

摺動式殺菌における容器形状と内容物への熱伝達の関係

田口 憲人, 田口 善文, 高橋 英史

Relation of container shape and heat transfer to foods in the reciprocating retort

Norihito Taguchi, Yoshifumi Taguchi and Hidehito Takahashi

The food is sterilized to kill harmful microorganism in order to preserve at room-temperature. It must minimize the heating time of the sterilization for quality maintenance. Quick heat transmission to foods is very important, and there is an agitation retort method in one of the sterilization methods for that purpose. That agitation retort method has three types, rolling, rotaring, and reciprocating.

In the case of reciprocating retort which moved a retort car horizontally, relationship of container shape, viscosity and heat transfer were examined. Using the square shape plastic container (115×115×53mm) filled 5% starch aqueous solution 350g as test sample, the sterilization time between the reciprocating retort was compared and the static retort.

The sterilization time of the reciprocating retort became 25% compared with the static retort by stirring effect of contents. From the point of sterilization time, a square type container was the most effective, and then tray type, round shape.

Key words: retort, container shape, reciprocating, static, sterilization, reduction time, quality

容器包装詰食品の常温流通には、微生物を死滅させるための加熱殺菌が必要である。加熱殺菌法は、食材の品質劣化を最小限に留めることが求められている。

レトルト製品は、低温長時間殺菌よりも高温短時間殺菌の方が、品質の良いものが得られる場合がある。それは同等の殺菌効果（ F_0 値）が得られる条件では、栄養素の残存率が、低温長時間殺菌より高温短時間殺菌の方がはるかに高いからである。このような傾向は多くの食品に認められている¹⁾。

被殺菌物の熱履歴を低減させるには、被殺菌物への熱伝達性を向上させる必要があり、その一つとして被殺菌物を動揺させ、高温で短時間に殺菌する動揺式殺菌法が考案されている。その中で被殺菌物を殺菌棚ごと水平に振り動かす摺動式殺菌に着目した²⁾。

軟包装パウチを水平に振り動かすと、内容物が攪拌され、熱伝達性が向上し殺菌時間が短縮できた³⁾。また静置式で問題とされていた局所的な凝集や褐変が防止できた。

しかし、パウチでは振動数（cpm）を上げ強く振ると、繰り返し屈曲した箇所がダメージを受けやすいことや、殺菌棚上での整列の乱れが生じることから摺動振動数は60 cpmが限界である。そこで、剛性容器において殺菌時間の短縮効果を検討した。

実験方法

1. 容器

プラスチックカップは、角型 115 × 115 × 53 mm（東罐興業 LS115-409T）、トレー型 197 × 148 × 31 mm（東罐興業 LA197 × 148-680WR）、丸型 95 φ × 60 mm（東罐興業 LR95-240T）を用いた。蓋材には透明バリアフィルム（東洋製罐 12 μm 蒸着 PET 15 μm Ny 50 μm PP）を用いた（図1）。

2. 試料

モデル液として、ワキシーコーンスターチとスターチを 8 : 2 の割合で混合したものをリン酸緩衝液で濃度が 4 ~ 8 % となるよう調整した。

3. 充填量およびヘッドスペース量（HS量）

内容液の充填量は、角型 350 g（HS量 65 mL）、トレー型は 500 g（HS量 160 mL）、丸型は 210 g（HS量 30 mL）とした。

4. 密封

半自動カップシーラー（シンワ SN-2S）を用いて密封した。



図1 容器

a: 角型 b: トレー型 c: 丸型

Fig. 1 Container

a: Square shape b: Tray shape c: Round shape

5. 品温測定

品温は、温度モニタリング装置（YOKOGAWA）に熱電対（Ellab）を取り付け、容器の中心温度を測定した（図2）。

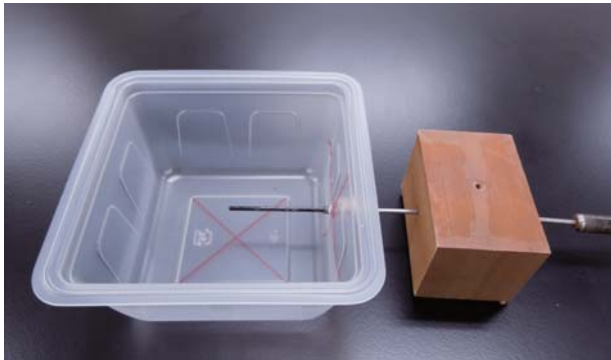


図2 温度測定位置（角型）

Fig. 2 Thermometry position (Square shape)

