

アサマNEWS パートナ

2005-5 No.106

食品衛生ミニ講座

食品加工と微生物 その29 抗菌物質による微生物制御

食品添加物に対する消費者の意識

われわれは毎日かなりの種類の食品添加物を口にしている。加工食品には必ずと言っていいほど、腐敗防止、酸化防止、品質改良、着色、漂白、調味などの目的で多種種類の添加物が用いられているからである。これらのうち微生物抑制を目的として用いられる殺菌剤・保存料は、冷蔵などの貯蔵技術が十分普及せず、食糧も十分でなかった時代の貯蔵法として広く用いられてきたものである。最近はまだ食品の低塩・ソフト化傾向の中で、日持ち向上（保存性の確保）のためよりこれらの保存料に頼ろうとする傾向が強い。

従来安全ということで用いられてきた添加物の中には、タール系色素や、ニトロフラン化合物（殺菌料）、過酸化水素（殺菌料）、チクロ（人工甘味料）のように、ガンを誘発したり、染色体（遺伝子）異常を生ずるものなどがあることが、次々と明らかになり、消費者は添加物、とくに化学合成品の使用を敬遠する傾向にある。

添加物のうち、保存料や殺菌料、日持ち向上剤などは基本的に微生物の細胞や代謝などに障害を与えることで殺菌したりその増殖を抑制するものである。微生物といえどもその成分や代謝、遺伝の基本的な仕組みはヒトと共通しているので、微生物細胞に害を与える化学物質の中にはヒトにも影響を与える可能性があるかもしれないという不安がある。そのためコンビニやスーパーでは「保存料無添加」を強調した弁当や惣菜を見かけたりする。

現在わが国では平成7年の食品衛生法の改正により、いわゆるポジティブリスト制が導入され、食品添加物は、厚生労働大臣が指定したものしか使用できなくなっている。説明は省略するが、現在表1のような化合物が用いられている。

表1 微生物の増殖に影響する化合物（松田）

種 類	化 合 物 名
保存料	安息香酸（塩）、プロピオン酸（塩）、パラオキシ安息香酸エステル、ソルビン酸（塩）、デヒドロ酢酸（塩）
殺菌料	塩素および次亜塩素酸（塩）、過酸化水素
防霉剤	オルトフェニールフェノール（塩）、チアベンダゾール、ジフェニール
アミノ酸	グリシン
有機酸	酢酸（塩）、乳酸、クエン酸、アジピン酸
乳化剤	グリセリン脂肪酸エステル類、ショ糖脂肪酸エステル類
漂白剤	亜硫酸（塩）、亜塩素酸（塩）
塩類	縮合リン酸類
その他	アルコール類、亜硝酸塩

一方、伝統的な食品技術の中には、燻煙成分（フェノール類、アルデヒドなど）や発酵産物（アルコール、乳酸、酢酸など）、岩塩に含まれる硝酸塩（塩蔵肉に使用）などのように保存手段として生かされてきたものもあり、これらについては長い食経験のなかで安全性が実証され

ているとする考えが強い。

天然由来の抗菌性物質

昔は食べ物の包装に竹の皮や笹の葉、柿の葉などを用いていた。表面がつるつとしていて密着性がよく、香りがよく、入手しやすいなどの理由で重宝されたと思われるが、これらの葉に抗菌物質が含まれていることが知られている。また、ワサビやカラシのような香辛料の成分にも抗菌作用があることがかなり前から知られている。

天然物だから必ずしも安全とはいえないが、長い間の食経験により安全性が確保されていると考えることができるため、天然物由来の抗菌物質に関する研究開発が盛んに行われている。しかし今後はこれらの天然添加物も安全性の評価が求められることになる。表2の物質はこれまで抗菌効果があると報告されているものの例である。すでに食品添加物（化学的合成品以外）として厚生省のリストに収録されているものもあるが、これらは合成保存料に比べ抗菌作用は弱く、食品の種類や使用時のpH条

