

小川ブナ保護林 の基礎データ

茨城県北部にある面積約 100 ヘクタールの国有林で、阿武隈山地南部のなだらかな丘陵がつらなる準平原に位置する。標高は 610 ～ 660 メートル、年平均気温 10.7℃、降水量 1910 ミリで冷温帯に属する。

特集◎

森を広く長くみる

わたしたちにとって、森林とは、どのような存在でしょうか？

木材を供給したり、水資源をかん養したり、ときには土砂崩れなどの災害を防いでくれる森。

そして、多様な生きものたちがくらし、心やからだをリフレッシュさせてくれる森。

森林にはさまざまな顔があり、自然界においてはもちろん、人間にとってもかけがえのない役割を担ってくれています。

そんな森のほんとうの姿を、人はどこまで知っているのでしょうか？

人間の一生をはるかに超える寿命をもつ樹木たちの生態や、

その樹木たちがつくる森林の動きやはたらきを知るためには、

じゅうぶんな広さの森林と、長期間にわたる調査・観測が必要です。

地球規模での環境問題を解決し、人類の未来に森林とのよりよい関係を保ちつづけるためにも、森林のほんとうの姿を解き明かしていくことが、長く求められてきました。

そのような森をめぐる研究についてご紹介します。



初夏の新緑



早春の陽さし



秋の紅葉



冬の雪景色

小川の森の 春夏秋冬

4月に林床植物が芽吹き始め、5月には高木種の葉が開く。樹種が豊富なことから11月には様々な色の木の葉を楽しむことができる。積雪量はさほど多くないが、冬木立には凜とした冷たい空気が流れる。

大規模長期調査からわかること

樹木の生態や、森林がどのようなはたらきをし、どのように変化していくのかということを明らかにする研究は、古くからさまざまな手法で行われてきました。それらの研究の多くは、ある限られた空間・時間での森林の樹種構成や、短期間の観測値から全体を予測するといった手法がとられてきました。そのため、ときには予測された結果と実際のあいだで、隔たりが生じることもあります。

また、これまでの生態学では、それぞれの気候に応じて森林は安定した極相に向かって遷移*していくという考え方が主流でした。もちろん、その概念はいまでも研究の基礎となっています。

しかし、1980年頃から、森林群集の動態には、台風などによる攪乱の影響が大きいことが広く認識されるようになりました。そうした数年から数10年に1度しか起きない現象の影響を把握するためには、それまで主流だった1ヘクタール未満の調査面積ではたりず、100ヘクタール以上の森林で、数年から数10年にわたる長期的な調査が必要であると認識されるようになりました。

こうしたことを受け、森林の資源量や成り立ちを明らかにするための大面積での長期調査が、世界的な潮流として行わ

*極相と遷移

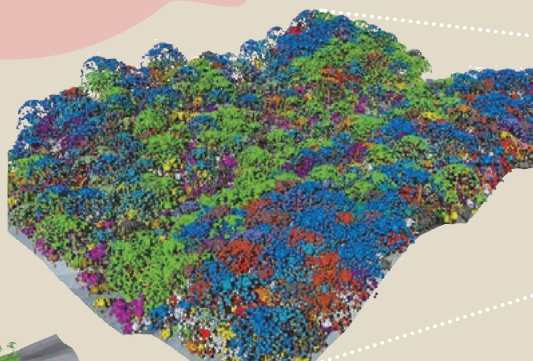
岩がむきだしになった土地に蘚苔類が侵入して土壌をつくり、そこへ飛んできた草の種子が芽生えて草原となり、やがて草原に低木が生え、マツなど光を好む高木が生え、最終的にその土地の気候に準じた高木樹種が優勢となって、ひとつの平衡状態へと移り変わっていくことを「遷移」という。また、その最終的な平衡状態を「極相」というが、極相であっても、世代交代や攪乱などによって、常に森林の種構成や構造は変化しつづけている。

