身近で活躍する有用微生物
食品と有用微生物－和食文化と微生物５

漬物と微生物

宮尾茂雄（みやおしげお）
Shigeo MIYAO

はじめに

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]。宮中の年中行事を記録した平安時代の「延喜式」には、塩漬、醤漬、糟漬など、漬物に関する記述がある。その頃の糟漬には瓜、冬瓜、ナスなどを漬けたとの記録が残されている。ほかには葅（にらぎ）という楡の木の皮の粉末で漬けた漬物や荏裹（えつづみ）という荏胡麻（えごま）の葉に包んで味噌漬けにしたものなど、今日では見られなくなった漬物を含め、多彩な形態の漬物が記録されている。漬物が全盛を迎えるのは江戸中期から後期である。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いる。近年に至っても冷蔵庫が普及していない頃は、漬物はまだ保存食品であったが、低温流通が普及したことに加え、包装や保存技術が開発されることにより調味食品として発展してきた。その結果、現在では浅漬などの低塩漬物が主流となっている。

2013 年、和食がユネスコの無形文化遺産に登録された。和食は、主食のご飯と汁の間に香の物（漬物）を置き、それにお菜が三品添えられる献立が一汁三菜の基本形とされている。このような食事形態が脈々と続けられてきた。

漬物は、食塩の浸透圧によって野菜の水分が脱水され、しんなりと食べやすくなると同時に風味が形成される野菜加工品である。漬物の製造法の違いによって、新漬、調味漬、発酵漬物に分けることができる（**図 1**）。新漬は、食塩濃度が 1 ～ 3％のものでいわゆる浅漬と呼ばれる。白菜やキュウリの浅漬などが該当する。新漬は非加熱殺菌かつ低塩であることから、原料野菜の洗浄や保存状態が好ましくない場合は容易に微生物が増殖し、短期間のうちに品質低下を招く。したがって、食中毒事件を引き起こす場合もある。2012 年 8 月、北海道の高齢者施設やホテルなどで白菜浅漬けを原因とする腸管出血性大腸菌 O157 による集団食中毒事件が発生したことはまだ記憶に新しい。このような事態は業界にとって致命的なことであり、是が非でも避けなければならない[3]。調味漬は、15 ～ 20％の高濃度の食塩で原料野菜を漬込み、塩蔵野菜として保存しておいたも

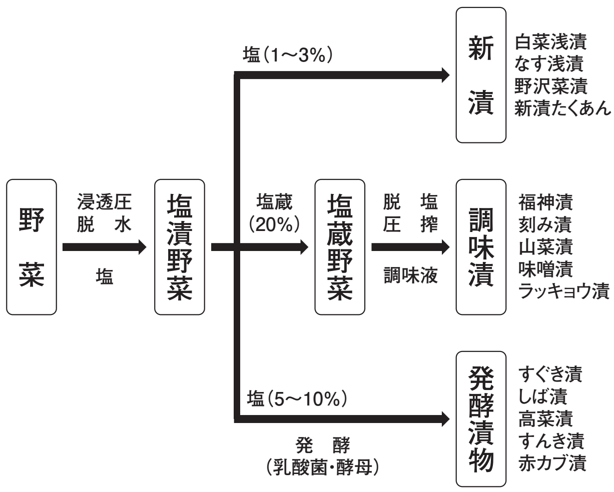

図 1　漬物の製造法

東京家政大学 家政学部 栄養学科 短期大学部 栄養科 教授
〒173-8602 東京都板橋区加賀1-18-1
Tokyo Kasei University
(1-18-1 Kaga, Itabashi, Tokyo)

のを必要な時に脱塩、圧搾した後、調味液に漬けて製造するもので代表的なものに福神漬がある。発酵漬物は、雑菌が生育しにくい5～10％の食塩濃度で漬け込むもので、主に乳酸菌の働きによって発酵風味が形成される。発酵にともない乳酸が生成されるので保存性も向上する。わが国の発酵漬物として知られているものには、すぐき漬、しば漬（京都）、赤かぶ漬（飛騨高山）、高菜漬（九州）などがある。現在、野沢菜漬（長野）、広島菜漬（広島）は浅漬タイプのものが主流となっているが、以前は発酵させて作るのが一般的であった。身近なものとしては糠みそ漬がある。一方、海外では、キムチ（韓国）、ザワークラウト（米欧）、泡菜（パオツァイ・中国）などが知られている。

