

輸出生果実の植物検疫  
ヨウ化メチルくん蒸技術マニュアル  
(未定稿)

(国) 農研機構果樹茶業研究部門

(一社) 日本くん蒸技術協会

2018年3月

農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業

課題番号：27012C(H27-29)による研究成果

## 目 次

はじめに .....	1
I 輸出植物検疫及び輸入国の検疫条件の履行 .....	2
1. 輸出植物検疫 .....	2
2. 輸入国の検疫条件の履行 .....	2
3. 生果実の輸出検疫条件の概要及び輸出検疫の流れ .....	2
(1) くん蒸処理を伴わない場合（台湾向け生果実） .....	2
(2) くん蒸処理を伴う場合（オーストラリア向けカキ生果実） .....	4
II ヨウ化メチル剤及びその取扱いに関する一般的知識 .....	6
1. 理化学的性状 .....	6
2. 毒性 .....	6
3. 登録農薬 .....	6
4. くん蒸剤としての特性 .....	6
5. 製剤取扱い上の注意事項 .....	7
6. 関係規則及び使用者の資格 .....	8
7. 抑制濃度 .....	8
8. 残留基準 .....	9
III ヨウ化メチルクん蒸の実際 .....	9
1. くん蒸施設及び付属設備の審査、指定 .....	9
2. ヨウ化メチルクん蒸基準（案） .....	10
3. ヨウ化メチル倉庫くん蒸 .....	11
(1) くん蒸準備 .....	11
(2) 投薬作業 .....	11
(3) くん蒸中の作業 .....	12
(4) くん蒸終了後の作業 .....	14
IV くん蒸関連器材 .....	14
1. 防毒マスク及び吸収缶 .....	14
(1) 防毒マスク及びヨウ化メチル吸収缶 .....	14
(2) 防毒マスクの着用及びマスク・吸収缶の管理 .....	15
(3) ヨウ化メチル吸収缶の除毒能力及び吸収缶の交換 .....	15
2. ヨウ化メチルガス測定器 .....	16
(1) 干渉計型ガス検定器 .....	16
(2) 半導体式ガス検知器 .....	17
(3) 検知管 .....	17
V ヨウ化メチルクん蒸における危害防止対策 .....	18
1. 植物検疫くん蒸における危害防止対策 .....	18
2. 倉庫くん蒸における危害防止対策 .....	18
3. ヨウ化メチル中毒症状及び応急措置 .....	19
(1) 中毒症状 .....	19
(2) 応急措置 .....	20
(3) 中毒についての緊急問合せ先 .....	21
おわりに .....	21

## はじめに

農林産物の国際間の流通において、避けて通れない関門の一つに植物検疫があげられます。これは、国際植物防疫条約により、各加盟国は、検疫病害虫から自国の農林産業を保護するため、輸入植物についての制限を加える権利を有することが規定されているためです。この目的を遂行するため、多くの国が厳しい検疫条件を設けており、これらの条件を満足させない限り円滑な輸出は望むべくもありません。

輸出農産物の検疫は、わが国と輸入国と二国間協議で合意した検疫条件に基づいて行われます。近年では、システムズアプローチによる手法、すなわち、登録生産園地での農薬散布・対象病害虫未発生の確認、登録選果場やこん包施設での病害虫寄生果の除去、再汚染防止などの検疫上のセーフガードを経て輸出される事例が増加しています。この手法は、病害虫寄生果の混入リスクを低減できるものの、害虫の見逃しが避けられず、輸出前の検査や輸入国の検査で病害虫が発見され、その後の輸出がストップする事例が発生しています。

そこで、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業において、使用制限が進んでいる臭化メチル剤に代わるヨウ化メチル剤を使用し、主要生果実で問題となっている検疫害虫を完全に殺虫し、かつ生果実に障害が発生しないくん蒸処理技術を開発し、「輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸基準（案）」を作成しました。今後、輸入国が本くん蒸技術を植物検疫処理法として受け入れることになれば、将来にわたり安定した生果実の輸出が期待できます。

一方、ヨウ化メチル剤も他のくん蒸剤と同様に、使用方法を誤れば本来の殺虫効果が得られないばかりか、生果実に薬害を引き起こします。また、人体に対して毒性が強く、従事するくん蒸者や第三者にも危害を及ぼすおそれがあります。このため、くん蒸作業に当たっては、的確な殺虫効果の確保とともに、くん蒸関係者への危害の防止、周辺環境への負荷の低減に万全を期していただく必要があります。

ここに、地方自治体や農協の技術者、植物検疫くん蒸作業主任者向けに、輸出植物検疫制度、くん蒸剤の取扱い、くん蒸方法、くん蒸作業における危害防止対策など、輸出検疫やくん蒸作業の参考となる事項を「輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸マニュアル（案）」としてとりまとめました。今後、くん蒸の制度整備の進展に伴い内容を改訂する予定です。生果実の輸出促進や安全なくん蒸作業に役立てば幸いです。

なお、輸出検疫は、わが国と輸入国との間で合意した検疫条件に基づいて行われるため、条件の内容の履行プロセスは輸入国により異なることにご留意下さい。

## I 輸出植物検疫及び輸入国の検疫条件の履行

### 1. 輸出植物検疫

植物検疫では、輸入国において輸入時に行う「輸入検疫」と輸出される植物やその容器包装が輸入国の検疫条件に合致しているかどうか輸出前に検査を行う「輸出検疫」があります。自国の農林産業に被害を及ぼす検疫病害虫の侵入を防止するには、輸入国で輸入時に検疫を行うことはもちろん、より完全を期するためには国際的に協力し、輸出の段階でも検疫が行われることが望ましいことです。

このため、国際植物防疫条約において、検疫病害虫の国境を越えての侵入、まん延を防止するため国際協力が有益なことを認め、各加盟国が最善を尽くしてとらねばならない措置の一つとして、植物検疫証明書の発行があげられています。これは、輸出国が輸入国に代わって検査や消毒処理を実施し、輸出荷口に対象の検疫病害虫が存在しないことを証明するものです。

### 2. 輸入国の検疫条件の履行

検疫病害虫の侵入を防止するため、多くの国は検疫条件を設けています。検疫条件は国によって様々で、化学的・物理的処理法により完全殺虫を保証しなければならないものから、栽培圃場の指定・栽培中の検査・収穫後の検査・収穫後の害虫防除措置などを含むいくつかの条件をクリアしなければならないもの、輸入国の検疫官が立会いを必要とするもの、通常の見視検査で病害虫がないことを証明すればよいものまであります。

現在、日本産のカンキツ、カキ、リンゴ、ナシ、モモ、スモモ生果実がアメリカ、カナダ、ニュージーランド、オーストラリア、EU、台湾、ベトナム、シンガポール、香港などへ輸出されていますが、輸出に際しては、検疫の実施態勢を十分整え、輸入国の諸条件を的確に履行しなければなりません。

