

この資料は業務の参考のための仮訳です。  
利用者が当情報を用いて行う行為については、  
利用者の責任でお願いいたします。

横浜植物防疫所

## 植物検疫措置に関する国際基準

### ISPM 43

## 植物検疫措置としてのくん蒸の利用の要件

2019年採択；2019年出版

Required citation:

FAO. 2019. *Requirements for the use of fumigation as a phytosanitary measure*. International Standard for Phytosanitary Measures No. 43. Rome. Published by FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention (IPPC). 18 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

本書において使用している名称及び資料の表現は、いかなる国、領土、都市又は地域、若しくはその関係当局の法的又は開発上の地位に関する、又はその国境若しくは境界の決定に関する、国際連合食糧農業機関（FAO）のいかなる見解の表明を意味するものではない。特定の企業又は製品についての言及は、特許の有無にかかわらず言及のない類似の他者よりも優先して FAO に承認又は推奨されたものではない。

本書中で表された著者の見解は、必ずしも FAO の見解又は方針と一致するものではない。

@FAO, 2019



一部の権利を留保する。本書はクリエイティブ・コモンズ・表示-非営利-継承 3.0 IGO ライセンス（CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>）の下で利用することができる。

このライセンスの条項の下で、本書が適切に引用されている場合に限り、複製、再配布及び非営利目的で編集することができる。本書のいかなる使用においても、FAO が特定の組織、製品、又はサービスを承認していることを意味するものではない。FAO のロゴの使用は許可されない。本書を編集する場合は、クリエイティブ・コモンズ・ライセンス又は同等のライセンスが必要である。本書の翻訳を作成する場合は、必要な引用とともに次の免責事項を含まなければならない。「翻訳は国連食糧農業機関（FAO）によってなされたものではない。FAO は翻訳の内容又は正確性に責任を持たない。英語版の原文を正式なものとする。」

ライセンスに基づいて発生し、友好的に解決できない紛争は、本書に別段の定めがある場合を除き、ライセンスの第 8 条に記載されている調停及び仲裁によって解決される。適用される調停規則は、世界知的所有権機関の調停規則 <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> であり、仲裁は、国連国際商取引法委員会（UNCITRAL）の仲裁規則に従って行われる。

**第三者の資料。**表、図、画像など、第三者に帰属する本書の資料を再利用することを希望する使用者は、その再利用に許可が必要かどうかを判断し、著作権所有者から許可を得る責任がある。本書内の第三者が所有する構成要素の侵害に起因する請求のリスクは、使用者のみにある。

**販売、権利及びライセンス。**FAO の様々な文献は、FAO ウェブサイト ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) で入手が可能であり、また [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org) を通じて購入できる。商業利用の要請は、[www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) を通じて提出すること。権利及びライセンスに関する質問は [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org) に送信すること。

この ISPM を複製する場合には、この ISPM の最新採択版が [www.ippc.int](http://www.ippc.int) からダウンロードできることを付記すること。

公的な参考資料、政策立案又は紛争回避及び解決の目的で参照される可能性のある ISPM は、<http://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispm/#614> に掲載されている。

## 出版の過程

基準の公式な部分ではない

2014年4月 CPM-9 が植物検疫措置としてのくん蒸の使用に関する要件(2014-004)のトピックを優先順位 1 で作業プログラムに追加した。

2014年5月 基準委員会(SC)が仕様書草案を修正した。

2015年5月 SC が仕様書 62 を承認した。

2016年10月 植物検疫における技術パネル(TPPT)バーチャル会議で、スチュワードとスチュワード補佐が起草した。

2016年12月 TPPT バーチャル会議による修正した。

2017年1月 TPPT バーチャル会議による修正した。

2017年1月 TPPT の e-フォーラム(2017\_eTPPT\_Jan\_01)

2017年5月 SC が修正した。

2017年7月 1 回目加盟国協議

2018年5月 SC-7 が修正した。

2018年7月 2 回目加盟国協議

2018年11月 SC が草案を修正し、CPM で採択に諮ることを承認した。

2019年4月 CPM-14 が基準を採択した。

**ISPM 43.** 2019. *植物検疫措置としてのくん蒸の利用の要件* FAO, IPPC, ローマ

出版の過程の最新の修正:2019年4月

## 目次

採択

序論

適用範囲

参照

定義

要件の概要

背景

生物多様性と環境への影響

要件

1. くん蒸の目的
2. くん蒸の適用
  - 2.1 単一くん蒸剤による処理
  - 2.2 組合せによる処理
  - 2.3 特別な条件下でのくん蒸
    - 2.3.1 ガス置換下でのくん蒸
    - 2.3.2 減圧下でのくん蒸
3. くん蒸に使用されるエンクロージャ及び装置
  - 3.1 エンクロージャ
  - 3.2 くん蒸装置
    - 3.2.1 投薬装置
    - 3.2.2 気化器
    - 3.2.3 加熱装置
    - 3.2.4 ガス循環装置
    - 3.2.5 水分含有量測定機器
    - 3.2.6 圧力測定機器
    - 3.2.7 温度測定機器
    - 3.2.8 ガス濃度測定機器
4. くん蒸の手順
  - 4.1 物品の積み付け
  - 4.2 こん包
  - 4.3 収着
  - 4.4 くん蒸温度の決定
  - 4.5 ガス気密性試験

