

アサマ NEWS パトナ

2025-3 No.225

食品の微生物変敗と 防止技術

(64) 笹団子の微生物変敗と制御

1. 笹団子の歴史

平安時代の後期には団子の名も現れ、五節句などの年中行事や冠婚葬祭などの通過行事には団子が用いられて祝われるようになった。笹団子は北越風土記によれば戦国時代に携行保存食とされた。蒸し団子の一種で新潟県から福島県に至る地域で良く作られる。主に春先に新潟県の各家庭内で作られていた郷土食であり、中にアンを入れたものだけではなく、ヒジキやアラメの煮物を入れたものもある。新潟県のもは北越風土記にその由来がみられ、1554年に上杉謙信が越後の春日山城を出る際に、兵糧として中国のチマキをまねて作りだした。笹団子は形状からいえば笹餅ともいえるし、粽(チマキ)の一種である。しかし、「料理物語」や「本朝食鑑」によると、笹餅はいろいろちぎったもので花の形や芋の形をしたものであった。新潟県の笹団子は粽の手法と小さな餅の合成が見られるが、微生物変敗を防ぐ笹の効果を利用した家庭の保存食であった。団子を笹の枝に刺したものは江戸浅草店天王町祇園社の祭礼にこれを神前に供えた。また、上新粉と白玉粉の米粉を捏ねてアンを入れ、笹の葉で包んだものを蒸したものは新潟県の名物である。現在、団子と呼ばれるものは米、麦、ソバ、粟、キビなどの穀物の粉を捏ねて丸め蒸すか茹でたものである。笹団子の笹は一度乾燥させたクマ笹を用いて3枚で団子を包んでいる。昔は良い米は年貢に出し、残りの屑米を粉にして笹団子とした。このため笹団子の賞味期限は1日であるとされた。

笹団子は笹の葉に包んでスゲなどの紐を結んだ俵型の団子で、約500年前から新潟県の中越、下越地方と福島県会津地方の一部で食べられていた。地域によってはアン入りのものを女団子、アン以外のもが入ったものをアエモン団子、キンピラ入り若しくは何も入っていないものを男団子という。笹の葉の香りのする笹団子は濃い緑で、ヨモギの風味がし、すこし甘目の粒アンが良く合う。

江戸時代には笹団子のみならず彼岸団子、月見団子、田の神祭りの団子などが広く浸透し始めた。

笹団子を新潟県の土産の和菓子として売り出したのは1964年の新潟国体だったと言われている。米俵に似た形が米どころ新潟県を連想させ新潟県の土産の定番となった。

全国の団子を表1に示した。

2. 笹団子の製造

団子に用いられる米は、低アミロースのうるち米、もち米、うるち米ともち米のブレンドが中心である。笹団子は

表1 全国の団子

地域	団子名	特徴
北海道	大沼団子	串には刺さずゴマダレ、ながしアン、葛アン
岩手県	郭公団子	白玉粉を蒸して搗いたもの切り、コシアン、ゴマダレ
宮城県	栗団子	栗の入った団子に葛、ザラメ、醤油
福島県	南郷団子	一口大の白玉粉団子で流しアン、醤油アン
栃木県	糸切り団子	米粉に重曹で茹でたヨモギを入れ、きな粉、ツブアン
新潟県	澤根団子	佐渡の団子でアンはコシアン、ザラメ
新潟県	笹団子	上新粉白玉粉をブレンドし中にアンはコシアン、ツブアン
埼玉県	ときわだんご	糸きりという串にささない団子でサラシアンときな粉
千葉県	焼き団子	生地を4個ずつ串に差し甘い醤油ダレ
東京都	羽二重団子	舌ざわりが羽二重のようになめらか
東京都	言問団子	小豆アンと白アンとで包み串に刺す
京都府	みたらし団子	醤油と黒砂糖を加えた葛アン
奈良県	きなこ団子	生地は丸めず搾り取るようにちぎる。きな粉を塗す
滋賀県	くしだんご	末広かゆで50~60粒の本格派の串団子
岡山県	吉備団子	白玉粉に上白糖、水飴を加えた生地
鳥取県	打吹公園団子	最初はアンを塗したものであったが明治中期より3色団子
福岡県	串団子	夏場はシロップと砂糖、冬場はきな粉をかけた串団子

