

# フィルム包装食品の殺菌とその保存性—V

包装食品の残存空気が熱伝達におよぼす影響

西郷英昭・鈴木保治

## Heat Processing of Film Packaged Food and their Storage Stability-V

### Influence of Residual Head-Space Air upon the Rate of Heat Penetration in Foods Packaged in Film Pouches

Hideaki Saigo and Yasuji Suzuki

Much air will affect the heat penetration rate during sterilization. For example, table 4 shows heat penetration ratio at varying quantities of air in packaged curry, maintaining same size and pouch thickness after filling at 180 g.

As shown in this table, the more the air content, the less heat penetration ratio and the longer the period required to process at 120°C, especially when over 20 ml, imperfect sterilization will occur.

It is undesirable that occluded air content varies in each pouch for sterilization effectiveness and contents quality after sterilization.

Besides, as occluded air may cause pouch breakage during sterilization, it is necessary to make less and keep the same level at each pouch during packaging.

## 1. 緒 言

レトルトパウチ詰食品の包装袋内の空気を除去する一方法として、食品の温度を 90°C 位で充填密封する熱間充填法があるが、これは主に流動性の食品に使われている方法であり、調理食品は製造工程で加熱ということが必要とするものであるし、包装した食品のレトルト殺菌時における初温が高く熱伝達効率もよいということもあってよく使われている。

しかし、充填密封工程で完全に空気を除くことはむつかしく、空気が少々残存することはさげられないが、その残存空気が多過ぎると保存中の食品の変質や殺菌中の空気の膨脹による袋の破損、熱伝達速度の遅れによる殺菌不足などが生じることが考えられる。

これらの中から、残存空気と熱伝達速度の問題をとりあげ数種の食品について実験を行った。

## 2. 試料および実験方法

2・1 包装材はポリエステル／アルミ箔／ポリエチレンで構成された retortable pouchを用いた。

試験に使った食品とその包装状態を Table 1 に示す。

Table 1 Kind of foods packaged in retortable pouch.

Food items		Pouch size (mm)	Net weight (g)	Content and pouch thickness (mm)	Sterilization temperature (°C)	Head space air (ml)
Liquid foods	10% Wheat starch	115×145	200	15	120	0, 5, 10, 15, 20
Containing solid and liquid foods	Cream stew	115×160	200	15	120	1, 3, 8, 20
	Curry	115×160	180	13	120	0, 5, 10, 15, 20
Solid foods	Wiener sausage	110×160	200	15	115	0, 30, 69,
	Spitchcock	135×170		11	110	0, 15,
	Corned beef	135×170	170	20	115	0, 43

## 2・2 殺菌棚

横型の殺菌棚を使った。

pouch を横に並べ殺菌する棚で、殺菌中の残存空気層は pouch 内食品の上側半面上に存在する状態となる。

横型殺菌棚に対し縦型の殺菌棚があるが、これは pouch を縦に並べて殺菌する棚で、この場合殺菌中の残存空気は熱伝達面積の小さな部分へ存在する状態となるので熱伝達への影響は少ない。

縦型の殺菌棚は作業性に難点があるので一般には横型殺菌棚の使用が多い。

横型殺菌棚を Fig 1 に示す。

## 2・3 包装袋内の残存空気量の調節

流動状の食品は、pouch に食品を充填し、pouch 内の空気を完全に除去して密封したのち注射器で空気量を計り、pouch の一端より注入し、直ちに針穴を密封した。

固形状の食品は、真空包装機を使用して真空度がゆるやかな程度に pouch 内の空気を除去し密封。残った空気量は熱伝達測定後水中にてシリンダーで計った。

## 2・4 熱伝達速度の測定

pouch 内の食品の幾何学的中心部へ 0.3mm のクロメル-アルメル熱電対を位置づけ、電位差計式自動平衡記録計で測定した。

殺菌値は Ball の formula method により算出した。

## 3. 実験結果

各包装食品の残存空気量と熱伝達について順を追ってのべる。

### 3・1 流動状食品

#### 3・1・1 10%小麦粉のり状物（シチュー、カレーベースのモデル食品）

加熱開始より冷却までの熱伝達を Fig 2 に示す。

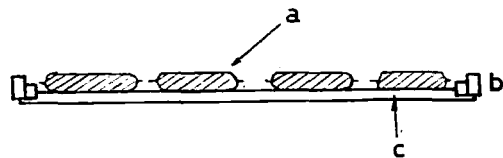


Fig. 1 Horizontal rack (side view)

