HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Integrative insights into novel host range expansion in the Solidago-specialist invasive aphid Uroleucon nigrotuberculatum
Author(s)	ILYAS, Amna
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	乙第7229号
Issue Date	2025-12-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.r7229
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98674
Type	doctoral thesis
File Information	ILYAS_Amna_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏　名　ILYAS Amna

審査委員　主査　教授　内海　俊介
副査　教授　越川　滋行
副査　教授　大原　昌宏（総合博物館）
副査　助教　佐藤　安弘

学 位 論 文 題 名

Integrative insights into novel host range expansion in the *Solidago*-specialist invasive aphid *Uroleucon nigrotuberculatum*
（*Solidago*属スペシャリストの侵入アブラムシ*Uroleucon nigrotuberculatum*における新規寄主幅拡大に関する統合的洞察）

人新世において生物の侵入は激化し、さまざまな生物種は本来の生息域を超えて移動している。外来生物は在来の生物群集と共有する進化史を持たずに侵入先で新たな生物間相互作用を形成するが、その形成メカニズムは依然として不明な点が多い。ほとんどの植食性昆虫は食草とする寄主として特定の限られた植物種に依存することが多いが、そのようなスペシャリストの植食性昆虫が、新たな侵入地域で原産地とは異なる食草を利用し、さらには寄主幅を拡大する成功要因は何だろうか。本研究は、原産地の北米ではアキノキリンソウ属（*Solidago*属）植物のみをもっぱら寄主とすることが知られる侵入種セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシ *Uroleucon nigrotuberculatum*（以下、ヒゲナガ）が侵入地で示す新規寄主幅拡大の実態とその駆動要因について検討した。ヒゲナガの日本への侵入は、セイタカアワダチソウ *Solidago altissima*（以下、アワダチソウ）の侵入に随伴して発生し、日本ではこのアワダチソウのみを寄主として利用してることが知られる。

まず、北海道の複数のキク科植物に生息するアブラムシが、*Solidago*属スペシャリストであるヒゲナガであるかを検証した。系統解析と形態学的解析により、セイヨウタンポポ（以下、タンポポ）やノボロギクにコロニー形成をするアブラムシが同じヒゲナガであることを確認し、新規寄主上のコロニーとアワダチソウ上のコロニー間には遺伝的差異は認められなかった。さらに接種実験により、アワダチソウ由来のアブラムシがオオアワダチソウ、タンポポ、ノボロギク上で生存・繁殖可能であることが示され、侵入地における新しい寄主幅拡大という現象についての強力な証拠を示された。

次に、共通圃場実験を用いて、アワダチソウの遺伝的多様性とタンポポの形質状態が、スピルオーバーと寄主幅拡大を促進する役割に焦点を当て、主要寄主（アワダチソウ）から新規寄主（タンポポ）への宿主幅拡大を促進する生態学的メカニズムを検討した。具体的には以下の点を検討した：1)ヒゲナガは実際にアワダチソウからタンポポへスピルオーバーするか、2)アワダチソウ上のアブラムシ密度が高いほど、アワダチソウからタンポポへのスピルオーバー確率は高まるか、3)アブラムシ密度は、アワダチソウの遺伝子型によって説明されるか、それ

ともアワダチソウの遺伝的多様性によって説明されるか、4)タンポポの形質状態（抽苔、非抽苔）はヒゲナガの定着確率に影響するか。その結果、アワダチソウ上におけるアブラムシ密度が高いほど、タンポポへの定着確率が高まることが分かった。アブラムシ密度は、主としてアワダチソウの遺伝子型の違いによって形作られるとともに、新規寄主への定着にはタンポポの形質状態も決定的に重要であった。すなわち、抽苔したタンポポのみが定着を成功させ、未抽苔個体には決して定着しなかった。これらの結果は、寄主幅拡大が複数要因（主要寄主上のアブラムシ密度、主要寄主の遺伝子型、新規寄主の形質状態）によって駆動され、これら全てが新規寄主への定着と成功を形作ることを示した。特に、新規寄主の形質状態の重要性は、主要寄主からの密度依存的な移出（受動プロセス）だけでなく、新規寄主との生態学的適合性も宿主範囲拡大において重要であることを示している。

さらに、アブラムシの寄主植物利用には多様な共生細菌が関わっていることが知られるため、異なる植物種におけるヒゲナガコロニーの共生細菌マイクロバイオームのパターンを調査した。主要寄主と新規寄主のアブラムシは異なるマイクロバイオームを保持すると仮説を立てた。アワダチソウ由来の同一のヒゲナガコロニーを、別のアワダチソウ個体と新規寄主としてのオオアワダチソウに別々に接種する実験を行うと、マイクロバイオームの組成が異なる傾向をもつようになることが分かった。自然環境下にあるキク科５種で発生したヒゲナガコロニーを採集しマイクロバイオームの構造を比較したところ、その組成は有意に異なっていた。これらの知見は、異なる寄主植物上にヒゲナガが移行する際に、マイクロバイオームが極めて短期間で再編成されることを示し、マイクロバイオームの動態が寄主幅拡大に寄与している可能性を示唆している。

最終章では、上記の知見をもとにした総合考察がなされた。侵入地域においてスペシャリストのアブラムシの寄主幅拡大という新しい現象とその基盤メカニズムに関する初の実証研究であることが強調されるとともに、侵入地域における極端な高密度（競争種や天敵種からの解放や、最近の気候変動が要因と考えられる）がこの新規寄主幅拡大を促進すること、共生細菌が新規寄主利用に寄与している可能性があること、ヒゲナガが新規に利用をする寄主の大部分が外来種であることの理由、などについて掘り下げた洞察が論じられた。

全体として、本研究は、侵入昆虫が侵入環境において予測困難な新しい生物間相互作用を形成する過程についての理解を深め、侵入生物学の発展に対して重要な貢献をするものと認められた。審査委員一同は、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、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。