

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

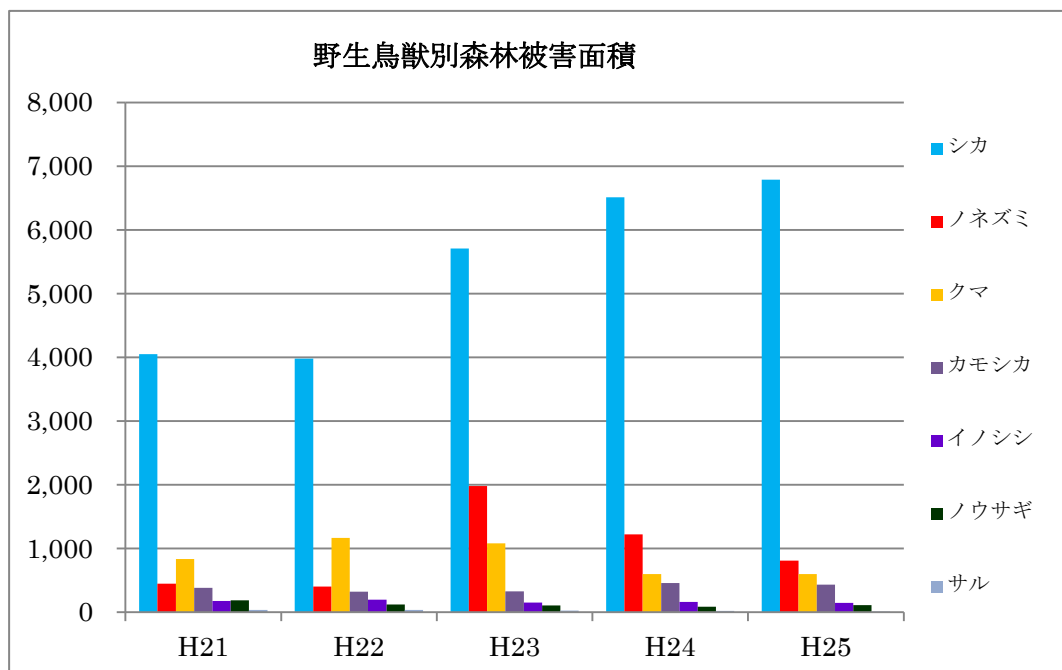
津軽白神森林生態系保全センター 一般職員 ○久保翔太郎
生態系管理指導官 鈴木修
藤里森林生態系保全センター 専門官 阿部耕士

1. はじめに

現在、全国的にニホンジカの生息数・生息域が拡大している。ニホンジカは群れで行動し繁殖力が強いことから爆発的に頭数が増えるという特徴があり、食害による農林業被害や生態系への影響が各地で報告されている。

野生鳥獣による森林被害面積（H25）は8,895haであるが、その内ニホンジカによる被害は6,789haと全体の約76%を占め、さらに今後も増加する可能性がある。（表1）

白神山地世界遺産地域周辺でも近年目撃情報が増えており、今後ニホンジカが遺産地域に生息し頭数を爆発的に増やすことになれば、白神山地の生態系への重大な影響が懸念される。このことを受け、林野庁、環境省、青森・秋田両県で構成される白神山地世界遺産地域連絡会議ではセンサーカメラを使用しニホンジカの監視を実施することとし、初年度であるH26年度は林野庁が45台（青森側：津軽白神センター22台 秋田側：藤里センター23台）、環境省が23台のカメラを使用し、監視を行った。



（表1）林野庁統計資料

2. 調査方法

監視には熱を感知するカメラ2機種を使用した。(図1)

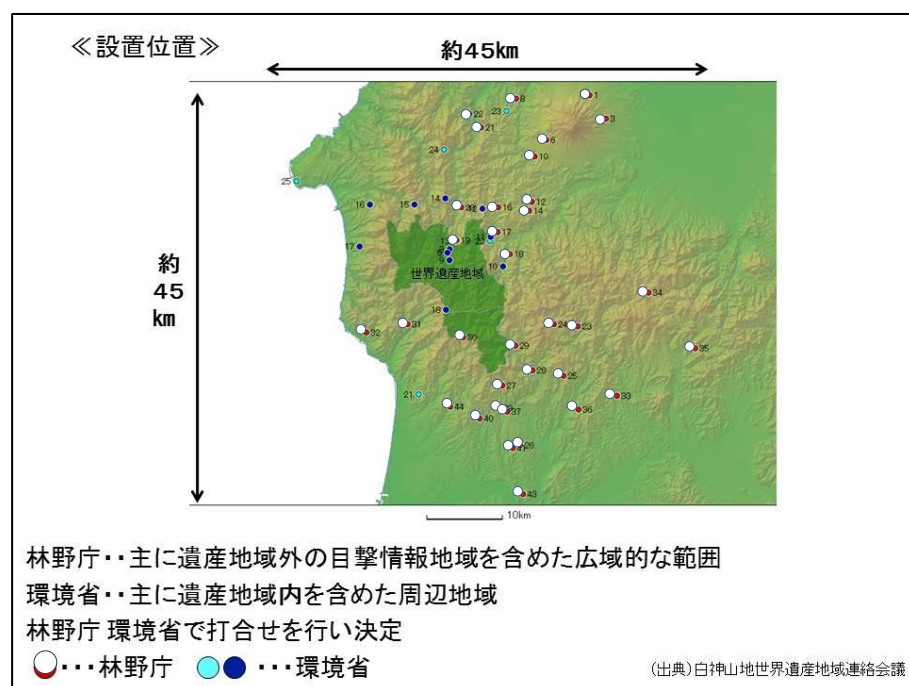
設置は、林道沿いや森林作業道沿いの立木 1.2m～1.5mの高さに設置し、カメラの角度がやや下向きの $-5^{\circ} \sim -10^{\circ}$ になるよう枝等を挟み調整した。また動物を長く捉えることができるよう、道路方向に対してカメラを斜めにセットした。

《使用機器》 TREL 10J 25台 ・メリット メンテナンスが容易 電池の持ちが良い ・デメリット 夜間カラー撮影不可 夜間の撮影範囲が狭い		 
FieldnoteDUO 20台 ・メリット 夜間カラー撮影可能 ・デメリット メンテナンスが面倒 樹木等の葉の動きに反応しやすい		 

(図1)

設置位置については、過去にニホンジカが目撃された地域に重点を置き、効果的な配置となるよう環境省と打合せを行い最終決定をした。(図2)

林野庁では5月中旬から順次カメラの設置を進め、6月までに全台数の設置を完了し11月末日まで監視を行った。



(図2)

3. 結果

監視対象であるニホンジカは撮影されなかった。

一方で今回のように広範囲な調査により、数多くの動物が撮影され白神山地の豊かな生態系の一端を確認できた。

なお、あまり多くは撮影されなかったが、世界遺産周辺地域においてアライグマなど外来生物の生息を確認した。(図3)



(図3)

