

平成 16 年度

独立行政法人 森林総合研究所

研究成果発表会

「日本の生物多様性保全研究の現状とこれから」

—里山のオオタカ、大台ヶ原のシカ、固有種の島小笠原での研究成果—

講 演 要 旨 集

独立行政法人
森林総合研究所

平成16年度

独立行政法人 森林総合研究所
研究成果発表会

「日本の生物多様性保全研究の現状とこれから」

－里山のオオタカ、大台ヶ原のシカ、固有種の島小笠原での研究成果－

日時：平成16年10月19日（火）午後1時20分～4時30分

場所：イイノホール

（東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビル7F TEL：03-3506-3251）

発表課題

「孤立、断片化した里山の保全を考える」

－石狩平野での鳥、昆虫、植物の多様性から見た功罪－

尾崎 研一（北海道支所 生物多様性担当チーム長）…………… 2

「シカの個体数管理から森林生態系管理へ」

－大台ヶ原自然再生のために－

日野 輝明（関西支所 野生鳥獣類管理担当チーム長）…………… 6

「小笠原の自然を蝕む外来生物の脅威と対策」

大河内 勇（森林昆虫研究領域 昆虫多様性担当チーム長）…………… 11

孤立、断片化した里山の保全を考える —石狩平野での鳥、昆虫、植物の多様性から見た功罪—

尾崎 研一（北海道支所 生物多様性担当チーム長）
河原 孝行（北海道支所 森林育成研究グループ長）
磯野 昌弘（森林昆虫研究領域 昆虫生態研究室主任研究官）
工藤 琢磨（北海道支所 森林生物研究グループ主任研究官）

1. はじめに

近年、里山に代表される二次的自然の保全が問題になっています。昔は自分たちの身の回りにあふれていた雑木林や草原等が急速になくなり、身近な生物を見かけなくなっていることに気づいたのです。里山の森林は開発等により消えて行くだけでなく、残った森林も、連続したものから小さな断片へと変化してきました。このような断片化した森林では、本来、森林に生息する種が減少する一方で、森林以外の環境に生息する種は増加することが知られています。また、断片化の影響は、鳥、昆虫、植物といった生物群によって異なります。さらに、昆虫のような小型の種と、オオタカのような大型の種では、保全上考慮すべきスケール（地域の広さ）も違います。そのため、ひとくちに里山の保全といっても、どの生物を対象とするかによって有効な対策が異なり、場合によっては保全対策の間で対立が起きることも考えられます。

本研究では、北海道中央部に位置する石狩平野を調査地に、多数の森林で鳥、昆虫、植物の調査を行い、これらの生物に及ぼす孤立、断片化の影響を調べました。また、里山の保全上重要な種であるオオタカについて集中的に調査しました。これらの研究結果と、その結果をふまえた里山の生物多様性の保全について以下にまとめました。

