

## Test 2 実用くん蒸におけるりんご，“ふじ”の障害発生確認試験

### 材料および方法

#### 1. 供試果実

##### 1) 有袋ふじ

1989年11月10日に収穫された青森県産果実(36果/箱)で、SC貯蔵(-1~0°C)下で30, 40, 70, 90及び120日保管されたもの及びCA貯蔵(O<sub>2</sub> 2%, CO<sub>2</sub> 2%; -1~0°C)下で120日保管されたものを青森県弘前市の選果場から入手した。これらの果実は、くん蒸までくん蒸温度の10°C又は15°Cに3日保管した。

##### 2) 無袋ふじ

1989年11月18日に収穫された青森県産果実で、SC貯蔵(-1~0°C)下で30, 40, 70, 90及び120日保管されたものを青森県黒石市の選果場から入手した。これらの果実は、くん蒸までくん蒸温度の10°C又は15°Cに3日保管した。

#### 2. くん蒸基準及びくん蒸

一定期間低温保管した果実を取り出し、次のとおり輸出用カートン(大きさ38 cm×44.7 cm×25 cm, 内容積0.043 m<sup>3</sup>, 4面に計6か所の防虫網張り通気孔付き: 2 cm×5 cmの孔4か所, 4 cm×2 cmの孔2か所, 開孔率0.74%)に梱包又はプラスチック製採果ビン(大きさ31.8 cm×63.5 cm×32 cm, 内容積0.062 m<sup>3</sup>, 多数の通気孔付き)又は木製採果ビン(大きさ31.8 cm×63.5 cm×32 cm, 内容積0.062 m<sup>3</sup>)に入れ、内容積0.52 m<sup>3</sup>のステンレス製くん蒸箱(大きさ0.9 m×0.66 m×0.86 m: 0.86 m<sup>3</sup>/分の循環・排気装置, 計量分注投薬装置・アンブル破碎装置, 気化装置, ガス採取・圧力測定用マンメーター・温度測定センサー用孔付き)に収容した。

##### 1) 輸出用カートンに梱包した果実

ポリエチレン製のフルーツキャップをかぶせた“ふじ”を輸出用カートンボックスに2段にして入れ、箱の底及び1段目と2段目の間に紙製シートを、最上段にポリエチレン製シートをそれぞれ1枚置いて梱包(36果/箱, 約10 kg)し、テープでシールした。次いで、収容率40%に相当する5カートン(約50 kg)をくん蒸温度の15°Cに3日間保管した後、臭化メチル30 g/m<sup>3</sup>及び35 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 15°C, 収容率40%の基準でそれぞれくん蒸した。

##### 2) プラスチック製採果ビン又は木製採果ビンに収容した果実

プラスチック製又は木製の採果ビンに果実を移し替え(70~80果/箱, 約20 kg), 収容率50%に相当する4ビン(約80 kg)をくん蒸温度の10°Cに3日間保管した後、臭化メチル40 g/m<sup>3</sup>, 45 g/m<sup>3</sup>及び50 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 10°Cの基準でそれぞれくん蒸した。

臭化メチルの投薬は、アンブルに封入した臭化メチルをアンブル破碎装置で破碎することにより行った。ガスの循環は、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、投薬後10, 30及び120分の3回ガスクロマトグラフ(FID: GC 8AF, 島津)で測定した。くん蒸庫内空間部及び果実の温度は多打点式自動温度記録計(Hybrid Recorder: AH, チノ)を使用してそれぞれ測定した。くん蒸後は排気装置を使用して1時間排気した。

#### 3. くん蒸後の果実の保管方法

輸出用カートンに梱包してくん蒸した果実はそのままの状態、プラスチック製又は木製採果ビンに入れてくん蒸した果実は輸出用カートンに梱包し、対米輸出輸送、販売条件である0°Cに2~8週間、次いで15°Cに1週間又は20°Cに2週間保管した。

