

氏名	たけむらまさみ 竹村優美
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1333号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科応用生命科学専攻
学位論文題目	Macrosiphini 族アブラムシ類の寄主選択に関する植物化学因子

論文調査委員 (主査) 教授 桑原保正 教授 大東 肇 教授 西岡孝明

論文内容の要旨

吸汁性昆虫であるアブラムシ類は、独特の生活環の中で多様な食性を示し、農業害虫の中でも特に重要な位置を占めている。特定寄主の認識には植物に含まれる二次代謝産物の重要性が指摘されているが、その寄主認識機構の化学的基盤はほとんど判っていない。そこで、本研究ではアブラムシ類の寄主選択に関する植物化学因子の追及を行った。

Macrosiphini 族のソラマメヒゲナガアブラムシ *Megoura crassicauda* は、マメ科植物、特にソラマメやカラスノエンドウなどソラマメ属植物に寄生する狭食性アブラムシである。一方、同じ Macrosiphini 族でありながらニワトコヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon magnoliae* は、夏と冬で寄主を転換し、類縁の遠い数種類の植物（一次寄主と二次寄主と呼ばれる）に寄生する。このように生活環を異にするアブラムシ二種の寄主選択機構を化学的に追究した。吸汁性昆虫の摂食行動は、(1)植物への定位 (attraction)、(2)試し刺し (probing)、(3)目的の吸汁部位である維管束まで口針を挿入する過程 (penetration)、(4)篩管液を吸汁する過程 (sucking) とに大きく分けられる。本研究では特に寄主への定着に関わる probing 行動に注目し、Macrosiphini 族アブラムシ類二種の(2)から(3)に至る口針挿入刺激因子の単離・同定を行った。同時にソラマメヒゲナガアブラムシにおいては、(4)における吸汁刺激因子についても分析した。本種の寄主への定着から篩管液吸汁までのプロセスに関する化学因子を段階的に明らかにすることにより、Macrosiphini 族アブラムシ類の寄主適応性の基盤を総合的に解明できると考察している。

1) ソラマメヒゲナガアブラムシの場合

主要寄主のひとつであるカラスノエンドウ *Vicia angustifolia* の生葉 (1kg) から2種類の口針挿入刺激物質 A (quercetin 3-O- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-[2"-O-(E)-p-coumaroyl]- β -D-glucopyranoside, 2.0mg) および B (quercetin 3-O- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-[2"-O-(E)-p-coumaroyl]- β -D-galactopyranoside, 1.6mg) を単離し、それらの構造を機器分析で決定した。A と B は各々単独では活性は弱いですが、混合することによって、もとの粗水溶性画分に匹敵する活性を回復した。A と B の脱アシル化物 C (quercetin 3-O- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-glucopyranoside, 12.5mg) と D (quercetin 3-O- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-galactopyranoside, 33.8mg) はカラスノエンドウ中に多量に存在していたが、本種の口針挿入に対する活性は示さなかった。以上のことから、本種の口針挿入刺激活性の発現には、当該フラボノイド配糖体がさらにアシル化されている必要を推論させた。

甘露排泄量を指標とした吸汁試験を行うと、糖やアミノ酸などを含む人工飼料で吸汁が促進されたことから、一次代謝産物が吸汁刺激因子として機能していると結論した。以上のことから、一連の摂食行動の中で「口針を挿入する」行動は植物二次代謝産物により、「篩管液を吸汁する」行動は植物一次代謝産物に制御されていると結論した。本種アブラムシは複数の化合物に対する化学受容機構を獲得し、その組み合わせに対する認識機構を発達させることで、精度の高い寄主認識能を維持していると考えられる。

