

臭化メチルによる青果物のくん蒸試験

阪 村 基・木 村 茂 (編)

横浜植物防疫所

Studies on the Fumigation of Fresh Fruits and Vegetables with Methyl Bromide. Motoi SAKAMURA and Shigeru KIMURA (Yokohama Plant Protection Station) *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 19: 115-125. (1983)

ま え が き

「輸入青果物検疫要綱」を制定するにあたり、同要綱に盛り込む消毒基準を作成するため、昭和 54 年国内外の青果物の消毒に関する文献を調査し、検疫資料第 8 号「青果物のくん蒸試験に関する文献調査」(1979)としてまとめた。しかし、この文献調査をもとにして消毒基準を作成するには不備な点があり、これを補うため、昭和 55・56 年度に、横浜・神戸及び門司の各植物防疫所でそれぞれ分担して、調査研究の特別課題として「臭化メチルによる青果物のくん蒸試験」を実施した。

本報は、この試験結果をとりまとめたものである。

なお、本試験の実施に際しては、横浜植物防疫所調査研究部調査課から試験設計及び試験技法等について御指導をいただき、また供試虫の採集にあたっては長野県果樹試験場、武田薬品工業(株)福知山農場及び関東農政局生産流通部農産普及課から種々の御便宜をいただいた。ここに厚く感謝の意を表する。

I. 試 験 の 分 担

1. 横浜植物防疫所業務部国際第一課

(1) 薬害試験

果 実: リンゴ, クリ, レモン, ネーブルオレンジ, グレープフルーツ

野 菜: ハクサイ, キャベツ, セロリー

(2) 殺虫試験

鱗翅目: スジグロチョウ, ヨトウガ, モモシクイガ

半翅目: マルカメムシ

その他: ウスカワマイマイ, ネダニ

2. 神戸植物防疫所業務部国際第二課

(1) 薬害試験

野 菜: ハクサイ, カリフラワー, ブロッコリー

パセリー, ヒラマメインゲン, ピーマン, ニラ, イチゴ, タケノコ

(2) 殺虫試験

半翅目: クワコナカイガラムシ

甲虫目: ウリハムシ

3. 門司植物防疫所国際課

(1) 薬害試験

果 実: パインアップル

(2) 殺虫試験

甲虫目: クリシギゾウムシ

II. 薬 害 試 験

1. 材 料

供試した植物はいずれも市販のもので、果実は、国内産リンゴ (品種: 紅玉), 中国産クリ, アメリカ合衆国産レモン・ネーブルオレンジ及びグレープフルーツ, フィリピン産パインアップルを、野菜は、すべて国内産でハクサイ (品種: 大御所), キャベツ, カリフラワー, ブロッコリー, セロリー (品種: コーネル), パセリーを供試した。

2. くん蒸方法

内容積 1m^3 , 攪拌・加温及び排気の各装置付きくん蒸箱を用い、投薬は規定量の臭化メチルの入ったアンプルを用いて行った。くん蒸条件は第 1 表のとおりである。

くん蒸中は所定のくん蒸温度を維持するため必要に応じて加温し、攪拌機はくん蒸中連続して運転を行った。

くん蒸時の供試植物の荷姿は、パインアップル, 神戸担当分のハクサイ, カリフラワー, ブロッコリー, パセリー, ニラ, ヒラマメインゲン及びタケノコは、上面を開放したカートン箱入りで、イチゴは上面の開口した小型プラスチックケース入りで、リンゴ, クリ, レモン, ネーブルオレンジ, グレープフルーツ, 横浜担当分のハクサイ, キャベツ及びセロリーはばら積み状態であっ

第1表 青果物の臭化メチルくん蒸の条件とその薬害発生状況

品目	くん蒸条件及びガス濃度						薬害状況					
	投薬量 (g/m ³)	時間 (hr)	設計温度 (°C)	実温度(°C)		ガス濃度 (mg/l) 投薬直後—開放直前	くん蒸後 日数	外観	切断面	味覚	臭気	重量 変化
				最低・最高								
果実	ク　　リ	48	3	10～14	13～14	36 — 36	1	—	—	—	—	—
							3	—	—	—	—	—
							7	—	—	—	—	—
	リ　　ン　　ゴ	40	2	15～19	18～19	36 — 32	14	—	—	—	—	—
							1	—	—	—	—	—
							3	—	+	—	—	—
		48	3	15～19	16～17	33 — 30	7	—	—	—	—	—
							14	—	+	—	—	—
							1	—	—	—	—	—
	レ　　モ　　ン	40	3	15～19	18～19	35 — 30	3	—	+	—	—	—
							7	—	+	—	—	—
							14	—	+	—	—	—
		48	3	10～14	12～13	37 — 37	1	—	—	—	—	—
							3	—	+	—	—	—
							7	—	+	—	—	—
	ネーブルオレンジ	40	3	15～19	18～19	33 — 31	14	—	—	—	—	—
							1	—	—	—	—	—
							3	—	—	—	—	—
		48	3	10～14	13～14	39 — 35	7	—	—	—	—	—
							14	—	—	—	—	—
							1	—	—	—	—	—
果実	グレープフルーツ	40	3	15～19	18	33 — 31	3	—	—	—	—	—
							7	—	—	—	—	—
							14	—	—	—	—	—
		48	3	10～14	13～14	39 — 35	1	—	—	—	—	—
							3	—	—	—	—	—
							7	—	—	—	—	—
	パイナップル	40	2	15～19	19	33 — 30	14	+	—	—	—	—
							1	—	—	—	—	—
		48	2	10～14	11	38 — 37	3	—	—	—	—	—
							7	—	—	—	—	—

