

アサマ NEWS レポート

1997-7 No. 59

食 品 衛 生 講 座

59. 英国における狂牛病と台湾産豚の口蹄疫騒動

1996年はわが国の食品業界にとっては災難連続の年であった。1994～95年にかけて英国で10名の新型のクロイツフェルト・ヤコブ病（CJD）が発生したが、1996年3月20日に、英国政府はこれら患者がいわゆる狂牛病一正しくは牛海綿状脳症に感染した疑いがあると発表した。このショッキングなニュースはたちまち世界中を駆け巡り、日本のテレビでも連日のように狂牛病のことが大々的に報道され、病気にかかった牛が前足を折るようにして倒れる様子が報道され人々を不安に陥れた。さらに、5月に入り岡山県下の学校給食で発生した病原大腸菌O157食中毒一正確には腸管出血性大腸菌O157:H7による集団感染症一は7月には大阪府堺市に飛び火し、11月にかけて北は北海道まで含めほぼ全国的に発生し、患者総数が9,000名（うち死者11名）にも達するというかつてない大規模な集団感染症事件に発展した。デマに弱い日本人はたちまち過剰に反応し、狂牛病とO157菌が牛の消化管内容物からしばしば検出されることを結び付けて牛肉が敬遠され、ハンバーガーなど食肉加工品の消費が著しく減退したという。

しかし、実際問題として、わが国では狂牛病にかかった牛肉が輸入されたわけでないし、病原大腸菌O157にしても、堺市の事例で患者の家庭などでの二次感染の発生は見られたものの、発生原因施設はほぼ学校給食に限定されていた。神奈川県三浦市で小学生が「生レバー」を食べて感染した事例や家庭での散発事例を除き、食べる頻度では学校給食に比べられないくらい多い一般のレストランや寿司屋などで食べた食事でO157感染症の発生例はほとんど見られなかったという事実を忘れてはならない。

今回は、昨年から今年にかけ世界的に大きな話題となった英国での牛海綿状脳症一いわゆる狂牛病と、本年3月台湾で発生した豚の口蹄疫（こうていえき）について解説する。

1. 牛海綿状脳症一いわゆる狂牛病一とは

(1) 狂牛病（正しくは牛海綿状脳症、BSE）は、約10年前に英国で初めて見い出され、あっという間に英国全土に広がり、すでに15万5,000頭余りが発病、殺処分されたという。

狂牛病は、羊のプリオン病であるスクレイビーが餌を通じて英国の牛に経口感染したと考えられている。1990年には英国で、牛または羊の内臓を用いた粉末ペットフードを食べた猫が猫海綿状脳症にかかり、今まで75例が報告されているという。日本でも羊のスクレイビーが50例以上報告されている。

1996年3月になって狂牛病が世界的な話題になったのは、3月20日、英国BSE諮問委員会が、新型のヒトのCJD

（クロイツフェルト・ヤコブ病）の患者が、BSE感染牛と関連して発病した可能性があるという発表である。つまり、狂牛病にかかった牛肉を食べるとヒトも狂牛病に感染するかもしれないということである。この衝撃的な報道はたちまち世界中を駆け巡った。英国はヨーロッパ各国に牛肉を輸出しているが、3月25日にEU常任獣医委員会から出された勧告を受け、EU（欧州連合）では、英国からの牛肉等の輸入禁止措置をとった。これは生きた牛、精液、受精卵、牛肉、牛肉製品、牛由来医薬品、化粧品・医薬品原料、ほ乳動物由来肉粉・骨粉が含まれている。

日本では、厚生省が3月26日から、輸入業者に対し英国産の牛肉加工品等の輸入を自粛するよう行政指導した。農水省でも3月27日から当分の間、今まで輸入の可能性のあった英国本土、北アイルランドからの牛肉関連の畜産製品の輸入を全面的に禁止した。

英国政府の発表は全世界に衝撃を与え、牛由来製品の安全性について懸念を生じた結果、WHO（世界保健機関）では、4月2～3日に国際専門家を集めてBSEに関連する公衆衛生問題と、英国政府が正式に報告した新型CJDの出現について検討を行い、「国際専門家による勧告：BSE拡大防止と人への危険の可能性の減少のための対策」を各国政府に勧告した（その内容はここでは省略する）。