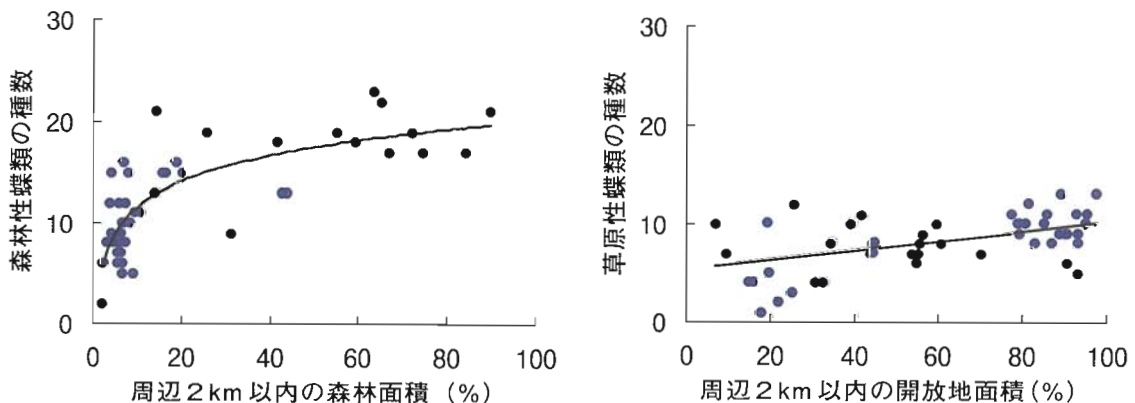


図1 蝶類の種数に及ぼす周辺環境の影響

2. 蝶類の多様性におよぼす周辺環境の影響

蝶類は種の同定が容易であり、しかも、それぞれの種の生息環境についての知見がきわめて豊富であるため、生物多様性を評価するのに適した昆虫群の1つと考えられています。この蝶類について、石狩平野内の農村や都市の森林で調査を行った結果、蝶類の多様性には、森林の周辺環境が重要であることがわかりました。例えば、森林性の蝶の種数は周辺森林面積が20%まではほとんど変化せず、20%以下になると急速に減少しました（図1）。一方、草原性の蝶の種数は周辺開放地面積の低下とともに直線的に減少しました。また、農村にある防風林では、蝶類の種数は少ないものの、その中には自然草原を生息場所とする希少種が含まれていることがわかりました。以上の結果より、里山の蝶類の多様性を保全するには、周辺森林面積を20%以上とすることと、防風林等に生息する希少種の生息環境を保全することが重要であると考えられます。

3. 断片化した森林で地表性甲虫の質を評価する

オサムシやゴミムシ類に代表される地表性甲虫は、移動・分散能力が小さく、環境変化の影響を受けやすいため、指標生物として有望視されています。石狩平野の開放地と森林において、地表性甲虫の調査を行い、そのデータをもとに、住み場所の似た種どうしをグループにまとめたところ、7つのスペシャリスト（特定の環境に住む種）と3つのゼネラリスト（いくつもの環境に住む種）、計10のグループの存在が認められました（図2）。次に、これらのグループごとに森林の断片化の影響をみてみました。その結果、断片化した森林では、種数自体は多かったものの、その3分の1は周辺の農地から侵入してきた種により構成されており、森林を本来の住み場所とする種は少ないことがわかりました。一方、大面積の森林では、全体の種数は、断片化した森林より劣ってしま



図2 生息環境による地表性甲虫のグループ化

たが、ほとんどが山地林のスペシャリストから構成されており、周辺環境からの侵入はほとんどありませんでした。こうしたことから、地表性甲虫の保全には、単に多くの種が生息する森林を守るのではなく、それぞれの種の本来の住み場所を考慮し、森林が断片化する以前の生物相を守ることが重要だと考えられます。

4. 植物の多様性からみた石狩平野の森林

都市近郊の森林は宅地開発等により、孤立化や断片化が進んでいますが、その一方で、環境保全・レクリエーション利用・文化教育的利用など様々な観点から森林の価値が見直されています。このような都市近郊の森林を保全するにあたって、そこにある植物の多様性を知ることは重要です。そこで、石狩平野において、孤立、断片化の程度のさまざまな森林で林床植物の調査を行いました。その結果、種数は大面積の森林よりも、都市や山地にある孤立林の方が多く、林床植物の種数には孤立化の影響はさほど大きくないことが示されました。その一方で、林床植物の種数は、その森林の上木の種数が多いほど多くなるという傾向がありました。また、ササが林床を覆っている森林では種数が少なくなりました。各森林タイプ別に代表的な種を検索した結果、構成種を図3のようにまとめることができました。その中で、農村にある防風林は、種数は少ないものの、本来、自然草原に生育していた湿性植物や開放地性植物のレフュージア（待避所）として重要であることが分かりました。

