b>(1) 安全面</b>										
<b>○東北5県のガイドライン (被害材)</b>										
	利用方法	利用に伴う移動			販売先等への通知	短木処理	その他			
青森県	—	×			—	—	他県被害地域からの移動禁止			
岩手県	チップ、炭	燃料	△条件付き	時期	利用方法	○				
宮城県								○	キノコ原木利用禁止	
秋田県		ペレット 菌床用							—	
山形県		薪					—		○	処理済材、羽化脱出が済んだ枯死木は「被害材」に含まれない
<b>○ 処理済材、羽化脱出が済んだ枯死木「被害材」に含まれない (山形県)</b>										

図2 東北5県のナラ枯れ被害材等の移動に関するガイドライン

また、令和3年10月に行った秋田森林管理署広葉樹採材検討会の際、過年度被害木を試験採材しましたが、サンプルからはカシノナガキクイムシの新たな潜入痕や残留は確認されませんでした。後日行った当年度被害木の試験採材では、材の内部にカシノナガキクイムシの成虫・幼虫を多数確認しました。これらからすると「当年度」と「過年度」の違いは明らかで(図3)あり、過年度被害木の安全については問題ないのではないかと感じました。

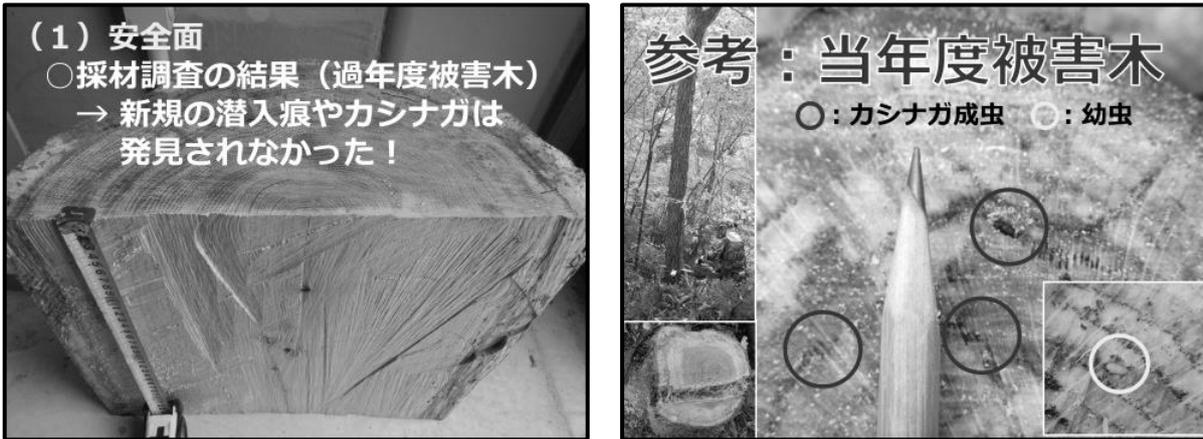


図3 安全面の比較

(2) 材質面

材質面について、まず穿孔状況では、一番玉（元玉）の辺材部で多数の穿孔痕が確認されました。2番玉を縦割りできなかつたので推測になりますが、側面のピンホール状態から2番玉以降の穿孔痕は、全く、或いはほとんど無いのではと思われました。このことから、2番玉以降や一番玉で心材部の大きい元玉については、利用できる可能性があるのではないかと感じました。また腐朽・変色等では、サンプル材の辺材部で変色が確認されましたが、心材部では著しい変色や腐朽は見られませんでした。採材を行った作業者からは、「通常のものより固い」との感想があり、十分な乾燥状態であることを確認しました。これにより、時期を選ばない伐倒や、原木納入から使用までの期間短縮などで、広葉樹利用にはむしろ有利になるのではと感じました。固さや色合いなどは、物性試験の結果を待たなければ判断出来ませんが、「材質面」や「品質面」は大丈夫なのではと感じました。（図4）

