アサマ NEWS パートナー 2022-5 NO.208

食品の微生物変敗と防止技術

(47) カステラの微生物変敗と制御

1．カステラの種類と製造

1．1　カステラの種類

カステラの名前の由来については多くの説がある。代表的なものはイベリア半島に10～15世紀に存在したカスティーリア王国のポルトガル語発音であるとされ、カスティーリア王国の菓子という意味の「ポロ・デカステラ」となったとう説がある。

カステラはポルトガル語であるが、ポルトガルにはカステラという菓子は存在しない。そこで、カステラの菓子の起源はビスコチョと呼ばれるスペインの焼き菓子やパン・デ・ロールと呼ばれるポルトガルの焼物菓子であるとも言われている[1)]。

江戸時代初期「長崎でカステリア地方の人々が作った菓子」がそのまま菓子の名前になったという説もある。鶏卵、小麦粉、砂糖を主原料にして製造しているので、もともとは洋菓子であるが、日本で作られて日が長く、今では日本独特のものとなっているので、和菓子として扱われる。

日本におけるカステラは長崎が本場とされており、その長崎カステラと呼ばれるものは、長崎県の菓子という意味ではなく、製法が同じものを総称している。カステラは、形状により棹カステラ、ロールカステラ、一口カステラ、鈴カステラ等の種類がある。棹カステラは正方形または長方形の大きな型に流し込んで、オーブンで焼いた後に棹型に切る。水飴を用いているので、しっとりとした食感がある。また蒸しカステラは、焼かずに蒸したものであり、沖縄で作られるチールシコウは蒸しカステラの一種で、上に赤いピーナッツが載っている。

カステラ饅頭というのは、カステラの皮で餡を包んだもので、蒸し饅頭よりも保存性が高い。カステラには水飴を加える場合があるが、その効果は保水性である。水飴は砂糖より保水性があるので、かなりの日数、しっとりした感触を保つことができる。カステラのように使用する小麦粉が比較的少ないものは水分の影響が大きく、これを防ぐために水飴、砂糖、乳化剤が添加されている。

この他に釜カステラ、蒸しカステラ、カステラ饅頭、ロールカステラなどがある。釜カステラは、６面焼きと呼ばれるものもあり、一つ一つの型に入れてオーブンで焼いたタイプで、水飴を用いないことからさっぱりとしており、カステラの原型に近いともいわれる。

長崎カステラの味のバリエーションは、蜂蜜カステラのほかにイチゴカステラ、抹茶カステラ、チーズカステラ、ザボンカステラ、チョコカステラ、ろくべえカステラがある。

1．2　カステラの製造

現在のカステラは鶏卵、小麦粉、砂糖 、水飴を主原材料として製造する和菓子であるが、カビが発生し易く長期保存ができない問題がある。このことが計画生産や販路の拡大などの障害の１つとなっている。この問題を解決する為に、製造工程を無菌化した室内においてカステラを製造するという方法が取られている[2)]。

従来、カステラは焼成されると、１晩、板重と呼ばれる木製の箱の中に入れて、翌日、包丁で切断、包装し製品されていたが、ここで問題になるのはその風味と安全性である。夏季、特に梅雨季には３日位でカビが発生するので安全性において懸念があり、冬季でも１週間から10日保てば上々といわれ、全製造数量の３％から４％がロスとなる状況であった。この対策として保存料などの添加物を使用する方法も考えられる。

鶏卵のタンパク質に熱を加えると分子の運動が激しくなって折りたたまれていた長いタンパク質の分子が、一度広がって再び絡み合い全体としてゲルや沈殿の状態になる。鶏卵のタンパク質に砂糖を加えて加熱すると熱によってタンパク質の分子が広がったあと、砂糖が結びついて、これがタンパク質の再結合を抑制しタンパク質の凝固が遅延する。このため凝固したものは柔らかく、ふわりとした弾力性を持つのがカステラである。

