牛乳容器としての低圧法ポリエチレン 製缶と金属製缶との比較

Comparison between Low Pressure Polyethylene Can
and Metal Can as Milk Container.

(昭和 34 年 11 月 26日受理)

津 郷 友 吉 小 山 進 伊 藤 定 司
(Tomokichi Tsugoh) (Susumu Koyama) (Sadaji Itoh)

From the standpoint of effect on keeping quality of milk, the comparison was made between low pressure polyethylene can and metal can as milk container.

Several trials of storage tests at room temperature (in summer) and low temperature (3°C) were carried out. Analyses were made on acidity, total bacterial count, vitamin C determination, organoleptic observation, and alcohol test. Samples were collected at intervals of 4 hours for 16 hours in room temperature and 24 hours for 120 hours in low temperature test, respectively.

Data obtained showed that there was no marked difference in effect on keeping quality of milk between polyethylene can and metal can except for some superiority of the former in bacterial count and flavor.

緒 言

ポリエチレンの生産並びにその利用は近年とみに増加しており、なかでも低圧法ポリエチレンは、硬さ、強さおよび耐熱性等が要求される家庭用または工業用品の好適な材料として広い用途を持ち、とりわけ従来金属のみに依存していた分野における利用は注目されるところである。かかる利用の一例として、最近においては低圧法ポリエチレンの牛乳容器への利用が試みられている。

低圧法ポリエチレン製の牛乳容器について、その耐久性または牛乳の品質に及ぼす影響等に関する研究は、わが国では未だ見当たらないが、外国においては最近二三の報告が見うけられる。Wildbrett¹⁾等はポリエチレン製の牛乳缶は金属製缶より目方が軽いという利点があり、且通常の温度における洗剤および殺菌剤の使用に際し困難な点はないが、一方 20°C または 37°C に6～7時間放置すると牛乳に苦味を生じ、また光にあてると特有の臭が生じ、且ビタミンC含量も急激に減少すると報告している。また、Lagoni²⁾はポリエチレン製の牛乳缶の蓋は耐久性が悪く、磨減や裂目を生じ、このようになった蓋は充分に洗滌、殺菌が行なわれるかどうか疑わしいと報告している。

これら外国の研究者の結果は、ポリエチレン製牛乳缶

の実用化に対して、かなり悲観的であるが、著者等は最近国産の低圧法ポリエチレン製缶と金属製缶について比較を行う機会を得、実験の結果、牛乳の品質に及ぼす影響の点からは、両者の間に Wildbrett 等が指摘しているような大きな差異は認められなかった。よつてその結果を報告する。

実 験 の 方 法

1) 牛乳容器 低圧法ポリエチレン製(ハイゼックス)および金属製容器で、容量は第1部の実験では200cc、第2部の実験では18lのものを用了。但し容器は使用に際しては、エクリンゾール(6%次亜塩素酸ナトリウム溶液)450倍稀釈液を満たし10分間放置したのちエクリンゾールを捨て、容器を倒にし、予めエクリンゾールに浸しておいたガーゼ上に立て、10分間放置してよく水をきり、ついで少量の試験用牛乳で一度ゆすいだのち使用した。

2) 試験牛乳 東京近郊の市乳工場から供給を受けた。工場で生乳を $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ に冷却し、できるだけ速かに研究室まで運搬し、直ちに実験を開始した。

3) 貯蔵試験 生乳を入れた容器は、散光下で室温放置(夏期)または冷蔵庫(3°C)に貯蔵し、一定時間ごとに試料を採取し分析を行つた。

4) 分析法 牛乳の比重、酸度および総菌数(菌塊

法)は衛生検査指針の方法³⁾により、脂肪はバブコック (0~100°C)を用いて測定した。なお2~3名によつて風味の検査も行つた。また、第2部の実験ではアルコール試験³⁾も同時に行つた。

第1表 小型容器第1回試験成績

分 析	試 験 開始時	室温、25.2~28.8°C				冷蔵、3°C			
		4 時 間		8 時 間		24 時 間		48 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.14	0.15	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.17
総菌数 (1,000/cc)	300	1,100	750	1,700	900	380	330	930	380
ビタミンC(mg%)	1.2	—	—	0.5	0.6	0.6	0.6	0.3	0.4
風 味	良	良	良	金属臭	良	良	良	良	良

