

アサマ NEWS パートナ

2006-03 NO. 111

バイキン博士の衛生雑談

腐敗と食中毒

4. リステリア

リステリア感染症事例

リステリア菌（リステリア・モノサイトジェネス *Listeria monocytogenes*）は20年余り前から人の食品由来病原菌として知られるようになった。1981年春頃、カナダで頻発していた重い脳脊髄膜炎の原因がこの菌であることが分かり、市民・食品業界だけでなく、世界中の微生物関係者に大きな衝撃を与えた。たまたまアメリカに出張していた私は、当時メリーランド大学副学長であったリタ・コルウェル教授に「ウシオ、リステリア・モノサイトジェネスのことを知っている？」と聞かれた。よく知らないけれども動物の病原菌ではないか、と答えると、彼女はそれが人の病原菌にもなることが分かって、大騒ぎをしていると、その間の経緯を話してくれた。

それ以後もリステリア菌による食中毒は欧米各地で頻発している。表1にはその代表的な事件例を示す。表に示すようにこの菌による病気の死亡率がきわめて高いのが特徴で、それ故に特別に警戒される。

表1 欧米でのいくつかのリステリア菌食中毒

年	事例
1981	カナダ：キャベツコールスロー 41名が発症（妊婦34名）、6ヶ月間にわたる 新生児15名、成人2名が死亡
1985	アメリカ：カリフォルニア産ソフトチーズ 142名が発症（妊婦93名）、8カ月にわたる 死者48人、30人は死産児・新生児
1983-1989	スイス西部 ソフトチーズ（生乳原料） 122名が発症（妊婦65人）、4年間にわたる 死者31人
1987-1989	英国 パテ（工場の製品） 355名が発症（妊婦185人）、死者94人
1992	フランス、豚舌のゼリー寄せ 279名が発症（妊婦、新生児92人）、10カ月にわたる 死者85人（死産22、生後死7） 妊婦以外は61%が何らかの既往症
1998-1999	アメリカ、肉製品（Sara Lee社製品） 患者101人、妊婦15人、8カ月にわたる 死者21人（流産・死産6人）

わが国では大きなリステリア菌感染症はまだ知られていない。2001年に北海道でつくられたナチュラルチーズを食べた人たちの中で2人が頭痛・発熱を訴え、また、20人からリステリア菌が検出された。この事件がわが国で報告された最初のリステリア集団食中毒になる。幸い、この事件をおこしたリステリア菌は毒力の弱い菌型であったため、症状は軽いものだった。この事例とは別に、年々おそらく80人ほどのリステリア感染症があることを奥谷たちは推定している。

リステリア菌とその感染症

リステリア属には現在6種のリステリア種が登録されている。多くは動物の病原菌として古くから知られているものだが、その中でリステリア・モノサイトジェネスだけが人の病原菌でもある。リステリア種の細菌はグラム陽性、周在性のべん毛をもって運動する。孢子（芽胞）はつけない。

この菌による病気の特徴は潜伏期が非常に長い（1～6週間）ことで、そのため原因の追求が難しい。一ヵ月はおろか一週間前から食べたものを順に思い出せといわれても、できる人は殆どいないだろう。このことがリステリア菌食中毒の発見を遅らせた大きな原因だと考えられる。また、健康な人はこの菌による病気は起こらず、免疫力のおとろえた人や妊婦が特異的に発病することももう一つの原因だろう。

原因になる食品を食べた後、腹痛・下痢などの食中毒症状がでることもあるが、比較的軽く、この菌による重い病気はその後に菌が体内に入り、増殖することによって発症する。インフルエンザ様の症状に引き続いて敗血症、脳膜炎、脳脊髄膜炎などが起こる。妊婦の場合、本人が回復しても胎児の感染による死産が起こり、また、脳脊髄膜炎による新生児の死亡が高率に起こる。

18世紀の始めに王位にあったイギリスのアン女王は19人の子供を身ごもったが14人は流産、残りの5人も生後間もなく、あるいは10歳になるまでに死んでしまった。そのためスチュワート朝は絶え、ハノーバー朝に代った。イギリスの王権はこれを機に衰え、代わって議会の勢力が確立したといわれる。アン女王が健康な子供を産めなかった原因は彼女が慢性のリステリア菌保菌者だったからだという推測が出されている。

