

博士論文要約（Summary）

平成 27 年入学

連合農学研究科 農水圏資源環境科学専攻

氏 名 安達 修平

タイトル	アブラムシの発生動態とその決定要因およびカブモザイクウイルスと媒介アブラムシとの相互作用
------	--

キーワード（セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシ）（発生動態）（カブモザイクウイルス）（置き換わり）

第1章 総合緒言

生物の数はさまざまな要因に制御されており、それらを明らかにすることは個体群生態学において重要な研究課題である。アブラムシは昆虫の中でも群を抜いて増殖能力が高いことが知られている。一方で、天敵も多く、さまざまな生物にとって重要な餌資源としても機能するため、アブラムシは生態系を形作る上で重要なキーストーン種である。

また、アブラムシは主要な植物病原性ウイルスを媒介するため、農業害虫としても知られている。Tomlinson (1987)によると、世界的に経済被害の大きい上位3種のウイルスは全て非永続的にアブラムシによって媒介される。しかしながら、永続伝搬型ウイルスと比べて、これまで非永続伝搬型ウイルスと媒介者の関係性に関する研究例は非常に少ない。

第1部では、セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシの発生動態に着目し、その個体群制御要因について研究を行った。第2部では、カブモザイクウイルスとその媒介者であるアブラムシに着目し、ウイルスの感染経路や両者の関係性について研究を行った。

第1部 アブラムシの発生動態とその決定要因の解明

第2章 九州北部におけるセイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシの発生動態とその決定要因

セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシは、北アメリカ原産の外来種で、日本では主にセイタカアワダチソウのみを寄主としている。先行研究より、本種は夏季に平地から消失し、その間は山地でのみ生存していることが知られている。私は、本種の夏季消失メカニズムを解明するため、九州北部における本種の発生消長、室内および野外実験による天敵、植物、気温の影響を調査した。

その結果、本種の個体数は春季に各地で増加し、平地では5月下旬、山地では6月初旬にピークを迎えた。その後、初夏になると平地で、そしてそれと同時または幾分遅れて山地でアブラムシ個体数が急激に減少し、盛夏には、450m未満の地点では例外なくアブラム

シが消失した。しかし、450m以上の地点では継続して本種の生存を確認できた。そして秋季になると各地でアブラムシの再発生が確認された。また、冬季には、各地で本種の越冬卵が確認された。

野外および室内実験の結果より、初夏に野外で天敵密度が高まる事、および、天敵の影響は盛夏におけるアブラムシの消失に関しては主要な要因でないことが判明した。草丈の高いセイタカアワダチソウ上では、草丈の低いものと比較してアブラムシの増殖が有意に低下した。また、25℃条件下でアブラムシを飼育した場合と比較して、30℃では産子数が有意に低下し、35℃でアブラムシが死滅した。このことから、植物側の要因と高温は、アブラムシの減少・消失要因となり得ると考えられた。

以上の結果から、アブラムシの消失は、(1)初夏における植物および天敵の影響による平地・山地の両方でのアブラムシ個体数の激減、(2)高温による平地のみでのアブラムシの消失、という2つの段階を経ていることが明らかになった。

第3章 分布北限付近におけるセイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシの発生动態と地球温暖化による影響

地球温暖化が動植物に与える影響には、気温の上昇による直接的影響と、他生物のフェノロジーや分布域の変化による間接的影響があるが、これら両者の影響を詳細に明らかにすることはしばしば困難を極める。外来種は、侵入地において天敵などとの関係性が大幅に減少することが知られている。したがって、外来種は地球温暖化に伴う他生物との間接的影響が比較的単純であり、直接的・間接的影響を分離して調査するには優れた材料であるといえる。セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシ（以下、アブラムシ）とアワダチソウグンバイ（以下、グンバイ）は、ともに北米原産の外来種で、それぞれ1980年代後半と2000年に日本へ侵入し、急速に分布を拡大した。両種はセイタカアワダチソウを寄主とし、東北地方から九州南部まで同所的に生息している。宮城県では、アブラムシは2000年以前から分布していたが、グンバイは2012年に初めて確認された。私は、アブラムシの分布北限付近である宮城県において、グンバイの侵入前後である2003-04年と2015-16年にアブラムシの発生活長を調査し、競合者となりうるグンバイと、気温の年次変動が本種に与える影響について調査した。また、アブラムシとグンバイの相互作用を評価するため、同一株上での増殖実験を実施した。

その結果、2003年は夏季に日最高気温の平均が30℃を超えることはなく、春から秋まで継続してアブラムシの発生を確認した。一方、その他の調査年には、ほぼ全ての調査地で夏季に日最高気温の平均が30℃を超え、その地点でアブラムシが消失し、秋季に各地で再発生した。また、冬季にはアブラムシの越冬卵を確認した。

グンバイは2016年に調査した結果、春から秋まで継続して発生していたが、グンバイ侵入前である2003-04年と比較して、グンバイ侵入後である2015-16年の方がピーク時のアブラムシ個体数が多かった。また、増殖実験の結果、グンバイの有無はアブラムシの増殖に悪影響を及ぼさなかった。

