

# 臭化メチルくん蒸によるウンシュウミカン果実に寄生する フジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナ カイガラムシの殺虫試験\*

三角 隆\*\*・川上 房 男\*\*\*

溝 淵 三 必・田 尾 政 博

横浜植物防疫所調査研究部

町 田 真 生・井 上 亨

社団法人日本くん蒸技術協会

Methyl Bromide Fumigation for Quarantine Control of Japanese Mealybug and Citrus Mealybug on Satsuma Mandarin. Takashi MISUMI, Fusao KAWAKAMI, Mitsusada MIZOBUCHI and Masahiro TAO (Research Division, Yokohama Plant Protection Station, 1-16-10, Shinyamashita, Naka-ku, Yokohama 231, Japan). Michio MACHIDA, Toru INOUE (Japan Fumigation Technology Association, 1-26-6, Taito-ku, Tokyo 110, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 30: 57-68 (1994).

**Abstract:** Methyl bromide fumigation was conducted for quarantine control of Japanese mealybug, *Planococcus kraunhiae* (KUWANA), and citrus mealybug, *Pseudococcus citriculus* GREEN on Satsuma mandarins to develop a disinfection treatment for export to the United States. All stages of the two species of mealybugs reared on fresh pumpkin were used for the tests as an alternative test fruits of Satsuma mandarins, because of difficulty in rearing of mealybugs on satsuma mandarin and no differences in CT products and sorption ratio of methyl bromide to two test fruit. Susceptibility of all stages of the two pests to methyl bromide fumigation showed that all stages of Japanese mealybugs were more resistant than those of citrus mealybug, and that the most resistant stage was 5-day-old eggs of Japanese mealybug and the LD<sub>50</sub>'s and LD<sub>95</sub>'s for 5-day-old eggs were 26.4 g/m<sup>3</sup> and 31.8 g/m<sup>3</sup>, respectively. The fumigation standard (48 g/m<sup>3</sup> of methyl bromide for 2 hours at 15°C or above with 32% or below loading) was established on the basis of the data from susceptibility tests. In large-scale mortality tests with fumigation standard, a total of 179487 eggs were killed 100% in three replicate fumigation. The fumigation standard was considered a useful treatment to maintain quarantine security for mealybugs on Satsuma mandarins.

**Key words:** Insecta, *Planococcus kraunhiae*, *Pseudococcus citriculus*, quarantine treatment, methyl bromide, fumigation, sorption, satsuma mandarins

## はじめに

古くは明治時代から行われていたウンシュウミカンの対米輸出は昭和22年に輸出した果実からカンキツかいよう病が発見され、かいよう病に対する検疫措置のため、その輸入が全面的に禁止されたが、昭和43年に条件付きで再開され、輸出量は増加の傾向にあった。

しかし近年、米国における輸入植物検査においてコナカイガラムシが相次いで発見され、コナカイガラムシが発見された荷口が廃棄、または返送処分になるなど新たな植物検査上の障害が生じており、生産農家など輸出関係者に経済的損失を与えている(吉澤, 1990)。

このような状況下にあつて、関係者から輸出の円滑化について強い要望があり、米国向けのウンシュウミカンに対して、くん蒸剤の臭化メチル(MB)による殺虫処理法の導入が可能かどうか検討することになった。

MBはその特性から国内外の植物検疫で広く使われており、殺虫技術開発の分野では対日輸出を目的とし

\* 本報告の一部は日本昆虫学会第52回大会・第36回日本応用動物昆虫学会大会(1992年9月、弘前市)で発表した。

\*\* 現在、横浜植物防疫所 川崎出張所

\*\*\* 現在、神戸植物防疫所 国際第三課

て米国、カナダ、ニュー・ジーランドなどで開発されたサクランボに寄生するコドリガの殺虫処理 (ANTHON *et al.*, 1975, 1977; GAUNCE *et al.*, 1981; MOFFITT *et al.*, 1983; WADDELL *et al.*, 1989), ネクターリンに寄生するコドリガの殺虫処理 (YOKOYAMA *et al.*, 1987, 1988, 1990; WADDELL *et al.*, 1989) などに使用されている。

日本では輸出を目的とした殺虫技術の開発は未着手の分野であったが、昭和62年から行われている米国向けリングの殺虫技術開発試験 (川上ら, 未発表) を皮切りにナシ、ブドウなどで推進されている。

輸出を目的とした殺虫技術の開発は輸入国の植物検疫規制をクリアする必要がある、開発した殺虫技術は植物検疫上効果的(100%完全殺虫)であることが要求される。検疫処理では、一般に開発された殺虫処理基準を適用して大規模殺虫試験が行われ、99.9968%以上の殺虫率 (Probit 9) が得られることが必要であると考えられている (LANDOLT *et al.*, 1984)。

