

# アサマ NEWS

# パートナ

2004-7 No. 101

## 食品衛生 講座

### 食品加工と微生物 その24 食塩による微生物制御

#### 高塩分で生えない腐敗細菌

尾腐れ病や水かび病にかかった金魚はしばらく2%くらいの食塩水の中に入れておくとやがて回復するが、これは原因菌が食塩に弱いからである。食品の保存法として古くから塩蔵法があるが、これは多くの腐敗細菌が食塩濃度が高くなると増殖できず、腐敗が防止されることを利用したものである。食品の腐敗細菌の多くは食塩濃度が5~10%になると増殖できなくなるので、荒巻鮭や昔風の塩辛などは常温でもかなりの期間保存がきくのである。

しかし貯蔵温度にもよるが10%程度の食塩では腐敗を十分に防ぐことはできない。アジ肉にいろいろな濃度になるように食塩を加え18~19日に貯蔵した結果(図1)では、1カ月以上保存できるためには20%以上の食塩が必要であった。またニシンを種々の用塩量で0日に貯蔵した際の貯蔵性について調べた結果によると、肉中の食塩濃度が9.7~16.6%の場合には少なくとも実験期間の78日間は良好な状態で貯蔵されたが、4.4~5.9%の薄塩の場合には0日でも3週間以上は貯蔵できなかったという。

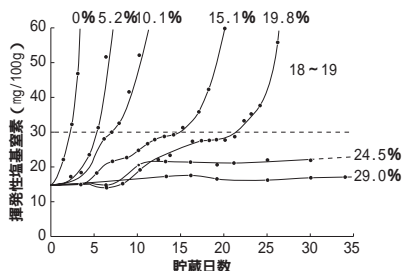


図1 アジ肉の腐敗と食塩含量(清水ら)

昔からある塩蔵品の塩分濃度は20%以上のものもあるが、10%以下のものも多いので、これらは常温での長期貯蔵は難しく、また最近は薄塩のものが多くなっている。このような製品では低温貯蔵が必要ということになる。

#### 飽和食塩濃度で生える細菌

細菌の中には変わり者がいて、食塩のないところでは増殖することができず、食塩のあるところのみ増殖できるものがある。このような細菌を好塩細菌というが、中には食塩が15%以下では生えず、飽和食塩濃度のようなところでよく生えるものもある。赤い色素を持っているので赤色好塩菌とも呼ばれ、昔から塩蔵品やなめし皮の赤変の原因菌として知られている細菌である。もともとは死海(表層塩分約20%)のように塩分の高い湖や天日塩などに多数住んでいるもので、塩分濃度が薄いところでは溶菌してしまう。

この菌はグラム染色では陰性であるが、これは細胞表

層構造に細胞壁がないため、膜の脂質成分なども普通の細菌とは明らかにちがうことが知られている。メタン生成細菌や好熱好酸細菌とともに古細菌よばれ、生息環境から細菌の先祖に近いと思われるが、最近ではリボソームDNAを基にした遺伝子的解析からむしろ普通の細菌より進化したグループとする考えもある。

表1 最適食塩濃度による微生物の群別(Larsen)

細菌群	最適増殖食塩濃度	微生物の例
非好塩菌	2%以下	一般細菌、淡水細菌
好塩菌	2~5%	海洋細菌、腸炎ピブリオ
	5~20%	ある種のピブリオや マイクロコッカス
耐塩菌	20~30%	赤色好塩菌
	2%以下(高濃度まで増殖可)	ブドウ球菌

細菌を増殖可能な食塩濃度の面から大まかに分類すると表10のようになる。非好塩菌は食塩無添加でよく増殖し、普通は食塩濃度が5~10%で増殖が阻止されるが、パチルスやマイクロコッカスなどの中には15~25%程度でも生えるものもある。このような菌は耐塩菌といって好塩菌とは区別される。好塩菌は食塩無添加では増殖できないグループで、このうち好塩菌は主として海洋細菌で、増殖速度も速く、海産魚の腐敗原因菌となるものも多いが、これらは食塩濃度が10%では増殖できないものが多い。食中毒菌の腸炎ピブリオもこのグループで、最適食塩濃度は2~3%である。中好塩菌は5~15%付近で最もよく増殖でき、増殖速度も比較的速いので、10%前後の食塩を含む塩蔵食品の腐敗原因となるものも多い。また好塩菌は上に述べた赤色好塩菌のグループで、飽和食塩濃度で増殖をするが、増殖速度は比較的遅く、最適条件でも世代時間は約7時間である。

