

# 木材害虫用メチルイソチオシアネートくん蒸剤 (エコヒューム)

一般社団法人日本くん蒸技術協会 **川上房男**  
 住化グリーン株式会社 **阿部豊**  
 日本液炭株式会社 **芳村健治**

## はじめに

農林産物や土壌の消毒に広く使用されてきた臭化メチルは、1992年に開催された第4回「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書締約国会合」においてオゾン層破壊物質に指定された。以後、年々使用規制が強化され、2005年以降、先進国は「検疫処理および出荷前処理用途」と「不可欠用途」以外は全廃となり、我が国の「不可欠用途」は土壌とクリ生果実のみ使用が認められた(日くん協, 2004)。

この規制により、国内では木材害虫の防除に臭化メチルが使用できなくなり、代替としてMEP油剤などが使用されてきた。しかしながら、山積みされた木材の散布作業が困難で防除効果も低く、屋内建材・かまぼこ板・割り箸等の用途では薬剤の臭気や残留が懸念され、これらをクリアできるくん蒸剤の開発が要望されてきた。また、規制から除外されている「検疫処理用途」においても、臭化メチル使用量が多い輸入木材に対する代替剤の開発が急務であった。

このような状況に対応するため、日本くん蒸技術協会、住化グリーン(旧ヤシマ産業)および日本液炭は、農林水産省のバックアップの下で代替剤の開発に着手し、世界に先駆けて木材害虫用のメチルイソチオシアネート(以下「MITC」)くん蒸剤(以下「エコヒューム」)を開発、平成12年12月に農薬登録された。

本剤は、材の奥深く生息する一部の害虫が完全に殺虫されなかったことから、検疫処理用途への適用を断念し、国内での利用の拡大に向けて農薬登録の適用拡大(平成21年12月)を図りつつ、薬剤供給体制の整備が行われてきた。国内唯一の木材害虫用くん蒸剤として、最近、利用が増加しているため、理化学的性状、くん蒸剤としての特性、毒性および安全性、使用方法等について

New Fumigant of Methyl Isothiocyanate (EcoFume) for Forest Insect Pests. By Fusao KAWAKAMI, Yutaka ABE and Kenji YOSHIMURA (キーワード:メチルイソチオシアネート, エコヒューム, 木材害虫, くん蒸)

で紹介したい。

## I エコヒュームの一般的知識

### 1 農薬登録における適用範囲および使用方法

エコヒュームは、有効成分のMITC30%、液化炭酸ガス70%を含有し、高圧ボンベに充てんされたくん蒸剤である。ボンベのバルブを開くとMITCが炭酸ガスとともに霧状に噴出、拡散し、木材の内部に浸透してカミキリムシ類、ゾウムシ類、キクイムシ類、ナガキクイムシ類等を殺虫する。農薬登録票の使用方法をくん蒸基準で示すと表-1の通りで、異なる薬量、温度および時間の五つの組合せ基準で天幕、倉庫等においてくん蒸できる。

### 2 理化学的性状

化学名はMITC、化学式は $C_2H_3NS$ 、分子量は73.1、ガス比重は2.54、沸点は119℃、蒸気圧は4.9 MPa(20℃;エコヒューム)、液化炭酸との混合のため引火性はない。外観は淡黄色澄明の液体(エコヒューム)で、カラシ・ワサビに似た臭い、催涙性、皮膚刺激性がある。

### 3 MITCの毒性および安全性

エコヒュームは、毒物・劇物取締法上の「劇物」である。①急性毒性:経口LD<sub>50</sub>ラット♂175 mg/kg・ラット♀72 mg/kg、経皮LD<sub>50</sub>ラット♂2,780 mg/kg、吸入LD<sub>50</sub>ラット♂1.9 g/m<sup>3</sup>、②亜急性吸入毒性:最大無作用量ラット0.03 g/m<sup>3</sup>、③抑制・管理濃度:法的な基準

