

# 難防除害虫の分類・同定と生態特性の解明および防除技術の確立

徳田 誠 (佐賀大学農学部)

tokudam@cc.saga-u.ac.jp

施設栽培花卉および熱帯果樹などの有用樹木を加害するタマバエ科の難防除害虫を対象として、分類体系の整備と害虫種の同定、生理生態特性の解明を通して防除技術の確立に貢献した。また、様々なイネ科作物の害虫を対象として、基礎生態の解明や累代飼育法および被害評価法の開発、地域間の系統関係の把握や寄主特異性に関与する要因の解明などにより、防除技術の確立に貢献した。

## はじめに

急激な人口増加や化石燃料の大量消費により、地球温暖化などの様々な環境問題が顕在化しており、現代社会は大きな転換期を迎えている。とくに食料供給の安定化は喫緊の課題となっている。また、食の安全や環境問題に対する国民の意識が高まる中で、化学農薬に依存しない病虫害防除体系の構築がこれまで以上に求められている。本研究では、以下のような難防除害虫を対象として、分類学的地位や生理生態特性の解明を通して防除技術の確立に貢献した。

## 施設栽培花卉を加害するタマバエ類に関する研究

ランツボミタマバエは、1989年に沖縄県名護市のラン栽培施設で始めて発生が確認され、沖縄県におけるラン栽培上もっとも防除が困難な害虫であった。発生確認後10年以上にわたり学名未同定の状態であったが、幼虫および成虫の詳細な形態比較により、本種が *Contarinia maculipennis* であることを明らかにした<sup>1)</sup>。*C. maculipennis* はハワイでハイビスカスの花蕾を加害するタマバエとして1933年に新種記載されたが、本来の分布域は東南アジアである。ハワイにおいて、*C. maculipennis* はハイビスカスやランの他、7科にわたる植物から記録されていた。しかしながら、従来の知見ではタマバエ類のほとんどは単一狭食性で、特定の種あるいは同属近縁種しか利用しないとされていた。そこで分子生物学的手法により寄主範囲を調査した結果、植食性タマバエでは例外的に、本種は広食性であることが確認された<sup>2,3)</sup>。加害植物の中には沖縄県における主要農作物の1つであるニガウリも含まれており、実際に沖縄県のニガウリの花蕾からも本種による加害が確認されたことから、従来、ランのみを対象としていた防除法を検討し直す転機となった<sup>4)</sup>。

バラハオレタマバエ *Contarinia* sp. は、1998年に山口県と福岡県のバラ栽培施設において発生が確認された害虫であり、その後の調査により、東北地方から九州にかけて広く分布していること、本種がランツボミタマバエと同様に *Contarinia* 属のタマバエであること、侵入害虫ではなく土着種の可能性が高く、野外ではバラ属以外の何らかの植物を寄主としている可能性があることなどを明らかにし、本種の栽培施設への侵入経路の推定や生態特性の解明を通して、有効な防除手段の確立に貢献した<sup>5,6,7,8)</sup>。

## 熱帯果樹および有用樹木を加害するタマバエ類に関する研究

マンゴーハフクレタマバエ *Procontarina mangicola* は、2000年に沖縄県玉城村のマンゴー栽培施設で発見され、2001年までに沖縄県内の8島28市町村で被害が確認された侵入害虫である<sup>9)</sup>。本種の分類学的地位や生活史を明らかにするとともに、防除技術の確立に貢献した<sup>4)</sup>。また、東南アジアでリュウガン

を加害する害虫タマバエ類の分類学的地位を明らかにし、被害の実態を調査した<sup>10)</sup>。

長崎県雲仙の国立公園内においては、トドマツノタマバエ *Paradiplosis manii* などの昆虫の複合被害によるモミ立ち枯れ被害の発生機構を解明にするとともに、被害発生から収束までの過程を明らかにした他、様々な害虫を対象とした研究に取り組んだ<sup>11,12)</sup>。さらに、モチノキ科やクスノキ科の有用樹木を加害する *Asteralobia* 属や *Daphnephila* 属タマバエ類に関して、分類学的地位や寄主範囲、生態特性を解明し、防除技術の開発に貢献した<sup>14,15,16,17)</sup>。