#### 魚醤油も腐敗する

一般の腐敗細菌が高濃度の食塩下では生えず、腐敗が防止されることはよく知られているが、細菌の中にはそれとは逆に高塩分でもよく生えるものがあると、塩蔵食品での腐敗がもう少し問題になってもよさそうに思われるが、高塩分食品の変敗事例は上に挙げた赤変以外にはあまり知られていないようである。

ここでは珍しい腐敗現象としてしょつつの例を紹介したい。しょつつはイワシやハタハタなどに高濃度の食塩を加えて、腐敗を防ぎながらタンパク質を自己消化・熟成させて作られる液体の調味料である。大豆タンパクを麹菌の作用でアミノ酸にしたものが普通の醤油であるのに対し、しょつつは魚のタンパクを自己消化してアミノ酸にしたものであるのが魚醤油と総称される。醤油と同様、グルタミン酸が旨味の主成分であり、魚の臭いがするが、味にこくがあり、近年は各種のたれや加工食品の隠し味として需要が増大しているようである。

ところで今から20年ほど前、筆者がまだ水産庁の研究所にいた頃のことであるが、日大から卒論の学生を預か

ることになり、そのテーマとして魚醤油の熟成過程での微生物の役割について調べることにしていた。彼は非常に熱心で、4月からの予定が、前の年の秋から来ることになった。サンプルのしょつぷりは秋田から取り寄せたが、本実験にはいる前に実験技術の練習をする間、しばらく実験室の片隅に置いておいたところ、気が付くと白濁して異臭がし、明らかに腐敗していたのである。

魚醤油はふつう25~28%程度の飽和に近い食塩を含んでいるのでそう簡単には腐らないだろうという先入観があったのは事実であり、腐敗品を目の前にしてまず疑ったのはこの製品の塩分が薄いのではないかということであった。しかし食塩濃度ををはかると27%あり、それが2週間ほどの間に腐ってしまったことに驚いたわけである。今から思うと冬といえども実験台の上に放置しておいたのは迂闊であった。なにしろ同室の室長は寒がりでもストーブを点けている状態であったので、室内はしょつぷりの腐敗にはちょうど好い温度であったわけである。

大げさにいえばしょつぷりの腐敗という現象も偶然に「発見」されたわけで、卒論生が普通に4月から来ていたり、室長が寒がりではなければ恐らく気が付かなかったことであろう。彼の卒論のテーマはしょつぷりの腐敗についてということになった。

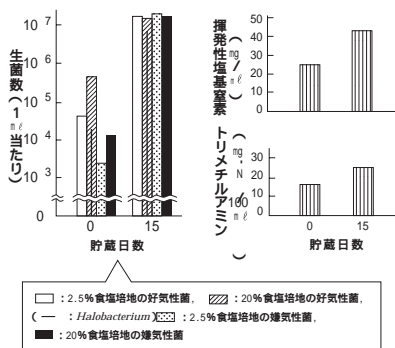


図2 30 に貯蔵したしょつぷりの生菌数、トリメチルアミン、揮発性塩基窒素量の変化 (藤井)

図2はその時のデータの一部で、市販しょつぷりを30日に放置した場合の生菌数と揮発性塩基窒素 (VBN)、トリメチルアミン量の変化を示したものであるが、貯蔵開始時に10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>/mlの菌数が15日後には10<sup>7</sup>/mlに達することが分かる。これらの製品ではアンモニアやトリメチルアミンのほか、酪酸などの異臭成分が増える。腐敗の主な原因菌はハロバクテリウムという高好塩菌で、熟成中のもろみや濾過用の砂中に多数見られる。しょつぷりの腐敗はpH5.5以上、貯蔵温度20 以上で顕著に起こるので、その防止には低温貯蔵やpHの調節が有効である。



図3 微生物の種類と増殖温度範囲の関係 (藤井ら)

図3は好塩菌の種類と増殖温度の関係を示したものであるが、これからも分かるように、微好塩菌は低温でも増殖できるが、塩蔵食品で増殖しやすい高好塩菌や中好塩菌は低温では増殖できないので、一般に塩蔵品の腐敗防止には低温貯蔵は有効な方法といえる。この図からは、荒巻鮭などの塩蔵品も夏場には腐敗しそうに思われるが、これまで腐敗があまり問題にならないのは、主に冬の商品であるからではなからうか。

