

第 3 篇

3.

船用米の貯蔵に関する研究

目 次

船用米の調査とその貯蔵方法に関する研究	136
(1) この研究の主旨	136
1) 米の貯蔵研究の発端	137
2) 白米の貯蔵についての過去の研究	137
(2) 調査並びに試験	140
1) 夏季各地船用米の品質の調査	140
(1) 試験米の採取	140
(2) 試験項目	141
(3) 試験結果	141
2) 船用米の船舶内貯蔵状態調査	144
(1) 調査船の選択	144
(2) 調査方法	144
(3) 試験結果	144
3) 高温室内貯蔵実験	156
(1) 試験方法	156
a. 試料	156
b. 包装	156
c. 高温室	157
d. 測定方法	157
(2) 試験結果	158
a. 温湿度の変化	158
b. 貯蔵終了時の概括的所見	160
c. ビタミン B ₁ 、水分の変化	160
d. 米飯の粘度重湯の表面張力の変化	162
e. 米飯味試験結果	163
f. 試験結果の総括	163
(3) 総括	164

船用米の調査とその貯蔵方法に関する研究

1 この研究の主旨

(1) 米の貯蔵研究の発端

さきに、海上労働調査報告、第5集に報告した如く、船員の栄養を向上する為に、まず第一に手につけたものは、船員が貯蔵食品による生活を強いられている現状からして、貯蔵によりその含有量の低下を来し易いビタミン類が不足しているか否かの問題であった。それで前記第5集第2篇に報告した如く、帰航時、入渠時における船員のビタミン代謝の状態を調べた。また同時に野菜、果実、米麦の長期貯蔵と栄養価特にビタミン含有量の低下について調査と実験を行った。これは同第3篇に所載されている。次いで、同じくペルシャ航路において、ビタミン B₁ の補給方法、特に炊飯時に炊き込む方法の効果について、試験を行った。また殺菌灯を船内の野菜貯蔵に活用することについての効果についても試験したが、これらは海上労働調査報告第6集に所載されている。

その後、京浜間寄港の14隻の船員のうち394名について、尿補正濃度法により、栄養状態の調査を行ったが、その結果は、船員には、単にビタミンのみならず、蛋白質についても不足が見られる事がわかった。これについては、海上労働科学研究会資料第2号（海上労働調査報告第8集）に所載されている。

しかし、このような結果は得られたが、一方船内食料表、または献立を調べると、給与蛋白質量は充分であるから、船員の蛋白質保持状態に不足のものが見られるとすれば、それは恐らく、食欲の低下により、皿に盛られたものを食べないことに原因すると考えられる。食欲の低下は、身体の状態によっても起るが、同時に、船の場合には、食品、ことに魚肉と、米の鮮度の低下、したがって不味が問題になると考えられる。

このような事から、船内に貯蔵された魚肉の鮮度の調査を行った。これは、海上労働科学研究会資料、第2号に所載されている。しかし、この調査は実験計画が、実情に即さなかったため、試料が十分に得られず、はっきりした結果が得られなかった。しかし、これは次に行った、ペルシャ航路における調査で検討されている。

一方、米の鮮度の低下は、船員の食欲に影響すること大であって、我々も、船に調査に行く毎に、船の米飯のまずいことを痛感している。この原因は、米を白米の形で長く、高温の室内に貯蔵することにある事は明らかであって、貯蔵法さえ改善されれば、この問題は解決するわけである。前に、我々は、ビタミン B₁ 保存のことから、白米をタンク内に貯蔵することはどうかと提案したことがあるが、計画的に、この問題を研究した事は無かった。

(2) 白米の貯蔵についての過去の研究

我国に於ける、米の貯蔵法についての文献を調べても、玄米貯蔵のことについてはおびただしい資料があるが、白米貯蔵について、ことに、貯蔵期間数ヶ月に亘るものについての資料は、寡聞にして旧大原農学研究所所長近藤万太郎氏の著書（米穀の貯蔵、養賢堂発行、昭12年）その他2~3しか見られなかったのである。

近藤氏はこの著書において、玄米および白米の密封貯蔵についての研究を詳細に述べている。以下

参考までに氏の著書から、白米密封貯蔵の節を抄録することにする。氏の著書に記載されたものは、富田男爵（元日銀総裁）の実験（明治36年）と氏が山上耘平氏に勧め、実験したもの（昭和4年）および氏が行った2回の実験（昭和4年、5年）である。

富田氏の実験は、仙台において、明治36年12月に石油の空缶55個に入れて、布および紙で封じ、タールを塗布して完封した白米を大正6年9月まで14年間床下に貯蔵し、これを、東大農学部へ寄贈して試験したものである。この結果は55個中37缶の白米は良好であったが、18缶は不良で、廃棄するのやむなき状態であった。

このうち7缶は虫害はなはだしく、他の4缶は虫害がやや多かった。他の7缶は米が腐敗し悪臭を発生し、味噌の如き色を呈していた。そこで、良好な白米を炊飯し、教授達の立合の下に試食したが、飯は茶色を帯び、粘り気少なく、味は上等ではなかった。

しかしこれは白米を14年貯蔵したものであり、また缶が腐蝕して、湿気が自由に出入したとも思われる。米を良く乾燥して密封したならば、よく貯蔵し得るものと考えてよいであろう。

次に山上氏が行った実験は、白米を4斗缶に入れ、塩化カルシウム（乾燥剤）225gを同封して、密封し、倉庫内に、貯蔵したもので、同時に、白米を単に布袋に入れたもの、および玄米を貯蔵したものである。白米の貯蔵開始時の水分は14.2%であり、昭和4年3月に貯蔵を開始し、同年11月に終わった。貯蔵中の白米の温度は常に倉庫内の温度より低く、自然の憂のないことを述べている。

また水分は、乾燥剤のため減少し、12.28%となっていた。食味試験の結果は袋入り白米は、糠臭、異臭を発生し、粘気、甘味を共に失い、食味は大いに劣ったが、缶入り白米は何等の異臭も認めず、粘気、甘味ともに存し、3月貯蔵開始の白米と何等変るところがなかった。近藤氏は乾燥して完封すれば、冬から11月に亘る間貯蔵しても何等変化の無いことを強調している。また氏は河合氏の実験（糧食研究第66号所載）を引用し、米の水分を12%以内にすれば、完封貯蔵は長期保存にたえるといっている。

また近藤氏は、自身数回に亘って、寒中に搗いた7分搗米を缶に入れて貯蔵し、夏を越して食する実験を行っているが、そのうちの2例について同書に記載している。

第1例は、昭和4年2月、2斗の玄米を7分搗米とし、2斗入りのトタン缶に密封して屋内におき、同年10月開封して試食した。試食の結果は食味が良好であって完全に貯蔵されたと認め得ると述べている。なお、貯蔵開始時の米の水分は12.95%であった。

第2例は、品種旭の米、2石を7分搗とし、これを2石入りのトタン板製缶に入れ屋内に貯蔵した。缶の高さは89cm、経71.5cm、周囲218cmである。貯蔵米の水分は14.1%であった。この米は秋の天候不順のため不良米が多かった。この米を、9月22日以後に食用に供した。最上部の米は色沢を脱し、米質が少し悪くなったが、下部の排出口から出した米は、2月搗き上げた時と同時に、新鮮な状態を示し、色沢、味にも変化がなかった。ただ極めて良好とはいえなかったと記載されている。これは、前回の3つの実験（山上、河合、近藤）では、水分13%が以下であったが、この実験

では水分 14 %であったためと思われると述べている。これゆえ乾燥剤を用いれば、白米の密封貯蔵は良い貯蔵方法であると結論している、しかし近藤氏は玄米の密封実験の結果と比較して玄米をそのまま密封した方がさらに良いと述べている。

藤原元典氏は玄米、七分搗米、白米の3種について、12月から9月迄の280日の貯蔵試験を行って、ビタミン B₁ の減少を調べている。7分搗米は、搗減 4.8 %のもので、4回搗のもの、白米は、搗減 9.3 %で、15回搗のものであった。貯蔵は自然放置開放のもの、同瓶入れのもの、および温度条件を 10°C、18°C、25°C、32°C に保ったものである。湿度は各湿度条件とも2種類とし、30 %、80 %である。総計 12 の貯蔵条件で実験したわけである。米の貯蔵量は約 500cc である。貯蔵期間後ビタミン B₁ 残存率は、いずれの米の場合も、貯蔵温度の高い程、温度による影響が多く、ビタミン B₁ の破壊は多くなっているが、その程度は、精白がすすむに従って大きくなっている。氏は米の貯蔵は 18°C 以下においてすべきこと、虫害を防止することがビタミン B₁ の損失を防ぐことを結論している。ビタミン B₁ 残存量と水分含有量を示せば表 1 の如くなる。

表 1 米 貯 蔵 試 験 成 績 (藤原氏)

貯 蔵 条 件	玄 米		七 分 搗 米		白 米	
	VB ₁ 残存率 %	水分含有量 %	VB ₁ 残存率 %	水分含有量 %	VB ₁ 残存率 %	水分含有量 %
自然放置 { 開放 } { 同瓶入れ }	26	13.0	24	12.9	56	13.9
	57	14.4	53	14.3	53	14.0
0°C { 30 % } { 80 % }	84	7.4	83	8.3	75	8.3
	81	12.4	75	13.1	65	13.3
10°C { 30 % } { 80 % }	75	6.4	76	7.1	63	7.4
	71	12.2	67	12.4	59	13.2
18°C { 30 % } { 80 % }	71	8.3	72	8.7	63	9.1
	67	12.3	64	12.6	59	13.1
25°C { 30 % } { 80 % }	71	8.0	72	7.8	53	8.7
	59	12.6	61	12.7	53	13.5
32°C { 30 % } { 80 % }	60	9.1	69	9.5	53	9.7
	47	12.3	53	12.7	44	13.4

