

# アサマ NEWS

# パート六

2012-11 No. 151

## 食品微生物の制御

### 微生物を利用して危害微生物を制御する

食品は腐敗細菌や危害細菌に汚染されやすく、これらの汚染防止と、汚染した時には、それらの細菌類の除去に努めることが必要である。また、完全に除去しえなかった微生物は、殺菌し、不活化し、生育を阻害し、食品腐敗阻止や病気の発生を阻止することが必要で、そのため的手段あるいは技術が必要である。これには、

加熱殺菌、滅菌、冷凍、冷蔵、乾燥、放射線殺菌などの物理的技術  
 保存料、殺菌料などの化学的技術  
 pHの変化、水分活性の変化、脱酸素剤やガス置換剤などの環境調節技術  
 香辛料、燻煙材、天然物や微生物の利用による微生物抑制技術

などを、危害性微生物の制御のために挙げることが出来る。この中で、微生物を利用して有害微生物を制御する技術は、古くから人の食料の保存に利用してきたもので、ほとんど全ての発酵食品がこれに当たる。この技術に依る時は、多くの場合食品は、独特の香りを発し、時には極めて良好な食欲をそそる風味を有し、健康上有益な成分を含み、しかも安全な食品として提供され得る。しかし、食品保存と安全性の向上にこの技術を利用するだけのために、十分に科学的な研究開発を行ってきたかと言えば、疑問が残るかも知れない。

例えば、微生物により危害微生物を制御しようとする時、利用できる微生物の種類は限られる。特にカビ、酵母など生産成分が発酵原料として必須の物を除き、細菌の場合は、非常に限られた種類しか安全性の面から使用できない。唯一広く使用できるのは乳酸菌で、他には一部のプロピオン酸菌並びに納豆菌のみであろう。

それ故、ここでは主として乳酸菌による危害微生物制御について紹介する。

### 1. 病原性危害細菌の制御を目的として乳酸菌を利用する

乳酸菌を利用して有害細菌を制御しようとする場合、通例は種菌となるスターターカルチャーを選定して、かなり大量の菌量を食品に加え、有害菌の制御に当てる。しかしこの際、スターターカルチャー選定の基準は、食品としての良好な風味の形成、発酵食品としての好ましい発酵の進捗維持、適切な有機酸の形成、好ましくない副生物例えばディアセチルやアセトアルデヒドの形成の少ないことなどであり、危害微生物を例えば選択的に殺菌あるいは発育抑制する能力に依って選定するのではないことであろう。

しかしここでは現在行われているスターターカルチャーによる危害微生物の制御の中で、特に意図的に危害微生物の制御に絞った使い方の技術例を示す。

#### 1.1. 中温性乳酸菌スターターカルチャーを冷蔵食品中の危害細菌の制御に利用する

Ray は、中温性乳酸菌による危害細菌制御の試みをまとめている<sup>1)</sup>。まず、中温性乳酸菌の高菌量を、腐敗しやすく病原菌汚染がある冷蔵中の食品に添加しておく、その食品の保存温度が高くなった時には、中温性乳酸菌が増殖を開始し、酸を生成してpHを低下させ、有害細菌の生育を阻止ないし低下させる。Rayの報告は、その一例で、*S. diacetylactis* の $10^6$ /gの菌量を食品へ添加すると、*S. aureus*の生育を、25℃以上の温度での培養期間中に2ないし3 logCFU/g程度生育を阻害し、さらに1ないし2%のグルコースの添加はより保存性の高い肉製品に変化させ、*C. botulinum* や *S. aureus* に対する安全性が高められたと報告している<sup>1)</sup>。

