

リン化水素，臭化メチル及び混合ガスくん蒸された 温州みかん生果実の障害

赤川敏幸・松岡郁子・川上房男

横浜植物防疫所調査研究部

Phytotoxicity of Satsuma Mandarines Fumigated with Methyl Bromide, Phosphine and Mixtures of Phosphine and Methyl Bromide. Toshiyuki AKAGAWA, Ikuko MATSUOKA and Fusao KAWAKAMI (Chemical & Physical Control Laboratory, Research Division, Yokohama Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 33: 55-59 (1997)

Abstract: Satsuma mandarins, *Citrus reticulata* BLANCO were fumigated with methyl bromide, phosphine and mixtures of methyl bromide and phosphine to confirm chemical injuries. The data showed that no injury was observed on fruit at a dose of 48 g/m³ of methyl bromide for 2 hours at 15, 20 and 25°C and mixtures of 14 g/m³ of methyl bromide and 3 g/m³ of phosphine for 3 hours at 20°C, while the sensory disorder was confirmed on waxed fruit fumigated with gas mixtures. Both waxed and unwaxed fruit treated at a dose of 3g/m³ of phosphine for 24 and 40 hours at 15°C and 16 hours at 25°C were also confirmed chemical damages with spots and brownish or blackish brown discoloration on fruit skin and the sensory disorder of fruit.

Key word: quarantine treatment, fumigation, phosphine, methyl bromide, gas mixture, chemical injury, Satsuma mandarin

はじめに

臭化メチル (MB)くん蒸に伴う温州みかんの障害については、これまでの調査 (川上ら, 1992; 相馬ら, 1994; 赤川ら; 1995) により障害の発生要因とその防止について明らかにされている。この障害防止には果実の温度コントロールが必要であるが、生産団体によってはそのための設備にかかる費用が高いことなどから十分ではなく、的確な措置がとれない場合がみられる。また、MBは1992年にオゾン層を破壊する物質として指定され、その生産量及び消費量は検疫用及び出荷前処理用を除き1991年レベルに凍結されることとなったが、検疫用も使用量の削減に努力すべきとの強い意見が出されており (楯谷, 1993) 代替薬剤・技術の開発が急がれている。

これらのことから、昨年度から、MB代替剤として有力視されるリン化水素 (PH₃) による消毒方法が、温州みかんに適用できるかどうか調査した。

本試験の実施にあたり、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経済事業部及び

静岡県柑橘農業協同組合連合会に対して厚く御礼申し上げる。

材料及び方法

1. 供試果実

静岡県藤枝市産の早生温州みかん (M玉: 1994年10月中旬及び1995年11月5～10日に収穫) 及び普通温州みかん (M玉: 1995年11月18～19日に収穫) を使用した。これらの果実は入手後試験開始まで15°Cに保管した後、くん蒸1～3日前にくん蒸温度に移した。

2. くん蒸

29.5ℓのアクリル樹脂製くん蒸箱 (投薬, かく拌, 排気装置付き) に果実のみを収容して、ハダニ類などが完全殺虫できると考えられる消毒基準 (溝淵ら, 1997; 相馬ら, 1997) のPH₃区 (3 g/m³・16, 24及び40時間・15, 20及び25°C, 収容率16～30%) 及びMB+PH₃区 (MB14g/m³+PH₃ 3 g/m³・3及び4時間・15, 20及び25°C, 収容率16～30%) でくん蒸し

た。比較対照として、MB区(48g/m³・2時間・15, 20及び25°C, 収容率16~30%)を設けた。くん蒸中はガスをかく拌し、ガスクロマトグラフ(PH₃:検出器TCD:GC-14A島津製作所製, MB:検出器FID:163型日立製作所製またはGC-9A島津製作所製)を用い、投薬10, 30分, 1, 2, 3, 16, 24, 40時間後の4~8回ガス濃度を測定した。くん蒸終了後は排気装置を使用して1時間排気した。

3. くん蒸後の果実の保管

果実はくん蒸終了1日後にアンチホルミン処理(米国向け殺菌処理基準:有効塩素濃度200ppmの次亜塩素酸ナトリウム水溶液に2分間浸漬)した区(アンチ区)及びアンチホルミン処理後にワックス処理を行った区(ワックス区)に分けた。処理後は、輸出用カートンボックス(内容積約9ℓ, 穴開き)に入れ、輸出を想定した温度条件下に保管した。本試験では、MBくん蒸で障害が発生することが明らかになっている25°C区も設定した。すなわち、15, 20または25°C(くん蒸前後の産地の自然温度)に3または4日間、次いで5°C(コンテナ輸送温度)に6または7日間、さらに15または25°C(輸出先での販売温度)に4または5日間保管した。