(第1表 つづき)

品 目	くん蒸条件及びガス濃度					薬害状況					
	投薬量 (g/m ³)	時間 (hr)	設計温 度(°C)	実温度(°C)	ガス濃度 (mg/l)	くん 蒸後 日数	外観	切断 面	味覚	臭気	重量 変化
				最低・最高	投薬直後—開放直前						
野 菜	ハ ク サ イ	40	2	15~19	15~20	38 — 35	1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
		48	2	10~14	12~14	32 — 30	14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
	キ ャ ペ ツ	56	2	~ 9	6~ 8	42 — 40	7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
		3	~ 9	5~ 6	42 — 34	42 — 34	3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—
	セ ロ リ ー	56	3	~ 9	5~ 6	42 — 34	1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
	カ リ フ ラ ワ ー	40	2	15~19	15~20	32 — 30	14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
	ブ ロ ッ コ リ ー	48	2	10~14	12~14	39 — 35	7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—
		40	2	15~19	14~20	32 — 30	1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
	パ セ リ ー	48	2	10~14	12~14	38 — 35	14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
		40	2	15~19	15~20	31 — 30	3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—
	ニ ラ	48	2	10~14	12~14	38 — 35	1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
		24	3	25~29	27.3	26 — 17	14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
							3	—	—	—	—
	ニ ラ	32	3	20~24	22.9	32 — 22	7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—
							1	—	—	—	—
		32	3	20~24	22.9	32 — 22	3	—	—	—	—
							7	—	—	—	—
							14	—	—	—	—

(第1表 つづき)

品目		くん 蒸 条 件 及 び ガ ス 濃 度					薬 害 状 況						
		投薬量 (g/m³)	時間 (hr)	設計温 度(°C)	実温度(°C)		ガス濃度 (mg/l) 投薬直後—開放直前	くん 蒸後 日数	外観	切断 面	味覚	臭気	重量 変化
					最低・最高								
野菜	ニ ラ	40	3	15～19	16.6	40 — 28	1	—	—	—	—	—	
							3	—	—	—	—	—	
							7	—	—	—	—	—	
		48	3	10～14	13.0	48 — 36	14	—	—	—	—	—	
							1	—	—	—	—	—	
							3	—	—	—	—	—	
		24	3	25～29	27.3	26 — 17	7	—	—	—	—	—	
							14	—	—	—	—	—	
							1	—	—	—	—	—	
		32	3	20～24	22.9	32 — 22	3	—	—	—	—	—	
							7	—	—	—	—	—	
							14	—	—	—	—	—	
	40	3	15～19	16.6	40 — 28	1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		
						7	—	—	—	—	—		
	48	3	10～14	13.0	48 — 36	14	—	—	—	—	—		
						1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		
	ピ ー マ ン	24	3	25～29	27.3	26 — 17	7	—	—	—	—	—	
							14	—	—	—	—	—	
							1	—	—	—	—	—	
		32	3	20～24	22.9	32 — 22	3	—	—	—	—	—	
							7	—	—	—	—	—	
							14	—	—	—	—	—	
40		3	15～19	16.6	40 — 28	1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		
						7	—	—	—	—	—		
48		3	10～14	13.0	48 — 36	14	—	—	—	—	—		
						1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		
イ チ ゴ	24	3	25～29	27.3	26 — 17	7	—	—	—	—	—		
						14	—	—	—	—	—		
						1	—	—	—	—	—		
	32	3	20～24	22.9	32 — 22	3	—	—	—	—	—		
						7	—	—	—	—	—		
						14	—	—	—	—	—		
	40	3	15～19	16.6	40 — 28	1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		
						7	—	—	—	—	—		
	48	3	10～14	13.0	48 — 36	14	—	—	—	—	—		
						1	—	—	—	—	—		
						3	—	—	—	—	—		

(第1表 つづき)

品目		くん蒸条件及びガス濃度					薬害状況						
		投薬量 (g/m³)	時間 (hr)	設計温度 (°C)	実温度(°C)		ガス濃度 (mg/l)	くん蒸後 日数	外観	切断面	味覚	臭気	重量変化
					最低・最高	投薬直後—開放直前							
野菜	タケノコ	24	3	25～29	27.3	21 — 16	1	—	—	—	—	—	
							3	—	—	—	—	—	
							7	—	—	—	—	—	
		32	3	22～24	22.9	33 — 26	14	／	／	／	／	／	
							1	—	—	—	—	—	
							3	—	—	—	—	—	
		40	3	15～19	16.6	37 — 29	7	—	—	—	—	—	
							14	／	／	／	／	／	
							1	—	—	—	—	—	
						3	—	—	—	—	—		
						7	—	—	—	—	—		
						14	／	／	／	／	／		

