

フッ化スルフリル・臭化メチル混合ガスくん蒸による 木材害虫の殺虫効果

相馬 幸博・内藤 浩光・三角 隆・川上 房男

横浜植物防疫所調査研究部

Effects of Gas Mixtures of Sulfuryl Fluoride and Methyl Bromide on Forest Insect Pests. Yukihiro SOMA, Hiromitsu NAITO, Takashi MISUMI and Fusao KAWAKAMI. (Chemical & Physical Control Laboratory, Research Division, Yokohama Plant Protection Station) *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 35 : 15-19 (1999).

Abstract: Nine species of forest insect pests were fumigated with mixture gas of sulfuryl fluoride (doses of 30 and 50 g/m³) and methyl bromide (doses of 10 and 20 g/m³) for 24 hours at 5 °C and 15 °C. *Semanotus japonicus* (egg), *Callidiellum rufipenne* (all stages), *Monochamus alternatus* (egg, larva, pupa), *Cryphalus fulvus* (all stages), *Phloeosinus perlatus* (larva, pupa, adult), *Ips cembrae* (all stages), *Xylosandrus germanus* (larva, adult) and *Pissodes nitidus* (egg, larva, pupa) except for the larval and pupal stages of *Xyleborus pfeili* were killed completely under conditions of mixture gas of sulfuryl fluoride (30 g/m³) and methyl bromide (10 g/m³) for 24 hours at 15 °C. The larval and pupal stages of *X. pfeili* were killed completely with mixture gas of sulfuryl fluoride (50 g/m³) and methyl bromide (15 g/m³) for 24 hours at 15 °C. The *C. rufipenne* (larva, pupa, adult), *M. alternatus* (larva, pupa), *C. fulvus* (pupa, adult), *X. pfeili* (larva, pupa) and *X. germanus* (adult) were not killed with mixture gas of sulfuryl fluoride (50 g/m³) and methyl bromide (20 g/m³) for 24 hours at 5 °C.

Key words: quarantine treatment, gas mixture, fumigation, sulfuryl fluoride, methyl bromide, forest insect pests

はじめに

輸入木材などの消毒に使用されている臭化メチルがオゾン層破壊物質に指定されたことから、その代替剤を開発するため、SOMA ら (1996, 1997), MIZOBUCHI ら (1996) はフッ化スルフリルに対する木材害虫の感受性を調査した。その結果、一部害虫の卵はフッ化スルフリルに対して極めて感受性が低く、検疫くん蒸に適用させることは困難であると報告している。

一方、扇田ら (1998) は、臭化メチルに対する木材害虫の卵の感受性を調査した結果、ほとんどの害虫の卵は低薬量 (10~15 g/m³, 15°C, 24時間) で完全殺虫されることが判明し、両薬剤を組み合わせることで、全態が完全殺虫される可能性がある。この方法は、臭化メチルを利用することから、臭化メチルの代替剤とはなり得ないが、臭化メチルの使用量を大幅に削減できる可能性がある。そこで、フッ化スルフリルと低薬量の臭化メチルとの混合ガスにより木材害虫の完全殺虫が可能か、5 °C 及び 15°C, 24時間くん蒸の条件にお

ける殺虫効果を調査したので報告する。

本試験にあたり、木材害虫の採取、飼育及び供給にご協力いただいた横浜植物防疫所札幌支所、釜石出張所及び大船渡出張所、名古屋植物防疫所輸入検疫担当、御前崎出張所、豊橋出張所及び南部出張所、神戸植物防疫所種苗担当、門司植物防疫所輸入検疫部門に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

1. 供試害虫及び態

スギカミキリ (*Semanotus japonicus* (LACORDAIRE)) の卵 : 平成10年 4 月、山形県内でバンド・トラップにより採取した成虫を用い、楢原 (1991) の方法により、ろ紙に産卵させた 2~6 日齢の卵を供試した。

ヒメスギカミキリ (*Callidiellum rufipenne* (MOTSU-CHULSKY)) の卵、幼虫、蛹及び成虫 : 平成10年 4 月、神戸市周辺の杉及びヒノキの間伐材に飛来してきた成虫を用い、卵は、スギカミキリと同様にろ紙に産卵さ

