

森林の侵入種－マツクイムシ

森林総合研究所 牧野俊一

見えない侵入種の脅威

「侵入種」とか「外来生物」ということばを聞いて、みなさんが真っ先に連想するのはどんな生物でしょうか。私たち人間はとくに視覚に頼るせいか、目に見える動植物の侵入種をどうしても重視しがちです。しかし最近注目を集めるカエルのツボカビ病の例を待つまでもなく、多くの微生物も侵入種として人間生活や生態系に大きな問題を引き起こしてきました。

日本の森林の様相を一変させた「松枯れ」も、マツノザイセンチュウという 1mm に満たない外来微生物が原因です。毎年膨大な量のマツを枯らし、現在も被害地が広がっている松枯れ。そこにはたんに森林被害というだけでなく、在来生態系への侵入や、生物どうしの関係の観点からも興味深いものがあります。

マツノザイセンチュウの侵入がもたらした災厄

マツノザイセンチュウはマツ類の体内で暮らしていますが、原産地の北米ではマツを枯らすことはありません。原産地では寄生者（マツノザイセンチュウ）と寄主（マツ）は長い時間をかけて、互いに致命的にならない関係を作り上げてきたのでしょう。しかしそういった歴史を持たない、新しい場所にこの生物が入った場合は違います。

マツノザイセンチュウが木材に付いた状態で日本に入ったのは、1900年代の初めと推定されますが、日本在来のアカマツやクロマツはマツノザイセンチュウに対してきわめて弱く、感染したマツは土壌から吸い上げた水分を樹体に行き渡らせることができなくなって、急速に枯れていきます。それが青森と北海道を除く日本全土に松枯れの災厄をもたらしているのです。

媒介者を乗っ取ったマツノザイセンチュウ

法律用語では「松くい虫」はマツノマダラカミキリという昆虫を指しますが、上で述べたように木を枯らすのは線虫であって、カミキリムシではありません。マツノマダラカミキリの役割は、枯れたマツから健康なマツへとマツノザイセンチュウを媒介することです。でも、マツノザイセンチュウ侵入前にはマツノマダラカミキリはどうしていたのでしょうか？

日本には、マツノザイセンチュウときわめて近い在来種「ニセマツノザイセンチュウ」が以前から住んでおり、マツノマダラカミキリはこの種と共生関係を持っていました。ニセマツノザイセンチュウはマツを枯らすことはなく、もともと枯れたマツをすみかとし、マツノマダラカミキリもマツ枯木に産卵するので、両者は数少ない「枯れたマツ」に依存して密やかに暮らしていたのでしょう。しかしマツノザイセンチュウ侵入後、事態は一変します。マツノザイセンチュウによってマツの枯木が大量に発生し、マツノマダラカミキリにとって産卵と繁殖のための楽園が出現したのです。松を枯らしてくれるマツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリにとって絶好のパートナーとなる一方、ニセマツノザイセンチュウはすっかり影を潜めることとなりました。

たった一種の微生物の侵入が、在来生物どうしの関係を覆し、生態系に取り返しの付かない影響を与える――松枯れは外来生物がもたらす恐ろしさを示す事例として、何度もかみしめなければならぬ教訓と言えましょう。

奄美大島やヤンバルの希少種はどのような脅威を受けているか

森林総合研究所 杉村 乾・小高信彦

奄美大島とやんばる

南西諸島は国際的に注目される希少種の宝庫ですが、奄美大島と沖縄島北部（やんばる）の森林にはとくに数多く生息しています。このため、現在、世界自然遺産の候補地として指定を受けるための準備が進められています。両地域は直線距離で200kmほど離れていますが、多くの共通性を持っています。まず、常緑の亜熱帯照葉樹林が大半を占めています。同時に皆伐方式による伐採面積が増大しましたが、1990年代に入ってからには伐採量がかなり減少しました。保護区外では例外的に皆伐を逃れたやんばるの米軍演習地を除くと、両地域ともごく一部が保護区に設定されているだけだからです。さらに、林道の拡幅とともにノイヌ・ノネコが奥地にまで侵入してきたほか、主にハブ対策として放逐され、急速に分布域を拡大したマングースの希少種に対する影響が懸念されています。とくにマングースの驚異は深刻に受け止められ、環境省や県が多くの予算を投じるとともに、献身的な人達による駆除の努力が続けられています。このように自然保護上、きわめて重要な地域ですが、希少種の生息状況をある程度長期的に追った記録は必ずしも多くはありません。

