

# 臭化メチルによるコンテナークん蒸試験

川本 登・楯谷 昭夫・星野 貴博\*

横浜植物防疫所調査課

## まえがき

1960年代に始まったコンテナークによる海外貨物の大量輸送方式は、発展の一途をたどり、その後コンテナーク詰め貨物の種類と量がますます増大している。現在、袋詰め貨物を積載したドライコンテナークの植物輸入検査における消毒方法は、貨物をコンテナークから搬出し、倉庫あるいははしけでくん蒸が行なわれている。しかしコンテナーク貨物量の増大につれて、消毒処理を迅速化する要求が高まっている。よって、これら貨物をコンテナークに積載したまま短時間に、確実にくん蒸する方法について試験を行なった。

## 試験方法

**くん蒸方法** 1. コンテナークを倉庫内に搬入し、コンテナークに貨物を積載したままくん蒸する方法として、倉庫代用のビニール天幕倉庫を仮設して行なう方法（以下間接法）。

この仮設倉庫は、丸太材によって倉庫状に骨組を組立て、これにビニールシートを覆い、くん蒸庫とした。この倉庫を3庫建設し、各倉庫にコンテナークを一台ずつ搬入しコンテナークの扉は開放したままとした。投薬方法は、気化器を使用し臭化メチルの気化速度が毎分0.5kgになるように調節し、気化したガスは風量45m<sup>3</sup>/minのガス循環用軸流型送風機に接続した。送風機には、直径52mmの塩化ビニール製スパイラルチューブの送風管を接続し、この送風管をコンテナーク内の奥のまたい上（扉から4m）に開口させ、ガスを噴出させた。吸気口はコンテナーク車台下に設置し、前記の送風機に還流させる方法をとった。なお、ガスの循環は、投薬開始から30～60分間とした。

2. コンテナークをそのまま倉庫とみなして、コンテナークに直接投薬する方法（以下直接法）。

直接法では、コンテナークの扉を閉め、ガムテープで目張りをして気密状態とした。投薬は、端壁側の天井からガス管を挿入し、500g 缶入りの臭化メチルをオプナーによって行なった。

**コンテナーク** コンテナークは、8×8×20フィートのアルミニウムまたは、鉄製の海上輸送用バルクおよびドライコンテナークを使用した。くん蒸対象貨物は、臭化メチルガスの拡散や浸透が比較的困難であるふすまを選定した。なお、使用したコンテナークおよびふすまは輸入貨物をそのまま使用した。

**葉量・くん蒸時間および試験実施時期** 第1表のとおりである。「輸入穀類検査要綱別表・臭化メチルによる消毒方法の基準」に準拠し、A級倉庫・収容比0.5t/m<sup>3</sup>を適用した。試験は45年11月から46年9月までに実施した。

**試験回数** 1試験区に3台のコンテナークを使用し、なるべく同時に実施するようにした。したがって、試験に使用したコンテナークは、毎回すべて異なっている。

**供試虫とその配置方法** くん蒸効果確認のため、ヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* の成虫・蛹・幼虫・卵の各態20匹を、所定のテスター棒に挿入して用いた。配置場所は、第1図のとおりコンテナーク中央と側壁（片側のみ）から30cmの2線上の3点（扉および端壁から50cmとそれらの中央点）のそれぞれ最上段・中段・最下段の袋内の各1点、計18箇所とまたい上の空間1点、合計19カ所とした。