Leeらは、*P. cerevisiae*の生存菌体と放射線殺菌した菌体を用意し、生存菌体は比較少量(1%以下程度)使用するが、温度上昇に応じて添加細胞が生菌のため、保存中に菌が分裂し、急速且つ大量に有機酸を生産することなど不都合なことが起こる。しかし放射線殺菌した乳酸菌細胞、すなわち、 $10^{12}$ /mlの凍結*P. cerevisiae*の細胞を、Co60で0.75Mrad照射で殺菌し、グルコース溶液で $10^9$ cell/mlに希釈し、一連の実験に供するような多量の菌体を食品中に存在させると、食品の保存温度が上昇した時には、菌体が増殖することなしにグルコースを急速に有機酸に変化させる。保存肉の37℃での保存は、pHを数時間後には5以下に低下させ、*C. botulinum* や *C. perfringens*、或は*S. aureus*の生育を阻止した。照射乳酸菌を添加したハムと燻製の七面鳥製品は、冷蔵下に1カ月以上安定な状態で保存したが、その間、風味や色調に変化はなかったと報告している<sup>2)</sup>。

亜硝酸を含むベーコンの加熱調理では、亜硝酸と2級アミンとの反応によって発がん性のニトロサミンが形成される。この反応を防ぐために、亜硝酸のレベルを低下させると、*C. botulinum*の生育と毒素産生リスクが増大する。ここに*L. plantarum*とともに、0.9%の砂糖を添加すると27℃で7週間保存しても、40ppmの亜硝酸レベルで、*C. botulinum*芽胞による毒素の産生は抑制された<sup>3)</sup>。

#### 1.2. 危害細菌制御のために、冷蔵食品に生きているスターターカルチャー細菌細胞を添加する

中温性あるいは高温性乳酸菌の生きている細胞を冷蔵食品に高菌量添加し、その食品の安全性と保存性を高めるのが、この技術の目的である<sup>1)</sup>。この際、乳酸菌細胞は低温のため生育しないが、食品中の腐敗ないし病原菌の生育を阻害し生残性を低下させる。乳酸や他の有機酸は生産されず、生きている乳酸菌細胞は他の種類の抗菌性ある化合物のキャリアーとして或いは生産機械として働いていると推定されている。

チーズやバター製の製造で*Leuconostoc cremoris*の細胞を原料乳に加えるとグラム陰性の低温細菌を3.5から7℃での生育を阻害する。さらに新しい報告では*S. lactis* ssp. *diacetilactis*, *L. cremoris*, 及び*Leuconostoc dextranicum*は効果的にグラム陰性の低温細菌の生育を低下させた。*S. diacetylactis*の1%レベルの添加はカテージチーズ中や滅菌ミルク中の*Pseudomonas putrefaciens*(最近では*Alteromonas putrefaciens*)の生育を73℃で21日間抑制した。他の実験では、 $2.5 \times 10^7$ /mlの細胞数のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>産生性の

*L.bulgaricus* は、生乳中で、5℃で *P.fragi* や幾つかのグラム陰性の運動性桿菌などに対し殺菌及び静菌的作用を示し、そして、その抗菌活性は産生された過酸化水素量に比例していた。

肉或いは肉製品での乳酸菌スターターカルチャーは、好氣的細菌の生育を阻害する。冷蔵ミンチ肉は、菌数が多く保存性は高くはない。これらの細菌は *Pseudomonas*, *Alteromonas*, および *Achromobacter* で、何でも低温で生育し、蛋白質や脂肪を分解する。*L.citrovorum* の培養物を摩細ビーフに10%加え、7℃で7日間保存中、好気性菌の生育を阻害したと報告された。*S.lactis* の細胞の濃縮凍結物は、1%乳糖を加えることは必要だが、腐敗細菌の生育を抑制した。乳酸菌培養物を加えた摩細肉の pH は5.0から4.5に低下していた。しかし、乳酸のみを肉に添加して pH を同じレベルまで低下させても、乳酸菌の添加によって pH を低下させた時の生育抑制には及ばなかった。乳酸菌培養物の作用は pH 低下と、他の阻止要因の結合したものであろうとされた。なお、培養物の添加は摩細肉の香りも色にも変化を起さなかった。

その他の多くの研究でも、幾つかの乳酸菌の肉への添加によって、低温で4日間の保存で多くの低温細菌の99%が死滅したことなどが報告され、これらの研究でも乳酸菌は生育しておらず、その抗菌活性は  $H_2O_2$  に依ったものだと結論されている。

