

学位論文題名

Trophic Interactions among Insectivorous
Birds, Herbivorous Insects, and Plants in
Temperate Deciduous Forest

(温帯広葉樹林における昆虫食性鳥類、植食性
昆虫、樹木との相互作用に関する研究)

学位論文内容の要旨

生物間の相互作用は、生物の分布、あるいは群集構造を決定する要因として極めて重要である。しかし、地球上で最も多様な生物が生息している森林生態系における研究は、その複雑さ、そしてその構造の大きさからいまだに不十分である。そこで、温帯落葉広葉樹林において主要な要素である、昆虫食性鳥類、植食性昆虫、および、樹木について、それらの間の相互作用を、それぞれの季節的、空間的变化、そして可塑性に注目して研究した。

第一章・植食性昆虫、特に鱗翅目幼虫を介した、樹木の防御機構の鳥類の採餌行動に対する間接的な影響を調べた。ここでは、樹木の葉の植食性昆虫に対する防御機構に関する性質の季節変化、節足動物の分布、鳥類の採餌行動を調査した。

ミズナラの葉は芽吹きの後、短期間にその硬さ、tannin 含有量を増す一方、窒素、水分含有量を減少させた。

樹木の芽吹きの後、約3週の間、林冠部では鱗翅目幼虫が数多く見られたが、その後6月下旬には急速に減少した。対照的に、林床では6月中旬から下旬にかけて多くの鱗翅目幼虫が見られた。摂食実験により、春食性の鱗翅目 (*Conistra unimacula*) の幼虫が、林冠の葉のみを与え続けられた場合、成熟齢に達することがないこと、餌を5齢期以降、稚樹の葉に換えると、全体の約30%の個体が蛹化にまで至ることが明かとなった。稚樹の葉は同時期の林冠の葉と比較してより柔らかく、水分に富み、そして窒素含有量が高く、その差異が、幼虫の生残に関わることが示された。これらの結果より、鱗翅目の幼虫が6月中旬に林冠から林床にその分布を変えるのは、蛹化のためだけでなく、この時期までに成長を完了できなかった未成熟個体が林床において代替となる餌資源を求めためであることが示唆された。

キビタキは5月下旬から6月中旬にかけては林冠で、その後6月下旬には林床で採餌を

行った。キビタキの主要な餌はこの期間を通じて鱗翅目幼虫であった。これにたいして他の鳥種、シジュウカラ、ハシブトガラ、センダイムシクイはこの期間、林冠での採餌を続けた。これらの種では6月下旬に鱗翅目幼虫以外の昆虫、クモ類等を利用する頻度が増加していた。このような採餌場所の違いはキビタキの鱗翅目幼虫に対する高い選好性によると考えられる。

これらの結果は、植食性昆虫の分布の季節的な変化を介した、植物の防御機構の鳥類への間接的な影響の存在を示している。

第二章・鳥類のより下位にある栄養段階の生物に対する影響を明らかにするために、2つの野外実験を行った。

まず、ハシドイ上のハマキガに対する鳥類の影響を、ハシドイに対する鳥のアクセスを妨げることにより調べた。鳥はハシドイ上の主要なハマキガ3種のうち、1種 (*Zelleria* sp.) のみを捕食し、他の2種には影響しないことが明らかとなった。このような差異は、ハマキガ種間の葉の巻き方の違いに起因すると考えられる。*Zelleria* sp. の幼虫は、他種と比べてより綿密に葉を巻くため、視覚によって餌を探索する鳥にとってより発見しやすいと考えられる。「葉巻き」の形は、鳥、およびその他の捕食者に対する防御、被陰することによる葉の質の改変といった複数の要因に影響を受けていると考えられるが、鳥に対しての「見つけやすさ」の重要性が本実験により示唆された。