(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3 動物起源の成分の抗微生物性

#### 1. リゾチームなど

卵白の一般成分組成は、水分88.0、タンパク質10.4、糖質0.9、脂質0.0、灰分0.7%であるが、この内タンパク質の組成は、オボアルブミン54、オボトランスフェリン(コンアルブミン)12~13、オボグロブリン8~8.9、リゾチーム3.3~3.5、オボムコイド11、オボムチン1.5~2.0、オボインヒビター、アビジン0.05%となっている。この内のリゾチームは卵白の外、涙、だ液、牛乳、血漿、白血球、植物組織に存在する酵素であって、129個のアミノ酸からなる分子量約14,000の単純ポリペプチドである。酵素としてのリゾチームはmuramidaseに分類され、細菌の細胞壁の構成成分であるペプチドグリカン層のN-acetylmuramic acidとN-acetylglucosamineの-1.4結合の加水分解を触媒する働きをもっている。既に日持向上剤として単体乃至複合の状態で行われている。著者は環境管理技術誌Vol.15 No.5、221~235(1997)に微生物制御に関するトピックスとして解説している。本稿ではその後の研究発表をまとめることとした。

Kobayashiら(1997)<sup>1)</sup>はリゾチームとmutanolysinの乳酸菌に対する殺菌効果を比較検討し、表1に示したように前者の方が作用力強い結果を示し、両酵素の併用は単独より活性の増大すること、両者の細胞への作用の相異なることを確かめている。

表1 乳酸菌に対する殺菌作用力の比較

Strain	Concentration (μg/ml)		Survivors (%)
	Lysozymes	Mutanolysin	
<i>S.bovis</i> IFO 12058	0.4	0	1.4
	4	0	<0.01
	0	20	9.5
<i>S.bovis</i> ATCC 9809	0.4	0	<0.01
	4	0	11
	0	20	0.10
<i>Lc.lactis</i> ATCC 11454	0.4	0	4.1
	4	0	0.01
	0	20	0.13
<i>Lc.lactis</i> ATCC 21053	0.4	0	<0.01
	4	0	11
	0	20	0.37
<i>E.faecalis</i> AHU 1256	0.4	0	<0.01
	4	0	15
	0	20	0.38
<i>Lb.delbrueckii</i> IFO 3534	0.4	0	<0.01
	4	0	77
	0	20	1.8
<i>Lb.plantarum</i> ATCC 10012	0.4	0	19
	4	0	<0.02
	0	20	79
<i>Lb.brevis</i> AHU 1508	0.1	0	<0.02
	1	0	0.33
	40	0	0.08
	0	2	3.1
	0	20	0.54
	4	2	<0.01
	0.4	0	0.16
	4	0	<0.01
	0	20	63
	0.4	0	<0.01
	4	20	<0.01
	0	20	<0.01

mutanolysin : *Streptomyces globisporus*の生産するpeptidoglycan N-acetylmuranoylhydrolase

Pedgettら(1998)<sup>2)</sup>はリゾチーム、ナイシンを添加した生分解性包装フィルム(玉蜀黍タンパクzeinよりなる)を用い、*E.coli*、*Lact.plantarum*に対する発育阻害効果を検討した。二種のフィルム生成法を用いているが、何れのフィルムも阻害効果が認められ、EDTAの添加により*E.coli*に対しても有効であった。図1はリゾチーム濃度0~132 mg/gフィルムに対する阻止円面積(mm<sup>2</sup>)を示している。

Alexsandraら(1998)<sup>3)</sup>は*Campylobacter jejuni*、*E.coli*、*Ps.fluorescens*、*Sal.enteritidis*をtrisodium phosphate ( )

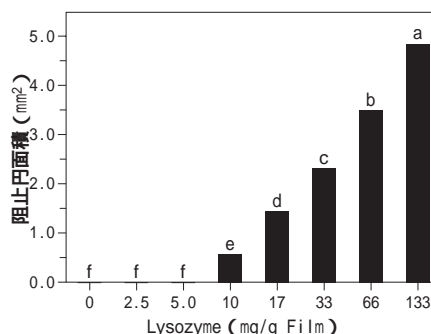


図1 玉蜀黍フィルム中のリゾチーム濃度と阻止円面積 (*Lact.plantarum*)



の半数死濃度である0.5~5mMにさらすとき、リゾチム(10 $\mu$ g/ml)又はナイシン(1mM)に対する感受性が大きく増大することを認めている。家禽その他食材表面上のグラム陰性細菌の除去のためには高濃度のTSP(10%v/v, 0.25M)を必要とするが、これにリゾチム又はナイシンを併用するときは低濃度のTSP処理が可能となる。表2はリゾチム20 $\mu$ g/mlに対するTSPの併用効果を示し、表3は鶏皮とレタスに付着する*E.coli*、*Sal.enteritidis*に対する死滅効果を示している。