また有山恒氏は、軟質と硬質の玄米から作った胚芽米を6月から1月にかけて貯蔵し、ビタミン B₁ の減量の測定をしている。米の包装は麻袋、ハترون紙と麻袋の二重包装、二重のハترون紙と麻袋の三重包装、および併入の4種類である。この試験では両種の米とも、2カ月の貯蔵ではさしたる変化は見られなかった。また6カ月後には 4.4~13 %の減少を来した。しかしこの場合併入のものの減少は少いようである。しかし他の包装3種の間には差がないように見られた。

以上に示した近藤氏、有山氏の実験によるも、乾燥がよければ密封貯蔵は、よい方法といえる。しかし実験に船用米の問題として考える時次の様な問題があることがわかる。

1. 貯蔵開始が冬季の乾燥季のみとはいえず、梅雨季、秋雨季のような湿度の高い時季にも格納しなければならぬ。

2. 全貯蔵期間は前記貯蔵実験の場合より短い、船用米の場合には、その期間中、我国の夏季の温湿度にさらされることになる。

3. 密封が、前記貯蔵実験に比し、完全さが劣ることもあり得る。また容器の中に、空所を残さぬほど完全に米を充満することが常に可能とはいえない。

4. 前記実験では、2石のタンクの場合でも、それを開封して米を使用する時季はすでに気温の低いときであったが、船の場合には、タンク内の米を使用するときも、高温高湿であるから、米を出すときに、このような外気が、タンク内に進入する事があり得る。

以上のうち、3、4の条件は、タンクの構造、大きさの問題として解決できる。1、2の条件については、新たに実験して見ないとわからない。それゆえ、我々には、この問題を主要目標として、実験と調査を計画した。

2 調査並びに試験

1) 夏季各地積船用米の品質の調査

(1) 試験米の採取

船用米対策委員会での協議の結果、この調査に当って、試験米の収集は海員組合が行うことになり、海員組合の全国支部の協力によって採取が行われた。採取試料は全国に亘り 58 種であった。これを一覧表としてその分析成績と共に示せば、表2の如くである。

なお、採取港数は 30 港であったが、採取港の不明のものが5試料あった。ただし、採取港と、米の積込港とは必ずしも一致しない。

表2 試料採取港

港名	試料数	港名	試料数	港名	試料数	港名	試料数
小樽	3	川崎	1	尼崎	1	八幡	2
函館	1	東京	1		1	戸畑	2
室蘭	2	浦賀	1	神戸	3	長崎	3
八戸	2	千倉	1	玉野	2	鹿島	1
釜石	1	清水	1	下松	2	不	5
直江津	1	焼津	2	尾道	2		
塩釜	1	名古屋	3	下関	2	計	58
伏木	1	舞鶴	1	新居	2		
横浜	3	大阪	3	坂出	1		

表3 試料採取船別表

船種	試料採取数
貨物船	29
タンカー	3
客船	4
漁船	7
帆	1
不明	14

この表に示す如く、試料採取港は全国に均等に分布している事が分る。この点海員組合支部の方々の御尽力を感謝しなければならない。

次に船の種類を示せば表3の如くである。

次に試料として採取した米を産地別に示せば表4の如くである。

表4 試料産地別

産地	採取数	産地	採取数	産地	採取数
北海道	1	新潟及び北陸	6	山陰	3
青森	3	千葉	1	九州	3
秋田	5	東海	3	その他	2
山形	2	京都	1	不明	14
岩手	4	兵庫, 岡山, 広島	7		
宮城	1	四国	2	計	58

試料の産地は軟質米の産地である。東北、北陸が多く、21種を数えている。これに反し、硬質米の産地である東海、瀬戸内、九州は15種であった。産地不明のものが多かったことは遺憾である。

表5 包装別試料数

紙袋	26	麻袋	4
プライニウム	3	不明	7
依	12		
カマス	6	計	58

次に包装別に分類すれば表5の如くである。

紙袋が最も多いが、今なお依詰が次位に位していることは意外であった。また九州では俵入が多く用いられている。

(2) 試験項目

試験は、水分、ビタミン B₁ 含有量について行った。(害虫については農林省食糧研究所が行った。試料は当研究所から送附した。)

測定方法は常法に従ったわけであるが、少しそのあらましを説明すれば、水分は、試料 1~2g を正確に秤量し、これを 110°C の恒温乾燥器中におき一定時間 (10 時間) 乾燥して秤量し、以後 2 時間づつ恒温乾燥器に入れて後秤量を繰返し、重量に変化が認められなくなった時をもって、水分が完全に脱出したと見なすこととして、始めの重量とその時の重量の差を以て水分の含有量を知った。

ビタミン B₁ は約 10g をよく布でこすり糠をふきとったのち、乳鉢で粉碎した、そのうちより 2g を採取し、さらに乳鉢でよく細砕し、これを 0.1% 硫酸にて浸出し、精製タカヂアスターゼ液と共に 1 夜 38°C の温度に保つことにより、エステル型ビタミン B₁ を遊離型に変化せしめ、アルカリ性の下にフェリシアン化カリにより酸化してビタミン B₁ をチオクロームに変化せしめ、蛍光光度計を用いて、チオクロームの発する蛍光の光度を測定する方法で、一般にチオクローム法と呼ばれている方法を用いた。

(3) 試験結果

試験結果を検討するに当り、我々の不慣から調査書に積込地の記載をしなかった為、積込地と積込米との関係を見ることが出来なかった。と云うのは、我々は当初試料採取が米の積込港で行われるとのみ考えていたためである。

表6 産地別水分ビタミン B₁ 含有量

	例	水分 %	ビタミン B ₁ %
裏東北 (青森を含む)	10	15.57	132.7
表東北	5	16.14	161.0
北陸	6	15.27	205.0
山陰	3	15.12	189.6
東海	3	14.79	217.9
瀬戸内	9	14.61	164.8
九州	3	15.53	82.9
エジプト米	1	14.84	168.5
カリホルニア特殊加工米	1	13.29	96.3

この表に見ると、東北米、北陸米、山陰米が、水分含有量が多いことは想像されたとおりであるが、

図1 a 各地船用米分析結果 (産地別)

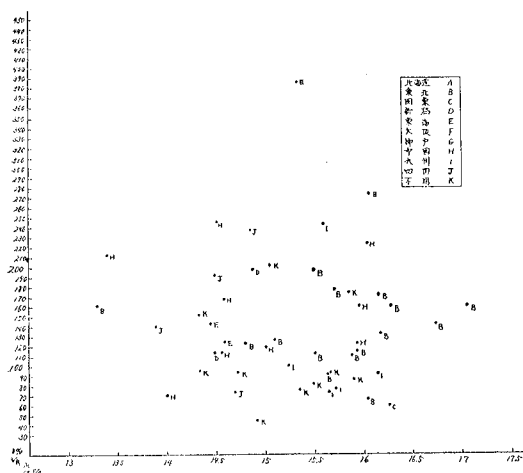
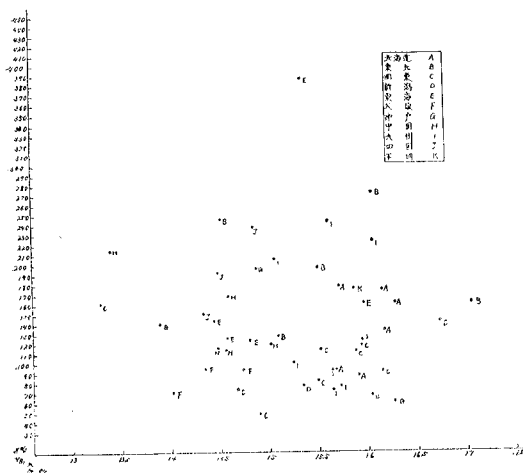


図1 b 各地船用米分析結果 (港別)



九州米の水分が多かった事は意外である。遠洋航路の船舶が好んで積込む瀬戸内米は、やはり水分含有量が最も少なかった。なお意外に思われたことは表東北米が裏東北米より水分含有量が多く、全国最高の値を示したことである。ビタミン B₁ 含有量と水分含有量の関係ではこの表では何も見られなかった。しかし次に示す図1を参照して考えれば、僅かではあるが、水分の少ない米の方が、ビタミン B₁ 含有量が多いというようなこともありそうに見られる。ビタミン B₁ 含有量は、東海米、北陸米、山陰米が高かったが、これは精白度と関係があるから一概に云えない。

表7 船種別、包装並に米産地

	例数	包装					米産地		
		紙袋	俵, カマス	麻袋	プライニウム	不明	硬	軟	不明
貨物船 { 遠航 内航 不明	8	7		1			3	2	3
	7	3	4			1	5	1	
	14	10	2	1	1	1	3	6	5
タンカー { 遠航 内航	1				1		1		
	2		2				1	1	
客船 内航	4		4				3		1
漁船	7		7				4	3	
機帆船	1	1					1		
船種不明	14								

この表に示された如く、米の包装は遠航貨物船では紙袋が圧倒的に多く用いられている。しかるに内航貨物船では俵、カマスの類もまだ用いられている。総じて、内航の船舶では俵を使用しているものが多い。また漁船においては全部が俵である。漁船はかなり長く航海するものであるが、まだ米の包装について考慮を払うに至っていないものと思われる。食研原田豊秋氏により行われた虫害についての調査結果は表8の如くである。

表8 虫害についての調査結果 (食研 原田氏)