4. 課題

監視中の課題として、夜間に撮影された画像はモノクロで撮影されることから、ピントが合わない、動物の体の一部しか撮影されていないものが多く、同定が困難であった。

そのため試験的にカメラ1台を動画撮影に切り替えモニタリングを行った。

結果として、動画での撮影は歩き方などの行動も把握でき、圧倒的に情報量が多いため同定が比較的簡単に行える事が分かった。

一方で、データのチェックに時間がかかり、バッテリーの消耗も早まるため、カメラのメンテナンスを行う間隔が短くなるなどのデメリットが考えられる。

5. 白神山地周辺におけるニホンジカ目撃情報

林野庁が今回の調査とは別用途の委託調査用として設置していたカメラと、環境省がニホンジカ監視用として設置したカメラでそれぞれニホンジカとみられる個体が撮影された。

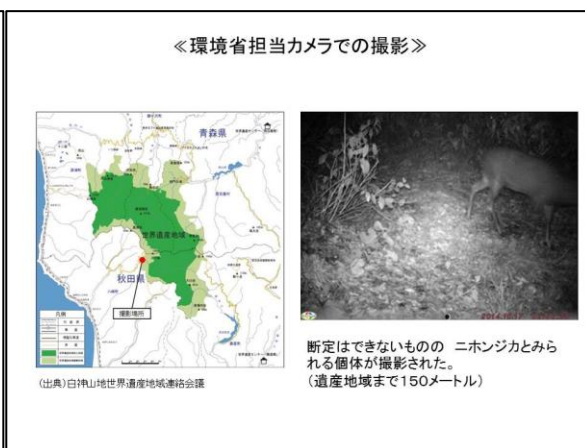
林野庁は青森県深浦町追良瀬川上流部でオスのニホンジカ(図4)を、環境省は秋田県八峰町で、頭部が映っていないため断定はできないもののニホンジカとみられる個体(図5)を撮影した。

いずれも世界遺産地域まで約150mときわめて近い場所での撮影となった。

(図 4)



(図 5)



ニホンジカによる事故も発生している。

11月21日青森県深浦町で農道を走行中の車両にニホンジカが衝突し事故死した。

また、今年度青森・秋田両県に寄せられた両県全域のニホンジカの目撃情報は、青森県は38件で43頭 秋田県は29件で36頭となっており、2013年度と比較し約4倍となっている。

6. 考察

監視強化の初年度から白神山地への進入の証拠が見つかる結果となり、広域的に見ても青森県・秋田県へのニホンジカ進入が進行している事を裏付ける結果となった。

この事を踏まえ、来年度以降のカメラの設置場所、設置方法の再検討を行い、より正確な実態把握を行いたいと考える。

具体的には有識者で構成される白神山地世界遺産地域科学委員会のご助言、また関係機関と連携を図りながら、カメラの増設や今年度設置が少なかった深浦町方面へのカメラ設置、画像撮影・連写機能・動画撮影を活用したモニタリング等を行う。

7. 終わりに

当センターとしては、今回の調査により撮影された画像や動画を有効活用し、白神山地の貴重な生態系を多くの方々に伝えていきたい。

その上でニホンジカ対策の必要性について理解を深めていただき、目撃情報の提供の呼びかけを行うなど、地域・県民一体となった取り組みへとつなげていきたい。

クマ剥ぎ被害防除への取組－対策とコスト縮減に向けて－

独立行政法人森林総合研究所森林農地整備センター東北北海道整備局

○能登 忠博 松村 伸治

1 はじめに

当整備局管内では、近年、ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) (以下「クマ」) による造林木の樹皮を剥ぎとる被害 (以下「クマ剥ぎ被害」) が青森県下北半島や宮城県南部、山形県南部で発生している。被害面積は、年々増加しており、被害木は腐れなどにより材質の低下をもたらすとともに、広範囲で枯損した場合は水源林としての公益的機能の低下を招く恐れがある。(写真 1)

このことから、当整備局としては、水源林造成事業の目的である水源涵養機能などの公益的機能の持続的な発揮を確保するため、クマ剥ぎ対策に取り組むこととし、平成 22 年度より、資材の耐用年数が長く、長期的なコストも安く、そして設置が比較的簡単である「ロープ巻」による防除を試行的に実施している。(写真 2, 表 1)

今般、宮城県白石市においてロープ巻設置後 3～4 年経過した 2 カ所の造林地で現地検証を実施したところ、被害率 1.0% 以下となり高い割合で防除効果を発揮していることを確認した。(表 2)



写真 1 クマ剥ぎ被害状況



写真 2 ロープ巻実施状況

表 1 防除法別資材費一覧

防除法	耐用年数 (年)	資材費 (円)	人件費等 (円)	計 (円/本)	10年間 (円/本)	備考
忌避剤	1	221	194	415	4,152	ヤシマレント全周
枝打ち・間伐	5	0	642	642	1,284	枝条を幹に立てかける
ネット巻き	10	300	228	528	528	サブリガードなど
袋巻	5	100	116	216	432	臭い付き
テープ巻き	3	10	86	96	320	スズランテープなど
ロープ巻き	10	20	124	144	144	KPロープなど
ウイリー	5	435	80	618	1,236	

(青森県産業技術センター林業研究所試算)

表 2 ロープ巻実施後の被害率

調査団地名	馬頭山 1 (宮城県白石市)	神楽石 (宮城県白石市)
実施年度	平成 22 年度 (4 年前)	平成 23 年度 (3 年前)
調査面積	3.00ha	3.00ha
調査対象木	3,200本	3,000本
被害本数	32本	14本
被害率 (平成 26 年度現在)	1.0%	0.5%

このロープ巻防除方法は、十分高い防除効果を発揮していると考えるが、今後更に防除面積が増加することが見込まれるため、コストの縮減が大きな課題となっている。このため、実施本数と巻数に着目し、ロープ巻を実施していないクマ剥ぎ被害地における現地調査結果を元に、防除コストの改善について検討を行うこととした。

2 研究の方法

(1) 調査地（ロープ巻を実施していないクマ剥ぎ被害造林地）

宮城県大和町 スギ ． 25 年生 6.30ha（壇ノ下（2）造林地）

(2) 調査方法

- ア 被害木の位置情報を GPS により取得
- イ 被害木の胸高直径を測定
- ウ 被害木の被害剥ぎ始めの高さを測定

3 研究の結果

(1) 被害木の分布

被害木は人工林の林縁部分（広葉樹帯付近）に多く分布している傾向がみられ、林縁の広葉樹帯から 30m 以内の範囲に本数率で全体の 82% が集中していた。（図 1、図 2）

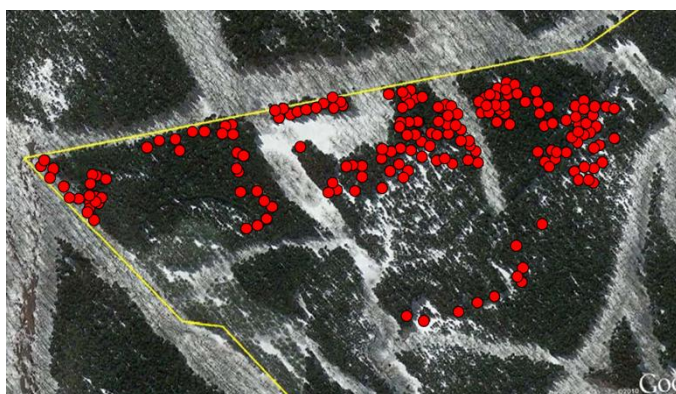


図 1 被害木分布図

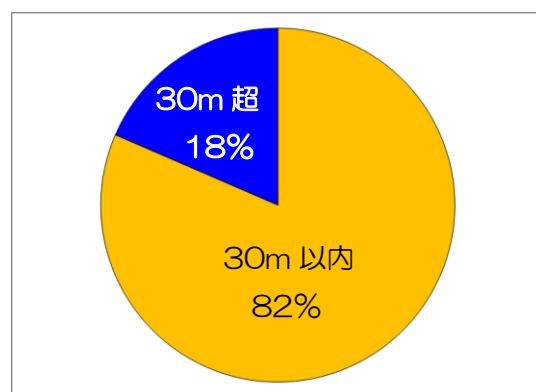


図 2 林縁から 30m 以内の本数割合

(2) 被害木の径級

調査地を調査したところ、その胸高直径は、8cm から 24cm に全体の 93% が分布し平均は 18cm であった。（図 3） このうち、胸高直径別に被害木の発生割合の傾向を見てみると、平均 18cm よりも小さい径級に被害木は全く無く、大きい径級にクマ剥ぎ被害が集中していた。（図 4）