- a Food in retortable pouch
- b Fitting for stacking
- c Punched aluminum plate

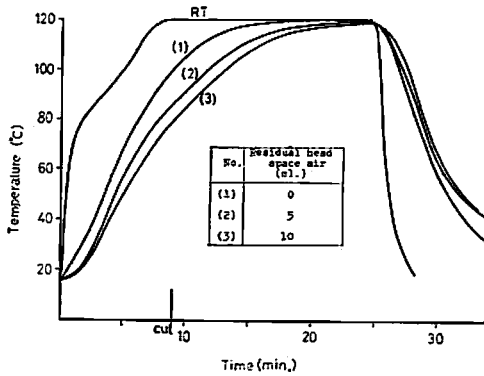


Fig. 2 Heating curves for 200g of 10% wheat starch packed in retortable pouches during processing at 120°C and 1.5 kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size : 115×145 mm. Thickness of pouch : 15mm

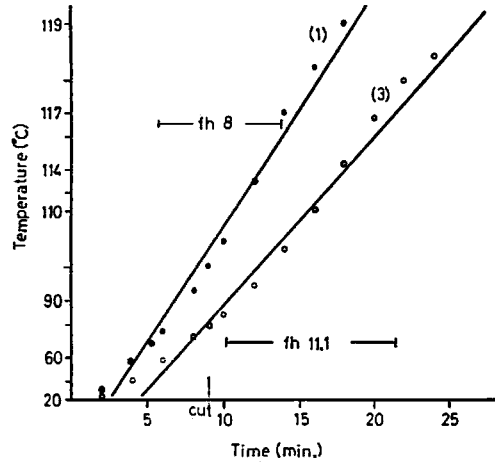


Fig. 3 Heating rate calculation

残存空気量 0ml の試料とくらべると、残存空気量 5, 10, 15, 20ml の試料の熱伝達は遅れるが必ずしも残存空気量に比例して遅れるということはなく、この実験では残存空気量 10ml の試料の熱伝達が最も遅かった。

15, 20ml の試料の熱伝達は 5, 10ml の熱伝達曲線の間であった。

このことは、熱電対の位置上（中心上）にたえず空気泡があれば理想的な測定ができる状態であるが、pouch はフレキシブルなものであるから残存空気泡が定位置より自由に移動するためであると推測する。

これは pouch 包装の流動状食品および固形+流動状食品に共通していることである。

熱伝達の最も遅かった残存空気量 10ml の試料の熱伝達速度を半対数方眼紙上にプロットしたのが Fig 3 で、これより fh および殺菌価 Fo 3 の殺菌時間を算出し Table 2 に示す。

Table 2 Effect of head space air content in 10% wheat starch packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	15	0	120	8	7
(3)	15	10	120	11.1	13

Pouch size : 115×145 mm. Net weight : 200 g.

残存空気量 0ml に対し 10ml の試料は Fo 3 の殺菌温度保持時間で約 2 倍を要する。

### 3・2 固形+流動状食品

クリームシチューやカレーはジャガイモ、人参、肉などの固形にそれぞれのベース（液汁）が加えられたもので、このような状態のもの pouch 包装の残存空気と熱伝達の関係をしらべた。

#### 3・2・1 クリームシチュー

残存空気量の 1, 3, 8, 20ml について測定を行ったが、残存空気量 20ml の試料の熱伝達が最も遅い (Fig 4, 5)。

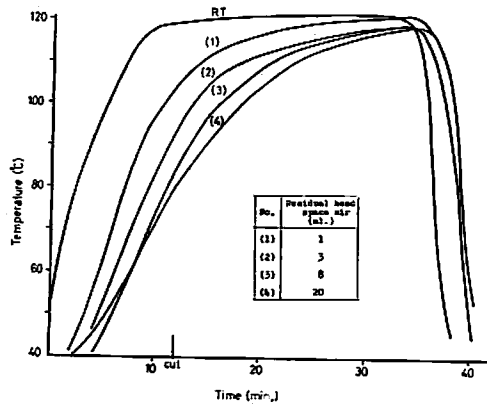


Fig. 4 Heating curves for 200g of cream stew packed in retortable pouches during processing at 120°C and 1.5kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size : 115×160mm. Thickness of pouch : 15mm.

