

不妊虫放飼法によるゾウムシ類の根絶(6) アリモドキゾウムシの大量増殖・不妊化・ マーキング・輸送・放飼

鹿児島県大島支庁 みやじかつひこ 宮路克彦 にしはら 西原 悟¹⁾ はら 原 洋一²⁾
とくながたいぞう 徳永太蔵¹⁾ はとの てつや 鳩野哲也³⁾ かみかどなかつひろ 上門隆洋⁴⁾
 農林水産省門司植物防疫所名瀬支所 いとうしゅんすけ 伊藤 俊介⁵⁾ いわもとじゅんじ 岩元 順二⁵⁾ あらまき やひろ 荒巻 弥弘⁶⁾
 沖縄県ミバエ対策事業所 きんじょう 金城 邦夫 くにお 祖慶 良尚 そけい よしたか

アリモドキゾウムシ (*Cylas formicarius*) の根絶法として不妊虫放飼法を実用化するためには、大量増殖技術および不妊化技術とともに不妊虫のマーキング、輸送、放飼など多くの技術の確立が不可欠である。不妊化に関する研究は、アメリカでは WALKER (1966) や DAWES M. A. ら (1987) により行われ、我が国では荒巻 (1989) や岩元ら (1990)、伊藤 (1991, 1993)、林ら (1994) により行われた。しかし、増殖法の開発は行われてこなかった。また、人工培地も産卵刺激物質の探索 (DAVID D. W. ら, 1991)、抵抗性品種検定用の成虫用餌 (KAYS S. J. ら, 1993) など限られた分野にとどまり、不妊虫のマーキングや放飼方法については研究が始まったばかりである。

ここでは、鹿児島県喜界島 (280 ha) と沖縄県久米島 (6,321 ha) において実施されているアリモドキゾウムシ根絶実証事業のなかで開発され、現在、利用されている諸技術の概要を紹介する。

I 喜界島における根絶実証事業

1 大量増殖技術

1981年に名瀬市内に設置されたウリミバエ増殖施設を再利用して大量増殖を行っている。成虫飼育や採卵法、幼虫飼育管理などの基礎的研究の成果 (上門ら, 1993) をもとに、青果用サツマイモを用いて大量増殖体

系のルーチン化を行い、1993年から大量増殖を行っている。増殖開始当初の生産頭数は週産5万頭であったが、産卵されたイモの保管容器の構造や最適放飼母虫密度 (中川, 1996)、産卵イモ保管用ノコクズの水分含量 (原ら, 1997) など種々の点について改良を加えた結果、現在では週産50~60万頭、イモ1g当たり2頭の生産が可能となった。なお、大量増殖のすべての工程は $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $70 \pm 5\% \text{RH}$ 、14 L-10 D の条件下で行っている。

(1) 採卵

本種の雌成虫は、イモ表皮にあけた小孔に1卵ずつ産下した後、糞で栓をする。最大でも1日に数卵しか産卵しない (栄, 1968; SUGIMOTO et al., 1996)。そのため、大量増殖するためには多数の成虫を生イモに放して産卵させる必要がある。イモ表面に均等に産卵させるためにはイモの周囲に多くの隙間を設けると効果的なので (上門ら, 1993)、産卵容器 (40×30×15 cm: 2段式、プラスチック製) に梱包用発泡スチロール小片を入れ、採卵用のイモ (品種: 'ベニオトメ' または '土佐紅', 150~200 g, 5~6個) をその中に埋め込み、母虫1,500頭 (性比1:1) を放飼して、産卵させる (図-1)。こうして採卵を週2回 (3日間と4日間) 行い、その都度新しいイモと取り換える。母虫は、続けて4週間産卵させた後処分する。なお、容器内の最適母虫密度を維持するために、イモの取り換え時に産卵容器の下段の底面に横たわる死亡虫を計数、除去し、相当数の成虫を補充する。

(2) 幼虫飼育

産卵されたイモをそのまま保管すると、イモの表面が乾燥して若齢幼虫が死亡したり、逆に過湿によるイモの腐敗によって幼虫が死亡し、次世代の生産が安定しない。このため、産卵されたイモ10~12個を湿ったノコクズ (水分含量約50%) を入れた保管容器 (40×30×15 cm) に埋め込んで、10日間保管飼育する。その後、