地道な調査

奄美大島ではアマミノクロウサギ、ルリカケス、オオトラツグミ、アマミヤマシギ、アマミトゲネズミなど、やんばるではノグチゲラ、ヤンバルクイナ、オキナワトゲネズミなど、希少なほ乳類や鳥類を中心とする調査において、総じて十分ではありませんが、地方や民間の関係機関が努力を積み重ねてきました。また、並行してマングースやノイヌなどの食性調査も行われています。これらの動物は体の大きさ、生態、行動などが異なるため、様々な調査法に頼り、手間がかかる割にデータはあまり多く集まりません。アマミノクロウサギは沢沿いや林道上にまとまって糞をする習性があるので数百、数千という数の糞粒をひたすら数え、トゲネズミはカゴ罠の中や周囲に椎の実を蒔いて生け捕りにします。活動時間はルリカケスやノグチゲラなどが昼行性、アマミヤマシギは夜行性なので調査時間も異なります。

長年の記録が語ること

アマミノクロウサギの新しい糞は表面が光り、ねばねばしています。この粘りけは2～3日で消え、一日あたりの脱糞数の記録もあるので、新糞が多く見つかる場所では何羽位のウサギが生息しているか、およそわかります。1970年代からの記録を並べてみると、マングースが放逐された地点を中心に分布域が後退しているのがわかります。また、どのようなパターンで生息数が減少してきたかを見てみると、マングースが多くなかった頃は林道沿いでノイヌ・ノネコの捕食圧が効いていたらしいこと、最近の変化は森の奥深くまで侵入しているマングースの影響らしいことがわかります。マングースは昆虫からヤンバルクイナ位の大きさの鳥獣まで手当たり次第、捕食すると言われています。やんばるではマングースの影響がおそらく強く働き、ヤンバルクイナの分布の南限が北上しています。奄美大島ではマングースが急激に増えた地域で、アマミヤマシギ、アカヒゲ、ルリカケスなどが減ってきたと報告されています。トゲネズミも奄美大島ではずいぶん生息数が減りましたが、やんばるでは約30年ぶりに捕獲に成功しました。一方、もっぱら樹上で生活するケナガネズミやオーストンオオアカゲラは、奄美大島で森林が回復してきた近年、目撃例が増えています。

ひたすら脅威が増大してきた感があるマングースですが、駆除努力が実り、ようやく減少傾向が見られるようになりました。次に調査するとき、どのような結果に現れてくるのでしょうか。

小笠原諸島の生物多様性への脅威

森林総合研究所 大河内勇

外来種は離島で暴れている

生物多様性が減少する原因は、生物の過剰な狩猟・採集、生息地の破壊、農薬等による環境汚染、そして外来種による影響が主なものです。将来は更に地球温暖化が加わるでしょう。外来種は全世界で問題となっていますが、その問題が特に深刻なのは、淡水域と離島です。

湖のような淡水も、離島も、孤立しています。孤立した生態系は独自の生物を育みますが、生物相が単純なため、厳しい捕食や競争にさらされていないので、外来種に弱いのです。なかでも、一度も大陸と陸続きになったことのない海洋島は外来種の影響に大変弱く、世界自然遺産第一号のガラパゴスでも、世界自然遺産候補地の小笠原でも外来種影響が問題となっています。

小笠原の外来種

小笠原では、重要な外来種だけでも、ノヤギによる固有植物の食害、ノネコ・クマネズミによる海鳥の食害、グリーンアノールによる固有昆虫の激減、ニューギニアヤリガタリクウズムシによるカタツムリ類の激減、アカギ・モクマオウ・ギンネム・ランタナなど外来植物による固有植物の圧迫など多数あります。

なぜ、海洋島では外来種が増えるのでしょうか。その原因の一つとして島には天敵がいないことが挙げられます。グリーンアノールはハワイやグアムにも侵入していますが、それらの地域では被害の報告はありません。アノールの小笠原での生息密度はたいへん高く、これはトカゲを食べる鳥が少ないことが原因と考えられます。

