

ばら積み用コンテナのくん蒸方法に関する試験

上ノ 蘭 誠*・鈴木 光男・鳥倉 英徳
横浜植物防疫所国際課

井上 忠行**・谷田 義弘・向野瀬 健
神戸植物防疫所大阪支所

ま え が き

昭和42年9月加州航路にコンテナ専用船が就航して以来、わが国における海上コンテナによる植物類の輸入は増加の一途をたどっているが、今後、世界各航路にコンテナ専用船が順次配船されれば、コンテナによって輸入される植物の種類と数量は飛躍的に増大することが予想される。

このような海上輸送におけるコンテナゼイションの本格化において、輸入植物検疫によるくん蒸処置を必要とした場合には、コンテナ輸送の最大のメリットであるドア・ツウ・ドアの輸送体系をなるべく阻害しない方法で消毒することが望まれている。

これらのことから、バルクコンテナを使用して、ばら積み麦芽に対する臭化メチルによるくん蒸方法に関する試験を実施した。

なお、本試験実施のため協力を頂いた、山下新日本汽船株式会社、川崎汽船株式会社、関東燻蒸株式会社、日宝化学株式会社および報告の取りまとめに御助言を頂いた横浜植物防疫所調査課川本技官に対し、深甚なる謝意を表する。

試 験 方 法

本試験については、山下新日本汽船株式会社（以下、山下新日本）のコンテナを用いて横浜植物防疫所国際課（以下、横浜）が、川崎汽船株式会社（以下、川崎）のコンテナを用いて神戸植物防疫所大阪支所（以下、大阪）が、それぞれ実施した。

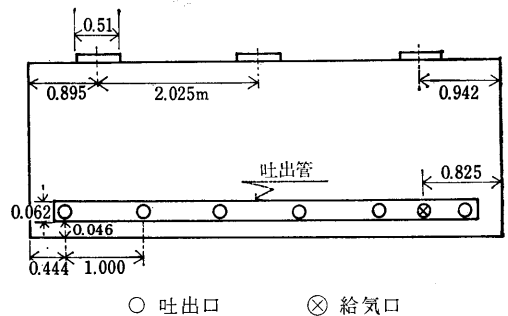
* 現在 神戸植物防疫所小松島出張所

**現在 神戸植物防疫所伊丹出張所

試験方法は、臭化メチルを気化器によってガス化し、送風機によってコンテナ内壁に配管した吐出管から噴出させ、吸引管から送風機に還流させる強制気化循環方式によってくん蒸を行なった。くん蒸終了後のガス排出についても同装置を用いて行なった。なお、材料および方法はつぎのとおりである。

1 試験材料： コンテナは山下新日本製の第1次試作Y1-1、Y1-2、および第2次試作のY2-1、Y2-2、Y2-3、ならびに川崎製のK1、K2の5個である。

(1) コンテナの構造；山下新日本のY1～2は、鋼鉄製で継目はすべて溶接され、マンホールおよび扉については、ゴムパッキング（Y1-1～2）または、クロロブレン被膜天然ゴム連泡スポンジ（Y2-1～3）を使用した気密構造である。屋根、側板は熱間圧延軟鋼板、側板については、ABS（アクリルブタジエンスチロール）で内張りされ、床板はアビトン合板（上面ファイバーグラスレインホーストプラスチック加工）となっている。なお、Y2-1～3はY1-1の吐出管、吸引管の長さを延長し、吐出口、吸引口の数を増加した改良型である。（第1図参照）



第1図 コンテナ構造図(Y2-1～3)