リステリア菌の分布

リステリア・モノサイトジェネスは細胞壁の固いグラム陽性細菌で、比較的乾燥に強く、また0℃の低温にも生育する。この菌の本来の住み家はまだ突き止められていないけれども、このような性質は、それが中緯度・低緯度地域の土の表面であることを推測させる。しかし、この菌の広がる範囲は、土や農作物だけでなく、畜肉、魚介類、乳、乳製品などにおよび、それぞれかなりの高率で見られる。多くの動物もリステリア・モノサイトジェネスを腸内にもっているし、ヒトも1～10%の割合で腸内にこの菌が見られる。わが国でもリステリア菌の分布は多くの研究者によって調べられており、そのような調査の結果が奥谷たち(2004)によってまとめられている。それをさらにまとめた結果が表2である。これを見ても広範な食品がリステリア菌の汚染を受けていることが分かる。

表2 食品中のリステリア菌の検出

食品の種類	検出 %	食品の種類	検出 %
畜肉		加熱せずに食べる食品	
牛肉-ブロック	5.1	ハムサラダ	13
牛肉-スライス	27	ハム	0
牛ひき肉	22	生ハム	0
牛レバー	15	食肉製品	6.8
豚肉-ブロック	8	乳・乳製品	0
豚肉-スライス	32	ケーキ	0-1.3
ブタひき肉	19	日常食品	1
鶏-全体	15	豆腐	0
鶏-スライス	42	弁当	0.7
魚介		そば	0
鮮魚介	1.5	オムレツ	0
魚介加工品	4	野菜加工品	0.3

リステリア菌の規制

リステリア菌がきわめて危険な病原菌であるものの、自然界や食品にこの菌が広く分布していることから、この菌に対する規制は複雑な問題になる。

アメリカでは加熱せずに食べる食品にリステリア菌が検出されると、製造業者がその製品を“自主的に”回収することが義務づけられている。したがって、食品回収（リコール）の年々の記録を見ると、原因細菌がリステリア菌であるという事例は非常に多く、病原菌検出による回収事例の半数以上はリステリア菌が原因になっている。

回収によって受ける企業の損害は大きい。1999年にはソー・アップル・ヴァレイという著名な畜産会社がリステリア菌検出に伴って1万3千トン余りのソーセージ製品を回収、これがかき分けとなって同社は倒産し、後、同業者に買収された。2002年にはピルグリムズ・プライドというアメリカで二番目に大きな鳥肉企業の製品がリステリア菌に汚染されていることが分かり、この企業は約1万2千トンもの製品（鶏おぼろ七面鳥）を自主回収した。この回収によって同社は当然ながら大きな打撃を受け、責任者（CEO）は辞任し、株価は24%以上も下がるという騒ぎになった。また、このリコールにたいする食品安全検査局（FSIS）の監視がずさんだったことが明るみに出て、監査が行われ、報告書が農務省が出されている。ここにあげた2つの回収騒ぎでは、実際にこれらの企業の製品でリステリア菌感染症がでたという形跡はない。リステリア菌は自然環境にもさまざまな食品にも広く分布しているため、この菌が検出されただけで即回収というのは厳しすぎる規制という声も大きい。

グルメの国フランスではタンのゼリー寄せ、ナチュラルチーズ、リエット（肉のペースト）のような冷蔵して生で食べる食品によるリステリア菌感染症が多発してきた。乳製品にたいしては当初製品25グラム中にリステリア菌ゼロ、消費者の手に渡るまでの流通段階では1グラム中100以下という規制が行われていた。しかし、リステリア菌があらゆる環境にふつうに生存していることを考えると、ゼロという規制は非現実的であるという異論も多く、食品流通の過程を通して1グラム中100以下に抑えるという考え方に変わってきている。これまでの感染症事例の調査から、この程度の汚染数ではその食品を食べてもリステリア感染症になるリスクはきわめて低いという結論に、この考え方は基づいている。ヨーロッパ連合でも加熱せずに食べる動物由来食品については流通段階においてリステリア菌が1グラム中100を越えないとする基準を設けている（2000年、EU委員会決定）。

