

氏名	小野肇 ^{はじめ}
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1113号
学位授与の日付	平成12年3月23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	<i>Papilio</i> 属アゲハの寄生選択に関する化学因子

論文調査委員 (主査) 教授 栗原保正 教授 岩村 倣 教授 大東 肇

論文内容の要旨

植食性昆虫の多くは限られた植物種を寄主としており、産卵行動時および摂食行動時の2段階において寄主植物と非寄主植物の判別を的確に行っている。この寄主判別の鍵として化学物質が関与し、植食性昆虫の寄主への適応や食性進化の過程に影響を与えていると考えられている。そこで食性が単純で比較研究に適した材料としてアゲハチョウ科の寄主認識に関わる化学物質の解明が世界的に進められている。

ミカン科植物を主要寄主とする日本産 *Papilio* 属アゲハは、種ごとに食性の幅が異なり特有の寄主選択性を示す。ミカン科植物のkokusagi (*Orixa japonica*) は一部の *Papilio* 属アゲハが寄主として利用するものの大部分の種は寄主として利用しない。本研究はこのkokusagiに対する *Papilio* 属アゲハの寄主選択性の相違について、化学生態学的な解明を試みたものであり、kokusagiを寄主とする *Papilio* 属のカラスアゲハ (*Papilio bianor*) と寄主として利用しない同属のアゲハ (*P. xuthus*) の2種を供試虫として、kokusagi生葉に含まれる活性物質の探索を行っている。カラスアゲハに対しては雌成虫の産卵行動を惹起させる産卵刺激物質2化合物の同定を成功させ、アゲハに対しては雌成虫に産卵行動を抑制させる産卵阻害物質と、幼虫の摂食行動を阻害する摂食阻害物質の同定を成功させた。またこの研究でkokusagiに含まれる活性化化合物の活性発現機構が明確になり、*Papilio* 属アゲハの成虫と幼虫の化学受容機構の関連性が実証できた。また既知の知見と併せて、寄主選択や食性シフト、共進化の可能性と実態について総合的な議論が展開されている。本論文の主な内容は以下の通りである。

1) kokusagiに含まれるカラスアゲハの産卵刺激物質

カラスアゲハ (*Papilio bianor*) は数種のミカン科植物を寄主とするが、主要な寄主はkokusagi (*Orixa japonica*) である。この生葉をメタノールで抽出・濃縮し、水と酢酸エチルで分配後、各種の分配クロマトグラフ法を用いて精製し、産卵刺激活性を示す2化合物(活性物質1及び2)を単離した。活性物質1は単独で活性を示し、機器分析により桂皮酸類縁体の(-)-4-(*E*)-caffeyl-L-threonic acidと同定した。これまでにアゲハチョウ数種の桂皮酸類縁体が活性物質として報告されていることから、この類縁体が異なる寄主植物間における寄主選択の共通の手がかりとなっている可能性が示唆された。活性物質2は機器分析の結果、5員環ラクトン(-)-2-C-methyl-D-erythrono-1,4-lactoneと同定された。この化合物は従来の知見と同様に単独ではほとんど活性を示さず、塩基性画分と混合することにより、相乗的に活性を発現した。アゲハチョウ類の活性物質として5員環ラクトン構造の化合物は知られておらず、本研究によって初めて特定された。以上の結果より、産卵刺激物質には、活性化化合物が単独で活性を示す系列と複数化合物が混合状態で相乗的に活性を示す系列があり、カラスアゲハではこれら両系列の化合物群が混在した形で鍵刺激となり、産卵行動が起こっていることを解析できた。