### イネ科作物の害虫類に関する研究

フタテンチビヨコバイ *Cicadulina bipunctata* は、旧世界の熱帯から亜熱帯に広く分布し、様々なイネ科作物を加害する。国内では、九州中南部においてトウモロコシに萎縮症を引き起こす害虫として問題となっている。これまでに、本種の国内における詳細な分布や発生生態、被害発生機構などを明らかにした他、累代飼育法や抵抗性品種育成のための簡易検定法を開発し、防除技術の確立に貢献した<sup>18,19,20,21)</sup>。

ケブカアカチャコガネ *Dasylepida ishigakiensis* は、南西諸島におけるサトウキビの最重要害虫の一つであり、とりわけ八重山諸島では、サトウキビ生産に数億円規模の被害をもたらしている難防除害虫であった。これまでの研究により、成虫の発生生態を明らかにするとともに、共同研究者とともに性フェロモンの特定とそれを用いたトラップの開発に貢献し、成虫期の防除技術の確立に尽力してきた<sup>23,24,25)</sup>。とりわけ、防除のカギとなる成虫期の行動に着目し、成虫の出現や配偶行動に環境要因や性フェロモンがどのように影響するかを明らかにした<sup>24)</sup>。

トノサマバッタ *Locusta migratoria* やサバクトビバッタ *Schistocerca gregaria* など、相変異を示すバッタ類は、しばしば大発生して農作物に甚大な被害をもたらす。とりわけトノサマバッタは、アジア地域におけるイネ科作物の潜在的な重要害虫である。本種はこれまで、重複遺伝子の存在などから塩基配列情報に基づく系統解析が困難とされていたが、特異的なプライマーの設計により世界で初めてミトコンドリア DNA の配列情報に基づく系統解析に成功し、世界のトノサマバッタ個体群が休眠性などに違いを持つ南方系と北方系の2系統に大きく分かれることを明らかにした<sup>26)</sup>。また、本種は様々なイネ科植物を加害するがオオムギは加害しないことが知られていた。そこで、他種染色体導入に寛容な栽培コムギの性質を利用して確立されたオオムギ染色体導入コムギを用いた実験により、オオムギに含まれるトノサマバッタの摂食忌避や摂食阻害、発育遅延、生存率低下に影響を及ぼすオオムギの遺伝子が、どの染色体上に存在するかを明らかにした<sup>27)</sup>。

### おわりに

ここまで、受賞の対象となった研究の概要を3つの項目に分けて紹介したが、これらはいずれも、さらなる発展性を含んでおり、現在進行中の研究課題である。ランツボミタマバエやバラハオレタマバエが含まれる *Contarinia* 属は300種以上が含まれる大きな属であり、種間の形態的な差異が乏しいことから分類学的に混乱している。現在、これらの害虫タマバエ類を含めた包括的な分類学的研究に取り組んでいる。また、南アジアや東南アジア諸国においては、マンゴーには数十種のタマバエが寄生することが知られており、リュウガンにも多数のタマバエが寄生するが、その全貌は未だ解明されていない。これらの広域に分布する熱帯果樹害虫による被害の実情と熱帯地域における防除体系の確立に貢献するため、国際連携研究に着手すべく準備を進めている。フタテンチビヨコバイによる萎縮症の発生機構やトノサマバッタに対する摂食阻害物質の探索にも継続して取り組んでいる。今回の受賞を励みに、これらの研究を今後さらに発展させ、農学研究の一層の進展に貢献していきたいと考えている。