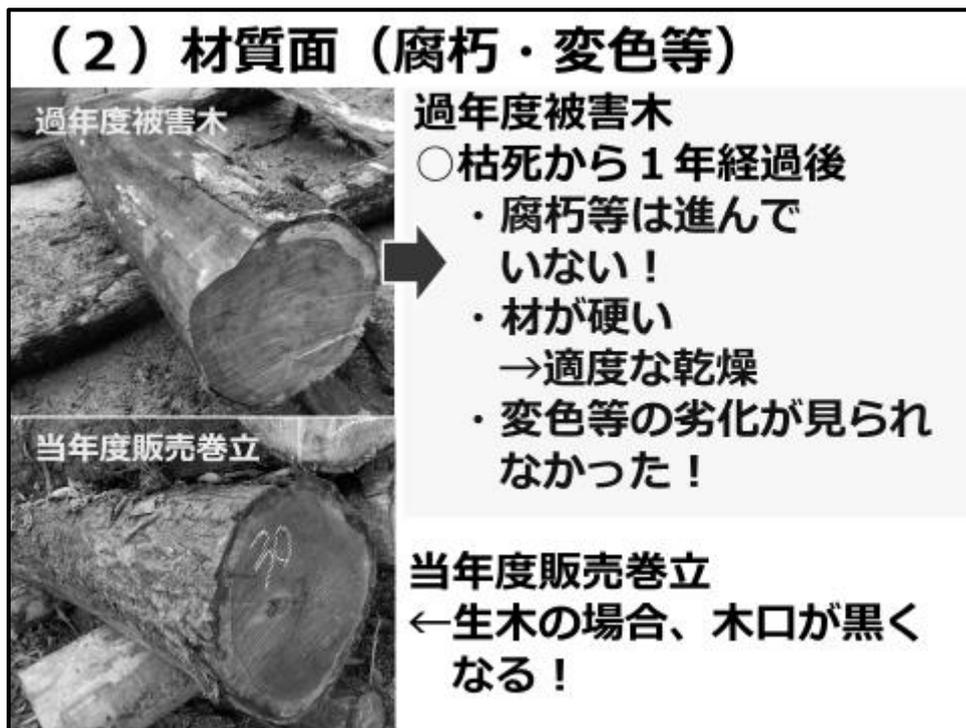


図4 当年度被害木と過年度被害木の比較（材質面）

### (3) 風評面

採材検討会の参加者からは「一般材として使えそうだ」という趣旨の意見がありました。また、市況調査においては、県内の木材市場でナラ枯れの過年度被害木と考えられる材が出材されているのを確認しました。関係者に風評被害がおよぶことを配慮して詳細な調査は行っていませんが、開札結果からは被害をうけていない一般材と遜色ない状況で取引されたことを確認しました。昨今、広葉樹材の引き合いは強いですが、ナラ枯れ材については主に風評被害を懸念し、市場関係者は手探りの状態にあることが分かりました。

また、被害木でも興味・関心を持っているのではないかという仮説のもと、県下の広葉樹業者（5社（うち有効回答4社））にアンケート調査を実施しました。過年度被害木の関心度については、4社で興味があるとの回答でした。懸念要素については、安全、材質、色、穿孔状況のほぼ全てに対する懸念があり、「全ての要素がクリアされない限り、製品化は難しい」という意見がありました。懸念事項が払拭された場合の一般材利用については、3社で「扱いたい」との回答でした。この結果から、私たちが思う以上に過年度被害木について興味・関心があることがわかりました。（図5）アンケート調査で過年度被害木に「興味がある」と回答のあった管内の1社に出向く機会がありましたので、採材サンプルを持参の上で聞き取り調査を行いました。主な意見は次のとおりです。

- ・心材部までピンホールがあるものは、当社の製品として扱えない。
  - ・被害木と思われるものを試しに製材したところ、生地仕上げをする製品には使えなかった。
  - ・「今日の採材サンプルのような色合いや穿孔状況では、価格次第ではあるが、一般材利用は可能ではないか」
  - ・「被害材」であることを明記して出材があれば状態を見て購入したい。
- 以上のように、一般材利用に前向きな意見がありました。

