

罐の内圧と蓋底の変形量(第4報)

(罐詰時報第22巻第7号と発表のもの)

志 · 賀 · 岩 · 雄

低温殺菌の可能な果実罐詰の如きものは別として、高温加熱を以てしなければ能率的に、生産的に、そして確実に殺菌を完遂し難い様な非酸性罐詰に属する蔬菜、魚介、鳥獸肉類の罐詰の製造に当つて、殺菌加熱によつて罐内に発生する内圧は重視されねばならぬ。往々過度の内圧の発生のために蓋底が極度の可塑性変形を受けて形体を損するばかりでなく、蓋底の卷縮部分の氣密々封性に破綻を生ぜさせ、殺菌加熱後に冷却水又は外氣を吸引して罐詰変敗の原因を誘發する様なことがあるからである。従つて(イ)加熱によつて罐内に発生する壓力の程度を知り、(ロ)罐又は蓋底の構造の堪え得る壓力の限界点を予め明かにして置くことは、罐詰製造の操作上極めて肝要な事項であらねばならぬ。特に殺菌加熱によつて以上述べた如き原因によつて被害を蒙ることの多い大型罐に於て其の感を深くするものである。筆者は第3報⁽¹⁾までの報告に於て、(ロ)の点について聊か明かにして置いたのであるが、本文に於ては前報の測定結果を基礎にして2号罐が加熱せられた場合に罐内に発生する壓力の大きさを、種々異なる密封溫度、加熱溫度及び上部空際量等の假定的條件下に於て計算したものを報告する。これによつて失敗なき罐詰製造技術に一役を果すことが出来るならば幸ひである。

計 算 方 法 と 條 件

(イ) 本計算には Chambellan 氏等の⁽²⁾式を利用した。

(ロ) 2号罐の内容積は測定の結果、20°Cに於て867.1ccであることを知つた。依つて本計算には20°Cに於ける2号罐の容積を867.1c.c.として使用した。

(ハ) 蓋底の厚さを100封度ブリキ板使用のものとし、蓋底の壓力—変形量の關係を表はす式として第3報に記載の測定結果よりして

$$V = 21.8 + 1.645P \dots\dots\dots a$$

を以てすることとし、本式の適用されない低壓域に対しては

$$V = 0.9667P \dots\dots\dots b$$

を以てし、本計算に使用した。

(ニ) 内容を水とし20°Cに於て上部空際量が35c.c., 55c.c., 75c.c.及び95c.c.となる様に罐に入れ

密封溫度が50°C, 70°C, 及び90°C.

加熱溫度が105°C, 110°C, 115°C, 及び120°C

である場合について罐内に発生せらるべき最大壓力を大氣中に於て、そしてレトルト内に於て加熱の罐内の壓力を測定するためにレトルト外に取付けた壓力ゲージ上の壓力指度(実測にはレトルト

より離れた管に連結した圧力ゲージを使用すれば実際の圧力よりも小さく出ることが知られてゐる⁽²⁾、導管外圍の氣温の低いために導管内に於て蒸氣が凝縮することによつて影響される)等に分けて計算した。

計 算 結 果

(1) 密封温度.....50°C の場合

〔第 1 表〕 大氣中にて加熱の場合の罐の内外圧差 (每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	13.66	14.50	15.00	15.39
1 1 0 °C	16.71	17.61	18.17	18.56
1 1 5 °C	20.18	21.15	21.77	22.19
1 2 0 °C	24.12	25.17	25.84	26.30

〔第 2 表〕 レトルト内にて加熱の場合の罐の内外圧差 (每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	11.57	12.27	12.69	12.99
1 1 0 °C	12.24	12.81	13.16	13.40
1 1 5 °C	13.01	13.44	13.70	13.88
1 2 0 °C	13.86	14.12	14.28	14.39

〔第 3 表〕 レトルト外に取付のゲージに現はるべきレトルト内での罐の内圧
(每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	14.41	15.10	15.53	15.82
1 1 0 °C	18.34	18.91	19.26	19.51
1 1 5 °C	22.86	23.29	23.56	23.73
1 2 0 °C	28.00	28.26	28.43	28.54

(2) 密封温度.....70°C.