今回、筆者らはMBくん蒸により、米国が侵入を警戒しているフジコナカイガラムシ *Planococcus kraunhiae* (KUWANA) およびミカンヒメコナカイガラムシ *Pseudococcus citriculus* GREEN の完全殺虫くん蒸技術開発試験 (試験I: コナカイガラムシをウンシュウミカンに接種することが虫体に与える影響, 試験II: ウンシュウミカンおよびカボチャ果実のMBくん蒸に対する反応, 試験III: 2種コナカイガラムシのMBくん蒸に対する感受性, 試験IV: 対米輸出くん蒸処理基準によるフジコナカイガラムシの大規模殺虫試験) を行い、完全殺虫くん蒸法を確立したのでその結果を報告する。

本試験の実施にあたり、その推進にご尽力いただいた農蚕園芸局植物防疫課吉澤治技官および大村克巳技官、供試果実の入手にご協力いただいた日本園芸農業協同組合連合会および静岡県柑橘農業協同組合連合会、供試虫の入手にご協力いただいた神戸植物防疫所国内課の各位に対して厚くお礼申し上げます。

### 試験I. コナカイガラムシをウンシュウミカンに接種することが虫体に与える影響

殺虫試験の供試虫は通常、本来の寄主で飼育したものの、または人工飼料で飼育したものを寄主に接種したものが使用される。しかし、ウンシュウミカン果実は高温多湿のコナカイガラムシ飼育条件下では果実の腐敗が進行するか、腐敗しないものは果皮の硬化が起るため、コナカイガラムシの累代飼育は困難であることが判明した。

このため、カボチャ果実で飼育したコナカイガラムシをウンシュウミカン果実に接種し、この幼虫をくん蒸試験に供試する方法を採用せざるを得ない。

そこで、接種が最も困難なコナカイガラムシの1齢幼虫をウンシュウミカンに接種した場合とカボチャ果実にそのまま寄生させた場合を比較し、接種が1齢幼虫のくん蒸効果に与える影響を調査した。

## 材料および方法

### 1. 供試虫および供試果実

1990年8月、愛媛県の対米輸出指定生産地から採取したフジコナカイガラムシを25°C, 70% R.H., 暗黒条件下で累代飼育しているものを使用した。千葉県産黒皮カボチャ1果あたりに雌成虫約50頭を寄生させ、24時間産卵させた後成虫を除去し、卵寄生果実を25°C, 70% R.H. に15日間保管して1齢幼虫を得た (上野, 1977)。この幼虫を、カボチャ果実からウンシュウミカンに1果あたり30~40頭を面相筆を用いて慎重に接種したものとカボチャ果実に寄生させたままのものを作成し、それぞれくん蒸まで15°Cに24時間保管した。

### 2. くん蒸

15°Cに調節されたくん蒸室に置いた内容積29.5 lのアクリル製くん蒸箱 (26×28×41 cm, 攪拌・排気装置, 温度センサー, ガス投薬・採取用孔付き) を使用し、寄生果実と接種されたウンシュウミカン果実を別々に約150 g入れ、それぞれMBを段階的に7葉量区 (MB 15~36 g/m<sup>3</sup>) 設けて気化投薬し、15°Cで2時間くん蒸した。くん蒸は3回反復して行った。くん蒸中は投薬後20分間はガスを連続攪拌し、その後はくん蒸終了まで間欠攪拌 (on: 0.5 min., off: 2.5 min.) した。ガス濃度は投薬10, 60, 120分後にガスクロマトグラフ (島津GC-8AIF: FID付き) で測定した。くん蒸箱内空間部および果実温度は多打点式自動温度記録計 (Hybrid Recorder AH, CHINO) で測定した。くん蒸後は排気装置を使用して1時間排気した。

### 3. くん蒸効果の確認

くん蒸終了後、くん蒸箱から取り出した寄生果実を25°C, 70% R.H. に5日間保管した後、実体顕微鏡下で生死を調査した。

## 結果および考察

くん蒸中の各温度およびガス濃度に異常は見られなかった。

葉量と致死率の関係は Table 1 (ウンシュウミカンに接種した1齢幼虫) および Table 2 (カボチャ果実に寄生した1齢幼虫) のとおりである。

Table 1 の対照区の自然死亡率は3反復間においてそれぞれ53.8%, 66.7% および67.0% と極めて高い値であった。これに対し, Table 2 の自然死亡率は1.2%, 2.7% および4.3% であり, ウンシュウミカンに接種した場合は自然死亡率が異常に高くなっている。これは1齢幼虫を接種する際, ろう物質の剝離が起こるなど, 虫体になんらかの損傷を与えているのではないかと考

えられ, 虫体に物理的悪影響を受けている供試虫を使用し, コナカイガラムシ各態の感受性の比較を行うことは生物検定上あまり意味がなく, 得られた結果も信頼性に乏しい。