—：薬害を認めず

±：判定困難

+：軽度の薬害

≡：中程度の薬害

た。

3. 調査方法

くん蒸後、ニラ、ヒラマメインゲン、ピーマン、イチゴは4~12°Cで、タケノコは15.8°Cで、その他の供試植物は4~10°Cの室温で、供試状態のまま(但し、パセリーはくん蒸後処理区及び対照区とも新聞紙につつんで箱詰めとした。)保管し、くん蒸後1・3・7・14日目の各日に外観・切断面・臭気・味覚及び重量変化について調査を行った。

なお、乾燥を防ぐため、神戸担当分のハクサイ、カリフラワー及びブロッコリーはカートン箱の上ぶたを開いて、パセリーは新聞紙に包んだ状態で、ときどきしめる程度に散水を行った。

4. 結 果

薬害試験の結果(対照区と比較した変化)を第1表に示した。

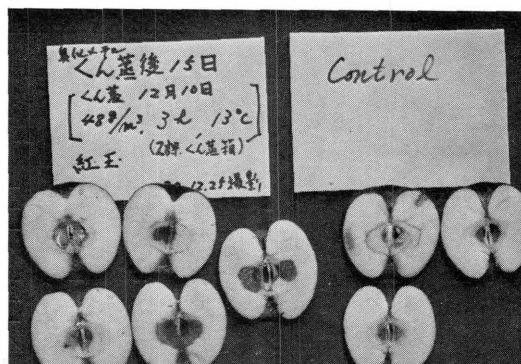
- リンゴ(品種：紅玉)；臭化メチル40g/m³・18~19°C・2時間及び16~17°C・3時間くん蒸並びに48g/m³・12~13°C・3時間くん蒸で調査3日目以降芯部褐変が認められた。(第1図)しかし外観等には薬害症状は認められなかった。
- クリ・レモン・ネーブルオレンジ；各処理区とも薬害症状は認められなかった。
- グレープフルーツ；臭化メチル40g/m³・18°C・3時間くん蒸では調査14日目に、48g/m³・13~14°C・3時間くん蒸では調査7日目に果皮に水浸症状が認められた。
- パインアップル；臭化メチル40g/m³・19°C・2時間及び17°C・3時間くん蒸で果肉及び果軸部に水浸症状が認められた。なお、当該区の対照区においては同部位

が淡褐色又は褐色となっていた。(第2図) 40g/m³・17°C及び48g/m³・12°Cの各3時間くん蒸では味覚調査で対照区に比べ「うまい」という結果がでた。

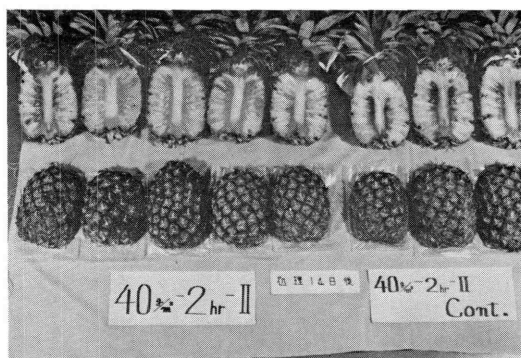
- ハクサイ；臭化メチル40g/m³・15~20°C及び48g/m³・12~14°Cの各2時間くん蒸では、一部のものに調査3日目以降わずかに苦味を増し甘味が減少するという結果がでた。他の項目には薬害症状は認められなかった。

56g/m³・6~8°C・2時間及び56g/m³・5~6°C・3時間くん蒸では、調査7日目以降葉柄部に褐色斑点状の陥没が認められた。(第3図) この症状は結球表面葉から内側3~4枚目の葉で顕著であった。

- キャベツ・パセリー；各処理区とも薬害症状は認められなかった。
- セロリー；臭化メチル56g/m³・5~6°C・3時間くん蒸で調査7日目以降、葉柄基部付近の表皮に褐色斑点が認められ(第4図)その部分の組織内部は水浸状であった。
- カリフラワー；臭化メチル40g/m³・15~20°C及び48g/m³・12~14°C各2時間くん蒸で花部が極くわずかに黄変したほかは対照区と差がなかった。
- ブロッコリー；臭化メチル40g/m³・14~20°C及び48g/m³・12~14°Cの各2時間くん蒸でやや萎凋症状を示したほかは対照区と差がなかった。
- ニラ；臭化メチル32g/m³・22.9°C及び40g/m³・16.6°Cの各3時間くん蒸で一部の個体に苦味を認めたが、くん蒸後日数経過に伴いくん蒸区・対照区ともに萎凋や腐敗が進み、くん蒸による品質の差が確認できなかった。
- ヒラマメインゲン；臭化メチル24g/m³・27.3°C・3時



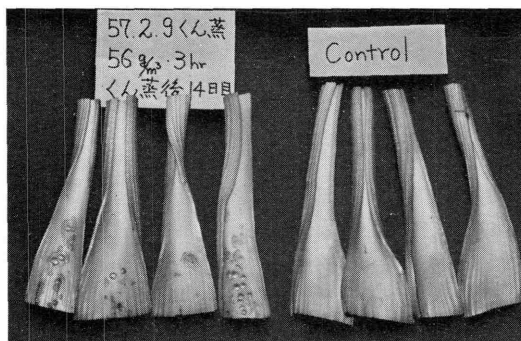
①



②



③



④

- 第1~4図 ① リンゴの芯部褐変，右：対照区，左：48 g/m³・3 hr・13°C くん蒸，調査15日目
 ② パインアップルの水浸症状・褐変，右：対照区，左：40 g/m³・3 hr・19°C くん蒸，調査14日目
 ③ ハクサイの褐色斑点，右：対照区，左：56 g/m³・2 hr・6~8°C くん蒸，調査14日目
 ④ セロリー茎の褐変，右：対照区，左：56 g/m³・3 hr・5~6°C くん蒸，調査14日目

