

農林水産省 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業

「林業被害軽減のためのシカ個体数管理技術の開発」 研究成果集



独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

目次

はじめに	1
------	---

中課題 1 「個体数管理のための計画手法の開発」

(1) 広域空間スケールにおけるシカ密度分布推定法の開発	2
(2) シカ捕獲勢力の効率的配置のための捕獲シナリオの作成	4
(3) シカ剥皮被害の実態解明と発生要因の解析	6

中課題 2 「個体数管理のための捕獲システムの開発」

(1) 低コスト未利用バイオマス資源を用いた誘引エサの開発	8
(2) 視覚音声等の刺激を用いた給餌場へのシカ誘引誘導技術の開発	10
(3) 給餌場における捕獲技術の開発	
1) 森林用囲いわなと銃器を組み合わせたシカ捕獲法	12
2) 森林用ドロップネットで効率よくシカを捕獲する	14
3) シカの行動を制御して効率よく捕獲する	16
4) GPS首輪装着および行動解析	18

中課題 3 「個体数管理のための評価手法の開発」

(1) シカ生息密度低減後の林業被害軽減効果および生息密度回復パターンの検証	20
(2) 苦痛ストレスの定量測定による捕獲手段の評価方法の開発	22
(3) 血縁解析による低密度持続可能性評価手法の開発	24

はじめに

シカによる森林被害は深刻な問題となっています。被害は人工林だけでなく天然林へも拡大し、全国各地で植生の崩壊や土壌流亡が起きています。シカによる森林被害は、林業再生に大きな妨げとなるのはもとより、生物多様性の保全にも大きな影響を及ぼし、下層植生の消失による土砂崩壊の危惧は国土保全上の問題ともなっています。

現在、被害防除、個体群管理、生息地管理を3つの柱とする総合被害対策が実施されており、特に林業では、個体群管理に重点をおいた対策が求められています。一方、狩猟者には数の減少と高齢化が同時に進行しており、将来に向けた持続的なシカ捕獲に大きな不安材料となっています。

このような状況に対処するため、平成22～25年度まで農林水産省による「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（現、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業）」として「林業被害軽減のためのニホンジカ個体数管理技術の開発」が実施されました。このプロジェクトは、伝統的な狩猟方法とは異なる新たな個体数管理技術を開発し、その効果と有用性を検証し、計画的な運用に必要な情報処理技術を開発することを目的とし、個体数管理のための捕獲システムの開発、個体数管理のための評価手法の開発、個体数管理のための計画手法の開発の3つの研究課題を設定しました。課題名から連想されるように、これからのシカ管理は、他分野のプロジェクト同様、「計画（Plan）」→「実行（Do）」→「評価（Check）」→「改善（Act）」からなるPDCAサイクルに沿って進行管理する必要があります。

「個体数管理のための捕獲システムの開発」では、少人数で、安全で、効率よくシカを捕獲するために、野生ジカの行動を制御しながら誘引しメス群のみを対象として群れのリーダーから取り除く、という新しい技術を開発しました。「個体数管理のための評価手法の開発」では、誘引と狙撃を組み合わせることで実際に捕獲を繰り返し、個体数の減少により新植地の食害が軽減することを実証し、捕獲個体にも無用のストレスを与えない合理的な捕獲方法であることを明らかにしました。「個体数管理のための計画手法の開発」では、重点的に捕獲を進める場所を選定するため、GISの空間補完法によりシカ密度分布図を作成する技術を開発し、簡便なチェックシートにより植生に対するシカのインパクトを広域に短時間で調査する手法を開発しました。

今後は、森林整備事業とシカ捕獲事業を一体化させて同時進行させ、より効果的なシカ管理を目指して技術開発をおこなっていきたいと考えています。

本プロジェクト実施にあたってご支援ご協力いただきました数多くの機関、団体、個人の皆様に改めて厚く御礼申し上げます。

平成26年2月

研究代表者 森林総合研究所 研究コーディネータ 小泉 透

1－（１）小課題名

「広域空間スケールにおけるシカ密度分布推定法の開発」

森林総合研究所九州支所 近藤洋史

森林総合研究所 小泉 透

1) 研究の進捗結果

平成 22 年度には、熊本県と宮崎県のシカ生息密度情報のデータベースを構築した。宮崎県のシカ生息密度調査は、熊本県のように全県を一斉に調査するのではなく、5 地域に区分して 5 カ年で県内を調査するという方法であり、地域ごとに調整の必要があることが明らかになった。平成 23 年度には、狩猟捕獲、有害捕獲、自然増加率を考慮した生息密度調整モデルを作成し、宮崎県のシカ生息密度データベースに対して調整を行った。また、大分県の生息密度データベースを構築した。平成 24 年度には、このシカ生息密度調整モデルを使用して、福岡県および鹿児島県について、2010 年度を基準としたシカ生息密度データベースを構築した。また、これまでに構築した熊本県、宮崎県、大分県のデータベースも 2010 年度を基準に調整した。平成 25 年度には、2010 年度基準の福岡県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県のシカ生息密度データベースから、生息密度分布を解析し、シカの生息区域の生息密度分布マップを作成した。

2) 成果の内容

1. 任意の年度のシカ生息密度分布の把握を可能にするモデルを開発した（図 1）。これによって、同一県内で調査時期の異なる地域が存在する場合においても、県内全域を、任意の年度の生息密度分布を示すことが可能になった。
2. 九州地方でシカが生息する福岡県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県それぞれの、2010 年度を基準としたシカ生息密度分布を明らかにした（図 2）。
3. 2010 年度を基準とした九州地方の複数県を対象とした広域のシカ生息密度分布マップを作成した（図 3）。これまで、シカ生息密度調査が県単位で実施されていたため、シカ生息密度が高くなっている県境部や県を超えた地域のシカ生息密度分布の把握はできなかった。図 3 によって、九州地方のシカ生息地域における、県境を越えた広域のシカ生息密度分布が明らかになった。

3) 成果の活用面・留意点

シカ生息密度分布マップを作成することにより、関係する方々で情報を共有することが容易になると思われる。特に、これまでシカ生息域の中核というべき県境部で情報が不足するという事態が生じていたが、今回、作成した広域の分布マップを利用することで、県境を越えた広域のシカ管理への対応が可能になる。また、シカ生息密度マップは、被害の発生しやすいシカ密度の高い場所をハザードマップのようにして森林所有者に提示し、対策の必要性を喚起するうえで有用であると考えられる。シカ生息密度は、捕獲などによって変動するので、定期的にモニタリングしていくことが重要である。