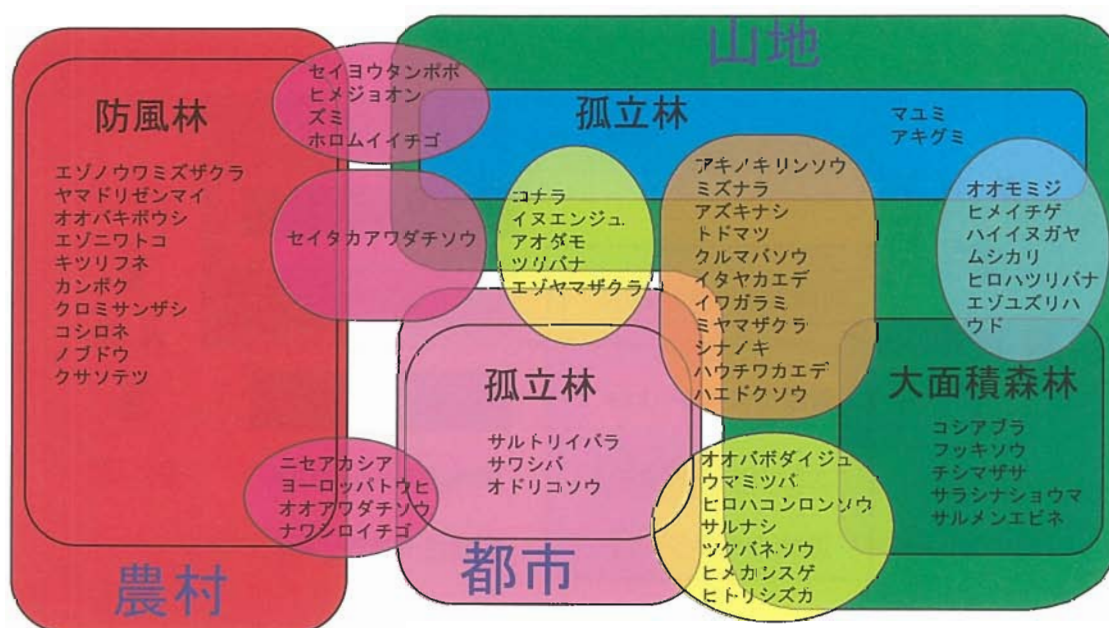


図3 各森林タイプを代表する林床植物

5. オオタカの生息景観構造

希少種であるオオタカは里山の食物連鎖の頂点に立つため、他の動植物に優先して保全すべき種とされています。オオタカは生息に広い面積を必要としますが、一つがいの繁殖にどのような環境がどれくらいの面積で必要なのか分かっておらず、そのことが有効な保全対策を立てる上で問題となっていました。そこで、石狩平野の調査地でオオタカに発信器を装着し、その個体を追跡した結果、行動圏は平均1100haであり、オオタカ一つがいは、おおよそ半径2kmの円に相当する地域を必要とすることが分かりました。次に行動圏内の環境を解析した結果、オオタカは林縁から200m以内の開放地面積と、林縁から200m以上内部の森林面積が多く、水面の割合が低く、かつ平坦な場所を好むことが分かりました。また、林縁付近の開放地の割合と森林内部の割合には負の相関があり、これら2つの環境を合計すると、常に行動圏内の30%以上を占めることも分かりました（図4）。生息環境モデルを用いて調査地全域のオオタカの生息確率を推定した結果、84%の精度でオオタカの生息状況を推定できました。以上の結果より、オオタカは森林が断片化する中で、森林内部と、林縁付近の開放地という2つの異なる環境を相補的に利用することにより、里山の幅広い地域に生息していると考えられます。

本研究は環境省地球環境保全等試験研究費「アンブレラ種であるオオタカを指標とした生物多様性モニタリング手法の開発に関する研究」、及び農林水産省委託プロジェクト「流域圏における水循環・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発」の助成を受けました。

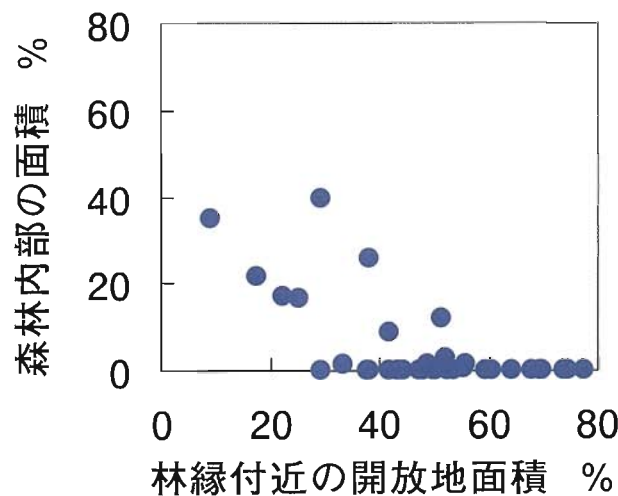


図4 オオタカ行動圏内に占める森林内部（林縁から200m以上内部）の面積と、林縁付近の開放地（林縁から200m以内）の面積の関係

シカの個体数管理から森林生態系管理へ —大台ヶ原自然再生のために—

日野 輝明（関西支所 野生鳥獣類管理担当チーム長）
古澤 仁美（関西支所 森林環境研究グループ主任研究官）
伊東 宏樹（関西支所 森林生態研究グループ主任研究官）
高畑 義啓（関西支所 生物被害研究グループ研究員）
上田 明良（北海道支所 森林生物研究グループ主任研究官）

1. はじめに

吉野熊野国立公園の核心部を形成する奈良県大台ヶ原は、西日本で最大級の原生的自然林が孤立化して残されていることから、環境省特別保護区に指定されています。しかしながら、近年高密度化したニホンジカによる実生や樹皮の食害が著しく森林の存続が危ぶまれるほどになってきました（図1、図2）。環境省は大台ヶ原の損なわれた森林生態系を取り戻すために、2003年1月に施行された自然再生推進法に基づいて、森林環境で最初の自然再生事業を開始しました。この事業を効果的に推進していくためには、新たな管理手法の導入にともなって生態系がどのように変化するかを予測していく必要があります。そのためには、「生態系プロセス」すなわち生態系を構成する生物間の相互作用や物質の循環についての情報が必要です。