間くん蒸で調査3日目に，32 g/m³・22.9°C・3時間くん蒸で調査7日目に，40 g/m³・16.6°C・3時間くん蒸で調査14日目にさや表面に赤褐色の細縞が認められ日数経過に伴い拡大した。切開したところ24 g/m³・27.3°C・3時間くん蒸で調査14日目に種子胚部を中心に赤褐色の変色が認められた。

○ピーマン；臭化メチル及び24 g/m³・27.3°C，32 g/m³・22.9°C，40 g/m³・16.6°C 48 g/m³・13°Cの各3時間くん蒸で調査14日目に果実表面に不規則な斑点と陥没が認められた。また，がく片部及びその周辺部はそれぞれ黒緑色と黒褐色を呈した。切断調査では全区で調査1日目に降，種子に淡褐色から褐色の変色が認められ，日数経過に伴い黒褐色に変わった。

○イチゴ；臭化メチル24 g/m³・27.3°C，32 g/m³・22.9°C，40 g/m³・16.6°C及び48 g/m³・13°Cの各3時間くん蒸で，一部の個体の導管部に褐変が認められ，特に48 g/m³区で著しかった。その他の項目についてはくん蒸区・対照区とも腐敗が激しく，くん蒸による差

は確認できなかった。

○タケノコ；臭化メチル24 g/m³・27.3°C，32 g/m³・22.9°C及び40 g/m³・16.6°Cの各3時間くん蒸で調査3日目に一部の個体の内部が淡褐色となった。また32 g/m³区及び40 g/m³区で調査7日目に食用とならない個体があった。

III. 殺虫試験

1. 材料

スジグロチョウ（藤沢市内で採集），ヨトウガ（三島市内で採集）は室温で，マルカメムシ（厚木市内で採集），ウスカワマイマイ（横浜市内で採集）は供試するまで15°Cで飼育した。供試は飼育箱（20×25×27 cm）に裸虫のまま入れて行った。

モモシンクイガは，長野県果樹試験場の無防除園で採集したリンゴ（品種：紅玉）に食入状態のものを供試した。リンゴは供試するまで15°Cで保管し，くん蒸前に

それぞれの供試温度にして供試した。

ネダニは、国内産チューリップ球根から採集しチューリップ球根で累代飼育（30°C・60～70%D. H.）したものを当所調査研究部調査課物理係から譲り受け供試した。供試虫の調製は次のように行った。まず新しいチューリップ球根の鱗片1枚目に約1cm²の穴を開け2枚目の鱗片上に累代飼育したネダニ（成虫）を接種した。そして、30°C・60～70%R. H. で7～10日間飼育した後鱗片1枚目の穴を球根切片で封をして供試用とした。

クリシギゾウムシは、中国産クリの輸入検疫の際採集した幼虫（裸虫）を供試するまで土壌を入れたバット内で保管し、供試には直径18cmのバットに入れ上面をゴース布で覆った。

ウリハムシ（神戸市内及び明石市内で採集）は、供試するまでヘチマ又はカボチャの生茎葉及びショ糖液で飼育し、ガラス管（直径6cm、長さ15cm）に入れ両端をガーゼで覆って供試した。

クワコナカイガラムシは、武田薬品工業㈱福知山農場から譲り受け、ニホンカボチャで累代飼育（25°C・75% R. H.）し、成虫・3令幼虫・2令幼虫及び卵の各態を供試した。成虫及び3令幼虫は裸虫を、2令幼虫は当該虫の付着したカボチャの切片を直径12cm、高さ5cmの腰高シャーレに入れ上面を約90メッシュの網で覆って、卵は卵塊の状態又は個々に離したものを直径1.5cm、長さ9cmのガラス管に入れ脱脂綿で栓をして供試した。

2. くん蒸方法

くん蒸箱・投薬方法・攪拌・加温は薬害試験に準じ、くん蒸条件は第2-1～3表のとおりである。

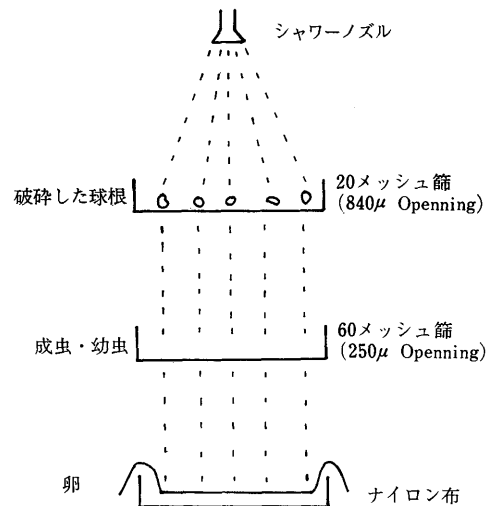
3. 調査方法

スジグロチョウ、ヨトウガ、マルカメムシ及びウスカワマイマイは、くん蒸後15°Cで保管し、くん蒸直後と1・2・4日目の各日に生死判定調査を行った。

モモンクイガは、くん蒸後リングを15°Cで保管し、くん蒸直後と1・2・3日目の各日にリングを切開し供試虫の生死判定調査を行った。調査時、生虫又は苦悶虫（歩行しないが体の一部が動いているもの）は供試したリング片の置かれたシャーレ内で飼育し、切開後3日間毎日調査した。