地方	例数	虫害有無件数	虫の種類	虫害の程度	病害率 120%	その他		
裏東北	10	1	ノコギリ コクヌスビト	±	4	0	4	糠多し 3 破碎多し 1
				+	3	20以下	4	
				+	4	21以上	2	
表東北	5	0	0	±	1	0	1	糠多し 5
				+	1	20以下	1	
				+	3	21以上	3	
北陸	6	0	0	±	3	0	3	糠多し 2
				+	1	20以下	2	
				+	2	21以上	1	
山陰	3	1	ノコギリ コクヌスビト	±	1	0	1	
				+	0	20以下	1	
				+	2	21以上	1	
東海	3	0	0	±	3	0	3	糠多し 1
				+	0	20以下	0	
				+	0	21以上	0	
瀬戸内	9	3	コクヌス ビトモドキ	±	8	0	8	糠有り 1 破碎多し 1
				+	0	20以下	1	
				+	1	21以上	0	
九州	3	1	ノコギリ コクヌスビト	±	0	0	0	
				+	1	20以下	2	
				+	2	21以上	1	
その他	18	3	ノコギリ コクヌスビト	±	7	0	7	糠多し 4 破碎多し 1
				+	4	20以下	10	
				+	7	21以上	1	

第8表を見ると、病害が案外多かったのは、表東北の米であった。瀬戸内の米は病害は最も軽かった。これらと糠の量との間は密接な関係があり、表東北の米は全部糠が多かったが、瀬戸内の米は糠の多いものは1例であった。虫害についてはその種類は、ノコギリコクヌスビト、コクヌスビトモドキであって、原田氏の意見では、貯蔵庫内にいたものが、侵入したものであるとのことである。1例ナガシクイを発見したが、これも、米粒に被害が認められなかったので、庫内にいたものが、侵入したと考えられるとのことである。

2) 船用米の船舶内貯蔵状態調査

(1) 調査船の選択

調査の便宜の為、主として、京浜港を出港する船を選んであるが、航路はなるべく各種に亘り、また、米の貯蔵方法も各種に亘るように調査船を依頼した。そのため11社の船舶、15隻について行ったことになる。しかし得られた資料が全部、用い得るものとは限られない。また、航海中の温湿度測定は船舶に依頼したので、担当者の方々には大部負担になられた事と思う、厚くお礼を申し上げます。

(2) 調査方法

15隻の調査対象船のうち、さんらん丸のみは、ミニマ型電気湿度計を用いて、タンクに貯蔵された米の温度湿度を、タンク内の各部について、航海中連続測定した。他の船では、出航時と帰航時に、本研究所から係員が出むいて、貯蔵容器内の米の温湿度をミニマを用いて測定した。また航海中は米飯貯蔵庫内の温湿度をアウグスト温度計を用いて連日記録することを依頼した。

米は出航時に採取して、水分、ビタミン B₁ 害虫の有無を試験し、同種の米を開封しないで帰港時まで、1袋だけ保存しておいてもらい、これについて、ミニマを用いて、容器内の温湿度を測定した後、試験用米を、容器の中央部から採取した。これについて、出港時と同項目について試験し、出港時と比港時と比較することとした。水分、ビタミン B₁ 測定は、前述の夏季各地船用米の品質の調査と同様である。虫害については同様に、農林省食糧研究所の原田氏をわずらわした。

(3) 試験結果

試験の結果を一覧表にすれば、表9以下の如くである。

さらに、表9の結果を整理して、表10の如く、検討に便宜な表にした。

表9および表10を検討するに、プライニウム袋と紙袋または麻袋の間に特に一定の差を発見することは困難である。ただし、暑熱きびしい印パ航路ではプライニウムの方が、ビタミン B₁ の保存が少しばかり良い様である。この表に示されたビタミン B₁ の残存率は、このような包装方法の差による影響よりも、船型に関係することが多いようである。伊勢丸の成績は出港時の米についての成績が悪い為（送附されたが、それは帰航時迄船内において帰港時試料と共に送附された為、出港時の含有量ではなく、むしろ、他の貯蔵法のものよりいたんでいる）減少率については不明であるが、この場合もプライニウム貯蔵の方が僅かに良いようである。また虫も紙袋にあって、プライニウムにないも

表9 船舶内貯蔵試験

(紙袋, プライニウム, 麻袋の試験)

試料No.	会社名	船名	航路	出港月日	帰港月日	包装別	水分含有量 %	ビタミンB ₁ 含有量 %	備考
3	三井船舶	赤城丸	西廻世界一周	57. 1.27	57. 1.27	紙袋	14.35	60.0	前航海
2						紙袋	14.11	115.0	
45						プライニウム	12.63	109.5	
46						紙袋	12.98	112.5	
13						紙袋	12.98	112.5	
53	日本郵船	姫路丸	印・パ	57. 3.19	57. 6. 9	プライニウム	15.97	209.0	神戸積込
54						紙袋	13.46	167.0	
54						紙袋	13.27	130.5	
14	日本郵船	備後丸	印・パ	57. 3.21	57. 6.23	プライニウム	14.55	191.0	神戸積込
60						紙袋	15.46	73.4	
61						紙袋	13.61	63.5	
68						紙袋	15.15	127.5	
25	航海訓練所	日本丸	北米西岸	57. 5.14	57. 8.12	プライニウム	16.35	197.0	
75						紙袋	15.91	76.0	
76						紙袋	14.03	102.0	
87	東邦海運	延慶丸	西廻世界一周	57.12.24		紙袋	14.81	172.0	釜石積込東北米
88						紙袋	14.87	165.0	
90	照国海運	伊勢丸	ペルシヤ	57. 9.24	57.12.16	紙袋	14.67	55.0	帰港時送附される
89						紙袋	14.18	75.0	
91						プライニウム	14.17	72.5	
92						プライニウム	13.63	90.0	
6	飯野海運	祐那丸	ペルシヤ	57. 2.14	57. 2.14	袋の上部	14.56	116.7	前航海
4						袋の上部	16.22	106.3	
5						袋の上部	15.72	124.3	
9						麻袋	15.68	110.0	
10						プライニウム	16.05	110.0	
7	大阪商船	月光丸	アフリカ	57. 2.24	57. 2.24	紙袋	13.56	43.0	前航海
8						紙袋	15.20	95.3	
57						プライニウム	15.68	46.1	
58						紙袋	14.60	73.2	
59						麻袋	12.68	70.0	

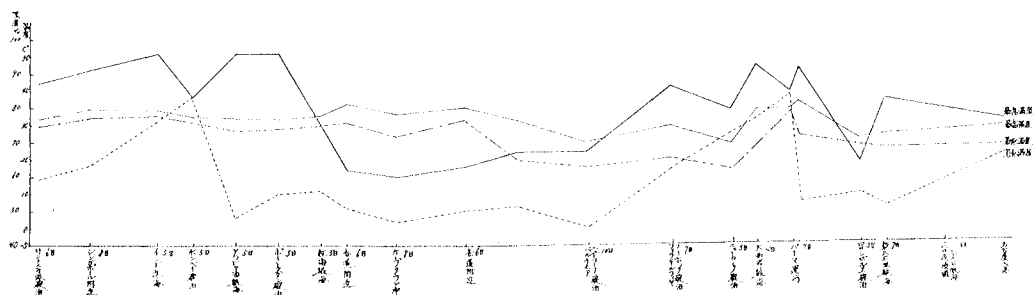
表10 包装種別と水分, ビタミン B₁ の増減 (積込時 100)

船名	航路	包装	期間(日)	残存率(%)		備考
				水分	ビタミン B ₁	
赤城山丸	西廻世界一周	プライニウム紙袋	143	89.5	95.3	
				92.0	97.8	
姫路丸	印・パ	プライニウム紙袋	82	72.9	80.0	
				78.1	62.5	
備後丸	印・パ	プライニウム紙袋	94	106.1	38.4	
				93.5	33.2	
日本丸	北米西岸	プライニウム紙袋	92	97.5	38.6	
				85.9	51.7	
延慶丸	西廻世界一周	プライニウム紙袋	未着			
祐邦丸	ペルシヤ	プライニウム麻袋	38	102.0	88.8	袋の下部を100とする
				99.8	88.8	
月光丸	アフリカ	プライニウム	155	103.2	48.4	小樽積 神戸積 出港時資料なき為 No.14を100とする
		プライニウム	111	100.2	38.4	
		麻袋		87.2	36.7	

のもあり、この反対もあって、両者の虫害に対する優劣も判断し難い。ただし、麻袋には虫の存在が多いようである。

なお、航海中の米倉庫内の温度については、図2～図9に掲げた。

図2 赤城山丸 南アフリカ廻り世界一周 (1957. 2. 9~1957. 6. 4)



伊勢丸(図6)ではスエズ通過迄は温度26°C~33°Cであったが、スエズ通過後は30°Cに達せず、最低は15°Cであった。又この間の温度の差ははげしかった。再びスエズ通過後は温度の変化少なく、25°C~30°Cの間であった。湿度は変化がはげしく、例えば東支那海、南支那海では、最高

表11 船 船 内 貯 蔵 試 験

(タンク、紙袋、プライニウムの試験)

試料No.	会社名	船名	航路	出港月日	帰港月日	包装別	水分含有量	ビタミンB ₁ 含有量	備考
1				56.12.22			15.57	315.0	横浜積込
38					57.5.27	タンク上部中心	16.35	6.34	タンクは航海中 密閉のまま
41					〃	上部前側	16.39	65.6	
37					〃	中部中心	15.47	80.7	
39		さんらもん丸	南氷洋		〃	中部前側	15.79	112.0	
40	三菱海運		欧州		〃	中部奥側	15.75	85.5	
42			ベルシヤ		〃	中部横側	16.32	70.4	
55					〃	下部	15.57	90.7	
56					〃	下部横口	15.94	54.1	
43					〃	プライニウム	15.51	166.5	
44					〃	普通型	15.82	112.0	
69	三菱海運	びくとりや丸	ニューヨーク		57.8.11	紙袋	13.25	101.3	5.18 神戸積込 11.21 神戸積込 試料送付なし
70						タンク	13.08	136.3	
18					57.3.1	紙袋	14.39	112.0	前航の分56. 11.21 神戸積込
19					〃	紙袋ミシン掛	14.67	83.6	
20					〃	タンク乾燥剤入	15.37	49.2	
15				57.4.27			14.51	288.0	船員用米
63					57.8.7	紙袋	15.84	146.3	〃
64	大阪商船	ぶらじる丸	南氷洋		〃	プライニウム	15.57	239.1	〃
16				57.4.27			15.50	307.0	船客用米
65					57.8.7	紙袋	14.90	150.7	〃
66					〃	プライニウム	15.80	226.3	〃
17				57.4.27			13.29	96.3	カルホルニヤ特 殊加工米
67					57.8.7	タンク	15.19	68.8	〃
22				57.4.26			14.69	215.0	東京積込
47	東邦海運	天山丸	北米西岸		57.6.9	タンク	15.57	189.0	
48						プライニウム	16.64	191.0	
49						紙袋	16.40	159.0	
71				57.8.25			14.60	140.5	名古屋積込
84	東邦海運	天山丸	メキシコ湾 ニューオー ルリンズ		57.11.9	プライニウム	15.68	126.0	
85						タンク底	15.37	123.5	
86						タンク航海中	14.22	121.0	