#### 4. 障害調査

くん蒸処理した果実は、果皮、果肉における障害発生の有無を主体に調査した。15°Cくん蒸区では、硬度、糖度及びりんご酸含量についても調査した。硬度は、果実ごとに赤道部の相対する2か所の果皮を直径2 cm程度切り落とし、7/16インチプランジャー付きマグネスティラー型果実硬度計(富士平工業)で測定した。糖度は、果皮及び果芯部を除去した果肉部をジュースで搾汁し、その数敵を自動補正式屈折糖度計(PR-1, アタゴ)で測定した。りんご酸含量は中和滴定法により、糖度測定用搾汁液から、その5 mlを取りフェノールフタレインを指示薬として0.1N-NaOHで滴定し、その消費量を果汁100 ml中のりんご酸含量に換算した。

**Table 4-3.** Methyl bromide concentrations recorded in a 0.52 m<sup>3</sup> fumigation chamber. Fumigation at doses of 30 g/m<sup>3</sup> and 35 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 15°C (Test 2).

Variety	Cold storage		Dose (g/m <sup>3</sup> )	Gas concentration (mg/ℓ)	
	Temperature (°C)	Period (Day)		30	120 min
Bagged Fuji	-1-0	SC 40	30	27.6	26.6
		SC 70	35	34.6	32.4
		SC120	35	32.5	29.8
		CA120	35	33.7	30.2
Unbagged Fuji	-1-0	SC 40	30	27.9	26.5
		SC 70	35	33.0	30.3
		SC120	35	32.3	30.0

**Table 4-4.** Methyl bromide concentrations recorded in a 0.52 m<sup>3</sup> fumigation chamber. Fumigation at doses of 40 g/m<sup>3</sup>, 45 g/m<sup>3</sup> and 50 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 10°C (Test 2).

Variety	Cold storage		Dose (g/m <sup>3</sup> )	Gas concentration (mg/ℓ)	
	Temperature (°C)	Period (Day)		30	120 min.
Bagged Fuji	-1-0	SC 30	40*	40.9	37.9
		SC 40	45**	41.6	38.5
		SC 70	50**	47.6	44.2
		SC 90	50**	49.2	41.6
		SC120	50*	50.4	46.7
		CA120	50*	51.1	46.5
Unbagged Fuji	-1-0	SC 30	40*	40.9	37.9
		SC 40	45**	42.2	38.7
		SC 70	50*	49.1	46.2
		SC 90	50**	45.3	42.5
		SC120	50**	50.0	43.8

\* Fruit in plastic field bins were fumigated

\*\* Fruit in wooden field bins were fumigated.

## 結果および考察

### 1. くん蒸中におけるガス濃度

くん蒸中における臭化メチルのガス濃度測定結果は第4-3表(輸出用カートンに梱包してくん蒸)及び第4-4表(プラスチック製又は木製採果ビンに収容してくん蒸)のとおりである。各くん蒸形態における臭化メチルガスの収着率の平均は、輸出用カートンの場合が12.4%、プラスチック製採果ビンの場合が6.4%及び木製採果ビンの場合が14.0%であった。

### 2. 果実の障害

輸出用カートンに梱包し、臭化メチル 30 g/m<sup>3</sup> 及び

35 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 15°Cの基準でくん蒸した果実の調査結果は、それぞれ第4-5表(有袋ふじ)及び第4-7表(無袋ふじ)、また、プラスチック製採果ビン又は木製採果ビンに入れ、臭化メチル 40 g/m<sup>3</sup>, 45 g/m<sup>3</sup> 及び 50 g/m<sup>3</sup>, 2時間, 10°Cの基準でくん蒸した果実の調査結果は、第4-6表(有袋ふじ)及び第4-8表(無袋ふじ)のとおりである。

#### 1) 有袋ふじ

輸出用カートンに梱包してくん蒸した場合、SC貯蔵の果実はくん蒸前及びくん蒸後の保管期間の長短に関係なく果皮、果肉の斑点、褐変等の障害はまったく認められなかった。CA貯蔵の果実では、120日保管されたものをくん蒸後0°C 6週間及び20°C 2週間保管

**Table 4-5.** Phytotoxic responses of 'Bagged Fuji' apples packed in export cartons fumigated with methyl bromide at doses of 30 to 35 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 15°C with 40% loading (Standard 1) (Test 2).

Storage period & doses	Storage period after fumigation		No. of fruit injured/tested				Firmness (kg)		Soluble solids content (%)		Malic acid content (g/100 mℓ)	
			skin		pulp							
			Treat.	Cont.	Treat.	Cont.	Treat.	Cont.	Treat.	Cont.	Treat.	Cont.
SC -1-0°C	0°C 2 W	20°C 2 W	0/36	0/36	0/36	0/36	13.9	13.7	13.1	12.4	0.26	0.27
40 days	4	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.7	13.4	13.0	11.9	0.24	0.26
MB30 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.2	13.7	12.9	12.3	0.24	0.24
SC -1-0°C	2	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.8	14.2	13.1	13.1	0.25	0.23
7 days	4	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.2	14.4	12.7	12.7	0.25	0.26
MB35 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.0	13.7	13.0	13.0	0.27	0.21
SC -1-0°C	2	2	0/36	0/36	0/36	0/36	12.8	13.6	12.7	12.0	0.20	0.19
120 days	4	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.1	13.7	13.1	13.0	0.20	0.19
MB35 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.1	13.5	13.2	13.0	0.18	0.17
CA -1-0°C	2	2	0/36	0/36	2/36	0/36	14.6	14.8	13.0	12.7	0.25	0.25
120 day	4	2	0/36	0/36	2/36	1/36	13.5	13.6	12.9	12.9	0.20	0.21
MB35 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	2/36	0/36	13.4	13.0	12.8	12.8	0.25	0.19

**Table 4-6.** Phytotoxic responses of 'Bagged Fuji' apples placed in plastic bins fumigated with methyl bromide at doses of 40 to 50 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 10°C with 50% loading (Standard 2) (Test 2).

Storage period & dose	Storage period after fumigation		No. of fruit injured/tested			
			skin		pulp	
			Treat.	Cont.	Treat.	Cont.
SC -1-0°C	0°C 2 W	15°C 1 W	0/16	0/16	0/16	0/16
30 days						
40 g/m <sup>3</sup>						
SC -1-0°C	2	1	0/36	0/36	0/36	0/36
40 days	4	1	0/36	0/36	0/36	0/36
45 g/m <sup>3</sup>						
SC -1-0°C	2	1	0/18	0/18	0/18	0/18
70 days	4	1	0/18	0/18	0/18	0/18
50 g/m <sup>3</sup>	6	1	0/18	0/18	0/18	0/18
	8	1	0/18	0/18	0/18	0/18
SC -1-0°C	2	1	0/16	0/16	0/16	0/16
90 days						
50 g/m <sup>3</sup>						
SC -1-0°C	2	1	0/16	0/16	0/16	0/16
120 days	4	1	0/16	0/16	0/16	0/16
50 g/m <sup>3</sup>						
CA -1-0°C	2	1	0/16	0/16	0/16	0/16
120 days	4	1	0/16	0/16	0/16	0/16
50 g/m <sup>3</sup>	6	1	0/16	0/16	0/16	0/16

**Table 4-7.** Phytotoxic responses of 'Unbagged Fuji' apples packed in export cartons fumigated with methyl bromide at doses of 30 to 35 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 15°C with 41% loading (Standard 1) (Test 2).

Storage period & doses	Storage period after fumigation		No. of fruit injured/tested				Firmness (lbs)		Soluble solids content (%)		Malic acid content (g/100 ml)	
			skin		pulp		Treat.	Cont.	Treat.	Cont.	Treat.	Cont.
			Treat.	Cont.	Treat.	Cont.						
SC -1-0°C	0°C 2 W	20°C 2 W	0/36	0/36	0/36	0/36	14.0	13.8	14.6	14.6	0.25	0.27
40 days	4	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.8	13.6	14.4	14.4	0.24	0.26
MB30 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	2/36	0/36	12.7	13.6	13.6	14.4	0.20	0.24
SC -1-0°C	2	2	0/36	0/36	0/36	1/36	13.1	14.0	13.2	14.2	0.25	0.23
70 days	4	2	0/36	0/36	0/36	0/36	12.8	13.3	15.2	14.0	0.22	0.20
MB35 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	1/36	3/36	12.6	12.6	15.2	14.9	0.25	0.21
SC -1-0°C	2	2	0/36	0/36	0/36	0/36	13.1	12.9	15.4	14.7	0.20	0.19
120 days	4	2	0/36	0/36	2/36	1/36	13.1	12.7	14.7	14.1	0.18	0.16
MB35 g/m <sup>3</sup>	6	2	0/36	0/36	1/36	1/36	12.6	12.3	14.6	14.3	0.19	0.15

**Table 4-8.** Phytotoxic responses of 'Unbagged Fuji' apples placed in plastic bins fumigated with methyl bromide at doses of 40 to 50 g/m<sup>3</sup> for 2 hours at 10°C with 50% loading (Standard 2) (Test 2).

Storage period & dose	Storage period after fumigation		No. of fruit injured/tested				
			skin		pulp		
			Treat.	Cont.	Treat.	Cont.	
SC -1-0°C							
30 days	0°C 2 W	15°C 1 W	0/14	0/14	0/14	0/14	
MB40 g/m <sup>3</sup>							
SC -1-0°C	2	1	0/36	0/36	0/26	0/36	
40 days	4	1	0/36	0/36	0/36	0/36	
MB45 g/m <sup>3</sup>							
SC -1-0°C	2	1	0/18	0/18	0/18	0/18	
70 days	4	1	0/18	0/18	0/18	0/18	
MB50 g/m <sup>3</sup>							
SC -1-0°C	2	1	0/16	0/16	0/16	0/16	
90 days	2	1	0/16	0/16	0/16	0/16	
MB50 g/m <sup>3</sup>							
CA -1-0°C	2	1	0/16	0/16	3/16	2/16	
120 days	4	1	0/16	0/16	2/16	2/16	
MB50 g/m <sup>3</sup>							

区で果芯部付近の果肉組織に軽度の変色が認められた。これは対照区の一部にも認められており、収穫後において保管温度が高く、保管期間が長い果実に一般的に見られる貯蔵障害の一種(工藤, 1984; 福田, 1985)

で、臭化メチルくん蒸に伴う障害ではないと考えられる。果実の硬度、糖度及びりんご酸含量については、いずれの処理区においても無処理区との間に差は認められなかった。プラスチック製採果ビンに入れてくん蒸

した場合でも、くん蒸前の保管期間の長短に関係なく果皮、果肉の斑点、褐変等の障害はまったく認められなかった。

## 2) 無袋ふじ

輸出用カートンに梱包してくん蒸した場合、処理区、無処理区ともにくん蒸前における保管期間が長くなると果皮、果肉の障害発生が多くなる傾向がみられた。硬度、糖度及びりんご酸含量については、いずれの処理区においても無処理区との間に差は認められなかった。プラスチック製採果ビンに入れてくん蒸した場合、SC貯蔵120日保管区において軽度の果肉褐変症状が

認められた。これら果皮、果肉の障害は、収穫後長期間保管された、“無袋ふじ”に普通にみられる症状(工藤, 1984; 福田, 1985)と非常に類似しており、臭化メチルくん蒸に起因する障害ではないと考えられる。

以上、収穫後 $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ 下で30日以上保管された“有袋ふじ”及び“無袋ふじ”は、ともに臭化メチルくん蒸による障害は認められなかった。したがって、二通りの対米輸出組合せ処理基準で処理した果実には、臭化メチルくん蒸に起因する障害は認められないと結論付けられる。