川崎のK1～2はアルミニウム製で、マンホールおよび扉はゴムパッキングで気密構造である。

び扉はゴム状パッキングによって気密保持がなされている。

ガス循環システムの規格： 第1, 2, 3図およびつぎのとおりである。

- | | | |
|------|-----|---|
| Y1-1 | 給気口 | 径2.5cm片側2個, 両側の計4カ所 |
| Y1-2 | | 吐出管 径6.2cm, 長さ540cmの円管 |
| | 吐出口 | 径3.5cm (24メッシュ金網張り) 片側4個, 両側の計8カ所 |
| | 吸引口 | 径2.5cm, 天井部マンホールに3カ所 |
| Y2-1 | 給気口 | 径2.5cm片側1個, 両側の計2カ所 |
| Y2-2 | | 吐出管 Y1-1と同じ |
| Y2-3 | 吐出口 | 径2.0cm (24メッシュ金網張り) 片側6個, 両側の計12カ所 |
| | 吸引口 | Y1-1と同じ |
| K1 | 吸引管 | 吐出管と同型, 長さ360cm |
| | 吸引口 | 径0.2cm, ダクトの両側に1列, 下面に2列に開口し, ダクト全長にわたって分布する。 |
| | 吐出管 | 径2.75cm, 長さ460cmの円管 |
| | 吐出口 | 径0.2cm, 吐出管下面に2列になって開口し, 吐出管全長にわたって分布する。 |
| K2 | 吐出管 | 1.7×5.5cm長方形ダクト, 長さ460cm |
| | 吐出口 | 径0.2cm, ダクト側面に2列, 下面に1列に開口し, ダクト全長にわたって分布 |
| | 吸引管 | K1と同型 |
| | 吸引口 | K1と同型 |

これらの給気口, 吸引口と気化器, 送風機を径3.7cmのビニールダクトで接続し, ガスの循環または, 排気を行なった。

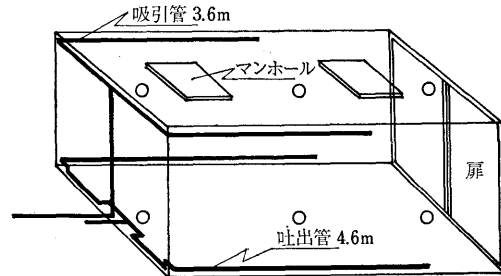
臭化メチル気化器・送風機： 横浜で使用した気化器は, 乾熱式 (電気容量100V, 500W) で第5図のとおりである。送風機の規格は, 風圧400mmAq, 風量0.7m³/min, 出力0.2kW, 吐出口径3.75cm, 吸引口径3.01cmである。

大阪で使用した送風機は, 静圧600mmAq, 風量13m³/min, 軸馬力3.7kW, 5HPであった。

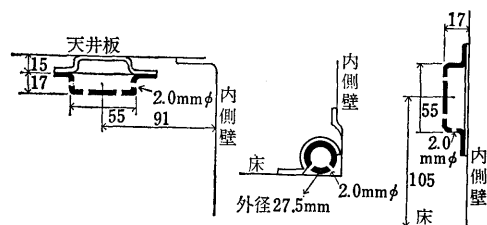
試験対象植物： オーストラリア産麦芽で数量は第1表のとおりである。

2 試験方法

気密度およびガス保有度調査： くん蒸試験に先立ち, 各コンテナに空気を圧送し, 水柱圧による気密度の調査および24時間の空くん蒸によるガス保有度の調査を

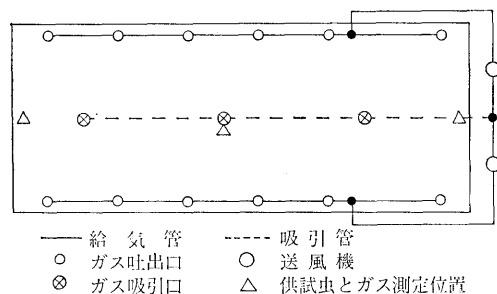


○ 供試虫とガス測定位置
第2図 コンテナ構造図(K1~2)

