

冷殺菌に関する最近の話題

大阪大学工学部 芝 崎 勲

冷殺菌 (Cold sterilization) とは加熱殺菌に対応する言葉で、加熱殺菌温度以下の低温度 (50°C以下が普通) で利用される殺菌方法の総称であって、加熱処理により損傷、破壊を受けるような材料に適用するものである。しかし実際上においては適用性、経済性などの点より必ずしも以上のように利用面が固定されるものでなく、加熱殺菌のできる材料でも利用されることが多い。冷殺菌方法としては

紫外線、電磁放射線、電子ビーム、超音波、殺菌剤、分離 (滲過、遠心分離、沈降など)、静電的沈澱、電気泳動、温度の変動 (凍結、解凍の繰返しとか、発芽を促進するが増殖を阻止するような温度で長期間保存する場合)、乾燥などがあげられる¹⁾。本稿ではこれらについての最近の話題を取り上げるが、対象としては醸酵、食糧の分野に限定することとした。

1. 殺菌剤 (chemosterilizer)

一般に殺菌剤とは種々の有害な微生物を死滅せしめるところの化学薬剤を指し、冷殺菌の強力な手段の1つである。これら一群の薬剤は液状で適用するものとガス状で利用するものに大別できるし、細菌胞子も含めた微生物に対して有効なものとそうでないものにも区別することができる。次に代表的なものを列挙すると

エチレンオキシド、プロピレンオキシド、 β -プロピオラクトン、強酸、強アルカリ、フェノール、塩素、沃素、ホルムアルデヒド、グリオキザル、サクシナルデヒド、グルタルアルデヒド²⁾、ジエチルピロカーボネート、陽イオン界面活性剤、両性界面活性剤など

これら薬剤はそれぞれの特質に応じて醸酵、食糧、医療、あるいは環境衛生の分野に利用されている。

a) ジエチルピロカーボネート (DEPC) と β -プロピオラクトン (BPL)

醸酵、食糧の分野では色々の手段によって、有害な微生物を死滅せしめたり、あるいは増殖を阻害する必要がある。このような場合、薬剤を利用することは経済的にも、適用の簡便さから云っても有用な場合が多い。しかし食糧関係では薬剤の残留性がとくに問題であって、薬

剤の毒性がその利用度を左右する。この際、薬剤が作用後簡単に除去できるとか、分解して無毒ないしは低毒性の物質に変化する場合はきわめて好ましい特性と云うことができる。このような性質をもつものとしては過酸化水素、DEPC、BPL、ガス殺菌剤をあげることができる。

DEPC³⁾ は Boehm' Mehta (1938) によって見出された化合物であるが、1950年の初め頃より Bayer 社にて食品殺菌剤として研究せられ、西独をはじめ、米國などでその使用が法的に許可せられているものである。このものの特筆すべき点は加熱せずに飲料などの液状食品の殺菌ができ、従って熱による香味の損傷がないこと、数時間後にエタノールと炭酸ガスとに分解することであって、薬剤の残留問題が全くないことである。このものの特性は表1に BPL と比較して示してあるが、酵母、かび、細菌など広範囲の微生物に対して殺菌作用を示す。殺菌作用は菌種、菌株、菌量などにより著しく影響をうけるが、大体 0.01~0.1% が有効殺菌濃度と云うことができる³⁾⁴⁾。細菌胞子の発芽を阻止するが、殺菌的には働かないし、かびに対しても作用力は弱い。以上のような DEPC の特性から利用面としては缶詰、瓶詰される果汁、ワイン類に限定されているようである。この場合推奨されている濃度は 40~120ppm であって、初発菌数のできるだけ低くなるような処理をして適用した方がより安全であると云われている。ただこのものは水に対する溶解度が低いので、添加方法に注意が肝要であって、アトマイザーや膜計量ポンプが利用されている⁵⁾。

DEPC の微生物に対する作用機作は未だ検討の余地があるが⁶⁾、monoethylcarbonate などの中間体が生成し、図1のような型式で反応すると考えられ、これら中間体がさらに分解する際に微生物内の高分子物質や酵素蛋白質と反応することにより細胞を死滅せしめるものと考えられる。わが国においては殺菌作用に対する基礎研究の外に、醸造、醸酵の分野への応用についての研究が最近行われている⁷⁾。