表2 微生物の増殖に影響する天然物（松田）

種 類	天 然 物
発酵生産物	アルコール類、しょうゆ香気成分、みそ・漬物などの有機酸類、チーズなどの有機酸（プロピオン酸）など
香辛料	シナモン、メーズ、ローズマリー、ナツメグ、クローブ、セージ、（精油） オレガノ、ワサビ成分など（各精油成分による）
植物成分	エコノキ含水アルコール抽出物（安息香）、カワヨモギ含水アルコール抽出物（カビリン）、ホオノキ含水アルコール抽出物（マグノロール）、甘草抽出物、天然桂皮酸、天然没食子酸、茶タンニン成分、ヒノキチオール、ペタイン、クマザサ成分、モウソウチク成分
有機物	酢酸、乳酸、クエン酸など
多糖類および加水分解物	ペクチン分解物、寒天オリゴ糖、キトサンおよびその分解物
ペプチドおよびタンパク質系	酵素：リゾチーム、抗菌物質：ナイシン、ポリリジン：プロタミン類など
その他	褐変反応物質など

件なども限定されるものが多いようである。

またこれらに関する学会発表や論文、特許の中には、抗菌性の根拠があいまいであったり、誇張のあるものが結構あるので、使用に当っては十分吟味した方がよいであろう。

差し障りがあるので、詳しくは述べないが、すでに鮮度保持剤として売られているものにも、もともとなった実験を追試したところ明らかに間違っているものがあつた。

ワサビの成分を培地に加えると腸炎ビブリオの増殖が遅れることから、刺身にわさびを用いることで食中毒予防になるというような記述も見かけるが、これはこじつけであろう。この実験結果のようにワサビ成分が効くためにはワサビを刺身全面に、しかも長時間付けておかねばならないことになる。はたして刺身をこのようにして食べることがあろうか。

カラシの成分も抗菌効果のあることは確かであり、これを利用した製品も開発されている。しかし抗菌力は蒸気の状態が大きく、抗菌スペクトルは菌の種類によって異なり、グラム陰性菌には効果が大きい、乳酸菌やグラム陽性菌にやや効きにくい傾向がある。カラシれんこ

んは十分な量のカラシを含んでいるはずであるがボツリヌス中毒が発生した。

有望な天然抗菌性物質

図1は浅漬キャベツに対するグリシンと酢酸ナトリウムの併用効果をみたものである。グリシンと酢酸ナトリウム(1:1)の合計濃度0.5%で約2倍、1.0%で約3倍の貯蔵期間の延長がみられる(無添加では1日以内に腐敗)。また図2は野菜サラダに対する効果をみたものであるが、グリシン-酢酸ナトリウム合剤1%で顕著な貯蔵効果が認められている。

実際の食品では、抗菌性を有するいくつかの化学物質を組み合わせで微生物の増殖抑制がおこなわれている場合が多い。例えば、加熱の緩和なチルド食品ではpH・水分活性調整剤やソルビン酸、グリシン、有機酸(酢酸、乳酸など)、天然物保存料(しらこたん白、ポリリジンなど)、日持ち向上剤(ワサビ抽出物、リゾチームなど)などをいくつか併用して効果的に微生物制御が行われている。

以下に最近注目されている天然抗菌性物質をいくつか紹介しておく。

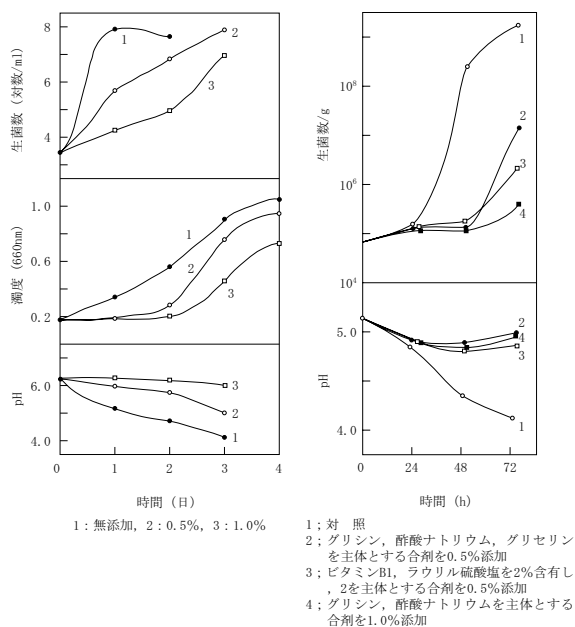


図1 浅漬キャベツに対するグリシン-酢酸ナトリウム(1:1)の細菌効果(20℃)(宮尾)

図2 野菜サラダにおけるグリシンの保存効果(20℃)(宮尾)