4) 具体的なデータ

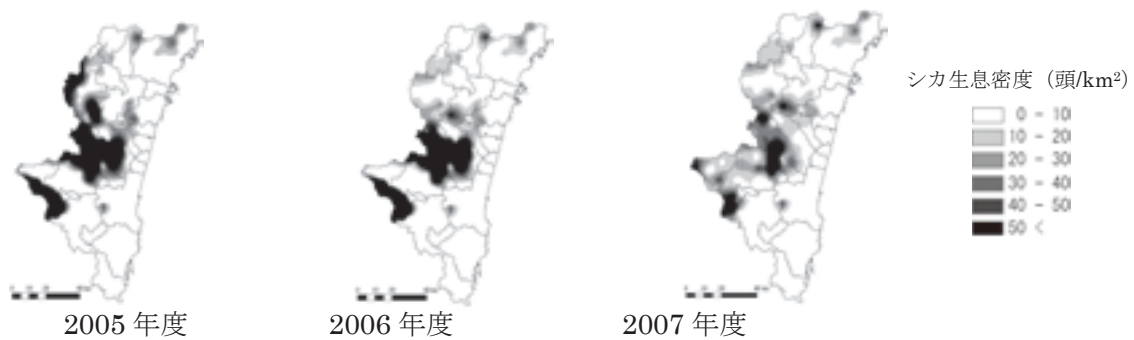


図 1. 宮崎県の 2005 年度から 2007 年度におけるシカ生息密度分布の推移

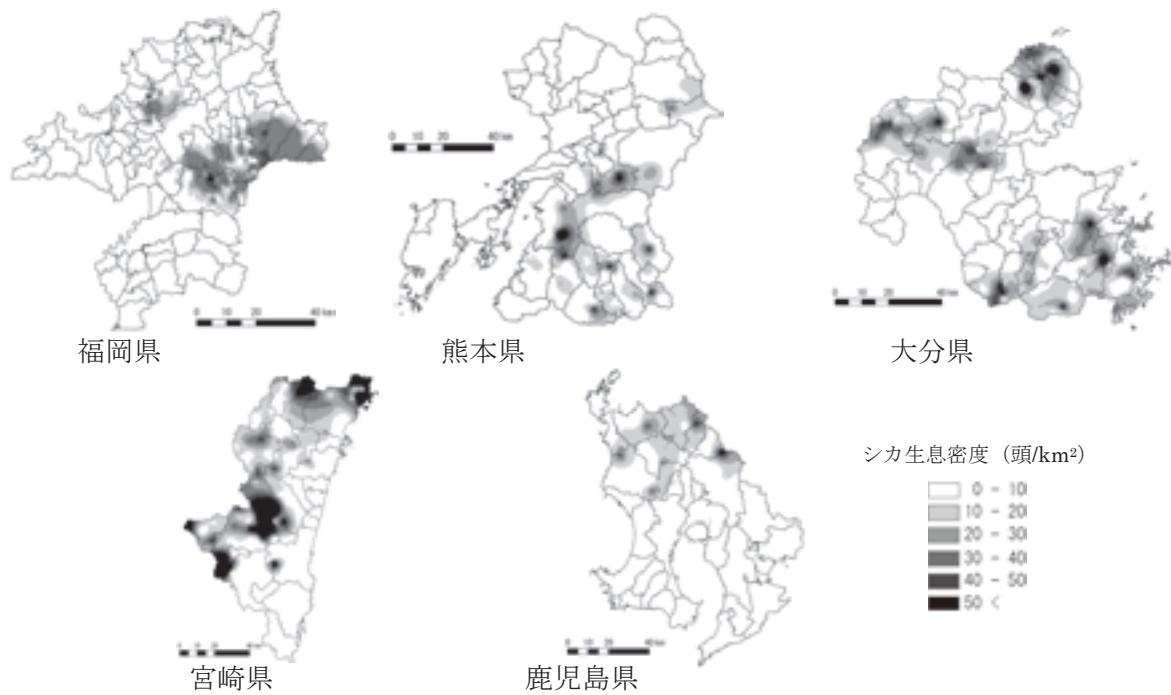


図 2. 九州地方でシカが生息する各県を単位とした 2010 年度のシカ生息密度分布

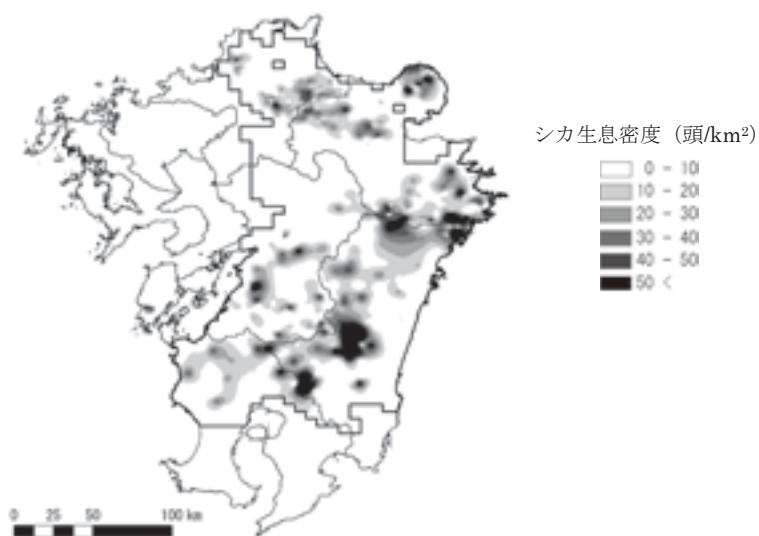


図 3. 2010 年度を基準とした九州地方複数県の広域シカ生息密度分布

シカ生息区域を対象とした生息密度分布を示す

1－（２）小課題名

「シカ捕獲勢力の効率的配置のための捕獲シナリオの作成」

熊本県林業研究指導所 今村高広
廣石和昭

1）研究の進捗結果

平成 23 年度までは、熊本県におけるシカ生息密度調査情報、許可捕獲による捕獲報告票及び狩猟による捕獲報告票の空間データを整備し、GIS を用いて 5Km メッシュ毎に集計してその分布を可視化した。24 年度から、シカ生息密度の低下がみられた地域を対象として捕獲従事者及び行政担当者への聞き取り調査を行い、捕獲の実態や施策内容等について情報を収集した。25 年度には、聞き取り調査により得られた情報を整理して、シカ捕獲の成否に関わるキーワードを明らかにした。

2）成果の内容

1. 聞き取り調査により得られた情報を分析し、シカ捕獲の成否は捕獲従事者の「質的な熟度」と「主体性」「専従性」の度合いにかかっていることを明らかにした（図 1、2）。
2. 熊本県林業研究指導所業務発表会等において研究結果を公表した。事例に基づき簡潔なキーワードを掲げた説明に対し、多くの行政関係者から関心が得られた。

3）成果の活用面・留意点

近接した地域であっても、市町村毎に狩猟者の縄張り意識のあり方や捕獲手段の選択に大きな違いが見られた。縄張り等の狩猟慣行は必ずしも否定されるものではないが、それに強い排他性が含まれる場合は、捕獲体制の刷新や新しい捕獲技術を導入する際には抵抗や摩擦が生じること懸念される。地域における合意形成を円滑に進めるには、地域毎の狩猟慣行について、その内容や形成過程を理解しておく必要があると考えられる。

4) 具体的なデータ

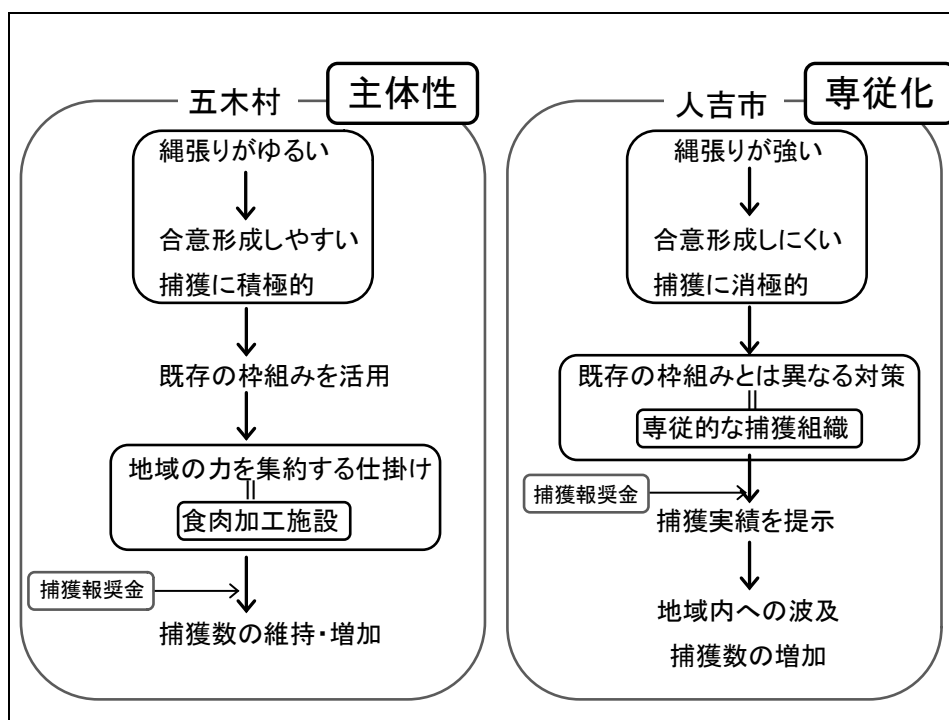


図 1. 聞き取り調査結果の要約

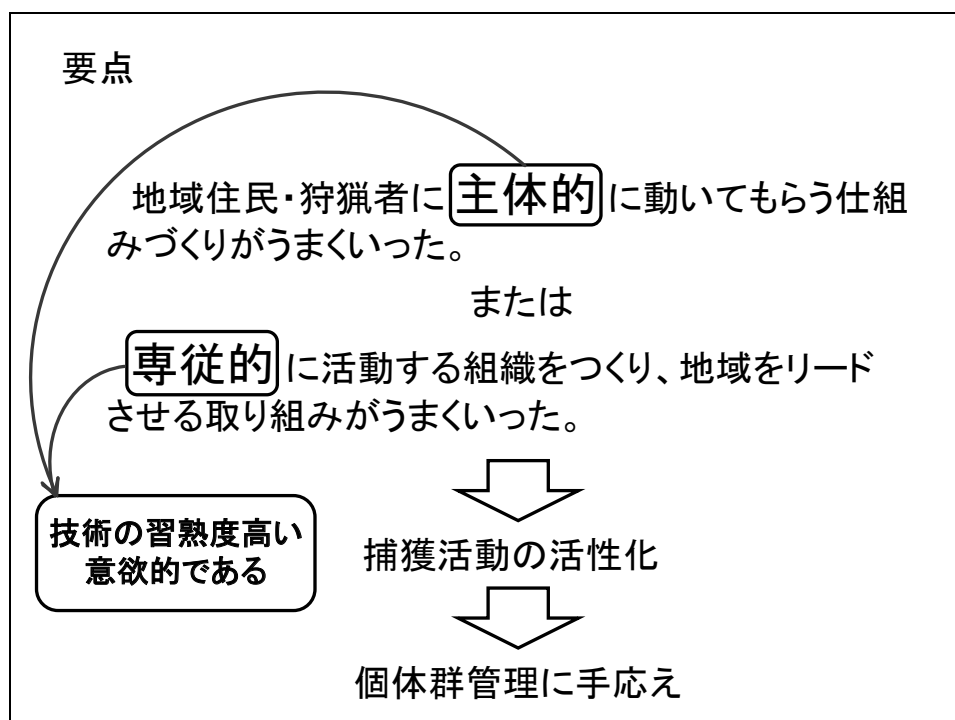


図 2. 聞き取り調査から得られたキーワード

1－（3）小課題名

「シカ剥皮被害の実態解明と発生要因の解析」

長野県林業総合センター 岡田充弘

長野県林務部 小山泰弘¹⁾

(¹⁾ 前長野県林業総合センター)

1) 研究の進捗結果

平成 22 年度は、長野県のシカの生息分布と角こすりを含めた樹木剥皮の発生状況を明らかにした。その成果を受けて、23 年度は、主要造林樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツの剥皮食害の嗜好性の違いと天然性樹木と造林樹木の剥皮嗜好性の順位比較を進め、ヒノキの剥皮嗜好性が高く、剥皮被害レベルの基準となることなどを明らかにした。24 年度は、立木サイズの違いによる剥皮の嗜好性の違いを明らかにし、ヒノキなどの造林樹種や天然性樹木の剥皮被害程度、ササ類の被害程度、立地環境等を基準とするシカ密度のチェックシート案を作成した。また、造林樹種の剥皮による変色の進行などに違いがあることを明らかにした。25 年度は、現地におけるチェックシート案による評価とシカ密度との関係を確認し、シートの実用性を高めるとともに、被害樹種別の被害木の取り扱い方法を取りまとめた。