表1に示した BFL は米國の Hartman, Kelley, Lo-Grippe が血液血漿の殺菌、ビールス不活性化剤として多数の化合物より選択したもので、医療方面での研究の外に、殺菌力の強いことから食品関係の殺菌剤として、さらにまた微生物や組織培養のための培地殺菌剤、病室

表1 食品殺菌剤の比較

名称	ジエチルピロカーボネート	β -プロピオラクトン																				
構造式	$C_2H_5O COOOCOC_2H_5$	$\begin{array}{c} CH_2-CH_2 \\ \quad \\ O \quad CO \end{array}$																				
BP	73~4°C (8mmHg)	51°C(10mmHg)																				
d_4^{20}	1.1300	1.1460																				
溶解度	アルコール, エーテル, その他有機溶剤に易溶, 油脂類に可溶, 水に難溶 (0.6%)	アルコール, ベンゼン, エーテルなどの有機溶剤にとける. 水に37v/v%とける (25°C)																				
加水分解生産物	CO_2, C_2H_5OH	$HO CH_2 CH_2 COOH$																				
加水分解速度 (90% 分解時間)	<table border="1"> <tr> <td>0°</td> <td>10°</td> <td>20°</td> <td>30°</td> <td>40°C</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>9</td> <td>6</td> <td>2⅓</td> <td>1⅓</td> </tr> </table>	0°	10°	20°	30°	40°C	20	9	6	2⅓	1⅓	<table border="1"> <tr> <td>0°</td> <td>10°</td> <td>20°</td> <td>30°</td> <td>40°C</td> </tr> <tr> <td>>24</td> <td>>24</td> <td>>24</td> <td>10</td> <td>3</td> </tr> </table>	0°	10°	20°	30°	40°C	>24	>24	>24	10	3
0°	10°	20°	30°	40°C																		
20	9	6	2⅓	1⅓																		
0°	10°	20°	30°	40°C																		
>24	>24	>24	10	3																		
反応性	フェノール, カルボン酸, ハイドロキノンなどと反応する	室温で種々の化合物と速かに反応する, 重合性にとむ																				
殺菌作用	酵母, グラム陽性細菌 (無芽胞菌), グラム陰性細菌, かびに有効 pH5.0 以上では活性低下	細菌胞子に有効, 他の微生物に対しても有効, ビールスを不活性化する. 作用力は pH, 有機物の存在にて影響をうけない.																				
毒性 LD ₅₀	1600mg/kg (経口, マウス) 470mg/kg (静注, マウス)	406mg/kg (静注, マウス) β -ヒドロキシプロピオン酸 2425mg/kg																				
応用例	果汁飲料 (ドイツ) 無発泡性ブドー酒 (米国) に法的使用許可 果汁類 (オレンジ, グレープ, みかんなど), ワイン, チキン, イチゴ, ビール, 清酒	牛乳, チキン, チキンブロス, クリーム, クリーム, クリームチーズ, チェダーチーズ, グレープジュース, アップルジュース, 卵, 魚肉ソーセージ, 味噌, 醤油, 培地殺菌, 医療関係																				

など密閉空間の殺菌剤としての研究もなされて来た⁷⁾. このものは DEPC と同様に, 速かに加水分解によって低毒性の β -ヒドロキシプロピオン酸に変化すると云う特徴をもっている. BPL は殺菌作用範囲はひろく, 表 2 の例のようにホルムアルデヒド以上の作用力を有している. 食品殺菌剤としては Curran 及び Evans (1956) の牛乳の殺菌⁸⁾ に対する研究に端を発するが, その後, チキン, チキンブロス, クリーム, クリームチーズ, チェダーチーズ⁹⁾, 果汁¹⁰⁾, 液状卵¹¹⁾, 味噌, 醤油, ジャム, 果汁, 魚肉ソーセージ⁷⁾ などに試みられて, その有効性が確認せられている. BPL は DEPC のように食品殺菌剤としてかなりすぐれているが, 人体に対する毒性に関して未だ問題が残されている. 他方 BPL はその強力な殺菌力を有する点より培地殺菌剤としての研究報告例が多数見出される¹²⁾. しかしこれらは何れも薬剤処理培地における微生物の発育のみに着目した研究が多く, 残留薬剤やその分解物, あるいは培地成分との反応