(2) クロイツフェルト・ヤコブ病と牛海綿状脳症

従来からヒトの初老期にごく稀に（1/100万人・年間発生率）クロイツフェルト・ヤコブ病（CJD）が発生することが知られていたが、最近、BSEの問題が英国で再燃した。それはヒトの海綿状脳症である新種のCJDが10例発生したという。今までと違って10歳以上の3名を含む42歳以下の若い年代に患者が発病したのであって、しかも通常のCJDとは症状が異なるところから、新しいタイプのCJDと牛海綿状脳症（BSE）との関わりについてにわかに注目されるようになった。

BSEにかかった牛の脳は、脳幹部神経細胞が空洞化して、脳組織があたかも海綿状になることから牛海綿状脳症と名付けられた。感染した牛は2年以上の長い潜伏期の後、行動異常、運動失調などの神経症状を呈し、発病後2週から6か月の経過で死に至る。このため“狂牛病”と呼ばれるようになった。英国では、反芻動物（ことに羊）由来の加熱処理不十分の動物性飼料（肉、骨粉等）を使用したことがBSEの感染の原因とされている。

羊にもスクレイビーと呼ばれる狂牛病に似た症状を呈する病気がある。羊のスクレイビーは少なくとも200年前から知られていて、ヒトが感染したということは全く知られていない。ただ、伝達実験では牛の病原体を羊に伝達することが示されている。

BSEの病原体の本体についての論議はまだ続いているようであるが、中でも“プリオン説”が有力視されている。BSEもCJDも、ウイルスでも細菌でもない感染性プリ

オンによって伝達される「伝達性海綿状脳症」の一群として分類されている。プリオンとは、核酸を欠いた小型の糖たん白で、感受性のヒトの中枢神経の中で、特殊なたん白の産生を引き起こすといわれている。近年、プリオン遺伝子の解析が進んだことから、本病の発病に遺伝素因のかかわる例が明らかになってきた。その結果、CJDの病型は、感染型（医原病型）、遺伝性（家族性）、散発型の3つに分けられるようになった。感染型は、角膜移植や脳下垂体成長ホルモン等の投与による医療行為を介して起きるものである。遺伝性のCJDは、プリオン遺伝子に種々タイプの変異があって、これにかかわって起きるといわれている。遺伝性のものは、CJD全体の10%前後とされている。散発型がCJD全体の90%を占めているが、その発生の原因については全く分かっていないといわれる。CJDが英国で明らかになったことから、WHO（世界保健機関）でもBSEを含めた他のプリオン病との関係を重視するようになった。

(3) わが国におけるCJDおよびBSE対策

現在、厚生省では全国規模でCJDに対する調査（サーベイランス）を行っている。一方、WHOの勧告にしたがって、反芻動物由来の内臓たん白を反芻動物に与えることは禁止されている。農水省も牛および羊における脳病変の調査を行っている。また、家畜伝染病予防法を改正して、羊、山羊、牛の海綿状脳症を伝染性海綿状脳症として「届け出伝染病」に準ずる扱いとしている。

わが国には英国産の牛肉は全く輸入されていないし、乳製品では脱脂粉乳以外は輸入されていないので、われわれの日常生活に“狂牛病”の影響は全くないと考えて差し支えない。一般消費者が行き過ぎたデマに惑わされないよう切望してやまない。