上新粉と白玉粉を半分ずつ混ぜ、ヨモギの新芽を茹でて絞ったものを入れて良く捏ねて生地を作り、伸ばした生地に団子状に丸めたアンを包み、これを笹の葉で包んでイグサやスゲなどの紐で縛り、これを蒸し器で約20分間蒸す。地域によっては紐を中央で結ばないところもある。新潟県三条市の下野地区では、ゴンボウの葉と呼ばれるオヤマボクチをヨモギの代わりに使用するところもある。アンは粒アンとサラシアンとの2種類があり、生地をアンを包みクマ笹3枚で包んで30分間蒸す。また日数を経て硬くなったら、再度蒸す。

食べる時に笹の葉を縦方向に細かく裂くときれいにむける。笹の葉にはビタミンKや安息香酸が含まれ抗菌力がある。また、同じく含まれているクロロフィルが防腐剤の役目を果たし笹団子の保存に役立ってきた。

笹団子を調製する際に上新粉と白玉粉を混合した粉に添加する水量が出来た笹団子の粘弾性及び食味に影響する¹⁾。

上新粉と白玉粉をそれぞれ50の割合で混合し、粉100gに対して加水量を75ml(50.76%)、80ml(52.13%)、85ml(53.43%)として団子を製造して粘弾性を測定した。その結果、75ml添加では測定値が高く、食味が硬くて粘りがなかった。また85ml添加では、測定値が低く食味は柔らかく粘りが強く、80ml添加のものが一番適当であった。団子の粘弾性は上新粉と白玉粉との配合割合より、またその時間経過により影響された。上新粉の多い団子ほど高い値を示し、白玉粉の多い団子ほど低い値を示した。いずれも時間の経過とともに高い値を示した。また測定値の時間経過の変化は上新粉の多いものほど大きく、白玉粉の多いものほど小さかった。

笹団子の製造法は多水分系でん粉食品であるため、流過程において常にカビの発生やでん粉の老化に起因する硬化などによって品質の劣化が問題となっている。食べ方は江戸時代から多様化し、醤油でつけ焼きをしたり、クズ醤油、きな粉、アン、ゴマやクルミのタレをつける。団子の

中にアンを包み表面にゴマやきな粉を塗る場合がある。

生の種（βでん粉）で包アンするため、皮の破裂等の問題から蒸し時間にも制限があり、十分な糊化をすることが困難であり、それだけに老化も早い。硬化を防止するためには一般的には酵素や糖類が用いられているが、βでん粉の状態での添加は効果が期待できない。これは上新粉の糊化開始温度が約80℃であるため、でん粉のミセルが開いて酵素作用を受け入れられる状態になったときはすでに酵素が失活するためである²⁾。笹団子の蒸し工程における水分、還元糖、水溶性全糖を測定した結果、糖を団子に添加した団子の浸透圧を高めることにより成分の移行は著しく減少した。また、糖類の添加も十分蒸して糊化した後に加えれば老化に関係する水を砂糖に捕捉させて水の動きを止め、急速に乾燥させたと同じ働きをさせることができるが、笹団子のように生の種で成型して蒸して製品化されるものは不可能で、糖類を添加しても逆にでん粉の糊化膨潤を妨げ老化を早める結果となる³⁾。

草団子の物性は、内地米、準内地米、外米の順に硬くなった。特に、外米で作ったみたらし団子は硬くなり、24時間後において既に粘弾性を失った⁴⁾。笹団子の品質は原料である上新粉と白玉粉によ決定される。

店内で出される笹団子は甘さ控えめであるが、おみやげ用に売られている笹団子は砂糖が多く入れられており甘いことが多い。アンの原材料をみると小豆よりも砂糖が先に書かれているので、小豆より砂糖が多い。笹団子を製造販売しているメーカーは新潟県内だけで約100社ある。

3. 笹団子の微生物変敗

笹は、古くから食品の保存や盛りつけの飾り、演出・色取りに使われてきたが、これは笹の葉に含まれているビタミンKや安息香酸の抗菌、防腐力による。また、同じく含まれているクロロフィル（葉緑素）が防腐剤の役目を果たし食物の保存に役立ってきた。食物の緑色を保存することは冷凍技術のなかった昔は難しいことであり、笹にずいぶん依存してきた。