(1) プロタミン(しらこたん白): ニシン、サケ、マスなどの成熟した精子細胞の核中にDNAと結合して存在している塩基性のタンパク質である。プロタミンは有胞子細菌、黄色ブドウ球菌、乳酸菌などグラム陽性菌に抗菌力を示すが、グラム陰性菌にはほとんど効かない。したがってグラム陰性菌によって腐敗する鮮魚や食肉類には不向きであるが、加熱後に生き残る*Bacillus*などによる腐敗防止には効果を発揮する。プロタミンはpH 4~9で抗菌性を示し、耐熱性に優れており、加熱との併用効果が期待できるので、米飯、蒸し中華麺、ゆで麺、蒸しパン、惣菜、練り製品、卵焼きなどへの利用が有効である。

(2) ペクチン分解物: グレープフルーツやリンゴなどの果皮搾り粕に含まれているプロトペクチンを酵素分解したもので、酸性域で効果が強くpH 5.5ではグラム陰性・陽性にかかわらず一般細菌、乳酸菌、酵母のいずれにも抗菌性を示す。ただしカビに対する作用は弱い。ピクル液、ハンバーグ、いか塩辛、生珍味、辛子明太子、麺つゆなどへの応用が検討されている。

(3) ポリリジン: アミノ酸のリジンが直鎖状に連なった化合物で、放線菌という細菌に近い微生物によって作られる。グラム陽性・陰性菌、酵母、乳酸菌などに効くが、

カビに対しての効果は弱い。抗菌作用pH域も微アルカリ~酸性域と広く、加熱にも強い(120℃, 20分の加熱後も抗菌作用は変わらない)が、酸性多糖類やリン酸塩類、銅イオンなどと結合すると抗菌力が低下するので食品成分を考慮して用いる必要がある。生麺、ゆで麺、惣菜、つゆ、米飯などに、単独、または酢酸、クエン酸、リンゴ酸、アルコールなどと併用して用いられる。

(4) 香辛料: 肉類や魚介類の矯臭に古くから用いられてきた香辛料にも抗菌性のあるものが多く知られている。シナモン、クロブ、マスタード、ガーリック、オニオン、ローズマリー、ローレル、オレガノ、ワサビ、カラシなどの精油成分に強い抗菌活性がある。最近は抽出物をそのまま添加するだけでなく、ワサビなどの抗菌成分をシートに含ませ、密封容器内で揮発させて、弁当などの食品に応用する方法が開発されている。

(5) ナイシン: ナイシンはペプチド性の抗菌物質(バクテリオシン)で、長い食歴のある発酵食品(ヨーグルトなど)に含まれる微生物(*Lactococcus lactis*)が生産し、消化酵素で分解されることから、GRAS (generally recognized as safe) 物質としてWHOやFAOでも安全な抗菌性物質として認められている。また、耐酸性や耐熱性があり、リステリアやボツリヌス菌に抗菌性を示すことなどから有望な食品保存料として期待され、現在50カ国以上で、チーズ、牛乳、缶詰、クリームなどに使用されている。ただしわが国では抗生物質に分類されているため、未承認である。

(6) その他: エタノール、リゾチーム(卵白や涙に含まれる溶菌酵素)、カルシウム製剤(カキ殻の成分)、植物抽出物(ヒノキ科植物中のヒノキチオールなど)、キトサン(カニやエビの甲殻成分)など、様々な天然抗菌成分が知られている。

(東京海洋大学海洋科学部 藤井建夫)

有害食品微生物制御のための最新動向

その8 殺菌剤の作用特性について

実用されている種々の殺菌剤の作用特性については多くの知見が発表されており、著者は改訂新版新食品殺菌工学、光琳(1998)で、また微生物制御に関するトピックスとして環境管理技術誌上に1997より最近迄殺菌剤の各種微生物に対する作用効果を記述してきた。今回は殺菌剤を4つのグループに分けて最近の研究動向を追ってみた。

1. 塩素系殺菌剤

Bundukiら(1995)¹⁾は*Listeria monocytogenes*に対して、50℃、20分、塩素100ppm、2分処理した場合の半数死的損傷細胞の修復過程を検討し、加熱損傷に対する修復には5h、殺菌剤損傷に対しては1千hを要することを認めている。これら修復にはRNA、蛋白合成、酸化的リン酸化の必要なことを、既知の阻害剤を用いて確かめている。

