

不妊虫放飼法による与那国島のナスミバエ まん延防止防除事業の現状

沖縄県農業研究センター ^{こはま}小濱 ^{つぐお}継雄・^{まつやま}松山 ^{たかし}隆志

はじめに

日本の南に位置する沖縄県は、その地理的条件から南方からの侵入害虫が多い。かつて、沖縄県を含む南西諸島には果実・果菜類の大害虫ウリミバエ *Bactrocera cucurbitae* とミカンコミバエ種群 *B. dorsalis complex* (以下、ミカンコミバエ) が生息していた。2種とも南方から沖縄県に侵入し、南西諸島のほぼ全域に分布を拡大した。これらのミバエは特殊害虫に指定されているため、その寄主となる果実を、発生地から未発生地である本土に自由に移動することができなかつた。そのため、沖縄県の農業振興上、重大な障害となっていた。この問題の解決法は、これらミバエを根絶することであった。前者は不妊虫放飼法により、後者は雄誘引剤を用いた雄除去法によって根絶された(沖縄県農林水産部, 1994を参照)。現在、沖縄産ゴーヤーやマンゴーが全国で自由に販売されるようになったのは、ウリミバエやミカンコミバエを根絶できたことによる。

ナスミバエ(旧称マレーシアミバエ) *Bactrocera latifrons* は、トウガラシやナス、トマト等ナス科果実を加害する検疫対象害虫で、東南アジア、中国南部、台湾、インドおよびスリランカ等に分布する。本種は1983年ごろにハワイのオアフ島(VARGAS and NISHIDA, 1985)に、2006年にはアフリカのタンザニア(MWATAWALA et al., 2007)に侵入した。ハワイ諸島ではその後主要な島に分布を拡大しており、アフリカでもタンザニアに隣接するケニアに広がっている(LIQUIDO et al., 1994; HARRIS et al., 2001; 2003; MZIRAY et al., 2010)。日本国内では与那国島にのみ侵入・定着している(SHIMIZU et al., 2007)。

与那国島で本種のまん延をくい止めることができなければ、ミカンコミバエやウリミバエのように、本種も南西諸島を北上、分布拡大し、さらには九州へも侵入する可能性が高い。与那国島におけるナスミバエの発生を

け、韓国政府は2004年に九州および南西諸島から韓国へのトマト生果実の輸入を禁止した(ただし、2006年には禁止措置は緩和され、現在は与那国島のみが禁止対象地域である)。したがって、本種が沖縄県全域にまん延した場合、国内においても寄主となる作物の移動が規制されるおそれがあり、沖縄農業への経済的打撃は大きいと予測される。それを阻止するため、沖縄県では2004年から不妊虫放飼法を用いたナスミバエのまん延防止防除事業を実施しており、本種は、現在ほぼ根絶状態にあると判断される。

本稿では、ナスミバエの侵入経緯およびまん延防止防除の現状について報告する。なお、まん延防止事業についての詳細な報告は根絶確認後になされる予定であるので、ここでは事業の概略を紹介するのにとどめたい。

I ナスミバエ

ナスミバエ(口絵①, ②, ③)は、ミカンコミバエとウリミバエに次ぐ、日本における第三の侵入有害ミバエである。成虫は体長約6mm、ミカンコミバエによく似ているが、本種は前翅端に丸い黒斑があること、腹部背面全体が褐色であることでミカンコミバエと識別できる。主要な寄主はナス科植物で、雌成虫が果実に卵を産みつけ、幼虫が果実内部を食害し、果実を腐らす。ナス科のほかウリ科の数種にも寄生することが知られている(LIQUIDO et al. 1994; SHIMIZU et al., 2007; MZIRAY et al., 2010)。

本種には強力な誘引剤がないため、誘引剤を使った、効率のよいトラップ調査あるいは密度抑圧防除ができな。本種オスの誘引剤として α -イオノール(α -ionol)とケイドオイル(cade oil)の混合剤が開発されている。しかしミカンコミバエに対するメチルオイゲノール、ウリミバエに対するキュウルアと比較すると、その誘引力は極めて低い(McQUATE and PECK, 2001)。したがって、生息状況の確認あるいは防除効果の判定は主に果実調査で、また密度抑圧防除には主にプロテイン剤(ミバエ類雌雄成虫を誘引する蛋白加水分解物に殺虫剤を混ぜた毒餌剤で、ミバエ類の防除に用いられるが、その誘引力は低い)を使うしかない。

Current Status of the Eradication Project using Sterile Insect Technique for Solanaceous Fruit Fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), in Yonaguni Island, Okinawa, Japan. By Tsuguo KOHAMA and Takashi MATSUYAMA

(キーワード: ナスミバエ, 不妊虫放飼法, ナス科, 侵入害虫, プロテイン剤, 果実調査, ミバエ誘引物質)

II 発生経緯と被害軽減防除

与那国島は、面積約2,900 ha、石垣島の西約120 km、また台湾の東約110 kmに位置する日本最西端の島である。与那国島でナスミバエが発見されたのは1984（昭和59）年であった。当時、沖縄県八重山群島ではミカンコミバエの根絶防除の最中で、防除効果確認のための果実調査においてナスミバエが検出された（金田ら、1985）。本種は、1984～86年まで連続して確認されたが、87～98年までの12年間は検出されなかった。しかし、1999年10月に与那国島で再び本種が発見された（SHIMIZU et al., 2007）。

再発見後、沖縄県ではナスミバエの発生状況を把握するため、定期的に果実調査を実施し、寄生が確認された地点周辺の防除—寄主植物の抜き取り、株元土壌への殺虫剤処理、および周辺原野へのプロテイン剤散布—を行った。また地元住民に対しては、シマトウガラシなどナス科生果実の島外への移動自粛を呼びかけた。しかしながら、防除の効果なく、島内における分布拡大をくい止めることができなかった。本種は1999年以降、毎年検出された（図-1）。2000年までは、本種の分布域は集落地周辺にはほぼ限られていたが、02年までに島のほぼ全域に分布を拡大し、04年までに与那国島全域に完全に定着した（SHIMIZU et al., 2007）。

本種の寄主としてナスやトマト等6種（トウガラシとシシトウガラシ—ピーマンを含む—を分けて集計）が確認された（表-1）。寄生が多かったのは、ナスやトマト、テリミノイヌホオズキであった。ウリ科のオキナワズメウリが本種の寄主として記録されるのは初めてである。本種の果実への寄生は周年認められ、春・夏季に発生が多く、発生ピークは6月で、秋・冬季の発生は少な

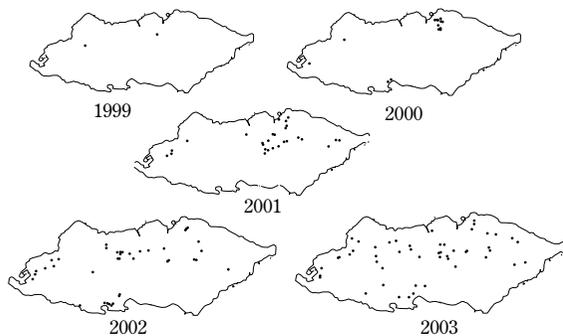


図-1 与那国島におけるナスミバエの分布拡大の様子：
1999～2003年（SHIMIZU et al., 2007を改変）
図中の数字は年を、丸は寄生果が見つかった地点をそれぞれ示す。

かった。

III まん延防止防除事業

1 不妊虫放飼へ向けた技術開発

他地域へのまん延を防ぐため、沖縄県はウリミバエ根絶に実績のある不妊虫放飼法を使って本種を根絶する計画を立てた。計画は、2004年から3年間で不妊虫放飼に必要な技術を開発し、その間、野生虫の密度抑圧を図り、そして、不妊虫を放飼するというものであった。不妊虫放飼法は、人工的に大量に生産した虫を不妊化し、これを野生虫よりも多く野外に放して害虫を減らす技術である。したがって、少なくとも対象害虫を大量生産できること、雄の交尾行動に悪影響のない程度に不妊化できることが前提となる（KNIPPLING, 1955）。

ウリミバエの根絶技術を参考に、ナスミバエの不妊虫放飼に必要な技術開発が沖縄県農業研究センターで進められた。幼虫用人工飼料を開発し、人工採卵器の最適な産卵孔密度や人工飼料への最適卵接種密度、最適な不妊化線量、照射ステージが決定され、人工採卵器適応系統が育成された。さらに放飼法、輸送法等が検討された（松山、未発表）。そして計画どおり約3年間でひとりの不妊虫放飼に必要な技術を開発した。

2 野生虫の密度抑圧

果実調査の結果をもとに本種の発生の多い3地域、合計約400 haを対象に、耕作地や原野の藪に動力噴霧機を用いてプロテイン剤を散布した。2004年度は3回、05年度と06年度はそれぞれ9回ずつ散布を行った。さらに発生が確認された地点に対しては、ピンポイントで手動噴霧器を用いてプロテイン剤を散布した。薬剤散布ができない集落内では、寄主植物の除去を行った。抜き取りの対象は主にテリミノイヌホオズキで、年に2～3回、1回当たり20～270 kgの寄主植物を除去した。

プロテイン剤による防除効果は予想以上に高かった。防除開始後、2005年8月までは連続して寄生が認められたが、9月以降、本種の寄主果実への寄生はほとんど確認されなくなった。2005年9月から翌年の8月までの1年間、寄生果は全く検出されなかった。しかしながら、果実調査では見つからなかったが、この間に、黄色粘着トラップでは成虫が2回、それぞれ1頭ずつ捕獲された。このことは、密度がかなり低くなると果実調査において野生虫を検出することが困難であることを示している。

3 不妊虫放飼

野生虫の密度が予定どおり低下したと考えられたので、2007年9月から不妊虫放飼を開始した。ナスミバ

表-1 与那国島における果実調査の結果 (SHIMIZU et al., 2007 を改変)

寄主植物名	調査果実数	羽化成虫数
ナス科 Solanaceae		
栽培種		
トウガラシ <i>Capsicum annuum</i>	10,778	3
シシトウガラシ <i>Capsicum annuum</i> cv. Grossum *	1,645	43
シマトウガラシ <i>Capsicum frutescens</i>	27,776	0
トマト <i>Lycopersicon esculentum</i>	4,443	135
ナス <i>Solanum melongena</i>	2,942	464
野生種		
メジロホオズキ <i>Lycianthes biflora</i>	22	0
センナリホオズキ <i>Physalis pubescens</i>	9,952	0
テリミノイヌホオズキ <i>Solanum americanum</i>	165,750	275
キンギンナスビ <i>Solanum capsicoides</i>	44	0
ハダカホオズキ <i>Tubocapsicum anomalum</i>	864	0
ウリ科 Cucurbitaceae		
栽培種		
カボチャ類 <i>Cucurbita</i> spp.	30	0
ヘチマ <i>Luffa cylindrica</i>	25	0
ニガウリ <i>Momordica charantia</i>	155	0
野生種		
オキナワズメウリ <i>Diplocyclos palmatus</i>	21,750	32
クロミノオキナワズメウリ <i>Zehneria liukiuensis</i>	476	0

*シシトウガラシは主にピーマンである。



図-2 ナスミバエ増殖施設と作業スタッフ



図-3 成虫ケージ

ケージにナスミバエの蛹 (2万匹) をセットしているところ。プラスチック製の筒は採卵容器で成虫羽化後、容器にトマトジュースを入れ、雌に産卵させる。雌は容器に開けた小さな孔に産卵管を差し込んで産卵する。

エの増殖は、沖縄県糸満市にある沖縄県農業研究センター内の施設で行っている (図-2)。生産量は週に 50 ~ 60 万匹、作業はすべて手作業である。人工採卵器 (図-3) を使って卵を採り、幼虫を人工飼料で育て、蛹を生産する。羽化 2 ~ 3 日前の蛹にガンマ線を照射、不妊化し、直ちに与那国島へ飛行機で輸送する。与那国島では、現地作業員が蛹を受け取り、野生虫と識別できるように蛹に蛍光色素をまぶしマークする。山地森林および牧

場を除く、島の全域 40 箇所の特製のカゴ (図-4) を配置し、カゴにナスミバエの蛹を 1 地点当たり約 1 万匹入れ、羽化した成虫が自然に分散する方法で不妊虫を放飼している。不妊虫放飼は毎週 1 回、放飼量は 1 回当たり