わが国ではリステリア菌に対する法的な規制はまだつくられていないが、輸入されたチーズ、食肉製品食品にリステリア菌が検出された場合はアメリカにならって自主回収を求めるという措置をとっている。

リステリア菌食中毒の防止

リステリア菌は0℃の低温でも、また、低い水分活性（20℃で0.92まで）、あるいはpH4.4のような環境でも増殖するので、管理は難しい。ただ、低温度、低い水分活性、低いpHなどの要因を組み合わせると、比較的穏和な条件でも増殖を阻止できる。また、リステリア菌は加熱には弱いので、70℃程度の加熱で殺すことができる。

健康な人には感染しないとはいっても、リステリア菌は、免疫機能の衰えている老人・妊婦・乳児・病人には危険な病気なので、生で長期間保存され、そのまま食べるような食品（ナチュラルチーズ、ハム・ソーセージ、スモークサーモンなど）を食べることは、このような人たちにとっては注意が必要である。とくに妊娠している女性はこのような食品を加熱せずに食べないことをすすめる。

文献

Okutani A., Y. Okada, S. Yamamoto and S. Igimi: Int.J. Food Microbiol., 93 131-140, 2004

（清水潮 元東京大学、広島大学教授）

有害食品微生物制御のための最新動向

その13 非加熱殺菌技術の進展（I）

有害微生物の制御技術の内、殺菌の目的には加熱が主として利用されているが、必ずしも万能なものでなく、冷殺菌技術の利用が必要である。冷殺菌技術としては、薬剤、放射線、超高圧、紫外線などが注目される。今回これら非加熱殺菌技術の現状を紹介することにした。

1. 放射線照射の進展

第二次大戦後の原子力の平和利用として放射線照射が注目された。放射線の食品照射への利用研究は、米国、ソ連が中心となって進められた。表1に示すように照射線量別に利用目標が定められて研究が進められた¹⁾。その結果、60有余年を経て国際原子力機関（IAEA）²⁾ が発表した食品照射を法的に許可している国は52ヶ国に達し、照射食品

表1 放射線照射の応用例

照 射 品 目 と 目 的	所要線量 (Mrad)
高線量照射 (1.0Mrad 以上)	
ベーコンの完全殺菌とその後の室温貯蔵	4～6
食品の特殊材料（香辛料、セロリ種子など）の完全殺菌	1～3
凍結温度での肉類、魚類の完全殺菌	3～6
医療用具（縫合糸、プラスチック注射筒、包帯、ガーゼ、メスなど）および医療品の完全殺菌	2.5
原料羊毛の病原菌の殺菌	2.5
低線量照射 (0.1～1.0Mrad)	
枝肉や包装魚介類の0～4℃における貯蔵期間の延長	0.2～0.5
果実、そ菜類の微生物の殺滅による貯蔵期間の延長	0.1～0.5
加熱殺菌法との組み合わせ照射	0.1～1.0
冷凍卵、ココナッツ、肉類、畜産加工品などのサルモネラ食中毒の防止	0.5～1.0
家畜飼料中のサルモネラ菌、腐敗菌、害虫の殺滅	0.1～1.0
乾燥野菜の水もどし時間の短縮	0.25～2.5
最低線量照射 (0.1Mrad 以下)	
肉類の病原寄生虫の防除	0.01～0.1
殺菌の虫害防止	0.07～0.05
馬鈴薯、タマネギなどの根菜類の発芽抑制	0.006～0.01

は229品目となっている。229品目の内訳は、果実類48、野菜類55、穀類41、肉、魚など68、その他17となっており、照射目的としては、1) 根菜類などの発芽抑制、2) 生鮮野菜、果実などの害虫駆除、成長抑制、3) 穀類、豆類の害虫駆除、4) 肉、魚などの寄生虫、食中毒微生物の防除、5) 乾燥野菜、果実、スパイス、肉、魚介の加工品の害虫駆除、食中毒微生物の防除となっている。