また、グリーンアノールの捕食により在来ハチ類が減少し、かわりに外来種セイヨウミツバチが増加しています。その結果、小笠原の花粉媒介システムは完全に変わってしまい、一部の在来植物は、実の付き方が悪くなっていて、外来植物との競争が不利になっています。このようにある外来種の侵入はさらに他の外来種の増加を生じることがあります。その結果、生態系が次々と外来種に替わっていく現象が、インベーシブ・メルトダウンと呼ばれていて、それが小笠原で起きているのです。

外来種の駆除と生態系の修復

現在、小笠原では、世界自然遺産への申請に向けて外来種の駆除が着々と行われています。森林総合研究所も日本で最初にクマネズミの根絶を行うなど、駆除に向けた技術開発を行っています。しかし、外来種は時に他の外来種の増加を押さえている場合があります。この場合、ある外来種を駆除した結果、その外来種に押さえられていた他の外来種が著しく増加し悪影響を及ぼす可能性があります。拡大を生じないか、生物間相互作用を調べて、注意深くモニタリングしなければなりません。そうした生態系のネットワークについて、多くの研究機関が協力して研究しています。これらの研究成果は、小笠原世界自然遺産候補地科学委員会等を通じて、総合的な外来種駆除事業という新しい試みを展開しています。

持続的森林管理と生物多様性

中静透（東北大学）

生物多様性の保全は持続的森林管理の重要な基準になっているが、なぜ森林の持続的管理をすすめる上で生物多様性を考えなくてはならないのだろうか？ともすれば、この点を忘れて管理の方向性を見失っていることもあるように思う。この講演では、それを確認しておこう。

まず、「持続性」といってもいろいろな定義がある。資源の永続的利用の立場からの定義もあるし、人間活動による負の効果を最小化するという観点からの定義もある。また、時間的・空間的な利益の衡平化という定義もあり、どの定義によって持続性を論ずるかによって、結論も異なる。ここでは、森林生態系に話をしぼり、森林によってもたらされる生態系サービスを損なわないということを定義として考えたい。生態系サービスとしては、ミレニアム生態系アセスメントによる定義と分類にしたがう。

生物多様性は、すべての生態系サービスの発揮に重要な意味を持つわけではない。生物多様性が重要な役割を果たすのは、供給サービスの中では遺伝資源、化学物質など、調節的サービスでは、病気や害虫の制御や送粉など、生物的な制御にかかわる部分である。さらに、文化的サービスのほとんどに対して生物多様性は重要である。他のサービスについては、必ずしも生物多様性が重要なわけではない。

最近数十年の人間活動は、食糧や経済的価値の明確な材料の供給サービスを重視して、他のサービスを切り捨ててきた。しかし、水質や気候・災害などに関する調節サービスの多くは、次第に経済や制度の枠組みに組み入れられようとしている。このことは、調節サービスが消失・劣化することによって大きな社会的コストを払っていることに気がついてきたことを示している。生物多様性がはたす調節的サービスについても、それが失われることによる社会的損失の重要性が評価されつつある。最近の Stem Review や TEEB などに見る情勢はそのことを強く物語る。

文化的サービスについては、地域や個人のバックグラウンドによってその評価が大きく異なる場合があり、グローバルな評価が難しい場合も多い。そのことに関しては、合意形成のしくみやあり方が重要になってくるであろう。しかし、喫緊の持続的森林管理と生物多様性の問題としては、生物的調節サービスに対する生物多様性の貢献を評価し、それを経済や制度に取り込むことによる長期的な利益を正しく評価することが、まず重要だと考える。

林業によって種の多様性はどう変わるのか？

山梨県森林総合研究所 長池卓男

林業とはどういう第一次産業か？

現在の日本は、森林率が66%の「森林国」である。しかし、「森林国」ではあるものの、木材自給率は約20%と「林業国」ではないのが現状だ。木材需給の不透明さが増す中、木材自給率を上げることに賛同される人は多いだろうが、どのような林業をすることで自給率を上げていくのかは今後大きな焦点になる。なぜならば、これまでの林業が生物多様性に及ぼしてきた影響は大きいといわざるを得ないからだ。林業をすることは、いわゆる「自然」を改変することとほぼ同意である。したがって、林業という産業が森林という土地を舞台にした生業である以上、経済収益性だけを求める産業ではないことはすでに指摘されてきた。気候的また地形的に見て、日本では集約的に経済的な林業を行うには厳しい状況にあるという議論の中で、生物多様性も考えた日本型の新たな林業が求められている。

