

不妊虫放飼法によるゾウムシ類の根絶(2) 移動分散

農業環境技術研究所 もり 守 や 屋 せい 成 いち 一
みや 宮 たけ 竹 たか 貴 ひさ 久¹⁾
 沖縄県ミバエ対策事業所

はじめに

不妊虫放飼に際し、対象害虫の移動分散能力を明らかにすることは、放飼不妊虫の分散範囲の推定、放飼効果の判定や個体数推定におけるトラップ配置計画のために必要である。さらに不妊虫放飼を行う地域をどの程度隔離すればよいか、いわゆるバッファゾーン設定のためにも分散能力の解明は必須であり、不妊虫放飼に先だっこれを査定しておく必要がある。不妊虫放飼による根絶防除が試みられたワタミゾウムシ、アリモドキゾウムシ、およびイモゾウムシの3種は、いずれも農業上の重要害虫であるため、通常の防除対策の一環としても、それぞれの移動分散に関する知見が得られている。今回はまず北米で最初に不妊虫放飼が行われたワタミゾウムシの例に簡単にふれる。次に現在、南西諸島で根絶防除が試みられているアリモドキゾウムシ・イモゾウムシの移動分散に関する国内の研究事例を、北米で行われたアリモドキゾウムシの性フェロモンを利用した防除対策とともに紹介したい。なお、寄主植物の人為的移動にともなう分散については割愛した。

I ワタミゾウムシ

中米原産の本種が北米の綿栽培地帯にひろがるのを防ぐため、移動分散に関する研究は古くから行われている。雄成虫を誘引源とするトラップにより、生息地域から72 km離れた地点で成虫が捕獲され、成虫が長距離を移動することが示された(DAVICH et al., 1970)。米国ミシシッピ州では、合成フェロモンを誘引源とするトラップを利用した大規模な野外実験が1970年から74年にかけて行われた(JOHNSON et al., 1975, 1976)。放飼された合計約54万匹の標識野生虫のうち、351匹が再捕獲され、約1か月間の最大実測分散距離72 kmが記録された。一方、フライトミルや飛び出しを観察する室内実

験では、飛翔能力に及ぼす飼育条件や不妊化の影響が調べられている(HAYNES et al., 1981; McKIBBEN et al., 1988)。

II アリモドキゾウムシ

サツマイモの最重要害虫として、アリモドキゾウムシに関する国外の研究の歴史は古く、分散に関する観察・実験例もあるが、多くは定性的な記述に止まっている：50 m程度の連続飛翔観察と雄が雌より頻繁に飛翔(ReINHARD, 1923)、ライトトラップに雄が多く捕獲されることと、約2 kmの飛翔可能性を示唆(COCKERHAM et al., 1954)、実験室内での飛翔距離は6~7 m程度で飛翔活動は弱い(SHERMAN and TAMASHIRO, 1954)。1986年に性フェロモンが同定されると(HeATH et al., 1986)、米国南部のサツマイモ栽培地帯では、合成フェロモンを利用したモニタリングや交信かく乱による防除が試みられ、このフェロモンが非常に強力な誘引作用を示すことが明らかにされた(ProSHOLD et al., 1986; MASON, 1996)。フェロモントラップに対するフェロモン含量や風向の影響、被誘引個体の性質などに関する多くの野外実験が行われ(MASON et al., 1990; JANSSON et al., 1991)、標識野生雄成虫が16時間以内に280 m移動したことが明らかにされた。

国内では、本種の分布域が南西諸島に限られていることから、侵入後1世紀近く経過しているにもかかわらず、移動分散に言及した研究はほとんどなかった。しかし、根絶防除事業開始とともに、実験室内外で不妊虫放飼を念頭に置いた実証的研究が行われ、移動分散に関する知見も近年急速に蓄積されている(MORIYA, 1997)。