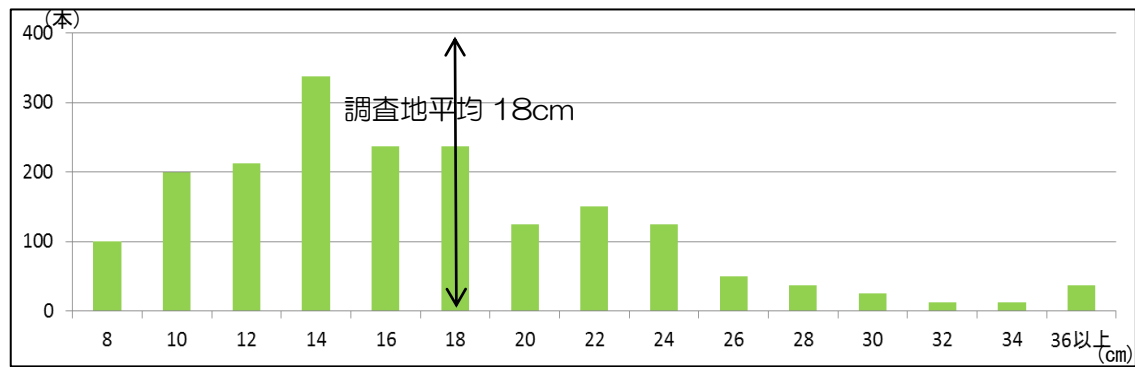


図 3 胸高直径別本数（調査地）

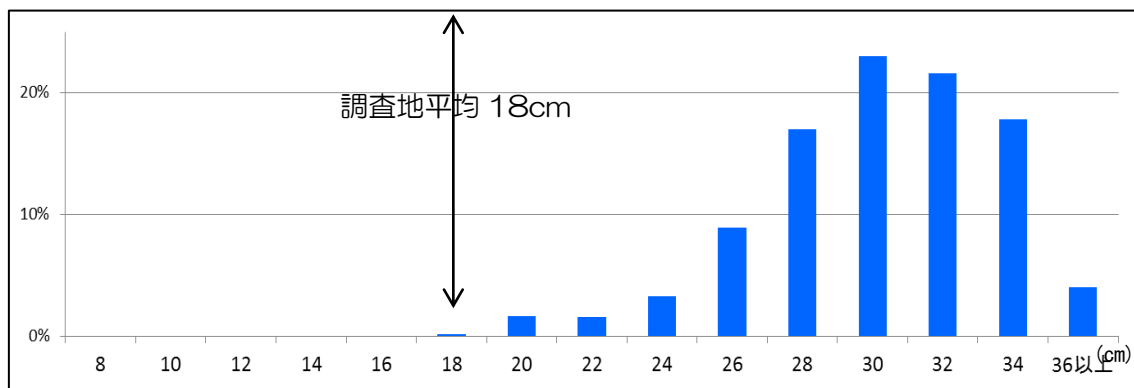


図 4 胸高直径別被害木の割合

(3) 剥ぎ始めの高さ

剥ぎ始めの高さは全体の 98% が地際 70cm 以下に集中していた。

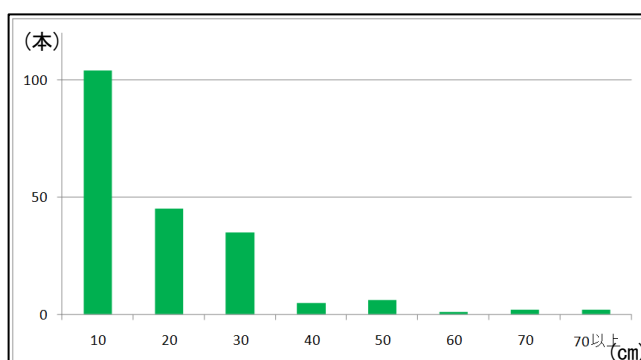


図 5 剥ぎ始めの高さ別本数

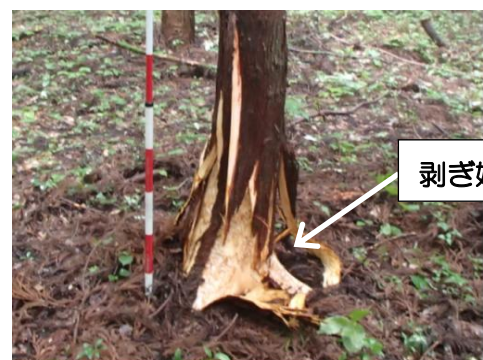


写真 3 剥ぎ始めの高さ

4 考察

(1) 実施本数削減案（図 6）

ア 林縁型

被害木の分布の傾向から、ロープ巻実施を林縁の広葉樹帯から 30mのみ実施する方法を検討した。これにより実施本数割合は、従来の全木ロープ巻を実施する（全木型）の実施本数割合を 100%とした場合、実施本数割合は 84%まで削減することが可能である。

イ 選木型

被害木の径級の結果から、ロープ巻実施を主伐木（優勢木）のみ実施する方法を検討した。これにより実施本数割合を 50%まで削減することが可能と算出した。

ウ 収穫時期までクマ剥ぎ被害に遭う可能性

以上、二つの削減パターンについて将来の収穫時期までにクマ剥ぎ被害に遭う可能性を考慮した場合、林縁型では林縁以外の優勢木はロープ巻を実施していないため、被害に遭う可能性が高くなり、将来的な収益が見込めないことが懸念されるため今回の本数削減案としては、選木型により検討することとした。