表-1 エコヒューム木材くん蒸基準

適用場所	適用害虫	MITC薬量 (m <sup>3</sup> 当たり)	温度	時間
天幕、倉庫等	カミキリムシ類、ゾウムシ類、キクイムシ類、ナガキクイムシ類等	54 g (エコヒュームとして180 g)	15℃未満	24 hr
		39 g (エコヒュームとして130 g)	15℃以上	
		21 g (エコヒュームとして70 g)	25℃以上	
		21 g (エコヒュームとして70 g)	15℃以上 25℃未満	48 hr
		11 g (エコヒュームとして35 g)	25℃以上	

値はない。荷役開始等で安全確認が必要なため、住化グリーンは社内暫定基準値として「10 ppm」を設定している。

#### 4 くん蒸剤としての特性

①比較的小さい薬量で多種類の木材害虫、特に樹皮下の害虫に高い殺虫力を示す。ガスの浸透に時間を要するため、温度が低く、くん蒸時間が短い場合は材の奥深く生息する害虫に対する殺虫効果が低下する、②炭酸ガスの作用で高い拡散性を有する、③くん蒸物によく吸着し、投薬初期に急速にガス濃度が低下するので、施設からのガスの漏洩が少ない、④臭気、催涙性、皮膚刺激性があるため、作業員、第三者に対する危害防止対策がとりやすい、⑤大気中で紫外線により光分解され1週間ほどで消失する等である。

#### 5 ボンベの構造および取り扱い方法

エコヒュームは、継ぎ目のない鋼鉄製のボンベに高圧で充てんされており、総重量約20 kg（内容量7.0 kg、MITCとして2.1 kg）である。ボンベの底部に達するサイホン管を通して薬剤が噴出する。噴射口の背面に安全弁、パルプ保護用にボンベキャップが取り付けられている。ボンベは、40℃以下で保管し絶対に加熱しない、直接日光が当たる場所に長時間放置しない、屋内でガスが漏洩した場合は直ちに扉、窓等を開けてガスを排気する等注意を要する。

#### 6 関係規則および使用者の資格

(1) 農薬取締法：くん蒸剤の使用者は、農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令により、「農薬使用計画書」を農林水産大臣に提出する。

(2) 高圧ガス保安法：ボンベ（7 kg 入）を一度に4本以上運搬するときは、積載車両の見やすい所に「高圧ガス」の警戒標識を掲げる。

(3) 使用者の資格：中毒事故等危害防止の徹底を図るため、住化グリーンは次の要件を満たす者を使用する社内規定を設けている。①原則として、植物防疫所が実施する植物検疫くん蒸専門講習において、倉庫および木材天幕くん蒸の専門講習を修了した作業主任者であること、②住化グリーンおよび日本くん蒸技術協会が共催する「エコヒューム安全使用技術講習」を受講し、修了書が交付された者であること。

## II エコヒュームの主な試験データ

### 1 木材害虫に対する殺虫効果

#### (1) 基礎殺虫試験

小型くん蒸箱（100 l）に木材害虫の各態が寄生した材を収容し、MITC 10、20 および 40 g/m<sup>3</sup> を投薬して

15℃で24時間くん蒸した結果は表-2の通りである。20 g/m<sup>3</sup>の薬量でほとんどの害虫の全態が殺虫された。20 g/m<sup>3</sup>で殺虫されなかった穿孔虫のキクイムシ類は40 g/m<sup>3</sup>で94～98%であった（内藤ら、1999）。