漬物と乳酸菌の関係では、浅漬の場合は乳酸菌の増殖により酸味を呈し調味液が濁るなどの品質低下を招く有害菌となるが、発酵漬物の場合は適度な酸味と発酵風味を醸し出す有用菌となる。このように漬物の種類によって乳酸菌は、有用菌になったり有害菌になったりする。

本稿では、発酵漬物に的を絞って話をすすめたいと思う。

I. 発酵漬物に出現する乳酸菌

発酵漬物を代表するザワークラウトを対象に、最初に微生物学的研究を行なったのはConrad（1897年）やButjagen（1904年）であるが、1930年に、Pedersonは「ザワークラウトの発酵におけるフローラ変化」[4]という詳細な研究結果を報告している。この中でザワークラウトの発酵初期は*Leuconostoc*属菌などの乳酸球菌が主で、後半は*Lactobacillus*属菌のような乳酸桿菌が優勢になることを報告している。この報告は漬物の発酵における微生物の消長を明らかにしたもので、その後の発酵漬物における微生物研究のもととなっている。

発酵漬物は主に乳酸菌の発酵作用によって製造される漬物であるが、発酵過程で出現する主な乳酸菌の種類と特性を**表1**に示した。形状から乳酸球菌と乳酸桿菌に分けられ、乳酸球菌には*Leuconostoc*属、*Enterococcus*属、*Pediococcus*属、*Tetragenococcus*属菌があり、乳酸桿菌には*Lactobacillus*属菌がある。乳酸球菌の代表的なものの一つである*Leuc. mesenteroides*は比較的低温を好み、生育に適した温度は21～25℃にある。食塩や酸に対する抵抗性が比較的弱く、食塩濃度が3％以上になると増殖が抑制される傾向にある。また、pHが低下してくると生育が抑制される。*Leuc. mesenteroides*はいわゆるヘテロ型の乳酸発酵を行うので、乳酸の他に炭酸ガス、エタノールを産生する。*E. faecalis*や*E. faecium*は幅広い温度で生育できるが、最適生育温度は35℃前後である。また、それらは*Leuc. mesenteroides*に次いで食塩に対する抵抗性が低く、食塩濃度が10％程度に達すると生育が困難になる。なお、*E. faecalis*および*E. faecium*はホモ型の乳酸発酵を行うので乳酸のみを産生する。*Pediococcus*属の主なものは*P. pentosaceus*や*P. acidilactici*である。*Pediococcus*属菌は比較的食塩に対して抵抗性がある。したがって、10％程度の食塩濃度であれば生育可能な場合が多い。一方、*Tetragenococcus halophilus*は20％程度の食塩存在下においても生育する乳酸菌で醤油の製造環境においても分離される菌である。酸に対する抵抗性を見ると*P. pentosaceus*や*P. acidilactici*はpH4.0前後で生育するが、*T. halophilus*はpH5.0以下では生育はやや困難となる場合が多い。乳酸桿菌としては、*L. plantarum*や*L. brevis*が発酵漬物で出現することが多いが、特に、*L. plantarum*は発酵漬物中で最も重要な乳酸菌である。*L. plantarum*はホモ型の乳酸発酵を行い、乳酸を多量に生成する。いずれも乳酸球菌よりも低いpHで生育が可能なこ

表1 発酵漬物の主要な乳酸菌[5]

菌　種	形状	生育温度℃	生育pH	特性
Leuconostoc mesenteroides	球菌	5-40	5.4-6.8	ガス生成・粘質物
Enterococcus faecalis	球菌	10-45	4.5-9.6	整腸作用・免疫賦活
Enterococcus faecium	球菌	10-45	4.5-9.6	
Lactobacillus plantarum	桿菌	10-45	3.5-8.2	主要菌
Lactobacillus brevis	桿菌	15-45	3.7-8.2	ガス生成
Pediococcus acidilactici	球菌	5-50	4.0-8.2	
Pediocuccus pentosaceus	球菌	5-45	4.5-8.2	
Tetragenococcus halophilus	球菌	10-45	5.0-9.0	耐塩性乳酸菌