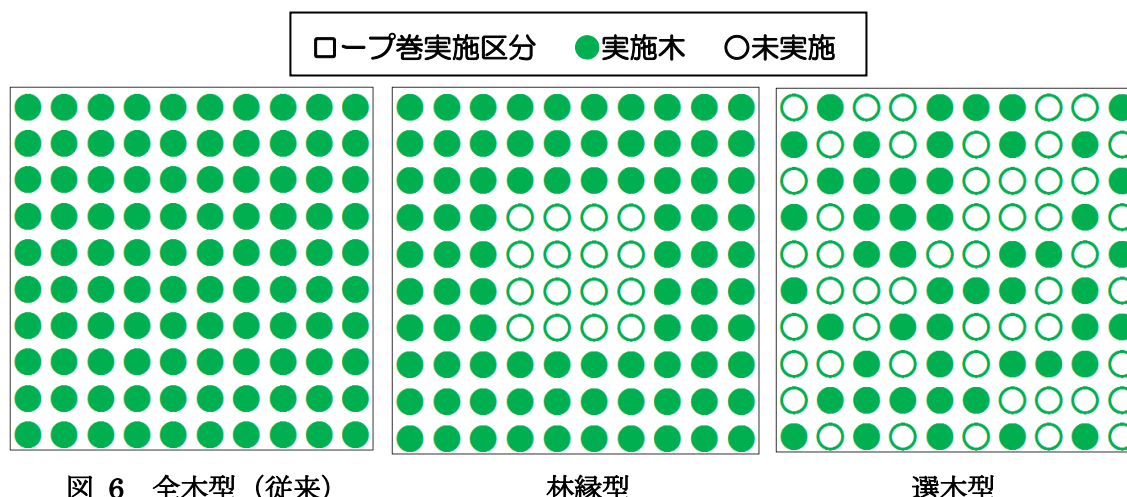


図 6 全木型（従来）
(2) 巻数削減案（図 7）

林縁型

選木型

ア 2巻型

剥ぎ始めの高さの調査結果からクマが地際近くから樹皮をはぎ取ることが判明したため、ロープ巻実施を地際から 70cm 以下のみ実施する二巻型を検討した。これにより実施巻数割合は、従来の 4 巻を実施する方法（4 巻型）の実施巻数割合を 100%とした場合、実施巻数割合を 50%まで削減することが可能である。

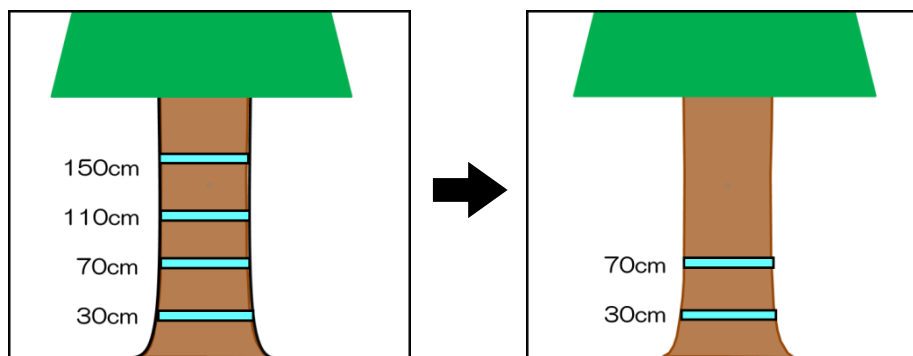


図 7 4巻型(従来)

2巻型

(3) 資材コスト削減モデル

以上の検討結果を元に実施本数と巻数のそれぞれの削減案を組み合わせた①全木＋4巻型（従来型）、②選木＋4巻型、③全木＋2巻型、④選木＋2巻型に区分し、「資材コスト額削減モデル図」を作成した。（図8）

この四区分の資材コストを比較したところ、従来の全木＋4巻型を100%とした場合、最大で④選木＋2巻型を実施することによって、資材コストを25%まで削減することが可能と考える。（表3）

今後はこれらのコスト削減対策を行っても実際に十分な防除効果が発揮できるのかについて、現地での実証試験を行う予定である。

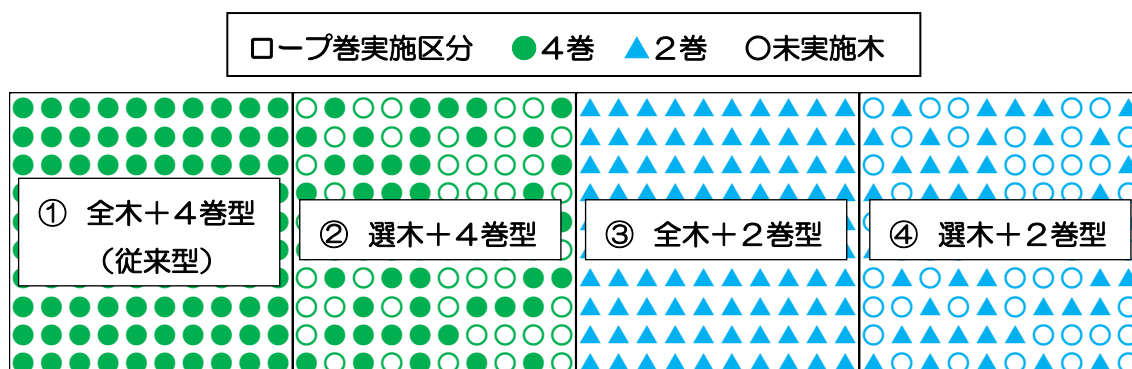


図 8 資材コスト削減モデル図

表 3 コスト削減パターン別資材コスト割合

コスト削減パターン	①全木＋4巻型	②選木＋4巻型	③全木＋2巻型	④選木＋2巻型
資材コスト割合	100%	50%	50%	25%

5 引用文献

青森県産業技術センター林業研究所

迫りくるシカ被害に備えて

三陸北部森林管理署 森林官（田野畑担当区） 菊池耕太

1. はじめに

近年、ニホンジカ（以下、シカ）の分布が全国的に拡大傾向にある。平成 25 年度のシカによる農作物被害額は約 76 億円で、被害総額の 38%を占めている（農林水産省，2015）。また、シカによる森林被害面積は 6,789ha で、全被害面積の 76%を占める（林野庁，2014）など、農林業において最大の加害動物となっている。

岩手県のシカは主に北上山地南部の五葉山周辺に生息していたが、近年生息域が急激に拡大し、現在では県内のほぼ全域に拡大している。これに伴い、各地での農林業への被害や自然植生への影響が懸念されている（岩手県，2013）。

三陸北部森林管理署（以下、当署）は岩手県沿岸北部の田野畑村、岩泉町（安家地区を除く）、宮古市、山田町を管轄している。管内では、早池峰山周辺における高山植物の食害や、岩泉町、宮古市での農林業被害等が発生している。そこで、東北森林管理局による早池峰山周辺地域でのシカのモニタリング調査や、当署によるシカ捕獲支援のための林道除雪等の対策を行っている。一方、田野畑村のシカによる農林業被害は 236 千円で、被害総額の 7.5%と少なく、現在のところシカ被害防止対策は限られたものになっている（田野畑村，2014）。しかし、今後、村内でもシカの分布の拡大が予想される（神大士ほか，2011）ことから、当署では、管内 4 市町村の獣害及び狩猟を取り巻く現状を把握し、被害の少ない田野畑村でのシカ被害防止対策の検討に取り組むこととした。