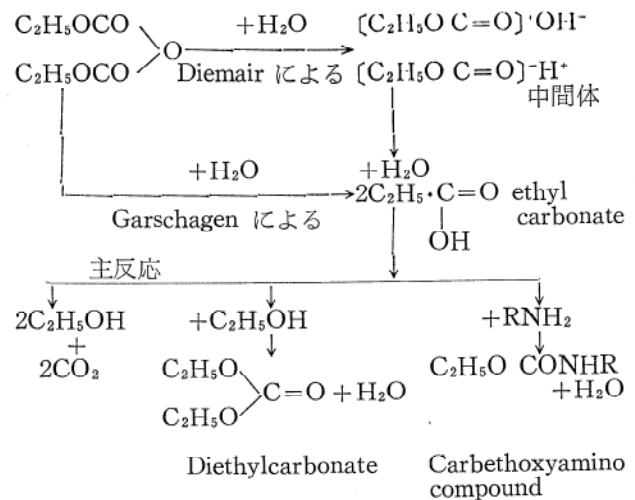


図1 DEPC の分解, 反応機構⁴⁾

生成物の影響などについては詳細な検討はなされていない. Toplin などは実験室的にも大規模にも薬剤殺菌法

表2 BPL の殺菌作用力

殺菌剤	試験微生物	D ₉₀ *(分)
BPL 0.1%	B. subtilis 孢子	36
	Es. coli	3
	Ps. aeruginosa	8
	B. cereus 孢子	84
	Sacch. cerevisiae	11
ホルムアルデヒド 0.1%	B. subtilis 孢子	860
	Micro. flavus	83
	Ser. marcescens	35
	Ps. aeruginosa	1
	Es. coli	38
NaClO	B. subtilis 孢子	10 (12ppm)
	Ps. aeruginosa	27 (1.2ppm)

* 90%死滅に要する時間 (分)

が利用できるとしているが、殺菌に要する時間の長いこと、殺菌剤の副反応による悪影響のため、代謝生産物収

量の低下があり、生産培地としては熱処理培地に比し著しく劣っているようである。しかし特殊な分野にて加熱をきらうような場合には薬剤殺菌に依らなければならないこともある。

b) 両性界面活性剤

一般に界面活性剤では陽イオン界面活性剤が微生物に対して抗菌作用力が強く、医療関係で器具の消毒、患部洗滌、創傷面塗付などはもちろん、家庭、工場などでの手洗、容器洗滌などに利用されている。これは塩素系化合物やホルマリン、フェノールなどに比し、溶解性の大きいこと、腐蝕性のないこと、殺菌力の強いこと、有機物その他の物質の共存下でも活性低下の少ないこと、皮膚に対して悪影響のないこと、処理表面に吸着されてある期間静菌性が保持されることなどの特徴が見出されるからである。しかし1953年西独 Goldschmidt 社¹³⁾で開発した両性界面活性剤 (Tego) は殺菌作用力も強く、陽イオン界面活性剤よりすぐれた性質をもっているため、最近わが国でも注目されている。



(Tego 51B)

このものは洗滌力が大である、蛋白質と不溶性沈澱を生成して殺菌力の低下が少い、他の界面活性剤、金属イ

表3 殺菌剤としての特性比較

	塩素系化合物	陽イオン界面活性剤	両性界面活性剤
構造式	Cl ₂ ClO ₂ Ca(OCl) ₂ ·CaCl ₂ Ca(OCl) ₂ NaOCl 有機塩素化合物	$\left[\begin{array}{c} R_2 \\ \\ R_1-N-R_3 \\ \\ R_4 \end{array} \right]^+ x^-$	$R_1-CH-COO^- \cdots$ $\begin{array}{c} \\ N^+ \cdots \cdots \cdots \\ / \quad \quad \backslash \\ R_2 \quad R_3 \quad R_4 \end{array}$ $R_1-(NH-CH_2-CH_2)_2-N^+H-CH_2COO^-$ $\begin{array}{c} R_2-NH-CH_2-CH_2 \\ R_2-NH-CH_2-CH_2 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{c} R_2-NH-CH_2-CH_2 \\ R_2-NH-CH_2-CH_2 \end{array}} \right\} N^+-CH_2COO^-$
溶解度	水に可溶	水に可溶	水に可溶
抗菌作用力	強い	強い	少し劣る
細菌孢子に対する殺菌力	強い	ない	ない
抗菌力に対する pH の影響	酸性～中性	中性～アルカリ性	中性
洗滌作用	なし	小	大
蛋白質その他有機物の共存	反応性大で殺菌力の低下甚しい	中程度で相当殺菌力の低下あり	殺菌力低下少い
金属イオン、他の洗剤の影響	比較的少い	多い	少い
LD ₅₀	クロラミン T 0.8mg/10g(マウス、静注)	200～500mg/kg (経口、ラット)	3000mg/kg (経口、ラット)
腐蝕性	大	なし	なし