180℃、40分ないし50分間の熱処理で焼き上がった無菌状態のカステラを無菌の清浄空気の部屋に送り込んで、そこで完全包装する。すなわち、そこではカステラを外気に触れさせないで、焼成後の切断、冷却、除湿、バッタ等の工程を進行させる。焼成直後のカステラは、無菌であると考えられるが、空気に直接触れるはずのない製品の内部にカビの発生が見られた。これは、原料のミキシングから焼成処理前の時点に至る工程において、特にカステラの素材の通路内における汚染が原因であった。バルブの間隙部にカステラの素材が残留し塊となり、これが製造時の熱処理では熱が内部まで至らず、カビが死滅せず汚染源となった。カステラの生地の作り方には別立て法と共立て法があるが、最近は共立て法が一般的である。別立て法も共立て法も小麦粉を加えた後の水との比重は0.5～0.6である。カステラをもっと堅くもっと湿り気のないものとして開発されたのが別立て法である。これまでの長崎カステラは原材料を全部一度に混ぜ合わせる共立て法であったので釜カステラと呼ばれた。

カステラの製法は江戸時代の製菓書・料理書に数多く掲載され、茶会でも多く用いられた。一方、カステラは鶏卵・小麦粉・砂糖といった栄養価の高い材料の使用から、江戸時代から戦前にかけて結核などの消耗性疾患に対する一種の栄養剤としても用いられていたこともある。

近代には水飴の使用が普及して和菓子らしい風味をそなえるようになり、ガスオーブンや電気釜の使用で以前より楽に安定してカステラが焼かれるようになった。砂糖、牛乳、バター、バタークリーム、チーズ、バニラ、抹茶、黒糖、チョコレートなどを加えた種類も多く存在している。

2．カステラの微生物

2．1　カステラとカビ

カステラは賞味期限を大きく過ぎたり保存状態が悪いと、カビが生えたり、異臭が生成したり、酸っぱくなってくることが古くから知られていた。カステラに生育するカビは

以前は*Wallemia sebi*が圧倒的に多く検出されたが、工場の衛生管理が進むことによりカビの菌叢も大きく変化してきた。カビは一般に熱感受性が高く、湿熱条件下では70℃、10分間の加熱処理により死滅する。このため加熱工程のあるカステラでは原材料に由来する一次汚染性のカビは容易に殺菌されるので、加熱後は施設内の製造環境からの二次汚染を防止すればカビの汚染は起こらないと考えられてきた。しかし多くのカステラ製造工場においては二次汚染のみならず一次汚染によるカビの変敗事故が多発している。

カステラは25～40%の水分を含む中間水分食品に属し、加熱工程があるにもかかわらずカビの生育による品質低下を招きやすい。このため、包装したのち蒸気やマイクロ波殺菌、脱酸素剤使用包装、炭酸ガス置換包装、炭酸ガス窒素ガス混合置換包装、エチルアルコール製剤添加包装等種々の技術が採用され、保存性を高めている。

最近、これらの技術が採用されているにもかかわらず、カビによる変敗が多発してきた。例えば、蒸気やマイクロ波処理を行っているにもかかわらず生育するカビ、脱酸素剤を使用しているにもかかわらず生育するカビ、炭酸ガスや炭酸ガスと窒素ガス混合置換包装をしているにもかかわらず生育するカビ、エチルアルコールを噴霧又はエチルアルコール製剤使用包装をしているにもかかわらず生育するカビが多発してきた[3)]。これまでは、カステラに発生するカビは茶褐色の*Wallemia sebi*が中心であったが、現在カステラに生育するカビの種類は食品工場の３大カビと言われる*Aspergillus*、*Penicillium*及び*Cladosporium*カビが*Wallemia sebi*と同様に多い。これらの水分25～40%の菓子類に生育するカビの種類は、菓子の種類、菓子の水分活性、工場の浮遊菌や落下菌の種類、包装条件により著しく異なる。カステラの変敗カビを**表１**に示した。

表１　カステラの変敗カビ

カビの種類	カステラ上の斑点色調	汚染源
Wallemia sebi	小豆色から茶褐色斑点	製造工程
Aspergillus penicilloides	白色毛状斑点	製造工程
Aspergillus oryzae	白色から淡黄色	製造工程
Aspergillus braciliensis	黒色	空中浮遊菌
Aspergillus awamori	黒色	空中浮遊菌
Penicillium cyclopium	緑色	空中浮遊菌
Cladosporium cladosporioides	暗緑色	原材料、製造工程
Rhizopus oryzae	白色から灰色	原材料、製造工程
Eurotium repens	淡黄色	空中浮遊菌
Xeromyces bisporus	白色毛状斑点	空中浮遊菌
Monilliella suaverolens	ピンク色から赤褐色	原材料、製造工程