## 謝辞

湯川淳一博士, 菅野紘男博士, 松村正哉博士, 深津武馬博士, 田中誠二博士, 神谷勇治博士をはじめ, これまでご指導・ご鞭撻を賜った先生方や共同研究者の皆様, 研究に際し様々な形でご支援下さった多くの皆様に深く感謝いたします。また, 本賞にご推薦下さいました日本応用動物昆虫学会の石川幸男会長と佐賀大学農学部の渡邊啓一学部長をはじめ, 関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

## 引用文献

- 1) **Tokuda M**, Yukawa J, Yasuda K, Iwaizumi R (2002) Occurrence of *Contarinia maculipennis* (Diptera: Cecidomyiidae) infesting flower buds of *Dendrobium phalaenopsis* (Orchidaceae) in greenhouses on Okinawa Island, Japan. *Applied Entomology and Zoology* 37: 58–587.
- 2) Uechi N, **Tokuda M**, Yukawa J, et al. (2003) Confirmation by DNA analysis that *Contarinia maculipennis* (Diptera: Cecidomyiidae) is a polyphagous pest of orchids and other unrelated cultivated plants. *Bulletin of Entomological Research* 93: 545-551.
- 3) Uechi N, Yukawa J, **Tokuda M**, et al. (2011) New information on host plants and distribution ranges of an invasive gall midge, *Contarinia maculipennis* (Diptera: Cecidomyiidae), and its congeners in Japan. *Applied Entomology and Zoology* 46: 383-389.
- 4) 湯川淳一・上地奈美・**徳田 誠**・河村 太 (2004) 最近, 沖縄に侵入したランツボミタマバエとマンゴーハフクレタマバエ. *植物防疫* 58: 216-219.
- 5) **徳田 誠**・湯川淳一 (2004) 我が国の施設栽培バラで発生したバラハオレタマバエ *Contarinia* sp. (ハエ目: タマバエ科). *九州病害虫研究会報* 50: 77-81.
- 6) **徳田 誠** (2005) 施設バラにおけるバラハオレタマバエの発生生態と防除. *今月の農業* 49 (12): 34-37.
- 7) Iwaizumi R, **Tokuda M**, Yukawa J (2007) Identification of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) intercepted under plant quarantine inspection at Japanese sea- and airports from 2000 to 2005. *Applied Entomology and Zoology* 42: 231-240.
- 8) **徳田 誠**・湯川淳一・井村岳男ら (2009) ノイバラハオレタマバエ *Dasineura* sp. (ハエ目: タマバエ科) による施設栽培バラの加害. *日本応用動物昆虫学会誌* 52: 185-188.
- 9) Uechi N, Kawamura F, **Tokuda M**, Yukawa J (2002) A mango pest, *Procontarinia mangicola* (Shi) comb. nov. (Diptera: Cecidomyiidae), recently found in Okinawa, Japan. *Applied Entomology and Zoology* 37: 589-593.
- 10) **Tokuda M**, Yukawa J, Suasa-ard W (2008) *Dimocarpomyia*, a new Oriental genus of the tribe Asphondyliini (Diptera: Cecidomyiidae) inducing leaf galls on longan (Sapindaceae). *Annals of the Entomological Society of America* 101: 301-306.
- 11) **Tokuda M**, Yukawa J (2003) Infestation of *Paradiplosis manii* (Diptera: Cecidomyiidae) on *Abies firma* in Honshu and Kyushu, Japan, and redescription of its morphological features. *Journal of Forest Research* 8: 59-66.
- 12) **Tokuda M**, Shoubu M, Yamaguchi D, Yukawa J (2008) Defoliation and dieback of *Abies firma* (Pinaceae) caused by *Parandaeus abietinus* (Coleoptera: Curculionidae) and *Polygraphus proximus* (Coleoptera: Scolytidae) on Mount Unzen, Japan. *Applied Entomology and Zoology* 43: 1-10.
- 13) **Tokuda M**, Tabuchi K, Yukawa J, Amano H (2004) Inter- and intraspecific comparisons between *Asteralobia* gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) causing axillary bud galls on *Ilex* species (Aquifoliaceae): species

