

## Test 2 モモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガ各ステージの低温感受性試験

### はじめに

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) の卵及び幼虫の中で臭化メチルくん蒸に対して最も感受性が低いステージは、モモシクイガの2日齢卵で、2日齢卵の LD<sub>50</sub> は 23.3 g/m<sup>3</sup>, LD<sub>95</sub> は 33.3 g/m<sup>3</sup> であった。そして、本ステージを 100% 殺虫する実用的な臭化メチル薬量は、15°C 下で2時間くん蒸する条件下では約 50 g/m<sup>3</sup> が必要になると推定される (本報告 Part 2: Test 1)。

一方、果実障害試験において、りんご“ふじ”の臭化メチルくん蒸に対する耐性は、くん蒸前における低温保管期間の長さによってその程度に差があることが判明した。すなわち、収穫直後の果実は低薬量においても極めて感受性が高く、反対に果実を 1~0°C に1か月又はそれ以上保管した場合、果実の障害は著しく軽減されるか又は障害の発生を防止できること等が判明した (本報告 Part 4: Test 1)。これらの結果は、モモシクイガの2日齢卵を 100% 殺虫するために必要とされる臭化メチル薬量では果実に障害が発生する恐れがあり、臭化メチルくん蒸単独処理ではモモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガを殺虫することは困難であることを示している。米国へりんご果実を輸出するためには、米国の検疫要求を満たすことができる代替法を導入する必要があるが、代替方法としては低温処理の導入が考えられる。しかしながら、モモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガの低温処理に関する調査データは皆無であり、新たにデータを集積する必要がある。

低温処理による殺虫方法は、モモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガと生態が類似しているコドリング *Cydia pomonella* (L.)、ナシヒメシクイ *Grapholita molesta* (BUSCK) 及び Nable Orangeworm *Amyelois transitell* WALKER で研究されている。コドリングでは、りんご果実に寄生した卵は -3.3~0.6°C, 5日 で 50.1%, -1.1~0°C, 35日 で 99.2% それぞれ殺卵されている。更に、りんご果実中の若齢幼虫は -1.1~0°C, 35日 で 100% 殺虫された (NEWCOMER, 1930, 1936)。果実中のコドリングの幼虫を -0.6°C 下で 120日 標準冷蔵 (SC: Standard Cold storage) 及び CA 貯蔵 (CA: Controlled Atmosphere storage, O<sub>2</sub> 1.0

~1.5%, CO<sub>2</sub> 2.5%) 処理した結果、最長の 120日 でも生存虫が認められた (MOFFITT, 1971)。また、各ステージを SC 及び CA 貯蔵の同じ条件下で 30~133日 にわたり殺虫効果を調査した結果、1日齢卵, 5日齢卵, 若齢幼虫 (14~18日齢) 及び成虫は 30日 で、老齢幼虫は 90日 でそれぞれ 100% 殺虫された。しかし、非休眠老齢幼虫 (14~18日齢) 及び蛹の一部は 60日 でも、また、休眠幼虫は 133日 でもなお生存虫が認められた (MOFFITT & ALBANO, 1972)。パラフィン紙上に産卵させた卵及び 1~5日 齢の裸幼虫を 0°C の SC 冷蔵下では 21日 処理した結果、卵及び 1~4日 齢は殺虫されたが、5日 齢裸幼虫は完全殺虫されなかった (YOKOYAMA & MILLER, 1989)。卵の低温 (0°C) 感受性は、3~4日 齢卵, 1~2日 齢卵, 5日 齢卵の順で、3日 齢卵が最も低く、1日 齢卵の 1.5倍, 5日 齢卵の 2.5倍となっており、りんご果実上の 3日 齢卵を完全殺卵するには 36~40日 が必要である (MOFFITT & BURDITT, 1989) 等が報告されている。この他、Navel Orangeworm 及びナシヒメシクイにおいても幼虫の方が卵よりも感受性が低く、老齢休眠幼虫が最も感受性が低いステージであると報告 (DUSTON ら, 1963; TEBBETS ら, 1978; YOKOYAMA & MILLER, 1989) されている。これらの果実食入性害虫に対する低温殺虫試験データは、処理温度及び処理期間により殺虫効果は異なるが、低温に対する感受性は幼虫の方が卵よりも低く、幼虫齢間では老齢幼虫が若齢幼虫よりも低い。そして、最も感受性が低いステージは老齢休眠幼虫であり、本ステージを低温処理で完全殺虫するには 150日 以上の処理日数が必要であることを示している。