乳酸菌の混合培養物を新鮮なビーフステーキ表面に噴霧することで7℃、4日間の貯蔵期間中、低温性のグラム陰性腐敗細菌の生育を抑制することが報告されている。また、バクテリオシン生産性の *Pediococcus* をソーセージミックスに加えると、埋め込まれた *L.monocytogenes* の細胞を減少させた。

Smithらは、ミンチしたビーフ肉に、ビーフ、アルファルファの芽出し、ホットドッグなどから分離した4株の *L.acidophilus* を、肉中に  $10^7$  CFU/g 添加、*E.coli* O157:H7 の4株のカクテルと、*S.Typhimurium* および *S.Eneritidis* の5株のカクテルを  $10^7$  CFU/g 接種し、5℃で保存した。保存中の危害細菌に対する殺菌作用は、特に *Salmonella* に対して顕著で、5日間で  $10^6$  CFU/g 以上の菌数をほぼ無菌状態にしたと報告している(図1)。しかもこのときの保存は乳酸菌の生育の起こらない低温で行われているので、匂いや色の変化は全く認められなかったという<sup>4)</sup>。

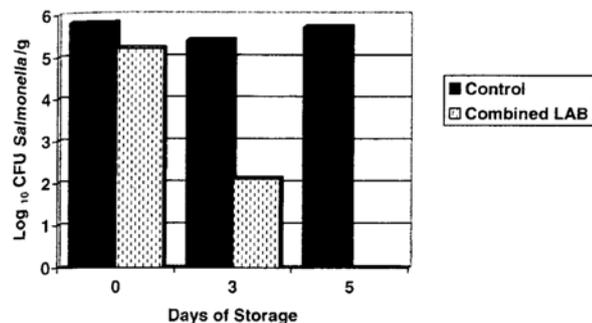


図1 乳酸菌混合培養物によって *Salmonella* 菌カクテル接種菌の50℃ 14日間のビーフステーキ培養中の菌数変化

## 2. *Carnobacterium piscicola* による食品保存と安全性向上

*C.piscicola* はやはり乳酸菌の1種で、最初鮭から分離され、その後海産物や肉から分離された。しかし、この乳酸菌は発酵食品のスターターカルチャーとしては利用されてこなかった。この細菌は、比較的低温で生育することから、*L.monocytogenes* などの低温性病原性菌制御の可能性を追求する研究が行われ、しかも、バクテリオシンの生産性の可能性が高いにもかかわらず、有害細菌の制御機構は有機酸の生産、過酸化水素、バクテリオシンなどに依らずして病原性菌を制御する微生物として注目されている。

*C.piscicola* の微生物抑制作用が実験的に検討され始めたのは、1990年頃からで、始めは抗菌活性を有するバクテリオシン生産株の利用から始まったようであるが、その作用特性についての報告は、1997年 Buchanan, R. L. によって、*C.piscicola* と *L.monocytogenes* の混合培養によって、両者の相互関係が明らかにされ、*L.monocytogenes* に対する抑制作用は、バクテリオシン生産には関係なく、相互の栄養成分の奪い合い競合に基づくものであることが明らかにされた<sup>5)</sup>。

その後、Nilsson, L.らはスモークサーモンの *L.monocytogenes* の制御に *C.piscicola* を利用しようと考え、真空包装スモークサーモンの優勢種として幾株かの *C.piscicola* を分離し、これらを *L.monocytogenes* の制御に役立てようとした<sup>6)</sup>。使用株の中で、特にバクテリオシン生産性の *C.piscicola* A9b 株は有効で、*L.monocytogenes* を5℃で30日間の保存で、 $<10$  CFU/g に減少させた。しかし、バクテリオシン非生産性の *C.piscicola* A10a 株は、*L.monocytogenes* 数を減少させはしなかったが、増殖は阻止することが出来た。この現象に対し、Nilssonらは、バクテリオシン非生産性の *C.piscicola* によってスモークサーモンの *L.monocytogenes* を制御しようとし、*C.piscicola* A9a からバクテリオシン生産能を欠落させた株を作り出し、*L.monocytogenes* に作用させると、バクテリオシンの生産性をなくした欠落株のみで、バクテリオシン生産株と同様に *L.monocytogenes* を制御することが出来た。この *C.piscicola* の活性の理由は、*C.piscicola* と *L.monocytogenes* の間で主としてグルコースを中心とした栄養素の取り合いが原因であるとしている<sup>7)</sup>。