表 12 貯蔵方法の種別と水分, ビタミン B₁ の増減 (積込時 100)

船名	航路	貯蔵条件	期間(日)	残存率 %		備考
				水分	ビタミン B ₁	
さんらもん丸	南氷洋 欧ルシヤ	タンク 上部 中心	157	105.0	20.2	
		ク 上部 前側		105.2	20.8	
		ク 中部 中心		99.3	25.6	
		ク 中部 前側		101.3	35.6	
		ク 中部 奥側		101.1	27.2	
		ク 中部 横側		105.0	22.4	
		ク 下部		100.0	28.8	
		ク 下部		102.3	17.2	
		プライニウム 横口		99.6	52.8	
		プライニウム 普通型		101.9	35.6	
びくとりや丸	ニューヨーク	紙 袋	86	91.0	52.9	積込時の試料な きため No. 14 を 100 とす
		タ ン ク		90.0	71.5	
ぶらじる丸	ブラジル	紙 袋	123	109.1	50.8	船員用米
		プ ラ イ ニ ウ ム		107.1	83.0	
		紙 袋		123	96.2	
プ ラ イ ニ ウ ム	102.0	73.8				
天山丸	北米西岸	タ ン ク	45	114.1	71.4	カルホルニヤ特 殊加工米
		プ ラ イ ニ ウ ム		106.0	87.9	
		紙 袋		113.2	88.7	
	メキシコ湾 ニュー オルリンズ	プ ラ イ ニ ウ ム	77	110.3	74.0	
		タ ン ク 底		107.3	89.8	
タ ン ク 航海中		105.1	88.0			
		97.2	86.3			

86 %, 最低 52 %の間を変化した。熱帯海域航海中の最高湿度は 63 %であってほぼ一定であったが、最低はラスタヌラ従泊中に 40 %に低下した。

イギリス海峡では、最高湿度は往航、復航とも高くなっているが (77~80 %), 最低湿度は 40 %以下に下ったこともある。

祐邦丸 (図 7) では、内地出港時の最高温度は 10°C であったが、沖繩以後は 25°C を超え南支那海以後は 30°C 前後であった。最低温度と差は少なく、最高温度とほぼ並行して上下し、その差は 10°C に達することはなかった。

最高湿度は、全航海中ほぼ 95 %附近を上下したが、最低湿度は時に差があり、往航の印度洋では、

80 %に近かったが、復航時にはずっと低く、60 %前後であった。

月光丸(図8)では、最高温度と最低温度との差はほぼ一定で $5^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{C}$ であり、最高温度は熱帯地航海中は、ほぼ 33°C 前後で、アフリカ南端では少し低くなっていた。

米貯蔵用タンクを設備した船についての試験成績を表11、表12に掲げる。

さんらもん丸では、タンクの各部に湿度計を装置して、航海中の湿度の変化を測定したがそれを図9に示す。また、帰港時に採取した米の分析結果は、タンクの上部および、横側部最下部が、吸湿していることを示す、すなわち、タンクの周辺部の米が吸湿しており、また、その部のビタミン B_1 含有量は低下がはげしい。上部の米に水分が多く、上部の米が吸湿していることは、タンクの米の湿気が上部から入り込むことを示している。ビクトリヤ丸のタンクはさんらもん丸と同型であるが、この場合の米の保存は、紙袋よりもタンクの方が良かったようである。しかしこの航路は熱帯海域を長く通過するものではない。

ぶらじる丸のタンクは著しく大型であるが、この場合にも紙袋よりも成績が良い。プライニウムとは同程度であった。これら3船を比較して考えられること、小型のタンク(さんらもん丸)では、暑熱地長期の航海には向かないが、大型の場合には、ぶらじる丸の如く、長期の航海にも耐えられるのではないかと考えられる。

天山丸のタンクはシリカゲルの挿入に便利のように特に設計されているものであるが、この場合には、タンクとプライニウムは同程度で、紙袋より幾分よかった。しかしこの場合の航路は気温状態のよい航路である。

タンクと紙袋またはプライニウムとを比較すると、さんらもん丸の場合にはタンクの米は水分を吸収し、また、ビタミン B_1 の減少もプライニウムよりもはなはだしい。しかし、びくとりや丸、ぶらじる丸、天山丸の場合には、タンクの方が紙袋よりも良いが、プライニウムとは大差がないようである。また、前掲の表9~表10においては、紙袋とプライニウムとでは、甲乙がなかったが、表11~表12のぶらじる丸、天山丸では、プライニウムの方が、紙袋より確かに良い事を示している。こられ表11~表12のものと、表9~表10のものを総括して考えれば、紙袋よりもプライニウムの方が良いように思われる。

また虫害についての原田氏の報告によれば、ほとんどの米にノコギリコクヌスビトを発見した。ただしこれらの中には、航海前の米にあったものもあるから、この虫が米倉庫内から侵入したものか、米の中で発生したか分らない。航海中の米倉庫内の温湿度を図10~図14に示す。

さんらもん丸(図9)では、最高温度は往航の熱帯地航海時の 29°C で、南極海では 15°C であった。帰航時は 25°C を超えたことはない。最低温度との差は 15°C 程度のことが多く、南極海でも最低 1°C であった。

湿度は南支那海で最高を示し、90%に達したが、それ以後の最高は80%附近で、南極海でも82%であった。パナマ運河、メキシコ湾通過時は70%以下となり、最低湿度との差がなくなった。南

極海での最低湿度は 55 %であった。びくとりや丸では（図 10）温度は 30°C 前後を示したことが多かった。湿度は 55 %～70 %のことが多かった。

ぶらじる丸（図 11）では最高温度は太平洋で 20°C，パナマ以後，30°C に上昇し，ブラジル沿岸では，20°C 前後に下った。復航時もほぼ同様である，最低温度との差は少ない。温度の変化は大きい，最高湿度でも 92 %であり，大部分は 75～80 % の間にあった。最低湿度は 65 %前後が多く，大西洋では 60 %に達しなかった。

図 10 びくとりや丸 ニューヨーク航路



図 11 ぶらじる丸（貨客船）南米航路（1957.5.4～1957.8.7）

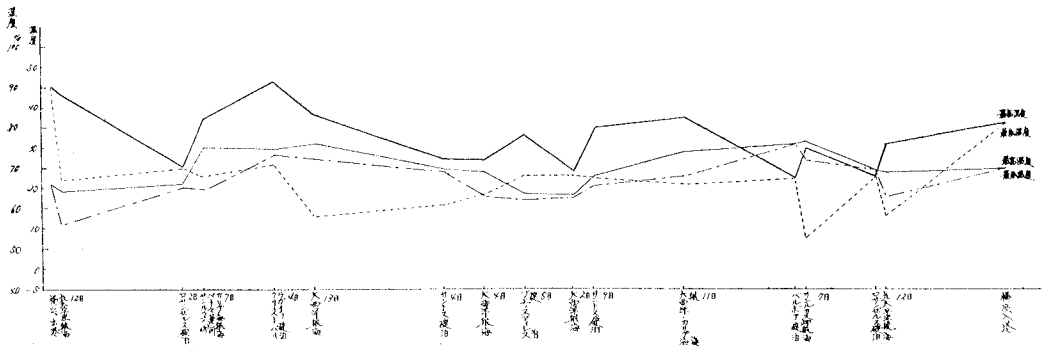


図 12 天山丸 北米航路（1957.4.30～1957.6.3）

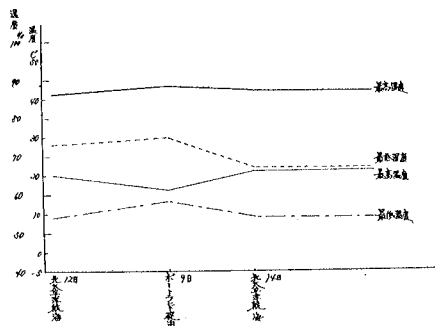


図 13 天山丸 北米ニューオリンズ航路 (1957. 8. 25~1957. 10. 31)

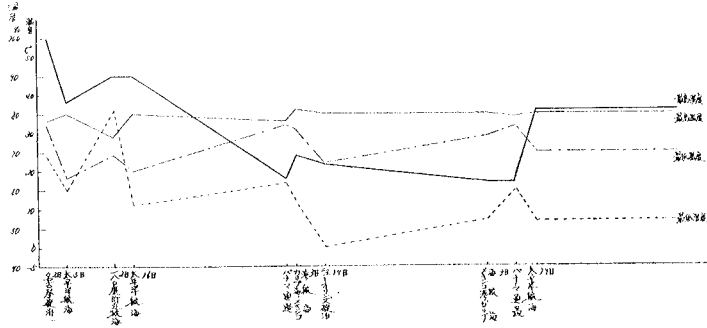


図 14 山興丸 ニューヨーク航路 (1957. 10. 25~1958. 1. 10)

