

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 25 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450487

研究課題名(和文) 数種のアリと任意共生を行うシジミチョウ幼虫の化学的適応様式の解明

研究課題名(英文) Elucidation of chemical adaptation of Lycaenid butterfly larvae that have facultative mutualistic relationships with several species of ants

研究代表者

大村 尚 (OMURA, Hisashi)

広島大学・生物圏科学研究科・准教授

研究者番号：60335635

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：数種のアリと任意共生するシジミチョウ幼虫について、アリによる補食を回避し、アリを随伴させるための化学的適応機構を調べた。幼虫の体表脂質にはアリの攻撃を誘導するアルケン成分が含まれておらず、生得的にアリから発見されにくくなっていることがわかった。幼虫の伸縮突起に含まれるスクアレンは、アリに対する弱い忌避作用をもっていた。アリに強く随伴されるミヤマシジミの蜜腺分泌物は、ヤマトシジミに比べて総糖濃度が30倍以上あることに加え、天然での存在が希な三糖類を含んでいた。アリとの共生関係が強いシジミチョウほど、アリが高い摂食選好性を示す蜜を提供することで長時間の随伴行動を引き出していると考えられた。

研究成果の概要(英文)：For larvae of facultative myrmecophilous Lycaenid butterflies, the mechanisms of chemical adaptation to circumvent ant predation and induce ant attending were investigated. Cuticular lipids of these larvae mainly consisted of linear alkanes and lacked mono-alkenes that strongly stimulated biting and attacking behavior from *Formica japonica* ants. Such cuticular lipid profiles would decrease the apparency of larvae toward ants and the predation risk by ants. Squalene secreted from tentacle organs of larvae was found to serve as a weak deterrent against ants. *Lycaeides argyrognomon* larvae have a dorsal nectar organ which secretes specific nectar containing 30 times higher sugar concentration than the nectar of *Zizeeria maha* larvae and including trisaccharides considered to be rare as natural resources. Since ants more preferentially tend *L. argyrognomon* than *Z. maha*, such sugar properties of larval nectar would contribute to attract ants and induce their long-time attending.

研究分野：化学生態学

キーワード：任意的共生 シジミチョウ幼虫 アリ 随伴行動 体表脂質 蜜腺分泌物 伸縮突起分泌物 化学分析

1. 研究開始当初の背景

社会性昆虫として知られるアリは同巣個体間で化学物質をメッセージとするコミュニケーションシステムを発達させており、メッセージを異にする異種昆虫や同種異巣個体に対し攻撃・排他的にふるまう。アリと共生する好蟻性昆虫は、アリのコミュニケーションを欺くか、アリの行動を直接制御することでアリ社会に侵入し、そこから利益を得ている。その方法は好蟻性昆虫毎に多種多様であり、個体間相互作用による適応進化のモデルとして注目されている。

シジミチョウ科はチョウ類の 1/3 を占める大きなグループで総種数は 6000 種以上といわれる。生活史が解明されている本科 1200 種の約 75% は幼虫期にアリと何らかの相互関係を結んでおり、その多様性は単なる共存から(片利)共生、寄生、捕食と多岐にわたる。また、シジミチョウには様々な種類のアリと任意共生を結ぶ種もあれば、特定のアリとのみ絶対共生する種もあり、相互作用に強弱のある共生関係を示す点において好蟻性昆虫のなかでも際立った存在といえる。

シジミチョウ幼虫の多くは、共生関係にあるアリの化学コミュニケーションを利用するための適応形質 - 好蟻性器官を持っている。彼らの共生戦略の一部は、終齢幼虫がアリの巣内に潜り込む絶対共生種において詳しく調べられている。この種の幼虫は、自身の体表炭化水素を共生アリの組成に似せることで化学的にアリになりすまし(化学擬態)アリ社会に侵入する。第7腹節背面中央には蜜腺(DNO)とよばれる分泌器官があり、特殊な甘露を分泌して特定種のアリを誘引する。クロシジミ幼虫の甘露には、クロオオアリが特異的に好むアミノ酸 - グリシンが高濃度含まれている。第8腹節背側部に伸縮突起(TOs)とよばれる一對の箒状器官をもつ幼虫もいる。幼虫はアリの接近・接触時にTOsを突出させるため、何らかの信号をアリに送っていると予想されるが、TOsの正確な機能は不明である。このようにシジミチョウの絶対共生種については幼虫の共生戦略が徐々に明らかにされつつあるが、その一方、任意共生種の適応形質に関する研究は非常に少ない。

