

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	中基 亮介
論文題目	Generation and maintenance of species diversity in leaf cone moths (<i>Caloptilia</i>) feeding on maples (<i>Acer</i>) (カエデ属植物を利用するハマキホソガ属蛾類における種多様性の創出と維持に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>植食性昆虫は、現在記載されている全生物種の約3分の1を占める。植食性昆虫がこれほど多様になった背景には、植物が作り出す二次代謝物質と昆虫の解毒能力の共進化が植食性昆虫の寄主特異性を高め、それが寄主転換による種分化を促したことが重要だったと考えられている。しかし近年の分子系統解析の結果から、例えば甲虫目では植食性の進化後に必ずしも多様化速度は増加しておらず、植食性昆虫の種分化にどれほど寄主転換が重要であったかを再評価することが求められている。また、多様化速度の違いを基にした説明は、種数が時間とともに増え続けることを仮定しているが、もし種数が時間とともに飽和するならば、植食性は多様化速度そのものを上げるのではなく、種数の上限を押し上げることで多様性に貢献しているのかもしれない。</p> <p>本論文では、カエデ属植物を寄主植物とするハマキホソガ属蛾類をモデルに、植食性昆虫の種分化における寄主転換の重要性の評価と、種数の上限に深く関わりと考えられる地域的な共存種数の決定要因の解明を試みた。まず、日本の幅広い地域でのサンプリングにより、日本では未記載種3種を含む14種のハマキホソガ属がカエデ属植物を利用していることを明らかにし、その詳細な分布と寄主範囲を明らかにするとともに、分子系統解析によってこれらが主にカエデ属植物上で多様化したことを明らかにした。さらに、系統樹を使って寄主転換による種分化の重要性を調べる新しい手法を考案し、それを用いて解析を行った結果、より近縁なハマキホソガ属は利用する寄主植物が似ている傾向があり、種分化に寄主転換は必ずしも必要ないことを示した。</p> <p>地域的な共存種数を決定する要因として、寄主利用様式、季節消長、寄生蜂群集の種間における違いに着目し、東京大学秩父演習林、および京都大学芦生研究林にて調査を行ったところ、それぞれの森林にはカエデ属植物を利用するハマキホソガ属が7種と10種共存しており、共存する種の間では寄主利用範囲が異なる傾向があることが分かった。それぞれの種は、葉の物理化学的性質がよく似た数種のカエデ属植物を寄主として利用していたことから、同所的に生育するカエデ属植物の系統的多様性が高いことが、共存するハマキホソガ属の種数の多さをもたらしていると考えられる。また、同じ植物を利用しながら共存する種の組み合わせも見られたが、それらの間では明瞭な季節消長、寄生蜂群集の違いは見られなかった。</p> <p>ハマキホソガ属の中で、カエデ属を寄主とする種は、被子植物の他の属を利用するものに比べて際立って種数が多い。従来、このような多様性の違いは多様化速度の違いとして説明されることが多かったが、ハマキホソガ属では少なくとも寄主転換によって種分化の機会が増えているという傾向は見られなかった。一方、日本の温帯林において、カエデ属は他の木本性のどの属の植物よりも同所的に生育する種の数が多く、そのことが一地域に共存できるハマキホソガ属の種数を高め、全球的な多様性を高めている可能性もある。これらを踏まえ、多様性の創出過程だけでなく、多様性の維持過程までも含めて考えることで、植食性昆虫の多様性を正しく理解できる可能性について考察した。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

植食性昆虫の多様性に関する近年の研究は、科や属といった大きな分類群レベルの分子系統上におおまかな寄主植物情報をのせて食性進化と多様化の関係を探るアプローチと、最近寄主転換を起こしたと考えられる近縁な種のペアで寄主転換や種分化のプロセスを探るアプローチの2つに大きく分けられる。しかし、野外で寄主植物情報を網羅的に調べることの難しさから、最近多様化したと考えられる種群を対象に、それぞれの種の正確な寄主植物情報を分子系統樹上で解析する研究はまだほとんど行われていない。また、これまでの研究は多様化速度の変化や種分化メカニズムなど、種の創出過程にのみ着目したものがほとんどであり、種数の上限がどのように決まるのかといった生態学的視点から多様性を理解しようとする試みは限られていた。中藁亮介氏は、カエデ属植物上でハマキホソガ属の種が際立って多いことに着目し、その多様性をこれまでにないアプローチで研究した。

総合序論に続く第2章では、東京大学秩父演習林に生育する14種のカエデ属植物上にみられるすべて分類群の植食性昆虫を定量的に調べ、植食性昆虫の種構成が植物の系統、葉の形質、標高のいずれにも強く影響を受けることを示した。観察された植食性昆虫のなかでもハマキホソガ属は最も寄主特異性が高く、種数も多いことを明らかにした。第3章では日本全国73地点からカエデ属植物を利用するハマキホソガを網羅的に採集し、既知種11種の詳細な分布と寄主植物情報を明らかにするとともに、3種の未記載種を発見した。また、カエデ属以外の植物を利用するハマキホソガ属を含めた分子系統解析の結果から、カエデ属植物を利用する種は互いに近縁であり、カエデ属上で多様化したことを示した。従来、分子系統樹上で寄主転換による種分化の重要性を評価する枠組みがなかったため、その解析手法を新たに考案し、ハマキホソガ属では必ずしも寄主転換による種分化が頻繁に起きているわけではないことを明らかにした。これらの結果は、広域の調査から網羅的に得られた寄主植物情報をもとに、植食性昆虫の種分化における寄主転換の重要性を客観的に評価した結果として価値が高い。

第4章では、カエデ属植物を利用するハマキホソガ属の地域的な共存種数の多さに着目し、共存種数がどのような要因によって決まっているかを調べた。その結果、秩父演習林、および京都大学芦生研究林にはそれぞれ7種と10種のハマキホソガ属がカエデ属植物上で共存していることが明らかになり、これらは主に異なる寄主植物に特殊化することで共存していることを示した。一方で、同じ寄主植物を利用しながら共存している種の組み合わせも複数見つかったため、それらの出現時期および寄生蜂群集を、綿密な野外調査とメタバーコーディングの手法を取り入れた効率的な同定法を取り入れることで明らかにした。その結果、同じ植物を利用する種間で出現時期や寄生蜂群集に明瞭な違いはなく、生態的差異がなくても種が共存できる可能性を示した。

これらの結果をもとに、第5章では、寄主転換による種分化と種の共存がそれぞれどのように植食性昆虫の多様性を形作るかについて議論されている。

本論文は、植食性昆虫の食性、季節消長、寄生蜂群集に関して、新しい分析法や解析法を取り入れながら質の高いデータを蓄積することで、種分化における寄主転換の重要性や共存種数の決定要因をこれまでにない精度で明らかにした。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年1月26日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。