せた2～6日齢を供試した。幼虫、蛹及び成虫は、杉材に成虫を放飼、産卵させ3～5ヵ月間飼育し、木部に寄生した状態で供試した。

マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE)の卵、幼虫及び蛹：平成10年3月、北九州市周辺から採取した被害材(松)を用い、卵は、脱出した成虫を飼育して赤松(径5～10cm)に産卵させた2～6日齢のものを材のまま供試した。幼虫及び蛹は、採取した被害材(木部に寄生)をそのまま供試した。

キイロコキクイムシ (*Cryphalus fulvus* NIJIMA)の卵、幼虫、蛹及び成虫：平成10年6月、釜石市周辺の松の間伐材から採取した成虫を用い、卵は、赤松(径約5cm)に放飼して産卵させたものを材のまま供試した。幼虫、蛹及び成虫は、その後10～30日間飼育したものを材のまま供試した。

ヒバノキクイムシ (*Phloeosinus perlatus* CHAPUIS)の幼虫、蛹及び成虫：平成10年5月及び6月、岐阜県内の伐採林から採取した被害木(杉、径5～10cm)を材のまま供試した。

カラマツヤツバキクイムシ (*Ips cembrae* HEER)の卵、幼虫、蛹及び成虫：平成10年6月、札幌市周辺から入手した被害材(カラマツ)を用い、卵は、脱出した成虫をカラマツ(径10cm)に放飼して産卵させたものを材のまま供試した。幼虫、蛹及び成虫は、その後10～30日間飼育したものを材のまま供試した。

ファイルクイムシ (*Xyleborus pfeili* (RATZBURG))の卵、幼虫、蛹及び成虫：平成10年7月、愛知県内のモミ材から採取した成虫を、ガラス管(長さ約20cm、径約3cm)に詰めた人工飼料(水野ら;1997)を用いて増殖させたものを両栓を外して供試した。

ハンノキクイムシ (*Xylosandrus germanus* (BLANDFORD))の幼虫及び成虫：平成10年7月、神戸市周辺から被害木(杉材：径約5～10cm)を採取し、材のまま供試した。

マツキボシゾウムシ (*Pissodes nitidus* ROELOFS)の卵、幼虫及び蛹：平成10年5月、大船渡市及び釜石市周辺の松の伐採林から採取した成虫を用い、卵は赤松(径約8cm)に放飼して産卵させた1～7日齢の卵を材のまま供試した。幼虫及び蛹は、20～40日間飼育したものを材のまま供試した。

2. くん蒸

くん蒸には、約30lのガス投薬、採取、圧力、温度測定孔及び攪拌機付きのアクリル樹脂製くん蒸箱を使用した。ろ紙に産下させた卵は浅いガラス製容器に入れ、樹皮下及び木部に寄生した卵、幼虫、蛹及び成

虫は寄生材を25～30cmに切断し、ガラス管に人工飼料を詰めて飼育したファイルクイムシはガラス管の両栓を外して、それぞれくん蒸箱に収容した。

フッ化スルフルルは、ボンベ(純度99%以上)に圧力調整バルブを取り付け、SOMAら(1996)の方法により注射器でガスを採取して投薬した。臭化メチルは、バイアルビンに詰めた液化臭化メチル(純度99%以上)から注射器でガスを採取して投薬した。混合ガスくん蒸では、臭化メチル、フッ化スルフルルの順に投薬した。

くん蒸中のガス濃度は、ガスクロマトグラフ(TCD及びFID：島津製作所製)を用い、投薬1時間後及び24時間後に測定した。くん蒸中の温度は、自動温度記録計(熱電対型：チノ製)で測定した。くん蒸後はガス排気装置を用いて1時間排気した。

3. 殺虫効果の確認

供試虫(木材)はくん蒸終了後にくん蒸箱から取り出し、25～28℃の条件下に保管した。対照区についても同様に保管した。

スギカミキリ及びヒメスギカミキリの卵は、孵化状況を14日間確認し、孵化したものを生虫とした。マツノマダラカミキリ、キイロコキクイムシ、カラマツヤツバキクイムシ及びマツキボシゾウムシの樹皮下卵は、くん蒸終了後10～14日に剥皮して調査し、孵化した幼虫が生存している場合を生虫と判定した。人工飼料で飼育したファイルクイムシの卵は、くん蒸後の翌日にろ紙上に取り出し、その後孵化したものを生虫と判定した。

ヒメスギカミキリ、マツノマダラカミキリ及びハンノキクイムシの木部内幼虫、蛹及び成虫は、くん蒸終了後14～30日に割材して調査した。パークビートル類(マツキボシゾウムシを含む)の樹皮下幼虫、蛹及び成虫は、くん蒸終了後の翌日に剥皮して調査した。人工飼料中のファイルクイムシの幼虫、蛹及び成虫は、くん蒸終了直後に切開して調査した。

殺虫率の算出にあたっては、マツキボシゾウムシの卵数は対照区の生存卵数から推定したが、その他の種類についてはすべて実数を用いた。

結果及び考察

1. 15℃、24時間くん蒸における殺虫効果

9種木材害虫をフッ化スルフルル、臭化メチル及び両薬剤の混合ガスでくん蒸したときの殺虫効果は、

Table 1 のとおりである。

フッ化スルフリル単独くん蒸では、SOMA ら (1996) 及び MIZOBUCHI ら (1996) が報告しているように卵に対する効果が低く、30 g/m³ の薬量ではほとんどの種類に対して 100% の殺虫率が得られなかった。しかし、幼虫、蛹及び成虫に対しては効果が高く、スギカミキリ、ファイルキクイムシ及びマツキボシゾウムシを除く 6 種は 30 g/m³ で完全殺虫された。反対に臭化メチル単独くん蒸では、幼虫、蛹及び成虫に対して効果が低い傾向を示したものの、扇田ら (1997) が報告したように、卵に対する効果は高く 10 g/m³ の低薬量で完全殺虫が得られた。混合ガスくん蒸（フッ化スル

フリル 30 g/m³ + 臭化メチル 10 g/m³）では、両薬剤それぞれの利点が発揮され、ファイルキクイムシを除く 8 種木材害虫のすべての供試態が完全殺虫された。

ファイルキクイムシは、混合ガスくん蒸でも幼虫及び蛹が完全殺虫されなかった。そのため、それぞれの薬剤量を増やし、フッ化スルフリル 50 g/m³ + 臭化メチル 15 g/m³ でくん蒸し殺虫効果を調査した。その結果は Table 2 のとおりである。

フッ化スルフリル 50 g/m³ の単独くん蒸及び臭化メチル 15 g/m³ 単独くん蒸では、いずれも全態の完全殺虫は得られなかったが、混合ガス（フッ化スルフリ

Table 1. Mortalities of 9 species of forest insect pests fumigated with sulfuryl fluoride, methyl bromide and mixture gas of those fumigants for 24 hours at 15°C.

Species	Stage	n	Mortality (%)			
			SO ₂ F ₂		CH ₃ Br	mixture gas ¹⁾
			10 g/m ³	30 g/m ³	10 g/m ³	30 + 10 g/m ³
<i>Semanotus japonicus</i>	egg on paper	785	66.8	75.0	100	100
	egg on paper	489	78.8	98.2	100	100
<i>Callidiellum rufipenne</i>	larva in xylem	242	81.6	100	21.4	100
	pupa “	161	-	100	19.5	100
	adult “	392	97.5	100	11.1	100
<i>Monochamus alternatus</i>	egg under bark	207	-	52.5	100	100
	larva in xylem	232	75.7	100	44.4	100
	pupa “	118	-	100	93.8	100
<i>Cryphalus fulvus</i>	egg under bark	884	90.3	98.0	100	100
	larva “	618	100	100	100	100
	pupa “	475	100	100	63.3	100
	adult “	460	100	100	100	100
<i>Phloeosinus perlatius</i>	larva under bark	500	100	100	100	100
	pupa “	144	100	-	-	100
	adult “	332	100	-	-	100
<i>Ips cembrae</i>	egg under bark	227	-	100	100	100
	larva “	314	100	-	100	100
	pupa “	305	100	-	100	100
	adult “	286	100	-	100	100
<i>Xyleborus pfeili</i>	egg in artificial diet	282	-	26.2	100	100
	larva “	442	-	47.0	82.8	97.5
	pupa “	235	-	58.1	63.3	81.9
	adult “	508	100	100	100	100
<i>Xylosandrus germanus</i>	larva in xylem	45	-	100	-	100
	adult “	450	100	100	100	100
<i>Pissodes nitidus</i>	egg under bark	352 ²⁾	-	78.0 ³⁾	100	100
	larva “	208	-	-	-	100
	pupa “	163	-	-	-	100

1) SO₂ F₂ 30 g/m³ + CH₃ Br 10 g/m³.

2) Number of eggs was estimated by that of hatched larvae in control.

3) Mortality obtained from fumigation at 50 g/m³.

Table 2. Mortalities of *Xyleborus pfeili* fumigated with sulfuryl fluoride, methyl bromide and mixture gas of those fumigants for 24 hours at 15°C.

Stage	n	Mortality (%) ¹⁾		
		SO ₂ F ₂	CH ₃ Br	mixture gas ²⁾
		50 g/m ³	15 g/m ³	50 + 15 g/m ³
egg in artificial diet	305	27.1	100	100
larva "	402	50.5	95.7	100
pupa "	235	67.6	92.9	100
adult "	438	100	100	100

1) Mortalities of larva, pupa and adult were evaluated at just after fumigation.

2) SO₂F₂ 50 g/m³ + CH₃Br 15 g/m³.**Table 3.** Mortalities of 8 species of forest insect pests fumigated with sulfuryl fluoride, methyl bromide and mixture gas of those fumigants for 24 hours at 5°C.

Species	Stage	n	Mortality (%)			
			SO ₂ F ₂		CH ₃ Br	mixture gas ¹⁾
			50 g/m ³	80 g/m ³	20 g/m ³	50 + 20 g/m ³
<i>Callidiellum rufipenne</i>	larva in xylem	85	-	76.9	16.1	85.7
	pupa "	195	77.3	91.5	12.3	95.6
	adult "	102	86.5	100	10.3	93.3
<i>Monochamus alternatus</i>	egg under bark	408	-	41.1	100	100
	larva in xylem	52	-	50.0	33.3	44.4
	pupa "	40	-	25.0	-	42.8
<i>Cryphalus fulvus</i>	egg under bark	516	54.0	75.0	100	100
	larva "	970	89.7	99.1	93.7	100
	pupa "	443	23.3	61.4	7.2	42.0
<i>Phloeosinus perlatus</i>	adult "	1141	95.9	95.8	90.8	96.3
	larva under bark	499	100	100	-	100
	pupa "	64	100	-	-	100
<i>Ips cembrae</i>	adult "	50	100	-	-	100
	egg under bark	351	96.4	100	100	100
	larva "	707	100	100	100	100
<i>Xyleborus pfeili</i>	pupa "	162	100	-	83.9	100
	adult "	457	100	-	100	100
	egg in artificial diet	258	-	15.4	100	100
<i>Xylosandrus germanus</i>	larva "	477	-	44.1	76.6	80.7
	pupa "	152	-	31.1	70.0	82.2
	adult "	405	-	87.3	100	100
<i>Pissodes nitidus</i>	larva in xylem	87	-	61.5	100	100
	adult "	344	-	97.6	90.0	95.1
	egg under bark	195 ²⁾	-	-	-	100
<i>Pissodes nitidus</i>	larva "	233	-	-	-	100
	pupa "	104	-	-	-	100

1) SO₂F₂ 50 g/m³ + CH₃Br 20 g/m³.

2) Number of eggs was estimated by that of hatched larvae in control.

ル 50 g/m³ + 臭化メチル 15 g/m³) のくん蒸では全態が完全殺虫された。両薬剤の混合により完全殺虫が得られた理由が組み合わせによるものか、両薬剤の相乗効果によるものかは不明であるが、幼虫及び蛹については、相乗的な効果も考えられる。

2. 5℃, 24時間くん蒸における殺虫効果

8種木材害虫をフッ化スルフリル、臭化メチル及び両薬剤の混合ガスを用い、5℃下でくん蒸したときの殺虫効果は、Table 3のとおりである。

低温下でのフッ化スルフリルの効果は低く、マツノマダラカミキリ、キイロコキクイムシ、ファイルクイムシ及びハンノキクイムシでは、卵以外の態であっても 80 g/m³ で完全殺虫は得られなかった。一方、卵に対する臭化メチルの効果は比較的高く、4種害虫の卵は 20 g/m³ の薬量で完全殺虫された。低温でのフッ化スルフリルの効果が低いことから、混合ガスくん蒸でもヒメスギカミキリ、マツノマダラカミキリ、キイロコキクイムシ、ファイルクイムシ及びハンノキクイムシでは、幼虫、蛹、成虫のいずれかの態が生存し、混合ガスくん蒸の効果は認められなかった。

以上の結果から、15℃の条件下では、フッ化スルフリル 30 g/m³ と臭化メチル 10 g/m³ の混合ガスくん蒸により、ほとんどの木材害虫の完全殺虫が可能であることが明らかとなった。また、最も感受性の低かったファイルクイムシについてもフッ化スルフリル 50 g/m³ と臭化メチル 15 g/m³ の混合ガスくん蒸により完全殺虫された。しかし、5℃の条件では、フッ化スルフリルの殺虫効果が低く、低薬量の臭化メチルを利用した混合ガスくん蒸では、完全殺虫が困難であった。混合ガスくん蒸は、臭化メチルを利用することから、臭化メチルの代替剤とはならないが、本試

験結果から、15℃以上の条件では現行の検疫くん蒸基準（永井，1986）による臭化メチルの使用量（32.5～48.5 g/m³）を2分の1または3分の1以下に削減できる可能性がある。効果的な臭化メチル代替剤が開発されていない現状では、臭化メチル削減の有効な手段になり得ると考える。

引用文献

- 楨原 寛 (1991) : スギカミキリ. 昆虫の飼育法 (湯嶋 健, 釜野静也, 玉木佳男編). 社団法人日本植物防疫協会 : 264-266.
- MIZOBUCHI, M., I. MATSUOKA, Y. SOMA, H. KISHINO, S. YABUTA, M. IMAMURA, T. MIZUNO, Y. HIROSE and F. KAWAKAMI (1996): Susceptibility of Forest Insect Pests to Sulfuryl Fluoride. 2. Ambrosia Beetles. *Res. Bull. Pl. Prot. Japan*. 32: 77-82.
- 水野孝彦・藤原史郎・松田勝 (1997) : 人工飼料による養菌性クイムシ *Xyleborus pfeili* (RATZBURG) の飼育. 植防研報 33: 81-85.
- 永井久雄 (1986) : 消毒方法の基準. 輸入植物検疫解説. 社団法人全国植物検疫協会 : 112-119.
- 扇田哲男・内藤浩光・相馬幸博・川上房男 (1998) : 低薬量の臭化メチルくん蒸による木材害虫の殺虫効果. 植防研報 34: 37-39.
- SOMA, Y., S. YABUTA, M. MIZOBUCHI, H. KISHINO, I. MATSUOKA, M. GOTO, T. AKAGAWA, T. IKEDA and F. KAWAKAMI (1996): Susceptibility of Forest Insect Pests to Sulfuryl Fluoride. 1. Wood Borers and Bark Beetles. *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 32: 69-76.
- 相馬幸博・溝淵三必・三角隆・岸野秀昭・赤川敏幸・川上房男 (1997) : 木材害虫のフッ化スルフリル感受性に関する試験. 3. 25℃における感受性. 植防研報 33: 25-30.