山崎らも、冷凍すり身から分離したバクテリオシン生産性の *C.piscicola* CS526株および、バクテリオシン非生産性の *C.piscicola* JCM5348株によって、冷蔵スモークサーモンの *L.monocytogenes* の阻止を試み、4、12、及び20℃の3段階の温度に保存したスモークサーモン上では、*C.piscicola* CS526株では、*L.monocytogenes* の菌数は  $10^6$  CFU から  $>10^1$  に、12℃保存1日で低下させた。しかし、*C.piscicola* JCM5348株の存在下では、4℃で僅かの抑制が認められたほかは、殆ど *L.monocytogenes* の抑制は認められなかったと報告している<sup>8)</sup>。

また極めて最近 *C.piscicola* によってカニ肉の *L.monocytogenes* 制御の試みが報告されたが、あまり完全ではないが、確かに *C.piscicola* の接種によって、*L.monocytogenes* の菌数は減少傾向はみられている<sup>9)</sup>。

また極めて最近 *C.piscicola* によってカニ肉の *L.monocytogenes* 制御の試みが報告されたが、あまり完全ではないが、確かに *C.piscicola* の接種によって、*L.monocytogenes* の菌数は減少傾向はみられている<sup>9)</sup>。

## 3. その他の乳酸菌の利用による食品危害微生物の制御

### 3.1. *Bifidobacterium* による危害微生物制御

1989年金子らによって提示された例は、脱脂乳で培養した *B.longum* の粉末製剤を食肉製品の微生物学的品質改良と風味改善剤として開発されたもので、金子らの示す効果例をみる限りは、非常に期待される効果を示している<sup>10)</sup>。この粉末製剤には、殆ど生菌は含まれず、生成した乳酸と酢酸が主成分として存在し、さらに未知の抗菌性を有するかもしれない成分が含まれ、乳酸と酢酸のそれぞれ単独では得られない強い作用を示す。

製品は、1.5ないし2.0%添加した生ソーセージ中で、一般細菌数、乳酸菌数、低温細菌数、大腸菌群数を顕著に低下させている。*Bifidobacterium* は、乳酸と酢酸を生産し、中にはグラム陰性細菌を阻止するバクテリオシン様化合物を生産するものがあることが知られているので、金子らの提示したものは、このような特徴的なものかもしれない。

### 3.2. 芽出し食品の危害微生物制御

カイワレ大根やアルファルファの芽出し食品には、*Salmonella* と *E.coli* O157:H7の汚染と芽出し過程での増殖が多くみられ、多数の患者の発生と死亡例も見られる。1999年米国FDAは芽出し食品の安全性に関する評価と取り扱いに関する勧告を出している<sup>11)</sup>。乳酸菌による有害細菌の発育阻止と殺菌は、奥田らによってカイワレ大根由来の *Lactococcus lactis* SNWI がカイワレ大根の大腸菌並びに *E.coli* O157:H7を短時間に殺菌することを示した<sup>12)</sup>。

一方アルファルファの芽出しについては、Wilderydykeらがやはりアルファルファ由来の乳酸菌の *L.lactis* subsp. *lactis* がアルファルファ定着性に優れ、*Salmonella enterica*, *E.coli* O157:H7および *L.monocytogenes* を阻止殺菌することを示し、乳酸菌による有害細菌の制御が可能であることが報告されている<sup>13)</sup>。