- 4.6 くん蒸剤の投薬
- 4.7 測定及び記録
  - 4.7.1 くん蒸剤の濃度の測定と記録
  - 4.7.2 CT の計算
- 4.8 くん蒸の完了
5. 処理施設の適切なシステム
  - 5.1 事業体への権限付与
  - 5.2 モニタリングと監査
  - 5.3 処理後の寄生の防止
  - 5.4 表示
6. 文書化
  - 6.1 文書化の手順
  - 6.2 記録の保管
  - 6.3 NPPO による文書化
7. 検査
8. 責任

付録 1：一般的なくん蒸剤の化学的性質（25℃）

付録 2：要求されるくん蒸剤の量を計算するための公式例

付録 3：幾何学形状の容積を計算するための公式

付録 4：濃度－時間積（CT）を計算するための公式例

## 採択

この基準は、2019年4月に第14回植物検疫措置に関する委員会によって採択された。

## 序論

### 適用範囲

この基準は、ガス状で物品に到達する化学処理による植物検疫措置としてのくん蒸の適用に関する国家植物防疫機関（NPPO）のための技術的指針を提供する。この基準はまた、くん蒸を実施する事業者への権限の付与に関する NPPO のための指針も提供する。

この基準は、特定のくん蒸剤の処理に関する詳細を提供するものではない。くん蒸との組み合わせで行われないガス置換の適用は、この基準のなかでは扱わない。

### 参照

現在の基準は、ISPM を参照する。ISPM は国際植物検疫ポータル（IPP）（<https://www.ippc.int/core-activities/standards-setting/ispms>）で入手可能である。

**CPM R-03.** 2017. Replacement or reduction of the use of methyl bromide as a phytosanitary measure. CPM Recommendation. Rome, IPPC Secretariat, FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/84230/>で入手可能（最終アクセスは2018年11月27日）。

### 定義

本基準で使用する植物検疫用語の定義は ISPM 5（*植物検疫用語集*）に記載されている。

### 要件の概要

NPPO は、一定の有効性を達成するために必要な水準で物品全体に重要なパラメータが満たされるようにくん蒸の適用が効果的に実行されることを確保すべきである。

くん蒸の適用、くん蒸装置の使用及びくん蒸手順に関する主な要件に従うべきである。システムは、くん蒸された物品への寄生又は汚染を防止するために実施されるべきである。記録の保持及び文書化の要件は、監査、検証または追跡調査が可能になるように、従われるべきである。

くん蒸の関係者の役割及び責任を記述する。処理実施者への権限付与、モニタリング及び監査に関して、その責任のある NPPO に指針を提供する。

### 背景

この基準の目的は、検疫処理としてのくん蒸処理、特に ISPM 28（*規制有害動植物のための植物検疫処理*）で採択された処理の適用に関する一般要件を提供することである。

ISPM 28は広範囲にわたり効果的な植物検疫処理を調和させるため、そして、NPPOによって処理の有効性の相互認識を強化するために採択され、それは貿易を円滑にすることができる。ISPM 28は植物検疫処理における有効性データの提出及び評価並びに他の関連情報に関する要件を提供し、植物検疫措置に関する委員会によって評価及び採択された特定のくん蒸に関する附属書を提供している。

特定のくん蒸剤の濃度が、規定された有効性のために要求された最低の温度及び期間を、くん蒸エンクロージャの最もくん蒸剤の濃度が低い場所において達成したときに、くん蒸は有効であると見なされる。処理プロセス全体の効果としては、くん蒸後に適用される寄生又は汚染を防止す

るための措置も含まれる。

## 生物多様性と環境への影響

歴史的に、くん蒸は規制有害動植物の侵入及びまん延を防止するために広く適用されており、したがって生物多様性に対して有益であった。しかし、臭化メチル及びフッ化スルフリルなどのくん蒸剤のガスは、環境に悪影響を及ぼすことがある。例えば、臭化メチルの大気への排出はオゾン層を激減させることが知られており、フッ化スルフリルは広く認められている温室効果ガスである。植物検疫措置としての臭化メチルの使用の代替又は削減に関する植物検疫措置としての臭化メチルの使用の代替又は削減に関する CPM 勧告 (CPM R-03, 2017 年) は、可能であれば、締約国が代替剤を選ぶことを奨励している。くん蒸剤の環境影響は、破壊 (化学的な分解) 又はガスの排出を削減する回収技術の使用によって軽減することができる。

## 要件

### 1. くん蒸の目的

植物検疫措置としてくん蒸の使用の目的は、特定の有効性を以て有害動植物の死滅を達成することである。

### 2. くん蒸の適用

くん蒸は、処理提供者又は NPPO によって、処理施設又はその他の適当な場所 (例えば、貨物の船倉や倉庫) で行われる。

くん蒸は、サプライチェーンに沿ったどの時点でも適用することができ、例として次のものがある

- 製造又はこん包作業の一部として
- こん包後 (例えば、物品が発送のためにこん包された後)
- 貯蔵中
- 発送の直前 (例えば、港湾の集荷場所で)
- 輸送中
- 輸入国への到着時 (積み下ろし前後)。