6. 殺菌条件

レトルト装置は、シミュレーターレトルト（東洋製罐 H130-C110）を使用した（図3）。

殺菌プログラムは熱水シャワー等圧殺菌・シャワー冷却式とした。雰囲気温度が殺菌温度に到達するまでの時間（CUT）は25分間、殺菌温度121℃、殺菌圧力は手で容器内圧と外圧が等しくなるよう調整し、殺菌時間はCUT終了後から温度モニタリング装置により算出される F_0 値が5に到達するまでの時間とし、 F_0 値が5に到達してから雰囲気温度が20℃に下がるまでの時間が30分間となるよう冷却した。

撈動条件は振幅75 mmにて60 cpmとし、工程中全てにわたり振盪した。

結果

角型におけるスターチ濃度と殺菌時間の関係を図4に示した。静置式ではスターチ濃度が4%を超えると殺菌時間が長くなり始め、6%以上では殺菌時間は変化しなかった。撈動式での、殺菌時間は静置式のそれに対し、スター



図3 マルチシミュレーターレトルト装置

Fig. 3 Multi-simulator retort

チ濃度4～5%では25%となり、スターチ濃度6%では60%になり、スターチ濃度7～8%では85%となった。スターチ濃度7～8%では粘度が13 Pa・s以上と高くなるため、撈動による撈拌効果が得られず、殺菌時間が静置式に比べ15%しか短縮されなかった。

トレー型では、スターチ濃度6%の際に最も効果があり、静置式殺菌時間の34%になった（図5）。また、トレー型は容器の深さが31 mmで角型（53 mm）や、丸型（60 mm）に比べ浅いため、静置でも伝熱が良く、いずれのスターチ濃度でも他の容器に比べ殺菌時間は短かった。

丸型では、スターチ濃度5%の際に最も効果があり、静置式殺菌時間の39%になった（図6）。他の容器形状に比べ、殺菌時間を短縮できるスターチ濃度は限定的であった。スターチ濃度7%以上では撈動による撈拌効果は得られず、静置式と同等の殺菌時間であった。

容器形状による殺菌時間の短縮割合を比べると、角型が最も大きく、次いでトレー型、丸型であった。

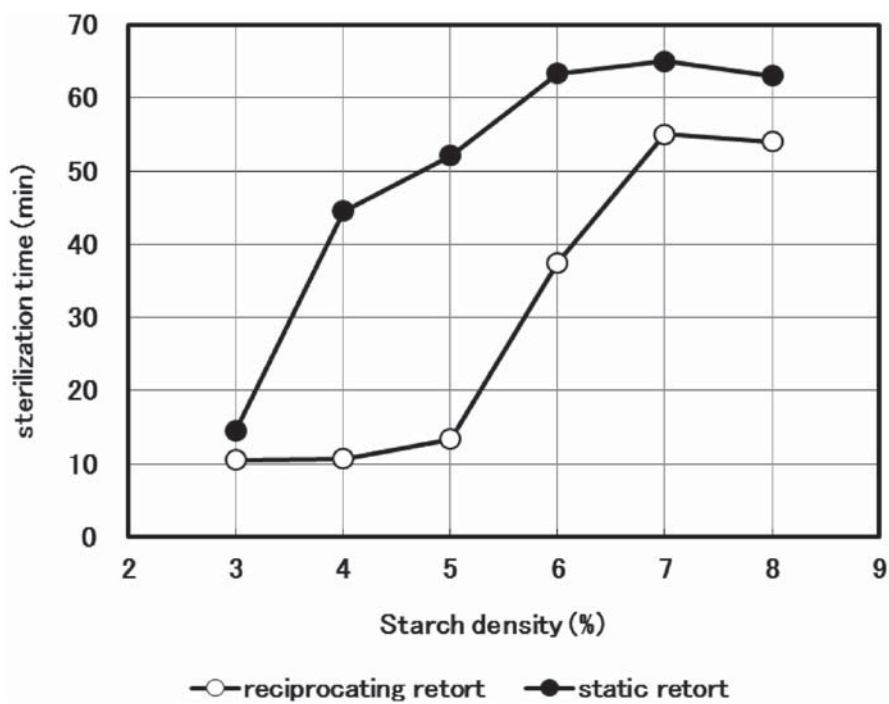


図4 スターチ濃度と殺菌時間の関係 (角型)

Fig. 4 Relation of starch density and the sterilization time (Square shape)