しかし、最近では笹に含まれる成分によっては制御出来ない微生物により変敗が生成している。その中心となるのが、笹団子のアンに含まれる乳酸菌による変敗である。加糖アンに含まれる *Lactobacillus fructivorans*、*Leuconostoc mesenteroides* によりエタノール臭や膨張現象が生じる。また笹の皮からの工場乳酸菌の二次汚染菌による変敗が生じ、酸味、異臭変敗が生成する。この時の乳酸菌は *Lactobacillus fructivorans* が多い。本乳酸菌は、エタノール資化性であり、エタノールを多量に散布する工場において生成する。笹団子の微生物変敗を表2に示した。

表2 笹団子の微生物変敗

変敗現象	原因菌	汚染源
ネト	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B.cereus</i> , <i>Lactobacillus</i>	笹、団子、アン
糸を引く	<i>B.subtilis</i> , <i>B.licheniformis</i>	笹、団子、アン
白斑点	<i>Aspergillus</i>	笹
緑斑点	<i>Penicillium</i>	笹
変敗臭	<i>B.subtilis</i>	笹、団子、アン
酸臭	<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	笹
酸味	<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	笹
エタノール臭	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	笹

笹の葉に緑色又は白色のカビが生育する場合がある。笹団子の微生物変敗は笹や環境に由来するカビが中心であり、緑色のカビは *Penicillium*、赤色の細菌は *Serratia*、白色のカビは *Aspergillus* である。団子が糸を引く場合は、米粉に由来する *Bacillus subtilis*、腐った臭いがする場合は米粉に由来する *Bacillus*、*Clostridium* である。笹団子のアンに含まれる

Leuconostoc mesenteroides による膨張現象がある。又、笹の葉に含まれる *Leuconostoc mesenteroides* により膨張する場合もある。また笹団子の品質低下の一因には包んだアンの甘味現象、粘度低下があり、いずれも *Saccharomyces cerevisiae* の増殖による場合がある。

笹の葉に寄生する微生物は多く存在し、白い粉のようなものが付く場合があり、次第に枯れていく。笹の葉に寄生するカビには白色化するものがあり、オレンジ色のものもある。笹類に生育する微生物は、細菌類、藻菌類はあまりみられず、子囊菌類や担子菌類、不完全菌類が多い。タケにはタケ類テングス病があり、カビの感染によりタケの枝先が細かく分かれてテングス状になる病気で、笹類に感染する場合がある。笹団子に包んだアンは保存中に甘味が減少する場合があるが、これは微生物の増殖による場合と団子への移行の場合がある。笹団子は笹の葉だけにカビが生育することがあり、笹の葉が白くなり、褐色の斑点が生成する場合がある。笹の葉は植物体地上部である葉圏には、多種類の細菌や真菌が存在し、笹の葉の健康維持や生態学における物質循環において重要な役割を担っている。タケは約120年周期、笹は40年から60年周期でともに開花後は枯死する。笹団子の賞味期限は常温で1～2日、冷蔵で2～4日、冷凍で1～2月である。

笹団子の品質低下の一因となるのは、団子の表面のカビ、団子の表面の硬化、中のアンの甘味の減少、粘度低下である。この原因は微生物の増殖により成分が変化することと成分の移行であり、団子の表面の水分がアンに移行し、アンの成分が団子の表面に移行するため、団子の方が少し白くなる場合がある。成分の移行は保管温度により著しく異なり、移行を少なくするためには低温保管が良い。成分の移行の防止は団子の生地に糖類を添加することにより可能となるが、製造工程上一旦糊化した後に砂糖を添加することができない笹団子に対しては過剰の糖類の添加はでん粉の糊化、膨潤を阻害し品質劣化を来す場合がある³⁾。

4. 笹団子の微生物変敗制御

笹団子の微生物変敗防止対策としては乳酸菌に選択的な効果がある、オゾンが有効である⁵⁾。笹団子の包餡工程や笹包装工程に有効であるが、特に乳酸菌の二次汚染の多い冷却工程の環境殺菌に有効である。冷蔵しても笹団子が硬くならない場合は砂糖が多く添加している場合が多い。しかし、笹団子はでん粉の老化に起因する硬化の問題があり、生の生地で包装、成型するために酵素を添加してもほとんど作用せず効果が少ない。また糖類を添加してアンに *Leuconostoc mesenteroides*、*Lactobacillus* の乳酸菌や *Saccharomyces cerevisiae* の酵母が存在すると、増殖して包装袋が膨張する場合がある。