私たちは、この自然再生事業に先駆けて1997年より、大台ヶ原の主要群落の1つであるブナーウラジロモミーミヤコザサ群落において、ニホンジカ、野ネズミ、ミヤコザサのそれぞれの除去を複合的に組み合わせた実験区（図3）を設置し、森林下層部の土壌、植物群落、無脊椎動物群集などの構成や性質の年変化や季節変化についての定量的なモニタリング調査を行ってきています。また、ニホンジカの密度の違いによる植生や鳥群集の比較調査やシカ-ササ-土壌の窒素循環動態のモデル構築を行ってしています。私たちのこのような成果は、大台ヶ原の自然再生事業に対してどう貢献していけるのでしょうか。



図1 大台ヶ原で高密度に生息するニホンジカ（大台ヶ原ビジターセンター提供）。



図2 ブナーウラジロモミーミヤコザサ群落。ニホンジカの採食によってミヤコザサの現存量が抑えられていること、後継樹が育っていないことが分かる。

調査実験区 20 m × 20 m 5セット

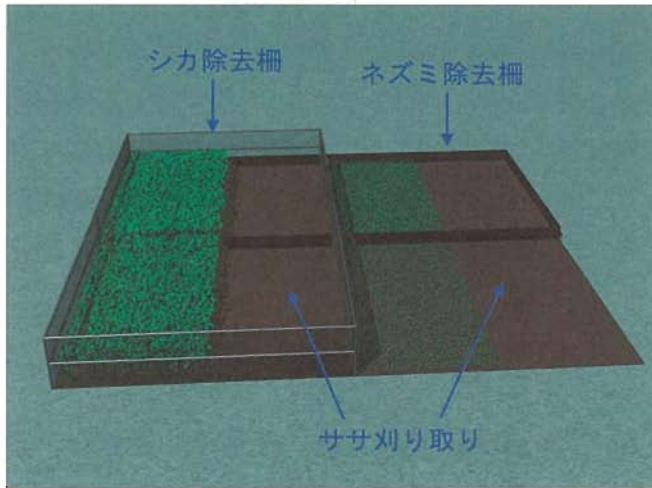


図3 森林内に設けた調査実験区。

2. 生物間相互作用ネットワークの解明

(1) ニホンジカとミヤコザサの関係

ミヤコザサはほぼ一年サイクルで、葉と稈の生産と枯死をくりかえしています。大台ヶ原には、平均で20 - 30頭/km²のニホンジカが生息しており、無雪期の餌の大部分をミヤコザサに依存しています。大台ヶ原の森林生態系の動態を理解していく上で特に重要なのは、ニホンジカ個体群の消費量とミヤコザサ全体の生産量が等しく、両者が互いに安定な平衡状態にあると考えられることです。そして、シカを除去すると、この平衡関係が崩れて成長速度の速いミヤコザサの地上部現存量がわずか5年間で8倍近くまで増加してしまうことです(図4)。



図4 実験区の外と中のミヤコザサの様子。

(2) 他の生物への影響

ニホンジカとミヤコザサは大台ヶ原の森林生態系を支配している2大キーストーン種であり、両種の動態は生態系内の他の生物の多様性に大きな影響を及ぼします。図5は、私たちの調査で明らかになった各生物の個体数や多様性とニホンジカ密度およびミヤコザサ現存量との関係を模式的に示したものです。

ニホンジカが増えると、剥皮によって枯死

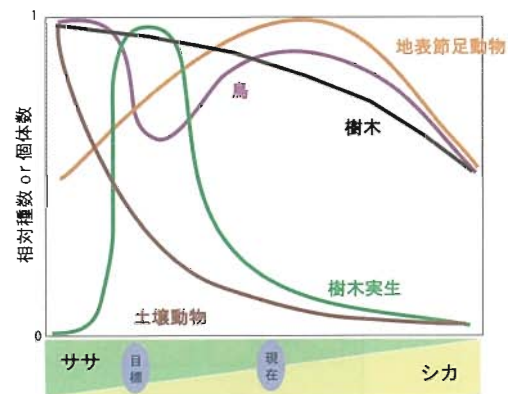


図5 ニホンジカ密度とミヤコザサ現存量が生態系内の他の生物の多様性に及ぼす影響の模式図(最大値を1とした相対値で表示)。

する樹木が増えます。樹木の実生は、ニホンジカが多いほど食べられて数を減らしますが、ニホンジカが少ないと今度はミヤコザサの被圧によって数を減らします。鳥は、ニホンジカが多くて枯死木が多いと樹洞営巣性の鳥が増え、逆にニホンジカが少なくてミヤコザサが増えると藪を好む鳥が増えます。オサムシなどの地表で活動する無脊椎動物は、現在の大台ヶ原の状態でも多様性が高いのに対して、土壌中に生息する無脊椎動物はササが多いほど多様性が高くなります。したがって、すべての生物の多様性が最大になるようなニホンジカ密度やミヤコザサ現存量というものは存在しないことが分かります。