多品目を許可している国（10品目以上）を挙げると、アルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、ブラジル、中国、チリ、コスタリカ、クロアチア、キューバ、フランス、ガーナ、ハンガリー、インド、イスラエル、韓国、メキシコ、オランダ、ニュージーランド、パキスタン、ロシア、南アフリカ、シリア、タイ、トルコ、ウクライナ、英国、米国、ユーゴスラビアとなっている。20ヶ国以上で許可しているものは、鶏肉、にんにく、マンゴー、玉ねぎ、馬鈴薯、米、スパイス、小麦、野菜調味料となっている²⁾。

2. 放射線照射による微生物殺菌効果

微生物の放射線感受性は加熱と類似していて、グラム陰性細菌が最も大であり、細菌胞子が最も抵抗性が大きい。唯加熱と異なる点は *Micrococcus* (*Deinococcus*)、*Pseudomonas*、*Streptococcus* に属する細菌、ウイルスが細菌胞子に劣らない抵抗性を示すことである。表2は代表的な食中毒菌のリン酸緩衝液中での90%死滅線量(D₁₀, kGy)を示している。これらの値は照射条件などで変動することはいうまでもない。

表2 リン酸緩衝液中でのD値

菌	D ₁₀ 値(kGy)
大腸菌	0.1～0.2
緑膿菌	0.06
ネズミチフス菌	0.16
サルモネラ・エンテリティディス	0.13
リステリア・モノサイトゲネス	0.16
黄色ブドウ球菌	0.13
腸炎ビブリオ菌	0.035
ボツリヌス菌	1.6
枯草菌	1.4
セレウス菌	1.1
麹カビ	0.20
アスペルギルス・フラバス	0.24
酵母菌	0.36

表3は最近発表された種々の食材中での食中毒細菌の殺菌効果をまとめている。表2のD₁₀値に比べて食品中では高線量の必要性を示しているが、D₁₀値が1.0kGyを超える例は見出されない。従って食中毒細菌の殺菌のためには食材の品質の劣化がなければ10kGy以下の線量照射で十分目的が達成できる。

表3 食材照射におけるD値

対象微生物	食材	D ¹⁰ (kGy)	著者
<i>E.coli</i> 0157 : H7	もやし	0.30, 0.34	Rajkowski及びThayer(2000) ⁴⁾
<i>Salmonella</i> spp	碎牛肉	0.46, 0.54	Thayer及びBoyd(2001) ⁵⁾
<i>E.coli</i>		0.39	
<i>Sal. anatum</i> 他3菌種	オレンジジュース	0.35~0.71	Niemira et al(2001) ⁶⁾
<i>Sal.mhandaka</i>	アルファルファ種子	0.81	Thayer et al(2003) ⁷⁾
<i>E.coli</i> 0157 : H7	ブロッコリ種子	1.11, 1.43	Rajkowski et al(2003) ⁸⁾
<i>Salmonella</i> spp		0.74~1.10	
<i>Salmonella</i> spp	レタス	0.23~0.30	Niemira et al(2003) ⁹⁾
<i>E.coli, Sal.typhi</i>	碎牛肉	0.126, 0.519	Chiasson et al(2004) ¹⁰⁾
<i>E.coli</i> 0157 : H7	リンゴサイダー	0.25~0.34	Wang et al(2004) ¹¹⁾
<i>E.coli</i>	キャベツ、	0.19, 0.17	Khattak et al(2005) ¹²⁾
<i>Sal.panatyphi</i>	キュウリ	0.25, 0.29	
<i>Staph. aureus</i>	碎牛肉	0.51	Thayer及びBoy(2001) ⁷⁾
<i>Staph. aureus</i>	すり身	0.34	Jaczyoski(2003) ¹³⁾
<i>Staph. aureus</i>	ハム、	0.62	
	チーズなど	0.03	Lamb et al(2002) ¹⁴⁾
<i>List. monocytogenes</i>	野菜	0.50, 0.61	Niemira(2002) ¹⁵⁾
"	レタス	0.19, 0.20	Niemira et al(2003) ⁹⁾
"	碎牛肉	0.35~0.66	Mendona et al(2004) ¹⁰⁾
"	冷凍サンドイッチ	0.71~0.81	Clardy et al(2002) ¹⁷⁾
"	ready to eat meat	0.53~0.59	Sommer(2003) ¹⁸⁾
"	"	0.42~0.49	Sommer及びBoyd(2005) ¹⁹⁾
"	"	0.27~0.30	