笹団子に入れるヨモギは古くから食用や薬草として知られ、また万葉集や枕草子などにも詠まれ、我々の生活に深いかわりのあった植物である。しかし、ヨモギの葉には多くの微生物が付着しており、薬剤殺菌では殺菌することが出来ない微生物が存在しているため、丁寧に処理する必要がある。薬剤耐性菌の中心は乳酸菌であり、加熱殺菌を併用すると効果がある。

クマ笹のエキスには院内感染の原因となるメチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）に対して抗菌力がある。笹の抗菌力を利用して笹団子の保存に活かすためには笹の成分を団子の中に入れる必要がある。しかし保存期間は延伸するが味が変化する。笹の葉の表面だけの接触で抗菌力を期待するには限界がある。笹の葉の上に葉白斑状や緑色状のカビが生えることがあるが、これは笹の葉の保管中に二次汚染したカビである。

笹の葉で包んだ笹団子は変敗しにくく、また怪我をした時に笹の汁をつけると化膿しにくくなる。笹の葉に含まれる種々のフェノール成分や有機酸が相乗して *Staphylococcus aureus*、*Echerichia coli*、*Bacillus subtilis*、*Aspergillus brasiliensis*、*Candida albicans* などに対して抗菌力を示す。笹団子に用いる笹の葉には抗菌力があるが笹団子の防腐力は必ずしもあるとはいえない。

種をつくる時に熱湯を用いると日持ちの面で効果がある。これは粗い粉と細かい粉では糊化温度が異なるため、蒸し工程で細かい粉が水を奪って早く糊になり、粗い粉が糊になろうとする水が不足し、糊化が不十分となるので老化も早い。そこで熱湯を用いて細かい粉をある程度糊化膨潤させておき、水の奪われを防ぎ、均一な糊化状態にするわけである⁶⁾。

笹団子を凍結する場合、最大氷結晶生成帯の温度と有効凍結温度が品質に大きく影響する。微生物の増殖や老化の速度は有効凍結温度が重要である。笹団子を -2°C から -80°C の温度範囲で凍結した場合の凍結曲線に対する温度の影響を検討した結果、 -2°C 付近で温度低下が停滞するのでここが笹団子の凍結点である²⁾。

竹の生息している竹林の土には乳酸菌や土壌細菌が多く存在する。竹には成長するために必要な水分を吸い上げる孔が開いている。この孔を通じて水分と一緒に乳酸菌や土壌細菌が竹の中に吸収される。乳酸菌には *Lactobacillus plantarum*、*L.delbruecki*、*Leuconostoc mesenteroides* があり、これらの乳酸菌は強く、竹を伐採しておく笹の葉にも移行する。竹から笹の葉に乳酸菌が移行し笹団子を酸臭、酸敗、膨張の変敗が生じる場合がある。このため竹から笹の葉への乳酸菌の移行を防止する必要がある。笹の葉に存在する微生物で最も多いのが細菌であり、 1 cm^2 当り $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^7$ である⁷⁾。

笹団子の保存性向上には凍結が用いられているが笹団子の凍結は微生物の増殖を抑制し、酵素作用などを防ぐためである。凍結方法により氷結晶の大きさが異なり、解凍後の品質に影響を与える。笹団子の品温が -15°C より高温で凍結した場合は、老化に起因する硬化現象がみられる²⁾。団子の解凍時における解凍後の団子とアンの間に起きる成分移行がある。笹団子の成分移行は、保存温度により著しく異なり、冷凍保存では団子とアンの両者が完全な凍結状態となる低温にする必要がある³⁾。