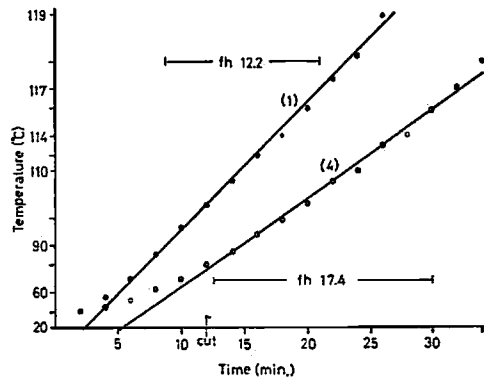


Fig. 5 Heating rate calculation.

Table 3 Effect of head space air content in cream stew packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	15	1	120	12.2	8
(4)	15	20	120	17.4	17

Pouch size : 115×160 mm. Net weight : 200g.

残存空気量 1ml に対し 20ml の試料は Fo 3 の殺菌温度保持時間で約 2 倍を要する (Table 3).

3・2・2 カ レ ー

残存空気量が 0, 5, 10, 15, 20ml の試料について熱伝達の測定を行った。

残存空気量 20ml の試料の熱伝達が最も遅く、次に 15ml の試料が遅い (Fig 6, 7).

残存空気量 0ml に対し 20ml の試料は Fo 3 の殺菌温度保持時間で約 2 倍を要する (Table 4).

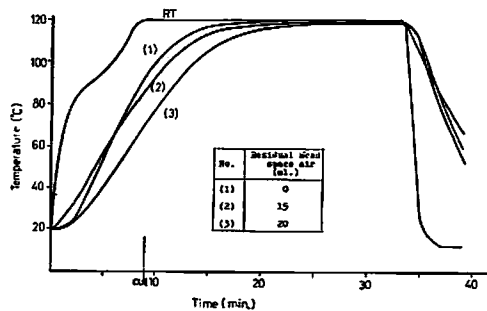


Fig. 6 Heating curves for 180g of curry packed in retortable pouches during processing at 120°C and 1.5kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size : 115×160mm. Thickness of pouch : 13 mm.

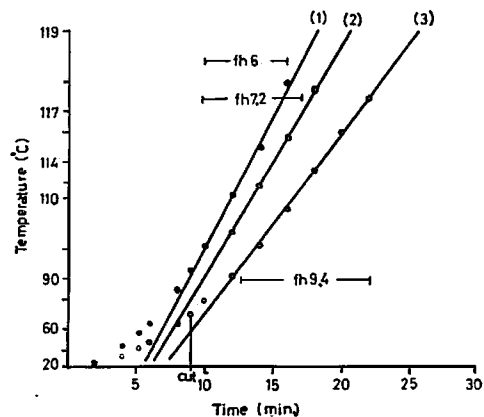


Fig. 7 Heating rate calculation.

Table 4 Effect of head space air content in curry packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	13	0	120	6	6.7
(2)	13	15	120	7.2	7.1
(3)	13	20	120	9.4	12.5

Pouch size : 115×160 mm. Net weight : 180 g.

### 3・3 固形状食品

次に固形状の食品についての結果であるが、通常、固形状の食品は真空包装機を使って密封するが、真空包装した食品はその名の通り食品とフィルム面は密着し、残存する空気は殆んどなくなるものである。

しかし、もし何かの原因があって空気が残存した場合、例えば真空状態が加熱前に完全であっても食品によっては熱を加えると食品中の空気が徐々に滲出して pouch 内に気泡を生じることもある。

そのようなことから pouch 包装した固形状食品の残存空気と熱伝達の関係をしらべた。

#### 3・3・1 ウィンナーソーセージ

残存空気はソーセージの上部周囲を薄く被う程度とした。

食品が固形状の場合は、後で述べるコンビーフの項などの例外を除き、一般に残存空気の層は食品の上部半面の周囲に一樣につくるので残存気量に比例して熱伝達が遅れるようである。(Fig 8, 9).

