

メチルイソチオシアネートによる木材害虫の殺虫試験

内藤 浩光・相馬 幸博・松岡 郁子・三角 隆
赤川 敏幸・溝淵 三必・川上 房男

横浜植物防疫所調査研究部

Effects of Methyl Isothiocyanate on Forest Insect Pests. Hiromitsu NAITO, Yukihiro SOMA, Ikuko MATSUOKA, Takashi MISUMI, Toshiyuki AKAGAWA, Mitsusada MIZOBUCHI and Fusao KAWAKAMI. (Chemical & Physical Control Laboratory, Research Division, Yokohama Plant Protection Station.) *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 35: 1-4(1999).

Abstract: Ten species of forest insect pests were fumigated with methyl isothiocyanate (doses of 10, 20 and 40 g/m³) for 24 hours at 15 °C. At 10 g/m³, *Monochamus alternatus* (pupa), *Cryphalus fulvus* (all stages), *Phloeosinus perlatus* (larva, pupa and adult) and *Pissodes nitidus* (larva) were killed completely, while some survivors were observed on *Monochamus alternatus* (larva) and *Pissodes nitidus* (pupa and adult). A complete mortality was obtained on *Semanotus japonicus* (egg), *Callidiellum rufipenne* (all stages), *Monochamus alternatus* (egg), *Ips cembrae* (all stages) and *Pissodes nitidus* (egg and pupa) at 20 g/m³, and *Monochamus alternatus* (larva) at 40 g/m³. However, *Xyleborus validus*, *Xyleborus pfeili* and *Xylosandrus germanus* were not killed completely at 40 g/m³. MITC is effective for longicorn beetles, bark beetles and weevils, although it has little effect on ambrosia beetles.

Key words: quarantine treatment, fumigation, methyl isothiocyanate, forest insect pests

はじめに

輸入木材の消毒剤である臭化メチルは、オゾン層を破壊する物質に指定されその使用が制限されつつあり、代替剤の開発が急がれている(楯谷, 1993)。

カーバム剤(アンモニウム塩及びナトリウム塩)は、土壌くん蒸剤及びマツノマダラカミキリ被害材のくん蒸剤として使用されているが、殺虫成分であるメチルイソチオシアネート(methyl isothiocyanate: 分子式 C₂H₃NS, 以下 MITC)を発生させるためにはある程度の時間を必要(通常、くん蒸は一週間)とする。また、その発生濃度も一定でないことから、均一の殺虫効果が要求される輸入木材などの検疫くん蒸には適さないとされてきた。しかし、MITCを液化炭酸ガスに溶解した炭酸ガス混合剤の開発によって、ボンベから直接 MITC を投薬できるようになったことから、検疫くん蒸剤として利用できるのではないかと考えられた。

そこで、木材の検疫くん蒸剤として MITC(炭酸ガス製剤)が有効かどうか、15°C、24時間のくん蒸条件で木材害虫に対する殺虫効果を調査したのでその結果を報告する。

本試験にあたり、木材害虫の採集、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、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を申し上げます。

材料及び方法

1. 供試虫

スギカミキリ(*Semanotus japonicus* (LACORDAIRE)): 栃木県内で採集した成虫を用い、楨原(1991)の方法によりろ紙に産卵させた卵を使用した。

ヒメスギカミキリ(*Callidiellum rufipenne* (MOTSU-CHULSKY)): 神戸市周辺の杉林で採集した成虫を用い、スギカミキリと同様にろ紙に産卵させた卵及び採集した成虫をスギ材(径5~10cm)に放飼し産卵させ、幼虫、蛹、成虫まで飼育した後使用した。

マツノマダラカミキリ(*Monochamus alternatus* HOPE): 北九州市周辺の被害材(アカマツ)を採取し、被害材中の幼虫、蛹、成虫及び脱出した成虫を用いてアカマツ材(径5~10cm)に産卵させた卵を材のまま

使用した。

カラマツヤツバキクイムシ (*Ips cembrae* (HEER)): 札幌市周辺の被害材 (カラマツ) を採取し、脱出した成虫をカラマツ材 (径10~15cm) に放飼し産卵させた卵及び幼虫、蛹、成虫まで飼育した後使用した。