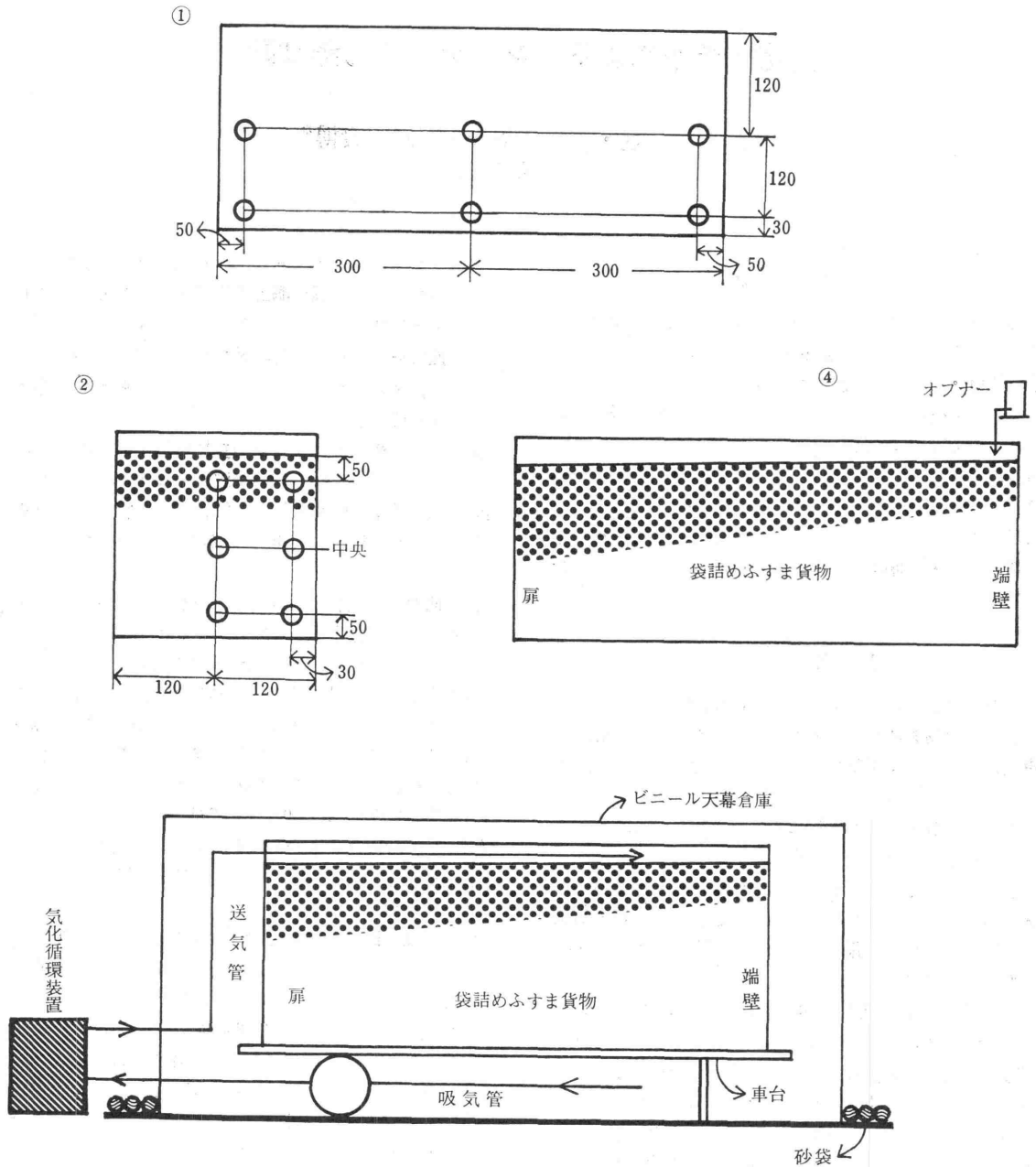
**ガス濃度・酸素・二酸化炭素および温湿度の測定** 臭化メチルガスの濃度は、干渉計型ガス検定器（理研式18型）を用い、投薬後30分毎に測定し、ガス濃度が均一化した後は、24時間および48時間後のみとした。測定位置は、供試虫と同位置であるが、中段を除いたので合計13箇所である。ガス漏れの検知には、いずれの場合も吸引式の炎色反応検知器（マッキンリーフロンガス探知器）を使用した。

酸素・二酸化炭素は、投薬およびくん蒸終了直前に、コンテナーク中央下段のガス測定管を用いて、酸素は酸素測定器（理研式）、二酸化炭素は北川式検知管をそれぞれ用いて測定した。温湿度は、最高最低温度計および日記温湿度計をコンテナーク内上部空間に配置して測定した。

## 試験結果および考察

試験結果は、第1, 2表のとおりである。

\* 現在 川崎出張所



第1図 臭化メチルによるコンテナくん蒸試験の方法  
 ① ○……供試虫およびガス濃度測定管の位置 (平面図)  
 ② ○…… 同上 (側面図)  
 ③ 間接法による臭化メチルの投薬およびガス循環方法  
 ④ 直接法による臭化メチルの投薬方法