Eradication of Weevils by Sterile-Insect-Release Method (6) Methods of Mass Rearing, Sterilization, Marking, and Release of *Cylas formicarius*. By Katuhiko MIYAJI, Satoru NISHIHARA, Youichi HARA, Taizou TOKUNAGA, Tetuya HATONO, Takahiro KAMIKADO, Shunsuke ITO, Junji IWAMOTO, Yahiro ARAMAKI, Kunio KINJYO and Yoshitaka SOKEI

(キーワード: アリモドキゾウムシ, 大量増殖, 不妊化, マーキング, 放飼法)

現勤務先: 1) 鹿児島県農政部, 2) 同高山農業改良普及所, 3) 同出水農林事務所, 4) 同指宿農林事務所, 5) 農林水産省門司植物防疫所, 6) 同門司植防福岡支所板付出張所

イモを取り出し、成虫が羽化脱出するまで所定の容器内(40×30×15 cm)でさらに保管する。

(3) 羽化脱出後の成虫の回収

イモ内からの成虫の羽化脱出は、産卵後30日目くらいから始まる。成虫の回収は、羽化脱出が盛んになる産卵後32日目以降に7日おきに2~3回行う。回収は現在手作業で行っており、市販のドライヤーの熱風で刺激してイモに付着している成虫を落下させている。

2 不妊化技術

1981年にウリミバエ不妊化のため名瀬市内に設置されたコバルト60γ線照射施設を再利用している。過去に行われた基礎的研究(WALKER, 1966; DAWES et al., 1987; 荒巻, 1989; 岩元ら, 1990; 伊藤, 1991, 1993; 林ら, 1994)を参考に、照射による虫質への悪影響を最小限に抑え、かつ完全不妊化が可能な最適線量を決定した。その結果、作業効率や放飼方法を考慮して、本虫が食入したままの産卵後27日目のサツマイモを直接に80 Gyで照射し、不妊化する方法が採用された。しかし、不妊虫放飼法をより実用的に利用するためには、不妊虫

のより一層の虫質改善が求められ、実験的検討が重ねられた。その結果、産卵後27日目に50 Gyで照射すると、雌雄とも1%以下の妊性が認められた。しかし、寿命が80 Gy照射雄の約2倍に延び、性的競争力も80 Gy照射雄よりも高いことが明らかになったので(表-1)、これを用いることになった。その後、このような不完全不妊虫の有効性が理論的に裏付けられた(本特集号参照)。

3 マーキング方法

不妊虫放飼法の防除効果の判定のためには、フェロモントラップ(本特集号参照)で捕獲された放飼虫を野生虫と区別するため不妊虫にマークする必要がある。本事業では、マーキング資材として粉末状蛍光色素 Braze orange や Corona magenta (ともに油性)を用いている。短時間に多数マークするために、ビニール袋(80×65 cm)の中に不妊虫(10~20万頭)と1万頭当たり1 g相当の色素を入れ、人手でかく拌し、直接虫体にまぶしている。マークの検出は、ウリミバエで用いた方法に準じて(大戸ら, 1986)、捕獲された虫を殺虫乾燥させ、濾紙上で虫体を破碎し、アセトン・エタノール混合液(4:1)を滴下し、紫外線検出器で蛍光色素を検出する。しかし、この方法では、放飼後のマークの脱落やトラップ内での非マーク虫への色素付着が起こるので(林ら, 1997)、厳密な根絶確認のためにより効率的で確実なマーキング法の確立が望まれる。

4 輸送・放飼方法

マーキングした不妊虫は、フィルムケース(直径3 cm, 高さ5 cm)に約400頭ずつ小分けして入れ、これらのケースをクーラーボックスに入れて15±2°C, 60±10%RHの室内で約15時間保管する。その後、これに