ネダニは、くん蒸後供試球根を破碎し、20メッシュの篩上に置き、シャワーノズルで水洗、60メッシュ篩で幼虫、成虫を、ナイロン布で卵をそれぞれ篩別した。（第5図）生死判定は、成虫及び幼虫はくん蒸1時間後に行い、卵は無作為に100個を抽出し、30°C・60～70% R. H. で1週間保管し孵化の有無により行った。

ウリハムシは、くん蒸に供試した状態で保管し、くん



第5図 ネダニ成虫・幼虫・卵の篩別方法

蒸後1・2・4日目の各日に針による刺激に対する反応の有無及び虫体の固化等により生死判定調査を行った。

クワコナカイガラムシは、くん蒸後、卵及び2令幼虫は供試したままの状態、成虫及び3令幼虫は発芽したジャガイモとともに腰高シャーレに入れ27°Cで保管した。生死の判定は、成虫及び3令幼虫はくん蒸後3～7日目に、2令幼虫は2～3日目に針による刺激に対する反応の有無、体色の変化及び虫体の固化や乾燥等により行い卵はくん蒸後7日目に孵化の有無により行った。

クリシギゾウムシは、土壌を入れたバット内で室温で保管し、くん蒸後1・2・4・7日目の各日に生死判定調査を行った。

4. 結果

殺虫試験の結果を第2-1～3表に示した。

- スジグロチョウ・ヨトウガ・マルカメムシ；実施したすべての試験区で、くん蒸後1日目で100%の殺虫率を得た。
- ウリハムシ；臭化メチル 24g/m³・27～28°C 及び 32g/m³・21～24°C の各2時間くん蒸で、くん蒸後1日目で100%の殺虫率を得たが、40g/m³・16～18°C 及び 48g/m³・11～13°C の各2時間くん蒸では完全殺虫にいたらなかった。
- クリシギゾウムシ；臭化メチル 40g/m³・17°C・4時間くん蒸で、くん蒸後7日目に100%の殺虫率を得たが、48g/m³・9°C・3時間くん蒸では、くん蒸後7日目に97%の殺虫率であった。
- ネダニ；成虫及び幼虫は実施したすべての試験区でくん蒸後1日目で100%の殺虫率を得た。卵は、臭化メ

第2-1表 各害虫の臭化メチルくん蒸の条件とその殺虫効果

害 虫 名	態	くん蒸条件及びガス濃度				殺 虫 効 果														
		薬 量 (g/m ³)	時 間 (hr)	設計温 度(°C)	実温度(°C) 最低・最高	ガス濃度 (mg/l) 開放直前	供 試 虫総数	くん蒸直後		1 日 後		2 日 後		4 日 後		7 日 後				
								生虫	死虫	生虫	死虫	生虫	死虫	生虫	死虫	生虫	死虫			
スジグロチョウ	幼 虫	24	2	25-29	26-28	20	—	20	20	0	40	100	0	100	—	—	—	—		
		32	2	20-24	22-24	28	—	27	20	0	5	95	0	100	—	—	—	—		
		40	2	15-19	16-18	33	—	33	26	23	31	54	0	100	—	—	—	—		
		Control	—	—	—	—	—	40	100	0	0	100	0	—	—	—	—	—		
ヨトウガ	幼 虫	24	2	25-29	27-29	20	—	19	46	0	2	98	0	100	—	—	—	—		
		32	2	20-24	22-23	26	—	27	59	0	14	86	0	100	—	—	—	—		
		40	2	15-19	17-19	33	—	35	30	40	10	50	0	100	—	—	—	—		
		48	2	10-14	"	45	—	31	30	53	27	20	0	100	—	—	—	—		
Control	—	—	—	—	—	—	40	100	0	0	100	0	—	—	—	—	—			
マルカメムシ	成 虫	40	2	15-19	16-17	34	—	33	25	0	84	16	0	100	—	—	—	—		
		Control	—	—	—	—	—	—	10	100	0	0	100	0	—	—	—	—		
		ウリハムシ	24	2	25-29	27-28	26	—	20	90	—	—	—	0	100	—	—	—	—	
			32	2	20-24	21-24	31	—	21	90	—	—	—	0	100	—	—	—	—	
クリンギゾウムシ	成 虫	40	2	15-19	16-18	37	—	28	90	—	—	—	12	88	12	88	8	92		
		48	2	10-14	11-13	49	—	35	90	—	—	—	11	89	14	86	1	99		
		Control	—	—	—	—	—	—	120	100	—	0	100	0	100	0	100	0	—	
		40	4	15-20	17	33	—	24	70	54	—	46	37	63	11	89	4	96	0	100
ネダニ	成 虫・幼 虫	48	3	10-14	9	41	—	31	1,923	100	—	0	87	13	80	20	22	78	3	97
		Control	—	—	—	—	—	—	646	100	—	0	100	0	98	2	94	6	91	9
		40	3	15-19	15-16	33	—	31	200	1	0	99	0	100	—	—	—	—	—	—
		48	3	10-14	9-11	37	—	32	841	5	0	95	0	100	—	—	—	—	—	—
ウスカワマイマイ	成 貝	Control	—	—	—	—	—	—	85	73	0	27	73	27	—	—	—	—	—	—
		40	3	15-19	15-16	33	—	31	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	100
		48	3	10-14	9-11	37	—	32	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	97
		24	2	25-29	27-28	20	—	20	40	46	22	32	0	100	—	—	—	—	—	—
ウスカワマイマイ	成 貝	32	2	20-24	23-23	29	—	27	55	26	9	65	0	100	—	—	—	—	—	—
		40	2	15-19	17-19	33	—	34	30	23	23	54	—	—	—	—	—	—	—	—
		48	2	10-14	"	45	—	43	30	87	6	7	—	—	—	—	—	—	—	—
		Control	—	—	—	—	—	—	40	100	0	0	100	0	100	0	100	0	100	0

