

Title	続・本土を脅かす「特殊害虫」アリモドキドウムシとその根絶技術の現状
Author(s)	杉本, 毅
Citation	makoto. 1998, 104, p. 2-7
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/85862">https://doi.org/10.18910/85862</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 続・本土を脅かす「特殊害虫」アリモドキゾウムシとその根絶技術の現状

近畿大学農学部昆虫学研究室

教授 杉本 毅

## 1. アリモドキゾウムシ再論

アリモドキゾウムシの生物学的特性については、本誌第88号と94号ですすでにご紹介済みであるが、念のため要点のみ再度ご紹介する。

本種は、アジア、アフリカ、アメリカの熱帯、亜熱帯地方に広く分布するサツマイモ害虫である。わが国では、1903年の沖縄県における報告が初記

録であり、以後加害イモとともに人によって運ばれて北上を続けている(図1)。雌成虫は、イモづるの株元や地下のイモに産卵する。イモは、幼虫にかじられるとみずからの生体防御反応によってアポメアロンなどの、いわゆるファイトアレキシンを生成する。このため、黒っぽく変色して悪臭を発し、人の食用どころか豚も嫌がって食べない。南西諸島では、せっかく収穫したイモの半分以上がこうした被害に見舞われることがあり、農家の栽培意欲を著しくそいでいる。一方、この害虫は、熱帯、亜熱帯起源にもかかわらず耐寒性が高いようで、もし本土に侵入すれば、定着、加害することが懸念され、「植物防疫法」によって「移動規制対象害虫」に指定され、虫体はもちろん、サツマイモなど寄主植物のこれら地域からの持出しが禁止されている。もちろん、違反すれば法律によって罰せられる。皆さんの中には、この夏沖縄や奄美方面にお出かけになって、海空港などでこの旨協力を呼びかけた農水省植物防疫所発行のポスターやチラシをご覧になった方も多いと思う。ところで、南西諸島の重要産業であるサトウキビ栽培は、労働がきつく、農家の高齢化にもなって先行きが不安視されている。そこで、降霜がない土地柄から冬でも栽培可能で、しかも台風に強いサツマイモが転換作物として注目されている。しかし、本種がいるかぎり栽培がむずかしく、ましてや本土への出荷は法律上できない。農業振興のためには、この害虫を根絶する他ないわけである。

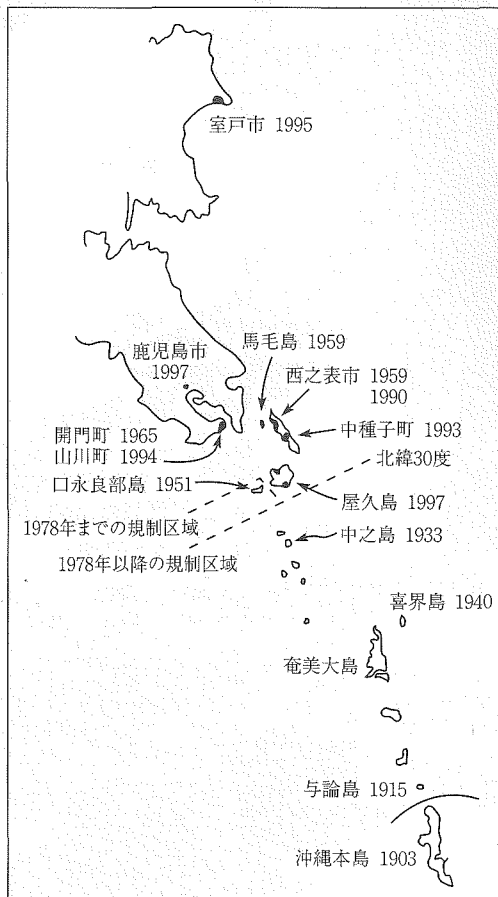


図1 アリモドキゾウムシの北上の様子(図中の数字は発見年を示す)

## 2. 侵入と「緊急防除」その後 物流の激化

大阪府では、この数年、セアカゴケグモやO 157と大騒動が持ち上がり、この小文をお読み下さる

方々のなかにも、その対策にご苦労された方が多いことと思う。いずれも、元を質せばわが国のあらゆる分野で急速に進むグローバル化の副産物に他ならない。農業分野も例外でなく、オランダで生産された切り花は数日を経ずして大阪の花屋さんの店頭を飾るといった具合で、まさにボーダレス時代の渦中にある。大量の農産物がかかってないスピードで移動するわけで、それにとまって害虫が移動するリスクも当然高くなる。植物防疫所では、水際でこれらの害虫の侵入を防ぐために海空港で日夜健闘しているが、完全防止はむずかしい状況にある。