くん蒸の手順は、重要なパラメータ (例えば、濃度または薬量、温度、期間) が物品全体を通じて要求されたレベルにあり、規定された有効性を達成できることが確認されるべきである。

くん蒸の有効性は、物品の水分含有量、くん蒸のためのエンクロージャ内部、湿度、圧力、こん包又は物品によって生じた大気ガス組成の変化等の要素に影響されることがある。くん蒸中に考慮すべき別の要因は、くん蒸剤の浸透性、こん包又は物品によるくん蒸剤の収着、くん蒸剤の比重、くん蒸剤の循環及びくん蒸剤の漏えいである。くん蒸剤の循環について、エンクロージャの大きさと空間をあけて箱の中に積まれた物品とばら積みされた物品の間で積み付けた立体的配置の違いは考慮されるべきである。

くん蒸剤は特定の物品又は材料と反応する場合もあり、これはくん蒸の前に考慮される必要がある (例えば、リン化水素は強く銅と反応して、電子装置に影響を及ぼすこともある)。

NPPO に認可される処理の適用のための手順は、明確に文書化されるべきである。これらの手順は、処理基準で規定された重要なパラメータが達成されるように設計されるべきである。本手順は、物品品質を保持する間、必要とされる薬量に到達させるための事前及び事後調整の工程が、対象有害動植物に対して要求される有効性を達成するための処理に必要不可欠である場合には、処理プロト

コルでこれらの工程を含むべきである。それらは、処理の失敗及び重要な処理パラメータに対する問題への不測事態対応計画及び是正措置に関する指針を含めるべきである。

## 2.1 単一くん蒸剤による処理

最も一般的に利用されるくん蒸は、単一のくん蒸剤を適用する方法である。一般に使用されるくん蒸剤は、すべての病害虫グループ又は1つの特定のグループ（例えば、節足動物、菌類、線虫）の全て又は大半のライフステージに対して広く効果のある作用機構に依存する。単一くん蒸剤の処理基準は一般的に単純であり、特定の有効性を達成するために要する期間における最低濃度を達成するために1回の適用を必要とするものである。一般に使用されるくん蒸剤及びその化学的特性のリストが付録1に記載されている。

## 2.2 組合せによる処理

単一のくん蒸剤が、物品が市場に適さないような損傷をすることなしに要求される有効性を達成できない場合、又は経済若しくは物流上の理由から、別のくん蒸剤又は処理が処理基準に含められる場合がある。

組合せによる処理の効果を高めるため、くん蒸の直前又は直後に別の処理を適用することがある。例えば、物品が単独の処理に必要な処理強度の増加による損傷に対して脆弱な場合、又は対象有害動植物の最も耐性のあるライフステージが処理によって異なる場合には、温度とくん蒸剤の処理を逐次に適用することが必要になる場合がある。

くん蒸剤と別のくん蒸剤又は別のタイプの処理との同時併用は、単一くん蒸剤での単独処理に比べて、処理効果、物品の耐性、経済性、環境への影響又は物流にの面で有益であることがある。

## 2.3 特別な条件下でのくん蒸

くん蒸は、有効性を増加させるために以下の特別な条件下で行われることもある。

### 2.3.1 ガス置換下でのくん蒸

くん蒸に使用されるエンクロージャ内の大気中の二酸化炭素ガス濃度の増加を、単独で、又は窒素濃度の減少及び大気中の酸素濃度を増減させることの組み合わせで行うことは、くん蒸の有効性を高めるために利用することができる。この方法で大気中のガス濃度を変化させると、対象病害虫の死亡率を直接高めることができ、又は対象病害虫の呼吸を増加させ、それによってリン化水素のようなくん蒸剤の有効性を高めることができる。ギ酸エチルの場合のように、くん蒸剤が可燃性の場合には、エンクロージャ内の酸素濃度を下げる（例えば、二酸化炭素または窒素のような不燃性のガスに置き換える）ことが必要になることもある。

### 2.3.2 減圧下でのくん蒸

減圧条件下でくん蒸剤を適用すると、物品へのくん蒸剤の浸透率が大幅に上昇し、その結果として有効性が高まり、又はくん蒸剤の薬量を減少させる、もしくは処理期間を短縮することができる。このような処理は、くん蒸時の圧力の変化に耐え、減圧状態の喪失を最小にすることができる専用の真空チャンバで、要求された時間枠の中で必要な大気圧を達成できる真空ポンプを使用して実施されるべきである。

## 3. くん蒸に使用されるエンクロージャ及び装置



くん蒸で使用される装置及びエンクロージャには、多くのタイプとデザインがある。これらは使用されるくん蒸剤の種類、物品の性質、及び周囲の環境条件によって異なる。くん蒸が必要とされる有効性を達成するためには、次のエンクロージャと装置が必要になることがある。