### 3. 生果実の輸出検疫条件の概要及び輸出検疫の流れ

#### (1) くん蒸処理を伴わない場合（台湾向け生果実）

1) 台湾向け生果実のようにくん蒸処理を伴わない検疫条件の概要は次のとおりです。生果実を輸出するためには、登録生産園地での栽培、登録選果こん包施設での選果及びこん包の実施とともに、輸出検査を受けなければなりません。

#### ① 対象植物

リンゴ、ナシ、モモ、スモモの生果実

#### ② 主な検疫対象病害虫

モモシンクイガ

#### ③ 主な検疫条件

##### i) 生産園地及び選果こん包施設の登録

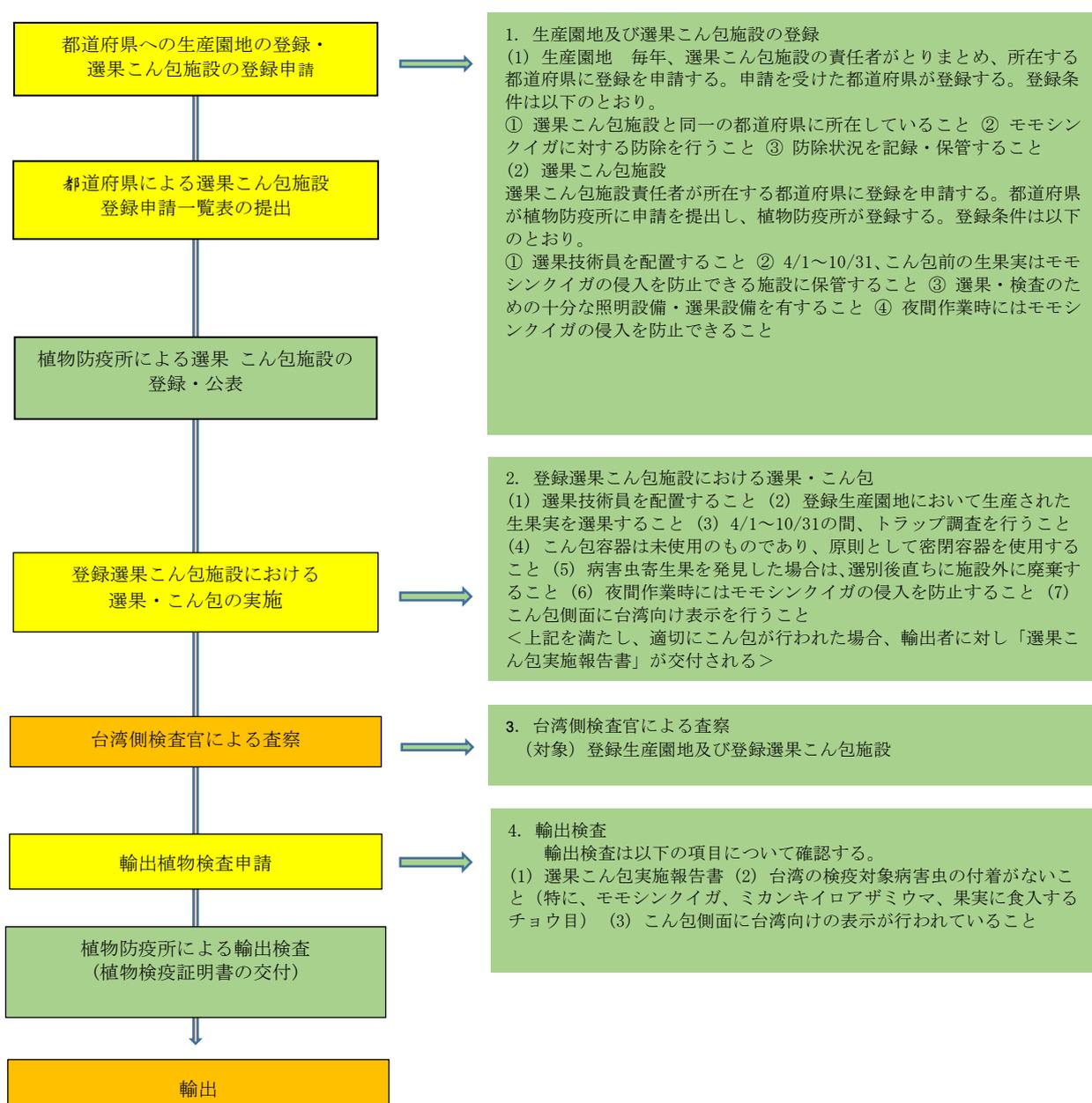
生産園地は、毎年、選果こん包施設の責任者がとりまとめ、所在する都道府県

に提出。提出を受けた都道府県が登録する。選果こん包施設の責任者は、所在する都道府県に登録を申請する。申請を受けた都道府県が植物防疫所に申請を提出し、植物防疫所が登録する。

登録のための条件は以下のとおりです。

- ア. 生産園地：登録選果こん包施設と同一県内にあり、モモシクイガに対する適切な防除が行われていること
- イ. 選果こん包施設：選果に十分な照明設備等を有し、植物防疫所による病害虫識別研修を受けた選果技術員を配置すること

### 台湾向けリンゴ、ナシ、モモ、スモモの輸出検疫の流れ



ii) 登録選果こん包施設での選果・こん包の実施

登録生産園地で生産された生果実は登録選果こん包施設で選果・こん包を行う。  
なお、こん包に用いる容器は台湾向け表示のある未使用のものを使用する。

iii) 台湾側検査官による査察

台湾側検査官により、登録生産園地及び登録選果こん包施設の査察が行われる。

iv) 輸出検査の実施

植物防疫官による病害虫の付着がないことを確認する輸出検査が行われ、合格すれば植物検疫証明書が発給される。

2) 台湾向けの生果実の輸出検疫の流れは図のとおり、生産園地、選果こん包施設の登録から輸出まで8ステップを要しています。具体的には、園地でのモモシクイガの防除の実施、選果こん包施設の照明・再汚染防止対策、選果、保管方法、こん包材料、台湾側検査官による選果こん包施設の査察、わが国植物防疫官による輸出検査を受け、対象害虫がいない旨が記載された「植物検疫証明書」を添付して輸出されています。本例は、幾重もの検疫セーフガードをクリアし、結果として害虫フリーとする手法ですが、台湾側の輸入検査で寄生害虫が発見され、輸出がストップする事例が発生しています。

(2) くん蒸処理を伴う場合（オーストラリア向けカキ生果実）

1) オーストラリア向け生果実のようにくん蒸処理を伴う検疫条件の概要は次のとおりで、カキを輸出する場合には、登録生産園地での病害虫防除、登録選果こん包施設での選果・こん包の実施とともに、輸出検査を受けなければなりません。