## 4. 今後の開発の可能性ある報告

*Oenococcus oeni* による食品由来の病原性細菌の生育阻止

## 食品加工と微生物

Chiang, I-Y らは極めて最近、ワインのマロラクティック発酵を起こす乳酸菌の1種である *Oenococcus oeni* (かつては *Leuconostoc oenos*) が食品由来の有害性病原細菌に対し広い抗菌活性を示すことを報告し、食品の安全性向上と保存に利用できる可能性を示唆している<sup>14)</sup>。この報告の活性を見る限りは、*O.oeni* の興味ある活性であるが、マロラクチック発酵には、本菌のみならず *L.delbrueckii*, *L.casei*, *L.brevis*, *L.fermentum*, *L.mesenteroides*, *P.cerevisiae*, *P.parvulus*, *S.lactis*, *S.malolacticus* などとも関与すると報告されており<sup>15)</sup>、なお続報による詳細な研究結果の待たれるところである。しかし、マロラクチック発酵はワインの製造では起こりやすく、時にはワインの品質安定にも利用されている乳酸菌の生産物だとすれば、有効物質の本体の確認と、安全性の十分な確認が急がれるところであろう。なお本報告の実験では、マロラクチック発酵用の培地を使用し、テストした24株の *O.oeni* から作用の強い株を選び、25℃で8日間培養し、平板上にスポットし、被検菌を接種した軟寒天を重層して阻止帯を見ている限りは明瞭な阻止帯が写真で示されている。被検菌は *E.coli* O157:H7, *Salmonella* Enteritidis, *L.monocytogenes* の3種で、グラム陽性、陰性菌の双方に作用し、その活性は pH7.0 の緩衝液で完全に消失し、過酸化水素、タンパク分解酵素では阻止帯は消失せず、乳酸や酢酸のような有機酸、エタノール、アセトアルデヒド、ジアセチルなどではないことが報告されていて、従ってこの抗菌物質は、現在では未知の作用物質である。

### 5. 要約

微生物によって、有害微生物を制御し、生の食品の腐敗を防止し、安全性を高めるには現状では乳酸菌を利用するのが現実的な方法であることを紹介した。この方法に依る限り微生物のみでの実施はかなり困難で、有機酸、過酸化水素、バクテリオシン、ディアセチル等の化学物質の活性を利用して有害微生物制御を行うことが現実的で、化学的物質の作用なしに制御を実施するには、*Carnobacterium piscisida* による栄養成分の摂取競合のような場合に限られる。化学成分には現状でなお新しい活性体を示唆する報告もあるが、現状では全く実用性の有無は明らかではない。

#### 引用文献

- 1) Ray, B. Cells of Lactic Acid Bacteria as Food Biopreservative in Food Preservatives of Microbial Origin pp81-101 (1992) CRC Press, Boca Raton
- 2) Lee, W.H., et al. Controlled Fermentation and Prevention of Undesirable Bacterial Growth U.S. Patent 3794739, (1974)
- 3) Tanaka, N., Meske, L.M., Doyle, M.P., Traisman, E., Thayer, D. and Johnston, R. W., Plant trials of bacon made with lactic acid bacteria, sucrose and lowered sodium nitrite. *J. Food Prot.* 48, 679 (1985)
- 4) Smith, L. Mann, J.E. Harris, K., Miller, M.F. and Brashears, Reduction of *E.coli* O157:H7 and *Salmonella* in Ground Beef Using Lactic Acid Bacteria and the Impact on Sensory Properties. *J. Food Prot.* 68, 1587, (2005)
- 5) R.T. Buchanan and Lori K. Bagi, Microbial Competition: Effect of Culture Conditions on the Suppression of *L. monocytogenes* Scott A by *Carnobacterium piscicola*. *J. Food Prot.* 60, 254 (1997)
- 6) Nilsson, L. Gram, L. and Huss, H. H., Growth Control of *L. monocytogenes* on Cold Smoked Salmon Using a Competitive Lactic Acid Bacteria Flora. *J. Food Prot.* 62, 336 (1999)
- 7) Nilsson, L., Hansen, T.B., Garrido, P., Buchrieser, C., Glaser, P., Knochel, S., and Gram, L., Growth Inhibition of *L. monocytogenes* by a nonbacteriocinogenic *C. piscicola*. *J. Appl. Microbiol.* 98, 172 (2005)
- 8) Yamazaki, K., Suzuki, M., Kawai, Y., Inoue, N., and Montville, T. J., Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Cold-Smoked Salmon by *Carnobacterium piscicola* CS526 isolated from Frozen Surimi. *J. Food Prot.* 66, 1420 (2003)
- 9) Gutierrez, C., Jahncke, M., Sumner, S., Hackney, C., Inhibition of *L. monocytogenes* by *Carnobacterium piscicola* in Fresh and Pasteurized Crab Meat. *Food Protection Trends* July 384 (2012)
- 10) 金子勉、森浩晴、鈴木英毅、重松幹二、加来正猛、乳酸粉末による食肉加工品の微生物学的品質並びに風味改善効果、月刊フードケミカル (10) p98 (1989)
- 11) National Advisory Committee on Microbiological safety evaluation and recommendations on sprouted seeds. *Int. J. Food Microbiol.* 52, 123, (1999)
- 12) 奥田敏郎、内田晋紀、中村真理、遠藤明仁、岡田早苗、カイワレ大根由来乳酸菌 *L.lactis* による大腸菌 O157:H7 及び大腸菌群の排除、防菌防酸30、405 (1989)
- 13) Wilderdyke, M. R., Smith, D. A. and Brashears, M. M., Isolation, Identification, and Selection of Lactic Acid Bacteria from Alfalfa Sprouts for Competitive Inhibition of Foodborne Pathogens. *J. Food Prot.* 67, 947 (2004)
- 14) Chiang, I-Yuan, Worobo, R. W., Churey, J. J., and Henick-Kling, T., Growth Inhibition of Foodborne Pathogens by *Oenococcus oeni*. *J. Food Sci.* 71, (1) M15 (2012)
- 15) 北野一好、ワイン醸造における乳酸菌の働き、小崎道雄編著 乳酸発酵の文化 譜 pp166 (1996) 中央法規出版、東京