#### (2) 基礎および大規模殺虫試験

温度が高い時期に低薬量で高い殺虫効果が得られるくん蒸基準を確立するため、木材害虫5～10種の各態が寄生した材を供試し、小型くん蒸箱（100 l）または天幕くん蒸（100～730 m<sup>3</sup>）において、MITC 11 および 21 g/m<sup>3</sup>（エコヒュームとして35 および 70 g/m<sup>3</sup>）を投薬し、15または25℃で24または48時間くん蒸した。結果は表-3の通りで、少ない薬量でも温度が高くなるほど、くん蒸時間が長くなるほど高い殺虫率が得られた。他方、天幕における大規模くん蒸では、材の奥深く生息しているガシノナガキクイムシやオオゾウムシの幼虫、蛹の殺虫率が低かった。これは、投薬初期にMITCが材表面に多く吸着するため、投薬場所から離れた場所では殺虫に必要な濃度が材の深部に浸透するのに時間を要するのが原因であり、投薬場所を増やし、くん蒸時間を長くすれば殺虫効果が高まることが確認されている（日くん協、2010）。

### 2 天幕くん蒸中のMITC濃度の変化

米国产ツガ材に天幕を被覆（内容積600 m<sup>3</sup>、収容率約60%）し、3箇所からMITC 11 g/m<sup>3</sup>（エコヒュームとして35 g/m<sup>3</sup>）を投薬し、25～30℃で48時間くん蒸した。投薬、1、2、4、24 および 48時間後に天幕内の上部、中間部、下部の3箇所のガス濃度を検知管法により測定した。濃度の変化は図-1の通りで、投薬直後から物理的吸着が起り、1時間後5.3～4.6 mg/l、2時間後2.0～1.6 mg/lで急速に低下し、4時間後1.2～1.0 mg/lで均一になった。以後、ほとんど低下することなく推移し、48時間後0.8 mg/lであった。

このようなガス濃度の変化は、くん蒸初期にほとんどのガスが材の表面に吸着すること、短時間で吸着現象が終了するためガスの漏洩が起りにくいこと、開放時のガス濃度が低いため周辺環境に及ぼす影響が小さいことを示している（日くん協、2010）。

## III くん蒸の実際

野外で木材にシートを被覆して行う天幕くん蒸方法は、一度に大量の木材を消毒でき、作業効率が高いので最も事例が多い。くん蒸は、資格を有するくん蒸作業主任者が次の点に特に留意して実施することになっている。

①くん蒸場所は民家、公共道路等から15 m以上離れ、柵等で囲まれており、第三者の立入を禁止できること、

表-2 MITC くん蒸 (15℃, 24時間) における木材害虫の殺虫効果 (%)

害虫の種類	態 (寄生部位)	n	10 g/m <sup>3</sup>	20 g/m <sup>3</sup>	40 g/m <sup>3</sup>
キイロコキクイムシ	卵 (樹皮下)	232	100	100	—
	幼虫 (樹皮下)	459	100	100	—
	蛹 (樹皮下)	273	100	100	—
	成虫 (樹皮下)	281	100	100	—
ハンノキクイムシ	幼虫 (材内)	135	—	85.7	100
	蛹 (材内)	29	—	100	100
	成虫 (材内)	223	—	93.4	94.1
カラマツヤツバキクイムシ	卵 (樹皮下)	72	—	100	—
	幼虫 (樹皮下)	223	—	100	—
	蛹 (樹皮下)	50	—	100	—
	成虫 (樹皮下)	124	—	100	—
トドマツオオクイムシ	幼虫 (材内)	53	—	100	100
	蛹 (材内)	37	—	100	100
	成虫 (材内)	104	—	96.4	95.8
ヒバノクイムシ	幼虫 (樹皮下)	638	100	100	100
	蛹 (樹皮下)	108	100	100	—
	成虫 (樹皮下)	86	100	100	—
ファイルクイムシ	卵 (人工飼料中)	317	—	100	100
	幼虫 (人工飼料中)	617	1.3	95.9	96.4
	蛹 (人工飼料中)	257	2.1	94.2	96.6
	成虫 (人工飼料中)	506	17.3	47.0	98.2
スギカミキリ	卵 (産卵紙上)	230	—	100	100
ヒメスギカミキリ	卵 (産卵紙上)	70	—	100	100
	幼虫 (樹皮下)	47	—	100	100
	幼虫 (材内)	31	100	100	100
	蛹 (材内)	74	—	100	100
	成虫 (材内)	93	—	100	100
マツノマダラカミキリ	卵 (樹皮下)	113	—	100	—
	幼虫 (材内)	186	70.8	92.5	100
	蛹 (材内)	44	100	—	100
マツキボシゾウムシ	卵 (樹皮下)	338	—	100	100
	幼虫 (樹皮下)	291	100	100	100
	蛹 (樹皮下)	213	84.0	100	100
	成虫 (樹皮下)	30	83.3	—	—