よって, カボチャ果実で飼育したコナカイガラムシをウンシュウミカンに接種して供試果実を作成する方法は試験方法として妥当ではなく, カボチャ果実に寄生させたものをそのまま供試する方がより適切であると考えられる。

## 試験 II. ウンシュウミカンおよびカボチャ果実の MB くん蒸に対する反応

試験 I において, 供試果実はコナカイガラムシをウンシュウミカンに接種したものよりも, カボチャ果実

**Table 1.** Dose-mortality data: First instar nymphs of Japanese mealybug inoculated artificially on Satsuma mandarins and fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C

Replicate	Dose (g/m <sup>3</sup> )	Number tested	Number dead	Percent mortality	Percent natural mortality
1	16	73	45	61.6	
	18	87	69	79.3	
	20	88	70	79.5	
	22	112	97	86.6	
	24	81	71	87.7	
	26	113	109	96.5	
	28	86	82	95.3	
	Cont.	117	63	—	53.8
2	16	70	44	62.9	
	18	77	53	68.8	
	20	98	87	88.8	
	22	96	89	92.7	
	24	85	81	95.3	
	26	89	85	95.5	
	28	80	80	100.0	
	Cont.	108	72	—	66.7
3	16	80	50	62.5	
	18	76	39	51.3	
	20	97	66	68.0	
	22	83	69	83.1	
	24	70	59	84.3	
	26	90	85	94.4	
	28	105	105	100.0	
	Cont.	112	75	—	67.0

**Table 2.** Dose-mortality data: First instar nymphs of Japanese mealybug on fresh pumpkins and fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C

Replicate	Dose (g/m <sup>3</sup> )	Number tested	Number dead	Percent mortality	Percent natural mortality
1	15	200	16	8.0	
	18	50	9	18.0	
	21	110	24	21.8	
	24	56	38	67.9	
	27	47	42	89.4	
	30	109	109	100.0	
	33	92	92	100.0	
	Cont.	165	2	—	1.2
2	15	128	32	25.0	
	18	68	25	36.8	
	21	86	50	58.1	
	24	125	116	92.8	
	27	39	39	100.0	
	30	33	33	100.0	
	33	52	52	100.0	
	Cont.	74	2	—	2.7
3	21	100	46	46.0	
	24	75	62	82.7	
	27	75	66	88.0	
	30	51	49	96.1	
	33	52	51	98.1	
	36	94	94	100.0	
	Cont.	117	5	—	4.3

に寄生させたものをそのまま使用する方がより適切であることが判明した。しかし、くん蒸による殺虫試験ではウンシュウミカンの替りにカボチャ果実を使用する場合、両果実のMBくん蒸に対する反応に差がないことを確認する必要がある。そこで、ウンシュウミカンとカボチャ果実をMBくん蒸し、ガス収着量およびCT値などを比較し、カボチャ果実が試験に代替できるか調査した。

### 材料および方法

試験Iで使用した内容積29.5lのアクリル製くん蒸箱に千葉県産黒皮カボチャ果実および静岡県産ウンシュウミカン果実を別々に入れ、果実の収容量(kg/l)を2区(1.45~1.5 kg/29.5 lおよび4.1 kg/29.5 l)設定し、MB 48 g/m<sup>3</sup>, 15°C, 2時間の処理基準でそれぞれ

3回反復してくん蒸した。収容比4.1 kg/29.5 lの区は、商業規模における最大収容量に相当する(4.1 kg/29.5 l=138 kg/m<sup>3</sup>=32%, v/v)量である。くん蒸中のガス攪拌、ガス濃度測定、温度測定およびくん蒸終了後の排気はそれぞれ試験Iと同じ方法で行った。

### 結果および考察

くん蒸中の各温度に異常は見られなかった。

ガス濃度測定結果、CT値および収着量はTable 3のとおりである。

カボチャ果実とウンシュウミカン果実のくん蒸中のガス濃度は、経時的にほぼ同様に減少した。これは収容量の多少に影響されなかった。くん蒸終了時における残存ガス濃度、CT値および収着量はカボチャ果実とウンシュウミカン果実の値がそれぞれ類似している

**Table 3.** Sorption and CT product of methyl bromide by test fruit: Methyl bromide concentrations recorded in a 29.5 l fumigation box containing Satsuma mandarins or fresh pumpkins. Fumigation at dose of 48 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 15°C.

Fruit	Load (kg)	Replicate	Methyl bromide concentration (mg/l)						CT products (mg · h/l)	Percent Sorption
			5	10	30	60	90	120 min.		
Satsuma mandarins	1.45	1	50.4	—	49.1	47.9	47.2	46.6	92	2.9
Pumpkin	1.45		50.2	—	49.7	48.8	48.1	47.8	94	0.4
Satsuma mandarins	1.50	2	50.0	—	48.9	47.8	47.0	46.8	92	2.5
Pumpkin	1.50		49.9	—	49.6	48.5	48.3	47.5	93	1.1
Satsuma mandarins	4.10*	3	56.6	—	53.8	50.8	48.6	46.6	98	2.9
Pumpkin	4.10*		55.9	—	52.8	49.3	47.0	45.0	95	6.3

\* Weight of fruit required for equivalent load-factor of 32% (138 kg/m) in the commercial scale fumigation.