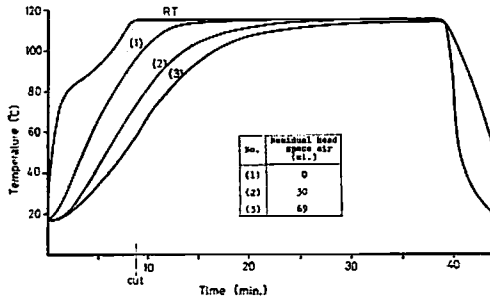


Fig. 8 Heating curves for wiener sausage packed in retortable pouches during processing at 115°C and 1 kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size : 110×160mm. Net weight : 200g. Thickness of pouch : 15mm.

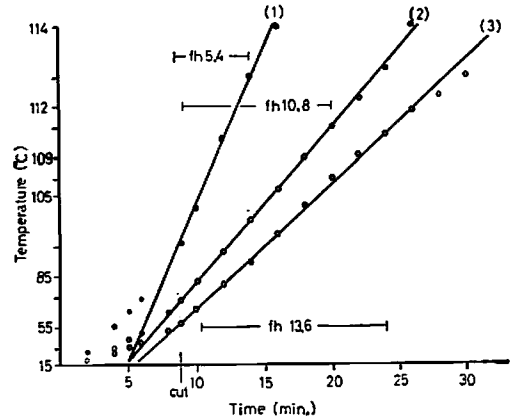


Fig. 9 Heating rate calculation.

Fig 9より殺菌価 Fo 3の殺菌時間を算出したのが Table 5で、残存空気の増加とともに殺菌温度保持時間を長く要する。

#### 3・3・2 うなぎ蒲焼

残存空気はうなぎ蒲焼の上部半面の周囲を薄く被う程度とした。

Table 5 Effect of head space air content in wiener sausage packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	15	0	115	5.4	15.2
(2)	15	30	115	10.8	23.4
(3)	15	69	115	13.6	28.5

\* Pouch size : 110×160 mm. Net weight : 200 g.

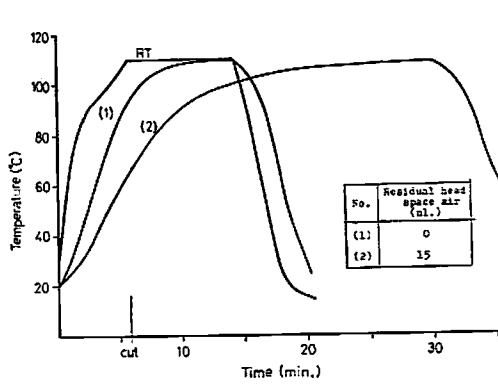


Fig. 10 Heating curves for spitchcock packed in retortable pouches during processing at 110°C and 0.9 kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size : 135×170mm. Thickness of pouch: (1) 12mm (2) 10mm.

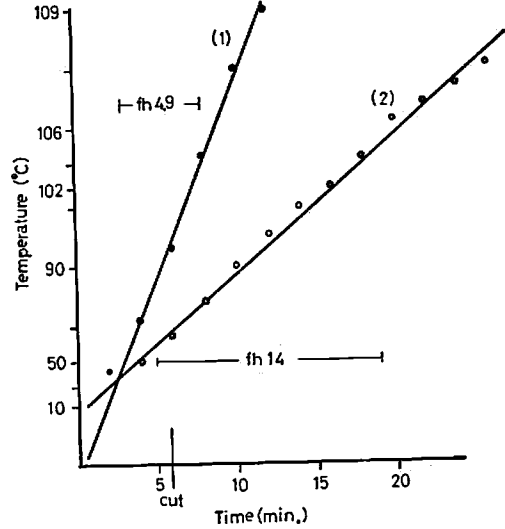


Fig. 11 Heating rate calculation.

その残存空気量は 15ml で、熱伝達を Fig 10, 11 に示す。

この場合も残存空気量 0ml に対し 15ml の試料は殺菌温度保持時間を長く要する (Table 6)。

Table 6 Effect of head space air content in spitchcock packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	12	0	110	4.9	42
(2)	10	15	110	14	54

Pouch size : 135×170 mm.

