

“ロトマト” 廻転殺菌機の性能試験—II

缶詰の状態及びレトルト操作条件の熱伝達速度に及ぼす影響

池上 義昭 岡屋 忠治 竹内 章子

PERFORMANCE TESTS OF ROTARY STERILIZER "ROTOMAT"-II.

INFLUENCE OF CONDITIONS OF PRODUCTION AND RETORTING UPON THE RATE OF HEAT TRANSFER.

Yoshiaki Ikegami, Chuji Okaya, and Akiko Takeuchi

Study was made on the mechanism of heat transfer during agitated processing in various types of cans containing 20 per cent bentonite suspension. A rotary retort "ROTOMAT", experimental unite, Mittelhäuser & Walter Co, West Germany, was used (Fig. 1).

When the low speed end-over-end rotation (10 and 20 r.p.m.) was employed, a great difference was found in temperature between the center and the bottom of the can during processing (Figs. 2 and 3).

On the contrary, when the cans were rotated at high speed (40 and 50 r.p.m.), the difference was very small (Figs. 4 and 5).

These results indicate that the agitation is effective on the acceleration of the heat transfer only when 40 or 50 r.p.m. rotation is employed.

When the cans were rotated at high speed, neither of the can size, viscosity of the content, headspace volume and manner of rotation (end-over-end or axis) was found to give significant effect on the rate of heat transfer (Figs. 6, 7, 8, 9 and 10).

The radius of rotation gave only slight effect on the rate of heat transfer regardless of the speed of rotation (Fig. 11).

It is concluded, therefore, that the agitated processing was most effective for the large cans containing viscous food (e.g. canned curry and canned condensed soup), in which the heat transfer is very slow with the stationary process.

1. はじめに

一般に缶詰は低温度で長時間殺菌するよりも、高温度で短時間殺菌する方がよい品質のものが得られる。この理由として細菌胞子の死滅速度は温度が 10°C 上昇する毎に約10倍増大するが、フレーバー、色沢、栄養価等を低下させる化学反応速度は2倍に増加するにすぎないということが挙げられる。このような理由で高温短時間殺菌 (HTST) が考えられるようになり、その一つの方法として回転殺菌が挙げられる。

二号缶とか特一号缶のような大型缶で、その液汁の粘度が大きく、対流の起り難い缶詰においては、その熱伝達速度は非常に遅い。これを回転させながら殺菌すると、高温度の缶壁部と低温

度の缶中心部が攪拌されて熱が均一化し、熱伝達速度も増大し、しかも缶壁部のオーバーヒートによる「焦げ臭」が減じ、良い品質の製品が得られる。このように回転殺菌した場合、内容物の粘度、缶型、回転数、ヘッドスペースの容積、回転方向によってその熱伝達速度は変わってくる。Clifcorn¹⁾らは回転殺菌における缶詰中の溶液とヘッドスペースとの関係を模型図で説明し、Casimir²⁾は熱伝達速度は、粘度、缶型、ヘッドスペースの容積等によるが、回転数 100rpm から 200 rpm 程度なら回転数が多くなるにつれて増大すると述べている。しかし野口³⁾らは 50rpm の時に最も熱伝達速度が良く、60rpm 以上になると反対に悪くなると述べている。

著者らは回転殺菌における熱伝達機構や回転数、粘度、缶型、ヘッドスペース等の影響をみるために、缶詰としてペントナイトの懸濁液を使用して試験を行った。

2. 実験結果および考察

2-1. 回転殺菌機について

使用した回転殺菌機は独製の自動制御装置を持つ回転殺菌機 (Rotomat) で、Fig. 1 に示す如く、上部ドラムと下部ドラムに分けられており、まず上部ドラムに水を充満し、蒸気で殺菌温度

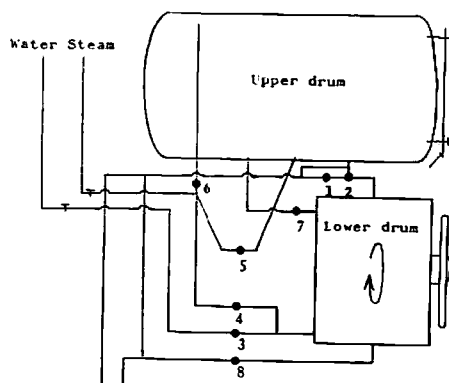


Fig. 1 Diagram for water and steam flow and valve settings in relation to the various positions.