3. 生態系動態モデルの構築

生態系内の生物間相互作用ネットワークは複雑であるため、生態系の動態を予想するためには、コンピュータを用いたシミュレーションモデルの構築が欠かせません。そこで基礎モデルとして、ニホンジカ－ミヤコザサ－土壌の間の窒素循環の動態についてのモデルを作成しました（図6）。すなわち、ニホンジカによって食べられなかったミヤコザサはリターとして、食べられたミヤコザサはニホンジカの死体や糞尿となって土壌にかえり、それが養分として再びミヤコザサに吸収されるというプロセスをすべて実測してモデルを組み立てるのです。さらに、このモデルを拡張させてシカの個体数とミヤコザサの現存量管理、それにとまなう樹木、実生、鳥類、地表節足動物、土壌動物の個体数や多様性の変化についてもモデルに組み込みました。検討した結果、シカの現在密度の3分の1程度で生態系全体の生物多様性が最も高くなると予測されました。

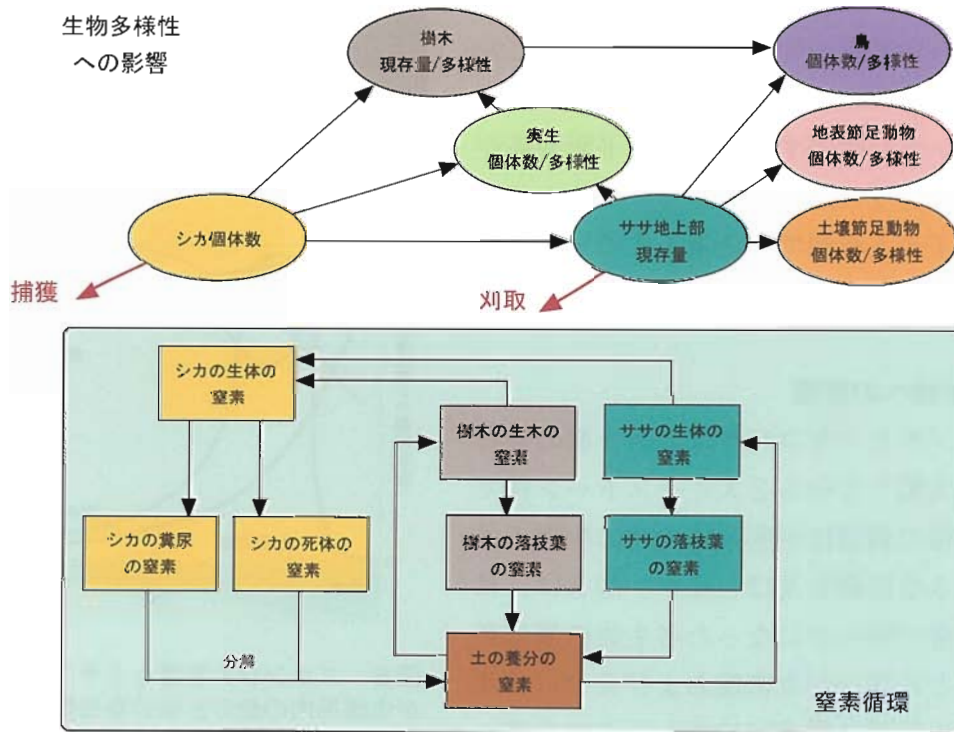


図6 生態系動態モデルの概念図

4. 生態系動態モデルに基づく森林生態系管理

この生態系プロセスを基礎に構築された動態モデルを使って、森林生態系再生のための管理手法を検討しました（図7）。ニホンジカを現在の密度のまま放置すると、更新の阻害と樹木の枯死によって森林は衰退の一途をたどることが予想されるため、ニホンジカの個体数調整を早急に行う必要があります。ところが、個体数調整によってニホンジカの数が増減すると（とりあえず慎重を期するため2分の1に減らす場合を検討）、現在のササ現存量との平衡関係が崩れて、成長速度の大きいミヤコザサの現存量が最大値近くまで回復するために、天然更新が進まなくなることが予想されました。また、個体数調整を中断すると、ニホンジカの数とササ現存量の間にサイクル変動が生じることや、ニホンジカを直接取り除かなくても、ミヤコザサの刈り取りによってニホンジカの個体数を抑えることができることなども予想されました（図8）。したがって、大台ヶ原の森林生態系を再生するためには、ニホンジカの個体数調整とミヤコザサの刈り取りを同時にかつ継続的にを行いながら、それぞれを適正な密度に維持していく必要があることが分かりました。