とから、発酵漬物の製造においては、中・後期に出現し、優占種となるのが一般的である。なお、*L. brevis* は *L. plantarum* より後期に出現する傾向が見られる。*Tetragenococcus* 属菌以外のいずれの乳酸菌も培地中よりも実際の漬物中の方が食塩に対する抵抗性が高くなる傾向が認められる。[5)]

Ⅱ. 発酵漬物の製造過程における微生物の消長

発酵漬物の製造過程における微生物の消長は、**図2**で示すような形で推移するのが一般的であるが、原料野菜の種類、発酵温度、食塩濃度、重石、密閉度などによって影響を受ける。

発酵初期には原料野菜に付着している多種類の細菌が増殖してくる。これらの細菌は食塩濃度があまり高くない発酵漬物の場合、かなりの菌数に達する。グラム陰性菌では、*Pseudomonas*、*Flavobacterium*、*Enterobacter*、*Klebsiella* 属菌などが出現する。グラム陽性菌では、*Micrococcus*、*Bacillus* 属菌が増殖する場合が多い。その他に *Corynebacterium*、*Citrobacter*、*Erwinia* 属菌などの細菌の増殖がみられることもある。発酵漬物では *Micrococcus* や *Bacillus* 属菌の増殖は概して遅い傾向が見られるので、発酵初期の細菌の主体をなしているのはグラム陰性菌である。通常、それらの細菌の増殖と相まって乳酸菌の増殖が始まる。発酵初期に出現してくる乳酸菌の大部分は乳酸球菌で、特に *Leuc. mesenteroides* が優勢となる場合が多い。その他には、*E. faecalis*、*E. faecium*、*P. pentosaceus* などの増殖が見られる。その結果、乳酸量は 0.7 ～ 1.0％程度に達する。*Leuc. mesenteroides* はヘテロ型乳酸発酵を行うことから乳酸以外に酢酸、エタノール、炭酸ガス、エステル、マンニットなどを生成する。これらの生成物は発酵漬物に対し、微妙な香味を付与するものと考えられている。なお、マンニットは発酵漬物に軽い苦味を付与する。このように *Leuc. mesenteroides* を主体とする乳酸球菌によって乳酸や酢酸が生成され、pH が低下すると酸に弱い細菌は減少、死滅するようになる。このような乳酸菌の生育は、野菜に含まれる硝酸塩から亜硝酸を生成する *Pseudomonas* 属菌や大腸菌群を死滅させるだけでなく、亜硝酸そのものを減少させるのに役立っている。

発酵中期から後期になると乳酸球菌による乳酸の生成は引き続き行われるが、同時に *L. plantarum* を主体とする乳酸桿菌が急速に増殖し始め、さらに乳酸が生成されるようになる。その結果、酸濃度が 0.7 ～ 1.0％程度まで生成すると *Leuc. mesenteroides* は耐酸性が比較的弱いことから徐々に死滅するようになる。*Leuc. mesenteroides* によってつくられたマンニットは消費されるので苦味は除去される。なお、発酵後期には *L. plantarum* 以外にヘテロ乳酸発酵を行う *L. brevis* などが増殖することが多い。

Ⅲ. すぐき漬

古都、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」[6,7] がある（**写真1**）。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。江戸時代には上賀茂神社の特産漬物