②天幕は厚さ0.15 mm以上のビニールまたはポリエチレンシートを使用すること, ③手, 呼吸器, 眼等の保護のため, 必ずゴム手袋, 長袖シャツ, 隔離式全面型防毒マスク (吸収缶は有機ガス用) を着用すること (図-2), ④ポンベの噴射口と専用の耐圧パイプ (口径1.7 mmの専用のノズル付き) を接続するときは, 連結ネジ内に必ずパッキンを入れること (図-3), ⑤噴射時の圧力でノズルが動かないよう木口にカスガイでしっかり固定し (図-4), ポンベは直立させたままでバルブを全開にして投薬すること, ⑥くん蒸中は天幕の周囲に縄張りして関係者以外の立入を禁止すること, ⑦投薬, くん蒸中のガ

スの漏洩は半導体式のガスリークチェッカーで点検し, 残存ガス濃度および抑制濃度は検知管法 (ガス採取器に高濃度用または低濃度用の検知管を接続) で測定すること, ⑧くん蒸終了後は, 風向および周囲の作業状況を考慮し, 風下から天幕の裾をめくりながらガスを排気する。

## VI 中毒症状および応急処置

本剤は, カラシ・ワサビ臭, 催涙性, 皮膚刺激性があるため, 飲み込んだり, 長時間暴露し続けることによる重篤な中毒事例は知られていない。実用場面では, 眼, 皮膚および呼吸器に対して起こる軽微な症状と考えら

表-3 エコヒュームくん蒸における木材害虫の殺虫効果

害虫の種類	態	MITC 21 g/m <sup>3</sup> (エコヒュームとして 70 g/m <sup>3</sup> ) - 15°C - 48 h <sup>1)</sup>		MITC 11 g/m <sup>3</sup> (エコヒュームとして 35 g/m <sup>3</sup> ) - 25°C - 48 h <sup>2)</sup>		MITC 21 g/m <sup>3</sup> (エコヒュームとして 70 g/m <sup>3</sup> ) - 25°C - 24 h <sup>3)</sup>	
		n	殺虫率 (%)	n	殺虫率 (%)	n	殺虫率 (%)
キイロコキクイムシ	卵	62	100	129	100	—	—
	幼虫	495	100	727	100	143	100
	蛹	655	100	409	100	149	100
	成虫	202	100	142	100	38	100
ハンノキクイムシ	成虫	—	—	—	—	25	100
カラマツヤツバキクイムシ	幼虫	—	—	—	—	17	100
	蛹	—	—	—	—	22	100
	成虫	—	—	—	—	33	100
トドマツオオクイムシ	成虫	—	—	—	—	18	100
ヒラタキクイムシ	幼虫	—	—	—	—	92	90.2
	蛹	—	—	—	—	3	100
	成虫	—	—	—	—	53	100
カシノナガキクイムシ	幼虫	160	98.2	1,564	99.6	812	94.6
	成虫	6	100	19	100	5	80.0
マツノマダカミキリ	幼虫	—	—	—	—	21	100
	蛹	—	—	—	—	2	100
ヒメスギカミキリ	卵	77	100	56	100	—	—
	幼虫	—	—	—	—	76	100
	蛹	—	—	—	—	31	100
ニセマツノシラホシゾウムシ	幼虫	81	100	65	100	—	—
	蛹	221	100	248	100	—	—
	成虫	8	100	11	100	—	—
オオゾウムシ	幼虫	—	—	—	—	2	100
	蛹	—	—	—	—	12	83.4
クロコブゾウムシ	幼虫	—	—	—	—	27	100

1) 小規模試験 8 例, 2) 大規模試験 1 例を含む 10 例, 3) 大規模試験 6 例を含む 11 例.

