

琉球大学学術リポジトリ

イモゾウムシ、アリモドキゾウムシの根絶は可能か —根絶防除計画の現状—

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): イモゾウムシ, アリモドキゾウムシ, 侵入害虫, ウリミバエ根絶, 根絶防除計画, サツマイモ, 問題点 キーワード (En): 作成者: 守屋, 成一 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015446

イモゾウムシ、アリモドキゾウムシの根絶は可能か —根絶防除計画の現状—

守屋成一

(沖縄県農業試験場)

Seiichi MORIYA : Is it possible to eradicate the West Indian sweetpotato and the sweetpotato weevils? Present status of the eradication program in Japan

緒言

サツマイモ(甘藷) *Ipomoea batatas* は全世界の栽培作物の中で第7位にランクされる重要作物であり(FAO, 1984)、国内の根系作物ではジャガイモ *Solanum tuberosum* に次いで現在第2位の地位を占めている。日本には1597年にもたらされたといわれ、主に西日本で栽培されている。サツマイモは耐干性があり貧栄養の土壌でも生育可能で、さらに台風常襲地帯である沖縄のような厳しい気候条件にも耐えることができる。したがって、比較的近年まで沖縄における最も重要な主食作物であった。

1993年10月末、日本最南端の八重山群島におけるウリミバエ *Bactrocera cucurbitae* の根絶が宣言され、これをもって2種の重要侵入害虫、ウリミバエとミカンコミバエ *B. dorsalis* は74年ぶりに国内より完全に駆逐された。そこで、サツマイモに対する侵入害虫イモゾウムシ *Euscepes postfasciatus*、アリモドキゾウムシ *Cylas formicarius*、およびサツマイモノメイガ *Omphisa anastomosalis* が次の根絶目標としてあげられた。サツマイモを含むこれら害虫の寄主植物である *Ipomoea* 属植物の生茎葉や生塊根を害虫の未分布地域へ移動することは植物防疫法によって厳しく規制されており、害虫の分布する南西諸島で生産されたサツマイモを本土市場に自由に出荷することはできない。このような状況下では、2種ミバエの場合と同様にこれら害虫を根絶することが問題の恒久的な解決策であると考えられる。

しかしながら、これらのサツマイモ害虫に対する根絶防除計画は着手されたばかりであり、現状では根絶

の成否を客観的に判断できるデータは決して十分ではない。また、被害程度や発生状況などを考慮して、2種ゾウムシの防除が優先されていることから、主に沖縄県での調査研究をもとに、ゾウムシ類根絶防除計画の現状を紹介し、付随する諸問題について考察する。

謝辞：沖縄県農業試験場病虫部の安田慶次氏、宮竹貴久氏には有益な指摘と助言をいただいた。記して謝意を表す。

侵入害虫アリモドキゾウムシ、イモゾウムシ

アリモドキゾウムシは南西諸島ばかりでなく、熱帯地方全域にわたるサツマイモの最も重要な害虫である。名和(1903)が1903年に沖縄で本種による激しい被害を報告していることから、本種の日本国内への侵入は1903年よりかなり以前であると思われる。その後、本種は南西諸島沿いに北上し、1915年に鹿児島県の与論島で発見された。そして、1965年、ついに九州本土南端の開聞町に到達した。幸いにも、薬剤を主体とする徹底的な防除によって、本種の分布北限はトカラ列島まで押し戻された(瀬戸口, 1990)。しかしながら、1994年には開聞町に隣接する山川町で再び発見され、現在、緊急防除が実施されている。

イモゾウムシは世界的に見てもサツマイモの重要害虫の1つであり、国内ではアリモドキゾウムシに並ぶ最重要害虫である。本種は1947年に沖縄本島中部の勝連町で発見された。発見経過から、本種はハワイ、サイパンからの米軍軍事物資に紛れ込んでいたか(高良, 1954)、第2次大戦後の南方諸地域からの引揚者と共に持ち込まれた(小濱, 1990)と推測されている。その

