



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evolutionary ecology in gall-forming aphids : extreme polyphenism and biased sex ratios [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	童, 欣
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14649号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83101
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	tong_xin_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	Xin Tong
審査担当者	主査	教授	秋元信一
	副査	教授	大原昌宏
	副査	教授	重信秀治(基礎生物学研究所)
	副査	准教授	吉澤和徳

学位論文題名

Evolutionary ecology in gall-forming aphids: extreme polyphenism and biased sex ratios
(虫こぶ形成アブラムシの進化生態学：極端な表現型可塑性と偏った性比)

本論文は英文 108 頁，図 11，表 9，4 章からなり，参考論文 3 編が付されている．

ワタムシ亜科のアブラムシはゴール（虫こぶ）形成，寄主転換，季節的多型という特徴を示す．クローン系列の中で多様な表現型（モルフ）が出現する点で，本グループはアブラムシの中でも極めて特異的である．さらに，他のアブラムシと同様に，細胞内共生生物 *Buchnera* と寄主アブラムシは緊密な共生関係を維持しており，アブラムシの様々な特性が *Buchnera* の影響を受けることが明らかにされている．

1 章では，ゴール形成性ワタムシ 3 種 (*Tetraneura sorini*, *T. nigriabdominalis*, *Eriosoma harunire*) を選び，それぞれの絶対共生生物である *Buchnera* の全ゲノムを解読，比較することにより，*Buchnera* が果たす役割を植物-アブラムシ-*Buchnera* の 3 者関係の観点から分析した．次世代シーケンサーを利用して，それぞれの種の *Buchnera* のゲノムサイズ及びタンパク質コード領域数を決定した．遺伝子機能解析により，*Tetraneura* 2 種の *Buchnera* はアスパラギナーゼ遺伝子 (*ansA*) を持つが，*Eriosoma harunire* の *Buchnera* はそれを欠くことが明らかとなった．さらに，*E. harunire* の *Buchnera* は，他の 2 種と比較して，オルニチン（アミノ酸の 1 種）合成遺伝子を欠いていた．オルニチンは必須アミノ酸であるアルギニン合成の中間体であり，おそらく，本種は自らが形成したゴールから十分な量のアルギニンを得られるため，本遺伝子を失ったと考えられる．エンドウヒゲナガアブラムシの *Buchnera* においてはプラスミドに存在する遺伝子が，これら 3 種のワタムシにおいては，*Buchnera* の染色体に移行していることが確認された．

2 章では，ワタムシ科トドノネオオワタムシ（雪虫）を用いて，表現型多型と体表炭化水素成分との関係を探った．本種の全てのモルフは直鎖アルカンが体表炭化水素の主要な割合を占めたが，モルフ間でその構成要素に相違がみられた．ヤチダモやトドマツで生じるモルフはアリに随伴されるが，これらのモルフでは，*n*-C27

に対して n -C25 の比率が高かった。一方、アリ随伴がなく、有性生殖を行う世代では、より長鎖のアルカンである n -C27 や n -C29 の比率がより高くなった。本種では、有性メスは、オスを誘引する性フェロモンを分泌する器官を持たないために、メスの体表炭化水素成分がオスによる交配相手認知に主要な役割を果たしている可能性が高い。性的な交信に使われる有性生殖メスの体表炭化水素は、無性生殖メスやオスのそれとは大きく変化していることが明らかとなった。

3章では、ワタムシ亜科の寄生者について報告した。2次寄主の根から採集されたワタムシ体内から、線虫が見出され、根に寄生する世代は線虫による寄生を受けることがワタムシでは初めて見出された。採集された線虫の 18S rDNA 及び 28S rDNA 領域の配列を分析したところ、双翅目に寄生する線虫科の線虫と同じグループに所属することが明らかとなった。線虫の寄生によりワタムシは負の影響を被り、秋の有翅型は、サイズが小型化し、少数の有性メスを生み出すことが明らかとなった。地中性アブラムシの防除に線虫類を利用できる可能性を指摘した。

4章では、ワタムシ亜科の性投資比の進化に関する仮説を提出し、検証を行った。一般の生物では基本的にオスとメスへの投資量は 1:1 の時に安定するが、周期的単為生殖を行う動物では（ワムシ、ミジンコ、アブラムシ等）、性投資比がメスに偏る事例がほとんどである。本仮説では、母親の娘への投資が孫娘のサイズを決める点に注目した。娘のサイズを大きくすると、母親から見て春に生まれてくる孫娘のサイズもより大きくすることができ、母親は自分の遺伝子を効率よく後世に伝えることができる。本論文での分析により、性比のコントロールに関する Trivers-Willard 仮説（栄養状態の良い母親は、闘う性の子に性投資比を偏らせる傾向がある；哺乳類ではオス、ワタムシではメス）を明確に実証することができた。周期的単為生殖生物の生活史は、両性生殖生物の生活史と異なるために、性への投資も他の生物とは異なる方式が最適解となったと推定した。

以上のように本研究では、多型性を示すワタムシ亜科を研究対象に選び、本グループの特異性を遺伝学、生理学、及び進化生態学の観点から多角的に分析した。こうした結果は、本グループの生物学的特性を理解する上で役立つだけでなく、線虫やワックス成分を用いた防除にも応用可能である。

よって審査員一同は、Xin Tong が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。