



生物的防除部会ニュースNo. 20

平成14年8月10日発行

講演会のお知らせ

下記の日程にて生物的防除部会の講演会を開催いたします。会員の皆様のご参加をお待ち致します。

日時 平成14年10月18日(金) 午後3時から

場所 東京農業大学・学術フロンティア(15号館4階)会議室

講演 1. トマトツメナシコハリダニによるトマトサビダニの生物防除の可能性
野菜茶業研究所 河合 章氏

2. IOBC 温帯地域における施設栽培での総合的戦争
(Lutte Integree en culture protegees, Climat tempere)

アリスタ・ライフサイエンス株式会社 和田哲夫氏

なお、講演会終了後には、講演者を囲んでの懇親会を予定しています。是非ご参加ください。

寄生性昆虫の行動制御とその応用

筑波大学 農林学系

戒能 洋一

1. はじめに

捕食寄生性昆虫の寄主発見行動は、遺伝的、生理的、環境、経験などの要因の相互関係によって決定されると言われている (Vet et al., 1995)。

その中でも、寄主発見行動における経験の役割は最近の研究でクローズアップされるようになってきた。寄生蜂の中でも幼虫寄生蜂は、寄主昆虫が植物を摂食しているため、卵寄生蜂や蛹寄生蜂と比べて、植物由来の成分をより学習しやすいと思われる。

実際、植物成分の連合学習に関するほとんどのものは、幼虫寄生蜂に関するものである (Turlings et al., 1993)。しかし、たとえ卵寄生蜂や蛹寄生蜂が受け取る植物由来の成分量が少ないにせよ、寄主とその寄主植物は特異的な関係があり、その成分を利用 (学習) することで、よりのめをしばった寄主探索ができるはずである。

ここでは、卵-幼虫寄生蜂であるハマキコウラコマユバチと幼虫寄生蜂であるカリヤコマユバチを取り上げ、これらの植物成分に対する連合学習について調べた結果を述べる。そして、その結果を踏まえて生物防除への利用の可能性を考えてみたい。

2. ハマキコウラコマユバチ

ハマキコウラコマユバチ (*Ascogaster reticulatus* Watanabe) は、コマユバチ科の卵-幼虫寄生蜂でチャノコカクモンハマキ (*Adoxophyes honmai* Yasuda) を主な寄主とし

ている。

雌蜂は、寄主卵塊の周辺に存在する鱗粉を手がかりとして接近し (Kainoh et al., 1990)、寄主卵塊上のカイロモンの刺激で産卵行動に至る (Kainoh & Tamaki, 1982)。チャノコカクモンハマキが茶樹の害虫であることから、茶葉に対する学習行動を調べた。

茶葉の連合学習

ハマキコウラコマユバチの雌成虫 (以下ハマキコウラ) を条件付けするために、9 cm シャーレに茶葉を入れ、葉の中央にチャノコカクモンハマキ (以下ハマキ) の1卵塊を置き、ハマキコウラを放して卵塊に産卵するまでの行動を観察した。産卵を始めて2分経過したところでハマキコウラを飼育容器に移し、30分間休ませた。この操作を3回繰り返し、これを条件付けとした。

次に、新たに準備した茶葉のみをシャーレに置き、条件付けしたハマキコウラを入れ行動を観察した。その結果、条件付けをしていないハマキコウラは直線的な歩行が中心で、葉上を探索する時間が短かったのに対して、条件付けをしたハマキコウラは、触角を付けながら、より長い時間茶葉上を探索した。

ハマキコウラによる植物成分の学習

茶葉をエタノールに24時間浸漬して抽出した抽出物 (5μl) を9 cm シャーレの底に直線状に処理した後、1日齢の寄主卵塊を中央に置いて雌蜂を放した。

雌蜂は、シャーレ内を動き回った後、卵塊

を発見し産卵を開始した。2分間経過後、雌蜂を飼育容器に戻し30分間休ませた。この操作を3回繰り返し、これを条件付けとした。以下、とくに述べない限りは、30分の間隔で3回繰り返した。