種の多様性は林業によってどのように変わるのか？

林業とは、森林生態系に及ぼす攪乱と言い換えることもできる。例えば、伐採は、林冠木が倒伏し林冠に空間を生み出すことである。しかし、伐採が自然状態での攪乱と異なるのは、その後の搬出を伴うことや伐採面積・回数などである。したがって、林業では自然の状態での攪乱よりも頻度・強度が高い・強いといえる。このことが林業によって種の多様性が変わる主な要因である。

種が多ければいいのか？（多様性と言う言葉が生む誤解）

生物多様性の中でも、種の多様性はそのわかりやすさから多く論じられてきている。しかしその一方で、未だに誤解されている面もある。種が多いことが手放して賞賛される場合と、種が多いからといって特段評価するに値しない場合を改めて確認する必要がある。日本の林業と生物多様性を考えた場合、後者の方が圧倒的に多いと思う。たとえば、人工林で間伐をすれば、種の多様性は多くの場合増すことになる。しかし、それをもって間伐が生物多様性を保全しているとか確保しているとは言い難い。なぜならば、増した多様性がすべて移入種や外来種、もしくは攪乱耐性種で占められていてもおかしくないからだ。機会あるごとにこのような話をしてきたのだが、未だに多様性は種が増えればよいという誤解が生じてしまっている。それは、未だに生物多様性の本質が伝わっていないことを示しているのかもしれない。

これから必要なことは？

木材・木質資源の貿易・流通が流動化する中で、生物多様性を考えた日本の林業とはどうあるべきなのだろうか？ ひとつの手段としては、自然の状態での種の多様性の移り変わりを模倣した管理があげられる。それは、地域の攪乱の頻度・強度を把握し、それに適合した管理を考えていくことになる。他には、「一つの林では一つの機能を発揮して、その集合体として、多くの林で多くの機能を発揮させる」という landscape 管理があげられる。しかしながら、日本ではそのほとんどが小規模森林所有者で占められていることからこのような視点での「団地化」は、現状では困難かもしれない。いずれにしろ、林業の経済的側面を今後も無視しないならば、経済化のためのツール（例えば、森林認証）の活用が必要となろう。

林業によって生態系機能はどう変わるのか

森林総合研究所 岡部貴美子

森林は70%以上の陸上生物にとって、餌場やすみかを始め生きてゆくための様々な営みのために必要不可欠な“生態系”である。すなわち、森林は陸上の生物多様性の宝庫であり、生物多様性のゆりかごであるといえる。日本は先進国の中でも有数の高い森林率(67%)を示す、森林の国である。温暖湿潤な気候に恵まれ、生物多様性に富む国の一つだ。しかし私たちの生活の変化によって、森林が変化していることに気づいている人達も多いに違いない。日本の森林率そのものは戦後ほとんど変わっていない。では、この“人の利用”による森林の変化は、多様な生物の様々な機能をどのように変えたのだろうか。

森林の機能

林野庁は森林が持つ多面的機能として、①生物多様性保全、②地球環境保全、③土砂災害防止機能／土壌保全機能、④水源涵養機能、⑤快適環境形成機能、⑥保健・レクリエーション機能、⑦文化機能、⑧物質生産機能をあげている。林業はこれら8つの機能のうち⑧に重点を置いている。また林業のための人工林化によって、③と④はほとんど変わらないと考えられている。②はむしろ熱帯林などの大規模森林の変化による影響が大きいだろう。林業によって大きな変化が起これると推測されるのは残る①、⑥、⑦であるが、森林の生物多様性保全という観点から①について考察する。