後本種は分布を急速に拡大し、現在では沖縄県のほぼ全域(安田・小濱, 1990)を含め、奄美大島以南に分布している。当時サツマイモは主食作物であったため、

市場取引が本種の分布拡大を人為的に加速したものと思われる(小濱, 1990)。図1に南西諸島における両種の侵入経過と現在の分布域を示した。

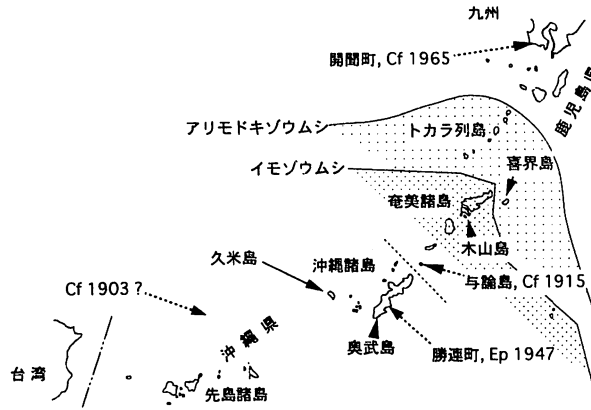


図1 南西諸島におけるイモゾウムシ (Ep), アリモドキゾウムシ (Cf), の侵入経過と現在の分布域

ゾウムシ類の被害と防除対策

2種ゾウムシは類似した生活史を持ち、成虫・幼虫がサツマイモの茎と塊根を食害する。野外では幼虫が収穫対象部位である塊根に食入するため、その被害は深刻である。さらに塊根は加害されると強烈な臭いと苦みを持つイポメアマロン (ipomeamarone) を生成する (Akazawa et al., 1960)。臭いと苦みはわずかな加害であっても塊根全体に広がるため、被害塊根は食用として全く適さなくなるばかりか、家畜の飼料として用いることもできなくなる。

1960年代にはヘプタクロルのような有機塩素系殺虫剤が多用され、防除効果を発揮していた。しかし、1970年初頭にこれら残効性の長い殺虫剤は相次いで使用禁止となり、両種の防除はきわめて困難となった (安田, 1990)。近年、安田 (1994) はカルボスルファン粒剤の株元局所施用が従来の圃場全面散布より効果的であり、両種の加害を防止できることを示した。また、合成性フェロモンを用いたアリモドキゾウムシ雄成虫大量誘殺による被害低減の試みもなされている (Yasuda, 1995)。一方、抵抗性品種の利用、収穫残渣や野生寄主の除去、輪作などの耕種的防除法が古くから提唱され

ている (栄, 1968)。アリモドキゾウムシの新たな分布域となった鹿児島県では、頻繁な殺虫剤散布に加え転作と野生寄主植物の徹底的な除去を行うことにより、本種の密度を激減させている (上, 1964)。ただし、これは国と県の指導による緊急避難的な防除対策であり、常時適用可能な手段ではない。

根絶防除

南西諸島に1匹でもゾウムシが存在する可能性がある限り、サツマイモ生塊根の南西諸島外への持ち出しは植物防疫法によって制限を受ける。もし塊根内のゾウムシを完全に殺虫できることが保証されるのなら、塊根の移動は条件付きで許可される余地がある。しかし、殺虫処理に必要な経費と時間を考えると、今日のサツマイモの価格では生産農家にとってあまり現実的な方法ではない。それ故、自由な県外出荷を目指す限り、残された道は根絶しかない。

全県をあげてミバエ類根絶防除事業を実施している最中に、ミバエ以外の害虫に十分な注意を払う時間がなかったのは、ある意味では当然である。根絶計画に携わる者にとっては、20年以上にわたってミバエだけ

が関心事であったともいえる。しかし、ミバエ類根絶事業が順調に進み、根絶達成が現実味を帯びてきたとき、状況は一変し、ミバエ類根絶後に何を成すべきかを考える余裕が生じたのである。ポスト・ミバエという観点に立つならば、ゾウムシ類は初めから根絶されることを運命づけられていたのであろう。

ウリミバエ根絶成功の理由

次のターゲットであるゾウムシ類の根絶に取りかかる前に、ウリミバエの根絶に成功した理由を検証しておくことは大切なことである。不妊虫放飼法の原理を最初に考案した Knippling (1964) によって、不妊虫放飼法の成否を決定する9つの条件や要因が示されている：