以上の結果から、分布北限付近でも、アブラムシは夏季の気温が高い年には一度消失するが、グンバイの有無はアブラムシに悪影響を及ぼさないことが示唆された。

第 2 部 カブモザイクウイルス (TuMV) と媒介アブラムシの相互関係

第 4 章 九州北部における TuMV の野生宿主植物の探索

TuMV は、主にアブラナ科植物に感染する植物病原性ウイルスで、日本では主にダイコンやアブラナ属作物で被害を与えていることが知られている。TuMV による被害を防ぐ上で、本ウイルスの野生宿主に関する情報は非常に重要である一方で、日本における TuMV の野生宿主に関する情報は乏しい。本研究では、九州北部における TuMV の野生宿主を特定するため、ダイコン圃場周辺で TuMV の宿主となる野生植物の探索を行った。その結果、季節を通してイヌガラシで最も多くの TuMV 感染が認められた。また室内実験により、TuMV に感染した同イヌガラシ株の葉を毎月採取し、ELISA によりウイルス濃度を調査した結果、夏に濃度が低下するものの、イヌガラシは春から秋にかけて TuMV を保持していた。以上から、九州北部において、イヌガラシが TuMV の主要な野生宿主の一つであると考えられた。

第 5 章 オランダガラシアブラムシ (新称) の日本からの記録と TuMV 媒介の可能性

TuMV は、少なくとも 89 種のアブラムシによって非永続的に媒介されることが報告されている。しかしながら、そのほとんどが室内実験による検証例であるため、実際の野外における TuMV の主要な媒介者に関する情報は少ない。私は、第 4 章で実施した野外調査の過程で、オランダガラシアブラムシ (新称) を九州で初めて確認したため、本章で九州初記録として報告する。本種は、イヌガラシ上で頻繁にコロニーが確認され、また同時期にダイコン上でも有翅成虫が確認された。以上から、本種は野外における TuMV の媒介者であることが示唆された。

第 6 章 TuMV 感染が媒介アブラムシの生育に与える影響

植物病原菌とその媒介者の関係性は、それらの種や系統、感染植物種などによって大きく変化する。TuMV は、2000 年頃を境として優先するゲノム型グループが world-B から basal-BR に置き換わったことが九州で報告されているが、その要因は未解明のままである。本研究では、TuMV の置き換わり前後の両ゲノム型グループ間で、媒介アブラムシとの関係性に違いが見られるかを 2 種のアブラムシを用いて調査した。その結果、狭食性のニセダイコンアブラムシでは、TuMV 感染カブ上で増殖が向上した一方で、広食性のモモアカアブラムシでは、TuMV 感染および非感染カブ間で増殖に有意な差は見られなかった。また、ゲノム型グループ間でアブラムシとの関係性に顕著な差は見られなかった。以上から、アブラムシ種によって、TuMV との関係性が異なることが示唆された。九州で生じたゲノム型グループの置き換わりには、アブラムシとの関係性が関与しているという結果は得られなかった。

第7章 日本のアブラナ科植物に対する TuMV のゲノム型グループでの感染能の比較

第6章では、九州で生じた TuMV のゲノム型グループ置き換わりの要因として、媒介アブラムシとの関係性に着目して調査したが、要因となりうる結果は得られなかった。そこで本章では、日本のアブラナ科植物に対する感染能に着目し、TuMV のゲノム型グループ間でイヌガラシやダイコンへの感染率を比較した。その結果、world-B よりも basal-BR で顕著にイヌガラシやダイコンへの感染率が高かった。このことから、九州で見られたゲノム型グループの置き換わりには、日本の野生宿主やダイコンへの感染のしやすさが影響していることが示唆された。

第8章 総合考察

第1部では、日本における南部および北部のセイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシ個体群について調査し、両個体群にて冬季に本種の越冬卵を確認した。先行研究においても、近畿地方を除き、本州や四国では完全生活環の本種個体群のみが確認されている。このことから、日本における本種の個体群は、完全生活環系統が優占していると考えられる。また、南部および北部の両方において、高温が本種の夏季消失に強く影響を与えていることが示唆された。その他の多くのアブラムシ類においても、一時的な個体群の消失が夏季に見られることから、本研究で明らかにした夏季消失メカニズムは、農業害虫を含むその他の種でも同様に当てはめられる可能性がある。

第2部では、TuMV の伝搬経路や媒介アブラムシとの関係性について調査し、九州における TuMV の主要な野生宿主の一つがイヌガラシであること、および、オランダガラシアブラムシが野外における TuMV の媒介者である可能性を示した。また、九州で生じた TuMV のゲノム型グループ置き換わりの要因を解明するため、媒介アブラムシとの関係性や日本のアブラナ科植物への感染能について調査した。今回の調査では、ゲノム型グループ間で媒介アブラムシとの関係性に差は見られなかったが、先行研究によると、TuMV の系統によって感染時の病徴に違いが見られること、媒介アブラムシは TuMV 感染葉の病徴に視覚的に誘引されることから、置き換わり前後のゲノム型グループ間で媒介アブラムシの誘引性に違いが見られるかもしれない。また、ダイコンやイヌガラシへの感染能には、ゲノム型グループ間で顕著な差が見られ、basal-BR の方が world-B より日本のアブラナ科植物により適応していることが示唆された。したがって、九州で生じた TuMV のゲノム型グループ置き換わりには、ゲノム型グループ間の感染能の違いが要因の一つであると考えられた。