特集◎

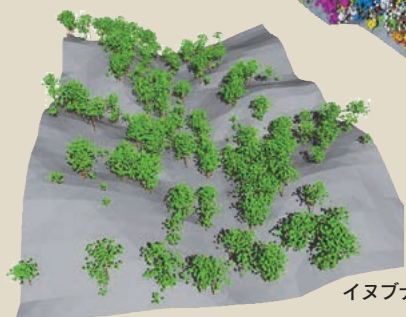
森を 広く長くみる

いわば、 木々の 戸籍調査

6ヘクタールの試験地は10×10メートルの方形区に区切られ、方形区毎に1本1本の樹木の生死と成長が観測されている。試験地中央部では、種子生産や実生の生存を追跡する調査が行われている。

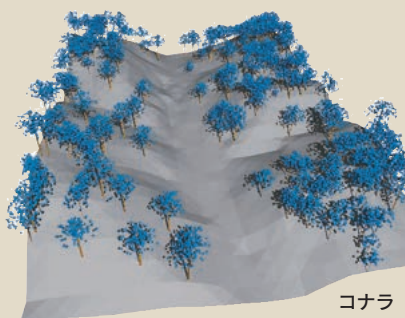


主要24樹種

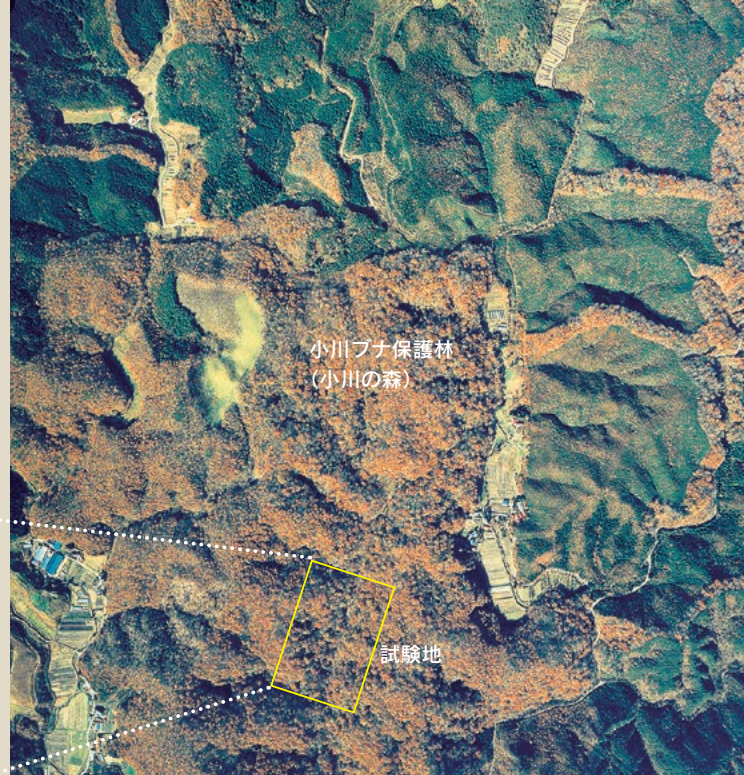


イヌブナ

小川試験地の3次元樹木位置図 毎木調査に基づきコンピュータで作成した。
(久保 2001 科学 71:86-91)



コナラ



小川ブナ保護林
(小川の森)

試験地

小川ブナ保護林とその周辺 空中写真のほぼ中央から下側にかけて小川ブナ保護林があり、黄色い四角で囲んだ部分は200×300メートルの小川試験地を示す。保護林の周辺には、さまざまな林齢の広葉樹林やスギ人工林、農地などが広がっている。