申請者はこれまでチョウを材料にして香気・体表脂質のケミカルシグナルとしての機能や嗅覚・味覚受容体の応答特性を調べてきた。その過程で、アリと任意共生するミヤマシジミやアサマシジミは、幼虫の体表脂質が直鎖アルカンで構成され、その組成は共生アリの種類や幼虫の齢期で変化しないことを見いだした。先行研究において、アリが巣仲間認識を行う際、体表脂質に含まれる直鎖アルカンはアリの攻撃を誘導しないと報告されている。これより、(1)任意共生を行う幼虫は不特定多数のアリの巣仲間認識をかいぐるための体表成分を共通に持っている可能性が示唆される。また、ミヤマシジミ幼虫

は、随伴するアリに対してTOsを展張し、アリの極端な接近・つきまといを妨害するような行動を見せる。この行動から、(2)TOsにはアリの接近を一時的に攪乱する化学物質が含まれている可能性が示唆される。さらに、アリの固執性は任意共生する幼虫の種類によって大きく異なり、たとえば、ミヤマシジミの幼虫には常にアリが随伴しているのに対し、ヤマトシジミの幼虫には殆どアリが訪れない。このアリの誘引および随伴行動の違いは、(3)シジミチョウ幼虫が分泌する蜜の化学組成に起因していると推定される。本研究では、(1)~(3)の現象に関わる化学物質を同定することで、アリと任意共生するシジミチョウ幼虫に特有の化学的適応形質を解明し、不快害虫としてしばしば問題を引き起こすアリの防除・行動制御に活用できる新たな技術的視点を提案する。

2. 研究の目的

(1)幼虫・蛹の体表脂質成分の化学分析およびアリに対する機能評価

アリと任意共生または共存するシジミチョウの幼虫・蛹、アリに容易に捕食されるシロチョウ・アゲハチョウの幼虫について、体表脂質をGC-MSで化学分析し、それぞれの体表脂質の化学的特徴を明らかにする。

所定濃度の炭化水素標品を塗布することで体表脂質組成を操作したシジミチョウの幼虫および蛹に対するクロヤマアリの行動を観察する。

体表脂質に対するアリの触角味覚応答を電気生理学的手法：チップレコーディング法で測定し、末梢神経系での反応特性と攻撃行動との関連を調べる。

(2)幼虫の伸縮突起由来成分の化学分析およびアリに対する機能評価

ミヤマシジミ幼虫の伸縮突起(TOs)を抽出・溶媒抽出し、GC-MSを用いてTOsに特異的に含まれる化学物質の同定・定量を行う。

TOsから同定した化合物の標品をシジミチョウ幼虫に塗布し、クロヤマアリに対する生理活性を評価する。

(3)幼虫の背部蜜腺分泌物の化学分析およびアリに対する機能評価

ミヤマシジミ・ヤマトシジミ幼虫背部蜜腺(DNO)から分泌物を採取し、化学分析によりその糖およびアミノ酸組成を明らかにする。

ミヤマシジミの蜜に含まれる主要糖の標品に対するクロヤマアリの濃度 - 摂食反応応答曲線を調べ、アリが幼虫に随伴する要因となる蜜腺分泌物の糖組成を明らかにする。

3. 研究の方法

(1)幼虫・蛹の体表脂質成分の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

3種類のシジミチョウ4齢幼虫、モンシロ

チョウ3 齡幼虫、シロオビアゲハ3 齡幼虫を-30 で冷凍殺虫した後、1mL の精製ジクロロメタンに3 分間浸漬して、体表脂質を抽出した。3 種類のシジミチョウは、蛹についても同様の方法で体表脂質を溶媒抽出した。抽出物を100 μ L に濃縮し、Shimadzu GC-17A ガスクロマトグラフおよび Shimadzu QP5000 質量分析計を用いて、体表脂質の成分分析を行った。供試したチョウの種類とクロヤマアリの関係は下記の通りである。