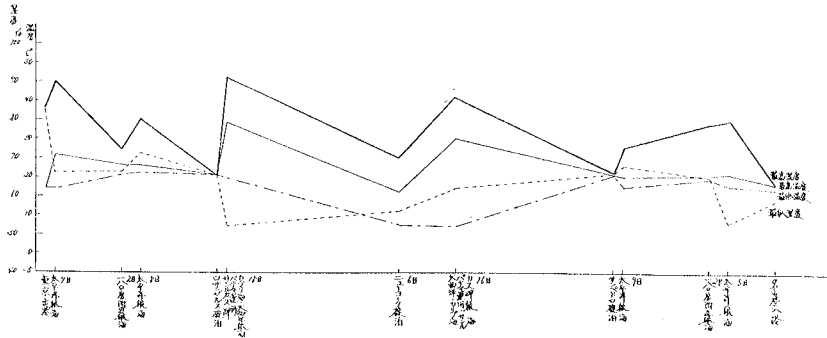


図 15 照国丸 (タンカー) ペルシヤ航路 (1957. 6. 18~1957. 7. 26)

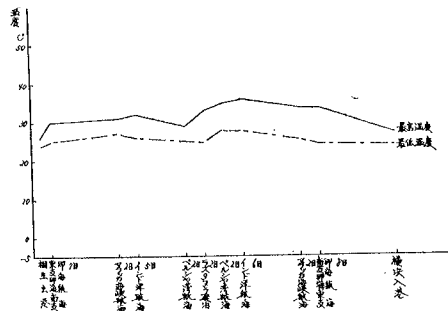


図 16 山下丸 印航路 (1957. 11. 1~1958. 2. 23)

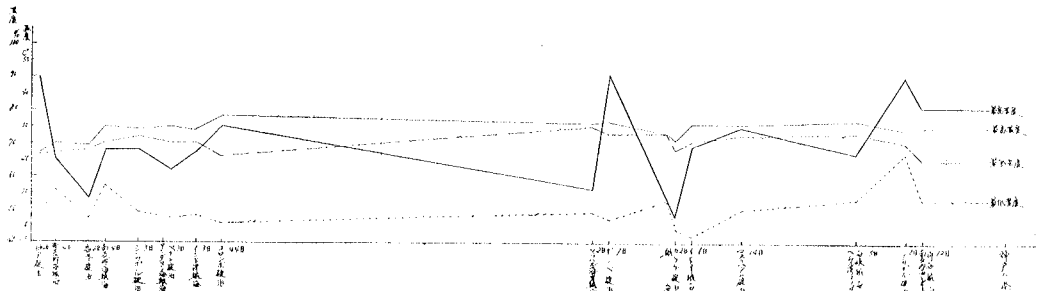


図 17 L S T (1957.7.21~1957.11.5)

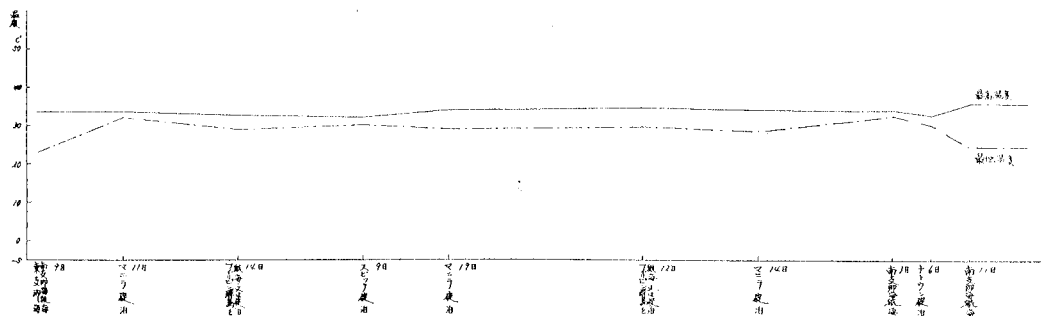


図 18 山豊丸 北米パンクーパー航路 (1957.7.3~1957.7.30)

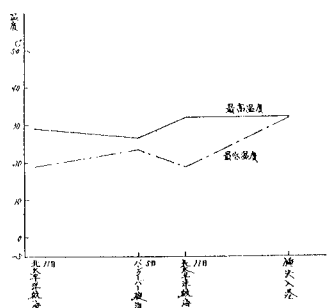
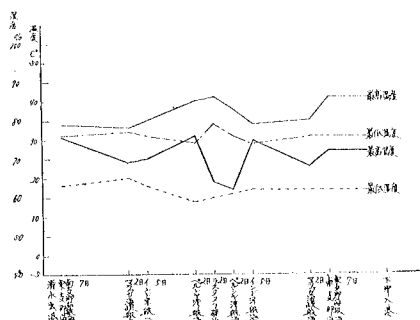


図 19 鶴戸丸, ペルシヤ航路 (1957.7.26~1958.8.28)



天山丸(図 12)では、温度、湿度の変化は少なく、最高温度は、 20°C 、最低温度は 9°C であった。湿度は、最高湿度 87% 、最低は $67\sim 75\%$ の間にあった。

天山丸(図 13)では、温度の差は少なかったが、湿度はかなり差があった。温度は、最高で 35°C 前後、最低は $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ であった。

湿度は、太平洋では最高 90% に達したが、パナマ 通過後は下り、 65% になった。最低湿度と最高湿度との差は、ひどい時は 35% に達した。

次に冷蔵庫内で貯蔵を行った例を掲げる。表 13 および表 14 は、山下汽船山興丸において、青柳司厨長が実験的に貯蔵した米を分析したものである。

この結果からはっきりした差を見ることは出来ないが、冷蔵または冷凍貯蔵はよいであろうことが想像される。むしろ、この結果がそれほど大きな差を示さなかったことが不思議である。

しかし一般的に考えて、冷蔵貯蔵の場合には、庫内に水分が凝縮する事を完全に防止する装置が必要である。一般の野菜用冷蔵庫の周辺にはり廻してある冷却器は、この役目をしているわけである。この部分が 0°C 以下になっている為、ここに水分の凝縮を来し、庫内に水がたまる事を防いでいるわけである。もしこの様な装置がない時は庫内に貯溜した水のために著しく湿度の高い状態になるであろう。このような設計上の失敗を、2、3 の船において、聞いているのでつけ加えるわけである。

表13 船舶内貯蔵試験 (冷蔵庫内貯蔵試験)

試料 No.	会社名	船名	航路	出港月日	帰港月日	包装別	水分含有量	VB ₁ 含有量	
82	山下	山興丸		1957. 10. 24			15.32	108.5	内地米横浜
94					1958. 1. 11	ポリエチレン	16.20	100.1	+3°C 野菜庫内地米
95					〃	プライニウム	15.76	82.5	+3°C 野菜庫 〃 (麻袋に入れライス ビン中につるす)
96					〃	ポリエチレン	15.90	85.0	-9°C 魚冷蔵庫 〃
97					〃	プライニウム	17.11	94.8	+3°C 野菜庫 〃
101					1958. 1. 11	ライスビン	14.72	56.3	内地米 名古屋 57. 10. 9 積
102					1958. 1. 11	プライニウム	15.91	97.5	内地米 横浜積込
83				1957. 10. 24			14.18	62.0	準内地米 横浜積込
93					1958. 1. 11	ポリエチレン	15.27	60.0	〃 -9°C 魚冷蔵庫
98					〃	〃	15.04	55.0	〃 米麦庫
99					〃	ライスビン	15.97	62.4	〃 備考(1)
100					〃	〃	14.79	52.5	〃 参照 〃 〃(2)
備考 (1) ライスビン貯蔵, 米麦庫, シリカゲル使用, 10月19日, 11月2日, 11月3日取りかえ 11月23日以後使用せず。									
備考 (2) 〃 シリカゲル 11月2日より 23日まで使用									

表14 山興丸における試験増減率 (積込時100)

			水分			ビタミン B ₁		
			ポリエチ	プライニウム	ライスビン	ポリエチ	プライニウム	ライスビン
内地米	野菜庫 +3°C		105.6	102.8		92.3	76.0	
	冷凍庫 -9°C		103.7			78.3		
	野菜庫 +3°C			111.8			87.4	
準内地米	冷凍庫 -9°C		107.6			96.0		
	米麦庫		106.0		112.8 (1)	88.0		99.8 (1)
	〃				104.1 (2)			84.0 (2)
(1) シリカゲル初めより 11月23日まで使用								
(2) 〃 11月2日より 11月23日まで使用								

米倉庫内の温度は図14に示した如く往航時のパナマ運河で34°Cを示したが、復航時は30°Cであり、他は、25°C前後が最高であった。最低温度はニューヨーク附近で7°Cであった。湿度は最高90%に達し、また最低との差も時にははなはだしくひどい時には40%に達したが、55%~70%の間であった。

また、米倉庫内の温湿度だけ測定したものを図15ないし図19に掲げる。

次に、米の分析試験はしたのであるが、帰港時に試料の送附のなかったもの、あるいは、ただ帰港

時のもののみが送附されたものなどをまとめて表 15 に示しておく。

表 15 船 舶 内 貯 蔵 試 験 (主として漁船)

試料 No.	会 社 名	船 名	航 路	包 装 別	水 含 有 量	ビ B ₁ 含有量	備 考
23	日 水	海 幸 丸	南水洋		15.96	80.7	
24	大 洋	永 作 丸	〃		16.22	164.5	
50	日 水	いつく島丸		カマス入り	14.59	194.0	4.25 積込具
51	〃	〃		〃	13.94	262.0	4.15 再精白
52	〃	〃		〃	14.82	168.5	31.11.20 神戸積込
62		喜 山 丸	北 洋		14.32	110.1	5.13 出港時新潟米
73		会 津 丸			14.45	89.0	7.16 積込 兵庫米
79			印度洋		15.59	141.0	赤カビ多し
80		船名不詳 婦 航 時			14.89	162.5	〃 あり
81					15.77	87.5	前 2 者よりよし
87	エジプト米	神 戸 船 食			14.81	172.0	
88	〃	〃			14.87	165.0	
17	カリホルニヤ	加 工 米			13.29	96.3	

