



Title	1号罐加熱殺菌中の罐内過剰圧力について：Ⅰ．水を充填した場合の過剰圧力
Author(s)	井上, 安之助; INOUE, Yasunosuke; 沼倉, 忠弘 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 23(1), 39-44
Issue Date	1972-05
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23466">https://hdl.handle.net/2115/23466</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	23(1)_P39-44.pdf



## 1号罐加熱殺菌中の罐内過剰圧力について

### I. 水を充填した場合の過剰圧力

井上 安之助\*・沼倉 忠弘\*

## Internal Excess Pressure Produced in a No. 1 Tall Can during Retorting-I

### The internal excess pressure in a water-filled can

Yasunosuke INOUE\* and Tadahiro NUMAKURA\*

#### Abstract

The internal excess pressure (the difference between the internal and the external pressure in a can) produced in a No. 1 tall can (dia., 156.00 mm, height 169.62 mm, capacity 2,978.4 ml) which was filled with water was estimated during retorting. The results obtained are summarized as follows.

(1) When the temperature for sealing the can is higher, a lower internal excess pressure is produced in the can (Fig. 3). But, in the case of the high temperature processing, if the sealing temperature is higher (for example, at 70°C), the can swells more after finishing the steaming, the excess of steam being gradually piped out from the retort. At such stage, the internal excess pressure reaches 0.58-0.96 kg/cm<sup>2</sup> when the processing registers 100-115°C.

(2) When the internal excess pressure reaches 0.98 kg/cm<sup>2</sup>, the tightness of the seaming part loosens. When the vacuum in the can is reduced to 34.3 cmHg the sinking on can body occurs.

(3) The Chambellan's formula is applicable for the calculation of the internal pressure assuming the values of  $p$  and  $q$  are 128.0 cm<sup>3</sup>/kg/cm<sup>2</sup> and 92.0 cm<sup>3</sup> respectively, both being the constant factors concerning the swelling of the top and bottom plates of the can having 153.00 mm diameter.

1号罐 (603 径罐, 径 156.00 mm, 高さ 169.62 mm, 内容量 2,978.4 ml) のような大型罐は罐内外の圧力差によって生ずる過剰圧力に対する罐蓋 および底ならびに罐胴の抵抗力が弱く加熱殺菌によってしばしば肩膨れ罐となり, 罐の外観と巻締の気密性が悪くなる。これを防止するために一般的には均圧殺菌と加圧冷却が行なわれる。したがって大型罐では加熱殺菌によって発生する罐内過剰圧力と, その空罐に及ぼす影響を事前に知る必要がある。ところで2号罐 (401 径罐, 径 101.50 mm, 高さ 121.19 mm, 内容積 876.3 ml) 以下の小型罐については比較的多くの研究結果<sup>10-11)</sup>が発表されているが, 1号罐についてはほとんど研究結果が発表されていない。著者らは1号罐の加熱殺菌によって発生する罐内全圧力および過剰圧力の実測を行なったのでその結果を報告する。

\* 北海道大学水産学部食品製造実習工場  
(Marine Products Factory, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

実験の部

1) 加熱殺菌条件および罐内全圧力の測定方法

1号罐を使用し、これに蒸留水を充填し上部空隙量は170 mlとした。密封温度は20°C, 70°C, 90°Cおよび100°Cとし、加熱殺菌温度(圧力)は100°C(0 kg/cm<sup>2</sup>), 103.6°C(0.14 kg/cm<sup>2</sup>), 106.9°C(0.28 kg/cm<sup>2</sup>), 109.9°C(0.42 kg/cm<sup>2</sup>), 112.7°C(0.56 kg/cm<sup>2</sup>) および115.2°C(0.70 kg/cm<sup>2</sup>)とした。以上の条件で加熱殺菌を行なった場合に発生する罐内圧力を図1の実験装置を使用して測定した。すなわち図2に示すように罐蓋を巻締めた空罐にストップバルブ(F)を締付け密栓し、あらかじめ所定の密封温度に相当する温度で加温した蒸留水中に入れる。罐内が満水になったらサーモカップル(E)をねじ込み排水孔(H)より蒸留水を170 ml取り除いて直ちに排水孔をハンダ付けし、圧力計(A)に連結されている銅チューブ(あらかじめチューブを加温して空気を排除しておいた)をバルブ(F)に接続し弁を開いてレトルトに装置する。まず100°C(0 kg/cm<sup>2</sup>)の加熱殺菌を行ない罐内中心温度が100°Cになり罐内圧力が定常化した時点で測読し、ついで加熱殺菌温度を103.6°C(0.14 kg/cm<sup>2</sup>)に上げ、前同様定常化した後の罐内圧力を測定する。以下同様にして順次100°C(0 kg/cm<sup>2</sup>)~115.2°C(0.70 kg/cm<sup>2</sup>)の加熱殺菌を行なった場合に発生する罐内圧力を前記各密封温度条件のものについて測定した。なお密封温度20°Cおよび70°Cのものについては排気終了直後過剰圧力が最も高くなる