条件付けをしたハマキコウラは、産卵経験のみの蜂に比べ、抽出物に反応してより長い距離を歩いた。未経験の蜂は、全く反応しなかった(Kainoh, 1997)。

ハマキコウラでの学習の強化

雌蜂は、寄主卵塊に接触すると卵塊の存在と茶葉抽出物とを連合させて学習し、抽出物処理した線に反応することがわかったので、学習をより効率良くおこなわせるための条件について検討した。

条件付けの回数について検討したところ、1から3回に増えるにしたがって反応は高まるが、それ以上回数を増やしても反応は高まらなかった。また、寄主卵塊への産卵時間(3回の合計)を接触のみから、15秒、30秒、2分と長くすると反応は高まるが、それ以上長くするとかえって反応は低下した。

これらの結果から、条件付けの回数は3回、産卵時間は2分、間隔は5分以上が必要であることがわかった(Honda et al., 1998)。

ハマキコウラでの学習効果の持続

条件付けしてからの経過時間について調べた(Honda et al., 1999)。一度条件付けが成立すれば、学習効果は時間の経過とともに徐々に低下していった。そして、5日後には反応は、50%近くまで低下した。

このことから、一度成立した学習効果は、1週間以内で消失するということと言える。

3. カリヤコマユバチ

カリヤコマユバチ(以下カリヤ)は、コマユバチ科の幼虫寄生蜂であり、2齢から6齢初期までのアワヨトウ幼虫に産卵・寄生する。

本主の寄主発見機構については、青葉アルコール(Z)-3-hexenol)に誘引されることにより、大まかな寄主生息場所を発見すること(Takabayashi et al., 1991)、寄主に接近した段階で食草の噛み跡、寄生糞や脱皮殻に含まれるカイロモン(2,5-dialkyltetrahydrofrans)に探索行動を刺激され(Takabayashi & Takahashi, 1985)、やがて寄主の体表由来の同様のカイロモンにより産卵行動が引き起こされること(Ohara et al., 1996)がわかっている。

また、最近の研究では、寄主アワヨトウに食害されたトウモロコシが出すにおいカリヤが誘引されることが明らかになった(Takabayashi et al., 1995)。

そこで、我々のグループはカリヤの寄主発見行動における学習の関与について実験をおこなうことにした。

風洞実験

カリヤの生物検定には、恒温室(25℃)に置いた風洞(50×50×150cm)を用いることにした。ハマキコウラが歩き回るタイプの寄生蜂であるのに比べ、カリヤはよく飛ぶタイプの蜂であることは、飼育中の観察からもわかる。それに、飛翔は昆虫にとってはエネルギーを使う行動であり、生物検定としてはより厳しい判定になる行動指標でもある。

つまり、学習の効果があるなら反応率は低くとも差が出やすいと考えたわけである。風速は、20~30cm/秒に調整し、放飼点から誘引源までの距離は15、50、100cmと必要に応じて変えていった。

予備試験結果

まず、生得的な行動を調べるために、アワヨトウの加害を受けたトウモロコシと健全なものを準備し、カリヤの飛翔反応を調べた。

加害トウモロコシに対しては1 mの距離でも45%、15 cmでは60%の蜂が植物体まで到達した。それに比べ、未加害のトウモロコシは15 cmの距離でも15%しか到達しなかった。

この結果は、Y字管を用いた Takabayashi et. al. (1995)の結果を風洞でも確認できたことになる。

次に、条件付けとして、加害トウモロコシからアワヨトウ幼虫を取り除いたものをケージ内に入れ、30分間カリヤを放して自由に探索させた。その直後の生物検定では、未経験のカリヤの反応が30%であるのに対して、探索経験をしたカリヤは73%であった。

この結果から、30分間の探索経験の過程で、加害植物のにおいと何かを関連づけて学習したことが想像される。アワヨトウ幼虫の残したものは、噛み跡と糞であるが、扱い易さから糞を用いて条件付けをおこなった。

抽出物での条件付けと生物検定

加害トウモロコシ葉抽出物（以下抽出物）をろ紙片（1×1 cm）に処理し、9 cmシャーレの底に置いた。さらに、ろ紙よりやや大きめのナイロンメッシュを2枚重ね、カリヤが直接ろ紙に接触しないようにした。