4. 障害調査

果皮の障害は、くん蒸3~4日後(5°C保管前)、くん蒸9~10日後(5°C保管後)及びくん蒸14~15日後(保管最終日)に、肉眼により供試果実の全量について調査し、障害の発生状況を「多(障害発生が多い)×5+中(障害発生が商品価値に影響すると考えられる)×3+少(中以下の発生程度)×1+無(障害が認められない)×0/調査果数」で表した。発生度が「1.00」以下の区は流通上許容されるものと判定した。

果実の腐敗状況については、最終調査日に肉眼により腐敗果数を供試果実の全量について調査した。

食味調査は、試験最終日に各試験区から10個の果実を任意に抽出し、食味調査を行った。食味の程度は、対照区と比較して、変化のないもの、やや劣化が認められるもの、明らかに劣化したもの、著しく劣化したものの4段階で評価した。

結果及び考察

1. 早生温州みかん

調査結果は第1表及び第2表のとおりである。第1表は、くん蒸温度15及び25°Cで初年度に実施した試

験で、第2表はくん蒸温度20°Cで次年度に実施した分である。

(1) 果皮の障害

くん蒸3日後(5°C保管前)では、発生度はごくわずかであり、くん蒸10日後(5°C保管後)においても発生度1.00以下で流通上許容される範囲内であった。しかし、くん蒸14日後(15°C保管後)では、商品価値がなくなるほど障害の発生がみられた区があり、全体的にはPH₃くん蒸した場合が最も激しく発生し、次いでMBくん蒸、PH₃+MBくん蒸の順となった。

障害の発生が最も著しかったPH₃くん蒸では、くん蒸時間が長いほど、くん蒸温度が低いほど障害発生の程度が高い傾向がみられた。障害の発生は、輸送温度である5°Cから販売温度である15~25°Cに移した時、すなわち、くん蒸9~10日後以降の15~25°C保管中に急激に増加した。その症状は、MBくん蒸のピッチング症状とは異なっており、果皮が水浸状になり、次いで黒褐色に変色した。また、果皮に青みが残るものが多く、追熟が抑制されている可能性があった。

障害の発生が最も少なかったPH₃+MBくん蒸では、ワックス区を除いて障害の発生が少なく、流通上許容される範囲内であった。ワックス区の発生度がアンチ区よりも高かったことは、対照区のワックス区においても発生が認められたことから、ワックス処理の影響と考えられる。

MBくん蒸では、ワックス区の発生度がアンチ区よりも低く、これはMBくん蒸後にワックス処理した果実はピッチングが抑制されるという従来の結果と同様となった。

(2) 腐敗果

各薬剤区において、大きな差は認められなかった。

(3) 食味

各処理区とも、ワックス処理した果実の食味の劣化が激しく、これはくん蒸後ワックス処理により生ずる果皮上の皮膜により、ガスの脱着が妨げられるためという従来の結果と同様であった。

PH₃くん蒸では、くん蒸温度25°Cの場合に食味の劣化が認められなかったが、それ以外では劣化が認められ、特にくん蒸温度20°Cの場合では、激しい劣化が認められ、異臭も伴って食用にならなかった。

PH₃+MBくん蒸では、ワックス処理の有無で大きな差があり、アンチ区では食味の変化は認められなかったが、ワックス区では、PH₃くん蒸の場合と同様に

第1表 早生温州みかんを各種くん蒸剤でくん蒸後アンチホルミン処理し、対米輸出条件下¹⁾に保管した場合における果実の品質

くん蒸剤の種類及び薬量 (g/m ³)	くん蒸温度 (°C)	くん蒸時間 (hr)	処理 ²⁾	くん蒸後の保管温度及び日数			果皮のピットィング発生度 ³⁾			果実の腐敗 ⁴⁾	食味 ⁵⁾
				15°・25°C→5°C	5°C→15°・25°C	5°C	5°C	最終調査日	保管前		
PH ₃ 3	15	40	A	3日	6日	5日	0.00	0.14	3.20	0/35	+
	15	24	A	3	6	5	0.00	0.14	0.80	0/35	+
	25	16	A	3日	6	5日	0.00	0.00	0.24	3/36	-
MB 14 + PH ₃ 3	15	4	A	3	6	5	0.00	0.03	0.43	0/37	-
	25	3	A	3	6	5	0.00	0.00	0.00	0/37	-
MB 48	15	2	A	3	7	5	0.00	0.11	0.77	2/37	-
	25	2	A	3	7	5	0.50	0.67	0.85	3/36	-
対照区			A	3	6	5	0.00	0.00	0.00	0/37	-
			A	3	6	5	0.00	0.00	0.06	0/35	-

