

## さつまいもの蒸熱処理

—アリモドキゾウムシ、イモゾウムシ、サツマイモノメイガの  
殺虫及びさつまいもの熱障害—

島袋智志\*・石川昭彦\*\*・岩田雅顕  
坂口忠史\*\*・牧口 寛\*\*・勝又 肇\*\*\*

那覇植物防疫事務所

Efficacy of Vapor Heat Treatment on Sweet Potato Infested with Sweet Potato Weevil, *Cylas formicarius* (FABRICIUS) (Coleoptera: Brentidae), West Indian Sweet Potato Weevil, *Eucepes postfasciatus* (FAIRMAIRE) (Coleoptera: Curculionidae), and Sweet Potato Vine Borer, *Omphisa anastomosalis* GUENÉE (Lepidoptera: Pyralidae). Satoshi SHIMABUKURO, Akihiko ISHIKAWA, Masaaki IWATA, Tadashi SAKAGUCHI, Satoru MAKIGUCHI and Hajime KATSUMATA (Naha Plant Protection Station, 2-11-1, Minatomachi Naha 900, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 33: 35-41 (1997)

**Abstract:** Tested were mortality of Sweet Potato Weevil (SPW), *Cylas formicarius* (FABRICIUS), West Indian Sweet Potato Weevil (WISPW), *Eucepes postfasciatus* (FAIRMAIRE) and Sweet Potato Vine Borer (SPVB) *Omphisa anastomosalis* GUENÉE, infesting in Sweet potato, *Ipomoea batatas* L., and thermal injuries on or in sweet potato by Vapor Heat Treatment. Above three species were treated by forced air of single-temperature at 48°C with saturated vapor (>94% R. H.). After sweet potato temperature (at innermost part) reached 47°C, no survivors were observed in SPW, WISPW, and SPVB treated for 150, 60, and 90 minutes respectively. On the other hand, the single-temperature treatment (STT) of 47°C—150 min. promoted the rot of sweet potato stored for 2 weeks after treatment. The rot of sweet potato was suppressed by incremental-temperature of the air from 31 to 41°C for 240 minutes with saturated vapor prior to STT of 47°C—150 min. However, survivors of SPW pupae were found in incremental-temperature treatment (ITT) plus STT of 47°C—150 min. ITT might give adverse effect on the mortality expected in following STT. When the holding time in STT prolonged to 190 minutes (ITT plus STT of 47°C—190 min.), 59, 154 SPW pupae were killed in large scale test. Also no injuries were occurred on or in sweet potato in ITT plus STT of 47°C—190 min.

**Key words:** vapor heat treatment, sweet potato, *Cylas formicarius*, *Eucepes postfasciatus*, *Omphisa anastomosalis*.

### はじめに

南西諸島では紅いものと呼ばれる肉色が赤紫のさつまいも (*Ipomoea batatas* L.) が栽培されている。沖縄県においても、さつまいもは年間約10,000tが生産されるが、そのほとんどは紅いものである。一方、これらの地域にはさつまいもの重要な害虫であるアリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* (FABRICIUS), イモゾウムシ *Eucepes postfasciatus* (FAIRMAIRE) 及びサツマイモノメイガ *Omphisa anastomosalis* GUENÉE が分布するた

め、本土等これら害虫の未発生地域へのさつまいもの移動が植物防疫法により禁止され、紅いもの消費は沖縄県内に限られている。

蒸熱処理は、南西諸島からミカンコミバエ及びウリミバエが根絶される以前に、これらの寄主植物であるピーマン (杉本ら, 1983), マンゴウ (砂川ら, 1987), ニガウリ (砂川ら, 1988), パパイヤ (砂川ら, 1989) 及びネットメロン (岩田ら, 1990) の消毒方法として実用化された。