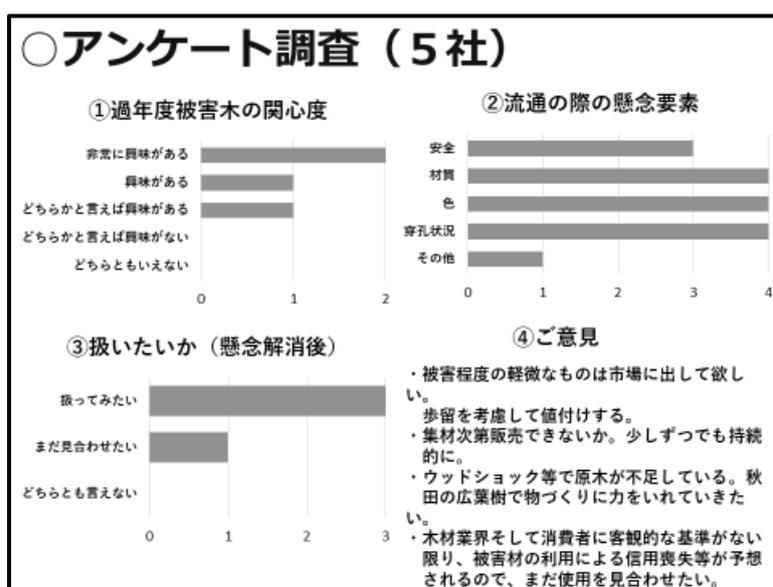


図5 アンケート調査結果

### (4) まとめ

過年度被害木は材の内部にカシノナガキクイムシがないことから、さらに確認する  
必要がありますが、ここから被害がまん延する危険性は認められませんでした。また、著  
しい穿孔被害を受けていない部材については、十分に通用するのではないかと  
いう展望を持ってました。風評面は、すぐに解決できるものではありませんが、  
安全面や材質面に問題がなければ、「やがて解決するのではないか」という期待が  
持てました。しかし、「ナラ枯れ被害木」への見方は厳しく、懸念事項をどのよ  
うに払拭するかという課題が明らかになりました。以上の点を総合すると、過  
年度被害木は、解決する課題はありますが、材の用途によっては一般材とし  
ての利用の可能性が高いものと思われました。

#### 4 今後への期待

ガイドラインを踏まえつつも、どのようなケースなら過年度被害木の出材が  
可能か、これまでに触れてきた安全面、材質面、風評面の順に一步踏み込んで  
みました。安全面では、しかるべき機関が過年度被害木について「安全宣言」  
のようなものが表現できないかです。材質面では、出荷側、利用側双方の  
材質基準を見極める必要があるのではないかと思います。風評面では、時間  
は掛かりますが、過年度被害木の利用実績を積み重ねる中で、材質、歩留  
まり、規格、用途等のルールを広く定着できないかです。

供給側が安全面・材質面を見定めた材を出材することによって、風評面の  
懸念事項解消につながる糸口が見えました。地域では、依然として広葉樹材  
需要が逼迫している状況にあります。そうした中で、過年度被害木がユー  
ザーの理解と協力のもとに受け入れられれば、「燃やす」以外の新たな供  
給源となる可能性となります。資源の有効活用の観点から高付加価値販  
売への道が開けていくことを期待しています。(図6)