任意共生種：ミヤマシジミ、ヤマトシジミ
共存種：ベニシジミ
被食種：モンシロチョウ、シロオビアゲハ

生物試験

広島県または山梨県産クロヤマアリ野外個体を使って、ミヤマシジミ、ヤマトシジミ、ベニシジミ、モンシロチョウ、シロオビアゲハの無処理幼虫に対するアリ（ワーカー）の反応を比較した。アリの巣口近傍の裸地に幼虫を1 個体ずつ置いて、幼虫に対するアリの行動を所定時間デジタルビデオカメラで記録した。アリが幼虫に接触した後の行動を以下の5 種類に分類し、それぞれの行動の割合を幼虫間で比較した。

- 1：接触後すぐに幼虫から離れる(ignore)
- 2：触角で幼虫を触診する(tapping)
- 3：幼虫の周囲を警戒する(alert)
- 4：幼虫に噛み付くが後に解放する(bite)
- 5：噛み付き後、幼虫を巣に運ぶ(attack)

3 種類のシジミチョウ幼虫・蛹に、炭化水素の標品を所定量塗布して、体表脂質組成を改変した処理幼虫・蛹を用意した。上記と同じ方法で処理幼虫・蛹をクロヤマアリ野外個体に提示し、アリが接触した後に行う5 種類の行動割合を試料間で比較した。

電気生理学的試験

クロヤマアリおよびクロオオアリ野外ワーカーを材料に、幼虫の体表炭化水素に対する触角味覚応答をチップレコーディング法で調べた。アリは断頭後、頭部をステージに固定し、タングステン針を不関電極として触角基部に挿入した。ミヤマシジミ4 齡幼虫1 個体から抽出した体表脂質および所定量の炭化水素標品を Triton-X100 で可溶化し、所定濃度の水溶液に調製してガラス微小電極に充填した。これを記録電極として倍率200 倍の実体顕微鏡下で触角表面にある鐘状感覚子先端に試料溶液を接触させ、味覚刺激を与えた。その際に生じる電位変化を Cygnus ER-1 細胞外記録用アンプでとりこみ、電極接触後1 秒間の応答パターンを試料毎に比較することで体表脂質に対する味覚応答を計測した。

(2) 幼虫の伸縮突起由来成分の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

ミヤマシジミ4 齡幼虫10 個体より TOs 計20 本を精密ピンセットで摘出し、精製ジクロロメタン200 μ L に浸漬して抽出物を得た。この抽出物を3 本調製した。(1)- と同様の方法で化学分析を行い、体表脂質抽出物との差分から TOs 抽出物に特異的に含まれる主要成分の同定および定量を行った。

生物試験

同定した TOs 特異的成分の標品をシジミチョウ4 齡幼虫に所定量塗布し、(1)- と同様の方法で同成分に対するクロヤマアリ野外個体の反応を調べた。

(3) 幼虫の背部蜜腺分泌物の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

ミヤマシジミ、ヤマトシジミ4 齡幼虫の DNO にガラスマイクロキャピラリーを1 個体につき100 回接触させ、蜜腺分泌物を採取した。分泌物はセミマイクロ電子天秤を用いて秤量し、分析に供するまで-30 で冷凍保存した。

採取試料を高純水20 μ L で水溶液に調製した後、ThermoFischer LTQ OrbitrapXL 質量分析計および糖分析用 HPLC アミノカラムを用いた LC-APCI-MS 分析に供し、[M+Cl]⁻ イオンが検出される保持時間・イオン強度を標品と比較することで蜜腺分泌物に含まれる主要糖の定性・定量を行った。

また、採取試料を高純水50 μ L で水溶液に調製した後、JEOL JLC-500/V 全自動アミノ酸分析装置または Shimadzu LC-20AD 送液ポンプ+JASCO UV-970 検出器によるアミノ酸組成分析に供した。

