

インドネシアで大害虫ミバエと戦う

西田 隆義
環境生態学科

研究がはじまったいきさつ

海外調査をうまく行うには、多大な労力と情熱を要する。特に、煩雑な事務手続きや官僚的対応などにうんざりした経験を持つ人は多いことだろう。幸運なことに、調査チームのリーダーである沢田裕一名誉教授は、1980年代後半から90年代前半にかけての8年間、インドネシアでイネの大害虫であるトビイロウンカの防除に携わった経験を持っていた。歴大な面積を占める西ジャワの水田地帯の方々に、多数の研究員を配置し、データをとってもらい、それを集約して解析し、インドネシアの国策である米自給を達成させる仕事は、高度なマネジメント能力と忍耐を要したはずだ。そして当時、沢田さんが鍛えた若き研究者たちは、現在、インドネシア農業省の要職に就き、ミバエ研究をサポートしてくれることとなった。こうした経緯もあり、海外調査を長らくしてこなかった私も、久しぶりに重い腰をあげたというわけだ。

熱帯は、生物の多様性が高く、生態学者にとっては理想的な地のように思える。しかし近代生態学の発展に寄与したのは、第一に北極圏など寒帯での研究であり、次いで温帯での研究だった。あまりにも複雑でとりとめもない（ようにも思える）熱帯の自然は、近代科学の膂力を持ってしても容易には扱えない対象なのだ。私は、複雑な自然を対象とすればするほど、単純で普遍的な原理を活かせるという研究哲学を、徐々に持つようになった。これは、複雑系などちょっとあやしい科学がもてはやされた時代において、一種の反語的で反時代的な哲学であった。

なぜミバエを研究するのか？

ミバエは英語では fruit fly とよばれ、英名では、遺伝学の研究で有名なショウジョウバエと同じである。そのためよく混同されるが、系統的にはかなり異なるグループのハエである。体には黄色と黒の縞模様があり、翅には複雑な模様があり、普通のハエと比べると華やかな感じがする。ミバエは、果実などに産卵し、孵化した幼虫は果実の中で育ち、育った幼虫は果実から脱出して土中で蛹となり、そして成虫が羽化する。ミバエが食害した果実は、ぶよぶよに劣化して食品としての価値は失われる。もっとも大きな問題は、ミバエが大害虫であるがゆえに、輸出入がきびしく制限されることだ。インドネシア

から日本へマンゴーなど熱帯果樹の輸入が厳しく制限されているのは、ミバエが大きな理由である。日本でも、かつて沖縄でミカンコミバエとウリミバエの2種が蔓延し、沖縄から本土への野菜や果実の異動が禁じられていた。沖縄が本土復帰する際に、政府が多額の資金と研究者を投入してミバエの根絶事業が展開され、その成功により、現在では果実や野菜の異動ができるようになった。われわれが沖縄産のゴーヤやマンゴーを本土で食べることができるのは、根絶事業の成功のおかげだ。

このように沖縄でのミバエ根絶事業は、日本の応用昆虫学の金字塔とみなされ、テレビ番組でもしばしば紹介されてきた。しかし、根絶の方法にはいくつかの大きな限界があった。そのことについて簡単に説明したい。根絶を実現させた方法は、不妊虫放飼法という。この方法では、オスに大量の放射線を照射して、配偶行動は正常に行えるが、精子の発育能力はないようなオス（不妊オス）を作成する。そして不妊オスを大量に増殖して、それを大量に野外にばらまくことで野生虫の繁殖をさまざまに根絶に追い込むというものである。現在でも、害虫の根絶が可能で唯一の方法である。問題は、沖縄など比較的小さな島でなければ効力が発揮できないこと、大量増殖には多額の資金と人員が必要なこと、根絶が成功したあとも害虫の再侵入に備えて大量増殖施設を維持管理する必要があることである。つまり、大陸で実施が困難な上に、多額の社会的投資が半永久的に続くという欠点がある。

インドネシアは世界最大の群島国家である。東南アジアといわれる地域のおよそ半分はインドネシアであるし、彦根から首都ジャカルタまでの距離が、インドネシアの東端から西端までの距離にほぼ等しいと知るといかに巨大であるかがわかる。仮にある島でミバエの根絶に成功したとしても、点在する無数の島からすぐに再侵入が起こることは必至だ。そういうわけで、われわれミバエ研究チームでは、発想の転換をした。すなわち、不妊化したオスを利用するのではなく、近縁だが異種のミバエオスを利用することで、不妊虫放飼と同じ効果が実現できないかと考えているのだ。もちろん、だれも考えたことのない方法であり、仮に成功したとしても実現までには多くの困難があるはずだ。しかし、実現すれば、広大な地域でも費用をかけず適用でき、しかも環境