物流の激化は国内でも同様で、特に宅配便の普及はこれに拍車をかけた。宅配便の内容物は自己申告制であるため、アリモドキゾウムシの発生地域から被害イモが持ち出される危険性は否めない。また、植物検疫の対象外の漁港間移動なども法の抜け穴となりかねない。植物防疫所では広報活動に力を入れているが、いずれにしても国民の深い理解と協力が不可欠であることは言を待たない。最近、沖縄の「紅イモ」が健康食ブームに乗って人気があると聞く。那覇植物防疫事務所に申し出ると無料で生イモの「蒸熱処理」を受け、移動許可を得ることができる。生イモの持出しを希望される向きには、これをお勧めしたい。ただし、奄美地方にはこの装置がないので、生イモの持出しは一際許されない。

### 絶えない侵入

前報でご紹介したように、北緯30度線に近い種子島や薩摩半島では度々侵入があり、その都度、法律に基づいて「緊急防除」が実施されてきた。1995年には高知県室戸市の農村地帯でこの害虫が発見され、関係者を驚愕させた(図1)。種子島の西之表市と室戸市では現在も継続中であるが、いずれも関係者の献身的な努力によって昨年来捕獲虫数がゼロとなり、本年中の緊急防除地域指定の解除を目指して本年8月から3ヶ月の予定で国による駆除確認調査が行われている。しかし、アリモドキゾウムシの侵入はこれで終わったわけではない(図1)。昨年(1997年)8月には、鹿児島市内の団地で街灯に飛来した成虫が、たまたまその団地に住む門司植物防疫所の植物防疫官によって発

見された。調査の結果、ある住民のベランダに放置されたダンボール箱の中のわずか13個のサツマイモが発生源であった。これは奄美大島に住む親戚から5月に送られてきた宅配便の荷物の中に入っていた。地元自治体によって防除が行われ、本年6月に根絶できた。おいしいイモを都会に住む親戚におすそわけしようとの善意からでた行動であったことを疑うものではないが、この1件には啓蒙活動と同時にこの制度に対する国民の理解と協力がいかに重要か痛感させられる。つぎに、同じく昨年12月に屋久島の北部に位置する上屋久町で発見された。ことの起りは、同島南部の屋久町でサツマイモのもう1つの移動規制対象害虫であるイモゾウムシが発見されたのを機会に全島調査を行って確認された。屋久町でも、わずかながらアリモドキゾウムシも発見された。イモゾウムシも、南西諸島に広く分布するサツマイモの大害虫であり、アリモドキゾウムシとまったく同様の被害をもたらす。ところで、屋久島では、近年ボンカン栽培が盛んであるがヤクザルの被害が悩みの種となっている。サル対策に、文字通りの「犬猿の仲」を当てこんでこのミカン園でも犬を用い棒代りに飼っている。1匹では相手に甘く見られるため2匹以上をいっしょに飼っている。その餌代が馬鹿にならないので、サツマイモを自家栽培して与えてきた。ところが、最近、せっかく与えたイモを犬が嫌がるようになったというのが、イモゾウムシ発見のきっかけであった。上屋久町では、発生地域として361haが指定され、本年(1998年)7月から緊急防除が始まった。一方、イモゾウムシでは、効率のよいモニタリング技術が未開発のため分布域の確定に手間取り、現在のところ発生確認地域で殺虫剤散布によって防除すると同時に、生イモを利用したトラップや寄主植物の切開調査によって全島における分布実態の把握に努めている。

### ハードな防除技術

緊急防除においては、それまでに開発された技術を駆使して、早急に当該害虫を根絶することが求められる。前報でご紹介したように、アリモドキゾウムシの効果的な緊急防除を可能にした技術として、先ず「殺虫剤」の開発をあげなければな