筆者らはさつまいも (紅いもの) の消毒方法として蒸熱処理の適用を考え、3種害虫に対する殺虫効果及びさつまいもの熱障害について調査したのでその結果を報告する。

本文に入るに先立ち、有益なご助言をいただいた鹿

\*現在、沖縄開発庁沖縄総合事務局

\*\*現在、神戸植物防疫所業務部

\*\*\*現在、横浜植物防疫所調査研究部

児島県農業試験場馬場透氏，さつまいもの入手に当たりご協力をいただいた伊江村農協，読谷村さつまいも部会の皆様，原稿の御校閲をいただいた横浜植物防疫所調査研究部高野利達次席調査官並びに土肥野利幸調査官に厚くお礼申し上げます。

## 材料及び方法

### 1. 供試虫及び供試さつまいも

アリモドキゾウムシ及びイモゾウムシは1989年沖縄県読谷村，サツマイモノメイガは，1990～1991年沖縄本島北部及び石垣島のさつまいも圃場から採集し，那覇植物防疫事務所の飼育室（ $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ，14L：10D）で累代飼育して供試した。試験に供したさつまいもの品種は，鹿児島県（本土）産「金時」，奄美大島産「沖縄100号」，沖縄県産「宮農36号」及び「備瀬」であった。

### 2. 寄生さつまいもの作製

#### 1) アリモドキゾウムシ

雌200頭，雄100頭の成虫を放したポリプロピレン製の透明容器（ $200 \times 120 \times 130\text{mm}$ ）内にさつまいも1個を3日間入れて産卵させた。卵，若令幼虫，老熟幼虫及び蛹並びに成虫（さつまいもからの脱出前の個体）の各発育ステージを得るため，飼育室において産卵後それぞれ5，15，25，及び35日間保管した。

#### 2) イモゾウムシ

雌雄の判別は可能である（YASUDA and NAITO, 1991; SUGIYAMAら, 1996; HIROYOSHIら, 1996）が時間と労力を要するため，雌雄を区別しない成虫100頭を放した透明容器（ $200 \times 120 \times 130\text{mm}$ ）内にさつまいも1個を3日間入れて産卵させた。卵，若令幼虫，老熟幼虫，蛹，及び成虫の各発育ステージを得るため，飼育室において産卵後それぞれ5，15，25，35，及び45日間保管した。

#### 3) サツマイモノメイガ

ちり紙に産卵させた（石川ら，1994）0～5日齢の卵，幼虫のふ化日から起算して2，4日齢及び1～6週齢の幼虫（一部は蛹）を供試した。さつまいも1個あたりの接種頭数は，2，4日，1及び2週齢区においては卵からふ化した幼虫それぞれ150，150，120及び60頭，3，4，5及び6週齢区においてはふ化後3週間を経た幼虫それぞれ20，10，10及び10頭とし，目的の日齢または週齢に達するまで飼育室で保管した。5

及び6週齢区では老熟幼虫と蛹が混在して見られた。成虫はさつまいも内部に寄生しないので供試しなかった。

### 3. 蒸熱処理

蒸熱処理は，処理中処理庫内温度を一定に保つ方法（以下「単温処理」と呼ぶ。），処理庫内温度を一定時間で直線的に増加させ引き続き単温処理を行う方法（以下「増温処理+単温処理」と呼ぶ。）の2通りを行った（第1図）。蒸熱処理装置は，三州産業製EHK-500A型（内容積0.5 $\text{m}^3$ ）を用い，装置に内蔵された記録計（CHINO AA015-NNN）に接続された針状の温度センサー（pt 100 $\Omega$ ）でさつまいもの温度を測定した。

#### 1) 単温処理

3種害虫の耐熱性を知るため，鹿児島産「金時」に寄生させたアリモドキゾウムシ及びイモゾウムシの

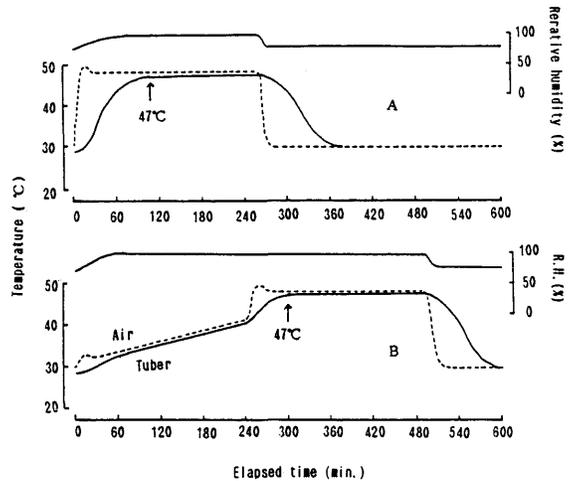


Fig 1. Heat profiles for sweet potato in forced air chamber.