次に示す例では殺菌目的は達成できるが、品質の悪変が認められているものである。

Folegら(2002)²⁰⁾はオレンジジュースでは2.4~2.65kGyの線量で*L.monocytogenes*、*Sal.enteritidis*を5log低下することができるが、0.7kGy以下の線量で香味悪変を認めている。Nieminaら(2003)¹⁵⁾は冷凍野菜(ブロッコリ、コーン、リヌビーン、ピース)は-20℃で3.9~4.6kGyの線量で5logの殺菌が可能であったが、軟化の認められるものがあった。Sommerら(2002)²¹⁾はハムに汚染させた*L.inocua*について、真空一蒸気処理、放射線照射により殺菌できるが、製品の構造や脂質酸化、色調変化を避けることができなかったが、両処理の併用により品質劣化を防止している。Sommerら(2003)¹⁸⁾は二酸化ナトリウム0.5%添加したボロニアソーセージ上の*L.monocytogenes*は3.0kGyで殺菌できるが、赤色度変化、脂質酸化、剪断力の変化することを認めている。

Kikuchiら(2003)²²⁾は大豆の除菌のためには20kGyの照射により達成できるが、著しく大豆の品質の劣化(発芽能低下、脂質酸化など)することを認めているが、ソフト電子線照射により品質低下なく殺菌目的を達成している。Rajkowskiら(2002)⁸⁾は2kGy以上の線量でブロッコリーの種子の保存性が延長されるが、種子、もやしに悪影響があった。

Bariら(2005)²³⁾はアルファルファ、ラディッシュ、ヌングビーン上の*E.coli* O157:H7を乾熱と2~2.5kGy線量照射により殺菌できるが、発芽、もやしに対し悪影響のあることを認めている。Kittapalliら(2003)²⁴⁾は大麦汚染の*Fusarium*は10kGy以下の線量にて除去が可能であったが、それ以上では発芽率の低下が認められた。

以上示したように最近の放射線照射の研究は食中毒細菌を対象とするものが大部分であるということができる。

3. 我が国の現状

我が国では1950年後半頃より農、畜、水産、醗酵の分野で放射線照射の研究が開始され、1963年科学技術庁原子力委員会が発足した。以来国家的施策として7品目、すなわち馬鈴薯、玉ねぎの発芽防止、米麦の害虫防除、ウインナーソーセージ、水産練製品の貯蔵期間の延長、みかん表面の殺菌について、照射方法、品質への影響、安全性、健全性の検討が行われることとなった。その結果として1971年8月に馬鈴薯の発芽防止を目的とする放射線照射が法的

に許可された。そして1974年より北海道札幌において⁶⁰Coを線源とするガンマ線照射が行われることとなり、年間2~3万トンの馬鈴薯が処理されて来た。その他6品目については1988年頃までに研究は完了したが、その後その結果の利用は進展せずに現在に至っている。しかしながら食品以外の分野では、表4に示したように放射線照射施設が設置され、工業、医療、農業の分野に利用されていて、その