ことから、両果実間における差は認められず、カボチャ果実とウンシュウミカン果実のMBくん蒸に対する反応は酷似していると考えられる。

本試験および試験Iの結果から、殺虫試験で供試するコナカイガラムシは、ウンシュウミカン果実に接種したものよりもカボチャ果実に寄生させたものの方がより適切であると考えられる。

### 試験 III. 2種コナカイガラムシのMBくん蒸に対する感受性

収穫期のウンシュウミカンに寄生している可能性があるフジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナカイガラムシの態はともに卵、1~3齢幼虫および成虫である(上野, 1977)。

そこで、カボチャ果実に寄生させたフジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナカイガラムシを使用し、2種コナカイガラムシの各態間でMBくん蒸に対して最も感受性の低い態を決定するための試験を行った。

### 材料および方法

#### 1. 供試虫および供試果実

フジコナカイガラムシは試験Iと同系統のものを、ミカンヒメコナカイガラムシは和歌山県対米輸出指定生産地から採取したものをそれぞれ試験Iと同様に千葉県産黒皮カボチャ果実で累代飼育した。供試虫寄生果実は試験Iと同様の手順により作成した。果実は目的とする各態の供試虫が得られるまで25°C, 70% R.H.に次のとおり保管した(上野, 1977)。

フジコナカイガラムシ: 2日齢卵-2日, 5日齢卵-5日, 1齢幼虫-15日, 2齢幼虫-22日, 3齢幼虫-30日,

成虫-38日。

ミカンヒメコナカイガラムシ: 2日齢卵-2日, 1齢幼虫-10日, 2齢幼虫-17日, 3齢幼虫-25日, 成虫-35日。

得られた各態が寄生した果実はそれぞれくん蒸区と対照区を設け、くん蒸の24時間前から15°Cに保管した。

#### 2. くん蒸

試験Iで使用した内容積29.5lアクリル製くん蒸箱を使用し、種類別および各態別にそれぞれ寄生果実を入れ、プロビット解析ができるようにMBを段階的に5~7薬量区(フジコナカイガラムシ: 14~36 g/m<sup>3</sup>, ミカンヒメコナカイガラムシ: 6~21 g/m<sup>3</sup>) 設けて気化投薬し、15°Cで2時間くん蒸した。くん蒸は種類別および態別にそれぞれ3回反復して行った。くん蒸中のガス攪拌、ガス濃度測定、温度測定およびくん蒸終了後の排気はそれぞれ試験Iと同じ方法で行った。

#### 3. くん蒸効果の確認

くん蒸終了後、果実をくん蒸箱から取り出し、飼育条件下に5日間保管した後、実体顕微鏡下で生死を調査した。卵については孵化の有無を生死の判断基準とし、孵化が見られなくなった後も引き続き1週間は観察を続けた。

#### 4. 統計解析

MBに対する各態の反応に関する薬量一致死亡率の関係から得られた数値を用い、FINNEY (1971) に基づくプロビット法により解析した。解析は東京医科歯科大学の佐久間昭教授から譲渡されたコンピュータープロ

グラムを横浜植物防疫所調査研究部において一部改変したものを使用した。

### 結果および考察

くん蒸中の各温度およびガス濃度にそれぞれ異常は見られなかった。

フジコナカイガラムシの薬量一致死率の関係についてプロビット法で解析した結果は Table 4 のとおりで、これを回帰直線として表すと Fig. 1~3 のとおりである。各態の3反復間の数値を合計して解析した LD<sub>50</sub> 値および LD<sub>95</sub> 値を比較すると、LD<sub>50</sub> 値では、5日齢卵が 26.4 g/m<sup>3</sup>、2日齢卵 22.5 g/m<sup>3</sup>、1齢幼虫 21.1 g/m<sup>3</sup>、2齢幼虫 21.5 g/m<sup>3</sup>、3齢幼虫 21.6 g/m<sup>3</sup> および成虫 17.6 g/m<sup>3</sup> となっており、5日齢卵の LD<sub>50</sub> 値は他の態よりも有意に高く (95% 信頼限界が重ならな

い。), LD<sub>95</sub> 値も他の態と比較すると高めであった。これらのことから、MB くん蒸に対して最も感受性の低い態は5日齢卵であると考ええる。

ミカンヒメコナカイガラムシの薬量一致死率の関係は Table 5 のとおりである。100% の殺虫率が得られた薬量は2日齢卵が 14 g/m<sup>3</sup>、幼虫が 9~12 g/m<sup>3</sup>、成虫が 10 g/m<sup>3</sup> であり、設定した薬量区の低薬量区においてすべての態で極めて高い殺虫率が得られた。このため、各態について得られた数値はプロビット解析に使用できる処理区数が少なく、解析はできなかった。