殺虫効果：間接法では、供試虫の *Tribolium* の各態について、いずれの薬量およびくん蒸時間においても100%の殺虫効果を示した。直接法では、9月の  $29\text{g}/\text{m}^3$  区では、3例中3例、2月の  $49\text{g}/\text{m}^3$  区では3例中1例

について、供試虫の各態に生虫がみられた。この原因については、後述するようにガス拡散・浸透の遅延およびガス漏れが大きく影響して有効積算ガス濃度に達しなかったものと思われる。

第1表 臭化メチルによるコンテナくん蒸試験のくん蒸方法および試験結果

くん蒸方法	くん蒸年月	くん蒸時間	検疫基準薬量 g/m <sup>3</sup>	試験薬量 g/m <sup>3</sup>	ガス濃度均一 所要時間hrs.		B時の 平均ガス 濃度 mg/l	残存ガス濃度 mg/l		温度 °C		温 度 %		
					A	B		最高最低値	平均値	最高	最低	最高	最低	平均
間 接 法	45.11	48	34	35.4	3.3	10.3	13.0	2~6	6.6	44.0	8.0	80	58	70
				34.8	8.9	17.8	14.0	9~10		29.5	9.5	79	55	65
				34.1	0.7	6.8	9.0	4~6		28.5	9.5	79	61	70
	45.11	24	45	45.8	6.8	15.5	19.5	14~17	14.3	32.0	8.5	95	58	75
				45.8	6.3	16.3	16.0	12~14		25.5	9.3	85	50	58
				25.1	3.5	22.5	2.4	2~4		43.0	29.5	80	68	73
46.7	48	25	25.1	3.0	22.0	2.7	3~5	4.0	41.5	30.0	78	70	75	
			25.1	2.0	21.5	7.9	3~8		41.0	29.2	78	67	70	
			35.0	1.0	22.5	11.4	10~13		37.5	21.5	95	86	90	
46.7	24	33	35.0	2.0	19.0	6.9	3~7	7.5	38.0	24.0	93	83	88	
			35.0	1.5	18.7	7.4	4~7		40.0	25.0	74	62	65	
			42.1	18.0	24.0	24.0	14~18		26.0	6.5	78	57	65	
45.12	48	42	42.1	6.8	16.8	28.0	14~17	10.1	18.0	9.5	85	60	73	
			56.3	18.5	23.2	24.0	23~25		29.0	7.0	71	40	55	
			56.8	8.8	20.8	25.0	22~25		22.0	7.0	85	70	80	
45.12	21	56	56.8	4.4	9.0	26.0	14	20.5	22.0	7.0	86	60	75	
			30.0	0.5	24.0	5.6	6~9		35.0	25.0	41.5	32.0	36.8	
			30.0	0.5	24.0	7.9	7~12		37.0	25.5	43.5	31.5	37.5	
46.9	48	29	30.0	0.5	24.0	5.8	3~8	7.5	35.5	24.5	45	35.0	40.0	
			64.5	18.5	25.0	6.0	4		11.7	5.5	48	44	47	
			64.5	17.5	24.0	7.5	5~6		11.0	5.0	49	46	48	
46.2	48	49	64.5	7.5	19.0	1.5	0~1	3.3	11.5	5.0	54	44	49	
			64.5	7.5	19.0	1.5	0~1		11.5	5.0	54	44	49	
			64.5	7.5	19.0	1.5	0~1		11.5	5.0	54	44	49	

(注) A 測定点19カ所中、17カ所以上のガス濃度の平均値が ± 2 mg/l 以内となった時までの所要時間  
 B " " 19カ所全部 " "  
 \*<sub>1</sub> 残存ガス濃度の平均値は、全測定点 (19点×3又は2コンテナ) の平均値  
 \*<sub>2</sub> 湿度の平均値は、くん蒸期間中の積算湿度の平均値

第2表 直接法による臭化メチルコンテナくん蒸試験の殺虫効果

薬量	殺虫効果 (%)			
	成虫	蛹	幼虫	卵
29 g/m <sup>3</sup>	98.7	85.3	93.2	100
	99.7	100	99.5	100
	96.9	96.1	98.5	100
49	100	100	100	100
	100	100	100	100
	63.2	40.0	55.0	27.0

