

# 罐詰工業に於ける殺菌について

財團 東洋罐詰専修学校 志 賀 岩 男  
 法人

(醸造工学教室紹介)

罐詰工業の生産と技術の全般的な展望は限られた紙数では困難であるので、罐詰法の最も本質的な技術の一つである殺菌の問題について書いて見たいと思う。

## 罐詰の殺菌

1765年は罐詰法の原理とも云うべきものがSpallanzaniによって見出され1804年に Nicolas Appert によつて確立され、其工業化の一步が踏出されてから 150 年を経た今日に於ても、食品の殺菌に加熱法を適用すると云う本質的な点では何等の改変も加へられていないが其適用の仕方に関する科学的な技術の進歩には著しいものがある。水の沸騰点に於ける加熱より一步も出なかつた罐詰人が19世紀中頃に於つて非酸性罐詰に対して沸騰点以上の高温加熱の適用の有利性を掴み得たことは最初の一つの大きな進歩で、次に殺菌加熱時間の決定を失敗と成功との繰返しによつていたのを19世紀末から始つた細菌学と物理学との関与によつて全く科学的に行はれる様になつたことは第二の大きな前進であつたと云える。殺菌加熱程度の決定に當つて重要な資料となるものは、罐詰食品の中毒或は変敗に關与する微生物の内で最も耐熱力の強大なものの耐熱性に関するものと、加熱中罐の外部から罐内での熱の到達の最も遅れる部分への熱の伝達速度についての資料とである。殺菌加熱程度の決定に対しての細菌学的基礎資料を提供した点に於て Esty & Meyer (1922)<sup>(17)</sup> の業績が高く評価される。熱伝達速度の理論的な研究先鞭をつけのが藤原 (1915)<sup>(21)</sup> であるが、Ball (1923・1928)<sup>(3)</sup> の業績が有名である。次で、兩種資料を利用して殺菌加熱の適正時間算出法への研究展開の行はれたのが、迎るべき当然の方向であつた。Bigelow 等 (1920)<sup>(8)</sup> が殺菌加熱並に冷却時間中に於ける罐詰中心部の各時間に於て変化する各温度に対しての細菌(又は芽胞)の致死率を求め、其値と時間との関係曲線即ち「致死率：時間」曲線を描き、其曲線下の面積を測定して、其罐詰に適用すべき加熱時間を求める所謂 Graphical method 或は General method と称せられる方法を案出した。Ball (1923, 1928)<sup>(3)</sup> は後に Bigelow の図式計算法を次式の様な数学的な方法に置換へ、計算の簡易化を図つた。

$$B_B = f_h (\log i_1 - \log g)$$

$B_B$  = 所求の加熱時間 (分) ;  $i_1$  = 加熱曲線の直線部が加熱開始時間 (補正) と交はる点に於ける罐詰中心温度と殺菌釜の温度との差 (測定と作図によつて得られる) ;  $f_h$  = 加熱曲線の勾配 ;  $g$  = 「 $f_h/U$  :  $g$ 」 曲線から容易に求められる数値で、 $U$  は殺菌釜の温度 (RT) に於て細菌の破壊されるに要す時間 (分) で、細菌の加熱致死時間曲線から求められる。又実施した殺菌加熱の殺菌価 ( $F_0$ ) を次式によつて計算し 250°F 加熱時間 (分、相当値を以て表はす様にした。

$$F_0 = \frac{f_h}{(f_h/U) F_I} ; F_I = \frac{250 - RT}{Z}$$

$Z$  = 細菌の加熱致死時間曲線の勾配・其他の記号は既述。

非酸性又は低酸性食品の罐詰では以上の計算に Esty and Meyer の測定にかかる *Cl. botulinum* の芽胞の理想的加熱致死時間曲線が利される。か様にして罐詰殺菌加熱時間が計算され、所与の加熱の殺菌価が  $F_0$  を以て比較され得る様になつて、それ迄の手探式の方法から科学的な方法へと飛躍した。

Stumbo (1948, 1949, 1953)<sup>(17)</sup> Hicks (1951, 1952)<sup>(21)</sup> 及び Gillespy (1951)<sup>(22)</sup> 等は細菌の加熱による死滅速度の次数が logarithmic であることに着目して、殺菌加熱時間について新しい観念を導入し、又上掲の Ball の計算式の改変を試みた。彼等は殺菌加熱時間は細菌を全く破壊し尽すに要する時間を意味するものとした従米の一般の考方を斥け、加熱によつて変敗罐詰発生 of Chance を或極めて低い水準迄、生残菌数を減少させるに要する時間であるとした。そこで殺菌直前に於ける罐詰内の其罐詰の中毒又は変敗に關して有意な微生物の最高汚染濃度についての資料が重要であるが其の方面での研究が極めて少なく適確な資料がない。又それと同時に生残菌数の確率を如何なる程度にある様に定むべきか (現在常用の計算から一応の推定は出来るが) 今後の課題であらう。非酸性罐詰或は弱酸性罐詰の加熱時間の算定には既述の様に、*Cl. botulinum* 或は NCA の P.A. 3679 菌 (*Cl. sporogenes*) の加熱致死時間が資料として利用されているが、果実の様な酸性罐詰では対照となす

べき菌の種類が確定されていない。我国の蜜柑罐詰では河端・内藤(1948・1949)<sup>(26)</sup>の業績に従つて一種の強耐熱性白色酵母の加熱致死時間が利用されている。