(註) 試験牛乳の比重は1.0330、脂肪含量は3.2%である。

第2表 小型容器第2回試験成績

分 析	試 験 開始時	室温、26.4~27.9°C				冷蔵、3°C			
		4 時 間		8 時 間		24 時 間		48 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	0.15	0.17	0.16	0.17
総菌数 (1,000/cc)	550	1,400	840	2,900	1,400	550	—	700	—
ビタミンC(mg%)	1.8	0.8	1.0	0.6	0.7	0.6	1.0	0.4	0.6
風 味	良	良	良	良	良	良	良	金属臭	良

(註) 試験牛乳の比重は1.0317、脂肪含量は3.4%である。

第3表 小型容器第3回試験成績

分 析	試 験 開始時	室温、27.2~33.5°C				冷蔵、3°C			
		4 時 間		8 時 間		24 時 間		48 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.16	0.16	0.15	0.16
総菌数 (1,000/cc)	730	1,100	670	10,000	10,000	—	—	2,500	2,100
ビタミンC(mg%)	2.9	2.1	2.3	0.5	1.5	1.1	1.4	0.6	1.2
風 味	良	金属臭	良	金属臭	わずか酸敗	良	良	金属臭	良

(註) 試験牛乳の比重は1.0315、脂肪含量は3.2%である。

第4表 小型容器第4回試験成績

分 析	試 験 開始時	室温、27.0~32.0°C				冷蔵、8~16°C*			
		4 時 間		8 時 間		24 時 間		48 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.15	0.16	0.16	0.18	0.20	0.16	0.16	0.17	0.17
総菌数 (1,000/cc)	1,800	2,500	3,000	30,000	30,000	2,900	4,900	9,000	7,000
ビタミンC(mg%)	1.8	1.0	1.2	0.8	1.0	0.9	1.0	0.5	0.7
風 味	良	良	良	変敗	変敗	変敗	わずか酸敗	変敗	酸敗

(註) 試験牛乳の比重は1.0310、脂肪含量は5.2%である。

* 冷蔵室故障のために温度が上昇

実験の成績

第1部 小型容器の試験

容量200mlのポリエチレン製および金属製（ブリキ製）缶を用い、合計4回、各回それぞれ室温並びに冷蔵試験を行つた。結果は第1～4表の通りである。

以上4種の牛乳を用いた室温並びに冷蔵試験の結果より、酸度については、本試験の範囲内では酸度の上昇は比較的僅かで、最も多い場合でも0.04%の増加（第4表）であつたが、これをポリエチレン製缶と金属製缶で比較すると、全般に僅かではあるがポリエチレン製缶の方が酸度が高くなつてゐることが認められる。総菌数については、用いた4種の牛乳の試験開始時の総菌数は30、50、および180万であつて、貯蔵により1,000万を越えた場合にはポリエチレン製缶と金属製缶の間に差は認められないが、1,000万以下の場合には一貫してポリエチレン製缶の方が低い値を示している。ビタミンCについては、Wildbrettも指摘しているように、ポリエチレン製缶は光線が透過するためにビタミンCの破壊が早いことが予想されたが、結果はこれと反対に全般にポリエチレン製缶の方が残存率が高くなつてゐる。これの原因については、一つには、本試験では光線の直射を避けたことにもよると考えられるが、むしろ最も大きな原因は、風味検査の結果からも明かなように、金属製缶がブリキ製であつたために、貯蔵中に微量ながら牛乳中への金

属の溶出が起り、これがためにビタミンCの破壊が意外に早く起り、これが光による影響を相殺してしまつたものと考えられる。風味については、金属製缶の場合には、金属臭が現われる場合がいく例か認められ、これは前にも述べたように、容器から牛乳への金属の溶出が起つたためと考えられる。これに反し、当然なことではあるが、ポリエチレン製缶では金属臭は現われず、またWildbrettが指摘しているような貯蔵による苦味の発生も認められなかつた。更に風味と総菌数との関係を見ると、変化の程度に差はあるが、全般に総菌数が500万を越えると風味の変化が認められる。これらの結果より、両容器の間には顕著な差はないが、ポリエチレン製缶が多少優れていることが認められる。