〔第4表〕 大氣中にて加熱の場合の罐の内外圧差 (每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	9.77	10.80	—	11.65
1 1 0 °C	12.88	13.95	14.58	14.99
1 1 5 °C	16.40	17.53	18.12	18.64
1 2 0 °C	20.42	21.61	22.31	22.79

〔第5表〕 レット内にて加熱の場合の罐の内外圧差 (每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	7.53	8.44	—	9.15
1 1 0 °C	8.09	8.87	9.34	9.63
1 1 5 °C	8.71	9.38	9.76	10.00
1 2 0 °C	9.42	9.94	10.22	10.40

〔第6表〕 レット外に取付のゲージに現はるべきレット内での罐の内圧

(每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	10.36	11.27	—	11.98
1 1 0 °C	14.20	14.97	15.44	15.73
1 1 5 °C	18.56	19.23	19.61	19.85
1 2 0 °C	23.56	24.08	24.37	24.55

(3) 密封温度.....90°C.

〔第7表〕 大氣中にて加熱の場合の罐の内外圧差 (每平方吋当封度)

上部空隙量 (20°Cニテ)	3 5 c.c.	5 5 c.c.	7 5 c.c.	9 5 c.c.
加熱温度				
1 0 5 °C	—	—	—	—
1 1 0 °C	8.04	8.77	9.14	9.37
1 1 5 °C	11.70	12.44	12.83	13.07
1 2 0 °C	15.89	16.64	17.04	17.30

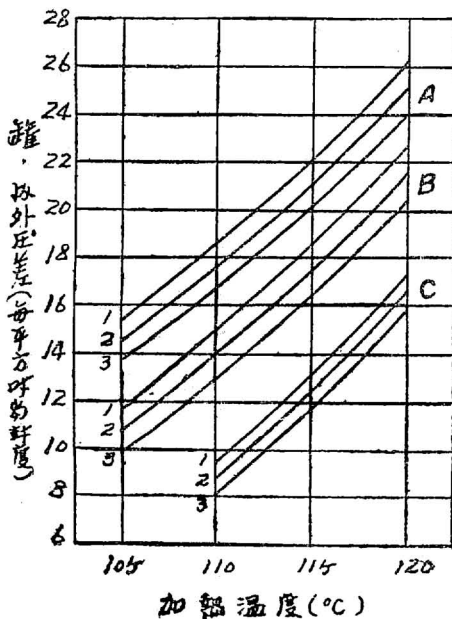
〔第 8 表〕 レトルト内にて加熱の場合の罐の内外圧差 (毎平方吋当封度)

加熱温度	上部空隙量 (20°Cニテ)			
	35 c.c.	55 c.c.	75 c.c.	95 c.c.
105 °C	—	—	—	—
110 °C	6~7	5.28	4.90	4.73
115 °C	6~7	5.87	5.27	4.99
120 °C	6~7	6.59	5.68	5.29

〔第 9 表〕 レトルト外に取付のゲージに現はるべきレトルト内での罐の内圧 (毎平方吋当封度)

加熱温度	上部空隙量 (20°Cニテ)			
	35 c.c.	55 c.c.	75 c.c.	95 c.c.
110 °C	12 ~ 13	11.38	11.00	10.83
115 °C	15.8~16.8	15.72	15.12	14.84
120 °C	20.5~21	20.73	19.82	19.43