Single-temperature treatment (A): Air temperature was maintained at  $48^\circ\text{C}$  with saturated vapor ( $>94\%$  R. H.). After sweet potato (286 g) temperature (at innermost part) reached at  $47^\circ\text{C}$ , that temperature was kept for 150 minutes. Load factor was  $20 \text{ g/m}^3$ .

Incremental-temperature treatment (B): Air temperature was raised from  $31$  to  $41^\circ\text{C}$  for 240 minutes with saturated vapor ( $>94\%$  R. H.) and then maintained at  $48^\circ\text{C}$ . After sweet potato (293 g) temperature reached at  $47^\circ\text{C}$ , that temperature was kept for 190 minutes. Load factor was  $80 \text{ g/m}^3$ .

卵、幼虫、蛹及び成虫並びにサツマイモノメイガの卵、幼虫及び蛹に対し、処理室内温度48°C、相対湿度95%、さつまいもの中心温度が47°Cに達してから0（以下「庫内48°C・47°C-0分」と記す。）～170分の単温処理を行った。

また、単温処理における処理温度、処理時間とさつまいもの障害発現の関係を庫内45°C・44°C-360分、庫内48°C・47°C-120、150分及び庫内51°C・50°C-0、120、240分の処理において調査した。品種は、「宮農36号」及び「備瀬」で、1いもあたりの重量が200～400gのもの770個を供試した。処理を終了したさつまいもは2週間室温（25～26°C）で保管した後、外観及び内部の腐敗等の状況は無処理のものと比較した。

## 2) 増温処理+単温処理

蒸熱処理によるパパイヤ生果実の熱障害は、処理庫内温度を段階的に上昇させる増温処理により抑えられることが報告されている（ARMSTRONGら、1989；砂川ら、1989）。また、処理庫内温度を直線的に増加させる増温処理においてもパパイヤ生果実の熱障害は同様に抑えられる（砂川、未発表）。そこで、さつまいもの熱障害を回避するため、処理庫内温度を直線的に上昇させる増温処理を適用した。増温処理は相対湿度95%で処理庫内温度を31°Cから41°Cまで直線的に120（以下「31/41°C・120分」と記す。）、180及び240分かけて上昇させた。増温処理に続く単温処理は、庫内48°C・47°C-150及び190分とした。品種は、「宮農36号」、「備瀬」及び「沖縄100号」で、1いもあたりの重量が200～400gのものをそれぞれ、240、80及び100個供試した。

## 4. 殺虫効果の判定

アリモドキゾウムシ及びイモゾウムシの寄生したさつまいもは、処理終了後飼育室で1～3日間保管した後切開し、供試虫を回収した。取り出した供試虫は、ペトリ皿に入れたさつまいもの輪切りの上に静置し、飼育室で3日間保管した後生死を判定した。幼虫は動きの認められる個体、また蛹は羽化した個体を生存虫とした。卵については処理後約20日間飼育室で保管し、切開した時点で幼虫態のものを生存卵と判定した。卵区の供試虫数は無処理（対照）区の生存幼虫数から推定した。

サツマイモノメイガ幼虫及び蛹の寄生したさつまいもは、2、4日齢区については処理1週間後、1～6週齢区については処理2日後に切開し、生死を判定し

た。蛹は羽化したものを生存虫とした。また卵は、ふ化したものを生存卵とした。

いずれの種においても苦悶虫は生存虫とした。

## 5. 実用化試験

上記3の「蒸熱処理」の結果を基に3種害虫の中で最も耐熱性の高いステージを供試し、さつまいもに障害が発生しない処理条件で蒸熱処理を実施した。供試いもは「宮農36号」で、処理庫における収容比は、害虫無寄生のいもを充填することにより調整し、10kg/m<sup>3</sup>及び80kg/m<sup>3</sup>（最大収容比）とした。