2) ニワトコヒゲナガアブラムシの場合

ニワトコ *Sambucus racemosa* L. subsp. *sieboldiana* に含まれる口針挿入刺激因子を追跡し、ODS カラムで精製して、水で溶出する部分 (Fr.1) と60%メタノールの溶出部 (Fr.5) を混合すると、生物試験で正常な口針挿入行動を行ったことから、主活性因子の所在をこの2画分に特定した。そのうち、Fr.5 から kaempferol 3-*O*- α -L-rhamnopyranoside (E, 32mg/1kg 新鮮葉) を口針挿入刺激物質として単離し、その構造を機器分析で決定した。E は、糖やアミノ酸などの栄養成分が豊富に含まれていると考えられる Fr.1 と組み合わせることにより、正常な口針挿入刺激活性を発現した。このことから、ニワトコヒゲナガアブラムシの口針挿入行動には E のような植物二次代謝産物と植物一次代謝産物の関与している可能性が示された。以上のように、吸汁性昆虫の寄主選択を制御する要因を、生活環を異にする2種の Macrosiphini 族アブラムシの摂食過程に注目することにより、総合的に解析した。

論文審査の結果の要旨

昆虫の寄主選択にかかわる植物成分の研究は、多くが咀嚼性昆虫について行われ、農業上重大な害虫を含む吸汁性昆虫のウンカやヨコバイ、アブラムシなどの研究は立ち遅れている。本研究では、同じ Macrosiphini 族アブラムシでありながら、一年を通じて寄主転換しない非移住型のソラマメヒゲナガアブラムシと、季節ごとに寄主転換する移住型のニワトコヒゲナガアブラムシについて、寄主選択因子としての口針挿入刺激活性物質の体系的な探索とその構造解析にとどまらず、摂食過程に関与するその他の化学因子をも段階的に解明しようと、アブラムシ類の寄主認識機構について総合的に検討したものである。本論文の評価すべき点は次のとおりである。

1. パラフィルム薄膜上に口針鞘を形成させて計測する独自の生物検定法を考案し、口針挿入刺激活性成分の検討を可能にさせた。
2. カラスノエンドウ生葉からソラマメヒゲナガアブラムシの口針挿入刺激物質2種類を精製単離し、それぞれ quercetin 3-*O*- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-[2''-*O*-(*E*)-*p*-coumaroyl]-D-glucopyranoside (A) および quercetin 3-*O*- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-[2''-*O*-(*E*)-*p*-coumaroyl]- β -D-galactopyranoside (B) と構造を決定した。A と B は共に新規化合物で、各々単独では活性が弱いですが、混合すると相加的な活性増強を示し、分離前の活性を回復した。
3. A と B の脱アシル化物 C (quercetin 3-*O*- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-glucopyranoside) と D (quercetin 3-*O*- α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-galactopyranoside) はカラスノエンドウ中に多量に存在したが、活性は示さず、活性発現には、当該配糖体のアシル化が必要条件と推論した。
4. 吸汁行動に、化合物 A と B の関与はなく、糖やアミノ酸が必要成分であった。従って、本アブラムシの口針挿入行動と吸汁行動は独立した行動で、前者は植物二次代謝産物、後者は植物一次代謝産物の関与と結論した。
5. ニワトコヒゲナガアブラムシの口針挿入刺激活性物質を冬寄主ニワトコに探索し、フラボノイド配糖体 kaempferol 3-*O*- α -L-rhamnopyranoside を単離・構造決定した。しかし、別亜種のニワトコには検出できず、関与化合物の全容解明には至っていないが、活性発現機構の複雑性が推察された。
6. 生活環を異にする Macrosiphini 族アブラムシ2種で、口針挿入過程のキューはともにフラボノール配糖体と判明した、アブラムシ類の寄主情報認識や行動をつかさどる感覚受容の機能を解明する基盤となりうる。

以上のように、本論文は Macrosiphini 族アブラムシの寄主選択に関与する化学因子の構造と機能の解析を通じて、複雑かつ多様性に富む植食性昆虫、特に吸汁性昆虫の食性の機構の一端を解明したもので、化学生態学及び天然物化学分野に寄与するところが大きい。

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、平成15年2月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。