

罐詰米飯の硬化防止法に關する研究

東洋罐詰專修學校 志 賀 岩 雄
同 澤 山 善 二 郎

製造後硬化しない罐詰米飯を得ることは米食國民たる吾人にとつては平戰時を問はず甚だ肝要なことである。それ故硬化しない罐詰米飯を得やうとする試みが以前から行はれ数種の方法が公にされている。即ち月館、末永（特許公告、昭和14年第45号）の兩氏は炊飯の際に寒天を添加する方法につき、鹿内、田村の兩氏（特許公告、昭和14年第5289号）はコンニャク、ゼラチン、トラカントゴム、ペクチンの一種又は數種混合添加する方法について、望月氏（特許公告、昭和15年、第42号）は蒸煮した米を水中に投じて吸水させ、罐に詰めて後に100°Cにて50分間開放のまま加熱し、然る後に蓋付密封して罐詰とする方法について、岩崎氏（特許公告、昭和17年、第4378号）は重曹の如きものを以て米飯のPHを6.5乃至8.0に調節し、罐詰に製造したる後に於て零下1乃至5度に急冷して1時間保持し、然る後に於て常溫に復させる方法について、又谷川氏（特許公告、昭和17年第5369号）は固めに炊飯した米飯を密閉器内の水中に投入し、高度の減壓処理によつて飯の組織内にある氣體を液体を以て置換させ罐詰とする方法についてそれぞれ公にされてゐる。

鈴木氏（昭和17年）⁽⁵⁾ は水と米とを等量に使用して罐詰としたもの及び米1部に対して5部の水を使用して罐詰とした炊飯罐詰の3ヶ月間貯藏後に於ける状態について觀察を試みた。佐木、鈴木の兩氏（昭和18年）⁽⁶⁾ は炊飯罐詰についてではないが長期間柔軟なる餅の製造法について餅の素を使用して研究し、乳酸ソーダ、グルタミン酸デソーダ、粉末醤油、粉末味噌等は其20乃至30%の添加によつて柔軟に餅を長期間保持するの作用あるを認めた。筆者等（昭和19年）⁽⁷⁾ は罐詰米飯の硬化防止法について研究するに先ち罐詰米飯の硬化過程を追跡して数字的に之れを記録し得る方法について研究し、比較的利用價值ありと認められた二つの方法其他について發表した。又同發表に於て罐詰米飯を殺菌加熱後37°Cの如き比較的高溫の場所に置く時には硬化阻止の上に於て有効であることも併せ報告した。更に余等⁽⁸⁾ は罐詰飯の硬化現象に対する飯の含水量の關係について研究し76%附近の含水量は飯の硬化を甚しく遲滞させるらしいことも見た。本報告に於ては余等は種々の化合物を罐詰飯に添加したる場合に於ける硬化阻止に及ぼす作用又は効果について報告したい。

實 験 の 部

1. 酸を添加した場合の影響

酸としては磷酸、枸橼酸、醋酸及び乳酸等を種々の濃度に於て使用し實驗したが、大体に於て比較的濃度の高い場合には炊飯しても米は膨潤することなく、殆んど元の粒形に止まり液と米とが遊離して存在する。併しかくの如くに炊き上つた米は振盪すると崩壊する。それより濃度が低下

すると飯粒が糊状態にて其間隙が充填され、粒間が見えなくなり、一様の乳白色の塊状体である様な外觀を呈する。更に甚しく濃度が薄くなると普通の飯の如く炊上るが貯藏中に硬化する現象を酸の添加によつて阻止することの出来ないのを認めた。実験の詳細は省略する。

2. 塩基性化合物を添加した場合の影響

岩崎氏⁽¹⁾は重曹の添加と冷温適用の硬化防止上に於ける有効性を認め、住木、鈴木兩氏⁽⁶⁾は餅の柔軟性保持の上に於て乳酸ソーダ、グルタミン酸ソーダの如きアルカリ性の塩類が有効に作用するが其アルカリ味のために單獨に使用することの出来ないことを述べている。又パンの硬化阻止の上に於て塩基性化合物の添加の有効であることが可成以前より外國に於ては明かにされてゐたらしい⁽⁷⁾。

筆者等は無水炭酸曹達を使用した実験に於ては柔軟性と粘着性を保持するに有効な濃度に使用したものに於ては飯は醬油飯の如くに着色し、古い蟹罐詰の如き臭氣を有していた。味を試みなかったが口にし難いアルカリ味を有していたことは想像に難くない。貯藏後に於て完全な硬化現象を生起していた濃度のものに於ても尙ほ殺菌加熱によつて程度の差こそあれ薄褐色に着色した。乳酸ソーダも米4.1瓦水5ccに対して0.5瓦迄の添加割合では飯の硬化に対して阻止の作用を示さなかつた。