**広葉樹材需要が  
逼迫している中で...**

- 「ナラ枯れ被害材」ユーザーに  
受け入れられる素地が出来れば...
- 新たな広葉樹材の供給源と成り得る  
可能性あり！

**資源の有効活用の観点**

**高付加価値販売への  
道が開けていくこと  
を期待したい！**



図6 高付加価値販売への道が開けていくことを期待したい

## 5 参考文献

- (1) 林野庁ホームページ（森林整備部研究指導課森林保護対策室）
- (2) ナラ枯れ被害材の移動・活用に関するガイドライン（秋田県農林水産部）
- (3) ナラ枯れ被害材の利用に関するガイドライン（宮城県森林整備課）
- (4) 青森県マツ類及びナラ類の伐採・移動・利用に関する留意事項（青森県農林水産部林政課）
- (5) ナラ枯れ被害材等の移動に関するガイドライン（岩手県農林水産部森林整備課）
- (6) ナラ枯れ被害材の利用に関するガイドライン（農林水産部森林ノミクス推進課）
- (7) ナラ枯れ被害木の短木処理によるカシノナガキクイムシの駆除効果  
大橋章博・佐藤公美、岐阜県林業センター研究報告 42（2013）
- (8) ミズナラ枯損木の丸太の大きさに伴うカシノナガキクイムシの穿入孔数の違い  
西村正史・森靖弘・成田英隆、富山県林業センター研究報告 18（2005）
- (9) ナラ枯れの概要と対応について（茨城県林業技術センター）
- (10) 減らそうナラ枯れ！増やそう菌床しいたけ！ナラ枯れ拡大防止とナラ材利活用の取り組み（秋田県山本地域振興局）
- (11) ナラ枯れ被害と被害対策（山形大学 齊藤正一）
- (12) ナラ枯れ被害量ゼロにした石川県の防除戦略と樹幹散布法（石川県農林総合研究センター林業試験場 江崎功二郎）

# スギの開花に伴って林地に供給される窒素, リン供給量

秋田県立大学 生物資源科学研究科 生物資源科学専攻 ○齊藤真紀  
教授 星崎和彦  
准教授 早川敦

## 1 はじめに

森林土壌には森林生態系内外から養分が供給されます。主な経路は、落葉落枝などのリターフォール、降水、ガス(SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>など)、エアロゾルなどです。特にリターフォールは、微生物による分解によって森林土壌における養分供給に大きく貢献しており、森林生態系を維持する基本的なプロセスとして位置づけられています。

これまでリターフォールを通じた養分供給に関する先行研究では、リター供給量で大部分を占める葉リターが重要視されてきました。その一方で花リターやその他リター画分についてはあまり考慮されていません。しかし、花リターは春先のリター供給量の30~40%を占めること(Lee et al. 2011)や、ブナやミズナラでは花リターのほうが葉リターよりもC/N比が低く、窒素(N)、リン(P)含有率(%)が高いという報告があります(河田・丸山 1986; Wang et al. 2016)。そのため、花リターはN・P循環に貢献しているのではないかと考えました。

また風媒花は小型で軽量な花粉を大量に生産します。そのため春先の開花によって、生態系内外に大量の花粉が飛散されます。湖沼生態系において、花粉は水面落下後すぐに分解して、水面に栄養塩を放出することから、重要な栄養塩の供給源とされています(Greenfield 1999; Webster et al. 2008; Röesel et al. 2012; Masclaux et al. 2013)。森林生態系も同様に、花粉がN・P循環に貢献している可能性があります。しかし陸上生態系において花リター由来と花粉由来のN・P供給量を同時に算出した知見はありません。

以上より、花リターと花粉が森林土壌へのN・P供給に寄与しているのではないかと考えました。本研究では風媒花であるスギに着目し、秋田市仁別に近い太平八田県有林(以下仁別スギ林)において、花粉もあわせて林地への花由来のN・P供給量を評価することを目的としました。具体的には、以下の2つの問いに答えていきます。(1) 花リターと花粉はいつ、どの程度供給されているのか、(2) 花リターと花粉由来のN・P供給量はどの程度か、葉リター由来の供給を含めて全体の何割を占めるのか?

## 2 取組・研究方法

葉リター、花リター、花粉それぞれのN・P含有率(%)を測定しました。NCアナライザー(NC-22F、SUMIGRAPH)を用いてリターおよび花粉の全炭素(T-C)、全窒素(T-N)の含有率(%)を分析しました。分析結果から葉リター、花リターおよび花粉に含まれるT-C含有率(%)、T-N含有率(%)およびC/N比を算出しました。また、モリブデン・ブルー法を用いてリターおよび花粉の全リン(T-P)の含有率(%)を分析しました。分析結果から葉リター、花リターおよび花粉のT-P含有率(%)を算出しました。

