

アサマNEWS

パートナ

2023-3 No.213

食品の微生物変敗と 防止技術

(52) おにぎりの微生物変敗と制御

1. おにぎりの歴史と特徴

1. 1 おにぎりの歴史

6月18日は、「おにぎりの日」であり、1987年、石川県鹿西町（ろくせいまち）の杉谷チャノバタケ遺跡で、炭化したおにぎりの化石が発見されたことにより制定された。この化石が弥生時代に作られた、現存する最古のおにぎりだとわかり、鹿西町はおにぎりの里として町おこしをしている。6月18日になった由来は、鹿西町（ろくせい）の6と、米食の日（米という漢字をバラバラにすると十と八になることから、毎月18日を米食の日としているそう）を合わせたからである。また、ごはんを食べよう国民運動推進協議会では、2000年11月24日に「おむすびの日」を阪神・淡路大震災発生の日の1月17日と定めた。これはボランティアによる炊き出しのおむすびにより多くの被災者が助けられたからである。

そもそも何をもっておにぎりというのか。呼び方はおむすび、にぎりめしなどさまざまである。形については、1980年代は丸型や俵型が多かったが、今は三角が主流であり、コンビニおにぎりの普及が理由と言われている。おにぎりが、日本の歴史に登場するのは平安時代であり、源氏物語の一節である。平安時代の文献に出てくる屯食は飯を卵形に握ったおにぎりである。昔から日本人はおにぎりを重要視しており、昔話の『さるかに合戦』や『おむすびころりん』などでもキーアイテムとして登場し、アニメ『千と千尋の神隠し』でも、場面が出てくる。日常でおにぎり専門店を見かけることが多くなり、従来はコンビニエンスストアを中心に消費者に届く形が一般的であったが、例えば高級おにぎりや地域特産おにぎりなど多様化が見られる。

おむすびは冷えてから食べるので、でん粉は冷えるとレジスタントスターチになり、整腸作用やダイエット効果が高くなる。むすびに海苔を巻く方法が多いが、トロロ昆布、高菜、赤シソの葉、棒葉の葉を巻くおにぎりもある。焼きおにぎりは、むすびの両面に味噌、醤油を塗りつけ焼き網であるが、もともとは衛生的な面から行われた。また、バター飯の焼き結びがある。さらに、牛肉包み、豚肉包みもあり、醤油につけて200℃のオーブンで焼く。

日本と同じ米作地帯である中国、台湾、韓国、北朝鮮、タイでも、おにぎりは作られ、世界的に炊飯前に米を研ぐという風習はあまりなく、そうして炊かれた飯は冷めると味が落ちることが知られている。調味しない飯を食べる習慣も持つ中国や韓国、北朝鮮では炊いた飯は温かい状態で食べるものという意識が強いのでおにぎりなどの冷や飯に対して貧乏な人が食べるというイメージが根強い。

1. 2 全国のおにぎり

北海道の開拓おにぎりは、梅干し、味噌漬けを芯に巻いた焼きおにぎりや笹の葉で包む。

きく姫むすびは青森県で古くから生産されている食用菊「阿房宮」を使用し、この食用菊の花びらを蒸して乾燥させ

た干し菊を加え、杏と胡麻を混ぜたおにぎりである。

秋田県のいぶりがっこむすびは、いぶりがっこを刻み、さらにとんぶりを加えたおむすびである。ピーマンパウダー塩おにぎりは、茨城県のピーマンのパウダーを粘りと甘みのある茨城産コシヒカリに混ぜたのがピーマンパウダー塩おにぎりである。イチゴおむすびは、とちぎの星の米を用い、栃木県のイチゴであるとちおとめと組み合わせたイチゴ飯をアレンジした、ピンク色のおむすびである。サザエの大葉むすびは、千葉県の早場米ふさおとめを用いて、具は南房総のサザエで、塩漬けにした大葉の風味がおむすびを包む。

