

論文内容の要旨

氏名 城本啓子
 学位の種類 博士(農学)
 学位記番号 農第99号
 学位授与の日付 平成19年3月22日
 学位授与の要件 学位規程第4条第1項該当
 学位論文題目 ヤママユガ科ガ類の生態に関する研究

論文審査委員 (主査) 教授 櫻谷保之
 (副主査) 教授 矢野栄二
 (副主査) 教授 角田幸雄

ヤマユガ科ガ類は昆虫類の中でも特に大型のグループで、成虫の翅を広げた開張は10cmを超える種も少なくない。日本には11種分布し、里山林に生息する種が多い。幼虫はクヌギ、コナラ、クリなど里山に優占している広葉樹の葉を食べる種が多く、ヤマユガという種は上質の絹糸を生産し、長野県や滋賀県等で飼養されている。また、近年、繭等から化学物質を取り出し、化粧品等に利用されている種やホルモンの研究材料に利用されるなど、産業面や研究材料としての価値も注目されている。このような大型の低次消費者を維持するためには豊富な植生が必要であり、また、寄生者および捕食者といった高次消費者にとっても大きな餌(エネルギー)資源となる。これら大型ガ類を中心としたエネルギーの流れを調べることは、生態系における機能を知る上で大きな比重を占めると考えられる。本研究では、これらヤマユガ科ガ類のうち8種について、食性の地域的な違いや餌植物のフェノロジーと生活史との関係、また、各ヤマユガ科ガ類の化性の違いによるバイオマスの変化や被食状況といった生態を中心とした解析を行った。その結果、以下のような知見が得られた。

1) 今回の調査の結果、新たな餌植物として、カバノキ科のイヌシデでヤマユガ、ヒメヤマユガ、クスサン、ウスタビガ、エゾヨツメの幼虫が日本各地で確認され、ウバメガシではウスタビガとヒメヤマユガの幼虫が確認された。また、ヤマユガではツノハシバミ、ウスタビガではヤナギ科2種とハナミズキ、ヒメヤマユガではネジキとオオバクロモジ、クロガネモチ、クマノミズキも新たに餌植物として確認された。餌植物種によるクラスター解析では、地理的分布の狭いヤマユガ科ガ類3種(ヨナグニサン、ハグルマヤマユガ、クロウスタビガ)の距離は短くなった。すなわち分布の狭い種は餌植物種数が少なくなっており、分布の広いシンジュサンは餌植物の科によるクラスター解析では距離が一番長くなった。ヤマユガ科ガ類間の餌植物種の類似度(Ochiai指数: OI)は、同じ属であるヒメヤマユガとクスサンの間ではやや高く、ヤマユガ科の他の種との OI はあまり高くないことが示された。イヌシデのような他の鱗翅目幼虫があまり利用していない“空きギルド”を利用することなどにより、ヤマユガ科ガ類の餌植物種数はヤマユガ科種間同士の重複をある程度避けながら広がっていったと考えられる。

2) ヤマユガ科ガ類の利用している植物種のフェノロジーの特性などとの関係

を調査したところ、多くのヤマムユガ科ガ類は里山のブナ科を中心としたフェノロジーに適応していると推察された。シンジュサンはカラスザンショウやヌルデのような、造成地や空きパッチに最も早く侵入するパイオニア植物や、ナンキンハゼのような外来植物、クロガネモチのような植栽植物を利用することで、ブナ科植物のような他の鱗翅目幼虫が多く利用する植物を避け、空ギルドを利用しているものと考えられた。また、ヤマムユガが常緑樹の利用頻度が高いことや、シンジュサンが羽状複葉の植物の利用頻度が高いのは、繭の時期に捕食者に見つかりにくくするという、適応と推察された。このように植物の葉の形態やフェノロジーによって餌や営繭部位を選択している種もあることが明らかになった。

3) ヤマムユガ科ガ類間において1年間の世代数の変化の特性やバイオマス(生体重)の季節的变化といった時間的スケールからも調査解析を行った。1年間のバイオマスを累積すると、年1化性のヤマムユガと年2化性のシンジュサンにおいて差はあまりみられなかった。また、一番無防備の蛹期間だけを比べると、ともに年1化性であるヤマムユガとウスタビガには大きな差が見られなかったことより、それぞれのバイオマス量を年間のスケールで同程度に保有しているものと考えられた。越冬形態が蛹で高バイオマスで維持されるシンジュサンなどは、野鳥類など高次消費者の餌資源としてストレージ効果をもたらし、生物多様性の維持にバイオマスが大きく影響していると考えられた。

4) ヤマムユガ科ガ類は野鳥などの天敵に利用されていることから、近畿大学奈良キャンパスの外灯で、灯火に飛来し捕食されたと推察されるヤマムユガの翅の回収を行った。その結果、奈良キャンパス内では多くの雄成虫個体がカラス等の野鳥に捕食されていることがわかった。また、近年その被食個体数も減少していることから、外灯の誘引によって、野鳥類のヤマムユガの捕食圧がヤマムユガ個体数の減少に関わっていると推察された。パソコンによる画像解析の結果、ヤマムユガ科ガ類の幼虫には生息環境(餌植物の葉)との近似度が高く、緑色の葉による隠蔽効果があると判断され、成虫においては隠蔽効果よりは、警告効果があることが明らかになった。しかし、カラス等の大型の野鳥に対しては、特に、外灯による誘引の個体場合、警告効果は弱いと推察された。