2. 台湾産豚の口蹄疫騒動

(1) 食肉業界の直面する難問「台湾豚の口蹄疫」

昨年の狂牛病問題や病原大腸菌O157問題の余波が収まらないうちに、今年になってわが国食品業界はまたまた新たな難問を抱えることになった。1997年3月に入り、台湾産の豚の口蹄疫騒動が発生し、豚肉相場の高騰を招くなど食肉業界はまた新たな難問に直面した。食肉以外では骨粉、油脂、即席麺等の天然調味料として大量に消費されているポーンエキス業界に少なからず影響があるものと思われる。台湾の豚に発生したウイルス性の家畜伝染病「口蹄疫」のため3月20日に農水省では輸入禁止措置を採った。農水省によると、台湾では1997年3月14日に口蹄疫の発生が確認され、3月26日現在、約14万6,700頭が発症し、うち3万7,643頭が死亡したという。口蹄疫で恐れられているのは、人への感染ではなく、豚への強い感染力と上記のような26%という高い致命率により養豚業者へ直接ダメージを与えることと、輸出入の禁止という豚肉の商品価値を一気になくす経済上の損失である。日本では1908年（明治41年）を最後に発生していない。しかし、農水省では輸入や旅行者による汚染肉の持ち込みを禁止するとともに、輸入済みの肉についても自主的な回収や動物検疫所への届け出を呼びかけるなど、神経をとがらせている。

台湾産の豚の輸入量が国内豚肉消費量の2割近くを占めていたところから、農水省の輸入禁止措置以来、豚肉の取引は一次急騰した。台湾産の豚肉は、冷凍が中心の欧米産と違って、“チルド（冷蔵）”での輸入が年間約8万トと比較的多かったことから、国内産市場の価格を押し上げる要因となった。一方、国内産の豚は生産能力そのものが落ちている。96年の養豚農家数は1万6,000戸、これは10年前の

5分の1で、将来の一層の市場開放を考えると、増産や畜舎増築に踏み込む農家は限られよう。「台湾の輸出再開は5年先」との見方もある中で、自給率の落ち込むことの怖さを改めて見せつけられた形ということができよう。

(2) 口蹄疫とは

口蹄疫は英語ではAphthous feverまたはfoot-and-mouth diseaseと言われ、ウシ、ブタやヒツジなどの偶蹄類が感染するウイルス性の極めて伝染力の強い家畜の伝染病である。口の粘膜と蹄冠部の皮膚に水疱を発するのが特色で、ウシ、ブタが最も感受性が強く、ヒツジ、ヤギは少し低い。アメリカ野牛、ラクダ、シカ、ラマ、ジラフ等にも感受性がある。奇蹄類の馬は感染しない。本病はヒトには感染することはなく、感染した肉を食べても発病はしないとされているが、本病の多発地帯では稀に感染することがあるといわれている。本病はヨーロッパ、アジア、アフリカ、南アメリカ、中央アメリカに見られ、北アメリカ、オーストラリア、ニュージーランドには存在しないといわれる。

(3) 口蹄疫の病原体と感染経路

口蹄疫の病原体は大きさが25nm（ナノメートル、1nmは100万分の1ミリメートル）というウイルス中でも小型で、7つのタイプ（型）に分けられ、おのおの免疫学的に区別される。従って、異なった型のウイルスには重ねて罹ることがある。今回の台湾の事例ではウイルスのタイプ分類が未確認ということで、これに対するワクチンも不足しているといわれる。口蹄疫の感染は、病牛または病原体に汚染した物体に接触することによって起こる。ウイルスは水疱内溶液やその上皮に含まれ、発熱期には血液内にも認められる。唾液、乳汁、糞、尿、肉その他の組織にも認められる。飼料、馬具、車、衣類等でウイルスで汚染されたものはすべて伝播の役割を果たす。

(4) 潜伏期と症状

口蹄疫の潜伏期は3～6日。発病は突然で、高熱を発する。次に口や蹄の水疱が破裂する。口の病変は舌、頬の内側、歯茎、唇等に現われる。食欲が無くなり、激しい流涎がある。口を開放し特色のある音を立てる。脚は腫張し（しゅちやう）し、蹄冠部、蹄の間が発赤する。この部位に水疱ができて、破裂し、ウイルスは拡散する。水疱はさらに乳房、結膜、鼻粘膜など皮膚の薄い部分に発生する。細菌の二次感染は蹄の水疱破裂部から起こり、その他の合併症としては流産、乳房炎、肺炎、敗血症等が起こる。今回報告された台湾のブタの口蹄疫事例では、感染した成豚の26%が死亡したようであるが、ウシでは成牛の死亡率は低く、5%以下といわれている。