3. 高温室内貯蔵試験

1) 試 験 方 法

a. 試 料

試料は船用米として配給を受けた。秋田産の軟質米 120kg である。1俵は仙北郡金西村の産、他は同郡飯詰村の産で品種は共に農林 41 号等級は 3 等である。検査日は前者は 31 年 10 月 28 日、後者は 11 月 5 日であるから、早場米ではない。試料はこの 2 種を混合して用いた。この混合米は水分 15.19%，ビタミン B₁ は 113.5γ%，100 粒の重量 2,210g であった。

b. 包 装

貯蔵試験に用いた包装の種類はタンク、プライニウム三重袋、カボラ一重袋、クラフト三重袋、麻袋の 5 種である。タンクとしては約 1 斗入りの鉄製の缶を作装した。円形口はパッキングをして密封するようにした。タンクは 2 個作製し、1 個には米を充満し、他には米を半量だけ入れた。プライニウムはクラフト紙の一面に、セロファンとアルミ箔をはったもので、この裏打ちしたものを、クラフト三重袋の最内部に用いたものである。カボラとはクラフト紙にポリエチレンを裏打ちしたもので、これは一重袋である。クラフト三重袋は普通に用いられているもの、麻袋も同様である。プライニウムとカボラの包装はタンクと同様に充満したものと、空所を残したものと二種とした。また別に小ビン、および小袋に充満した米を多数作り、高温室から取り出して貯蔵期間中の米の状態を調べる為に用意した。

c. 高 温 室

高温室は $1.6^m \times 2.6^m \times 2.0^m$ の大きさで、電熱器によって保温し、バイメタルを用いた定温装置によって温度を一定に保った。電熱器上に 適當の距離に保った 容器に水を満して、湿度を得るようにした。米は前述の包装として、高温室内の卓上に並べた。(貯蔵実験状況写真略)

d. 測 定 方 法

高温室の温湿度の測定はアウグストの温湿度計を用い、毎夕記録した。大袋に貯蔵した米の内部の温湿度を測定するため、昭和理化KKのミニマ温湿度計の感応部を裂内に封入し、袋内の米の温湿度を間接に毎夕測定した。

小袋の米は約 15 日毎に室内より 各一袋宛取り出し、外観を観察した後、水分、ビタミン B₁、粘度、重湯の表面張力を調べた。

水分、ビタミン B₁ の測定は、船内貯蔵試験および夏季船用米試験と同様の方法である。粘度の測定は、簡単な器具を作製して、相対的な値を測定する事を試みた。これはビーカー中に米 40g を入れ、洗わずに、直ちに 100g の水を加え、沸騰湯煎中にて 25 分間加熱して、後、3 時間 37°C の孵卵器中に放置する。米を炊く前に針金で作った棒を、米の中に入れておき、3 時間放置した米飯の中から、この棒を一定の力を加えて引き上げる。この引き上げるに要する時間を測定して粘度の比較値とした。このようなわけであるから、この値は正確に米の粘度ばかりを測定しているとは云えない。

重湯の表面張力も、水を規準にした相対値であるが、この測定には、ビーカー中に米 10g を入れ、水道水 100g を入れて、直ちに 25 分間沸騰湯煎中に加熱し、これも 37°C に保って後、測定を行う。測定には小硝子板を水面に接触させ、これが水面から離れるためにどの位の力を要するかをスプリングの伸びによってはかる。同時に同温の水について測定して比較する。

大袋に貯蔵した米は、貯蔵期間終了後に、上記の試験を行うと同時に、なるべく外観完全な 100 粒を選んで、重量を測定し、また味の比較試験を行った。

味の比較試験は 50 人中から予め、審査員としての適格試験に合格した 16 人の審査員によって行った。テストの方法は Jack k. Krum 氏の提唱する方法で、氏の提唱する各種の方法のうち、採点テストの方法を用いた。ただ、採点を正確にするため、氏の方法を少し変えて、採点の規準を設けた。(高木其他著、調理学実験法参照) 味の試験は微妙なものであるから、炊飯方法を一定にする事に最も苦心した。貯蔵法が異なるに従って米の水分含有量も異り、そのため水加減、火加減等もちがえねばならぬわけである、このように考えて、各種貯蔵米について、最も良い炊飯方法を用いて、比較試験を行おうと意図したのであるが、最良の方法を各種の米について調べる事が困難であることが分かったので、最後に、やむを得ず、同一炊飯方法によって、同じ様に炊き上げ、それを同じように保存して、テストに供するようになった。

方法は次の如くである。試料米 140g をとり鉄なべに入れて、水道水を約 500cc を加えて、10 回手でまぜ、水を流し去る、この操作を 3 回繰返したのち、水 500cc を加え、ガス火にて炊き上げた。

別に市販の米を同様に炊き上げて標準とした。

炊き上げた米を、供試時の温度を一定にするため 密閉容器に入れて、60°C の恒温器中に保存し、これを試験直前に取り出して皿に盛った。

2) 試験結果

a. 温湿度の変化

温湿度の変化は毎日測定を行ったが、繁雑をさけるため、5日間毎の温湿度の測定値を表 16 及び

表 16 温湿度の変化(上段温度(°C) 下段湿度(%))

	室内	タンク		プライニウム		カボラ		クラフト	麻袋
		充	空	充	空	充	空		
X 9	32	35	35	36	33	33	33	34.5	34.5
	62	72.5	71.5	72	71	72	67	65.5	68
X 14	34	40.5	37	38	39	37.5	37.5	40	37.5
	63	75	72.5	75	74.5	76.5	64	68	64
X 19	34	33.5	33.5	33.5	33.5	33	33	33	33
	69	74.5	72.5	73.5	72	74	70	65	64
X 24	35.5	37	34	33.5	33.5	35	35	35	35
	70	74	72.5	73	72	74	70	64.5	66
X 29	31	33.5	31	30	31	31	31	33	33
	80	74.5	71.5	72.5	71	73.5	69.5	66	66
XI 3	32	33.5	33.5	34	33.5	32	32	31	31
	79	73	73	73.5	72	74.5	71	67.5	67.5
XI 8	32	33.5	33.5	33.5	23.5	33	32	32	32
	72	73	72.5	73.5	72	74.5	71	67.5	67
XI 13	32	33.5	33.5	32	33.5	33	33	32	37
	72	72.5	72.5	73	72	75	71	68	67
XI 18	36	33.5	33.5	33.5	33.5	33	33	33	33
	76	75	73	73.5	72	74	72	68	67.5
XI 23	34	36	34	33.5	34	33	33	33	33
	67	75	75	74	73	75.5	71	68.5	66
XII 28	33.7	33.5	33.5	32	33.5	33	33	33	33
	71.5	73	74	72.5	71	72	70	64	63
XII 3	37	36	36	36	36	35	33	33	33
	65	76	75.5	76	73	74	69.5	65.5	66
XII 8	36	33.5	33.5	33.5	33.5	35	35	---	33
	62	74.5	72	74.5	72	72	71	---	61
XII 14	39	38	38	38	36	35	35	---	35
	60	77	77	77	73	72	69.5	---	62

図 21 に示すこととする。

図20 室内温湿度

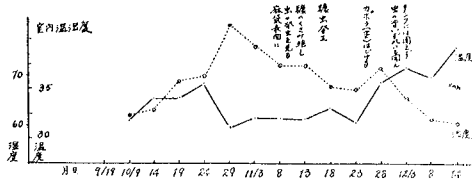


図21の1 容器内の温湿度

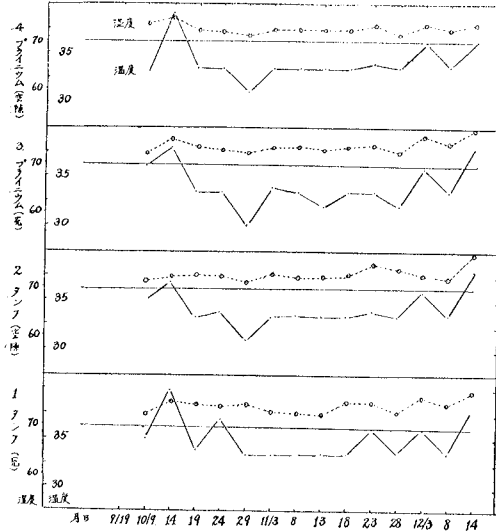
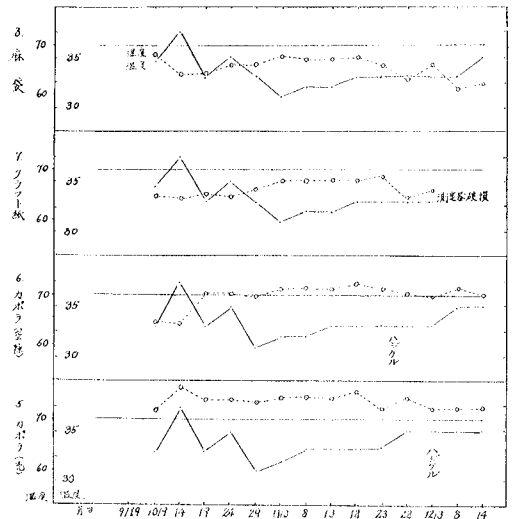


