



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アブラムシにおける競争と性投資をめぐる進化生態学的研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	李, 楊
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13589号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/73984
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Li_Yang_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博 士(農学)

氏名 李 楊

学位論文題名

アブラムシにおける競争と性投資をめぐる進化生態学的研究

アブラムシ類は、作物類の重要害虫となるだけでなく、無性生殖と有性生殖の切替え、表現型多型と季節的寄主転換という生物学的に極めて特異な性質を有する。このため、今後有効な防除手段を開発するためには、アブラムシ類の基礎的生活史、生態、集団の遺伝的特性について詳細な知見の集積が必要となる。本研究では、新たな飼育技術と新たに見出した色彩突然変異系統を利用することによって、アブラムシ類の競争と性投資に関して、新規の知見を得ることができた。本論文は、序章（1章）と総合考察（8章）を含む全8章からなり、以下に要点をまとめる。

2章では、室内飼育方法の改良を試みた。「切葉-寒天培地法」を採用し、エンドウヒゲナガアブラムシの産子数に関して、従来の芽出し飼育法との比較を行なった。その結果、芽出し飼育法に比べて、切葉-寒天培地法での成虫の成長率と産子数には有意差がなく、十分使用できる方法であることが確認できた。本方法の利点は、個体数の厳密な把握を容易にできることにある。また、有性世代の誘導に関しても、従来法よりも簡便性が増した。従って、以降の実験では飼育法として切葉-寒天培地法を採用した。

3章では、アブラムシコロニー内におけるクローン間競争の実態を、エンドウヒゲナガアブラムシを用いて明らかにした。アブラムシは一般にコロニー内に複数のクローンを含んでいるが、クローン間の相互作用の実態に関しては、継時的、定量的な研究が行われてこなかった。同一の葉に、異なるクローンから1個体、計2個体を移植し（競争区）、15日間増殖させると、同一のクローン2頭を移植する場合（2頭区）に比べて、競争効果が明確に表れた。すなわち、異なるクローンの競争区では、2頭区に比べて、合計個体数が2頭区のそれを有意に上回った。このことは他クローンを識別し、他クローンに同一の葉上で出会った際に、繁殖率を高めたことを示している。アブラムシの増殖においては、「密度依存効果」の存在が報告されてきた。しかしながら、本実験の結果、密度依存効果が強く生じるのは同一クローンからなるコロニーの場合で、他クローンが混じるコロニーでは、競争が重視され、密度依存効果は生じにくいことが明らかになった。この重大な発見は、色彩突然変異クローンとそれを生み出した母クローンを競争に用いたことから得られたものである。加えて、2クローンの競争区においては、全ての実験区において、一方のクローンが他方のクローンを個体数において圧倒的に差をつけることが観察された。実験から、メス個体は他のクローンの個体に取り囲まれると、産子を一時的に停止するために、最終的に圧倒的な差が現れることが明らかになった。

4章では、メスの産出性比に同一クローンや他クローンの他個体の存在がどのように影響するかを、エンドウヒゲナガアブラムシを用いて評価した。アブラムシは低温短日下でオスと卵生メスを産出するが、そのメスが属する集団の特性に、性比がどのように影響を受けるかは全く解明されてこなかった。本研究では、メス1頭のための1頭区、同一クローンのメス2頭からなる2頭区、異な

るクローンのメス2頭からなる共存区を準備し、低温短日下においてオスとメスの産出数を定量化した。同居区では、色彩によって識別可能な2クローンを用いた。アルファルファクローンは、1頭区と2頭区の間で性比に変化はなかったが、他クローンと同居させた場合、オス比率を減らし、胎生メスを有意により多く産出した。すなわち、他クローンと共存する場合に、有性生殖よりも無性生殖により多くを投資することが明らかになった。この変化は、有性生殖のメリットよりも、春期のクローン間競争を有利に進めるための適応である可能性が考えられた。以上から、アブラムシは、コロニー構成の変化に対応性して、性比を調節する能力を有することを実証できた。

5章では、エンドウヒゲナガアブラムシを用いて、寄主レース間の交雑が寄主植物への適応にどのような影響を与えるのかを検証した。本種はマメ科植物に寄生し、遺伝的に分化を遂げたいくつかの寄主レースから成り立つ。交雑によって、植物に対する適応性がどのように変化するかについて、従来の研究からは明確な結論が得られてこなかった。本研究において、アカツメクサレースとアルファルファレースのクローンを掛け合わせ、複数の交雑クローンを得た。親クローンの寄主植物およびソラマメの葉で飼育を行ったところ、交雑個体は、親クローンに比べて、全般的にどの植物上でも有意に高い適応性を示すことがわかった。これらの結果は、交雑クローンが生じれば、複数の植物に対する寄生能力を獲得し、新たな害虫となりうる可能性を示唆するものである。

6章では、トドノネオオワタムシを用いて、集団の性投資比がどのように維持されるのかを3集団、連続14年間に採集された標本に基づいて分析した。それによると、どの集団でも投資比はメスに大きく偏り、平均71%-73%であった。統計モデルによる分析を行ったところ、ある年の集団の投資比は、その年の気候要因と頻度依存選択の2つによって規定されることが明らかになった。8月の降水量が多いほど、また9月の平均気温が高いほどその年のメス性比は減少した。一方、前年のメス性比が高いほど翌年のメス性比は減少し、逆に前年のメス性比が低ければ、翌年のメス性比は増加した。このように、本研究では、野外生物の性比が頻度依存選択と環境要因の2つによって調整されることを世界に先駆けて実証した。加えて、周期的単為生殖種において、性投資比がメスに偏る要因を、無性生殖世代のクローン間競争に求める仮説を提唱した。

7章では、トドノネオオワタムシを用いて、近接した集団間で、遺伝的浮動がどの程度集団間の遺伝的差異を作り出しているかを、集団間交雑を通じて分析した。各集団で血縁者間交配が進むことで、集団間で異なる遺伝子座に特定の対立遺伝子が固定しうる。こうした遺伝的浮動が進行すれば、集団は遺伝的多様性を失い、近交弱勢の影響を受け、結果的に集団間で遺伝的分化が進行する。この予測を実証する唯一の方法が集団間交雑である。集団間交雑を行うことで、交雑個体の適応度成分が集団内交配由来の個体のそれよりも平均的に増加すれば（雑種強勢）、各集団内で遺伝的浮動が作用していたことが実証できる。本研究では13km離れた岩見沢と美唄の地域集団を掛け合わせ、正逆両方向の受精卵を得た。こうした交雑由来子孫と集団内交配由来の子孫を比較し、孵化時期、形態、生殖腺量のデータを分析した。その結果、交雑由来子孫では、雑種強勢が確認された。交雑個体では、生殖腺量が有意に増加し、一方、1齢体サイズは全体的に有意に減少した。この結果から、本種の各地域集団は、遺伝的浮動により適応度的に負の影響を被っていることが実証できた。

以上のように、本研究はアブラムシ類の生態と進化に対して多くの新規の現象を見出し、害虫防除や個体群保全へも寄与できる生物学的基礎を解明した。