2) 成果の内容

1. 長野県では、シカが生息するほぼ全地域で自然植生を含めた樹木に角こすりを含む剥皮が発生していた。剥皮被害は、生息密度が高くなると剥皮食害が増加し、その発生は、3～6 月の樹皮が剥けやすい時期に多いことを明らかにした（図 1）。
2. 剥皮被害による材部への影響は、樹種ではカラマツ、剥皮形態では剥皮食害で変色などが早く進行することが明らかになった（表 1）。
3. シカの剥皮嗜好性は、主要造林樹種の中ではヒノキが高く、被害レベルの指標基準となることを明らかにした（表 2）。同一樹種の嗜好性では、胸高直径の細い立木が高かった（図 2）。
4. 天然性樹木の剥皮およびササ類の採食も、造林樹種との嗜好性比較などから被害レベルの指標基準にできることを明らかにした（表 3）。
5. シカ密度の多寡を調査するための剥皮痕などのシカ痕跡チェックシート案を作成して、試行調査を実施し、調査結果は区画法での生息密度とほぼ一致した。
6. 樹種別の被害木及び被害林分の取り扱い方法案を剥皮被害の影響の違いを基に提案した。

3) 成果の活用面・留意点

樹木の剥皮などのシカ痕跡チェックシートによる調査は、枝葉食害痕で区別できないカモシカが同所的に生息する地域でも利用可能で、まだ区画法などの生息状況調査が進んでいない地域でも生息状況を評価して、被害対策を計画することに利用できる。また、長野県内では、治山事業計画の調査、区画法などの生息状況調査の補完的調査として利用されはじめている。使用上の課題として、剥皮形態の違いなどを示した補足資料の充実などが挙げられる。また、剥皮被害林分の取り扱いでは、シカ密度の多寡だけでなく、目標とする林種や被害発生からの経過年数も考慮し、対策の適切な組合せを行うことが重要である。

4) 具体的なデータ

表1. 樹種別の剥皮状況調査結果

調査地	樹種	胸高直径(cm)	剥皮から経過年数	剥皮部からの変色拡大範囲
大鹿村	ヒノキ	9.4-16.0cm	5-11年	30-60cm
大鹿村	スギ	4.2-26.2cm	10-21年	30-50cm
佐久市	カラマツ	22.2-27.8cm	1-4年	50-150cm
飯田市	ヒノキ	8.4-17.2cm	0-10年	0-80cm
塩尻市	ヒノキ	4.5-8.5cm	5-7年	5-20cm

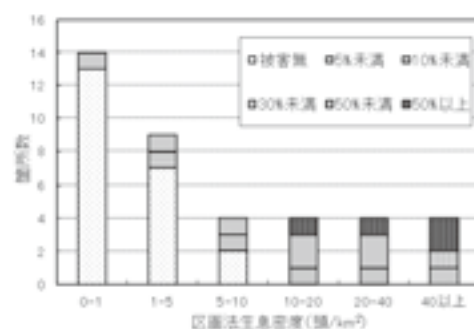


図1. 区画法生息密度とヒノキ剥皮被害率の関係

表2. 同一調査地における造林樹種の剥皮の有無

	ヒノキ			ヒノキ			カラマツ	
	剥皮有	剥皮無		剥皮有	剥皮無		剥皮有	剥皮無
カラマツ剥皮有	1	0	スギ剥皮有	1	0	スギ剥皮有	2	0
カラマツ剥皮無	1	14	スギ剥皮無	5	6	スギ剥皮無	7	13

マン・ホイットニ U 検定 $p < 0.05$

マン・ホイットニ U 検定 $p < 0.10$

表3. ヒノキより被害率の順位平均点が上位の樹種(10 調査地以上)

順位	樹種	順位平均点	順位	樹種	順位平均点
1	ヤマウルシ	2.18	7	トネリコ類	6.78
2	リョウブ	3.42	8	ナラツキ	7.15
3	トイタケ	3.92	9	ウラジロミ	7.27
4	カエデ類	4.45	10	クリ	8.04
5	ミズキ	4.90	11	サクラ類	9.02
6	スミ	5.80	12	ヒノキ	9.56

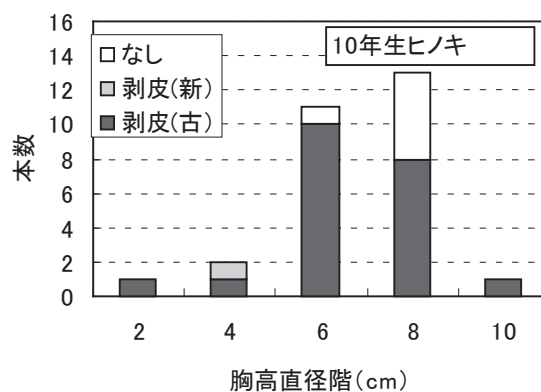
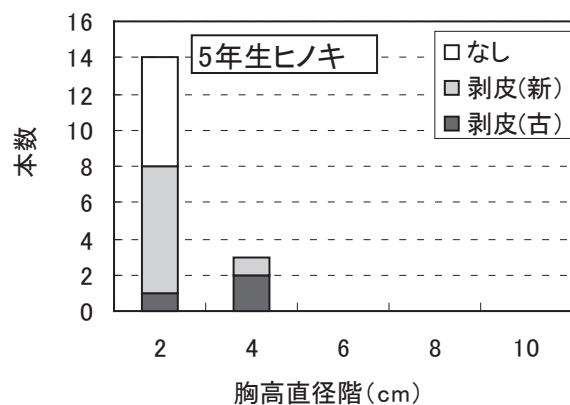


図2. 隣接するヒノキ造林地の剥皮被害発生状況

2－（１）小課題名

「低コスト未利用バイオマス資源を用いた誘引エサの開発」

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 大橋正孝

1) 研究の進捗結果

シカを計画的且つ効率的に除去する捕獲システムを開発するために必要となる誘引エサについて、地域で利用されずに放置あるいは有料で処分されているバイオマス資源を用いて、低コストで他の動物は誘引せずに野生のシカを効果的に誘引する餌を検索することを目的とし、22年度は静岡県で茶畑やみかん畑から出る剪定枝葉、利用過程で出る茶渋・茶がら、みかんのジュース粕などのバイオマス資源が低コストの誘引エサを開発できる可能性があることを明らかにして試験を終了した。

2) 成果の内容

1. 未利用バイオマス資源であり、茶くず及びみかん粕にはシカに対する誘引効果があることを明らかにした。
2. 荒茶製造中に機械の壁面等に付着する茶くずは、水分含量が 17～19%と比較的低かったが、大半は廃棄されていた。みかん粕については、これまでは茶殻同様水分含量が 80%前後と高く、処分費用 10 円/kg 程度で産業廃棄物扱いであったが、現在は家畜用のサイレージ（発酵飼料）として再利用されるようになり、TMR センター（混合飼料会社）へ有価物として 10 銭/kg で取り引きされていることを明らかにした。
3. 茶殻やみかん粕は、乾燥飼料として用いる場合には乾燥コストが 20 円/kg（原油価格により異なる）、運搬コストが 10 円/kg 程度必要となるが、これらを加味してもヘイキューブ（価格：48.3 円/kg）や圧片トウモロコシ（価格：50.8 円/kg）に比べて安く、アオキやトベラ等の樹木枝葉を山採りして給餌する場合の生産コスト（0.01ha で 10kg の収量があるとした場合は、163.2 円/kg）と比べても経済性が高いことを明らかにした（表 1）。

3) 成果の活用面・留意点

他の動物への誘引効果はなく経済性も高い茶くずについては、既存の餌材料に添加して餌単価を下げるなどの利用方法を検討する必要がある。

4) 具体的なデータ

表1 未利用バイオマス資源及び各飼料を誘引エサとして用いた場合の誘引効果とコスト

誘引エサ	区分	入手可能時期	シカ誘引効果 ²⁾	他の動物への誘引効果	購入・生産コスト	乾燥コスト ⁴⁾	運搬コスト
茶くず(製茶時残渣)	未利用資源	5~10月	△	無	0円/kg	5円/kg	10円/kg
茶殻		周年			-10円/kg	20円/kg	10円/kg
みかん粕		12~4月	△	有:イノシシ,キツネ,テン,カラス	0.1円/kg	20円/kg	10円/kg
ヘイキューブ	家畜用飼料	周年	○	有:イノシシ	48.3円/kg		
圧片トウモロコシ ¹⁾		周年	△	有:イノシシ,アナゲマ,タヌキ,カラス,キジハト	50.8円/kg		
アオキ・トベラ等枝葉	山採り	周年	○	無	163.2円/kg ³⁾		