〔第 1 図〕 大氣中にて加熱された場合



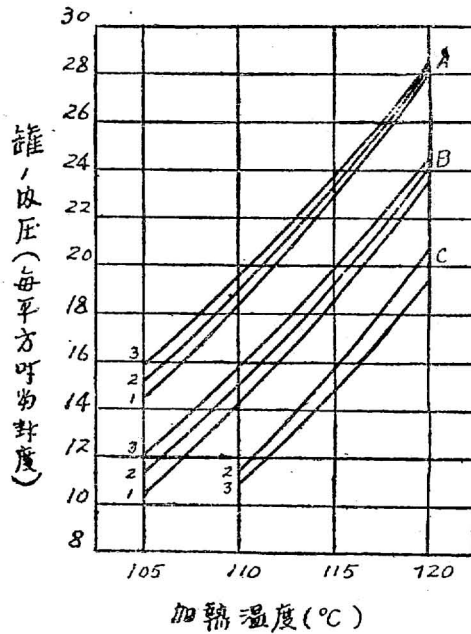
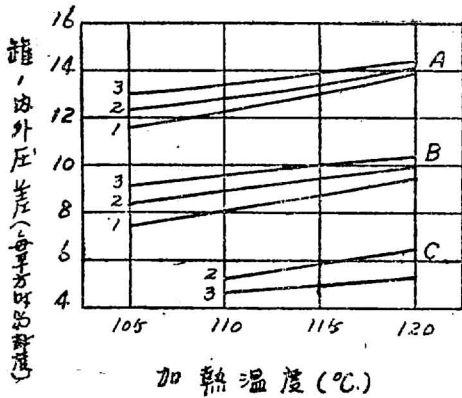
(4) 以上の計算結果をグラフに描くと第 1 図、第 2 図及び第 3 図の如きものが得られる (但し図には 75c.c. の上部空隙量のもの省略した。必要の際には表中の数値によつて描くことが出来る)。

〔註〕 A・B・C は密封温度を示す。第 1 図、第 2 図及び、第 3 図共其の温度は A……50°C. B……70°C. C……90°C である。

1. 2. 3. は上部空隙を示す。第 1 図に於ては 1……95c.c., 2……55c.c., 3……35c.c., にして第 2 図及び第 3 図に於ては 1……35c.c., 2……55c.c., 3……95c.c., となつてゐる。

〔第 3 図〕 レトルト外のゲージに現はるべき
レトルト内の罐内圧

〔第 2 図〕 レトルトにて加熱された場合



考 察

- (1) 2号罐に於ては上部空隙量が多くなると加熱により罐内に発生する圧力が大になる。但し、蓋底の壓力—膨脹量関係式 (b) の適用される範囲内に於ては逆の結果になる。
- (2) レトルト内に於て2号罐が加熱されてゐる場合に於ては罐詰の脱氣が普通に行はれてをり、殺菌加熱温度が 120°C 以上の高温を使用すると云ふが如き場合でなければ計算結果より見て2号罐の構造の上に損傷を起させる程の壓力の発生が見られない (表第2、第5、第8、第2図及び前3報を参照)。
- (3) レトルト外に取付の壓力ゲージには表第3、第6、第9又は第3図の如き可成高壓の罐内壓が指示されてもレトルト内には加熱温度に相当する蒸氣壓力がある故、罐の内外壓差、即ち罐の構造形体の上に實質的影響を持つ壓力は第2項に述べた如く問題にする程度の壓力ではない。
- (4) 加熱を終了して蒸氣を去りレトルト内の壓力を平壓に戻した時には罐詰の外圍の壓力が低下して蓋底は其膨脹の程度を大にするから、若しも罐詰に壓力ゲージを取付けて罐内壓をレトルト外にて測定してゐる場合を假定すると壓力ゲージの指度は第3表より第1表への如く、第6表より第4表への如く、又第9表より第7表への如くに低下するを見るであらう。然れども罐の構造形体の上に影響を持つべき壓力は第2表より第1表への如く、第5表より第4表への如く、第8表より第7表への如く増大するのである。図にて説明すると前者の場合では第3図より第1図 (上部空隙を示す符号は2~3図と逆になつてゐるから注意されたし) への如く変化し、後者の場合では第2図より第1図への如く変化するのである。勿論レトルト内の蒸氣を去り平壓に復する