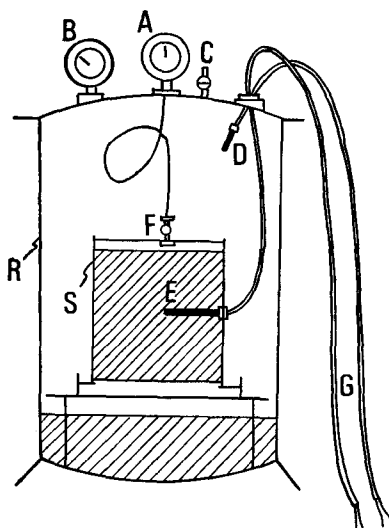


Fig. 1. An estimating apparatus for the internal pressure in the test can.

- A: Pressure gauge to the can
- B: Pressure gauge to the retort
- C: Steam-drain cock
- D, E: Cu-Cn thermocouple
- F: Stop valve

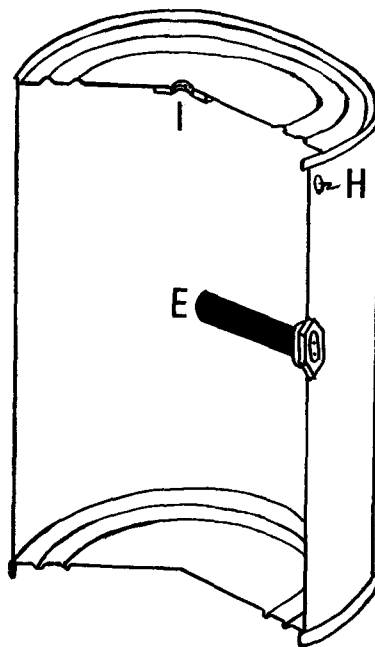


Fig. 2. Setting of the thermocouple into the can center.

- G: Lead wire of the thermocouple
- H: Exhausting hole
- I: Setting nut for the stop valve, F.
- R: Retort
- S: Test can

時点の罐内圧力をも測定した。また密封温度が 60°C, 70°C, 80°C および 90°C の場合に冷却後に発生する罐内真空度も測定した。なお圧力計 (A) に連結されている銅チューブは外径約 2.5 mm, 内径約 1 mm の柔軟性の高圧用銅チューブを使用し過剰圧力によって罐蓋および底が膨脹突出するのを妨げないようにした。また罐内中心温度の測定には銅・コンスタンタンサーモカップルを使用した。

## 2) 罐内過剰圧力の計算

前記の各条件で加熱殺菌を行なった場合に発生する罐内の過剰圧力を Chambellanら<sup>12)</sup> が水を充填した場合に提示した下記の計算式より算出し、実測値と比較した。

$$p p_f^2 + \left[ V_i \frac{1 + \Delta t_f}{1 + \Delta t_i} + p(F_f - P_e) + q - v_i \frac{1 + \beta t_f}{1 + \beta t_i} (1 - S_f) \right] p_f - (w_i + v_i S_i) (P_a - E F_i) \frac{1 + \alpha t_f}{1 + \alpha t_i} = 0$$

ただし上式中、

- $t_i$ : 充填時の温度
- $t_f$ : 加熱殺菌温度
- $p_f$ : 罐内の空気およびその他のガスによる過剰圧力
- $P_e$ : レトルト内における罐外の圧力 (殺菌圧力)
- $P_a$ : 充填時の大気圧
- $E$ : 充填時の大気温度
- $F_i$ : 充填時の温度  $t_i$  における飽和水蒸気圧
- $F_f$ : 加熱殺菌温度  $t_f$  における罐内の飽和水蒸気圧
- $V_i$ : 充填時の温度  $t_i$  における罐の内容積
- $v_i$ : 充填時の温度  $t_i$  における水充填量
- $w_i$ : 温度  $t_i$  における罐内上部空隙量
- $S_i$ : 充填温度  $t_i$  における空気の溶解度
- $S_f$ : 加熱殺菌温度  $t_f$  における空気の溶解度
- $\Delta$ : プリキ板の体積膨脹係数 ( $369 \times 10^{-7}$ )
- $\alpha$ : 空気の体積膨脹係数
- $\beta$ : 水の体積膨脹係数