SAKURATANI et al. (1994)は、成虫の微生息場所と行動を時刻別に室内と野外ケージ内で詳細に調査した。その結果、夜間に高い活動性を示したのは、雄成虫であり、雌は雄より不活発であること、そして、交尾や飛翔行動も夜間にのみ起こることを明らかにした。

成虫の自発飛翔を実験室内で定量的に計測するためには、飛び立ちの有無が検出できるよう工夫された「飛び出し容器」が用いられた(SHIMIZU and MORIYA, 1996 b)。長日条件下の明期間中、雄成虫はほとんど動かな

Eradication of weevils by Sterile-Insect-Release Method (2) Dispersal. By Seiichi MORIYA and Takahisa MIYATAKE
 (キーワード：アリモドキゾウムシ、イモゾウムシ、ワタミゾウムシ、分散、フライトミル、アクトグラフ、標識再捕法)

¹⁾ 現勤務先：岡山大学農学部

いが、消灯直後に飛翔行動が急激に活発となり、暗期間中の前半に飛び出しが集中した。これに対し、雌成虫の飛翔活動は弱く、75%以上の個体が全く飛翔しなかった。

実験室内における成虫の飛翔力計測には、フライトミルが用いられ、雄成虫の飛翔力が雌成虫を大きく上回るものの、雄成虫自体の飛翔力もそれほど高くないことが示された (MORIYA, 1995)。さらに、飛翔能力と成虫の日齢、交尾の有無、および餌条件との関係が調べられた (MORIYA and HIROYOSHI, 1998)。飛翔能力は日齢に関係なく、0~42 日齢の個体すべてで雄が高かったが、交尾や飢餓状態が飛翔に及ぼす影響は検出されなかった。また、長距離移動飛翔を示唆するデータも得られていない。

雌成虫の飛翔能力が非常に低いことが判明したため、雌成虫の主な移動手段は歩行であろうと考えられ、歩行能力の計測がアクトグラフを用いて行われた。予備的調査 (守屋, 1994) を経て、成虫の日齢、交尾の有無、および餌条件と歩行活動の関係が調べられた (MORIYA and HIROYOSHI, 1998)。飛翔能力ほど顕著ではなかったが、やはり雄が雌より高い歩行活動性を示し、日齢や交尾が歩行活動に及ぼす影響は認められなかった。一方で、3 日間飢餓状態に置かれた個体の歩行活動は低下したが、単なる餌不足と考えられ、飢餓状態によって歩行活動が高められることはなかった。SHIMIZU and MORIYA (1996 c) は、計測中も給水、給餌可能なアクトグラフを作成し、7 日間の連続計測を行った。歩行活動には日周性があり、暗期に活動性が高まったが、明期にも多少の歩行活動が記録された。雄の活動性は雌より高かったが、雌が放出するフェロモンに反応した行動である可能性が考えられた。

野外におけるアリモドキゾウムシの移動分散に関する研究は、いずれも標識した雄成虫を放飼し、合成性フェロモンを誘引源とするトラップで再捕獲する方法が採られている。トラップには雄成虫のみが選択的に捕獲されるため、野生雌成虫の動きに関する情報は依然として極めて限られている。

安田ら (1992) は、当時亜種とされていたアメリカ産アリモドキゾウムシの性フェロモンを国内へ最初に導入し、国内のアリモドキゾウムシにも強い誘引作用を示すことを確認した。沖縄本島南部で行われた性フェロモントラップからの距離と標識野生雄成虫の捕獲率に関する野外試験によって、雄成虫のフェロモンへの定位は風向きの影響を強く受けること、捕獲個体数は日没直後にピークとなること、そして、1 km 離れた放飼地点より 1

晩でトラップに再捕獲された個体があったことを示した。

奄美大島では、SUGIMOTO et al. (1994) によって、フェロモントラップの有効範囲と雄成虫の分散距離の推定が行われた。異なる距離から放飼された標識野生雄をトラップで再捕獲し、HARTSTACK et al. (1971) の面積比モデルへ当てはめ、トラップの有効半径は、フェロモン量 100 μ g で約 55 m, 400 μ g で約 64 m と推定した。また、1 地点から放飼した標識個体を周囲に設置したトラップで捕獲し、HAWKES (1972) のモデルによって、雄成虫の日当たり平均分散距離を約 55 m と推定した。