迄には罐の温度が若干冷却低下すべきが故に、表又は図にて見るが如くには行かないとしても、可成罐の内外圧差は増大する。

それ故罐詰の加熱操作上茲に問題としてゐるが如き点に関して最も注意を要求される時は加熱終了後冷却操作に移る操作の轉換時に於てである。殊にレトルトの操作を誤り、蒸気の送入を断つて後、レトルトを密閉した儘レトルト内の蒸気を凝縮させてレトルト内に負の壓力を生ぜさせる様なことがあれば、其の罐の構造形体の上に及ぼす影響の甚大なる場合のあることが想像される。

(5) 以上は水を内容としての計算結果からしての考察であるが、実際の罐詰を製造する場合に於ては内容物の種類、新鮮度、肉詰前の処理如何等によつて罐内に発生すべき内壓に可成の相違の生ずべきことが想像出来る。

例へば Magoon 及び Culpepper の兩氏⁽³⁾は蒸溜水を罐に入れて加熱し、罐内の壓力を測定した場合に於ては比較的速かに罐内壓が上昇して平衡に達するが、ビーンズ、馬鈴薯其の他の實質を詰めた罐詰に於ては、加熱温度 100°C の場合を除くは何時迄も罐の内壓が上昇し続けて、遂に平衡に達することのなかつたのを見、加熱による内容物の分解によつて産出される瓦斯の集積の影響が加はつて来るものと觀察してゐる。Clark, Clough 及び Shostrom 氏等の觀察するところによると、不鮮の鮭肉は新鮮のものに比較して多量の炭酸瓦斯を出し、レトルト内にて加熱の際にそれ等の炭酸瓦斯の大部分は上部空隙内に集まる、又 Magoon 及び Culpepper 兩氏⁽³⁾によると、湯煮をしない蔬菜を罐詰にした場合には湯煮をした蔬菜を罐詰にしたものに比較して 10~11 封度の高い内壓を示すとの事である。Adam 及び Stanworth 兩氏⁽⁴⁾は乾燥ビーンズを水漬けて戻したものの罐詰に於ては、適度の湯煮をして置かなければ殺菌加熱に於て危険な罐内壓を生ずることを述べてゐる。兩氏の試験によると乾燥ビーンズ 100 瓦中に 55c.c. の炭酸瓦斯を含有し、5 分間 100°C にて加熱して尙ほ 20c.c. の瓦斯が含有してゐたとの事である。又 Horner 氏⁽⁵⁾によると新鮮なビーンズ、ビーンズ及び人参の 100 瓦中には 10~38c.c. の瓦斯を含有し、170~212°F にて 3~5 分間湯煮した場合に 100gr. 当り 1.2~2.7c.c. に減少したと。蔬菜類罐詰の製造に於て湯煮が罐詰の加熱殺菌及び冷却の際に罐の構造及び形体に悪影響を有する罐内壓の大きさに至大の影響を及ぼすものであることが理解される。

従つて、罐詰製造上に於て殺菌加熱によつて発生する罐内壓に原因して罐詰が受けるべき被害の克服を願慮するならば、凡そ次の諸点に注意することが肝要であらう。

- (1) 加熱による発生内圧の程度と罐の対内圧強度。
- (2) 適切均等なる上部空隙量
- (3) 適切均等なる脱氣
- (4) 内容の種類と状態並に肉詰前の処理方法についての願慮
- (5) 適切なる加熱並に冷却の操作法

尙ほ平 1 号罐についても計算の上第 5 報として発表したいと考へてゐる。

引用文獻

- (1) 志賀岩雄：水産研究誌、31, 657—680, 昭和11年
同 33, 7, 1—24, 昭和13年
罐詰時報、22, 4, 92—132 昭和18年
- (2) Chambellan, P.; et al., Lab. Rech. biol. Paris, Bull. No. 3, 1932
- (3) Magoon, C. A., et al., U. S. Department of Agri., Bull. No. 1022, 1922
- (4) Adam, W. B., et al., Ann. Rep. Fruit & Veg. Pres. Res. Sta., Campden, 1931—32, 44—55
- (5) Horner, G., Ann. Rept. Fruit & Veg. Pres. Res. Sta., Campden, 1934—35, 44—50.