(5) 予防

口蹄疫の発生する地方では予防接種が必要な手段となっている。口蹄疫のワクチンには不活性ワクチンと生ウイルスワクチンがある。すでに述べたように口蹄疫ウイルスには7つの型（タイプ）があり、さらに、型の中に亜型が存在することが分かってきて、口蹄疫ウイルスの分類はかなり複雑になってきた。今回の事件で、台湾にはほぼ全国的に口蹄疫ウイルス汚染が広がっていることと、ウイルスのタイプ分類が未確認のため、ワクチン投与もままならないようである。従って、台湾の豚生産の正常化には数年程度と相当な時間がかかると見られている。

いずれにせよ、この事件によって台湾の豚肉生産は壊滅的な打撃を受けることは明らかで、今後わが国では、台湾産に代わる新たな豚肉の供給源をめぐって、米国、カナダ、デンマークなどによる争奪戦が繰り広げられることになる。

（河端俊治：日本食品保全研究会会長・農学博士）

微生物制御に関するトピックス

その6 微生物制御技術の併用効果

有害微生物の制御の目的には大きく殺菌、除菌、静菌、遮断の4つの技術がそれぞれの特性を生かして食品をはじめ広い分野に活用されている。その場合、それぞれ単独の利用によって目的を達成しているが、一方で2つあるいはそれ以上の方法の組み合わせによって単独利用の場合よりすぐれた効果の得られる場合もある。

有害微生物の多様性に対応するために、作用機構の異なる方法を組み合わせることで利用することによってより効果的となり、特に食品の場合その保存性向上と共に品質低下の抑制にも役立つものである。このような併用においては効果が相加的な場合と相乗的な場合がある。

次に殺菌技術を中心にした併用効果例を紹介する。

1) 加熱殺菌における併用効果

加熱殺菌においては、その目的に応じて低温殺菌と高温殺菌とに分けることができるが、いずれの場合にも適用する加熱条件はできる限り温和にして加熱による対象物の品質劣化を避けねばならない。100℃以下の低温殺菌においても好ましくない食品品質の変化を避けることはできないし、まして100℃以上の高温殺菌ではより一層激しい劣化が起こる。

高温殺菌条件の必要な場合は、微酸性ないし中性の食品であって、孢子形成食中毒細菌の死滅条件を最低限適用しなければならない。この場合何らかの手段の併用によって加熱条件が緩和されるときは、省エネルギー効果とともに高温による品質低下の防止に役立つことになる。この目的に利用される併用手段としては化学物質の添加と物理的手段の2つに分けることができる。前者の例としてはすでにこのシリーズ「その1」に述べたナイシンが挙げられる。

表1には熱殺菌の指標菌である*Bacillus*や*Clostridium*孢子の熱死滅に対する食品添加物などの併用効果例をまとめた。酸味料のアジピン酸、シヨ糖脂肪酸エステル、コーヒー成分の添加によって90%死滅率(D)の低下率($\frac{D_0-D}{D_0} \times 100$ D₀:無添加時のD値)が70%以上の高い比率を示している。

表1 添加物の加熱併用効果

殺菌	添加物と濃度	温度(℃)	D値低下率
<i>Clostridium sporogenes</i> PA 3679	アジピン酸、0.5%	115	69.2 ^a
<i>C. botulinum</i> 624	" "	105	91.0 ^a
<i>C. perfringens</i>	" "	105	90.7 ^a
<i>C. thermoaceticum</i>	シヨ糖モノステアレート 250ppm	121	84.0
	シヨ糖モノパルミテート 250ppm	121	87.0
<i>B. stearothermophilus</i>	コーヒー残渣抽出物 500ppm	115	80.0
	シヨ糖モノパルミテート	118	>93.0
		121	71.7

* TDT (加熱致死時間)