オンが共存しても陽イオン活性剤のように不作用態に変化しない、毒性が著しく小さい点がすぐれている。表3は塩素系化合物、陽イオン活性剤との特性を比較したものである。

c) デアルデヒド類

アルデヒド類のうちホルムアルデヒドは低級アルデヒドの中では最も強力な殺菌剤の1つであって古くよりホルマリンとして実用されている。しかしあまり毒性がよいので、専ら無生物の対象物の殺菌に利用分野は限定されている。ホルムアルデヒド以外のアルデヒドでも抗菌作用を有することが知られ、Pepper および Chandler¹⁴⁾ は C₂~C₆ の飽和デアルデヒド溶液がホルムアルデヒド以上の殺菌作用力を有することを認めた。その1つはグリオキザル CHOCHO (30~40%水溶液) であって、強力な殺菌作用を発現するための処方としては1%グリオキザル、0.5% NaHCO₃、7%イソプロパノールを推奨している。Borick²⁾ はさらにグルタルアルデヒド CHO (CH₂)₃ CHO (25%水溶液) がグリオキザルの約10倍位の殺菌作用力を有し、Bacillus, Clostridium の胞子を1/2~2時間位で死滅せしめることができることを示している(グルタルアルデヒド0.09~1.6%, 0.3% NaHCO₃、70%イソプロパノールの組成の溶液を用う)。この組成の溶液は8%ホルムアルデヒド溶液より殺菌作用力がすぐれ、血清などの共存による作用力の低下もないことが認められている。これらのものは現在医療関係での利用が一応の目標であるが、著者は他の分野への適用の可能性があると考えている。

d) ガス殺菌剤

ガス状で化学薬剤を適用して器具、材料、固体食品、空気中などに存在する微生物を死滅せしめるのがガス殺菌剤であって、くん蒸もこの部類に入れて差支えない。現在この方面で代表的な薬剤は、エチレンオキシド、プロピレンオキシド、ホルマリン、メチルプロマイド、BPL などである。これら薬剤は加熱、除菌、液状殺菌剤などによる殺菌が容易に実施できないか、実施できても効率が悪く経済的でないものに適用できると云う大きな特徴があり、近年とみに注目されているものである。これらガス殺菌に関して著者は昨年、食糧や醸酵工業の分野への利用について総説した¹⁵⁾。表4に示したような得失が考えられるが、種々の問題が提起されている。ガス殺菌後、排気などによって薬剤の除去は可能であるが、材料内部の深くまで浸透しているもの、強く吸着しているもの、あるいは反応して変化してしまったものがあり、これらを総合した薬剤の残留性の問題が大きい。この点については著者の総説に示してあるように可成り広範な研究があり、ビタミン、アミノ酸、蛋白質、核酸、炭水

表4 ガス殺菌法の得失

利 点

- 1) 冷殺菌ができる(加熱、水分に敏感な材料に適用できる)
- 2) 容器中あるいは包装のまま殺菌できる
- 3) プラスチック、紙、繊維などの容器や対象とする材料への浸透性が大
- 4) 多量の有機物の存在下でも殺菌可能
- 5) 殺菌装置簡単で、殺菌容器としてプラスチック、ゴムバック、金属ドラムなどが利用できる

欠 点

- 1) 殺菌に要する時間が長くなる
- 2) ガスは可燃性のものが多い
- 3) 薬剤は液状でもガス状でも毒性が大きい
- 4) ガス殺菌後、ガス残留性とか反応物質が問題となる
- 5) 操作が不適当な場合、腐蝕その他の悪影響がある
- 6) 殺菌操作および有効性確認のための特別な管理が必要である

