



加熱殺菌における薬剤併用効果

芝 崎

勲*

食品は変敗し易いものが多く、色々の方法によってこれを防止しているが、温度のコントロールによる方法がその中心となっていることはいうまでもない。すなわち食品を低温に貯蔵、流通させたり、さらに低い温度で凍結の状態に流通させている一方、高温で食品を処理して食品不安定化の要素の一つである酵素を不活性化すると共に、付着している微生物を死滅させて腐敗を防止している。

食品の熱殺菌において対象となる微生物は種々雑多であって、その耐熱性も千差万別で、25℃で死滅しはじめるものから130℃で数分かけないと死滅しない耐熱性の著しく強いものまである。これに対して処理すべき食品はかなり加熱に耐えるものもあるが、一般に熱に敏感な成分を多く含み、栄養成分の破壊や微妙な香味に関係する成分の変化が起こり著しく食品の価値を低下させるのが普通である。このように加熱殺菌においては微生物の死滅と食品自体の品質保持とは相反する事象であって、これを両立させる手段の一つとして所謂高温短時間殺菌法があって、食品の加熱操作、装置の面より解決がなされつつある。

これに対して微生物自体の耐熱性に対する環境諸因子の面より殺菌効果の向上を目指す研究がある。これは微生物の耐熱性というものは遺伝的にきまることは勿論であるが、加熱時の環境諸条件によって著しく変動することが数多く見出されていることに注目するものである。諸条件のうち最も顕著なものは加熱時微生物の周囲に存在する成分（水分、無機成分、炭水化物、有機酸、脂質、蛋白質、その他微量成分、添加物）であり、この外物理的な手段として放

射線（ β 線、 γ 線、紫外線、超音波）なども考慮すべき因子である。

古くより食品はそのpHにより加熱殺菌条件が先ず設定されているが、例えば缶詰などで酸性食品（pH 4.5以下）では100℃以下の加熱条件が採用され、中性に近づくにつれてより高温（100℃以上）を用いなければならない。これは単にpHに注目した場合であるが、食品中でpHをきめるものは有機酸が主体である。このような有機酸の存在により食品の保存性が向上すると共に、加熱処理がこれに加わるときさらに何らかの影響があるものと予想される。

著者は薬剤の食品変敗微生物に対する影響に関して永年研究を続けてきたが、食品で利用されている防腐剤は以上のような有機酸がその原点となっているというべきであるので、これらを中心にしてひろく食品成分、添加物を含めた薬剤が、食品の加熱の際どのように挙動するかについて研究を行った。この分野の研究は、抗生物質の食品防腐への利用研究の一環として缶詰食品の加熱条件の緩和を目標として行われた1950年代にさかのぼることになる。著者はその頃よりこの問題に興味をもっていたが、薬剤単独の作用機構の解明と併行して、微生物の加熱、その他多くの要因によって起こる細胞損傷ならびにその回復現象の把握、さらにはその機構が明確化されてきたので、ここに加熱と薬剤との併用効果の機構について追究することにした。

最初に取り挙げたのは食品に最も広く利用されている不飽和脂肪酸のソルビン酸である。このような研究で最も要望されるのは耐熱性の強い細菌孢子の死滅促進であるが、ソルビン酸はそのような作用を示さないで、それ以外の微生物を対象として加熱併用効果を調べた。その結果、無孢子細菌、酵母、かびとひろい範囲の

* 芝崎 勲 (Isao Shibasaki), 大阪大学工学部, 醗酵工学科, 教授, 工学博士, 食糧工学・醗酵工学

ものに有効なことが判ったので、とくに鋭敏な酵母を供試菌として詳細に検討を加えた。酵母はかび、生酸性細菌と共に酸性食品の変敗指標菌として重要なものであり、soft drink などではかび以上に問題視されるものである。