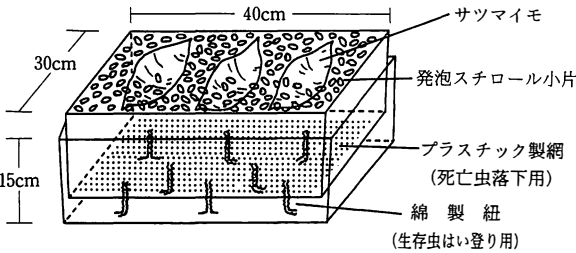


図-1 アリモドキゾウムシ産卵容器
同じ大きさのプラスチック製容器を重ね、青果用サツマイモ(150~200 g, 5~6個)と発泡スチロール小片を入れて産卵させる。

表-1 アリモドキゾウムシの蛹期(産卵後27日目)に対するγ線照射による成虫寿命と妊性への影響

照射線量	平均生存日数±標準偏差(日) ^a			雄の妊性 ^b			雌の妊性 ^c		
	供試虫数	雄	雌	産卵数	次世代数	次世代虫率%	産卵数	次世代数	次世代虫率%
30 Gy	90	—	25.3±13.2	—	—	—	131	22	16.8
40 Gy	90	40.9±28.1	21.4±11.1	2216	40	1.8	—	3	—
50 Gy	90	41.5±20.4	20.8±10.7	2770	10	0.4	0	0	0.0
60 Gy	90	29.1±13.6	20.6± 8.0	2361	3	0.1	0	0	0.0
70 Gy	90	28.8±10.0	—	1728	1	0.06	—	—	—
80 Gy	90	21.7± 9.2	—	—	—	—	—	—	—

a) 平均生存日数は、1区30頭3反復の平均値を示す、b) 産卵後28~40日目までに羽化脱出した成虫を3期(I期:28~33日目, II期:34~35日目, III期:36~40日目)に分けて回収し、雌雄10頭ずつを調査用イモに4日間産卵させた場合の3期の総産卵数とその産卵終了後45日目までに羽化脱出した総次世代数、産卵数に対する次世代羽化脱出数の割合(%)を示す、c) 産卵後28~35日目までに羽化脱出した成虫を3期(I期:28~31日目, II期:32~33日目, III期:34~35日目)に分けて回収し、雌雄10頭ずつを調査用イモに4日間産卵させた場合の3期の総産卵数とその産卵終了後45日目までに羽化脱出した総次世代数、産卵後に対する次世代羽化脱出数の割合(%)を示す。

保冷剤（アイスノン）を1個入れて車と飛行機を利用して現地へ輸送する。現地までの所要時間は約3時間である。

放飼は、1m²当たり10頭を目安に寄主植物群落上に直接手撒きする。

II 久米島における根絶実証事業

1 大量増殖法

(1) 産卵・幼虫飼育

沖縄県ミバエ対策事業所内の増殖室において、25±0.5°C、14L：10Dの明暗条件で、ゾウムシ類が寄生していない本土産のイモ（品種は限定していない）を用い飼育を行っている。湿度は70%以上を保つようにしているが、厳密な管理は行っていない。飼育容器は上蓋部分に網を付けたプラスチックタッパーで、成虫飼育・幼虫飼育やイモ保管など使用形態によって数種類のサイズを用いている。大量増殖手順は図-3に示したとおりである。産卵用の親虫としてイモから自然脱出後2週間前後を経過した成虫を使用する。産卵期間は1週間を3日と4日に分け、この間隔で連続8回産卵（4週間）後に親虫を更新する。なお産卵用成虫は4回産卵終了後に同一バッチの成虫を補充して、産卵後期の歩留まり低下を回避している。当初、1容器あたり600gのイモに500頭（雌：雄=1：1）の成虫を放して産卵させたが、不妊虫放飼の開始にともない大量の余剰雌が利用できるようになったことから、雌比を高くした（雌：雄=8：2）増殖法に変更した。その結果、540頭でイモ600gに産卵させた場合、約1,600頭の次世代成虫が得られた。現在

はこれを基準として産卵させている。産卵の終わったイモは2~3kgを一つにまとめて別容器に移し6週間飼育する。飼育期間中は定期的に腐敗などを点検するだけで他の管理は全く行わない。ただし、湿度が70%以下に低下するとイモが乾燥して固くなるため飼育室床に散水する。