1. 交尾行動や性的競争力に重大な悪影響をもたらさずに不妊化できる方法があること。
2. 大量増殖法が確立されていること。
3. 低密度時の野外個体群に関する定量的な情報が得られること。
4. 不妊虫放飼法が有効に働くレベルまで野外個体群を低減させられる手段があること。
5. 野外個体群を上回る数の不妊虫を放飼するために、野外個体群の増殖率を査定できること。
6. 慣行の防除費用と現在の被害額が抑圧防除費用、および不妊虫放飼のための飼育・放飼費用を確実に上回っていること。
7. 再侵入や人為的持ち込みによって根絶状態が維持できない場合には、不妊虫放飼を継続し根絶状態を維持するための経費が、現行の防除費用と対象害虫の存在による被害額に見合うこと。
8. たとえ現行の防除方法あるいは不妊虫放飼法以外の根絶方法より経費がかかったとしても、不妊虫放飼法によって生活環境の危険度が軽減される利点があり、不妊虫放飼法の実施を正当化できるという見込みがあること。
9. 放飼された不妊虫が、根絶を達成・維持することによって生じる利益を帳消しにしてしまうような損害を作物や家畜および人体に与えないこと。

当然のことながら、ウリミバエの場合これらの条件は初めからいくつか満たされていたか、関係者のその後の努力で満たされたが故に根絶が達成されたわけである。さらに、日本で根絶防除を開始する際には、キュラソー島でのラセンウジバエとマリアナ諸島のロタ島でのウリミバエの根絶成功例を参照することができた。また、大量累代飼育を継続しても虫質の低下が少なかったこと、および不妊虫放飼法の効果に影響を及ぼすほどの不妊虫抵抗性系統が出現しなかったことも比較的短期間で根絶を達成できた大きな要因である。このような現象が生じるかも知れないことが予想されていたので、この点に関して我々は大変幸運であったといえる。最後に、行政当局が根絶防除事業に直接携わってきた研究者の意見を重視し、緊密な関係を維持してきたことも明記しておく必要がある。結果論ではあるが、日本のウリミバエの場合には根絶達成のための良好な環境条件が整っていたといえよう。

ゾウムシ類根絶の問題点

ウリミバエの根絶が比較的恵まれた環境条件にあったと考えられるのに対し、ゾウムシ類根絶の試みで、現状のままでは Knippling (1964) の提唱した9つの要件が満たされているとは言い難く、不妊虫放飼法を実行するためには山積した問題を早急に解決していかなければならない。さらには、2種ゾウムシの根絶は世界で初めての試みであるがために、あらゆる面で我々は常に初体験のことに遭遇している。

主な技術的問題点は以下の通りである：

1. γ 線照射によるアリモドキゾウムシの不妊化は生存率を低下させ、その結果性的競争力を低減させる (伊藤ら, 1993)。また、イモゾウムシでも同様な現象が起きている (小濱ら, 未発表)。
2. 大量増殖に適した人工飼料が未開発なために、生餌であるサツマイモの塊根を使わざるを得ない。そのため、人手を多く必要とする割には生産できる個体数に限界があり、また、虫質を一定にすることも困難である。

3. アリモドキゾウムシ雄成虫の野外調査には性フェロモントラップが利用できる (Yasuda et al., 1992) が、アリモドキゾウムシ雌成虫とイモゾウムシに関しては野外での効率的な調査採集方法がない。このことは、とくにイモゾウムシに関して、不妊虫放飼に先立っての効果的な抑圧防除法がないことをも意味する。
4. 両種とも、成虫がイモの茎ばかりでなく、塊根も加害するので、野外に放飼された不妊虫が深刻な被害を引き起こす可能性がある。
5. 一般にゾウムシ類の性別判定は容易であることが多いにもかかわらず、イモゾウムシでは羽化直後の個体 (Yasuda and Naito, 1990) を除くと肉眼での識別は困難である。したがって、性識別のために顕微鏡下で労力のかかる作業が各所で要求される。

鹿児島、沖縄両県の根絶事業の進捗状況

鹿児島県では現在アリモドキゾウムシのみを対象とし、一方、沖縄県ではイモゾウムシを主に扱うことになっている。ウリミバエの根絶達成は鹿児島県の方が沖縄県より4年早かったため、ゾウムシ類の根絶を目指した事業は鹿児島県で最初に実施された。

