

代替フロンHFC-134a及び炭酸ガスを使用したくん蒸倉庫ガス保有率の測定

相馬幸博・後藤睦郎*

横浜植物防疫所調査研究部

Measurement of Gas Sustaining Ability for Fumigation Facilities by HFC-134a and Carbon Dioxide. Yukihiro SOMA and Mutsuro GOTO (Research Division, Yokohama Plant Protection Station, 1-16-10, Shinyamashita, Naka-ku, Yokohama, Kanagawa 231-0801, Japan). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 41: 71-73 (2005).

Abstract: HFC-134a and carbon dioxide as alternatives to methyl bromide were examined to measure gas sustaining ability for fumigation facilities. An vacant warehouse chamber was fumigated at 10-15g/m³ of HFC-134a, at 20g/m³ of carbon dioxide and at 10g/m³ of methyl bromide for 48 hours, respectively. The gas concentrations of HFC-134a and carbon dioxide during fumigation were monitored with interference refractometer. The remaining gas ratio of HFC-134a and methyl bromide was almost the same value in those fumigation. HFC-134a, therefore, could be used for gas sustaining ability test as an alternative to methyl bromide.

Key words: fumigation, HFC-134a, carbon dioxide, gas sustaining ability, fumigation facility, interference refractometer

はじめに

臭化メチルはオゾン層破壊物質に指定され、その使用が制限されているが、検疫くん蒸に対しては代替剤が未開発であることから特例的にその使用が認められている（1997年第9回モントリオール議定書締約国会議）。しかし、オゾン層保護の立場から、検疫くん蒸についても適用可能な部分から代替剤の導入を図る必要がある。

検疫くん蒸に使用される倉庫は、一定の気密性を保持できなければならないが、気密性（ガス保有率）の確認には圧力降下法（庫内を加圧し圧力の降下状況を測定する）とガス濃度測定法（10g/m³の臭化メチルを投薬し48時間後のガス濃度を測定する）が用いられている。構造的に圧力降下法が利用できない場合は、ガス濃度測定法が用いられるが、使用するガスは臭化メチル以外でも可能であると考えられる。

そこで、ガスの収着性及び毒性が少なく、投薬方法が簡便であり、検疫くん蒸中のガス濃度測定に使用されている干渉計型ガス検定器（臭化メチル用）がそのまま利用できる薬剤として代替フロンHFC-134a及び炭酸ガスを用い、その実用性について検討したので報告する。

材料及び方法

1. 供試薬剤

ガス保有率の試験には、供試薬剤として代替フロンHFC-134a及び炭酸ガスを用い、対照区として臭化メチルの合計3種類の薬剤を用いた。

代替フロンHFC-134a（以下、HFC-134a）は、空調機の冷媒などに使用されている蒸気圧630kPa（25℃）、沸点-26℃のフッ素化合物（化学名 1,1,1,2-テトラフルオロエタン、化学式 C₂H₂F₄）で、オゾン層破壊係数はゼロである（ILO、1998）。

2. 干渉計型ガス検定器

干渉計型ガス検定器（以下、検定器）は、理研計器（株）製臭化メチル用18型（以下、理研式18型）及び東科精機（株）製臭化メチル用2V型（以下、東科式2V型）を用いた。

3. 保有率の計算

ガス保有率は、検定器の読取値に補正係数を乗じて算出した。HFC-134aは屈折率が不明であるため、あらかじめ29.5ℓの気密性くん蒸箱にガス濃度（10～20g/m³）を調整し、ガス濃度と検定器読取値の関係を調査し、補正係数を算出した。また、炭酸ガスは、屈折率が既知であるため計算により補正係数を算出した。

検定器による測定は、HFC-134a及び臭化メチルでは炭酸ガス及び水分吸収剤としてソーダライム及び塩化カルシウム吸収管を接続し、炭酸ガスの測定では塩化カルシウム吸収管のみを接続した。

4. くん蒸

* 現在、神戸植物防疫所広島支所

試験には気化投薬装置、攪拌機が設置されてある内容積176m³のくん蒸倉庫を用いた。

HFC-134a及び臭化メチルは、ポンベに液化充填されているものを重量計により計量し、気化投薬装置を用いて倉庫の上部から攪拌機を運転した状態でガス投薬した。投薬終了後は、投薬口を遮断し、30分後にガス攪拌機を停止した。