化物などとの反応生成物も確認せられている。さらに最近英国の Wesley など¹⁶⁾はエチレンオキシド、プロピレンオキシドで処理した食品加工原料中にクロールヒドリンの生成をみとめて問題としてとり上げている。従来乾燥した食品加工原料、加工製品においてもエポキシドで殺菌するときはグリコールが生成するので、エチレングリコールなどの毒性が云々されているが彼等は通常の商業的なガス殺菌処理条件下で、これらエポキシドは食品原料中の塩化物よりの塩素と反応してクロールヒドリンを生成することを確認し、とくに香辛料では1000ppmにも達することがあるとしている。表5にはエチレンオキシド750ml/m³、室温、5時間で処理した場合の結果を示している。2つの異性体をもつプロピレンクロールヒドリンについてのデータはないが、エチレンクロールヒドリンの LD₅₀(経口)は72mg/kg(エチレングリコール LD₅₀(経口、マウス)8348mg/kg)であって、不揮発性で反応性乏しく普通の食品加工、調理条件では消失せず残留することを示し、早急にこれらエポキシドによる食品のガス殺菌について何らかの対策を講ずべきであるとしている。また一方ガス殺菌剤の作用の上からも色々の問題があるが、上述したようなガス殺菌剤は浸透性がよいので容器詰、包装のまま殺菌できるとか、多量の有機物の存在下でも殺菌可能であると云う点についてまだかなり検討を要する問題が残されている。対象とする材料中に存在する微生物はもとも

表5 エチレンオキサキドの残留性

	検出クロール ヒドリン量 (ppm)	塩素含有量 (NaCl, %)
混合香辛料	490~1030 (805)	0.5
クミン	980	0.9
小麦粉	260	0.24
ココナット(乾燥)	42	0.52
乾しブドー	4	0.57
アルブミン(噴霧乾燥)	310	2.10
フレンチビーン(凍結乾燥)	8	0.39
グリーンピース(全粒, 熱風乾燥)	1	0.14
グクーンピース(粉碎物, 熱風乾燥)	36	0.14

とは薬剤に対して敏感であって普通の条件で簡単に殺菌できるものでも、乾燥の方法、共存する物質の特性によって著しく抵抗性に変動のあることが示されている。きわめて強い条件で乾燥された場合、水分が少ない場合、アミノ酸、グルコース、食塩などの水溶性物質の溶液より乾燥した場合などでは薬剤に対して著しく抵抗性が増大することが示されている^{17), 18)}。このような事実は何れの分野に応用する場合にも重要なことであると共に、作用機作の研究にも甚だ興味ある問題と考えている。

2. 除 菌

除菌は直接微生物を死滅せしめる手段ではないが、慣例的に殺菌方法の1つに包括されている。これは液体または気体中に浮遊する微生物を濾過、遠心分離などによって除去しようとするものであって、古くより多方面に実用されている。ここでは最近の2, 3の実用例を取りあげて話題としたい。

濾過滅菌では素焼の磁器、珪藻土、アスベスト、溶融ガラス、コロジオンなどが利用され、果汁、ビール、ソフトドリンク、ワイン、飲料水などに適用して除菌の目的が達せられている。次に microfiltration と称して米国のあるビール会社が高温短時間殺菌と併行して工業化している濾過滅菌について述べる¹⁹⁾。セルロースエステルの薄い皮膜よりなる millipore filter(0.8ミクロン)を用いてビールより酵母と若干の細菌(Lactobacillus, Pediococcus)を除去しようとするものである。通常は二系列にセットし、微細なガラス繊維よりなる予備濾過器を併用している。実用されている濾過器の能力としては5℃のビールの場合、60bbl/hr 800~1000bbl、大型のも

のでは 200bbl/hr, 2400~3500bbl となっている。除菌効果例としては、酵母 4.6/100ml, 細菌数 18.3/100ml の原料ビールを Prefilter, Millipore filter をとおすとそれぞれ酵母数は 1.4, 0 となっている(細菌数は14.7, 19.1 と変っていないが、この濾過ビールは340日以上安定)。別の例では酵母数228, 細菌数920がそれぞれ0, 93となっている。ビール中での細菌は迅速に死滅することが認められているので、濾過後の細菌数はあまり問題とならない。また濾過ビールは24~37℃の温度で90~340日間は安定で何等加熱殺菌したものに比して遜色のないことが示されている。