そこで、低温による大規模殺虫試験において供試する対象害虫及びそのステージを決定するため、収穫期のりんご果実に寄生している可能性があるモモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガの全てのステージについて、処理温度及び期間と致死率の関係について調査し、2種害虫の中で低温に対して最も感受性が低いステージを選択するための試験を行った。

## 材料および方法

### 1. 供試果実

青森県弘前市で生産され、収穫後 $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ に保管された中玉の“ふじ”(36果/箱)を選果場から入手し、試験に使用するまで $1.5^{\circ}\text{C}$ に保管した。

### 2. 供試虫及び供試寄生果実

#### 1) モモシンクイガ

1987年5月に農林水産省果樹試験場(茨城県つくば市)から入手した系統及び1988年4月に青森県りんご試験場から入手した系統を横浜植物防疫所調査研究部において、成田(1986b)の方法によりりんご未成熟果を用いて累代飼育したものを使用した。供試寄生果実は、次のとおり準備した。

##### ① 未成熟りんご果実に産卵させた卵

長径15cm、深さ9cmの金網の通気口付き円筒型プラスチック容器に雌雄30対を入れて、 $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8D下のバイオトロン内で24時間交尾させた。

未成熟りんごをプラスチック容器(大きさ27cm×30cm×9cm)に一列に並べ、これに交尾雌30頭を放飼して $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8D下のバイオトロン内で24時間産卵させた。産卵後は容器から雌成虫を取り出し、果実はそのまま1、3及び5日間保管してそれぞれ2、4及び6日齢卵を得た。ただし、1日齢卵は産卵直後から24時間以内のものである。

##### ② 成熟りんご果実に産卵させた卵

前①と同様の方法で交尾雌を準備した。

産卵数及びふ化卵数の調査を容易にするため、果梗部及び萼あ部にパラフィンを溶かして埋め込んだ。この果実6果をプラスチック容器(大きさ27cm×30cm×9cm)に入れ、交尾雌30頭を放飼して $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8D下のバイオトロン内で24時間産卵させた。産卵後は容器から雌成虫を取り出し、果実はそのまま1、3及び5日間保管してそれぞれ2、4及び6日齢卵を得た。ただし、1日齢卵は産卵直後から24時間以内のものである。

##### ③ 成熟りんご果実に寄生させた幼虫

前①と同様の方法で交尾雌を準備した。パラフィン紙を幅1.5mmに折りたたんで直径9cmのシャーレーに入れ、このシャーレーに交尾雌4~5頭を放飼して24時間産卵させた。パラフィン紙に産卵させた20卵をプラスチック容器(大きさ37cm×46cm×16cm)に一列に並べた成熟果の果梗部又は萼あ部に置いた。この果実をバイオトロン内に保管し、非休眠幼

虫は $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8Dで、また、休眠幼虫は12L:12D条件下で各齢幼虫が得られるまで飼育(1齢:4日、3齢:10日、5齢:19~20日)した。

##### ④ 未成熟りんご果実に寄生させた幼虫

前①と同様の方法で交尾雌を準備した。未成熟りんご6果をプラスチック容器(大きさ27cm×30cm×9cm)に一列に並べ、これに交尾雌30頭を放飼して $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8D下のバイオトロン内で24時間産卵させた。産卵後雌成虫を取り出し、果実を非休眠幼虫は $25^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期16L:8Dで、また、休眠幼虫は12L:12D条件下のバイオトロン内に保管して各齢幼虫が得られるまで飼育(1齢:4日、3齢:10日、5齢:19~20日)した。