小川の森での 調査・研究の はじまり

1987年に、樹木の生態や森林の動態を明らかにするため、林野庁林業試験場（現・森林総合研究所）の研究者たちが、小川ブナ保護林に試験地を設置した。

れるようになりました。日本でも、こうした調査の取り組みが行われています。中でも、さきがけとなった小川ブナ保護林での大規模長期研究について、ご紹介しましょう。

小川試験地

小川ブナ保護林（以下、小川の森）は、関東森林管理局が管轄する100ヘクタールほどの国有林です。

周囲は阿武隈山地南部のなだらかな丘陵地で、古くから放牧や火入れ、落ち葉かきなど人為的な攪乱があったと考えられています。小川の森も、かつては人が利用していた森なのでしょう。しかし、少なくとも100年近くは人為的な攪乱はありません。そのため、この地域でもっとも成熟した落葉広葉樹林を形成しており、コナラ、ブナ、イヌブナを中心に、シデ類、カエデ類など多数の樹種が生育しています。

1969年、この森は学術研究に資するとして保護林に指定されました。その後、1987年に、林野庁林業試験場（現・森林総合研究所）の研究者が、森林の長期的な動態などを明らかにするため、小川の森のほぼ中央に大規模な6ヘクタールの試験地を設置しました。



10×10メートルに区切られた方形区の格子点におかれた種子トラップ。

『日本の森林／多様性の生物学シリーズ①』

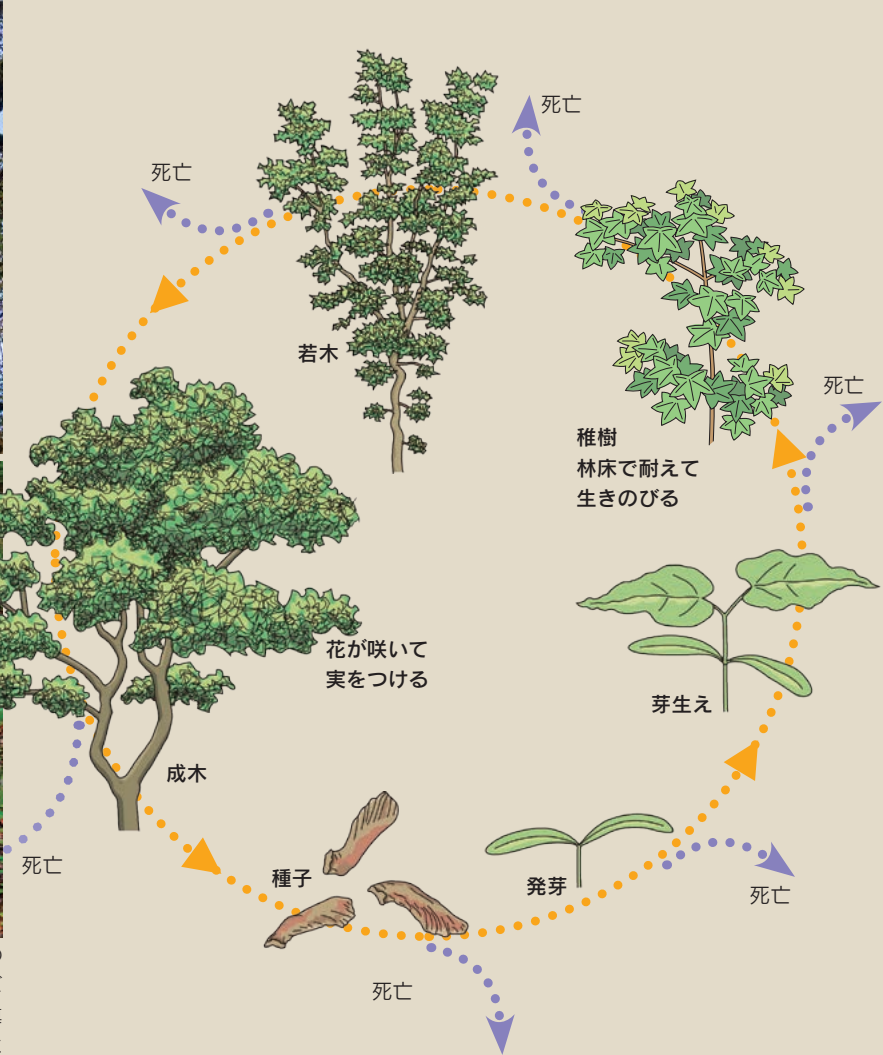
森のスケッチ 中静 透 著 東海大学出版部

小川の森での調査研究から得られた「樹木の生活史戦略とその多様性」について解説してある。





風倒木と林冠ギャップ 2017年の秋に小川の森の1本のカエデの木が、台風の強風で倒れた(写真下)。倒れるときに、となりのミズナラの木も巻き添えにしたので、林冠に大きな空間ができた(写真上)。こうした空間を林冠ギャップ(▶P.4)といい、森林の更新に大きな役割を担っている。