## 6. 障害試験（完全殺虫処理条件における障害調査）

収穫後8日目、1いも当たりの重量が200～400gの「宮農36号」120個に対し、上記5「実用化試験」と同じ処理条件で、さつまいもの障害試験を実施した。処理したさつまいもはダンボール箱に入れて、2週間室温（25～26°C）で保管した後、外観及び内部の腐敗等の状況、重量減少、糖含量（Brix%）について調査し、無処理のものと比較した。食味の調査は、ANTHONら（1975）がさくらんぼについて行った方法に準じ、処理翌日、約1時間蒸した、処理及び無処理各70個の蒸しいもについて行った。

## 結果及び考察

### 1. 単温処理における殺虫効果及びさつまいもの障害発現

庫内48°Cの単温処理においてイモゾウムシ及びサツマイモノメイガは、それぞれ47°C-60分及び47°C-90分の処理で供試したすべての発育ステージにおいて生存虫が認められなかった。一方、アリモドキゾウムシは47°C-140分の処理でも蛹が生存し、他の2種と比較して明らかに高温に対する耐性が高かった。なお、アリモドキゾウムシの各発育ステージの高温に対する耐性は、蛹>成虫>卵>幼虫の順であった（第1表）。

蒸熱処理されたさつまいもは、無処理のものと比較して、腐りやすく、カビの発生も多くなった。

腐敗及びカビ（以下「障害」と呼ぶ。）の発現は品種により異なり、「宮農36号」は「備瀬」と比較して処理に対する耐性が高かった。「宮農36号」における障害は、庫内45°C・44°C-360分及び庫内48°C・47°C-120分の処理で発現しなかったが、庫内48°C・47°C-150分の処理で発現した。庫内51°C・50°C-0、

**Table 1.** Effects of single-temperature treatment on Sweet potato weevil, West Indian sweet potato weevil and Sweet potato vine borer in sweet potato

Insect	Treatment	No. of replications	No. of tested insects				No. of survivors				Mortality(%)			
			Egg <sup>1)</sup>	Larva	Pupa	Adult <sup>2)</sup>	Egg	Larva	Pupa	Adult	Egg	Larva	Pupa	Adult
Sweet potato weevil	47°C— 60min. <sup>3)</sup>	1	1,467 <sup>4)</sup>	2,709	1,557	369	12	1	26	28	99.2	99.9	98.3	92.4
	90	2	3,096	4,333	3,023	1,002	0	0	19	5	100	100	99.4	99.5
	100	2	—	8,142	2,409	2,900	—	0	18	2	—	100	99.3	99.9
	120	2	—	285	2,102	6,690	—	0	32	0	—	100	98.5	100
	130	2	—	181	1,719	1,047	—	0	1	0	—	100	99.9	100
	140	2	—	135	1,091	7,293	—	0	3	0	—	100	99.7	100
	150	4	—	630	8,539	605	—	0	0	0	—	100	100	100
	160	3	—	676	6,851	724	—	0	0	0	—	100	100	100
	170	1	—	156	1,746	108	—	0	0	0	—	100	100	100
West Indian sweet potato weevil	47°C— 30min	2	666	744	366	1,120	0	41	88	124	100	94.5	76.0	88.9
	45	2	1,013	974	758	676	0	4	16	9	100	99.6	97.9	98.7
	60	2	778	1,279	466	511	0	0	0	0	100	100	100	100
Sweet potato vine borer	47°C— 0min	3	2,677	4,515	32	—	7	1,104	13	—	99.7	75.5	59.4	—
	30	3	2,852	4,862	1,071	—	1	145	97	—	99.9	97.0	90.9	—
	60	3	2,733	4,988	1,102	—	0	2	0	—	100	99.9	100	—
	90	3	—	1,317	1,162	—	—	0	0	—	—	100	100	—

1) The no. of tested eggs was estimated by the no. of larvae developed from untreated eggs on sweet potato weevil and West Indian sweet potato weevil.