らない。殺虫剤には旗色の悪い昨今ではあるが、この強力な殺虫技術がなければ緊急防除は不可能であったろう。次いで、個体群の分布や消長などの効率的なモニタリングを可能にした、1986年にアメリカ農務省研究所によって発見された性フェロモンとその合成法の確立、およびそれを応用したフェロモン・トラップの開発があげられる。新しい侵入地では個体群の生息密度はあまり高くないので、害虫は寄主植物のある所にはどこにでもいるわけではなく、いわゆるスポット状分布をしている。そのスポットを見つけだすために、「簡易粘着トラップ」が用いられている。安価だけにこれを多数設置し、スポットが見つかったら、その寄主植物を手や除草剤を用いて徹底除去し、そのあとに殺虫剤を徹底的に散布するという方法が採られている。

ところで、大量の殺虫剤と除草剤を使用し、植生にかなりのダメージを与える現行のハードな防除技術は、南西諸島からアリモドキゾウムシを根絶するのにそのまま使えるだろうか。緊急防除ではその緊急性と対象地域が限定されるので許容されても、南西諸島全域においてこうした手法を用いることは、環境問題が厳しく問われる今日にあってはとてども許されないだろう。

### 3. ソフトな防除技術—不妊虫放飼法 個体群を自滅へ

前報でご紹介したように、私たちは鹿児島県に協力して環境により調和した根絶技術として「不

妊虫放飼法」の開発に取り組んできた。その開発の現状をご紹介する前に、不妊虫放飼法の原理について簡単にご説明したい。

この方法は、アメリカのKnippling博士によって提案され、牧畜害虫ラセンウジバエの根絶に威力を発揮し注目を集めた。その後、世界中で種々の害虫に適用され、わが国では、ご存じのように1993年にこの方法によって南西諸島からウリミバエが根絶された。大量増殖した害虫に放射線照射などによって不妊化处理を施し、こうして生産された大量の不妊虫を野外に放飼する。不妊虫と交尾した野生虫は子孫が残せないで、大量放飼した不妊虫に野生虫と交尾競争をさせて野生虫同士の交尾機会を奪って繁殖を抑え、自滅に導こうというのがその原理である。彼は、表1に示すモデル計算によってこの方法の有効性を唱えた。計算の前提として、不妊虫の交尾競争力は野生虫と同等で、交尾機会は均一と仮定する。当初、野生個体群は100万匹からなり、毎世代900万匹の不妊虫を放飼すると仮定する。無防除個体群は最大密度に達するまで世代あたり5倍に増殖し、野生虫同士で交尾した場合にも同様に5倍に増殖するが、一方または両方が不妊虫である交尾によっては繁殖ゼロとする。無防除個体群では、第2世代には500万匹に増える。一方、900万匹の不妊虫を放飼すると、100万匹の野生個体群のうち1/10、すなわち10万匹だけが正常な交尾を行い、5倍に増えて50万匹の子孫をつくる。第2世代でも900万匹の不妊虫を放飼するので、不妊虫対野生虫の比は

表1 無防除のとくと、はじめの密度の9倍に相当する不妊虫を毎世代放飼したときの野生虫個体群の変化<sup>1)</sup>

世代	無防除の場合の個体数 (×1000)	毎世代900万匹の不妊虫の放飼をうけた個体群				
		自然個体数	不妊虫個体数	不妊虫対正常虫の比	繁殖しうる害虫数	子孫数
1	1,000	1,000,000	9,000,000	9:1	100,000	500,000
2	5,000	500,000	9,000,000	18:1	26,316	131,580
3	25,000	131,580	9,000,000	68:1	1,907	9,535
4	125,000 <sup>2)</sup>	9,535	9,000,000	942:1	10	50
5	125,000 <sup>2)</sup>	50	9,000,000	180,000:1	0	0

1) すべての繁殖しうる昆虫は5倍の数の子孫をもたらす。

2) 仮定された最大密度。

18:1となり、1/19すなわち26,316匹が正常な交尾をし、5倍に増殖して子孫は131,580匹になる。第5世代では、不妊虫対野生虫の比が極めて高くなり、正常な交尾は期待できなくなり、根絶できることになる。ただし、不妊虫の交尾競争力は野生虫に比べて劣るのが普通であるから、もしその競争力が1/2に低下したとすると放飼不妊虫数を2倍に増やさないと釣り合わない。したがって、競争力が低いほど多くの不妊虫が必要になる。また、野生虫が多いほど多くの不妊虫が必要になるので、実際には不妊虫放飼前に何らかの手段を用いて野生虫を減らす、いわゆる「抑圧防除」が行われる。

