

# 干渉計型ガス検定器補助吸気管の能力と接続方法

相馬 幸博・佐伯 聰・楯谷 昭夫・川本 登

横浜植物防疫所調査課

## まえがき

検疫くん蒸中のガス濃度の測定は、現在干渉計型ガス検定器で行なわれており、この場合くん蒸中に発生する二酸化炭素（以下炭酸ガス）および水分を除去して測定する必要がある。特に天幕くん蒸では、炭酸ガスや水分の発生量が多く、これを完全に除去しなければ正確なガス濃度を測定することができない。

そこで、これらの吸収剤であるソーダライムおよび塩化カルシウムの吸収能力と、その接続方法について、調査を行なった。

干渉計型ガス検定器は、ガスの屈折率を利用して濃度を測定する。臭化メチルの屈折率（1.000964）、および炭酸ガスの屈折率（1.0004481）は、基準となる空気（屈折率 1.00029254）より大きく、検定器に注入すると干渉縞（読取値）は正の方向に移動する。一方、水分（水蒸気）の屈折率（1.000255）は小さく、したがって負の方向に移動する。ソーダライム（以下ライム）は、炭酸ガス吸収剤であり、重量比 30% までの炭酸ガスを吸収する。成分は、酸化カルシウム、水酸化ナトリウムの混合物に水分を含ませたもので、酸化カルシウムは、水と作用して水酸化カルシウムとして存在し、炭酸ガスと反応して炭酸カルシウムと水に変化する。発生した水分の一部は水酸化ナトリウムと作用して発熱する。また水酸化ナトリウムの一部は、炭酸ガスと反応して炭酸ナトリウムと水を生成する。したがって過剰となった水分は、水滴または水蒸気となって吸気管から逸出する。そのためライム後方には、水分吸収剤が必要である。なお、ライムは炭酸ガスを吸収するとき、少量の水分を必要とし、乾燥空気やきわめて乾燥したライムの場合には、吸収力が低下する。塩化カルシウム（以下塩カル）は、水分吸収剤で一定量以上吸収すると潮解し、能力は消失する。

## 材料および方法

### 1. 吸収剤の充てん量とその方法

ライムは、吸気管（内径 2.7cm、長さ 12.8cm、プラスチック製）1 本に 60g、塩カルは 42g 充てんした。充てん方法は、吸収剤を密に充てんするためつぎのように行

なった。

吸気管の一端に脱脂綿を詰め、所定の半量の吸収剤を入れ板上に落下（高さ 20 cm から 10 回）させ、同様にして残りの半量を入れ、最後に吸収剤が潰れない程度に脱脂綿を詰め、ふたをした。

### 2. 炭酸ガス濃度の測定

くん蒸箱に調整した炭酸ガスの濃度測定は、臭化メチル用干渉計型ガス検定器理研式 18 型（以下検定器）で行なった。検定器読取値による炭酸ガス濃度の補正は、くん蒸びんに所定量の炭酸ガスを減圧法によって注入し、検定器読取値によりつぎの実験式が得られ、これによった。

$$\text{炭酸ガス濃度 (\%)} = \frac{\text{検定器読取値}}{7.5}$$

### 3. 通気（吸引）速度

検定器による検疫くん蒸中のガス濃度測定は、ゴムスプレーでガスを吸引するが、その吸引速度は、ゴムスプレーの吸引力の強さや、吸気管の数、測定者によって異なる。そのため通気速度の決定は、ゴムスプレー 6 個を用い 7 名について調査した。その結果、ライム—塩カル—検定器の接続方法では、平均が 30ml/sec、最高速度は 40ml/sec であり、ライム—塩カル—塩カル—検定器では、平均が 26ml/sec、最高速度は 32ml/sec であった。