2) Adults of sweet potato vine borer were not tested because of no possibility of infestation in or on sweet potatoes.

3) Sweet potatoes were heated by the forced air of single temperature at 48°C with saturated vapor (>94% R. H.). The temperature of 47°C at the innermost part of sweet potato.

4) The values in column are total in all replications.

**Table 2.** Occurrence of injuries on sweet potatoes in single-temperature treatment

Variety	Treatment	No. of replications	No. of tested potatoes	Injuries(%)	
				Fungi	Rot
Miyanou 36 gou	44°C—360 min	2	60	0	3.3
	Control	2	60	0	5.0
	47°C—120 min	2	60	1.7	5.0
	Control	2	60	16.7	33.3
	47°C—150 min	2	170	14.7	37.1
	Control	2	40	2.5	0
	50°C— 0 min	2	20	50.0	50.0
	120	2	20	40.0	85.0
	240	2	20	100.0	100.0
	Control	2	20	5.0	15.0
Bise	44°C—360 min	2	60	0	53.3
	Control	2	60	1.7	8.3
	47°C—120 min	2	60	5.0	75.0
	Control	2	60	3.3	30.0

**Table 3.** Suppression of the injuries on sweet potatoes by incremental-temperature treatment prior to single-temperature treatment

Variety	Treatment		No. of replications	No. of tested potatoes	Injuries(%)	
	Incremental-temp	Single-temp			Fungi	Rot
Miyanou 36 gou	31/44 °C—120 min <sup>1)</sup>	47 °C—150 min. <sup>2)</sup>	2	40 <sup>3)</sup>	0	5.0
	180 min.		2	40	7.5	2.5
	240 min.		2	40	2.5	2.5
	Control		2	40	2.5	2.5
	31/44 °C—240 min.	47°C—190 min.	2	40	0	0
	Control		2	40	2.5	2.5
Okinawa 100 gou	31/44 °C—240 min.	47°C—190 min.	2	40	2.5	0
	Control		2	40	0	0
Bise	31/44 °C—240 min.	47°C—190 min.	3	60	2.5	6.7
	Control		2	40	2.5	5.0

1) Air temperature was raised from 31 to 44°C for 120 min with saturated vapor (>94% R. H.).

2) Air temperature was set at 48 °C.

3) Values in column are total of all replications.

**Table 4.** Effect of incremental-temperature treatment (from 31 to 44°C, for 240 min.) plus single-temperature treatment on the mortality of Sweet potato weevil pupae

Single-temp. treatment	No. of replications	No. of tested insects	No. of survivors	Mortality(%)
47°C - 150 min. <sup>1)</sup>	2	2,143 <sup>2)</sup>	167	92.2
170	3	8,659	53	99.4
180	5	9,309	0	100
190	3	8,688	0	100
200	3	8,877	0	100
210	2	1,707	0	100

1) Air temperature was set at 48°C.

2) The values in column are total of all replications.

120及び240分の処理では障害の発現が著しかった。「備瀬」においては、庫内45°C・44°C—360分及び庫内48°C・47°C—120分の処理でいもの腐敗が著しかった(第2表)。

以上のことから、庫内48°Cの単温処理においては、3種害虫の殺虫が可能な処理条件(47°C—150分以上)では、さつまいもに障害が発現することが明らかとなった。

## 2. 増温処理+単温処理によるさつまいもの熱障害の抑圧及びその殺虫効果

「宮農36号」において、31/44°C・120分、180分及び240分の増温処理を庫内48°C・47°C—150分の単温処

理の前に行った場合、いずれの増温処理においても障害抑圧効果は認められたが、温度上昇の勾配が最も緩やかな240分の増温処理が最も効果的であった(第3表)。

しかしながら、31/44°C・240分の増温処理を単温処理の前に加えた場合、単温処理単独の場合に比較して殺虫効果が劣ることが分かった。単温処理単独の場合、庫内48°C・47°C—150分の処理でアリモドキゾウムシ蛹は、生存しなかった(第1表)が、31/44°C・240分の増温処理+庫内48°C・47°C—150分、170分の単温処理においてそれぞれ7.8、0.6%の蛹が生存し、180分以上の単温処理において蛹の生存は認められなかった(第4表)。