また、カステラに生育するカビは*Aspergillus oryzae*であると同定確認され、これは鶏卵や砂糖類に配合量が多く、スポンジ状の組織に起因している[4)]。

２．２　カステラと乳酸菌

*Enterococcus*属乳酸菌は腸球菌であり従業員の手指に多く付着しているので消毒剤中に混入して増殖する場合が多く、実際に使用されている消毒剤から検出されている。また本菌は化学的殺菌剤に対する抵抗性が高いために消毒剤や防腐剤中で増殖し、工場で分散され工場汚染の原因となっている。このため食品の変敗の原因となる可能性が極めて高い。カステラに異味、異臭が発生した場合の大部分は本菌が原因であると考えられる[5)]。

乳酸菌は通性嫌気性菌に属しチトクローム系の呼吸鎖やカタラーゼなどのヘムタンパク質合成能を有さないことから、分子状酸素をエネルギー代謝に直接利用できなく、むしろ乳酸菌は酸素に接触すると過酸化水素、スーパーオキシドラジカル、ヒドロキシラジカルなどの活性酸素を生成して菌体に損傷を与えるので、乳酸菌にとって酸素は好ましいものではない。しかしカステラが乳酸菌により変敗するのはほとんどが好気的条件下であるが、脱酸素剤を使用した嫌気条件下でも変敗する。

乳酸菌はその代謝活性により乳酸、酢酸、蟻酸等の有機酸やアルコール、アセトアルデヒド、ジアセチル、アセトイン等の香気物質の生産と密接に関連している。

従来のカステラの乳酸菌による変敗は酸敗現象だけであったが、最近では膨張、エタノール生成が多くなってきた。しかし、ホモ型及びヘテロ型発酵乳酸菌はそれぞれの菌種や菌株に固有のものではなく、酸素の存在、糖の種類とその濃度、pHなどの培養条件によって、通常はホモ型発酵の乳酸菌であっても代謝産物として乳酸以外のエタノール、酢酸、蟻酸、ジアセチル、アセトインを生成することがある。

*Lactobacillus plantarum*等のホモ型発酵乳酸菌によってもカステラにエタノール臭が生じて膨張現象が起きている。ホモ発酵型乳酸菌の増殖によりpHが低下せずかえって上昇して容器膨張が生じる場合がある。

２．３　カステラの微生物変敗

カステラの病原菌添加試験では1.0×10^3～1.0×10^4/g接種した*Stapylococcus aureus*が食中毒発症可能な1.0×10^6/gとなるのは30℃保存で10時間であり、低温で増殖可能な*Yersinia enterocolitica*では30℃保存でかなりの増殖が見られ、*Salmonella* Typhimuriumでは30℃保存で８時間後に1.0×10^5～1.0×10^6/gに達した[6)]。

カステラの微生物変敗は圧倒的にカビが多く、多くの糖を含んでいるため耐糖性の茶褐色の*Wallemia sebi*、黒緑色の*Cladosporium cladosporioides*が多い。

原材料に由来する*Bacillus subtilis*による汚染があるとカステラの砂糖が分解されて離水が生成し、異臭や軟化現象が起きる。砂糖を多く使用しているためカビ、酵母、乳酸菌による二次汚染が生成し、多くの変敗現象が生じる。特に多いのが酵母による汚染で、*Wickerhamomyces anomalus*によるシンナー臭生成である。本酵母はエタノールを資化して酢酸エチルを生成する。

カビは焼き工程後の寝かしで*Wallemia*、*Cladosporium*、*Aspergillus*、*Penicillium*の汚染がある。砂糖が多いので*Enterococcus*、*Lactobacillus*の乳酸菌の汚染が多い。カステラが酸っぱくなるのは*Enterococcus*、*Lactobacillus*の乳酸菌に起因する[5)]。

タンパク質6.7%、脂肪4.8%、水分28.8%、灰分0.4%であり、水分活性は内部が0.846、表面が0.744であるカステラの微生物は細菌が*Bacillus*、*Micrococcus*、*Lactobacillus*が多く、カビは*Cladosporium*、*Aspergillus*が検出された[5)]。