### 4. 供試ガスの通気方法及び吸気管の破過

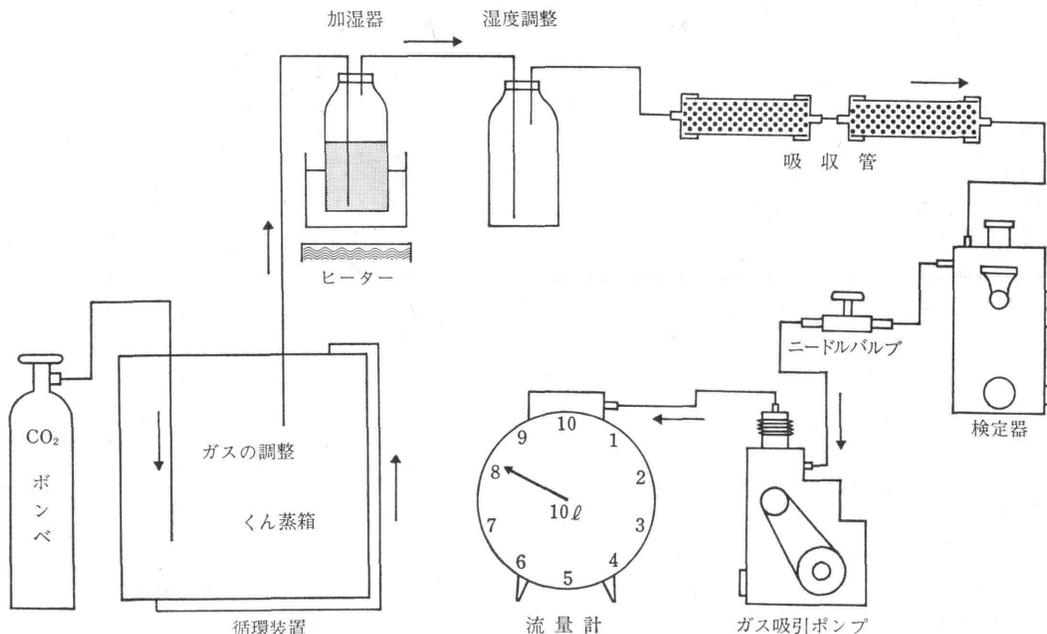
くん蒸箱内に調整された炭酸ガスは、加湿器で加湿され吸気管に入り、続いて検定器を通り真空ポンプで吸引した（RH 70% の場合は、あらかじめくん蒸箱内の湿度を 70% に調節しておき加湿器は通さない）。

通気速度は、流量計で計りニードルバルブで調節した。（第 1 図参照）

吸気管のガス吸収力調査は、ガスを 10l 通気するごとに真空ポンプを停止させ、常圧にして検定器で測定し、その読取値が 1.0 以上に増加した時点をライム吸気管の破過とし、-1.0 以下に減少した時点を塩カル吸気管の破過とした。

ガスの通気は破過時点まで行ない、破過しない場合は 100l までとした。

第1図 吸引管の吸引力試験模式図



**試験 1 製造会社別によるライムの炭酸ガス吸引力**

ライムは5社の製品を使用した。C社とD社は粒径約5.5mmの大きさで、E社は粒径約3.5mm、A社とB社は、その中間の大きさである。またA社のライムは、炭酸ガスを吸収すると紫色に着色する。いずれも1973年製とし、各社ごとに同一ロットを使用した。

塩カルは、水分測定用(粒径約5.0mm)を使用し、ガスを10ℓ通気するごとに交換した。

本試験は炭酸ガス濃度4%、温湿度25°C、RH100%、  
 接続方法 ライム-塩カル-検定器、通気速度30ml/sec

第1表 ライム製造会社別による炭酸ガス吸引力

製造会社	破過までの通気量
A	100ℓ以上
B	90ℓ
C	30ℓ
D	30ℓ
E	100ℓ以上

(炭酸ガス濃度：4%、温湿度：25°C、RH100%)  
 (接続方法：ライム-塩カル-検定器、通気速度：30ml/sec)

(注) 試験値は3反復の平均  
 ※塩カルは10ℓ通気ごとに交換

secで行なった。

第1表に示すとおり、A社とE社のライムは、吸引力が良く100ℓまでガスを通気したが破過しなかった。またA社のライムは、ガスの通気量に伴って、先端から徐々に着色していった。吸収剤は、吸引力が優れていることの他に、その吸引力の変化が確認できるのが望ましい。そのことからA社のライムが最も実用的と思われるので、以下の試験はA社製のライムを使用した。

