

大学研究室紹介

リレ一随筆

キャンパスだより(47)

名古屋大学農学部 害虫制御学研究分野

みなくちもえか
水口智江可

所在地：愛知県名古屋市千種区不老町1

Laboratory of Applied Entomology, Graduate School of
Bioagricultural Sciences, Nagoya University. By Chieka
MINAKUCHI(キーワード：害虫制御，寄生蜂，生体防御，殺虫剤抵抗性，
昆虫ホルモン)農学部・大学院生命農学研究科。写真手前が講義棟，奥が
研究棟

はじめに

名古屋大学の所在地は愛知県名古屋市であり，東山・鶴舞・大幸の3つのキャンパスからなります。農学部・大学院生命農学研究科は，メインキャンパスである東山キャンパスの北東部分に位置しており，名古屋駅から地下鉄を利用しておよそ30分で到着します。大学の近くには，コアラやキリンなど約550種類の動物と約7,000種類の植物が展示されている東山動植物園があり，休日は多くの家族連れでにぎわいます。その周りには複数の大学や住宅地が広がり，名古屋市中心部とは異なり緑が豊かで閑静な地域です。

害虫制御学研究分野は2010年4月現在，教員3名(田中利治教授，三浦健准教授，水口智江可助教)，大学院博士後期課程学生1名，博士前期課程学生6名(うちフィリピンからの留学生1名)，および学部4年生3名から構成されています。



図-1 研究室のメンバー

本研究分野は，1951年に名古屋大学に農学部が設置されたのに伴って設立されました。その時から現在に至るまで，害虫学教室→環境昆虫学教室→害虫制御学研究分野と名称が変更されてきました。本研究分野の教授としてはこれまでに，弥富喜三先生，齋藤哲夫先生，伊藤嘉昭先生，宮田正先生が歴任され，現在の田中教授は5代目となります。これまで，生態学・農業科学・昆虫生理学など多様な分野をバックグラウンドとして，害虫防除への貢献を最終目標とした幅広い研究が行われてきました。

I 研究生活

私たちの所属する名古屋大学農学部資源生物科学科では，学部3年生の終わりに学生の研究分野配属が決定し，4月から各研究分野にて卒業論文の研究を開始します。私たちの研究分野に配属された4年生は例年，およそ半数以上が大学院博士前期課程(修士課程)へ進学します。また，本研究分野を希望して他大学から大学院入学試験を受験する者もいます。

私たちの研究分野では毎週1回，研究の進捗状況報告や論文紹介のセミナーを行い，様々な問題を研究分野全体が協力し合って解決するように，そして各学生がさらなる知識の向上を図ることができるように努めています。セミナーでは，学年の上下に関わらず自由に意見を発言できる雰囲気になっており，活発に質疑応答がなされています。どの学生も研究室に入ってから短期間のうちに，研究の進め方や実験結果の解釈方法などを身につけ，ぐんぐんと成長してゆくのわかります。

学生たちは仲が良く，毎年秋に行われる農学部ソフ

トボール大会で優勝することを目指して、日頃から皆で体力作りに励んでいるようです。そのおかげで私たちの研究分野は毎年好成績を取っており、昨年度の大会で見事に優勝、一昨年も準優勝を果たしました。スポーツを通して得られた団結力と体力は、研究生活においても大いに役立っているはずです。実際に現メンバーの学生たちを見てみますと、一人一人に与えられている研究テーマを各個人が別々に進めるのではなく、お互いに協力し合って実験を進めていますし、また新メンバーには積極的に実験手法を教えてあげるなど、協調性と優しさを持つ若者であることが感じられます。

私たちの研究分野では、大学院博士前期課程の修了後に就職する学生が多く、食品や医薬・農薬関連の会社、都道府県の農業試験場などで活躍している卒業生がたくさんいます。また博士後期課程の修了後に海外へ留学したり、あるいは大学教員として全国各地で働いている卒業生もいます。大学や農薬会社、農業試験場などで働いている卒業生とは、日本応用動物昆虫学会、日本農薬学会、および関西病虫害研究会の年次大会で顔を合わせる機会が多く、彼らの活躍ぶりを知ることができて大変嬉しく思います。