図-4 不妊虫放飼用のカゴ
カゴ中にナスミバエの蛹を約1万匹入れる。羽化した成虫はカゴから飛び立って分散する。

40万匹以上である。

放飼開始2か月後の2007年11月からナスミバエの寄生果が確認されなくなった。また粘着トラップにおいても無マーク虫は検出されなかった。これらのことから、防除は順調に進んでいると判断された。しかしながら、2009年1月に14か月ぶりに本種の寄生果が確認され、続いて3月にも1月と同じ場所で寄生果が確認された。この場所は14か月前、最後に寄生果が確認された場所に近接していた。発生地点周辺には放飼カゴの密度が低く、不妊虫による防除圧が弱かったため、野生虫が細々と残っていたのではないかと考えられた。そこで発生地を囲むように新たにカゴの設置場所を3地点増やし、5月から不妊虫の追加放飼を行った。その結果、2009年4月以降、10年7月までの1年以上、寄主果実への新たな寄生は認められていない。一部に残っていた野生虫に対する防除対策は効果を上げたと考えられる。

おわりに

プロテイン剤を使った密度抑圧防除と不妊虫放飼の効果認められ、与那国島のナスミバエはほぼ根絶状態にある。本種のまん延防止という当初の目的は達成できたと考えている。これにより、沖縄農業に及ぼす潜在的脅

威を取り除いたことになる。2011（平成23）年度の根絶達成に向け、現在も不妊虫放飼を継続している。このまま防除が順調に進み、根絶が達成されれば、これは不妊虫放飼法によるナスミバエの世界で最初の根絶事例となる。3年間という短期間で、しかもわずかなメンバーで不妊虫放飼に向けた技術を開発し、ナスミバエに対して不妊虫放飼法を適用することができたのは、不妊虫放飼法を使ってウリミバエを根絶した沖縄県の過去の実績、経験が活かされたことによるとと思われる。

前述のように、本種には強力な誘引剤がないため、発生確認や防除効果の判定は果実調査で行っているが、低密度時に寄生果を検出することが困難であった。もし強力な誘引剤があれば、防除の進捗を早めることができるであろうし、根絶後の再侵入対策に備えることもできる。最近、 α -イオノールよりも強力な誘引物質—3-oxo- α -ionone やその類似物—が報告されている（ISHIDA et al., 2008; NISHIDA et al., 2009）。これらの新誘引物質がナスミバエのモニタリングに使える可能性があり、実用化に向けた今後の研究に期待したい。

なお与那国島におけるナスミバエまん延防止防除事業は、国庫補助を受け、沖縄県（農業研究センター、病害虫防除技術センター、営農支援課）が実施している。本事業は、与那国町役場、那覇植物防疫事務所、沖縄総合事務局、JAおきなわ与那国支店および与那国町の住民の協力で進められている。

引用文献

- 1) HARRIS, E. et al. (2001): Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 35: 55 ~ 66.
- 2) ——— et al. (2003): ibid. 36: 69 ~ 78.
- 3) ISHIDA, T. et al. (2008): J. Chem. Ecol. 34: 1532 ~ 1535.
- 4) 金田昌士ら (1985): 那覇植防情報 59: 294.
- 5) KNIPLING, E. F. (1955): J. Econ. Entomol. 48: 459.
- 6) LIQUIDO, N. J. et al. (1994): Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 71 ~ 84.
- 7) McQUATE, G. T. and S. L. PECK (2001): J. Econ. Entomol. 94: 39 ~ 46.
- 8) MWATAWALA, M. et al. (2007): J. Appl. Entomol. 131: 501 ~ 503.
- 9) MZIRAY, H. A. et al. (2010): J. Econ. Entomol. 103: 70 ~ 76.
- 10) NISHIDA, R. et al. (2009): Entomol. Exp. Appl. 131: 85 ~ 92.
- 11) 沖縄県農林水産部 (1994): 沖縄県ミバエ根絶記念誌, 349 pp.
- 12) SHIMIZU, Y. et al. (2007): Appl. Entomol. Zool. 42: 269 ~ 275.
- 13) VARGAS, R. I. and T. NISHIDA (1985): J. Econ. Entomol. 78: 1242 ~ 1244.