① 対象植物

カキ生果実

② 主な検疫対象病害虫

灰星病、カキノヘタムシガ、コナカイガラムシ類、カイガラムシ類、アザミウマ類

③ 主な検疫条件

i) 生産園地の登録

植物防疫官が生産園地を登録する。

ii) 登録生産園地での病害虫防除

灰星病を対象として登録生産園地及びその周辺地域での発生調査、登録生産園地での衛生措置を実施する。

iii) 臭化メチルくん蒸

ガス保有力が一定の性能を超えるくん蒸施設において、カキノヘタムシガを対象に、次の条件で臭化メチルくん蒸を実施する。

ア. 投薬量：1立方メートル当たり48グラム

イ. くん蒸時間：2時間

iv) くん蒸の条件：果実の中心温度15度以上

v) 登録選果こん包施設での選果・こん包及び果実の清浄等の実施

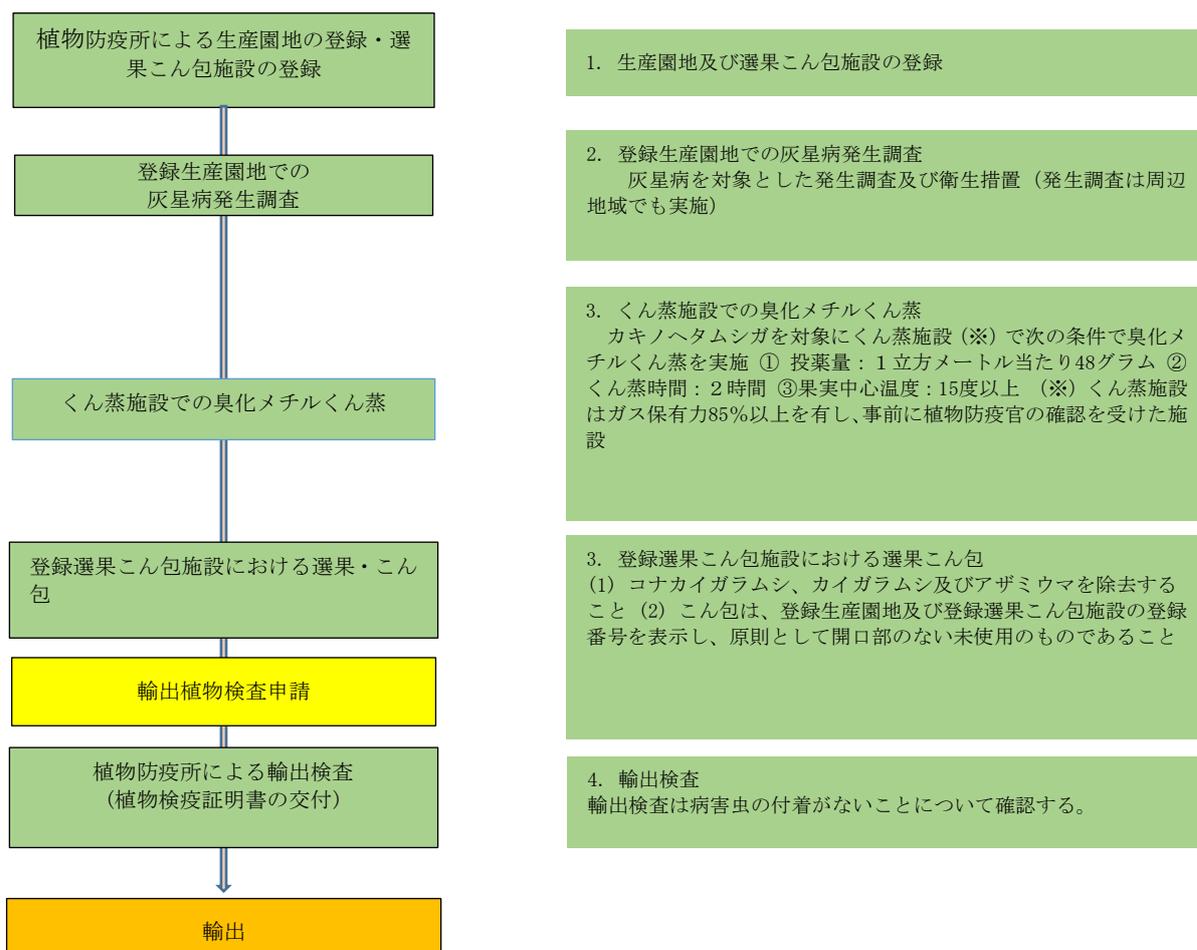
登録こん包施設において、コナカイガラムシ、カイガラムシ及びアザミウマの除去を行う。なお、こん包にあたっては、園地及びこん包施設の登録番号を表示した、原則として開口部のない未使用の容器にこん包する。

vi) 輸出検査の実施

植物防疫官による輸出検査で、病虫害の付着がないことを確認した場合は、植物検疫証明書が発給されます。

2) オーストラリア向けカキの輸出検疫の流れは図のとおりで、わが国が指定した倉庫で規定の臭化メチルクん蒸を実施し、くん蒸条件が記載された「植物検疫証明書」を添付して輸出される。台湾向けのような幾重もの検疫セーフガードはなく、しかも、完全殺虫されるので検疫処理の信頼性は高く、円滑な輸出が期待できます。

### オーストラリア向けカキの輸出検疫の流れ



## Ⅱ ヨウ化メチル剤及びその取扱いに関する一般的知識

### 1. 理化学的性状

化学名、化学式	ヨードメタン（一般名：ヨウ化メチル、沃化メチル） $\text{CH}_3\text{I}$
分子量	141.95
外観	淡黄色の液体 常温常圧で液体
比重	液体 2.268 (0°C) 気体 4.9 (0°C) (空気=1)
沸点	42°C
臭気	無臭
気化熱	61.52cal/g (3.6°C)
溶解度	水に対し 1.4g/100ml (25°C)
蒸気圧	39kPa (20°C)

### 2. 毒性

急性経口/LD <sub>50</sub> (ラット)	80mg/kg
急性経皮/LD <sub>50</sub> (ウサギ)	> 2000mg/kg
急性吸入/LC <sub>50</sub> (ラット)	691ppm
目刺激性	重度
皮膚刺激性	中程度
皮膚感作性	陰性

### 3. 登録農薬

農薬登録されているヨウ化メチル剤は、木材、こん包材に寄生するキクイムシ類、カミキリムシ類、ゾウムシ類、マツノザイセンチュウなどを対象とした“検疫専用ヨウ化メチル”、“マイヒューム”、“ヤシマイヒューム”が、食用農産物ではクリに寄生するクリシギゾウムシ、クリミガを対象とした“クリ専用ヨーカヒューム”があります。

### 4. くん蒸剤としての特性

- ① 比較的低濃度で木材害虫、クリシギゾウムシ、クリミガなどに優れた殺虫力を示すとともに、生果実に対する葉害が比較的少ない。
- ② 浸透性に優れており、荷口中に速やかに拡散、浸透する。
- ③ 収着性がやや高い。
- ④ 沸点が高く (42°C)、ガス比重が重い (空気の 4.9 倍) ため、短時間でくん蒸する場合は気化器やかく拌機を使用してガス化及びガスの拡散を促進する必要がある。
- ⑤ 引火性、爆発性はない。
- ⑥ 金属 (鉄) を腐食し、アルカリ金属、強酸化剤と強く反応する。