小松菜むすびは、埼玉県の彩のきずな、彩のかがやきなどの米を用いて野菜や鶏肉などを混ぜ込んで炊いたかて飯を小松菜で包み込んだ。

トロロ昆布おにぎりは、富山米の新品種「富富富（ふふふ）」を使用し、冷めてもおいしいおにぎりで、トロロ昆布で巻いたおにぎりの中に梅干しが入っている。

天むすは、愛知の香りやコシヒカリなどの米を用い、小ぶりな海老の天ぷらが入ったおむすびのことである。鉄砲おにぎりは、生姜、胡麻、醤油などで味付けしたもので、京都府北部の家庭でつくることが多い。京都府の丹波産キヌヒカリや丹後産コシヒカリを用いて、生姜、胡麻、醤油などで味付けしたのが鉄砲おにぎりである。上記以外の全国のおにぎりを表1に示した。

表1 全国のおにぎり

おにぎり	県名	特徴
山菜おむすび	山梨県	梨北米と山梨の山菜
菜飯おにぎり	石川県	ひやくまん穀と伝統野菜
塩むすび	新潟県	コシヒカリ米と県産塩
もみわかめおむすび	福井県	イチホマレの米とモミワカメ
桜エビむすび	静岡県	しみずの風コシヒカリと桜エビ
エビ豆むすび	滋賀県	スジエビと大豆で炊いたエビ豆
梅干しおにぎり	和歌山県	梅干しと飯
三色かやく玉おむすび	大阪府	3種類のかやく飯を丸く3層
岡山お祭りすしむすび	岡山県	キヌスメ米と卵、ママカリ
板ワカメむすび	島根県	天日干しにした板ワカメ
アスパラジャコむすび	広島県	アスパラガスとチリメンジャコ
パセリちゃんおにぎり	香川県	おいで米と乾燥したパセリ
真珠貝の貝柱入りみかんおむすび	愛媛県	ヒノヒカリ米と真珠貝の貝柱、ミカン
明太子むすび	福岡県	夢つくし米と辛子明太子
高菜おむすび	熊本県	くまさんの輝き米と高菜漬
しいたけ柚子味噌むすび	大分県	ヒノヒカリ米と椎茸
ポークたまごむすび	沖縄県	ポークランチョンミートと薄焼き卵

1. 3 おにぎりの衛生管理

おにぎりは手で握るという方も多い、おにぎりの食中毒では *Staphylococcus aureus* (黄色ブドウ球菌) と *Bacillus cereus* (セレウス菌) が要因になる場合がある。*Staphylococcus aureus* は人の皮膚や、口の中、髪の毛など身近に存在する

菌であるので、食中毒予防のためには菌が付かないように調理することが重要である。*Bacillus cereus*は、土や河川、農産物、水産物などの食料に広く分布する細菌であり、そのため米や小麦などの農作物や穀物を原料とする食品が原因となり、食中毒が発生する場合がある。*Staphylococcus aureus*は、傷がある箇所や健康なヒトの手指、鼻前庭にも高率で付着していて、手指を介してしばしばおにぎりを汚染する。*Staphylococcus aureus*は米飯中で 1.0×10^6 /g程度まで増殖するとエンテロトキシンという毒素を産生し始め、最初に付いた*Staphylococcus aureus*菌量が多かったり、保存温度が高ければ、短時間でエンテロトキシンを産生する。従っておにぎりの場合、*Staphylococcus aureus*に汚染されないように注意すると同時に、保存温度、時間にも注意が必要である。衛生面から考えると手で直接握ったおにぎりは避けるにこしたことはない。米国のニューヨーク州では、寿司を握る際には手袋の着用が法律で義務付けられている。コンビニでおにぎりを購入する6〜7割が女性であり、ヘルシーなイメージをおにぎりは有している。おにぎりの具材は、その種類が多く、具材により保存性が大きく異なる。常温で数時間から5〜6時間保持できるのが、イクラ、辛子明太子、生たらこ、シラス、納豆、キムチ、チーズであり、10時間から20時間保持できるのがツナマヨ、鮭フレーク、炊き込み飯、海苔の佃煮であり、24時間から36時間保持できるのが梅干し、おかかである。

2. おにぎりの微生物変敗と制御

2. 1 おにぎりの微生物変敗

市販イクラおにぎりの購入直後では、全ての検体で東京都の指導基準値以上の菌は検出されず、期限過ぎまで室温保存したおにぎりで基準値以上の菌が検出されたものは、一般生菌はイクラ部分43%、飯部分35%、大腸菌群はイクラ部分31%、飯部分35%、*Staphylococcus aureus*はイクラ部分63%、飯部分35%であった。人工イクラは保存性に優れ、30時間室温保存したコントロールから大腸菌群の発生は見られなかった。天然イクラは経時的に菌が増殖し保存性に劣り、*Staphylococcus aureus*についてもほぼ同様の結果が得られた。人工及び天然イクラの見た目の判別は難しいが、熱湯、エタノール、ニンヒドリン反応では顕著な違いが認められた¹⁾。

