

Part 2 対米輸りんご“ふじ”に寄生するモモシクイガ *Carposina niponensis* WALSINGHAM 及びモモノゴマダラノメイガ *Conogethes punctiferalis* (GUENÉE) の植物検疫処理

Test 1 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臭化メチルくん蒸感受性試験

はじめに

果実に食入する鱗翅目害虫の消毒技術に関する研究は、多くの研究者により幅広く行われ、数多く報告されている。例えば、コドリシクイ *Cydia pomonella* (L.) では、さくらんぼにおいて、ANTHONら(1975, 1977)、GAUNCEら(1981)が、くるみの核子においてはNELSONら(1983)、TEBBETSら(1986)が、ネクタリンにおいては、YOKOYAMAら(1987a, 1988, 1990a, 1990b)、WADDELLら(1989)が、りんごにおいては、MOFFITT(1971)、MORGANら(1974)、GAUNCEら(1980)が、なしにおいてはMACKIEら(1939)が、また、ナシヒメシクイ *Grapholita molesta* (BUSCK)では、ネクタリンにおいてはJOHNSONら(1942)、YOKOYAMAら(1987b)等である。そして、多くの国において、果実食入性害虫に対する植物検疫処理は、臭化メチルくん蒸による消毒方法が広く採用されている(MONRO, 1969a; STOUT, 1983; California Department of Food and Agriculture, 1983; BOND, 1984; USDA, 1985)。

これらの報告書の中で、コドリシクイ及びナシヒメシクイの卵を供試して臭化メチルくん蒸に対する感受性試験が行われ、最も感受性が低い日齢卵が決定される。そして、その日齢卵に対して確立された処理が効果があるかどうか、大規模試験において確認されている。

コドリシクイ及びナシヒメシクイ各ステージの臭化メチルくん蒸に対する感受性は、2種害虫ともに卵が幼虫よりも低く、最も感受性が低いステージは産卵後まもない1日～2日齢卵であることが判明(GAUNCEら, 1980; TEBBETSら, 1986; YOKOYAMAら, 1987b; WADDELLら, 1989)している。しかしながら、りんごに寄生するモモシクイガ *Carposina niponensis* WALSINGHAM 及びモモノゴマダラノメイガ *Conogethes punctiferalis* (GUENÉE) の臭化メチルくん

蒸による感受性及び殺虫処理については、これまで詳細にわたり調査されたデータは見当たらない。

そこで、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、収穫時期のりんご果実に寄生している可能性がある2種害虫の各ステージについて、臭化メチルくん蒸一致死率の関係を調査し、2害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°C に保管した。

2. 供試虫及び供試寄生果実

1) モモシクイガ

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、農林水産省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、次のとおり供試寄生果実を準備した。

① りんご成熟果に産卵させた卵

直径15 cm, 深さ9 cm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°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。

産卵数及びふ化卵数の観察を容易にするため、果実赤道部にナイロン糸を2重に巻き、この果実6果をプラスチック容器(大きさ27 cm×30 cm×9 cm)に1列に並べ、これに交尾雌30頭を放飼し、 25°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日, 3日及び5日間保管してそれぞれ2

日、4日及び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 パラフィン紙に産卵させた卵

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のシャーレに入れ、このシャーレに交尾雌4~5頭を放飼して24時間産卵させ(川嶋, 1987)、成熟果の場合と同様の条件に保管し、目的の日齢卵を得た。

③ りんご成熟果に寄生させた幼虫

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9mmのシャーレに入れ、このシャーレに交尾雌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(non-diapause larvae)は25°C, 70% R.H., 光周期16L:8D, また、休眠に向かっている幼虫(休眠幼虫: diapause larvae)は12L:12Dの条件下で各齢の幼虫が得られるまでそれぞれ飼育(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る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、湿度未調整の状態に交尾させた後、一晚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°C, 70% R.H., 光周期15L:9D下のバイオトロン内で保管して、それぞれ2日齢卵及び5日齢卵を調整した。

② 生クリに寄生させた幼虫

生クリに寄生させた幼虫についても、補足データを得るため参考までに供試した。

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°C, 70% R.H., 光周期15L:9Dで、休眠幼虫は光周期12L:12D下のバイオトロンにそれぞれ保管して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。これらの幼虫は、そのままくん蒸まで15°Cに24時間保管した。