樹木の生活史サイクル 樹木の種子の大半は、動物に食べられたり腐ったりして発芽前に死亡する。発芽しても、不適な環境や他の樹木との競争に負けて死亡する。1本の成木から、実際にどれだけの個体が次世代の成木として育つのだろうか。

特集●

森を 広く長くみる

1本1本の木を調べる毎木調査

小川の森のように、広域の保護林の中に研究対象となる試験地を得たことは、森林の長期生態研究のためには願ってもないことでした。こうした保護林を観測することで、寿命が長い樹木の知られざる生活史や、樹木と動物とのつながりなどを明らかにしていくことができるからです。また、森林の動態を長期間にわたって調査しつづけることで、木々の世代交代のしくみや遷移の動向などについて、より正確に知ることができます。

こうした研究の基礎となる調査は、研究者の忍耐強い作業によって支えられています。たとえば、「毎木調査」です。試験地内には、幹の太さが5センチメートル以上の樹木(成木や若木)が6000本近くあるのですが、その1本1本について、定期的に生死や成長量などを調べつづけています。また、飛んでくる種子や落葉を集めるトラップをしかけて、さまざまな樹種の種子散布数を計測したり、発芽した種子の生き残りを追跡するために、林床の芽生え(実生)を探して、そのすべてに旗棒を立てていくといった作業を行ったりしています。

こうした地道な基礎調査をベースとして、森林の全体像の把握や応用的な研究へとつなげることができるのです。



種子トラップに隣接する実生観察枠の芽生えたちに目印として旗棒を立て、生存を追跡する。

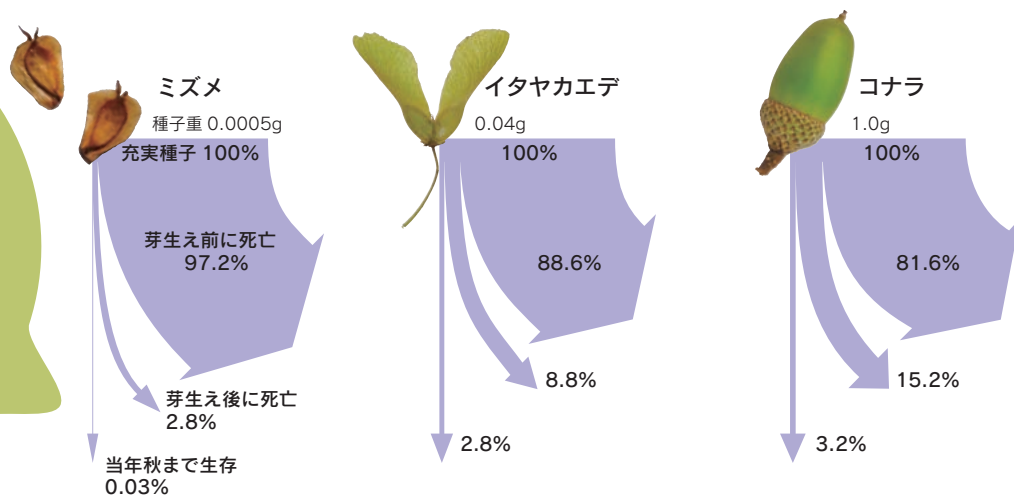
種子トラップの中には、さまざまな樹種の種子と落葉が入っているので、研究室へ持ち帰って、種の判定と計測をする。