図21の2



10月9日以前には、温湿度計が不備であったため、測定が行われていないが、ほぼ同温度に保たれていたと思われる。室温は中間に温度に保たれていたと思われる。室温は中間に温度調節器の不調のため、幾分低下しているが、 32°C 以下にはなっていない。湿度はこの間、上昇している。限られた室内での製作であるため、どうしても温度が上昇した時は、湿度は低く、温度の下降した時は湿度が高くなることになって、この制御はなかなか困難であった。この点は船内の条件とは大分違うと思うが、温度条件は最低 32°C であり、また湿度も 60% 以上を保ったから、船内条件と余り距ったものではないと考える。

各袋内部の温度は、ほぼ室温と平行して上下しているが、湿度の様子は貯蔵法の種類によって大分異なる。通気性の貯蔵法のもの、湿度は低く、またカボラの空隙を有するものも湿度は低かった。しかしカボラの充滿したもの、プライニウム・タンクは湿度が高かった。また詳細にみれば、内部に空隙を有するものは、それに対応する充滿したものよりも湿度が低かった。この事は袋内の湿度は米内より発生する水分によって高まると云う事が分る。空隙のあるものは、発生した水分は空隙によりうすめられるため、湿度の上昇が少ないのであろう。

したがって気密な容器内の湿度が上昇する原因は、温度の上昇によって米に含有された水分が蒸発したためと解される。容器内の湿度の上昇はカゼの発生を促がすことになるわけで、また室温が低下した時は、空気内に蒸発し、その空気中の湿度を高めていた水分は、容器の壁面および米の表面に水気として附着する様になるのであろう。従来、米のタンク貯蔵の場合に、壁面に水分が附着するという問題が起り、またカビを生じ易いという問題があったが、これは、冷時貯蔵し密蔵した米の中に含有された水分が、高温地方に行った時、また船内の高温条件によって蒸発するためと考えられる。それゆえ、冷時密封した米容器を、高温の条件下におく時には、この時同時に水分を除く方法を講じることが必要なことが分る。もしこの除去がうまく行われるならば、従来米の密封貯蔵時に起った、不都合はなくなるのではないかと考えられる。この点、さらに実験を重ねる必要がある。

容器が完全に密封され、同一の温度条件におかれる時は、容器内の空気の湿度は不変であることは、この実験で明らかである。今後の問題としては、容器を高温条件に置いた時、何日後に容器を密封したら良いかという問題、密封した容器から、米を取り出し、その代りに高温、高湿の空気が容器内に流入した時、器内はどうなるかという問題である。従来の予想に反して、外部からの空気の流入はさして問題でないのではないかと考えられる。というのは、この実験においても、外部の湿度は、密封容器内の湿度よりもはるかに低いからである。

b. 貯蔵終了時の米の概括的比較

表 17 に示す如くであった。

表 17 貯蔵米の概括的比較

	米の色	におい	味	粘り
タンク (充満)	不透明黄色	ぬかくさい	一般に古くなつた味	少
タンク (空隙)	不透明やゝ黒味	〃	〃	やゝ少し
プライニウム (充満)	不透明やゝ白み	ぬかくさい 古くなつたにおい	〃	なし
〃 (空隙)	〃 やゝ紅み	ぬかくさみ	やゝ酸味	少
カボラ (充満)	不透明やゝ黒み	〃	〃	少
〃 (空隙)	〃 比較的白い	〃	〃	やゝ少し
クラフト	〃 黄色	〃	〃	少
麻袋	〃 黄色	〃	〃	少

タンクの両者、プライニウムの両者においては、なんとなくカビが生じたのではないかという外観を呈していた。虫の発生は図 21 に書き加えてある如く、袋の外部からは内部の様子が分らないのであるが、すでに麻袋の外表面には 40 日を過ぎた頃から、著しい虫の発生を見た。26 日後にはいずれの袋からも虫の動く音がやかましく聞えるようになった。ただしタンクには聞えなかつた。開袋後虫の数を教えようとしたが、無数でとても数えきれなかつた。タンクには少なかつた。プライニウム (充満) には多少少ないようであつた。

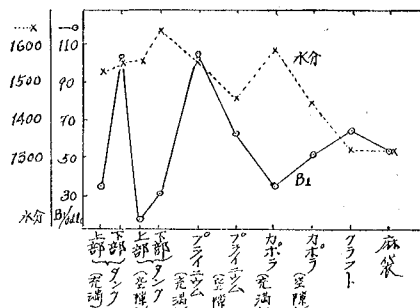
c. ビタミン B₁ および水分の変化

高温室内に貯蔵した米は、貯蔵期間終了後袋内より取り出し、ビタミン B₁ および水分の分析を行った。ただ、ここに断らなければならない事は、分析の都合のため、高温室の温度を下げると同時に、分析を行えなかったため、容器内の水分が再び米中に再吸収されているように見られることである。このため、高温室内における密封容器内の米の状態を知る事は出来なかったが、一面実際に起っている米容器内のカビの発生の原因など知ることが出来たと思われる。分析結果を表 18 及び図 23 に示す。

表 18 貯蔵終了時のビタミン B₁ および水分含有量

貯 蔵 法	ビ タ ミ ン B ₁	水 分
開 始 時	1137%	15.19%
タ ン ク (充 満)		
上 部	35	15.27
下 部	104	15.52
タ ン ク (空 隙)		
上 部	17	15.57
下 部	31	16.38
プ ラ イ ニ ウ ム (充 満)	106	15.64
ク (空 隙)	63	14.59
カ ボ ラ (充 満)	35	15.90
ク (空 隙)	52	14.41
ク ラ フ ト	65	13.23
麻 袋	53	13.23

図 22 貯蔵終了時のビタミン B₁ および水分含有量



表および図に示された如く、ビタミン B₁ の保存は、充満したタンクの下部およびプライニウム(充満)のものが非常に良い。このことは、ビタミン B₁ 保存のためには、空気とふれない事が必要なることを示している。カボラ(充満)は貯蔵途中において包装がはじけて空気が流通したから、この表に示された結果は、必ずしもカボラに空気の流通性のあることを示すものではないが、元米ポリエチレンは酸素に対し透過性のあるものであるから、たとえはじけることがなく密封が保たれとしてもビタミン B₁ の減少が起るとも考えられる。同じタンク(充満)でも、上部のビタミンが減少している事は、ビタミン B₁ の破壊に空気の存在が、重要な役割を果すことを示すものと思われる。ビタミン B₁ は、米の品質の変化とも高い相関を示すといわれているから、これらの結果は米の貯蔵に気密の保持が良い結果をもたらすことを示している。

水分は、密封された貯蔵法のもの程高いまま保存されていることを示している。カボラ(充満)が、水分含有量が比較高かったが、これは、この袋が貯蔵途中にはじけたにもかかわらず、内部の米には密封の効果が残ったと考えてよいであろう。この事を考え合せるとき、前述の如く、ビタミン B₁ の保存の為に、ポリエチレンの酸素透過性が重大な欠点となることを考えさせる。

通気性の多いクラフトと麻袋とは、共に水分、ビタミン B₁ が減少している。この両者の間には、差がないことがわかる。

以上の事でわかることは、ビタミン B₁ の保存、したがって米の品質保存の為に密封貯蔵の良いことがわかる。このためには同時に起る、水分貯留を何等かの方法で減少させることが必要なことを示す。

同時に小袋に入れて高温室内に貯蔵した試料について、約 15 日目毎に 1 包ずつを取り出し分析した結果は図 24 の如くであった。

この成績と、前述の大袋の成績とはかなり異なることが分る。ビタミン B₁ については、いずれも、減少しているが、貯蔵法との関係は、反対で通気性の多い布袋やクラフト貯蔵の方が、良い結果を示している。ただ水分はほぼ、大袋貯蔵の場合と一致した結果である。

ビタミン B₁ について、この様な反対の結果が出た理由は、米の量と、密封容器内の空気量との関係にあるのではないかと思われるが、このことから、かかる実験は、なるべく実際に近い状態で、大量の米について実験をしなければならぬことがわかる。

d. 米飯の粘度、重湯の表面張力の変化

貯蔵終了時の大袋内の米の米飯の粘度及び重湯の表面張力を表 19 及び図 24 に示す。

表 19 貯蔵終了時の米飯の粘度および重湯の表面張力

貯 蔵 法	米飯の粘度	重湯の表面張力
開 始 時	10.04	0.73
タ ン ク (充満)	7.20	0.87
タ ン ク (空隙)	5.11	0.87
プ ラ イ ニ ウ ム (充満)	3.55	0.87
プ ラ イ ニ ウ ム (空隙)	2.33	0.85
カ ボ ラ (充満)	4.40	0.89
カ ボ ラ (空隙)	9.40	0.89
ク ラ フ ト	10.08	0.77
麻 袋	9.23	0.94

図 23 小袋に貯蔵した米中のビタミン B₁ 水分の推移

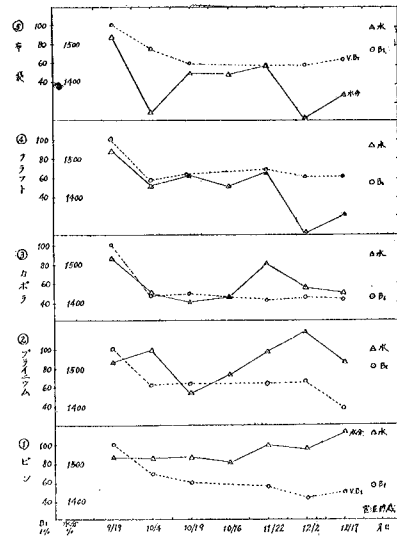
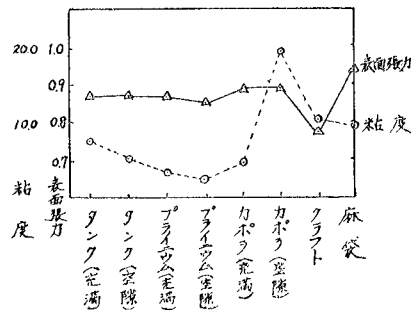


