

## 臭化メチルくん蒸によるりんご果実の 障害防止と貯蔵条件

相馬 幸博・砂川 邦男\*・赤川 敏幸・三角 隆\*\*

中村三恵子・川上 房男\*\*\*

横浜植物防疫所調査研究部調査課

Efficacy of the Storage Conditions of Apples Avoiding Chemical Injury by Methyl Bromide Fumigation. Yukihiko SOMA, Kunio SUNAGAWA, Toshiyuki AKAGAWA, Takashi MISUMI, Mieko NAKAMURA and Fusao KAWAKAMI. (Research Division, Yokohama Plant Protection, 1-16-10, Sinyamashita, Naka-ku, Yokohama 231, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 30: 47-56 (1994).

**Abstract:** Mutsu and Fuji apples were stored for 5 days at 10°C (FA) or 20~150 days at -1~0°C (FB). These fruit, then, were fumigated with Methyl Bromide (MB) at a dose of 48~60 g/m<sup>3</sup>, for 2 hrs, at 10~15°C with 25~50% (v/v) loading. After the fumigation, fruit were packed in commercial styrofoam box (0.05 m<sup>3</sup>) (SB), in SB with 20 g of active carbon coated amine compounds as MB-absorbents (AC), in AC with soda lime 60 g as CO<sub>2</sub>-absorbents (AC+SL) or only in carton box (CB). These boxes were sealed and stored for 14~60 days at 0°C, followed by unsealed storage for 5 days at 15°C. For FA and FB, chemical injuries were observed on the peel or pulp of fruit packed in SB. (except for fruits pre-cooled for 150 days). Application of CB or AC+SL caused no chemical injury on the peel and pulp on Mutsu and Fuji which had been stored more than for 20 days and 70 days, respectively. Frequency of the injuries decreased with the longer precooling period at -1~0°C. Application of AC+SL is more effective than AC as an inhibitor against the chemical injuries.

**Key Words:** fumigation, methyl bromide, gas-absorbent, phytotoxicity, apples

### はじめに

日本産生果実類の輸出促進対策の一環として、りんご果実寄生害虫に対する完全殺虫技術を確立するため、臭化メチル (以下 MB) を用いたくん蒸試験を実施中である。

これまでの試験から、MB でくん蒸したりんご果実“ふじ (有袋及び無袋)”を発泡スチロールで密封保管すると、保管中に脱着する MB ガス及び発生する炭酸ガスにより果実に障害が発生するが、これらのガスを専用活性炭及びソーダライムで吸収除去することにより障害を抑制できることが明らかとなった (川上・相馬: 1991)。しかし、供試果実は収穫後約 4 か月間低温貯蔵 (-1~0°C) されたものであり、貯蔵期間と障害発生の関係については明らかにされていない。また、相馬ら (1992) は梨果実を用い、低温貯蔵期間別に MB くん蒸による感受性を調査した結果、貯蔵期間が長い

ほど感受性が低下することが判明した。りんご果実に対しても同様な感受性の変化が考えられるため、同一ほ場で収穫されたりんご果実“ふじ (有袋及び無袋)”及び“むつ (有袋)”を用い、保管中の各種ガス濃度と MB くん蒸後の障害発生状況を貯蔵期間別に調査したのでその結果を報告する。

### 材料及び方法

#### 1. 供試果実

青森県弘前市産の有袋栽培むつ、有袋栽培ふじ及び無袋栽培ふじを供試した。

有袋栽培むつ: 1991年10月中旬に収穫された果実で、収穫直後のもの、標準冷蔵下 (-1~0°C) に20日及び40日貯蔵したものを10°Cまたは15°Cに2日間保管して使用した。

有袋栽培ふじ: 1991年11月上旬に収穫された果実で、収穫直後のもの、標準冷蔵下 (-1~0°C) に20日、40日、70日、110日貯蔵したものと及び CA 冷蔵下 (-1~0°C) に150日貯蔵したものを10°Cに2日間保

\* 現在、那覇植物防疫事務所国際課

\*\* 現在、横浜植物防疫所川崎出張所

\*\*\* 現在、神戸植物防疫所業務部国際第三課

管して使用した。

無袋栽培ふじ：1991年11月上旬に収穫された果実で、収穫直後のもの、標準冷蔵下(-1~0°C)に20日、40日及び70日貯蔵したものを10°Cに2日間保管して使用した。