第2-2表 クワコナカイガラムシの臭化メチルくん蒸の条件とその殺虫効果

態	くん蒸条件及びガス濃度						供試虫 総 数	殺虫又は殺卵効果		備 考	
	薬 量 (g/m ³)	時間 (hr)	設計温 度(°C)	実温度(°C)		ガス濃度 (mg/l)		生虫率又は 孵化率	死虫率又は 非孵化率		
				最低・最高	投薬直後—開放直前						
成 虫	24	2	25-29	27-28	26	—	20	97	0 %	100%	くん蒸後7日目に調査
	32	2	20-24	21-24	31	—	21	301	1 (44)	99	
	40	2	15-19	16-18	37	—	28	299	0 (18)	100	
	48	2	10-14	11-13	49	—	35	267	0 (18)	100	
	Control	—	—	—	—	—	898	93	7		
3 令幼虫	32	2	20-24	21-24	31	—	21	178	0	100	くん蒸後7日目に調査
	40	2	15-19	16-18	37	—	28	153	0	100	
	48	2	10-14	11-13	49	—	35	188	0	100	
	Control	—	—	—	—	—	120	87	13		
2 令幼虫	24	2	25-29	27-28	26	—	20	207	0	100	くん蒸後3日目に調査
	32	2	20-24	21-24	31	—	21	384	1	99	
	40	2	15-19	16-18	37	—	28	503	0	100	
	48	2	10-14	11-13	49	—	35	1,126	0	100	
	Control	—	—	—	—	—	459	78	22		
卵	24	2	25-29	27-28	26	—	20	12,798	0	100	くん蒸後7日目の孵化の有無を調査
	32	2	20-24	21-24	31	—	21	825	0	100	
	40	2	15-19	16-18	37	—	28	2,475	1	99	
	48	2	10-14	11-13	49	—	35	3,550	0.4	99.6	
	Control	—	—	—	—	—	6,779	70	30		

注：成虫欄の生虫率又は孵化率の（ ）書は、死んだ成虫から排出された卵の孵化率 $\left(\frac{\text{孵化した卵数}}{\text{くん蒸から死亡までの産卵数}} \right) \times 100$

チル 40g/m³・15~16°C・3時間くん蒸で孵化はみられなかったが、48g/m³・9~11°C・3時間くん蒸で約3%が孵化した。

○ウスカワマイマイ；臭化メチル 24g/m³・27~28°C 及び 32g/m³・23°C の各2時間くん蒸で、くん蒸後1日で、40g/m³・17~19°C 及び 48g/m³・11°C の各2時間くん蒸で、くん蒸後2日目でそれぞれ100%の殺虫率を得た。

○クワコナカイガラムシ；成虫及び2令幼虫は臭化メチル 32g/m³・21~24°C・2時間くん蒸で、くん蒸後7日目に1%の生虫を認めたほかは、実施したすべての試験区で100%の殺虫率を得た。なお、くん蒸によって死んだ成虫から排出された卵について引き続き調査したところ、32g/m³・21~24°C・2時間くん蒸で44%、40g/m³・16~18°C 及び 48g/m³・11~13°C の各2時間くん蒸でそれぞれ18%の卵が孵化した。3令幼虫は試験を実施したすべての区で100%の殺虫率を得た。卵は、臭化メチル 24g/m³・27~28°C 及び 32g/m³・21~24°C の各2時間くん蒸で孵化率0%（対照区それ

ぞれ53.4%と97.8%）であったが、40g/m³・16~18°C 及び 48g/m³・11~13°C の各2時間くん蒸ではそれぞれ18%（対照区それぞれ96.6%と99.3%）の孵化率であった。

○モモシクイガ；くん蒸直後の切開調査では、試験を行ったすべての区に、生虫及び苦悶虫が認められたがこれらの生虫及び苦悶虫は、臭化メチル 24g/m³・26~27°C・2時間くん蒸で切開後3日目に、32g/m³・23~24°C・2時間くん蒸と24g/m³・26~27°C 及び 32g/m³・23~24°C の各3時間くん蒸でそれぞれ切開後1日目に全死した。また、くん蒸後1・2・3日目の各日の切開調査ではすべて100%の殺虫率を得た。