きびしい 樹木の生き残り

種子トラップと実生観察枠による観測から、様々な樹種の種子生産ときびしい生存の過程が明らかになった。森の中では、生存競争と世代交代のドラマが繰り広げられている。

出典：Nakashizuka et al. (1995)
Ecoscience 2: 245-251



森に散らばった種子の運命 カンパ類のミズメは、大量に小さな種子を生産し、散布面積も広いが、ほとんどの種子や芽生えは1年以内に死んでしまう。それに比べてイタヤカエデやコナラは大きな種子を生産し、芽生えは暗い林床でも比較的良好に生きのこるが、それでもわずか3%前後にすぎない。

小川の森での研究の特長

小川の森での調査手法は、世界の森林研究者を驚かせました。「毎木調査」は、世界で行われている基本的な調査ですが、小川の森では、それに加えて繁殖や実生、稚樹の動態を追跡するというきめ細かい調査を行ってきたからです。試験地全域で10×10メートルの格子点に稚樹の観察枠を設置したほか、試験地中央部に種子トラップ（P. 10下の写真）と実生観察枠を設置し、各生活史のデータをつなげられるようにしたのです。これは、世界でもはじめての調査手法でした。この手法によって、森に生育するおもな樹種の生活史全体を通して、それらの樹木の動態（繁殖や成長、生存など）を明らかにすることが出来ます。いくなれば、木々の戸籍調査と人口ピラミッドをつくる作業といったらいでしょうか。こうした調査で、森林が攪乱によってどのような影響を受けているのかが、しだいに明らかになってきました。

小川の森での研究は、ユニークな調査デザインによって森林動態や樹木生活史を解明することだけにとどまりません。樹木調査をベースとしつつ、森の中にくらす哺乳類や鳥類、昆虫などの研究者、土壌や菌類の研究も加わり、さまざまな研究アプローチで調査を進めています。

果実の豊凶と 鳥のタネまき

種子トラップで鳥フンに含まれる種子の空間分布を調査したところ、果実豊作年には散布距離が短く、凶作年には長くなっていました。鳥が種子散布することは以前から知られていたが、その動き方（機能）は豊凶次第で変わるようだ。

