

白菜と漬物

冬の寒さが深まる頃、八百屋の店先に並ぶ立派な白菜を見ると、季節の移ろいを感じる人も多い。鍋料理や炒め物に欠かせない白菜は、漬物としても日本の食卓に深く根付いている。特に冬場に仕込まれる白菜漬は、保存性と栄養価を高める食品として、古くから人々の暮らしを支えてきた。

白菜はアブラナ科の野菜で、中国北部が原産地とされている。11世紀頃にはすでに栽培されていた記録があり、寒冷地での保存食として重宝されてきた。現在の結球白菜は、カブとチンゲンサイの自然交雑によって誕生したと考えられている。中国では「山東白菜」などの品種が広く栽培され、冬の食卓に欠かせない存在となっている。日本に白菜が伝わったのは明治時代で1875年の東京博覧会で中国から出品された「山東白菜」がその始まりとされる。その後、愛知県名古屋市の野崎徳四郎が品種改良を重ねて「野崎白菜」を誕生させ、日本全国に広まった。野崎白菜は結球性が高く、肉質が柔らかく甘みがあるのが特徴で、漬物にも適している。昭和初期には「野崎白菜二号」として市場に広まり、冬野菜の代表格として定着した。現在では全国各地で栽培されており、地域や用途に応じてさまざまな品種が存在する。

白菜は大きく分けて「結球型」と「不結球型」に分類される。結球型は、葉が内側に卷いて球状になるタイプで、日本で一般的に「白菜」として流通しているのはこの結球型である。代表的な品種には「無双」、「黄ごころ」などがあり、病気に強く、葉は柔らかく、甘みがあり、煮込むとろけるような食感になる。なお、結球型白菜は、収穫時期によって「早生（わせ）」「中生（なかて）」「晚生（おきて）」に分かれる。早生種は成長が早く、秋の早い時期から収穫可能であるが、保存性はやや劣る。晩生種は育成に時間がかかるものの、寒さに強く、冬の保存に適している。一方、不結球型は葉が巻かずに開いたままのタイプで、「山東菜」や「広東白菜」などが知られている。これらは主に漬物や炒め物に使われ、シャキシャキとした食感が特徴である。特に山東菜は、東北地方で「三五八漬け」などに利用されることがあり、地域の食文化に根付いている。また、近年、ミニ白菜やベビーリーフとしての利用も増えている。ミニ白菜は小ぶりで扱いやすく、1回の食事で使い切れるサイズ感が魅力である。さらに、赤紫色の葉を持つ「紫白菜」など、見た目にもきれいな品種も登場しており、サラダなど

に彩りを添える食材として注目されている。栄養面では、白菜は水分が多く低カロリーでありながら、ビタミンCやカリウム、食物繊維を含んでいる。特に冬場の風邪予防や整腸作用に効果的とされ、健康志向の高まりとともに再評価されている。

浅漬に適した白菜は、葉が柔らかくて水分が多く、短時間で味が浸透するのが特徴で、代表的な品種には「新理想」などがある。これらは甘みが強く、シャキッとした食感が楽しめるため、浅漬にすると美味しく仕上がる。一方、韓国でキムチに使われる白菜は、発酵や長期保存に耐えられるよう、葉が厚くしっかりしており、水分が少なめなのが特徴である。代表的な品種には「チュングアンペチュ」「オソンペチュ」、「ファングムペチュ」などがある。これらは歯ごたえがあり、発酵が進むことで旨味が増す特性がある。このように、浅漬とキムチでは求められる白菜の性質が異なる。食品産業界では季節に関わり無く白菜は必要とされることから周年栽培がされており、日本では、秋冬白菜は茨城、愛知県、春白菜は茨城、長野県、夏白菜は長野、群馬、北海道などが産地として知られている。

白菜漬が一般家庭に広まったのは、大正時代以降で、冷蔵庫が普及する前、冬の保存食として重宝された。浅漬、ぬか漬けなど、地域ごとに白菜を使った多様な漬物が存在する。海外の白菜を使った漬物としては、中国の「酸菜（スワンツァイ）」、韓国の白菜キムチ（ペチュキムチ）が良く知られている。