ちなみに私たちの研究分野の隣は、植物病理学研究分野（川北一人教授、竹本大吾助教）であります。場所が隣同士であるため日頃から交流が深く、情報交換も盛んに行われています。また毎年、学部3年生対象の学生実習（名古屋大学農学部附属農場での病虫害調査）を2研究分野が共同で実施しております。私たち教員も普段の研究生活では、植物の病害あるいは虫害の片方だけに注目しがちですが、この実習は両方を観察して深く学ぶことのできる絶好の機会となっております。

II 研究紹介

私たちの研究分野では、生理生化学・分子生物学および形態学的な手法を組み合わせ、昆虫が持つ特性を多面的に解析しています。それによって害虫のウィークポイントを見つけ出して、将来的には害虫防除に役立てることを目標としています。最近では特に、昆虫が持つ独特の生体システムや、他の生物種や外来異物に対する防御機構などに着目して研究に取り組んでいます。具体的なテーマをいくつか紹介させていただきます。

1 寄生蜂が寄主の生体システムを巧みに制御するメカニズム

現在私たちは、チョウ目の害虫に寄生する様々な寄生蜂を、研究室内で累代飼育しています。寄生蜂の飼



図-2 昆虫飼育室

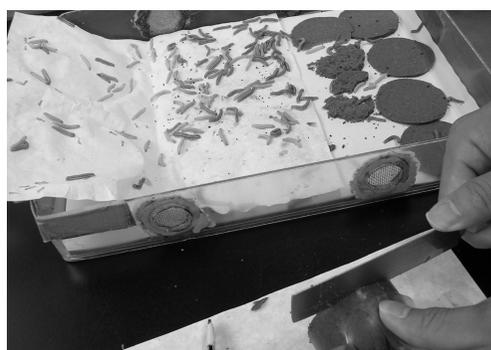


図-3 人工飼料を用いたアワヨトウ飼育の様子

育には、生きた寄主昆虫も常に準備する必要がありますことから手間がかかりますが、学生たちを含めて構成員が交代で昆虫の世話を行っています。

内部寄生蜂では、寄主幼虫の体内に産みつけられた卵からふ化した蜂幼虫が、寄主から栄養分を得て成長します。十分に成長した寄生蜂は寄主の表皮を破って脱出し、蛹になります。とても興味深いことに、寄生された後も寄主はすぐに死んでしまうことなく、寄生蜂幼虫が成長して脱出するまでは生き続けています。これは寄生蜂幼虫が、寄主の成長速度を調節しつつ、寄主の栄養を自分にとって必要なだけ利用するためです。また一般に、寄主の体内に外来の異物が侵入すると、後述のように生体防御反応により異物は排除されてしまうのですが、寄主体内の寄生蜂の卵や幼虫は寄主の生体防御反応を受けません。このように、寄生蜂は寄主の成育を制御したり寄主の生体防御を抑制する巧みな仕組みを持っていますが、それは主に寄生蜂が産卵時に卵と一緒に寄主に注入する物質（ポリドナウイルスや毒液成分）によるものであることがわかってきています。これらの寄主制御メカニズムは、寄

生蜂の種類ごとに異なっているようですが、詳しい仕組みはまだわかっていません。そこで私たちは、寄生蜂が寄主の生体システムを制御する仕組みを、生化学・分子生物学および形態学などの手法を用いて詳しく解析しています。

2 昆虫の生体防御システム

前項で、外来異物に対する寄主昆虫の生体防御について紹介致しました。もう少し詳しく説明しますと、昆虫の生体防御システムには、抗菌ペプチドやレクチンなどの働きを中心とする液性免疫と、血球細胞による細胞性免疫があります。

昆虫の血球細胞は、その形態と機能から、例えばチョウ目昆虫では原白血球・小球細胞・顆粒細胞・プラズマ細胞・エノシトイドの5種類に分類されています。これらの血球細胞は、哺乳動物の白血球に相当する働きをしています。血球の形態や密度は昆虫種によって異なっていますが、私たちが実験昆虫として使用しているアワヨトウ (*Mythimna separata*) の幼虫は、血液中に比較的高密度の血球細胞が存在します。人工の異物をアワヨトウの体内に打ち込んでから虫を解剖してみると、以下のような防御反応を実際に観察することができます。