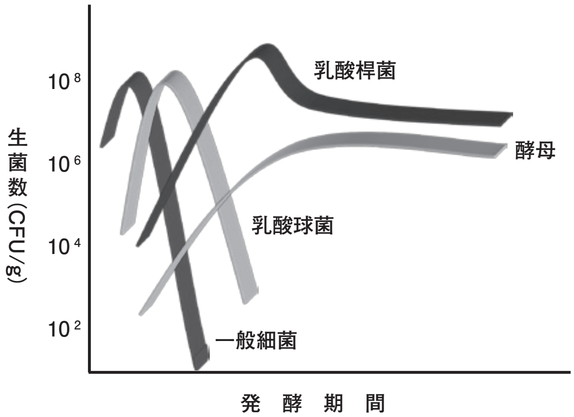

図2　発酵漬物における微生物叢の変化（模式図）

写真1　すぐき漬

となったが、作り方は秘密とされ味が守られてきた。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 3** 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。荒漬の後は、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 2**）。これはすぐき漬にしか見られない独特な手法である。本漬の圧力により水分が減少し、かさが減った分、荒漬

すぐき菜（酸茎菜）
↓
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　荒漬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（乳酸発酵）　30～40℃前後に加温された室（むろ）で、約1週間発酵を行う。
↓
すぐき漬

図 3　すぐき漬の製造方法

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。本漬の後は、30 ～ 40℃に保温した室（むろ）で発酵させる。これを室漬という。海外にもさまざまな発酵漬物があるが、加温状態で発酵させて作る漬物は非常に珍しい。室漬で一気に乳酸発酵が進み、酸味の利いた漬物が完成する。

すぐき漬に関する研究はいくつか行われている。古くは岩井ら[8]がすぐき漬に関与する微生物について研究し、*Lactobacillus*、*Streptococcus*、*Leuconostoc* 属菌が主なもので、なかでも *Lactobacillus* 属菌が主要な役割を果たしていることを報告している。また、中沢は[9]すぐき漬の本漬工程から、*Streptococcus*、*Lactobacillus*、*Leuconostoc* 属菌を、室漬工程からは *Streptococcus*、*Lactobacillus*、*Pediococcus* 属菌を分離し、このなかで最も優勢なものは *Lactobacillus plantarum* で、乳酸菌添加による製造を試みている。近年では、荻原ら[10]が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グラム陰性菌が減少し、室漬後は乳酸菌数が 1 億 CFU/g に達したことを報告している。このなかで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、追漬工程では *Lactobacillus* 属が優占種となり、なかでも *L. sakei* と *L. curvutas* 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 *L. plantarum* と *L. brevis* であったと報告している。また、Kishida ら[11]

写真 2　すぐき漬の本漬工程（天秤棒を利用し、強い圧力を掛ける）

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。

Ⅳ. 無塩発酵漬物　すんき（すんき漬）

すんき（**写真 3**）は、長野県木曽御嶽山の周辺の王滝村、三岳村、開田村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、すんきのほかには新潟県の「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「すなな漬」が知られているが[12]、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「グンドルック」などが知られている。

1688 年、松尾芭蕉一門の俳諧連句の中に芭蕉の句の「花と散る身は西念が衣きて」を受けた凡兆の句として、「木曽の酢茎に春も暮れつつ」とすんきのことが読まれた記録が残っている[13]。前述のすぐき漬が「酸茎」と書かれるのに対し、すんきは「酢茎」と表記されている。すぐき漬は茎葉と根部を食塩で漬け込むが、すんきは茎葉のみを無塩で漬け込むことが大きく異なる点である。海から離れた山麓の村では、塩は大変な貴重品である。そこで冬場の塩をなかなか手にいれることのできない場所での青菜の保存食として工夫したものがすんきであったのではないかと考えている。

すんきの製造方法の概略を**図 4** 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、いわばすんきを凍結乾燥させた状態になっている。すんき干しを加える方法には、乾燥したままの場合と一旦水に戻したものを使う場合がある。近年、すんきを冷凍しておき、それをすんき干しの代わりに利用することもある。なお、刻んだカブの葉を漬込む場合は、すんき干しを混ぜ込みながら漬けるのが一般的である。湯通ししたカブの葉とすんき干しを隙間なく詰めた後は、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。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ことの方が多い。2010 年に地元の木曽町で開催された「すんきシンポジウム」では、すんきを使った「すんき汁」（**写真 4**）や「すんきそば」（**写真 5**）などが振舞われた。

すんきの製造では、すんき干しを使って発酵をおこなっていることから、すんき干しは、一種の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[14]。このことは遠藤[15]も同様な結果を報告している。