カステラのカビ以外の微生物変敗現象と変敗微生物を**表２**に示した。

表２　カステラの微生物変敗

微生物の種類	変敗現象	防止方法
Wickerhamomyces anomalus	シンナー臭	工場殺菌
Saccharomyces cerevisae	白斑点	工場殺菌
Zygosaccharomyces rouxii	エタノール臭	原材料殺菌
Kluyveromyces marxianus	白斑点	原材料殺菌
Enterococcus faecalis	酸敗	工場殺菌
Lactobacillus bulgaricus	酸敗	工場殺菌
Leuconostoc mesenteroides	酸敗	工場殺菌

３．カステラの微生物変敗防止

カステラのカビの発生防止に真空包装、ガス置換包装、エタノール製剤封入包装及び脱酸素剤封入包装が使用され、カステラが嫌気的状態で保存される場合が多くなった。このようにカステラが嫌気的状態で置かれる場合が多くなるに伴い、嫌気下で生育する微生物に由来する酢酸エチル等のエステル、有機酸、白斑点の生成など今までに見られなかったカステラの変敗現象が生成してきた[7)]。

カステラのエタノール製剤封入包装等による酢酸エチル臭（シンナー臭）の生成は二次汚染菌酵母である*Wickerhamomyces anomalus*であり、酸臭は*Enterococcus faecalis*と*Lactobacillus bulgaricus*の乳酸菌に起因する。

このためエタノール製剤や脱酸素剤にオゾンを併用することにより、カビ、酵母、乳酸菌の増殖が抑制された。オ

ゾン処理により酵母（*Wickerhamomyces anomalus*）と乳酸菌（*Enterococcus faecalis*、*Lactobacillus bulgaricus*）の増殖が抑制されたことによる[4、8)]。

全てカビは従属栄養菌であり、でん粉等の多糖体からグルコース等の単糖体に至るまでさまざまな炭水化物を炭素源として利用する。また硝酸塩やアンモニウム塩等の無機窒素化合物並びにアミノ酸、ペプチド等の有機窒素化合物を窒素源として利用することができる。カビにおけるエネルギー産生に関与するグルコースの異化経路として細菌のEMP経路とED経路に加えてHMP経路が働く点に特徴がある。このHMP経路は、EMP経路上のブドウ糖－6－リン酸から6－ホスホグルコン酸、ついで5単糖リン酸を経て、再びEMP経路上の三単糖リン酸に合流する一種の副経路である。この経路は、普通の状態ではさほど働かないが、細胞分化等に際して活発化する生合成反応にNADPHを供給するのに、また核酸の前駆体となるリボースの生成に重要な役割を果たす。

一方、カビのED経路は、細菌と異なりあまり働かない。大多数のカビはミトコンドリア内に発達した電子伝達系及び共役する酸化的リン酸化系を持ち、好気的呼吸によってのみ必要なエネルギーを産生するので、好気的条件下でのみ良好に発育する。これに対して、一部のカビと多数の酵母は、好気的呼吸のほかにピルビン酸を基質とする発酵によってもエネルギーを獲得するので、ある程度嫌気的な条件下でも発育することができる。カビにおいては乳酸発酵よりもエタノール発酵が一般的である。

文献

1）関沢まゆみ：『菓子と果物』日本の食文化6、吉川弘文館（2019）
2）平川兼寛、坂部信：カステラ製造過程における真菌予防措置及びバイオクリーンルームの衛生管理、食品と微生物、1、63-64（1984）
3）内藤茂三：『食品変敗の科学―微生物的原因とその制御』幸書房（2020）
4）仮屋園璋：カステラに生育するカビ、食品工業、9（下）、81-87（1974）
5）内藤茂三、岡田安司、山中勝弘：嫌気下で保存したカステラのオゾン処理の影響、愛知食品工技年報、29、50-65（1988）
6）関和美、今田和子、十川みさ子、香西淑行、松岡正信：食品の保存条件に関する研究（第4報）、香川県衛生研究所報、16、53-58（1987）
7）内藤茂三：『菓子変敗の科学―微生物的原因とその制御―、幸書房（2022）
8）内藤茂三：『増補食品とオゾンの科学』、建帛社（2018）

（内藤茂三　食品・微生物研究所）

浅漬の微生物的変敗（2）

前回、浅漬キャベツの事例において、微生物が増殖することによって漬け液が白濁したり、pHが低下することにより、著しく商品性が損なわれることについて述べ、漬け液の白濁が肉眼的に感じられる透過率は、約70％で生菌数は、10^7〜10^8/gに達する程度になった時点であることも述べた。

