

貯穀害虫の臭化メチル感受性に関する研究

3. スジコナマダラメイガの幼虫及び蛹の 臭化メチル感受性に及ぼすくん蒸温度と くん蒸時間の影響*

秋山博志・黒川憲治

横浜植物防疫所 調査研究部 調査課

The Tolerance to Methyl Bromide of Stored Product Insects. 3. The Effects of Temperature and Exposure Periods in Tests with Methyl Bromide on the Mediterranean Flour Moth *Ephestia kuehniella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae). Hiroshi AKIYAMA and Kenji KUROKAWA (Research Division, Yokohama Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* **20**: 7-15 (1984)

Abstract: The mature larvae and pupae of *Ephestia kuehniella* reared at 26°C and 70% R.H. were exposed to methyl bromide over a wide range of concentrations at 5, 15 and 25°C, for 5, 24 and 48 hours to determine the tolerance of this species to methyl bromide. The concentrations of methyl bromide for 50% and 99% mortality (LC₅₀ and LC₉₉) were estimated by probit analysis.

The CT products for 99% kill of the mature larvae (26-day-old) and pupae (33-day-old) at 5 hr exposure increased with a decreased temperature. However, at 24 and 48 hr exposure the greatest susceptibility was shown by the larvae and pupae at 15°C. At 48 hr exposure tolerance of the larvae at 25°C was greater than that of the larvae at 5°C. The LC₉₉ of the larvae and pupae increased with an increased exposure periods at 15 and 25°C, whereas it was almost constant in any exposure periods at 5°C. The pupae were 1.3 to 3.4 times as tolerant than the larvae. The adults emerged from fumigated larvae were normal, but many deformed adults were observed in the survivors from fumigated pupae.

ま え が き

臭化メチルは1932年にLE GOUPILによって昆虫に対する殺虫効果があることが発見されて以来、穀類、青果物、木材等の害虫防除に広範に用いられてきた。(ANON., 1969)。現在、我が国の植物検疫処理において、臭化メチルは青酸ガス、リン化水素と共に用いられている。

昆虫の臭化メチルに対する感受性に関しては非常に数多くの報告があるが、同一種類の昆虫においても研究者により感受性が大きく異っている。それは、臭化メチルが常温でガス態であるため、取り扱いが困難なこと及びガスの微量分析法が確立されていなかったこと等の技術上の理由から、標準的な感受性試験法が設定されていなかったためである。1975年にFAOが2種類のくん蒸剤（臭化メチル、リン化水素）に対する貯穀害虫の標準感受性検定法を勧告した(ANON.,

1975)。そこで、筆者らはこの方法に準拠して主要な貯穀害虫の各種くん蒸条件における臭化メチル感受性を調査し、これまでにヒラタコクヌストモドキ、コクゾウ（秋山ら、1980）及びローデシアマメゾウムシ、ヨツモンマメゾウムシ（秋山ら、1983）について、くん蒸温度及びくん蒸時間が臭化メチル感受性に及ぼす影響を明らかにしてきた。

スジコナマダラメイガ *Ephestia kuehniella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae) は1958年奈良県下の製粉工場で発見されて以来(向野瀬, 1961)、低温耐性があることから現在では北海道にまで分布を拡げている穀類害虫である。

本虫の臭化メチルに対する感受性については、MOSTAFA (1972) が産卵後1~3日齢の卵についてくん蒸時間5~7時間、くん蒸温度26°Cで試験を行い、産卵後の日齢が進むにつれて感受性が高くなることを、また、BELL (1976) が卵、幼虫、蛹の各態についてくん蒸時間1~8時間、くん蒸温度10~30°Cで試験を行い、いずれのくん蒸条件においても蛹が最も感受性の低い態であることを報告している。

* 本報告の概要は、昭和58年度日本応用動物昆虫学会(1983)において発表した。

筆者らは、長時間くん蒸（48時間以上）でもガス漏れが非常に少なくくん蒸装置を考案して試験を行い、幼虫から羽化直前の蛹までの日齢の進み具合と感受性の変化を明らかにした。さらに、最も感受性の低い日齢の蛹について、これまでに報告されているくん蒸条件に長時間、低温条件を加えて試験を行い、くん蒸温度とくん蒸時間が感受性に及ぼす影響を明らかにしたので報告する。

材料及び方法

1. くん蒸装置

従来、長時間くん蒸（24～48時間）の試験では、試験中にガス濃度が低下し、一定のガス濃度を得ることは困難であった。そこで、ガス濃度低下を最小限にするため、新しくくん蒸装置（内容積約5 l）を開発した（第1図）。この装置は全ガラス製で、栓は全て透明共通すり合せとなっている。供試虫を入れたケージ2個をステンレス製のケージホルダーに入れ、主栓下部のガラスフックに吊り下げることができる。臭化メチルは注射器を用いて、シリコンセプタムの部分から注入する。このくん蒸装置の空くん蒸における注入直後のガス濃度に対する48時間後の臭化メチルガス残存率は95%以上であった。側栓にはくん蒸装置内の臭化メチルガスを1分以内に排出する能力を有する吸引ポンプを接続した。