③ りんご成熟果に埋め込んだ幼虫

前②の生クリで飼育した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°Cに24時間保管した。

3. くん蒸

内容積29.5ℓの合成樹脂製のくん蒸箱(大きさ26.0cm×28.0cm×41.0cm:ガス攪拌・排気装置, ガス投薬・ガス採取・マンメーター・温度センサー用の孔付き)を15°Cに調節したくん蒸室に持ち込み使用した。

このくん蒸箱に、害虫の種類別、齢別、薬量別にモモシクイガ幼虫が寄生した果実12果を、卵が寄生した果実6果をそれぞれ収容した。また、モモノゴマダラノメイガの卵を産卵させたガーゼは、直径9cmのシャーレに入れ、日齢卵別、薬量別に充填果実の“ふじ”6果とともにそれぞれ収容した。生クリに寄生させた幼虫はそのまま収容した。これらの寄生果実はくん蒸温度の15°Cに一晚(18時間)保管した後くん蒸した。

薬量一致死率の反応に関する試験において、臭化メチル薬量はプロビット解析ができるよう7薬量区を設けた。各薬量は予め予備試験を実施して決定した。くん蒸は15°C下で2時間行い、くん蒸中は攪拌機を常時運転した。くん蒸後は排気装置を使用して1時間排気した。ガス濃度は、投薬後20, 60及び120分の3回にわたりガスクロマトグラフ(FID:GC8AF, 島津)を使用して測定し、くん蒸箱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)を使用して測定した。

4. 殺虫率の調査

1) モモシクイガ

くん蒸終了後、卵が寄生した果実及びパラフィン紙をプラスチック容器(大きさ37cm×46cm×16cm)に入れ、すべての生存卵がふ化するまでそれぞれ2日齢卵は8日、4日齢卵は6日及び6日齢卵は4日、25°C, 70% R.H., 光周期16L:8D下のバイオトロン内に保

管した後、実体顕微鏡下でふ化率を調査した。

幼虫が寄生した果実をプラスチック容器（大きさ 37 cm×46 cm×16 cm）に移し、非休眠幼虫は 25°C, 70% R.H., 光周期 16L: 8D, 休眠幼虫は光周期 12L: 12D 下のバイオトロン内に 1 齢及び 3 齢幼虫は 5 齢幼虫に達するまでの日数, 5 齢幼虫は 10~14 日間保管した後, 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ウモロコシ内の幼虫数を調査した。5 齢幼虫を埋め込んだ成熟果は、くん蒸後前述のバイオトロン内で羽化するまで保管し、羽化虫数を調査した。くん蒸中に果実から脱出した生虫（苦悶虫を含む。）は、生クリ上に置いて飼育して羽化虫数を調査した。

5. 統計解析

臭化メチル薬量に対する全ステージの反応に関する薬量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 χ^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。LD₅₀ 及び LD₉₅ 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について、臭化メチル薬量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(1)-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、それぞれ第 2(1)-1 図(りんご成熟果に産卵させた卵)、第 2(1)-2 図(パラフィン紙に産卵させた卵) 及び第 2(1)-3 図(りんご成熟果に寄生させた幼虫) のとおりである。

各日齢卵の臭化メチルくん蒸(2時間, 15°C)に対する感受性について LD₅₀ 及び LD₉₅ 値をみると、成熟果

Table 2(1)-1. Estimated LD₅₀ and LD₉₅ values for egg and larval stages of the peach fruit moth, *carposina niponensis*, fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

Stage	Number tested*	LD ₅₀ (95% FL) (g/m ³)	LD ₉₅ (95% FL) (g/m ³)
Eggs on mature apples			
2-day-old	3,622	18.8(14.7-22.3)	29.3(25.0-40.6)
4-day-old	6,274	12.7(10.8-14.1)	24.7(22.8-27.5)
6-day-old	5,384	13.8(11.4-16.0)	20.7(17.9-28.0)
Eggs on wax-paper sheets			
1-day-old	900	15.9(10.0-23.0)	23.3(18.8-58.9)
2-day-old	532	23.3(19.6-28.8)	33.3(28.1-52.7)
3-day-old	2,013	20.8(19.1-23.6)	31.4(27.3-40.0)
4-day-old	1,043	18.0(17.4-18.5)	26.3(25.5-27.2)
6-day-old	786	14.5(5.2-22.3)	25.3(19.5- **)
Larvae in mature apples			
1st instar	639	8.3(6.5- 9.4)	15.5(13.6-19.5)
3rd instar	665	8.8(7.4- 9.9)	15.0(13.4-18.0)
5th instar (non-diapause)	698	9.5(8.8-10.3)	16.1(15.3-17.2)
5th instar (diapause)	827	7.9(-0.1-10.3)	16.4(13.8-25.1)

* Total number of test insects fumigated in 7 dose levels.