(松田敏生 フードスタッフ研究所)

### 浅漬けによる食中毒

本年8月、北海道の高齢者施設やホテルなどで白菜浅漬けを原因とする腸管出血性大腸菌 O157 による集団食中毒事件が発生した。下痢や腹痛を訴えた患者は169人に達し、幼児や高齢者を中心に8人が溶血性尿毒症症候群などを発症して死亡した(2012年9月28日現在)。発生原因は、白菜などの原料野菜、使用水、従業員からの汚染ではなく、製造工程における衛生管理の不備とされた。また、従業員に対する健康管理や衛生教育の不徹底も指摘されたが、問題となる製造工程は特定できておらず、感染源や感染経路については不明である。

#### 1. 浅漬けが原因となった食中毒事件

加熱殺菌を行った漬物や酢漬け、発酵漬物など酸味のある漬物では病原大腸菌は死滅するので問題はないが、浅漬けや浅漬け風キムチ、いわゆる「和風キムチ」のように非加熱で酸味の弱い漬物が問題となる。これらの浅漬けや和風キムチにおける腸管出血性大腸菌を原因とする食中毒事件は過去にも数件発生している。

##### i) カブ浅漬けによる集団食中毒事件

2000年6月、埼玉県の老人保健施設において腸管出血性大腸菌 O157 による7名の患者と1名の保菌者が発生し、患者のうち3名が死亡した。調査の結果、カブの浅漬けが原因とされ、発生要因としては、カブの洗浄に済み置いた電解水(次亜塩素酸水)を使用しただけでなく、殺菌に有効な塩素濃度に達していなかっただけでなく、製造マニュアルになかった作業が不適切に行われたことが原因とされた。<sup>1)</sup>

##### ii) 「和風キムチ」による集団食中毒事件

2001年8月、埼玉、東京、群馬で「和風キムチ」を原因とする腸管出血性大腸菌 O157 による集団食中毒事件が発生した。埼玉県にある全寮制児童自立支援施設では、生徒ら13名が食中毒症状を示し、うち5名が入院した。同時期に東京で13名、群馬で1名が発症している。本食中毒の原因食品は埼玉県内の漬物業者が製造した「和風キムチ」であることが判明している。<sup>2)</sup>

##### iii) キュウリ浅漬けによる集団食中毒事件

2002年6月、福岡市の保育園において腸管出血性大腸菌 O157 による食中毒事件が発生した。感染者は、園児、職員、園児の家族を含む112名に達し、症状を呈した患者は90名に達した。そのうち溶血性尿毒症症候群(HUS)を起こした者は6名で原因食品はキュウリ浅漬けであることが判明した。しかし、使用食材からは原因菌が検出されなかったため発生経路は明らかにできなかったが、その後の保健所での感染実験において O157 が付着すれば容易に浅漬け中で増殖することが確認されている。<sup>3)</sup>

##### iv) 浅漬けが強く疑われた集団食中毒事件

2005年10月、香川県高松市の公営老人福祉施設と丸亀市の特別養護老人ホームで腸管出血性大腸菌 O157 による集団感染が発生した。43名が感染し、そのうち6名が死亡した。調査の結果、保存してあった給食の浅漬けから O157 が検出されたが、製造工場や他製品から検出されなかったことから、原因不明ということになった。しかし、浅漬けから検出されたこともあって浅漬けが汚染されていたことが強く疑われる事件であった。<sup>4)</sup>

このように我が国における腸管出血性大腸菌 O157 による食中毒事件のほとんどは浅漬けや和風キムチが原因である。したがって、これらの製造における衛生管理の重要性が理解できよう。

腸管出血性大腸菌を含めた漬物を原因とする食中毒事件の1987年から2010年までの発生件数をまとめたものを図1に示した。図からもわかるように年毎の発生件数には増減がみられるが、そのほとんどが浅漬けや和風キムチが原因である。図2は同様に食中毒の月別発生件数をみたもので、7~9月の気温の高い夏季に集中していることがわかる。このことから夏季における食中毒対策が極めて重要であることを示している。また、図3は食中毒菌の種類と発生件数についてまとめたものである。

原因菌のほとんどは腸炎ピブリオであり、それにサルモネラ、病原大腸菌、黄色ブドウ球菌が加わる。

これからもわかるように、漬物製造における食中毒菌対策としては、浅漬けや和風キムチのように非加熱で酸味が弱い（概ね pH4.5以上）漬物に集中しており、それらの漬物に対して特に注意を払う必要がある。また、対象となる食中毒菌としては、腸炎ピブリオ菌、サルモネラ菌、黄色ブドウ球菌、腸管出血性大腸菌をあげることができる。特に、今回の食中毒事件のように症状が重篤で死亡する場合があります、かつ少量の菌数（10～50個程度といわれている）で感染する腸管出血性大腸菌に対する対策が極めて重要である。しかし、現在、漬物で食中毒が起きていない食中毒菌からも目を離してはならない。特に重篤な症状を示すリステリア菌は、畜肉製品における汚染が主であるが、海外ではリステリア菌に汚染されたキャベツが原因となった食中毒事件も起きている。リステリア菌は、自然界に広範囲に分布しているだけでなく、冷蔵庫のような低温環境でも緩やかに増殖し、食塩耐性もあることから漬物業界においては注意しておく必要がある。なお、加熱殺菌が行われる小袋包装品では、耐熱性のボツリヌス菌による食中毒の可能性が指摘されるが、ボツリヌス菌をキュウリおよびザーサイのしょうゆ漬け（pH4.7～4.9）に接種した試験では、常温で90日間保存した後もボツリヌス菌の増殖や毒素産生は認められなかったことが報告されている<sup>5)</sup>が、注意すべき菌の一つであろう。