- identification, host range, and mode of speciation. *Annals of the Entomological Society of America* 97: 957-970.
- 14) **Tokuda M**, Yukawa J (2007) Biogeography and evolution of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) inhabiting broad-leaved evergreen forests in Oriental and eastern Palearctic Regions. *Oriental Insects* 41: 121-139.
  - 15) **Tokuda M**, Yukawa J, Gôukon K (2007) Life history traits of *Pseudasphondylia rokuharensis* (Diptera: Cecidomyiidae) affecting emergence of adults and synchronization with host plant phenology. *Environmental Entomology* 36: 518-523.
  - 16) **Tokuda M**, Yang MM, Yukawa J (2008) Taxonomy and molecular phylogeny of *Daphnephila* gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) inducing complex leaf galls on Lauraceae, with descriptions of five new species associated with *Machilus thunbergii* in Taiwan. *Zoological Science* 25: 533-545.
  - 17) **Tokuda M** (2012) Biology of Asphondyliini (Diptera: Cecidomyiidae). *Entomological Science* 15: 361-383.
  - 18) **Tokuda M**, Matsumura M (2005) Effect of temperature on the development and reproduction of the maize orange leafhopper *Cicadulina bipunctata* (Melichar) (Homoptera: Cicadellidae). *Applied Entomology and Zoology* 40: 213-220.
  - 19) Kumashiro S, Matsukura K, 他 3 名, **Tokuda M** (2011) Effect of barley chromosome addition on the susceptibility of wheat to feeding by a gall-inducing leafhopper. *Naturwissenschaften* 98: 983-987.
  - 20) Matsukura K, Matsumura M, 他 2 名, **Tokuda M** (2009) Distribution, host plants, and seasonal occurrence of the maize orange leafhopper, *Cicadulina bipunctata* (Melichar) (Homoptera: Cicadellidae), in Japan. *Applied Entomology and Zoology* 44: 207-214.
  - 21) Matsukura K, Matsumura M, **Tokuda M** (2012) Host feeding by an herbivore improves the performance of offsprings. *Evolutionary Biology* 39: 341-347.
  - 22) **Tokuda M**, Jikumaru Y, Matsukura K, et al. (2013) Phytohormones related to host plant manipulation by gall-inducing leafhopper. *PLoS ONE* 8: e62350.
  - 23) Harano K, Tanaka S, **Tokuda M**, et al. (2010) Factors influencing adult emergence from soil and the vertical distribution of burrowing scarab beetles, *Dasylepida ishigakiensis*. *Physiological Entomology* 35: 287-295.
  - 24) **Tokuda M**, Tanaka S, Maeno K, et al. (2010) Two-step mechanism controlling the timing of mating behaviour in non-feeding adult males of a scarab beetle, *Dasylepida ishigakiensis*. *Physiological Entomology* 35: 231-239.
  - 25) Harano K, **Tokuda M**, Kotaki T, et al. (2012) The significance of multiple mating and male substance transferred to females at mating in the white grub beetle, *Dasylepida ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied Entomology and Zoology* 47: 245-254.
  - 26) **Tokuda M**, Tanaka S, Zhu DH (2010) Multiple origins of *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae) in the Japanese Archipelago and presence of two major clades in the world: evidence from a molecular approach. *Biological Journal of the Linnean Society* 99: 570-581.
  - 27) Suematsu S, Harano K, 他 3 名, **Tokuda M** (2013) Effects of barley chromosome addition to wheat on behavior and development of *Locusta migratoria* nymphs. *Scientific Reports* 3: 2577.

#### **Taxonomic and ecological studies of insect pests and establishment of their control measures**

Makoto Tokuda (Faculty of Agriculture, Saga University)

tokudam@cc.saga-u.ac.jp