2. 供試虫

スジコナマダラメイガは昭和51年6月24日、神奈川県横浜市内の飼料工場で採集し、累代飼育したものをを用いた。プラスチック製角型容器（16×22×7.5 cm）に餌（ふすまにグリセリンを重量比で12%混ぜたもの）200 gを入れ、24時間以内に採卵した卵を1,000卵接種した。飼育条件は26℃、70% R.H., 暗黒条件とした。

3. 供試虫の日齢

産卵後24日齢の幼虫から36日齢の蛹までを用いて、日齢の進み具合と臭化メチル感受性の変化の調査を行い、最も感受性の低い日齢の決定をした。ついで、最も感受性の低い日齢を用いてくん蒸温度及びくん蒸時間が感受性に及ぼす影響の調査を行った。

4. 供試虫の準備

幼虫はくん蒸前日に供試虫ケージ（内径3 cm, 長さ8 cmの両切ガラス管の一端に60メッシュの金網を

貼ったもの）1個に30頭を餌5 gと共に入れ、ケージの上部を150メッシュのナイロンネットで覆った。蛹については老熟幼虫（産卵後26日齢）30頭を広口びん（内容積約200 ml, ふたには通気のため12 mm角の穴を開け、60メッシュの金網を貼った）に餌5 gと共にに入れて蛹化させ、くん蒸前日に供試虫ケージに移した。幼虫、蛹共に1薬量区当たり2ケージ（供試虫数60頭）を用いた。

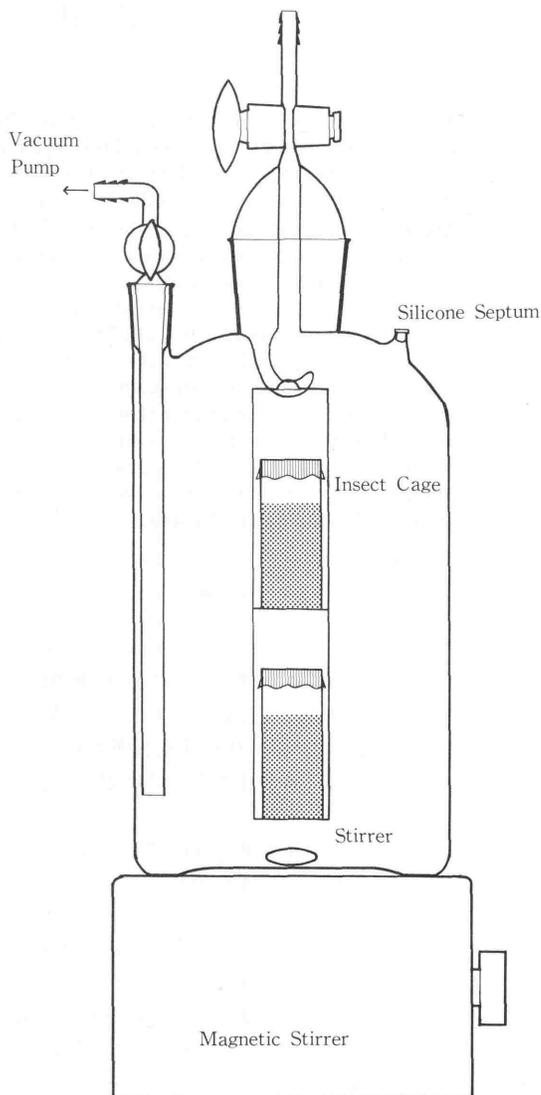


Fig. 1. Apparatus for methyl bromide fumigation.

5. くん蒸方法

産卵後の日齢と感受性の調査については、くん蒸温度 25℃、くん蒸時間 5 時間でくん蒸を行った。また、くん蒸温度及びくん蒸時間が感受性に及ぼす影響の調査については、くん蒸温度 5, 15, 25℃、くん蒸時間 5, 24, 48 時間とした。湿度はいずれも 70% R.H. であった。くん蒸の約 20 時間前に供試虫をくん蒸条件の温湿度に移した。各温度、時間区で臭化メチルクん蒸を行わないこと以外は、全て同じ処理をしたものを無処理区とした。くん蒸方法及びガス測定方法については秋山ら (1980) と同じであった。くん蒸終了後は排気装置により直ちにくん蒸装置内の残存ガスを排出し、供試虫を取り出した。供試虫は 26℃、70% R.H. で約 1 時間通気し、ふすまの中に残存する臭化メチルの脱着を行った。

6. 殺虫効果の判定とデータ処理

くん蒸後の供試虫は前述の広口びんに移し、26℃、70% R.H.、暗黒条件下で保管し、羽化開始日から羽化完了日まで毎日羽化虫を調査した。生存虫とは、正常な羽化個体及び翅や体の一部が奇型であっても蛹殻から完全に脱皮して歩行できる個体とした。奇型のものには奇型の程度についても記録した。脱皮の途中で死亡したものは死虫とした。各薬量区における供試虫数 60 頭から生存虫数を差し引いた数を死虫数とし、殺虫率を求めた。くん蒸区の殺虫率は、無処理区の自然死亡率を用い、ABOTT の補正式により補正した。