Leriché及びCarpentier(1995)²⁾は*Salmonella typhimurium*と*Pseudomonas fluorescens*共存下でのbiofilm形成に対して、共存により塩素抵抗性を増加する結果を得ている。Toora(1995)³⁾は*Yersinia enterocolitica*の血清型4菌株について、塩素に対する感受性を調べ大部分は1ppm以下で死滅したが、抵抗株の存在することより病原性菌株の殺菌には10m/r、2分の条件が必要であるとしている。Lisleら(1998)⁴⁾は*E.coli*O157:H7の塩素耐性の上昇によって飢餓に適応している。Foschinoら(1998)⁵⁾は大腸菌について、水中では二酸化塩素1.4m/r、30秒で死滅するが、ステンレス鋼あるいはPVC付着細胞は14m/r、4分の条件が必要であるとしている。

Foridら(1999)⁶⁾は魚類加工場での優勢菌である*Aeromonas hydrophila*が、ステンレス鋼表面上でbiofilmを形成し易いが、古くなると塩素に対して抵抗性を増すことをみとめている。例えば8h biofilmは50℃1分以内、塩素25ppm1分で不活性化できるが、8日biofilmでは60℃、1

分、塩素75ppm 1分処理を必要とした。Sabyら (1999)⁷⁾ は*E.coli*の塩素抵抗性とグルタチオン合成とが酸化と飢餓に対応していることを示している。Venkitanarayananら (1999)⁸⁾ は*E.coli*O157 : H7、*Sal.enteritidis*、*Lis. monocytogenes*に対する電解水の効果を検討している。Taylorら (2000)⁹⁾ は環境や患者より分離した*Mycobacterium avium*は塩素、クロラミン、二酸化塩素、オゾンに対して抵抗性を示すとしている。Orr及びBenchat (2000)¹⁰⁾ は*Alicyclobacillus*の孢子に対する塩素、過酸化水素の殺菌効果を比較している。Kimら (2000)¹¹⁾ は電解酸性水とこれと同等の性質を有する化学改変水を供試して、*E.coli*O157 : H7など病原性細菌に対する殺菌作用を検討しているが、この場合100mℓの鉄を加えると殺菌効果のなくなることから溶液の酸化還元電位が殺菌に影響を与えているとしている。

Zhaoら (2001)¹²⁾ は人体より分離された*E.coli*O157 : H7 (6株)と保存*E.coli* (7株)を用い塩素感受性を調べ、大部分の菌株は0.25ppm、1分以内に $>7\log\text{CFU/ml}$ の低下があったが、2.0ppm、1分処理でなお生菌がみられる例のあることを認めている。

Tarmina及びBenchat (2001)¹³⁾ は*Lis.monocytogenes*のアルカリにさらされた細胞は熱抵抗性となり、塩素処理されたものは逆に熱感受性となる結果を得ている。

Borchardtら (2001)¹⁴⁾ は次亜塩素酸、次亜臭素酸は殺菌効果と共にアセチル化ホモセリンラクトンク化信号分子(*Ps.aeruginosa*のbiofilm形成に重要な働きをする分子)を妨害することを認めている。Bakerら (2002)¹⁵⁾ は*Helicobacter pylori*に対する塩素、モノクロラミン、オゾンの作用を*E.coli*と比較し、*Helicobacter*が耐性であることを認め、水素での感染源となることを示唆している。Williams及びBraun-Howland (2003)¹⁶⁾ は配水系統において次亜塩素酸、モノクロラミンにさらされたBiofilm中での*E.coli*の発育を検討している。川崎ら (2003)¹⁷⁾ は電解酸性水はNorwalk様virusに対して次亜塩素酸ナトリウム溶液と同等の条件で $10^3/\text{ml}$ 不活性化できるとしている。近藤ら (2004)¹⁸⁾ は電解酸性水と次亜塩素酸ナトリウムとの殺菌効果を比較している。