表4 我が国の受託・社内照射施設設備の発展

企業名	稼動年	放射線	業務	MCi/MeV·kw	所在地
日本アイソトープ照射(協)	1970	ガンマ線	受託	廃止	栃木県
ラジエ工業	1973	ガンマ線	受託	1MCi	群馬県
テルモ	1983	ガンマ線	社内	8MCi	山梨県
ラジエ工業	1984	ガンマ線	受託	2MCi	群馬県
コーガアイソトープ	1987	ガンマ線	受託	2MCi	滋賀県
JMS	1987	ガンマ線	社内	2MCi	広島県
ニッショウ	1998	ガンマ線	社内	3MCi	秋田県
旭メディカル	1998	ガンマ線	社内	2MCi	大分県
日本照射サービス	1990	電子線	受託	5MeV,200kW	茨城県
ラジエ工業	1991	電子線	受託	5MeV,150kW	群馬県
ホギメディカル	1992	電子線	社内	10MeV,20kW×2	茨城県
伸晃科学	1995	電子線	受託	5MeV,150kW	石川県
ホギメディカル	1996	電子線	社内	10MeV,25kW	茨城県
ラジエ工業	1998	ガンマ線	受託	3MCi	群馬県
日本照射サービス	1998	ガンマ線	受託	3MCi	茨城県
西日本照射サービス	1998	電子線	受託	5MeV,150kW	大阪府
原子燃料工業	1999	電子線	受託	10MeV,200kW	大阪府
日新電子ビームサービス	2000	電子線	受託	3MeV,150kW	群馬県

表5 我が国の放射線利用の経済規模

工業利用	72,627億円
照射設備、放射線計測機器、非破壊検査	5,240億円
医療用具放射線滅菌	2,841億円
放射線加工(高分子架橋・分解、塗装硬化、グラフト)	10,987億円
半導体加工	53,559億円
農業利用	1,167億円
ジャガイモ芽止め(食品照射)	19億円
殺菌滅菌(食品包装材、BIB)	62億円
ウリミバエ駆除(沖縄、奄美群島、小笠原)	84億円
突然変異育種(イネ、ナシ、大豆、ほか)	973億円
アイソトープ利用(RI供給、環境放射能測定、他)	29億円
医学・医療	11,900億円
医科画像診断(X線、核医学、CT)	10,302億円
放射線治療・検査	566億円
歯科画像診断・治療	1,032億円
保健診療に含まれない最先端医療	5億円

経済規模が表5のように示されている²⁵⁾。

2000年12月になって漸く全日本スパイス協会が香辛料の微生物汚染の低減化を目標とする放射線照射の許可申請がなされることとなった。しかし現在迄これについて何らの進展もみられない。

一方学術的な分野では、1965年11月に日本食品照射研究協議会が発足し、食品照射並にこれに関連する学術、産業の振興を図ることを目的として、研究会、講演会などの事業が推進されることとなり機関誌「食品照射」の発行もすでに39巻となっている。最近発表された題目を次に示す。Vol35(2000)伊藤：大腸菌及び関連細菌の放射線感受性に及ぼすフリーラジカルと培養基の影響、中馬ら：各種培養温度条件での大腸菌の放射線殺菌効果、Vol36(2001)伊藤：照射細菌芽胞の耐熱性変化、良本及び伊藤：乾燥野菜等の形状および成分の放射線殺菌に及ぼす影響、Vol37(2002)水倉ら：日本茶付着微生物の製造工程分布と放射線感受性、古田ら：⁶⁰Coガンマ線照射食品中の微生物増殖挙動の解析、Vol38(2003)伊藤：照射糖培養液の微生物生育に及ぼす影響、Vol39(2004)安部ら：加熱調理したセルローズを多く含んだ照射食品中のラジカル減衰挙動

平成10年4月に発足した放射線照射利用促進協議会(京都)は放射線の利用促進と知識普及を目的に活動している。

一方、昭和48年5月に発足して既に32年を経過している日本防菌防黴学会においては有害微生物制御を目的としていることより、折にふれて放射線照射の問題を取り上げてきた。

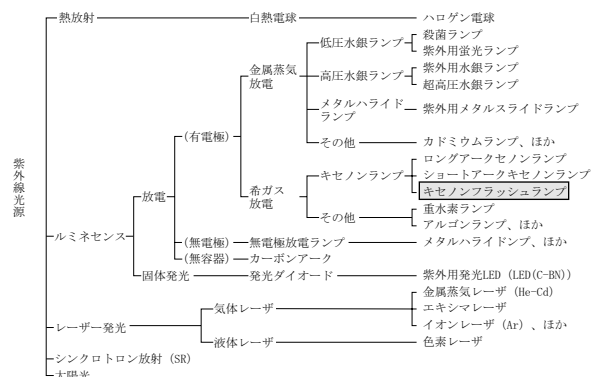
4. 紫外線照射

紫外線はガンマ線、X線、高速電子線に比べて保有するエネルギーは極めて低いが、有機物分子を励起することによって微生物を死滅させることができる。紫外線の波長は100~400nmの範囲にあって次のように細分されている。UVA315~400nm、UVB280~315nm(人間の皮膚を変化、ガ