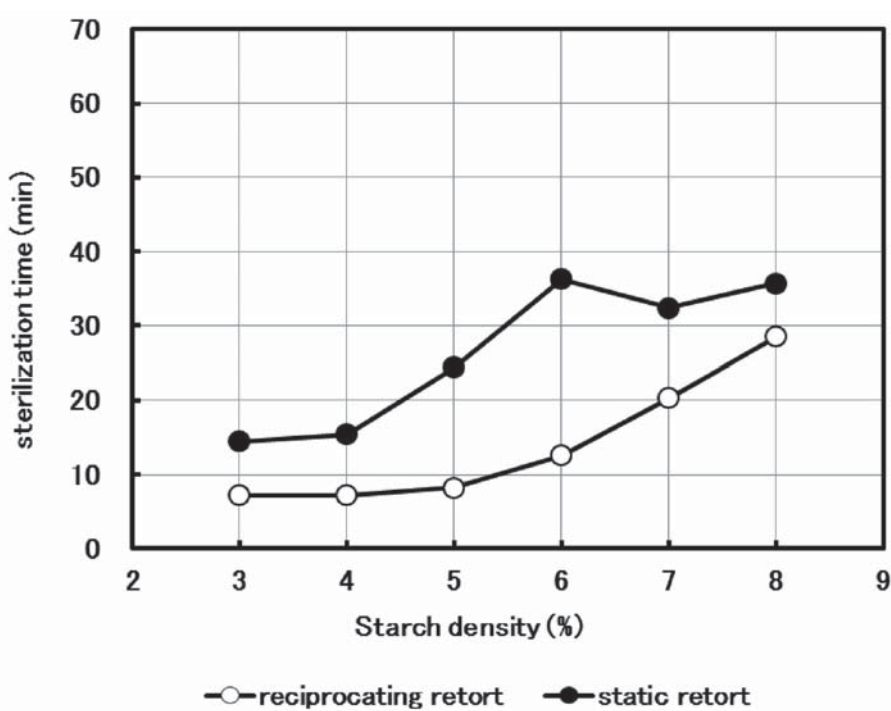


図5 スターチ濃度と殺菌時間の関係 (トレイ型)

Fig. 5 Relation of starch density and the sterilization time (Tray shape)

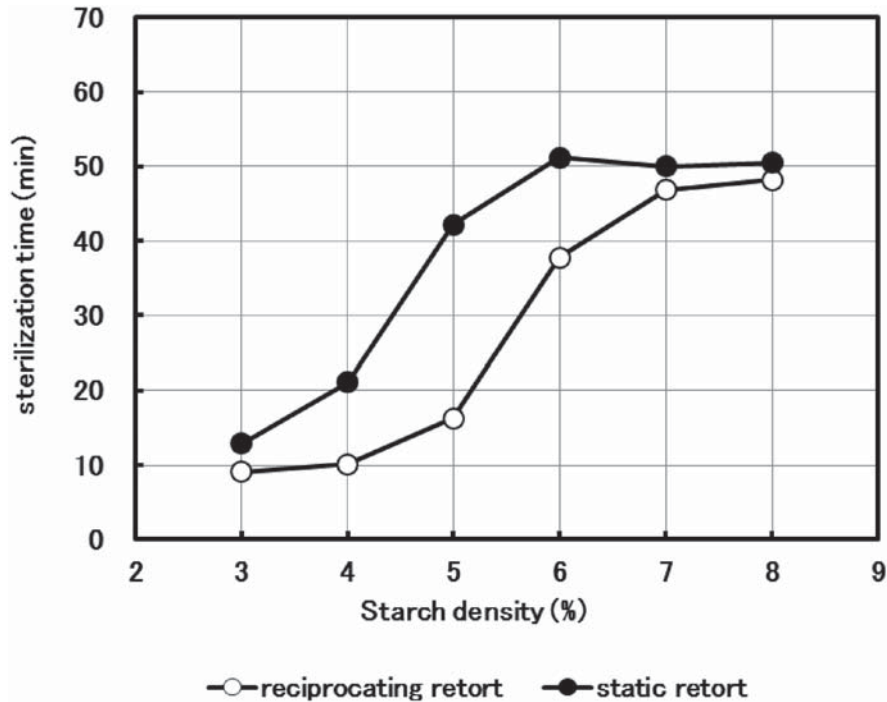


図6 スターチ濃度と殺菌時間の関係 (丸型)

Fig. 6 Relation of starch density and the sterilization time (Round shape)

考察

摺動式にパウチ容器の適用を考えた場合、内容量が200 g程度では被殺菌物の厚みが15 mm以下と薄いため、摺動式と静置式で殺菌時間は変わらなかった。静置式では局部的に過加熱となり局部褐変することがあったが、摺動式ではそれがなく粘稠物の殺菌時の局部褐変防止に有効であった。内容量が1 kg以上と多量で充填後の被殺菌物の厚みが25 mm以上ある場合、摺動式は静置式に比べ殺菌時間を短縮できた。それは、摺動により内容物が攪拌されるため、静置式に比べ熱伝達がより効果的に行われるからである³⁾。