1) 圧片トウモロコシ及びヘイキューブの他の動物への誘引効果については、H21に伊豆地域で行った給餌試験結果を参考にした。

2) △: 摂食が確認された、○: 継続的な摂食(餌付く)が確認された

3) 0.01haで10kgの収量があると仮定し、普通作業員単価: 13,600円、県営林の除伐の標準歩掛: 12人/haから算出した。

生産コスト: $(13,600円 \times 0.12人) / 10kg = 163.2円/kg$

4) 含水率10%まで乾燥した場合

2－（2）小課題名

「視覚音声等の刺激を用いた給餌場へのシカ誘引誘導技術の開発」

信州大学農学部 竹田謙一

1) 研究の進捗結果

H22年度は、シカの等身大デコイに対する野生ジカの行動反応を調べた結果、デコイに対する野生ジカの社会的探查行動を誘発したこと、さらに複数のデコイを設置することで野生ジカの伏臥休息行動を助長したことから、デコイの設置は捕獲場所に対する野生ジカの警戒性を軽減できる可能性を示唆した。また、交尾期における雄ジカが発する Rutting whistle と Agonised call を明確な体格差を示す3亜種間で音響学的に比較した。その結果、Rutting whistle とは異なり、Agonised call において体格が大きい亜種ほど声が低くなり、雌を誘引できる可能性が示唆された。その成果を受け、H23年度は Agonised call を発するスピーカーを埋め込んだデコイ（以下、AC デコイ）とホワイトノイズを発する雄デコイを同時弁別させた結果、雌ジカは AC デコイを有意に選択した。加えて、草丈 9cm の緑色と茶色の人工芝を、さらに草丈 9cm と 0.6cm の緑色の人工芝を同時弁別させた結果、雌ジカは緑色で草高の高い人工芝を有意に選択し、人工芝に摂食行動を示した個体もいた。そこで H24年度は、3つの姿勢（立位、伏臥休息、摂食）のデコイを同時弁別させたところ、摂食姿勢のデコイを有意に多く選択した。加えて、H25年度にはシカの色覚特性を調べ、緑色は夜間でも認識できることを明らかにした。

2) 成果の内容

1. 等身大シカデコイを用いて野生ジカを誘引できることを明らかにした（図1）。
2. 摂食姿勢を示すデコイがシカに最も多く選択されることを明らかにした（図2、7）。
3. 交尾期における雄ジカ特有の Agonised call が体格の違いで周波数が異なり、より低い Agonised call を用いることで、雌ジカを誘引できる可能性を示した（図3、4、7）。
4. シカは昼夜問わず、緑色を十分認識し、緑色で草丈 9cm の人工芝の提示によって、錯誤捕獲することなく、シカのみを誘引できることを明らかにした（図5、6、7）。

3) 成果の活用面・留意点

1. 等身大シカデコイは海外製（オグロジカ）なので、本研究による雌ジカ誘因システムの特許取得後にニホンジカにより近いデコイを製品化する予定である。
2. 摂食姿勢を示す等身大シカデコイは、通販輸入できないので、注意が必要である。
3. Agonised call は交尾期特有の雄の求愛声であるので、交尾期に効果を発揮する。なお本研究では、当該の Agonised call に音声処理を加えた加工声を用いている。
4. 人工芝を用いたシカの誘引は、捕獲場所の植生が豊富な初夏から初秋にかけては効果が期待できない。

4) 具体的なデータ



図1. 複数のデコイの中で伏臥休息する野生ジカ

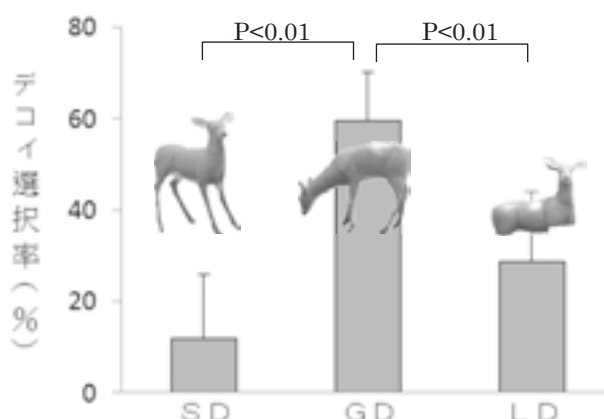


図2. 3つの姿勢のデコイを同時弁別させたときの選択率



図3. 音声発声装置を内蔵させた改良版の雄デコイ

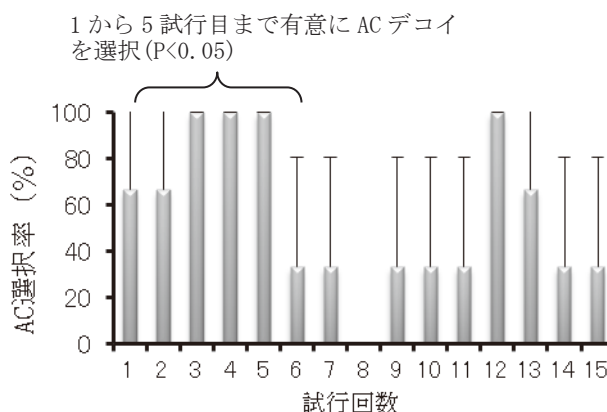


図4. AC デコイとホワイトノイズデコイを同時弁別させた時の AC デコイ選択率

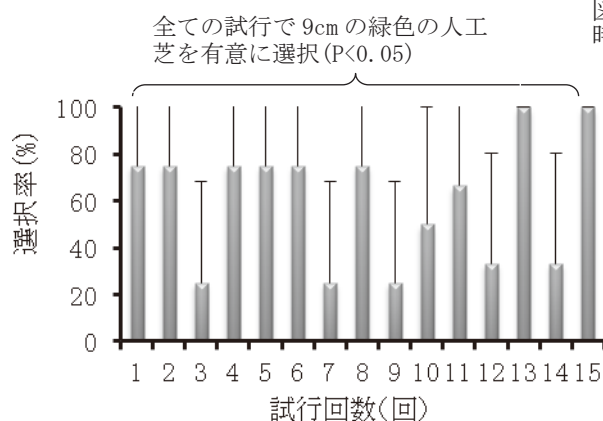
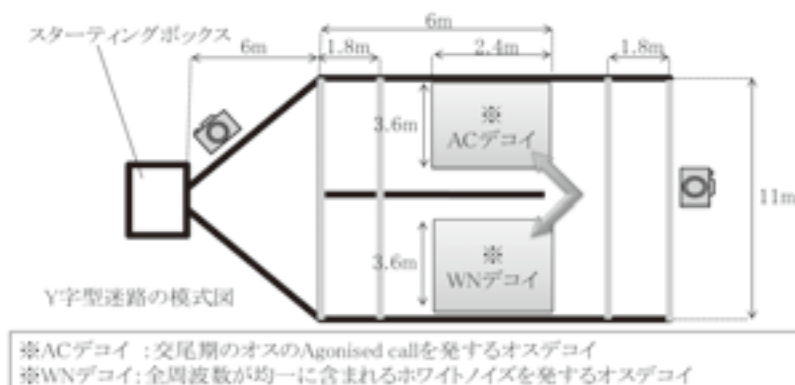


図5. 9cm と 0.6cm の人工芝を同時弁別させた時の 9cm 人工芝の選択率



図6. 実験後に人工芝を摂食する供試ジカ

注記：図7. 飼育ジカを用いた同時弁別実験手法の模式図（右図は、雄ジカの求愛声の弁別実験の様子。3つの刺激を提示する場合は、図中の選択エリアが3分割される。）



2－（3）小課題名「給餌場における捕獲技術の開発」

1）「森林用囲いわなと銃器を組み合わせたシカ捕獲法」

森林総合研究所北海道支所 松浦友紀子

1）研究の進捗結果

平成 22 年度は森林内に簡易的に囲いわな設置する方法を検討し、わなを試作して捕獲を試行した。その結果を踏まえて、23 年度は入口落下扉の簡素化およびシカの警戒心を生じさせにくいわなのサイズと資材を検討した。24 年度には入手が容易な資材で作成可能である簡易的な入口落下扉を作成し、捕獲を実施した。25 年度には、わなの設置方法や速やかな捕獲のための適切なわなサイズについてこれまでの結果をまとめた。これらの試行により、森林内に囲いわなを簡易的に設置する方法を提示することができ、わなに囲い込んでから銃器で止刺しをする方法が、シカの捕獲方法として有効であることを示した。

2）成果の内容

1. 森林内に簡易的に囲いわなを設置する方法を検討した（図 1）。すなわち、立木を使用することで支柱を不要とし、また立木間をつなげたワイヤーにカラビナでネットを引っかけることで、設置を容易とした。入口ゲートは落下扉とし、容易に入手可能な資材で作成した。

2. わなに餌で誘引し、囲い込んだシカを銃器により止刺しをする方法の有効性を明らかにした（図 2、3）。わなへの発砲により、わな内の他個体が暴れて負傷したり、わなを破壊することもなく、囲い込んだ個体を捕殺することが可能であった。2 種類のわなサイズを試行した結果、どちらも 7・8 割の発砲成功率であった（表 1）。また 1 頭当たり 2・3 分での捕殺が可能であった。ただし、小型わなの場合、貫通弾が他個体を損傷する例が見られており、ある程度シカが自由に動き回れる大型わなの方が本方法に適している可能性があった。

3）成果の活用面・留意点

わなでシカの行動を抑制した時点で動物はストレスや苦痛を受けていると考えられるため、行動抑制後（囲い込み捕獲後）速やかに捕殺することが動物福祉上求められる。囲いわなと銃器による止刺しは速やかな捕獲が可能であり、また角のあるオスなど、個体を選んで優先的に捕殺することが可能なことから作業員の安全にもつながる。発砲場所や方向、距離を制限することで、確実かつ安全な狙撃が可能であることから、銃の使用が制限されている地域での捕獲方法としても活用が期待される。

エゾシカは身体が大きいいため、ネット高が 3m 以上必要であり、且つ突進によるネットが破られる場合があることからネットを覆う目隠し幕が必須である。そのため、本州のわなに比べると費用および設置コストは高くならざるを得ない。