ン発生)、UVC200～280nm(殺菌領域で細菌、真菌、ウイルス、原虫を死滅させる)。真空UV域100～200nm(殆んどすべての物質に吸収され真空中でのみ伝播する)。

紫外線はその発生光源により図1のように分類されている。

図1 紫外線光源の分類



るが²⁶⁾、一般には水銀ランプが多用されている。

微生物の紫外線感受性は一般にグラム陰性細菌が最も大でかびが最も抵抗性が大である。加熱、放射線と異なり特異的な現象として光回復が認められ、紫外線照射後可視光線にさらされると死滅が回復することが認められている。例えば次のように4log低下線量が光回復をさせるため2倍以上の線量を必要とする。

E.coli 50～100J/m² (180～280J/m²)、*Sal.typhimurium*130(250)、*Yer.enterocolitica*100 (320)、*Ps.aeruginosa*110(190)(括弧内は光回復の場合)²⁷⁾

紫外線はガンマ線のように物質分子をイオン化するのではなく核酸や蛋白質分子を励起するにすぎず、例えばDNAでは隣接するチミンが結合してチミンダイマーを形成し、遺伝情報が攪乱されて細胞を死にみちびくとされている。

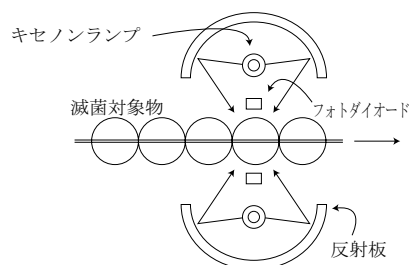
従来より紫外線の利用分野は材料表面付着菌の処理、用水、液状食品、空気殺菌などに利用されており、殺菌効果の増強を目的としてオゾン、過酸化水素、加熱との併用も報告されている²⁸⁾。

最近の紫外線に関する微生物制御については環境管理技術²⁹⁾にまとめているので、ここではキセノンフラッシュランプによる閃光パルス殺菌について述べることにした。

閃光パルス殺菌については、Barbosa-Canovasら(2000)³⁰⁾、高見(2001)³¹⁾、木下(2002)²⁶⁾の解説が見出されるが、米国Pure Pulse Technology Inc.が開発したPure Brightの利用についてすでにFDAが許可を与えている。このシステムは数KVの高電圧直流によるキセノンランプ中での放電によるもので200～2000nmの波長域を示し、450nm付近で波長ピークがある。このシステムの特徴を示すと、1秒間に1～10回発光させ、通常の紫外線ランプの1/10～1/20の短時間に殺菌効果があり、発光時間は数百nsから数nsであるが、消費電力は紫外線ランプとかかわらないとされている。例えば*B.subtilis*胞子を20mmの照射距離、3回フラッシュで6log低下、*A.niger*胞子1回照射で6log低下効果があり、用水、枝肉表面殺菌は1～2秒で達成されるといわれている。

川俣ら(2000)³²⁾はパルス光滅菌装置(図2)を用い、注射液の滅菌を行っている。その場合、滅菌保証として用いられる菌株(*B.subtilis* var. *niger*, *B.stearothermophilus*, *B.pumilus*)、紫外線抵抗菌(*Asp.niger*, *Deinococcus radiocurans*)、一般細菌(グラム陰性菌、陽性菌夫々3菌種)、酵母を日局20%ブドウ糖注射液ポリエチレンボトル品に10⁶個接種してパルス光滅菌を行った。

図2 パルス光滅菌装置構造



滅菌条件：5 mJ/cm²、260nm、パルス回数1回で無菌性保証レベル10⁻⁶が達成されている(表6)。滅菌後の品質評価を115℃、30分、121℃、20分加熱のものと比較した結果を表7に示しており、照射による品質変化のほとんどない。