注) 1) 産地の自然温度(15°又は25°C)に3日、コンテナ輸送温度(5°C)に6~7日、現地の販売温度(15°又は25°C)に5日間保管。2) 処理は、A; アンチホルミン処理で表示。3) ピットィングの発生度は、「多×5+中×3+少×1+無×0/調査果数」で表示。4) 果実の腐敗は、腐敗果数/調査果数で表示。5) 食味は、-; 変化なし, +; やや劣化で表示。

第2表 早生温州みかんを各種くん蒸剤を用いて20°Cでくん蒸後、対米輸出条件下¹⁾に保管した場合における果実の品質

くん蒸剤の種類及び薬量 (g/m ³)	くん蒸時間 (hr)	処理 ²⁾	果皮の障害発生度 ³⁾			果実の腐敗 ⁴⁾	食味 ⁵⁾
			5°C 保管前	5°C 保管後	最終 調査日		
PH ₃ 3	16	A	0.04	0.51	2.06	1/49	+++
	16	A+W	0.05	0.17	1.17	2/55	+++
MB 14 + PH ₃ 3	3	A	0.09	0.62	0.83	1/53	-
	3	A+W	0.12	0.80	1.19	3/50	++
MB 48	2	A	0.02	0.96	1.15	1/53	-
	2	A+W	0.04	0.54	0.89	0/54	+
対照区		A	0.00	0.00	0.00	1/53	-
		A+W	0.06	0.25	0.33	3/52	-

注) 1) 産地の自然温度(20°C)に3日、コンテナ輸送温度(5°C)に7日、現地の販売温度(15°C)に4日間保管。2) 処理は、A; アンチホルミン処理, W; ワックス処理で表示。3) ピットィングの発生度は「多×5+中×3+少×1+無×0/調査果数」で表示。4) 果実の腐敗は、腐敗果数/調査果数で表示。5) 食味は、-; 変化なし, +; やや劣化, ++; 明らかに劣化, +++; 著しく劣化で表示。

異臭もともなって食用にならなかった。

2. 普通温州みかん

調査結果は第3表のとおりである。

(1) 果皮の障害

くん蒸3日後(5°C保管前)は、早生温州と同様に発生度はわずかであり、くん蒸10日後(5°C保管後)においても、PH₃+MBくん蒸のワックス区を除いては発生度1.00以下で流通上許容される範囲内であった。PH₃+MBくん蒸のワックス区では、くん蒸3日後以降の5°C保管中に急激に障害が増加し、他の処理区の増加傾向とは異なるものとなった。くん蒸14日後(15°C保管後)には、早生温州の場合と同様にPH₃くん蒸で最も激しく発生し、次いで、PH₃+MBくん蒸のワックス区、MBくん蒸のアンチ区で流通上許容される範囲外となった。

PH₃くん蒸では、くん蒸10日後でアンチ区がワックス区の2倍の発生度となったが、ワックス区ではその後の15°C保管中に急激に増加し、最終的にはほぼ同じ発生度となった。また、他の薬剤区に比べ障害の発

生が最も多かった。

PH₃+MBくん蒸では、早生温州と同様にワックス区で発生度が高く、アンチ区に比較し5倍以上となり、その差は、他の薬剤区よりも著しく大きかった。早生の場合、対照区のワックス区で若干のピットィングが発生したためくん蒸剤とワックス処理の関係がはっきりしなかったが、普通温州では、対照区の発生度がほとんど同じため、ワックス処理が障害発生に対し大きな影響を与えていることが判明した。

MBくん蒸では、くん蒸10日後でワックス区、アンチ区で発生度が0.75~0.81であったが、アンチ区では15°C保管中にピットィングが増加したため、くん蒸14日後の発生度はワックス区の1.7倍となった。