すんき干しの天日乾燥による製造過程をみると水

写真 3　無塩発酵漬物　－すんき－

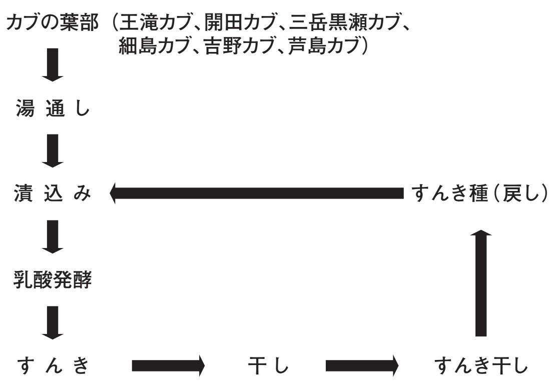

図 4　すんきの製造方法

写真 4 すんき汁

写真 5 すんきそば

分含量が減少するにつれて酸濃度が上昇していることから、乳酸が濃縮された状態になっているものと考えられる。また、すんき干しを漬込んだ直後のpHをみたところ、4.8前後に低下していた。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る[14]。

すんきの微生物について最初に研究をおこなった中山[16]は、*S. faecalis*、*Leuc. mesenteroides* を分離し、引き続いておこなった研究で *Lactobacillus* 属菌などの乳酸桿菌[17]や *Pediococcus*、*Tetragenococcus* 属菌[18]などの乳酸球菌の分離同定をおこなっている。近年では、すんきの主要な乳酸菌は *L. delbrueckii*、*L. fermentum*、*L. plantarum*[19]であることが報告されている。なお、Kudo ら[20]はすんきから分離した *L. delbrueckii* はすんき特有の新亜種であるとし、*L. delbrueckii* subsp. *sunki* subsp. nov. とすることを提唱しているほか、Watanabe ら[21]も新種として、*L. kisoensis* sp. nov.、*L. otakiensis* sp. nov.、*L. rapi* sp. nov.、*L. sunkii* sp. nov. を提唱している。

海外の無塩発酵漬物の微生物に関する報告のなかで、Karki ら[22]は、ネパールのグンドルックから発酵工程中の乳酸菌として *L. plantarum*、*L. casi.* subsp. *casei*、*L. casei* subsp. *pseudoplantarum*、*L. cellobiosus*、*P. pentosaseus* を分離し、特に、*L. cellobiosus* が漬込み初期に多く、その後、*P. pentosaseus*、*L. plantarum* が優占種になることによってグンドルック特有の風味が形成されることを報告している。

V. 発酵漬物における微生物制御

1. 温和加熱を利用した微生物制御

先述したすんきや中国の酸菜は、原料のカブの葉や白菜を湯通しした後、発酵させて作られている。ネパールのグンドルックも原料のカラシ菜を漬込んだ壷に湯を注いでから発酵させている。湯を使うことは原料野菜に付着している昆虫類の除去や野菜をある程度柔らかくし、漬けこみやすくするためと言われている。しかしながら、そのような効果の他に、無塩下での乳酸発酵を正常に進行させるために好気性菌などの有害菌を減少させ、乳酸菌が生育しやすい環境を作り出しているものと考えられる。漬物原料野菜を温湯に浸漬する温和加熱処理は、原料野菜に多く付着しているグラム陰性菌の減少をはかるとともに乳酸菌が増殖しやすい環境にしているものと推察される。実際、50℃の温和加熱処理によって一部の細菌の死滅が起こり、それは特にグラム陰性菌で顕著である。温和加熱処理により細胞膜が損傷し、増殖能の回復が阻害されてる。一方、乳酸菌を含むグラム陽性菌は細胞内物質の漏洩はほとんど認めら

れず45～50℃という短時間の加熱処理は細胞膜に対してあまり損傷を与えていない。したがって、温和加熱処理は原料野菜に付着している細菌のうち、特にグラム陰性菌の減少や増殖抑制に対して効果がある一方で、乳酸菌が生残、増殖しやすい環境を与えているものと考えられる[23)]。