4) 具体的なデータ



図 1. 立木にワイヤーとカラビナを使用して設置した囲いわな。



図 2. 囲いわな内に誘引されたシカ。



図 3. 囲い区の中のシカをライフルで狙撃する様子。脚立を使用して、わなの上から行った。

表 1. 囲いわなと銃器による止刺しを組み合わせた捕獲方法における発砲成功率と 1 頭当たりの平均捕殺所要時間。わなのサイズ別に示し、100m 以下は 1 例、100m 以上は 2 か所の結果をまとめた。100m 以下のわなの場合、個体の重なりが大きく貫通弾が他個体を損傷する例が生じた。

	発砲成功率 (捕殺数/発砲数)	1 頭当たりの 平均捕殺所要時間*
わな周囲長 100m 以下	75%	1 分 56 秒
わな周囲長 100m 以上	76.5%	2 分 52 秒

*参考：わな周囲長 100m 以下の囲いわなで捕獲し、麻酔銃を用い化学的不動化したのちに安楽殺した個体については、捕殺までに 1 頭当たり 29 分 51 秒要した。

2－（3）小課題名「給餌場における捕獲技術の開発」

2）「森林用ドロップネットで効率よくシカを捕獲する」

森林総合研究所関西支所	高橋裕史
京都府農林水産技術センター	芝原 淳
	野崎 愛
	境 米造
京都府森林保全課	井上厳夫
京都府猟友会南丹支部猟友会	西村義一
森林総合研究所	小泉 透

1）研究の進捗結果

平成 22 年度は、ドロップネットの先行事例の収集と分析から、森林内で使用するための課題と対策を整理し、森林用ドロップネットを試作して研究所構内で作動試験を行った。

23 年度は、森林用ドロップネットを用いた捕獲を実地で試行し、実際にシカを捕獲した場合の問題点に対処すべく、改良を加えた。

24 年度は、さらに実地試験を継続して改良を重ね、捕獲成績の当初目標を達成した。

25 年度には、シカの生息状況などが異なる他地域に技術移転して捕獲成績を測定し、森林用ドロップネットの適用条件を絞り込むことで、その実用性を高めた。これら適用条件を含め、森林用ドロップネットの制作と運用について、取扱説明書を作成した。

2）成果の内容

1. 被害現場で林家が直接シカを捕獲できるよう、また森林の中で使いやすいよう、持ち運びも設置も簡単で安全に使用でき、捕獲効率のよいわなを開発した。（写真 1）
2. 立木を支柱とすることで、資材費と設置労力を軽減し、遠隔監視・作動装置を除く本体の資材費は約 9 万円、重量は約 20kg、4 人いれば制作日数は 1 日、設置は半日でできた。（写真 2）
3. 森林用ドロップネット 1 基を稼働させた場合の 1 日あたり捕獲頭数は 0.67 頭となり、これまで報告のある箱わななどの捕獲効率（おおむね 1 日あたり 0.40 頭）と比べて高いことが分かった。（表 1）
4. 林道や作業道、土場などで車両通行を阻害しない高さに設置することにより、運搬設置、維持管理、捕獲個体の搬出などの諸コストを軽減でき、長期間の運用が可能になる。（写真 3）
5. 人家、畜舎、放牧地などが近くにあり、猟銃や足くくりわなが使えない場所で、ワナを設置したままで他の作業をしたい場合、シカ以外の危険な動物を間違えて捕獲したくない場合などに、安全・確実・効率の良い捕獲ができる。

3）成果の活用面・留意点

森林用ドロップネットによる捕獲方法は、強い誘引と連携することにより、さらに効率の向上が期待されるが、運用にあたっては十分に誘引ができていないことを見極めて稼動（待機）すること、少数ずつでも群れごと捕獲することが重要である。1 カ所から複数のワナを監視できるシステムを導入すると、さらに効率のよい運用が可能になる。

4) 具体的なデータ



写真1. 森林用ドロップネットでシカを群れごと捕獲

表1. 森林用ドロップネットによる捕獲試験成績

年度	2011	2012
稼働日数	14罟・日	12罟・日
稼働中捕獲機会	8回17頭	6回13頭
捕獲機会1回あたり頭数	2.1頭	2.2頭
捕獲数	3回4頭	5回8頭
同時最大捕獲頭数	2頭	3頭
捕獲1回あたり捕獲頭数	1.3頭	1.6頭
捕獲機会1回あたり捕獲回数	0.38	0.83
捕獲機会頭数あたり捕獲頭数	0.24	0.62
稼働日数あたり捕獲頭数	0.29	0.67



写真2. 軽量、コンパクトで運搬設置が容易



写真3. 作業道で車両通行可能な高さに設置

2－（3）小課題名「給餌場における捕獲技術の開発」

3）「シカの行動を制御して効率よく捕獲する」

森林総合研究所関西支所 八代田千鶴

森林総合研究所 小泉 透

1）研究の進捗結果

平成 22 年度は、シカが給餌場に出没する要因を検証し、下層植生がほぼ消失している場合、季節にかかわらず給餌場への誘引効果は非常に高いこと、この環境条件下では出没时间帯を誘導できることを明らかにした。その成果を受けて、23 年度は給餌場への誘引と銃器による精密狙撃を組み合わせてシカを効率的に捕獲する誘引狙撃法を開発し、森林内に設定した約 1km² の集中捕獲エリアにおいて、シカの捕獲除去により苗木に対する食害率が軽減することを明らかにした。24 年度は、パッチディフェンスを設置した植栽地において、誘引狙撃法によるシカ捕獲を実施し、25 年度にはシカの捕獲手法として、誘引狙撃法に加えてパッチディフェンスにワナを組み込むことでより効率的な捕獲手法を検証し、植栽地での実用化を高めた。

2）成果の内容

1. 給餌場への誘引に影響する要因を明らかにした。
2. 条件付けによる学習効果を利用し、給餌場への日中の出没を誘導できることを明らかにした（写真 1、図 1）。
3. 上記をふまえて、給餌プログラムを作成した（図 2）。
4. 給餌場への誘引と銃器による精密狙撃を組み合わせた誘引狙撃法を開発した。

3）成果の活用面・留意点

シカの行動を制御して給餌場へ誘引する給餌プログラムを作成し、この誘引法に銃器による精密狙撃を組み合わせた手法を静岡森林管理署に技術提供し、富士山国有林での大規模実証試験において高い捕獲効率を達成した。誘引狙撃法は、誘引効果の高い餌資源量の少ない地域や季節に適した手法であること、銃器を用いるため実施する場合は見通しのよい地域であることに留意する。誘引法に銃器やわなを用いた捕獲技術を組み合わせて、特定地域での繰り返し捕獲による被害軽減効果の検証が必要である。

4) 具体的なデータ



写真1. 条件付けによる学習効果を利用した給餌場へのシカの誘引

餌を置いて(9:50)から、26分後(10:16)に野生のシカが自発的に出沒

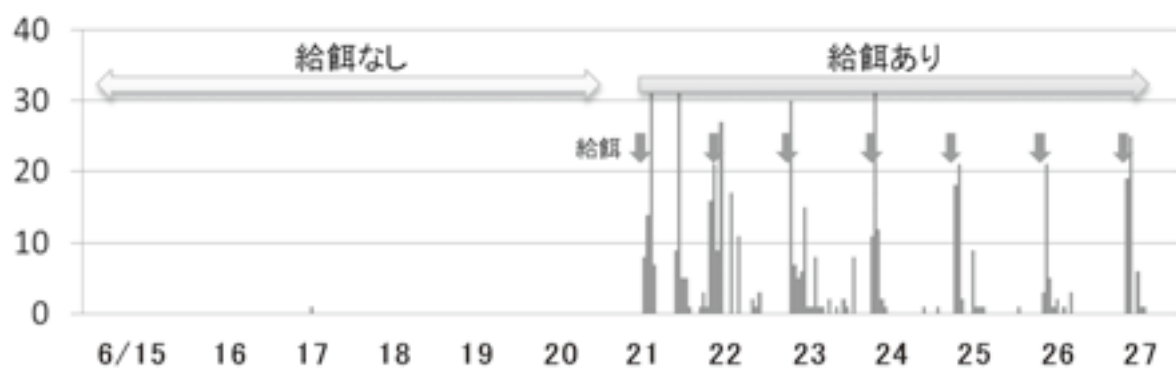


図1. 給餌場でのシカ出沒回数 給餌を開始すると出沒回数が増加し給餌直後に集中。



図2. 作成した給餌プログラム

2－（3）小課題名「給餌場における捕獲技術の開発」

4）「GPS 首輪装着および行動解析」

森林総合研究所九州支所 矢部恒晶

1）研究の進捗結果

平成 22 年度は、霧島山地えびの高原地区を調査地とし、メス成獣 3 頭に GPS を装着し、また目視カウントによるシカ個体数調査を行った。GPS 装着個体が捕獲地点から約 2km までの範囲を利用したことを明らかにし、シカの生体捕獲や野外実験の条件を確認した。平成 23 年度は、定住性のメス成獣 3 頭に GPS を装着して行動圏を明らかにし、植生繁茂期に各個体の行動圏内に捕獲を想定した誘引餌を設置し、GPS 装着個体による誘引餌の利用を自動撮影で確認するとともに、誘引餌設置後の行動を追跡した。平成 24 年度は、植生の非繁茂期に誘引餌に対するシカの行動を追跡し、植生繁茂期・非繁茂期ともに誘引餌の設置による行動圏の変化は少ないことを明らかにした。またシカ個体数調査の結果を取りまとめ、調査地におけるシカ個体数に季節変動があることを明らかにした。平成 25 年度は、GPS 装着個体に対して爆竹の破裂音による忌避刺激を与え、刺激後の行動を明らかにした。