尙ほ酸アルカリを通じてPH價と貯藏後に於ける罐詰米飯の硬化の程度並に膨潤度との關係について系統的な研究を必要とするが目下の所余等の研究は以上の程度である。

3. アルデヒド類を添加した場合の影響

パンの古化に対して痕跡のアルデヒド類の添加が有効であるとの記載⁽⁷⁾がされてゐるので罐詰飯の硬化阻止に対して如何に作用するかを、フオルムアルデヒドを使用して試験し、其甚だ有効であることを認めることが出来た。

即ち次の如くである。

次表に記載の如くフオルマリンを添加して熔封試験管内にて100度にて60分間宛1日の間隔を置いて2回加熱し、冷却後3乃至4度の冷蔵庫に21日間放置し飯の硬化現象の生起の有無を試験した。

第 1 表

記 号	飯 の 組 成	HCHOの添加量	出来上飯9.1瓦として HCHOの添加割合
F — 2	米4.1瓦+水5cc+フオルマリン0.4cc	150.2ㄱ	1.65%
F — 3	米4.1瓦+水5cc+フオルマリン0.3cc	112.6ㄱ	1.24%
F — 4	米4.1瓦+水5cc+フオルマリン0.2cc	75.1ㄱ	0.83%
F — 5	米4.1瓦+水5cc+フオルマリン0.1cc	37.5ㄱ	0.41%

3乃至4度の冷蔵庫に21日間放置後に於ける飯の状態は次の表の如くである。

第 2 表

記 号	膨潤度 (cc) ※	飯 の 状 態
F — 2	8.1	柔軟粘着性であつて圧潰しても白化することなく、半透明狀に潰れる
F — 3	8.1	同 上
F — 4	7.6	同 上
F — 5	—	柔軟であるが飯にしんが出来ている

註

※ 膨潤度は脱水飯粉末0.5瓦について志賀、沢山③の方法にて測定した。

飯の含水量は平均して約61.2%である。

以上の結果を志賀、沢山の先に報告した報告⁽⁴⁾中の普通飯の冷温貯藏後に於ける変化の狀態と比較して見るならば、フオルムアルデヒドの添加の有効であることが見られる。而して其効果の確實なフオルムアルデヒドの添加量は61%程度の含水量の飯に対して0.8%以上らしく0.4%以下になると其効果が不充分である。

其他のアルデヒド類については、アセトアルデヒドの手持がなかつたからブチールアルデヒドを使用して米飯硬化阻止作用に対する影響について試験し、ブチールアルデヒドもやはり効果のあることが見られた。従つてアセトアルデヒドも同様の作用あることが容易に想像出来る。

「ベリラルデヒド」を略55%含有するものとされてゐる紫蘇油について試験したが9.1瓦の飯に対して0.5ccまでの紫蘇油を添加した試験に於ては其効果が全然見られなかつた。又「シトラール」と称するアルデヒドを75乃至85%含有すると称せられる「レモングラウス」油0.5瓦迄の添加量について試験した結果に於ても其効果が見られなかつた。

又單糖類のアルドース中葡萄糖、ガラクトース、ラムノース、アラビノース及びキシロースを米4.1瓦、水5ccに対して最大限0.5瓦を添加して行つた試験に於ても飯の硬化現象阻止に対して効果は見られなかつた。

4. 糖アルコールの添加の影響

菓子類其他の食品の乾燥固화를防止するのを防ぎ適度の柔軟性を保持させるために、グリセリン、ソルビット等を使用することは一般の常識であるが餅の固化に対しては、住木、鈴木兩氏⁽⁴⁾によると其防止効果がないと言ふことである。筆者等の罐詰飯の硬化阻止に関する実験に於ては米4.1瓦、水5ccに対し、グリセリン、ソルビット、ズルシット及びマンニットの添加量最大限0.5瓦迄の試験に於ては、グリセリンは効果がなく、ソルビット、ズルシット及びマンニットは僅かに飯の硬化現象を遲滞させるが如き感を與へ、又それを添加した脱水飯粉末の膨潤度も他に比して大きな結果を示した。

5. 保護コロイドの加の影響

鹿内、田村兩氏⁽²⁾はコンニャク、ゼラチン、トラガントゴム、ペクチン等を添加して硬化しない罐詰飯の出来ることを主張してゐるが、餅に対して住木、鈴木兩氏⁽⁴⁾がペクチン、デキスト