表2 *L.monocytogenes*に対するリゾチム(20 $\mu$ g/ml)の抗菌作用に対するTSP 併用効果

Organism	TSR (mM)	%Cell kill at 4		%Cell kill at 37	
		- Lysozyme	+ Lysozyme	- Lysozyme	+ Lysozyme
<i>C.jejuni</i>	2	0	11	10	68
	5	96	97	> 99.95	> 99.95
<i>E.coli</i>	2	49	90	8	97.7
	5	> 99.95	> 99.95	> 99.95	> 99.95
<i>P.fluorescens</i>	2	1	44	1	34
	5	> 99.95	> 99.95	98.9	> 99.95
<i>S.enteritidis</i>	2	48	66	37	72
	5	99	> 99.95	99.8	99.9
	10	> 99.95	> 99.95	> 99.95	> 99.95
<i>L.monocytogenes</i>	0	0	80	0	84
	10	0	97	12	92
	50	0	> 99.95	96	> 99.95
<i>S.aureus</i>	100	91	> 99.95	> 99.95	> 99.95
	10	0	0	23	22
	50	15	35	> 99.95	> 99.95
	100	17	60	> 99.95	> 99.95

表3 リゾチムに対するTSP 併用効果  
リゾチム100 $\mu$ g/ml、25、30分(死滅率%)

細菌	表面	TSP (mM)	
		リゾチム	リゾチム
<i>E.coli</i>	skin	0	-
		2	56
		5	86
	lettuce	0	93
		2	58
<i>S.enteritidis</i>	skin	0	0
		2	15
		10	> 99.95
	lettuce	0	13
		2	15
		73	93
lettuce	0	0	26
	2	0	84
	2	0	84

Garcia - Graellsら(1999)<sup>4)</sup>は*E.coli*4菌株と耐圧株3株を牛乳中で加圧処理する場合、リゾチム、ナイシンの併用効果を検討している。リン酸緩衝液中に比べて牛乳中では耐圧性が上昇する。例えば20、15分処理ではリン酸緩衝液中では400MPaで7logCFU/ml低下するのに対し、牛乳中では700MPaで3logCFU/ml低下するにすぎない。この場合高濃度のリゾチム(400 $\mu$ g/ml)又はナイシン(400IU/ml)を加圧前に添加することによって加圧による死滅効果の向上する結果が得られている。

Venkitanarayananら(1999)<sup>5)</sup>は鉄イオンの結合したglycoproteinであるlactoferrin Bについて牛肉上に付着する*E.coli* O157:H7に対する抗菌性を検討しているが、このタンパク質の適用効果は期待できないとしている。

Geisen(1999)<sup>6)</sup>は*P.nalgiovensis*に*A.niger*の*god* geneを導入した2菌株は著しくglucose oxidase活性の増強することを認めた。この両株は*L.monocytogenes*、*Sal.enteritidis*、*Staph.aureus*に対してグルコース存在下で抗菌活性を示した。この場合カタラーゼが存在するとこの抗菌活性はなくなったことよりこの形質転換*Penicillium*の抗菌活性は過酸化水素の生成によるものであると結論している。

Gill及びHolley(2000)<sup>7)</sup>はハムとポロニアソーセージをゼラチンゲルで覆って有害細菌の抑制効果を検討している。抗菌ゲルは25.5g/L リゾチム - ナイシン(1:3) + 25.5 g/L EDTAであって、この処理でグラム陽性菌4種に対し4logCFU/cm<sup>2</sup>の死滅効果があり貯蔵4週間発育は阻止され、また*E.coli* O157:H7、*Sal.typhimurium*に対しても殺菌効果も認められた。

Chantaysakoran及びRichter(2000)<sup>8)</sup>はlactoferrinをペプシンで消化してcarrot juice中での*E.coli*に対する抗菌活性を調べているがみるべき効果はなかった。

Masschalckら(2001)<sup>9)</sup>は卵白リゾチム、部分的あるいは完全変性リゾチム、卵白又はcoliphage T4リゾチムより導かれた合成カチオン性ペプチドの超高压処理時の影響を調べている。常圧下では*E.coli*、*Ps.fluorescens*、*Sal.typhimurium*、*Sal.enteritidis*、*Shigella.somil*、*Sh.flexneri*に対しては抗菌性を示さないが、高压下では両*Salmonella*以外は100 $\mu$ g/mlリゾチムの存在で死滅効果の向上することを確かめている。