2）成果の内容

1. 調査区域（約 32.6ha）における出現個体はメス個体を中心とする群れであり、夏期から秋期にかけての増加と冬期の減少がみられ、オス成獣個体は秋期のみ出現する、季節的なパターンを持つことから、季節により捕獲対象個体や誘引個体数の選択が異なることを明らかにした（図 1）。
2. GPS 首輪装着個体は誘引餌に対して過度に集中的な来訪はせず（図 2）、また基本的な行動圏を大きく変えることはなく（図 3）、隣接する個体の行動圏にある餌設置点への移動もしなかったことから、追跡対象とした定住性のメス個体について、餌による誘引の範囲は行動圏程度のスケールであることを明らかにした。
3. 忌避刺激に対して GPS 装着個体が通常の行動圏の外側まで逃走することは少なく、行動圏外に移動した場合でも短期間のうちに戻ることを明らかにした（図 4）。
4. これらのことから、メス個体を対象として捕獲作業の範囲や捕獲地点の配置を検討する場合、対象地におけるメスの行動圏のサイズが目安となることを明らかにした。

3）成果の活用面・留意点

熊本、大分、宮崎、鹿児島各県の特定鳥獣保護管理検討委員会および長崎県環境審議会鳥獣部会、宮崎県林業技術センター獣害対策研修会、九州森林管理局「野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備調査事業」における検討委員会およびシンポジウム講演、環境省の検討委員会およびシンポジウム講演、九州大学宮崎演習林公開講座、熊本県自然環境講座、森林総合研究所オープンラボ講演、雑誌「森林防疫」執筆論文、森林総合研究所九州支所広報誌「九州の森と林業」執筆記事などを通じて研究成果の普及または研究成果に基づく助言を行った。さらに多様な条件下での捕獲作業に対するシカ行動の知見の蓄積および普及は今後の課題である。

4) 具体的なデータ

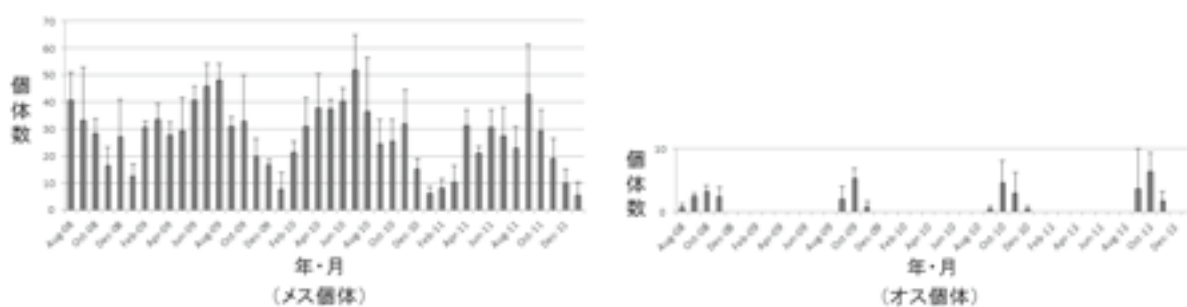


図1. えびの高原調査区域におけるニホンジカ雌雄成獣の個体数の季節変化

(定期調査路における月3回の観察頭数の平均値と標準偏差)



図2. 誘引餌設置期間・非設置期間における餌設置点へのGPS装着個体の出現状況

(植生繁茂期2個体、植生非繁茂期1個体の例)

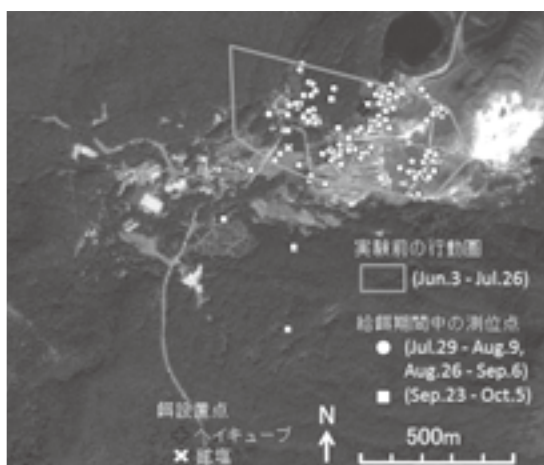


図3. 誘引餌設置後のGPS装着個体1例の測位点分布

(測位点の多くは実験前の行動圏と同じ領域に分布)

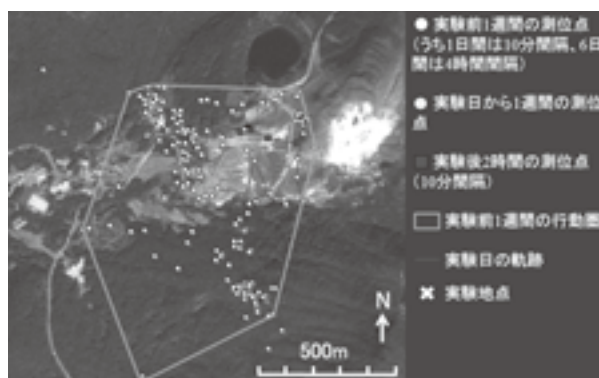


図4. 忌避刺激実験前後におけるGPS装着個体1例の測位点分布

(実験日内の移動経路および1週間後までの測位点の多くは実験前の行動圏内に分布)

3－（１）小課題名

「シカ生息密度低減後の林業被害軽減効果および 生息密度回復パターンの検証」

九州大学大学院農学研究院 榎木 勉

1) 研究の進捗結果

平成 22 年度にシカを目撃頻度が最も高い場所を中心とした実験区を設置した。実験区の中心部のスギ苗木は植栽直後から食害を受け、時間経過にともない食害は実験区周辺部に広がった。平成 23 年には実験区中心部でシカ 13 頭を捕獲した。スギ苗木の食害および撮影頻度は大きく減少した。冬季になると食害数がやや増加したが、撮影頻度は冬季においても低い値を維持した。平成 24 年度は捕獲を中止し、食害数および撮影頻度の回復過程を定量化した。食害数および撮影頻度は、冬季までは、捕獲前年よりも低い値を維持していたが、冬季以降は食害数が捕獲前年と同程度まで増加した。平成 25 年度は、食害数と撮影頻度の変化を観測するとともに、それらの結果とスポットライトセンサスなど他のシカ個体数推定方法を用いた調査結果と併せて解析した。その結果、シカの推定個体数と被害状況は、地域特性に応じて変化することが明らかになり、捕獲実施後の成果の評価を次の捕獲に活かすことが重要であることが示された。

2) 成果の内容

1. シカの誘引捕獲が苗木の食害及びシカの出現頻度に及ぼす影響の時空間的な変化を評価する解析方法を提示した。
2. シカの誘引捕獲が、苗木の食害数及びシカの出現頻度を減少させる効果があることを明らかにした（図 1、図 2）。
3. シカの誘引捕獲の効果の持続性が、食害数とシカの出現頻度とでは異なることを明らかにした（図 1、図 2）。
4. 食害数の変化には、植物の落葉などの季節性が影響していることを明らかにした。
5. シカの捕獲など個体数管理を効率よく行うためには、実施成果を評価し、その結果を次の管理行動にフィードバックすることが重要であることを示した。

3) 成果の活用面・留意点

シカの誘引捕獲は、苗木の食害数とシカの出現頻度を減少させることができる。ただし、捕獲停止後の食害数とシカの出現頻度の変化は、シカの推定個体数とシカによる被害の規模や程度が必ずしも一致しないことを示す。また、その違いは場所や季節によっても異なった。これら进行评估するための調査設定と解析手法は、他のシカ管理においても応用可能である。シカ個体数管理のための捕獲を効率よく確実に行うには、捕獲実施後は、その成果を検証し、結果を次の捕獲に活かす必要がある。また、植生、シカ個体数、地形など当該地域の特性を考慮に入れることも重要である。

4) 具体的なデータ



図1. スポットライトセンサで目撃されたシカの位置
赤線で示される林道から目撃された個体の位置を点で示す。毎年5月と11月に3日間ずつ調査を行った。

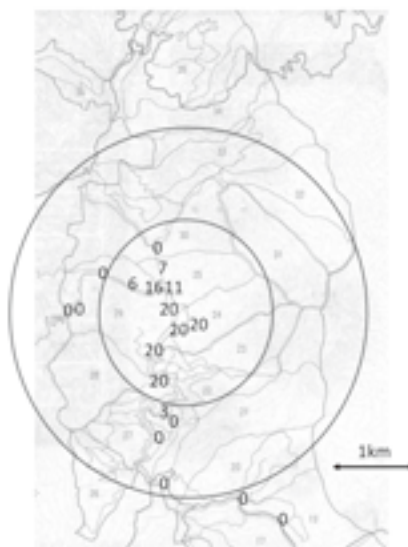


図2. スギ苗木植栽2週間後の食害数(2010年)
林道に沿って20箇所に調査プロットを設置し、スギ苗木を20本ずつ植栽後、食害および生育状況を観測した。

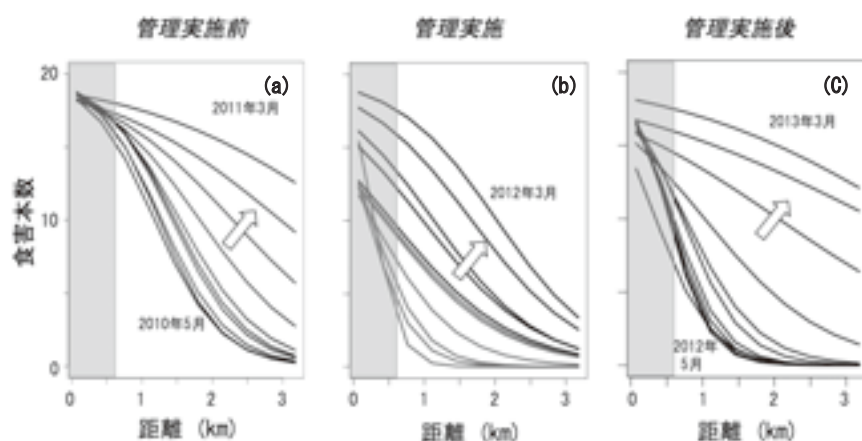


図3. 食害を受けた苗木数の植栽位置による変化
植栽後の積算数(Y)を試験区中心部からの距離(X、km)で回帰した。
 $Y=20/(1+\exp(aX+b))$ 、aとbは係数。回帰線は5月から翌年3月まで求めた。
管理実施期間中は食害本数が減少した(b)。
落葉樹や草本の葉などのエサが減少する冬季に被害は急激に増加した(図3矢印)。