2. 取組の内容

(1) 管内のシカ生息・被害状況及び防止対策調査

① シカ生息域調査（表 1）

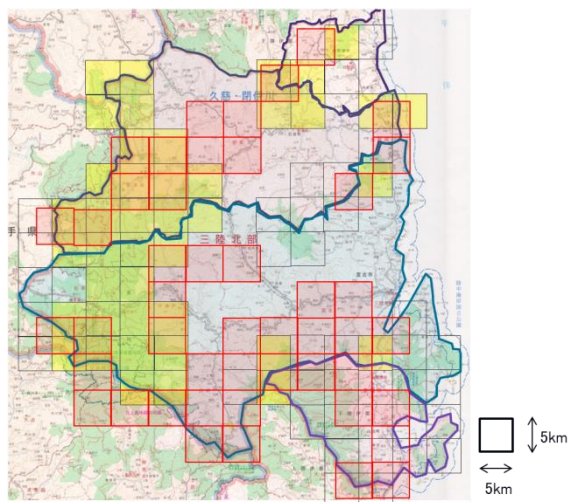
シカの生息域の変化等の把握を目的として東北森林管理局全体で実施しているシカ影響調査・簡易チェックシート（以下、チェックシート）及び岩手県が実施しているシカ目撃情報調査の結果から、シカの生息域を調査した。なお、チェックシートは平成 26 年度から実施しているため、それ以前の日撃情報を当署の森林官から聞き取り調査した。シカは岩泉町及び宮古市の内陸部に多く、沿岸部で少なかった（図 1）。

表 1. シカ生息域調査資料

実施主体	名称	調査期間
森林管理署	目撃情報	～平成 26 年 3 月
	チェックシート	平成 26 年 4 月～
県	目撃情報調査	平成 21 年 3 月～

② 被害状況と対策事業費

管内 4 市町村の鳥獣被害防止計画等及び獣害担当者への聞き取り調査により、各市町村のシカ被害状況と対策を調査した（表 2, 3）。岩泉町及び宮古市では農林業被害が多く発生し、電気牧柵の設置等ハード面での対策もしている。一方で、沿岸に位置する田野畑村及び山田町では被害も対策も少なく、①のシカ生息域調査の結果と一致した。



(2) 意識調査（猟友会）

狩猟とニホンジカについて、管内の猟友会の会員へアンケート調査を行った。

対象者は、田野畑猟友会は会員 15 名全員、その他の猟友会は 25 名ずつを無作為で抽出した。

図 1. 管内のシカ生息図。各調査で目撃等の情報があつた地点を網掛けで表示した。

表 2. 各市町村のシカ被害状況と対策事業費

市町村	農業被害額	被害状況	対策事業費
田野畑村	236 千円	ほとんどない	12 千円
岩泉町	算出せず	農業被害 林業被害	5,173 千円
宮古市	1,443 千円	農業被害 高山植物の食害	6,784 千円
山田町	300 千円	ほとんどない	370 千円

被害状況については聞き取り調査による。

表 3. 具体的な防止対策

市町村	被害防止対策
田野畑村	くくりわな購入，鳥獣被害対策実施隊の設置，有害鳥獣捕獲等
岩泉町	捕獲報奨金，狩猟免許取得の助成，電気牧柵の設置，鳥獣被害対策実施隊の設置，有害鳥獣捕獲，MATAGI プロジェクト，食肉利用の促進，林道除雪等
宮古市	電気牧柵の設置，鳥獣被害対策実施隊の設置，有害鳥獣捕獲，林道除雪，早池峰山周辺のモニタリング調査等
山田町	役場職員の狩猟免許取得，解体施設設置，鳥獣被害対策実施隊の設置，有害鳥獣捕獲等

平均年齢は各猟友会で 62～65 歳であり、高齢化が進んでいる。また、各市町村及び猟友会への聞き取りによると、田野畑猟友会で最も若い会員は 51 歳で、その他の猟友会では少数だが 20～30 代の会員はいるという回答があった。このことから、特に田野畑猟友会で高齢化が著しいことがわかった。

次に、所持している狩猟免許の種類を猟友会別にみると、田野畑猟友会ではわな猟の免許を所持している人は 1 名で、その他の猟友会では複数名が所持している（図 2）。シカを捕獲する方法としてわな猟は有効な手段と考えられるが、現在の田野畑村ではわなによる捕獲は難しいと考えられる。

また、今後のシカ捕獲意欲は各猟友会で高い（図 3）が、狩猟期のシカの捕獲経験は、田野畑で少なく、その他の猟友会で多い（図 4）。このことから、田野畑猟友会ではシカの捕獲意欲は高いながらも、技術が普及途上であることが推察された。この状況を踏まえ、次の取組を行った。

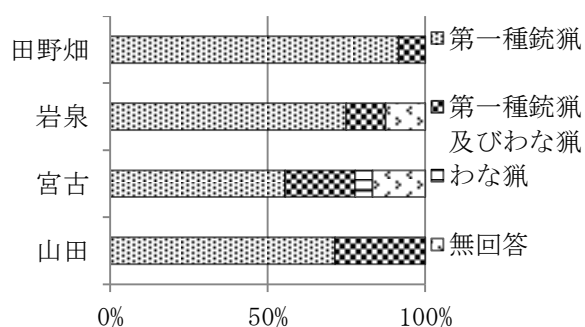


図2. 所持している狩猟免許の種類

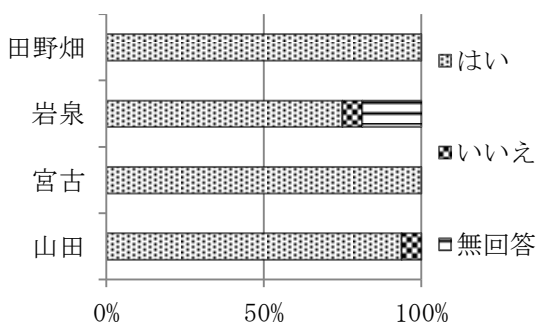


図3. 今後、シカを捕獲する気はあるか

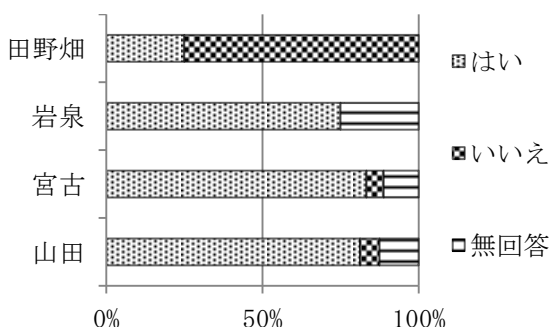


図4. 狩猟期にシカを捕獲したことはあるか

(3) 田野畑猟友会との連携

平成 26 年度に田野畑村ではシカの有害鳥獣捕獲のためにくくりわなを購入し、猟友



写真 1. くくりわなにかかったシカ



写真 2. くくりわな

会が捕獲にあたったが、くくりわなによる捕獲は0頭だった。そこで、筆者による村内でのくくりわなによるシカ捕獲事例（写真1）を紹介し、その後猟友会長からの依頼を受けて、使用しているくくりわなとその仕掛け方を紹介した（写真2）。

(4) 意識調査（田野畑小学校）

動物、獣害、狩猟について、田野畑村立田野畑小学校の4～6年生の計74名にアンケート調査を行った。

将来、狩猟を“絶対にやりたい”または“少しやりたい”という児童は全体の22%いる（図5）。現在の田野畑村には若い狩猟者がいないが、狩猟に興味がある児童がいることから、今後の田野畑村で狩猟者を確保できる可能性はあることが示唆された。

狩猟者が動物を捕獲することについては、4年生のほとんどが“かわいそう”という意見だが、学年が上になるとその割合は減少し、6年生では“被害があるので仕方がない”という意見が大半を占めた（図6）。また、動物とその被害について知りたいという児童が各学年で多かったため、次の取組を行った。