鹿児島県

アリモドキゾウムシ根絶技術確立事業が1988年から1993年にかけて行われた。不妊虫放飼法が適用されることとなり、不妊虫生産のためサツマイモ塊根を用いた大量増殖が実施された。閉鎖環境下では、99㎡のガラス室内に放飼されたアリモドキゾウムシ個体群を不妊虫放飼によって根絶することに成功した。次に、奄美大島に隣接する木山島 (35ha) で野外における小規模な根絶実験が始められ、標識再捕法によって木山島の雄成虫個体群はおおよそ1,000匹と推定された。1993年8月以来10日間隔で雌雄あわせて20,000匹の不妊虫が放飼されてきたが、1年以上経過した後も依然として野生虫の発生がみられる (アリモドキゾウムシ研究会, 1992; 鹿児島県, 1994; 牧野ら, 未発表)。

1994年、奄美大島東方20kmの喜界島 (5,687ha) でアリモドキゾウムシ根絶実証事業が開始された。実験は島内278haの地域を限定して行われ、1994年10月以降、毎週70,000匹の不妊虫が放飼されている。

沖縄県

1990～1993年にイモゾウムシ等根絶技術確立事業が実施された。この間に、両種の県内における分布や季節消長の調査、不妊化法、野生個体群の密度推定法、人工飼料の開発などが主に行われた。

引き続きイモゾウムシ等根絶実証事業が1994年に開始され、イモゾウムシに対しては不妊虫放飼法が、アリモドキゾウムシに対しては雄除去法が適用されることとなった。イモゾウムシの不妊虫放飼予備実験が沖縄本島南部沿岸の奥武島 (21ha) で開始され、1994年11月以降、毎週10,000匹の不妊虫が放飼されている。1995年11月以降、沖縄本島西方80kmに位置する久米島 (6,321ha) において毎週100,000匹の不妊虫を放飼する大規模な実験が予定されている。一方、アリモドキゾウムシに対する雄除去法として、1993年11月以来奥武島で性フェロモンと殺虫剤をしみこませたテックス板 (瀬戸口ら, 1991) が散布された結果、アリモドキゾウムシ野生個体群密度の低下が認められた。さらに、久米島で1994年11月以降、アリモドキゾウムシ根絶実験が実施され、上記テックス板が具志川村の実験地域約200haに毎月1回人力で散布されている。

ゾウムシ類根絶に関連する近年の研究成果

サツマイモ塊根を用いたアリモドキゾウムシの大量増殖法は鹿児島県で開発された (上門ら, 1993)。下地・小濱 (1994) はイモゾウムシの産卵行動の連鎖を明らかにした。さらに彼らはイモゾウムシの採卵器具を考案し、実験室内での人工飼料による飼育に成功している (Shimoji and Kohama, 投稿中)。また、これまで不可能と思われていた本種の蛹や老齢成虫での性識別法が提案された (Sugiyama et al.; Hiroyoshi et al., 未発表)。

虫体への影響を最小限にとどめる完全不妊化線量を

求めることは、不妊虫放飼法の実施にとって必須要件であるが、この分野ではアリモドキゾウムシ（岩元・荒巻, 1990; 伊藤ら, 1993）の方がイモゾウムシより研究が進んでいる。しかしながら、性的競争力を良好な状態に保ったまま不妊化する適切な方法はまだ見出されていない。

イモゾウムシの誘引物質はまだ同定されていないが、安田（1993）はサツマイモ塊根を誘引源とするトラップを開発した。このトラップを用いて、Kinjo et al.（1995）は植付直後のサツマイモ畑でのイモゾウムシ成虫密度を10,000匹/ha以上と推定した。

アリモドキゾウムシに関しては、性フェロモンの利用によって重要な情報が得られている。Sugimoto et al.（1994b）はフェロモントラップの有効範囲と雄成虫の分散距離を推定した。Sugimoto et al.（1994a）は成虫個体群密度の推定法方を考案し、現在根絶実証事業が行われている鹿児島県喜界島における雄成虫のピーク時の個体数を約400万匹と推定した（Sugimoto et al., 1994c）。沖縄本島では、Miyatake et al.（1995）により、アリモドキゾウムシ雄成虫の分散距離が気温と寄主植物の存在との関連で調査された。また、Miyatake et al.（未発表）は約38,000匹の標識雄成虫を放飼して、少なくとも海上を2km以上飛翔した個体があったことを証明した。