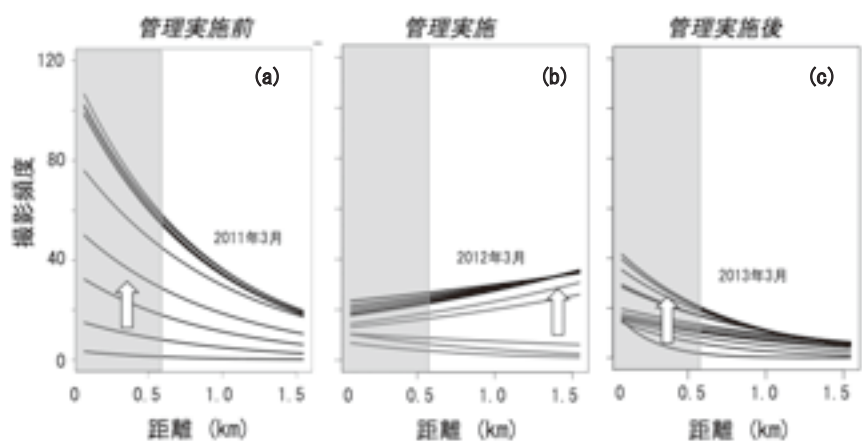


図4. シカの撮影頻度の植栽位置による変化
植栽後の積算数(Y)を試験区中心部からの距離(X、km)で回帰した。
 $Y=\exp(aX+b)$ 、aとbは係数。回帰線は5月から翌年3月まで求めた。
管理実施前は5～10月にシカが頻繁に出没していたが(a)、管理実施期間中の出没頻度は低下した(b)。
管理実施後に頻度は若干回復したが、管理実施前に比べると頻度は低いままだった(c)。

3－（2）小課題名

「苦痛ストレスの定量測定による捕獲手段の評価手法の開発」

岐阜大学応用生物科学部 鈴木正嗣

1) 研究の進捗結果

平成 22 年度は、血中濃度においてストレスの影響が有意に現れる測定項目（血中コルチゾール、クレアチンキナーゼ、乳酸脱水素酵素）とその測定値を明らかにし、「生理的ストレスマーカの選択」と「低ストレスの基準値の明示」を達成した。また、ストレス／警戒心の行動面での発現様式等を検討するための基礎情報（GPS テレメトリーの測位精度など）も先行的に明らかにされつつある。平成 23 年度には、簡便かつ短時間で測定可能なイヌ用の簡易コルチゾール測定スナップを用いた測定の可否を、EIA 法とスナップを用いた方法間における相関をもとに検討した。その結果、高い正の相関が認められ、当スナップによる測定は可能であることが確認された。そして、本研究によって得られた回帰式を用いることにより、スナップ法による値から EIA 法による値を得ることも可能となり、簡便かつ短時間で正確なコルチゾール濃度の測定が可能となることを明らかにして試験を終了した。

2) 成果の内容

1. 「平穏な状態（採食中）にある時に頭部を狙撃され即死したシカ个体」と「巻き狩りにより勢子からの追跡を受けた後で射殺されたシカ个体」との間で、血清コルチゾール濃度と各種血液生化学性状値を比較した結果、シカで有用な人道性評価マーカーとして、血清コルチゾール濃度、乳酸脱水素酵素値（以下、LDH）、クレアチンキナーゼ値（以下、CK）が有用であることを明らかにした（表 1）。
2. 犬用の血清コルチゾールの簡便測定機がシカにおいても有用であることを明らかにし、これまでのような手間と時間がかかる EIA 法に頼らなくとも、シカを対象とする人道性を評価できることを明らかにした（図 1）。
3. 人道性評価マーカー測定値に対する採血後の時間経過の影響では、捕殺直後に採血や解析を行えなくても、数時間以内の対応であれば測定値の信頼性は維持されることが明らかになった（図 2）。

3) 成果の活用面・留意点

動物を対象とする人道性の評価は、主観的もしくは感覚的な判断にもとづいて行われる場合が少なくない。しかし本研究では、シカを対象とする定量的な評価手法を提示することができた。この手法の導入により、各種の捕獲・殺処分方法の評価に客観性が付与され、それに従事する者や団体の人道性に対する意識向上も期待される。さらに、必要に応じ評価結果を蓄積もしくは開示することは、動物愛護的な市民感情に向けての説明責任を果たすことにもつながる。

4) 具体的なデータ

表1. 頭部狙撃個体と巻き狩り個体で測定された血清コルチゾール、LDH、CKの数値

測定項目	頭部狙撃個体		巻き狩り個体	
	例数	平均±標準偏差	例数	平均±標準偏差
血清コルチゾール	17	1.83±1.49	11	5.21±2.56
LDH	12	912.83±209.79	7	2,244.42±769.07
CK	14	236.21±144.58	8	1,808.38±643.82