**試験 2 高温、高湿、高濃度炭酸ガス中における吸収剤の能力と接続方法**

高温高湿中における木材の天幕くん蒸では、高濃度の炭酸ガスが発生する事例が多い。本試験では、このような状態を想定し、つぎの2つの条件で調査した。

(1) 炭酸ガス濃度 8%、温湿度 40°C、RH100%の場合

通気速度は、いずれも前述の平均速度で行なった。ライムの炭酸ガス吸引力試験では、10ℓのガスを通気するごとに塩カルを交換した。

結果は第2表のとおりである。

ライム-塩カル-検定器では、ライムは平均50ℓまで、塩カルは平均20ℓまで破過しなかった。塩カルは比較的破過が早く、さらに吸引力を増加させるためには、

第2表 吸収管の接続方法とガス吸収力

(炭酸ガス濃度：8%，温湿度：25°C，RH 100%)

接続方法	通気速度 ml/sec	通 気 量						
		10ℓ	20	30	40	50	60	70
ライム—塩カル—検定器*	30	0	0	0	0	+0.4	+1.2	
ライム—塩カル—検定器		0	-0.7	-6.9				
ライム—塩カル—塩カル—検定器*	26	0	0	0	0	0	+0.4	+1.5
塩カル—ライム—塩カル—検定器		0	-0.3	-2.4				
ライム—塩カル—塩カル—検定器		0	0	0	0	0	-0.3	+0.3** (+1.3)

(注) 試験値は検定器の読取値 (3 反復の平均)，ライムはA社製

※ ライムの吸収力を試験し，塩カルは 10ℓ 通気ごとに交換

※※ 70ℓ において塩カル 1 本を追加し，再度の測定値

塩カルを追加する必要がある。それにはライムの前に塩カルを加え，高い湿度をまず塩カルで除去する方法と，検定器側に塩カルを追加する方法がある。前者は，ライムから発生して逸出する水分が予想以上に多いことにより，効果がなかった。後者は，60ℓ のガスを通気した後読取値が負に移動したにもかかわらず，70ℓ ガス通気後では，正の移動に転位している。このことは，炭酸ガスおよび水分の流出による相殺が考えられるので，70ℓ 通気後さらに塩カルを検定器側に 1 本追加して同通気速度で 1ℓ 通気した。その結果，+1.3 の値が読取られ塩カル，ライムとも破過していることが判明した。したがってライム—塩カル—塩カル—検定器の接続方法では，平均 60ℓ まで吸収力が増加したので，より適当だと思われる。

(2) 炭酸ガス濃度 4%，温湿度 25°C，RH 100% の場合

ライムの炭酸ガス吸収力試験では，10ℓ ガス通気ごとに塩カルを交換した。

結果は第 3 表のとおりである。

接続方法 ライム—塩カル—検定器，通気速度 30ml/sec において，ライムは通気量 100ℓ まで破過しないことは先に述べた。それに対し塩カルは 70ℓ まで破過しなかったが，検定器で検知されたのは，通気量 40ℓ 目からであり，除々に水分が流出していることがわかる。また通気速度 40ml/sec では，塩カルは 50ℓ で破過する。しかし 40ℓ まで破過しないことは，本接続方法で十分使用できることを示している。

### 試験 3 低濃度炭酸ガス中における吸収剤の能力

穀類等の検疫くん蒸では，一般に炭酸ガスの発生は少ない。本試験はこのような状態を想定し，炭酸ガス濃度

0.5%，温湿度 25°C，RH 70%，接続方法 ライム—塩カル—検定器，通気速度 30ml/sec で行なった。

この結果，ライム，塩カルとも 100ℓ まで破過は認められなかった。

### 試験 4 吸収剤破過時点の状態

試験 1 および 2 によれば，ライムはいずれの場合も吸収管全面が紫色に着色するまで破過しない。

一方，塩カルは破過状態は一様でなく，3分の1の潮解で破過しているもの，および，全面が潮解して破過するものもあった。(第 4 表)

### 試験 5 圧力，重量の変化

試験 1～3 においては，検定器後方に圧力計を設置し，通気量にともなう圧力の変化を調査した。その結果，圧力は一般に増加の傾向であった。これは，化学反応による発熱および水分発生のため吸収管内の抵抗の増加と思われるが，本試験ではこれらを考慮せず常に通気速度を一定とした。

