

# 静置殺菌法と回転殺菌法とによる殺菌値の比較—II

固型物と液汁とが缶を満たす場合について

池 上 義 昭

## Comparison of F Value for Stationary and Rotated Processes—II

### Canned Food Containing Solid and Liquid

Yoshiaki Ikegami

Most canned foods are composed by solid and liquid, in which speed of heat transfer may be different.

An investigation was carried out on the difference of F value at the solid and the liquid parts for stationary and rotated processes of canned sausage as a model.

The data indicated that there are significant differences between F values at the solid and liquid parts for rotated processes, while the difference are slight for stationary processes. Therefore, when processing time is calculated on the basis of heat transfer at the liquid, one must employ larger F value for the rotated processes of the liquid than for the stationary processes.

## 緒 言

前報<sup>1)</sup>ではスイートコーン缶詰(クリームスタイル)、カレー缶詰のようなある程度粘度をもった食品が均一に缶を満たす場合について静置殺菌法と回転殺菌法とによる殺菌値を比較した結果、その変敗率を同じにするには回転殺菌法で殺菌値を大きくしなければならないことがわかったので、今回は固形物と液汁とが缶を満たす場合はどのようなかを知るためにソーセージ缶詰を使用してその殺菌値の比較を検討した。

## 実験方法および実験材料

### 1. 試 験 缶 詰

フランクフルトソーセージ(21mm×110mm)を2号缶に610g、水180g肉詰した。

### 2. 殺 菌 条 件

#### (1) 静 置 殺 菌

加圧加熱加圧冷却レトルトを使用し、113°Cで行なった。レトルトの温度上昇時間は5分。

## (2) 回転殺菌

研究室用小型“ロトマツ”を使用し121°Cで行なった。レトルトの温度上昇時間は5分。回転開始は6分。回転数は40rpmである。

### 3. 熱伝達速度測定法

デンマークのエラブ社製の温度測定器 Type TEC を使用し、熱電対は同社の Type TCKN 1 (1mm×220mm) を使用した。

### 4. 殺菌値算出法

General method<sup>2)</sup>で行なった。

## 実験結果および考察

静置殺菌におけるこのような缶詰の熱伝達について組織的な研究がまだ行なわれていないが、志賀氏<sup>3)</sup>はミカン缶詰の場合にはその液汁は加熱の初期は対流作用が缶内の熱流を支配し、ある温度に到達すると果肉の浮上と熱膨張とによる現象によって対流が妨げられ伝導によって支配すると述べている。しかしソーセージ缶詰のように固形物が固定しているものについては同じ現象になるとは思えない。いずれにせよ固形部での熱伝達は加熱の初期から伝導でその温度上昇は液汁の温度上昇に支配される。

このような缶詰の固形部と液汁部の加熱における温度上昇を理論的に考察すると次のようになる<sup>4)</sup>。固形部の平均温度を  $T_a$ 、液汁部の平均温度を  $T_b$  とする。

$$\frac{T_1 - T_a}{T_1 - T_0} = \frac{K + P}{2P} e^{-\frac{K-P}{2}t} \left(1 - \frac{K-P}{K+P} e^{-\mu t}\right) \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{T_1 - T_b}{T_1 - T_0} = \frac{K + P - 2k_1}{2P} e^{-\frac{K-P}{2}t} \left(1 - \frac{K-P-2k_1}{K+P-2k_1} e^{-\mu t}\right) \dots\dots\dots(2)$$

ただし  $K = k_1 + k_2 + k_3$ 、 $P = \sqrt{K^2 - 4k_1k_2}$  とおく。  $t$  が十分大きい場合には ( ) は 1 に近づくと省略してよい。

$$\frac{K+P}{2P} = J_a, \quad \frac{K+P-2k_1}{2P} = J_b, \quad \frac{K-P}{2} \log_{10} e = \frac{1}{fh}$$

とおくと(1)式、(2)式は

$$\frac{T_1 - T_a}{T_1 - T_0} = J_a 10^{-\frac{t}{fh}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{T_1 - T_b}{T_1 - T_0} = J_b 10^{-\frac{t}{fh}} \dots\dots\dots(4)$$

となり、Ball<sup>5)</sup>の式  $\frac{T_1 - T}{T_1 - T_0} = J 10^{-\frac{t}{fh}}$  と一致する。(3)、(4)より固形部と液汁部の平均温度の上昇は  $J$  値に差があるが  $fh$  は同じである。

実測の結果は図1に示すごとく加熱初期を除けば固形部と液汁部の温度上昇は平行になり、その勾配  $fh$  は同じで 18.4 である。 $J$  値は固形部が 2.66、液汁部が 0.64 である。

回転殺菌の場合については加熱初期は静置の状態にあるので静置殺菌の場合と同じであるが、回

転を開始してからの液汁部は一般的な対流とは物理的形態が異なるが均一に攪拌され、図2に示すごとく温度の上昇は静置殺菌に比べて速い。固形部の温度上昇もそれに平行して速く、勾配  $fh$  は10.0である。J値は固形部が5.20、液汁部が0.27である。

このように固形物と液汁が缶を満たす場合、回転によって固形物の周囲にある液汁の温度上昇を速めるのでそれに付随して固形物の温度上昇も速める。

これらの結果より静置殺菌法と回転殺菌法とによる固形部と液汁部の各加熱時間における殺菌値 ( $F_0$  値) を比較すると表1に示すとおりである。

静置殺菌では固形部と液汁部における  $F_0$  値に大きな差はなく、液汁部の  $F_0$  値が10.0の時固形部の  $F_0$  値は8.73である。これに反して回転殺菌では液汁部の  $F_0$  値が10.0の時その固形部の  $F_0$  値は3.16と大きな差がある。このように液汁部の  $F_0$  値を同じ10.0にした場合、静置殺菌では  $F_0$  値の差が約5.5ある。