#### 2) モモノゴマダラノメイガ

1987年5月に東京大学農学部応用昆虫学教室(東京都文京区弥生)から入手し、横浜植物防疫所調査研究部において、本田ら(1979)の方法により、生クリ及び生トウモロコシを用いて累代飼育したものを使用し、次のとおり寄生果実を準備した。

##### ① ガーゼに産卵させた卵

モモノゴマダラノメイガはりんご果実上にはほとんど産卵しないことが確認されている(加土井・金田, 1990)。このため、本田ら(1979)の方法によりガーゼに産卵させた卵を供試した。

茶こしを2つ合わせ、その中にりんご幼果を数果入れ、茶こしの外側をガーゼでくんだ採卵器具をステンレス製ケージ(大きさ30cm×30cm×30cm)に吊した。このケージの中に雌雄合せて150頭の成虫を入れ、自然採光の部屋で温度、湿度未調整の状態で交尾させた後、一晩ガーゼに産卵させて翌朝取り出し、この卵を1日齢卵とした。この卵を更に1日及び4日、 $23^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期15L:9D下のバイオトロン内で保管して2日齢卵及び5日齢卵をそれぞれ調整した。

##### ② りんご成熟果に埋め込んだ幼虫

生クリの中央部に小刀で切れ目を入れ、これをプラスチック容器(大きさ21cm×24cm×10cm)に一列に並べ、この上に前①と同様の方法でガーゼに産卵させた卵をのせ、非休眠幼虫は $23^{\circ}\text{C}$ 、70% R.H.、光周期15L:9Dで、また、休眠幼虫は光周期12L:12D下のバイオトロンに保管して2齢及び5齢幼虫が得られるまで9日又は14日飼育した。生クリで飼育した2齢及び5齢幼虫を果実当たり5か所に開けた直径4mmの穴にそれぞれ1頭埋め込んだ。埋め込んだ穴はりんごの果肉を詰めて蓋をし、更にプラスチックテープでシールし、くん蒸まで $15^{\circ}\text{C}$ に24時間保管した。

### 3. 低温処理

低温処理施設は、内容積 31.5 m<sup>3</sup> (大きさ 4.3 m×3.2 m×2.3 m) の低温処理庫 (±0.5°C 温度調整, 60~90% R.H., 除霜は1日4回のもの) を使用し, この処理庫に内容積 30 ℓ の合成樹脂製の処理箱 (大きさ 26.0 cm×28.0 cm×41.0 cm) を持ち込み処理した。

各処理箱はシリコンパイプを使用して CA 又は SC 処理用ガスボンベと接続し, CA 処理用のガス (O<sub>2</sub> 2%, CO<sub>2</sub> 2%, N<sub>2</sub> 96%) は, 実用レベルで適用されている組成のもの (津川, 1984; 工藤, 1985) を, SC 処理用は圧縮空気をボンベからそれぞれ一定量流し続けられるようにした。また, CA ガス及び空気は蒸留水が入った洗気ビンを通すことにより圧力を一定にするるとともに過湿状態を維持した。

モモシクイガの卵及び幼虫が寄生した果実は, 蓋のない発泡スチロール製箱に入れた。モモノゴマダラノメイガについては, ガーゼに産卵された卵及びりんご果実及びクりに寄生した幼虫はプラスチック容器 (大きさ 37 cm×46 cm×16 cm) に入れた。これらはそれぞれ低温処理庫に収容して 70% R.H., 1.5±0.5°C 又は 0.5±0.5°C で処理した。処理した卵及び幼虫は殺虫効果を調査するため, 一定期間毎に取り出した。

処理中の温度は, 多打点式自動温度記録計 (Hybrid Recorder: AH, チノ) を用い, 処理箱内空間部, りんご果実表面及び果肉の温度を経時的に測定した。温度記録計及び温度センサーは水温で校正した。