25°Cでの卵から成虫羽化までの発育期間は約35日間である。羽化後約10日程度経過すると塊根から脱出する。産卵から成虫脱出までの期間は約7週間である。毎週一定数の虫を確保するため、設置週の異なる四つのカルチャーを組み合わせて生産を行っている。現在の飼育規模は、週当たり合計43.2万頭の親虫にイモ960kgを与え産卵させて100万頭の次世代成虫が生産している。

(2) 成虫回収・雌雄分け

産卵後6週目から9週目まで毎週1回イモから脱出し

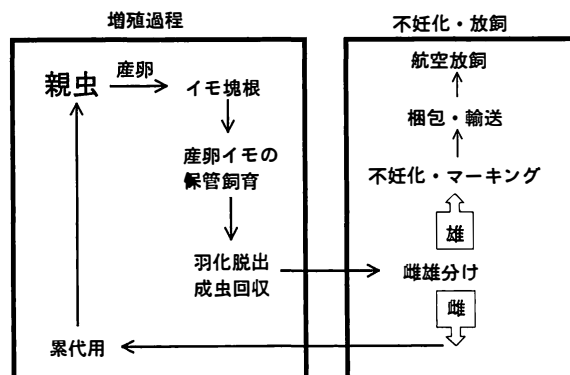


図-3 アリモドキゾウムシ増殖・放飼手順

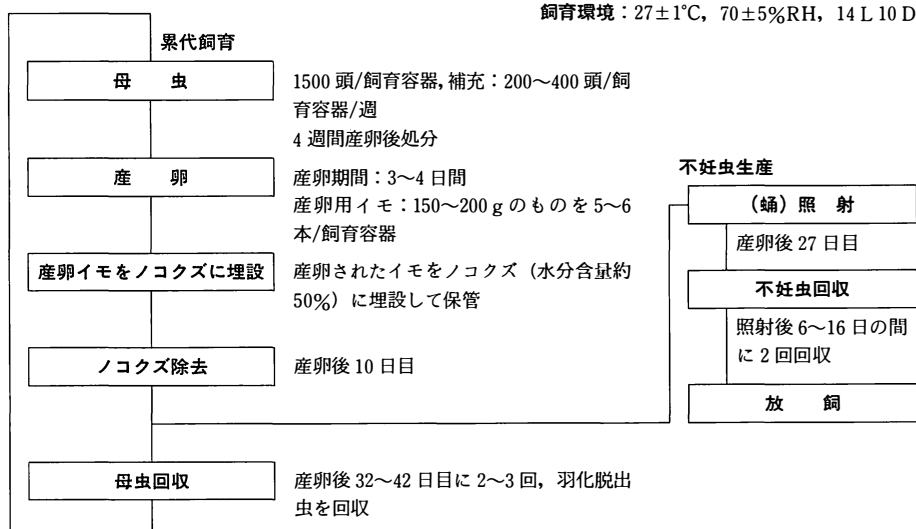


図-2 サツマイモ生塊根を用いたアリモドキゾウムシの大量増殖および不妊化体系

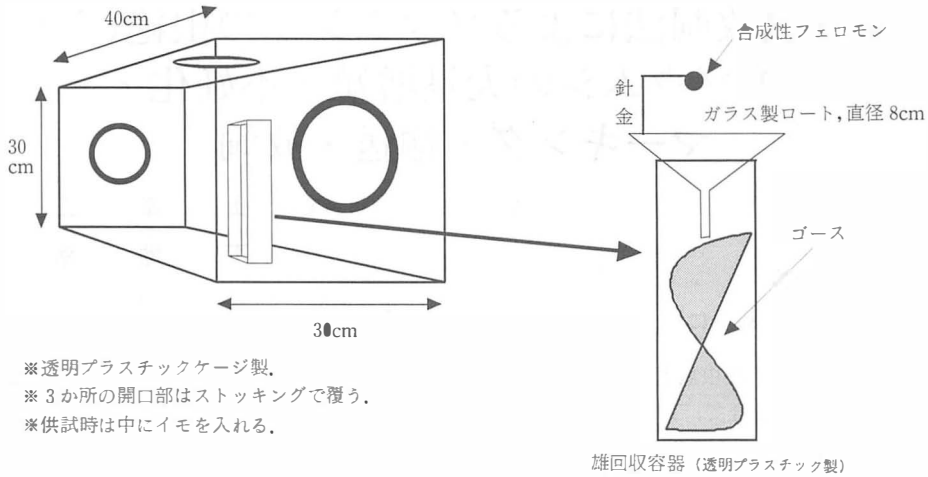


図-4 アリモドキゾウムシ性別容器

てきた成虫を刷毛などを使って容器内から回収する。累積回収率は7週目で約80%, 9週目で90%以上となる。なお, 10週目以降もわずかながら成虫が羽化してくるが, 作業効率を勘案して処分する。沖縄県では, 合成性フェロモンを利用した成虫の雌雄分別法(宮田ら, 1999)を利用して, 雄のみを回収し放飼する方法をとっている。そのため, 脱出成虫はゴミや死亡虫と分別後, 性別容器に一定量づつ投入する(図-4)。飼育容器から回収された虫は, 当日の午後から翌午前中まで処理され, その後雄回収筒内に誘引された虫と外部に残っている虫をそれぞれ回収する。投入時の性比, 雌:雄=1:1は処理後, 筒内1:9, 筒外9:1までそれぞれ高められる。性別処理の終了した成虫は放飼用と累代用に分け, 餌として輪切りのイモを入れた容器で20°Cでそれぞれ保管飼育する。飼育容器からの成虫回収と性別容器へのセットは月曜日から木曜日, 性別後の成虫回収は翌火曜日から金曜日まで行っている。

2 不妊化・マーキング