・固形物と液汁とが缶を満たす場合の殺菌条件を算出することは非常に困難である。その液汁部——それが缶詰の中心部であったとしても——の熱伝達より算出することは多分に危険性を持っているが、固形物の中心点における熱伝達を測定することが不可能な場合は液汁部の熱伝達で推定している。このような場合、固形部の中心と液汁の殺菌値に大きな差がある回転殺菌では殺菌不足になる危険がある。

回転殺菌と静置殺菌の固形部の中心における  $F_0$  値を同じ10.0にした場合、その液汁部の  $F_0$  値は静置殺菌では11.27、回転殺菌では18.07と大きな差があるので液汁部の熱伝達で缶詰の殺菌条件を算出する場合、回転殺菌法ではその

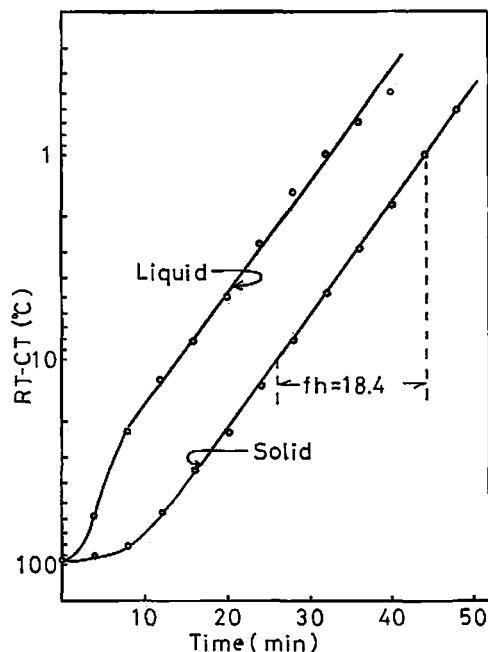


Fig. 1 Heating curves for stationary process of sausage packed in a 401×411 can.  
Initial temp = 18°C  
Retort temp = 113°C

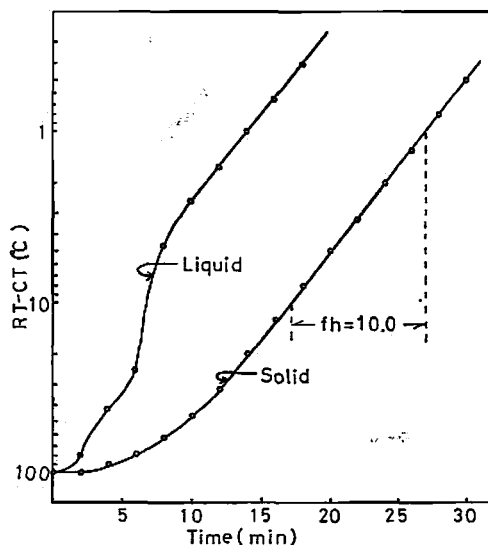


Fig. 2 Heating curves for rotated process of sausage packed in a 401×411 can  
Initial temp = 20°C  
Retort temp = 121°C

殺菌値を大きくしなければならない。

固形部の中心における殺菌値を同じにした場合、静置殺菌と回転殺菌とによる殺菌時間を比較すると表2に示すとおりである。約 $\frac{1}{3}$ から $\frac{1}{4}$ に殺菌時間を短縮することができる。しかしこの場合殺菌温度が同じではなく、回転殺菌では121°C、静置殺菌では113°Cであるので完全な比較とはいえない。

固形物と液汁で缶を満たす場合について全部がこの例に同じであるとはいえず、缶型、固形物と液汁の比率、液汁の粘度、固形物の種類、大きさ等によって異なることはいうまでもない。この例は固形物と液汁の温度差が最も大きい場合の一つの例である。

## 要 約

大多数の缶詰は内容物として固形物と液汁を含んでいるといっても過言ではない。その代表的な缶詰としてソーセージ缶詰について静置殺菌と回転殺菌における固形部と液汁部の殺菌値を比較した。その結果回転殺菌ではその差が大きく、静置殺菌ではその差が小さい。したがって液汁部の熱伝達で缶詰の殺菌条件を算出する場合は回転殺菌値を大きくしなければならない。このように回転殺菌法での殺菌値を大きくしてもその殺菌時間は短縮され回転殺菌法が極めて優れた性能を示すことを知ることができた。

Table. 1 F value of the solid and the liquid for stationary and rotated processes.

Stationary			Rotated		
Time	Solid	Liquid	Time	Solid	Liquid
50 <sup>min</sup>	3.78	5.03	14 <sup>min</sup>	2.35	8.79
60	5.27	6.54	16	3.61	10.68
70	6.78	8.05	18	5.08	12.61
80	8.30	9.57	20	6.76	14.58
90	9.83	11.10	22	8.58	16.57
100	11.37	12.64	24	10.47	18.57
82.8	8.73	10.00	15.3	3.16	10.00
91.0	10.00	11.27	23.5	10.00	18.07

Table. 2 Comparison of processing time for stationary and rotated processes.

F value	Processing time	
	Stationary	Rotated
4	51.5 <sup>min</sup>	16.5 <sup>min</sup>
6	64.8	19.1
8	78.0	21.4
10	91.0	23.5
12	104.1	25.6

## 文 献

- 1) 池上義昭：缶詰時報，50，（10），69～73，1971.
- 2) BIGELLOW, W. D., et al: NCA, Bull 15-L, 1920.
- 3) 志賀岩雄：本誌，5，161～180，1960.
- 4) 岡田光世：缶詰の生理，厚生閣，1948.
- 5) BALL, C. O: Sterilization in Food Technology, 1957.