実験室内では、アクトグラフによる計測でイモゾウムシ雌雄成虫間に歩行による活動量の差は少ないことが示された（守屋, 1994）が、フライトミルを用いた計測では、アリモドキゾウムシ雄成虫は雌成虫より明らかに高い飛翔能力を示した（Moriya, 1995）。本種野生雌成虫に関するデータが乏しい現状では、この結果は野外での雌成虫の行動を考える上で重要である。

沖縄県ミバエ対策事業所は、野外条件を想定した室内実験でサツマイモ塊根が両種成虫に加害されても、イポメアロン生成に由来する特有の苦みはほとんど検出されなかったことを見出している。この結果が野外でも当てはまるなら、前出の主な技術的問題点の4番目は解決されたことになる。

現在行われている研究によって新発見が急速に蓄積されてはいるが、野外で適用可能な研究手段に限られているため、残念ながら基礎研究レベルにおいても両種野外個体群の実態を把握できる段階に到達しているとは言いがたい状態である。

将来展望

ミバエ類の根絶成功は世界的にも高い評価を受け、沖縄の人々の間でも大変有名な話になった。そのため根絶こそ最良の害虫防除手段だと短絡的に考えられるようになり、さらにはミバエの余勢を駆ってゾウムシ類も簡単に根絶できると信じられているようである。これはミバエ類の根絶成功がもたらしたいわば‘負の遺産’とも言える。研究者は言うに及ばず、このような楽観論者の人々もミバエ類とゾウムシ類との間の大きな違いを認識することが重要である。ミカンコミバエ、ウリミバエ根絶防除事業が残した‘負の遺産’を払拭するためにも、今後ミバエとゾウムシを単純比較することは避けるべきであろう。

生態学的、行動学的見地にたった基礎研究が必須であることは言うまでもない。あえてミバエとゾウムシを比較すれば、ミバエ類の根絶事業が開始されたとき、スタッフのほとんどは20代、30代前半の若さであった。そして、「事業が少しぐらいいくなくても勉強しろ、研究をやって論文を書け」（伊藤, 1980）という声に支えられ、研究に没頭した彼らの猛烈な努力が事業を成功へ導いたといえるだろう。現状では何よりも、① 人（若さと情熱を持った研究者集団）、② 金（研究を保証する十分な予算）、③ 時間（地道な研究を許容できる超長期計画）、が必要である。困難な根絶防除計画の達成を真に望むのなら、これらの要求は決して法外なものではない。

ゾウムシ類の根絶事業を担う沖縄県ミバエ対策事業所は、ウリミバエ根絶達成の翌年から職員と予算を大幅に削減され、沖縄県農業試験場では虫害部門の定員削減が実施されようとしている。我々をとりまく状況はきわめて厳しいが、いつかゾウムシ類根絶達成の日