- ⑦ 加熱や燃焼により、有害ガスなヨウ化水素などを生じる。

## 5. 製剤取扱い上の注意事項

### 1) 容器の種類

薬剤は耐圧円筒容器（ボンベ）に充填貯蔵される。ボンベは圧力ボンベ（圧搾空気を充填して高圧にし、底部に達するサイホン管を通して薬剤を霧状に噴出させる方式）又は加圧式ボンベ（常圧で薬剤を充填し、窒素ガスで加圧して薬液を追い出す方式）が使用できる。

### 2) 容器の貯蔵

- ① 換気（通風）の良好な冷暗所（常時 40℃以下）で施錠できる場所に貯蔵する。
- ② 貯蔵所は、不燃性又は難燃性材料を使用した軽量の屋根を設けて直射日光を避け、漏えいしたとき滞留しないような構造とする。
- ③ 貯蔵所の周囲 2m 以内には火気又は引火性もしくは発火性のものを置かないこと。また、塩素などの近くに置かない。
- ④ 容器の貯蔵は、充てん容器と空容器とをそれぞれ区分して置く。
- ⑤ 貯蔵所には、計量器等の作業に必要なもの以外は置かない。
- ⑥ 貯蔵所には、関係者以外の立入りを禁止し、その標示をする。
- ⑦ 容器の運搬などでやむを得ず一時的に屋外に置くときは、容器やそのバルブなどの傷みを防止するため、必ず容器の下に台を置く。また、湿潤箇所を避け、シートを覆い、冷涼な環境のもとに置く。

### 3) 容器の取扱上の注意事項

- ① 容器を乱暴に取り扱くと損傷を与え、薬液が漏えいし、事故を誘発するので、動揺、転倒などによる衝撃を与えないよう丁寧に扱う。
- ② 容器（ボンベ）を移動するときは、必ずバルブを閉め、キャップを確実に取り付ける。
- ③ 容器（ボンベ）を吊り上げるときは、バルブ、キャップなどの箇所を吊ってはならない。
- ④ 容器を運搬する際には、ヨウ化メチルが漏えいしていないか、ボンベキャップは確実に装着されているか、荷くずれしないよう積載されているかなどを点検し、腐食性の強い薬品との積合わせを避ける。
- ⑤ 容器（ボンベ）は、使用后、危険防止及び内部さび止めのため、バルブを閉め、「袋ナット」をした後、「キャップ」をかぶせておく。
- ⑥ 容器の取扱中、薬液がこぼれたり、ガスが漏えいしたりした場合は直ちにその場所から離れなければならない。屋内で漏えいした場合は、直ちに扉、窓などを開放し、ガスの散逸を図る。

### 4) 危害防止

- ① ヨウ化メチルを取り扱うときには、長袖、長ズボンを着用し、必ず隔離式全面形防毒マスク又は半面形防毒マスク（投薬時にはゴグル形保護メガネを着用）する。
- ② ヨウ化メチルは、無色無臭なので、ガスが存在する危険性がある場合は必ずガス検知器を使用する。
- ③ ヨウ化メチルの薬液や高濃度ガスが直接皮膚に接触すると、発しん、水疱を伴う化学火傷を起こすので、薬液が付着した場合は、ただちに多量の水又は石けん、合成洗剤などで十分洗淨する。また、衣類の上から薬液の飛沫を浴びた場合は速やかに着衣を脱ぎ、よく洗い、乾燥しないうちは着用しない。

## 6. 関係規則及び使用者の資格

主な関係法令、規則などは次のとおりです。

### 1) 労働安全衛生法特定化学物質障害予防規則

ヨウ化メチルは特定化学物質に指定されており、事業者は、特定化学物質を製造、又は取り扱う作業については、「特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習」を修了した者のうちから、「特定化学物質作業主任者」を選任し、そのくん蒸を行う事業所に設置することが義務付けられている。また、事業者がヨウ化メチルなどを用いてくん蒸作業に労働者を従事させるときの留意事項が定められている。

### 2) 毒物及び劇物取締法

ヨウ化メチルは「医薬用外劇物」に指定されており、購入の際には、「劇物の名称」、「数量」、「購入年月日」、「住所」、「氏名」、「職業」など必要事項を記載し、受領印を押した書面を提出すること、「医薬用外劇物」表示をした鍵のかかる場所に保管すること、盗難・紛失した場合には警察へ届け出ることなどが定められている。

### 3) 農薬取締法

適用作物以外に使用しないこと、使用量、使用濃度を守ること、総使用回数を超えて使用しないなどを遵守することなどが義務付けられています。また、くん蒸剤の使用者は、「農薬使用計画書（変更）」を農林水産大臣（農薬使用者の所在地を管轄する北海道農政事務所、地方農政局又は地域センター）に提出することになっている。

## 7. 抑制濃度

くん蒸剤を使用する場合、くん蒸施設内又は作業現場などの濃度を管理する際の目安として「抑制濃度（TLV-TWA：1日8時間、週40時間繰り返し暴露されても健康障害を起さない濃度）」があります。植物検疫で用いられている「抑制濃度」は、特定化学物質等障害予防規則などにおいて法的に測定が義務付けられている、いわゆる「立入禁止濃度」で、この濃度を超える場所への立入りは禁止されています。わが国ではヨウ化メチルの「抑制濃度」は未設定（米国では2ppm）で、その代わりに労働安全衛生法の作業環境評価基準に基づく作業環境管理の良否を判断する指標である「管理濃度」の2ppmを超えない環境で作業することが求められています。

## 8. 残留基準

わが国では、平成 18 年 5 月に食品衛生法の一部が改正され、農薬などが一定量残留する食品の販売、流通を禁止する残留基準のポジティブリスト制が導入されています。この制度では、残留基準が設定されているものはそのまま、設定されていないものは新たに残留基準（暫定基準）が設定され、これ以外のものは、原則として、0.01ppm の基準が設定されます。ヨウ化メチルでは 0.5ppm が設定されており、クリ果実では、くん蒸 1、3 日後 0.04～0.02ppm で残留基準値を大幅に下回っていることが判明しています。輸出生果実では輸入国の残留基準を遵守することになっています。

## Ⅲ ヨウ化メチルくん蒸の実際

輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸は、生産地のくん蒸施設又は輸出港の植物検疫くん蒸施設において実施される。現時点では、輸入国の検疫履行条件が不明であることから、ここでは、輸出港の植物検疫くん蒸施設において、輸出仕様箱に梱包された生果実を植物検疫くん蒸作業主任者がくん蒸する場合について記載します。

なお、くん蒸には、農林水産省植物防疫所の植物防疫官が単独又は輸入国の検査官と合同で立会し、くん蒸が適正に実施されたか、所定のくん蒸効果が得られたか確認した後、くん蒸基準の明細を記載した植物検疫証明書が発給されることになっています。

### 1. くん蒸施設及び付属設備の審査、指定

わが国では、植物防疫所が港湾地域内や生産地のくん蒸施設や付属設備を審査し、くん蒸に使用できる施設を指定（承認）しています。

#### 1) 環境及び施設の構造審査

- ① 倉庫については、学校、病院、住宅などとの距離が 3m 以上あり、かつ、そのガスを排出する場所と学校、病院、住宅などとの距離が 15m 以上あること。
- ② 倉庫の構造及び付属施設が申請書記載事項及び添付書類の内容と合致していること、亀裂、破損箇所がないこと、循環装置及び投薬装置などの能力が十分あること。