メッシュの上に、排泄してから24時間以内のアワヨトウの糞を置き、シャーレ内にカリヤを放した。糞に接触し、ドラミング行動を開始して1分後に回収した。この操作を3回繰り返した。トウモロコシ葉抽出物を処理したろ紙片を風洞内に置き、風下15 cmの地点から条件付けをおこなったカリヤを放した。

カリヤの条件付けの種類と学習反応

条件付けで、抽出物のみを与えたもの、寄生糞のみを与えたもの、両者を同時に与えたものの3通りの条件付けをおこなった個体を風洞実験に供した。

風上のろ紙片に到達した個体は、未経験の個体では12%、抽出物5%、糞23%、両者同時処理では60%の反応であった。

この結果は、カイロモンを含んだ糞の存在と抽出物のにおいを関連づけて学習し、風洞では、においのみで反応したことを示している。

条件付けの回数と反応

条件付けの回数を1、2、3、5回と変えていくと、未経験のカリヤの反応は23%であるのに対して、1から5回の条件付けでは57~67%の反応率であった。

この結果はハマキコウラの場合と異なり、条件付けの回数を増やしても反応は高まらないことを示している。言い換えれば、1回の条件付けで十分な反応が引き出せるとも言えよう。

学習の持続性

一度条件付けした個体を、時間が経過した後に風洞実験をおこない、学習効果の持続性を調べた。

その結果、未経験蜂が10%であったのに対して、条件付け直後では57%、24時間後には33%、48時間後には13%と急激に減少した。このことは、ハマキコウラと比べて記憶が長く持続しないことを示している。

4. ハマキコウラとカリヤの学習の違い

2種の寄生蜂の学習行動を比較すると、大きな違いがあることがわかった。ハマキコウ

うが、学習成立までには繰り返しが必要だが、一度学習すると比較的長く持続する。

それに対し、カリヤの場合は、寄主糞への接触で容易に学習は成立するが、その記憶はすぐになくなる。カリヤの条件付け時に、にの処理と同時に産卵させても反応は高まるわけではない。

これは、カリヤが一度の産卵で、40~100卵の産卵が可能であり、連続で多くの寄主に産卵できないことを考えると、むしろ寄主糞への接触で学習が成立することが重要であろう。

さらに、カリヤの産卵に対して齢の進んだ寄主からの反撃があることを考えると、産卵により学習が成立することはリスクをとまなう。

それに対し、ハマキコウラの場合は、連続の産卵が可能であり、寄主卵からの反撃はないので、複数回の寄主への産卵で学習が成立し、その後の探索行動で学習効果が発揮されるわけである。

5. 植物成分の学習と生物的防除

寄生蜂の学習能力を生物的防除において利用する手段の一つとして、放飼した寄生蜂を目的圃場に定着させ、分散を防ぐことが考えられる。条件付けを簡略化できれば、少ない労力で初期の定着率を高めることができるかもしれない。

カリヤのように食害を受けた植物に誘引される場合には、その誘引成分を寄生蜂の行動制御に用いることが考えられる。

高林(1997)は天敵誘引シグナルの利用の可能性として、①植物自身もつ天敵誘引シグナル発信能力の強化、②天敵誘引シグナルにより敏感に反応する天敵の選抜、③周辺の日敵を呼び込む、ことをあげている。さらに加

