

## その四 育児食罐詰についての測定結果

### RESULTS OF THE MEASUREMENT OF THE RATE OF HEAT PENETRATION IN PROCESSING CANNED BABY FOOD.

Heat penetration into pasty baby food packed in No. 6 can (Japanese can name) was determined. the heat penetration curve obtained could be represented by a single straight line on the semi-log paper as shown in the fig.I. The heat penetration data obtained were given in the table 3 and 4. A lowest value of  $k$  was as small as  $0.090 \text{ cm}^2/\text{min}$ .

#### 第 1 節 緒 言

罐詰育児食は第 2 節に記載しているようにその主体はジャガイモ (*Solanum tuberosum*) で、それにタマネギ、乾燥卵、バターおよびその他の材料が練り合され「のり」状に作られ罐詰にされたものである。したがって、この罐詰の殺菌加熱中における熱流を支配するものは熱伝導で、しかも前に記載のカンショ罐詰とともに、罐詰食品のうちで熱伝達のもっとも遅いグループに属する罐詰を代表するものではないかと考えられることから、その熱流の状態について記載し、考察することにした。

ちなみに、この罐詰は第 2 次世界戦争終結後の困難な食糧事情のもとにおいて、育児の重大性が考えられ、とくに創製されたもので、当時としては新製品であったため、その熱伝達速度測定の必要に迫られた兵庫県合同罐詰株式会社の依頼を受け、1946 年 11 月 1～5 日に測定が行われたものである。

#### 第 2 節 実験材料と測定方法

実験に供した材料は兵庫県合同罐詰株式会社にて調製のうえ提供されたものであって、およそ次のごとき主材料の組合わせによるものである。

ジャガイモ	15 kgs.	バ タ ー	0.450 kg.
塩	0.244 kg.	タ マ ネ ギ	5.625 kgs.
植 物 油	0.188 kg.	乾 燥 卵	0.488 kg.
砂 糖	0.750 kg.		

以上は一度罐詰にされ 7 ポンド 60 分間加熱されたもので、その 212 グラムが 6 号罐に充てんされてふた付密封され、また罐胴から温度計がそう入されて温度計の水銀溜が「罐」の幾何学的中心点に位置するように固定され、 $110^{\circ}\text{C}$  で加熱された罐詰の中心点における経時的温度変化が記録

された。なおこの測定からやく1ヵ月前の1946年10月中において、やはり兵庫県合同罐詰株式会社の依頼によって同一製品の一般分析が行われ次のごとき結果が得られているので参考のためあわせ記載しておく。

表 1 : 兵庫県合同罐詰株式会社製育児食かん詰の一般分析結果

試 験 項 目	百 分 率 (%)
水 分	80.00
粗 た ん ぱ く 質	1.76
炭 水 化 物	13.88
粗 織 維	0.56
脂 肪	2.32
灰 分	1.48

### 第 3 節 測 定 結 果

測定の結果得られた数値は表 2 に記載のとおりである。

表 2 : 育児食かん詰の熱伝達速度測定結果

RTに 到達後 の加熱 時間	試 験 かん No. 1		試 験 かん No. 2	
	測 定 時.....1946年11月1日 初温 (IT).....21.5°C 殺菌加熱温度(RT).....110°C 温度上昇時間.....14分 内 容 量.....212 gms.		測 定 時.....1946年11月2日 初温 (IT).....21.5°C 殺菌加熱温度(RT).....110°C 温度上昇時間.....14分 内 容 量.....212 gms.	
分	かん詰中心温 (CT)	RT - CT	かん詰中心温 (CT)	RT - CT
5	—	—	58.5	51.5
10	75.7	34.3	73.0	37.0
15	86.0	24.0	83.4	26.6
20	93.1	16.9	91.2	18.8
25	98.2	11.8	96.8	13.2
30	101.7	8.3	100.7	9.3
35	104.2	5.8	103.5	6.5
40	106.1	3.9	105.4	4.6
45	107.2	2.8	106.8	3.2
50	108.0	2.0	107.6	2.4
55	108.6	1.4	108.2	1.8
60	109.1	0.9	108.8	1.2
65	—	—	109.0	1.0