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

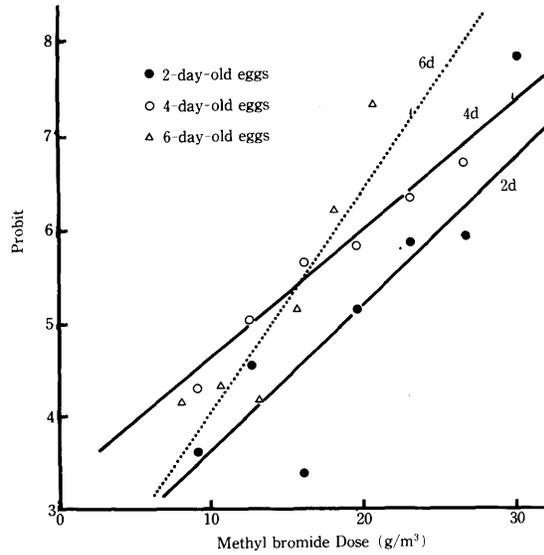


Fig. 2 (1)-1. Dose/response lines estimated by Probit regression for 2-, 4-, and 6-day-old eggs of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, on mature 'Fuji' apples fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

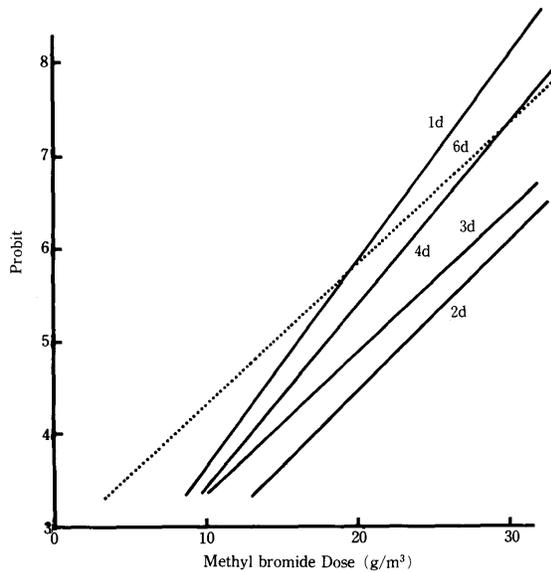


Fig. 2 (1)-2. Dose/response lines estimated by Probit regression for 1-, 2-, 3-, 4-, and 6-day-old eggs of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, on wax paper sheets fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

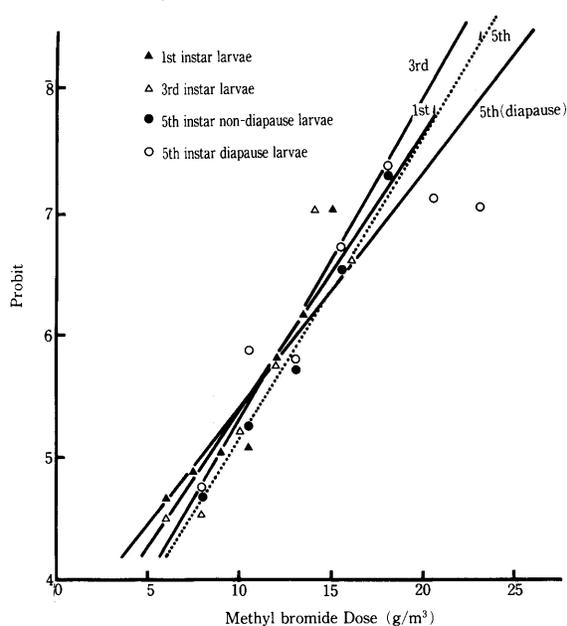


Fig. 2 (1)-3. Dose/response lines estimated by Probit regression for 1st, 3rd, and 5th instar non-diapause and diapause larvae of the peach fruit moth, *Carposina niponensis*, in mature 'Fuji' apples fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

Table 2(1)-2. Estimated LD₅₀ and LD₉₅ values for egg and larval stages of the yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis*, fumigated with methyl bromide for 2 hours at 15°C.