### 4. 殺虫率の調査

#### 1) モモシクイガ

卵が寄生した果実及び非休眠幼虫が寄生した果実は, 25°C, 70% R.H., 光周期 16L: 8D 下に, 5 齢休眠幼虫は光周期 12L: 12D 下のバイオトロン内にそれぞれ保管した。成熟果に産卵させた卵は, 3~4 日間保管した後実体顕微鏡下で卵数及びふ化卵数を調査し, 更に, 30 日後の 5 齢幼虫期に果実を切開して生死虫数を調査した。未成熟果に産卵させた卵は 30 日保管し, 5 齢幼虫期に果実を切開して生死虫数を調査した。また, 5 齢幼虫が寄生した未成熟果及び成熟果は 3~10 日保管した後, 果実を切開して生死虫数を調査した。

#### 2) モモノゴマダラノメイガ

プラスチック容器 (大きさ 37 cm×46 cm×16 cm) の内壁に営菌用のダンボール紙を貼り付け, これに生トウモロコシを並べた飼育容器を用意した。このトウモロコシの上に卵が生み付けられたガーゼを置き, 23°C, 70% R.H., 光周期 15L: 9D 下のバイオトロン

内で飼育し, ダンボール内及びトモロコシ内の幼虫数を調査した。2 齢幼虫及び 5 齢幼虫が寄生したりんご果実及びクりに寄生した卵は前述のバイオトロンに羽化まで保管し, 羽化虫数を調査した。

### 5. 統計解析

低温処理に対する全ステージの反応に関する低温処理温度・期間一致死亡率の関係データを用い, FINNY の式 (FINNY, 1971) に基づくプロビット法により解析した。統計処理により求めた回帰直線の直線性の検定は  $\chi^2$  検定により行い, また, 信頼限界は FIELLER の式 (FINNY, 1971) に従って計算した。LD<sub>50</sub> 及び LD<sub>95</sub> の値が有意であるかどうかは, 95% における信頼限界値が重ならない場合に有意であると判断した。

プロビット解析は, 東京医科歯科大学の佐久間昭教授から譲渡されたコンピュータープログラムを横浜植物防疫所調査研究部において一部改変したプログラムを用いて行った。

## 結果および考察

### 1. モモシクイガ

モモシクイガの各ステージを 1.5±0.5°C 下で SC 又は CA 処理した低温一致死亡率の関係データをプロビット解析した結果は第 2(2)-1 表のとおりである。これを各ステージ毎に回帰直線として示すと第 2(2)-1 図 (りんご未成熟果に産卵させた卵), 第 2(2)-2 図 (りんご成熟果に産卵させた卵), 第 2(2)-3 図 (りんご未成熟果に寄生させた 5 齢幼虫) 及び第 2(2)-4 図 (りんご成熟果に寄生させた 5 齢幼虫) のとおりである。

1.5±0.5°C 下で処理した各日齢卵の LT<sub>50</sub> 及び LT<sub>95</sub> は, それぞれ 6 日齢卵では SC 処理で 18.3 日及び 25.6 日, CA 処理で 15.9 日及び 26.2 日で, 6 日齢卵の LT<sub>50</sub> 及び LT<sub>95</sub> の値は 2 日齢卵及び 4 日齢卵のそれぞれの値よりも大きかった。統計解析した結果, 6 日齢卵と 2 日及び 4 日齢卵との間に有意差が認められ, 卵の中では 6 日齢卵が最も感受性が低い日齢卵であった。また, 6 日齢卵の SC 及び CA 処理に対する感受性は, LT<sub>50</sub> 及び LT<sub>95</sub> ともに類似しており, 両処理間に有意差は認められず, したがって, 6 日齢卵に対する殺卵効果は両処理において差がないといえる。

5 齢非休眠幼虫及び休眠幼虫の 1.5±0.5°C 下の SC 及び CA 処理における LT 値を比較すると, 休眠幼虫においては, SC 処理で 10.3~10.7 日 (LT<sub>50</sub>) 及び 22.1~32.4 日 (LT<sub>95</sub>), CA 処理で 10.8 日 (LT<sub>50</sub>) 及び 28.1 日 (LT<sub>95</sub>) となっている。また, 非休眠幼虫では SC 処