IV. 考 察

本試験の結果と国内外の文献調査（検査資料8号）から次のことが考えられる。

1. レモン及びネーブルオレンジは、臭化メチル 40g/m³・18~19°C 及び 48g/m³・13~14°C の各3時間くん

第2-3表 モモシクイガ（幼虫）の臭化メチルくん蒸の条件とその殺虫効果

くん蒸条件及びガス濃度					くん蒸から切開調査までの 日数(日)	殺 虫 効 果															
薬 量 (g/m³)	時間 (hr)	設計温 度(°C)	実温度(°C)			ガス濃度 (mg/l)		供 試 虫 総 数	切 開 直 後			切開から1日後									
			最低・最高	投薬直後—開放直前		生虫	苦も ん虫		殺虫	生虫	苦も ん虫	殺虫									
24	2	25-29	26-27	20	—	17	直 後	F 37	%	%	%	%	%	%							
								C 43	57	35	8	0	8*	92							
									98	2	0	98	2	0							
								F 36	0	0	100	—	—								
								C 46	100	0	0	—	—								
								F 19	0	0	100	—	—								
								C 41	95	0	5	—	—								
								F 14	0	0	100	—	—								
								C 22	100	0	0	—	—								
								3	25-29	26-27	20	—	17	直 後	F 39	10	62	28	0	0	100
															C 57	100	0	0	95	0	5
															F 47	0	0	100	—	—	
C 28	93	0	7	—	—																
F 39	0	0	100	—	—																
C 31	100	0	0	—	—																
F 13	0	0	100	—	—																
C 37	100	0	0	—	—																
32	2	20-24	23-24	27	—	26	直 後								F 33	24	67	9	0	0	100
															C 36	100	0	0	100	0	0
															F 20	0	0	100	—	—	
															C 28	96	0	4	—	—	
								F —	—	—	—	—	—								
								C —	—	—	—	—	—								
								F —	—	—	—	—	—								
								C —	—	—	—	—	—								
								3	20-24	23-24	25	—	26	直 後	F 34	0	38	62	0	0	100
															C 36	100	0	0	100	0	0
															F 22	0	0	100	—	—	
															C 27	100	0	0	—	—	
F 8	0	0	100	—	—																
C 14	100	0	0	—	—																
F —	—	—	—	—	—																
C —	—	—	—	—	—																

F: くん蒸区

C: 対照区

*: 切開調査から3日後までに全死

蒸で薬害を生じなかった。安部・川上 (1980) はレモン及びオレンジが臭化メチル 50g/m³・19°C・3時間くん蒸で薬害を生じないこと, GERHARDT and LINDGREN (1951) はクルミマダラメイガが臭化メチル 32g/m³・18・3°C・2時間くん蒸で, YUST ら (1942) はアカマルカイガラムシが臭化メチル 40g/m³・15°C・3時間くん蒸で完全殺虫されることを報告している。このことから, クルミマダラメイガ及びアカマルカイガラムシを対象として試験を行った条件を消毒基準に採用可能と考える。

2. リンゴ (品種: 紅玉) は, 臭化メチル 40g/m³・18~19°C・2時間及び 16~17°C・3時間くん蒸並びに 48g/

m³・12~13°C・3時間くん蒸で薬害を生じた。一方, リンゴに食入している モモシクイガは臭化メチル 24g/m³・26~27°C 及び 32g/m³・23~24°C の各2時間くん蒸で完全殺虫された。CLAYPOOL ら (1956) は臭化メチル 32g/m³・2時間くん蒸でリンゴ (品種: 紅玉) が薬害を生じないことを報告している。このことからリンゴ (品種: 紅玉) は, モモシクイガを対象として臭化メチル 24g/m³・26~27°C・2時間くん蒸が消毒基準に採用可能と考える。

3. ハクサイ, カリフラワー及びブロッコリーは, 臭化メチル 40g/m³・15~20°C 及び 48g/m³・12~14°C の各2時間くん蒸で極くわずかに変異が認められた。しか