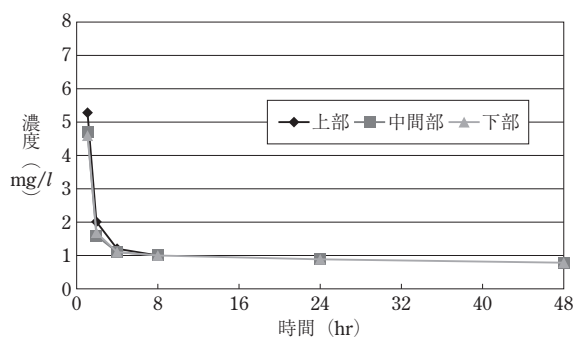


図-1 天幕くん蒸中の MITC 濃度の変化 (投薬量 MITC 11 g/m<sup>3</sup>)



図-2 エコヒュームのくん蒸は、隔離式全面型防毒マスク (有機ガス用吸収缶) を着用して行う



図-3 ボンベの噴射口に連結ネジで専用の耐圧パイプおよびノズルを接続する  
連結ネジ内には必ずパッキンを入れる。



図-4 噴射時の圧力でノズルが動かないよう木口にカスガイでしっかり固定する

れ、対症療法的な治療を行えば回復する。ガスに暴露した場合の症状および応急処置は次の通りである。

### 1 眼、皮膚および呼吸器などの症状

①ガスが皮膚に接触するとヒリヒリする刺激を感じ、汗で濡れていると症状が強まる。アレルギー作用を呈することがある、②高濃度のガスが眼に入った場合は強烈な刺激があり涙が出る、③ガスを吸い込むと鼻や気管が刺激され、痛み、咳、吐き気、呼吸困難、肺水腫等を起こす可能性がある。

### 2 応急処置

応急処置をする者は必ず保護具を着用する。①皮膚に付着した場合は直ちに水で洗い流した後、石けんでよく洗浄する。皮膚に異常がある場合はガーゼ等で軽く包み、医師の手当てを受ける、②着衣等に付着した場合は直ちに払い落とし洗濯する、③目に入った場合は、清浄な水で15分以上洗浄後、痛みがあれば眼科医の手当てを受ける、④吸入した場合は、直ちに空気の新鮮な場所に移動させ、多量の水、温水、うがい薬等であらいさせ、医師の手当てを受ける。

## おわりに

エコヒュームの実用くん蒸は、輸入植物検疫処理済み

丸太に発生したキクイムシ、国産のスギ・アカマツ・カラマツ・ケヤキ丸太等に発生したゾウムシ・カミキリムシ・キクイムシ、装飾用乾燥フジ蔓等の花材・ブナ小径木・シラカバ小径木・ゴルフクラブ用カキ材・家具・合板製品等に発生したカミキリムシ・ヒラタキクイムシ、輸出用スギ丸太等 36 事例に及んでいる。これらのほか、ユーザーの要望を受けて行った試験では、木材青変菌の発育が著しく抑制され、木材害虫以外の害虫（穀類害虫、ハエ等）に対しても完全殺虫が得られており、将来、適用範囲の拡大とともに使用頻度も増加すると思われる。

エコヒュームは、国内で使用できる唯一の木材害虫用のくん蒸剤である。輸入木材から国産材へのシフトが叫ばれている現在、中毒事故がないよう普及させることが重要であり、野外での使用にあたっては、第三者に対する危害防止に万全を期していただきたい。

### 引用文献

- 1) 内藤浩光ら (1999): 植防研報 35:1~4.
- 2) 日本くん蒸技術協会 (2004): 日くん協だより 76:6~8.
- 3) 日本くん蒸技術協会 (2010): エコヒューム農薬登録適用拡大試験報告書.