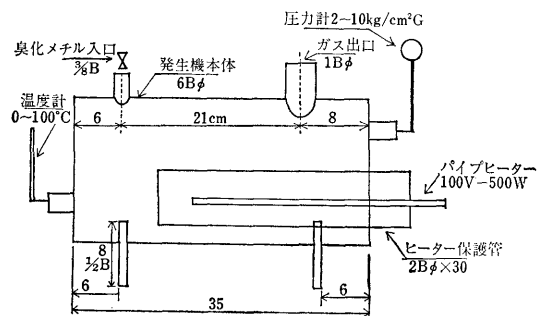


吸引管 K1.2 吐出管(円形) K2 吐出管(長方形) K1

第3図 バルクコンテナ内部のガス吐出管および吸気管



第4図 供試虫とガス測定位置ならびにガス循環系統 (Y2-1~3)



第5図 臭化メチル気化発生装置(Y1~2)

第1表 コンテナの規格および麦芽収容量

番 号	材 質	内 容 積		マ ン ホ ール		麦芽重量 ト ン	収 容 比	試験年月
		幅 × 長 × 高	容 積	口数	幅×長			
Y1-1	銅 鉄	m m m 2.35×5.89×2.24	m ³ 31.74	3	cm cm 51×75	17.00	0.54	44.12
Y2-1	〃	2.33×5.89×2.16	31.0	〃	51×78	14.79	0.48	45.2
Y2-2	〃	〃	〃	〃	〃	14.65	0.47	45.2
Y2-3	〃	〃	〃	〃	〃	14.47	0.47	45.3
K-1	アルミニウム	2.33×5.91×2.50	30.7	2	45×68	15.5	0.51	44.6
K-2	〃	〃	〃	〃	〃	16.9	0.55	44.6

行なった。

薬量およびくん蒸時間： 使用した薬剤は、臭化メチルで薬量は第4表のとおり、くん蒸時間は48時間とした。

投薬方法： 山下新日本のY1～2では、気化器で気化させた臭化メチルガスをコンテナ両側面のガス給気口から送入し、上部吸引口から吸引する方式で強制循環を行なった。循環時間は、投薬終了後2時間である。

川崎のK1, 2の投薬方法も前者と同様であるが、給気口および吸引口が端壁下部のそれぞれ1カ所にまとめられている。(第2, 3図参照)

排気方法： 山下新日本のコンテナでは、くん蒸機械の送風機でガス給気口から新鮮空気を送入し、上部マンホール3カ所を全開しガスの排出を行なった。送風機の稼働方法は、Y1-1～2では、開放後2.5時間、その後は開放後5, 11, 17, 23, 47時間目からそれぞれ1時間、計7時間30分を行なった。Y2-1では、開放後4時間、その後は5, 11, 17時間目からそれぞれ1時間、計7時間を行なった。Y2-2では、開放後6時間、その後は11, 17, 23, 48, 93時間目からそれぞれ1時間、計11時間を行なった。Y2-3では、開放後6時間、その後11, 17, 23, 47, 71時間目からそれぞれ1時間、計11時間を行なった。

マンホールの開放は、Y1-1では開放直後から24時間を開放状態とし、Y2-1, 2-3では、送風機の運転を行

なわない際は、極くわずかの空隙(1cm程度)を設けて閉じ、Y2-2では、送風機の運転時以外は完全に密閉した。また、開放24時間後は、いずれのコンテナも送風機を運転しない時は、完全に密閉した。

川崎のコンテナでは、K1はマンホールから新鮮空気を導入し、ガス吐出口からくん蒸車(気化器と送風機を組合せ車台に設置)に吸引し排気した。K2では、くん蒸車から新鮮空気をコンテナに送風し、マンホールから排気した。なお、両コンテナとも、排気のための送風は2時間とし、許容濃度までの調査は行なわなかった。

ガス濃度の測定方法： ガス濃度の測定は、干渉計型ガス検定器(理研式18型, 21型)および北川式検知管を使用した。

ガス濃度の測定管は、銅パイプおよびビニールパイプを用い、第4図に示すように行なった。すなわち、山下新日本のコンテナでは、コンテナの5カ所の上, 中, 下の計15カ所および空間について測定した。上は、穀層表面から30cm下, 下は床面より30cm上, 中は上下の中間とし、側壁部に面した個所については、壁部より10cm内側とした。なお、排気時のガス濃度測定に当っては、新しいビニールパイプと交換した。