(2) 腐敗果

早生温州と同様に、各薬剤区において、大きな差は認められなかった。また、普通温州では早生温州と比較してわずかに腐敗果が多かった。

(3) 食味

早生温州と同様な結果となった。

第3表 普通温州みかんを各種くん蒸剤を用いて20°Cでくん蒸後、対米輸出条件下¹⁾に保管した場合における果実の品質

くん蒸剤の種類及び薬量 (g/m ³)	くん蒸時間 (hr)	処 理 ²⁾	果皮の障害発生度 ³⁾			果実の腐敗 ⁴⁾	食 味 ⁵⁾
			5°C保管前	5°C保管後	最終調査日		
PH ₃ 3	16	A	0.16	0.84	2.36	1/51	+++
	16	A+W	0.20	0.42	2.20	1/51	+++
MB 14 + PH ₃ 3	3	A	0.18	0.33	0.37	0/51	-
	3	A+W	0.12	1.51	2.02	2/50	++
MB 48	2	A	0.06	0.75	1.38	3/53	-
	2	A+W	0.02	0.81	0.80	4/48	+
対照区		A	0.06	0.10	0.10	0/50	-
		A+W	0.06	0.10	0.11	3/48	-

注) 1) 産地の自然温度(20°C)に3日、コンテナ輸送温度(5°C)に7日、現地の販売温度(15°C)に4日間保管。2) 処理は、A;アンチホルミン処理、W;ワックス処理で表示。3) ピットィングの発生度は「多×5+中×3+少×1+無×0/調査果数」で表示。4) 果実の腐敗は、腐敗果数/調査果数で表示。5) 食味は、-;変化なし、+;やや劣化、++;明らかに劣化、+++;著しく劣化で表示。

3. 総合考察

MBくん蒸においては、ピッチングに対する感受性はこれまでの調査で早生温州のほうが普通温州よりやや高いと考えられていたが、昨年度の調査では普通温州のほうが高く、今年度は同程度であった。また、ワックス処理の影響及び食味の変化についてはこれまでの結果と同様であった。

PH₃くん蒸の場合は、その果皮の障害は、①果実の青みが残る、②果皮が水浸状となり、次いで黒褐色に変化する等の症状でMBくん蒸のピッチング症状とは異なった。くん蒸14日後には、多くの区でかなりの障害が発生し、流通上許容される範囲外であった。早生温州の場合はワックス区の障害発生度がアンチ区の半分程度であり、ワックス処理により障害の発生が抑制されたが、普通温州の場合は同程度であった。食味は著しく劣化したものが多く、実用価値は低いものと思われた。

MB+PH₃くん蒸の場合は、他の区とは異なり、ワックス処理が、果皮及び食味に対する障害をより多く誘発した。果皮の障害では、早生温州に比べ普通温州の方がワックス処理の有無における差が大きく、くん蒸14日後にはアンチ区の障害発生度がワックス区の5分の1以下となった。食味の変化は大きな差があり、ワックス区では明らかに劣化していたが、アンチ区では変化がなかった。また、早生温州みかんでは試験年度の違いにより、明らかに感受性の違いがあった。このことは、これまでに行われてきたMBに対する感受

性と同様の結果となった。

MB+PH₃くん蒸のアンチ区では、早生温州、普通温州とも障害の発生や食味の変化が少なく、今後調査の対象となり得ると考える。

引用文献

- 赤川敏幸・相馬幸博・岸野秀昭・後藤睦郎・加藤利之・川上房男(1995)：臭化メチルくん蒸された温州みかん生果実の障害。植防研報31：9-16。
- 川上房男・相馬幸博・赤川敏幸・三角 隆(1992)：臭化メチルくん蒸された温州みかん果実の障害発生要因。園芸学会要旨平成4年秋。634-635。
- 溝渕三必・岸野秀昭・藪田重樹・田尾正博・高橋学(1997)：臭化メチル及びリン化水素混合ガスに対するカンザワハダニの感受性試験。植防研報33：21-24
- 相馬幸博・池田隆・三角 隆・川上房男(1997)：リン化水素及びリン化水素・臭化メチル混合ガスくん蒸に対するぶどう生果実“巨峰”の耐性とナミハダニの殺虫効果。植防研報33：91-93
- 相馬幸博・川上房男・三角 隆・中村三恵子・砂川邦男(1994)：臭化メチルくん蒸された温州みかん果実の障害発生要因と障害防止。植防研報30：1-9。
- 楯谷昭夫(1993)臭化メチルとオゾン層について。植物防疫47：193-195。