2. 酸素系殺菌剤

このグループに属するのは過酸化水素、オゾン、過酢酸などである。Tsuchida及びTsuchido (1997)¹⁹⁾ は*B.subtilis*孢子にMn、Fe、Caを加え液相と固相でのH₂O₂の作用を検討し、Mn孢子が加熱とH₂O₂溶液に最も感受性が大であり、低湿度の気相H₂O₂に対して最も抵抗性が大であった。孢子中の二価カチオンと関係湿度がH₂O₂蒸気に影響を与えており、孢子の外皮がこの抵抗性に関与していると考えられている。Urakamiら (1997)²⁰⁾ は食塩溶液5.31の循環系における*B.subtilis*孢子に対してオゾンと紫外線が併用効果のあることを認めている。Andradeら (1998)²¹⁾ はステンレス片上に付着した*Enterococcus faecium*を過酢酸、次亜塩素酸ナトリウム、第4級アンモニウム塩などを作用させ、浮遊細胞より抵抗性が大きく、付着細胞の測定にはインピーダンス法のすぐれていることを認めた。

Byunら (1998)²²⁾ は*E.coli*O157 : H7についてオゾン処理とガンマ線照射の併用の有効なことを認めている。坂上ら (1998)²³⁾ は0.2%過酢酸製剤の各種細菌、真菌に対する作用を2%グルタルアルデヒドと比較し、1分乃至5分以内に殺菌の可能なことを認め、更にAdeno virus、Herpes simplex virus、polio virusに対しても有効なことを確めている。Sagripanti及びBonifacino (1999)²⁴⁾ は過酢酸、H₂O₂など市販の殺菌剤を用いた場合、表面付着の*B.subtilis*孢子の死滅に対し効果が少ないとしている。

Elkinsら (1999)²⁵⁾ は*Ps.aeruginosa*のbiofilmに対するH₂O₂の作用はcatalaseの影響をうけることを認めている。Fatemi及びFrank (1999)²⁶⁾ は*Pseudomonas* Sp.と*List. monocytogenes*混合培養からのbiofilmに対する過酢酸とperoctanoic acidの殺菌効果を検討し、後者がすぐれていることを認めている。Kimら (1999)²⁷⁾ は食品の微生物的安全性と品質の向上のためのオゾンの利用について200余りの文献を引用して総説している。

Lindsay及びvonHoly (1999)²⁸⁾ は市販の殺菌剤3種を供試して*B.subtilis*、*Ps.fluorescens*について浮遊と付着細胞についての効果を比較し、表1に示したように付着細胞の抵抗性の大きい結果となっている。

Stewartら (2000)²⁹⁾ は*Ps.aeruginosa*のbiofilmへのH₂O₂

表1 浮遊細胞と付着細胞の殺菌剤感受性

細菌	殺菌剤 (1分処理後の死滅%)		
	ヨードホルム	過酢酸	クロルヘキシジン ジグルコナート
<i>B.subtilis</i>			
PLA	99 (99)	99.9 (99.9)	99 (99)
ASS	90 (<90)	90 (99)	<90 (<90)
APU	<90 (90)	99 (99.5)	<90 (<90)
<i>P.fluorescens</i>			
PLA	99.999 (99.999)	99.999 (99.999)	99.9 (99.999)
ASS	95 (99)	99.5 (99.9)	<90 (95)
APU	90 (97)	99.5 (99)	90 (95)

PLA: 浮遊細胞 ASS: ステンレス鋼付着細胞

APU: ポリウレタン付着細胞

() は5分処理後の死滅%

の浸透をcatalaseが阻害する結果をえている。Kim及びYousef (2000)³⁰⁾ は*E.coli*O157 : H7 *Ps.fluorescens*、*List.monocytogenes*、*Leu.mesenteroides*に対して低濃度、短時間に死滅できることを連続オゾン反応器で認めている。

Mooreら (2000)³¹⁾ はステンレス鋼上に付着した食品工業で重要なグラム染色陽性、陰性菌に対しオゾン2ppm、4h処理で、7.56から2.41logの菌数低下効果が認められたが、しかし牛乳の存在下では5.64~1.65logに低下し、適当な洗浄により殺菌の維持できる結果を示している。Fisherら (2000)³²⁾ は*List.monocytogenes*に対するオゾンの効果に対してカタラーゼ、スーパーオキシドジスムターゼの妨害効果のあることを認めている。Naito及びSawairi (2000)³³⁾ はオゾンの各種乳酸菌に対する作用を検討している。Fukuzakiら (2001)³⁴⁾ はステンレス鋼の表面電荷と清潔度に対するオゾン効果を検討している。Takeharaら (2001)³⁵⁾ はアルミナ粒子に牛血清アルブミンを付着させた場合のアルカリ電解水と苛性ソーダ溶液の洗滌効果を比較し、アルブミン付着アルミナをオゾンガス処理する場合、十分アルカリ電解水の利用できることをまとめている。