白菜浅漬

我が国で市販されている白菜の漬物といえば、浅漬やキムチが代表的なものである。市販の白菜浅漬の生菌数をみると少ないものでは $10^3/g$ のものもあるが、大部分は $10^4 \sim 10^6/g$ で、 $10^7/g$ に達しているものも時に見られる。商品性を失う原因となる白菜浅漬調味液の白濁は微生物の増殖によって生ずるものである。白濁し始める頃は、*Pseudomonas*属、*Flavobacterium*属、*Enterobacter*属菌などのグラム陰性菌が主要な原因菌であることが多いが、白濁が進行すると*Leuconostoc*属、*Enterococcus*属や*Lactobacillus*属菌などの乳酸菌や酵母の*Debaryomyces*属、*Pichia*属、*Saccharomyces*属などが主要な原因菌となる。特に乳酸菌の増殖は乳酸を主とする有機酸の蓄積を起こすために、結果的には酸味の上昇、色調の変化や風味の低下を招き、白菜浅漬の品質を低下させることになる。白菜を用いた浅漬やキムチのように低塩で非加熱殺菌の漬物に対しては、低温保存は極めて有

効な保存手段である。しかし、ここで注意しなくてはならないことは、低温保存は一貫して行わなければ意味がないということである。一時的にも温度の上昇があれば、その時には急激に微生物の増加が見られ、たちまち品質が低下することになる。このように、浅漬類やキムチの製造、流通においては一貫した低温下での製造、流通が重要となる。白菜浅漬を10°Cで保存した際の生菌数、乳酸菌数およびグラム陰性菌数の変化について調べた事例の一つを図1に紹介する¹⁾。白菜浅漬の生菌数は保存当初10⁴CFU/gであるが、保存経過にしたがい、菌数の増加がみられるようになり、保存6日目には10⁷CFU/g、10日目には10⁸CFU/gに達している。なかでも、乳酸菌数は、保存当初は10³CFU/gであるが、保存日数の経過とともに急激に増加し、4日目以降は生菌数の大部分を占めていることがわかる。一方、原料白菜に多く付着しているグラム陰性菌は、保存日数の経過とともに、酸度の上昇によって、徐々に減少し、保存10日目には検出されなくなっている。同様に、図2は酸度の変化をみたものである。当初は0.28%であったものが、保存経過にしたがい乳酸発酵にともなう酸度の増加がみられ、10日目には0.9%以上に達している¹⁾。漬け液が微生物の増殖により白濁を生じるようになるが、その時の生菌数は10⁷CFU/g程度の場合が多い。白濁の原因は細菌だけでなく、酵母による場合も多い。白菜浅漬は、低塩かつ加熱殺菌を行わないことから、先述したように10°Cの低温保存下においても微生物の増殖により品質低下を招く。したがって、変敗微生物の制御が大きな課題となっており、それに対して次亜塩素酸ナトリウム、炭酸次亜水などによる原料白菜の洗浄殺菌に加え、漬け液のpH調整、抗菌物質を用いた保存性向上対策が行われている。