#### 木山島のモデル実験

木山島におけるモデル実験については、本誌94号に詳しくご紹介したので、ここでは詳述を避ける。世界を見渡すと、わが国のウリミバエをはじめ、ハエ、カ類やガ類について不妊虫放飼法の根絶成功例はあるが、甲虫については未だない。普通、不妊化のためガンマー線照射によって生殖細胞にダメージを与え、優性致死突然変異を起こす方法が採られる。この時、甲虫では多くの場合、生殖細胞と体細胞のガンマー線に対する感受性差が小さいため体細胞もダメージを受けるので、この方法の適用が難しいといわれている。われわれは、試行錯誤の末、80Gyの線量を27~28日目の虫にイモごと照射すると、体細胞へのダメージが比較的少なくて完全に不妊化できることを突き止めた。そこで、奄美大島の南東隅にある木山島(35ha)の一隅でモデル実験を行った。この場所は険しい岩山によって周囲から隔離され、海に面した1haばかりの平地であり、波打ち際に沿って寄主植物のゲンバイヒルガオが繁茂し、アリモドキゾウムシが低い密度で生息していた。1994年7月以後、10日間隔で1~3万匹づつの不妊虫放飼を始めた。粘り強い放飼作業の結果、1995年夏には同島の他部分では個体群が急増したのにこの地域ではゼロとなり、以後捕獲されなかった。その年の秋に、その地域に繁茂していた寄主植物を徹底採取して切開調査したが、生きた虫は全く認められなかった。ささやかではあるが、この成功は甲虫でも不妊虫放飼法による根絶が可能であることを示す世界初

の成功例である。

#### 喜界島での根絶実証事業

**場所の設定** 木山島のモデル実験で根絶に成功したとはいえ、実用化となるとクリアしなければならない問題が多々ある。なかでも、木山島の実験は小規模で植生が単純な条件下で行われたが、同じ方法がより大規模で複雑な条件下においても有効に機能するか確認が必要である。奄美大島の北東約30kmにある喜界島(図1)における実証事業は1994年から細々と続けられていたが、1996年から本格的に取り組み、それまで実施していた同島南部の上嘉鉄地区内に畑、集落、藪が入り乱れて最も植生が複雑で、しかもアリモドキゾウムシが最も高い密度で生息していた32haの地域を「重点地区」に指定し、この地域での根絶を目指すこととした。外部からの侵入を緩和するため、この地区を取り巻く248haの地域を「一般地区」に指定し、その外周に「侵入防止帯」を設けた。さらに、15km南に位置する荒木地区に「対照区」(50ha)を設けた。予め、誘殺剤を散布して害虫密度を低くしてから、重点地区では週1回10万匹を寄主植物上に手撒きで直接に放飼した。さらに、一般地区では同様に30万匹を定点放飼し、さらに侵入防止帯では定期的に誘殺剤を散布した。

**作業の全容** 本誌94号でも掲載したが、根絶作業の全容を図2に示した。不妊虫放飼法は単一技術ではなく、多くの要素技術からなる技術体系であることがわかりいただけと思う。これらの要素技術がすべてそろわないと機能しないわけで、全体が走り出すのに多くの時間と労力を要した。詳しくは前報に譲るとして、これらの技術のうち基幹的なものについて簡単にご紹介する。1) **大量増殖** 安価で効率のよい人工飼料が望まれるが、残念ながら未開発であり、現在は生イモを使用している。ウリミバエ根絶事業で用いられた奄美大島にある増殖施設で、生産ユニットとしてプラスチック製タッパー(30×40×15cm)を用い、この中に約800gのイモとともに1500対相当の正常虫を放して3日間産卵させ、そのまま保管する。当初は白黴菌やイモの黒腐病が発生して大量死が起こったが、イモを適度に湿らせたオガクズの中で保管することでほぼクリアできるようになり、1997