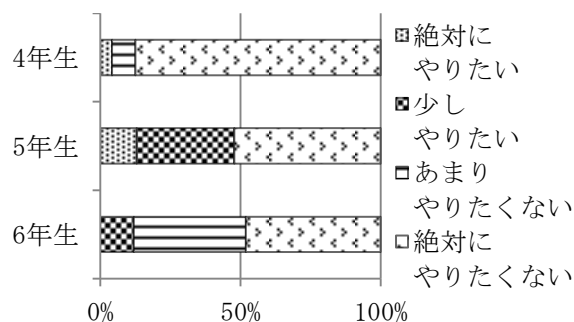


図5. 将来、狩猟をしてみたいか

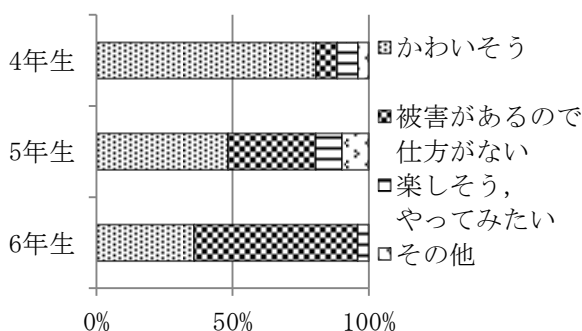


図6. 狩猟者が動物をとることをどう思うか

(5) 田野畑小学校児童への環境教育

獣害と狩猟についての資料を作成し、4～6年生の授業で使用してもらった。資料の内容は、獣害について及び獣害を抑制する役割をもつ狩猟者の減少及び高齢化についてである。将来狩猟をやってもらうためではなく、まずは獣害と狩猟に興味を持ってもらうことを目的として実施した。

(6) 田野畑村鳥獣被害防止対策協議会への参画

平成25年度に田野畑村では、行政、猟友会、農業団体等で構成される田野畑村鳥獣被害防止対策協議会（以下、協議会）を設置し、有害鳥獣駆除や防除対策を行っている。当署では地域と連携したシカ対策を推進するため、平成26年度からこの協議会に参画し、情報共有や意見交換等を行っている。

3. 田野畑村でのシカ被害防止対策

以上の取組から、田野畑村でのシカ被害防止対策を検討した。

(1) モニタリング体制の構築

今回の取組では、国有林と県による目撃情報等をまとめた。今後、効果的な被害防止対策を実施するために、この情報を協議会で共有することが必要である。また、地域住民へ目撃・被害情報の提供を呼びかけることで、協議会だけではなく地域が一体となったシカの監視体制を整えることを役場に提案した。

(2) 先進地域の取組の導入

田野畑村ではシカ被害が少ないため、被害防止対策はあまり行われていない。しかし、今後シカの分布の拡大が予想されることから、先進地域での取組から効果的な対策を検討し、被害が大きくなるように、また被害が大きくなったときにすぐに対応できるように準備をしておく必要がある。

(3) シカに関する知見のレベルアップ

現在の協議会は、行政、猟友会、農業団体、警察で構成されているが、シカの生態を把握し、効果的な捕獲方法を検討するために、協議会への研究機関の参画を役場に提案した。

(4) 捕獲技術のレベルアップ

田野畑猟友会の会員数は15名であり、そのうちシカの捕獲経験者は少なかった。また、わな猟の免状所持者が少なかった。今後、シカによる被害が拡大した際に、効率的にシカを捕獲することが困難であることが予想されるため、今のうちに捕獲技術を向上させる必要がある。そこで、シカが広く分布している他市町村での捕獲をすることで、技術のレベルアップを図ることを猟友会に提案した。また、わな猟を普及させ、狩猟者のすそ野を広げるために、農家等を対象としたわな猟の講習会の開催を猟友会とともに検討している。

(5) 環境教育

当署では、地域の子どもが森林や林業に興味をもち、理解を深めるために、小学校及び中学校に対し森林教室や植樹指導等の環境教育を行っている。今後は、その取組に獣害、狩猟等について盛り込むことで、より効果的な環境教育を行うことが必要である。

また、獣害対策には地域が一体となった取組が求められるため、獣害及び狩猟について、地域住民を対象とした環境教育を行うことが必要である。

4. 今後の取組と課題

シカ被害は、管内の市町村により差が大きく、意識や対策にも違いが見られた。田野畑村ではシカによる被害が少ないが、今後、分布の拡大とともに被害の拡大が予想されることから、被害が少ないうちに準備をしておくことが必要である。被害防止対策を検討するにあたっては、今回の検討のように多岐にわたる取組が必要となる。また、行政機関だけではなく、地域が一体となった対策を行うために、学校、地域住民へ環境教育等を通じて獣害及び狩猟等に対する意識の向上を図る必要がある。さらに、シカ被害が市町村の境を越えて広範囲にわたっていること、被害のステージにより必要な対策が異なることから、当署管内の4市町村だけでなく、岩手県や他の市町村、隣接する森林管理（支）署、地域住民等とも連携を深め、地域と連携した効果的且つタイムリーな取組を進めていきたい。現在、当署では久慈支署とともに、岩泉町の有害鳥獣防止対策協議会への参画に向けて協議を行っているところである。

今後、この取組がシカの被害の増加が予想される他の地域で、シカ被害に備えるモデルとなれば幸いである。

引 用 文 献

農林水産省（2015）．鳥獣被害対策の現状と課題．農林水産省

林野庁（2014）．野生鳥獣による森林被害．<http://www.rinya.maff.go.jp/>（2015/02/19参照）

岩手県（2013）．第4次シカ保護管理計画．岩手県

田野畑村（2014）．田野畑村鳥獣被害防止計画．田野畑村

神大士・赤塚脩介・原科幸爾（2011）．岩手県におけるニホンジカ生息可能域の推定と分布拡大予測．農業農村工学会大会講演会講演要旨集．2011：106-107

ニセアカシアの種子生産および休眠／非休眠種子の生産比率の違いと

それらに影響する要因～河畔林と海岸マツ林に着目して～

¹秋田県立大学大学院 ²秋田県立大学 ³Radboud University

○岡本健太¹ 松下通也² 井上みずき² Tamara Fitters³ 高田克彦² 蒔田明史²

1. はじめに

外来種の中には旺盛な繁殖力により植生の急激な変化を招き、自然環境のみならず人間活動へも大きな影響を与えるものがあり、それらは侵略的外来種と呼ばれる（日本生態学会 2002）。これまでも、侵略的外来種の駆除などの対策は行われているが（日本生態学会 2002）、駆除・管理していくためには、繁殖生態の理解が不可欠である。

北米原産のニセアカシア（*Robinia pseudoacacia* L.）は典型的な侵略的外来種である。根粒菌と共生するため貧栄養な土地でも生育し、幅広い環境に適応できる（Huntley 1990）ため、治山緑化や砂防などに利用され（Keresztesi 1988）、日本でも 1873 年の導入以来、全国各地に植栽されてきた（勝田・横山 1998）。しかし、近年、植栽地から逸出し、根萌芽の発生による旺盛な栄養繁殖により河畔林や海岸マツ林などで著しく分布を拡大している（高橋ら 2008、Jung et al 2009）。