前週に性別後保管された放飼用成虫をすべて回収し, ゴミ・死亡虫を除去後, 総成虫重の計量, 放飼数を算出する。性別処理後4~7日(羽化後約14~17日齢)の虫はコバルト60を線源とした照射装置によって100 Gyで不妊化される。不妊化後直ちに, 10,000頭当たり0.1 gの粉末状蛍光色素(Braze Orange)でマーキングし, 放飼用封筒に虫5 g(約1,000頭)と重量を得るためのパーミキュライト15 g, 合計20 gを入れて上部をホットキスで止める。これらの封筒は放飼空域ごとに冷却剤入りの輸送用クーラーボックスに梱包する。

3 放飼

放飼はヘリコプタからの航空放飼(袋放飼)を行っている。毎週1回, 那覇市にあるミバエ対策事業所から久米島(直線距離で約100 km)に直接飛行する。放飼空域到着後, 同乗する整備士によって放飼袋上部を一つづつ破りながら投下する。

4 大量飼育の問題点

不妊虫放飼法では, 野生個体群密度の10倍を放飼することが根絶防止の前提となるが, 現在行われているイモを用いた方法では限界がある。例えば, ①すべての工程が手作業で行われるため多大な労力とスペースが必要である。②周年を通して一定品質のイモが得られないため歩留まりが安定しない。③カルチャーが大きくなるほど病気が多発しやすい。以上のことは, イモを利用する限り常に問題になる。これらを解決し, 不妊虫を安定的に大量生産するためには, 早急に人工飼料による飼育法の確立と機械化への転換が必要である。

引用文献

- 1) DAVID, D. W. et al. (1991): Sweet Potato Pest Management, A Global Perspective, West View, Boulder, Colorado, pp. 221~223.
- 2) 原 洋一ら (1997): 応動昆虫大会講演要旨 41: p 65.
- 3) 嶋野哲也ら (1998): 同上 42: p 228.
- 4) 林 義則ら (1994): 植防研報 30: 111~114.
- 5) 伊藤俊介ら (1993): 同上 29: 45~48.
- 6) 上門隆洋ら (1993): 鹿児島農試報告 21.
- 7) KAYS, S. J. et al. (1993): J. Econ. Entomol. 86(3): 957~961.
- 8) 宮田誠志ら (1999): 九州農業試験研究成績 p 256.
- 9) 鈴木芳人・宮井俊一 (1997): 九農研 59: 78.
- 10) 山口卓宏・鈴木芳人 (1999): 九病虫研究会報 45: 76~79.