文献

- Collison,R.: [Starch and its derivatives (4th ed.)] Chapman and Hall (London), p. 194 (1968)
- 谷地田武男: 笹だんごその冷凍、コールドチェーン研究、3、150-157 (1977)
- 谷地田武男、中村幸一、中村厚子: 菓子類の安定性に関する研究、(第3報) 団子の冷凍、時に解凍における成分移行とその防止について、新潟食品研報、14、23-28 (1977)
- 谷地田武男、中村幸一、金子町子: 穀粉の性状とその利用に関する研究、(第1報) 原料米及び製粉方式を異にする上新粉の品質について、新潟食品研報、11、37-48 (1970)
- 内藤茂三: [増補食品とオゾンの科学、微生物的原因とその制御]、建帛社 (2018)
- 谷地田武男: 新潟食研技術情報、11 (1970)
- Linow,S.E. and Bredl,M.T.: Microbiology of the phylospore, Appl.Environ. Microbiol., 69, 1875-1883 (2003)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

茄子と漬物

ナス (*Solanum melongena*) は、ナス科ナス属の植物で別名ナスビともよばれる。原産地はインドの東部で、有史以前から栽培されていたと考えられている。その後、ビルマを経由して中国へ5世紀頃に伝わり、その後、日本には7~8世紀に伝わった。ナスに関する日本最古の記録は東大寺正倉院の古文書で、「天平勝宝二年 (750)、茄子進上」と

の記述が残されている。平城京の長屋王邸宅跡から出土した木簡には「進物 加須津毛瓜 加須津韓奈須比」との記述があり、進物にナスの粕漬けが使われていたことがわかる。正倉院文書には「天平六 (734) 年、茄子十一斛、直一貫三百五十六文」の記載がみられ、また、平安時代中期に編纂された『延喜式』には、ナスの栽培方法の記述がある。江戸時代には、各地で広く栽培されるようになり、日本では、なじみのある庶民的な野菜の一つになった。寛文年間 (1661~1673年) には江戸でナスの促成栽培が普及し、『農業全書』(1697年) には「紫、白、青の三色あり、又丸きあり長きあり」の記述があることから、江戸時代から様々なナスの品種が栽培されていたことがわかる。戦前の日本では、最も生産量の多い野菜がナスであり、栽培の歴史が長いことから、その土地ならではの伝統品種が多くみられ、在来品種では東北の仙台長なす、山形の民田なす、京都の賀茂なす、大阪泉州の水なす、九州の大長茄子などがよく知られている。黒紫色が一般的であるが、白色や緑色のものがあり、形状も丸形、卵型、長型など様々な品種がある。表1に主なナスの品種を示した。

表1 日本の主なナスの栽培種

品種名	生産地	特徴	品種名	生産地	特徴
民田なす	山形県鶴岡	小丸・漬物	杉谷なすび	滋賀県甲賀	丸、漬物
早生真黒なす	埼玉県草加	中長	高月丸なす	滋賀県長浜	丸、漬物
仙台長なす	東北	長	賀茂なす	京都府	大丸
巾着なす	新潟県魚沼	丸、漬物	泉州水なす	大阪府泉州	丸、水分多、漬物
十全なす	新潟県	泉州水なす系	三豊なす	香川県	水なす系、漬物
梨なす	新潟県長岡	丸、漬物	大長なす	熊本県	大長、漬物
小布施なす	長野県	大丸	赤なす	熊本県	大長、焼きなす
折戸なす	静岡県	丸、緻密	薩摩白丸なす	鹿児島県	大丸、淡緑色
下田なす	滋賀県湖南	小型、柔らかい	鹿児島白なす	鹿児島県	薩摩白なす系

茄子の漬物

ナスを使った漬物としては、小ナスの辛子漬や水ナスの浅漬けがよく知られているが、江戸時代にもナスを使った漬物があった。天保7年に出版された『漬物塩嘉言』には、ナスを使った漬物として「茄子塩漬漬」、「初夢漬」、「家多良漬」などの製造法が載っている¹⁾。「茄子塩漬漬」では、ナスの色を良くするには、塩に川砂を混ぜて漬けることやミョウバンを少し入れるのが良いことが記されている。「初夢漬」の項では、花落茄子の蒂(へた)をとってからあまく塩押しし、辛子を加えた醤油に白砂糖を入れたものにナスを漬ける製法が書かれており、現在の小ナスの辛子漬を彷彿とさせる。正月二日の「一富士二鷹三茄子」の順で縁起が良いとされることわざに因んだ「初夢漬」は、江戸時代の粋な息吹が感じられて興味深い。また、「家多良漬」は、ひしおに瓜、ナス、唐辛子や沢庵漬を刻んだものを漬け込んだもので、現在の福神漬に類似したものである。