臭化メチルガスの拡散およびガス濃度：間接法においては、①ガス濃度の均一化所要時間は、48時間区では、6.8~24時間、24時間区では9.0~23時間の長時間を要

した。また、各コンテナによってガス均一化の所要時間に大きな差があった。この原因は、ガスの強制循環が30~60分間と短時間であったこと、および被くん蒸物が収着の多いふすまであったためと思われる。しかしながら、測定点19箇所中17箇所 (90%) の濃度が、9時間以内に均一化したのは、16例中14例 (88%) で、特に11月および7月の試験区では均一化が早かった。このことから、ガス循環時間を2~3時間延長すれば、ガスの均一化は更に促進されるものと思われる。

②ガス濃度の均一化時における濃度は、均一化所要時間と同様、各コンテナによって大きな差があった。高温時の7月では、10 mg/l 以下がほとんどで、コンテナによっては、0.4~4.4 mg/l のように特に低い場合があった。これに対し、12月では20 mg/l 以上と高濃度

であった。

くん蒸終了時における残存ガス濃度は、7月を除いていずれも10 mg/l以上であったが、7月の試験では、通常の倉庫くん蒸に比較して低く、一部には1.8 mg/lの場合があった。

臭化メチルガスが高温時に拡散・浸透速度が促進され、吸収が多くなることは知られているが、今回の試験においてもその影響が強く現われた。すなわち、7月では、ふすまによる吸収が多く、高温と相まって、拡散・浸透および収着の進行が促進され、ガス濃度の分布が一部を除いて3時間前後で均一化され、ガス濃度が9 mg/l以下と低くなった。これに対し、12月では、均一化所要時間が7月に比べて長時間(4.4~18.5時間)を要し、ガス濃度も22 mg/l以上であった。しかしながら、測定点のすべての部分が±2 mg/l以内のガス濃度に均一化されたのは、7月において19~23時間、12月、17~24時間と長時間を要し、しかもほぼ等しい所要時間となった。これに対し、11月では、7~18時間と早かった。

直接法では、間接法に比較して7月における初期の拡散がいくらか早いようであるが、その他のガス均一化所要時間等については、特に差がないようであった。しかしながら、直接法ではガス漏えいのため正確な比較検討は困難である。

ガスの拡散速度やガス濃度が間接法、直接法のいずれの試験においても、コンテナによって差を生じた原因は、コンテナが同一型式のドライコンテナであっても、同一コンテナでなく、構造上の若干の相違や使用上の破損の差があること、貨物のふすまの質・量が異なること、後述する温度・湿度の差、ガス漏れなどがそれぞれ影響したものと思われる。

酸素・二酸化炭素・温度および湿度：ふすまの輸送貨物や貯蔵品については、高温又多湿の場合、特に水による事故品では、酸素の消費や二酸化炭素の発生が知られている。今回の試験でもこれらの原因によるガスの増減が、臭化メチルガス濃度測定値に影響を与えることを恐れて測定を行なった。しかしながら、くん蒸の前後における測定値には、ほとんど差がなく、影響はなかった。

最高最低温度間の較差は、いずれのコンテナにおいても大きく、最大36°C、最小8.5°Cであった。また同一試験区における各コンテナ間の温度差は、大差のある場合もあれば、だいたい同じである場合もあった。これらの原因は、①倉庫がビニールシート製であり、日射の影響を受け易く、②更にコンテナの材質がアルミニウム製または鉄製と異なっていること、③コンテナの貨物が満杯のため、上部空間の間隔が30 cm程度となり、測定器が天井に接近してその影響を受け易くなった

こと、④ビニールシート製倉庫が3並立して建築されたため、中央と左右の倉庫では日射および風の影響が異なった、などの諸原因によるものと思われる。

湿度においても、温度の場合と同様の諸原因によって、各箇のコンテナおよび試験区間に差がみられた。

ガス漏れ：間接法の場合は、倉庫の構造体であるビニールシートが、強風によって破損したことがあって急ぎよ補修を行なった。このような場合を除いてビニールシートの事故のない場合は、ビニール天幕倉庫からのガス漏れは認められなかった。