牛乳は通常高温短時間殺菌が行われているが、原乳中に存在する微生物を遠心分離によって除去する方式が開発実用化されている²⁰⁾。これはベルギーの P. Simmonart の発案で DeLaval Separator Co. が開発したものであって、普通の遠心分離操作で最初数分の工程で細菌数が低下することに着眼したもので、容量で約1½%の牛乳をボウル壁より抜き取り、連続的に細菌を排除するもので、遠心分離機(20,000 rpm あるいはそれ以上)を2台直列に利用することによって99%除菌できると云われている。skim milk(1.033)と細菌(1.07~1.13)の比重差が小さいので高速を必要とするが、かびや酵母のような重いものは除去率がさらに向上する。この方法は原料乳の細菌数が特に多いとき、加熱による品質低下を避ける意味で有用と云うことができ、ヨーロッパの諸国ではひろく利用されている(初発細菌数が10⁷に達することが多い)。以上のような除菌手段は酪農以外の流動食品にも利用可能であろう。

谷川²¹⁾は電気泳動による除菌方法について基礎研究を行い、主として魚介類の消化器官中の耐熱性細菌を除き、缶詰などの加熱殺菌の補助手段に利用しようとしている。

3. 放射線殺菌

放射線とくに電離放射線の殺菌手段としての特質としては

処理対象物の温度上昇がきわめて低いこと、如何なる包装食品でも、梱包物でもそのまま処理できる、全工程を連続処理できる、簡易包装でよい。

などがあげられ、放射線発生装置の開発、制御、防護技術の向上、アイソトープの大量供給可能なことより強力に研究が推進せられてきた。この場合、放射線照射の有効性、経済性はもちろんであるが、とくに照射食品ではその安全性が問題となるので、多種類の照射食品について大規模な長期にわたる研究が10数年続けられ、ここ2, 3年来、順次安全性が確認せられ、法的にも使用許可の段階に入ってきた(表6参照)。カナダでは1965年に食

表6 照射食品の法的許可状況

品目	放射線の種類	放射線のエネルギー (Mev)	線量 (Mrad)	照射目的	許可
ジャガイモ	^{60}Co γ 線	(1.17 1.33)	0.015 (最大)	発芽抑制	ソ連 (1959)
	"			"	カナダ (1960)
	"			"	米国 (1964)
	^{137}Cs γ 線	0.06	"	"	" (1964)
ベーコン	^{60}Co γ 線	5	4.5~5.6	完全殺菌	米国 (1963)
	電子線			"	" (1963)
	X 線			"	" (1963)
	^{137}Cs γ 線			5	4.5~5.6
小麦およびその製品	^{60}Co γ 線	5	0.02~0.05	害虫の殺滅	米国 (1963)
	^{137}Cs γ 線			"	" (1964)
	電子線			"	" (申請中)
タマネギ	γ 線		0.015 (最大)	発芽抑制	カナダ (1964)
オレンジ	^{60}Co および ^{137}Cs γ 線		0.075~0.20	表面および表層部の微生物の殺菌	米国 (申請中)
包装材料 (1)	γ 線		1.0 (最大)	包装食品の照射保存用	米国 (1964)
" (2)	"		"	"	" (申請中)
" (3)	^{60}Co および ^{137}Cs γ 線		6.0 (最大)	"	" (申請中)
硫酸紙	"		"	"	" (1965)

品照射における世界最初の企業として馬鈴薯照射工場が建設され、1966年春より製品が市場に出て、ここに食品貯蔵の1手段としての放射線利用が第1歩をふみ出した訳である。

わが国においてもこれら欧米の研究に併行して研究が進められて来たが、昭和39年11月のRI会議ではパネル討論が行われ、次いで昭和40年には原子力委員会内に食品照射専門部会が設けられた。また昨年秋に日本食品照射研究協議会が発足して、今まで個々に行われて来たこの分野の研究を総合的に進められる気運となった。今年5月16日より4日間行われた第7回日本アイソトープ会議においても食品照射の部門が設けられ、S.A. Goldblith (MIT), K.F. MacQueen (A.F.C.L.), D.N. Rhodes (Low Temp. Res. Station) の招待講演と共に「食品照