しば漬

しば漬はすぐき漬、千枚漬とともに京都三大漬物の一つとして良く知られている。シソの赤紫色と乳酸発酵によって生ずる特有の香気と酸味を有する漬物である。名前からはシソが目立つ漬物であるが、大部分を占めているのがナスである。しば漬は、元来、ナスとシソと塩だけを使い乳酸発酵を経て作られる漬物である。しば漬の産地は京都府大原で、香りの良い縮緬紫蘇の栽培に適した環境にある。

しば漬の起源には諸説あるが、壇ノ浦の戦い(元暦2 (1185)年)で平家一門が滅亡した後、高倉天皇の中宮建礼門院は出家し、大原の里にある尼寺の寂光院でひっそりとわが子安徳天皇はじめ一門の菩提を弔う日々を過ごしていた。このとき里人が建礼門院をお慰めするために差し上げた漬物を建礼門院が大層気に入って「柴漬(柴葉漬)」と名づ

けたといわれている²⁾。現在においても寂光院ではしば漬を漬け込み、12月に皇室に献上している。ナスとシソを交互に入れて塩を振り木樽に漬け込み、漬物蔵に保存しているという。柳原敏雄氏の「漬けもの風土記」には、その様子が載っている³⁾。

しば漬の製造

シソの最盛期は7～8月頃で、京都大原の里は一面シソの赤紫色に染まり、しば漬の漬け込みが一斉に行われる。品質の良いしば漬を漬けるには、大原の朝もやの中で栽培されたシソが欠かせないと昔から言い伝えられており、実際に他のシソと比べて香りが良い。しば漬はこのように、7～8月に漬け込み、乳酸発酵させた後、10月頃までには出来上がる。伝統的な大原由来のしば漬の製造方法は概ね以下のとおりである。

シソは、株元から刈り取り、株を束ねて加工場に運んだ後、大きな水槽に浸けて流水で洗い、水を切っておく。手作業でシソの葉を1枚ずつ丁寧に摘み取り、傷んだ葉や青虫などを取り除く。葉を取り去ったシソの茎は、畑に広げて乾燥し、細かく砕いて堆肥にしている。ナスは、水洗いした後、ヘタの部分を2cmほど切り落とし、水洗いしてから、スライサーの投入口から丸のまま入れると回転式の切削刃で5mmほどの厚さに切断されて排出口からステンレス製の作業台の上に出てくる。ナスの量に合わせてシソの葉を混ぜ、適量の塩を加え、バラバラと振り混ぜるようになじませる。配合は、ナス80：シソ3が一般的で、食塩濃度は8～9%ほどである。良く混ぜ合わせたナス・シソ・塩を4斗樽に漬け込む。樽にナスとシソが山盛りになると、木製の落とし蓋を置き、その上に重石を載せてしばらくすると、40～50%に相当する漬け水が自然に流れ出るので、減った分だけさらに追い漬けをする。翌朝、重石を下ろして、樽を斜めに傾けて溜まった悪汁をこぼし、その上に塩をふり表面をシソ葉で覆って空気と遮断（葉蓋）する。その上に木製の蓋を置き、重石を重ねる。この時点では落とし蓋の位置は樽の上にある。この状態で20日以上以上発酵させる間に少しずつ悪汁が排出して、木蓋は樽の縁より下に沈みこむ。発酵が進む間も樽の様子を見ながら手を入れる。

1年前に漬けたしば漬の木樽に敷かれた厚いシソの葉蓋をめくると赤紫色の鮮やかなしば漬が現われた。生のシソの鮮烈な香りから穏やかな香りに変わり、程よい酸味と歯ごたえのある美味しいしば漬となっている。

しば漬と微生物

しば漬はナスと赤シソを塩漬して乳酸発酵させたものである。しば漬の鮮やかな赤紫色と酸味には乳酸発酵により生成される乳酸菌が重要な役割を果している。しば漬の漬け込み5日目に乳酸菌数は1g当たり1億個以上に達し、その後は徐々に減少し、10万個程度で落ち着くようになる。乳酸菌数が最高に達する5日目頃は、ホモ発酵型乳酸菌とヘテロ発酵型乳酸菌の割合はほぼ同じであるが、20日目頃になるとホモ発酵型乳酸菌が優勢となり、pHも3.5程度にまで低下し酸味が形成される。乳酸菌叢をみると漬け込み5日目までは、球状乳酸菌の*Leuconostoc mesenteroides*や桿状乳酸菌の*Lactilactobacillus curvatus*、*Lacticaseibacillus brevis*がほぼ同量であったが、20日目以降は、*Lactiplantibacillus*