にも優しい害虫防除法となる可能性がある。

調査のいきさつ

調査隊のリーダーである沢田隊長は、数年間かけて調査に必要な体制をインドネシアの西ジャワで構築し、ようやく研究ははじまった。研究対象は、マンゴーやスターフルーツの大害虫であるマンゴーミバエ (*Bactrocera papayae*) とスターフルーツミバエ (*B. carambolae*) の2種である。この2種は別種と考えられるが、実は識別が著しく困難だった。実験室に持ち帰り、実体顕微鏡で形態を観察してようやく識別できるようなのでは、野外調査はできない。というわけで、まず簡易識別法を開発することとなった。この作業は、当時院生だった籠君と大阪市立環境研の高倉さん(現生物資源管理学科)が中心になって行い、高い精度で2種が識別できるようになった。次いで、2種のミバエの寄主果実利用について調査が行われた。これは、院生の籠君、日高君や藤井君、川竹君(三重大大学)などが中心に研究した。研究の結果は、非常に複雑なものであった。4種の果実、マンゴー、スターフルーツ、ゲアバ、ローズアップルのうち、ローズアップルはほとんど利用していなかった。これはローズアップルの餌としての質の悪さで説明できる。しかし、他の3種については栄養的な質はほとんど変わらないのに、地域により利用の仕方は大きく異なっていた。たとえば、4種の果実が安定的に存在する比較的大きな果樹園地域では、マンゴーミバエはマンゴーを独占的に利用し、スターフルーツミバエはスターフルーツを独占的に利用していた。しかし、4種の果樹が散発的に混在する集落では、果実利用は地域により年により大きく変動し、はっきりとした傾向はなかった。こうした寄主果実利用の実態は、2種のミバエ間に非常に強い負の相互作用があり、先着して増殖し個体数が多くなったものが優占すると仮定すれば、うまく説明することができる。というわけで、2014年の冬に、2種間の負の相互作用についてインドネシアで短期の調査を行った。

昨年度の調査

西ジャワ州ジャティサリにある農業省の研究所には、県立大の客員研究員である本間淳さんが滞在中で、ミバエの研究に専念していた。当初の予定では、研究対象である2種の大害虫ミバエを使って2種間に存在する負の性的相互作用を研究するはずであった。しかし、スターフルーツミバエが羽化してくるはずのスターフルーツからは、なぜかマンゴーミバエが大量に羽化してきた。やむをえず、計画を変更

し、累代飼育している系統で配偶行動の観察を行うこととなった。野外網室にマンゴーミバエを導入し、配偶行動がどのように生じるかをまず観察することとした。ミバエは、夕方に配偶することが知られている。しばらく観察していても配偶は全く生じなかったが、ある時刻をきっかけにほんの数分の間にはいっせいに配偶をおこり、すべての個体は配偶した。配偶時間帯は、驚くほど正確に制御されていた。おそらく、性フェロモンの放出が配偶行動のきっかけになっているのだろうが、初めて観察した配偶の実態は驚くべきものであった。残念ながら、私の短期間の調査は、配偶行動を観察しただけで終わってしまった。

研究員の本間さんと、引き続き研究を行った三重大の来田村さん(現県立大客員研究員)の調査により、ミバエの配偶については解明がすすんだ。残念ながら、野生虫を使った配偶実験では、配偶は容易に生じなかったのだが、いずれにせよ、2種のオスメスを比率を変えて導入すると、少数派の種はほとんど繁殖できないことが分かってきた。つまり、この2種の間には配偶をめぐる相互の干渉が存在し、優劣は2種の比率で決まるらしいことが分かってきたのだ。結果が確定するまでにはさらに研究が必要だが、野外での奇妙な果実利用の実態も説明できる可能性が高くなってきた。今後の展開が楽しみだ。

ボゴール農大でのセミナー

最後に、県立大と提携があるボゴール農大でのセミナーについて簡単に報告する。インドネシア滞在中にボゴール農大のサントソ博士から、院生向けにミバエ研究についてのセミナーをしてほしいとの要請があった。セミナー当日は、50名ほどの教員、院生、学生の参加があり、セミナー後に活発な議論もあった。印象的だったのは、女子学生が多いことと、果敢に質問する姿勢だった。日本の学生は、はずかしがってなかなか質問しないことが多いが、インドネシアの学生は平気で質問してくる。この違いがなぜなのかが一番印象に残った。少なくとも英語の上手下手の問題ではなさそうだ。今年の秋に、またインドネシアへ学生とともに行くことになりそうだが、その際にまた考えてみたい問題である。