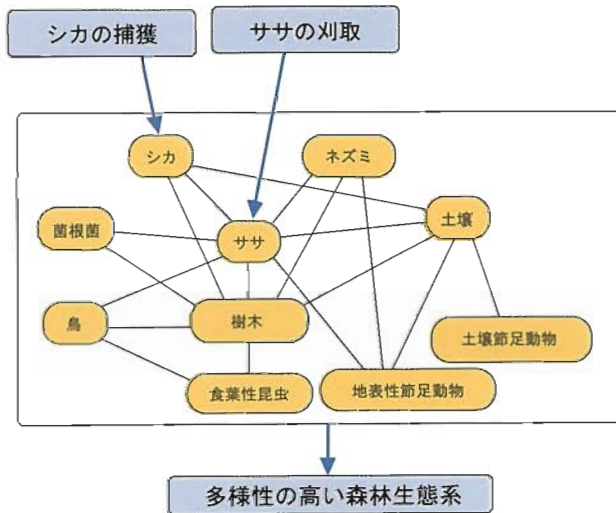


図7 生物間相互作用ネットワークに基づく森林生態系管理

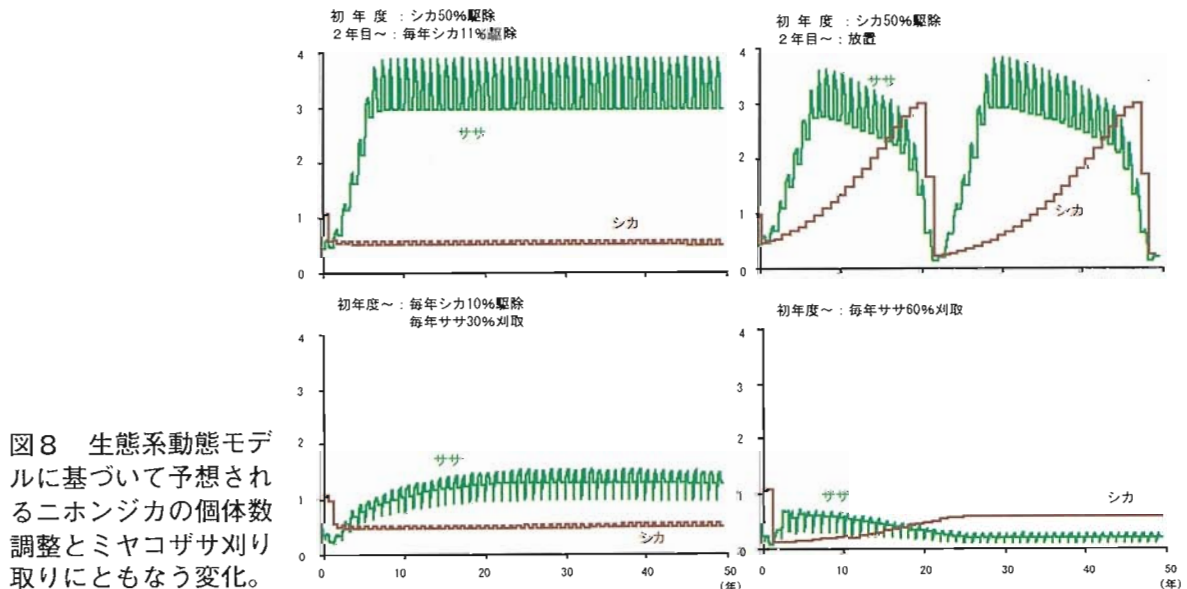


図8 生態系動態モデルに基づいて予想されるニホンジカの個体数調整とミヤコザサ刈り取りにともなう変化。

5. おわりに

私たちの構築した生態系動態モデルは、ニホンジカの餌はすべてミヤコザサであるといったようないくつかの非現実的な仮定を含んでおり、今後より現実的なものにしていく必要があります。また、大台ヶ原の中の特定の群落のデータに基づいて作られており、全体にそのまま適用することができません。しかし、生態系とはそもそも多様で不確実なものであり、正確に予測できるものではありません。現段階でできる範囲で、生態系の動態について予測をし、管理手法についての方針を提案することは、自然再生における予防原則の意味でも有効であると考えられます。