*plantarum*が優勢菌種となる。pHや酸度（乳酸量）、色調が30日前後で安定することから*L.plantarum*が、しば漬の酸味や色調を形成する上で極めて重要であることがわかる（図1）。漬け込み後40日になると優勢菌種が*Lacticaseibacillus casei* subsp. *pseudoplantarum*に交代している。以上のことからしば漬の発酵、熟成にともなって乳酸菌の占める割合は変化するが、良好に漬かったしば漬の初期の主要乳酸菌は*L.plantarum*および*L.brevis*で、後期には*L.plantarum* subsp. *pseudoplantarum*が優勢になり、これらの乳酸菌がしば漬の漬かりに寄与していることが報告されている⁴⁾。

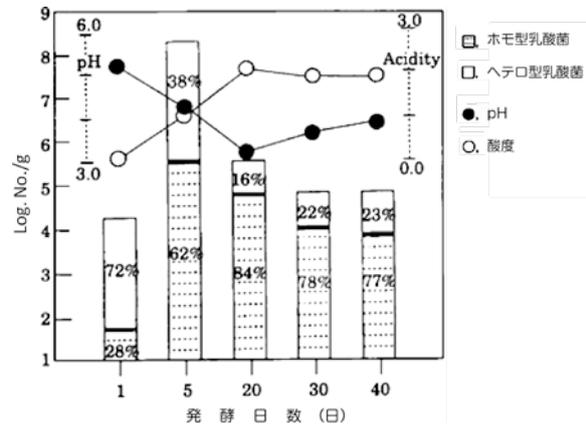


図1 しば漬の発酵・熟成における乳酸菌数、pH、酸度の変化

しば漬とアントシアニン

しば漬の鮮やかな赤紫色は、材料の多くを占めるナスとシソに由来するアントシアニン色素に起因する。アントシアニンは水溶性の色素でpHによって色調が変化することが知られている。すなわち、強酸性では安定的なフラビリウムイオン（赤）、微酸性～中性ではキノン型のアンヒドロベース（紫）、アルカリ性ではキノン型のアニオン・アルカリフェノール（青）に変化する。正常に乳酸発酵したしば漬は、pHは3.5前後になるので鮮やかな赤紫色をしているが、不良品の場合は、しば漬に退色した部分が多くみられる。

しば漬の主要なアントシアニンはナス由来のナスニンの占める割合が最も高いことが知られている。このナスアントシアニンは不安定なためポリフェノールオキシダーゼによって酸化されやすく、生成したキノンが重合して褐色に変化するものと考えられる。試験的にナスだけで漬けたものは退色して発色せずに褐変することが知られている。したがって、しば漬の主要色素であるナス由来のナスニン単独では非常に不安定であるが、シソ由来のアントシアニン色素が混合されることにより安定になっていると考えられる⁵⁾。

以上のことからしば漬の赤紫色の安定を保つうえで、ナスとシソの絶妙な配合が重要であることがわかる。

参考資料

- 1) 小田原屋主人：四季漬物塩嘉言、天保7年（1836）
- 2) 京都府漬物協会企画・発行：京のおつけもの 古都がはぐくむ“ほんまもん”の味（2001）
- 3) 柳原敏雄：漬けもの風土記西日本篇、中央公論社（1995）
- 4) 品川弘子ら：日食科工誌、43（5）、582-585（1996）
- 5) 品川弘子：日本調理科学会誌、32（4）、367-373（1999）

（東京家政大学大学院 宮尾茂雄）

アサマ化成株式会社
Asama Chemical Co., Ltd.

E-mail : contact@asama-chemical.co.jp
https://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 大伝馬町番地ビル5階	TEL (03)3666-5841	FAX (03)3667-6854
●中部アサマ化成販売 / 〒460-0002	名古屋市中区丸の内二丁目17番30号 ie 桜通伏見ビルディング9B	TEL (052)746-9019	FAX (052)746-9018
●九州アサマ化成販売 / 〒815-0031	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