これらのデータはマイクロコンピュータ（ヒューレット・パッカード製、HP-85 型）を用いて BLISS のプロビット法 (河野, 1951; FINNEY, 1971) により、臭化メチルガス濃度（実測値の平均値）と殺虫率（プロビット）の回帰直線式を計算し、50% 殺虫濃度 (mg/l, 以下 LC_{50})、99% 殺虫濃度 (以下 LC_{99}) 及びそれぞれの 95% 信頼限界値を求めた。

結 果

1. 産卵後の日齢と臭化メチル感受性

産卵後 24 日齢 (幼虫) から 36 日齢 (蛹) の間の LC_{50} 及び LC_{99} の変化を第 2 図に示した。各日齢の LC_{99} は 24 日齢から 30 日齢 (前蛹) までは 3.19 mg/l から 4.26 mg/l までゆるやかに増加しているが、33 日齢 (蛹) になると 8.15 mg/l に増加し、24 日齢の約 2.5 倍となった。33 日齢から 35 日齢にかけての蛹では 8.08~8.30 mg/l であり、ほとんど変動しなかったが、36 日齢の蛹

では 7.73 mg/l とやや減少した。 LC_{50} も LC_{99} とほぼ同様な傾向を示したが、34 日齢の蛹で最大値を示した。

2. くん蒸温度及びくん蒸時間が殺虫効果に及ぼす影響

日齢と感受性の調査で、産卵後 33 日齢から 35 日齢の蛹が最も感受性が低いことが判明したため、本試験では産卵後 33 日齢の蛹 (蛹化後 1~3 日目) を用いた。比較のために 26 日齢の老熟幼虫についても調査を行った。

老熟幼虫及び蛹について、くん蒸温度 5, 15, 25℃、くん蒸時間 5, 24, 48 時間のそれぞれを組合わせた条件で臭化メチルクん蒸を行って得られたガス濃度 (測定値の実数) と殺虫率 (プロビット) の関係を第 3 図及び第 4 図に示した。また、ガス濃度・殺虫率回帰直線式、 LC_{50} 、 LC_{99} 及びそれぞれの 95% 信頼限界値を第 1 表に示した。無処理区における自然死亡率は老熟幼虫で平均 4.6%、蛹で平均 2.4% であった。

1) くん蒸温度の影響

老熟幼虫及び蛹の各くん蒸時間における LC_{99} と時間の積 (mg·h/l, 以下 CT 値) とくん蒸温度の関係を第 5 図に示した。老熟幼虫の 5 時間くん蒸では、くん蒸温度が下がるにつれて CT 値は増加し、5℃ の CT 値は 25℃ の約 2 倍となった。これに対し、24, 48 時間くん蒸では 15℃ の CT 値が最も低くなっている。また、24 時間くん蒸の 5℃ における CT 値は 25℃ より高くなっているが、48 時間くん蒸では逆に 25℃ における CT 値が 5℃ より高く (約 1.5 倍) になった。

蛹の 5 時間くん蒸では、くん蒸温度が低くなると急

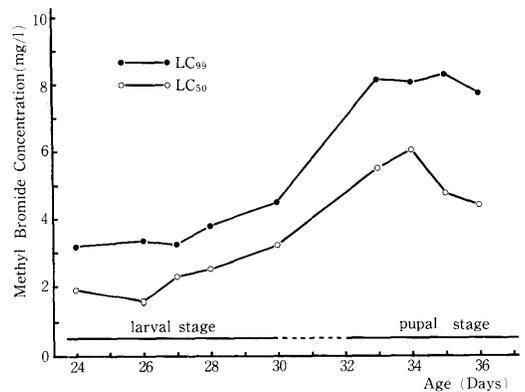


Fig. 2. Response of *Ephestia kuehniella* larvae and pupae of different ages to methyl bromide fumigation at 25°C (LC_{50} and LC_{99} for 5-hr exposure)

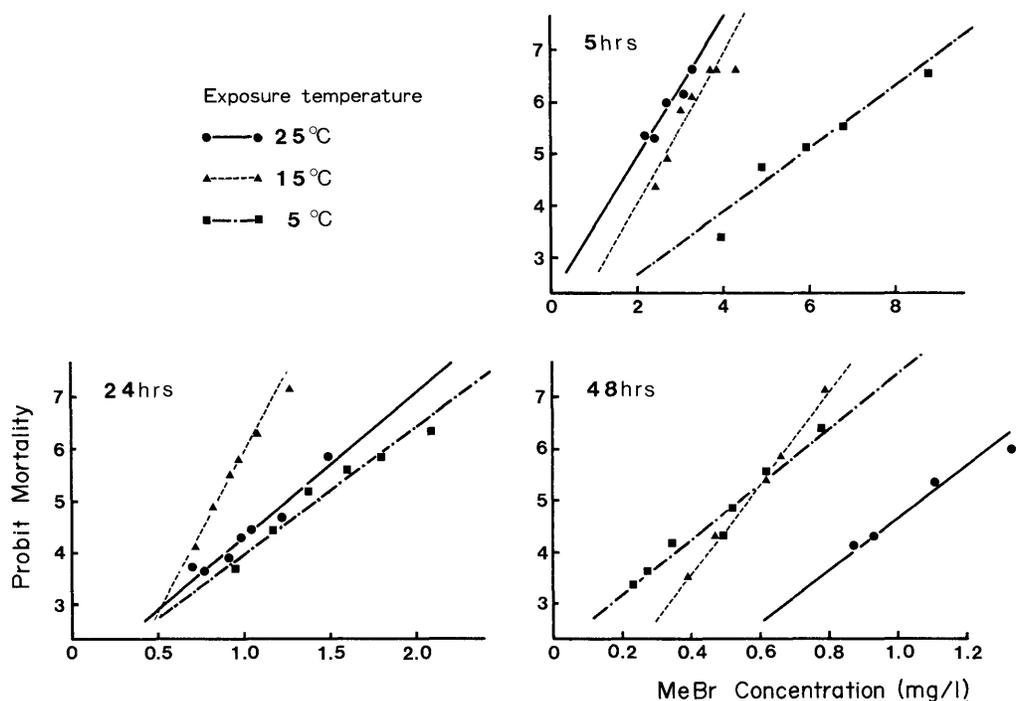


Fig. 3. Response of the mature larvae of *Ephestia kuehniella* to methyl bromide at various temperatures and exposure periods.

激に CT 値が増加し、5°C の CT 値は 25°C の約 4 倍となった。これに対し、24, 48 時間くん蒸では老熟幼虫同様 15°C の CT 値が最も低くなったが、15°C から 5°C 下がると急激に増加した。

2) くん蒸時間の影響

老熟幼虫及び蛹の各くん蒸温度における CT 値 (LC_{99}) とくん蒸時間の関係を第 6 図に示した。老熟幼虫の 25°C ではくん蒸時間が長くなるにつれて、CT 値は急激に増加し、48 時間くん蒸では 5 時間くん蒸の約 4 倍となった。15°C ではくん蒸時間が長くなるにつれて CT 値はゆるやかに増加し、48 時間くん蒸では 5 時間くん蒸の約 2 倍となった。5°C ではくん蒸時間の影響は少なく、いずれのくん蒸時間においても CT 値はほぼ一定であった。

蛹の 15, 25°C では、くん蒸時間が長くなるにつれて CT 値は増加し、48 時間くん蒸の CT 値は 5 時間くん蒸に比べ、25°C で約 2.5 倍、15°C で約 1.5 倍であった。5°C では老熟幼虫同様くん蒸時間の影響はほとんどなく、CT 値はほぼ一定であった。

これらのことから、老熟幼虫及び蛹の感受性は共にくん蒸温度が 15, 25°C ではくん蒸時間の影響を受け、特に温度が高い時のほうが影響が大きかったが、5°C

のような低温になると 5~48 時間くん蒸ではくん蒸時間の影響はほとんどないことが明らかとなった。

3. 老熟幼虫と蛹との臭化メチル感受性の比較

各くん蒸条件における蛹に対する老熟幼虫の臭化メチル感受性比 (蛹の LC_{99} /老熟幼虫の LC_{99}) を第 2 表に示した。老熟幼虫の感受性はいずれのくん蒸条件においても蛹より高かった。いずれのくん蒸時間においてもくん蒸温度が下がるにつれて感受性比は高くなった。また、くん蒸温度が 15, 25°C ではくん蒸時間が長くなるにつれて感受性比は低くなる傾向を示した。

4. くん蒸区の羽化の遅れと奇型成虫の羽化

1) 羽化の遅れ

老熟幼虫及び蛹の無処理区及びくん蒸区における羽化曲線の一例 (くん蒸温度 15°C, 24 時間くん蒸) を第 7 図に示した。老熟幼虫では無処理区に較べてくん蒸区の羽化の開始が遅れ、羽化完了までの日数が長びいた。一方、蛹ではくん蒸区の羽化開始日は無処理区より遅れる場合もあったが、羽化の完了が長びくことはなかった。この他のくん蒸条件でもこれらと同様の傾向を示した。