生物試験

広島県産クロヤマアリ野外個体を使って、シジミチョウ幼虫 DNO 分泌物より同定された5 種類の主要糖に対する濃度-摂食反応応答曲線を調べた。それぞれの糖の標品を0.001~1M の水溶液に調製し、1.5mL エッペンドルフチューブから切除したポリキャップを容器に用いて150 μ L を充填した。試料が入った容器をアリの巣口近傍の裸地に設置し、試料に対するワーカーの行動を所定時間デジタルビデオカメラで記録した。各濃度の糖溶液について、アリが溶液を摂食した総数を試料に接触した総数で割った「摂食受容割合(FA)」を算出し、それぞれの糖について FA をプロビット分析し、半数のアリが摂食を示す糖濃度 EC50 を求めた。

4. 研究成果

(1) 幼虫・蛹の体表脂質成分の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

幼虫の体表脂質抽出物を化学分析したところ、検出された成分のほとんどは炭化水素

であり、脂肪酸やトリグリセリドといった極性成分は殆ど含まれていなかった。これより、ジクロロメタン短時間浸漬によってエピクチクラ表面ワックスが効率的に抽出されていることを確認した。

体表脂質の化学組成を比較したところ、シジミチョウ4齢幼虫3種およびモンシロチョウ3齢幼虫は炭素数25,27,29,31の直鎖アルカンを主成分とするのに対し、シロオビアゲハ3齢幼虫は7位に二重結合をもつアルケン(モノエン)を主成分とすることがわかった(表1)。シジミチョウ3種のなかでは、任意共生種であるミヤマシジミ、ヤマトシジミにおいて副成分として幾つかの分枝アルカンが確認された。幼虫1個体当たりの体表脂質成分の総含有量は、ミヤマシジミ、ヤマトシジミで平均3μg、ベニシジミで10μg、モンシロチョウで平均1μg、シロオビアゲハで平均6μgであった。

3種類のシジミチョウについて蛹の体表脂質組成を調べたところ、幼虫同様、炭素数25,27,29,31の直鎖アルカンをもっていた。一方、体表脂質成分の総含有量は幼虫に比べて著しく低く、蛹1個体当たり平均0.3~0.5μgであった。

表1 チョウ幼虫の体表脂質の化学組成

成分	相対含有率(%)				
	ミヤマシジミ (N=17)	ヤマトシジミ (N=36)	ベニシジミ (N=21)	モンシロチョウ (N=10)	シロオビアゲハ (N=16)
[直鎖アルカン]					
ペンタコサン	3	50	14	3	9
ヘプタコサン	16	11	27	20	4
ノナコサン	41	6	52	59	2
ヘントリアコンタン	11	15	3	1	1
[分枝アルカン]					
13-メチルヘプタコサン	1	8	ND*	ND	ND
15-メチルヘプタコサン	3	ND	ND	ND	ND
[アルケン]					
7-ペンタコセン	ND	ND	ND	ND	44
7-ヘプタコセン	ND	ND	ND	ND	15
7-ノナコセン	ND	ND	ND	ND	8
7-ヘントリアコンテン	ND	ND	ND	ND	1
[合計]	75	90	96	83	84

*検出されず

生物試験

無処理幼虫に対するクロヤマアリ野外個体の反応割合を図1に示す。試験は主に広島個体群を用いて行い、ミヤマシジミのみ山梨個体群に対する反応も調べた。ワーカーアリの体表脂質を化学分析したところ、広島個体群と山梨個体群ではアルケン成分(7-モノエン、9-モノエン)の相対含有率に大きな地域差があった。しかし、ミヤマシジミに対するアリの反応に関して2つの個体群間に有意差はなかった(Fisher検定)。

アリの反応のうちbiteとattackをアリが幼虫を獲物として認知した反応と考え、全体におけるbite+attackの百分率(グラフのバー右側の黒数値)を幼虫毎に算出した。アリによる噛み付かれやすさ=獲物としての発見されやすさは、シジミチョウ幼虫が22%以下であるのに対し、モンシロチョウでは52%、シロオビアゲハでは82%とシジミチョウに比べて有意に高いことがわかった(Fisher検定: $p < 0.05$)。