**Table 5.** Large-scale disinfestation of Sweet potato weevil pupa by incremental-temperature treatment (from 31 to 44°C, for 240 min.) plus single-temperature treatment (air: 48°C, 47°C—190 min.)

Replication	No. of tested potatoes	No. of tested insects	Mortality (%)	Load factor (Kg/m <sup>3</sup> )
1	17	10,646	100	80
2	17	10,838	100	78
3	17	9,960	100	81
4	12	9,255	100	8
5	14	8,462	100	9
6	17	9,993	100	10
total	94	59,154	100	

**Table 6.** Effect of incremental-temperature treatment (from 31 to 44°C, for 240 min.) plus single temperature treatment (air: 48°C, 47°C—190 min.) on the quality of sweet potatoes

	Injuries (%) <sup>1)</sup>			Weight loss (%) Mean ± S.D.	Sugar content (Brix %) Mean ± S.D.	Taste
	Funji	Collapse	Rot			
Treatment	1.6	0	0.8	6.9 ± 2.2 <sup>2)</sup> (n = 49)	8.9 ± 0.7 <sup>3)</sup> (n = 20)	N. C <sup>4)</sup>
Control	1.3	0	1.3	6.1 ± 1.3 (n = 49)	8.2 ± 0.8 (n = 20)	

1) No. of treated and untreated potatoes was 120 and 80 respectively.

2), 3) Means are not significantly different ( $P > 0.05$ , t-test) between treatment and control for weight loss and sugar content.

4) No consistent difference was detected between treatment and control (ANTHON, *et al.*, 1975). Seventy treated and 70 untreated sweet potatoes were presented to tasters.

「宮農36号」, 「沖繩100号」及び「備瀬」の各品種について31/44°C・240分の増温処理+庫内48°C, 47°C—190分の単温処理を行ったところ, 処理による障害は認められなかった(第3表)。

### 3. 実用化試験

上記2の結果からさつまいもに障害の認められなかった31/44°C・240分の増温処理+庫内48°C, 47°C—190分の単温処理(収容比80kg/m<sup>3</sup>及び10kg/m<sup>3</sup>)により, 6反復合計で, 94個のさつまいも(品種「宮農36号」)に寄生した最も耐熱性があったアリモドキゾウムシの蛹59, 154頭が完全に殺虫された(第5表)。

### 4. 障害試験

上記3の「大量殺虫試験」で最耐性ステージであるアリモドキゾウムシ蛹の完全殺虫が得られた31/44°C・240分の増温処理+庫内48°C・47°C—190分の単温処理を行ったさつまいもは, いもの腐敗及びカビの発

現十分に抑圧され, 重量減少及び糖含量についても無処理のものと比較したところ有為な差は認められなかった(t-検定,  $P > 0.05$ )。食味については被検者は, 処理されたいもと無処理のいもを区別できなかった( $\chi^2$ -検定,  $P > 0.05$ )(第6表)。

### 5. 結論

これらの結果から, 収容比80kg/m<sup>3</sup>以下, 相対湿度95%以上で, 31/44°C・240分の増温処理+庫内48°C・47°C—190分の単温処理を行った南西諸島産さつまいもは, アリモドキゾウムシ, イモゾウムシ及びサツマイモノメイガの3種害虫の未発生地域への移動が可能であると考えられる。