ソルビン酸は安息香酸、デヒドロ酢酸、パラヒドロキシ安息香酸エステルと同様に *Candida utilis* に対し、0.1% 程度の低濃度の存在下、50°C で処理するとき D 値（細胞を 90% 死滅に要する時間、分）を $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ に短縮できることを見出した。このような D の短縮は他の多くの酵母に対しても認められた。ソルビン酸の加熱併用効果は 45°C 位よりあらわれ、0.01% より濃度に依存して効果の上昇が示され、溶質の種類にかかわらず低 pH 程顕著な併用効果が認められた。さらにこの併用効果は加熱時の培地成分の影響をうけないことも見出した。食品中の食塩やショ糖の濃度が上昇すると一般に加熱殺菌効果は低下するのが普通であるが、ソルビン酸の添加効果は変動しないことを見出した。その後供試菌 *Can. utilis* の加熱損傷とその回復について詳細な研究を行ない、それを基礎としてソルビン酸の加熱併用効果の機構を解明しようとした。供試菌の加熱処理細胞の発育経過、細胞内物質の漏洩、食塩耐性、損傷回復経過中の細胞内の高分子物質への ^{14}C -物質の取り込み試験などを行ない、ソルビン酸併用効果は加熱時における同時作用よりも処理後の回復時により強く働いているということを示す結果を得た。

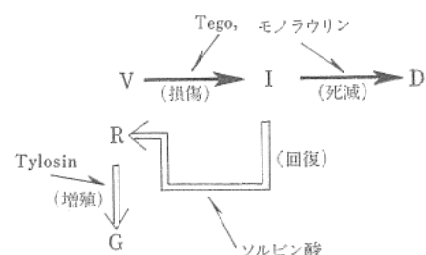
グラム陰性細菌は加熱には比較的弱い方で大抵酵母程度とみてよいが、病原菌があつて食品衛生上問題となる菌が多く、また一般に薬剤に対して陽性細菌より抵抗性が著しく大きい特徴をもっている。熱感受性の食品はもちろん環境細菌においても常に指標菌となるのがグラム陰性菌の *Escherichia coli* や *salmonellae* である。グラム陰性細菌の細胞の外層は薬剤透過の障壁となっているが、温和な加熱や EDTA 処理によってこれがとれることがよく知られている。そこでもともとグラム陰性細菌に無効な薬剤でもこのように障壁が取り除かれるとその薬剤本来の作用が発現できるものと予想される。この点について *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*

を対象とし Tylosin（抗生物質）の効果を調べた結果、加熱処理により Tylosin が細胞内に異状に蓄積し、これが回復後の細胞の蛋白合成を阻害していることを確めた。

脂肪酸およびそのエステル類はグラム陰性細菌に対して殆んど抗菌作用を示さないが、これらのうちに加熱併用効果のあるものを見出した。効果の顕著なものとしてはモノラウリン、モノカプリン、ラウリン酸が挙げられるが、とくにモノラウリンについて詳細に検討し、ソルビン酸や Tylosin と相異して主として加熱時に作用していると推定できる結果を得た。

先に述べたように加熱殺菌においては細菌胞子が最も重要な指標であるが、従来多数の薬剤や食品成分の影響が検討され、香辛料成分、抗生物質（ナイシン、サブチリン）、その他のものの有効性が示されている。しかし食品に対してはナイシンの外は実用上みるべきものはない。過酸化水素はプラスチックを主体とする食品包装材料の表面殺菌の目的に加熱と併用されている。環境殺菌剤としてひろく利用されている第四級アンモニウム塩 および Tego 系の両性界面活性剤は細菌胞子に対し常温では静菌作用は顕著であるが殺菌作用は全くない。しかし高温下（40°C 以上）で作用させると胞子の死滅作用が発現してくる。そこで Tego 系のものを供試し *B. subtilis* var. *niger* の胞子を用いて加熱併用効果を検討した。その結果、加熱時に働いて胞子表面に損傷を与え死滅に導いていることを認めた。

以上の研究は、検討した微生物の種類も薬剤も少ないが、薬剤の加熱との併用効果の作用機構として微生物の加熱損傷とその回復プロセスに注目して次のようなプロセスを提案することができた。ここに紹介した研究内容は次のとおり発表済みである。



文 献

- 1) 芝崎, 飯田: 食品工誌, **15**, 447 (1968).
- 2) 土戸, 中川, 岡崎, 芝崎: 醸工, **50**, 93 (1972).
- 3) 土戸, 岡崎, 芝崎: 醸工, **50**, 341 (1972).
- 4) I. Shibasaki and T. Tsuchido: *Acta Alimentaria*, **2**, 327 (1973).
- 5) T. Tsuchido, O. Ozawa and I. Shibasaki: *J. Ferment. Technol.*, **53**, 363 (1975).
- 6) T. Tsuchido, K. Kanda and I. Shibasaki: *J. Ferment. Technol.*, **53**, 862 (1975).
- 7) 加藤, 芝崎: 醸工 **53**, 802 (1975).