*Staphylococcus aureus*は、傷がある箇所や健康なヒトの手指、鼻前庭にも高率で付着していて、手指を介してしばしばおにぎりを汚染し、*Staphylococcus aureus*米飯中で $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6$ /gまで増殖するとエンテロトキシンを産生し始める。

平成29年9月に梅おにぎりが原因と考えられる食中毒事例が山梨県で発生した原因は*Bacillus cereus*であり、調理従事者、厨房施設等ふきとり、および梅おにぎりからセレウリド産生*B.cereus*が検出され、PFGEの結果、それぞれ一致または類似したパターンが確認されたことや、疫学的情報から梅おにぎりを原因とする*B.cereus*による食中毒と判断された²⁾。原因は当該施設が長期間にわたり*B.cereus*により広範囲に汚染されていたと考えられる。コンビニおにぎりの細菌汚染状況は、中心部分、外側部分による菌数に大差は見られなかったことから、手指や機械からの汚染ではなく、具が汚染されており、それらが混ぜられた可能性があると考えられ、一般細菌については、購入直後の検体の大半は基準値未満であったが、消費期限過ぎまで保存した検体は基準値以上のものが多かった。pH調整剤やポリリジン、グリシン、酒精を使用しているものでも消費期限切れのものには菌の増殖は抑制されない³⁾。2005年東京都の学童保育施設で、おにぎり弁当を喫食した110名のうち、児童、指導員合わせて67名が吐気、嘔吐症状を呈し、残品等の食品、弁当屋の拭き取り、患者の汚物や糞便から*Bacillus cereus* (Gibert 1型)が検出され、残品のおにぎりより嘔吐毒素セレウリドが検出された⁴⁾。当該施設は調理従事者2名で休みなく営業し、保健所の実務講習会にも出席せず、食品衛生の知識が不足しており、調理場の整理整頓、清掃も不良であった。海産物を主とする混ぜおにぎりの微生物汚染に着目し、一般生菌、*Coliform*、*Staphylococcus aureus*汚染状況を調査した結果、コンビニで購入したおにぎりの消費期限内のものでは4検体が一般生菌 1.0×10^5 /g以上であった。消費期限過ぎ(8時間から40時間放置)まで室温保存(約23℃)した試料は菌数

が増加し、ほとんどの検体が 1.0×10^5 /g以上となった。*Coliform*、*Staphylococcus aureus*は、いずれの検体からも検出されなかった⁵⁾。おにぎりの微生物変敗を表2に示した。酸っぱい臭いがしモアツとする臭いがするのは*Bacillus subtilis*、*Lactobacillus plantarum*である。おにぎりの表面がネバネバし、おにぎりを割ると米同士が糸を引き、粘りがあり、米が溶けている場合*B.subtilis*、*B.licheniformis*、*Paenibacillus plantarum*である場合が多い。おにぎりに黄色っぽい色がついている場合は、*Micrococcus luteus*であり、エタノール臭や酢酸エチル臭がする場合は*Wickerhamomyces anomalus*、*Saccharomyces cerevisiae*である⁶⁾。

表2 おにぎりの微生物変敗

おにぎりの変敗現象	原因微生物
酸臭、変敗臭	<i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>Lactobacillus plantarum</i>
表面粘ちよう	<i>B.subtilis</i> 、 <i>B.licheniformis</i>
糸を引き、粘り	<i>B.subtilis</i> 、 <i>B.mycoides</i>
米溶解	<i>Paenibacillus plantarum</i>
黄色化	<i>Micrococcus luteus</i>
エタノール臭	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
酢酸エチル臭	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>
食中毒(イクラおにぎり)	<i>Staphylococcus aureus</i>
食中毒(梅おにぎり)	<i>B.cereus</i>
食中毒(おにぎり弁当)	<i>B.cereus</i>