なお、本研究は環境省の地球環境保全等試験研究費「生物間相互作用ネットワークの動態解析に基づく孤立化した森林生態系の修復技術に関する研究」において実施しました。

小笠原の自然を蝕む外来生物の脅威と対策

大河内 勇 (森林昆虫研究領域 昆虫多様性担当チーム長)
田中 信行 (植物生態研究領域 環境影響担当チーム長)
牧野 俊一 (森林昆虫研究領域長)
山下 直子 (北海道支所 森林育成研究グループ主任研究官)
安部 哲人 (森林植生研究領域 群落動態研究室主任研究官)
伊藤 武治 (森林植生研究領域 植生管理研究室員)
吉丸 博志 (森林遺伝研究領域 生態遺伝研究室長)
谷 尚樹 (森林遺伝研究領域 ゲノム解析研究室員)
河原 孝行 (北海道支所 森林育成研究グループ長)
吉村 真由美 (関西支所 生物多様性研究グループ研究員)
高野 肇 (多摩試験地 主任)
川上 和人 (多摩森林科学園 教育的資源研究グループ研究員)
近藤 禎二 (林木育種センター)

1. はじめに

小笠原諸島は東京から1000kmも南、日本本土とグアムの間地点に点在します。1000kmという距離は、南米本土からガラパゴス諸島までの距離とほぼ同じです。まさに絶海の孤島という表現がぴったりです。小笠原はガラパゴスと同じく、大陸と一度も陸続きになったことがない我が国ではほとんど唯一の海洋島です。初め陸上生物のいなかった海洋島では、やがて、偶然にたどり着いた生物が長い年月を経て、その島の環境に合わせた様々な種に分かれ、進化し数多くの固有種が生まれました(適応放散)。そのため、小笠原など海洋島は進化の舞台とされています。

160年前に日本人に発見されてからも無人島だった小笠原は、やがて西洋諸国に「無人(ぶにん)島」、すなわちBonin Islandsとして知られるようになり、開発の洗礼を受けます。持ち込まれたヤギなどの家畜やネズミ、それに大規模な森林開発の前に、固有種の鳥3種を含む多くの生物が減りました。その後、第二次大戦で無人となり、戦後の米軍統治時代を経て、日本復帰後は居住や開発が規制され、大規模開発を伴う空港建設も白紙にもどり、少なくとも表面的には島の森林、自然は復活しつつあるように見えます。

しかし、実はいま、小笠原は大変な時期を迎えています。小笠原の森林では、リュウキュウマツ、ギンネム、アカギ、モクマオウ、シマグワ、ガジュマルなど、多くの侵略的な外来植物が繁茂し、オガサワラグワ、シマホルトノキなど木本植物の70%をも占めていた固有植物は確実に減少しています。昆虫類と陸産貝類は外来の捕食者の侵入で激減、多くの固有種が絶滅の危機にあります。私たちはその現状の把握と、それに対してとるべき対策を研究してきました。今回はその成果を発表します。なお、天然記念物の陸産貝類、水生昆虫、鳥類の調査は、環境省、林野庁、文化庁、東京都、小笠原村の許可を得て、国立公園特別保護地区と保安林内の調査は、環境省、林野庁、東京都の許可を得て行いました。

2. 森林の現状とその対策

固有種のおがさわらぐわ（図1）は、開拓者の伐採による激減の後、アカギなどの外来種との競争に加え、多数を占めるこれも外来のシマグワとの雑種化が問題となっています。そこで遺伝子を用いた雑種判別方法を開発し、残存する純粋なおがさわらぐわの全個体を選び出しました。純粋な種子のできる割合や実生の生存状況を調べた結果、父島、母島、弟島のどこでも自力更新できない状況でした。そこで、純粋固体からクローン苗を生産する技術の開発（図2）を中心に、それぞれに島に対応した増殖計画を作成しました。自然再生事業への応用が期待されます。



図1 戦前に伐採された
おがさわらぐわの切り株

さらに、更新が困難なおがさわらぐわとシマホルトノキ（図3）の植栽を試みましたが、植栽はシマホルトノキの方がより容易で、おがさわらぐわはより難しいです。土壌中には様々な菌類、小動物、種子が含まれているため、小笠原にはいない生物（小笠原にとっては外来種）を含んだ土壌を持ち込まないように、島内でクローン苗を馴化する方法で苗を作り植栽を行っているため、より困難さを増していますが、外来種の到来を防ぐためにはしかたがありません。また、ヤギの食害を防ぐ方法も試験しました（図4）。