また，吸収剤の重量変化は，A社のライムで破過時点に充てん量の 7.2～9.7% (4.3～5.8g) の増加であった。

したがって，一般に表示されているように 30% まで吸収できると考えるのは誤りである。一方塩カルは，4.0～8.8% (1.7～3.7g) の増加であった。

### 総合考察

現在検定器には，器内吸収管に塩カルを充てんして使用している。しかしその吸収力の低下は，外観では判別できず，取扱い上極めて不便である。またこの吸収管には，塩カルが約 15g しか充てんできず，器外吸収管の 3分の1程度である。したがって吸収力は相当低いものと思われ，さらに潮解によって検定器内部をよごす恐れも

第3表 吸気管の接続方法とガス吸収力

(炭酸ガス濃度：4%，温湿度：25°C RH 100%)

接 続 方 法	通気速度 ml/sec	通 気 量									
		10 $l$	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ライム-塩カル-検定器	30	0	0	0	-0.1	-0.4	-0.6	-0.9	-1.1		
ライム-塩カル-検定器*	40	0	0	0	0	0	0	0	0	+0.1	+0.9
ライム-塩カル-検定器	40	0	0	0	-0.5	-1.2					
ライム-塩カル-塩カル-検定器	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(注) 試験値は検定器の読取値 (3 反復の平均), ライムはA社製

※ ライムの吸収力を試験し, 塩カルは 10 $l$  ガス通気ごとに交換

第4表 吸収剤破過時点の状態

接 続 方 法	炭酸ガス濃度 %	温度 °C	湿度 RH %	通気速度 ml/sec	反復	破過時点の状態	
						ライム着色度	塩カル潮解度
ライム-塩カル-検定器	8	40	100	30	1	全 面	全 面
					2	全 面	1/2
					3	全 面	全 面
塩カル-ライム-塩カル-検定器	8	40	100	26	1	—*	全 面
					2	—	1/2
					3	—	1/2
ライム-塩カル-塩カル-検定器	8	40	100	26	1	全 面	1/2
					2	全 面	1/2
					3	全 面	1/2
ライム-塩カル-検定器	4	25	100	30	1	—***	1/2
					2	—	1/2
					3	—	3/4
ライム-塩カル-検定器	4	25	100	40	1	—***	3/4
					2	—	3/4
					3	—	全 面

※ 着色せるも破過せず

※※ 着色せるも 100 $l$  通気まで破過せず

あり, 検定器の保守上好ましくない。また塩カルの粉末が内部に入ることも考えられるので, 吸収剤を充てんするよりは脱脂綿を詰めて検定器内部を常に清潔にしておくことが望ましい。

検疫くん蒸中におけるガス濃度測定のための1日のガス吸引量は, 測定件数の最も多い時で20件前後で, 1件につき2カ所, 1測定につきゴムスプレーを10回押し, ゴムスプレー1回のガス吸引量を約40 $ml$ とすれば, 20件で16 $l$ のガスを吸引することになる。しかし普通は, この半分以下であり, また炭酸ガス濃度が8%以上になることはまれである。したがって通常は, ライム-塩カル-検定器の接続方法で十分効力を果す。

それでもなおガス濃度が異常に高い値で測定されるならば, 酸素欠損, あるいはライム, 塩カルで吸収されない異種ガスによるものであろう。この点については, 現在検討中である。

また, 吸収剤の充てんが不十分であったり, 古い吸収剤や, あるいはその保存が不完全で空気に接触した状態では, 吸収力が低下し, 正しいガス濃度測定はできない。

以上のことから, 実用的な使用方法としてつぎの方法が適切であると考えられる。(1) 吸気管の接続方法は, ライム-塩カル-検定器の順序とする。(2) 吸収剤を吸気管に充てんする場合は, 落下振動を与え十分に充てんす

る。また器内吸尿管は脱脂綿のみとする。(3) ライムは小粒着色種(たとえば, 粒径約 4.5mm)を, 塩カルは小粒種(粒径約 5mm)を使用する。(4) 吸収剤の交換

は, 着色ライムの場合は吸尿管の3分の2が着色した時点, 塩カルは3分の1が潮解した時点とする。