

案した、この方法を用いれば、昆虫の個体数の決定に対して「どの要因」が「どの時期」に「どれだけ」影響しているのかを同時に把握できることが示された。昆虫の拡散距離の予測に関しては、労力的に短距離の拡散データしか収集できないことが多く、この短距離データから長距離の拡散を予測する必要がある。この目的のためにブラウン運動モデル（拡散方程式）が従来は用いられてきたが、このモデルは実際の昆虫の拡散にはうまく当てはまらないため、近年になって大きな問題となっていた。Yamamura (2004; Popul. Ecol. 46: 87-101) および Yamamura et al. (2006; Popul. Ecol. 48, 印刷中) は、ブラウン運動モデルを拡張し、「拡散の際のランダムウォークの一步の長さが確率的に変動する」と仮定するモデル（ガンマモデル）を提案した。このモデルを用いれば、短距離データから省力的に拡散距離を推定できることが示された。

#### 発育阻害ペプチド（昆虫サイトカイン）の発見とその作用機構に関する研究

早川洋一（佐賀大学農学部）

発育阻害ペプチド（Growth-blocking peptide, GBP）は、寄生バチによる寄生によって発育が著しく遅れた宿主アワヨトウ幼虫血清中に発見された生理活性ペプチドである。当初、GBP は寄生バチが寄生の際にその宿主体内へ注入する成分と考えられていたが、その後の解析によって宿主アワヨトウの遺伝子産物であることが分かった。GBP は若齢幼虫期には比較的高濃度血清中に存在しているものの、終齢期には急激に低下することが確認されている。したがって、幼若ホルモンにも似た特性を持つ GBP をペプチドホルモン様の分子と考えていた。しかし、その後の解析結果は必ずしもこの予想を裏付けるものではなかった。例えば、GBP 合成組織については、主に脂肪体と中枢神経系であり、他に、血球細胞で低レベルながら発現していることが確認された。さらに、私達が GBP に関する最初の論文を発表した翌年の 1991 年、カリフォルニアの研究グループは GBP と酷似したペプチドを 3 種の鱗翅目昆虫幼虫血液から幼虫に麻痺を起こすペプチドとして報告した。また、1997 年、ウィスコンシンの研究グループも類似のペプチドをやはり鱗翅目昆虫幼虫から血球細胞活性化（血球細胞の一種プラズマ細胞の突起伸展を誘起する活性）因子として単離した。1998 年、私達も GBP に新たな生理活性を発見した。それは種々の培養細胞に対する細胞増殖活性であった。幼虫の発育阻害活性と一見矛盾するこの活性は、その最適濃度の差によって説明可能である。すなわち、GBP の最適細胞増殖活性は通常数 nM から数百 nM の範囲でそれ以上では活性は著しく低下する。一方、幼虫発育阻害に要する GBP の濃度は数百 nM 以上であり、細胞増殖活性はほとんど見られない高濃度域ということになる。事実、アワヨトウ幼虫血清中での GBP 濃度変動はこの比較的高濃度の領域での出来事である。最近、私達はこの細胞増殖作用と関連する GBP の生体内での新しい生理機能を証明した。それは、鱗翅目昆虫の初期発生の過程で GBP が食道下体（腺）という組織から分泌され、左右に一对形成される頭原基を中央に手繰り寄せて融合させる機能である。こうした一連の研究結果から、GBP は昆虫免疫から形態形成までも調節する多機能性因子であり、哺乳類のサイト

カインに近い分子と考えるのが妥当という結論に至った。したがって、ペプチドレベルでその機能が証明された昆虫サイトカイン第 1 号と言って差し支えない。

昆虫生体内で幾つもの重要な生理機能を担う GBP であるが、ごく最近まで、その同族体は鱗翅目昆虫からのみしか見つかっていなかった。数年前から、私達は異目種での GBP の同定を目指し、最近、甲虫目のゴミムシダマシ、双翅目のヒツジギンバエ、ショウジョウバエ、蚊から機能的相同ペプチドの同定に成功した。明らかになった新規 GBP 様ペプチドと鱗翅目昆虫 GBP との構造上での相同性は必ずしも高いものではなく、せいぜい 20% 程度である。しかしながら、これらのペプチド配列、さらに、cDNA 構造には次のような類似点が存在することに気付いた。