Control scheme	Positions				
	0 Stop, Start	I Fill up	II Sterilization	III Pump back	IV Cooling
1 Vent valve	Open	Open	Closed	Closed	Open
2 Pressure decrease regulation valve	Open	Open	Closed	Closed	Open Closed
3 Cold water valve	Closed	Closed	Closed	Open	Open
4 Steam valve lower drum	Closed	Controlled by contact thermometer of lower drum		Closed	Closed
5 Steam valve upper drum	Controlled by contact thermometer of upper drum				
6 Steam valve system pressure	Controlled by system pressure contact gauge				
7 Connecting valve	Closed	Open	Open	Open	Closed
8 Drain valve	Open	Closed	Closed	Closed	Closed

より 10°C 位高い温度に上げておく。次に殺菌時間、冷却時間、殺菌温度、上部ドラム圧力等をセットし、缶詰を下部ドラムに固定し、始動キーを押すと上部ドラムの熱水が自動的に下部ドラムに流れ込む（ポジションⅠ）、下部ドラムが熱水で充たされ、スチームで加熱されながら回転を始め殺菌に入る（ポジションⅡ）。セットした殺菌時間を経過すると水が冷水弁を通過して入り余分の熱水は上げられる（ポジションⅢ）、上部ドラムに熱水が充分満されると連結弁が閉じ、上部ドラムは下部ドラムから切り離され、冷水は下部ドラムに流入し続け、排水弁を通過して排出される（ポジションⅣ）。セットした冷却時間になると回転は停止し、下部ドラムの水は排水溝に吐き出されて殺菌を終る

（ポジションⅤ）。なお熱水が上部ドラムから下部ドラムに流れ込む時間は上部ドラム圧力または下部ドラム中に入れる缶詰の数等により一定しないが約 5、6 分かかり、この間は静置殺菌になる。回転数は最高 50rpm までである。

2-2. 缶内温度分布

回転数の差によってその熱伝達の機構がどのように変わるかをみるために特一号缶（603×700）に 20% ベントナイトを詰め、レトルト温度 121°C で天地方向回転殺菌した場合の缶中心部と缶底部の温度分布を測定した。

10rpm、20rpm のような低速回転の場

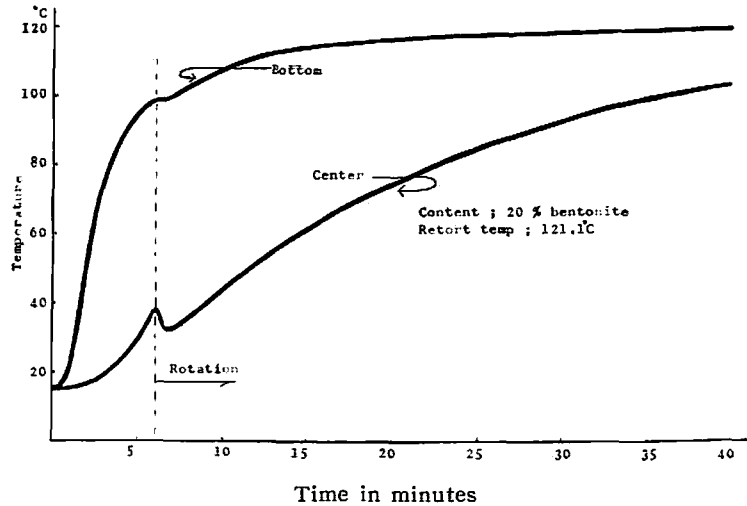


Fig. 2 The comparison of the rate of heat transfer of the center and the bottom in 603×700 can rotated end-over-end at 10 r.p.m.