(1) 包囲作用：寄生蜂の卵のような大型異物が体内に侵入してきた場合に、複数の血球細胞が集まって異物を取り囲み、排除しようとするもの。

(2) 食作用：バクテリアのような小型異物が少数侵入してきた場合に、血球が異物を貪食すること。

(3) ノジュール形成作用：小型異物がたくさん侵入してきた場合に、多数の血球細胞がノジュールという小さい塊（結節）を形成し、異物を取り囲んで固めてしまうこと。

私たちはこのうち、包囲作用や食作用に関与する因子の遺伝子クローニングを行い、防御反応における役割解明を目指しています。また、寄生蜂の毒液成分が寄主の生体防御反応を抑制する仕組みに関して、重要な因子の同定および機能解析を行っています。

3 昆虫におけるアポトーシス経路

寄生蜂は、産卵時に卵と一緒に毒液を寄主に注入します。私たちのこれまでの研究から、ある種の寄生蜂の毒液に含まれる成分が寄主アワヨトウの血球細胞においてアポトーシスを引き起こすことが明らかになり、これが寄主の防御反応を抑制する一因であると考えられています。そこで現在、寄主であるアワヨトウにおいてアポトーシス経路およびそれに関与する因子を解明すると共に、アポトーシスを引き起こすような寄生蜂毒液腺の遺伝子産物の同定を進めています。標的細胞に対して効率的にアポトーシスを引き起こす遺

伝子産物の同定に成功すれば、将来的には害虫防除のために利用できる可能性が高いと期待しております。

4 昆虫の毒物代謝に関わる解毒代謝機構

同種の殺虫剤を繰り返し同じ圃場に散布すると、その殺虫剤が効きにくいタイプの害虫個体群が次第に優勢となるため、従来の殺虫剤ではもはや防除ができなくなってしまう。このような殺虫剤抵抗性の問題は、世界各国で頻発しています。殺虫剤抵抗性の要因として、殺虫剤作用点の構造変化による感受性低下や、解毒代謝の亢進などが挙げられますが、私たちはこのうち解毒代謝の亢進に注目して研究を進めています。具体的には、コナガなどの農業害虫において、殺虫剤の解毒代謝に関わる主要酵素の1つであるチトクローム P450 の分子種同定や機能解析を行っています。

5 昆虫の脱皮・変態とホルモン

昆虫の脱皮・変態は、ホルモンによって厳密な制御を受けています。昆虫の末梢ホルモンとしては脱皮ホルモンと幼若ホルモン (JH) が知られています。脱皮ホルモンが脱皮・変態の現象を引き起こす役割を果たしますが、血液中に JH が十分に存在すると幼虫から幼虫への脱皮が起こり、JH が消失すると蛹や成虫への変態が起こります。

分泌されたホルモンのシグナルが各組織において伝えられる仕組み、すなわちホルモンのシグナル伝達機構は、まだ完全には解明されていません。分子生物学的技術の進歩により、ホルモンの受容体や初期応答遺伝子が最近ようやく同定されてきています。これまでホルモン作用の研究は、ショウジョウバエやカイコなどのモデル昆虫を主に用いて進められてきましたが、私たちはそれ以外の農業害虫におけるホルモン作用を解明し、昆虫種ごとのホルモン作用の違いや多様性を明らかにしたいと考えています。現在、一般的な昆虫とは異なり特殊な脱皮・変態様式を有するアザミウマという昆虫種において、ホルモンによる脱皮・変態の制御メカニズム解明に取り組んでいます。

なお、ホルモン作用のかく乱により昆虫に致死作用を引き起こすような薬剤がすでに殺虫剤として実用化されていますが、これらは昆虫に特有のホルモン作用をターゲットとする殺虫剤であることから、昆虫以外には極めて毒性が低く安全な殺虫剤として期待されています。