第2部 大型容器の試験

容量18lのポリエチレン製缶および金属製缶を用い、室温および冷蔵試験を各2回づつ行つた。但し金属製缶は普通市乳工場で用いられている鋼板に錫メッキを施したものをを用いた。なお牛乳缶の目方はポリエチレン製が1.50kg、金属製が4.45kgであつた。

2回の室温試験の結果は第5および6表の通りである。分析は第1部で行つたものの他にアルコール試験（70%アルコール使用）を同時に行つた。なお第2回の室温試験の際の室温並びに乳温の変化は第1図の通りである。但し乳温は中心部並びに周辺部を測定したが、図には中心部のみを記した。

第5表 大型容器第1回試験成績（室温、25.8～31.5°C）

分 析	試 験 開始時	4 時 間		8 時 間		12 時 間	
		金 属	ポ リ エ チ レ ン	金 属	ポ リ エ チ レ ン	金 属	ポ リ エ チ レ ン
酸 度 (%)	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.11	0.16
総 菌 数 (1,000/cc)	1,900	4,500	4,300	8,100	7,900	17,000	13,000
ビ タ ミ ン C (mg%)	2.1	1.4	1.5	0.8	0.9	0.4	0.4
風 味	良	良	良	良	良	変敗	酸敗
アルコール試験	—	—	—	±	±	+	+

（註）試験牛乳の比重は1.0290、脂質含量は3.6%である。

第6表 大型容器第2回試験成績（室温、25.0～28.2°C）

分 析	試 験 開始時	4 時 間		8 時 間		12 時 間		16 時 間	
		金 属	ポ リ エ チ レ ン	金 属	ポ リ エ チ レ ン	金 属	ポ リ エ チ レ ン	金 属	ポ リ エ チ レ ン
酸 度 (%)	0.14	0.14	0.14	0.17	0.16	0.18	0.17	0.27	0.27
総 菌 数 (1,000/cc)	700	2,500	1,500	9,000	6,500	34,000	30,000	140,000	130,000
ビ タ ミ ン C (mg%)	2.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6	0.1	0.2
風 味	良	良	良	良	良	良	良	変敗	変敗
アルコール試験	—	—	—	—	—	—	—	+	+

（註）試験牛乳の比重は1.0310、脂肪含量は3.5%である。

ついで2回の冷蔵試験の結果は第7および8表の通りである。なお試験は120時間で終了したが、このときアルコール試験はなお陰性であつたので、120時間以後アルコール試験が陽性となるまで両試験とも24時間おきにそれぞれ酸度測定およびアルコール試験を行い、アルコール試験陽性となつた時間ならびにそのときの酸度を附託した。また第3回試験における冷蔵室の温度並びに乳温の変化は第2図の通りである。但し乳温は中心部ならびに周辺部を測定したが、図には中心部のみを記した。

以上2回づつの室温並びに冷蔵試験の結果より、酸度については、金属製缶とポリエチレン製缶とは殆ど同じ

で、第1部の実験で認められたような差はない。これはおそらく第1部と第2部の実験に用いた金属製缶（前者はブリキ製、後者は銅板に錫メッキしたもの）の相違によるものと思われる。総菌数については、いずれの試験でもポリエチレン製缶の方が低くなつており、しかも第1部の実験の場合と異なり、総菌数が1,000万を越えた場合でも明らかに差が認められる。第1部および第2部の実験結果を総合すれば、総菌数の点では、ポリエチレン製缶は金属製缶より優れているようである。これは、本実験の条件において、試験の初期にポリエチレン製缶の方が金属製缶より乳温の変化がいくらか遅いためと考

第1図 大型容器第2回試験（室温貯蔵）の室温並びに乳温の変化

第2図 大型容器第3回試験（冷蔵）の冷蔵室温度並びに乳温の変化

第7表 大型容器第3回試験成績（冷蔵、3°C）

分 析	試 験 開始時	24 時 間		48 時 間		72 時 間		96 時 間		120 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17
総菌数(1,000/cc)	90	590	230	1,500	980	2,100	1,600	3,100	2,300	3,800	2,500
ビタミンC (mg%)	1.9	1.2	1.4	0.9	1.2	0.4	0.6	0.4	0.5	0.3	0.4
風 味	良	良	良	良	良	良	良	良	良	金属臭	良
アルコール試験	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（註）試験牛乳の比重は1.0310、脂肪含量は3.6%である。アルコール試験陽性となつた時間およびそのときの酸度は金属ではそれぞれ312時間および0.50%、ポリエチレンではそれぞれ336時間および0.23%である。