図2 おがさわらぐわクローン苗の培養



図3 異様な幹の固有種シマホルトノキ
こぶの木として観光資源



図4 ヤギの食害の著しい場所で希少植物を守るヤギ防除用の電気柵

オガサワラグワを初めとする在来種の更新を著しく阻害しているのが外来種のアカギ（図5）です。アカギを制御するために、その成長の各段階で死亡率等を地道に調査した結果、個体群の動態を示す推移行列モデルを作成しました。このモデルでは、アカギの本数は年3%ずつ増加していました。また、アカギの増加を食い止めるためには木がまだ開花する前の若木のときに除去することが効率的であることがわかりました。しかし、アカギは伐倒しても萌芽更新してしまうために、環境に負荷を与えない範囲で化学的に制御する方法も検討しています。化学的な制御は範囲が限定されるので、天敵などの生物を使う制御よりも、外来種に弱い島嶼では安全と考えられます。



図5 外来植物アカギ
戦前に薪炭用に導入された

3. 外来動物と固有動物

小笠原では1980年頃から昆虫類の衰退がはじまり、外来のトカゲ、グリーンアノール（図6）が原因ではないかと疑われています。今回調査したハナバチ類、水生昆虫の調査結果もグリーンアノールが原因で減ったという説を支持します。特に、小笠原に固有のハナバチ類（図7）は花粉を運ぶ昆虫（送粉者）として小笠原の植物とパートナーの関係にあり、お互いに相手を必要とするように進化してきました。それがグリーンアノールのいる島では絶滅に近くなり、花粉媒介システムが破壊されたことは、今後固有植物の繁殖にも影響を与えられます。



図6 外来のトカゲ、グリーンアノール
北米からグアム経由で持ち込まれた



図7 オガサワラツヤハナバチ
小笠原固有種

90種以上もの固有種を有する陸産貝類（カタツムリ、図8）も今絶滅の危機にあります。特に父島に侵入したニューギニアヤリガタリクウズムシ（図9）は壊滅的な影響を与えています。海外の例にならい、塩水トラップを周囲に巡らせた隔離飼育装置による屋外飼育を試みましたが、隔離がうまくいっている間は貝が繁殖するなど効果的でした。しかし、ひとたびウズムシが飼育装置内に侵入すると全滅するという問題点もわかりました。



図8 コガネカタマイマイ 母島固有種、
天然記念物



図9 ニューギニアヤリガタリクウズムシ
扁形動物、陸棲のプラナリアの一種



図10 アカガシラカラスバト
固有亜種、個体数が少ない、
天然記念物

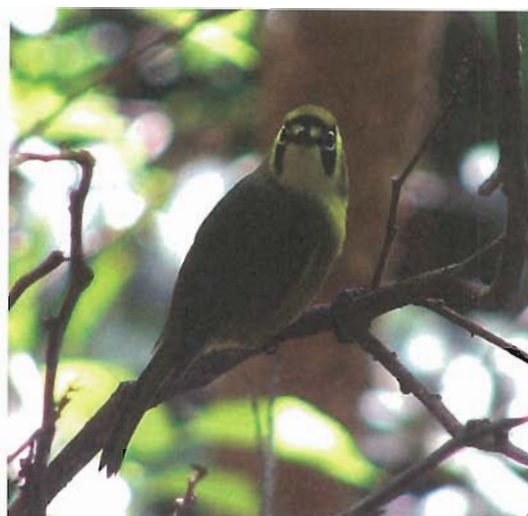


図11 小笠原固有種メグロ
特別天然記念物、小笠原で唯一
生き残った固有種の鳥

鳥類では個体数が100羽に満たない希少な固有亜種アカガシラカラスバト(図10)と、小笠原で唯一生き残っている固有種の鳥で、特別天然記念物のメグロ(図11)の実態がわかりました。これらの鳥の餌資源や繁殖場所としての森林の利用実態、移動分散、捕食者である外来のネコ・ネズミとの関係が解析され、国有林や東京都の保護事業に活かされています。

小笠原では鳥ごとに外来種が異なり、生態系の受けているインパクトが鳥ごとに異なります。それに応じたきめ細かい保護対策が必要です。個々の鳥々の特性を考慮しないで行う保護事業は問題を起こしかねません。多くの生物が複雑に絡み合った生態系の中で自然を再生するには、それぞれの生物に詳しい研究者のネットワークが必要です。地元NPOと共にその第一歩を踏み出した所です。

なお、本研究は環境省地球環境保全等試験研究費「帰化生物の影響排除による小笠原森林生態系の復元研究」において実施しました。

平成16年度
独立行政法人 森林総合研究所
研究成果発表会 講演要旨集

平成16年10月19日発行

編集・発行
独立行政法人 森林総合研究所
企画調整部 研究情報科 広報係
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
TEL:029-873-3211 FAX:029-873-0844
E-Mail:kouho@ffpri.affrc.go.jp
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp>