

Part 3 対米輸出消毒基準によるリンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* WALSINGHAM, オウトウハダニ *Tetranychus viennensis* ZACHER, カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA 及びナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH の殺虫効果確認試験

はじめに

米国植物検疫当局から、米国に未発生であるリンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* WALSINGHAM, オウトウハダニ *Tetranychus viennensis* ZACHER 及びカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA 3種について、追加殺虫試験の要求があった。

そこで、モモシクイガ *Carposina niponensis* WALSINGHAM 及びモモノゴマダラノメイガ *Conogethes punctiferalis* (GUENÉE) を殺虫するため確立した二通りの対米輸出消毒基準 (本報告 Part 2: Test 4) により3種害虫が完全殺虫されるかどうか確認するため、殺虫試験を行った。また、この時合わせて、米国に広く発生しているが、“有袋ふじ”の花座部に時々発見されるナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH についても殺虫試験を行った。

材料および方法

1. 供試虫

1) リンゴコカクモンハマキ

本虫は第二世代の幼虫が果実の表面を食害する。収穫期のりんご果実に発見される可能性があるステージは、休眠に向かっての3齢幼虫であると考えられる(津川, 1986)。

供試虫は、青森県りんご試験場(青森県黒石市)で累代飼育しているものを横浜植物防疫所調査研究部において、玉木ら(1966)及び山谷ら(1972)の方法により、人工飼料を用いて目的とする齢が得られるまで20°C, 70% R.H., 光周期12L:12D下のバイオトロン内で飼育した。試験では径9cmのシャーレに入れた3齢幼虫をりんごとともにゴース布製袋に入れ、これを木製採果ビン(大きさ31.8cm×63.5cm×32.0cm, 内容積0.062m³)又はプラスチック製採果ビン(大きさ31.8cm×63.5cm×32.0cm, 内容積0.062m³, 多数の通気孔付き)に収容して供試した。

2) オウトウハダニ

本虫の発生は、りんご生産地の商業園においては知られていない。収穫期のりんご果実に発見される可能性があるステージは越冬成虫であると考えられる(高藤ら, 1981; 北村, 1986; 若公, 1986)。千葉大学園芸学部(千葉県松戸市)の校庭のサクラの粗皮下で越冬している成虫を採取し、これを横浜植物防疫所調査研究部において鉢植えたウメの葉に寄生させ、部屋の窓際に置いて増殖した。ウメ及びサクラの葉に産卵させた卵を小型のプラスチック製容器に入れ、23°C, 50~60% R.H., 光周期10L:14D下で飼育(若公, 1986)して越冬成虫を準備した。これらをりんご上に置き、木製採果ビンに充填果とともに収容して供試した。

3) カンザワハダニ

日本において、本虫がりんご果実に寄生したり、果実から採取された報告はまったくないので、本虫のりんご果実における生態及び飼育方法は不明である。このため、試験では全ステージを供試した。

横浜植物防疫所調査研究部において、インゲンの葉を使用して25°C, 70% R.H., 光周期16L:8D下で飼育した。

インゲン葉に寄生している幼虫、第1若虫、第2若虫及び成虫の生存虫数を数えた。インゲン葉を軽くたたいて長野県産りんご“ふじ”果実の梗あ部に落とし、供試虫が何頭か残っているインゲン葉はそのまま果実上に置いた。卵が寄生している葉は、湿った脱脂綿を添えてりんごの上に置いた。インゲン葉の乾燥を防止するため、2~3日毎に水分を補給した。カンザワハダニの各ステージが寄生したりんごをプラスチック製容器(大きさ20cm×25cm×10cm)に入れ、試験まで15°Cに24時間保管した。卵については、対照区を設定し、25°Cに保管して処理区における供試頭数を推定するため対照区のふ化卵数を数えた。

4) ナミハダニ

収穫期のりんご果実に発見される可能性がある態は越冬成虫であると考えられる(菅原ら, 1967; 後藤ら, 1981; 北村, 1986)。本虫は“有袋ふじ”の花座部に時々発見される。供試虫は、“有袋ふじ”に自然寄生してい

た成虫を青森県りんご試験場から入手し、充填果とともに木製採果ビン（大きさ31.8cm×63.5cm×32.0cm）に収容して供試した。

2. 処理基準

処理基準1: 低温処理（標準冷蔵 $0.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、40日以上、プラスチック製採果ビンに収容された果実）+臭化メチルくん蒸（臭化メチル 38 g/m^3 、2時間、 15°C 、収容率40%以下、輸出用カートンに梱包された果実）

処理基準2: 低温処理（標準冷蔵 $0.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、40日以上、プラスチック製採果ビンに収容された果実）+臭化メチルくん蒸（臭化メチル 48 g/m^3 、2時間、 10°C 、収容率50%以下、プラスチック製採果ビンに収容された果実）

3. 低温処理+臭化メチルくん蒸組合せ処理

4種害虫に対する殺虫試験では、まず、木製採果ビンに入れた供試果実を内容積 31.5 m^3 （大きさ $4.3\text{ m}\times 3.2\text{ m}\times 2.3\text{ m}$ ）の低温処理庫（ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 温度調整、60~90% R.H.、除霜は1日4回のもの）に収容し、設定した温度条件下（ $0.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）で30~40日処理した。処理中の果実温度は多打点式自動温度記録計（Hybrid Recorder: AH, チノ）を用いて経時的に測定した。温度記録計及び温度センサーは氷温で校正した。

低温処理が終了したリンゴコカクモンハマキ、オウトウハダニ及びナミハダニ寄生果実は、処理基準1（臭化メチル 38 g/m^3 、2時間、 15°C 以上、収容率40%以下、輸出用カートンに梱包）で処理されるものは、ポリエチレン製のフルーツキャップをかぶせた“ふじ”輸出用カートン（大きさ $38\text{ cm}\times 44.7\text{ cm}\times 25\text{ cm}$ 、内容積 0.043 m^3 、4面に計6か所の防虫網張り通気孔付き： $2\text{ cm}\times 5\text{ cm}$ の孔4か所、 $4\text{ cm}\times 2\text{ cm}$ の孔2か所、開孔率0.74%）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10kg）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50kg）をくん蒸温度の 15°C に3日間保管した。処理基準2（臭化メチル 48 g/m^3 、2時間、 10°C 、収容率50%以下、プラスチック製採果ビンに収容）で処理される寄生果実は、木製採果ビンからプラスチック製採果ビンに移し替え（70~80果/箱、約20kg）、収容率50%に相当する4ビン（約80kg）をくん蒸温度の 10°C に3日保管した。カンザワハダニが寄生した果実は、小型のプラスチック製容器に入れ、くん蒸温度の 10°C 又は 15°C に3日保管した。

これらの果実を内容積 0.52 m^3 のステンレス製くん

蒸箱（大きさ $0.9\text{ m}\times 0.66\text{ m}\times 0.86\text{ m}$ ： 0.86 m^3 /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・圧力測定マノメーター・温度測定センサー用孔付き）に収容し、それぞれ第3-1表（リンゴコカクモンハマキ）、第3-2表（オウトウハダニ）、第3-3表（カンザワハダニ）及び第3-4表（ナミハダニ）に掲げる薬量（ $33.8\sim 38.0\text{ g/m}^3$ 、 15°C ； $43.0\sim 48.0\text{ g/m}^3$ 、 10°C ）を用いて2時間くん蒸した。臭化メチルの投薬は、予め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、又は計量分注器を使用して行った。

カンザワハダニの全部、リンゴコカクモンハマキ及びオウトウハダニの一部のくん蒸は、寄生果実のみを内容積 29.5 l の合成樹脂製くん蒸箱（大きさ $26.0\text{ cm}\times 28.0\text{ cm}\times 41.0\text{ cm}$ ：ガス攪拌・排気装置、ガス投薬・ガス採取・マノメーター・温度センサー用孔付き）でくん蒸した。

くん蒸中は最初の30分間は連続してガスを循環し、その後は間欠循環（On: 0.5分、Off: 2.5分）した。くん蒸中のガス濃度及び果実温度は、ガスクロマトグラフ（FID: GC 8AF, 島津）及び多打点式自動温度記録計（Hybrid Recorder: AH, チノ）をそれぞれ使用して測定した。くん蒸後は排気装置を使用して1時間排気した。

4. 殺虫効果の調査

くん蒸後、4種害虫を 25°C 、70% R.H.、光周期16L:8D下のパイオトロン内に3~5日保管し、次いで実体顕微鏡下で生死虫数を調査した。オウトウハダニ、カンザワハダニ及びナミハダニは、7日にわたり1~2日毎にふ化状況を実体顕微鏡下で調査した。

結 果

1. 低温処理中における果実温度及びくん蒸中における果実温度・臭化メチルガス濃度

4種害虫の低温処理中における果実温度及びくん蒸中における果実温度・臭化メチルガス濃度は、それぞれ第3-1表（リンゴコカクモンハマキ）、第3-2表（オウトウハダニ）、第3-3表（カンザワハダニ）及び第3-4表（ナミハダニ）のとおりである。

低温処理中における平均果実温度は、 0.5°C （最高 1.4°C 、最低 -0.4°C ）で、そのほとんどは $0.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の範囲に分布していた。

くん蒸中における果実温度は、処理基準1では $13.4\sim 15.3^{\circ}\text{C}$ 、処理基準2では $9.6\sim 10.6^{\circ}\text{C}$ の範囲であっ

Table 3-1. Fruit temperatures and gas concentrations in the combined treatment of cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ for 37 to 40 days and methyl bromide fumigation at a dose of 33.8 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and doses of 43.8 to 48.0 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2) for the summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*.

Standard	Replicate	Cold storage		Dose (g/m^3)	Methyl bromide fumigation			
		Temperature ($^\circ\text{C}$)			Gas concentration (mg/ℓ)		Temperature ($^\circ\text{C}$)	
		Max.	Min.		30	120 min.	Chamber	Fruit
Standard 1	1	0.9	-0.2	33.8**	34.0	30.2	16.1	14.8
	2	0.8	0.2	33.8**	34.0	30.7	15.8	14.8
Standard 2	1	1.2	0.3	43.8*	47.0	43.6	10.9	9.9
	2	1.3	0.2	44.0*	48.4	44.1	11.1	10.0
	3	1.2	0.3	48.0**	57.7	51.5	10.8	10.1

* A 29.5 ℓ fumigation chamber was used.

** A 0.52 m^3 fumigation chamber was used.

Table 3-2. Fruit temperatures and gas concentrations in the combined treatment of cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ for 30 to 40 days and methyl bromide fumigation at a dose of 38.0 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at doses of 43.8 to 48.8 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2) for the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*.

Standard	Replicate	Cold storage		Dose (g/m^3)	Methyl bromide fumigation			
		Temperature ($^\circ\text{C}$)			Gas concentration (mg/ℓ)		Temperature ($^\circ\text{C}$)	
		Max.	Min.		30	120 min.	Chamber	Fruit
Standard 1	1	1.2	0.0	38*	40.0	36.3	16.1	15.0
	2	1.3	0.1	38*	39.8	36.3	15.8	15.0
	3	1.2	0.1	38*	39.6	35.7	15.1	14.9
Standard 2	1	1.2	0.1	43.8**	47.0	43.6	10.9	9.9
	2	1.3	0.1	44.4**	52.7	43.8	11.1	10.0
	3	1.2	0.1	48.0*	57.7	51.5	10.8	10.1

* A 29.5 ℓ fumigation chamber was used.

** A 0.52 m^3 fumigation chamber was used.

た。くん蒸終了時(2時間後)の平均残存ガス濃度は、投薬量 $33.8 \sim 38.0 \text{ g/m}^3$ の消毒基準1では $31.1 \text{ mg}/\ell$ (最高 $36.3 \text{ mg}/\ell$, 最低 $28.5 \text{ mg}/\ell$)、投薬量 $43.0 \sim 48.0 \text{ g/m}^3$ の処理基準2では $45.2 \text{ mg}/\ell$ (最高 $51.5 \text{ mg}/\ell$, 最低 $37.9 \text{ mg}/\ell$)であった。

2. 殺虫効果

殺虫試験の結果は、第3-5表(リンゴコカクモンハマキ)、第3-6表(オウトウハダニ)、第3-7表(カンザワハダニ)及び第3-8表(ナミハダニ)のとおりである。

1) リンゴコカクモンハマキ

リンゴコカクモンハマキ3齢幼虫は、処理基準1において、2反復の試験で1,043頭が、処理基準2では3反復の試験で700頭がそれぞれ100%殺虫された。

2) オウトウハダニ

オウトウハダニ越冬成虫は、処理基準1において3反復の試験で1,183頭が、処理基準2では3反復の試験で1,498頭がそれぞれ100%殺虫された。

3) カンザワハダニ

処理基準1では、346卵、幼虫1,070頭、第1若虫639頭、第2若虫892頭及び成虫553頭が、処理基準2で

Table 3-3. Fruit and air temperatures and gas concentrations in the combined treatment of cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ for 37 to 40 days and methyl bromide fumigation at a dose of 38 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at a dose of 48 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2) for the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai*.

Standard	Replicate	Cold storage		Dose (g/m^3)	Methyl bromide fumigation		
		Temperature ($^\circ\text{C}$)			Concentration (mg/ℓ)		Temperature ($^\circ\text{C}$)
		Max.	Min.		30	120 min.	Fruit
Standard 1	1	1.2	0.0	38	39.4	35.7	14.0-14.4
				38	40.3	35.6	13.8-14.1
				38	38.4	34.5	15.0-15.3
	2	1.4	-0.4	38	38.4	34.0	13.4-14.3
				38	38.0	35.6	13.4-13.8
				38	37.0	34.7	13.4-13.8
3	1.4	-0.4	38	38.8	35.5	13.6-14.5	
Standard 2	1	1.2	0.0	48	57.1	49.4	9.8-10.3
				48	57.2	49.5	9.6-10.1
				48	55.3	47.7	10.2-10.6
	2	1.4	-0.4	48	56.1	48.3	9.8-10.4
				48	55.1	48.7	9.6-10.6
				48	55.1	48.7	9.6-10.6

Table 3-4. Fruit temperatures and gas concentrations in the combined treatment of cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ for 37 to 40 days and methyl bromide fumigation at doses of 34.1 to 34.8 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at doses of 43.1 to 44.4 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2) for the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*.

Standard	Replicate	Cold storage		Dose (g/m^3)	Methyl bromide fumigation			
		Temperature ($^\circ\text{C}$)			Concentration (mg/ℓ)		Temperature ($^\circ\text{C}$)	
		Max.	Min.		30	120 min.	Chamber	Fruit
Standard 1	1	0.8	-0.1	34.0	32.2	28.5	15.5	14.8
	2	1.0	0.1	34.5	32.9	28.8	16.1	15.0
	3	1.0	-0.2	34.4	32.8	30.5	15.0	14.8
	4	0.9	-0.1	34.1	32.8	29.5	16.0	14.9
	5	0.9	-0.1	34.2	32.8	28.7	15.8	14.6
	6	1.0	0.0	34.8	33.2	30.0	16.1	14.8
Standard 2	1	0.9	-0.1	43.1	47.5	39.3	11.0	10.0
	2	0.9	-0.2	44.2	47.3	37.9	11.2	9.8
	3	0.9	-0.2	43.9	48.3	43.0	11.1	9.6
	4	0.8	-0.2	43.0	48.2	42.5	10.9	9.8
	5	0.9	-0.2	44.4	48.0	41.7	10.8	9.9
	6	0.8	-0.1	43.8	48.3	41.9	11.0	10.0

A 0.52 m^3 fumigation chamber was used.

Table 3-5. Mortality of 3rd instar diapause larvae of the summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana fasciata*, stored for 37 to 40 days in Standard Cold Storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ followed by methyl bromide fumigation at a dose of 33.8 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at doses of 43.8 to 48.0 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2).

Replicate	Standard 1			Standard 2		
	No. of larvae treated	No. of larvae survived	Percent mortality	No. of larvae treated	No. of larvae survived	Percent mortality
1	500	0	100	300	0	100
Cont.	150	150	0	100	100	0
2	543	0	100	200	0	100
Cont.	150	150	0	100	100	0
3	—	—	—	200	0	100
Cont.	—	—	—	100	100	0
Total	1,043	0	100	700	0	100

Table 3-6. Mortality of overwintering adults of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis*, stored for 30 to 40 days in standard cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ followed by methyl bromide fumigation at a dose of 38.8 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at doses of 43.8 to 48.0 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2).

Replicate	Standard 1			Standard 2		
	No. of adults treated	No. of adults survived	Percent mortality	No. of adults treated	No. of adults survived	Percent mortality
1	305	0	100	712	0	100
2	497	0	100	405	0	100
3	381	0	100	381	0	100
Cont.	239	231	3.3	224	208	7.1
Total	1,183	0	100	1,498	0	100

は、338 卵、幼虫 1,097 頭、第 1 若虫 601 頭及び第 2 若虫 968 頭及び成虫 558 頭がそれぞれ 100% 殺虫された。

4) ナミハダニ

ナミハダニ越冬成虫は、処理基準 1 において 6 反復の試験で 1,090 頭が、処理基準 2 では 6 反復の試験で 8,177 頭がそれぞれ 100% 殺虫された。

以上、収穫期のりんご果実に発見される可能性がある 4 種害虫は、モモシンクイガ及びモモノゴマダラノメイガを完全殺虫する基準として確立した二通りの対米輸出処理基準により完全殺虫されることが判明した。

Table 3-7. Combined treatment tests: Mortality of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai*, stored for 37 to 40 days in cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ followed by methyl bromide fumigation at a dose of 38 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at a dose of 48 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2).

Replicate	Stage	Standard 1				Standard 2			
		Apples (no.)	Treated (no.)	Surv. (no.)	Surv. (%)	Apples (no.)	Treated (no.)	Surv. (no.)	Surv. (%)
1	Lavae	5	528	0	0	5	531	0	0
	1st nymph	5	205	0	0	5	197	0	0
	2nd nymph	5	419	0	0	5	521	0	0
	Adult	5	277	0	0	5	271	0	0
2	Lavae	5	542	0	0	5	566	0	0
	1st nymph	5	434	0	0	5	404	0	0
	2nd nymph	5	473	0	0	5	447	0	0
	Adult	5	276	0	0	5	287	0	0
3	Egg	1	346	0	0	1	338	0	0

Hatching rate of eggs in untreated control lot is $278/285=97.5\%$.

Table 3-8. Mortality of overwintering adults of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, for 37 to 40 days in Standard Cold storage at $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ followed by methyl bromide fumigation at doses of 34.0 to 34.8 g/m^3 for 2 hours at 15°C (Standard 1) and at doses of 43.0 to 44.4 g/m^3 for 2 hours at 10°C (Standard 2).

Replicate	Standard 1				Standard 2			
	No. of apples infested	No. of adults treated	No. of adults survived	Percent mortality	No. of apples infested	No. of adults treated	No. of adults survived	Percent mortality
1	36	153	0	100	10	1,206	0	100
Cont.	20	88	73	17.1	5	595	431	27.6
2	36	233	0	100	11	1,907	0	100
Cont.	20	136	121	11.0	5	872	715	18.0
3	36	141	0	100	11	1,802	0	100
Cont.	20	80	68	15.0	5	786	589	25.1
4	3	233	0	100	10	1,312	0	100
Cont.	3	225	162	28.0	5	674	533	20.9
5	3	154	0	100	4	1,881	0	100
Cont.	3	159	118	25.0	3	1,215	826	32.0
6	2	176	0	100	23	69	0	100
Cont.	2	168	116	31.0	15	49	41	16.3
Total	116	1,090	0	100	69	8,177	0	100