仁別スギ林においてリタートラップ観測(25個)を行い、林地に供給されるリター

フォール(葉リター、枝リターおよび花リター)の乾重量を算出しました。リターフォールの回収期間は2019年12月から2020年11月で、トラップ内に捕集される内容物を月1回回収しました。ただし現地が積雪に覆われる12月から3月上旬の期間は回収を行わず、3月下旬にまとめて回収しました。トラップの面積は0.50 m<sup>2</sup>、25個のトラップは林内に規則的(10 m間隔)に設置し、冬季期間を除き、地上1.0 mから1.3 mの高さに設置しました。冬季期間は直径50 cmのタライを地面に置き、タライに0.25 m<sup>2</sup>のトラップを固定しました。

花粉については、開花実験とリタートラップへの花リター乾重量を組み合わせ、花粉の供給量を推定しました。2020年3月上旬に小泉瀉公園および仁別スギ林に行き、開花寸前の雄花がついている枝を1個体あたり3本程度、3-4個体(枝6-12本程度)採取しました。ビンに60 cm程度の枝を1-3本差し、アクリルケース内に入れ、恒温室(25度)に2週間程度置きました。アクリルケース内に乾燥した空気を取り込むため、ファンをアクリルケースに取り付けました。花リター重量に対する花粉重量の比(花粉/花リター)を推定して、花リター1 gあたりの花粉量を算出しました。

林地に供給されるリターフォール(葉リター、枝リターおよび花リター)の乾重量から1 haあたりの乾重量を求めました。次に、1haあたりの花リターの乾重量にT-N含有率(%)、T-P含有率(% )を掛け合わせることで花リター由来の林地へのN・P供給量を求めました。2019年12月から2020年11月に供給される花リターの乾重量に、開花実験から得られた花リター1 gあたりの花粉量を掛け合わせて1 haあたりの花粉供給量を求めました。1 haあたりの葉リター供給量にT-N含有率(%)、T-P含有率(% )を掛け合わせることで葉リター由来の林地へのN・P供給量を求めました。花粉およびその他リター画分も同様の方法で林地へのN・P供給量を算出しました。

### 3 結果

N含有率(% )において、花リター(1.0 %)は葉リター(0.5 %)の2.0倍、花粉(0.8 %)は葉リターの1.5倍でした。P含有率(% )は、花リター(0.17 %)は葉リター(0.03 %)の5.9倍、花粉(0.14 %)は葉リターの5.0倍でした(図1)。またC/N比は葉リターが108と最も高く、次いで花粉(62)、花リター(53)と続きました。C含有率(% )は葉リター、花リターが花粉と比較してやや高いものの、50 %前後でした。

葉リターは12月-3月の積雪期間と11月に供給のピークが見られ、1年間に2.0 Mg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>供給されました。花リターは4月-5月にピークが見られ、1年間に0.36 Mg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>供給されました。その他リター画分は球果(98 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>)、樹皮(62 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>)、枝リター(34 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>)、その他(85 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>)でした(図2)。

開花実験から得られた花リター1 gあたりの花粉量は0.40 gでした。花リターの供給量から花粉の供給量を算出したところ、花粉の供給量は146 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>でした。

全リターと花粉の年間供給量は2.82 Mg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>でした(図3-a)。供給量の内訳は、葉リターが71 %と最も大きな割合を占め、続いて花リター(13 %)、花粉(5.2 %)、その他(3.9 %)、球果(2.2 %)、枝リター(1.2 %)の順でした。年間のN・P供給量は15.8 kg N ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> (図3-b)、1.41 kg P ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> (図3-c)でした。N供給量の内訳は、葉リター由来が64 %と最も大きな割合を占め、花リター(23 %)、花粉(7.5 %)、球果(2.2 %)、樹皮(1.7 %)、枝リター(0.9 %)の順でした。一方、P供給量の内訳は花リター由来が42 %と