Smithら(2002)<sup>10)</sup>はスキムミルク中の細菌に対して、pulsed electric field(80KV/cm、50パルス)とナイシン38IU/ml、リゾチム1638U/mlの三者併用の条件下で7logCFU/mlの菌数低下が認められている。

Masschalckら(2002)<sup>11)</sup>は常圧ならびに高压下でのグラム陽性細菌の不活性化の機構を検討している。*Lact.johnsonii*に対してはリゾチムによりペプチドグリカンの加水分解が起りスフェロプラストが形成された。しかし*Staph.asueus*に対してはペプチドグリカンの加水分解は認められず、*Listeria*でもペプチドグリカンの加水分解はなく細胞漏洩が認められた。超高压下では*Staph.aureus*はリゾチム感受性となったがスフェロプラストの形成はなく溶菌もされなかった。以上の結果から*Staphylococci*、*Listeria*の両菌に対するリゾチムの殺菌作用には非溶菌機構の存在することが示唆された。

Bolandら(2003)<sup>12)</sup>は*E.coli* O157:H7に対する抗菌作用を示すためリゾチムにキレーター添加効果を検討している。EDTAの代替として、disodium pyrophosphate(DSPP)とpentasodium tripolyphosphate(PSTPP)が併用効果のあることを認めた。リゾチム200~600 $\mu$ g/mlに対しEDTAでは2300 $\mu$ g/ml(pH6.8)で、>1000 $\mu$ g/ml(pH7.0)の添加が必要であったが、DSPPでは21,000 $\mu$ g/ml(pH6.0)、PSTPPでは>5000 $\mu$ g/ml(pH8.0)が必要であった。

Franchiら(2002)<sup>13)</sup>は甘蔗糖のアルコール発酵における細菌汚染の防止の目的にナイシン、リゾチム、EDTA、Tween20について検討している。

Sunwoodら(2002)<sup>14)</sup>は*E.coli* O157:H7に特異的な抗体を鶏卵黄より分離し、これによって液体培地中での*E.coli*の発育を阻害できることを認めている。

Bradyら(2002)<sup>15)</sup>は鶏卵黄より分離された水溶性lipoproteinが*Streptococcus* sp.に対して抗菌活性を認めている。

## 2. キトサン

キチンはN-acetyl-D-glucosamineの1-4結合した多糖であり、カニ、エビ、オキアミなど甲殻類、二枚貝、カキの殻、昆虫類の表皮、キノコなど菌類の細胞壁に含まれていて、直鎖状の分子量100万以上の多糖である。キチンを脱アセチル化するとキトサンが得られるが、抗菌性の外に色々な機能をもっている。

Chenら(1998)<sup>16)</sup>は、sulfonated(SCI)sulfobenzyl(SBC)chitosanと69%deacetylated chitosan(DD69chitosan)と抗菌活性を比較している。SCIは*Sh.dysenteriae*、*Aer.hydrophila*、*Sal.typhimurium*、*B.cereus*、に対してDD69よりすぐれ、SBCは水溶性がすぐれ抗菌性はSCIに匹敵した。カキ上での大腸菌、*Pseudomonas*、*Aeromonas*、*Vibrio*の発育はDD69又はSBCにより阻害された。

橋本(1998)<sup>17)</sup>は浅漬の乳酸菌による変敗防止の目的で、キトサン0.01%、60分の処理で100%死滅することを認めている。キトサンの抗菌性はpH、NaCl、食品成分の影響をうけて低下するが、グリシン、エタノールの添加により増強できることを示している。

Tsai及びSu(1999)<sup>18)</sup>は98%脱アセチル化したエビキトサンの*E.coli*に対する阻害作用について、細胞令、処理温度、pH、塩類の影響を検討している。その結果キトサンの抗菌作用機構としてキトサンのpolycationと細菌細胞表面のアニオンとの間に結合が生成し、これによって細菌の膜透過能に変化を与えるものであると仮定している。

Tsaiら(2000)<sup>19)</sup>はキトサンをセルラーゼで消化させて得た(50、14h)chitooligosaccharide混合物の抗菌活性を検討している。その結果発酵の供試細菌に対するMBCは5~29ppmであった。*Aer.hydrophila*、*E.coli*、*L.monocytogenes*、*Ps.aeruginosa*、*Sal.typhimurium*、*Sh.dysenteriae*、*Staph.aureus*、*V.cholerae*、*V.parahaemolyticus*。この混合物を原乳に添加することにより供試細菌の死滅効果が認められ、貯蔵日数の延長効果のあることが見出された。