リン、レシチン等を使用しての試験に於ては効果のなかつたことを報告してゐる。余等の飯詰詰の試験に於ける米4.1瓦、水5ccに対してサボン最大添加量0.1瓦迄の実験結果に於ては何等の効果も見られなかつた。尙ほ鹿内、田村兩氏⁽²⁾の方法の実例に従つて罐詰を製造して試験して見たが、貯藏中に於ける飯の硬化現象が阻止されるに至らなかつた。

6. 離液順列 (Lyotropic Series) と罐詰飯の硬化阻止作用

米4.1瓦、水5ccに対して KCNS, KI, KCL, Na_2SO_4 の各0.5瓦を添加して、熔封硝子試験管内に於て炊飯(100度60分間の加熱を1日間隔にて2回行ふ)し3乃至4度の冷蔵庫中に11日放置し、飯の状態について検し、次表の如き結果を得た。

第 3 表

記 号	添 加 薬 品	飯 の 状 態
Lyot-1	KCNS 0.5瓦	飯粒は柔軟弾力性にして粘性を有す
Lyot-2	KI 0.5 "	同 上
Lyot-3	KCL 0.5 "	下層のものは固いしんを生じ、上層のものも潰すと白化の傾向あり
Lyot-4	Na_2SO_4 0.5 "	硬化し、指にて潰すと白粉化す
対 照 品	な し	同上、但し硬化傾向が4よりも少ない

次に以上の飯のアルコール脱水乾燥粉末について膨潤度を測定し以下の如き結果を得た。

第 4 表

記 号	膨潤度(cc)
Lyot-1	7.4(3.5)※
Lyot-2	7.2(3.8)※
Lyot-3	2.7
Lyot-4	1.9
対 照 品	2.0

以上の結果よりして可成有効に KCNS 及び KI が罐詰飯の硬化阻止の作用あることが認められる。又 KCL も多少硬化阻止の作用あることが認められる。即ち本実験に於て余等は離液順列と其添加による罐詰飯の硬化阻止に対する作用との間に於ける決定的な関係を掴むことが出来た。

次に KCNS 及び KI について其添加量と罐詰飯の硬化阻止に対する作用とを試験して見た。即ち米4.1瓦、水5ccに対して兩種の化合物をそれぞれ0.1瓦、0.2瓦、0.3瓦及び0.4瓦を添加し、封管内にて前回と同様の方法にて炊飯し、3乃至5度の冷蔵庫に12日間保存し、飯の状態について試験した結果は次の通りである。

※ 界線がぼやけているが上下兩層を生ずる。

第 5 表

記 号	飯之組成(瓦)			飯 粒 之 状 態	ア ル コ ー ル 脱 水 操 作 の 際 の 所 見
	米	水	KCNS		
Lyot-1ノ1	4.1	5	0.1	指にて潰すと白粉化す	脱水破碎容易なり
Lyot-1ノ2	4.1	5	0.2	粘着性あるが潰すと僅かに白粉化傾向あり	脱水破碎容易なり
Lyot-1ノ3	4.1	5	0.3	圧潰による白粉化傾向なく、粘着性あり	脱水破碎が困難になる

Lyot-1ノ4	4.1	5	0.4	同上	飯粒相互の粘結し合つて脱水 破砕が困難である
----------	-----	---	-----	----	---------------------------

次に以上のものの脱水粉末について膨潤度を測定した結果は次の通りである。

第 六 表

記 号	膨潤度 (cc)
Lyot-1ノ1	2.1
Lyot-1ノ2	2.4
Lyot-1ノ3	3.2 (6.6)
Lyot-1ノ4	7.3 (3.8 2.4)

註…Lyot-1の3に於て沈降層が2層に出来、4に於ては甚だ不明瞭であるが3層出来た。そして3に於ける上層は可成りの薄層であつたため表の様な記載方法を用いた。

第 7 表

記 号	飯の組成(瓦)			飯 粒 之 状 態	ア ル コ ー ル 脱 水 操 作 の 際 の 所 見
	米	水	KI		
Lyot-2の1	4.1	5	0.1	圧潰すると白化し、殆んど粘着性なし	脱水破砕が容易
Lyot-2の2	4.1	5	0.2	同上、但し上に比して粘着性あり	同上
Lyot-2の3	4.1	5	0.3	柔軟、粘着性、但し潰すと微かに白化の感あり	脱水破砕が比較的容易
Lyot-2の4	4.1	5	0.4	柔軟、粘着性にして弾力性あり	Lyot-1の4程ではないが脱水破砕が容易ではない