最も大きく、続いて葉リター(40%)、花粉(15%)、球果(1.6%)、樹皮(0.9%)、枝リター(0.5%)の順でした。

#### 4 考察・結論

これまで林床へのN・P供給源は葉リターや枝リター由来と考えられてきました。しかし本研究では花リターと花粉に着目し、花リターと花粉由来のN・P供給量を算出しました。その結果、葉リター、枝リター、花リターおよび花粉由来N・P供給量は、葉リターと枝リターのみのN・P供給量と比較すると、N供給量は1.5倍、P供給量は2.4倍あることが分かりました。また、花リター由来と花粉由来のN・P供給量を合わせた花由来のN・P供給量は、 $5.0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ 、 $0.81 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ でした。これは全体のN供給量の31%、P供給量の57%を占めます。このことから花由来のN・P供給量は、従来の考えられていた以上に、林床へのN・P供給量において大きな割合を占めていることが分かりました。従来の研究で花由来のN・P供給量が過小評価された理由として、花粉由来のN・P供給量を考慮していなかったこと、花リターがその他リター画分(種子や球果を含める)として求められ、花リター由来のみのN・P供給量が求められてこなかったことが考えられます。また花粉と花リターのN・P供給量を比較すると、花粉よりも花リターの寄与が大きかったです。その要因として、花リターの供給量が花粉の2.5倍であること、花リターのN・P含有率(%)が花粉よりも富むことが考えられます。

葉リターは12月-3月の積雪期間と11月に供給のピークが見られ、花リターは4月-5月に供給のピークが見られました(図2)。先行研究でスギの花粉は3月下旬から4月に供給されることが分かっています(齋藤1995)。このことから、スギの葉リターは11月-3月の積雪期間、花粉は3月下旬-4月の開花期、花リターは4月-5月の開花期後に供給されると考えられます。また、花リターや花粉は葉リターよりも短期間に集中して供給されました。

リターの質の違いは分解過程と養分の無機化に決定的な影響を及ぼすため(Brendse 1998; Bowman et al. 2004)、葉リターよりもC/N比が低かった花リターは、易分解性のリターであると考えられます(図1)。また花粉は水面落下5日後に可溶性のNとPを放出する(Röesel et al. 2012)ことから易分解性であると考えられます。そのため、開花によって葉リターよりも分解が容易なN・Pが、林地に春に多く供給されていると考えられます。ただしC/N比は分解のしにくさの指標にすぎません。本質的な分解速度を測定するためには、リターバック実験をする必要があります。

スギの開花結実には豊作年と凶作年とが交互に表れる隔年結実という現象が知られています(齋藤1995)。本調査地においても、本研究の2020年は花リター供給量が $363 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ であった一方、2021年はわずか $47 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ でした。したがってスギ林では、年によってN・P供給量が大きく変動する可能性があります。年ごとのスギ雄花生産量には、気象条件が強く影響することが分かっており(山崎ら1979; 中原ら1991)、2021年が凶作となった理由として、前々年、前年の雄花着花量が平年並みであったこと(環境省2019)、前年夏の日照時間が少ないこと(気象庁2020)などが考えられます。また、葉リターの年変動も大きいです(金子ら1997)。そのため、本研究の林分による花リターおよび花粉のN・P寄与の違いが樹種、林齢、リター量などの要因と関与しているのか今後も調査する必要があります。