2. 2 おにぎりの微生物変敗制御

素手でおにぎりを握る場合には、*Staphylococcus aureus*は人の手にもいる細菌であるので、ラップを使って菌を付にくくすることはもちろん、髪の毛の付着にも気を付ける。おにぎりを握るときに話をしていると、唾液がついて本菌により汚染してしまうこともある。炊いた米は、加熱調理した後でも室温など細菌が増える環境で放置することで、菌が増殖するので、おにぎりはなるべく早く食べ、食べるまでの間は涼しいところで保管する。また、抗菌作用のある大葉や梅干しを飯に混ぜ込んで握る。余った飯を保存する場合には、速やかに冷蔵庫や冷凍庫などに入れることも重要である。

米飯に使用されているpH調整剤による細菌抑制効果では、おにぎり等の米飯にpH調整剤を使用した結果、米飯に添加する場合は、混ぜ合わせ法よりも炊き込み法の方がpH値が一定し、無調整弁当におけるpH域は6.5〜6.7であったが、pH調整剤0.3%添加するとpH域は5.6〜6.0になった。pHを低下させることにより一般細菌数、大腸菌群の急激な増殖を抑制することができる⁷⁾。なおpH調整剤の成分は、氷酢酸、酢酸ナトリウム(無水)、ポリリン酸ナトリウム、グリシン、その他天然物である。

手袋の有無によって生じるおにぎりに含まれる*Staphylococcus aureus*の差は大きい。手袋なしでは、 4.2×10^5 /g〜 6.8×10^5 /gに達するが、手袋をすることで 1.2×10^4 /gまで減少する。梅干しによる抗菌効果はおにぎりに梅干しを混ぜ込むことにより*Staphylococcus aureus*を抑制できる。このように、手指の常在菌、衛生的な作業、抗菌作用による微生物制御、保存条件による微生物制御ということが大切である⁸⁾。

東北地方に焼きおにぎりが多いのは、味噌を塗っていたためであると考えられるのでだんだんと平べったい太鼓型になった。また、焼くことにより表面の*Staphylococcus aureus*や*Bacillus cereus*の汚染を少しでも防ぐ理由があったとも考えられる。これはおむすびは抗菌物質のある大葉(ペリラルデヒド)、赤シソの葉(ペリラルデヒド)、棒葉の葉(ホノキオール)で包むことが多いことから推測される。

おにぎりは、調理行程が少ないため、素材や握りかたの違いで味わいに大きな差が認められ、素手か手袋やラップを使うかに敏感に反応する人が多い。また、おにぎりの保存性を向上させる食品添加物には、グリシン、クエン酸を中心とするpH調整剤、アミノ酸、増粘多糖類、セルロース、天然添加物等がある。

文献

- 1) 牧 重紗子、鈴木 陽子、中村 千春、西島 基弘：市販イクラおにぎりの微生物汚染に関する研究、平成17年度日本調理科学会大会、セッションID:ID-a 6

- 2) 柳本恵太 山上隆也 植松香星：梅おにぎりが原因と考えられた セレウス菌による食中毒事例、山梨衛環研年報、61, 50-52 (2017)
- 3) 民谷万里子、左宮愛野、西島基弘：市販おにぎりの細菌汚染および保存による細菌の挙動、実践女子大学生生活科学部紀要第 4615～21 (2009)
- 4) 石崎直人、小西典子、下島優香子、尾畑浩魅、仲眞晶子、千葉隆司、新井輝義、井部明広、矢野居一好、岡角聖：おにぎりから嘔吐毒素が検出された *Bacillus cereus* 集団食中毒事例、第26回日本食品微生物学会学術総会 (2005年11月)
- 5) 牧亜紗子、工藤蘭、百瀬和恵、西島基弘：海産物入り混ぜおにぎりの微生物汚染に関する研究、平成18年度日本調理科学会大会セッションID: 2D-a 8 (2006)
- 6) 内藤茂三：『食品変敗の科学』、幸書房 (2020)
- 7) 大野徳治：米飯に使用されている pH 調整剤の細菌抑制効果についての一考察、食品衛生研究、32, 899-903 (1982)
- 8) 稲津早紀子、松永藤彦：食品の衛生的取り扱いと微生物制御に関する授業研究 - おにぎりをを用いた学生実験の提案 -、東洋食品工業短期大学紀要 1, 16-21 (2012)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