おわりに

簡単ではありますが、当研究室での研究内容を紹介させていただきました。研究室のメンバー全員が、「昆虫の生理機能を明らかにし、将来的には害虫防除に何らかの形で貢献したい」という強い思いを抱い

て、それぞれの研究テーマに取り組んでおります。学生たちは各自が実験に使用する昆虫の飼育を行っておりますが、おもしろいことに、虫が少し苦手な学生でも世話をしているとだんだん愛着がわいてくるようで、大切に虫を飼育している姿を見かけます。

大学としては、社会に出てからも活躍できるような、柔軟で幅広い視野を持った学生を育成することが使命であると考えています。これは一朝一夕にできるものではありませんが、学生たちが研究生生活を通してたくさんの人と出会い、様々なことを経験してゆくうちに、自然と視野が広がっていくのではないかと考えています。研究室での生活に関しては、学生の自主性に任せる部分が多く、私たち教員は学生たちの成長を見守るようにしています。そして、学生にも研究のおもしろさと喜びをできるだけ味わってもらいたいと願

いながら指導しております。

私たちは、外部からの大学院の受験を歓迎しております。随時見学を受け付けておりますので、受験希望のかたはお気軽にご連絡下さい。また毎年8月頃に、高校生を対象とした名古屋大学農学部のオープンキャンパス（要予約）が行われていますが、その際に私たちの研究室公開も実施しており、研究室の様子や昆虫を実際に見ていただくことができます。昨年の研究室公開の日には、アワヨトウから寄生蜂の幼虫たちが一斉に脱出する様子をお見せすることができたのですが、これは普段は見ることのできない貴重な体験として強く心に残ったのではないのでしょうか。昆虫に興味のある高校生のかたは、ぜひオープンキャンパスの際に当研究室の見学にお越しください。

団体だより

○第25回報農会シンポジウム

『植物保護ハイビジョン—2010—』

—生物農薬の展開と化学農薬との調和—

趣 旨：環境保全型農業の推進において生物農薬に期待が寄せられている。一方、生物農薬は健康や環境に対する負荷が小さいものの、対象が限定され遅効性で環境要因により効果が変動するなど使用上の工夫が求められている。生物農薬の特性を活かしつつ、化学農薬との調和を図る観点から現状と課題について討議し、今後の防除のあり方を展望する。

主 催：財団法人 報農会

協 賛：日本応用動物昆虫学会，日本植物病理学会，日本農業学会

日 時：平成22年9月17日（金） 10：00～17：00

場 所：「北とぴあ」つつじホール

東京都北区王子1-11-1

(JR京浜東北線・地下鉄南北線：王子駅下車、徒歩2分)

開 会：10：00～10：10 上路雅子理事長挨拶

講 演：10：10～10：50

生物農薬についての最近の開発・利用状況及び今後の展望

静岡大学農学部 西東 力氏

10：50～11：30

生物農薬と化学農薬との調和

①天敵を利用したIPMプログラム

アリスタライフサイエンス(株) 山中 聡氏

11：30～12：10

②水稲、園芸分野での体系使用とハイブリッ

ト農薬の開発

クマイ化学工業(株) 熊倉和夫氏

13：20～14：00

農業生産現場での生物農薬の導入事例

①天敵線虫製剤の枝幹害虫防除場面における使用事例

(株)エス・ディー・エスバイオテック 田辺博司氏

14：00～14：40

②微生物農薬による省力病害防除技術（果菜類/施設栽培における事例）

出光興産(株) 尾川新一郎氏

14：40～15：20

③イチゴ栽培における生物農薬導入事例（天敵利用を中心に）

神奈川県農業技術センター 小林正伸氏

15：40～16：45 総合討論

参加費：一般2,000円 学生1,000円

申込み：参加希望者は下記連絡先までEメールまたはFAXで所属・連絡先と氏名をお知らせ下さい。当日、参加費と引き替えにテキストをお渡し致します。

連絡先：財団法人 報農会 担当：正垣 優，渡辺敦子
〒187-0011 東京都小平市鈴木町2-772

植物防疫資料館内

TEL/FAX：042-381-5455

E-mail：khono511@car.ocn.ne.jp