第8表 大型容器第4回試験成績（冷蔵、3°C）

分 析	試 験 開始時	24 時 間		48 時 間		72 時 間		96 時 間		120 時 間	
		金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン	金 属	ポリエチレン
酸 度 (%)	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
総菌数(1,000/cc)	1,600	4,700	3,300	9,000	6,500	17,000	11,000	24,000	14,000	89,000	46,000
ビタミンC (mg%)	1.8	1.2	1.2	0.9	1.0	0.7	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4
風 味	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
アルコール試験	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（註）試験牛乳の比重は 1.0320、脂肪含量は 3.6%である。アルコール試験陽性となつた時間およびそのときの酸度は金属ではそれぞれ 288 時間および 0.38%、ポリエチレンではそれぞれ 288 時間および 0.31%である。

えられる。ビタミンCについては、酸度の場合と同様、両容器の間には先の第1部の実験に認められたような差は認められず、殆ど同じである。第1部の実験と異なり、第2部の実験でビタミンCの破壊に差が現われなかつた理由としては、第1部と第2部の実験に用いた金属製缶が異なつていたのも一つの原因と考えられるが、この場合はむしろ散光下で実験を行つたこと（冷蔵では更に光線が少ない）が最も大きな原因となつていゝと考えられる。即ち散光下の条件または冷蔵の条件では、ポリエチレン製缶と金属製缶の間にはビタミンCの破壊に差は現われなかつたといふことができる。風味については、金属製缶の場合には多少金属の影響が現われている例もあるが、ポリエチレン製缶が特に優れているとは考えられない。風味と総菌数との関係については、室温試験の場合には、2回の実験とも1,000万以上で風味の変化が認められるが、冷蔵試験では第8表より明らかなように、1,000万以上でも風味の変化が認められない場合がある。これについては、貯蔵温度の相違から、増殖する微生物の種類が異なるということも一つの原因と考えられる。アルコール試験については、室温試験では、両容器とも12~16時間で陽性となるが、冷蔵試験では264~336時間で陽性となり、2回の実験では金属製缶の方が少し早く陽性になる傾向があるが、顕著な差は認められない。更に乳温の変化については、特に顕著な差は認められないが、冷蔵試験において（第2図）、工場より研究室までの運搬の間に多少差が生じ（約1°C）この差が以後の冷却過程でそのまま差となつて現われているのが認められる。僅かではあるが、このような温度差が、前記のように両牛乳缶において総菌数に差が生ずる原因となるものと考えられる。以上第1部および第2部の結果を総合して考察すれば、牛乳の品質に及ぼす影響の点

から、ポリエチレン製缶と金属製缶の間には顕著な差は認められないが、強いていへば、総菌数および風味の点で、ポリエチレン製缶が多少優れているといふことができる。

ポリエチレン製牛乳缶の実用化に当つては、缶の耐久性も大きな問題であり、解決すべき問題も多く残されているが、少なくとも貯蔵中の牛乳の品質に及ぼす影響の点では、従来の金属製缶に比較してポリエチレン製缶が劣つてゐる点は何等認められない。

総 括

牛乳容器としての国産の低圧法ポリエチレン製缶と金属製缶とを牛乳の品質に及ぼす影響の点から比較検討した。夏期における室温および冷蔵貯蔵試験を行い、一定時間ごとに、酸度、総菌数、ビタミンC、風味およびアルコール試験などについて分析を行つた。

その結果、両容器の間に顕著な差異は認められなかつたが、総菌数および風味の点で、ポリエチレン製缶が多少優れているように思われる。

終わりに、この研究を行なうに当つて牛乳の供給を受けた明治乳業株式会社戸田橋工場に感謝する。

文 献

- 1) Wildbrett, G., Schattenfroh, Gerda & Kiermeier, F.: *Milchwissenschaft* **13** (11) 491~95 (1958)
- 2) Lagoni, H. & Peters, K. H.: *Molkerei-u. Käsezeitg* **9** (40) 1355~56 (1958)
- 3) 厚生省編衛生検査指針, III, 食品衛生検査指針 p123~157 (1950)
- 4) 牛乳・乳製品ハンドブック, p544 (1958) 朝倉書店

（東京大学農学部農芸化学科）