アリに噛み付かれた後、最終的に捕食され

る割合(bite+attackにおけるattackの百分率:各バーの左側赤数値)を算出したところ、シジミチョウ幼虫が24~64%であるのに対し、モンシロチョウでは84%、シロオビアゲハでは94%とシジミチョウに比べて有意に捕食されやすいことがわかった(Fisher検定: $p < 0.05$)。シジミチョウ幼虫はアリに噛み付かれた後もほとんど動かず静止し続けるのに対し、モンシロ・シロオビ幼虫は反射的に体を屈曲するため、これが呼び水となってアリの連続的な攻撃に晒された。シジミチョウ幼虫はアリの噛み付きに物理的に耐えるクチクラをもつことで、アリの補食から逃れていると考えられた。

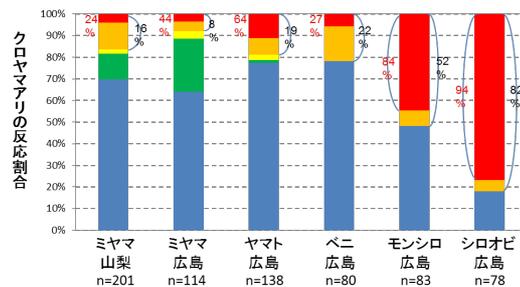


図1 無処理幼虫に対するクロヤマアリの反応

■ ignore ■ tapping ■ alert ■ bite ■ attack

全体に対するbite+attackの割合をバー右側黒数値で、bite+attackにおけるattackの割合をバー左側赤数値で表す。

幼虫およびクロヤマアリの体表炭化水素成分であるヘプタコサン、7-ヘプタコセン、9-ヘプタコセン、13-メチルヘプタコサン標品をそれぞれ0.1~10μg幼虫に塗布した。この処理幼虫と無処理幼虫の間でアリの噛み付き反応の割合を比較した(図2)。

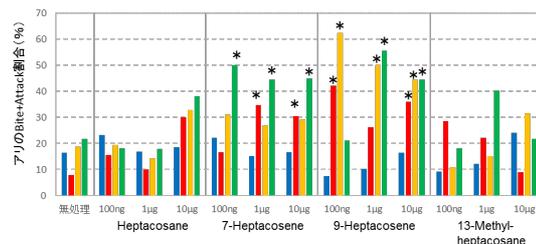


図2 炭化水素処理によるクロヤマアリの噛み付き反応への影響

■ミヤマ山梨 ■ミヤマ広島 ■ヤマト広島 ■ベニ広島

*: 無処理幼虫に対する有意差(Fisher検定: $p < 0.01$)

ヘプタコサン、13-メチルヘプタコサン処理では、噛み付き反応に有意な変化は見られなかった。一方、7-ヘプタコセン、9-ヘプタコセンを塗布すると、一部の幼虫に対してアリの噛み付き反応が有意に亢進した(Fisher検定: $p < 0.01$)。これより、体表脂質に含まれる特定のアルケン成分は、アリの攻撃性を惹起し、幼虫をアリに発見させやすくする効果があった。

シジミチョウ幼虫の主要な体表成分である炭素数25,27,29,31の直鎖アルカン標品を各シジミチョウの体表組成に似せて混合した人工ブレンドを調製した。シジミチョウの蛹は体表脂質の総含有量が少ないことを利

用して、この人工ブレンドを 1~10 μ g 塗布した処理蛹を調製し、アリの噛み付き反応を無処理の蛹と比較した。その結果、4種類のアルカンで構成される人工ブレンドはアリの噛み付き反応を全く誘導しないことがわかった。以上の結果より、シジミチョウ幼虫の体表脂質主要成分である直鎖アルカンは、単独でも混合した場合でもアリの攻撃を誘導せず、幼虫は生得的にアリに発見されにくい体表脂質をもっていることを明らかにした。

電気生理学的試験

シジミチョウ幼虫の体表炭化水素に対する触角鐘状感覚子の味覚応答を調べたところ、機械刺激受容細胞由来と考えられる緊張性応答は記録できたが、先行研究(Ozaki et al. 2005)が報告しているようなリガンドに対するバースト様の応答は確認できなかった。これより、鐘状感覚子は主に嗅覚刺激を受容する可能性を推定した。