### 3.1 エンクロージャ

エンクロージャは、適切なくん蒸条件がくん蒸の全期間にわたって維持されるような閉鎖可能な空間であるべきである。エンクロージャの例には、専用のくん蒸チャンバ、サイロ、貨物コンテナ、倉庫、船倉又は天幕が挙げられる。エンクロージャは、くん蒸期間にわたって十分なくん蒸剤の濃度を維持し、くん蒸剤の流出を防ぐ資材（例えば、多孔質でない材質又はくん蒸剤を吸収しない材質）で構築されるべきである。開口部は効果的に目張りがされるべきである。天幕の場合、砂、母岩、木材及び敷石（石又はブロック）などの穴のある表面は床として適切ではない。

すべてのエンクロージャは、くん蒸が適切に実行されたことを確認するために必要な装置に十分にアクセスできるようにすべきである。

### 3.2 くん蒸装置

くん蒸パラメータの測定に使用されるすべての装置は、製造者の取扱説明書、及び該当する場合には NPPO の仕様書に従って較正されるべきである。

#### 3.2.1 投薬装置

投薬装置は、くん蒸剤ガスのエンクロージャへの定量的投入を可能にするべきである。投薬装置には、くん蒸剤のための適切で安全かつ確実な貯蔵容器及びくん蒸剤をエンクロージャに供給できるラインが含まれ、エンクロージャへのガス流量の速度若しくは容積を測定する装置（例えば、ガス流量計）又はエンクロージャに供給するガスコンテナ容器からの容積若しくは重量の減少を測定できる装置（例えば、スケール又ははかり）が含まれている。場合によっては、要求された薬量を達成するために、特定の容積のくん蒸剤を放出することが知られている固体（例えばリン化マグネシウムの錠剤）又は一定の容量の容器として、くん蒸剤ガスをエンクロージャ内に投入することができる。

#### 3.2.2 気化器

一部のくん蒸剤は金属ポンペに圧縮された液体として貯蔵される。くん蒸に要求される多量の液体が放出及び気化されるためには、大量のエネルギー吸収が必要となる。気化器は、液体からガスへの気化時に（熱としての）エネルギーを提供し、必要量のガスがエンクロージャに供給されるように使用されうる。くん蒸剤に応じて、適切な耐圧性の気化器が使用されるべきである。

#### 3.2.3 加熱装置

エンクロージャ内の物品と空気の温度を上げる必要がある時には、露出した熱源を可燃性くん蒸剤又は高温で分解するくん蒸剤と共に使用してはならない（くん蒸剤の化学的性質については、付録 1 を参照）。

#### 3.2.4 ガス循環装置

大量の物品において、特にガスが比較的遅く拡散する場合は、くん蒸を成功させるためにエンクロージャに投薬されたくん蒸剤ガスの均等かつ迅速な分布が重要になることがある。腐敗しやすい物品又はくん蒸剤への長時間ばく露で損傷する物品のくん蒸には、ガスの迅速な循環が要求される。

物品によっては、十分なガス循環を提供できる1つ又は複数の電気ファンを使用すべきである（例：こく類）が、ファンが常に使用できるとは限らない。

### 3.2.5 水分含有量測定機器

水分含有量が処理の有効性に影響を及ぼす物品においては、水分含有量は測定されるべきである。水分計は物品の水分含有量の近似値の読み取りを行う。水分含有量は、通常は同じロット内の物品内及び物品間で異なるので、水分計は実際の水分含有量の5%以内の誤差で測定すればよい。様々な種類の水分含有量を測定する機器が入手可能である。それらの使用にあたっては、製造者の取扱説明書に従うべきである。

くん蒸が要求された有効性を達成するために、くん蒸時に環境湿度を測る機器を使用することが必要となる場合もある。

### 3.2.6 圧力測定機器

減圧下でくん蒸を実施するときに、適切な精度と感度を持つ適切な圧力計は、ばく露期間又は試験期間中に吸引され及び維持された空気圧又は減圧の測定及び記録に使用されるべきである。適切な圧力計には、単純なU字管マンオメーター又はブルドン管真空計が含まれることがあるが、特殊な電子測定装置も利用可能であり、実際の圧力から1キロパスカル以内で測定すべきである。

### 3.2.7 温度測定機器

較正された温度計は、エンクロージャの空間の温度、及び必要に応じてくん蒸前及びくん蒸中の物品の外表面と内部の温度の適切な間隔での測定に使用されるべきである。必要な温度センサーの数は、エンクロージャのサイズによって異なる。

### 3.2.8 ガス濃度測定機器

エンクロージャ内のくん蒸剤の濃度を測定するために必要な装置は、使用するガスの種類によって異なる。使用する装置は、十分な精度（例えばくん蒸期間に達成すべきくん蒸剤濃度の±5%）を有すべきである。くん蒸剤にばく露される計測装置（例えば、サンプルライン）は、くん蒸剤を吸収しない材料で構成されるべきである。くん蒸剤のサンプルラインは、くん蒸剤の供給ライン又は分注器からできる限り離れた場所で、くん蒸剤の濃度が最も低いと考えられるエンクロージャ内の1つ又は複数の区域に設置されべきである。

## 4. くん蒸の手順

多くの因子がくん蒸の有効性に影響を及ぼすことがある。これらは、くん蒸剤の濃度、ばく露時間、くん蒸剤の浸透又は収着に関係する物品の特徴、物品の温度や大気を含む。エンクロージャのガス気密性、積荷の立体的配置及び収容率（空間全体に対する占有スペースの比率）は、くん蒸中のガス分布及びガス濃度に直接影響を及ぼす。くん蒸剤の供給・循環装置（必要な場合）は、処理基準が要求するくん蒸剤濃度が達成され、くん蒸期間中にエンクロージャ内で維持されるような方法で、エンクロージャ内に配置されるべきである。

### 4.1 物品の積み付け

くん蒸の前に、くん蒸剤が十分に循環するための十分な空間を確保するような方法で、物品をエンクロージャ内に積み付けるべきである。場合によっては、物品へのくん蒸剤の浸透を確保するため、セパレーターが使用されるべきである。ばら積みの場合には、たとえば再循環システムによって、十分な循環が確実にされるべきである。

## 4.2 こん包

こん包が使用される場合、くん蒸剤のガスが物品に浸透することを妨げない、くん蒸剤濃度が要求するレベルを達成することを妨げない構成及び構造のこん包にすべきである。そうでない場合には、くん蒸剤が浸透できないこん包資材又はコーティングは除去するか穴を開けて、くん蒸剤が十分に浸透できるようにすべきである。多孔こん包資材は、重ねると穴が塞がれることがあるので、重ねるべきではない。

## 4.3 収着

収着は、くん蒸された物品、こん包、又はエンクロージャの表面又は内部で遊離しているくん蒸剤が化学的又は物理的に結合するプロセスである。こん包又はエンクロージャへの収着により、くん蒸剤はミバエなどの植物に食入する害虫を死滅させるために利用できなくなることがある。収着速度はくん蒸の開始時に高く、その後くん蒸が進むにつれて低下する。収着は、くん蒸後の開放に必要な時間を増加させる。油分、脂肪又は多孔質若しくは細粒状の素材は、収着が高いことがある。収着が高い物品又はこん包は、必要最低濃度を達成することを濃度の読み取りで確認できなければ、くん蒸すべきではない。

## 4.4 くん蒸温度の決定

温度は、特に対象有害動植物の呼吸数に影響するため、くん蒸の要求された有効性を達成する際の因子である。一般に、温度が低いほど有害動植物の呼吸数は低くなり、要求された有効性を達成するために必要なくん蒸剤の薬量又はばく露期間が大きくなる。

エンクロージャ内の物品及び大気温度を測定し、記録すべきである。エンクロージャ内又は物品内で記録される最も低い温度は、くん蒸が行われる温度と扱われるべきである。

## 4.5 ガス気密性試験

エンクロージャで必要とされるガス気密性は、使用されるくん蒸剤に基づくべきである。必要な場合、くん蒸の前（できれば直前）に、ガス気密性試験を実施すべきである。ただし、そのエンクロージャが十分な耐性を有する構造で、定期的に使用されている場合には、試験は一定の間隔、例えば6か月若しくは12か月の間隔又はNPPOに規定された回数処理の後に実施すればよい場合もある。

エンクロージャのガス気密性が、くん蒸期間を通して十分にガス濃度を維持できるようにすることが十分にできない場合、ガス気密性は圧力が半分に減少する時間を測ることで決定されるべきである。

## 4.6 くん蒸剤の投薬

単位薬量を決定する際には、エンクロージャ又は物品（どちらか低い方）が処理期間にわたってさらされると予想される最低庫内温度を使用すべきである。

適用すべきくん蒸剤の総量は、所要の単位薬量（薬量の割合）とエンクロージャの容積との積である。したがって、エンクロージャの容積の正しい測定が重要である。エンクロージャからの過剰な収着又は漏えいは考慮されるべきである。

処理基準で規定されている、必要な最小濃度を達成する十分な量のくん蒸剤が投薬されるべきである。必要なくん蒸剤の量は、適切な公式で計算されるべきである：例として、付録2を参照。

エンクロージャの容積は内部体積であり、形状の異なるエンクロージャごとに個別に計算されるべきである（形状の例と計算の公式については、付録3を参照）。気密性があり、くん蒸剤を吸収し

ないエンクロージャ内の容器（例えば、ドラム缶又はボックス）の容積は、エンクロージャの容積から差し引くことができる。

くん蒸剤がガス状態でエンクロージャ内に投薬される場合、液体くん蒸剤には気化器が適用されることもある（セクション 3.2.2 参照）。ただし、一部のくん蒸剤は、投薬した際にガス化するため、固体のまま投薬される（セクション 3.2.1 参照）。