Unalら (2001)³⁶⁾ はオゾン処理とパルス電場処理とが*E.coli*O157 : H7、*L.monocytogenes*、*Lactobacillus leichimani*に対し併用効果のある結果を得ている。Reidmillerら (2003)³⁷⁾ は細菌孢子に対する紫外線とH₂O₂との併用効果のあることを示し、その機構を検討している。Crossら (2003)³⁸⁾ は溶存酸素、アスコルビン酸、銅イオン(改変Fenton試薬)による*Bacillus*孢子に対する死滅作用機構を考察している。Choら (2003)³⁹⁾ はオゾンによるラジカル反応を利用した飲料水、廃水の殺菌について、オゾン連鎖反応によって生成するOH・ラジカルが有機物存在下での*B.subtilis*孢子死滅に顕著な効果を示すとしている。

Takahashiら (2003)⁴⁰⁾ は蛋白質汚染ステンレス鋼粒子について、オゾンガスと次亜塩素酸ナトリウムの効果を比較して、高濃度のオゾンガス処理によりステンレス鋼粒子から完全に蛋白質を除去できる結果を得ている。

3. 第4級アンモニウム塩

これに属するものは必ずしも食品に直接利用することはすくないが、食品を取扱う環境や医療などの分野に広く利用されている。

Akamatsuら (1996)⁴¹⁾ はBenzalkonium chlorideをはじめ市販の殺菌剤3種を供試してvirusに対し医療の分野で用いられている濃度で栄養型細菌7株、*Mycobacterium*3株、かび4株、*Can.albicans*、*Bacillus*、*Clostridium*の孢子、Hepatitis B surface antigenについて検討し、かび以下のものは抵抗性が大であるとしている。Kiharaら (1997)⁴²⁾ は一般に抵抗性である*Ps.aeruginosa*、*Alcaligenes*、*E.coli*、*Sal.typhimurium*に対する第4級アンモニウム塩 (didecyl-dimethylammonium chloride、Benzalkonium chloride、Benzethonium chloride) の最適殺菌濃度を求めている。Huangら (1998)⁴³⁾ は3種の市販の第4級アンモニウム塩を含めた9種の殺菌剤に対する34種のかびに対する殺菌効果を比較しているが、第4級アンモニウム塩はかびに対し

て作用力は弱い。Shiraiら (2000)⁴⁴⁾ は *Legionella* に対する Bis-4級アンモニウム塩の作用について検討し MIC_{12.5} ~ 200m /xの値を示している。

Mereghettiら (2000)⁴⁵⁾ は Benzalkonium chloride と Cetrimide について *List.monocytogenes* 97 菌株の感受性を検討し、MIC₂ ~ 24ml /l の範囲に分布する結果をえている。

Toら (2002)⁴⁶⁾ は *List.monocytogenes* の Benzalkonium chloride 感受性株と抵抗株について形態的生理的の試験によって比較している。Tabataら (2002)⁴⁷⁾ は N-dodesylpyridinium iodide に対する *Ps.aeruginosa* 抵抗株を分離し、細胞表面の親水性電荷のみならず biofilm 形成も抵抗性に関与しているとしている。Luppensら (2002)⁴⁸⁾ は *Staph.aureus* biofilm の抵抗性について、4log 低下のために浮遊細胞に比べて、Benzalkonium chloride で 50 倍、次亜塩素酸ナトリウムで 600 倍の条件を必要としている。

Zhangら (2002)⁴⁹⁾ は各種のビス第4級アンモニウム塩の *B.subtilis* に対する作用を検討している。Sumitomoら (2003、2004)⁵⁰⁾ はビス第4級アンモニウム塩の *E.coli* に対する殺菌作用を検討し、呼吸阻害、濁度、ATP、LPS、Mgの漏洩、漏洩蛋白、形態変化など生理学的特性を検討している。

4. アルコール

Yamashitaら (2000)⁵¹⁾ は、*E.coli* phage に対するアルコール類の作用を検討し、Teven phage は n-プロパノール > エタノール > メタノール > n-ブタノール > n-ヘキサノール > n-オクタノールの順に、Todd phage に対してはメタノール > エタノール > n-プロパノールの順に作用する結果を示し、アルコールの疎水性・親水性のバランスと phage 表面蛋白が影響していると考えている。