炭酸ガスは、ポンベに液化充填されているものを気化投薬装置と流量計を用いて計量し、倉庫の下部からガス投薬するとともに同量の空気を倉庫上部の排気口から排気した。投薬終了後は、投薬口、排気口を遮断し、ガス攪拌機により30分間攪拌した。

投薬後は、庫内のガス濃度及び温度（自動温度記録計、チノ）を経時的に測定した。

結果及び考察

1. 補正係数の算出

HFC-134aを29.5ℓの気密性くん蒸箱に80、100及び150ml（15℃）投薬し、検定器で測定した結果、平均で9.1、10.3及び16.2の値を得た（理研式18型は補正係数1.163を乗じた値）。これをHFC-134a 10及び20g/m³の投薬量に換算したときの検定器読取値及び補正係数は、Table 1のとおりである。

炭酸ガスは、屈折率が1.000448、0℃、1atm（実験化

学便覧、1954）であるため、臭化メチルの屈折率1.000964、0℃、1atmから次式により補正係数を算出した（Table 1）。

$$m = 0.051c \cdot g(Nc - Na) / (Nb - Na)$$

$$c = m(Nb - Na) / 0.051g(Nc - Na) = 2.00m$$

m：検定器読取値

c：炭酸ガス濃度（mg/ℓ）

0.051c：炭酸ガス濃度 %（0℃）

g：臭化メチル1%のときのmg/ℓ（0℃）

Na：空気の屈折率（1.0002925、0℃、1atm）

Nc：炭酸ガスの屈折率

Nb：臭化メチルの屈折率

2. ガス保有率の測定結果

HFC-134a、炭酸ガス及び臭化メチルを用いて空の倉庫をくん蒸し、検定器（理研式18型は補正係数1.163を乗じた値）で測定したときの検定器読取値の経時変化は、Fig. 1及びFig. 2のとおりである。

気密性の高い倉庫をくん蒸した場合（Fig. 1）は、HFC-134a、炭酸ガス及び臭化メチルとも投薬直後から48時間後まで検定器読取値にほとんど変化は認められず、いずれの薬剤を用いても気密性の確認は可能であるものと考ええる。

倉庫の扉を調整し、気密性のやや低い状態を保持して

Table 1. Applied dose of three fumigants and correction factor of interference refractometer type gas detectors for measurement of gas sustaining ability in the warehouse.

Fumigant	Dose g/m ³	Reading gas concentration		Correction factor	
		Riken 18 model	Toka 2V model	Riken 18 model	Toka 2V model
CH ₃ Br	10	8.6	10.0	1.163	-
HFC-134a	10	6.4	7.4	1.57	1.35
	20	12.7	14.8		
CO ₂	20 (1.1%)	8.6	10.0	2.326	2.0
	30 (1.6%)	12.9	15.0		

Table 2. Gas sustaining ratios for three fumigants fumigated for 48 hours in an vacant fumigation chamber. The gas was monitored with the interference refractometer type gas detector.

Fumigant	Dose (g/m ³)	Readings interference refractometer (mg/ℓ)			Gas sustaining ratio (%)	
		Calculating value (A)	Just after dosing (B)	48 hours later (C)	100 (C/A)	100 (C/B)
CH ₃ Br	10	10.0	9.8	6.5	65.0	66.3
HFC-134a	10	7.4	7.0	4.8	64.9	68.6
	15	11.1	10.4	7.0	63.1	67.3
CO ₂	20	10.0	9.6	5.7	57.0	59.4