表 2 (続き) : 育児食かん詰の熱伝達速度測定結果

	試験かん詰 No. 3		試験かん詰 No. 4		試験かん詰 No. 5	
	かん中心温 (CT)	RT-CT	かん中心温 (CT)	RT-CT	かん中心温 (CT)	RT-CT
RTに到達後の加熱時間	測定時 …… 1946年11月2日 初温 (IT) …… 22°C 殺菌加熱温度(RT)…110°C 温度上昇時間 …… 14分 内容量 …… 212 gms.		測定時 …… 1946年11月5日 初温 (IT) …… 21.5°C 殺菌加熱温度(RT) …110°C 温度上昇時間 …… 17分 内容量 …… 212 gms.		測定時 …… 1946年11月5日 初温 (IT) …… 21°C 殺菌加熱温度(RT)…110°C 温度上昇時間 …… 14分 内容量 …… 212 gms.	
分	かん中心温 (CT)	RT-CT	かん中心温 (CT)	RT-CT	かん中心温 (CT)	RT-CT
5	62.4	47.6	69.2	40.8	62.7	47.3
10	76.0	34.0	81.0	29.0	76.3	33.7
15	86.0	24.0	89.5	20.5	86.4	23.6
20	93.0	17.0	94.5	15.5	93.5	16.5
25	98.0	12.0	100.0	10.0	98.4	11.6
30	102.1	7.9	103.0	7.0	102.0	8.0
35	104.6	5.4	105.1	4.9	104.4	5.6
40	106.2	3.8	106.5	3.5	106.0	4.0
45	107.4	2.6	107.6	2.4	107.1	2.9
50	108.1	1.9	108.4	1.6	108.1	1.9
55	108.8	1.2	108.9	1.1	108.7	1.3
60	109.0	1.0	109.2	0.8	109.1	0.9

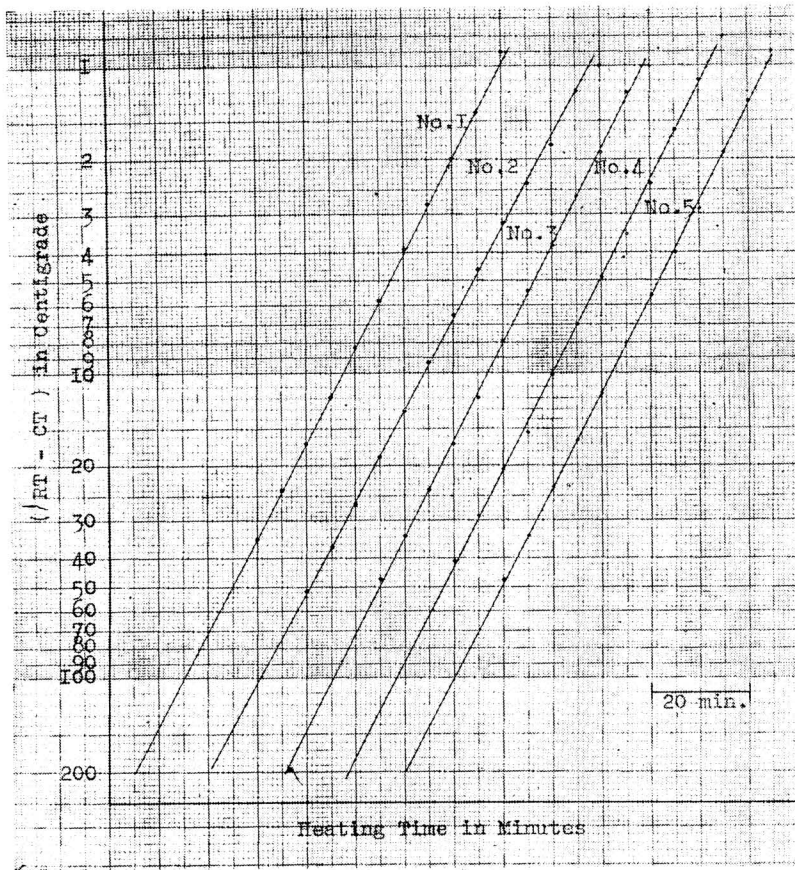


図 1 : 育児食かん詰の加熱曲線  
 かん型 = 6号かん RT = 110°C (230°F)

#### 第 4 節 測定結果についての考察

図 1 に見られるように、いずれも加熱初期を除けば、加熱曲線は直線をなすものとして取り扱うことができる。

各加熱曲線の fh および j の値を計算し表示すると以下の表 3 のとおりである。

表 3 : 育児食かん詰 (6号かん) の加熱曲線の fh および j の値

No.	RT (°C)	温度上 昇時間 (分)	fh (分)	j の 値		
				加熱開始時を起 点とした場合	温度上昇時間の 42%を RT 加熱 時間に加算した 場合	RT に到達した 時を起点とした 場合
1	110	14	32.2	2.172	1.215	0.797
2	"	14	33.5	2.136	1.246	0.832
3	"	14	31.5	2.234	1.235	0.803
4	"	17	31.8	2.366	1.159	0.691
5	"	14	32.1	2.110	1.176	0.774
平 均	110°	14.6	32.2	2.204	1.206	0.779

Ball の係数をもって、加熱開始時の修正を行い、j の値を計算して求められる平均値は、1.21 で、理論値に比較してかなり低い。また Olson & Jackson の h/d と j の実験値との関係曲線にあてはめてみても、なおやく 0.3 程度小さい。

他方 Retort に罐詰を入れて加熱を開始した時を起点として計算した j の値の平均は 2.2 で、これは理論値より高い、前章でも述べたように温度上昇時間を RT 加熱等値時間に換算する係数によって j の値が変わり、しかも Retort の温度上昇状態によって係数が大きく変動するので理論からの偏りについては、係数にかなりの問題があるように思える。

#### 温度伝導度 k

各試験罐について得られた fh の値から温度伝導度 k を計算すると表 4 のごとき数値が得られる。

表 4 : かん詰育児食の k (cm<sup>2</sup>/min.)