Rhoades及びRollers(2000)<sup>20)</sup>はキトサンをパイヤラテックスとリゾチムを用いて加水分解したものの抗菌性を検討し、リンゴ果汁中での酵母の発育を阻害する結果を得ている。Roller及びCovill(2000)<sup>21)</sup>はマヨネーズ及びマヨネーズ添加サラダに対するキトサンの添加効果を調べキトサン3g/Lに酢酸(0.16%)又は安息香酸を添加することにより、*Sal.enteritidis*、*Zygo.baili*、*Lact.fractivorans*の発育が阻害された。キトサンは酢酸の添加と冷蔵により供試食品の保存のために有用であるとされている。

Knowles及びRoller(2001)<sup>22)</sup>は食品汚染細菌の浮遊しているもの或はステンレス上に付着しているものに対してキトサン、carvacrol-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>製剤の有効性を認めキトサンとcarvacrolは天然抗菌剤として合成品に代る有用なものと結論している。

宮口ら(2001)<sup>23)</sup>は*E.coli* O157:H7に対してキトサン

は3.0mg/L以上の濃度で抗菌活性を示したが、酢酸塩、プロピオン酸カリの併用効果のあることを認めている。

Savardら(2002)<sup>24</sup>)は発酵野菜の汚染酵母、乳酸菌に対して、分子量0.5~1.2MDaのキトサン乳酸重合体が発育阻害効果のあることを認めている。

Noら(2002)<sup>25</sup>)は豆腐より分離された*B.cereus*、*B.megaterium*、*Enterobacter*などに対してキトサン及びそのオリゴ糖の抗菌性を検討し、MIC0.005~0.1%の値を得ている。Comaら(2002)<sup>26</sup>)は可食できるキトサン添加フィルムによって*Listeria*の発育を阻害することを認めている。

Romanazziら(2002)<sup>27</sup>)はブドウ果上の*Botrytis cinerea*に対してキトサン0.1、0.5、1%処理によって阻害することができる結果を示している。

Kimら(2003)<sup>28</sup>)はキトサンとリパーゼ分解キトサン、O-carboxymethyl化キトサンについて抗菌作用を比較検討している。

Rodriguezら(2003)<sup>29</sup>)は調理前のピザの汚染菌(*Alternaria*、*Penicillium*、*Cladosporium*)に対して可食被覆(キトサン0.079g/100gピザ+酢酸によって抑制することができ、これはソルビン酸カリ0.034g/100g、プロピオン酸カルシウム0.103g/100gピザに匹敵する)としている。

Comaら(2003)<sup>30</sup>)もキトサン添加の可食コーティングの酪農食材への保存に有効であることを認めている。

Omuraら(2003)<sup>31</sup>)は種々の分子量のキトサン、アセチル化の異なるキトサンについて、*B.subtilis*、*Staph.aureus*、*E.coli*、*Ps.aeruginosa*に対する抗菌作用を検討し、表4に示したように、グラム陽性菌に対して分子量の大きい程抗菌活性が強く、グラム陰性菌に対しては分子量11,000~30,000で最高の活性が認められた。アセチル化の影響は表5に示したようにアセチル化の増加と共に作用の低下が認められた。

表4 キトサン及びそのオリゴ糖の抗菌力(MIC)

MW	Strain			
	<i>B.subtilis</i>	<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Paeruginosa</i>
300,000 - 400,000	0.04*	0.06	0.04	0.04
86,000	0.04	0.06	0.04	0.06
20,000 - 30,000	0.04	0.08	0.01	0.02
11,000	0.06	0.1	0.02	0.01
6,000	0.1	>0.1	0.08	0.04
985	>1	>1	>1	0.60
824	>1	>1	>1	>1
663	>1	>1	>1	>1
501	>1	>1	>1	>1
340	>1	>1	>1	>1
179	>1	>1	>1	>1

\*% (w/v)

表5 キトサンアセチル化度の変化とMIC

Degree of acetylation (%)	Strain			
	<i>B.subtilis</i>	<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Paeruginosa</i>
0	0.04*	0.06	0.04	0.04
9	0.04	0.06	0.04	0.04
23	0.04	>0.1	0.04	0.04
29	0.08	>0.1	0.06	0.04
43	0.1	>0.1	>0.1	0.1
55	>0.1	>0.1	>0.1	>0.1
74	>0.1	>0.1	>0.1	>0.1