以上の脱水飯粉末の膨潤度を測定して第8表の如き結果を得た。

第 8 表

記 号	膨潤度 (cc)
Lyot-2の1	2.2
Lyot-2の2	2.4
Lyot-2の3	2.9
Lyot-2の4	3.2

以上の如き結果を得たため余等は尿素〔CO(NH₂)₂〕及びチオ尿素〔CS(NH₂)₂〕を添加して其罐詰飯に対する硬化阻止の作用について試験した。

試験飯の組成を第9表の如くし、封管内に100度60分間の加熱を1日置きに2回施し、後冷蔵庫に入れた。

第 9 表

記 号	飯の組成(瓦)			記 号	飯の組成(瓦)		
	米	水	尿素		米	水	チオ尿素
U-1	4.1	5	0.5	US-1	4.1	5	0.5
U-2	4.1	5	0.3	US-2	4.1	5	0.3
U-3	4.1	5	0.1	US-3	4.1	5	0.1

以上を12日間冷蔵庫4乃至5度に放置後取出し、開管して試験した。その結果を第10表及び第11表に示す。

第 10 表 の 1

記 号	飯 の 状 態	アルコール脱水操作の際に於ける所見
U — 1	柔軟にして粘着性あり	各飯粒は粘結し合ひ搗き碎き難い
U — 2	同 上	上の傾向甚だしく破碎は左程困難ではない
U — 3	指にて潰すと粉を吹く	破碎し易い

第 10 表 の 2

記 号	膨潤度 (cc)	説 明
U — 1	6.7 (2.5)	2.5cc 層と其上の層との間の界線が甚だ不明瞭である
U — 2	6.7 (3.7・2.4)	略3層をなすが下の2層間の界線が甚だ不明瞭である
U — 3	6.3 (2.9・2.1)	下の2層間の界線甚だ不明瞭、又最上層は前2者に比して可なり淡い

第 11 表 の 1

記 号	飯 の 状 態	アルコール脱水操作の際に於ける所見
US — 1	柔軟にして粘着性	甚だしく粘結性にして破碎し難い。
US — 2	同 上	同上、但し其程度少なし
US — 3	稍々硬化して圧潰すれば粉をふく傾向あり	上の如き傾向殆んどなし

第 11 表 の 2

記 号	膨潤度 (cc)	説 明
US — 1	6.8 (1.8)	各層の界線が甚だぼやけて読取り難い
US — 2	7.1 (2.7)	下層の界線が甚だしく不明瞭である
US — 3	6.6 (2.8・2.0)	最上層の濃度は上記の1及び2に比較して淡い。中間層の界線は比較的明瞭であるが、下層の界線は甚だしく不明瞭である

註…尿素は加熱の際に多少分解する爲飯が程度の差こそあれ何れも笹色に多少着色する。チオ尿素は飯を着色することはないが苦味強く舌を刺戟する。

尿素は以上の如く加熱中に多少の分解を伴ひ、飯を僅かながら笹色に着色し、且つ出来上つた罐詰飯に稍々苦味を附與する等の欠点はあるが、炊飯調理の仕方によつては実地に利用の可能性あるものと考へる。大谷氏⁽⁸⁾の記載によると「尿素は高等動物の筋肉、臓器、血液等に存在し、魚類の筋肉には0.001乃至0.01%存在し、サメ、エビの如き軟骨魚には非常に多量に存在してゐる、筋肉、血液、肝臓其他の組織には1乃至2%の尿素が存在する」とある。又余等は3%の尿素、及び3%の尿素と0.6%の酒石酸を混入して作つた罐詰飯について54日間白鼠を使用して、動物試験

を実施した結果によると、普通の白米飯を以て飼育した標準区のものに比較して中毒症状はもとより、栄養障害或は生理的障害らしきものの発生を認めることが出来なかつた。分析試験を実施しなかつたが尿素加用罐詰飯を供與した区の尿中に含有せらるる尿素量は多かつたらしく、尿の乾燥して析出するものの比較的多量なのが認められた。

次に上の実験に於て、離液順列と罐詰飯の硬化阻止作用との関係をつかみ得た知識を以てすれば、食塩も亦或程度硬化阻止の作用あるべきことが予想出来る。而して次の余等の実験結果が其予想の違はなかつたことを証するものである。