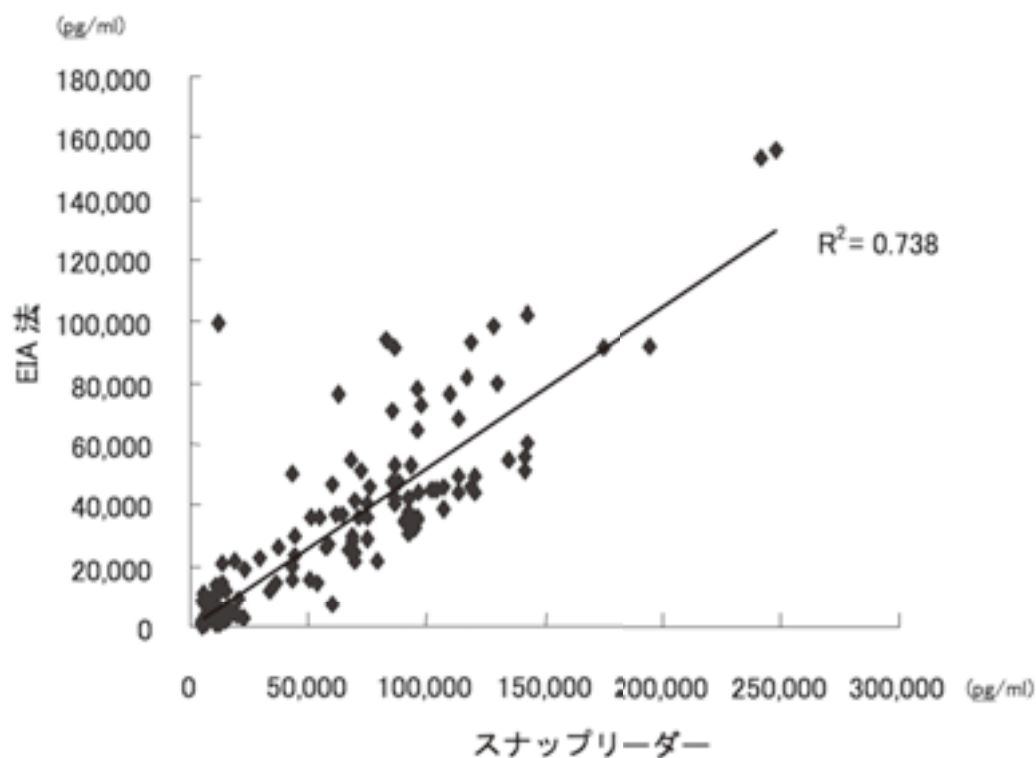


図1. スナップリーダーと EIA 法とで得られた測定値の相関性

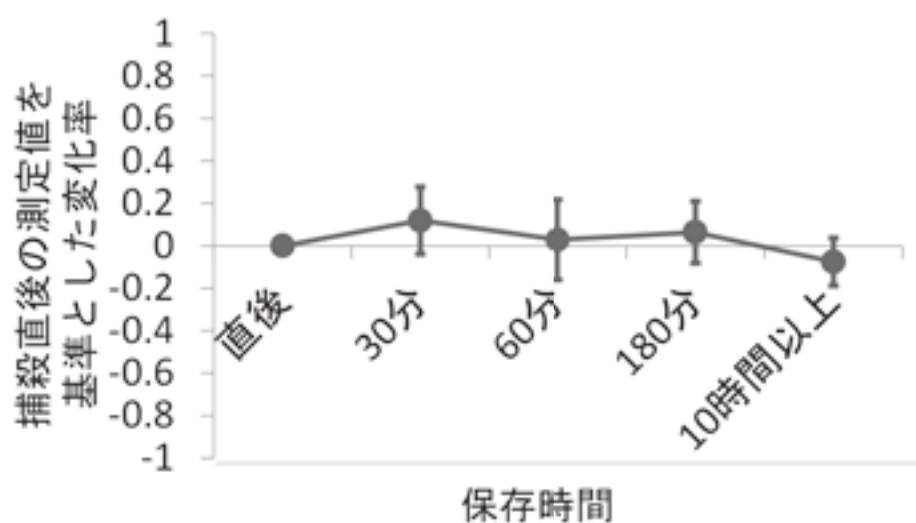


図2. 捕殺以後の血液保管時間と測定値変化率との関連

2－(3)小課題名

「血縁解析による低密度維持可能性評価手法の開発」

岐阜大学応用生物科学部 安藤正規

1) 研究の進捗結果

平成 24 年度は、国内 2 地域(北海道[12 個体]／静岡[13 個体])で収集された母子と見られる 6 組 13 個体およびメス成獣 12 個体について SSR マーカー 10 座を用いた分析を行い、これら反応条件を確立した。また、10 座を用いて地域間(北海道／静岡)の遺伝的な差異を検出可能であることを明らかにした。平成 25 年度は、国内 4 地域(北海道[11 個体]／静岡[226 個体]／岐阜[7 個体]／宮崎[8 個体])で収集された母と胎子 64 組 128 個体、メス成獣 131 個体(前述の母 64 個体を含む)および 0 歳幼獣 57 個体の計 252 個体について SSR マーカー 17 座を用いた分析を行い、これらの反応条件を確立した。次いで、各座の個体識別に対する有用性を評価した。遺伝構造解析については、17 座を用いた分析により、地域間におけるシカ集団の遺伝的な差異を検出することが出来た。一方、同マーカーを用いた地域集団内の解析において血縁集団は検出されず、また親子解析も困難であることを明らかにした。

2) 成果の内容

1. SSR マーカー 17 座について、4 組の Multiplex を含む各 SSR マーカーの反応条件を確立した。また、個体識別に有用な SSR マーカー 8 座を特定した。(表 1、表 2)
2. SSR マーカー 17 座によって、地域集団間における遺伝構造の検出が可能であることを明らかにした。(図 1、図 2)
3. SSR マーカー 17 座による地域内血縁集団の検出や親子解析が困難であることを明らかにした。

3) 成果の活用面・留意点

現時点で、シカにおける SSR マーカーを用いた血縁集団の検出が困難である理由として、a) 19 世紀にボトルネックが生じた以降、遺伝的に分化した血縁集団構造を確認できる程の時間が経過しておらず、シカ地域集団内の遺伝的多様性が低い、b) 地域内の遺伝構造解析対象とした静岡集団において、季節移動をする個体が存在することが確認されており、定住性の弱さや近隣集団との遺伝的な交流が血縁構造を検出しにくくしている、の 2 つの原因があると考えられる。上記を考慮すれば、より定住性の高い個体群、かつ／あるいは過去の捕獲圧が比較的低かった地域では、同じ SSR マーカーを用いて血縁集団を検出できる可能性も存在する。

ローカライズドマネジメントの適用の可否は、適用したい地域に生息するシカ個体群の行動的・遺伝的特性に左右されることが考えられることから、適用については個体群特性の把握を含めた十分な事前調査および手法の検討が必要である。

4) 具体的なデータ

表 1. SSR マーカーの特徴および PID-sibling による有用性の評価

Lank	遺伝子座名	Na	PID-sibling(積算値)	Allele	Lange	TM(℃)	Multiplex	Reference
1	TGLA53	18	0.342400	183-223	56	single		Bishop <i>et al.</i> (1994)
2	BM888	10	0.123600	188-218	58	single		Talbot <i>et al.</i> (1996)
3	BM3628	6	0.045510	204-218	58	single		Bishop <i>et al.</i> (1994)
4	CSSM019	10	0.017600	146-164	55	single		Moore <i>et al.</i> (1994)
5	ETH225	16	0.006912	144-196	58	setA		Kuhn <i>et al.</i> (1996)
6	OarFCB193	9	0.002732	112-142	56	setD		Talbot <i>et al.</i> (1996)
7	BM6506	9	0.001146	202-218	58	setB		Bishop <i>et al.</i> (1994)
8	IDVGA29	7	0.000508	147-175	52	setC		Mezzelani <i>et al.</i> (1995)
9	BM6438	7	0.000227	268-290	55	single		Bishop <i>et al.</i> (1994)
10	RM188	6	0.000105	144-132	59	single		Barendse <i>et al.</i> (1994)
11	BM4107	8	0.000051	151-179	58	single		Talbot <i>et al.</i> (1996)
12	BMC1009	5	0.000025	284-300	58	setB		Bishop <i>et al.</i> (1994)
13	BL42	4	0.000014	239-259	58	setA		Bishop <i>et al.</i> (1994)
14	Cervid14	7	0.000008	226-242	65	single		DeWoody <i>et al.</i> (1995)
15	CSSM043	3	0.000005	258-264	52	setC		Moore <i>et al.</i> (1994)
16	BOVIRBP	3	0.000004	147-151	56	setD		Bancroft <i>et al.</i> (1995)
17	RM203	5	0.000003	206-232	58	single		Bishop <i>et al.</i> (1994)

- ・ Multiplex は、一回の PCR で複数の遺伝子座を増幅させる手法を表す。
- ・ PID-sibling は個体の遺伝子型が同一のクローンである可能性を示し、複数の遺伝子座を積算して算出した値が 0.001 を下回ればそこまでの座を用いて個体識別が可能とされる(サンプル 1000 個体中にクローンが 1 個体以下しか存在しないことを表す)。

表 2. 各 SSR マーカーの PCR 反応設定

Step	Temperature	Time
1	94°C	2:00
2	94°C	0:30
	Annealing Temperature (表1. TM)	0:30
	72°C	0:45※1
3	72°C	10:00
4	4°C	(store)

※1. ただし、BM203、BM3628、BM4107、TGLA53、BM6438、CSSM019、setC は 1:00、Cervid14 は 2:00 にて行った

※2. ただし、BM203、BM3628、BM4107、TGLA53、BM6438、CSSM019、setC は 32cycle、

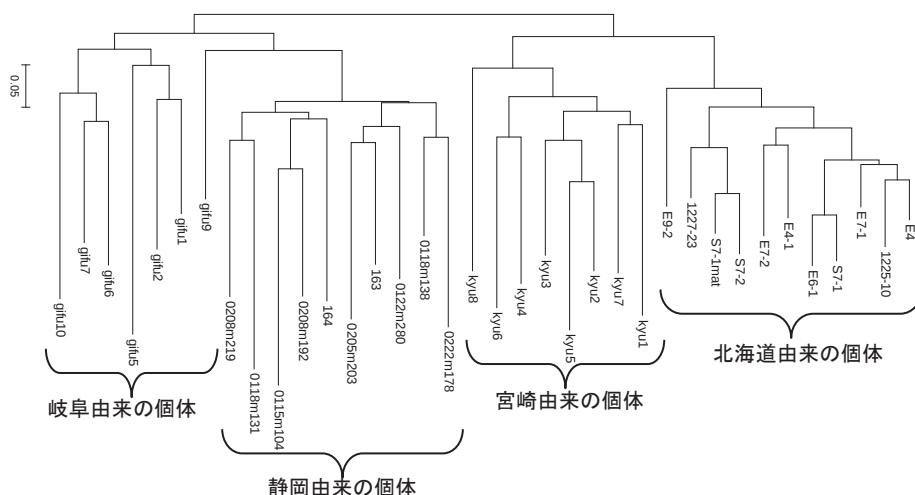


図 1. 遺伝距離 D_A (Nei.1983)を用いた系統樹作図結果

- ・ 図 1 と図 2 は同じデータセット(サンプル数の多かった静岡集団からは 10 個体を抽出)を用いた。
- ・ 系統樹は地域集団を反映した 4 つのクラスターを示した。

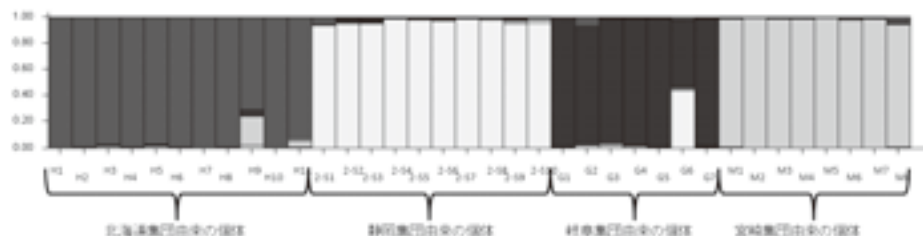


図 2. STRUCTURE による地域個体群間遺伝構造の推定結果

- ・ ソフトウェア STRUCTURE 2.3.4(Pritchard *et al.*2000)を用い、遺伝子型情報を用いてサンプルがいくつの分集団に分かれるかを推定した。縦軸は個体が各クラスターに割り振られる確率、横軸は個体、1 色が 1 つの分集団を表す。



編集者：近藤洋史（森林総合研究所九州支所）
八代田千鶴（森林総合研究所関西支所）
松浦友紀子（森林総合研究所北海道支所）
小泉 透（森林総合研究所）

独立行政法人 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

編集・発行：研究コーディネータ（生物多様性・森林被害研究担当）
発行日：2014年2月1日
問い合わせ先：編集刊行係
電話：029-829-8135
e-mail：kanko@ffpri.affrc.go.jp

* 本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

<この印刷物は、印刷用の紙にリサイクルできます。>