### 3・3・3 コーンビーフ

2号缶詰のコーンビーフを厚さ 20mm, 径 99mm の輪切りにした成形品を pouch に包装した。

Fig 12 に示す如く、残存空気量が 43ml とかなり多いにもかかわらず残存空気量 0ml の試料とほぼ同じに温度上昇を示し、Fig 13 の如く fh の差も 3分と少ない。

それゆえに殺菌価 Fo 3 の殺菌時間差も 4分と比較的少差である (Table 7)。

この原因は pouch の大きさにくらべコーンビーフの厚みが厚いために、主に熱伝達が行われる pouch の両側面にコーンビーフが密着するため、残存空気は円筒状のコーンビーフの角と pouch の隅との間にできる空間部分に輪状に縁取った状態で存在する。

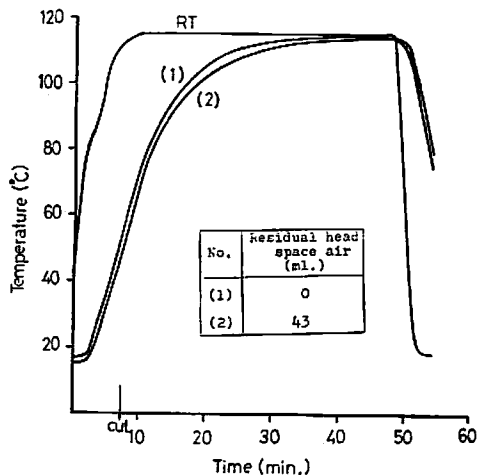


Fig. 12 Heating curves for corned beef packed in retortable pouches during processing at 115°C and 1 kg/cm<sup>2</sup>. Pouch size: 135×170mm. Net weight: 170g. Thickness of pouch: 20mm.

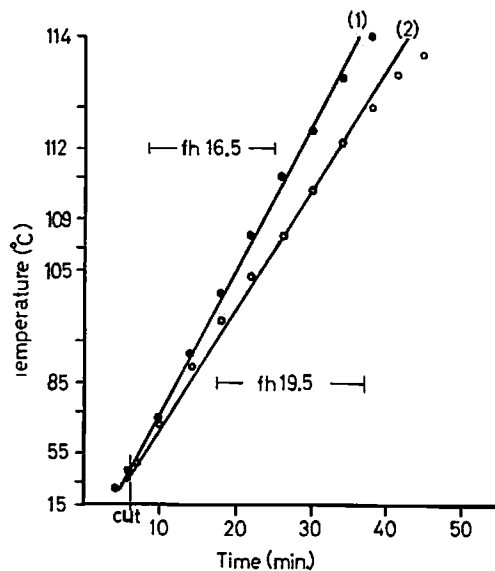


Fig. 13 Heating rate calculation.

Table 7 Effect of head space air content in corned beef packed in retortable pouches.

No.	Thickness of pouch (mm)	Occluded air content (ml)	Sterilization temp (°C)	fh value (min)	Fo 3 (min)
(1)	20	0	115	16.5	32.6
(2)	20	43	115	19.5	36.6

Pouch size: 135×170 mm. Net weight: 170 g.

この様な状態となった時の熱伝達はあまり妨げられないが、遅れることには変りなく、また、空気の量的な面から見て殺菌中の破袋や食品の酸素による変質といったことを考えると好ましくない。

#### 4. 要 約

横型殺菌棚を使った場合、retortable pouch 包装食品の残存空気が加熱殺菌中の熱伝達におよぼす影響について調べた。

流動状、固形+流動状、固形状食品とも pouch 内に残存空気があれば熱伝達が遅れることはあらかじめわかっていたが、実際測ってみるとその影響は大きく、残存空気があると殺菌温度保持時間を長く要し、多量の残存空気は殺菌不足の製品を生む一因子となる。pouch 内の空気を完全に除去するという事は困難であるが、普通 5ml 以内にとどめるべきである。

その他残存空気は殺菌中の破袋や内容品の品質保持の点からも悪影響をおよぼすので注意を要す。

包装食品の残存空気の検査には、水中にて浮(悪い)、沈(良い)を見たり、非破壊的な定量方法<sup>1)</sup>や水中にてシリンダーに空気を抜取る破壊的な定量方法を用いる。

#### 文 献

1) 山口尹通・小松美博・岸木昭：日食品工会誌，19，No. 7，316 (1972)。