#### 4.7 測定及び記録

くん蒸剤の濃度が測定及び記録される場合、エンクロージャ内のくん蒸剤の濃度が正しいかどうか、及びくん蒸剤の過剰な漏えい又は収着があるかどうかを確かめるために、測定値が用いられるべきである。くん蒸剤の濃度は、必要な薬量が達成及び維持されていることの信頼性を与えるため、及び濃度時間積（CT）の計算が適切に行われるようにするため（必要な場合）、十分な頻度で継続的に測定及び記録されるべきである。濃度読み取り値も、くん蒸剤が処理期間中にわたって均等にエンクロージャ内に分布していることを確かめるため、処理基準に従って取得されるべきである。

##### 4.7.1 くん蒸剤の濃度の測定と記録

可能であれば、サンプリングラインは、くん蒸剤が到達するのが最も困難であると思われる場所に置かれるべきである。エンクロージャ全体のくん蒸剤濃度を適切に測定するために必要なサンプリングラインの数は、エンクロージャの容積と特性によって異なる。専用のくん蒸チャンバでは、必要なサンプリングラインの数が天幕エンクロージャより少なくてもよいことがある。

物品及び処理基準によっては、エンクロージャ内の物品の内部に、更にサンプリングラインの設置が必要となる場合もある。例えば、物品の最初の 300 m<sup>3</sup>には最低 3 つのサンプリングラインが使用され、密にこん包された又は浸透しにくい物品の場合には追加ラインを設ける。

##### 4.7.2 CT の計算

CT は、異なる方法（付録 4）で計算できる。連続した複数の読み取り値から得られた CT 値を加算することで、各読み取り間の間隔を考慮し、当該場所の全ばく露期間の累積 CT を計算することができる。CT の適切な概算を得るために必要な連続した測定値の数は、処理期間における薬量曲線の形によって決まる。

サンプリングラインが異なるくん蒸剤濃度の読み取り値を出す場合、累積 CT は最も低い読み取り値を使って計算するべきである。

#### 4.8 くん蒸の完了

処理時間が完了し、必要な CT 値、温度及び最小濃度が達成されたら、そのくん蒸は完了したと見なされるべきである。最小の CT が初めに達成されない状況の場合、くん蒸剤の種類及びくん蒸条件によっては、処理基準が許容するときは、短期間のくん蒸時間延長又は追加投薬が認められることもある。

くん蒸成功の目安は、排気後に、対象有害動植物の死滅を確認するための検査や検定によって得ることができる。多くのくん蒸では、既定された有効性での有害動植物の死亡率が達成される前にくん蒸後の期間延長が必要になることがある。

#### 5. 処理施設の適切なシステム

植物検疫措置としてくん蒸の妥当性の信頼は、主に特定条件下で対象有害動植物に対して、処理が有効であり、処理が適切に行われているという保証に基づいている。処理遂行のためのシステムは、

処理が適切に実行され、物品が処理後に寄生及び汚染から保護されることを確実にするために設計、利用及びモニタリングされるべきである。

処理が実施され、あるいは開始される国の NPPO は、システム要件が満たされていることを確保することについて責任を負う。

### 5.1 事業者への権限付与

植物検疫処理が実施又は開始（後者においては、くん蒸が輸送中に行われる場合）国の NPPO は、処理実施者への権限付与に対する責任がある。この権限付与には、通常、処理施設及び処理実施者両者への認可が含まれる。NPPO は、職員の研修、くん蒸手順、適切な装置、及び保管状況を含む事業者への権限の付与に関する要件を定めるべきである。

NPPO は、認可された施設や認可された実施者を含む（該当する場合）、くん蒸処理を実施する能力のある権限が付与された事業者のリストを作成すべきである。

### 5.2 モニタリングと監査

くん蒸が実施又は開始される国の NPPO は、処理実施者のモニタリング及び監査に対する責任を負う。NPPO は、監査スケジュールを維持し、その監査が適切に訓練された職員により実行されることを確保しなければならない。くん蒸の継続的な監督は、処理プログラムが正しく設計され、該当する処理施設、工程及び物品に対する高度のシステム統合性が確保されていることを確認できれば、必要とされるべきではない。モニタリング及び監査は欠陥を直ちに検出し、是正するために十分なものであるべきである。

処理実施者は、NPPO によって定められるモニタリング及び監査の要件を満たすべきである。これらの要求は以下を含む：

- 抜き打ち視察を含む監査の NPPO によるアクセス
- 処理記録を保持し、NPPO にこれらへのアクセスを提供するシステム
- 不適合の場合にとられる是正措置。

### 5.3 処理後の寄生の防止

積荷の所有者はくん蒸後の寄生及び汚染の防止に責任を負い、これを達成するために処理実施者と協力する場合もある。くん蒸後に起こり得る物品への寄生又は汚染を防止するために、措置が実施されるべきである。次のような措置が適用される場合がある

- 有害動植物の存在しないエンクロージャでの物品の保管
- 有害動植物のいない包装への物品の迅速なこん包
- 処理された物品の隔離及び識別
- 迅速な物品の発送。