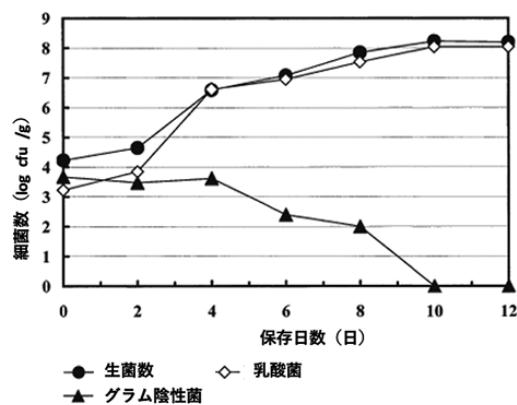


図1 白菜浅漬を10°C保存した場合の生菌数、乳酸菌、グラム陰性菌の変化

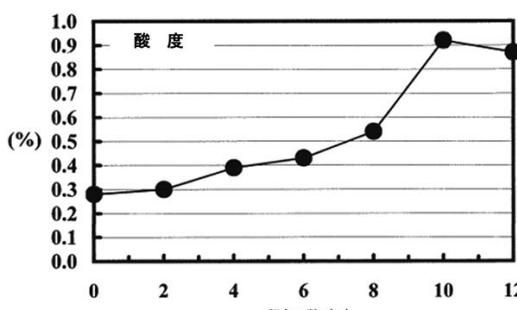


図2 白菜浅漬を10°C保存した場合の酸度の変化

酸菜（スワンツァイ）

酸菜は、中国で古くから親しまれてきた発酵食品のひとつで主に白菜を塩漬けし、乳酸発酵させたものである。寒冷な地域を中心に、冬の保存食として発展してきた。地域によって使われる野菜や調味料、発酵期間に違いはあるが、基本的な製造工程は共通している。新鮮な白菜の外葉や汚れを除去洗浄後、白菜を半分または四つ割りにして、塩をすり込みながら漬け込む。塩分は重量の2～5%が一般的で、自然に乳酸菌が増殖しやすい環境を作る。漬け込んだ白菜は、密閉容器に詰め、重石をのせて空気を遮断し、常温または低温で数週間から数ヶ月発酵させる。発酵の主役となるのは、主に野菜の表面に存在する乳酸菌で、特に重要なのが、*Leuconostoc mesenteroides*、*Pediococcus pentosaceus*、*Lactilactobacillus plantarum*などの菌種である。これらの乳酸菌は、白菜に含まれる糖分を分解して乳酸を生成し、pHを下げることで腐敗菌の増殖を抑え、保存性を高める。また、発酵の過程でビタミンB群や酵素、短鎖脂肪酸などの有益な代謝産物が生産され、腸内環境の改善や免疫力の向上にも寄与するとされている。酸菜の風味は、発酵期間や温度、使用する容器の材質によっても変化する。陶器やガラス製の容器は温度変化に強く、安定した発酵を促す。また、発酵初期は*Leuconostoc*属乳酸菌が優勢で、やや甘みのある酸味を生み出し、時間が経つにつれて*Lactilactobacillus*属乳酸菌が優勢となり、より強い酸味と保存性をもたらす。完成した酸菜は、炒め物、スープ、鍋料理、餃子の具など、さまざまな料理に使われる。特に中国の東北地方では、豚肉と併せて調理される酸菜白肉鍋（スワンツァイバイロウグオ）が有名である。

引用文献

1) 小柳津周・荻原博和：日本調理学会誌、42(5)、322(2009)

(東京家政大学大学院 宮尾茂雄)

プロバイオティクスとしての漬物

プロバイオティクス

プロバイオティクス (probiotics) は「共生」を意味するプロバイオシス (probiosis) を語源としてできた用語で、アンチバイオティクス (antibiotics : 抗生物質) に対比されるものとして生まれた。アンチバイオティクスが病気になつた後の治療段階で病原菌などの有害微生物を死滅、減少させるのに用いられるのに対し、プロバイオティクスは普段の生活のなかで体に良い細菌を積極的に増やして健康な体を維持する考え方から生まれた概念である。

プロバイオティクスの概念は、1989年、英国の微生物学者Fullerが提唱した「腸内フローラ（腸内細菌叢）のバランスを改善することによりヒトに有益な作用をもたらす生きた微生物」という定義が広く受け入れられている。腸内フローラとは、消化管内に生息している微生物群のことといい、ヒトでは約100種類、100兆個の腸内細菌によって構成されている。乳酸菌やビフィズス菌などの有用微生物をプロバイオティクスとして摂取することにより、腸内フローラのバランスが改善されるとともに有害微生物が抑制され、健康を維持する上で有効な腸内環境がもたらされる。また、乳酸菌などの有用微生物に加えてそれらの微生物を含む食

品（発酵野菜、発酵乳やサプリメント）もプロバイオティクスと呼ぶ場合がある。ぬかみそ漬け、キムチ、すぐき漬、赤カブ漬、すんきなどの発酵漬物には酸に強く胃を通過して腸まで届く、いわゆる植物由来の乳酸菌を豊富に含んでいることからプロバイオティクス食品の一つといえる。プロバイオティクスが持っている健康機能性として、便秘を抑え便通を良くする、腸内の有用微生物（いわゆる善玉菌）を増やし有害微生物（いわゆる悪玉菌）を減少させる、腸内環境を改善するなどの整腸作用や腸内の感染を予防することや免疫力を高める作用などを挙げることができる。したがって、乳酸菌に代表されるプロバイオティクスを摂食することで腸の健康を維持するとともに免疫力など体全体の健康維持をはかっていく上で有用な役割を果たすものと考えられている。表1にプロバイオティクスとして利用されている微生物を示したが、多くは発酵乳などの乳製品に関連の深い*Lactobacillus*属菌や*Bifidobacterium*属菌である。また、漬物に多く含まれる*Lactiplantibacillus plantarum*や*Levilactobacillus brevis*など、いわゆる植物由来の乳酸菌や納豆の製造に欠かせない*Bacillus subtilis* var. *natto*や酪酸菌なども整腸作用や便通改善作用を持つことからプロバイオティクスの一つとして考えられている。プロバイオティクスとしての効果は、菌種よりも菌株に特異的であることが明らかにされており、同じ菌種であっても効果は異なる。プロバイオティクスとして乳酸菌を利用する場合は、消化管での生存性が求められる。胃酸に対する耐酸性や胆汁酸に対する耐性が重要といわれるのは、摂取した微生物が胃酸や胆汁酸によって死滅することなく、小腸、大腸に到達することが必要だからである。したがって、プロバイオティクスとしての菌株の選択条件としては、胃酸耐性、胆汁酸耐性、消化管細胞への付着性、消化管への定着性、病原細菌に対する抑制活性、臨床試験による有効性確認、安全性などが求められる。

表1 プロバイオティクスとして利用されている微生物と主な機能

微生物名	主な機能	食品
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	整腸作用や腸内の有害物質の生成を抑制	乳製品、すんき（発酵漬物）
<i>L. acidophilus</i>	整腸作用	乳製品
<i>L. gasseri</i>	ビロリ菌を抑制、小腸に滞留	乳製品
<i>Lacticaseibacillus casei</i>	便秘・下痢解消、免疫力向上、発ガン性物質の生成抑制	乳製品
<i>L. rhamnosus</i>	整腸作用、発ガン性物質の生成抑制	乳製品
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	整腸作用	ぬかみそ漬、すぐき漬、しば漬、キムチ、ザワークラウト
<i>Levilactobacillus brevis</i>	整腸作用、免疫賦活作用	すぐき漬、しば漬、キムチ、ザワークラウト
<i>Limosilactobacillus reuteri</i>	抗菌物質ロイテリン生成、多機能	乳製品
<i>Enterococcus faecalis</i>	C型肝炎治療、抗ガン作用、抗ガン剤の副作用軽減	乳製品
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	抗アレルギー効果	すんき（発酵漬物）
<i>Bifidobacterium longum</i>	抗アレルギー効果	乳製品
<i>B. animals subspecies lacti</i>	整腸作用、アトピー性皮膚炎軽減	乳製品
<i>B. bifidum</i>	整腸作用、便秘解消	乳製品
<i>B. infantis</i>	整腸作用、便秘解消	乳製品
<i>Bacillus subtilis</i> var. <i>natto</i>	整腸作用、便秘解消	納豆
<i>Clostridium butyricum</i>	整腸作用、乳酸菌増殖促進	臭豆腐