川崎のコンテナK1, 2では、コンテナ内中央線上扉, 中央, 奥の穀層内各上下6カ所に測定管を挿入し、この管にビニールパイプを接続し、測定した。(第2図参照)

供試虫： 供試虫は累代飼育を行なっているヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* の成虫20匹宛使用し、1コンテナ当り、Y1-1～2, Y2-1～3では15カ所, K1, 2では6カ所とし、各々ガス測定位置と同じ個所に設置した。

試験結果および考察

1. 気密度およびガス保有度： コンテナ自身がくん蒸に適するかどうかを、空くん蒸について実施し、第2表の結果を得た。Y1-1の気密度はやや劣るが、残存ガ

第2表 気密度およびガス保有度

番 号	気 密 度			ガス保有度
	空気加圧度	測定時間	測定値	
Y1-1	mmAq 60	分後 20	mmAq 5	85.5%
Y2-1	100	20	30	—
Y2-2	100	20	10	79.2
Y2-3	100	20	29	—
K-1	100	15	16	83.0
K-2	100	15	21	85.0

第3表 くん蒸中における庫内圧

番 号	測 定 位 置	経 過 時 間 (分)							
		5	15	30	45	60	75	90	105
Y1-1	モ ル ト 内	+120	-2	-3	-1	0	-1	-1	-1
	空 間	—	-2	-3	-1	0	-1	-2	-2
Y2-1	モ ル ト 内	+4.2	-1.0	+2.0	+1.0	+3.0	+1.0	0~+2.0	+1.0
	空 間	—	-1.0	+2.0	+1.0	+1.0	+1.0	+1.0	0
Y2-2	モ ル ト 内	0	0	0	0	0	0	0	0
	空 間	0	0	0	0	0	0	0	0
Y2-3	モ ル ト 内	+16	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
	空 間	—	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1

注 単位は mmAq

第4表 薬量およびガス濃度

番 号	投 薬 2 時 間 後				く ん 蒸 終 了 時	
	単位薬量 g/m ³	平均ガス濃度 mg/l	標準偏差 mg/l	最高最低ガス濃度 mg/l	平均ガス濃度 mg/l	ガス残存率 %
Y1-1	44.1	31.6	9.09	24.8~50.0	8.3	18.8
Y2-1	41.9	25.1	1.30	23.8~28.4	9.3	22.2
Y2-2	45.1	29.8	0.55	29.0~30.4	10.3	22.8
Y2-3	41.9	29.0	0.24	28.4~29.2	10.1	24.1
K-1	32.5	—	—	23.7~<100	8.0	24.6
K-2	32.5	24.3	—	19.1~23.9	7.1	21.8

ス濃度は、85.5%で良好である。一般に、サイロより気密度は低い、空くん蒸によるガス残存率はサイロに匹敵する値であった。なお、くん蒸中におけるコンテナ内部圧を山下新日本のコンテナについて測定した結果第3表を得た。この結果によれば、投薬後ガスの気化・拡散が進行中と思われる30分間は、やや圧力差を生じているが、だいたいにおいて水柱圧±1 mmAq の落ち着いた状態である。

2. くん蒸中のガス濃度経時変化： 各測定点のガス濃度の経時変化は第4表に示すとおりである。Y1-1では、送風機の運転を停止した時点（投薬2時間後）において26~27 mg/l と均一になっている（2カ所を除く）が5時間後では、16~30 mg/l、24時間では10~20 mg/l と差を生じ、開放時では再び8.0~8.9 mg/l と均一になっていた。Y2-1では、2時間後23.8~28.4 mg/l、24時間後14.0 mg/l、48時間8.0~10.0 mg/l となった。これは、Y2-1~3 はY1-1~2 に対し、吐出管の延長および吐出口数を増加させており、その結果、ガス濃度が比較的早く均一化する傾向を示したものと思われる。