MIYATAKE et al. (1995, 2000) は、沖縄本島中部で、1 回あたり約 8,000 匹の標識飼育雄成虫を放飼しトラップで回収する実験を、時期別に 7 回実施した。延べ 54,444 匹を放飼し、約 27% の個体が再捕獲された。雄成虫の分散は、寄主植物であるサツマイモの有無に影響され、サツマイモ畑が混在する場所での分散距離が短くなった。再捕率と分散距離は実験期間の風向と気温の影響を受け、冬季間の分散距離は実測最大値で 100 m 以下だったのに対し、平均気温が 23°C を上回ると、平均分散距離は気温に比例して増加し、9 月には、放飼地点から 1,000 m 離れたトラップで 4 日後に標識個体が捕獲されている。

南西諸島のような地域で不妊虫放飼を行う場合、海上を隔てて成虫の分散が起こるかどうかは、バッファゾーン設定に際しての重要な問題である。MIYATAKE et al. (1997) は、沖縄本島中部東海岸の浜比嘉島と宮城島から合計 36,703 匹の標識飼育雄成虫を放飼し、放飼地点を含む周辺離島 6 島と本島東海岸沿いに計 69 個のトラップを配置して、71 匹を再捕獲した。このうち、本島と平安座島を結ぶ海中道路上に設置したトラップで捕獲された個体は、少なくとも海上を 2 km 飛翔しており、不妊虫放飼の対象となる地域は、周りから少なくとも 2~4 km 程度隔離する必要のあることが示唆された。

III イモゾウムシ

イモゾウムシの分布域はアリモドキゾウムシよりやや狭く、米国本土に分布しないため、防除に関連した応用的研究も少ない (RAMAN and ALLEYNE, 1991)。本種の飛翔は観察されておらず (SHERMAN and TAMASHIRO, 1954)、主な移動分散手段は歩行によると考えられている。

守屋 (1994) は、簡易アクトグラフによって、本種の歩行活動量が計測可能であることを示し、SHIMIZU and MORIYA (1996 c) は、装置を改良して 7 日間の連続計測を行った。アリモドキゾウムシと同様に、歩行活動には

イモゾウムシでは、アリモドキゾウムシ性フェロモンのような強力な誘引物質が知られておらず、野外で成虫を効率的に捕獲する方法が欠如している。安田 (1996) は、サツマイモ塊根を誘引源とするピットホールトラップを考案し、裸地に設置した場合には、10 m の距離から放飼した成虫が誘引捕獲されることを示した。しかし、25 m 離れると捕獲されず、また、サツマイモ圃場では、植え付け後の経過日数とともに、捕獲個体数が低下した。このトラップを用いて、KINJO et al. (1995) は、沖縄本島中南部のサツマイモ圃場と裸地で標識飼育成虫を放飼し、分散距離の推定を試みた。しかし、サツマイモ圃場では、放飼個体が全く再捕獲されず、また、裸地での実験でも、推定値が得られたのは雌成虫のみであった (33 m/5 日)。