キイロコキクイムシ (*Cryphalus fulvus* NIJIMA): 釜石市及び大船渡市周辺のマツの間伐材から採集した成虫をアカマツ材 (径3~5cm) に放飼し産卵させた卵及び幼虫、蛹、成虫まで飼育した後使用した。

ヒバノキクイムシ (*Phloeosinus perlatus* CHAPUIS): 岐阜県内で採取した被害材 (ヒノキ) を使用した。

トドマツオオキクイムシ (*Xyleborus validus* EICH-HOFF): 神戸市周辺で採取した被害材 (スギ, カエデ) を使用した。

ファイルクイムシ (*Xyleborus pfeili* (RATZEBURG)): 愛知県内のモミ材から成虫を採集し、人工飼料 (水野ら, 1997) を用いて飼育したものを使用した。

ハンノキクイムシ (*Xylosandrus germanus* (BLAND-FORD)): 神戸市周辺で採取した被害材 (スギ, カエデ, リョウブ) を使用した。

マツキボシゾウムシ (*Pissodes nitidus* ROELOFS): 釜石市及び大船渡市周辺の松林で採集した成虫をアカマツ材 (径5~8cm) に放飼し産卵させた卵及び幼虫、蛹、成虫まで飼育した後使用した。

2. くん蒸

くん蒸箱は、容量100lのガス投薬、採取、圧力及び温度測定孔付きアクリル樹脂製ボックスを使用した。ろ紙に産卵させた卵はシャーレに入れ、樹皮下及び木部内に寄生した卵、幼虫、蛹及び成虫は寄生材を20~30cmに切断し、人工飼料で飼育したものは管ピンのまま、それぞれくん蒸箱に収容した。収容比 (v/v) は、25%前後になるようにカラマツ材 (径10~20cm, 長さ20~30cm) を入れて調整した。

投薬は、MITC 二酸化炭素混合製剤 (MITC 30%, w/w) を充填したポンペに耐圧ホースをつなぎ、その先に噴霧ノズルを取り付け、投薬相当量減圧したくん蒸箱に挿入して常圧となるまで製剤を噴射することにより行った。投薬量は、同時に投薬された炭酸ガス濃度を測定することにより確認した。

くん蒸は、MITC ガス濃度10, 20及び40 g/m³, 15°C, 24時間で行い、くん蒸中は小型ファンにより箱内を攪拌した。くん蒸中のガス濃度は、ガスクロマトグラフ (FID:GC-8A 島津製作所製) を用い、投薬30分, 1, 2, 3, 4, 5及び24時間後 (くん蒸終了時) に測定した。くん蒸中の温度は、自動温度記録計 (熱伝対

型: チノ製) で測定した。

くん蒸後は、ガス排気装置を用いて2時間排気した後、さらにくん蒸箱の蓋を開けた状態で3日間放置した。

3. 殺虫効果の確認

ガス排気終了後、ろ紙及び供試材をくん蒸箱から取り出し、室温で保管した。対照区についても同様にした。

スギカミキリ及びヒメスギカミキリの卵は孵化状況を2週間程度調査し、孵化したものを生虫と判定した。ヒメスギカミキリの木部内幼虫、蛹、成虫は1ヶ月後に割材して生死を確認した。マツノマダラカミキリ、カラマツヤツバキクイムシ、キイロコキクイムシ、ヒバノキクイムシ及びマツキボシゾウムシは10日~14日後に、剥皮して未孵化の卵をカウントするとともに、幼虫、蛹、成虫の生死を確認した。木部内及び人工飼料に寄生した状態でくん蒸したトドマツオオキクイムシ、ハンノキクイムシ及びファイルクイムシの幼虫、蛹、成虫は、14日後に割材又は人工飼料を取り出して生死を判定した。トドマツオオキクイムシ、ファイルクイムシ及びハンノキクイムシの生存虫は、保管中に態が変化することが考えられるが、効果確認時の態により殺虫率を算出した。マツキボシゾウムシの卵は、対照区の生存卵数及び幼虫数から推定したが、その他の種 (態) についてはすべて生死数を実数で確認した。

結果及び考察

1. ガス濃度の経時変化

くん蒸中のガス濃度の経時変化の例を Fig.1 に示す。

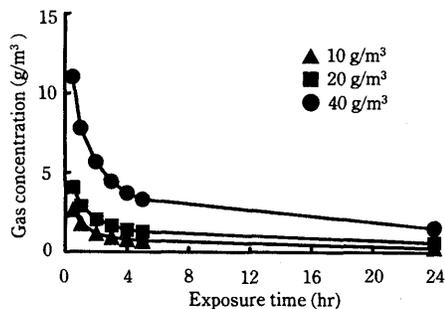


Fig.1. Gas concentration during fumigation with MITC at doses of 10, 20 and 40 g/m³ for 24 hours at 15°C with about 25% loading (v/v).

MITCの気中濃度は投薬直後から急激に低下し、その後緩やかになった。噴霧ノズルから噴射されたMITCの一部は、くん蒸箱の内壁に白色の結晶となって付着した。この結晶は30分程度で消失したが、この間も気中のMITC濃度は低下を続けていることから、相当量が被くん蒸物及びくん蒸箱内壁に吸着されているものと考えられた。ガスの残存率((くん蒸終了時のガス濃度/投薬量)×100)は、10g/m³で2.9%(1例のみ)、20g/m³で平均3.0%、40g/m³で平均3.4%であり、投薬量の95%以上が吸着されたことになる。吸着量は、木材の種類、含水量、吸着性などに影響されることが

考えられるが、本試験では明らかにすることはできなかった。また、くん蒸終了後2～3時間排気してもくん蒸箱内に薬剤が残り、その後開放状態でも2～3時間は臭いが残留した。

2. 殺虫効果

3薬量区を用いて15℃、24時間くん蒸した結果はTable 1のとおりである。

10g/m³のくん蒸では、マツノマダラカミキリの木部内の蛹、キイロコキクイムシの全態、ヒバノキクイムシの幼虫、蛹、成虫及びマツキボシゾウムシの幼虫

Table 1. Mortalities of 10 species of forest insect pests fumigated with MITC at doses of 10, 20 and 40 g/m³ for 24 hours at 15°C.

Species	Stage	n	Mortality(%)		
			10g/m ³	20g/m ³	40g/m ³
<i>Semanotus japonicus</i>	egg on paper	230	-	100	100
	egg on paper	70	-	100	100
<i>Callidiellum rufipenne</i>	larva under bark	47	-	100	100
	larva in xylem	31	100	100	100
	pupa	74	-	100	100
	adult	93	-	100	100
<i>Monochamus alternatus</i>	egg under bark	113	-	100	-
	larva in xylem	186	70.8	92.5	100
	pupa	44	100	100	100
<i>Ips cembrae</i>	egg under bark	72	-	100	-
	larva	223	-	100	-
	pupa	50	-	100	-
<i>Cryphalus fulvus</i>	adult	124	-	100	-
	egg under bark	232	100	100	-
	larva	459	100	100	-
	pupa	273	100	100	-
<i>Phloeosinus perlatus</i>	adult	281	100	100	-
	larva under bark	638	100	100	100
	pupa	108	100	100	-
<i>Xyleborus validus</i> ¹⁾	adult	86	100	100	-
	larva in xylem	53	-	100	100
	pupa	37	-	100	100
<i>Xyleborus pfeili</i> ¹⁾	adult	104	-	96.4	95.8
	egg in artificial diet	317	-	100	100
	larva	617	1.3	95.9	96.4
	pupa	257	2.1	94.2	96.6
<i>Xylosandrus germanus</i> ¹⁾	adult	506	17.3	47.0	98.2
	larva in xylem	135	-	85.7	100
	pupa	29	-	100	100
<i>Pissodes nitidus</i>	adult	223	-	93.4	94.1
	egg under bark	338 ²⁾	-	100	100
	larva	291	100	100	100
	pupa	213	84.0	100	100
	adult	30	83.3	-	-

1) Each mortality may not indicate the mortality of target stages as surviving stages of the pests develop further stages during 14 days storage.

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

Table 2. Mortalities of all stages of *Xyleborus pfeili* by MITC fumigation for 24 hours at 15°C.

Stage	n	Mortality(%)	
		20g/m ³	40g/m ³
Egg ¹⁾ on paper	44	100	100
Egg ¹⁾ in artificial diet	79	46.8	96.9
Larva ²⁾ /	295	36.1	69.6
Pupa ²⁾ /	39	28.6	36.4
Adult ²⁾ /	87	38.2	34.4

- 1) Number of eggs was estimated by that of surviving hatched larvae for more than 24 hours.
- 2) Number of larvae, pupae and adults were their survivors at just after fumigation.

が完全殺虫されたが、マツノマダラカミキリの木部内の幼虫、ファイルキクイムシの幼虫、蛹、成虫及びマツキボシゾウムシの蛹、成虫は完全殺虫されなかった。

20g/m³のくん蒸では、スギカミキリの卵、ヒメスギカミキリの全態、マツノマダラカミキリの卵、カラマツヤツバキクイムシの全態、トドマツオオキクイムシの幼虫、蛹、ファイルキクイムシの卵、ハンノキキクイムシの蛹及びマツキボシゾウムシの卵、蛹は完全殺虫されたが、マツノマダラカミキリの幼虫、トドマツオオキクイムシの成虫、ファイルキクイムシの幼虫、蛹、成虫及びハンノキキクイムシの幼虫、成虫は完全殺虫されなかった。

40g/m³のくん蒸では、20g/m³で完全殺虫されなかったマツノマダラカミキリの幼虫及びハンノキキクイムシの幼虫は完全殺虫されたが、トドマツオオキクイムシの成虫、ファイルキクイムシの幼虫、蛹、成虫及びハンノキキクイムシの成虫は完全殺虫されなかった。

トドマツオオキクイムシ、ファイルキクイムシ及びハンノキキクイムシでは、くん蒸直後の生存態が不明であるため、ファイルキクイムシの全態が寄生した人工飼料（管ビン）をくん蒸し、くん蒸後直ちに取出し態別に生死を確認した（卵は26°C全暗の恒温器に保管し、孵化の有無を確認した）。また、ファイルキクイムシの卵を人工飼料から取り出しろ紙にのせくん蒸し、終了後直ちに取出して孵化の有無を確認した。その結果は Table 2 のとおりで、裸虫の卵は20g/m³のくん蒸で孵化しなかったが、人工飼料のままくん蒸したものは40g/m³のくん蒸でも卵から成虫まで生存していた。

裸虫の卵と人工飼料中の卵でこのように殺虫率が異

なるのは、人工飼料中に MITC が十分浸透していないためと考えられた。また、くん蒸後直ちに取出したものに比べ、くん蒸後10~14日間保管したものでは殺虫率が高く、MITC の残効効果によるものと考えられた。

以上の結果から、MITC 二酸化炭素混合製剤による24時間くん蒸は、カミキリムシ類及び樹皮を加害するキクイムシ類並びにゾウムシ類に対しては有効であるが、木部内を加害するアンブロシアビートルに対しては効果が十分でないことがわかった。このことは、MITC がその化学的特性から収着量が多く、木材内部に十分浸透しなかったことが原因と考えられる。したがって、MITC を検疫くん蒸に導入するには、MITC が木材内部に十分浸透するようなくん蒸条件（投薬量、時間等）を検討する必要がある。また、木材の検疫くん蒸（天幕くん蒸等）では収容比が高く（50%以上）、木材の種類、大きさ、含水量なども異なることから、収着性と殺虫効果を合わせた調査が必要であると考える。

引用文献

- 榎原寛 (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.
- 水野孝彦・藤原史郎・松田勝 (1997) : 人工飼料による養菌性キクイムシ *Xyleborus pfeili* (RATZBURG) の飼育. 植防研報 33: 81-85.
- 楯谷昭夫 (1993) : 臭化メチルとオゾン層について. 植物防疫 47: 193-195.