また、保存開始時の優勢菌種は、原料野菜に付着している細菌で、特にグラム陰性菌の*Pseudomonas*、*Enterobacter*、*Xanthomonas*、*Flavobacterium*属菌に属するものが多く、その後の乳酸菌の増殖にともなうpHの低下により、*Flavobacterium*、*Pseudomonas*属菌、*Enterobacter*属菌の順に減少する傾向がみられることや乳酸菌の多くは、乳酸球菌の*Leuconostoc mesenteroides*であり、その後、*Lactobacillus*属菌の乳酸桿菌が優勢になることを述べた。

そこで、今回は浅漬から分離された細菌におよぼす食塩や保存中に増加してくる乳酸が微生物の変遷におよぼす影響や浅漬における亜硝酸の生成などについて述べる。

浅漬分離細菌の食塩および乳酸が生育に及ぼす影響

浅漬の細菌叢変化においては食塩濃度の影響が考えられることから、浅漬汚染菌のグラム陰性菌のうち、主な分離細菌である*Flavobacterium* sp、*Pseudomonas fluorescens*、*Enterobacter aerogenes*の食塩耐性について調べたところ、図1のようであった。*Flavobacterium* sp、は3株のうちでは最も耐塩性が低く、浅漬の食塩濃度2.0％では、無塩時の生育の約36％しか示していなかった。*Ps. fluorescens*は食塩濃度1.0％では、無塩時よりもむしろ生育は良いが、食塩2.0％になると無塩時の約90％の生育にとどまり、以後、食塩濃度の増加にともない生育度は減少している。一方、*Ent. aerogenes*は、食塩濃度2.0％で無塩時の120％を示しており、食塩濃度4.0％でも110％の生育を示しているが、食塩濃度8.0％では、ほとんど生育は見られなくなっていた。このことから、浅漬の主なグラム陰性菌の食塩耐性は、*Ent. aerogenes* >*Ps. Fluorescens* > *Flavobacterium* sp の順であることがわかる。

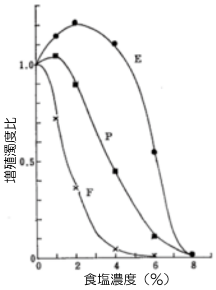

図1 浅漬におけるグラム陰性菌の食塩耐性

E: *Ent. aerogenes*
P: *Ps. Fluorescens*
F: *Flavobacterium* sp.

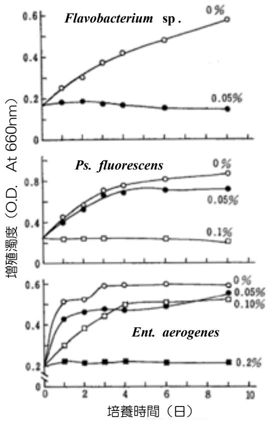

図2　浅漬におけるグラム陰性菌の乳酸耐性

つぎに、グラム陰性菌の減少の直接的な要因である乳酸に対する耐性についてみたものが図2である。*Flavobacterium* spは培養液中に0.05％の乳酸が存在すると30℃培養、10日間以内では生育は見られないが、*Ps. fluorescens*は乳酸が0.05％では生育にほとんど影響しないが、0.1％になると生育阻害を受けることがわかる。一方、*Ent. aerogenes*は、さらに乳酸耐性が強く、乳酸が0.2％ではじめて生育阻害を受けていることがわかる。これらのことから、乳酸耐性は、食塩耐性と同様に、*Ent. aerogenes* >*Ps. Fluorescens* > *Flavobacterium* sp の順であることがわかった。

以上の結果を踏まえ、これらのグラム陰性菌と浅漬から分離した乳酸球菌の*Leuconostoc mesenteroides*を混合培養してみた結果を図3に示した。混合培養では、グラム陰性菌のいずれもが*Leu. mesenteroides*の増殖とそれにともなうpHの低下により生菌数の急激な減少を示していることがわかる。一方、*Leu. mesenteroides*は単独培養よりもむしろ混合培養の方がわずかながら生育が良い傾向がみられている。このような現象は、*Lactobacillus*と*Pseudomonas*との混合培養の結果においてもみられている。

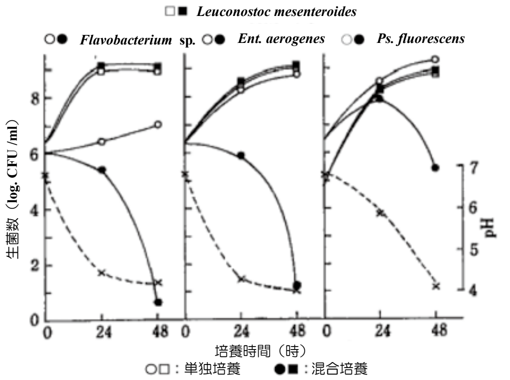

図3　*Leuconostoc mesenteroides*とグラム陰性菌の単独、混合培養（30℃）

このように、浅漬保存中の細菌叢の変化は、初期には原料野菜由来のグラム陰性菌が優勢であるが、しだいに*Leu. mesenteroides*に代表される乳酸菌が増殖し始め、乳酸の蓄積によりグラム陰性菌は死滅減少し、*Leu. mesenteroides*が優勢となってくるのが一般的であった。さらに、グラム陰性菌の細菌叢変化に注目してみると*Flavobacterium*、*Pseudomonas*、*Enterobacter*属菌の順に死滅することがわかったが、これは先述したように、食塩耐性、乳酸耐性ともに*Ent. aerogenes* >*Ps. Fluorescens* > *Flavobacterium* spの順に強いことが要因の一つと考えられる。

浅漬における亜硝酸の生成

野菜中の硝酸塩を摂取すると体内の細菌により亜硝酸に変化し、肉や魚などに含まれる２級アミンとpHの低い胃内で発がん物質の一つであるニトロソアミンが生成されることがわかっている。また、浅漬の保存中に*Pseudomonas*属などの硝酸還元菌により、野菜原料に含まれている硝酸塩から亜硝酸が生成されることは以前から良く知られているが、現在では、あまり大きな問題はないものと考えられている。しかし、話題になることもあるので、ダイコンの浅漬を例に、保存中における亜硝酸の消長と微生物の関係について述べる。

ダイコンの浅漬（食塩濃度3.0％）を20および５℃で保存した場合の細菌数および亜硝酸濃度の変化について調べた例を図４および図５に示した。

20℃で保存した場合（**図４**）は、保存開始後２日目で漬け液中の亜硝酸の生成は約70ppmのピークに達していたが、細菌の増殖にともない４日目にはpH4.3、８日目には、pH4.05となり、亜硝酸は、４日目で18ppmになるが、８日目には消滅している。ダイコンそのものの亜硝酸は漬け液と同様に２日目にピークに達しているが、漬け液における含量よりもかなり低く、8.5ppmに達したに過ぎない。一方、５℃保存の場合（**図５**）は、亜硝酸は漬け液で５日目で４ppm、10日目では12.5ppmに達したに過ぎず、ダイコンそのものではさらに低く、10日目でも2.5ppmにとどまっている。

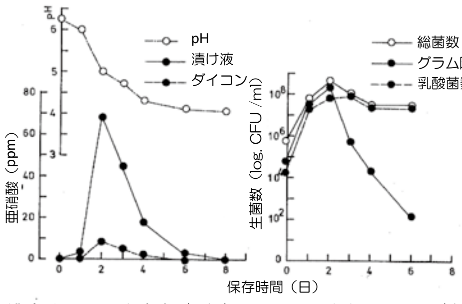

図４　浅漬ダイコンの保存中（20℃）における亜硝酸、pHおよび生菌数の変化

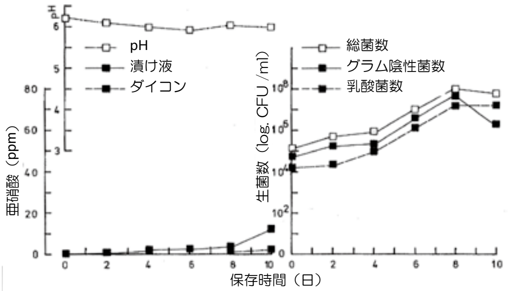

図５　浅漬ダイコンの保存中（５℃）における亜硝酸、pHおよび生菌数の変化

微生物の変化をみると０日目の微生物叢は、*Pseudomonas*、*Micrococcus*、*Flavobacterium*属菌やEnterobacteriaceae、乳酸菌など多種類の微生物により構成されていたが、亜硝酸の生成がみられた１～２日目には*Enterobacter*や*Pseudomonas*などの硝酸還元能を有する菌群が主要菌叢を構成しており、亜硝酸の減少が始まった３日目以降では、乳酸菌が菌叢のほとんどを占めるようになっている。ダイコン以外のキュウリやナス、白菜の浅漬から無作為に分離した約350株の細菌についてそれぞれの硝酸還元能の有無について調べ、各微生物群における分布状況を調べたものを**表１**に示した。結果をみると分離菌株全体の34.4％が硝酸還元能を有しており、グラム陽性菌のなかでは、64.1％、グラム陰性菌のなかでは、26.1％が硝酸還元能を有している。硝酸還元能を有する菌株の比率が高い菌群としては、グラム陽性菌では、*Bacillus*、*Staphylococcus*、*Micrococcus*属菌、グラム陰性菌では、多くはEnterobacteriaceaeで、つぎに*Pseudomonas*属菌であった。一方、*Acinetobacter-Moraxella*、*Flavobacterium*、*Xanthomonas*属菌はいずれも硝酸還元能は有していなかった。浅漬保存中では一般的にグラム陽性菌の増殖は遅いので量的な面を考慮すればグラム陰性の硝酸還元菌、特に*Pseudomonas*属菌やEnterobacteriaceaeに属する細菌が浅漬における亜硝酸生成に重要な役割を果たしているものと考えられる。

表１　浅漬漬け液中の硝酸還元菌の分布

種　類	分離菌数	硝酸還元菌		非硝酸還元菌	
		分離菌数	%	分離菌数	%
全　数	351	122	34.8	229	65.2
グラム陽性菌	79	51	64.1	28	35.9
Micrococcus	34	32	94.1	2	5.9
Coryne-form bacteria	42	16	38.1	26	61.9
Bacillus	2	2	100	0	0
Staphylococcus	1	1	100	0	0
グラム陰性菌	272	71	26.1	201	73.9
Pseudomonas	96	16	16.7	80	83.3
Enterobacteriaceae	56	55	98.2	1	1.8
Acinetobacter-Moraxella	55	0	0	55	100
Flavobacterium	49	0	0	49	100
Xanthomonas	16	0	0	16	100

分離した代表的な硝酸還元菌の培地における亜硝酸生成の経時的な変化について調べた結果を図６に示した。30℃の場合は、*Citrobacter freundii*、*Enterobacter aerogenes*、*Erwinia*など大腸菌群に属している細菌の亜硝酸生成量が高く、特に、*Cit. freundii*、は２日目には800ppm以上に達している。同じグラム陰性菌の*Pseudomonas fluorescens*は２日目で約50ppmの生成がみられている。一方、グラム陽性菌の*Micrococcus varians*、Coryne-form bacteriaの亜硝酸生成量はグラム陰性菌と比較すると全体的に低い傾向がみられた。５℃培養の場合は、30℃培養の場合と異なり、低温性細菌の*Ps. fluorescens*や大腸菌群のなかでも比較的低温下での生育が良好な*Ent. aerogenes*の亜硝酸生成量が高い傾向がみられたが、*Cit. freundii*やグラム陽性菌の亜硝酸生成量は低い傾向がみられた。このことから浅漬を低温保存した場合の亜硝酸生成に関しては、特段問題視する必要はないと思われる。

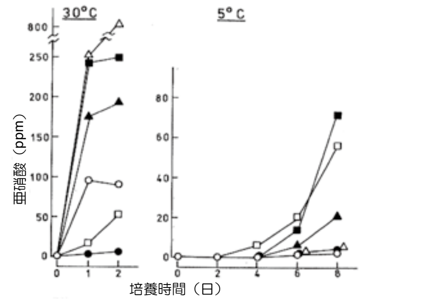

図６　浅漬から分離した亜硝酸生成細菌による亜硝酸生成

○ *Mic. varians* GP1　● Coryne-form bact. GP3　□ *Ps. fluorescens* GN6
■ *Ent. aerogenes* E2　△ *Cit. freundii* E6　▲ *Erwinia* sp. E7

（東京家政大学大学院　宮尾茂雄）

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20-6 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
●東京アサマ化成販売／〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町2－1 大伝馬町壱番地ビル５階 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
●中部アサマ化成販売／〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2－28－1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
●九州アサマ化成販売／〒815-0031 福岡県福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114 FAX (092)408-4350
●桜陽化成／〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9－8－18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061