日本の発酵漬物—すぐき漬とすんき—

漬物は最も古い加工食品の一つで、少なくとも1300年以上の歴史を有している。1988年、平城京の東南にあたる場所を整地した時に長屋王（684～729年）の邸宅遺跡が発見された。出土した多数の木簡のなかに「加須津毛瓜（かすづけうり）」や「加須津毛韓奈須比（かすづけかんなすび）」など4種類の漬物の名を墨書したものが見つかった。これは日本で漬物が記録された最初のものである¹⁾。漬物が全盛を迎えるのは江戸時代である。天保7年（1836年）に出版された『漬物塩嘉言』（小田原屋主人著）²⁾は、今でいう料理本の一つで、64種類の漬物の漬け方が書かれており、その多くが現在の漬物に繋がっている。日本には、全国各地の風土に根付いた漬物が多くあるが、そのなかでも発酵漬物として知られているものに、糠漬、すぐき漬、しば漬、赤かぶ漬、高菜漬やすんきなどがある。

すぐき漬

京都には千枚漬やしば漬をはじめ、歴史の重みを感じさせる伝統的な漬物が多い。このなかで、平安時代から作られている発酵漬物に「すぐき漬」^{3, 4)}がある。すぐきは「酸茎」とも呼ばれ、京都、上賀茂神社の社家の間で栽培が始まったとされる。明治の頃には一般の農家にも栽培が広がり、漬物として普及するようになった。すぐき漬の製造法は図1に示すとおりで、最初に原料のすぐき菜を茎葉を付けたままの状態で根部の表皮を削り落として形状を整える。これを面取りという。つぎにすぐき菜を樽に食塩（3%）と交互に漬け、材料が樽一杯になったら約20%の食塩水で満たし、同重量の重石で1～2昼夜漬け込む。この工程は荒漬と呼ばれ、すぐき菜を柔軟にし、次の工程である本漬で隙間なく漬け込むのを容易にしている。荒漬の後、一旦取り出して水洗いし、余分な食塩を除いて本漬工程に入る。本漬は、水洗いしたすぐき菜を樽のなかに渦巻き状に、食塩（6%）と交互に隙間なく漬込み、天秤棒を利用して圧力をかける（写真1）。これはすぐき漬にしか見られない

すぐき菜

面取り 葉の付着したまま根、表皮を削り落す

荒漬 すぐき菜を樽に食塩（2～3%）と交互に入れ、材料が一杯になったら20%食塩水で満たし、同重量の重石をする。1～2昼夜放置。柔軟になる。

水洗 荒押ししたすぐき菜を十分に水洗浄する

本漬 すぐき菜を樽に渦巻き状に漬けこむ。食塩（6%程度）と交互に漬けこむ。天秤による圧力（1樽当たり約300kg）をかける。

追漬 圧力によって減少した分、本漬のすぐき菜を追加（約3回）本漬追漬の期間は約1週間

室漬 30～40℃前後に加温された室（むろ）で、約1週間乳酸発酵を行う。

すぐき漬

図1 すぐき漬の製造方法

独特な手法である。本漬の圧力により水分が減少し、かさが減った分、荒漬したすぐき菜を追加し漬け込んでいく。これを追漬という。本漬、追漬は約1週間行われる。本漬、追漬では強い圧力が加えられるが、これは嫌気状態を好む乳酸菌が生育するのに都合が良く、一方、カビや産膜酵母などの有害な微生物は抑制される。本漬の後、30～40℃に保温した室（むろ）で1週間ほど発酵させる。これを室漬という。このように、加温状態で発酵させて作る漬物は世界的にも非常に珍しい。