- 1) ペプチドは 19-25 残基のアミノ酸からなる。
- 2) cDNA の ORF はアミノ酸 110-220 残基からなる GBP 前駆体をコードする。
- 3) 活性ペプチド領域は前駆体のカルボキシル末端に位置する。
- 4) ペプチドには以下のコンセンサス配列が存在する。

“ $x_{6-8}Cx_2Gx_2G(K/R)C(K/R)x_{0-4}$ ”

これらのペプチドの分子系統関係は、鱗翅目 GBP が双翅目や甲虫目の GBP 様ペプチドとは構造的にかなり異なるグループに属していることを示している。一方で、上記の共通性質は、これらのペプチドがオースロガス遺伝子産物である可能性を強く示唆している。したがって、その多様にして重要な生理機能、さらに、上記のような共通性質を考慮すると、この GBP 様低分子サイトカインは昆虫に広く存在し、胚発生の過程から成虫期に至るまで様々な生理機能を担っているものと結論付けて良いように思う。

#### 2006 年度日本応用動物昆虫学会奨励賞 受賞記念講演要旨

##### 天敵昆虫の行動制御に関する化学生態学・行動生態学的研究

仲島義貴（帯広畜産大学畜産科学科）

天敵昆虫の行動は、その生理状態や経験といった個体自身の状態と資源や競争者の存在といった環境要因に大きく左右される。個体の行動が何により制御されるかを調べることは、生物間の相互作用の強さや可塑性の理解につながり、個体群や群集の動態の鍵となる相互作用を解明するための重要なアプローチである。受賞講演では、天敵昆虫の行動制御について、その要因、野外群集に及ぼす影響、そして生物的防除の効果増強技術への応用について概説した。

天敵昆虫の行動を制御する要因やその過程について、これまで寄生蜂では広範な研究があるものの、捕食性昆虫では比較的少ない。捕食性昆虫ナミヒメハナカメムシの採餌・繁殖行動を制御する要因として、採餌行動の性差、産卵意志決定に及ぼす空腹度、保有卵数、餌量の影響、および捕食性昆虫で初めて発見された足跡中に含まれる物質のパッチマークや性フェロモンとしての役割に関し簡単に述べた。

次に、エンドウヒゲナガアブラムシ（以下、アブラムシ）、エルビアブラバチ（以下、寄生蜂）、およびナナホシテントウ（以下、

捕食者)を材料に、捕食者の存在が寄生蜂の分布に及ぼす影響、ギルド内捕食とその回避行動、および回避行動の化学的機構について紹介した。アルファルファ草地において寄生率と捕食者個体数の関係を調査した結果、捕食者の平均個体数と調査期間中の最大寄生率の間に負の相関が認められた。室内実験により、捕食者は寄生蜂に寄生されたアブラムシを捕食しない傾向が認められ、一方でナナホシの足跡中に含まれる炭化水素が、アブラバチの産卵回避行動を引き起こすことがわかった。これらの結果から、野外における捕食者数と寄生率間の負の相関は、寄生蜂が捕食者の存在する場所で産卵を回避するためと考えられた。天敵種間相互作用は、害虫個体数の抑制効果を必ずしも阻害するものではなく、捕食者不在の場所での寄生率の上昇により、空間的な害虫個体数のばらつきを減少させる働きを持つことが示唆された。