130乃至150瓦の白米を一夜清水中に浸漬し置き、翌日150°C、にて60分間蒸煮したものを各種の割合に食塩を溶解した塩水の一定量中に投じ40乃至50度に加温して吸液膨潤させて得た略一定の含水量を持ち、唯々含塩量のみ種々に相違した飯を8号罐に105乃至110瓦詰め、O型真空巻締機械を使用して蓋付密封を施し、105度60分間の殺菌加熱をなし試験罐詰を作つた。同一日にそれ等の試験罐詰を作ることが出来なかつたために、全試験罐詰の揃つた日に各種類毎に1罐宛抽出し、同時に100度にて60分間の加熱を施し、各罐の飯の状態の均質化を実行し、冷後、冷蔵庫に入れた。8日間3乃至6度の冷蔵庫に保存した後、冷蔵庫の機械に故障を生じ早急に修理の見込が立たざるに至つたために冷温貯藏の期間の短いうらみはあつたが兎に角、それにて比較試験を行ひ、次の様な結果を得た。

第 12 表

番号	含水量(%)	含塩量(%)	抗圧潰力(瓦)	觸 感 其 他	味
1	64.95	4.32	225	柔軟であつて指間でこねると糊状となる	鹹過ぎる
2	63.84	4.79	229	同 上	同 上
3	64.99	2.78	271	潰せば白化して崩壊の傾向あり、多少粘着性を有す	同 上
4	64.95	0.95	301	潰せば白化して崩壊の傾向あり、殆んど粘着性を感じない	鹹味適
5	65.61	0.0	314	同 上	

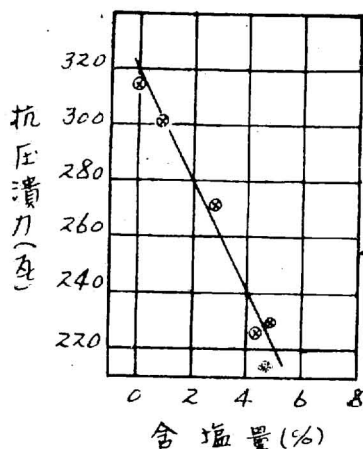
即ち罐詰飯の冷温貯藏後に於ける抗壓潰力と含塩量との間に次図(第1図)の様な関係が見られる以上、の如き関係と觸感の変化等とよりして食塩も亦罐詰飯の硬化阻止作用を有するものであることが認められる。唯だ相当有効な程度に使用すれば鹹味が甚しく強いものになり食用に供し難いものとなる欠点を有する。

要 約

余等は罐詰米飯の貯藏中に於ける硬化に対して阻止作用ある種々の化合物について研究し凡そ次の如き結果を得た。

1、フォルムアルデヒドの如き低級アルデヒドが顕著な硬化阻止の作用を有してゐる。アルドース

第1図…冷温貯蔵後に於ける飯粒の
抗圧潰力と含塩量との關係



には其作用がない。

2、離液順列と硬化阻止の作用との間に密接な關係があつて KCNS, KI, KCL (又は NaCl) の如き順序に硬化阻止の作用を有し、KCNS が最も作用が大である。従つて CO (NH₂)₂ 及び CS(NH₂)₂ も亦有効に作用することを知つた。而して尿素は其内実地に應用の可能性あるものと考へこれを使用した罐詰飯を以て動物試験を実施し生理的惡影響のないらしいことを知つた。

3、酸類には有効な作用がない。

4、アルカリ化合物には有効な作用があるが食味其他の点からして應用の可能性が少ない。

5、保護コロイド類を以てしては有効な作用を期待することは出来ない。

6、グリセリンには硬化阻止の作用がないが、ソルビット、ゾルチット、マンニットの如き、より高級の糖アルコール類には多少作用あるらしく認められた。

本研究を実施するに當つて大阪市立生活科学研究所長下田吉人博士より有益な御協力を忝うした。

又同所の宇田信雄氏よりは種々の御援助を頂いた。又日本罐詰統制会社技術部長池田常務取締役並に沢田技術課長殿等より厚意ある御配慮に預つた。以上の諸氏に対して深く感謝するものである。尙ほ本研究に助力された安田喜美子氏に感謝する。(昭和19年)

引用文献

- 1 岩崎康男…昭和17年、特許第153987号
- 2 藤内徳保…田村健治…昭和15年、特許第134704号
- 3 志賀岩雄、沢山善二郎…昭和19年、糧食研究、215号、1乃至12頁
- 4 志賀岩雄、沢山善二郎…昭和19年、罐詰時報、23卷、9号
- 5 鈴木直二…昭和17年、糧食研究、186号、11乃至12頁
- 6 住木諭介、鈴木繁男…昭和18年、糧食研究、209号、3乃至8頁
- 7 Clayton, W. Colloid aspects of food chemistry and technology 160, J & A, Churchill, London, 1932.
- 8 大谷武夫、水産化学、16頁、河出書房、昭和19年