### 摘 要

蒸熱処理による, さつまいもに寄生したアリモドキゾウムシ, イモゾウムシ及びサツマイモノメイガに対

する殺虫効果とさつまいもの障害発現について調査した。

処理庫内温度48°C、相対湿度95%の単温処理（処理中、処理庫内温度を一定に保つ）において上記3種の高温に対する耐性を比較したところ、イモゾウムシ、サツマイモノメイガ及びアリモドキゾウムシは、それぞれさつまいもの中心温度が47°Cに達してから60分（以下「庫内48°C・47°C-60分」と記す。）、90分及び150分の処理において殺虫され、アリモドキゾウムシの耐熱性が最も高かった。一方、庫内48°C・47°C-150分の単温処理においては、塊根の表面及び内部に腐敗等の熱障害が発現したため、障害を回避する方法として、47°C-150分の単温処理の前に、相対湿度95%で処理庫内温度を31°Cから41°Cまで直線的に240分かけて上昇させた（増温処理）ところ、障害を抑えることができた。しかしながら、増温処理を加えた庫内48°C・47°C-150分の単温処理では、アリモドキゾウムシの生存虫が認められたため、処理時間を延長したところ庫内48°C・47°C-190分の処理で完全に殺虫することができた。また増温処理を加えた47°C-190分の単温処理においては、障害も発現しなかった。

以上の結果から、上記3種の害虫が発生する地域から未発生地域へのさつまいもの移動は、蒸熱処理により可能であると考えられる。

## 引用文献

- ANTHON, E. W., H. R. MOFFIT, N. M. COUEY and L. O. SMITH, (1975) Control of Codling Moth in Harvested Cherries with Methyl Bromide and Effects upon Quality and Taste of Treated Fruits. *J. Econ. Entomol.* 68: 524-526.
- ARMSTRONG, J. W., J. D. HANSEN, B. K. S. HU and S. A. BROWN (1989) High-Temperature, Forced-Air Quarantine Treatment for Papayas Infested with Tephritid Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 1667-1674.
- HIROYOSHI, S., S. MORIYA and Y. SHIMOJI (1996) A Method for Sexing Aged Individuals of the West Indian Sweet Potato Weevil, *Eusceps postfasciatus* (FAIRMAIRE) (Coleoptera: Curculionidae). *Appl. Entomol. Zool.* 31(2): 311-313.
- 石川昭彦・牧口覚・岩田雅頭・島袋智志・西平良雄・末吉澄隆・土屋芳夫・大賀重幸・川上隆志 (1994) サツマイモノメイガ *Omphisa anastomosalis* の生態に関する研究. 植防研報30: 87-92.
- 岩田雅頭・砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦 (1990) ネットメロンの蒸熱処理-ウリミバエの殺虫とネットメロンの熱障害-. 植防研報26: 45-49.
- 杉本民雄, 古澤幹士・溝渕三必 (1983) ピーマンの蒸熱処理によるミカンコミバエの殺虫及び障害試験. 植防研報19: 81-88.
- SUGIYAMA, M., T. KOHAMA and Y. SHIMOJI (1996) A Method for Sex Discrimination in the West Indian Sweet Potato Weevil, *Eusceps postfasciatus* (FAIRMAIRE) (Coleoptera: Curculionidae) at the Pupal Stage. *Appl. Entomol. Zool.* 31(1): 166-167.
- 砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦・杉本民雄・田辺和男 (1988) ツルレイシの蒸熱処理-ウリミバエの殺虫とツルレイシの熱障害-. 植防研報24: 1-5.
- 砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦・杉本民雄・田辺和男 (1989) パパイヤの蒸熱処理-ウリミバエの殺虫とパパイヤの熱障害-. 植防研報25: 23-30.
- 砂川邦男・久米加寿徳・岩泉連 (1987) マンゴウの蒸熱処理-ウリミバエの殺虫およびマンゴウの障害-. 植防研報23: 13-20.
- YASUDA, K. and T. NAITO (1991) External Characters for Discriminating Sex in the West Indian Sweet Potato Weevil, *Eusceps postfasciatus* (FAIRMAIRE) (Coleoptera: Curculionidae). *Appl. Entomol. Zool.* 26(3): 422-424.