これら2種コナカイガラムシ各態の感受性について比較すると、ミカンヒメコナカイガラムシのすべての態はフジコナカイガラムシ5日齢卵の LD<sub>50</sub> 値の50%程度の薬量で完全に殺虫されており、フジコナカイガラムシの方がミカンヒメコナカイガラムシより明らかに感受性が低いと判断できる。

**Table 4.** Estimated lethal dosages for each stage of Japanese mealybug fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

Stage	replicate	Number tested	LD <sub>50</sub> (95%FL) (g/m <sup>3</sup> )	LD <sub>95</sub> (95%FL) (g/m <sup>3</sup> )
2-day-old eggs	1	939	22.3(19.2-24.5)	30.2(27.4-37.6)
	2	890	22.6(19.1-25.1)	31.8(28.6-39.2)
	3	1710	22.6(21.3-23.7)	32.3(30.4-35.2)
	combined	3539	22.5(21.6-23.3)	31.6(30.3-33.4)
5-day-old eggs	1	856	25.7(23.6-27.9)	32.3(29.7-38.3)
	2	1336	26.4(23.7-28.7)	31.3(28.9-38.5)
	3	1367	26.8(25.7-28.1)	31.7(30.1-34.8)
	combined	3559	26.4(26.2-26.6)	31.8(31.4-32.3)
1st instar nymphs	1	829	22.3(20.7-24.1)	29.1(26.8-33.1)
	2	605	18.9(17.5-20.1)	25.7(24.9-26.7)
	3	670	21.2(20.0-22.1)	29.1(28.0-30.8)
	combined	2104	21.1(19.9-22.3)	28.1(26.4-30.9)
2nd instar nymphs	1	983	20.0(19.5-20.5)	28.4(27.3-29.7)
	2	561	22.6(22.2-23.1)	27.9(26.9-29.1)
	3	1116	22.3(21.3-23.7)	28.2(26.2-31.8)
	combined	2660	21.5(21.0-22.1)	28.5(27.4-29.9)
3rd instar nymphs	1	551	21.3(20.5-22.1)	30.8(29.4-32.7)
	2	693	21.4(17.9-24.1)	30.0(26.5-40.8)
	3	602	22.7(21.0-25.5)	33.2(29.1-43.0)
	combined	1843	21.6(20.7-22.5)	31.0(29.3-33.5)
Adults	1	404	17.0(15.0-18.4)	28.9(27.2-31.5)
	2	96	19.1(16.7-20.3)	24.2(22.8-27.4)
	3	138	17.6(16.1-18.9)	26.1(23.9-30.5)
	combined	638	17.6(16.5-18.4)	27.7(26.4-29.4)

**Table 5.** Dose-mortality data: Each stage of citrus mealybug on fresh pumpkins and fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C

Stage	Dose (g/m <sup>3</sup> )	Number tested	Number dead	Percent mortality	Percent natural mortality
2-day-old eggs	6	143	89	62.2	
	8	65	59	90.8	
	9	91	84	92.3	
	10	72	70	97.2	
	12	228	225	98.7	
	14	79	79	100.0	
	15	97	97	100.0	
	16	80	80	100.0	
	18	209	209	100.0	
Cont.	172	32	—	18.6	
1st instar nymphs	10	105	105	100.0	
	12	41	41	100.0	
	14	67	67	100.0	
	15	21	21	100.0	
	16	45	45	100.0	
	18	55	55	100.0	
Cont.	89	1	—	1.1	
2nd instar nymphs	9	251	250	99.6	
	12	170	170	100.0	
	15	366	366	100.0	
	18	233	233	100.0	
	21	263	263	100.0	
Cont.	287	5	—	1.7	
3rd instar nymphs	9	110	110	100.0	
	10	44	44	100.0	
	12	127	127	100.0	
	14	34	34	100.0	
	15	139	139	100.0	
	16	53	53	100.0	
	18	101	101	100.0	
	20	18	18	100.0	
Cont.	128	1	—	0.8	
Adults	10	49	49	100.0	
	12	116	116	100.0	
	14	164	164	100.0	
	16	131	131	100.0	
	18	130	130	100.0	
	20	107	107	100.0	
Cont.	80	1	—	1.3	