かん型	No.	RT	fh (分)	d <sup>2</sup> · fn	k=d <sup>2</sup> · fn/fh
6号かん	1	110°C	32.2	3.02627	0.0940
"	2	"	33.5	"	0.0903
"	3	"	31.5	"	0.0961
"	4	"	31.8	"	0.0952
"	5	"	32.1	"	0.0943
平 均			32.2		0.094

なお上の計算に使用の  $d^2 \cdot fn$  は表5のごとく計算して得られたものである。

表 5 : 6号かんの  $d^2 \cdot fn(\text{cm}^2) \cdot (d=7.4\text{cm}, h=5.4\text{cm})$

(1)	(2)	(3)	(4)
$d^2$	$N=h/d$	$N^2$	$2.303 \times N^2$
54.76	0.7297	0.532462	1.226260

(5)	(6)	(7)	(8)
$23.136 \times N^2$	⑤ + 9.87	$fn = \frac{\textcircled{4}}{\textcircled{6}}$	$d^2 \cdot fn$
12.319041	22.18904	0.0552642	3.02627

平均値からみて、罐詰育児食の温度伝導度  $k$  は前記の罐詰カンシヨのそれにほぼ等しいといふことができる。

必要な殺菌加熱時間

Ball の formula method にしたがひ、*Cl. botulinum* の芽胞の耐熱度と、試験番号 No.2 (熱伝達の速さがもっとも遅い) の加熱曲線とを計算資料にして、6号罐に詰められた育児食罐詰の殺菌加熱時間を計算して以下のごとき結果が得られた。

ただし計算の条件は

$$RT = 230^\circ\text{F} (110^\circ\text{C}) \quad IT = 71.6^\circ\text{F} (22^\circ\text{C})$$

$$fh = 33.5\text{分} \quad j = 1.246 \quad \text{温度上昇時間} = 14\text{分}$$

計算式は Ball の

$$Bb = fh (\log jI - \log g)$$

$Bb$  = 所要の殺菌加熱時間 (分)

$g$  を求めるには、まず  $fh/U$  を計算し、しかるのちに、Ball の  $fh/U : g$  関係数値表から、先に求めてえられた  $fh/U$  に対応する  $g$  を求める。

$U = F_0 \cdot Fi$ , *Cl. botulinum* の芽胞に対しては、

$$F_0 = 2.78$$

$$Fi = \log^{-1} \frac{250 - RT}{18}$$

表 6 : 育児食かん詰の殺菌加熱時間計算結果

かん型	fh (分)	log jI	fh/u	log g	殺菌加熱時間 (分)	
					Bb	加熱開始時から起算すると
6号かん	33.5	2.29527	0.93	1.64345	89分	97分

以上は初温 22°C の罐詰を Retort に入れ、加熱開始後 14 分間で RT=110°C (=230°F) に、Retort の温度が到達する場合における所要加熱時間数で、加熱開始後 97 分間、110°C に到達してからは 83 分間の加熱時間を必要とすることを示している。

### 第 5 節 摘 要

1. 1946年末に兵庫県合同罐詰株式会社の依頼によって行われた育児食罐詰の熱伝達速度の測定結果について記載した。供試の内容物はほぼ 80 % の水分を含有したのり状態で熱伝導の支配的な熱流のみられる罐詰の 1 例として好個のものであると考えられた。使用罐型は 6 号罐である。
2. log (RT-CT) と加熱時間との関係曲線 (加熱曲線) は、加熱の初期を除くとほぼ直線をなすことは、これまでに記載してきた、脱水マツタケおよびカンシヨの罐詰の場合と同様である。
3. 供試の罐型は 6 号罐というような小型罐であったにもかかわらず加熱曲線の勾配 fh は平均 32.2 分というような高い値を示し、熱伝導の支配的な罐詰の特徴がでていとみられる。
4. 温度伝導度 k は平均 0.094 cm<sup>2</sup>/min を示し、前記のつぶしカンシヨ罐詰の k の平均値と一致している。そしてこの最低値は 0.090cm<sup>2</sup>/min で水のそれに近い。
5. j の実験値は平均 1.21 で理論値に比較してかなり低く、Olson & Jackson の h/d と j の実験値との関係曲線に照し合せてみてもなおやく 0.3 程度低い。しかしレトルトの温度上昇時間をそのまま殺菌加熱時間に加算して求められた j の値は理論値より高くなるのでレトルトの温度上昇時間を殺菌温度での加熱時間に加算する加算率に問題があるように考えられる。
6. 熱伝達速度の遅いことでは典型的とみられ、しかも非酸性の、この内容物の罐詰では 6 号罐といふかなりの小型罐であるにもかかわらず、その殺菌には 110°C で 89 分という長時間の加熱の必要であることが示された。