なお、 $p$  および  $q$  はそれぞれ過剰圧力による罐の蓋底の膨脹に関する常数で、罐蓋底の大きさ、プリキ板の厚さおよびエキスパンションリングの型式などによりきまるが、1号罐 (径 156.00 mm) については測定例がないので、Chambellan らが径 153.00 mm の罐蓋底について測定した数値、すなわち  $p$  を  $128.0 \text{ cm}^3/\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $q$  を  $92.0 \text{ cm}^3$  として計算した。また上式において罐内に発生する全圧力  $P_{fa}$  は  $P_{fa} = (p_f + F_f)$  として求めた。

## 3) 実験結果および考察

実験結果は図3および表1および2に示した。図3で明らかなように加熱殺菌中に発生する罐内全圧力は密封温度の低下および加熱殺菌温度 (圧力) の上昇にともなって高くなる。たとえば加熱殺菌温度が 115.2°C (0.70 kg/cm<sup>2</sup>) の場合、密封温度 90°C のとき実測値で罐内全圧力は 1.04 kg/cm<sup>2</sup> になり、70°C の場合は 1.34 kg/cm<sup>2</sup>、20°C の場合には 1.71 kg/cm<sup>2</sup> に達する。一方加熱殺菌中に発生する過剰圧力は各殺菌温度 (圧力) 条件を通じ 70°C の場合は 0.57~0.64 kg/cm<sup>2</sup>、20°C の場合は 0.91~1.01 kg/cm<sup>2</sup> でおおの加熱殺菌温度の上昇による過剰圧力の増加は 0.05~0.10 kg/cm<sup>2</sup> にす

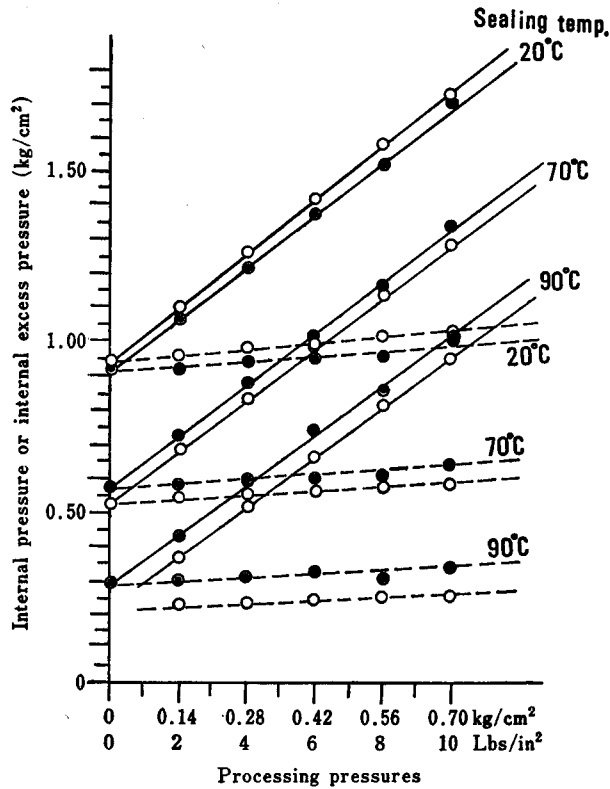


Fig. 3. Estimating results of the internal pressures in the test can during retorting.  
 Full line — Internal pressure, Dotted line — Internal excess pressure  
 Closed circle — Observation, Empty circle — Calculation

Table 1. The internal excess pressure in the test can when the excess of steam is drained from the retort.

Temp. for sealing (°C)	Processing temp.(°C) Processing pressure (kg/cm²)	100	103.6	106.9	109.9	112.7
		0	0.14	0.28	0.42	0.56
20	A*	0.95	1.09	1.23	1.35	1.51
	B**	0.95	0.98***	1.05***	1.12***	1.25***
70	A*	0.58	0.71	0.84	1.02	1.16
	B**	0.58	0.62	0.74	0.78	0.96

\* The internal pressure produced in the test can during retorting (kg/cm²).

\*\* The internal excess pressure after finish of the steam draining.

\*\*\* The tightness of the seaming part loosens.

Table 2. The vacuum in the can after cooling with water.

Temperature in the can (°C)	Sealing temperature (°C)			
	60	70	80	90
35	8.9 cmHg	18.5 cmHg	34.3*	40.6*
25	14.7	22.9	—	—
15	19.1	26.7	—	—
5	22.9	28.4	—	—

\* The sinking of the can body occurs.