写真1 本漬、追漬（天秤棒を使って圧力をかける）

すぐき漬に関する研究^{5, 6)}はいくつかあるが、荻原らは、すぐき漬の各製造工程に関与する微生物および化学成分の詳細な研究を行い、工程が進むにつれて原料野菜に付着していたグラム陰性菌が減少し、室漬後は乳酸菌数が 10^8 CFU/g以上に達することを報告している⁷⁾。このなかで表1に示すように、初期に多く見られた *Pseudomonas* 属菌がしだいに減少死滅し、荒漬、本漬工程では *Microbacterium* 属菌の占める割合が高く、追漬工程以降では乳酸菌が優勢となり、なかでも *Lactobacillus sakei*（現在 *Latilactobacillus sakei*）と *Lactobacillus curvatus*（現在 *Latilactobacillus curvatus*）が多く検出されたとしている。また、室漬工程での優占種は *Lactobacillus plantarum*（現在 *Latilactobacillus plantarum*）と *Lactobacillus brevis*（現在 *Levilactobacillus brevis*）であること報告している。なお、岸田ら⁸⁾は、すぐき漬から分離した *L. brevis* のなかからインターフェロン産生能を上昇させる菌株を見出し、これらの菌株を用いた乳酸発酵野菜飲料が開発され広く市販されている。

表1 すぐき漬の製造過程における微生物の変化

Manufacturing process					
Senjou (Washing after) 洗浄後		Hondake (Pickling after, st. 2) 本漬		Okuke (Pickling after, st. 3) 追漬	
<i>Asenricoccus</i>	6	<i>Microbacterium</i>	17	<i>Lactobacillus</i>	18
<i>A. boldensis</i>	4	<i>M. testaceum</i>	13	<i>L. sakei</i>	12
<i>Asenricoccus</i> sp.	2	<i>M. oxydans</i>	3	<i>L. curvatus</i>	6
<i>Arthobacter</i> sp.	5	<i>M. phyliophloeae</i>	1	<i>L. brevis</i>	1
<i>Microbacterium</i>	2	<i>Microbacterium</i> sp.	1		
<i>M. testaceum</i>	1	<i>Leuobacter</i>	2		
<i>Microbacterium</i> sp.	1	<i>L. allarii</i>	2		
<i>Curtobacterium</i>	2	<i>Sphingobacterium</i>	2		
<i>C. citreum</i>	1	<i>S. maltivorans</i>	1		
<i>Curtobacterium</i> sp.	1	<i>Sphingobacterium</i> sp.	1		
Other bacteria	6	Other bacteria	2	Other bacteria	1
Unidentified	4	Unidentified	2	Unidentified	6
Total number	25	Total number	25	Total number	25

Manufacturing process					
Muro (Fermentation) 室漬中		Muro (Fermentation after) 室漬後		Jukusei (Ripening after) 熟成後	
<i>Leuconostoc</i>	11	<i>Lactobacillus</i>	25	<i>Lactobacillus</i>	24
<i>L. citreum</i>	9	<i>L. plantarum</i>	16	<i>L. plantarum</i>	19
<i>L. monocitroides</i>	2	<i>L. brevis</i>	9	<i>L. brevis</i>	5
<i>Lactobacillus</i>	7				
<i>L. curvatus</i>	4				
<i>L. sakei</i>	3				
Unidentified	7			Unidentified	1
Total number	25	Total number	25	Total number	25

Manufacturing process					
Muro (Fermentation) 室漬中		Muro (Fermentation after) 室漬後		Jukusei (Ripening after) 熟成後	
<i>Leuconostoc</i>	11	<i>Lactobacillus</i>	25	<i>Lactobacillus</i>	24
<i>L. citreum</i>	9	<i>L. plantarum</i>	16	<i>L. plantarum</i>	19
<i>L. monocitroides</i>	2	<i>L. brevis</i>	9	<i>L. brevis</i>	5
<i>Lactobacillus</i>	7				
<i>L. curvatus</i>	4				
<i>L. sakei</i>	3				
Unidentified	7			Unidentified	1
Total number	25	Total number	25	Total number	25

萩原・宮尾ら：日本食品微生物学会誌、26 (2) 98 (2009)

すんき

すんきは、長野県木曽御嶽山の周辺の王滝村、三岳村、開田高原で作られている発酵漬物である。すんきの特徴は、食塩をまったく使わないで作られることで、このような無塩漬物は、すんきのほかに新潟県の「いぜこみ菜」あるいは「ゆでこみ菜」と呼ばれるものや福井県の「すんな漬」が知

られているが⁹⁾、生産量は極めて少ない。海外では白菜を用いる中国の「酸菜（スワンツァイ）」やカラシ菜系の野菜を利用するネパールの「Gundruk（グンドルック）」などが知られている。