一方、卵などの汚染菌であるサルモネラ菌は60℃前後の低い温度条件で死滅するが、液卵、卵黄、卵白の熱安定性の点よりこの温度条件の適用は好ましくない。そのためサルモネラ菌の死滅促進の目的にpHの低下、有機酸やリン酸塩の添加が試みられ、50℃前後の低い温度条件で殺菌可能なことが確かめられている。例えば*Sal. senftenberg*に対してポリリン酸塩0.75%を卵白(pH9.5)に添加するとき、53℃でのD値の低下率が90%にも達する。また0.5~0.75%、pH9.0~9.5、52.2~55.0℃、3.5分の条件も推奨されている。次に示す図1は酢酸を0.1または0.2%添加した場合の*Sal. typhimurium*、*Campylobacter jejuni*に対する加熱併用効果を示している。この図より熱湯消毒に用いる水(Scald water)に酢酸の添加によって52℃で短時間に生菌数を 10^{-4} ~ 10^{-5} 低下させる効果が得られることになる。

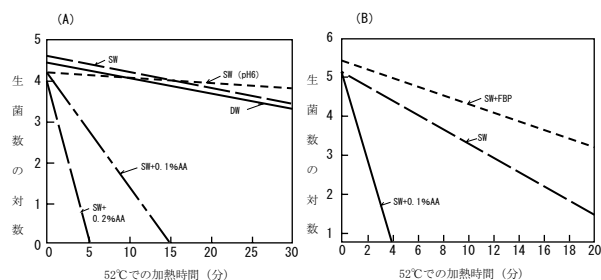


図1. 熱殺菌における酢酸の併用効果

SW: scald water AA: 酢酸 DW: 蒸留水
FBP: 亜硫酸ナトリウム メタ亜硫酸ナトリウム ビルビン酸ナトリウム
(A) *Sal. typhimurium* (B) *Campylobacter jejuni*

真菌ではかびの子のう孢子や厚膜孢子のように熱抵抗性の大きいものもあるが、それ以外の細胞は抵抗性は小さい。しかし環境条件によりかなりの変動のあることが認められているので注意しなければならない。例えば*Saccharomyces*の子のう孢子について、果汁などで糖濃度が高くなると著しくD_{60℃}値が増大するが、エタノールが存在するときはその濃度に応じて著しくD_{60℃}値が低下する。また安息香酸やソルビン酸の存在するときにもD値の低下が認められる。

一方加熱に対する物理的手段としては放射線や紫外線照射があるが、超音波処理の例を次に示す。細胞孢子浮遊液を超音波で前処理するとき熱抵抗性の低下する結果が得られている。例えば*B. cereus*孢子の場合、D_{110℃}=11.5分が超音波前処理によってD_{110℃}=1.5分に低下するし、*B. licheniformis*孢子でもD_{99℃}=5.0分が3.0分に低下している。また牛乳、プディング、果汁を用いた超音波前処理または同時処理によって、リステリア菌のD_{60℃}値の低下率が86%、*Z. baillii*でのD_{55℃}値の低下率が55%の値が示されている。

2) 冷殺菌における併用効果

殺菌剤は単独の製剤として広く利用されているが、他の手段との組み合わせによって殺菌効果の向上の期待できる例も多い。過酸化水素は殺菌料として厳しい制限のもとで利用されているが、無菌充填における包材表面の殺菌の目的に広く利用されている。この場合包材の連続殺菌の目的のために短時間に殺菌効果を上げる必要から高温、高濃度の条件が採用されている。これを実証するための結果は次の如くである。

細菌孢子	H ₂ O ₂ 濃度(%)	温度(℃)	時間(分)	死滅率(%)
<i>B. subtilis</i> A	30	30	20	100
	35	71.1	10秒	"
<i>B. subtilis</i> var. <i>globigii</i>	30	30	>25	"
	35	87.8	4秒	"
<i>B. stearothermophilus</i>	30	30	5	"
	35	87.8	14秒	"
<i>C. botulinum</i>	30	30	20~35	"
	35	87.8	3秒	"