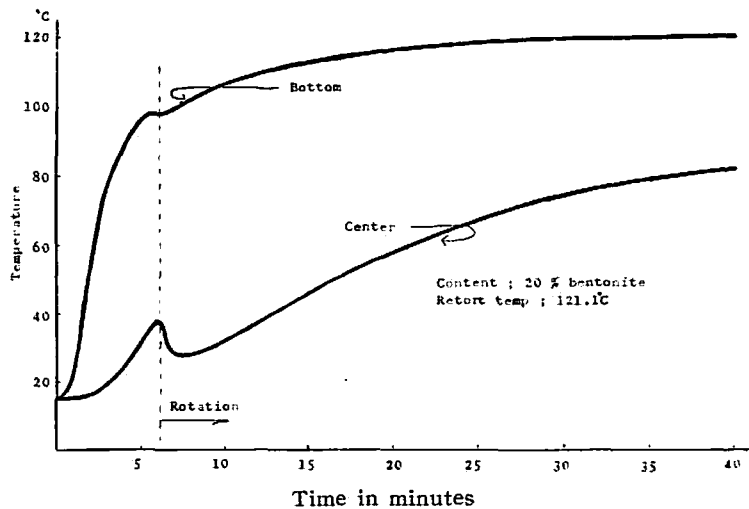


Fig. 3 The comparison of the rate of heat transfer of the center and the bottom in 603×700 can rotated end-over-end at 20 r.p.m.

合、Fig. 2, Fig. 3 に示す如く回転し始めると同時に中心温度が急激に低下し、缶中心部の温度差が大きくなり、缶内は余り動揺攪拌されていないことがわかる。そのため熱伝達速度も遅い。これに反し Fig. 4, 5 に示す如く高速回転の場合はその温度差が小さく、缶内の動揺攪拌が激しく行なわれていることがわかる。このように高速回転が低速回転より熱伝達が良いのは缶内の攪拌が充分に行なわれているためである。

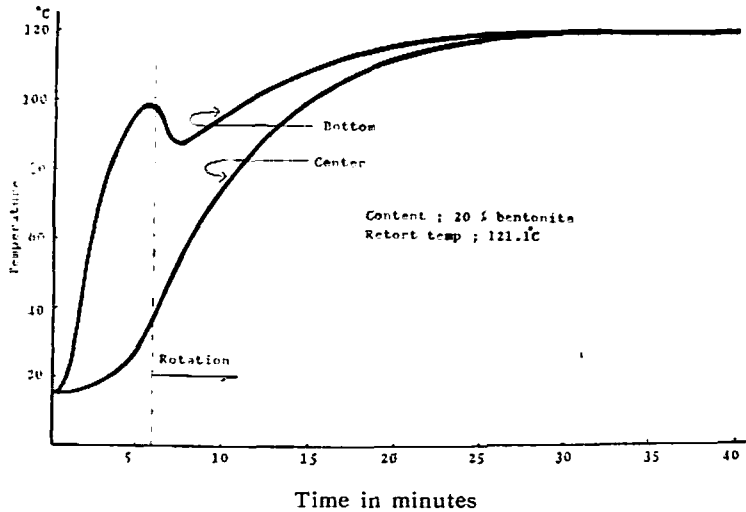


Fig. 4 The comparison of the rate of heat transfer of the center and the bottom in 603×700 can rotated end-over-end at 40 r.p.m.