## 2. くん蒸

くん蒸は、MB 48~60 g/m<sup>3</sup>、10~15°C、2時間、収容率 25~50% (v/v) により行った。

果実を0.065 m<sup>3</sup>のプラスチック製採果ビン2~4箱(収容量40~80 kg)に入れ、内容積0.52 m<sup>3</sup>のステンレス製くん蒸箱(0.86 m<sup>3</sup>/分の循環・排気装置、アンプル破碎装置、ガス採取装置及び圧力測定装置付き)に収容した。投薬は予め計量封入したMBアンプルをくん蒸箱内で破碎して行った。ガスは投薬後30分間連続して循環し、以後は間欠循環(on: 0.5分, off: 2.5分)した。ガス濃度は投薬10、30及び120分後にガスクロマトグラフ(FID: GC-8AIF 島津製作所製)を用いて測定した。くん蒸後は強制排気装置を用いて1時間排気した。

## 3. くん蒸後の果実の保管方法

排気終了後14~18果を個別にスチレン製フルーツキャップを被せ、①内容積約0.02 m<sup>3</sup>のカートンボックスに収容して密封したもの(カートン保管区)、②厚さ0.05 mmのポリエチレン袋に入れ、内容積約0.02 m<sup>3</sup>の発泡スチロール箱内に収容して密封したもの(吸収剤無使用区)、③MBガスの吸収剤としてアミン化合物をコーティングした活性炭(以下活性炭と略)20 gをシート状にパックして入れ、②と同様の方法で梱包したもの(活性炭区)、④炭酸ガスの吸収剤として粒状ソーダライム60 gと活性炭20 gの両方を入れ、②と同様の方法で梱包したもの(活性炭+ソーダライム区)、⑤未くん蒸の果実を②と同様の方法で梱包したもの(対照区)の5区に分け、輸出を想定した輸送、貯蔵、消費条件下の0°Cに14~60日間密封状態で、次いで15°Cに5日間開封状態で保管した。

## 4. 保管中のガス濃度測定

発泡スチロール密封保管中は、臭化メチル、エチレン、酸素及び炭酸ガス濃度をガスクロマトグラフ(臭化メチル及びエチレン: FID GC-8AIF 島津製作所製、酸素: TCD GC-14A 島津製作所製、炭酸ガス: FID Ni 触媒付き 163型 日立製作所製)を使用して経日的に測定した。

## 5. 果実の障害調査

保管終了後に果皮の斑点・褐変及び果肉の褐変症状について肉眼で調査した。

## 結果及び考察

### 1. くん蒸中におけるMBガス濃度

くん蒸中のMBガス濃度の測定結果は第1表のとおりである。

プラスチック製採果ビンは、MBガスの収着がほとんどないため、くん蒸直後の濃度は高かったが、その後りんご果実による収着のためくん蒸終了時のガス濃度は48 g/m<sup>3</sup>薬量区では48.1~55.4 mg/l、60 g/m<sup>3</sup>薬量区では64.7~65.4 mg/lであった。また、果実の種類及び貯蔵期間によるガス濃度への影響は特に認められなかった。

### 2. 発泡スチロール箱に密封保管中の各種ガス濃度

MBくん蒸後有袋むつ、有袋ふじ及び無袋ふじを発泡スチロール箱に密封保管したときの箱内のMB、エチレン、炭酸ガス及び酸素濃度は次のとおりである。

#### (1) MB

活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、果実の種類にかかわらずMBガスが吸収除去され、保管1日後で12~44 ppm、4日後で7 ppm以下となり、その後はほとんど検出されなかった。これに対し、吸収剤無使用区では保管1日後で200~517 ppm、14日後でも49~177 ppm検出された。また、MB濃度は有袋むつ(保管1日後: 200~254 ppm)が有袋及び無袋ふじ(保管1日後: 264~517 ppm)よりも低い傾向を示した(第1図)。