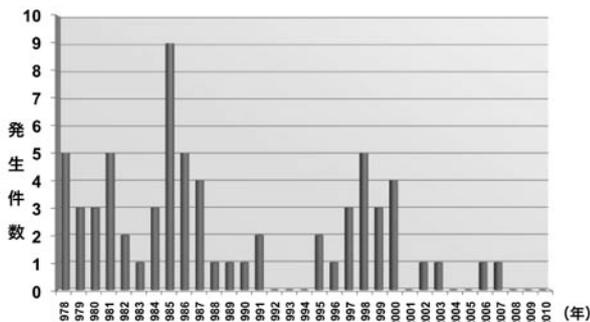


図1 漬物を原因とする食中毒発生病件数（1978～2010）

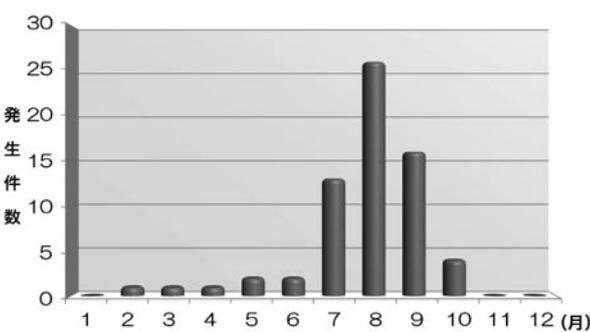


図2 漬物食中毒の月別発生病件数（1978～2010）

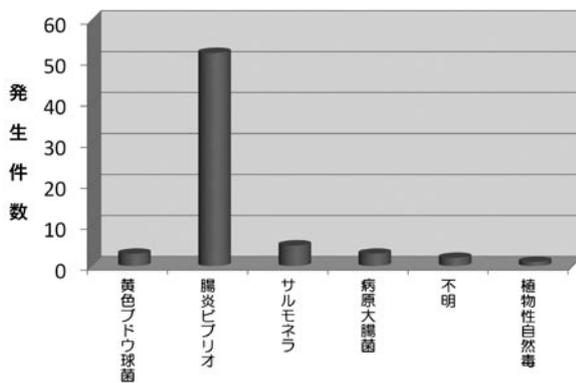


図3 漬物食中毒の原因菌と発生病件数（1978～2006）

### 5) 浅漬けにおける一般細菌の挙動

浅漬けや和風キムチは漬物の中では微生物の影響を最も受けやすい。市販浅漬けの生菌数をみると少ないものでは1gあたり1000個程度のももあるが、大部分のものは1万から100万個で、時には1億個近くに達しているものもみられる。宮尾ら<sup>6)</sup>は浅漬けの保存中における一般細菌の挙動について報告している。生菌数が100万以上になると調味液は白濁し、浅漬けとしての商品性は急速に低下する。この白濁は多くは微生物の増殖によって生ずるものであるが、白濁し始める頃は、シュドモナス、フラボバクテリウム、エンテロバクターなどのグラム陰性菌が主要な原因菌であることが多い。白濁が進行するとロイコストック、エンテロコッカスやラクトバチルスなどの乳酸菌が主要な原因菌となる。このような微生物の増殖は乳酸を主とする有機酸の蓄積を起こすために、結果的には酸味の上昇、野菜の色調変化、風味の低下を招き、浅漬けの品質を低下させることになる。しかし、逆に食中毒菌の多くはpHの低下により減少あるいは死滅する。それでは腸管出血性大腸菌 O157が浅漬けを汚染した場合どうであろうか。これに関しては香川県で発生した食中毒事件を契機として行われた試験がある。砂原らは、白菜、みぶな、野沢菜を対象に腸管出血性大腸菌 O157を1gあたり1000～10万個接種した場合の浅漬け（食塩1.9～2.6%、pH5.2～5.3）におけるO157の消長について試験を行っている。その結果、4℃で保存した場合、7日後までは菌量の変化がみられなかったことから、O157に一旦汚染された場合には、菌が生残する可能性が高いことを示唆している<sup>4)</sup>。

集団食中毒により患者は大きな健康被害を受け、ときには死亡に至る。食中毒事件を起こした企業は社会的信用を失墜するだけでなく、倒産に陥ることも少なくない。患者に対する補償問題も生じる。また、工場で働く従業員やその家族の生活まで奪うことにもなる。さらには一工場に留まらず関連産業全体にも深刻な影響を及ぼすことになる。今回の白菜浅漬け食中毒事件は、食品の製造に関わる者にとって食品衛生管理の重要性を再認識するだけでなく如何に社会的責任が重いかを強く自覚させるものであった。

#### 引用文献

- 1) 病原微生物検出情報 21 : 272-3, 2000
- 2) 病原微生物検出情報 22 : 135-9, 2001
- 3) 尾崎延芳ら：福岡市保健環境研究所報, 28, 120 (2003)
- 4) 砂原千寿子ら：香川県環境保健研究センター報告、
- 5) 石村勝之ら：広島県衛生年報 24, 39 (2005)
- 6) 宮尾茂雄ら：日本食品工業学会誌, 25, 327 (1978)

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

## 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