きない。しかし密封温度が低い場合は加熱殺菌中に発生する過剰圧力も高くなるので罐蓋および底の過大な変形を防ぐために均圧殺菌が必要とされよう。

過剰圧力はレトルトの排気終了直後に最も高くなるが、表1で明らかなように密封温度が70°Cの場合は過剰圧力は0.58~0.96 kg/cm<sup>2</sup>になり、20°Cの場合は0.95~1.25 kg/cm<sup>2</sup>にもなる。過剰圧力が0.98 kg/cm<sup>2</sup>以上になると罐蓋底ラップ部の巻締頸部がめくれ上ってしまうので密封温度が低い場合とか、または密封温度が比較的高い場合でも加熱殺菌温度が高い時は加圧冷却を行なう必要がある。

冷却後に発生する缶内真空度は表2に示したように密封温度が80°Cの場合は罐内温度が35°Cになると真空度は34.3 cmHgになり、密封温度が90°Cの場合は40.6 cmHgになっていずれも罐胴のラップ部が凹入した。過剰圧力を小さくするためには密封温度を高くすればよいが、冷却後の罐内真空度があまり高くなると罐胴が凹入するので密封温度をあまり高くすることも避けなければならない。

図3の結果から罐内全圧力の実測値と計算値の差は、全体的にみて0.02~0.09 kg/cm<sup>2</sup>となった。志賀<sup>7)</sup>が3号罐(307径罐, 径86.5 mm, 高さ113.25 mm, 内容積588.7 ml)で実測値と計算値を比較した結果では0.028~0.056 kg/cm<sup>2</sup>である。したがって1号罐(径156.000 mm)の罐蓋底の常数として径153.00 mmの罐蓋底の常数 $p$ を128.0 cm<sup>3</sup>/kg/cm<sup>2</sup>,  $q$ を92.0 cm<sup>3</sup>として計算をしても近似値は得られるものといえよう。

## 要 約

1号罐に蒸留水を充填し(上部空隙量170 ml)加熱殺菌した場合に発生する罐内全圧力および過剰圧力の測定を行ない次の結果を得た。

1) 密封温度が低い場合は加熱殺菌中の過剰圧力が高くなるので均圧殺菌が必要であり、密封温度が比較的高い場合でも加熱殺菌温度が高くなるとレトルトの排気終了直後の過剰圧力が高くなるので加圧冷却が必要である。

2) 1号罐の罐蓋底は過剰圧力が0.98 kg/cm<sup>2</sup>以上になると巻締頸部がめくれ上り、罐内真空度が34.3 cmHg以上になると罐胴が凹入する。

3) 罐内圧力の計算にChambellanらの式の適用されることを認めた。

終りにのぞみ本研究に御指導賜わった鳥羽商船高等専門学校長谷川英一博士ならびに助言を得た本学部食品製造学講座秋場稔教授に深謝する。

文 献

- 1) 志賀岩雄 (1936). 罐の内圧と蓋底の変形量 (第1報). 水研誌 31, 657-680.
- 2) 志賀岩雄 (1938). 同上 (第2報). 同誌 33, 297-319.
- 3) 橋本常隆 (1939). 加熱殺菌による罐内圧力の変化と新加熱殺菌方法の研究 (1). 罐詰時報 18 (8), 22-30.
- 4) 橋本常隆 (1939). 同上 (2). 同誌 18 (9), 40-57.
- 5) 橋本常隆 (1939). 同上 (3). 同誌 18 (11), 44-52.
- 6) 金子伊喜雄・奥山寛治 (1940). レトルト内における蟹および鮭罐詰の膨脹度と罐内圧力. 日水誌 9, 249-252.
- 7) 橋本常隆 (1942). 1号罐による牛蒡水煮罐詰の製造について. 罐詰時報 21 (12), 38-46.
- 8) 志賀岩雄 (1943). 罐の内圧と蓋底の変形量 (第3報). 同誌 22 (4), 92-132.
- 9) 志賀岩雄 (1943). 同上 (第4報). 同誌 22 (7), 74-84.
- 10) 金子喜代美 (1943). 牛蒡水無罐詰 (注入液を添加せざるもの) について. 同誌 22 (8), 76-94.
- 11) 和田義一 (1943). 正しき巻締を得る要素 (4). 同誌 22 (11), 2-30.
- 12) 川口武男 (1942). 水産製造工学講座 6. 罐詰法原論. 53p. 厚生閣, 東京.