5) 以上のことから、里山生態系において、植物の摂食や鳥類による捕食とその回避など、ヤマムユガ科ガ類を中心としたエネルギーの流れを推定できた。また、ヤマムユガ科ガ類のバイオマスの季節的測定結果から、「高バイオマス種」と「低バイオマス種」という概念を提案した。この概念に関しては、今後種々の昆虫類を中心にさらに研究を進めれば、生態学的に興味深い現象が明らかになってくるものと思われる。ヤマムユガ科ガ類を例にしても、外来植物の利用や植栽植物の利用、外灯による誘引のように人間が直接的および間接的に種間関係ない生態系に影響を与えていると考えられた。ヤマムユガ科ガ類の生活史はかなり里山環境に依存しており、今後里山の管理、あるいは人為的影響の面からの検討も必要であると思われた。

論文審査結果の要旨

ヤマムユガ科のガ類は昆虫の中でも大型のグループで、その中のヤマムユという種は上質の絹糸をとる目的で日本でも飼養されており、その他の種も化学物質の利用などで現在注目されている。この科は日本には里山を中心に 11 種生息しているが、その生態は不明な点が多い。本研究は、ヤマムユガ科ガ類 8 種について、野外での食性、生活史、バイオマス(生体重)等について研究したものである。

ヤマムユガ科ガ類の幼虫の餌植物はこれまでいくつか報告があるが、再検討を要する種も少なくない。そこで、全国各地でヤマムユガ科ガ類の食性(餌植物)について野外調査を行なった。その結果、里山植物のクヌギやコナラ、クリ等は多くの種に利用されていることがわかり、里山との結びつきが強いグループであることが確認された。また、今回の調査で、新たに餌植物として何種類かの樹木が確認された。これらの調査結果をもとに、ヤマムユガ科ガ類の類縁関係や餌植物のガ類間での類似性についても統計学的に解析した。こういった試みは現在まで殆ど行なわれていなく、解析方法やそれらの結果は単にヤマムユガ科だけでなく、各種昆虫にも適用できるものとして注目される研究内容となっている。

ヤマムユガ科ガ類はすべて大型で、里山の生態系でも特異的な存在である。こうした大型昆虫のバイオマスを測定することは、生態系のエネルギーの流れを推定する上でも重要である。数種のアムユガ科ガ類の生体重を年間を通じて測定したところ、その累積量は年 1 回発生する種と 2 回発生する種では、あまり差がないことが分かった。すなわち、1 個体の体重は異なっても、年間のバイオマスないしはエネルギー量はほぼ同じであるという興味深い結果が得られた。生活史とバイオマスがある程度関係があるというこれまでに殆ど注目されてこなかった観点からの成果である。また、卵で越冬する種と蛹で越冬する種では、冬季のバイオマスに大きな差があるが、これを捕食する種の面から検討すると、冬季の餌資源量とヤマムユガ科ガ類の生活史戦略の関係の重要性が指摘され、大変興味深い結果が得られた。

以上のようにヤマムユガ科ガ類は各種里山の樹木の葉を餌としてエネルギーを得ているが、ヤマムユガ科ガ類自身も高次捕食者に捕食される。そこで、これを解明するために、野外調査や実験を行なった。野外調査では外灯に飛来した個体の損傷状況から野鳥による捕食を推定したものである。その結果、ヤマムユの成虫(特に雄)はかなりカラス類に捕食されていることが明らかになった。こうして、里山の樹木→ヤマムユガ科→カラス等という食物連鎖におけるエネルギーの流れが推測できた。しかし、捕食者からの捕食を回避する戦略もヤマムユガ科ガ類は採用していると思われ、こうした面の解析も行なった。

これは幼虫期における保護色の効果と成虫における警告色の効果の判定である。判定はパソコンの画像解析ソフトを使って客観的に行なった。その結果、幼虫は各餌植物の葉による隠蔽効果がると判定され、成虫の翅にある眼状紋は野鳥等に対して警告効果があると判定された。しかし、カラス等の野鳥に対しては外灯誘引という人為的影響によって、その効果が弱められていることが推察された。こうした生活史戦略の効果やエネルギーの流れに関する研究例はあまりなく、注目される研究内容である。

本研究では、特に餌植物の検討と新しい餌植物種の追加、それをもとにした類縁関係の解析が大変注目され、さらにバイオマスの季節的変化の解析から、「高バイオマス種」と「低バイオマス種」という概念を提案した。これは現在ヤマムユガ科に限定されているが、多くの昆虫や生物にも適用できるものと考えられ、今後の研究の発展も大変期待できる。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、審査にあたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会など所定の手続きを経たうえ、平成 19 年 2 月 9 日、農学研究科教授会において、論文の価値ならびに博士の学位を授与される学力が十分であると認められた。