Barker 及び Park (2001)⁵²⁾ は低 pH、有機酸、浸透圧ストレスをうけた *List.monocytogenes* のエタノール感受性を検討し、図1に示したようにストレスにさらされることによってエタノールの殺菌作用が増強される結果となっている。

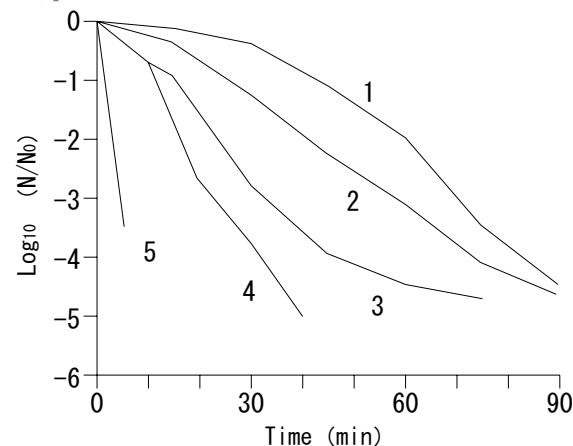


図1 *L. monocytogenes* の pH3.0 抵抗性に対するエタノールの影響
定常期細胞： 3×10^8 CFU/ml
エタノール濃度 (%) … 1: 0、2: 1.25、3: 2.5、
4: 5、5: 10

5. その他

クロールヘキシジンは必ずしも通常の殺菌剤とはいえないが、条件によっては短時間に死滅効果を示すことがある。Akiyamaら (1997)⁵³⁾ は 5% chlorhexidine digluconate が *Ps.aeruginosa* 10^7 /ml を 4~5 分で殺菌できるとしている。Prattexら (1998)⁵⁴⁾ は口腔細菌群の biofilm に

に対する chlorhexidine の作用について、0.2%、5 分の処理では効果がないとしている。McBainら (2003)⁵⁵⁾ も口腔内での微生物群について chlorhexidine 含有製剤の効果について検討している。

砂田ら (1998)⁵⁶⁾ は酸化チタン光触媒反応による抗菌効果について総説し、砂山ら (1999)⁵⁷⁾ はアロフェン (含有アルミニウム質珪酸塩) に銀イオンと銀イオンとリン酸イオンを吸着担持させた吸着型アロフェンが水中で *E.coli*、バクテリオファージ、*Staph.aureus* に対して不活性化効果のあることを認めている。飯井ら (2001)⁵⁸⁾ は酸化チタン光触媒を用いた抗菌砂を開発し、大腸菌や悪臭の防止に対する有効性を報告している。

Matsumuraら (2003)⁵⁹⁾ は銀ゼオライトの殺菌作用について、銀イオンが細胞内に侵入し、活性酸素により死滅効果を示すとしている。Galeanら (2003)⁶⁰⁾ は銀、亜鉛含有ゼオライト付着ステンレス鋼表面での *B.anthraxis*、*B.cereus*、*B.subtilis* の不活性化効果について検討し、栄養細胞に対しては有効であったが孢子に対しては無効であるとしている。

白井ら (2003)⁶¹⁾ は銀担持アクリル繊維を含む抗菌紙の *Legionella pneumophila* などの細菌に対し強い殺菌効果のあることを示し、その作用機構を考案している。小坂ら (2003)⁶²⁾ は銅マグネシア/チタン三元素酸化物について表面構造、抗菌活性について考案している。