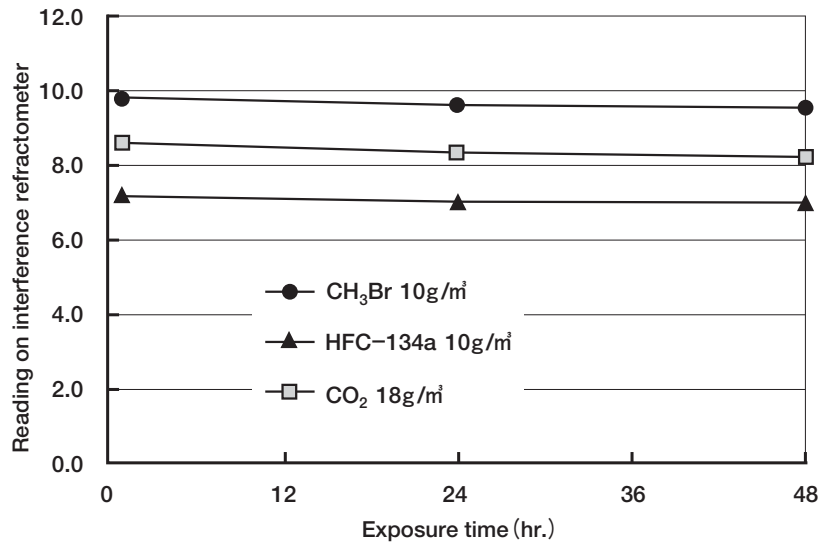


Fig. 1. Progressive readings on the interference refractometer in fumigation with CH₃Br, HFC-134a and CO₂ for 48 hours in an vacant fumigation warehouse.

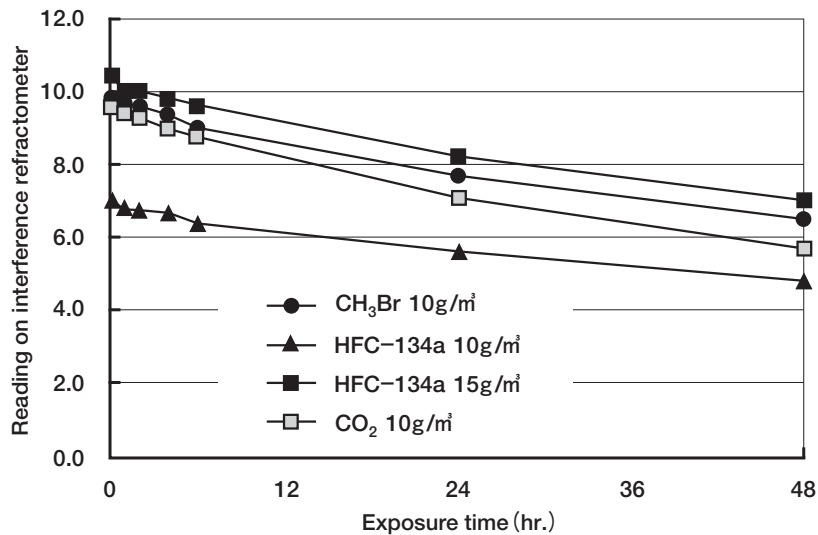


Fig. 2. Progressive readings on the interference refractometer in fumigation with CH₃Br, HFC-134a and CO₂ for 48 hours in an vacant fumigation warehouse.

くん蒸した場合 (Fig. 2) は、各くん蒸剤とも時間の経過とともに検定器読取値が低下したが、低下の傾向は炭酸ガスがもっとも大きかった。このときのくん蒸剤毎のガス保有率は、Table 2 のとおりである。

ガス保有率を計算する場合は、投薬量 (計算値) を基点にする場合とくん蒸直後の値を基点にする場合が考えられるが、くん蒸直後の値を基点にした場合は倉庫壁面に対する収着等の影響が調査できないこと、倉庫内容積の計算が正しくない場合は、異なった濃度 (投薬直後の濃度が投薬量よりも高い場合は倉庫内容積に問題が考えられる) となることから、投薬量を基点にする方法がより問題点を把握しやすいものと考えられる。本試験では、いずれの場合も保有率は炭酸ガスでやや低く、HFC-134a

と臭化メチルは同様の値を示した。

以上の結果から、HFC-134aは、倉庫のガス保有率を調査する薬剤としてより適している薬剤であると考えられる。また、HFC-134aは、臭化メチルと同程度の投薬量、同様の投薬方法で調査が可能であること、有害ガス等の指定がなく保護具も不要であることから、実用的にも扱いやすい薬剤であると考えられる。

引用文献

- 国際労働機関 (ILO, 1998) 国際化学物質安全性カード：1281、1,1,1,2-テトラフルオロエタン (日本語版：国立医薬品食品衛生研究所)
田中 稔 (1954) 実験化学便覧、384p. (共立出版)