理で8.1~9.2日(LT<sub>50</sub>)及び16.4~20.8日(LT<sub>95</sub>), CA処理で9.1日(LT<sub>50</sub>)及び20.5日(LT<sub>95</sub>)となっている。したがって、休眠幼虫の方が非休眠幼虫よりも感受性が低かった。

0.5±0.5°C下のSC条件下で処理したモモシンクイガ幼虫の結果は第2(2)-2表のとおりで、0.5±0.5°C下のSC処理における低温処理一致死率の関係データは、各齢幼虫のうち5齢休眠幼虫の殺虫率が明らかに低く、5齢休眠幼虫が感受性が低いことを示している。

これらのデータから、5齢休眠幼虫が他の幼虫齢よりも低温に対する感受性が低いステージであるといえる。

6日齢卵及び5齢休眠幼虫の殺虫率について、第2(2)-1表のプロビット解析に用いた低温処理温度・日数一致死率データからみると、1.5°C処理では6日齢卵は36日で100%殺虫されているのに対し、5齢休眠幼虫は45日のSC処理でも98.7%の殺虫率であり、かつ、処理期間が長くなっても殺虫率はそれほど高くなり、5齢休眠幼虫の方が感受性が低いといえる。

これらの結果から、モモシンクイガの各ステージの

中で低温に対して最も感受性が低いステージは5齢休眠幼虫であると判断できる。本試験の結果は、コドリナガ、ナシヒメシンクイ、Navel Orangewormに対する低温処理試験結果(DUSTON, 1963; MOFFITT, 1971; MOFFITTら, 1972; TEBBETSら, 1978; YOKOYAMAら, 1989)と一致している。また、5齢休眠幼虫のSC及びCA処理に対する感受性には有意差が認められなかった。

## 2. モモノゴマダラノメイガ

1.5±0.5°C下でSC及びCA処理したガーゼに産卵させたモモノゴマダラノメイガの卵の低温処理一致死率の関係データは第2(2)-3表のとおりである。SC及びCA処理において、1日齢卵は9日で、また、5日齢卵はSC処理では9日、CA処理では13日でそれぞれ100%殺虫された。

0.5±0.5°C下でSC処理したりんご成熟果に寄生させた2齢及び5齢幼虫の低温処理一致死率の関係データは第2(2)-4表のとおりで、両幼虫は6日で100%殺虫された。これらのデータから、モモノゴマダラノメ

**Table 2(2)-1.** Estimated LT<sub>50</sub> and LT<sub>95</sub> values for eggs on immature and mature apples, and 5th instar larvae of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, in immature and mature apples stored for different periods in Standard Cold storage (SC) and Controlled Atmosphere storage (CA) at 1.5±0.5°C.

Stage	SC storage			CA storage		
	Number tested*	LT <sub>50</sub> (95% FL) (days)	LT <sub>95</sub> (95% FL) (days)	Number tested*	LT <sub>50</sub> (95% FL) (days)	LT <sub>95</sub> (95% FL) (days)
Eggs on immature apples						
2-day-old	4,206	8.5( 7.6- 9.3)	16.9(15.0-19.9)	4,206	8.3( 7.6- 9.0)	17.9(16.1-20.4)
4-day-old	2,610	10.4( 8.6-12.1)	18.9(15.8-25.4)	2,610	11.0( 7.6-14.0)	22.5(17.2-40.7)
6-day-old	1,608	18.3(17.0-19.5)	25.6(23.6-29.1)	1,608	15.9(14.7-16.9)	26.2(24.0-29.4)
Eggs on mature apples						
2-day-old	1,529	—	—	1,917	11.2( 4.2-17.3)	22.4(15.1- ** )
4-day-old	1,968	10.0( 8.5-11.2)	17.0(15.0-20.7)	1,761	10.0( 9.4-10.6)	19.1(18.3-20.2)
6-day-old	1,135	—	—	1,467	—	—
5th instar larvae in immature apples						
non-diapause	1,620	8.1( 7.7- 8.5)	16.4(15.3-17.8)	1,620	9.1( 7.5-10.5)	20.5(17.2-26.6)
diapause	2,406	10.3( 9.0-11.6)	22.1(19.1-27.1)	2,406	10.8( 8.0-13.3)	28.1(21.9-44.1)
5th instar larvae in mature apples						
non-diapause	1,626	9.2( 8.2-10.1)	20.8(18.3-24.6)			
diapause	970	10.7( 8.8-12.5)	32.4(26.5-43.7)			

\* Total number treated with cold storage in 6 to 7 storage periods.

\*\* 95% fiducial limits could not be calculated because the slope was not significant.

— Probit analysis was not conducted because of the high mortalities observed at relatively short exposure periods.

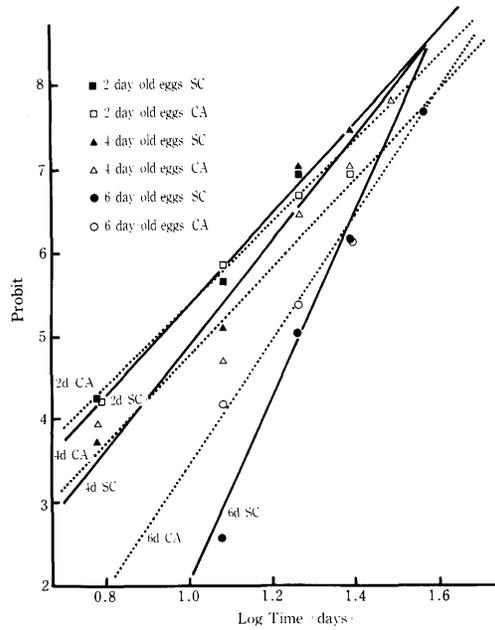


Fig. 2 (2)-1. Time/response lines estimated by Probit regression for 2-, 4- and 6-day-old eggs of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, on immature 'Fuji' apples stored in Standard Cold storage (SC) and Controlled Atmosphere storage (CA) at  $1.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

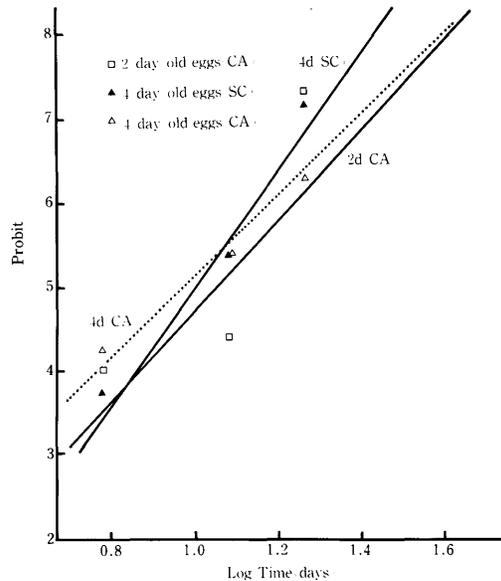


Fig. 2 (2)-2. Time/response lines estimated by Probit regression for 2- and 4-day-old eggs of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, on mature 'Fuji' apples stored in Standard Cold storage (SC) and Controlled Atmosphere storage (CA) at  $1.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

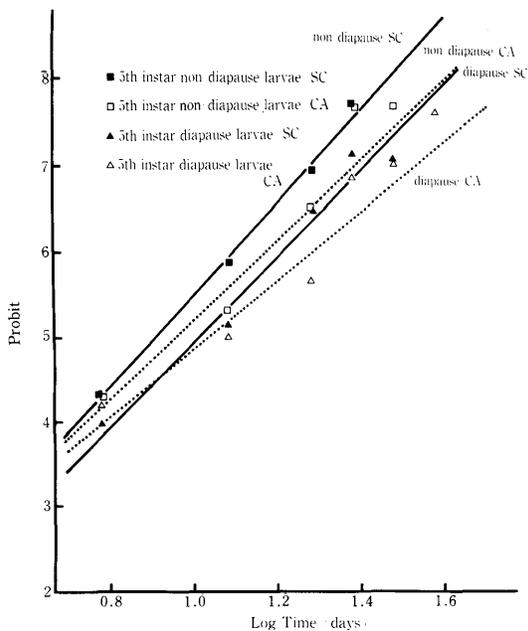


Fig. 2 (2)-3. Time/response lines estimated by Probit regression for 5th instar non-diapause and diapause larvae of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, in immature 'Fuji' apples stored in Standard Cold storage (SC) and Controlled Atmosphere storage (CA) at  $1.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

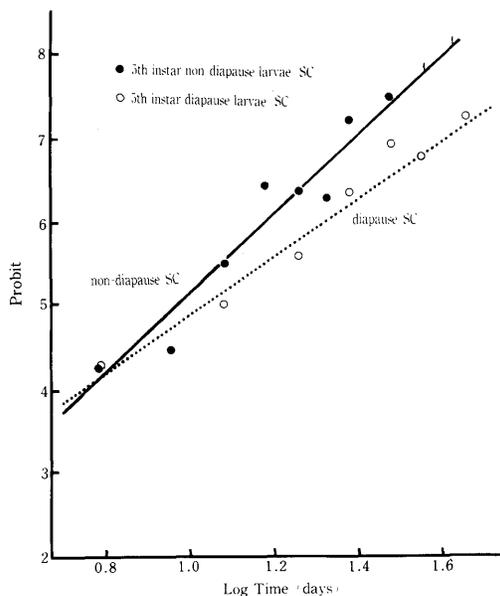


Fig. 2 (2)-4. Time/response lines estimated by Probit regression for 5th instar non-diapause and diapause larvae of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, in mature 'Fuji' apples stored in Standard Cold storage (SC) at  $1.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

**Table 2(2)-2.** Mortality data for larval stages of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, in mature apples stored for different periods in Standard Cold storage at  $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

Instar	Exposure (days)	Number tested	Number dead	Percent mortality
2nd instar	6	239	50	20.9
	9	239	100	41.8
	12	239	204	85.3
	15	239	232	97.1
	18	239	239	100
	Cont.	239	0	0
3rd instar	6	239	0	0
	9	239	44	18.4
	12	239	178	74.5
	15	239	227	95.0
	18	239	238	99.6
	Cont.	239	0	0
4th instar	6	239	0	0
	10	239	121	50.6
	14	239	216	90.4
	19	239	239	100
	22	239	238	100
	Cont.	239	0	0
5th instar (diapause)	6	239	17	7.1
	10	239	144	60.3
	14	239	213	89.1
	18	239	227	95.0
	23	239	237	99.2
	Cont.	239	0	0

イガの各ステージは極めて短期間で殺虫されたため、プロビット解析に使用できる処理区数が少なく解析できなかったが、低温に対する感受性は卵の方が幼虫よりも明らかに高いといえる。

以上、モモシクイガ及びモモノゴマダラノメイガ各日齢卵の低温感受性は、 $1.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$  下においてモモノゴマダラノメイガの1日齢卵及び5日齢卵は13日で100%殺虫されたのに対し、モモシクイガの卵のうち最も感受性が低かった6日齢卵は30~36日で100%殺虫された。したがって、モモシクイガの6日齢卵が低温に対して最も感受性が低いといえる。2種害虫の幼虫間では、モモシクイガの5齢休眠幼虫が他の幼虫齢よりも明らかに感受性が低かった。

モモシクイガ6日齢卵と5齢休眠幼虫間における感受性は、卵の  $LT_{95}$  が26.2日、5齢休眠幼虫の  $LT_{95}$

が32.4日となっており、5齢休眠幼虫が明らかに感受性が低いステージといえる。したがって、収穫期のりんご“ふじ”の果実に寄生する可能性がある2種害虫各ステージの中で、低温に対して最も感受性が低いステージはモモシクイガの5齢休眠幼虫である。

モモシクイガの5齢休眠幼虫は $1.5^\circ\text{C}$ 下では45日処理で98.7%殺虫されているが、このステージは、コドリノガ及びナシヒメシクイの報告(DUSTON, 1963; MOFFITT, 1971; MOFFITTら, 1972)で明らかにされているとおり、わずかに生き残った幼虫を完全殺虫するには、更に相当の処理期間(150日以上)を必要とするであろう。したがって、低温単独処理又は臭化メチルくん蒸単独処理による殺虫技術の確立は困難であると考えられ、この代替法として低温処理と臭化メチルくん蒸の組合せ処理の導入を図る必要がある。

臭化メチルくん蒸と低温の組合せ処理については、

諸外国においてりんご、なしに寄生する light brown apple moth complex, *Epiphyas* spp. に対して、りんご、アプリコット、さくらんぼ、ぶどう、ネクタリン、もも、なし、アボカド等に寄生するミバエ類に対して採用 (STOUT, 1983; BOND, 1984; USDA, 1985) されている。りんごに寄生するコドリングアについて DRAKE ら (1988) は、りんご果実の臭化メチルくん蒸による障害は  $48 \text{ g/m}^3$  で発生するが、果実中の幼虫は臭化メチル  $32 \text{ g/m}^3$ , 2時間,  $23.9\sim 25.6^\circ\text{C}$  でくん蒸後  $-0.56^\circ\text{C}$  の SC 又は CA 貯蔵 60 日処理で完全殺虫され、レッドデリシャス及びゴールデンデリシャス種に

障害は認められなかったと報告している。また、MORGAN ら (1974) は、臭化メチル  $32 \text{ g/m}^3$ , 2時間,  $17^\circ\text{C}$  でくん蒸後  $-0.5^\circ\text{C}$  に 31~35 日貯蔵処理で果実中の幼虫は完全殺虫され、数品種の果実に障害は認められなかったと報告している。

これらの報告は、低温処理を導入することにより臭化メチル単独処理における薬量に比較して薬量を大幅に減少させることが可能であり、低温処理+臭化メチルくん蒸又は臭化メチルくん蒸+低温処理の組合せ処理はモモシンクイガ及びモモノゴマダラノメイガに対しても適用できる可能性があることを示している。

**Table 2(2)-3.** Mortality data for 1- and 5-day-old eggs of the yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis*, on cheesecloth for different exposure periods in Standard Cold storage (SC) and Controlled Atmosphere storage (CA) at 1.5±0.5°C.

Stage	SC storage					CA storage			
	Exposure (days)	Number tested	Percent mortality	Percent hatched	Number larval entries	Number tested	Percent mortality	Percent hatched	Number larval entries
Eggs									
1-day-old	3	567	88.1	—	62	529*	45.1	—	170
	6	604	99.8	—	1	361	98.8	—	4
	9	478	100	—	0	494*	100	—	0
	13	380*	100	—	0	336	100	—	0
	15	551	100	—	0	563	100	—	0
	18	513*	100	—	0	516*	100	—	0
	21	465	100	—	0	646*	100	—	0
	Cont. A	301	—	92.3	278	301	—	92.4	278
	Cont. B	648	—	58.5	379	648	—	58.5	379
5-day-old	3	852	35.2	—	392	892	21.0	—	500
	6	994	94.0	—	42	1,011	82.4	—	126
	9	1,037	100	—	0	1,039	97.9	—	15
	13	1,097	100	—	0	1,170	100	—	0
	15	1,176	100	—	0	1,195	100	—	0
	18	1,354	100	—	0	1,382	100	—	0
	21	1,542	100	—	0	2,380	100	—	0
	Cont.	776	100	28.9	551	776	—	28.9	551

\* Based on survival in untreated Control B.

**Table 2(2)-4.** Mortality data for 2nd and 5th instar larvae of the yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis*, in mature 'Fuji' apples stored for different exposure periods in Standard Cold storage at  $0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

Instar	Exposure (days)	Number tested	Number dead	Percent mortality
2nd instar	2	133	111	83.4
	4	133	133	100
	6	133	133	100
	8	133	133	100
	10	133	133	100
	Cont.	133	0	0
5th instar non-diapause	2	147	107	72.8
	4	147	144	98.0
	6	147	147	100
	8	147	147	100
	10	147	147	100
	Cont.	147	0	0
5th instar diapause	2	191	158	82.7
	4	191	191	100
	6	191	191	100
	8	191	191	100
	10	191	191	100
	Cont.	191	0	0