引用文献

- 1) M.M.C.Banduki et al.: J.Food Prot. (JFP) 58 (4) 410 (1995)
- 2) V.Lerich & B.Carpentier: JFP 58 (11) 1186 (1995)
- 3) S.Toora: JFP 58 (12) 1383 (1995)
- 4) J.T.Lisle et al.: AEM 64 (12) 4658 (1998)
- 5) R.Foschino et al.: JFP 61 668 (1998)
- 6) M.Ford et al.: Dairy Food and Environ Sanitation 19 (1) 29 (1999)
- 7) S.Saly et al.: AEM 65 (12) 5600 (1999)
- 8) K.S.Venkatesan et al.: AEM 65 4276 (1999)
- 9) R.H.Taylor et al.: AEM 66 (4) 1702 (2000)
- 10) R.V.Orr and L.R.Beuchat: JFP 63 (8) 1117 (2000)
- 11) C.Kim et al.: JFP 63 (1) 19 (2000)
- 12) T.Zhao: JFP 64 1607 (2001)
- 13) P.J.Tarmina and L.R.Beuchat: AEM 67 (6) 2555 (2001)
- 14) S.A.Borchardt et al.: AEM 67 (7) 3174 (2001)
- 15) K.H.Baker et al.: AEM 68 (2) 981 (2002)
- 16) M.M.Williams and E.B.Braun-Howland: AEM 69 (9) 5463 (2003)
- 17) 川崎ら: 防衛防衛 31 (10) 529 (2003)
- 18) 近藤ら: 防衛防衛 32 (1) 1 (2004)
- 19) Y.Tsushima and T.Tsushima: Biocontrol. Sci. (BS) 2 (1) 19 (1997)
- 20) Utsukami et al.: BS 2 (2) 99 (1997)
- 21) N.J.Andrade et al.: JFP 61 (7) 833 (1998)
- 22) M-W Byun et al.: JFP 61 (6) 728 (1998)
- 23) 坂上ら: 防衛防衛 26 (11) 605 (1998)
- 24) J-L.Sagripanti & A.Bonifacio: AEM 65 (9) 4255 (1999)
- 25) J.G.Elkins et al.: AEM 65 (10) 4594 (1999)
- 26) P.Fatemi and J.F.Frank: JFP 62 (7) 761 (1999)
- 27) J-G Kim et al.: JFP 62 (9) 1071 (1999)
- 28) D.Linds & Yand von Holy: JFP 62 (4) 368 (1999)
- 29) P.S.Stewart et al.: AEM 66 (2) 836 (2000)
- 30) J-G Kim and A.E.Yousef: J.Food Sci. 65 (3) 521 (2000)
- 31) G.Moore et al.: JFP 63 (8) 1100 (2000)
- 32) C.W.Fisher et al.: AEM 66 (4) 1405 (2000)
- 33) S.Naito and A.Sawari: BS 5 (2) 107 (2000)
- 34) S.Fukuzaki et al.: BS 6 (2) 87 (2001)
- 35) A.Takehara et al.: BS 6 (2) 103 (2001)
- 36) R.Unal et al.: JFP 64 (6) 777 (2001)
- 37) J.S.Reidmiller et al.: JFP 66 (7) 1233 (2003)
- 38) J.B.Cross et al.: AEM 69 (4) 2245 (2003)
- 39) M.Cho et al.: AEM 69 (4) 2284 (2003)
- 40) K.Takahashi et al.: BS 8 (2) 87 (2003)
- 41) T.Akamatsu et al.: BS 1 (1) 25 (1996)
- 42) K.Kihara et al.: BS 2 (2) 61 (1997)
- 43) J-C Huang et al.: BS 3 (2) 105 (1998)
- 44) A.Shinai et al.: BS 5 (2) 97 (2000)
- 45) L.Mereghetti et al.: AEM 66 (11) 1083 (2000)
- 46) M.S.To et al.: AEM 68 (11) 5258 (2002)
- 47) A.Tabata et al.: BS 7 (3) 147 (2002)
- 48) S.B.Luppens et al.: AEM 68 (9) 4194 (2002)
- 49) D.Zhang et al.: BS 8 (2) 101 (2003)
- 50) T.Sumitomo et al.: BS 8 (4) 145 (2003) : 9 (1) 1 (2004)
- 51) M.Yamashita et al.: BS 5 (1) 9 (2000)
- 52) C.Barker & S.F.Park: AEM 67 (4) 1594 (2001)
- 53) S.Akiyama et al.: BS 2 (2) 105 (1997)
- 54) J.Prattex et al.: AEM 64 (9) 3515 (1998)
- 55) A.J.McBain et al.: AEM 69 (8) 4770 (2003)
- 56) 砂田ら: 防衛防衛 26 (11) 611 (1998)
- 57) 砂山ら: 防衛防衛 27 (10) 633 (1999)
- 58) 飯村ら: 防衛防衛 29 (3) 141 (2001)
- 59) Y.Matsumura et al.: AEM 69 (7) 4278 (2003)
- 60) B.Galean et al.: AEM 69 (7) 4329 (2003)
- 61) 白井ら: 防衛防衛 31 (4) 173 (2003)
- 62) 小坂ら: 防衛防衛 31 (2) 53 (2003)

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

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5条9-8-18	TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061