#### 2) 施設のガス保有力及び付属設備の審査

- ① 空の倉庫において、臭化メチルを 1m<sup>3</sup> 当たり 10g 投薬してくん蒸を行い、48 時間後のガス濃度を測定し、残存ガス濃度が投薬量の 85% 以上のときは特 A 級、70% 以上が A 級施設の格付けが行われ、生果実では A 級以上が必要である。希望があった場合は気密度の確認をもってガス保有力審査に代えることができ、倉庫内の気圧を水柱 50mmAq 以上にあげた後、バルブ等の開口部を密閉し、水柱 50mmAq になってから 5 分後の水柱の高さを読み、水柱 45mmAq 以上の場合は特 A 級、5mmAq

以上 45mmAq 未満の場合は A 級として格付けされる。

- ② 通常の貨物の収容状態で消毒基準薬量を用いてくん蒸し、かく拌（循環）装置を作動させた場合、生果実では投薬終了後 40 分以内にガス濃度が均一化する能力があること。かく拌装置は固定された天井扇や可搬式の送風機などがあり、送風率＝倉庫内容積(m<sup>3</sup>)/合計風量(m<sup>3</sup>/分)が 15.0 以下となっている。
- ③ くん蒸終了後は速やかにガスを排気させなければ、生果実に薬害が発生するため、排気装置が必要である。臭化メチルくん蒸用の倉庫の排気装置の平均能力は、送風率 4.5 となっている。

## 2. 輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸基準（案）

輸入国が農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業で開発された輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸基準（案）を採用した場合は、下表の基準が適用されます。国によっては、さらにきめ細かく基礎試験、大規模殺虫試験データを求める場合があります、本基準が全面的に受け入れられないことに留意する必要があります。

輸出生果実の植物検疫ヨウ化メチルくん蒸基準(案)

対象害虫	対象生果実	薬量 (g/m <sup>3</sup> )	時間 (h)	温度 (°C)
ミカンバエ	カンキツ	50	3	15 以上
オウトウショウジョウバエ	オウトウ、ブルーベリー	50	2	
モモシンクイガ、ミカンキイロアザミウ等	モモ、ブドウ等	40	2	

(注)

1. くん蒸は、ガス保有力 85%以上を有し、必要なくん蒸装置を備え、事前に植物防疫官の確認を受けた施設で実施すること。
2. ハダニ類、カイガラムシ類、アブラムシ類なども表の基準を適用すること。
3. 殺虫効果が確認された害虫の種類（態）  
ミカンバエ（幼虫）、モモシンクイガ（卵、幼虫）、オウトウショウジョウバエ（卵、幼虫、蛹、成虫）、ミカンキイロアザミウマ（卵、幼虫、成虫）、カンザワハダニ（卵、幼虫、成虫）、モモアカアブラムシ（幼虫、成虫）、クワコナカイガラムシ（卵、成虫）
4. 上記基準により障害の発生がないことが確認された生果実の種類（品種）  
カンキツ（温州ミカン：興津早生、青島温州、大津 8 号、中晩柑：せとみ、吉田ボンカン、太田ボンカン、はるみ、不知火）、モモ（日川白鳳、川中島白桃、あかつき、さくら）、ブドウ（シャインマスカット、甲斐路）、ブルーベリー（ウエイマウス、ノースランド、デューク、ハーバード、ラビットアイ）、オウトウ（サミット、紅秀峰）

### 3. ヨウ化メチル倉庫くん蒸

#### 1) くん蒸準備

##### ① 必要な器材とその点検

ヨウ化メチル倉庫くん蒸に必要な器材類は次のとおりである。

干渉計型ガス検定器、漏えいガス検知器、ガス採取器及び検知管、隔離式全面形防毒マスク（ヨウ化メチル吸収缶）、ニトリル製の厚手の手袋、くん蒸実施中・立入禁止の標識、移動柵、錠、ガス濃度測定用パイプ、温度計、目張り用資材。これらの器材は、くん蒸前に必要な数だけあるか、破損、故障がないかなどについて十分点検する。

##### ② 倉庫付属施設などの点検

ガス気化器、ガスかく拌装置、強制ガス排気装置などが正常に稼働するか点検する。

##### ③ 貨物の積付け

貨物の収容は $0.14\text{t}/\text{m}^3$ 以下とし、通路を設け過度に高く積まないなどガスの拡散を阻害しないよう積付ける。

##### ④ ガスのかく拌

ガスの拡散を促進し、ガス濃度の迅速な均一化を図るため、くん蒸中は必ずかく拌機を使用する。

##### ⑤ ガス濃度測定用パイプの配置

ガス濃度の経時的变化及びガス濃度の均一化に要する時間などを知るため、ガス濃度測定用パイプを3カ所に配置（庫内中央部の上・中・下の3点とし、上は天井から30cm、下は床上30cm、中はその中間）する。

##### ⑥ くん蒸実施記録表

くん蒸実施記録表に必要事項（品名、数量、投薬量、温度、ガス濃度など）を記入する。

#### 2) 投薬作業

##### ① くん蒸態勢

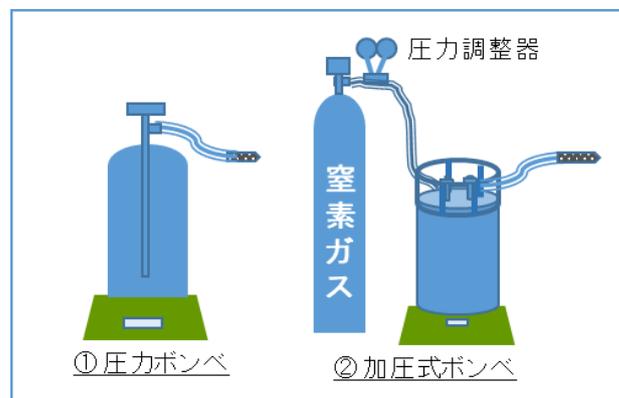
植物防疫所指定のくん蒸庫に生果実を搬入して扉を密閉し、投薬の準備が完了し、倉庫内に人がいないことを確認した後投薬を行う。作業は長袖、長ズボン、乾いている厚手のアクリル製手袋、隔離式全面形防毒マスク（ヨウ化メチル吸収缶）を着用し、作業主任者の指揮のもと2人以上で組になって実施する。