えるとすれば、④学習を利用した天敵誘引シグナルの効率的利用、が考えられよう。

生物的防除資材として天敵の利用が広がる中で、今まで述べたような行動制御物質の利用が導入されれば、天敵の学習能力を生かす場面も出てくるであろう。

引用文献

- Honda, T., Kainoh, Y. and Honda, H.(1998) *Appl. Entomol. Zool.* 33:271-276
- Honda, T., Kainoh, Y. and Honda, H.(1999) *Entomol. Sci.* 2:335-340
- Kainoh, Y. (1997) *Appl. Entomol. Zool.* 32:415-417
- Kainoh, Y., Tamaki, Y. (1982) *Appl. Entomol. Zool.* 17:194-206
- Kainoh, Y., Tatsuki, S. and Kusano, T. (1990) *Appl. Entomol. Zool.* 25:17-25
- Kainoh, Y., Hiyori, T. and Tamaki, Y. (1982) *Appl. Entomol. Zool.* 17:102-110
- Takabayashi, J., Noda, T. and Takahashi, S. (1991) *Appl. Entomol. Zool.* 26:237-243
- Chara, Y., Takabayashi, J. and Takahashi, S. (1996) *Appl. Entomol. Zool.* 31:271-277
- Takabayashi, J., Takahashi, S., Dicke, M. and Posthumus, M. A. (1995) *J. Chem. Ecol.* 21:273-287
- Takabayashi, J. and Takahashi, S. (1985) *Appl. Entomol. Zool.* 20:173-178
- 高林純示 (1997) 遠伝 51:38-43
- Turlings, T. C. J., Wackers, F. L., Vet, L. E., Lewis, W. J. and Tumlinson, J. H. (1993) Learning of hostfinding cues by hymenopterous parasitoids. In: *Insect Learning: Ecological and Evolutionary perspective*, (Papa, J. D. R. and Lewis, A. C. eds.), Chapman & Hall, New York, pp.51-78
- Vet, L. E. M., Lewis, W. J. and Carde, R. T. (1995) Parasitoid foraging and learning. In *Chemical Ecology of Insect 2* (Carde, R. T. and Bell, W. J., eds.), Chapman & Hall, New York, pp. 65-101

生物的防除部会第8回総会報告

東京農業大学・総合研究所研究会に生物的防除部会が設立されて以来、今年は第8回の総会を開催いたしました。平岡副会長の開会挨拶に続き、平成13年度事業報告、同会計報告および平成14年度事業計画、同予算案を報告いたしました。以下、その概要を報告いたします。

日時 平成14年5月31日（午後15時～15時30分）

場所 東京農業大学15号館4階学術フロンティア会議室

出席者 約30名

報告内容 I. 平成13年度事業報告および会計報告

平成13年度は講演会を3回開催、部会ニュースNo. 17・18合併号を発行、日本－イスラエル植物保護会議実行委員会への協賛を実施した。

収入

項目	予算	決算	差額	備考
前年度繰越	141,516	141,516	0	
会費	415,000	375,000	Δ40,000	払18世、取3%
雑収入	20,000	30,048	10,048	賛助、寄付
計	576,516	546,564	Δ29,952	

支出

項目	予算	決算	差額	備考
ニュース発行	125,000	26,050	Δ 98,950	原稿料、編集費
会議費	5,000	0	Δ 5,000	幹事会
通信費	30,000	18,708	Δ 11,292	雑誌料、ニュース誌料
講演会費	90,000	87,374	Δ 2,626	
謝金	150,000	150,000	0	講師謝礼等
旅費	50,000	55,500	5,500	講演者、幹事車代
雑費	10,000	294	Δ 9,706	
協賛金	10,000	10,000	0	日本－イスラエル植物保護会議協賛
予備費	106,516	0	Δ106,516	
計	576,516	347,926	Δ228,590	

次年度繰越金：546,564 - 347,926 = 198,638

II. 平成14年度事業計画および予算案

平成14年度は講演会（3回）、部会ニュース発行（3回）、必要に応じ研究会の開催を計画する。

収入

項目	本年度予算	前年度予算	備考
前年度繰越	198,638	141,516	
会費	395,000	415,000	払18世、取7%
雑収入	20,000	20,000	賛助、寄付
計	613,638	576,516	

支出

項目	本年度予算	前年度予算	備考
ニュース発行	125,000	125,000	原稿料、編集費
会議費	5,000	5,000	幹事会
通信費	30,000	30,000	雑誌料、ニュース誌料
講演会費	90,000	90,000	懇親会費
謝金	150,000	150,000	講師謝礼等
旅費	130,000	50,000	講演者、幹事車代
雑費	10,000	10,000	
協賛金	0	10,000	
予備費	73,638	106,516	
計	613,638	576,516	

発行 東京農業大学総合研究所
 生物的防除部会（代表 河合省三）
 〒156-8502 東京都世田谷区砦1-1-1
 TEL 03-5477-2742 FAX 03-5477-2646
 E-MAIL hiroyosi@nodai.ac.jp