Combined data of three replicates

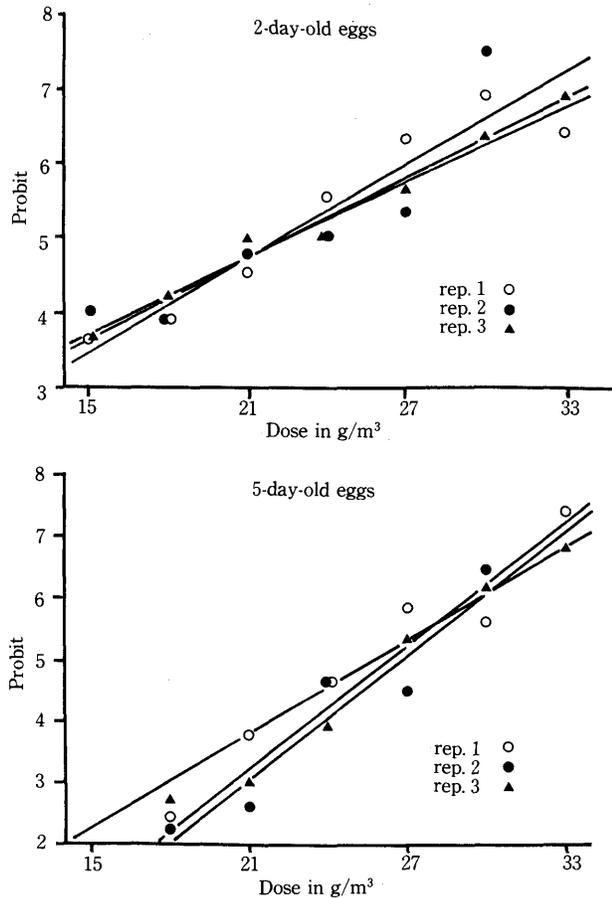


Fig. 1. Response of Japanese mealybug eggs on fresh pumpkins to methyl bromide fumigation.

したがって、2種コナカイガラムシのすべての各態間においてMBくん蒸に対して最も感受性が低い態はフジコナカイガラムシ5日齢卵であるといえる。

#### 試験IV. 対米輸出くん蒸処理基準によるフジコナカイガラムシの大規模殺虫試験

前試験I, IIおよびIIIの結果を踏まえ、LD<sub>95</sub>値、MBガス収着量および植物検疫上の安全性を考慮し、MBくん蒸に対して最も感受性が低いフジコナカイガラムシ5日齢卵を完全に殺虫する対米輸出くん蒸処理基準を次のとおり設定した。

##### 対米輸出くん蒸処理基準

MB 48 g/m³, 2時間, 15°C以上, 収容率32%(v/v)以下, プラスチック製採果ビンに果実を収容。

設定したくん蒸処理基準の有効性を確認するため、

フジコナカイガラムシ5日齢卵を供試して大規模殺虫試験を行った。

#### 材料および方法

##### 1. 供試虫および供試果実

試験Iと同系統のフジコナカイガラムシを使用し、試験I, IIIと同様の手順により5日齢卵寄生果実を作成した。これら寄生果実をくん蒸区と対照区に分け、くん蒸区は商業上使用されているプラスチック製採果ビン(48×32×30 cm, 0.046 m³)にウンシュウミカン果実と共に入れ、対照区はそのまま、それぞれくん蒸まで15°Cに24時間保管した。

##### 2. くん蒸

商業規模を想定し、内容積0.52 m³のステンレス製くん蒸箱(0.52 m³/min.の循環・排気装置, アンブル破

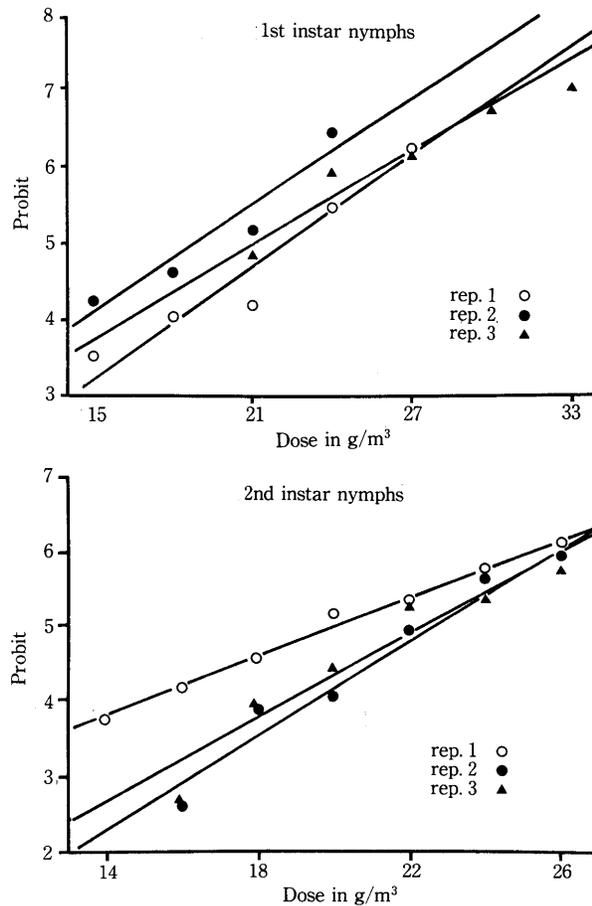


Fig. 2. Response of Japanese mealybug 1st and 2nd nymphal stages on fresh pumpkins to methyl bromide fumigation.