ニセアカシアの分布拡大の重要な特性として栄養繁殖が注目されてきた（玉泉ら 1991、崎尾 2003）。しかし、新たな土地への定着は種子や植物体の一部が持ち込まれることによって生じる。ニセアカシアは、休眠する種子（休眠種子）と休眠しない種子（非休眠種子）という性質の異なるタイプの種子を生産するという特徴を持つ（高橋 2007）。休眠種子は物理的に傷がつかない限り休眠し続け、埋土種子集団を形成する（高橋ら 2008、Masaka et al. 2010）。一方、非休眠種子は傷がつかなくても速やかに発芽できる。ただし、実際に実生の定着が確認されたのは洪水後の河川敷のみであり（福田ら 2005）、また形成された埋土種子集団が洪水等により流出し発芽する可能性がないのかなど詳しい種子集団の動態についてはまだ十分に明らかにはされていない。また、種子による分布拡大については、河川域での研究がほとんどで、そのほかの立地での種子による分布拡大については大変情報が乏しい。

種子生産は攪乱の頻度や強度などの立地の違いやニセアカシアの生育環境などによって影響を受けると考えられるが、立地と種子による定着過程についても、これまで議論されてこなかった。

そこで、本研究では、ニセアカシアの主要な分布拡大地である河畔林と海岸マツ林における、種子繁殖の特性を比較するために、種子生産量と種子異型性の違いについて明らかにすることを目的とした。

2. 方法

調査対象地は、河畔林で 2 地域 4 集団（雄物川本流と支流の玉川で各 2 集団）、海岸マツ林で 2 地域 8 集団（秋田と能代で各 4 集団）とした。

(1) 種子生産量の違いとそれらに影響する要因

種子の生産効率（結果率と結実率）を明らかにするために、胸高直径 5 cm 以上のニセアカシア幹を各集団 7~10 本（計 114 本）選定し、2013 年 9 月に樹冠から 1 幹あたり 3~5 果

序を採取した。これらのサンプルから果序について小花痕数、さや数およびさや中の胚珠数および健全種子数を計数し、結果率（さや数/小花痕数×100（%））と結実率（健全種子数/胚珠数×100（%））を算出した。

土壌中の種子量（埋土種子密度）を明らかにするために、各集団4本のニセアカシア幹（計48本）を選定し、樹冠下4方位から、20 cm×20 cm×5 cmの土壌サンプル（計192サンプル）を2013年9月（種子の散布前）、11月（種子散布ピーク後）および2014年5月（越冬後）の3時期に採取し、埋土種子密度を算出した。

結果率、結実率および埋土種子密度に影響する要因を明らかにするために、森林タイプ（河畔林を基準）、集団のニセアカシアの胸高断面積合計、対象木の胸高直径、光条件、遺伝的多様性を説明変数として一般化線形混合モデル（GLMM）で解析し、小標本の補正をした赤池情報量基準（AICc）によりモデル選択を行った。集団のニセアカシアの胸高断面積合計は、対象のニセアカシア幹から半径15 m以内に生育するニセアカシアの幹の胸高断面積合計とし、光条件は、開地の光量（相対光量子束密度）を100%としたときに、果序の付いた枝直上の光量がどの程度であることを示した値とした。遺伝的多様性はTamaraら（未発表）が同じ調査地で行ったDNA解析をもとに、Simpson's Dを算出し用いた。

(2) 休眠／非休眠種子の生産比率とそれに関係する要因

河畔林と海岸マツ林での、ニセアカシアの樹冠から採取した種子と土壌中の種子の非休眠種子の生産比率（吸水種子率）を明らかにするために、吸水実験を行った。樹冠から採取した種子については、森林タイプごとに4集団（計8集団）を対象とした。1集団で2～4幹（計24幹）を選定した。吸水実験では1反復あたり20粒を供し、1幹につき1～3反復とした。土壌中の種子については、上記の埋土種子密度の算出の際に取り出したすべての種子を吸水実験に供した。それらの種子を20℃定温の暗所に置き十分に水を与えた条件で、14日後まで種子の吸水状態を観察し、積算の吸水種子率を算出した。

非休眠種子の生産比率に対する森林タイプ間の差異を評価し、さらに地域間、集団間、幹間、反復間のばらつきをGLMMで解析した。また、対象木の胸高直径、樹齢、光条件、結実率、遺伝的多様性およびニセアカシア幹密度と非休眠種子の生産比率との関係を検討した。

3. 結果

(1) 種子生産量の違いとそれらに影響する要因

ほとんどの集団で種子が生産されており、結果率、結実率および埋土種子密度は海岸マツ林より河畔林の方が高かった（表1）。種子生産に影響する要因は、結果率に関しては、森林タイプのみが選択されたことから海岸マツ林で低いことは分かった。しかしその他の要因は選択されなかった（図1）。

表1 森林タイプ・集団別の結果率、結実率および埋土種子密度

森林タイプ	地域	集団	結果率 (%)	結実率 (%)	埋土種子密度(m ²)		
					Sep. 2013	Nov. 2013	May 2014
河畔林	玉川	Tm1	13.5	1.5	12.5	25.3	101.8
		Tm2	16.4	1.3	184.5	220.5	168.8
	雄物川	Om1	18.1	4.4	222	211.3	234.8
		Om2	22.6	3.6	89.3	73.5	108
		Mean*	17.7±1.7	2.7±0.5	127.1±36.3	132.7±35.3	153.4±33.0
海岸マツ林	秋田	Ak1	9.6	0	7.8	1.5	4.5
		Ak2	14.7	1.1	70.3	86	51.8
		Ak3	8.9	0.2	0	0	0
		Ak4	9.6	0.1	81.5	62.8	92.3
	能代	Ns1	9.7	0.3	44	17.3	29.8
		Ns2	16.5	1	134.8	150.3	122
		Ns3	9.3	0.3	4.8	1.5	0
		Ns4	10.8	0.8	118.8	50	48.8
		Mean*	11.1±1.0	0.5±0.1	57.8±11.3	46.2±10.5	43.7±10.1

*：平均±標準誤差

結実率に関しては、対象木の胸高直径、光条件および遺伝的多様性が正の影響を及ぼすことが分かった（図 1）。埋土種子密度に関しては、海岸マツ林で低く、光条件および遺伝的多様性が正の影響を及ぼすことが分かった（図 1）。

(2) 休眠／非休眠種子の生産比率とそれに関係する要因

樹冠から採取した種子の吸水実験の経過観察より、ほとんどの母樹で、吸水した種子は吸水実験開始後、数日での速やかな吸水応答が認められた（図 2）。また、積算の吸水種子率は最小で 0.20、最大で 1.00 であり、幹によって違いが見られた（図 2）。非休眠種子の生産比率は、河畔林での集団平均（±標準誤差）は 0.46 ± 0.32 （最小 0.20、最大 0.85）であったのに対して、海岸マツ林では平均 0.72 ± 0.27 （最小 0.56、最大 0.99）で、海岸マツ林の方がやや平均値が高いものの、その差は有意ではなかった（ $P = 0.15$ 、図 3）。また、非休眠種子の生産比率のばらつきは、地域間（分散；0.503）や地域内集団間（0.582）よりも集団内幹間（1.583）の方が大きかった。しかし、対象木の胸高直径、樹齢、光条件、結実率、遺伝的多様性および集団のニセアカシアの胸高断面積合計と非休眠種子の生産比率とは関係が見られず、どのような要因が非休眠種子の比率に関係するかは明白ではなかった。