### 殺菌加熱と罐詰食品の品質

風味、色彩、組織、形体及び栄養価等を含めた食品の品質に対して、殺菌のための加熱は何等かの影響を及ぼさないでは置かない。罐詰食品のビタミン並に他の栄養素を考へ、其損失又は保全を問題とする際には、殺菌加熱以外のそれに関与する諸条件についても考察する必要があるが、茲では専ら殺菌加熱の影響だけに限定する。ビタミン中で熱に最も敏感で、問題にされるのは  $VB_1$  である。溶液中の  $B_1$  の加熱による破壊は渡辺(1939)<sup>(29)</sup>によつて加水分解による一次反応であることが示されたが罐詰 Pork (Greenwood, et al.1944<sup>(23)</sup>)、罐詰 Peas Bendix, et al. 1951<sup>(9)</sup>の殺菌加熱による破壊も一次反応に従うものであることが見られているが corn, tomato juice 及び Puréed lima beans では、それが認められなかつたと云う<sup>(9)</sup>。又 Greenwood 等は罐詰ポークでの実験に於て温度  $18^\circ F$  上昇する毎に  $B_1$  の破壊が2倍になることを見ている。然るに非酸性罐詰の殺菌対照になる細菌芽胞の破壊は  $18^\circ F$  上昇によつて約10倍大なることに注目して、 $VB_1$  の保全上高温短時間加熱殺菌によるべき事を論じている。Pantothenic acid に対する加熱の影響もサイアミンに対すると略同様で<sup>(28)</sup>、Niacin 及び Riboflavin は熱に対して安定であるので加熱中の損失は殆どないが或は僅少に止まるものと見られる<sup>(20)</sup><sup>(28)</sup>、Ascorbic acid は酸素又は酸化剤の存在しない時は加熱に対して安定であるから罐詰の様に、生鮮な原料を使用し、Enzyme が急速に加熱によつて破壊され、空氣の極度に制限された罐内で而も砂糖や食塩の様な安定剤<sup>(11)</sup>の存在下で加熱されるものでは其破壊の程度は著しくない<sup>(18)</sup><sup>(14)</sup>。Carotene 及び V.A も亦空氣の極度に制限された罐内での加熱である故其損失は輕微であると云へるし、V.D も熱に対して安定であるから問題はない。

殺菌加熱が必須アミノ酸の Inactivation を起し(主として糖類との反応に起因)蛋白質の低下を招くが著しきものではない<sup>(5)</sup><sup>(19)</sup><sup>(32)</sup><sup>(15)</sup><sup>(25)</sup><sup>(36)</sup><sup>(35)</sup>。又加熱による油脂の重合其他による栄養価の低下<sup>(16)</sup>があるが、罐詰に適用される殺菌の加熱程度で果して如何程の影響を有するものか資料がなくて不明である。

### 高温短時間加熱殺菌 (High-short-sterilization)

Ball<sup>(4)</sup> は食品の高温短時間加熱殺菌を数秒乃至数分間の加熱を以てする殺菌であると定義している。高温加熱による品質劣化作用の増大に比較して、殺菌効果の上昇率は遙かに大であるから、低温長時間殺菌に比較して本法の適用によつて遙かに品質の優秀な製品が得られ<sup>(32)</sup>、高能率に生産が出来、生産原価も低下<sup>(20)</sup>出来るのである。本法では食品の温度を急速に上昇並に下降せしめる必要がある故、罐内での加熱では罐を動揺攪拌し罐外では流体の場合薄層となして加熱並に冷却をする。又蒸気を直接射入する場合もある<sup>(9)</sup>。

動揺式加圧連続殺菌機で適用出来る最高温度には制限があつて、罐内圧の関係からして  $270^\circ F$  以上の適用は困難である。併し予備加熱機を附設すれば、それ以上の温度の適用も可能になる。流動体の食品は熱交換器を使用して瞬間的な加熱と冷却とを経て罐に詰められるが、この方法では  $300^\circ F$  又はそれ以上の温度の適用も可能である。Uperization<sup>(27)</sup>とは脱気処理を受けた牛乳を  $302\sim 320^\circ F$  で 0.75 秒間加熱する殺菌の事である。

### 無菌下罐詰法 (Aseptic Canning)

Martin (1950)<sup>(30)</sup>によつて考案された方法で、密閉された熱交換装置の加熱・保温及び冷却の三部分を連続通過して殺菌され冷却された流体の食品が無菌の環境下に於て無菌の罐内に流入し、無菌の蓋で密封される様にされたもので、謂ば前記の高温短時間殺菌法に無菌的罐詰操作法を結合したもので、牛乳・スープ・ピューレー及び果汁等に適用出来、一般の注目を惹き、之に関しての記載が可成り出ている。

### 抗生物質の利用

Andersen 等 (1950)<sup>(31)</sup>は一種の *B. subtilis* から得た抗生物質 Subtilin を少量 (20p.p.m.) 添加することによつて Peas; Asparagus 及び Corn の様な普通な高温加熱を必要とする蔬菜の罐詰が  $212^\circ F$ 、で僅 20 分程度の加熱で以て変敗することなしに貯蔵出来る可能性について発表し、世間の注目を浴び紹介記事や批判が多数出され、追試も行はれたが、Burrough 等 (1951)<sup>(12)</sup>は *Cl. botulinum* の A, B 両型各 5 株の芽胞を接種して行つた試験では成功しなかつた。併し *B. thermo-acidurans* の Spores を Tomato-juice に接種して行つた結果では有効で Flat-Sour-Spoilage の発生を見なかつた。Evans 等 (1952)<sup>(18)</sup>によると牛乳の貯蔵に、Adams 等 (1952)<sup>(1)</sup>によると牛肉の貯蔵に対し Andersen 法は効果を奏さなかつた。併し Leblance 等 (1953)<sup>(28)</sup>が認めている様に Subtilin の存在に於て R.A. 3679(*B. Sprogenes*) や *Cl. botulinum* の Spores の耐熱性の低下の見られる