2. 野菜香気成分を利用した微生物制御

カラシの主要な揮発性成分であるAllyl isothiocyanate（AIT）はカラシ菜、高菜、カブ、キャベツ、ワサビなどの*Brassica*属の野菜に多く含まれている。AITは、野菜に含まれているグルコシノレートが酵素のミロシナーゼによって分解されることによって生成される揮発性成分である。AITは気相下で微生物の生育を強く抑制するが、その抗菌スペクトラムをみると細菌やかび、酵母に対しては、強い抗菌性を示す一方、乳酸菌に対しては弱い傾向のあることが明らかとなっている（**表2**）。ネパールの無塩発酵漬物のグンドルックは原料野菜を軽く日干しした後、壷に入れ湯を注いでから1週間ほど発酵・熟成させることによって作られる。グンドルックに使われる原料野菜はわが国のカラシ菜や高菜と同系統のものであることからAITが多く含まれている。したがって、発酵させる際は原料野菜に付着しているグラム陰性菌などの有害菌の生育が抑制され、乳酸菌が増殖しやすい環境となっているものと考えられる。その結果、無塩状態においても変敗することなく乳酸発酵が進行するものと思われる。Goiら[24)]はAITを寒天培地に添加した場合の抗菌力はわずかであったが、ガス状で微生物に接触させた場合は顕著な抗菌力を示したことを報告している。伊藤ら[25)]は漬物に利用されている野菜の多くにAITが含まれていることを報告しており、以上のことから、漬物の発酵に際してはAITが発酵を制御していることが推察される。実際、高菜漬を漬込む際には、眼に痛みを感じるほどAITが生成していることを筆者も経験している。このように、発酵漬物では温度やpHの制御、野菜の揮発性成分（AIT）などを利用することによって、有害微生物を抑制する一方で、乳酸菌の増殖を促進するなどの微生物コントロールが古くから経験的に行われてきたものと思われる。現在は発酵漬物から分離した優良な乳酸菌を漬物の製造に積極的に利用する試みがなされており[26～28)]、乳酸菌による風味の改善が漬物業界においても検討されるようになっている。

表2 AITの蒸気最小生育阻止濃度レベル（ppm）[1)]

微生物	試　験　菌	最小生育阻止濃度（ppm）
細菌	*Staphylococcus aures* IFO1273	60
	Bacillus cereus IFO13494	60
	Bacillus subtilis IFO13722	60
	Leuconostoc mesenteroides IFO3426	360＜
	Lactobacillus plantarum 分離株	360＜
	Pediococcus acidilactici 分離株	360＜
	Escherichia coli JMC1891	＜20
	Salmonella Enteritidis 分離株	60
	Vibrio parahaemolyticus IFO13275	＜20
カビ	*Mucor racemosus* IFO6745	＜20
	Aspergillus niger ATCC6275	＜20
	Fusarium solani IFO9425	＜20
	Penicillium citrinum ATCC9849	＜20
酵母	*Zygosaccharomyces rouxii* IFO0320	＜20
	Debaryomyces kloeckeri JCM1526	60
	Pichia anomala NFRI3717	＜20
	Candida tropicalis NFRI4040	＜20

おわりに

発酵漬物の微生物に関しては先述したもののほかに、しば漬[29)]、糠味噌漬[30～32)]などを対象とした報告も数多く見られる。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。

文　献

1）宮尾茂雄．漬物の歴史．漬物入門(改訂版)．東京：日本食糧新聞社；2015. 8

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.

3）宮尾茂雄．浅漬け製造における食中毒菌対策．食品と科学．2012；**54**(10)：16-27.

4）Pederson, C.S., FLORAL CHANGES IN THE FERMETATION OF SAUERKRAUT. *New York State Agr. Exp. Sta.* Tech. Bull.. 1930；No. 168

5）宮尾茂雄．食品微生物学ハンドブック　好井久雄ら編．東

京 : 技報堂出版 ; 1995. 225-247.

6）宮尾茂雄. 日本の漬物. *Japanese J. Lactic Acid Bacteria.* 2002 ; **13** : 2-22.