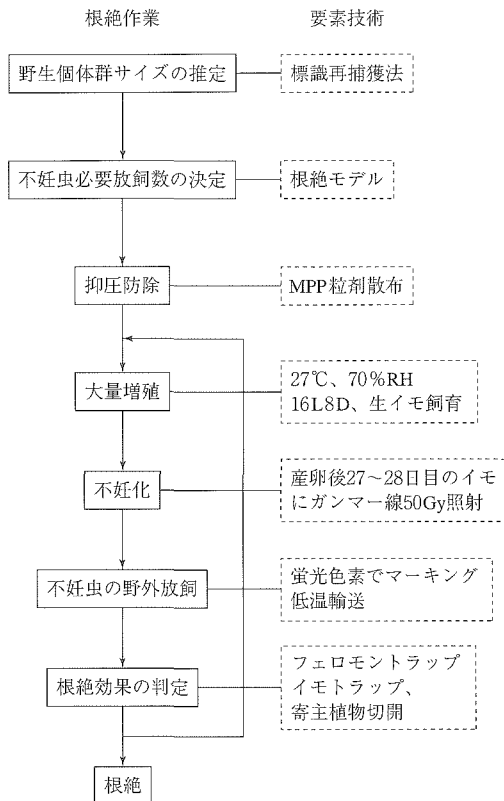


図2 根絶作業のフローチャートと主要要素技術群

年以降は実証事業に必要な週あたり50~70万匹を安定生産している。イモ1gあたり1.74匹の歩留りである。2) **不妊化** 上記の施設に併設された放射線照射施設で、産卵後27~28日目の虫に、食入したイモごと<sup>60</sup>Coのガンマー線を当初は80Gy、1996年11月以降は50Gyの線量で不妊化处理している。当初、完全不妊化できる最低線量として80Gyを選んだが、体細胞へのダメージが大きくて不妊虫放飼法の実用化の障害となることがわかったので、線量を50Gyに下げた。この線量では、体細胞へのダメージはほとんどないが、発育の進んだ極く一部の個体が精巢内に持つ極くわずかの先熟精子を不妊化できない。しかし、放飼した大量の不妊虫の中にこの程度の妊性虫が混じっていても、実際上は問題ないことが理論的にもわかった。3) **抑圧防除** 不妊虫放飼法の原理の項で述べたように、野生虫数に対する放飼不妊虫数の比がある限界値を越えることが根絶成功の鍵であり、野生虫が多

いほど多くの不妊虫を必要とする。したがって、経費節減のためにあらかじめ何らかの手段によって野生虫数を減らす、いわゆる「抑圧防除」が必要である。当初は、ウリミバエの根絶法にならって「誘殺剤」を根絶対象地域に撒いて野生虫を減らす方法を採用したが、後に殺虫剤に切替えた。抑圧防除の効果をあげるには、野外個体群の低密度期にあたる越冬期から春先きに抑圧防除をかけるのが得策である。越冬調査の結果、野外ではこの虫は未交尾または交尾済みの成虫として、また寄主植物に食入した幼虫や蛹として越冬することがわかった。越冬成虫は3月に入ると繁殖活動を開始し、幼虫や蛹として越冬したものは3~5月にかけて羽化脱出し繁殖活動に入るとされる。ここで、困った問題が浮上してきた。交尾済みで受精嚢内に精子を貯えたまま越冬した雌は、もちろん雌だから誘殺剤に誘引されないし、放飼した不妊雄と交尾しないでそのまま繁殖するので、不妊虫放飼法はこれらの虫に関しては機能しない。これらの虫を放置すると根絶の障害になることがわかった。この解決手段として、今のところ殺虫剤の使用において有効な手段は見当たらない。こういう理由から抑圧防除の手段を殺虫剤に切替えた。木山島におけるモデル実験初期のデータを見ると、トラップあたり捕獲された平均野生虫数に対する1㎡あたり放飼した平均不妊虫数の比は11.7であった。この比を根絶成功の条件とみなすと、トラップで平均1匹の虫が捕獲されると1㎡あたり11.7匹以上の不妊虫を放飼しなければ根絶できないことになる(ただし、80Gy照射虫の場合)。一方、経済性など種々の要因を考えると、1㎡あたり10匹以内の放飼密度で根絶できないようでは、実用的な根絶技術として役立ちそうにない。以上から、4~5月におけるトラップあたり平均捕獲数が1匹以下になるよう、抑圧防除によって野生虫密度を抑えておかなければならないことがわかった。