- しこのような軽微な花部の黄変及び萎凋は自然状態の保管でも認められ、臭化メチルくん蒸による薬害症状とは考えられない。ハクサイ及びカリフラワーは、安部ら (1974a) が臭化メチル $18\text{ g/m}^3 \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で薬害を生じないことを報告している。また、安部ら (1974b) は臭化メチル $10\text{ g/m}^3 \cdot 20^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で、ハスモンヨトウ、ヨトウガ、コナガ、ナノメイガ、ハイマダラメイガ、キハラゴマダラヒトリ、モンシロチョウ、ミナミアオカメムシ、モモアカアブラムシ、ニセダイコンアブラムシが完全殺虫されることを報告し、本試験では臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 16 \sim 19^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot 11^\circ\text{C}$ の各2時間くん蒸でヨトウガ、スジグロチョウ、ウスカワマイマイが完全殺虫された。このことから、ハクサイ、カリフラワー及びブロッコリーは、ウスカワマイマイを除く上記11種の害虫を対象に臭化メチル $10\text{ g/m}^3 \cdot 20^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸を、ウスカワマイマイを対象に臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 17 \sim 19^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot 11^\circ\text{C}$ の各2時間くん蒸が消毒基準に採用可能と考える。
4. キャベツは臭化メチル $56\text{ g/m}^3 \cdot 5 \sim 6^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で、パセリーは臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 15 \sim 20^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot 12 \sim 14^\circ\text{C}$ の各2時間くん蒸で、薬害が生じなかった。このことから、当該条件で完全殺虫できる害虫を対象に消毒基準に採用可能と考える。
5. クリは臭化メチル $48\text{ g/m}^3 \cdot 13 \sim 14^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で薬害を生じなかつた。しかしクリに食入するクリシギゾウムシは同条件で完全殺虫されなかつた。この条件はクリシギゾウムシを対象として採用できないが、完全殺虫できる他のクリの害虫には消毒基準として採用可能と考える。
6. パインアップルは、臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 19^\circ\text{C} \cdot 2\text{ 時間}$ 及び $40\text{ g/m}^3 \cdot 17^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で水浸症状を生じ、また $40\text{ g/m}^3 \cdot 17^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot 12^\circ\text{C}$ の各3時間くん蒸で対照区に比べ「うまい」という結果を得た。水浸症状は熟度の進んでいる個体ほど水浸状になる傾向があり、また対照区での変色も熟度の進んでいる個体に多かった。このことはパインアップルの熟度が臭化メチルの薬害の有無に関係すると考えられ、熟度を考慮した試験を重ねる必要がある。
7. グレープフルーツは臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 18^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot 13 \sim 14^\circ\text{C}$ の各3時間くん蒸で、セロリーは臭化メチル $56\text{ g/m}^3 \cdot 5 \sim 6^\circ\text{C} \cdot 3\text{ 時間}$ くん蒸で、ヒラマメインゲン及びピーマンは臭化メチル $24\text{ g/m}^3 \cdot 27.3^\circ\text{C}$ 、 $32\text{ g/m}^3 \cdot 22.9^\circ\text{C}$ 、 $40\text{ g/m}^3 \cdot 16.6^\circ\text{C}$ 及び $48\text{ g/m}^3 \cdot$

13°C の各3時間くん蒸で、タケノコは臭化メチル $24\text{ g/m}^3 \cdot 27.3^\circ\text{C}$ 、 $32\text{ g/m}^3 \cdot 22.9^\circ\text{C}$ 及び $40\text{ g/m}^3 \cdot 16.6^\circ\text{C}$ の各3時間くん蒸で薬害を生じ、これらはそれぞれの条件では消毒基準に採用できないと考える。

8. イチゴは、一部に薬害症状と考えられる導管部褐変がみられた。しかしニラ同様、くん蒸区・対照区ともに腐敗がはやく十分な調査ができなかつた。イチゴ及びニラは、腐敗防止の保管方法を検討し、試験を行う必要がある。
9. マルカメムシは臭化メチル $40\text{ g/m}^3 \cdot 16 \sim 17^\circ\text{C} \cdot 2\text{ 時間}$ くん蒸で、ウリハムシは臭化メチル $24\text{ g/m}^3 \cdot 27 \sim 28^\circ\text{C}$ 及び $32\text{ g/m}^3 \cdot 21 \sim 24^\circ\text{C}$ の各2時間くん蒸で完全殺虫された。これらの害虫が付着し、当該条件で薬害を生じない青果物に対して消毒基準として同条件を採用できると考える。
10. クワコナカイガラムシは、臭化メチル $24\text{ g/m}^3 \cdot 27 \sim 28^\circ\text{C} \cdot 2\text{ 時間}$ くん蒸で成虫・2令幼虫・3令幼虫及び卵が完全殺虫された。しかし試験を行った他の試験区では完全殺虫ができなかつた。これは、低温による感受性の低下が考えられ、薬量・温度・時間の関係について追試験を行う必要がある。

文 献

- 安部凱裕, 川上房男, 小柳源九郎, 森田征士, 竹森俊彦, 崎山健二 (1974a) 青果物の臭化メチルくん蒸による薬害に関する調査 植防研報 12: 51-52.
- 安部凱裕, 川上房男, 小柳源九郎, 小林 寛 (1974b) 臭化メチルくん蒸による野菜害虫の殺虫効果と野菜に対する薬害について 応動昆虫学会報 16: 49-51.
- 安部凱裕, 川上房男 (1980) くん蒸による青果物害虫の殺虫効果と薬害に関する試験 植防研報 16: 11-25.
- CLAYPOOL, L.L. and H.M. VINE (1956) Commodity Tolerance Studies of Deciduous Fruits to Moist Heat and Fumigants. Hilgardia 24 (12): 297-355.
- GERHARDT, P.D., D.L. LINDGREN and W.B. SINCLAIR (1951) Methyl Bromide Fumigation of Walnut to Control Two Lepidoptera Pests and Determination of Bromine Residue in Walnut Meats. J. Econ. Ent. 44 (3): 384-389.
- YUST, H.R. and R.L. BUSBEY (1942) A Comparison of the Susceptibility of So-Called Resistant and Nonresistant strain of California Red Scale to Methyl Bromide. J. Econ. Ent. 35 (3): 343-345.