すんきの製造方法の概略を図2に示した。漬込みの際に原料となるカブの葉を湯通しするのがすんき製造の特徴である。カブの葉は、そのままの形で湯通しする場合と刻んだものを湯通しする場合があるが、いずれも大鍋で沸かした湯に1～2分通してざるなどに移し変え、軽く湯切りをしてからまだ温かいうちに樽に詰めていく。詰める際は、湯通したカブの葉を一層詰めた後、その上に「すんき干し」を載せていく。このすんき干しとよばれるものは、前年に製造したすんきを冬の間、外気に晒して天日乾燥させたものである。このようにすんき干しを漬種として用いる方法は、伝統的な方法であるが、近年は、すんきやすんき汁を冷凍しておき、それを漬種として利用する方が一般的になっている。カブの葉と漬種を詰めた後は、漬込み量の2倍ほどの重石をして空気を遮断し、1～2週間ほど発酵させると製品が完成する。カブの葉に付着している細菌の多くは、湯通しにより減少するが、乳酸菌は比較的加熱に対して抵抗性があることから、短時間の湯通しでも乳酸菌は生残しやすい。その結果、製品としてのすんきの微生物叢は、表2で示すように、*Lactobacillus*属菌が優勢となり、pHは4.0前後まで低下する。酸味と特有の風味を有するすんきは、そのまま食べることもあるが、すんきそばや味噌汁など料理に使われる場合の方が多い。このように調理素材として利用されるのも発酵漬物の特徴である。

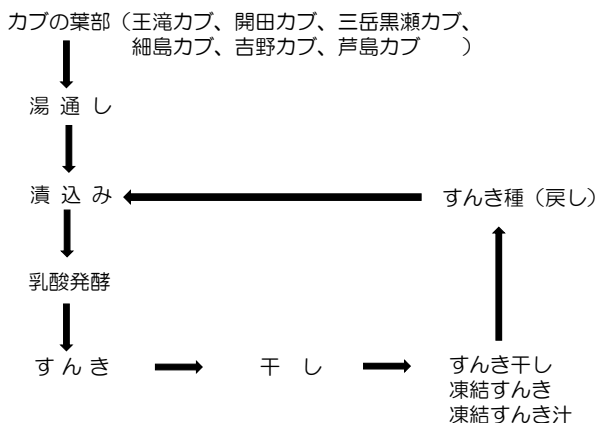


図2 すんきの製造方法

表2 すんき（製品）の細菌叢（CFU/g）

検 体	A	B	C	D	E	F
生 菌 数	1.8×10 ⁷	3.1×10 ⁷	4.5×10 ⁷	6.2×10 ⁵	3.6×10 ⁷	5.2×10 ⁶
<i>Leuconostoc</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Enterococcus</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Pediococcus</i> 属菌	<100	200	5.8×10 ³	<100	4.1×10 ²	<100
<i>Lactobacillus</i> 属菌	1.8×10 ⁷	3.0×10 ⁷	4.3×10 ⁷	6.1×10 ⁵	3.7×10 ⁷	5.1×10 ⁶
Gram陰性菌	<100	<100	<100	<100	<100	<100
pH	4.24	4.11	4.52	3.94	4.25	4.02

先述したように、伝統的なすんきの製造は、漬種としてすんき干しを使っていることから、すんき干しは、スターターの役割を果たしているものと当初考えられていた。しかし、筆者が、すんき干しの微生物叢を調べたところ表3で示すように乳酸菌はほとんど生残しておらず、多くが

*Bacillus*属菌を主とする芽胞菌であった¹⁰⁾。このことは遠藤¹¹⁾も同様な結果を報告している。すんき干しは、天日乾燥によって水分含量が減少し、不揮発酸の乳酸が濃縮した結果、乳酸菌が減少・死滅する一方で、天日乾燥の間に芽胞が付着したものと考えられる。また、すんき干しを加えて漬込んだ直後のpHをみたところ、4.8前後になった。したがって、すんき干しはスターターというよりもpH調整剤のように働き、漬込み当初のpHを低く抑えることで乳酸菌以外の微生物の増殖を抑制しながら発酵を進行させているものと考えられた¹⁰⁾。