が来ることを確信したい。

引用文献

- 1) Akazawa, T., I. Uritani and H. Kubota 1960. Isolation of ipomeamarone and two coumarin derivatives from sweet potato roots injured by the weevil, *Cylas formicarius elegantulus*. Arch. Biochem. Biophys. 88: 150-156.
- 2) アリモドキゾウムシ研究会 1992. アリモドキゾウムシの根絶に向けて(最近の研究成果の概要). 名瀬, 鹿児島県農業試験場大島支場, 216p.
- 3) FAO 1984. FAO production yearbook, 1983. FAO, Rome.
- 4) 伊藤嘉昭 1980. 虫を放して虫を滅ぼす 沖縄・ウリミバエ根絶作戦私記. 東京, 中央公論社. 185p.
- 5) 伊藤俊介・東 正裕・吉田 隆・永山才朗・亀田尚司・徳永太蔵・押川幹夫・前田 力 1993. アリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* (Fabricius) 蛹の低線量 γ 線照射による不妊化について—妊性, 性的競争力, 生存率および奇形の発生に与える照射の影響—. 植防研報. 29: 45-48.
- 6) 岩元順二・荒巻弥弘 1990. ガンマ線照射によるアリモドキゾウムシの不妊化. 植物防疫. 44: 124-126.
- 7) 鹿児島県 1994. 平成5年度特殊病害虫特別防除事業の概要. 95p.
- 8) 上門隆洋・瀬戸口 脩・前田 力 1993. サツマイモによるアリモドキゾウムシの大量飼育法. 鹿児島農試研報. 21: 11-22.
- 9) Kinjo, K., Y. Itô and Y. Higa 1995. Estimation of population density, survival and dispersal rates of the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae), with mark and recapture methods. Appl. Entomol. Zool. 35: 313-318.
- 10) Knipling, E.F. 1964. The potential role of the sterility method for insect population control with special reference to combining this method with conventional methods. USDA-ARS-33-98:1-54.
- 11) 小濱継雄 1990. 沖縄におけるアリモドキゾウムシ及びイモゾウムシの侵入の経過と現状. 植物防疫. 44:115-117
- 12) Miyatake, T., K. Kawasaki, T. Kohama, S. Moriya and Y. Shimoji 1995. Dispersal of male sweetpotato weevils (Coleoptera: Curculionidae) in fields with or without sweet potato plants. Environ. Entomol. 24: in press.
- 13) 守屋成一 1994. 光電スイッチによるアリモドキゾウムシ・イモゾウムシ活動量の計測(予報). 九病虫研会報. 40: 113-114
- 14) Moriya, S. 1995. A preliminary study on the flight ability of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Apionidae) using a flight mill. Appl. Entomol. Zool. 30: 244-246.
- 15) 名和梅吉 1903. 蟻形象鼻蟲に就て. 7: 327-330.
- 16) 栄 政文 1968. アリモドキゾウムシ. イモゾウムシ. 奄美群島に発生する特殊病害虫. 鹿児島農試大島支場, pp. 27-57.
- 17) 瀬戸口 脩 1990. 奄美群島におけるアリモドキゾウムシの発生生態と防除対策. 植物防疫. 44:111-114.
- 18) 瀬戸口 脩・中村洋一・久保義昭 1991. 合成性フェロモンと殺虫剤を混用したアリモドキゾウムシの誘殺板. 応動昆. 35: 251-253.
- 19) 下地幸夫・小濱継雄 1994. イモゾウムシの産卵行動. 応動昆. 38: 43-46.
- 20) Sugimoto, T., S. Sakuratani, O. Setokuchi, T. Kamikado, K. Kiritani and T. Okada (1994a) Using the mark-and-release method in the estimation of adult population of sweet potato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) in a

- sweet potato field. Appl. Entomol. Zool. 29: 11-19.
- 21) Sugimoto, T., S. Sakuratani, O. Setokuchi, T. Kamikado, K. Kiritani and T. Okada (1994b) Estimations of attractive area of pheromone traps and dispersal distance, of male adults of sweet potato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera, Curculionidae). Appl. Entomol. Zool. 29: 349-358.
- 22) Sugimoto, T., S. Sakuratani, O. Setokuchi, K. Kawazoe, K. Kiritani and T. Okada (1994c) Estimation of male adult population of sweet potato weevils, *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera, Curculionidae) on Kikai Island in Japan. Appl. Entomol. Zool. 29:359-367.
- 23) 高良鉄夫 1954. 琉球におけるサツマイモノメイガ並びにイモゾウの傳藩と防除. 植物防疫. 8: 436-438.
- 24) 上 忠衛 1964. 鹿児島県西之表市におけるアリモドキゾウムシの防除について. 植物防疫. 18: 197-200.
- 25) 安田慶次 1990. イモゾウムシの発生生態. 植物防疫. 44: 118-120.
- 26) 安田慶次 1993. 沖縄県におけるアリモドキゾウムシ、イモゾウムシのサツマイモ畑での発消生長. 九病虫研会報. 39: 88-90.
- 27) 安田慶次 1994. イモゾウムシ・アリモドキゾウムシの発生生態と防除方法. 農薬. 41(3): 11-14.
- 28) Yasuda, K. 1995. Mass trapping of the sweet potato weevil *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Brentidae) with a synthetic sex pheromone. Appl. Entomol. Zool. 30: 31-36.
- 29) 安田慶次・小濱継雄 1990. 沖縄県におけるイモゾウムシとアリモドキゾウムシの分布. 九病虫研会報. 36: 123-125.
- 30) Yasuda, K. and T. Naito 1991. External characters for discriminating sex in the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae). Appl. Entomol. Zool. 26: 422-424.
- 31) 安田慶次・杉江 元・R. R. Heath 1992. アリモドキゾウムシの合成性フェロモンの野外条件下における誘引性. 応動昆. 36: 81-87.