(2) 幼虫の伸縮突起由来成分の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

TOs 抽出物は、保持時間 21.4 分に m/z 69 をベースピークにもつ分枝鎖状化合物を含んでいた。この化合物は幼虫の体表脂質抽出物に含まれていなかったため、TOs 特異的な成分と考えた。標品との比較により、この成分をトリテルペン炭化水素スクアレンと同一化した。幼虫 1 個体の TOs に含まれるスクアレン量は、平均 10ng と見積もられた。

ミヤマシジミ、ヤマトシジミ、ベニシジミ 4 齢幼虫にスクアレン 0.1~10 μ g を塗布して、幼虫に対するアリの噛み付き反応 (bite+attack) の変化を調べた。ミヤマシジミでは 10 μ g 塗布時に、無処理の幼虫と比較してアリの噛み付き反応が有意に高まった、ヤマト・ベニシジミでは 0.1 μ g 塗布時に、噛み付き反応およびアリの alert 反応が有意に亢進した。これより、TOs に含まれるスクアレンはアリに対して忌避的に作用し、低濃度ではアリの警戒行動を、高濃度では攻撃行動をそれぞれ惹起することがわかった。ミヤマシジミよりもヤマト・ベニシジミにおいてスクアレンの効果がより低い用量で発現するのは、幼虫に対するアリの固執性の違い (ミヤマ>ヤマト>ベニ) が影響していると考えられる。

(3) 幼虫の背部蜜腺分泌物の化学分析およびアリに対する機能評価

化学分析

ミヤマシジミ・ヤマトシジミ 4 齢幼虫から採取した蜜腺分泌物 4 サンプル (秤量値 0.06~0.15mg) に含まれる総糖濃度および糖組成の平均値を図 3 に表す。ミヤマシジミが分泌する蜜は、ヤマトシジミに比べて総糖濃度が 30 倍も高かった。また、ヤマトシジミが分泌

しない三糖類を高濃度 (maltotriose 27%, melezitose 7%) 含んでいた。

幼虫から採取した蜜腺分泌物について、HPLC 分析および自動アミノ酸分析を実施したが、アミノ酸は全く検出できなかった。分析条件および装置の検出限界から、分泌物中の個々のアミノ酸は含有量 1 nmol 以下と見積もられた。

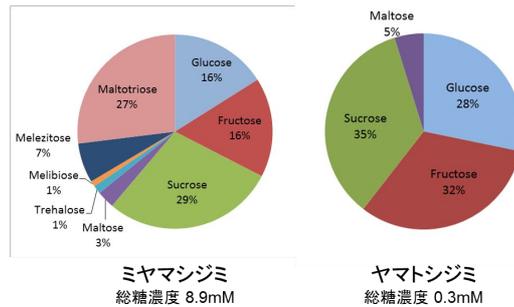


図3 シジミチョウ4齢幼虫の蜜腺分泌物中の糖組成

生物試験

クロヤマアリ広島個体群ワーカーの糖に対する濃度-摂食反応曲線を図 4 に表す。アリは水に対して平均 FA=0.07 の摂食反応を示した。この反応をアリの飲水行動とみなし、FA>0.07 の時に糖応答 (摂食) したと判断した。供試した 5 種類の糖は、濃度 1mM において顕著な摂食反応を誘起しなかったが、果糖 (EC50=44mM) とマルトトリオース (40mM) は 5mM 以上、ショ糖 (107mM) とメレイトース (94mM) は 50mM 以上、ブドウ糖 (691mM) は 500mM 以上でそれぞれアリの摂食を引き起こした。ミヤマシジミの蜜中の果糖濃度は 1.4mM、マルトトリオース濃度は 2.4mM と見積もられており、この 2 糖の高い摂食刺激活性がクロヤマアリの頻繁な随伴行動を誘起していると考えられた。