\*% (w/v)

カキ殻を研究し内部の真珠層のみを220V、100A、60分の通電ジュール加熱し、約320メッシュに粉碎した焼成カルシウム製剤の抗菌性は既に一色ら(1994)<sup>32</sup>)により検討されている。

大久ら(1999)<sup>33</sup>)は*B.subtilis*、*B.cereus*の胞子に対し0.2%焼成カルシウム剤の添加により80分の死滅速度の増大すること、玄米上の胞子も0.2%の存在で80、10分の処理で殺菌できたとしている。大久ら(1999)<sup>34</sup>)はワラビに接種した*E.coli* O157:H7がカルシウム製剤0.2%の添加により60~70、10分の処理で完全に死滅する結果を得ている。

Bariら(1999)<sup>35</sup>)はカルシウム製剤を赤大根栽培中の*E.coli* O157:H7の阻害について0.4%w/vの添加により3.0~3.2logCFU/mlの発育を阻害できることを認めている。更にBariら(2002)<sup>36</sup>)はトマト表面上の*E.coli* O157:H7、*Salmonella*、*Listeria*に対するカルシウム製剤の殺菌効果を検討している。供試菌を表面に接種したトマトに対して、カルシウム製剤又は200ppm塩素製剤を30秒噴霧した。その結果、次のような菌数低下効果が認められた。

	<i>E.coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Listeria</i>
200ppm塩素	3.40	2.07	2.27 logCFU/トマト
カルシウム製剤	7.85	7.36	7.59

Sawaiら(2003)<sup>37</sup>)は1,000で1h加熱処理したホタテ貝殻が*B.subtilis*胞子に対して殺菌作用を示すことを認め、図2、3に殺菌作用に対する濃度、温度効果を示している。

Fujitaら(1999)<sup>38</sup>)は*Humicola Sp.*の生産するRadicidolが*Mucor flavus*をはじめ、多数の*Mucor*、*Rhizopus*の発育を阻害する事を、Moritaら(2001)<sup>39</sup>)は*B.amyloliquefaciens* phageのEndolysenが*E.coli*、*Ps.aeruginosa*、*Micro.luteus*などに対し抗菌性を示すことを認めている。Ahmadら(2003)<sup>40</sup>)は*Lysobacter sp.*より得られる -lytic proteaseについてリゾチームとグラム陽性、陰性細菌に対する溶菌性を比較している。

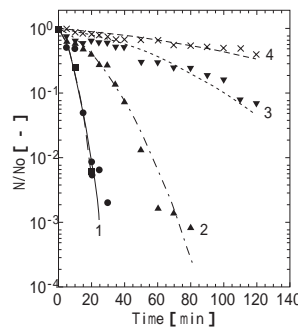


図2 *B.subtilis*胞子に対するカルシウム製剤(M/P)の併用効果(60分)  
1: 100,10,1.0 2: 0.75  
3: 0.5 4: 0.1