碎装置、温度センサー、ガス採取用孔付き)に、寄生果実を入れたプラスチック製採果ピンを収容し、対米輸出くん蒸処理基準で3回反復してくん蒸した。

投薬は、MBをあらかじめ計量封入したアンプルをくん蒸箱内で破碎して行った。くん蒸中は循環機を常時運転した。くん蒸中の、ガス濃度測定、温度測定お

よびくん蒸終了後の排気はそれぞれ試験Iと同じ方法で行った。

### 3. くん蒸効果の確認

試験IIIと同様に行った。統計処理については100%殺虫を目的としたので解析は行わなかった。

Table 6. Methyl bromide concentrations and temperatures recorded during fumigation in 0.52 m<sup>3</sup> chamber at a dose of 48 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 15°C with 32% loading.

Replicate	Methyl bromide concentration (mg/l)			Temperature (°C)	
	10	60	120 min.	Fruit	Chamber Air
1	51.3	47.6	42.3	15.0	15.3-15.8
2	50.5	46.3	41.8	15.0	15.1-15.4
3	51.0	46.2	41.7	15.2	15.1-15.7

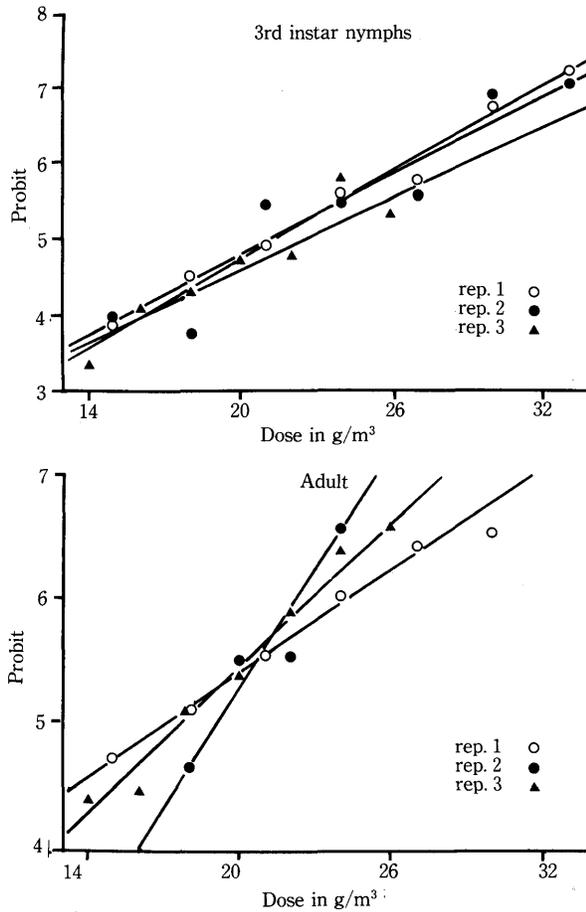


Fig. 3. Response of Japanese mealybug 3rd nymphal and adult stages on fresh pumpkins to methyl bromide fumigation.

Table 7. Large scale mortality test: Mortality of five-day-old eggs of Japanese mealybug fumigated with methyl bromide at  $48 \text{ g/m}^3$  of MB for 2 hours at  $15^\circ\text{C}$  with 32% loading.

Replicate	Control			Treatment				Percent mortality
	No. of fruit infested	No. of ovisac	No. of eggs survived	No. of fruit infested	No. of ovisac	No. of eggs treated*	No. of eggs survived	
1	2	40	6,043	6	360	54,387	0	100
2	2	40	7,394	6	360	66,546	0	100
3	2	40	6,506	6	360	58,554	0	100
Total	6	120	19,943	18	1,080	179,487	0	100

\* Based on survival in control.

## 結果および考察

くん蒸中におけるガス濃度の経時変化、果実温度の測定結果はそれぞれ Table 6 のとおりである。

くん蒸終了時における残存ガス濃度は  $41.7\sim 42.3\text{g}/\text{m}^3$  であり、平均残存ガス濃度は  $41.9\text{g}/\text{m}^3$  であった。ガス濃度が均一化した 10 分後の濃度と比べると 17.7% のガスが被くん蒸物に吸着された。果実温度は  $15.0\sim 15.2^\circ\text{C}$  であり、くん蒸箱内空間部は循環装置から発生する熱のためやや高く、 $15.1\sim 15.8^\circ\text{C}$  であった。

殺虫効果は Table 7 のとおりで、5 日齢卵合計 179,487 卵は 3 反復の試験において完全に殺虫された。

以上の結果から、ウンシュウミカンに寄生する可能性のあるフジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナカイガラムシのすべての態は、確立した対米輸出くん蒸処理基準により完全殺虫されることが判明した。したがって、この MB くん蒸処理基準は植物検疫の安全性を十分に保証するものであると考える。