## 5 参考文献

- [1] Lee YC, Nam JM, Kim JG. 2011. The influence of black locust (*Robinia pseudoacacia*) flower and leaf fall on soil phosphate. *Plant and Soil* 341:269-277.
- [2] 河田弘, 丸山幸平. 1986. ブナ天然林の結実がリターフォール量およびその養分量に及ぼす影響. *日本生態学会誌*. 53:231-238.
- [3] Wang J, Xu B, Wu Y, Gao J, Shi F. 2016. Flower litters of alpine plants affect soil nitrogen and phosphorus rapidly in the eastern Tibetan Plateau. *Biogeosciences* 13:5619-5631.
- [4] Greenfield LG. 1999. Weight loss and release of mineral nitrogen from decomposing pollen. *Soil Biology and Biochemistry* 31:353-361.
- [5] Webster EA, Tilston EL, Chudek JA, Hopkins DW. 2008. Decomposition in soil and chemical characteristics of pollen. *European Journal of Soil Science* 59:551-558.
- [6] Rösler S, Rychla A, Wurzbacher C, Grossart HP. 2012. Effects of pollen leaching and microbial degradation on organic carbon and nutrient availability in lake water. *Aquatic Sciences* 74:87-99.
- [7] Masclaux H, Perga ME, Kagami M, Desvilettes C, Bourdier G, Bec A. 2013. How pollen organic matter enters freshwater food webs. *Limnology and Oceanography* 58:1185-1195.
- [8] 齋藤秀樹. 1995. 林学からみたスギ花粉症 森林の花粉生産を中心に. *耳鼻咽喉科臨床補冊*. 76:6-19.
- [9] Berendse F. 1998. Effects of dominant plant species on soils during succession in nutrient-poor ecosystems. *Biogeochemistry*. 42:73-88.
- [10] Bowman WD, Steltzer H, Rosenstiel TN, Cleveland CC, Meier CL. Litter effects of two co-occurring alpine species on plant growth, microbial activity and immobilization of nitrogen. *Oikos*. 104:336-344.
- [11] 山崎太, 水野瑞夫, 信太隆夫, 清水章治. 1979. 花粉症起因花粉の研究(第1報) スギ花粉飛散数の早期予測について. *日本アレルギー学会誌*. 28:732-737.
- [12] 中原聡, 小笠原寛, 吉村史郎. 1991. 最近6年間のスギ空中花粉数の日内変動と気象. *日本花粉学会誌*. 37:67-74.
- [13] 環境省. 2019. 令和元年度スギ雄花花芽調査の結果及び「花粉症環境保健マニュアル」の改訂について. <https://www.env.go.jp/press/107587.html>, 2022年2月21日確認.
- [14] 気象庁. 2020. 過去の気象データ. [https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly\\_s1.php?prec\\_no=32&lock\\_no=47582&year=2020&month=&day=&view=g\\_tem](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s1.php?prec_no=32&lock_no=47582&year=2020&month=&day=&view=g_tem), 2022年2月21日確認.
- [15] 金子信博, 片桐成夫, 山下博, 北岡直樹, 富永明良. 1997. 島根大学三瓶演習林におけるスギ人工林のリターフォール量の長期年変動. *島根大学生物資源科学部研究報告* 2:7-13.