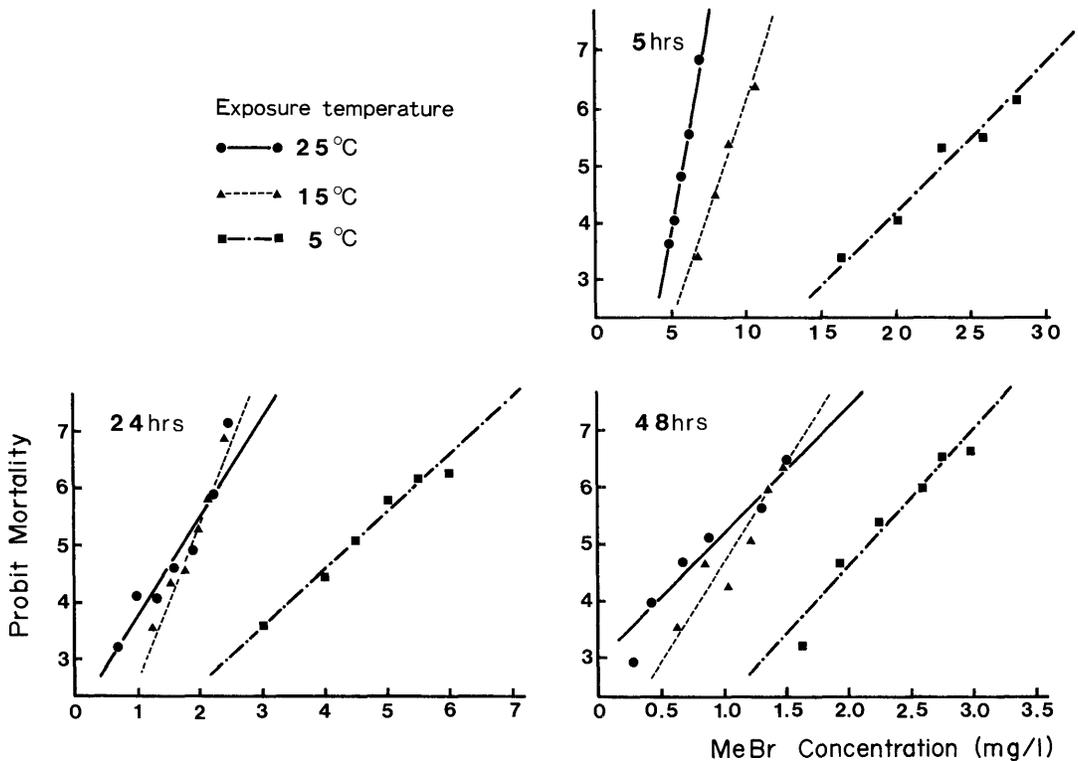


Fig. 4. Response of the pupae of *Ephestia kuehniella* to methyl bromide at various temperatures and exposure periods.

2) 奇型成虫の羽化

老熟幼虫ではくん蒸区から羽化した成虫の外観は正常であったが、蛹では奇型となるものが多く、ガス濃度が増加し、殺虫率が高くなるにつれて翅が縮んだり、脱皮途中で死亡する個体の割合が多くなった。くん蒸温度が15, 25°Cでは、ガス濃度が低く、殺虫率が低い場合に前翅の斑紋が消失し、白く見える個体が多く羽化した。5°Cではこのような個体はなかった。

考 察

産卵後の日齢と臭化メチル感受性：本試験で、24日齢から33日齢までは日齢が進むにつれて感受性(LC₉₉)は低下し、33日齢から35日齢の蛹の感受性はほぼ一定で、36日齢の蛹になると感受性はやや高くなった。BELL (1976)は卵、幼虫、蛹各態を、くん蒸温度10°C~30°Cで短時間くん蒸し、いずれのくん蒸条件においても蛹が最も感受性が低い態であると報告している。これらのことから、くん蒸温度とくん蒸時間が感受性に及ぼす影響についての調査で供試した33

日齢の蛹はスジコナマダラメイガの最も感受性の低い態であり、くん蒸温度が高い場合でも、くん蒸中(5~48時間)に感受性は変化しなかったと考える。これに対し、26日齢の老熟幼虫は、くん蒸温度が高い場合には、くん蒸中に生育が進むことにより感受性は低下したものと考える。くん蒸温度が5°Cでは、無処理区の羽化開始日が25°Cに較べて5°Cに置いた期間だけ遅れたことから、くん蒸中の生育は停止しており、感受性は変化しなかったものと考える。

くん蒸温度の影響：5時間くん蒸では、老熟幼虫、蛹共に温度が下がるにつれて感受性は低下しており、これまでに報告されている他の昆虫の短時間くん蒸試験結果と一致している。ところが24, 48時間くん蒸では、老熟幼虫、蛹共に25°Cより、15°Cのほうが感受性が高くなり、5°Cでは再び感受性が低くなっている。老熟幼虫の48時間くん蒸では25°Cよりも5°Cのほうが感受性が高くなったが、これはスジコナマダラメイガで初めて見出されたものである。長時間、低濃度くん蒸で25°Cより15°Cのほうが感受性が高くなる事例については、チャマダラメイガの休眠幼虫(BELL, 1978a,

Table 1. Regression equations and estimated lethal concentrations (with 95% fiducial limits) for the mature larvae and pupae of *Ephestia kuehniella* fumigated with methyl bromide at various temperatures and exposure periods

Stage	Exposure period hrs.	Temp. °C	Regression equations*	LC ₅₀		LC ₉₉	
				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Mature Larvae	5	25	$Y = 5.8276 + 1.3312 (X - 2.6516)$	2.03 (1.75 - 2.20)		3.78 (3.51 - 4.23)	
		15	$Y = 5.4550 + 1.4539 (X - 3.0401)**$	2.73 (2.27 - 2.97)		4.33 (3.85 - 5.66)	
		5	$Y = 5.0277 + 0.6034 (X - 5.8876)$	5.84 (5.56 - 6.12)		9.70 (9.02 - 10.68)	
	24	25	$Y = 4.4811 + 2.7956 (X - 1.0671)$	1.25 (1.20 - 1.33)		2.08 (1.90 - 2.36)	
		15	$Y = 5.3234 + 6.0941 (X - 0.9031)$	0.85 (0.82 - 0.88)		1.23 (1.17 - 1.31)	
		5	$Y = 4.9829 + 2.4476 (X - 1.4103)$	1.42 (1.36 - 1.48)		2.37 (2.22 - 2.57)	
	48	25	$Y = 4.7517 + 5.0493 (X - 1.0228)$	1.07 (1.04 - 1.11)		1.53 (1.46 - 1.63)	
		15	$Y = 4.9603 + 8.7941 (X - 0.5599)$	0.56 (0.54 - 0.58)		0.83 (0.79 - 0.88)	
		5	$Y = 4.7243 + 5.2968 (X - 0.4915)$	0.54 (0.52 - 0.57)		0.98 (0.91 - 1.09)	
Pupae	5	25	$Y = 4.8653 + 1.4197 (X - 5.7358)$	5.83 (5.71 - 5.96)		7.47 (7.17 - 7.90)	
		15	$Y = 4.9180 + 0.7646 (X - 8.5249)$	8.63 (8.38 - 8.90)		11.67 (11.07 - 12.59)	
		5	$Y = 5.0181 + 0.2607 (X - 23.2174)$	23.15 (22.51 - 23.79)		32.07 (30.72 - 33.88)	
	24	25	$Y = 4.8970 + 1.7462 (X - 1.6939)**$	1.75 (1.54 - 1.99)		3.09 (2.65 - 4.05)	
		15	$Y = 4.2987 + 2.7608 (X - 1.8325)$	1.86 (1.80 - 1.92)		2.70 (2.57 - 2.88)	
		5	$Y = 5.2169 + 1.0140 (X - 4.6696)$	4.46 (4.29 - 4.61)		6.75 (6.41 - 7.22)	
	48	25	$Y = 4.8688 + 2.2173 (X - 0.8458)$	0.90 (0.84 - 0.98)		1.95 (1.78 - 2.20)	
		15	$Y = 5.1850 + 3.4337 (X - 1.1593)**$	1.11 (0.94 - 1.24)		1.78 (1.55 - 2.40)	
		5	$Y = 5.2132 + 2.4105 (X - 2.2536)$	2.17 (2.09 - 2.23)		3.31 (2.99 - 3.32)	

* Y=Probit mortality adjusted for natural mortality, X=Methyl bromide concentration in mg/l

** Pr<0.05

Table 2. Susceptibility ratio of the mature larvae compared with the pupae in the LC₉₉ in *Ephestia kuehniella* to methyl bromide at various temperatures and exposure periods (LC₉₉ in the pupae/LC₉₉ in the mature larvae)

Temperature °C	Exposure periods hrs.		
	5	24	48
25	2.0	1.5	1.3
15	2.7	2.2	2.1
5	3.3	2.8	3.4

b), コクゾウの成虫, 蛹(秋山ら, 1980), ローデシアマメゾウムシの成虫, 蛹(秋山ら, 1983)等がある。このような現象が起こる理由は高温時に昆虫の解毒作用が増加することによるものと思われるが, スジコナマダラメイガの老熟幼虫については日齢と感受性の項で述べたように, くん蒸中に感受性が低下したことも関与しているものと推察される。

くん蒸時間の影響: 老熟幼虫, 蛹共にくん蒸温度が25°Cでは, くん蒸時間が長くなるにつれてCT値(LC₉₉)は急激に増加している。このように高い温度において, くん蒸時間の増加と共にCT値が増加する例は *Trogoderma variabile* の各態(VINCENTら, 1975), チャマダラメイガの休眠幼虫(BELL, 1978a), ヒラタコクヌストモドキ及びコクゾウそれぞれの成虫, 蛹(秋

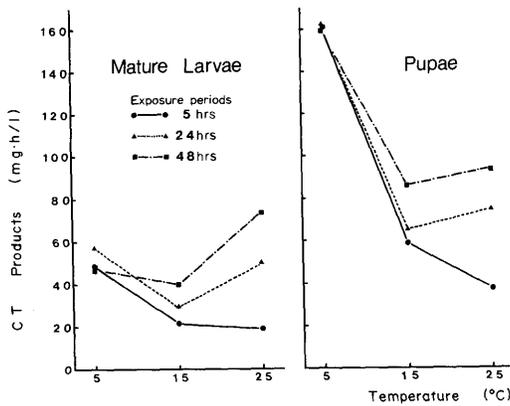


Fig. 5. Relationship between temperatures and susceptibility of the mature larvae and pupae of *Ephestia kuehniella* to methyl bromide (LC₉₉).

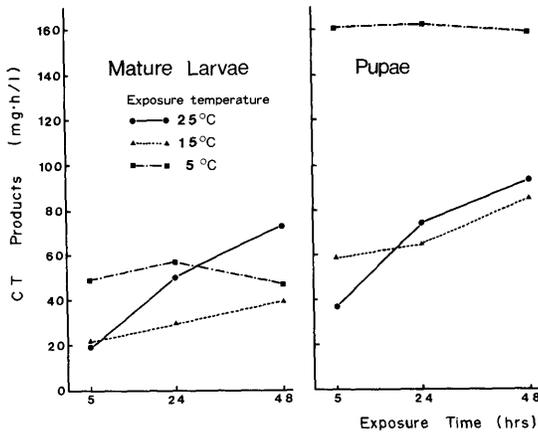


Fig. 6. Relationship between exposure periods and susceptibility of the mature larvae and pupae of *Ephestia kuehniella* to methyl bromide (LC₉₉).

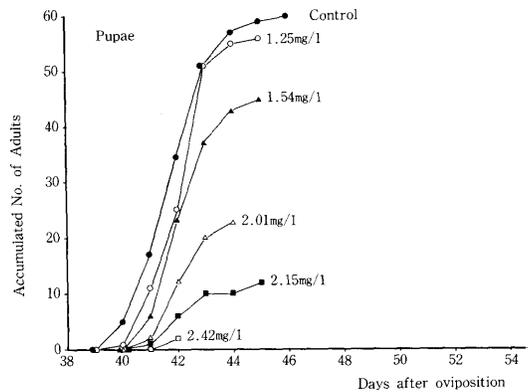
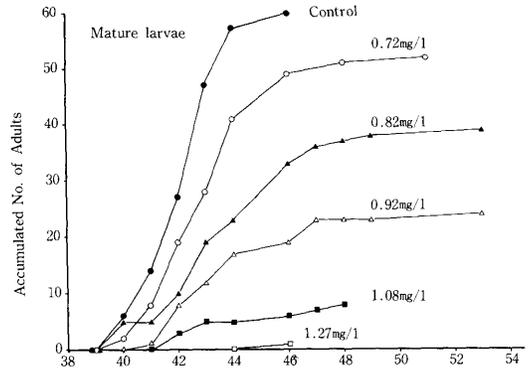


Fig. 7. The emergence curves of the mature larvae and pupae of *Ephestia kuehniella* fumigated with methyl bromide at 15°C for 24 hours.

山ら, 1980) 等がある。15°C では老熟幼虫, 蛹共にくん蒸時間が長くなるにつれてCT値が増加しているが, 5°C ではCT値はほぼ一定となっている。一方, ヒラタコクヌストモドキ及びコクゾウそれぞれの成虫, 蛹では5~48時間くん蒸の場合15°CでCT (LC₉₉)=K (一定)の間係が認められているが, 5°Cではくん蒸時間が長くなるとCT値は減少している(秋山ら, 1980)。

種類間の比較: 各くん蒸条件におけるスジコナマダラメイガ蛹のヒラタコクヌストモドキ蛹又はコクゾウ蛹(秋山ら, 1980)に対する臭化メチル感受性比(ヒ

ラタコクヌストモドキ又はコクゾウのLC₉₉/スジコナマダラメイガのLC₉₉)を第3表に示した。スジコナマダラメイガ蛹の感受性はヒラタコクヌストモドキ蛹より高く, コクゾウ蛹に対しては, 25°C, 24時間くん蒸でややコクゾウ蛹の感受性が高かった他はスジコナマダラメイガ蛹のほうが高かった。

同じ鱗翅目の貯穀害虫であるチャマダラメイガ, ノシメマダラメイガの幼虫はスジコナマダラメイガ幼虫と同程度の感受性である(BELL, 1976)。ところがチャマダラメイガやノシメマダラメイガについては幼虫で休眠する系統があり, 休眠幼虫は非休眠幼虫に比べて4~6倍の耐性があることが報告されている(BELL, 1977)。スジコナマダラメイガの休眠に関する報告は極めて少ないが, 老熟幼虫で休眠する系統がイギリスで発見されている(COLEら, 1981)ことから, 本虫の休眠態についての調査も必要であろう。

くん蒸区の生存虫: 老熟幼虫のくん蒸区における生

Table 3. Susceptibility ratio of *Ephestia kuehniella* pupae compared with *Sitophilus zeamais* pupae or *Tribolium confusum* pupae in the LC₉₉ to methyl bromide at various temperatures and exposure periods (LC₉₉ in *S. zeamais* pupae or *T. confusum* pupae/LC₉₉ in *E. kuehniella* pupae)

Temperature °C	Exposure periods					
	<i>T. confusum</i> / <i>E. kuehniella</i>			<i>S. zeamais</i> / <i>E. kuehniella</i>		
	5	24	48	5	24	48
25	2.0	1.4	1.7	1.5	0.9	1.5
15	3.0	2.8	1.9	1.5	1.6	1.2
5	2.0	2.6	1.7	2.5	2.3	2.1

存虫の羽化期間は無処理区より長くなる傾向を示したが、羽化成虫の外観は正常であった。ところが、蛹では羽化期間は無処理区とほぼ同じであったが、羽化成虫は奇型が多く、殺虫率が高い場合には大部分が奇型であった。BELL (1976) は臭化メチルくん蒸したスジコナマダラメイガ卵の生存虫は正常に羽化し、無処理区と同様な生殖能力があったが、蛹の生存虫からは奇型個体が多く羽化し、95%以上の殺虫率が得られた区からの羽化成虫は全て不妊であったことを報告している。このように卵、幼虫のくん蒸後の生存虫が正常に発育し、奇型を生じることにはなかったのに対し、蛹では奇型や、不妊が生ずることは臭化メチルの作用機構を解明する上で参考とならう。また、羽化阻止薬量でなく不妊薬量を用いればより低薬量での防除が可能となる。

最も低くなり、48時間くん蒸の老熟幼虫では5°CにおけるCT値は25°Cより低くなった。

くん蒸時間：15, 25°Cでは老熟幼虫、蛹共にくん蒸時間が長くなるにつれて99%殺虫に要するCT値は増加し、その増加率は老熟幼虫のほうが大きかった。5°Cではくん蒸時間5~48時間のCT値はほぼ一定であった。

3. 調査したいずれのくん蒸条件(5, 15, 25°C; 5, 24, 48時間くん蒸)においても、老熟幼虫の感受性は蛹よりも高かった。

4. 老熟幼虫のくん蒸区における生存虫の羽化期間は無処理区に較べて長びいたが、蛹では無処理区とほぼ同じであった。老熟幼虫のくん蒸区における羽化成虫の外観は正常であったが、蛹では奇型や羽化の途中で死亡する個体が多かった。

要 約

1. スジコナマダラメイガの産卵後24日齢(幼虫)から36日齢(蛹)の間の臭化メチルのLC₉₉(25°C, 5時間くん蒸)の変化は、24日齢から30日齢(前蛹)まではゆるやかに増加し、30日齢から33日齢(蛹)までは急激に増加した。33日齢から35日齢(蛹)まではほぼ同じLC₉₉を示し、36日齢(蛹)になるとやや低くなった。

2. 老熟幼虫(26日齢)及び蛹(33日齢)について、くん蒸温度、くん蒸時間が臭化メチル感受性に及ぼす影響を調査した。

くん蒸温度：5時間くん蒸では老熟幼虫、蛹共に温度が低くなるにつれて99%殺虫に要するCT値が増加し、その増加率は蛹のほうが大きかった。24, 48時間くん蒸では老熟幼虫、蛹共に15°CにおけるCT値が

引用文献

- 秋山博志, 佃由美子, 安友 純, 川本 登(1980) 貯穀害虫の臭化メチル感受性に関する研究. 1. ヒラタコクヌストモドキ, コクゾウの臭化メチル感受性に関するくん蒸温度及びくん蒸時間の影響. 植防研報 16: 77-84.
- 秋山博志, 佃由美子, 安友 純, 李 雅雄(1983) 貯穀害虫の臭化メチル感受性に関する研究. 2. ヨツモンマメゾウムシ及びローデシアマメゾウムシの臭化メチル感受性に及ぼすくん蒸温度とくん蒸時間の影響. 植防研報 19: 73-80.
- ANON. (1969) Manual of fumigation for insect control. FAO Agricultural studies No. 79, 381p.
- ANON. (1975) Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Tentative methods for adults of some major pest species of stored

- cereals with methyl bromide and phosphine-FAO Methods No. 16. Plant Protection Bulletin, FAO. 23 (1): 12-25.
- BELL, C.H. (1976) The tolerance of immature stages of four stored product moths to methyl bromide. J. stored Prod. Res. 12: 1-10.
- BELL, C.H. (1977) Tolerance of the diapausing stages of four species of Lepidoptera to methyl bromide. J. stored Prod. Res. 13: 119-127.
- BELL, C.H. (1978a) Effect of temperature on the toxicity of low concentrations of methyl bromide to diapausing larvae of the warehouse moth *Ephestia kuehniella* (Hübner) Pestic. Sci. 9: 529-534.
- BELL, C.H. (1978b) Limiting concentrations for fumigation efficiency in the control of insect pests. Proc. 2nd Int. Wkg. Conf. stored Prod. Ent., Ibadan 182-192.
- COLE, D.B. and P.D. COX (1981) Studies on three moth species in a Scottish port silo, with special reference to overwintering *Ephestia kuehniella* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE). J. stored Prod. Res. 17: 163-181.
- FINNEY, D.J. (1971) Probit analysis. Cambridge University Press 333 pp.
- 河野達郎 (1951) BLISSのプロビット法による薬量・死亡率曲線の計算. 防虫科学 16: 62-74.
- MOSTAFA, S.A.S. (1972) Toxicity of carbon bisulphide and methyl bromide to the eggs of four stored product insects. J. stored Prod. Res. 8: 193-198.
- 向野瀬健 (1961) スジコナマダラメイガ *Anagasta kuehniella* (Zeller) に関する調査. I. 食餌の種類が発育に及ぼす影響. 大阪植物防疫 85: 1-6.
- VINCENT, L.E. and D.L. LINDGREN (1975) Toxicity of phosphine and methyl bromide at various temperatures and exposure periods to the four metamorphic stages of *Trogoderma variabile*. J. Econ. Entomol. 68 (1): 53-56.