最後に、野外で、寄生蜂の行動を人為的に操作し生物的防除の効果を増強する試みとして、誘引剤を用いたアブラバチの行動制御に関して紹介した。アブラムシの性フェロモンを構成する2つの揮発性物質をアルファルファ草地に設置し、寄生蜂に対する誘引効果を明らかにした。誘引剤設置区と対照区を設け、アブラムシ数、寄生率、および捕食者数を調査した。この結果、誘引剤設置区で、アブラムシ個体数は対照区の約半数になり、これは2種のアブラバチの誘引による寄生率の上昇によるものとわかった。天敵昆虫の行動制御による生物的防除の効果増強法は今後大きく発展が期待される分野であるが、上述のように、行動を制御する多くの要因が存在し、その要因は時間や場所により変動するものと考えられる。このため、何が天敵の働きや増強効果を不安定にするかを明らかにする研究が今後必要となる。天敵昆虫を含む生物間の鍵となる相互作用をシステムとして抽出し、システムを動かす行動、その可塑性や化学的機構を特定する総合的なアプローチにより、技術開発やその一般化に役立つ研究を継続していきたい。

#### 土着寄生蜂を活用した施設野菜害虫アブラムシ類の生物的防除技術の開発に関する研究

太田 泉(野菜茶業研究所)

現在、わが国の施設園芸農業では、害虫防除や受粉作業等の省力化のため、様々な昆虫が利用されている。当初は、海外から輸入された導入種が多く用いられていたが、地域生物資源の有効利用やコスト削減などの観点から、土着種の積極的活用が進められている。

ギファアブラバチ *Aphidius gifuensis* は、日本を含めた東アジア地域に生息する土着のアブラムシ一次寄生蜂である。一般に国内の露地野菜畑では、本種はモモアカアブラムシの捕食寄生性天敵の優勢種として記録されることが多く、また、最近では、ピーマンやダイズに発生したジャガイモヒゲナガアブラムシへの寄生も観察されている。筆者らは、2種アブラムシの生物的防除資材として、ギファアブラバチの有効性評価ならびに利用技術の開発に取り組んできた。

まず初めに、ギファアブラバチの生活史パラメータを明らかにした。15~25°Cでの発育期間は温度が高くなるほど短くなり、雄よ

りも雌の方が幾分長かった。発育零点は雌で5.5°C、有効積算温度は188.6日度となった。生存率も80%以上と高かった。雌成虫は羽化直後に最も多く産卵し、1雌あたりの生涯総産卵数は20°Cで529.0個、25°Cでは536.7個、また、生存期間は12日余りであった。以上の結果を総合して、ギファアブラバチ個体群の内的自然増加率は20°Cで0.351、25°Cでは0.463となり、寄主のモモアカアブラムシの0.333、0.420よりも高く、ギファアブラバチが生物的防除に用いる捕食寄生性天敵として有用な形質を保持していることが示された。次に、冬期施設内でのギファアブラバチの利用の可能性を明らかにするため、ギファアブラバチの休眠誘導を調べた。ギファアブラバチは15°C・10L-14Dの低温短日条件下でも正常に発育し、マミーからの新成虫の羽化率も90%を超えて、休眠誘導は認められなかった。ビニールハウスやガラス温室を用いてギファアブラバチの放飼試験も行った。ギファアブラバチを放飼した施設内では、モモアカアブラムシ個体群の増加が抑制されたが、その効果は放飼時のアブラムシ密度や放飼間隔に影響されることも明らかになった。

アブラムシは増殖率のきわめて高い害虫であるため、アブラムシが侵入・増殖する前に十分量の天敵を圃場内に維持しておくバンカー法は、極めて有効な防除手法の一つと言える。最近の研究では、ギファアブラバチのバンカー法に利用可能な代替寄主アブラムシも見出すことが出来た。今後は、圃場周辺に生息するギファアブラバチを含めた土着天敵寄生蜂群を施設圃場内に効率的に誘引定着させる手法を開発し、バンカー法と併せて、より省力的な土着天敵群の有効利用技術の確立に向けた研究を進めていきたい。なお、私が現在に至るまでアブラムシ寄生蜂の研究に集中して来られたのは、研究室等の周りの方々のサポートや理解があったからに他ならない。この場を借りて深く感謝申し上げたい。