酪酸菌の*Clostridium butyricum*は偏性嫌気性の芽胞形成細菌であり、ヒトの腸管内に常在している。近年、酢酸、酪酸、プロピオン酸などの短鎖脂肪酸が有する健康機能性が注目されており、排便の促進、ミネラルの吸収促進、コレステロールの合成抑制などの効果を有していることが明らかになっている。また、本菌は腐敗菌を含む様々な消化管病原菌に対して拮抗作用を有し、*Bifidobacterium*や*Lactobacillus*属菌と共生することにより、整腸作用を發揮することや本菌が芽胞形成細菌であることから安定性および胃酸に対する抵抗性が乳酸菌群と比較しても高いことが特性として知られている。

プレバイオティクス

プレバイオティクス（prebiotics）は、1995年、英国の微生物学者Gibbonによって、提唱された用語で、「腸内に生息する有用菌に選択的に働き、増殖を促進し、その活性を高めることによってヒトの健康に有利に作用する物質」と定義されている。オリゴ糖や水溶性食物センイなどの難消化性炭水化物やプロピオン酸菌による乳清発酵物がこれに相当する。プレバイオティクスの条件としては、消化管上部で分解・吸収されないこと、腸内のプロバイオティクスの栄養分となり有用微生物を選択的に増加させる一方で有害微生物は増加させないこと、腸内環境を整えヒトの健康的な増進維持に有効であること、などを挙げることができる。

現在、プレバイオティクスとして利用されているものにオリゴ糖、グルコン酸や食物センイのポリデキストロース、イヌリンなどがある。プロバイオティクスとプレバイオティクスを同時に摂取することはプロバイオティクスの増殖を促進することにつながり効果が増大することから両者を混合した食品や製剤などを「シンバイオティクス(synbioticus)」と呼ぶことがある。

漬物と植物由来乳酸菌

いわゆる植物由来乳酸菌は、主に漬物、味噌、醤油など植物由来の発酵食品を製造する際に関与する乳酸菌で、特に、発酵漬物は植物由来乳酸菌の宝庫として知られている。発酵乳やチーズなどに生育する酪農由来乳酸菌は約20種類のものが存在しているといわれているが、植物由来乳酸菌はそれよりもはるかに多く、その10倍以上の種類が存在しているといわれている。

植物由来乳酸菌と酪農由来乳酸菌の特徴をまとめたものが表2である。酪農由来乳酸菌が牛乳などに含まれている乳糖を発酵し、乳酸を生成するのに対し、植物由来乳酸菌は野菜、穀類、豆類などの植物性原料に含まれているブドウ糖、果糖、ショ糖、麦芽糖など様々な糖類を発酵し、乳酸や酢酸などを生成する。また、植物由来乳酸菌は、酪農由来乳酸菌と比べ栄養成分が少ない環境や漬物に多く存在することからもわかるように、高塩分、低pHなどの苛酷な環境下でも生育することが可能である。これは、言い換えると、胃酸に抵抗力があるということであり、酪農由来乳酸菌よりも胃での生存率が高く、腸管にまで到達し、生き残る数も多いということを意味する。一般的に植物由来乳酸菌は酪農由来乳酸菌よりも酸に対する抵抗性は10倍程度あるといわれている。ヒトに対する乳酸菌の機能として整腸作用や免疫賦活作用があることが良く知られているが、植

物由来乳酸菌においても同様の活性作用のあることが知られている。

表2 植物由来乳酸菌の特性

項目	植物由来乳酸菌	酪農由来乳酸菌
発酵原料	植物性原料（野菜、穀類、豆類など）	動物性原料（牛乳など）
利用糖	ブドウ糖、果糖、ショ糖、麦芽糖など	主に乳糖
塩分抵抗性	強い	弱い
酸抵抗性	強い	弱い
生育温度	低温でも可能	低温に弱い
腸内生残率	高い	低い
発酵食品	漬物、味噌、醤油など	ヨーグルト、チーズ、乳酸菌飲料