2) kokusagiに含まれるアゲハの産卵・摂食阻害物質

アゲハ (*P. xuthus*) はミカン科植物を寄主とするが、同じミカン科のkokusagiは利用しない。生物試験法を工夫して、kokusagiの生葉及びその抽出物にアゲハ成虫の産卵行動を阻害する産卵阻害物質とアゲハ幼虫の摂食行動を阻害する摂食阻害物質との、両活性化化合物の含まれることが判明した。そこでその両活性物質を前述のカラスアゲハの場合と同様の方法で精製し、単離した。その結果、ゲンチジン酸の配糖体5-[[2-O-(β -D-apiofuranosyl)- β -D-glucopyranosyl]oxy]-2-hydro-

xybenzoic acid を成虫の産卵阻害及び幼虫の摂食阻害物質として単離し、機器分析により同定した。また同様にシリンガ酸 2 個がエステル結合した糖酸誘導体を単離した。両活性物質ともに単独で成虫の産卵行動を阻害し、同時に幼虫の摂食行動をも阻害し、ほぼ同程度の阻害活性を示した。これより幼虫が寄主を認識するとされる小脛感覚子、及び成虫が産卵する際に寄主認識をするとされる前肢ふ節感覚子の化学受容機構が、幼虫と成虫で共通していることをはじめて立証する結果を示した。

以上のように、植食性昆虫の寄主選択を制御する活性化合物を *Papilio* 属アゲハ 2 種に対するコクサギの成分を通して解明し、活性発現の多様性と成虫-幼虫間での化学受容機構の関連性を初めて立証した。

論文審査の結果の要旨

アゲハチョウ科 *Papilio* 属のチョウは狭食性でミカン科など比較的限られた植物種を寄主として利用するため、従来その産卵刺激物質などの化学的解明は、食性進化や共進化現象の立証などを目的に世界的に活発に進められている。本研究はそれら研究の一環として進められたもので、植物をミカン科のコクサギとし、それを寄主とするカラスアゲハに対しては産卵刺激物質 2 化合物を、寄主として利用できないアゲハに対しては成虫の産卵阻害物質と幼虫の摂食阻害物質 2 化合物を精製単離し、機器分析で同定した。その過程で産卵刺激物質には、複数化合物の混合物が活性を相乗的に発現する従来の知見以外に、単独で活性を示す化合物の系が共存している事を、また成虫に働く産卵阻害物質と幼虫に働く摂食阻害物質が同一化合物である事を立証した。さらに植食性昆虫の複数植物への適応の機構についても考察を進めている。評価すべき主な点は以下の通りである。

1) コクサギの生葉からカラスアゲハの産卵刺激物質として桂皮酸類縁体 (-)-4-(*E*)-caffeoyl-L-threonic acid と 5 員環ラクトン (-)-2-*C*-methyl-D-erythrono-1, 4-lactone を単離同定した。多種類の桂皮酸類縁体が *Papilio* 属アゲハの寄主植物に見つかっており、寄主選択の共通の手がかり物質と考えられる。一方、産卵刺激物質として 5 員環ラクトン構造の化合物を初めて同定できた。

2) 産卵刺激物質には、化合物が単独で活性を示す場合と、多種化合物の混合物が相乗的に活性を発現する場合がある。これら 2 系統の活性化合物を共に利用している可能性をカラスアゲハで初めて立証した。

3) コクサギの生葉からアゲハ成虫の産卵阻害物質としてゲンチジン酸の配糖体 5-[[2-O-(β-D-apiofuranosyl)-β-L-glucopyranosyl]oxy]-2-hydroxybenzoic acid を初めて単離同定し、さらにシリンガ酸 2 個がエステル結合した糖酸の誘導体を同様に単離した。一方、幼虫の摂食阻害物質は、成虫の産卵阻害物質として同定した 2 化合物と同一化合物であった。

4) 上記 2 種の産卵及び摂食阻害物質が、アゲハ成虫の寄主認識器官である前肢ふ節の感覚子と幼虫の寄主認識器官である小脛感覚子に共に接触化学受容され、また同程度の阻害活性を示したことから、幼虫と成虫の化学受容の機構に関連性のあることを初めて立証した。

以上のように、本論文は *Papilio* 属アゲハの寄主選択に関与する化学物質の化学構造とその機能を解析し、複雑かつ多様性に富む植食性昆虫の食性機構の一端を解明したもので、農薬化学、天然物化学及び化学生態学に貢献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 12 年 2 月 10 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。