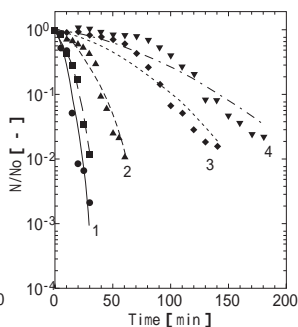


図3 *B.subtilis*胞子に対する温度の影響(カルシウム製剤100M/P)  
1: 60,50 2: 40  
3: 30 4: 25

引用文献

- O.Kobayashi,Y.Hatanaka,M.Higashihara ane K.Hiyama : Biocontrol Sci., 2 (1) 31 (1997)
- T.Pedgett,L.Y.Han and P.L.Dawson : J.Food Prot., 61 (10) 1330 (1998)
- M.S.Alexandra,D.M.Carreiro,A.C.Claire and J.M.Roger : J.Food Prot., 61 (7) 839 (1998)
- C.Garcia - Graells,B.Masschalck and C.W.Nchiels : J.Food Prot., 62 (11) 1248 (1999)
- K.S.Venkatarayanan,T.Zha and M.P.Doyle : J.Food Prot., 62 (7) 747 (1999)
- R.Geisen : J.Food Prot., 62 (8) 940 (1999)
- A.O.Gill and R.A.Holley : J.Food Prot., 63 (10) 1338 (2000)
- P.Chantayakoran and R.L.Richter : J.Food Prot., 63 (3) 376 (2000)
- B.Masschalck,R.V.Houdt,E.G.R.Van Haver and C.W.Michiels : Appl.Environ. Microbiol., 67 (1) 339 (2001)
- K.Smith,G.S.Mittol and M.W.Griffiths : J.Food Sci., 69 (6) 2304 (2002)
- B.Masschalck,D.Deckers and C.W.Michiels : J.Food Prot., 65 (12) 1916 (2002)
- J.S.Boland,P.M.Davidson and J.Weiss : J.Food Prot., 66 (10) 1783 (2003)
- M.A.Franchi,G.E.Serra and M.Cristiani : J.Food Sci., 68 (7) 2310 (2003)
- H.H.Sunwood,E.W.Lee,K.Mennim,M.R.Suresh and I.S.Sim : J.Food Sci., 67 (4) 1466 (2002)
- D.Brady,S.Gainess,L.Fenler,McPartlin and C.O.Farrelly : J.Food Sci., 67 (8) 3096 (2002)
- C.S.Chen,W.Y.Liau and G.J.Tsai : J.Food Prot., 61 (9) 1124 (1998)
- 橋本 : 食料工, 45 (6) 368 (1998)
- G.J.Tsai and W.H.Su : J.Food Prot., 62 (3) 239 (1999)
- G.J.Tsai,Z.Y.Wn and W.H.Su : J.Food Prot., 63 (6) 747 (2000)
- J.Rhoades and S.Roller : Appl.Environ. Microbiol., 66 (1) 80 (2000)
- S.Roller and N.Covill : J.Food Prot., 63 (2) 202 (2000)
- J.Knowles and S.Roller : J.Food Prot., 64 (10) 1542 (2001)
- 宮口、櫻津、堤 : 食料工, 48 (12) 918 (2001)
- T.Saward,C.Beaulieu,L.Boucher and C.P.Champagne : J.Food Prot., 65 (5) 828 (2002)
- H.K.No,N.Y.Park,S.H.Lee,H.J.Hwang and S.P.Meyers : J.Food Sci., 67 (4) 1511 (2002)
- V.Coma,A.Martial-Gros,S.Garreau,A.Copinnet,F.Salin and A.Deschamps : J.Food Sci., 67 (3) 1162 (2002)
- G.Romanazzi,F.Nigro,A.Ippolito,D.Divenero and M.Salerno : J.Food Sci., 67 (5) 1862 (2002)
- K.W.Kim,R.L.Thomas,C.Lee and H.J.Park : J.Food Sci., 68 (8) 1495 (2003)
- M.S.Rodrigulz,V.Ramos and E.Agullo : J.Food Sci., 68 (1) 271 (2003)
- V.Coma,A.Deschamps and A.Martial-Gros : J.Food Sci., 68 (9) 2788 (2003)
- T.Omura,M.Shigemoto,T.Akiyama,H.Saimoto,Y.Shigemasa,I.Nakamura and T.Tsujido Biocontrol Sci., 8 (1) 25 (2003)
- 一色、橋原、水内、徳岡 : 食工誌, 41 135 (1994)
- 大久、菅原、峯、一色 : 食料工, 46 (9) 613 (1999)
- 大久、菅原、峯、一色 : 食料工, 46 (5) 334 (1999)
- M.L.Bari,H.Kusunoki,H.Furukawa,H.Ikeda,K.Issiki and T.Uemura : J.Food Prot., 62 (2) 128 (1999)
- M.L.Bari,Y.Iinatsu,S.Kawasaki,E.Nazuka and Isshiki : J.Food Prot., 65 (11) 1706 (2002)
- J.Sawai,H.Miyoshi and H.Kojima : J.Food Prot., 66 (8) 1482 (2003)
- K.Fujita et al. : J.Biosci.Bioeng 88 (4) 380 (1999)
- M.Morita et al. : J.Biosci.Bioeng 91 (5) 469 (2000)
- K.Ahmad et al. : J.Biosci.Bioeng 95 (4) 27 (2003)

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

アサマ化成株式会社

本社 / 〒103-0001  
 大阪営業所 / 〒532-0011  
 東京アサマ化成 / 〒103-0001  
 中部アサマ化成 / 〒453-0063  
 九州アサマ化成 / 〒811-1311  
 桜陽化成 / 〒006-1815

東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285  
 大阪市淀川区西中島5-6-13御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889  
 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854  
 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830  
 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092)582-5295 FAX (092)582-5304  
 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061

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