## 摘 要

対米輸出ウンシュウミカン果実の植物検疫上の障害を解決することを目的として、米国が侵入を警戒しているフジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナカイガラムシのすべての態を完全殺虫する臭化メチル (MB) くん蒸による殺虫技術を開発した。

(1) カボチャ果実で飼育された 1 齢幼虫とウンシュウミカン果実に接種した 1 齢幼虫について MB くん蒸を行い、接種がくん蒸効果に与える影響について比較した。その結果、ウンシュウミカンに接種した場合は対照区の自然死亡率が異常に高くなり、信頼性のある実験ができないことが判明した。

(2) ウンシュウミカン果実とカボチャ果実の MB くん蒸に対する反応の違いを比較した。その結果、両者の間に違いは認められなかった。

(3) カボチャ果実に寄生させたフジコナカイガラムシおよびミカンヒメコナカイガラムシのすべての態について MB くん蒸に対する感受性を比較した。その結果、フジコナカイガラムシの方がミカンヒメコナカイガラムシよりも明らかに感受性が低く、フジコナカイガラムシの態の中では 5 日齢卵が最も感受性が低いことが判明した。

(4) 上述の試験結果を基礎に対米輸出くん蒸処理基準 (MB  $48\text{g}/\text{m}^3$ , 2 時間,  $15^\circ\text{C}$  以上, 収容率 32% (v/v) 以下, プラスチック製採果ビンに果実を収容) を設定した。この処理基準によりフジコナカイガラムシ 5

日齢卵が完全殺虫されるかどうか確認する試験を行った。その結果、供試した 5 日齢卵 179,487 卵は 3 反復の試験において 100% 殺虫された。設定した対米輸出くん蒸処理基準は検疫の安全性を十分に保証するものであると考える。

## 引用文献

- ANTHON, E.W., H.R. MOFFITT, H.M. COUEY and L.O. SMITH (1975) Control of Codling Moth in Harvested Sweet Cherries with Methyl Bromide and Effects upon Quality and Taste of Treated Fruits. *J. Econ. Entomol.* **68**: 524-526.
- ANTHON, E.W., H.R. MOFFITT and L.O. SMITH. (1977) Codling Moth: Dosage Response of Larvae in Cherries to Methyl Bromide Fumigation. *J. Econ. Entomol.* **70**: 381-382.
- FINNEY, D.J. (1971) Probit analysis, third edition. Cambridge University Press. 333 pp.
- GAUNCE, A.P., H.F. MADSEN and R.D. McMULLEN. (1981) Fumigation with Methyl Bromide to Kill Larvae and Eggs of the Codling Moth in Lambert Cherries. *J. Econ. Entomol.* **74**: 154-157.
- LANDOLT, P.J., D.L. CHAMBERS and V. CHEW. (1984) Alternative to the Use of Probit 9 Mortality as a Criterion for Quarantine Treatments of Fruit Fly (Diptera: Tephritidae)-Infested Fruit. *J. Econ. Entomol.* **77**: 285-287.
- MOFFITT, H.R., J.B. FOUNTAIN, P.L. HARTSELL and D.J. ALBANO. (1983) Western Cherry Fruit Fly (Diptera: Tephritidae): Fumigation with Methyl Bromide at Selected Fruit Temperatures. *J. Econ. Entomol.* **76**: 135-138.
- 上野晴久 (1977) フジコナカイガラムシの生態と防除. *植物防疫* 31-4: 159-164.
- WADDELL, B.C., D.B. BIRTLES and P.L. HARTSELL. (1989) Methyl Bromide Fumigation for the Control of codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) on Different Cherry and Nectarine Cultivars: A Cultivar Comparison Test. *Managing Postharvest Horticulture in Australia New Agriculture & Fisheries*: 157-165.
- YOKOYAMA, V.Y., G.T. MILLER and P.L. HARTSELL. (1987) Methyl Bromide Fumigation for Quarantine Control of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) on Nectarines. *J. Econ. Entomol.* **80**: 840-842.
- YOKOYAMA, V.Y., G.T. MILLER and P.L. HARTSELL. (1988) Rearing, Large-Scale Tests, and Egg Response to Confirm Efficacy of a Methyl Bromide Quarantine Treatment for Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) on Exported Nectarines. *J. Econ. Entomol.* **81**:

1437-1442.  
YOKOYAMA, V.Y., G.T. MILLER and  
P.L. HARTSELL. (1990) Evaluation of a Methyl  
Bromide Quarantine Treatment to Control  
Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) on

Nectarine Cultivars Proposed for Export to  
Japan. J. Econ. Entomol. 83: 466-471.  
吉澤 治 (1990) 輸 outcome 果実の病虫害対策. 植物防疫  
44-7: 326-330.