## ② 投薬

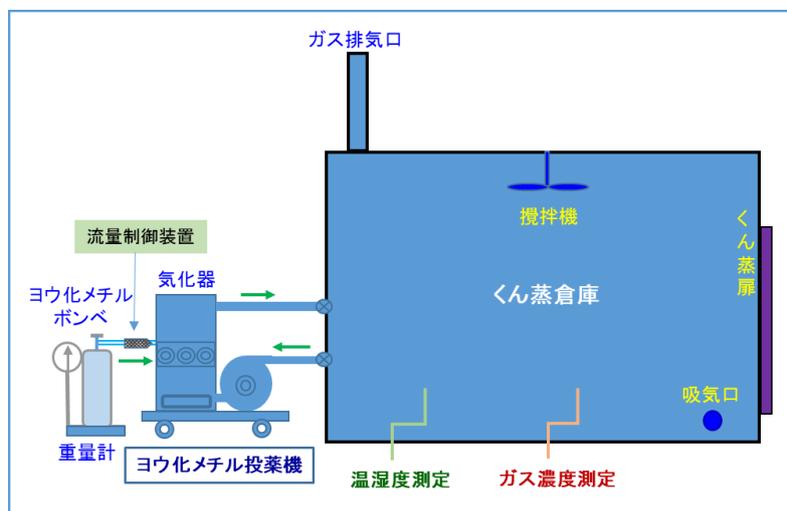
倉庫くん蒸における関係施設及びヨウ化メチル投薬のイメージは下図のとおりである。

投薬は、圧力ポンペを使用する場合は、倉庫に接続した気化器にポンペを接続し、計量しながら気化器内でガス化して庫内へ送り込む。

加圧ポンペを使用する場合は、ポンペを気化器に接続して窒素ガスで加圧し、流量を調節し薬液を追い出し気化器内でガス化して庫内へ送り込む。くん蒸中は必ずかく拌機（循環装置）を運転する。作業終了後、作業員は手や顔を石けんで十分に洗い、手袋は洗濯しておく。



ヨウ化メチルガスポンペ (8kg)



ヨウ化メチルくん蒸設備及び投薬イメージ図

## 3) くん蒸中の作業

- ① 倉庫の扉に「くん蒸実施中・立入禁止」の表示を行い、くん蒸中であることを周知させる。
- ② くん蒸中は、検知器で漏えいガスの有無を点検する。

- ③ 間仕切りした倉庫、多階建倉庫では隣接（階下、階上を含む）した倉庫に立ち入るときは必ずガスの有無を点検し、安全を確保する。
- ④ くん蒸中に当該倉庫の保安全管理上、当該倉庫の周辺に緊急やむを得ずくん蒸関係者以外の者が立ち入る必要が生じた場合には、その都度その場所のガス濃度を測定し、安全を確認したうえで立ち入らせるよう措置する。



青果物大型くん蒸倉庫



青果物の倉庫積付け



くん蒸剤気化投葉機



「くん蒸中立入禁止」表示



ガス濃度測定



くん蒸剤保管庫

#### 4) くん蒸終了後の作業

- ① 周囲に有毒ガスが排出されることを倉庫及び荷役の関係者などに知らせるとともに、管理濃度（抑制濃度）以上のガスが拡散する可能性がある範囲については、移動柵を設置するなど立入りを禁止し、その旨を表示する。
- ② 風向、人家の有無及び周囲における作業の状況などを考慮し、開放しても安全であることを確認しておく。
- ③ 開放作業は、必ず、隔離式全面型防毒マスクを着用して植物検疫くん蒸作業主任者の指揮のもとに2名以上で組になって実施する。
- ④ 強制ガス排気装置のある場合は、ガス排出及び空気取入口を外部から開き、強制ガス排気装置を運転し、できるだけ短時間に排気する。この場合、くん蒸終了時の残存ガス濃度が高いので、危害防止には十分留意する。
- ⑤ くん蒸作業を終了したときは、「くん蒸実施中・立入禁止」の表示は必ず撤去する。
- ⑥ 一度管理濃度（抑制濃度）以下になったことが確認され、倉庫への立入りが許可された場合であっても、生果実や庫内壁から徐々に脱着したガスが滞留し、立入り濃度以上に達している可能性があるため、必ず、検知管でガス濃度を測定し、立入濃度以下であることを確認する。

## IV くん蒸関連器材

### 1. 防毒マスク及び吸収缶

気化したくん蒸剤は無臭のものが多く、どの程度の濃度に暴露されているかわからないため、植物検疫くん蒸作業時（投薬時の薬剤ボンベ取付け、気化装置及びかく拌装置の運転、くん蒸中の施設からのガス漏えい点検、ガス濃度測定、ガス排気装置の運転、ガスの開放、くん蒸施設再入場時の管理濃度（抑制濃度）などの測定）は、防毒マスク及びガス吸収缶などの保護具の使用は不可欠です。防毒マスクや吸収缶の種類はくん蒸剤の種類によって異なっているため注意が必要です。また、これらの使用及び保管、吸収缶の除毒能力の判定など保護具としての性能維持に細心の注意を払わなければなりません。さらに、空気中の酸素が18%未満の場合（通常の空気では約21%）は危険なため使用してはなりません。

#### (1) 防毒マスク及びヨウ化メチル吸収缶

わが国では、植物検疫などで使用される防毒マスク及び吸収缶は、現在重松製作所株式会社のみで製造されている。ヨウ化メチルくん蒸では、防毒マスクは、隔離式全面形防毒マスク又は隔離式半面形防毒マスク（必ずゴーグル形保護メガネを併用）及びヨウ化メチル専用吸収缶（缶の色は黒色）を着用する。

		
隔離式全面形防毒マスク	隔離式半面形防毒マスク	ゴグル形保護めがね
GM161：重松製作所製	GM91：重松製作所製	SP-18F：重松製作所製

## (2) 防毒マスクの着用及びマスク・吸収缶の管理

マスクの着用方法を間違えると外気が漏入して思わぬ中毒事故を引き起こすことがあるので、着用の方法を十分に習熟する必要がある。また、安全及び衛生的見地から各人が専用のもを持つ必要がある。

- ① 着用方法は、先ず、吸収缶の上下の栓を外し、吸収缶と面体の連結管をつなぐ。次に、しめ紐の長さを自分の顔に合うよう調節し、下の左右2本は緩めておく。低温時は、眼ガラスが呼吸で曇ることがあるので、曇り止め剤を塗布する。
- ② 着面は、先ず、両手で左右のしめひもを握り、先に顎を入れ、ひもを吊り上げあげながら順次顔全体を覆い、次に、下の左右2本のしめひもを適度に締め上げる。このとき、面全体の位置を無理のないよう調整する。終わったら、吸収缶の底をふさいで吸気し、外気が漏入しないか、さらに、連結管を折り曲げて吸気し、外気が漏入しないか、必ずダブルチェックする。また、高濃度のガスに触れる可能性のある作業では、ガス漏れ部位に吸収缶がこないように注意し、携帯袋をセットする。
- ③ 脱面は、面体の下部を握って顎から順次外す。マスク使用後は、吸収缶を連結管から取り外し、上下に密栓し、面体（特に弁関係）の湿気を拭き、使用時間をカードに記入して袋に納める。マスクが汚れたときはアルコールで拭いた後、直射日光を避け乾燥した場所に保管する。特に、吸収缶は空気中の湿度を吸収して急速に除毒能力が低下するので、吸収缶の上下の栓は確実に密栓する。