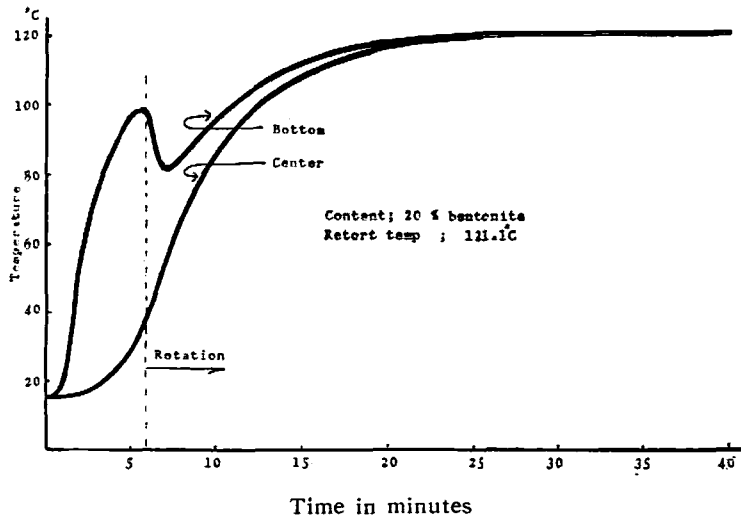


Fig. 5 The comparison of the rate of heat transfer of the center and the bottom in 603×700 can rotated end-over-end at 50 r.p.m.

2-3. 回転方向と 回転数の関係

回転殺菌する場合、その回転の方法には色々考えられるが、一般には天地方向回転と軸方向回転が行なわれている。Fig. 6, 7 は天地方向回転と軸方向回転の場合の熱伝達速度を示す図でどちらも 50 rpm までは回転数を増すにつれて熱伝達も良くなる。天地方向回転と軸方向回転を比較すると、高速回転の場合は余り差は認められないが、低速回転の場合は天地方向回転の方が優れている。

また、どの場合にもいえることだが、低速回転の場合の熱伝達速度曲線が直線にならず上に弯曲している。この理由として考えられることは 2-2 でも述べた如

く動揺攪拌が充分でなく時間の経過と共に攪拌が徐々に進むためと思われる。これに反し高速回転の場合は直線に近い曲線を示す。これは動揺攪拌が回転と同時に充分に行なわれるためである。

2-4. ヘッドスペースと回転数の関係

Clifcorn¹⁾は回転における缶内ヘッド

スペースの位置を模型図で示しているが、これはその粘度、回転数、回転方向、缶型等によって一定ではない。またこれらとヘッドスペースの容積との関係も興味深い問題であるが、今回は回転数（高速回転と低速回転）とヘッドスペースの関係について試験した。

Fig. 8に示す如く、ヘッドスペースの容積の大きい程缶内の攪拌が充分行なわれ、熱伝達速度も早い。また、高速回転の場合、ヘッドスペースの容積による差は小さいが、低速回転になるにしたがってその差は大きくなる。

2-5. 缶サイズと回転数の関係

缶サイズの影響を試験するために、四号缶、二号缶、特一号缶の三種類の缶について行った結果を Fig. 9 に示す。この図からわかるように 50rpm で回転した場合は、缶サイズの影響は