川崎のコンテナK1は床部の吐出管からガスを吐出し、天井部の吸引管から吸出循環を行なう山下新日本の

コンテナと同様の方式である。これに対し、K2では、この反対方向の循環方法が行なわれた。その結果、K1方式では、投薬1.5時間で各測定点とも25 mg/l 以上の濃度となったが、K2方式ではなお 0 mg/l の個所があった。このため、K1方式に切り換えたところ、30分後には0から19.1 mg/l となり、他の測定点の濃度もほぼ同一になった。なお、くん蒸終了時にはK1で8.0 mg/l、K2では7.1 mg/l となった。

また、ガスの均一化については、ガス吐出口の大きさ、数等コンテナに付属するガス循環装置が大きく影響することは、山下新日本の第1次試作Y1-1と第2次試作のY2-1~3のコンテナを比較することによって明らかである。

ガスの循環方式をコンテナの底部から吐出し、天井付近から吸引し循環させる方法が、この逆方式より良好な結果であるのも、従来のサイロは、しけの循環方式とあわせて当然の結果であろう。

3. 排気中のガス濃度の変化： 排気中におけるガス濃度の経時変化は第5、6表に示すとおりである。Y1-1、Y2-1では、送風機停止時に20 ppm と許容濃度まで低下したが、Y2-2、Y2-3では、最初に6時間送風機

第5表 ガスの排気経過と許容濃度到達時間(Y1, 2)

ガス濃度 ppm 番号		送風機 停止時	測 定 時 間 (開放後経過時間)													
			5	6	11	12	17	18	23	24	47	48	49	71	72	93
Y1-1	平 均	2.5 時間 3.7	86.0	31.7	81.7	16.0	47.3	11.3	56.0	39.0	107.3	—	—	—	—	—
	最低・ 最 高	0~20	±200	5~150	10~200	±70	5~120	±30	5~110	5~150	40~160	—	—	—	—	—
Y2-1	平 均	4 時間 8.0	20.3	5.3	26.0	6.3	8.0	0.0	15.0	—	—	—	—	—	—	—
	最低・ 最 高	0~20	5~30	0~20	0~40	0~30	0~30	0~±	0~40	—	—	—	—	—	—	—
Y2-2	平 均	6 時間 22.3	—	—	88.0	23.3	33.3	7.0	31.7	7.7	—	44.3	4.0	—	—	43.4
	最低・ 最 高	0~70	—	—	0~220	0~70	0~130	0~30	0~150	0±25	—	0~125	0~15	—	—	0~150
Y2-3	平 均	6 時間 9.4	—	—	26.9	6.6	14.4	8.7	22.8	4.1	111.9	18.1	—	64.4	8.8	—
	最低・ 最 高	0~40	—	—	0~80	0~25	0~50	0~30	0~60	0~20	50~160	0~30	—	0~120	0~20	—
送風機運転時			↔		↔		↔		↔		↔		↔		↔	

第6表 くん蒸終了後のガス排気経過(K1, 2)

経過時間	K-1		K-2	
	穀層上部	穀層下部	穀層上部	穀層下部
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ガス排出前	6.2~8.65	7.4~8.5	7~7.4	7~7.15
排出後 { 0.5時間	0~0.7	0.75~6.7	2.5~4.8	1.1~2.4
1 "	0~0.55	0~3.4	0.9~1.5	0.85~1.1
1.5 "	0	0~1.7	0.7~1.0	0.6~0.7
2 "	0	0~0.85	0.5~0.8	0.3~0.5

を運転し、その後運転と中止を繰返し、Y2-2 は18時間後に、Y2-3 は12時間後にそれぞれ許容濃度に到達した。しかし送風機を停止し、マンホールを密閉すれば再びガス濃度の上昇を来し、送風機の運転、ガス濃度低下、マンホール密閉、ガス濃度上昇の過程を繰返した。結局本試験では、穀層内部のガス濃度を完全に許容濃度まで低下させ、脱着をなくすまで排気することはできなかった。すなわち、今回の方法では脱着をなくすまで排気することは長時間を要し、困難であると思われる。