供試個体	条件・場所	主な方法	結 果	文 献	
ア	飼育虫	27°C, 16 L 8 D・ 野外ケージ	直接観察	飛行行動は夜間, 活動性♂ > ♀	SAKURATANI et al. 1994
リ	飼育虫	27°C, 14 L 10 D	アクトグラフ	活動量♂ > ♀	守屋 1994
	飼育虫	27°C, 14 L 10 D	フライトミル	飛行距離♂ > ♀ : 雌はほとんど飛ばない	MORIYA 1995
モ	飼育虫	25°C, 14 L 10 D	アクトグラフ	換算歩行距離♂ 570 m > ♀ 200 m/7 日	SHIMIZU and MORIYA 1996 c
	飼育虫	25°C, 14 L 10 D	飛び出し容器	消灯直後飛び出し : 飛び出し率♂ 90% > ♀ 25%	SHIMIZU and MORIYA 1996 b
ド	飼育虫	27°C, 14 L 10 D	フライトミル	飛行距離♂ > ♀ : 日齢・交尾・餌条件影響なし	MORIYA and HIROYOSHI 1998
	飼育虫	27°C, 14 L 10 D	アクトグラフ	活動量♂ > ♀ : 日齢・交尾影響なし	MORIYA and HIROYOSHI 1998
ゾ	標識野生雄成虫	沖縄本島南部	フェロモントラップ	実測最大分散距離 1000 m/1 晩	安田ら 1992
	標識野生雄成虫	奄美大島	フェロモントラップ	推定トラップ有効半径55~64m 推定平均分散距離 55 m/日 実測最大分散距離 1000 m/日	SUGIMOTO et al. 1994
ウ	標識飼育雄成虫	沖縄本島中部	フェロモントラップ	分散距離 寄主植物なし>寄主植物あり	MIYATAKE et al. 1995
ム	標識飼育雄成虫	沖縄本島中部	フェロモントラップ	実測最大分散距離 1000 m/4 日 実測最大海上分散距離 2 km	MIYATAKE et al. 1997
	標識飼育雄成虫	沖縄本島中部	フェロモントラップ	分散距離の季節的変動 : 100 ~ 500 m	MIYATAKE et al. 2000
イ	飼育虫	27°C, 14 L 10 D	アクトグラフ	活動量♂ ≈ ♀	守屋 1994
モ	飼育虫	25°C, 14 L 10 D	カラートラッカー	歩行距離・時間・速度 ♀ > ♂ アクトグラフデータを歩行距離に換算	SHIMIZU and MORIYA 1996 a
ゾ	飼育虫	25°C, 14 L 10 D	アクトグラフ	換算歩行距離♂ 180 m ≈ ♀ 220 m/7 日	SHIMIZU and MORIYA 1996 c
ム	標識飼育虫	沖縄本島南部	ピットホールトラップ	推定分散距離♀ 33 m/5 日 (♂推定不能) : 裸地	KINJO et al. 1995
シ	標識飼育虫	沖縄本島南部	ピットホールトラップ	実測最大分散距離 10 m : 裸地	安田 1996

お わ り に

近年の国内研究で明らかにされたアリモドキゾウムシとイモゾウムシの移動分散に関する主要な結果を表-1に示した。性フェロモンが利用可能なアリモドキゾウムシ雄成虫以外は、野外データの不足が目立ち、とくに、イモゾウムシの野外での移動分散の実態を早急に把握する必要がある。根絶防除事業の展開とともに放飼不妊虫に関する詳細な分散状況の把握が必要になり、今後も移動分散に関する綿密な研究の継続が要求されるだろう。

引 用 文 献

- 1) COCKERHAM, K. L. et al. (1954) : Louisiana Tech. Bull. 483: 1~30.
- 2) DAVICH, T. B. et al. (1970) : J. Econ. Entomol. 63: 1706~1708.
- 3) HARTSTACK, A. W. Jr. et al. (1971) : ibid. 64: 1090~1100.
- 4) HAWKES, C. (1972) : J. Appl. Ecol. 9: 617~632.
- 5) HAYNES, J. W. et al. (1981) : Environ. Entomol. 10: 491~495.
- 6) HEATH, R. R. et al. (1986) : J. Chem. Ecol. 12: 1489~1503.
- 7) JANSSON, R. K. et al. (1991) : Sweet Potato Pest Management: A Global Perspective, Westview Press, Boulder, pp. 97~138.
- 8) JOHNSON, W. L. et al. (1975) : Ann. Entomol. Soc. Am. 68: 1018~1022.
- 9) ——— (1976) : ibid. 69: 421~422.
- 10) KINJO, K. et al. (1995) : Appl. Entomol. Zool. 30: 313~318.
- 11) MASON, L. J. (1996) : 沖縄農業 31: 97~105.
- 12) ——— et al. (1990) : J. Chem. Ecol. 16: 2493~2502.
- 13) McKIBBEN, G. H. et al. (1988) : Environ. Entomol. 17: 852~854.
- 14) MIYATAKE, T. et al. (1995) : ibid. 24: 1167~1174.
- 15) ——— (1997) : ibid. 26: 272~276.
- 16) ——— (2000) : Appl. Entomol. Zool. 35: (in press).
- 17) 守屋成一 (1994) : 九病虫研究会報 40: 111~112.
- 18) MORIYA, S. (1995) : Appl. Entomol. Zool. 30: 244~246.
- 19) ——— (1997) : Bull. Okinawa Agric. Exp. Sta. 18: 19~27.
- 20) 守屋成一 (1997) : 今月の農業 41(9) : 60~65.
- 21) MORIYA, S. and S. HIROYOSHI (1998) : J. Econ. Entomol. 91: 439~443.
- 22) PROSHOLD, F. I. et al. (1986) : ibid. 79: 641~647.
- 23) RAMAN, K. V. and E. H. ALLEYNE (1991) : Sweet Potato Pest Management: A Global Perspective, Westview Press, Boulder, pp. 263~281.
- 24) REINHARD, H. J. (1923) : Texas Agric. Exp. Stn. Bull. 308: 7~90.
- 25) SAKURATANI, Y. et al. (1994) : Appl. Entomol. Zool. 29: 307~315.
- 26) SHERMAN, M. and M. TAMASHIRO (1954) : Hawaii Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 23: 1~36.
- 27) SHIMIZU, T. and S. MORIYA (1996 a) : Appl. Entomol. Zool. 31: 181~184.
- 28) ——— (1996 b) : ibid. 31: 575~580.
- 29) ——— (1996 c) : ibid. 31: 626~628.
- 30) SUGIMOTO, T. et al. (1994) : ibid. 29: 349~358.
- 31) 安田慶次 (1996) : 応動昆 40: 97~102.
- 32) ———ら (1992) : 同上 36: 81~87.

! 好評の本誌「植物防疫」の特別増刊号!

各 B5 判

No. 1 天敵微生物の研究手法

送料 140 円

岡田斉夫 編者代表

222 ページ

定価 3,058 円 (本体 2,913 円)

天敵微生物の研究手法 (研究施設, 天敵微生物の探索・同定・増殖等) を詳しく解説。

No. 4 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル

送料 124 円

日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 編

172 ページ

定価 2,800 円 (本体 2,667 円)

作物病害防除では耐性菌に関しては避けて通れない問題である。その耐性菌の確認する検定方法を詳しく解説。

No. 5 日本産植物細菌病の病名と病原細菌の学名

送料 132 円

西山幸司 著

227 ページ

定価 3,200 円 (本体 3,048 円)

我が国で発生する植物細菌病の病名・学名 (新・旧)・報告者・文献名などを網羅いたしました。

No. 6 植物防疫誌にみるカメムシ類

送料 148 円

278 ページ

定価 2,940 円 (本体 2,800 円)

昭和 22 年の創刊号から平成 9 年までの関係論文全 61 編を年代順に再収録いたしました。

No. 7 植物防疫誌にみるフェロモン研究

送料 180 円

381 ページ

定価 3,150 円 (本体 3,000 円)

1968 年に誌面に登場し、1999 年までのフェロモン研究に関する論文 80 編を年代順に再収録しました。

お申し込みは直接当協会へ、前金 (現金書留・郵便為替) で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL (03) 3944-1561 (代) FAX (03) 3944-2103 メール: order@jppa.or.jp