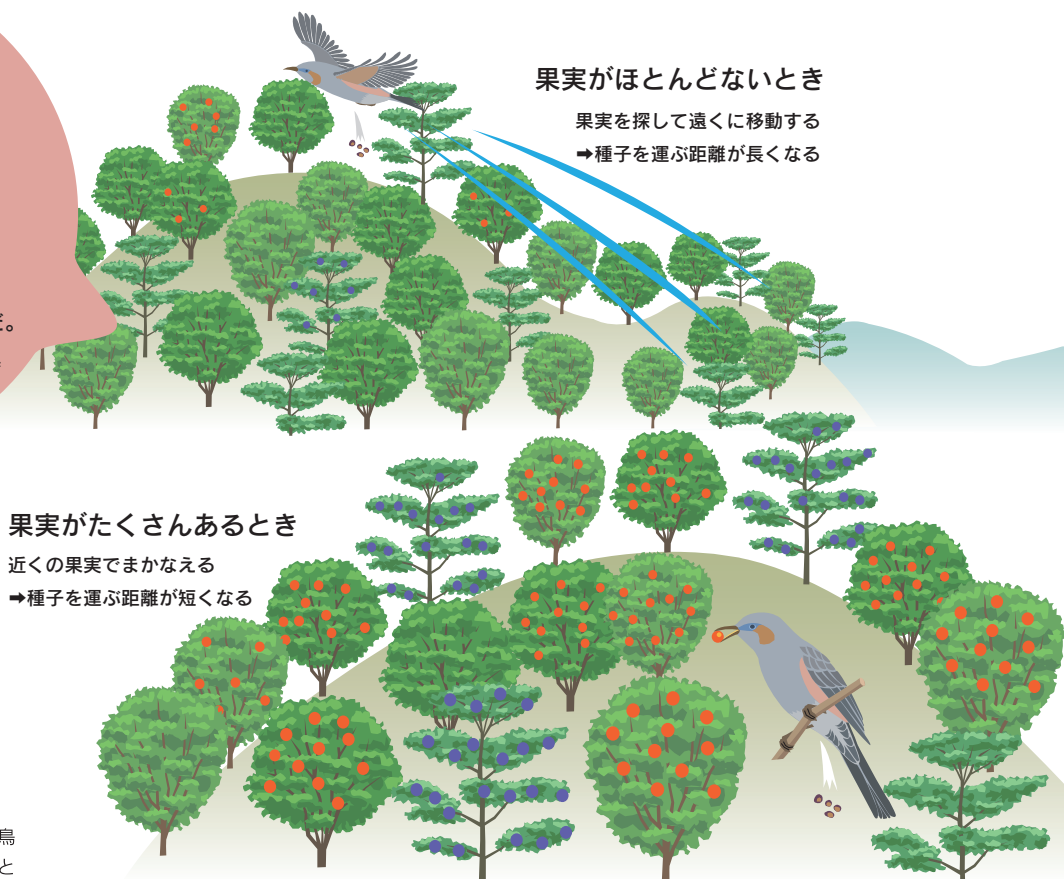
出典：Naoue et al. (2018) American Journal of Botany 105: 1792-1801