表6 殺菌効果例

パルス数	1パルス	2パルス	3パルス
エネルギー	1.4×10 ²	8.7×10 ²	1.2×10 ²
300J	93.5%	99.5%	99.93%
500J	1.1×10 ⁴	6.7	0
1000J	99.92%	99.996%	99.9999%以上
	0	0	0
	99.9999%以上	99.9999%以上	99.9999%以上

対象菌：枯草菌(芽胞)(初発菌数：1.7×10⁵CFU)

(上段：残存菌数、下段：殺菌率)

表7 20%ブドウ糖注射液の滅菌後の品質評価結果

滅菌条件	pH	導電率(mS/m)	5-HMF(A284)	レブリン酸(A263)	ギ酸(A210)
滅菌前	5.68	0.094	0.002	0.003	0.002
パルス光1回照射	5.60	0.138	0.001	0.002	0.011
パルス光2回照射	5.30	0.158	0.001	0.001	0.010
パルス光3回照射	5.19	0.211	0.001	0.002	0.016
115℃30分加熱	4.35	0.963	0.088	0.062	0.173
121℃20分加熱	4.10	1.535	0.257	0.142	0.177

ことを認めている。

Warrinerら(2001)³³⁾はUV-Excimer laser(Kryptonfluoride excimer laser light, 248nm)について、カートン土の*B.subtilis*胞子の殺菌処理を行い、通常の殺菌法より有効な結果を得ている。

Krishnomusthyら(2004)³⁴⁾はパルスUVlight(キセノンランプ)を*St.aureus*の浮遊、寒天上の細胞について5秒で7～8logCFU/mlの低下を認めている。

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

参考文献

- 1) 芝崎：新・食品殺菌工学、326、光琳(1983)
- 2) JAPI News Letter Supplement, Vol.5 No. 3 放射線照射利用促進協議会
- 3) 伊藤：FFIジャーナルVol.209 No. 12, 104(2004)
- 4) K.T.Rajkowski & D.W.Thayer: J.Food Prot (JFP) 63 891(2000)
- 5) D.W.Thayer & G.Boyd: JFP 64 1624(2001)
- 6) B.A.Niemira et al: JFP 64 614(2001)
- 7) D.W.Thayer et al: J.Food Sci(JFS) 68 1777(2003)
- 8) K.T.Rajkowski et al: JFP 66 760(2003)
- 9) B.A.Niemira: JFS 682 184(2003)
- 10) F.Chiasson et al: JFP 67 1157(2004)
- 11) H.Wang et al: JFP 67 1574(2004)
- 12) A.B.Khattak et al: JFP 68 105(2005)
- 13) J.Jaczynski & J.W.Park: JFS 681 086(2003)
- 14) J.L.Lamb et al: JFP 65 1800(2002)
- 15) B.A.Niemira et al: JFP 66 1406(2004)
- 16) A.F.Mendonca et al: JFP 67 470(2004)
- 17) S.Clardy et al: JFP 65 1740(2002)
- 18) C.Sommer: JFP 66 819(2003)
- 19) H.Sommers & G.Body: JFP 68 164(2005)
- 20) D.M.Foley et al: JFS 67 1495(2002)
- 21) C.Sommer et al: JFP 65 1981(2002)
- 22) O.K.Kokuchi et al: JFS 68 648(2003)
- 23) M.L.Bari et al: JFP 66 767(2003)
- 24) B.Kittapalli et al: JFP 66 1241(2003)
- 25) 武久：防衛防衛29(4)269(2001)
- 26) 木下：食品工業45(2)34(2002)
- 27) S.K.Sastry et al: JFS Supplement 90(2000)
- 28) 芝崎：改訂新版：新・食品殺菌工学、348、393、光琳(1998)
- 29) 芝崎：環境管理技術22(6)1(2004)
- 30) G.V.Barbosa-Canovas et al: JFS Supplement 82(2000)
- 31) 高見：食品機械装置38(7)48(2001)
- 32) 川俣：防衛防衛28 113(2000)

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