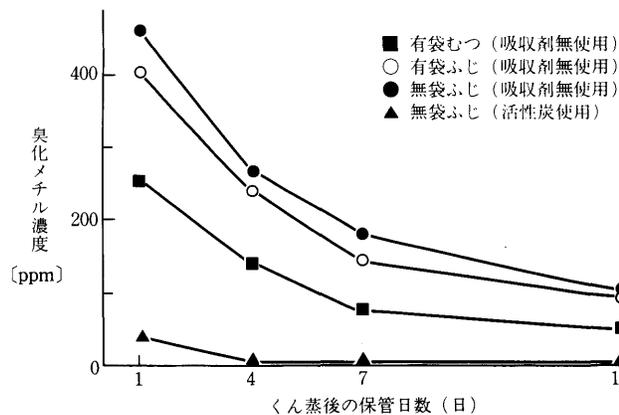
#### (2) エチレン

活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、1~2日目の濃度が低かった(活性炭によるエチレン吸収効果のためと考える)が、その後は増加し、増加の傾向は活性炭+ソーダライム区の方がより大きかった。また、吸収剤無使用区は4日目以降濃度が減少した。これらの結果は、エチレンの発生量がMBくん蒸及びその後脱着したMBガスと発生した炭酸ガスの影響を受けることを示しており、川上・相馬(1991)の試験結果と同様な傾向を示した。しかし、有袋むつは、貯蔵期間20日及び40日の活性炭+ソーダライム区で、保管4日後に濃度が対照区を上回り、また、有袋及び無袋ふじも保管60日後の濃度が対照区を上回った。これらの結果は、くん蒸された果実であってもMBガス及

第1表 りんご果実を0.52 m<sup>3</sup>のくん蒸箱で臭化メチルくん蒸したときの臭化メチル濃度

種類	貯蔵期間 日	MB 薬量 g/m <sup>3</sup>	温度 °C	収容率 %	反復	臭化メチル濃度 mg/ℓ		
						10分後	30分後	120分後
むつ(有袋)	0	60	15	25	—	67.4	67.4	65.4
	0	48	10	25	—	—	52.1	51.2
	20	60	15	25	—	67.5	68.2	64.7
	20	48	10	25	—	—	55.1	51.5
	40	48	10	50	—	51.2	51.2	50.9
ふじ(*)	0	48	10	50	—	—	54.1	50.8
	20	48	10	50	—	59.2	58.9	54.8
ふじ(有袋)	40	48	10	50	1	—	57.6	51.0
					2	—	57.3	51.4
	70	48	10	50	1	—	55.5	51.0
					2	—	54.2	49.9
	110	48	10	50	—	55.3	53.9	48.1
	150	48	10	50	—	61.2	60.3	55.4
ふじ(無袋)	40	48	10	50	1	—	59.3	53.8
					2	—	58.6	51.3

\*：有袋ふじ及び無袋ふじを同時くん蒸

第1図 収穫後20日間低温貯蔵されたりんご果実を臭化メチル48 g/m<sup>3</sup>、2時間、10°Cでくん蒸後、発泡スチロールで0°Cに14日間密封保管したとき脱着する臭化メチル濃度の経日変化

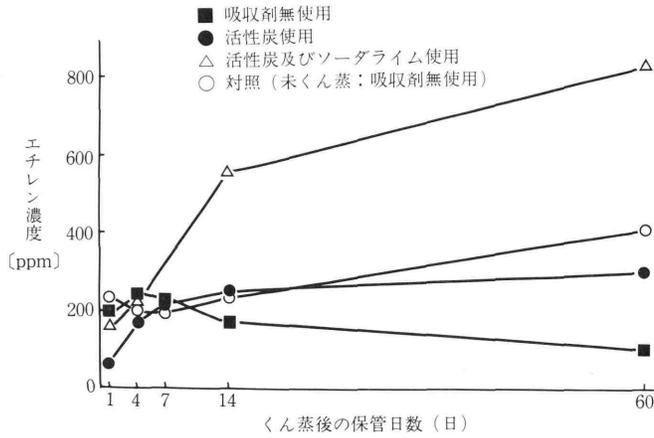
び炭酸ガスを除去することにより、エチレンの発生量がむしろ増加することを示している(第2図)。

エチレン発生量を貯蔵期間別に比較すると、有袋むつは、収穫直後の果実の発生量が極めて低いが、貯蔵期間が長くなるにつれ急激に発生量が増加し、貯蔵期間40日の活性炭+ソーダライム区では保管14日後で554 ppmに及んだ(第3図)。収穫直後の有袋ふじは、無袋よりも発生量が多い傾向を示したが、いずれの貯