表3 すんき干しの細菌叢（CFU/g）

検 体	A	B	C	D	E
生 菌 数 ¹⁾	1.0×10 ³	2.1×10 ³	1.7×10 ³	4.1×10 ³	2.6×10 ³
<i>Leuconostoc</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Enterococcus</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Pediococcus</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Lactobacillus</i> 属菌	<100	<100	<100	<100	<100
Gram陰性菌	<100	<100	<100	<100	<100
pH ²⁾	3.86	3.96	4.32	4.21	4.28

1)：生菌数のほとんどは *Bacillus* 属菌（多くは芽胞）

2)：5倍量の水を加えて測定

すんきの微生物について最初の研究をおこなったのが中山¹²⁾で、すんきから、*S. faecalis*、*Leuc. mesenteroides*を分離し、引き続きおこなった報告で*Lactobacillus*属菌などの乳酸桿菌¹³⁾や*Pediococcus*属菌¹⁴⁾などの乳酸球菌を分離している。近年に至っては、*L. delbrueckii*、*L. fermentum*、*L. plantarum*¹⁵⁾なども分離されている。

我が国の発酵漬物は日本の各地域の風土に根ざした特産野菜や伝統野菜を原料として乳酸発酵させ、保存性を付与させたものである。このような伝統食品としての発酵漬物を守り発展させていくことは、貴重なわが国の食文化を伝承することにも繋がると思われる。

引用文献

- 宮尾茂雄. 漬物の歴史. 漬物入門. 東京：日本食糧新聞社. 2000.2
- 宮尾茂雄. 漬物塩嘉言と小田原屋主人. *New Food Industry*. 2015;57（1）：77-87
- 宮尾茂雄. 日本の漬物. *Japanese J. Lactic Acid Bacteria*. 2002;13：2-22
- 宮尾茂雄. 発酵漬物と塩. 日本海水学会誌. 2003;57:11-16
- 岩井正憲. 醗酵食品の製造に關係する耐塩性乳酸菌（第3報）すぐきの製造に關係する乳酸菌. 醗酵工学雑誌. 1965;43:791-797
- 中浜敏雄. 食品加工（すぐき）. 乳酸菌の研究. 北原覚雄編. 東京：東京大学出版. 1966.507-527
- 荻原博和・宮尾茂雄. すぐきの製造工程における微生物叢および化学成分の変遷. 日本食品微生物学会雑誌. 2009;26（2）：98-106
- Kishida, T. *et al.* Enhancement of Immunological Functions by *Lactobacillus brevis* Subsp. *coagulans*. 基礎と臨床. 1993;27:3701-3707
- 前田彦彦. 宮尾茂雄編. 漬物の機能と科学. 東京：朝倉書店：2014.122-132
- 宮尾茂雄. 「すんき干し」はスターターか？. *New Food Industry*. 1990;32（1）：3-5
- 遠藤明仁. 醗造・醗酵食品に生息する乳酸菌の特性. *Japanese J. Lactic Acid Bacteria*. 2011;22:87-92
- 中山大樹. 木曾のすぐきの細菌に就て. 日本農芸化学会誌. 1950;23:497-499
- 中山大樹. 小池弘子. 食塩を使わない漬物「スんき」の乳酸菌群について（第1報）菌の分離および桿菌群の同定. 醗酵工学雑誌. 1965;43:157-164
- 中山大樹. 小池弘子. 食塩を使わない漬物「スんき」の乳酸菌群について（第2報）球菌群の同定. 醗酵工学雑誌. 1965;43:799-806
- Endo, A, Mizuno, H., Okada, S. Monitoring the bacterial community during fermentation of *sunki*, an unsalted, fermented vegetable traditional to the Kiso area of Japan. *Letters in Applied Microbiology*. 2008;47:221-226

（東京家政大学大学院 宮尾茂雄）

アサマ化成株式会社

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
●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル
●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 大伝馬町吉番地ビル5階

●中部アサマ化成販売 / 〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1
●九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 福岡県福岡市南区清水1-16-11
●桜陽化成 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18

TEL (03)3661-6282

TEL (06)6305-2854

TEL (03)3666-5841

TEL (052)413-4020

TEL (092)408-4114

TEL (011)683-5052

FAX (03)3661-6285

FAX (06)6305-2889

FAX (03)3667-6854

FAX (052)419-2830

FAX (092)408-4350

FAX (011)694-3061