この表では30%の高濃度を採用しても30℃では5~35分の処理時間が必要であるが、70℃以上の温度条件では3~14秒の短時間で殺菌が可能となることを示している。また*B. cereus*、*C. sporogenes*孢子や*Can. albicans*の殺菌には6% H₂O₂では25分以上の処理時間が必要であるが、超音波処理により10分で殺菌することができる。さらに表2に示したように、紫外線照射、加熱、H₂O₂の三者を併用することによって、H₂O₂2.5% (W/V) という低濃度で代表的細菌孢子を短時間に殺菌することが可能で、H₂O₂の残留問題の緩和に役立つことが明らかである。

エタノールは高濃度であるが殺菌剤として広く利用されているが、これにモノグリセライド、酢酸などを併用することにより低濃度のエタノールで殺菌効果のあることが認

められている。図2は*Staph.aureus*、*E.coli*に対するモノカプリンの組み合わせ効果を示している。

表2 細菌孢子に対する紫外線、過酸化水素、加熱併用効果

微生物	生存率(%)		
	UV*	UV+加熱+	UV+H ₂ O ₂ +加熱++
<i>B.subtilis</i> SA 22	1.44	0.23	0.0004
<i>B.subtilis</i> 713	0.89	0.005	0.006
<i>B.licheniformis</i> 100	0.67	1.1	0.0003
<i>B.stearothermophilus</i> 202	0.64	0.14	0.004
<i>B.globigii</i> B17	0.44	0.47	0.008
<i>B.licheniformis</i> 117	0.19	0.019	0.006
<i>B.subtilis</i> 706	0.18	0.42	0.0008
<i>B.subtilis var.niger</i> G12	0.14	0.61	0.002
<i>B.licheniformis</i> 109 2A0	0.067	0.00005	0.0009
<i>B.pumilus</i> 312	0.045	0.73	0.004
<i>B.cereus</i> 818	0.034	0.031	0.001
<i>B.cereus</i> T	0.022	0.038	<0.0001
<i>B.cereus</i> T	0.020	0.061	0.0001
<i>B.subtilis</i> 738	0.0053	0.022	0.002
<i>Clostridium sporogenes</i> PA 3679	0.21	0.0097	<0.0001

*ランプと孢子浮遊液との距離5cm、30秒処理

+UV照射後2mlの試料を採り85℃、60秒処理

+H₂O₂2.5g/100mlを添加した孢子浮遊液を5cmの距離よりUV照射30秒、次いで85℃、60秒処理

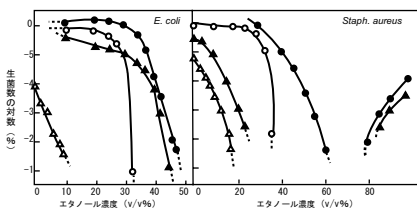


図2. *E.coli*、*Staph.aureus* に対するエタノールとモノカプリン混合物の殺菌作用力

試験溶液……エタノール+0.1 (v/v) %モノカプリン 温度……0℃、20℃
 ● ○ エタノール、0℃ ▲ △ エタノール+モノカプリン、0℃
 ● ○ エタノール、20℃ ▲ △ エタノール+モノカプリン、20℃

このほかフィチン酸、チアミンラウリル硫酸塩などとの組み合わせ系も優れた併用効果のあることが認められている。また、リン酸、有機酸との組み合わせも顕著な相乗効果のあることも示されている。例えばかまぼこ上の大腸菌を6.17%エタノール+3.7%乳酸+0.13%リン酸の混合製剤によって30秒以内に殺菌できるといわれている（この場合、エタノールのみでは75%、H₂O₂では3%を必要とする）。

モノラウリンにEDTA、リン酸、クエン酸の添加によりグラム陰性細菌に対して抗菌作用を示すし、有機酸との併用によってリステリア菌のザリガニ肉上4℃での発育誘導期の延長、有機酸濃度の上昇によって殺菌効果も認められている。またリステリア菌をステンレス鋼片上に付着させた場合にも、浮遊細胞に対する効果より劣るが、付着細胞に対してモノラウリン100μg/ml+酢酸1%の併用効果が認められている。グラム陰性細菌に対してキレート剤（EDTA、リン酸塩など）の添加によってナイシンやリゾチームなどの抗菌作用が出現することも認められている。