しかし、被殺菌物の厚み、内容物粘度等の兼ね合いで殺菌時間が長くなると、摺動回数が増え、繰り返し屈曲した部分がパウチの底部に発生した。

摺動式とプラスチック成形容器を組み合わせたと、静置式に比べ内容物の攪拌効果が高まり、熱伝達性が向上した。また、明らかな外観不良も見られなかった。

角型を用い摺動式殺菌した場合、スターチ濃度4～8% (粘度0.3 Pa·s～23.4 Pa·s) の範囲内では、静置式に比べ殺菌時間が短縮され、最も効果のあるものは静置式の殺菌時間の25%となった。

容器形状を比較した場合、角形の方が丸型より殺菌時間が短縮されたが、同容積で形状を変えた容器を用いた比較実験を行い、熱伝達性の知見をさらに集積する必要がある。

成形容器では容器の外観不良がなく摺動式殺菌ができるので、静置式に比べ熱伝達性が向上し、高粘度の食品の殺

菌時間が短縮できた。殺菌時間を大幅に短縮できる摺動式は食品の品質向上に役立つ方法と期待できる。

林ら⁴⁾は牛乳に対する熱処理の影響について、高温短時間加熱、牛乳の褐変開始域、酵素の失活の関係についてまとめ、高温短時間殺菌法は製造時の利点も多く、成分の保持および細菌の死滅に有効と述べている。

津郷ら⁵⁾は牛乳で実験を行った結果、牛乳を100℃から150℃に加熱した場合の細菌芽胞の破壊(死滅)速度と牛乳の褐変化反応速度は異なっており、加熱温度100℃の時をいずれも1とした場合、120℃の芽胞破壊(死滅)速度は100倍、褐変化速度は6.2倍、150℃では芽胞破壊(死滅)速度10万倍、褐変化速度97.5倍になったと示している。

グルコース-グリシン系の褐変モデル液を120℃で加熱した場合、メイラード反応は温度と時間に依存し、図7に示したように時間と共に褐変度は増加することがわかっている⁶⁾。微生物を死滅させるために必要な殺菌価を確保する時間が静置式に比べ摺動式は短縮できるため、被殺菌物全体の褐変を抑えることが可能である。

高温短時間殺菌は、低温長時間に比べ速やかに対象となる微生物を死滅させ、かつ食品の風味を維持し、褐変化を抑制すると考えられている。食品毎に容器形状や摺動条件を最適化して、殺菌時間を従来の静置式に比べ短縮できれば、これまで風味が損なわれやすく、褐変しやすかったホワイトシチュー等の食品において、風味が維持され褐変が抑制された常温保存可能なカップ入り食品が開発できると思われる。

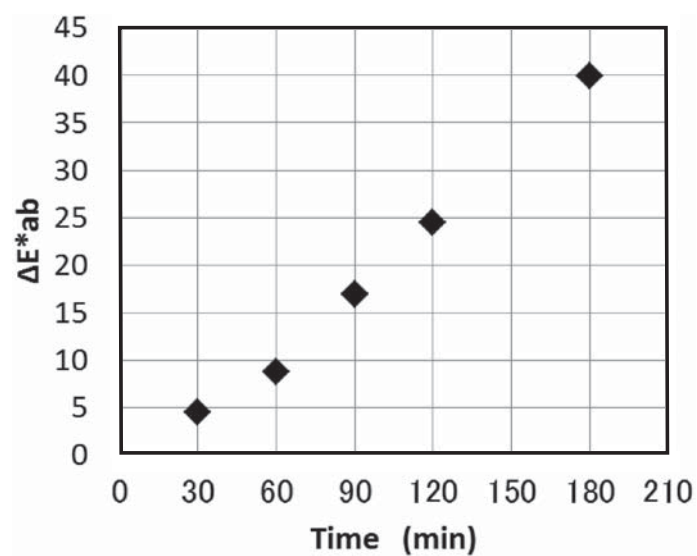


図7 加熱時間と色差の関係

Fig. 7 Relations of heating time and the color difference at 120°C

文献

- 1) 芝崎 勲：改訂増補 新食品殺菌工学, 光琳 (1998)
- 2) 池田正臣, 山口尹通：特開昭 57-5678
- 3) 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書, 27, 47-51 (2009)
- 4) 林 弘通, 福島正義：乳業工学, 幸書房 (1998)
- 5) 津郷友吉, 山内邦男：牛乳の化学, 地球社, 238, (1975)
- 6) 田辺利裕, 沖浦文, 田口憲人：特開 2010-107226