生物多様性保全機能の変化

森林の生物多様性は降水量や気温などの非生物的要因と、植物の結実、動植物の移動分散、分解などの物質循環を含む生物的要因によって変化すると考えられる。このうち天然林から人工林への改変によって変化が予測されるのは、主に生物的要因である。人工林では生物多様性が低下する(前講演も参照)。では生物を、花粉媒介(ハチなど)、天敵(オサムシや寄生蜂など)、分解(カミキリ、トビムシなど)などの機能群に分けたとき、どの機能群も一律に減ってしまうのだろうか。私たちの研究の結果、ハナバチ、寄生蜂、カミキリなどは天然林に比べて人工林での種数が減少したことから、機能が低下すると予想された。しかし一方で、オサムシやトビムシなどは減少しなかった。しかし、天然林にいる種類と人工林にいる種類は異なっていた。また間伐などの施業を行うと間伐直後の種多様性は増加するものの、すぐに効果がなくなることもわかった。ただし間伐を繰り返すことで、徐々に木本や草本の種数が増加し、昆虫などの機能群も微増すると予測できる。

林業と生態系機能

先に述べた通り、林業は重要な木材生産機能を担っている。この機能と生物多様性機能はトレードオフの関係にあることを認識しなければならない。また人工林であっても非森林よりは高い生態系機能が期待できることも、忘れてはならない。従って、森林の過度な開発や過剰な人工林化を避け、生物多様性保全を含めた多面的な機能をバランス良く、持続的に維持するための総合的な森林管理が必要である。

人も自然もいきいきとした森をめざして、丹沢再生の取組

山根 正伸（神奈川県自然環境保全センター）

本報告では、具体的事例として、生態系管理の視点で林業と生物多様性保全の統合的再生をめざす神奈川県丹沢山地における取組を紹介する。

森林機能の階層性

私たちが森林に期待する機能は、木材生産、水源かん養、保健休養など多様である。これらは、以前は並列的に捉えられていたが、森林機能やその相互関係の研究が深まるにつれて、重層的に重なり合う関係として理解することが一般的になっている。植生を成立させ様々な生物の生息の基となる土壌保全機能が一番下に置かれ、その上で生物多様性が確保されることで、木材生産をはじめとする機能を発揮できるのである。このため、生物多様性保全は、土壌保全とともに森林からの各種恩恵＝生態系サービスの土台であり、この視点にたつて生態系全体を適切に管理することは極めて重要となっている。

生態系管理への転換

人工林の手入れ不足、シカの過密化、外来種の侵入など各種原因によって急速に森林劣化が進む現象が日本各地で社会問題化し、様々な主体が森林再生に取り組んでいる。神奈川県北西部に位置する丹沢もそのような山系のひとつである。ここは、首都圏に位置するが、いまなお豊かな自然が残り、水源地としても重要な役割を果たしている。しかし1980年代以降、ブナ林の衰退、シカの過密化、オーバーユース、森林管理の遅れなど、病気の合併症にも喩えることができる複雑な森林劣化問題に直面している。県は、専門家や県民と協働して大規模な自然環境調査を実施し、予想以上に速く進行する森林劣化の現状、直接・間接に県民生活に及ぶ影響、原因や問題が相互に作用する問題構造の解明に努め、「丹沢自然再生計画」を樹立し、個別対策から生態系管理へと舵取りをした。また、水源環境税を財源とする「水源環境保全再生施策」も同時期に立ち上げ、森林管理の公的支援を柱とする流域全体の多面的な水源かん養機能の再生に着手した。

森林再生の課題

これらの新たな施策がはじまってすでに2年余りの年月が経過したが、その過程で森林管理とニホンジカ保護管理の統合的推進が重要な課題として浮上してきた。丹沢のシカは、戦後の乱獲による地域個体群絶滅の危機、拡大造林期の爆発的増加と新植地食害の多発を経た後、近年は鳥獣保護区を中心に過密化して、植生の大幅な退行や生物多様性の低下さらには土壌流出を引き起こしており、他の森林劣化とも複合している。このため被害管理を越えて生態系管理の観点での対策が急務となっている。そこで、地域個体群の存続を前提として、生物多様性を保全し林業経営も成り立つ適正な密度と分布にシカを誘導することをめざして、上記施策の枠組みの中で個体数調整と森林管理による生息環境整備を積極的に進めている。しかし、両対策のさじ加減や連携方法などはわからない部分も多く、統合的な管理を有効に進める仕組みも未整備であることなども判明してきた。このような経験から、今後の森林再生においては、生態系管理のツールとしての林業あるいは森林管理についての多面的な研究をより一層進めていく必要があると考えている。