**事業の経過** 図3に、本格的に事業に入った1996年以降の重点地区と対照区における野生虫捕獲数の経時変化を示した。図3では、捕獲虫数は1日あたり1000トラップあたりの換算値であり、特に縦軸は対数表示である点にご注意願いたい。不妊

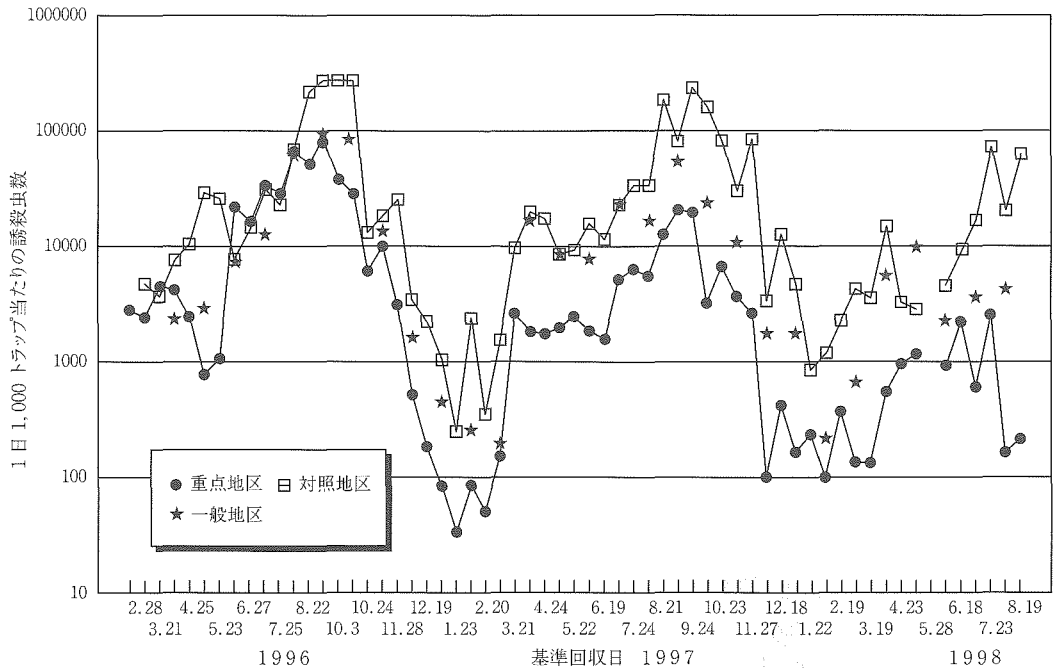


図3 喜界島におけるアリモドキゾウムシ根絶実証事業の経過

虫は週1回寄主植物の上に手撒きによって放飼することとし、モニタリングは重点地区で30個、対照区で10個のフェロモン・トラップをそれぞれ半月ごとに2日間設置して虫を捕獲した。1996年には、抑圧防除はそれ以前に行った誘殺剤の散布だけで、1㎡あたり10匹の不妊虫を放飼した。対照区に比べると重点地区の野生虫密度は低下したが、根絶には遠かった。1997年には、春先きに抑圧防除として殺虫剤MPP粒剤を3、4月上旬に計2回散布し、不妊虫の放飼密度は前年と同じとした。対照区に比べてさらに野生虫密度は低下したが、根絶にはなお遠かった。ただし、もともと密度の低かった重点地区内の集落部のイモ畑ではほぼ根絶できた。しかし、野生虫密度の高かった藪や海岸のゲンバイヒルガオ群落では、1㎡あたり10匹という放飼密度で根絶するには抑圧防除の効果がなお弱過ぎることがわかった。そこで、1998年には3、4月の計2回の殺虫剤散布の他に前年12月にも散布した。その結果、前年の抑圧防除よりは効果的であったが、それでも不十分で、5月の野生虫捕獲数が1トラップあたり2匹を越えた。本年は本実証事業の最終年にあたることなどの諸事情

から、不妊虫の放飼密度を6月から1㎡あたり30～40匹に高めた。その結果、例年の急増期にあたる7～8月に野生虫捕獲数は増減しながら減少傾向にあり、8月には昨年にくらべて捕獲数が2桁小さくなったことに注目願いたい(図3)。重点地区は高い塀で外部から遮られているわけではなく、まったくの開放系であるので、たとえ根絶できても外部からの飛来によって捕獲虫数がゼロになることは期待できそうにない。もうしばらく様子を見て根絶の成否を判断することになる。

この実証事業から、かなり複雑な条件下でも現在開発中の不妊虫放飼技術は有効であることがほぼ実証された。しかし、実用化のためには、差し当たり、より効率的な抑圧防除法の確立や飼料のコストダウンなどいくつかの問題点がなお残されている。不妊虫放飼法の完成に向けて、関係者は今後とも問題解決に急き立てられ、当分悩みから解放されることはなさそうである。