射の実用化に関する諸問題」と題したパネル討論会が理研松山晃氏の座長により行われた。ここでは次の人々の講演が行われ、現時点における問題点をとり上げ、今後の研究、開発に対する方向づけがなされた。

天野 慶之 (東海区水産研究所) ……魚介類
岡 充 (都立 RI 研究所) ……果実と野菜類
浦上 智子 (大阪市大家政学部) ……肉加工品
佐藤友太郎 (農林省食糧研究所) ……穀類
河端 俊治 (国立予防衛生研究所) ……安全性
放射線照射によって食品中に存在するすべての微生物を死滅せしめることはできるが、食品の品質低下が問題となる場合が大部分で、1963年 FDA で許可したベーコンのごとき例は稀と云うべきで、今後の放射線照射の主流は Radiopasteurization の方向に進むべきであると考え

られる。このためにはできるだけ低線量にて目標とする微生物を死滅せしめて品質低下を最少にとどめ、他の防腐方法を併用して、保貯性の向上を計る必要がある。

今後は放射線照射の特質を十二分に発揮できる分野をよく選定して重点的から総合的な研究を行うと共に、より高い立場より食品などの防腐、殺菌問題を検討し、それぞれの特質をよくはあくした上で最適の方法、組合せを決定すべきであろう。

文 献

- 1) J.B. Opfell and C.E. Miller: *Add. Applied Micro.*, **7**, 81 (1965).
- 2) P.M. Borick: *Biotech. Bioeng.*, **7**, 435 (1965).
- 3) 霜: 日本食品工業学会第11回大会シンポジウム講演集, 49 (1964).
- 4) H. Genth: "Microbial inhibitors in food" (Ed. by Molin), 77, Almquist & Wikrell, Stockholm (1964).
- 5) A. D. Lackmann: *Food Eng.*, **36**, (3), 89 (1963).
- 6) 原, 大塚, 高木: 昭和40年度日本醸酵工学会大会 (1965).
- 7) 芝崎: 醸工, **43** (7), 487 (1965).
- 8) H.R. Curran and F.R. Evans: *J. Infect. Disease*, **99**, 212 (1956).
- 9) S.H. Hopper.: *USP* 3,050, 405 Aug. 21 (1962),
- 10) F.I. Skoropad, N.V. Kotelev, K.W. Alman: *Izv. Akad. Nauk. Moldavsk SSR*, (1962) (7), 25,; CA, **59**, 8043f (1963).
- 11) C.W. Bruch and M.G. Koesterer: *Applied Micro.*, **10**, (2), 123 (1962)
- 12) 芝崎: 日本醸酵工学会昭和40年大会シンポジウム(防腐と滅菌) (1965).
- 13) A. Schmitz: *Fette u. Seifen*, **55**, 10 (1953).
- 14) R.E. Pepper and V.L. Chandler: *Applied micro.*, **11**, 384 (1963).
- 15) 芝崎: 日本食品工業学会第12回大会シンポジウム講演集, 13 (1965)
芝崎: 醸酵協会誌, **23** (5), 12 (1965).
- 16) F. Wesley, B. Rourke and O. Darbishire: *J. Food Science*, **30**(6), 1037 (1965).
- 17) G.L. Gilbert, V.M. Gambill, D.R. Spiner, R.K. Hoffman, and C.R. Phillips: *Applied Micro.*, **12**, 496 (1964).
- 18) A. Royce and C. Bowler: *J. Pharm. Pharmacol.*, **13**, 87T (1961).
芝崎, 森田: 未発表.
- 19) F.K. Lawler: *Food Eng.*, **35** (12), 45 (1963).
- 20) F.K. Lawler: *Food Eng.*, **34** (12), 41 (1962).
- 21) 谷川: 日本食品工業学会第12回大会シンポジウム講演集, 27 (1965).
- 22) 松山: 食品工業 **9** (9), 35 (1966).
科学技術庁: わが国における食品照射の現状と問題点 (日本食品照射研究協議会) 昭和41年3月.