Stage	Number tested*	LD ₅₀ (95% FL) (g/m ³)	LD ₉₅ (95% FL) (g/m ³)
Eggs on cheesecloth			
1-day-old	2,109	—	—
2-day-old	3,344	10.5(9.6-11.3)	15.0(13.9-16.9)
5-day-old	5,925	—	—
Larvae in mature apples			
5th instar (non-diapause)	420	5.4(5.1- 5.6)	7.9(7.7- 8.4)
5th instar (diapause)	420	5.2(**)	6.8(**)
Larvae in chestnuts			
2nd instar	1,127	—	—
5th instar (non-diapause)	1,078	—	—
5th instar (diapause)	875	—	—

* Total number of test insects fumigated in 7 dose levels.

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

— Probit analysis was not calculated because of high mortality ratios at low doses used.

に産卵させた卵では2日齢卵が18.8 g/m³及び29.3 g/m³、パラフィン紙に寄生させた卵では2日齢卵が23.3 g/m³及び33.3 g/m³で、LD₅₀及びLD₉₅値はともに2日齢卵が他の日齢卵よりも高い結果が得られた。したがって、各日齢卵の中では2日齢卵が最も感受性が低いといえる。

幼虫における感受性は、各齢ともにLD₅₀値は7.9~9.5 g/m³、LD₉₅値は15.0~16.4 g/m³の範囲にあり、各幼虫齢の臭化メチルくん蒸に対する感受性は、LD₅₀値の95%信頼限界値に基づけば、各齢間に有意差は認められなかった。ただ、収穫期の果実に寄生している可能性が最も高い5齢幼虫について薬量一致死亡率の反応データからみると、高薬量区において休眠幼虫の方が殺虫率がやや低かった。したがって、モモシクイガの幼虫では5齢休眠幼虫が感受性が低い齢であるといえる。

臭化メチルくん蒸(2時間、15°C)に対するモモシクイガ各ステージの感受性比較に関する試験の結果、卵が幼虫よりも明らかに感受性が低く、最も感受性が低いステージは2日齢卵で、幼虫の2.5倍耐性であることが判明した。これらの結果は、コドリガ及びナシヒメシクイに対する臭化メチル薬量一致死亡率の反応に関する多くの試験結果(GAUNCEら, 1980; TEBBETSら, 1986; YOKOYAMAら, 1987a; WADDELLら, 1989)とほぼ一致している。

2. モモノゴマダラノメイガ

モモノゴマダラノメイガの各ステージについて、プロビット解析した結果は第2(1)-2表のとおりである。

ガーゼに産卵させた1日齢卵、5日齢卵及び生クリに寄生させた2齢幼虫、5齢幼虫(非休眠幼虫、休眠幼虫)については、設定した薬量区において比較的低薬量で高い殺虫率が得られたためプロビット解析に使用できる処理区が少なく、解析はできなかった。

各ステージのLD₅₀は、2日齢卵が10.5 g/m³、5齢非休眠幼虫が5.4 g/m³、5齢休眠幼虫が5.2 g/m³であり、2日齢卵が5齢幼虫の1.9~2.0倍耐性であった。

以上、2種害虫の卵及び幼虫のLD₅₀値は、ともに卵が幼虫よりも約2.0~2.5倍高かった。卵の中では2種害虫ともに2日齢卵が他の日齢卵よりも感受性が低かった。2種害虫の卵におけるLD₅₀及びLD₉₅は、モモシクイガの2日齢卵が23.3 g/m³及び33.3 g/m³、モモノゴマダラノメイガが2日齢卵が10.5 g/m³及び15.0 g/m³となっており、モモシクイガの2日齢卵のLD₅₀及びLD₉₅の値は、モモノゴマダラノメイガの値よりそれぞれ2.2倍高くなっている。

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種害虫のステージの中で、臭化メチルくん蒸(2時間、15°C)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日齢卵である。

モモシクイガ2日齢卵を完全殺虫する実用的薬量は、感受性試験におけるLD₉₅の値33.3 g/m³、これに被くん蒸物(果実、容器包装及びくん蒸庫)への臭化メチル取着量、検疫の安全度を考慮した薬量を加算すれば、15°C下で2時間くん蒸の場合、臭化メチル薬量は50 g/m³又はそれ以上が必要になると推定される。