直接法では、コンテナが直接外気に接しているため、コンテナ自身の気密性が問題となった。ドライコンテナの扉構造は、本体とかみ合せ状に開閉する部分や止金具部分があり、また金属部分に腐蝕などがあり、こうした部分はいずれも密閉や目張りが困難であった。特に10~15 cm巾の粘着テープのみで目張りをするのは、困難な部分があった。その他、まれに金属板の接合部からのガス漏れが検出された。このような結果から、ドライコンテナそのものを気密性があるものとして、また、完全な目張りができるものとして、くん蒸庫と同様に考え使用することは、困難であると思われる。

ガスの排出および許容濃度の確認：くん蒸終了に伴うガスの排出は、倉庫扉に相当する部分のビニールシートを天井まで巻き揚げ、投薬時の循環用パイプを使用してコンテナ内部に新鮮空気を1~2時間送気して行なった。

直接法の場合は、コンテナの扉を開放し、強制排気は行なわなかった。なお、いずれの場合も夜間は扉を閉鎖した。

許容濃度(20 ppm)に到達するのに要する時間は、正確に測定できなかったが、今回の試験ではいずれもくん蒸終了の翌日午前中に北川式検知管法によって確認することができた。このような結果から、コンテナのガス排出は、0.5~1日間で終了するものと思われる。

## 総 括

1. 袋詰めふすまを積載したコンテナを倉庫代用のビニールシート製天幕倉庫に搬入し、臭化メチルを気化投薬し、ガスの循環を行なえば、供試虫のヒラタコクストモドキの各態を100%殺虫し、くん蒸効果を得ることができる。したがって、本法によるくん蒸方法を採用すれば、コンテナの倉庫くん蒸は可能であると思われる。

2. ドライコンテナをくん蒸施設と考え、袋詰め貨物を積載したまま、臭化メチルを直接投薬するくん蒸方

法では、100%の殺虫率を得ることは困難であった。ドライコンテナは、扉部分からのガス漏れが多くみられ、殺虫効果の低いことと相まって、ドライコンテナをくん蒸施設として使用することは、不適當であると思われる。

3. 許容濃度は、くん蒸終了の翌日午前中に確認する

ことができた。すなわち、コンテナでは0.5~1日間扉を開放する方法によるガス排出によって許容濃度に到達するものと思われる。

4. くん蒸による酸素および二酸化炭素の変化は、特になかった。くん蒸中のコンテナ内部の温度および湿度の変化は大きかった。

## Summary

### Comparison between the Two Methods of Dry Container Fumigation with Methyl Bromide

Noboru KAWAMOTO, Akio TATEYA and Yoshihiro HOSHINO  
Research Division, Yokohama Plant Protection Station

As an approach toward the application of methyl bromide fumigation for the cargoes in non-gastight dry containers, the following two procedures were compared.

a. Fumigation of the whole container in warehouse.

Each single container was housed in a gastight vinyl tent which was hung in simulation of an ordinary warehouse (5 × 5 × 10 m). Wheat bran was selected for the test for its slow penetration and diffusion of methyl bromide. With doors open, the dosing duct was introduced into the container and the return duct set under the chassis of the container. Methyl bromide was evaporized at 0.5 kg/min. and circulated through the ducts by an axial blow fan at 45 m<sup>3</sup>/min. Various doses of methyl bromide were tested in the range of 25–56 g/m<sup>3</sup> depending on temperatures and durations of exposure (24 or 48 hours). One series of tests were replicated three times. The effects were assessed by measuring the remaining gas concentrations at 13 different sites in the container and also by the mortality of *Tribolium confusum* of all stages that had been placed at 19 different sites of the container.

b. Dry container used as an outdoor fumatorium.

Methyl bromide was applied into the container directly from cans. Doses were adjusted to 29 or 49 g/m<sup>3</sup> according to temperatures. Duration of exposure was set at 48 hours. The effects were assessed as in the method a.

Based on the results of these tests, the method a is invariably superior to the method b in respect of the rapid gas distribution, the high levels of remaining gas concentration at the end of exposure time and of the satisfactory kill of insects. The use of dry container as fumatorium seems impracticable because of the gas leakage and resulting incomplete kill of insects.