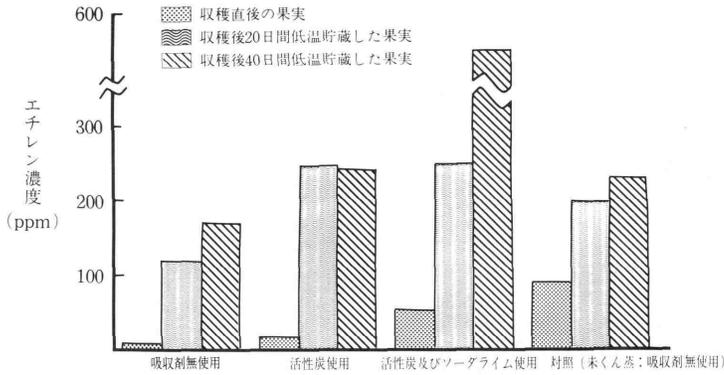
蔵期間区も保管後14日目までの濃度は100 ppm以下で、川上・相馬(1991)の試験結果よりもかなり低い値となった。また、保管60日後の濃度と比較すると貯蔵期間70日及び110日の果実が最も高く、貯蔵期間70日の活性炭+ソーダライム区では274 ppmに及んだ(第4図)。

### (3) 炭酸ガス

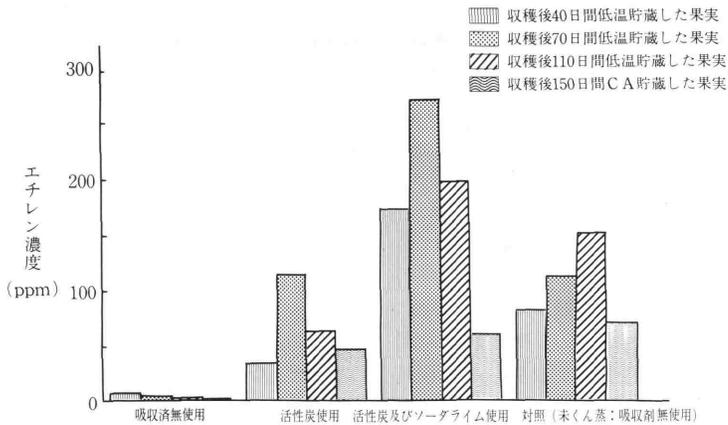
活性炭+ソーダライム区では、炭酸ガスが吸収除去



第2図 収穫後40日間低温貯蔵された有袋むつ果実を臭化メチル 48 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 10°Cでくん蒸後, 発泡スチロールで0°Cに60日間密封保管したときのエチレン濃度の経日変化



第3図 有袋むつ果実を貯蔵期間別に臭化メチル 48 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 10°Cでくん蒸後, 発泡スチロールで0°Cに14日間密封保管したときのエチレン濃度



第4図 有袋ふじ果実を貯蔵期間別に臭化メチル 48 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 10°Cでくん蒸後, 発泡スチロールで0°Cに60日間密封保管したときのエチレン濃度

され、0.1%以下の濃度で推移したが、保管60日後では0.2~0.7%まで増加した区が見られた。活性炭区では、保管1~2日後の濃度がやや低く(活性炭による炭酸ガスの吸収効果のためと考える)、0.7~1.9%の範囲であったが、7日後には1.8~2.9%まで上昇した。吸収剤無使用区と対照区の濃度は同程度で、1日後の濃度が1.0~2.3%の範囲、14日後は活性炭区を含め1.7~2.9%、60日後は1.2~3.6%の範囲であった(例：第5図)。

(4) 酸素

吸収剤無使用区、活性炭区及び対照区では差がなく、保管14日後で15.8~18.0%、60日後で14.7~18.2%の範囲であった。活性炭+ソーダライム区では濃度がやや低く、保管14日後で13.8~17.3%、60日後で12.6

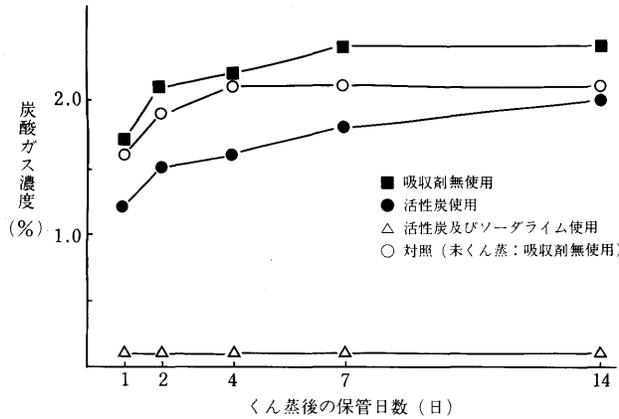
~16.7%の範囲であった。これは、炭酸ガスが吸収されたことにより呼吸作用が促進されたためと考える(例：第6図)。

3. 果実の障害調査

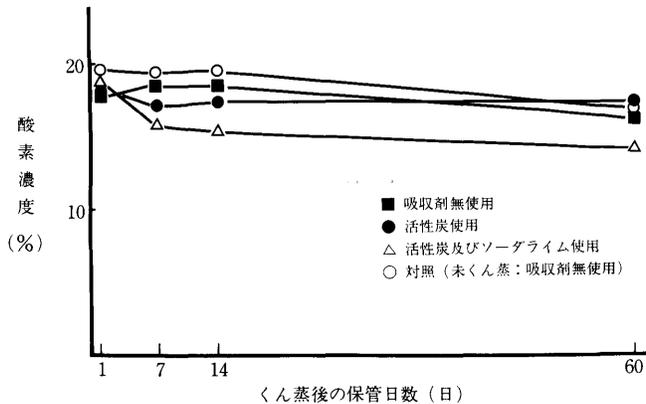
有袋むつ、有袋ふじ及び無袋ふじの貯蔵期間別の障害発生状況は、第2表、第3表及び第4表のとおりである。

(1) 有袋むつ

収穫直後の果実：吸収剤無使用区では、MB 48 g/m<sup>3</sup>区及び60 g/m<sup>3</sup>区とも、果皮に基だしい障害(褐色斑)が発生し、果肉にも褐変症状が見られた。カートン区及び活性炭区では、MB 60 g/m<sup>3</sup>区で果皮に障害が発生したが、48 g/m<sup>3</sup>区では障害が認められなかつ



第5図 収穫後20日間低温貯蔵した無袋ふじ果実を臭化メチル48 g/m<sup>2</sup>、2時間、10°Cでくん蒸後、発泡スチロールで0°Cに14日間密封保管したときの炭酸ガス濃度



第6図 収穫後70日間低温貯蔵した有袋ふじ果実を臭化メチル48 g/m<sup>3</sup>、2時間、10°Cでくん蒸後、発泡スチロールで0°Cに60日間密封保管したときの酸素濃度

**第2表** 有袋むつ果実を貯蔵期間別に臭化メチルくん蒸後、カートンまたは発泡スチロールに保管したときの障害の発生状況

貯蔵温度及び期間	MB 処理	保管期間 0°C → 15°C		保管方法		調査 果数	障害果数	
				保管容器	吸 収 剤 <sup>(注)</sup>		果皮	果肉
	MB 48 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 10°C	14日	5日	カートン	無	15	0	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	15	14	1
		〃	〃	〃	活性炭	15	0	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	15	1	0
収穫直後	MB 60 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 15°C	14日	5日	カートン	無	15	4	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	15	15	2
		〃	〃	〃	活性炭	15	3	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	15	0	0
対 照	〃	〃	〃	無	15	0	0	
	MB 48 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 10°C	14日	5日	カートン	無	15	0	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	15	15	7
		〃	〃	〃	活性炭	15	0	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	15	0	0
0°C 20日	MB 60 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 15°C	14日	5日	カートン	無	15	0	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	15	15	8
		〃	〃	〃	活性炭	15	3	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	15	0	0
対 照	〃	〃	〃	無	15	0	0	
	MB 48 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 10°C	14日	5日	カートン	無	14	0	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	14	14	0
		〃	〃	〃	活性炭	14	0	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	14	0	0
0°C 40日	MB 48 g/m <sup>3</sup> 2 hr. 10°C	60日	5日	カートン	無	14	0	0
		〃	〃	発泡スチロール	無	14	14	3
		〃	〃	〃	活性炭	14	0	0
		〃	〃	〃	活性炭+ソーダライム	14	0	0
対 照	〃	〃	〃	無	14	0	0	

注) 1箱当たり活性炭は20g、ソーダライムは60gを使用した。

た。また、活性炭+ソーダライム区では、MB 48 g/m<sup>3</sup>区で果皮に軽微な障害が認められた。

0°C 20日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、MB 48 g/m<sup>3</sup>区及び60 g/m<sup>3</sup>区とも、全果実の果皮に甚だしい障害が発生し、約半数の果実の果肉に褐変症状が見られた。カートン区及び活性炭+ソーダライム区では、障害の発生は認められなかったが、活性炭区では、MB 60 g/m<sup>3</sup>区で果皮に障害が発生した。

0°C 40日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、0°C 20

日貯蔵の果実と同様に、全果実の果皮に甚だしい障害が発生したが、0°C 14日保管区では果肉に障害が認められなかった。カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、0°C 14日保管区及び0°C 60日保管区とも、障害の発生は認められなかった。

以上の結果から、有袋むつはMBくん蒸に対して果皮の感受性が高いが、カートン保管区及び吸収剤を使用した区では、低温貯蔵期間が長くなるにしたがって障害果が減少する傾向を示した。また、吸収剤の障害

**第3表** 有袋ふじ果実を貯蔵期間別に 48 g/m<sup>3</sup>, 10°C, 2時間の基準で臭化メチルくん蒸後、カートンまたは発泡スチロールに保管したときの障害の発生状況

貯蔵温度 及び期間	処理	保管容器	吸 収 剤 <sup>(注)</sup>	0°C 14 日次いで 15°C に 5 日保管			0°C 60 日次いで 15°C に 5 日保管		
				調査果数	障害果数		調査果数	障害果数	
					果皮	果肉		果皮	果肉
収穫直後	MB	カートン	無	17	1	0	—	—	—
		発泡スチロール	無	17	17	17	—	—	—
		〃	活性炭	17	0	5	—	—	—
		〃	活性炭+ソーダライム	17	2	1	—	—	—
	対照	〃	無	17	0	0	—	—	—
0°C 20 日	MB	カートン	無	18	1	0	—	—	—
		発泡スチロール	無	18	17	15	—	—	—
		〃	活性炭	18	4	0	—	—	—
		〃	活性炭+ソーダライム	18	0	0	—	—	—
	対照	〃	無	18	0	0	—	—	—
0°C 40 日	MB	カートン	無	18	1	0	18	0	0
		発泡スチロール	無	18	5	3	18	10	10
		〃	活性炭	18	1	0	18	3	1
		〃	活性炭+ソーダライム	18	1	0	18	0	0
	対照	〃	無	18	0	0	18	0	0
0°C 70 日	MB	カートン	無	18	0	0	18	0	0
		発泡スチロール	無	18	7	5	18	8	13
		〃	活性炭	18	1	0	18	0	0
		〃	活性炭+ソーダライム	18	0	0	18	0	0
	対照	〃	無	18	0	0	18	0	0
0°C 110 日	MB	カートン	無	18	0	0	18	0	0
		発泡スチロール	無	18	6	1	18	18	18
		〃	活性炭	18	1	0	18	0	0
		〃	活性炭+ソーダライム	18	0	0	18	0	0
	対照	〃	無	18	0	0	18	0	0
CA 貯蔵 0°C150 日	MB	カートン	無	18	0	0	18	0	0
		発泡スチロール	無	18	1	0	18	3	6
		〃	活性炭	18	0	0	18	0	0
		〃	活性炭+ソーダライム	18	0	0	18	0	0
	対照	〃	無	18	0	0	18	0	0

注) 1箱当たり活性炭は 20 g, ソーダライムは 60 g を使用した。

抑制効果は活性炭+ソーダライム区の方が活性炭区より高い傾向を示した。

(2) 有袋ふじ

収穫直後の果実：吸収剤無使用区では、全果実の果皮及び果肉に甚だしい障害(褐変症状)が発生した。ま

た、カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区でも 5.9~29.4% の果実の果皮または果肉に障害が発生した。

0°C 20 日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、収穫直後の果実と同様な障害が発生した。カートン区及び活

第4表 無袋ふじ果実を貯蔵期間別に48 g/m<sup>3</sup>、10°C、2時間の基準で臭化メチルくん蒸後、カートンまたは発泡スチロールに保管したときの障害の発生状況

貯蔵温度 及び期間	処理	保管容器	吸 収 剤 <sup>注)</sup>	0°C 14 日次いで 15°C に 5 日保管			0°C 60 日次いで 15°C に 5 日保管		
				調査果数	障害果数		調査果数	障害果数	
					果皮	果肉		果皮	果肉
収穫直後	MB	カートン	無	16	0	0	—	—	—
		発泡スチロール	無	16	3	3	—	—	—
		〃	活性炭	16	1	5	—	—	—
		〃	活性炭+ソーダライム	16	0	1	—	—	—
	対照	〃	無	16	0	0	—	—	—
0°C 20 日	MB	カートン	無	16	0	0	—	—	—
		発泡スチロール	無	16	4	12	—	—	—
		〃	活性炭	16	0	3	—	—	—
		〃	活性炭+ソーダライム	16	0	0	—	—	—
	対照	〃	無	16	0	0	—	—	—
0°C 40 日	MB	カートン	無	16	0	0	16	0	1
		発泡スチロール	無	16	0	11	16	16	16
		〃	活性炭	16	0	0	16	0	2
		〃	活性炭+ソーダライム	16	0	0	16	0	0
	対照	〃	無	16	0	0	16	0	0
0°C 70 日	MB	カートン	無	16	0	0	16	0	0
		発泡スチロール	無	16	0	9	16	3	16
		〃	活性炭	16	0	0	16	0	0
		〃	活性炭+ソーダライム	16	0	0	16	0	0
	対照	〃	無	16	0	0	16	0	0

注) 1箱当たり活性炭は20g、ソーダライムは60gを使用した。

活性炭区では果皮に障害が見られたが、活性炭+ソーダライム区では、障害は認められなかった。

0°C 40 日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、果皮及び果肉に障害が発生したが、0°C 20 日貯蔵の果実に比較して障害の程度は軽減した。また、カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、障害の程度は軽微であった。

0°C 70 日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、果皮及び果肉に障害が発生し、0°C 40 日貯蔵の果実と同様の傾向を示した。しかし、カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、障害の発生はほとんど認められなかった。

0°C 110 日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、果皮及び果肉に障害が発生し、0°C 60 日保管区では果実全面に激しいヤケ状の褐変症状が発生した。これに対し、

カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、障害の発生はほとんど認められなかった。

CA 0°C 150 日貯蔵の果実：吸収剤無使用区で障害が発生したが、果肉の障害はこれまでの症状と異なり、放射状に広がりのあるぼやけた褐変症状であった。カートン区、活性炭区及び活性炭+ソーダライム区では、0°C 14 日保管区及び0°C 60 日保管区とも障害は全く認められなかった。

以上の結果から、有袋ふじ果実は MB くん蒸に対して果皮、果肉とも感受性が高いが、低温貯蔵期間が長くなるにしたがって障害果が減少する傾向を示し、低温貯蔵により MB 感受性が低下することが判明した。また、吸収剤による障害抑制効果は活性炭+ソーダライム区の方が活性炭区より高い傾向を示した。

### (3) 無袋ふじ

収穫直後の果実：吸収剤無使用区及び活性炭区で、果皮に褐色斑、果肉には蜜褐変状の障害が発生した。また、活性炭＋ソーダライム区においても果肉に蜜褐変が認められたが、その程度は軽度であった。カートン区では障害が認められなかった。

0°C 20日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、果皮及び果肉に障害が発生し、果肉の被害果数が多かった。また、活性炭区でも果肉に蜜褐変が認められた。カートン区及び活性炭＋ソーダライム区では、障害は認められなかった。

0°C 40日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では激しい障害が発生し、特に0°C 60日保管区では、全果実の果皮及び果肉に障害が発生した。また、カートン区及び活性炭区でも果肉に軽度の蜜褐変が認められたが、活性炭＋ソーダライム区では障害は認められなかった。

0°C 70日貯蔵の果実：吸収剤無使用区では、0°C 40日貯蔵の果実と同様の傾向を示したが、果皮の障害の程度は軽減した。カートン区、活性炭区及び活性炭＋ソーダライム区では、障害は認められなかった。

以上の結果から、無袋ふじ果実はMBくん蒸に対して果肉（蜜部分）の感受性が高いが、吸収剤を使用した区では、低温貯蔵期間が長いほど障害が抑制される傾向を示した。また、吸収剤による障害抑制効果は活性炭＋ソーダライム区の方が活性炭区より高かった。

### 4. 貯蔵期間と果実の障害防止

MBくん蒸による果実の障害は、収穫後の低温貯蔵期間によって感受性が異なり、特にくん蒸後吸収剤を使用した場合は低温貯蔵期間が長いほど障害が抑制される傾向があった。したがって、MBくん蒸にあたっては収穫直後の果実や低温貯蔵期間の短い果実を避け、低温期間が40～70日以上のもので使用した方が安全性が高いといえる。しかし、果実の生育条件によっては感受性が異なることが考えられるため、多年度に渡る調査が必要であると考えられる。

MB障害は、くん蒸中に果実に収着されたMBガスが保管中に脱着して保管容器内に滞留するために発生し、さらに炭酸ガスはMB障害を助長するため、これらのガスを吸収除去することが障害を防止する方法であると報告した（川上・相馬：1991）が、今回の調査結果も同様で、吸収剤無使用の発泡スチロールでは保管中に高い濃度のMBガス及び炭酸ガスが検出された。したがって、くん蒸後の果実を保管する場合は、通気性のあるカートンを使用することが望ましいが、品質保持のため発泡スチロール等の通気性のない容器を

使用する場合は、障害防止のためMBガス吸収専用活性炭と炭酸ガス吸収剤を併用することが望ましいと考える。また、活性炭の使用量は、シート方式に改良し表面積を増やしたことにより、従来の半分の量で効率的に吸収除去することができたため、今後は梱包材化することが可能と考える。

### 摘 要

1. 有袋むつ、有袋及び無袋ふじを収穫直後及び20～150日間低温貯蔵（-1～0°C）したものをMBくん蒸（MB 48～60 g/m<sup>3</sup>、10～15°C、2時間、収容率25～50%）した。

2. くん蒸後果実を個別にスチレン製フルーツキャップを被せ、カートンボックスに梱包（カートン保管区）、ポリエチレン袋に入れ発泡スチロール箱内に梱包（吸収剤無使用区）、MBガス吸収剤として活性炭を挿入して梱包（活性炭区）、活性炭と炭酸ガス吸収剤としてソーダライムを挿入して梱包（活性炭＋ソーダライム区）、未くん蒸の果実を梱包（対照区）の5区に分け、0°Cに14～60日間密封状態で、次いで15°Cに5日間開封状態で保管した。

3. 発泡スチロール密封保管中は、臭化メチル、エチレン、酸素及び炭酸ガス濃度を経目的に測定した。保管終了後は果皮及び果肉について障害の有無を調査した。

4. 吸収剤無使用区では、脱着したMBガスが長期間滞留し、有袋むつは果皮に、無袋ふじは果肉に、有袋ふじ（長期貯蔵区を除く）は果皮及び果肉に高い割合で障害が発生した。

5. カートン保管区、活性炭区及び活性炭＋ソーダライム区では障害が抑制され、低温貯蔵期間が長い果実ほど障害発生率が低下する傾向を示した。特に有袋むつ20日以上貯蔵区、有袋及び無袋ふじ70日以上貯蔵区のカートン保管区及び活性炭＋ソーダライム区では障害の発生が全く認められず、吸収剤による障害抑制効果は活性炭区よりも活性炭＋ソーダライム区の方が高かった。

6. したがって、MBくん蒸にあたっては収穫直後の果実や低温貯蔵期間の短い果実を避け、保管に発泡スチロール等の通気性のない容器を使用する場合はMBガス吸収専用の活性炭と炭酸ガス吸収剤を併用することが望ましいと考える。また、活性炭の使用量は、シート方式に改良し表面積を増やしたことにより、従来の半分の量で効率的に吸収除去することができた。

## 引用文献

- 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葉害に関する試験. 植防研報 **16**: 11-25.
- DRAKE, S.R., H.R. MOFFITT, J.K. FELLMAN and C. R. SELL (1988) Apple quality as influenced by fumigation with methyl bromide. *J. food Sci.* **53** (6): 1710-1712.
- DRAKE, S.R., H.R. MOFFITT and J.P. MATTHEIS (1990) METHYL BROMIDE TIME AND TEMPERATURE OF EXPOSURE ON APPLE QUALITY. *J. Food Process Preserve* **14**(2): 85-92.
- GALLETTI, G.L. and S.H. BERGER (1987) Effects of methyl bromide on apples intended for export. *Simiente* **57**(4): 201-206.
- 川上房男・相馬幸博 (1991) 臭化メチルくん蒸されたりんご果実の障害発生要因と障害防止. 植防研報 **27**: 41-46.
- MEHORIUK, M., A.P. GAUNCE and V.A. DYCK (1990) Response of apple cultivars to fumigation with methyl bromide. *Hort. Science* **25**(5): 538-540.
- MONRO, H.A.U. (1969) *Manual of Fumigation for Insect Control*. FAO. *Agri. Stud.* **79**: 25-30.
- 森 武雄・川本 登・小田 保 (1963) くん蒸による青果物の葉害. 植防研報 **2**: 51-64.
- O'LOUGHLIN J.B. and J.E. IRESON (1977) Phytotoxicity of methyl bromide fumigation to a range of apple cultivars. *Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husband.* **17**: 853-857.
- PHILLIPS, W.R. and H.A.U. MONRO (1939) Methyl bromide injury to apples. *J. Econ. Entmol.* **32**: 334.
- RIPPON, L.E., G. SINGH, A.N. SPROUL and W.S. GILBERT (1982) Methyl bromide fumigation and cold storage for disinfestation of Granny Smith apples against Queensland and Mediterranean fruit flies. *Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husband.* **22**: 116-123.
- 相馬幸博・砂川邦男・中村三恵子・三角 隆・川上房男 (1992) “二十世紀” 梨果実の臭化メチルくん蒸葉害耐性. 植防研報 **28**: 1-5.