すぐきと植物由来乳酸菌

すぐきは京都、上賀茂神社の周辺で古くから作られている発酵漬物である。発酵漬物に関する代表的な乳酸菌は *Lactiplantibacillus plantarum* や *Levilactobacillus brevis* である。京都にあるルイ・パストゥール医学研究センターによってすぐきから分離された *L. brevis* は腸内の免疫機構に作用し、インターフェロンの産生を促す作用のあることが知られている。インターフェロンは、抗ウイルス活性を持つ生体内で作られるたんぱく質で、感染症やがんから身体を防御する役割をはたしているナチュラルキラー（NK）細胞を活性化すると言われている。ナチュラルキラー細胞とは、大型リンパ球の一種で、がん細胞やウイルスに感染した細胞を死滅させるなど、体内における免疫反応において活躍する細胞である。すぐきから分離された *L. brevis* は整腸作用とともに免疫賦活作用を有していることが明らかにされており、本菌を用いた発酵野菜飲料が開発されている。

すんきと植物由来乳酸菌

すんきは木曾福島からさらに奥に入った木曾御岳山の麓にある開田高原の王滝村、開田村、三岳村などで古くから作られている発酵漬物である。このすんきからは植物由来乳酸菌として *Pediococcus pentosaceus* や *Lactobacillus delbrueckii* が分離され、それぞれ免疫調節機能や疾病予防機能を有していることが明らかにされている。近年、アトピー性皮膚炎や食品アレルギー、花粉症などのアレルギー疾患が増加している。アレルギーを引き起こす原因となっているのが IgG 抗体の発現、増加である。これに対し、すんきから分離された *P. pentosaceus* をアレルギー性下痢症モデルマウスに経口摂取させたところ、マウス中の血中 IgG 抗体が減少しアレルギー性下痢症の軽減が認められたことから、*P. pentosaceus* がアレルギー予防・軽減作用のあることが期待されている。また、本菌が、ナチュラルキラー活性を高める作用を有していることも明らかにされており、また、インフルエンザウイルスによるマウスの死亡を抑止すること

ができたことから *P. pentosaceus* がインフルエンザの予防に対して効果があることが期待される¹⁾。また、すんきから分離された *L. delbrueckii* がピロリ菌の感染に対して予防効果を有することも明らかにされている。ピロリ菌は日本人の多くが感染しているといわれており、胃炎、胃潰瘍、十二指腸潰瘍や胃がんの発症原因菌として知られている。すんきから分離された *L. delbrueckii* がピロリ菌の増殖や胃上皮細胞への付着を阻害する作用を有していることが明らかになったことから本菌のピロリ菌感染予防が期待されている¹⁾。

引用文献

- 1) 安井久子：「漬物の乳酸菌の免疫調節機能および疾病予防機能」、平成23年度 第21回漬物技術研究セミナー講演・要約集、13 (2012)

(東京家政大学大学院 宮尾茂雄)

内藤茂三先生を偲んで

内藤茂三先生は、去る令和7年11月1日にご逝去されました。

ここに謹んで哀悼の意を表し、お悔やみ申し上げます。

先生を振り返りますと、本誌第155号（2013年7月発行）から第229号（2025年11月発行）まで、12年という長きにわたり計75回もの執筆を賜りました。また、先生は食品・微生物研究所所長として、『食品の変敗微生物』*および『食品の変敗の科学』*という二冊の大著を遺されました。これらはまさに「先生にしか書けなかった、先生だからこそ書けた」唯一無二の書籍であり、食品の長期保存という時代の要請に応えたこれらの出版物は、今後も世の中に多大な貢献をし続けるものと確信しております。

これまでの多大なるご厚情に深く感謝いたしますとともに、安らかなるご冥福を心よりお祈り申し上げます。

合掌

令和7年12月24日

アサマ化成株式会社 代表取締役 矢嶋瑞夫

*幸書房 〒101-0051 東京都千代田区神保町2-7

TEL 03-3512-0165

FAX 03-3512-0166

URL <http://www.saiwaishobo.co.jp>



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 TEL (03)3666-5841	FAX (03)3667-6854
●中部アサマ化成販売 / 〒460-0002	大伝馬町一丁目5階 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	札幌市手稻区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052	FAX (011)694-3061