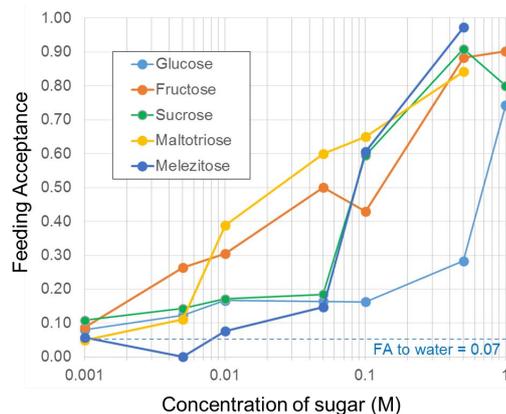


図4 クロヤマアリ広島個体群の糖に対する摂食反応

総合考察

数種のアリと強い任意共生関係を築くシジミチョウ幼虫 - 例えばミヤマシジミは、アリに対する化学的適応形質として次の 3 つを備えていることがわかった。

- (1) アリから発見されにくい体表脂質成分
- (2) TOs に含まれるアリに対する忌避成分

(3) アリの誘引に効果的な DNO 糖成分

幼虫はこれらの形質を利用して、アリの行動をある程度自由に制御することで好蟻性を実現していると考えられる。これらのメカニズムは、我々人間が不快害虫となるアリの行動を制御するのにも応用できる可能性がある。すなわち、体表脂質に含まれるアルケンや TOs に含まれるスクアレンは、アリの忌避行動および攻撃行動を誘導することから、アリの活動経路に処理することで彼らの採餌行動を攪乱できる可能性がある。また、DNO 分泌物の糖組成および三糖類は、アリを強力に誘引するベイト剤として利用できる可能性がある。今後は、各成分のアリに対する生理活性をより詳細に調べていくとともに、本研究では達成できなかったアリの受容機構の解明、DNO 分泌物に含まれるアミノ酸の機能も検証していく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

1. Hisashi Omura, Takao Itoh, David M. Wright, Harry Pavulaan, Stefan Schroder, Morphological study of alar androconia in *Celastrina* butterflies, *Entomological Science*, 18, 査読有り, 2015, pp353-359, DOI:10.1111/ens.12126
2. 大村 尚, 情報化学物質を利用したチョウの配偶行動, *昆虫と自然*, 50 巻 9 号, 査読無し, 2015, pp4-8

[学会発表](計 4 件)

1. 両角勇太郎・大村 尚・渡邊通人, シジミチョウ幼虫のアリの捕食に対する防衛戦略: 化学的な見つけにくさと攻撃に対する無動反応, 日本昆虫学会第 76 回大会・第 60 回日本応用動物昆虫学会大会, 2016 年 3 月 28 日, 大阪府立大学(大阪府・堺市)
2. 村上智俊・大村 尚・渡邊通人, アリと任意的共生を行うシジミチョウ幼虫の体表炭化水素の役割, 第 58 回日本応用動物昆虫学会大会, 2014 年 3 月 27 日, 高知大学(高知県・南国市)
3. 大村 尚・村上智俊・渡邊通人, アリと任意的共生・共存するシジミチョウ幼虫の体表脂質組成, 日本応用動物昆虫学会中国支部・日本昆虫学会中国支部平成 25 年度合同例会, 2013 年 10 月 11 日, 山口大学(山口県・山口市)
4. 大村 尚・村上智俊・渡邊通人, シジミチョウ幼虫における体表脂質の化学的特徴, 日本昆虫学会第 73 回大会, 2013 年 9 月 15 日, 北海道大学(北海道・札幌市)

[その他]

ホームページ等

1. 大村 尚, シジミチョウに学ぶアリの行動制御術, 広島大学環境報告書 2013, p.18
https://www.hiroshima-u.ac.jp/upload/0/hp_osirase_toukou/2013nendo/9gatu/kankyohoukokusyo2013.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大村 尚 (OMURA HISASHI)
広島大学・大学院生物圏科学研究科・准教授
研究者番号: 60335635

(2) 研究分担者

渡邊 通人 (WATANABE MICHIHITO)
都留文科大学・文学部・非常勤講師
研究者番号: 20405088
(平成 25 年度のみ)