余り認められないが、10rpm で回転した場合にはその差は非常に大きい。

また、大型缶の場合、回転数の差によって熱伝達速度が大きく変るが、小型缶になるにつれて回転数による差は小さくなって来る。

2-6. 粘度と回転数の関係

粘度を持つ缶詰を静置式で殺菌する場合、その粘度の程度によって三つの熱伝達様式が考えら

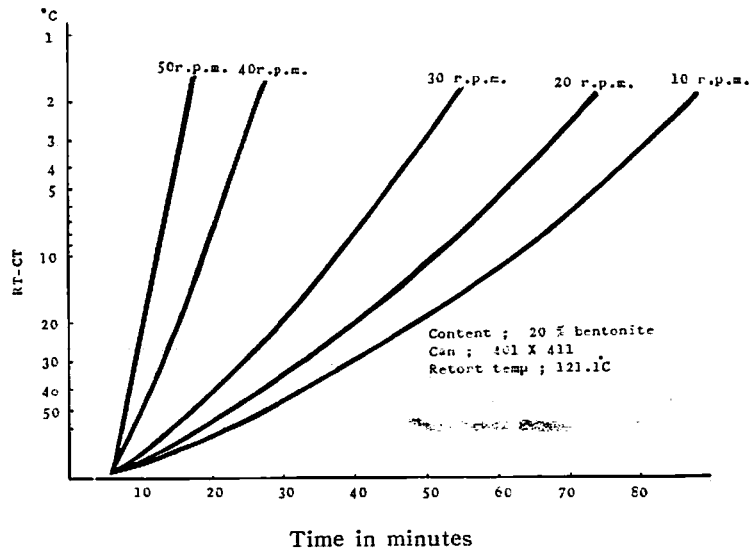


Fig. 6 Effect of speed of rotation on heat transfer. A, End-over-end rotation.

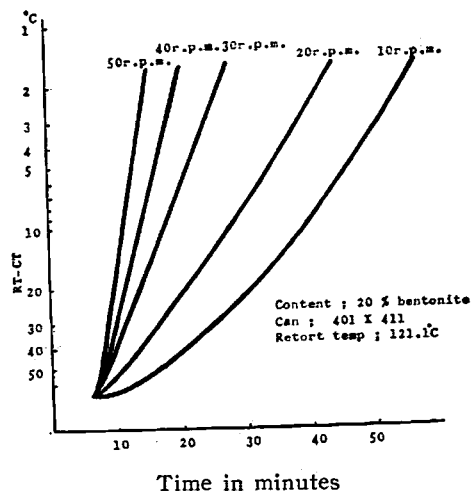


Fig. 7 Effect of speed of rotation on heat transfer. B, Axial rotation

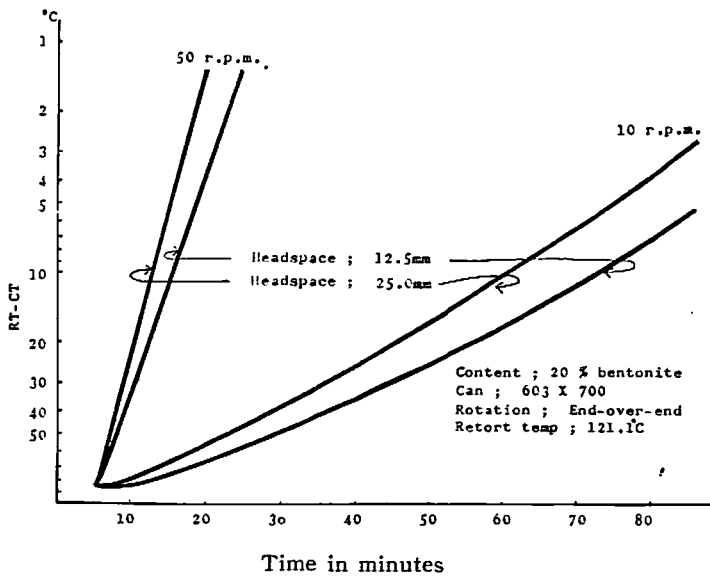


Fig. 8 Effect of headspace on heat transfer.

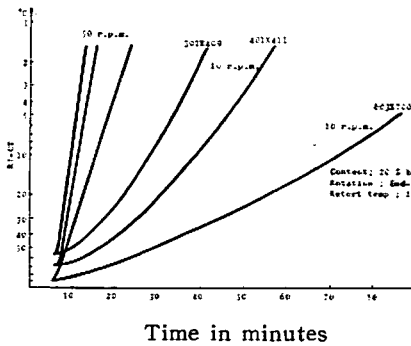


Fig. 9 Effect of can size on heat transfer.