『わたしの森林研究 鳥のタネまきに注目して』

直江 将司 著 さ・え・ら書房

大学院生のころから、小川の森をフィールドに鳥たちによる種子散布の観測をつづけ、研究者となった著者による長期間にわたる調査の記録。

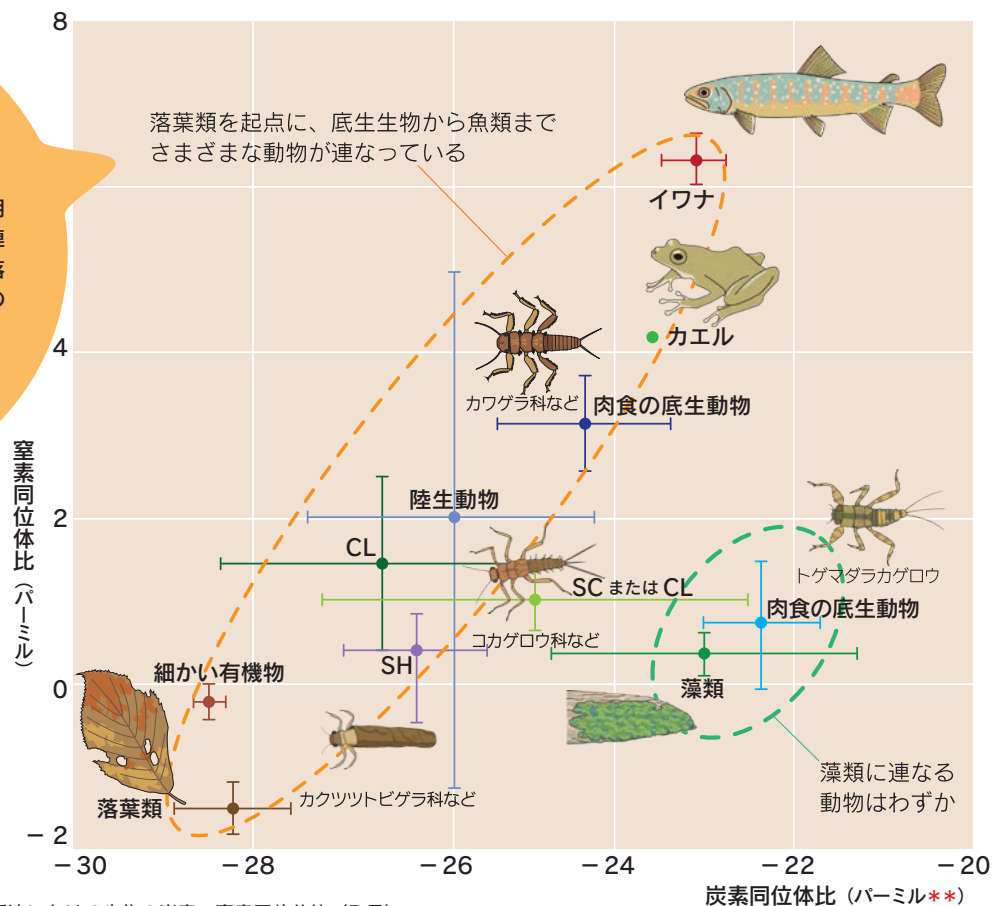


枯れ葉も 川のにぎわい

炭素と窒素の同位体比*という指標を用いて、小川の森を流れる溪流の食物連鎖を分析した。その結果、広葉樹の落葉が溪流に生息するさまざまな生き物の大切なエサ資源であることがわかった。

出典：阿部・布川 (2005) 日林誌 87: 13-19
生物イラストの資料提供：吉村真由美

* 同位体比：同じ元素の中で質量の重い原子が存在する比率を同位体比という。同じ食物連鎖に属する場合、ある動物の炭素と窒素の同位体比は、食べた餌の値の右上に位置することが知られている。この関係に基づいて、動物のエサの由来を知ることができる。



小川の森の溪流における生物の炭素・窒素同位体比 (5月)

**パーミル：試料の同位体比は、国際標準物質の同位体比に対する千分率偏差（パーミル）であらわす。図中の上下の棒は標準偏差、交点の丸は平均値を示す。陸生動物とカエルは、試料数が十分でないため参考データとしてプロットした。
SH：落葉などのリターをかみ砕いて食べる底生生物、CL：細かい有機物を食べる底生生物、SC：藻類を食べる底生生物

特集● 森を 広く長くみる

たとえば、樹木の豊凶と種子散布者であるネズミや鳥たちの行動との関係や、樹木の落葉と森の中を流れる川にすむ昆虫、両生類、魚類の食物連鎖との関係、昆虫の種組成の調査などです。

こうした多面的な調査が、多くの種が競争あるいは共存してつくりあげている森林の成り立ちの解明へとつながります。

種の多様性が生まれる原理の解明

小川の森での32年間にわたる貴重な基礎データに基づく研究が、いま新たな扉を開こうとしています。

そのひとつが、森林の多様性研究における新理論の提示です（▼P. 14 研究の森から参照）。種の多様性が生まれる原理を、季節性と樹種同士の競争の視点から捉えた新しい理論として注目されています。

また、そのような樹木の多様性が、他の生物や森林生態系の働きに与える影響を明らかにする研究も始まっています。これらの研究は、森林の多面的な機能を評価し、保護・保全と利用とのバランスを考える上で欠かせないものです。

小川の森での調査研究は、世代を超えて受け継がれることで、さらに貴重なデータをわたしたちに残していくてくれることでしょう。

多様な森林が 多様な昆虫を育む

小川とその周辺の森で昆虫の種組成を調査したところ、さまざまな林齢の広葉樹林やスギ林で特有の昆虫が生息していた。生物多様性保全には、多様な森林を配置することが重要である。

出典：Makino et al. (2007) Ecological Research 22:372-381; Taki H. et al. (2010) Insect Conservation and Diversity 3: 257-265.



ライトトラップ(写真左)で採集された多様な蛾(写真右) 大量の昆虫試料を丹念に整理し、種を判定することで、小川とその周辺の森林における昆虫の種組成が明らかになっていった。