放射線照射による有害微生物の殺菌においても加熱殺菌と同様に高線量照射（10KGy以上）と低線量照射（10KGy以下）に区分することができる。このような冷殺菌においてもそれ特有の悪変を食品に与える。従ってこのような放射線照射においては酵素、毒素、ウイルスの不活性化のためには殺菌線量以上の高線量を必要とするし、放射線に対する特有の抵抗細菌の存在も見い出されている。

このため放射線照射による殺菌においては常に上記の点を考慮して照射条件を選定しなければならない。この

ため第1に加熱の併用が古くより考えられている。この場合2つの方式があって、その第1は照射時の温度の上昇（thermoirradiation）であり、これに対して別々に適用する逐次処理方式がある。照射時の温度を上昇するときおおよそ60℃以上で急激に死滅が促進される。例えば*C.botulinum* 孢子では25～65℃でのD値は0.34～0.35Mradであるが95℃では0.17Mradとなる。*B.subtilis*、*B.cereus*、*B.megaterium*、*B.stearothermophilus* 孢子においても70～80℃を超えるとき急激な死滅が認められているし、*Sal.typhimurium* においても緩衝液、卵黄中でも温度上昇と共に放射線感受性が增大することも確かめられている。逐次処理方式ではその適用順序が問題であって、一般に加熱処理してその後照射するときは相加的であり、照射してから加熱処理するときは相乗的な結果が得られている。また*C.perfringens* 孢子を対象とするとき、加熱、照射併用効果をリン酸緩衝液（pH7.0、システイン、レサズリン添加）中で検討された結果、93℃、98℃、103℃であらかじめ加熱してから0～4℃でガンマ線照射したときは放射線死滅速度は変わらないが、逆にあらかじめ0～4℃でガンマ線照射しておくとき次に示すようにその後の加熱による死滅速度は著しく増大することが認められている。

照射線量 (Mrad)	D (分)		
	93℃	98℃	103℃
0	62	11	1.1
0.3	27	4.8	0.64
0.5	17	3.7	0.42
0.7	15	1.9	0.31

さらに食中毒細菌について食品上での加熱と放射線照射との併用効果も認められている。例えば骨抜き鶏肉中の*Sal.typhimurium* について、60℃、3分処理後、0℃で0.9KGyの照射を行うときは6.4log 10 生菌数低下し、加熱前に照射する場合には8.9log 10 低下する結果が得られている。あらかじめ照射した後加熱処理する場合、加熱処理を遅らせても十分D値の低下効果が認められているが、この事実より照射とは別の施設での加熱処理を行っても十分逐次処理効果が期待できることとなる。

放射線照射に対して多数の増感剤が見い出されているが、食品照射において利用できるのは有機酸塩と塩漬剤である。食肉などの完全殺菌指標菌である*C.botulinum* 孢子を供試した牛肉缶詰について亜硝酸ナトリウム（200ppm）、硝酸ナトリウム（1000ppm）、食塩（2.5%）の添加によって商業的殺菌線量（3～5Mrad）を2.0Mrad照射によって毒素生産、缶膨張を防止できることが認められている。

以上のほか、超音波前処理によっても微生物の放射線増感効果のあることも示されている。

超高圧による殺菌において細菌孢子に対しては50～60℃の高温度条件の適用が必要であり、この場合にも超高圧、加熱、低線量照射の組み合わせや超高圧、リゾチーム、ナイシン、EDTAの4者組み合わせの有効なことが発表されている。

以上殺菌技術に対する色々の組み合わせの併用効果の例を紹介したのであるが、それぞれの微生物に対する作用機構よりその併用効果を予測できるまでの域には未だ到達していないので、今後も多くの試行錯誤を続けねばならないであろう。

（芝崎 勲：大阪大学名誉教授）

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp
 http://www.asama-chemical.co.jp

・本社／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285
 ・大阪営業所／〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889
 ・東京アサマ化成／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854
 ・中部アサマ化成／〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830
 ・九州アサマ化成／〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
 ・桜陽化成／〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061