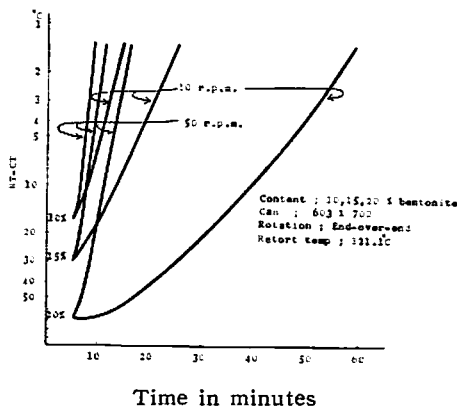


Fig. 10 Effect of viscosity of content on heat transfer.

れる。対流による場合、伝導による場合、それから始め主として対流が起り、後に伝導による場合とがある。この三つのうち回転殺菌の対象となるものは主として後の二者である。これらを回転することによって缶内を強制対流せしめるのであるが、この場合も Fig. 10 に示す如く粘度により熱伝達速

度は変る。粘度が低い場合には回転数による差は余り大きくないが、粘度が高まるにつれてその差が大きくなる。また、高速回転の場合は粘度の影響は余り認められない。

2-7. レトルト内の位置の影響

レトルト内にセットする缶詰の位置が熱伝達速度にどのように影響を与えるか、すなわ

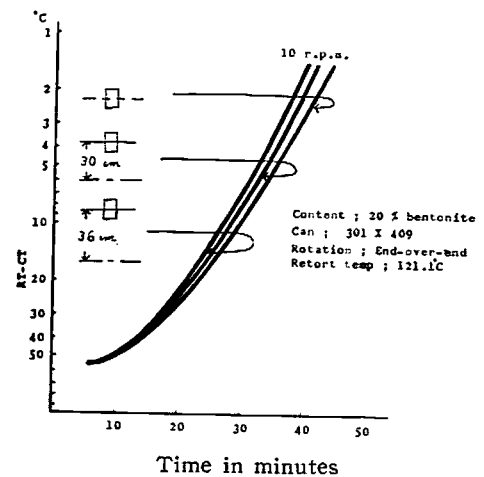


Fig. 11 Effect of radius of rotation on heat transfer.

ち、回転軸からの距離の影響をみるために、四号缶を使ってその距離を 0, 30, 36 cm の場合について天地方向回転の熱伝達速度を測定した結果を Fig. 11 に示す。この図からわかるように距離に比例してわずかに熱伝達速度は良くなる。しかし、その差は小さくそれ程影響を与えない。

3. ま と め

回転殺菌における熱伝達機構をみるため缶内の温度分布を測定した。その結果、低速回転の場合は缶壁部と缶中心部の温度差が大きく、缶内は余り動揺攪拌されず熱伝達速度も遅い。これに反し高速回転の場合はその差が小さく、温度が均一化し、熱伝達速度も早い。したがって過熱によるフレーバー、色沢、栄養価等の低下を小さくし、しかも殺菌時間を短縮するので品質的に優れた製品を経済的に有利に造ることが出来る。

また、缶サイズや粘度の影響も、高速回転では余り認められないので、大型缶でしかもある程度の粘度を持つ缶詰、例えばカレー、スイートコーン、コンデンスドスープのような缶詰において非常に有効である。

終りに臨み、本研究に格別のご指導、ご鞭撻をいただいた東洋食品工業短期大学々長志賀岩雄博士、ならびに機械教室村上講師に厚く謝意を表する次第である。

文 献

- 1) Clifcorn, Peterson, Boyd and O'neil; "A New Principle for Agitating in Processing of Canned Foods" Food Technology, November 1950
- 2) Casimir, D. J. 1962.
New method of sterilizing by heat. Can rotation during thermal processing.
Fourth International Congress of Canned Foods. Rome, Italy. 1962.
- 3) 野口、牧田、青木、森田、缶詰時報、45, 302 (1966)