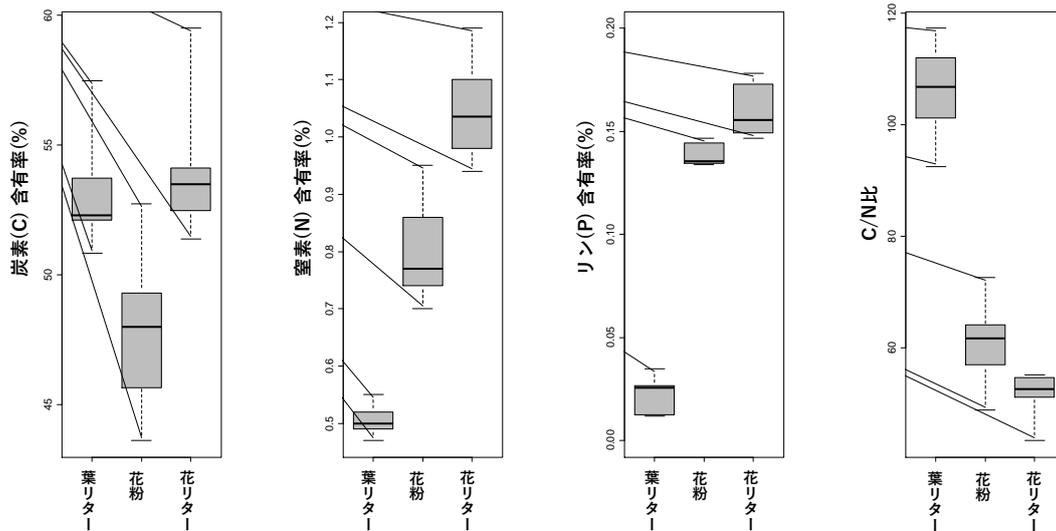


図 1： 葉リター、花粉、花リターの炭素(C)、窒素(N)、リン(P)含有率(%)および C/N 比

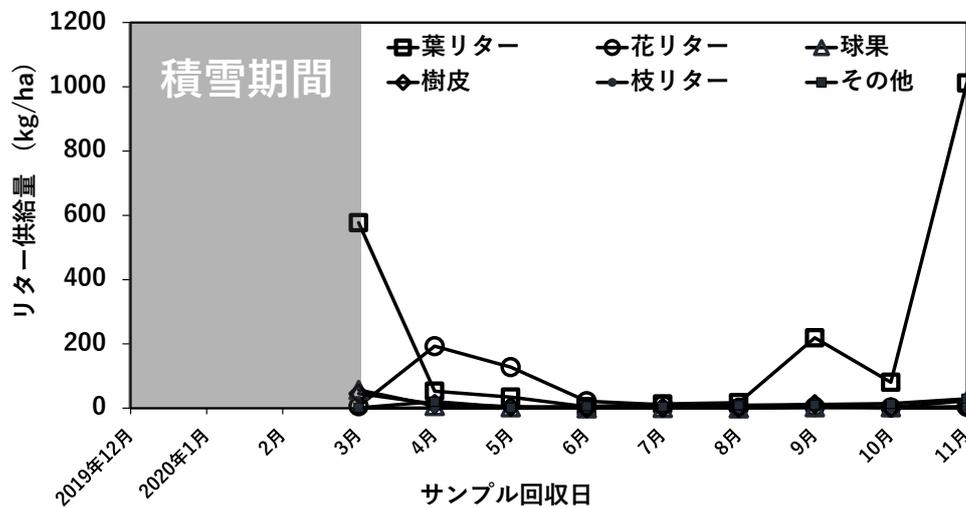


図 2： リター供給量の季節変化

12月から3月上旬の積雪期間は回収を行わず、3月下旬にまとめて回収した。

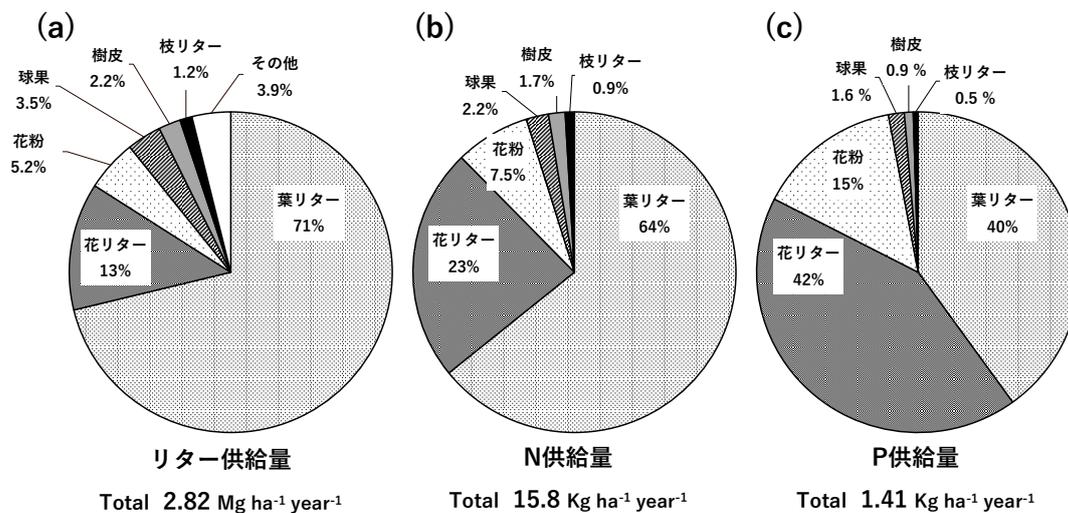


図 3： リターおよび花粉の供給量内訳

(a)は年間リター供給量、(b)は年間 N 供給量、(c)は年間 P 供給量の内訳