## (3) ヨウ化メチル吸収缶の除毒能力及び吸収缶の交換

### 1) 吸収缶の除毒能力

吸収缶の能力は、厚生労働省告示あるいはJISの性能試験の項目中に除毒能力試験の方法などが規定されている。ヨウ化メチルの場合の重松製作所の隔離式吸収缶は、0.3%のガス濃度に対し、下図のとおり、破過（除毒能力の喪失）時間は225分となっている。

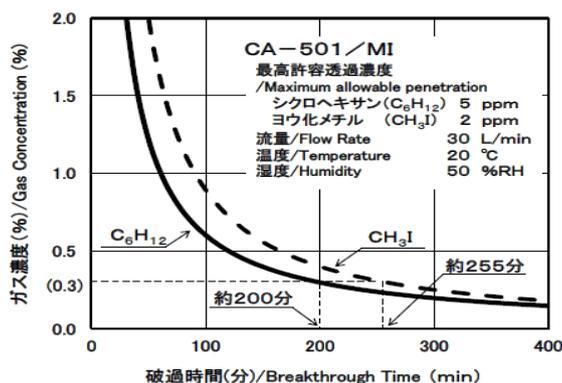


図 CA-501/MI (有機ガス・ヨウ化メチル用) のシクロヘキサン及びヨウ化メチルに対する破過曲線

## 2) 吸収缶の交換

重松製作所は、次の場合新しい吸収缶と交換することを勧めている。

- ① 破過曲線図により除毒能力が喪失したと考えられる場合
- ② 製造時のヨウ化メチル吸収缶の重量（上栓及び下栓を含む。製造時の重量は製品本体に表示）から 100g 増加した場合
- ③ 開封後から 1 年経過した場合
- ④ 開缶状態で保管されていた場合
- ⑤ 臭気や刺激を感じた場合

## 2. ヨウ化メチルガス測定器

くん蒸においては、くん蒸施設的能力審査、施設からのガス漏えい点検、効果判定のためのくん蒸終了時の残存ガス濃度の確認、抑制濃度や管理濃度の確認など、ガスの検知やガス濃度を測定する作業があります。これらの作業では目的に合った機器を使用する必要があり、ヨウ化メチルくん蒸では次測定器が使用されています。

### (1) 干渉計型ガス検定器

測定対象ガスと空気の光の屈折率が異なる原理を利用したもので、計器の中に純粋な空気と空気・対象ガス混合気体の二つの光路を作り、別々に通った光を 1 か所に集め、その結果生じる干渉縞の位置（零点）からずれる量を読みとって対象ガスの濃度を測定する。臭化メチル、リン化水素、二酸化炭素用の機種が製造中止になり、これらのガスに加えヨウ化メチル、青酸ガスなど数種の高濃度ガスが測定できるポータブルタイプ器種（FI-8000 型、理研計器）が開発されている。



ガス濃度検知器(FI-8000 型)  
理研計器

## 2) 半導体式ガス検知器

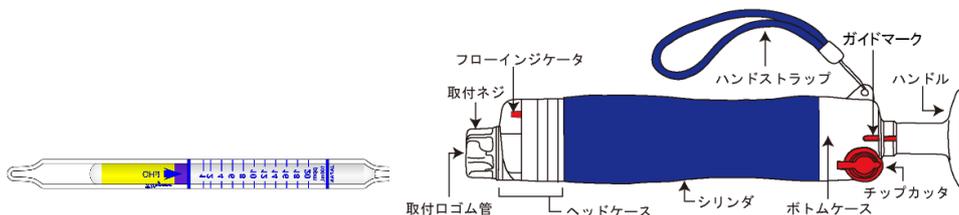
高感度半導体によりガスを検知するもので、投薬中の気化器やくん蒸施設からの漏えいガスの検知に使用する。ハンディタイプのガスリーク検知器（SP-220型、理研計器）は、ガスを検知すると赤色表示とともにブザーが鳴り、切換えスイッチにより20～200ppmの測定が可能で、Lレンジ（低感度）のLED点灯数3、Hレンジ（高感度）のLED点灯数8で最低検知可能濃度は1ppmとなっている。ただし、多種類のガス（車、フォークリフトの排気ガス、アルコール、タバコ煙、人の息など）に反応するため注意が必要である。また、抑制濃度や管理濃度の測定には使用できない。



ガスリーク検知器（SP-220型）  
理研計器

## (3) 検知管

ガス採取器に検知管（長細いガラス管に検知剤が一定量充填され、両端が溶封された管）を接続してガスを測定する。測定時に検知管の両端を切断し、ガス採取器に接続して一定量のガスを吸引すると、検知剤と化学反応を起こして変色するので、この変色層の長さから濃度を読み取る。低濃度用検知管で管理濃度（抑制濃度）を測定する。光明理化学工業などから販売されている。



検知管

ガス採取器（光明理化学工業）

## V ヨウ化メチルくん蒸における危害防止対策

### 1. 植物検疫くん蒸における危害防止対策

わが国へは多種多様な農林産物が大量に輸入されています。これら農林産物は植物防疫官によって病害虫の検査が行われ、検疫病害虫が発見されたときは、消毒措置をとることが命じられます。植物検疫における消毒処理は、大量の農林産物に付着している多種類の害虫を完全に殺虫する必要があることから、くん蒸剤による処理が広く適用されています。

植物検疫で使用されている臭化メチルや青酸ガスなども、過去において中毒事故を引き起こし、その危害防止について関係者の間で大きな議論を呼びました。ヨウ化メチルは臭化メチルと同じ劇物で、人畜には毒性が強い薬剤です。くん蒸剤は使用方法を誤るとくん蒸に従事する作業員ばかりでなく、第三者にも危害が発生するおそれがあります。ガス体は目に見えず、また、ほとんど臭いのないものもあり、くん蒸作業ではより安全を期さなければなりません。

### 2. 倉庫くん蒸における危害防止対策

植物検疫くん蒸においては、「植物検疫くん蒸における危害防止対策要綱（昭和43年4月22日付け43農政B第699号農政局長通達）」により、くん蒸関係者に対する安全を確保するとともに、第三者に対する危害を防止するため、くん蒸関係者のそれぞれが果たすべき責任の範囲を定め、さらに、その責任をいかにして果たすべきか、従事するときの留意事項が定められています。

輸出生果実のヨウ化メチルくん蒸作業においても、臭化メチルくん蒸作業と同様に、以下の安全対策をとることになります。

#### 1) くん蒸前

- ① くん蒸実施方法、ガスの特性、中毒症状、緊急事態発生の際の措置（応急手当、医師への連絡等）危害防止上必要な事項をあらかじめくん蒸施設の所有者（管理者を含む）及び荷役業者等に十分説明しておくこと。（くん蒸事業者）
- ② くん蒸作業は、植物検疫くん蒸作業主任者の指揮監督のもとに行わせること。（くん蒸事業者）
- ③ あらかじめ倉庫の管理者、荷役業者及び植物検疫くん蒸作業主任者の間で、投薬時刻、開放時刻及び荷役開始可能時刻の相互間の連絡方法について協議すること。（植物検疫くん蒸作業主任者）
- ④ 倉庫内及び投薬場所の周囲にくん蒸者以外の者がいないことを確認すること。（植物検疫くん蒸作業主任者）
- ⑤ 人の出入りするおそれのある箇所には「くん蒸実施中・立入禁止」の表示をすること。（植物検疫くん蒸作業主任者）
- ⑥ 開孔部の完全密閉とその確認を行うこと。（植物検疫くん蒸作業主任者）
- ⑦ くん蒸器材及びその点検を行うこと。（植物検疫くん蒸作業主任者）
- ⑧ ガス循環装置その他くん蒸施設の点検を行うこと。（植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者）

## 2) くん蒸中

- ① くん蒸実施者は必ず防毒マスクを着用し、投薬前後の人数を確認すること。  
(植物検疫くん蒸作業主任者)
- ② 投薬後は、ガス漏れの有無を綿密に点検し、ガス漏れを認めた場合は速やかに防止措置を確実に講ずること。(植物検疫くん蒸作業主任者)
- ③ くん蒸中ガス漏えい点検を定期的に行うこと。(くん蒸施設の所有者)
- ④ 扉及びくぐり戸等の出口に必ず施錠しておくこと。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)

## 3) ガス開放時

- ① 周囲に有毒ガスが排出されることを倉庫及び荷役の関係者等に知らせるとともに、抑制濃度以上のガスが拡散される可能性のある範囲については立入を禁止し、その旨を表示すること。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)
- ② 風向、人家の有無及び周囲における作業の状況等を考慮し、安全を確保して開放すること。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)
- ③ 扉及びくぐり戸に網戸をつけて施錠すること。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)
- ④ 開放作業に従事する者は、必ず防毒マスクを着用すること。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)

## 4) 開放後

- ① 投薬後のガス容器は、残存ガスの危険のないことを確認して必ず安全に処理すること。(植物検疫くん蒸作業主任者)
- ② 荷役作業の開始に先立って、作業場所のすみずみに至るまでガス濃度が抑制濃度以下であることを確認すること。(植物検疫くん蒸作業主任者及びくん蒸施設の所有者)
- ③ 「くん蒸実施中・立入禁止」の表示は、開放後安全が確認され次第、必ず撤去すること。(くん蒸施設の所有者)

## 3. ヨウ化メチル中毒症状及び応急措置

ヨウ化メチルの中毒症状、応急措置などについて、井筒屋化学産業株式会社のクリ専用ヨーカヒュームの「製品安全データシート (SDS) から抜粋すると次のとおりです。

### (1) 中毒症状

#### 1) 予想される急性症状及び遅発性症状

- ① 吸入した場合  
咳、咽頭痛、頭痛、めまい、目やに、脱力感、錯乱、下痢、吐き気、嘔吐
- ② 皮膚に付着した場合  
発赤、痛み、水疱

- ③ 眼に入った場合  
発赤、痛み
- ④ 経口摂取した場合  
咳、咽頭痛、頭痛、めまい、目やに、脱力感、錯乱、下痢、吐き気、嘔吐

## 2) 最も重要な兆候及び症状

中枢神経系の症状は、暴露後数日あるいは数週間経過するまで現れないことがある。

## (2) 応急措置

### 1) 吸入した場合

- ① 救助者は必ず防毒マスクを着用し、暴露者を空気の新鮮な場所に移し、呼吸しやすい姿勢で休息させること。
- ② 気分が悪いときは、医師の診断、手当てを受けること。

### 2) 皮膚に付着した場合

- ① 多量の水及び石けんで洗うこと。
- ② 皮膚刺激、水泡、痛みなどの症状が生じた場合は、医師の診断、手当を受けること。
- ③ 汚染された衣類を脱ぎ、再使用する場合は洗濯する。

### 3) 眼に入った場合

- ① 直ちに医師に連絡すること。
- ② 直ちに清浄な水で最低 30 分間注意深く洗うこと。
- ③ コンタクトレンズを着用していて容易に外せる場合は外すこと。
- ④ その後も洗浄を続けること。直ちに医師の手当を受けること。
- ⑤ 洗眼した後、痛みがあれば医師の手当てを受けること。

### 4) 飲み込んだ場合

- ① 直ちに医師に連絡する。
- ② 口をよくすすぎ安静保温を保ち、直ちに医師の手当を受けること。
- ③ 意識がない場合は、口から何も与えてはならない。
- ④ 気分が悪い時は、医師の診断、手当を受けること。

### 5) 呼吸が停止している場合

必要に応じて人工呼吸や酸素吸入を行う。口対口法は、救助者がガスを吸引して二次災害を起こすので用いてはならない。逆流防止のバルブが付いたポケットマスク（ふいごと同じ仕組みで暴露者の口と鼻に空気を送り込む人工呼吸器具）や他の適当な医療用呼吸器を用いて人工呼吸を行う。

### (3) 中毒についての緊急問合せ先

中毒 110 番：公益財団法人 日本中毒情報センター

中毒 110 番	一般市民専用電話 (情報提供料無料)	医療機関専用電話 (1 件につき 2,000 円)
大阪 (365 日、24 時間対応)	072-727-2499	072-726-9923
つくば (365 日、9~21 時対応)	029-852-9999	029-851-9999

## おわりに

以上のとおり、輸出検疫においてヨウ化メチルクン蒸処理を実施する場合に必要な基本的な事項をとりまとめました。輸出検疫は、輸入国と合意した検疫条件に基づいて行われるため、その内容は輸入国により異なりますが、くん蒸処理に関しては、いずれの国も同じように、港湾地域や生産地の植物防疫官の確認を受けた施設において、わが国の植物防疫官や輸入国の検査官で立会の下に実施されます。くん蒸作業に当たっては、薬剤の取扱い、くん蒸処理に適正を期すとともに、くん蒸関係者や第三者への危害防止、周辺環境に対する負荷の低減に留意する必要があります。

輸出検疫に関して不明な点がある場合には、農林水産省消費・安全局植物防疫課又は各植物防疫所にご相談下さい。

農林水産省植物防疫課	電話 03-3502-8111(4571)
横浜植物防疫所	電話 045-211-7155 (輸出及び国内担当)
名古屋植物防疫所	電話 052-651-0114 (輸出及び国内担当)
神戸植物防疫所	電話 078-331-2384 (輸出及び国内担当)
門司植物防疫所	電話 093-321-2809 (輸出及び国内検疫担当)
那覇植物防疫事務所	電話 098-868-1679 (輸出及び国内検疫担当)

本事例集は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（課題番号27012C）「輸出入植物検疫処理の円滑化等に資する新たなくん蒸技術の確立」（H27-29）による成果をわかりやすくまとめたものです。

「私的利用」または「引用」など著作権上認められた場合を除き、無断で転載、複製、放送、販売などに利用することはできません。本資料に関するお問い合わせは、以下の連絡先をお願いします。

◎編集・発行

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門  
〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1  
tel. 029-838-6416（代表） fax. 029-838-6437

◎問合せ先

一般社団法人日本「くん蒸技術協会」  
〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6  
tel. 03-3833-6923 fax. 03-3833-6925