土壌中に存在する種子では、どちらの森林タイプ、どの時期においても非休眠種子は 2% 以下であり、埋土種子のほとんどが休眠種子であることがわかった。

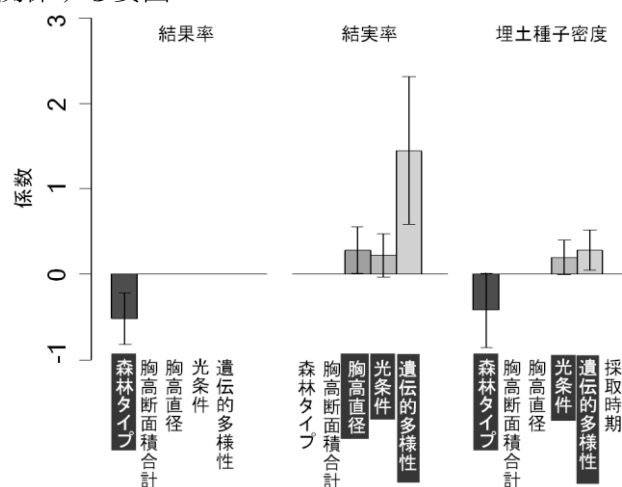


図 1 種子生産量に影響する要因解析の結果

エラーバー：95%信頼区間

白抜字：モデル選択により選択された変数

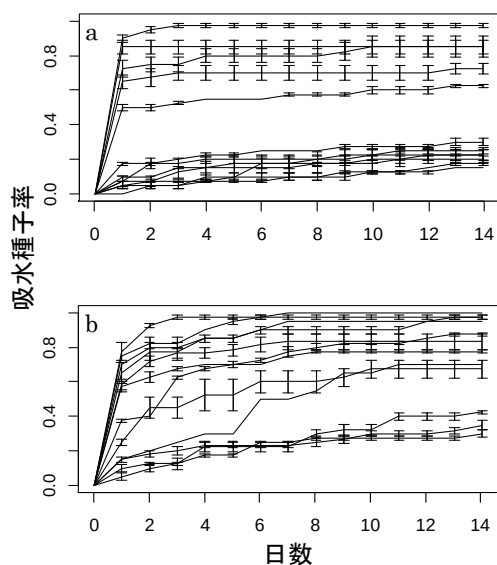


図 2 幹別吸水種子率の時系列変化

エラーバー：標準誤差

a：河畔林、b：海岸マツ林

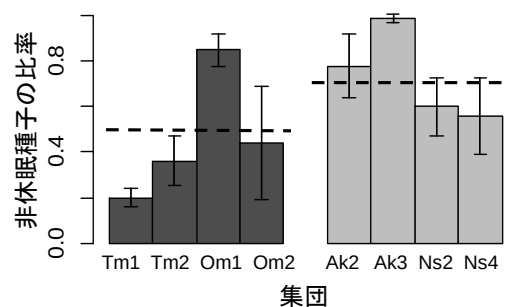


図 3 森林タイプ・集団別の非休眠種子の比率

エラーバー：標準誤差

黒：河畔林、灰色：海岸マツ林

点線：森林タイプごとの平均値

4. 考察

ニセアカシアは旺盛な栄養繁殖により分布拡大するが、種子繁殖による分布拡大も無視できないことがこれまでも指摘されている（高橋 2007、高橋ら 2008、千葉・小山 2012）。本研究では、種子散布直後であっても土壤中に存在する種子のほとんどが休眠種子であることがわかり、実生発生は休眠種子が攪乱などによって休眠打破された結果生ずるものではないかと考えられる。それゆえ、ニセアカシアの種子による分布拡大には、種子が多く生産されることに加え、休眠が打破される条件が満たされることが重要であると考えられる。

埋土種子集団のサイズが大きいというに、洪水等により広範囲にわたって自然攪乱が発生する河畔林では、広域にわたって種子発芽により新たな個体の加入が起こっている可能性がある。休眠打破された種子は速やかに吸水し、発芽すると考えられるために、実生発生が可能な時期に洪水が発生した場合には、根萌芽による栄養繁殖が開始される前にできる限り発芽実生の除去を行う必要があるだろう。

一方、海岸マツ林でも、種子生産量は河畔林よりも少ないものの、ほとんどの集団で埋土種子集団が形成されていた。河畔林のような大規模な自然攪乱は少ないと考えられるが、林道整備などによる人為攪乱の可能性は考えられる（蒔田ら 2009）。ただし、その場合実生の発生する場所・時間は限定的であると考えられ、そうした場所における実生更新を阻害することは河畔林よりは容易であろう。

いずれにせよ、ニセアカシア群落を管理するためには、それぞれの立地における栄養繁殖と種子繁殖の特性を十分理解したうえで、立地に合った管理手法の確立が必要である。

引用文献

- 福田真由子, 崎尾均, 丸田恵美子 (2005) 荒川中流域における外来樹木ハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia* L.) の初期定着過程. 日本生態学会誌 55:387-395
- 玉泉幸一郎, 飯島康夫, 八幡久 (1991) 海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴. 九州大学農学部演習林報告 64:13-28
- Huntley JC (1990) *Robinia pseudoacacia* L., Black locust. (eds.) Burns RM, Honkala BH Silvics of North America Vol. 2. Hardwoods. US Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 654. Washington DC, pp755-761
- Jung SC, Matsushita N, Wu BY, Kondo N, Shiraishi A, Hogetsu T (2009) Reproduction of a *Robinia pseudoacacia* population in a coastal *Pinus thunbergii* windbreak along the Kujukurihama Coast, Japan. Journal of Forest Research 14:101-110
- 勝田 証, 横山敏孝 (1998) ハリエンジュ属. 勝田 証, 森徳典, 横山敏孝(編) 日本の樹木種子(広葉樹編). 社団法人林木育種協会, 東京, pp207-210
- Keresztesi B (1988) The black locust. Unasylva 32:23-33
- 蒔田明史, 星崎和彦, 高田克彦, 三嶋賢太郎, 田村浩喜 (2009) 海岸マツ林に広がるニセアカシア—秋田県夕日の松原での研究例より. 崎尾均(編) ニセアカシアの生態学. 文一総合出版, 東京, pp145-159
- Masaka K, Yamada K, Koyama Y, Sato H, Kon H, Torita H (2010) Changes in size of soil seed bank in *Robinia pseudoacacia* L. (Leguminosae), an exotic tall tree species in Japan: Impacts of stand growth and apicultural utilization.

Forest Ecology and Management 260:780-786

崎尾均 (2003) ニセアカシア(*Robinia pseudoacacia* L.)は溪畔域から除去可能か? 日本森林学会誌 85:355-358

高橋文 (2007) ニセアカシアの分布拡大と種子の役割—種子異型性とその意義—. 森林技術 781:8-11

高橋文, 小山浩正, 高橋教夫 (2008) 赤川流域におけるニセアカシア(*Robinia pseudoacacia* L.)の分布拡大と埋土種子の役割. 日本森林学会誌 90:1-5

千葉翔, 小山浩正 (2012) ニセアカシアの非休眠種子は更新に貢献するのか. 日本森林学会誌 94:261-268

日本生態学会編 (2002) 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京