つぎに、2種の昆虫食性鳥類、シジュウカラ (foliage gleaner)、および、ゴジュウカラ (bark gleaner)を用いて、鳥類の捕食性昆虫 (アリ)、植食性昆虫 (鱗翅目幼虫)、および樹木 (ミズナラ) に対する影響を大規模操作実験により評価した。予測としては、シジュウカラ区では、鳥が鱗翅目幼虫を減少させることにより葉の食害率を下げ、ゴジュウカラ区では、樹幹上のアリが減少し、鱗翅目幼虫が減少しないために、葉の食害率が増加すると考えられた。実験の結果、シジュウカラ区では予測のとおり結果が得られたが、ゴジュウカラ区では、鳥が鱗翅目幼虫もある程度捕食したため、鱗翅目の幼虫への影響、そして葉の食害率は、鳥がない場合と同様の傾向を示した。本研究によって、同じ昆虫食性の鳥類であっても、その採餌の差異によって森林生物群集中での役割が大きく異なり、低次の栄養段階にある生物に与える影響が異なることが示唆された。

以上の結果により、温帯広葉樹林における生物種間の多様な相互作用系が明らかとなった。さらには、系内の各要素、昆虫食性鳥類、植食性昆虫、および、樹木、の時間的、空間的な異質性、あるいは変動性によってその関係が多様に変化することが示唆された。

学位論文審査の要旨

主査	教授	戸田正憲
副査	教授	甲山隆司
副査	教授	東正剛
副査	助教授	大串隆之
副査	助教授	中野 繁 (農学部)

学位論文題名

Trophic Interactions among Insectivorous Birds, Herbivorous Insects, and Plants in Temperate Deciduous Forest

(温帯広葉樹林における昆虫食性鳥類、植食性
昆虫、樹木との相互作用に関する研究)

近年、森林の破壊にともなう生物多様性の消失が大きな問題となっているなか、その維持機構として生物間の相互作用の重要性が注目されている。申請論文は、温帯広葉樹林の主要な構成要素である、鳥類、植食性昆虫、樹木の中に成り立っている多様な相互作用系を様々な手法により解明することを目的としている。

論文は、2章より構成されている。これまでの森林生態系における鳥、昆虫、植物の間の関係に関する研究を概説したあと、第1章では、植物の植食者に対する防御機構が、間接的に鳥類の採餌行動にまで影響することを指摘している。これまでの鳥類群集生態学が、鳥とその餌資源である昆虫類のみを扱ってきたのに対し、本研究は植物を加えた三者間関係に注目し、時間的、空間的に高い変異性をもった相互作用系を明らかにしている点が高く評価される。第2章では、二つの大規模野外操作実験により、鳥類の森林生態系における栄養段階下位の生物に与える影響を評価している。まず、ハシドイ上に生息している3種類のハマキガに対する鳥類の捕食の影響を評価しているが、ここでは葉巻の形態により、鳥に対しての目立ちやすさが異なり鳥からの捕食圧が異なることを明らかにしている。このような知見はこれまで全く得られておらず、また、そのような関係を明らかにするための有効な野外実験系を組み上げた点も、これからの野外生態学者に必要とされる能力であり、高く評価される。つぎに、林冠エンクロージャーを用いて採餌方法の異なる2種の鳥の森林生態系における役割の違いを評価している。ここでは、林冠エンクロージャーという巨大な実験施設を建設し実験を進めた点が特に評価される。

これまで、森林生態系における最も重要な生産空間である林冠部において操作実験が行われた例はなく、本実験の意義は非常に高い。また、その採餌行動が多様に分化している森林性昆虫食鳥類を用いることにより、同じギルドに属すと考えられる生物種であっても、栄養段階下位にある生物への影響が異なるということを明らかにしている点は高く評価される。

以上のように本論文は、森林生態系において様々な相互作用を明らかにし、その中でも、特に間接的な相互作用、そして、時間的、空間的な変異性の重要性を示すものであり、森林生態学、ひいては群集生態学における貢献は非常に大きいと考える。ただ、それらの複雑な相互作用を、同一の系で示したわけではなく、森林生態系の中から構成要素の異なるサブシステムを抽出して、研究対象あるいは実験系としており、相互作用総体の定量的評価が今後の課題として残されている。しかし、自然生態系においては、多くのプロセスを同時に定量的に評価できることは極めて稀であり、研究者には個々のプロセスを独立に抽出して評価し、それらを総合して全体の評価を行う能力が要求される。この点に関して、申請者は目的にかなった適切な野外実験系を構築する能力を示し、成功している。また、主論文の一部は、既に国内外の権威ある学術誌に公表あるいは受理されており、それらを参考論文として添えている。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。