図 24 貯蔵終了時の米飯の粘度及び重湯の表面張力



前述の如く、この2つの測定法はかなり粗朴なものであるから、この結果はある程度の参考としての価値があるに過ぎないと思う。しかし、次に述べる味のテストの結果と、粘度測定の結果とはかなり一致するところが見られるから、参考資料としての価値は十分に存在する。

まず、米飯の粘度はカボラ（空隙）、クラフト麻袋が高い、これは全て、通気性の良好なものである。（カボラ空隙は早くからはじけた為に通気している）密封性の高い貯蔵法では、タンクの両者はライニウムの両者より高く、カボラの充満はライニウムよりも高いが、タンクの両者より低

い。これら密封貯蔵のものでは、いずれも充満したものが、空隙のあるものより高い。この点は味のテストの結果とは正反対である。

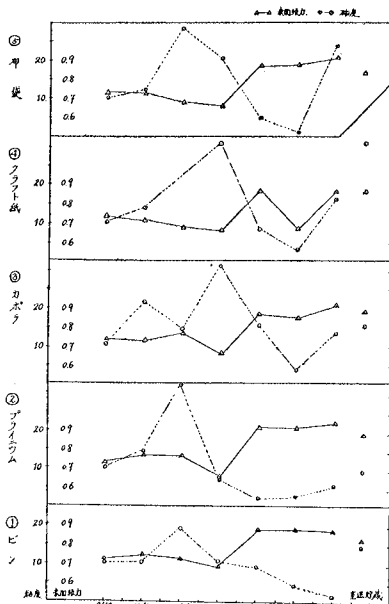
重湯の表面張力は開始時は低かったが、貯蔵により高くなっていく。麻袋が最も高く、プライニウム・タンクは低い。重湯の表面張力は、溶出物が多いと低く、少ないと水に近づくと考えられるから、これも味と関係が深いと考えたのであるが、味のテストの結果とは一致しない。米飯の味は粘度による影響の方が多いためであろう。クラフトの表面張力が低いことは何に原因するか不明である。

小袋に貯蔵した米について米飯の粘度は重湯の表面張力を調べた結果を図 26 に示す。

表面張力がいずれの貯蔵法においても 2 カ月後から急に上昇していることがわかる。貯蔵法に関係ないことも明らかであるから、白米を高温にさらした場合、この期間に何か急に質の変化を起すものがあると考えられる。

これに反し、粘度は少し面白い変化を示す。粘度は多くは一カ月後、または貯蔵法によっては 1.5 カ月後に、1 度上昇し、その後急に低下する。密封度の高い貯蔵法では、そのまま低下が続けられるが、通気性のある貯蔵法では、また上昇することが見られる。この測定方法が不完全であったから米の質の変化について考察を進めることは出来ないが、何か意味のある様に思われる。

図 25 小袋に貯蔵した米飯の粘度、
重湯の表面張力の推移



る。

f. 100 粒重の変化

貯蔵終了時の大袋内の米から任意に 100 粒を取り出してその重量を測定したものが表 21 及び図 27

e. 味のテスト

味テストは 16 人のパネル（審査員）によって行ったが、その結果は次の如くである。

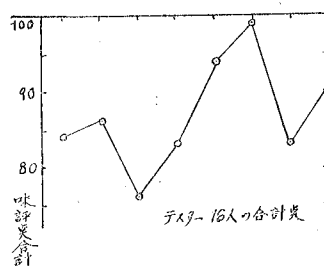
標準米を 10 点としての各パネルの採点数を表 20 に示し、その採点の合計を比較したものを図 27 に示す。

この結果は各パネルによって味の採点に異同多く、いずれの貯蔵法が、味の点では最も良いものであったかははっきり判断し得ない。しかし採点の順位はカボラ（空隙）が最も良く、また統計的処理の結果も他の貯蔵法と有意の差を認め得るものが多い。カボラ（空隙）は途中から袋がはじけたもので、これが最も良い味とは、皮肉に過ぎるが、カボラの両者が共に良い味を示したことは、何か意味があるかも知れない。麻袋が比較的良い順位にある事から考えると、通気性の高い方法が、味の為には良いのではないかも知られる。これは従米からいわれている玄米の貯蔵法における考え方と一致している。

表20 味のテストの採点表

パネル	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	合計	順位
標準米	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	160	1
タシク(充)	4	5	7	5	5	7	4	6	5	7	4	5	8	3	4	5	84	5
カシク(空)	3	7	7	2	6	8	4	7	7	8	3	3	8	5	2	6	86	4
プラインウム(充)	3	3	5	6	6	2	4	5	4	5	6	4	7	5	5	6	76	8
プラインウム(空)	2	7	8	2	6	3	3	5	8	6	7	4	8	3	4	7	83	6
カボラ(充)	4	3	7	7	6	7	3	6	6	7	6	7	8	4	6	6	93	2
カボラ(空)	3	6	8	4	7	6	4	6	8	8	8	6	8	5	5	7	99	1
クラフト	2	6	6	3	5	4	2	7	5	5	8	4	8	6	7	4	82	7
麻袋	3	6	7	5	6	2	2	7	7	7	5	5	7	7	7	6	89	3

図26 貯蔵米飯の味テスト結果



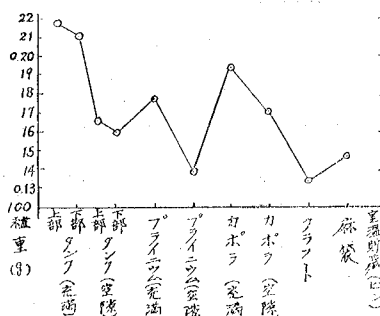
に示される。

100粒重の測定は、虫にくわれた胚芽部分の減量を知らうとして行ったものであるが、水分の含有量も異なる為、得られた値は余り価値のあるものではなかった。通気性の多いものが、減量の大きかった事は明らかであるが、水分の為かどうかは不明である。

表21 貯蔵米の100粒重

貯蔵条件	100粒重 (g)
タシク(充満) 上部	2.173
タシク(充満) 下部	2.211
タシク(空隙) 上部	2.165
タシク(空隙) 下部	2.160
プラインウム(充満)	2.177
プラインウム(空隙)	2.138
カボラ(充満)	2.194
カボラ(空隙)	2.171
クラフト	2.134
麻袋	2.147
室温ビン入	2.210

図27 貯蔵米の100粒重



3. 総括

船員の栄養が、その食欲に関係することが多い事が分るので、その改善の為に、ビタミンの補給、優良蛋白質の補給が重要である反面、その用いる食品を新鮮な状態に、味よく、栄養価高く貯蔵保存する事が重要であることに考え及んだ。食品の貯蔵について、新鮮野菜類、魚類、肉類の貯蔵も重要

であるが、米の味が、船員の食欲に最も影響している事が分かったので、白米の貯蔵問題について、研究する必要から、この調査と研究が行われた。なお過去における白米貯蔵についての試験はごく僅かしかなく、船の場合の参考にするには著しく不足であった。その結果を総括すれば、次の如くである。

1. 各地船用米の分析結果は、本州、東海地以南の米が、ほぼ東北地方米との間に水分含有量に1%の差を示し、船用米として適した条件を備えている事が判った。

2. 集められた、船用米の包装は紙包が圧倒的に多かったが俵のものもあった。

3. 船内に貯蔵して、航海を経た米について、出港時と帰港時とについて比較検討した結果は、紙袋とプライニウムとの両貯蔵方法の間に、明らかな差を示しておらない。ただ熱帯海域の航路において、プライニウムの方が僅かに良い様に見える。タンク貯蔵と他の貯蔵法との間の優劣は、一つにタンクの設計、その他にあるようである。タンクの方が紙袋より良い場合もあり、また著しく悪い場合もある。タンクの良い場合も、プライニウムとの間には差が見られない。タンクの設計、使用方法に問題があると考えられる。

冷蔵および冷凍貯蔵については例が少なかったのでなんともいえない。

4. 実験室における高温貯蔵試験では、米も密封した場合に、容器内の湿度が高まることが分った。この水分は、米から蒸発したと考えられる。これが密封容器内のカビの原因となる、それゆえ、低温にあった米が密封されて、高温にさらされたときに、米の内部から蒸発して来る水分を除く事が出来れば、密封貯蔵は良い方法になると考えられる。

5. この実験においては、密封容器内の温度は、高温室内の湿度よりも高いから、容器から米を出す際に代りに入り込む空気の湿度はおそれる必要がないように思われた。

6. 高温にさらされた密封容器が、再び急に冷却されるとき、空気中にある水分は凝縮して、米の表面、容器、裏面に附着するようになる。

8. ビタミン B₁ の減少、虫の発生は、空気に触れることが少ないもの程少い。

9. 米飯の粘度と味とは、比較的強い関係があるように見えるが、米飯の粘度は、貯蔵期間中に、波動的に変化する。重湯の表面張力は2ヵ月後から急に上昇する。

10. 味のテストの結果は、密封貯蔵したものは悪く、通気の良いものの方が良いように見られたが、米の水分との関係が大きく影響するようである。

11. 各種の貯蔵法について、強いて優劣をつけるならば、現在行われている貯蔵法および、船の米倉の条件を考える時には、クラフト紙、麻袋も悪いとは云えない。

12. タンク貯蔵については、今設備されたタンクでも、現によく用いられているものもあるのであるが、なお一層、その欠点がなにによって来るかと検討し、その構造の改良と使用法の正確な指示が必要であろう。

13. プライニウムは、現在の状態でのクラフト袋貯蔵と、タンク貯蔵との中間を行くもので、両方

の欠点を持つと同時に、また両方の良い点を持っている。航路の長短に応じて、また温度変化の多少に応じていずれを採用するかを決定すべきである。

14. 船用米にはよく乾燥されたものが好適である。水分の多いことが全ての問題の原因となっている。