ガスの排気に関しては、①高濃度短時間くん蒸(24時間)②ガス排気の長時間連続実施 ③送風機能力の増大、という改善を検討する必要があるが、バルクコンテナでは、作業員がコンテナ内に立ち入って作業することがなく、機械的に処理されるので、許容濃度をどのような位置で、またどのような時点で測定するかについて検討する必要も考えられる。

排気のための送風方法は、川崎のK1コンテナでは、マンホールから新鮮空気を導入し、ガス吐出管から強制

吸気を行っており、この反対の方式であるK2より、ガス排気速度が良好であった。山下新日本のコンテナではすべてK2と同様、吐出管から新鮮空気の送入、マンホールからの排気方式であり、サイロ、はしけでも同様である。したがって、コンテナについては、さらに検討する必要があると思われる。

なお、川崎のガス循環管である吐出管、吸引管の型が円筒型と長方形の2種類であったが、その適否優劣については、今回の試験では明らかでなかった。

また、気化器からコンテナ内の吐出管への接続方式が、山下新日本では両側壁から、川崎では端壁部1箇所から接続され、コンテナ内部で吐出管がU字状に両側壁に配置されていたが、両者のガス拡散に及ぼす影響については、今回の試験では明らかでなかった。しかしながら、くん蒸効果は前述のとおり両者とも認められた。

川崎のコンテナK1, 2については、くん蒸終了後2時間の排気を実施して試験を終了したが、その時点でのガス濃度は第6表のとおりである。その結果、K1方式の排気は早く、排気2時間後ではガス濃度がほぼ0mg/l

第7表 コンテナくん蒸試験における各コンテナ温度

番 号	測定時間	気温	穀温	庫 内		
				最高	最低	平均
Y1-1	投 薬 時	12°C	21°C	22°C	8°C	12°C
	開 放 時	19	20			20
Y2-1	投 薬 時	8.1	23	20	1	15
	開 放 時	4.1	21			14
Y2-2	投 薬 時	5.1	16	21	2	15
	開 放 時	18.8	16			21
Y2-3	投 薬 時	3.9	12	22	0.5	5
	開 放 時	8.7	14			22
K1~2	投 薬 時	—	17.5	—	—	30

となった。また、穀層上部は穀層下部よりもさらに、空気の導入位置に近い個所ほどガスの排気は早かった。

4. 殺虫効果： 山下新日本および川崎の各コンテナはいずれも完全に殺虫されており、くん蒸効果は充分であった。

5. 温度： 試験期間中における温度は第7表のとおりである。くん蒸における穀層中の温度変化は、ほとんどないが、コンテナの材質が鉄およびアルミニウムのためか、外気温の影響を大きく受けている。とくに Y2-3 では、最高最低温度の差が21.5°Cもあった。このように、庫内温度が外気温度によって極端に低くなるような冬季の臭化メチルくん蒸では、薬液の気化投薬を行なうことが必要であろう。

摘 要

コンテナにばら積みされた穀類をくん蒸する方法について試験を行なった。

対象植物としてオーストラリア産麦芽を用い、横浜と大阪において、2タイプのバルクコンテナを用いて行なった。

くん蒸は、気化器を使用して臭化メチルを気化させ、発生したガスを送風機によってコンテナ内の吐出管に送風し、拡散したガスを吸引口から再び送風機に還流させた。このようにして、32.5~45.1 g/m³の薬量で2時間のガス強制循環を行ない、48時間のくん蒸を行なった。

試験の結果はつぎのとおりである。

1. 気密試験によるガス保有率は79%以上で良好であった。
2. ガスの均一化速度は、床面送気、天井から吸引の方式では、投薬2時間後24 mg/l 以上となり良好であった。
3. ガスの排気は、送風機の使用によって許容濃度まで排気することができるが、送風機の停止、コンテナの密閉を行なえば、再び脱着が行なわれるため、脱着が許容濃度以下になるまで排気することは、今回の方法では困難であった。
4. 殺虫効果はいずれの場合も、100%の殺虫率であった。