7）宮尾茂雄. 発酵漬物と塩. 日本海水学会誌. 2003 ; **57** : 11-16.

8）岩井正憲ら. 醗酵食品の製造に関係する耐塩性乳酸菌（第3報）すぐきの製造に関係する乳酸菌. 醗酵工学雑誌. 1965 ; **43** : 791-797.

9）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.

10）荻原博和ら. 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.

11）Kishida, T *et al*. Enhansment of Immunologicl Function by Lactobacillus brevis Subsp. coagulans. 基礎と臨床. 1993 ; **27** : 3701-3707.

12）前田安彦, 宮尾茂雄編. 漬物の機能と科学. 東京 : 朝倉書店 : 2014. 122-132.

13）與謝野寛編. 日本古典全集　芭蕉全集後編. 東京 : 日本古典全集刊行會 : 1926. 153

14）宮尾茂雄.「すんき干し」はスターターか?. *New Food Industry*. 1990 ; **32**（1）: 3-5.

15）遠藤明仁. 醸造・発酵食品に生息する乳酸菌の特性. *Japanese J. Lactic Acid Bacteria*. 2011 ; **22** : 87-92.

16）中山大樹. 木曾のスグキの細菌に就て. 日本農芸化学会誌. 1950 ; **23** : 497-499.

17）中山大樹, 小池弘子. 食塩を使わない漬物「スンキ」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.

18）中山大樹, 小池弘子. 食塩を使わない漬物「スンキ」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.

19）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.

20）Kudo, Y., Oki, K., Watanabe, K. . Lactobacillus delbrueckii subsp.sunki subsp.nov. Isolated from sunki, a traditional Japanese pickle. *Int. J. Sys. Evol. Microbiol.* 2012 ; **62** : 2643-2649.

21）Watanabe, K., Fujimoto, J., Tomii Y., *et al*. *Lactobacillus kisoensis* sp. nov., *Lactobacillus otakiensis* sp. nov., *Lactobacillus rapi* sp. nov., *Lactobacillus sunkii* sp. nov. heterofermentative spesies isolated from sunki, a traditional Japanese pickle. *Int. J. Sys. Evol. Microbiol.* 2009 ; **59** : 754-760.

22）Karki, T., Okada, S., Baba, T., et al. Studies on the Microflora of Nepalese Pickles Gundruk. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 1983 ; **30** : 357-367.

23）宮尾茂雄, 小川敏男. 温和加熱が発酵漬物由来細菌の生育におよぼす影響. 日本食品工業学会誌. 1990 ; **37** : 433-438.

24）Goi, H., Inoue, S., and Iwanami, Y. . Antifungal activity of powder black mustard, powdery wasabi（Japanese Horseradish）and allyl isothiocyanete by gaseous contact. *J. Antibact. Antifung. Agents.* 1985 ; **13** : 199-204.

25）伊藤寛ら. つけな類の揮発性辛味成分の研究. 食品総合研究所研究報告. 1984 ; **45** : 33-41.

26）橋本俊郎. 漬物用乳酸菌スターターの開発. 茨城県工業技術センター研究報告. 2002 ; **30** : 34-38.

27）石川健一, 加藤丈雄, 小宮孝志.漬物に適した乳酸菌の選択と発酵条件の確立. 日本食品工業学会誌. 2003 ; **50** : 361-364.

28）上野義栄ら. 漬物からγ-アミノ酪酸（GABA）高生産性乳酸菌の分離とその応用. 生物工学会誌. 2007 ; **85** : 109-114.

29）品川弘子, 西山隆造, 岡田早苗. しば漬の熟成に関与している乳酸菌の役割. 日本食品工業学会誌. 1996 ; **43** : 582-585.

30）長坂熊吉. 糠味噌漬の研究. 農芸化学会誌. 1928 ; **4** : 712-724.

31）今井正武, 平野 進, 饗場美恵子. 糠床の熟成に関する研究. 農芸化学会誌. 1983 ; **57** : 1105-1112.

32）今井正武, 後藤昭二. 糠床熟成中の酵母フローラの消長と分離菌株の同定. 農芸化学会誌. 1984 ; **58** : 545-551.