### 5.4 表示

物品には、不適合の積荷の追跡を可能にする、くん蒸ロット番号もしくは他の識別の特性（例えば、こん包場所及び処理施設、こん包及びくん蒸の日）を伴った表示がされる。使用する場合、表示は確認しやすく見やすい場所に付されるべきである。

## 6. 文書化

くん蒸が実施又は開始される国の NPPO は、処理実施者が、承認されたくん蒸剤及び処理手順を使用し、処理中に記録されたガス濃度及び温度に関する生データ等、適切な記録を保持することを確保する責任を負う。正確な記録保持は、追跡調査を可能にするために不可欠である。

## 6.1 文書化の手順

手順は、物品が処理基準に従ってくん蒸されることが一貫して確保されるよう文書化されるべきである。工程管理及び運用パラメータは、処理実施者への特定の権限付与のために必要な運用の詳細を提供するために定められるべきである。較正と品質管理手順は、処理実施者によって文書化されるべきである。手順に記載される文書には次の事項が含まれるべきである

- － くん蒸前、くん蒸中、及びくん蒸後の物品の取扱い手順
- － 重要な処理工程のパラメータ及びその測定方法
- － 温度及びガスセンサー較正及び記録、湿度センサー又は水分計の較正及び記録
- － くん蒸の失敗又は重要な処理工程における問題の際にとられる不測事態対応計画及び是正措置
- － 不合格ロットの取扱い手順
- － 表示（必要に応じて）、記録の保管及び文書化要件
- － 職員研修

## 6.2 記録の保管

処理実施者は、各処理の適用に関する適切な記録を保持すべきである。これらの記録は、監査及び検証目的又は追跡調査のために、くん蒸が実施又は開始される国の NPPO が利用できるようにされるべきである。

植物検疫措置としてのくん蒸に関する適切な記録は、処理されたロットの追跡調査を可能にするために少なくとも1年間は処理実施者が保持すべきである。個々のくん蒸記録に関する情報には、以下に関するデータが含まれる：

- － くん蒸剤の名称
- － エンクロージャ及び処理実施者の特定
- － エンクロージャの漏えい試験の記録
- － 装置の較正記録
- － くん蒸された物品及び主要な特性（例えば、水分量、樹皮の存在、こん包のタイプなど）
- － 対象有害動植物
- － 物品のこん包者、生産者及び生産地
- － くん蒸のロット番号及びその他の識別表示又は特徴
- － ロットのサイズ及び容積。品目又はパッケージの数を含む
- － くん蒸の実施日と期間、及びくん蒸を実施した個々の者の氏名
- － エンクロージャ内のガスサンプリングラインの位置と数
- － 観察された処理基準からの逸脱
- － 大気及び物品の最低温度
- － 湿度レベル
- － くん蒸剤の単位薬量及び濃度の記録。測定時刻を含む
- － くん蒸期間中に計算され、追加されたくん蒸剤の容積（薬量の割合）

### 6.3 NPPO による文書化

すべての NPPO の手順は、適切に文書化されるべきであり、行われたモニタリング検査、植物検疫証明書の発給を含む記録を少なくとも 1 年間保持すべきである。不適合、新規又は不測の植物衛生状態においては、ISPM 13（不適合及び緊急行動の通報に関する指針）での記述に従い要求に応じて文書を利用可能とすべきである。

## 7. 検査

植物検疫の輸入要件を遵守しているのか決定するため、輸出国 NPPO によって検査が実施されるべきであり、輸入国 NPPO によって実行される場合もある。くん蒸後対象でない有害動植物が生きた状態で発見された場合には、NPPO はこれらの有害動植物の生存がくん蒸の失敗を示すものかどうか、また追加的な植物検疫措置が必要であるかどうかを検討すべきである。

輸入国 NPPO は、輸送中に実施された処理が輸入植物検疫要件に合致していることを決定するため、文書と記録を検査することもある。

## 8. 責任

くん蒸が実施又は開始される国の NPPO は、NPPO 自身及び他の権限付与された処理実施者によって実施されたくん蒸を含む植物検疫措置としてのくん蒸の適用の評価、認可及び監査に対する責任を負う。ただし、輸送中にくん蒸が実施又は完了された場合には、通常、輸出国 NPPO は輸送中に処理実施者に権限付与する責任を負い、輸入国 NPPO は、くん蒸基準を満たしたかどうかを検証する責任を負う。

必要限度において、NPPO は、処理を行う職員の研修及び認証、処理実施者への権限付与、及び処理施設の認可を含む、くん蒸の開発、認可及び安全性に関する国内の規制機関との協力をすべきである。それら各々の責任について、重複、矛盾、不適合又は技術的に不当である要件を避けるために確認がされるべきである。

この付録は参照目的だけのためのものであり、本基準の規定部分ではない。

付録 1 : 一般的なくん蒸剤の化学的性質 (25°C)

くん蒸剤の有効成分	化学式	分子量 (g/mol)	沸点 (°C) (@ 1 atm)	比重(gas) (air=1.0)	空気中の可燃限界 (v/v%)	水に対する溶解度	変換係数 (mg/litre to ppm, v/v @ 1 atm)
硫化カルボニル	COS	60	-50.2	2.07	12-29	0.125 g/100ml	408
ジシアン	C <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	52	-21.2	1.82	6-32	高い可溶性	470
ギ酸エチル	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	74.08	54.5	2.55	2.7-13.5	11.8 g/100ml	330
青酸	HCN	27	26	0.9	5.6-40	混和性	906
臭化メチル	CH <sub>3</sub> Br	95	3.6	3.3	10-15	3.4 v/v%	257
ヨウ化メチル	CH <sub>3</sub> I	141.94	42.6	4.89	無	1.4 g/100ml	172
イソシオシアン酸メチル	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> NS	73.12	119	2.53	無	0.82 g/100ml	334
リン化水素	PH <sub>3</sub>	34	-87.7	1.2	>1.7	0.26 v/v%	719
二酸化硫黄	SO <sub>2</sub>	64.066	-10	2.26	無	9.4 g/100ml	382
フッ化スルフリル	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	102	-55.2	3.72	無	微量	240



この付録は参照目的だけのためのものであり、本基準の規定部分ではない。

## 付録2： 要求されるくん蒸剤の量を計算するための公式例

重量及び容積によるくん蒸剤を計算する公式例は以下を参照すること。

### 重量による計算：

$$\text{くん蒸剤の量 (g)} = \frac{\text{エンクロージャの体積(m}^3\text{)} \times \text{目標単位投薬量 (g/m}^3\text{)} \times 100}{\% \text{ くん蒸剤の純度}}$$

表示に示されるように、くん蒸剤の純度は製品中の有効成分の含有率である。

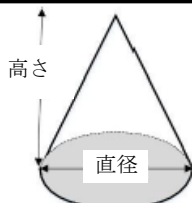
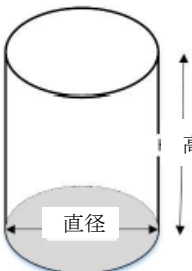
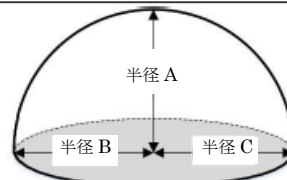
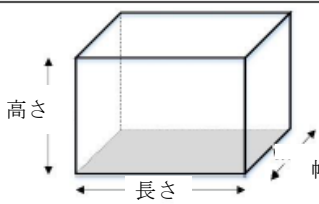
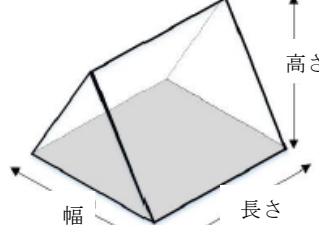
### 容積による計算：

$$\text{くん蒸剤の量 (ml)} = (273 (K) + \text{温度} (^\circ\text{C})) \times \left( \frac{\text{ガス定数(R) (62.363 L.mmHg.K}^{-1}\text{.mol}^{-1}) \times \text{エンクロージャの体積 (L)} \times \text{目標単位投薬量(mg/L)} \times 100}{\text{大気圧 (mmHg)} \times \text{くん蒸剤の分子量 (g/mol)} \times \% \text{ くん蒸剤の純度}} \right)$$

表示に示されるように、くん蒸剤の純度は製品の有効成分の含有率である。

この付録は参照目的だけのためのものであり、本基準の規定部分ではない。

### 付録 3 : 幾何学形状の容積を計算するための公式

幾何学的形状の種類	幾何学的構造	体積計算のための公式
円錐		体積 = $\frac{\pi \times \text{半径}^2 \times \text{高さ}}{3}$
円筒		体積 = $\pi \times \text{半径}^2 \times \text{高さ}$
ドーム†		体積 = $\frac{2 \times \pi \times \text{半径}A \times \text{半径}B \times \text{半径}C^3}{3}$
直方柱		体積 = 長さ × 幅 × 高さ
三角柱		体積 = $\frac{\text{長さ} \times \text{幅} \times \text{高さ}}{2}$

† この公式はおおよその容積のみを提供する。

この付録は参照目的だけのためのものであり、本基準の規定部分ではない。

#### 付録4： 濃度－時間積（CT）を計算するための公式例

濃度－時間積を計算する公式例は以下を参照すること。

$$\text{例 1: } CT_{n,n+1} = (T_{n+1} - T_n) \times \sqrt{C_n \times C_{n+1}}$$

$$\text{例 2: } CT_{n,n+1} = (T_{n+1} - T_n) \times (C_n + C_{n+1})/2$$

ここで、

$T_n$  は、最初の読み取りが行われた時間（単位は時間数）

$T_{n+1}$  は、2回目の読み取りが行われた時間（単位は時間数）

$C_n$  は、 $T_n$  での濃度（単位は  $\text{g}/\text{m}^3$ ）

$C_{n+1}$  は、 $T_{n+1}$  での濃度（単位は  $\text{g}/\text{m}^3$ ）

$CT_{n,n+1}$  は、 $T_n$  と  $T_{n+1}$  間の算出された CT（単位は  $\text{g}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ ）