

アサマ NEWS パートナ

2022-11 No.211

食品の微生物変敗と 防止技術

(50) うなぎ料理の微生物変敗と制御

1. うなぎ料理の歴史と特徴

1. 1 うなぎ料理の歴史

うなぎ屋の蒲焼は江戸の人気食になっていったが、うなぎ屋の客層は限られていた。蒲焼は酒の肴として食べられていたからである。客層を拡大するためにうなぎ屋は看板や障子に付け飯ありと書いて、飯をすることを始めた。蒲焼は酒にも合うが白米の飯にも合い、付け飯によりうなぎ屋は新たな客層を獲得した。やがてうなぎ屋は付け飯にしていた飯を蒲焼と一緒に盛り合わせて出すことを始めた¹⁾。文化年間(1804)に、井の飯の間に蒲焼を挟ませて提供したのがうなぎ飯の始まりで、風味が良いので普及した。

天保8年(1837)から嘉永6年(1853)にかけての江戸の風俗を記録した『守貞漫稿』にうなぎ飯について詳しい説明が載っている²⁾。

うなぎ飯、京阪にて「まぶし」江戸にて「どんぶり」という。うなぎ井の略なり。京阪においては、生洲等にてこれを兼ね売る。江戸にては、右の名あるうなぎ屋にてはこれを売らず、中戸以下のうなぎ屋にてこれを兼ね、あるいはこれを専らにして売る。鉢底には熱飯を少しを入れ、その上にうなぎ首を去り、長さ三、四寸の斧を焼きたるを五、六並べ、また、熱飯を入れ、その表にまた右の小うなぎを六、七置くなり(略)。必ず引裂箸を添ふるなり。この箸、文政年間以来比より、三都ともに始め用う。杉の角割箸半を割りたり。食するに臨んで引き裂き分けて、これを用いる。これ再用せず、清きを証するなりとある。ここには、うなぎ屋がうなぎ飯を人気食にしていった技法が示されている。

1. 2 うなぎ料理の特徴

三重県の県庁所在地、津市の人はとにかくうなぎをよく食べる。平成17年度の総務省家計調査では、うなぎの消費量が日本一だった。良質なうなぎをリーズナブルな価格で食べられるということで、全国からその味を求めて訪れる人もいほど、津市を代表するグルメのひとつにもなっている。

タレは、職人の手によって仕込まれ、醤油、味噌、氷砂糖などを煮詰め、一週間以上寝かせることでコクがありまろやかなタレになる。割り箸の元祖もうなぎに関係し、うなぎの普及とともに竹製の引き裂き箸、割りかけ箸が登録された。明治時代に入るまでは、どんぶりといえうなぎ井を意味していた²⁾。脂肪分の多いうなぎは、普通の出刃包丁では鋭すぎて滑ってしまい、身がぼろぼろに崩れてしまうことがあるのでそのため、鉋のような形状で、かつ刃付けを鈍角にした、むしろ鈍い包丁で、脂肪分ごと切り割く感じでおろしていくのが良いとされている。また、地域によってうなぎの割り方や調理法が違うため、それに使われる包丁の形もおおのずと異なっている。江戸割きと言われる関東型庖丁は、裂くことと同時に開いたうなぎを切り裂く機能を備えた大ぶりになっている。江戸前の割きの特徴は、

背開きとその後の背びれ、腹びれを取り除くヒレ引きにあるが、こうした工程の多さに対応して、包丁は複雑な形になった。まず尖った刃先の部分で背側から割り、柄に近い刃の部分でヒレを引いて、刃全体で身の部分を切り分ける。

名古屋型庖丁は、伊勢型ともいい、腹開きに特化したうなぎの庖丁である。刃の部分は四角く、先端上部は若干刃は細くなり、古来うなぎ料理の盛んな伊勢地方を中心に使われてきた。

京都型庖丁は、腹開きと背開きの両方ができる包丁から始まったが、どちらにしても京都は蒸しの工程がない地焼きであるため、ヒレ引きは行わず、関東型のような角はついていない。なお、この包丁の厚い背の部分は、目打ち(鰻をまた坂に打ち付けて固定するための釘のような金具)を押さえて鰻を刺すのに用いる。

大阪型庖丁は先端が鋭く尖ったシンプルな切だしナイフ型である。木製の柄のない、刃の部分は鉋のような形状となっている。柄の部分に布などを巻き付けて使用する。最近では全国的に関東型を用いるうなぎ職人が増えている。うなぎの割り方や調理法の違いがうなぎ包丁という道具に変化を生み、それが各地方で引き継がれているのは、うなぎ食文化の多様性を見るようで、日本人とうなぎとの関係の深さを感じさせる。

江戸では、うなぎ飯をどんぶり鉢に盛るからどんぶりと言ったのに対して、京阪では蒲焼に飯をまぶすからまぶしと言ったが、これが変化して、奈良、大阪、京都、岡山ではまむしと呼ばれるようになっていく³⁾。江戸のうなぎ屋は、濃口の醤油、味噌を利用して蒲焼のタレを作った。京阪の蒲焼のタレは薄口醤油に酒を利用していた。うなぎ飯は蓋付きのどんぶりですでに出され、蒲焼がさめないように保温することから生まれた。明治時代になるとうなぎ飯はうなぎ井となり、さらにうなぎ井とも呼ばれるようになった。江戸時代の蒲焼はタレを付けて焼き上げる地焼きだったが明治時代になると蒲焼を焼く過程で蒸す方法が取り入れられた。蒲焼を蒸すと、脂が抜けて淡白になるので東京料理の精神に合わない、沢山食べられる⁴⁾。蒸しをかけてうなぎを焼く焼き方は、東京流の焼き方として、定着していき、蒸すことが東京流蒲焼の特徴で、地方での蒸さない蒲焼は硬くて東京人の口には合わない⁵⁾。

蒲焼の製造方法が関東と関西で異なっている⁶⁾。関東流は背開きにして、二つに切ってから竹串に刺し、皮の方から焼きはじめるのに対して、関西流は、腹開きにして背ヒレ、尾ヒレ、頭をつけたまま、缶串に刺し、焼くときは肉の方から始める。

東京のうなぎ井は、飯の上に蒲焼が載せてあって、その上からタレを掛けたのだが、京阪のまむしは、飯と飯の間に白焼きが入れてあるだけで、井飯の表面にうなぎが置いてない。明治時代になると、蒲焼を蒸すことが本格的に始まったので、飯の間に蒲焼を挟むのは二重に蒸すことになるので、東京では中入れタイプのうなぎ井は姿を消していった。

2. うなぎ料理の微生物変敗と制御

2. 1 うなぎ料理の食中毒

2018年7月25日、愛媛県今治保健所に管内医療機関から産直市内テナント(A店)で調理、販売されたうなぎ料理の喫食者複数名が胃腸炎症状を呈し、*Salmonella Saintpaul*

が検出された旨の報告があった。調査の結果、384名の喫食者のうち、299名が下痢、腹痛、発熱などを呈し、患者便、従事者便及びうなぎ料理残品から *Salmonella Saintpaul* が検出されたことから、本事例は7月20日から22日にA店が調理・販売したうなぎ料理が *Salmonella Saintpaul* に汚染されたことによる大規模食中毒事例であると断定した。原因は *Salmonella Saintpaul* の交叉汚染であり、白焼き蒲焼の担当者が生のうなぎに接触後に焼いた御うなぎに触って *Salmonella Saintpaul* が移ったり、生のうなぎを扱う人と他の人が使用した手袋を同じ水で洗うなどして *Salmonella Saintpaul* が交叉汚染したと考えられる。*Salmonella Saintpaul* は、鶏卵、食肉のほか、養殖ウナギ、コイ、マス等の淡水魚やすっぱん等の爬虫類からも検出され、それらに起因する食中毒事例が多数報告されている。土用の丑の日に合わせて屋外の臨時営業施設で調理したうなぎ料理を原因とする大規模食中毒事件が発生した⁷⁾。*Salmonella Saintpaul* によるうなぎどんぶりの食中毒も1997年7月31日、精神薄弱者更生施設でも発生し、入所者151名の有症者は23名であった⁸⁾。

うなぎの蒲焼の食中毒事件が1984年長野県で発生し、*Salmonella* によるもので発生原因はうなぎの餌、環境からの二次汚染であった。

鹿児島県によるとうなぎ弁当店は、2022年7月22日から23日に、ウナギ弁当やかば焼きなど店頭や配達で約100食販売したが、これを食べた3歳から70代の男女75人に腹痛や下痢、発熱などの症状がみられた。75人のうち53人が病院で治療を受け、5人が入院した。始良保健所が調べたところ、患者や調理した人の便から *Salmonella* が検出され、集団食中毒と断定された。

うなぎ弁当の *Salmonella Panama* による食中毒が接触者1019名中316名が発症した⁹⁾。うなぎの蒲焼は焼き上げ紙をかぶせて放冷した。従業員3名、患者77名の糞便、および木製のまな板より *Salmonella Panama* が検出された。

2019年7月7日に喫食したうなぎ蒲焼を用いた弁当により *Salmonella Stanley* による下痢、発熱、腹痛の食中毒が発生した。調理員から *Salmonella Stanley* が検出された。

2020年9月12～13日、長野県上田市内でうなぎ錦糸弁当による *Salmonella* 食中毒が発生した。同じ弁当を食べた21グループ60名中50名が下痢、腹痛、発熱を発症し *Salmonella* による集団食中毒と断定された。

うなぎのセイロ蒸しによる *Staphylococcus aureus* による食中毒は患者の購入後の取り扱いが不良であったことによる。販売時に加温販売しており、商品温度が40℃で最長12時間の条件下、付着した *Staphylococcus aureus* が増殖して毒素を生産したものと思われる。当該販売店で再加熱されたうなぎ蒲焼の加熱温度が不十分な上、ホットワゴンコーナー(65℃以下)で増殖した。うなぎ弁当の *Norovirus* による下痢、嘔吐の食中毒が発生している。うなぎ料理の食中毒を表に示した。

表 うなぎ料理の食中毒

うなぎ料理	原因菌	症状	汚染源	発生日
うなぎ料理	<i>Salmonella Saintpaul</i>	下痢、腹痛	交差汚染	2018年7月25日
うなぎどんぶり	<i>Salmonella Saintpaul</i>	発熱、胃腸炎、下痢、腹痛	交差汚染	1997年7月31日
うなぎ弁当	<i>Salmonella Panama</i>	下痢、腹痛、発熱	まな板	1980年5月30日
うなぎ弁当	<i>Salmonella Stanley</i>	下痢、発熱 腹痛	調理員	2019年7月7日
うなぎ錦糸弁当	<i>Salmonella</i>	下痢、腹痛、発熱	交差汚染	2020年9月12日
うなぎ弁当	<i>Salmonella</i>	腹痛、下痢、発熱	調理員	2022年7月22日
うなぎセイロ蒸	<i>Staphylococcus aureus</i>	腹痛、下痢、発熱	購入者	2010年7月23日
うなぎ弁当	<i>Norovirus</i>	下痢、嘔吐	交差汚染	2018年1月25日

2. 2 うなぎ料理で腹痛と下痢

うなぎを食べた後に起きる腹痛や下痢の原因はいくつかある。まず第1は食中毒であり、しかし、食中毒の場合は原因は *Salmonella* のほか菌によるものが多い、潜伏期間があり、食後1～2日後になって激しい下痢と嘔吐に襲われる。食後10～20分程度で腹痛に襲われる例はない。食中毒が原因の場合は同じ日に同じ店で食べた人が同時に発症する例が多く、発症時間が早く、同時に食べた人に異常が認められない場合は食中毒の可能性は低いと考えられる。うなぎを食べた下痢になった場合は消化不良の場合が多い。消

化不良の原因はタンパク質や脂質を摂取しすぎると消化しきれないために下痢になる。通常では食後10分で胃から小腸に運ばれ始め、消化の早いもので1時間、遅いもので8時間の滞留時間がある。飯やパンなどは1～3時間、魚や煮魚は3時間、天ぷらは4時間、肉類は4時間、うなぎは4～8時間といったように、消化する時間は食べた物の種類によっても異なる。うなぎは脂質が多いので消化時間は長い。タンパク質は、胃液のペプシンと腸液で、脂肪分は、胆汁とすい液のリパーゼで普通に消化される、胃の中の食物の滞留時間は炭水化物、タンパク質、脂質の順に長くなる。うなぎが変敗すると微生物により酸味が生成されるという特徴がある。

2. 3 うなぎ料理の微生物変敗防止

うなぎは餌や環境から *Salmonella*、従業員から *Staphylococcus aureus* により汚染されることがある。うなぎの加工工程での二次汚染によりうなぎのタレは作業中に *Salmonella* に汚染されるので、タレを付けた後は充分加熱する。焼き上がった蒲焼を密閉容器に入れて、積み上げるなど、温かいまま放置することは避ける。うなぎの *Staphylococcus aureus* による食中毒は蒲焼を手で触ったり、汚染された軍手や器具を使って菌を付けることによる。本菌は増殖速度が速く $1.0 \times 10^2/\text{g}$ の菌が常温で10時間後に $1.0 \times 10^7/\text{g}$ にもなり、嘔吐毒のエンテロトキシンを生産する。うなぎの白焼きでは *Salmonella* は顕著に増殖し、蒲焼では減少せず、タレでは増殖しないものの死滅にはある程度の時間を要する。調理人が生のうなぎを触った後に焼いた後のうなぎを触って *Salmonella* を移した例が多い。また生のうなぎを扱う人と蒲焼を扱う人が使用した手袋を同じ水で洗ったことにより汚染が拡大する。調理人の手や水を介してうなぎについていた *Salmonella* が蒲焼に移行する。

また、うなぎ養殖においても、温室での加温飼育、いわゆるハウス養鰻が盛んになり、常に高水温で飼育されるようになったため、*Edwardsiella tarda* によるパラコロ病が成長段階や季節を問わず発生し大きな問題となっている。

うなぎに山椒をかける文化は、室町時代に始まり、山椒は漢方薬として用いられ胃腸を温め消化を助ける作用がある。脂ののった蒲焼と山椒との相性は良い。山椒には抗菌作用もあるため食中毒の予防になるが、そのままでは表面に多くの微生物が付着している。山椒は熟す前の青いうちに収穫して、臼で引いて粉末にするので微生物菌数は増加する。

うなぎ、あなご、うつぼ、はもなどのうなぎ目の魚類には、共通の特徴として血液にイクチオヘモトキシンというタンパク質の毒が含まれている。食品として同じ扱いのうなぎとあなごには、うなぎはあなごよりも脂肪分が多いだけの違いである。厚生労働省の自然毒のリスクプロファイルには、うなぎの新鮮な血液を大量に飲んだ場合には、下痢、嘔吐、皮膚の発疹、チアノーゼ、無気力症、不整脈、衰弱、感覚異常、麻痺、呼吸困難が引き起こされて、死亡することがあると記載されている。しかし、このタンパク質は60℃で5分間加熱すると完全に毒性を失う。うなぎの料理人がうなぎの血のついたままうなぎの蒲焼に触れると危険である。生うなぎに触れた手でうなぎの白焼きに触れることなどがないように調理工程を管理する。うなぎには餌や養殖環境から *Salmonella* の汚染を受けるからこれらを次亜塩素酸ナトリウム、エタノール、オゾンで殺菌する。うなぎのタレは加熱中に微生物が舞い上がるので、タレを付けた後に再加熱の方が安全である。

うなぎに付着する *Salmonella* が増殖すると酸を生成し酸敗する。新鮮時のうなぎのpHは7.0であるが、1日後に6.65、腐敗初期には6.50になる¹⁰⁾。このため、長い間、梅干しは、うなぎと一緒にたべてはいけないと言われてきた。梅干しを食べると酸敗したうなぎの蒲焼との区別がつかないためである。しかし、うなぎを食べる時に梅干しを食べると、梅干しはクエン酸を中心とする有機酸により胃酸を分泌させ、うなぎの脂肪を分解し消化するのを助ける。

文献

- 飯野亮一：天井、かつ井、牛井、うなぎ、親子井：筑摩書房（2020）
- 喜田川守貞：『守貞漫稿』（1853）
- 東条操：『全国方言辞典』東京堂出版（1951）
- 金子佐平編：東京新繁昌記、東京新繁昌記発行所（1897）

- 5) 上田景二：模範新語通語大辞典、松本商会出版部（1919）
- 6) 二鐘亭半山：『見た京物語』（1781）、京都市史料京都の歴史第5巻、平凡社（1984）
- 7) 館野晋治他：うなぎ料理が原因となった *Salmonella Saintpaul* による大規模食中毒事例、日食微誌、36,132-137（2019）
- 8) 吉田守孝他：集団給食施設で発生した *Salmonella Saintpaul* による食中毒事件—石川県、IASR, No12, 1-2（1996）
- 9) 土平一義：うなぎ弁当のサルモネラによる食中毒、食衛誌、23, 489-490（1982）
- 10) 谷妙子、坂田由紀子、太田馨：魚類の腐敗判定に関する研究Ⅰ(4)、表皮粘質物の変化による検定について、食物学会誌、20, 39-41（1967）

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

天然由来抗菌物質を利用した食品の保存（2）

食品の保存性を高める目的から保存料や日持向上剤が多く利用されている。前回は、保存性向上剤として植物成分由来の抗菌物質の特性と食品保存への利用について述べた。そこで、今回は、動物成分由来の抗菌物質であるしらこたん白抽出物（プロタミン）、キトサン、リゾチームなどの食品保存への利用について述べる。

動物成分由来抗菌物質

動物成分由来のおもな抗菌物質は、表1で示すようにサケやニシンから得られるしらこたん白抽出物、カニ、エビなどの甲殻類から得られるキトサン、卵白から得られるリゾチームや乳タンパク質のラクトフェリン、カキ殻から得られる焼成カルシウムなどがある。

表1 主な動物成分由来抗菌物質の特性

抗菌剤	生育抑制される微生物				特性
	陽性菌	陰性菌	酵母	カビ	
しらこたん白抽出物（プロタミン）	○	○	○	○	細胞壁の損傷、グラム陰性菌にやや弱いサケ、ニシン由来、耐熱性Ca、Mgで低下
卵白リゾチーム	○	△	△	△	溶菌酵素、グラム陽性菌に効果グリシンと併用効果pH3.5～9.0で活性、アレルギー表示が必要
キトサン	○	△	○	○	細胞壁損傷、酵素阻害たん白質と凝集、アルカリでコロイド状態アレルギー表示が必要
ラクトフェリン	○	○	○	○	Fe含有 乳タンパク質、熱安定性ビフィズス菌を抑制しない
カキ殻（焼成カルシウム）	○	○	○	○	強アルカリ性、粉末が沈着しやすい

しらこたん白抽出物（プロタミン）

しらこたん白抽出物は、主にサケ、ニシンのしらこから得られる抗菌物質で分子量数千から1万2千の塩基性ポリペプチドからなり、構成アミノ酸の約70%をアルギニンが占めている。魚類のしらこから得られるしらこたん白抽出物には、サケから得られるサルミン（Salmin）、ニシンからはクルペイン（Clupeine）、チョウザメからはスツリン（Sturine）、ニジマスからはイリジン（Iridine）などがある。現在、一般的に利用されているものの多くは、サケやニシンから抽出されたものである。しらこたん白抽出物は、細菌、カビ、酵母のいずれにも幅広く抗菌作用を示すが、ポリカチオンの性質を有することから、特に芽胞菌や乳酸菌を含むグラム陽性菌に対して有効な抗菌作用が示す。作用機作は主として細胞膜との結合による膜損傷と考えられている。

しらこたん白抽出物は、熱安定性のあることが知られており、120℃、30分の加熱によっても活性は維持される。抗菌力はpHによって影響を受け、7以上のアルカリ側では抗菌力が強いが、pHが低くなると抗菌力はやや低下する傾向が認められる。また、カチオンにより影響を受け、食塩濃度の高い場合やカルシウムやマグネシウムなどの2価の金属イオンやリン酸、高濃度のたん白質などによって抗菌力が阻害される傾向のあることが明らかとなっている。したがって、蛋白系の食品やpHの低い食品よりも麺類、餅、米飯などのデンプン系食品の保存性向上に利用されることが多い。なお、グリシン、酢酸ナトリウム、エタノール、モノグリセリドとの併用や加熱と併用することにより相乗的に抗菌力が向上することが知られていることから一般的に複数の抗菌物質と併用した形態で利用されている。サケ

しらこたん白抽出物の微生物に対する抗菌力を示したものが、表2で、芽胞菌、乳酸菌をはじめ産膜酵母に対しても低濃度で生育を抑制していることがわかる¹⁾。カビに対する抗菌力（MIC：最小生育阻止濃度）については表3に示した。カビに対しては、細菌、酵母の場合よりもやや高めの濃度を必要とするが、同様に有効な抗菌作用のあることを示している²⁾。しらこたん白抽出物（プロタミン）の食品保存への利用に関して米飯を対象に検討を加えた報告があるので、表4に示した。いずれの食品添加物においても対照よりも保存性の向上が認められるが、プロタミンを0.1%添加した場合、30℃保存4日目においても10⁴台にとどまっており、高い保存効果のあることがわかる³⁾。

表2 サケしらこたん白抽出物の抗菌性¹⁾

しらこたん白抽出物濃度 (ppm)	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>Sal. typhimurium</i>	<i>Pichia farinosa</i>	<i>Str. lactis</i>
0	+	+	+	+	+
200	+	+	+	+	+
300	+	+	+	+	-
400	-	+	+	+	-
500	-	-	+	-	-
700	-	-	+	-	-
1000	-	-	-	-	-

-：発育せず、+：発育あり、トリプトソイ寒天培地（pH6.5）、30℃、72h 培養

表3 サケしらこたん白抽出物のカビに対するMIC²⁾

菌株	MIC (μg/ml) Salmine
<i>Aspergillus conicus</i>	500
<i>Epicroccum purpurascens</i>	1000
<i>Eurotium amstelodami</i>	600
<i>Eurotium repens</i>	250
<i>Mucor circinelloides</i>	500
<i>Myceliphthora lutea</i>	250
<i>Rhizopus oryzae</i>	1000
<i>Rhizopus stolonifer</i>	500
<i>Penicillium digitatum</i>	600

寒天平板希釈培養法による抗菌試験

表4 しらこたん白抽出物（プロタミン）による米飯の保存³⁾

試料	pH	接種菌数 (CFU/g)	初発菌数 (CFU/g)	保存期間（日）			
				1	2	3	4
米飯（対照）	6.8	3.4×10 ²	3.5×10 ²	1.2×10 ⁷	-	-	-
米飯+グリシン1%	6.7	3.4×10 ²	4.0×10	8.0×10	9.7×10 ³	2.5×10 ⁵	3.2×10 ⁶
米飯+食酢1%	5.8	3.4×10 ²	1.3×10 ²	8.3×10 ²	4.7×10 ³	1.7×10 ⁴	1.3×10 ⁵
米飯+ソルビン酸K0.1%	6.8	3.4×10 ²	3.3×10	3.1×10 ⁴	4.9×10 ⁶	-	-
米飯+プロタミン0.1%	6.7	3.4×10 ²	<10	1.3×10	4.4×10 ⁴	1.0×10 ³	4.0×10 ⁴

キトサン

キトサンは自然界に広く存在するカニやエビの甲羅を形成しているキチン質を加水分解することによって得られる高分子多糖類の一種である。キトサンはグルコサミンがβ（1→4）結合した塩基性のホモ多糖類でキチンを濃アルカリで脱アセチル化することによって得られる。キトサンは白～淡黄色の粉末で、水には難溶であるが、酢酸や乳酸などの有機酸に溶解する。しかし、多価の有機酸であるクエン酸や酒石酸には難溶である。

キトサンに抗菌性のあることは1979年にAllan⁴⁾やKendra⁵⁾らが報告している。キトサンの抗菌作用は微生物細胞表層部に作用し、物質の透過性に影響を及ぼすものと考えられている。細菌に対しては幅広い抗菌力をするものが明らかにされている。表5に示すように *S. aureus*、*B. subtilis* などのグラム陽性菌は、0.2%以下のキトサンで阻害されるが、*E. coli* や *Ps. fluorescens* などのグラム陰性菌はグラム陽性菌よりも阻害されにくい傾向が認められる。これは細胞壁の構造が異なることに起因するものと考えられている。また、真菌類の酵母、カビに対する抗菌力は弱い傾向が認められる。

表5 キトサンの抗菌力

	キトサン濃度 (%)							
	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.32	0.40
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Proteus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Pichia anomala</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

+ : 生育 - : 生育せず

食品の保存性向上に使用する場合に注意すべき点の一つはpHが6～7以上となるとキトサンはコロイド状になる性質があるため食品のpHが高い場合には抗菌力の低下が見られることである。もう一つは蛋白質濃度の高い食品ではキトサンの凝集作用のためにキトサン自身の抗菌力が低下することである。したがって、これらのことを考慮するとキトサンを保存性向上剤として効果的に利用できる食品としては蛋白質が少なく、かつpHが酸性側の食品であることが望ましいといえる。このような条件をそなえている食品としては、野菜加工品が挙げられるが、なかでも加熱殺菌ができず、1～3%の食塩濃度のために容易に微生物の増殖を招く浅漬類が最も適していると言えよう。

白菜浅漬にキトサン製剤を添加し、7℃で保存した場合の結果を表6に示した。キトサン製剤を添加したものは7日まで 10^2 /g以下に抑えられており、有効な保存効果が得られている⁶⁾。ただ、キトサンの抗菌作用はグリシンが存在する場合は増強されるが、食塩濃度が3%以上の場合は効果がやや阻害されることが明らかにされている⁷⁾。浅漬け以外では、麺類やポテトサラダの保存に対しても効果があることが知られている⁸⁾。

表6 キトサン製剤による白菜浅漬の保存試験 (7℃保存)⁶⁾

添加量	測定項目	保存日数					
		0	3	7	10	13	16
対 照	pH	5.3	5.5	5.7	5.7	4.5	4.4
	生菌数	-	4.9×10^3	8.5×10^4	3.1×10^6	7.2×10^6	$10^7 <$
	濁 度	0.005	0.009	0.046	0.323	0.458	0.704
0.2%添加	pH	5.5	5.6	5.7	5.9	5.5	5.4
	生菌数	-	$<10^2$	$<10^2$	6.9×10^3	3.8×10^4	4.3×10^6
	濁 度	0.005	0.005	0.007	0.017	0.139	0.470

濁度: 660nm

卵白リゾチーム

卵白には0.15～0.25%のリゾチームが含まれており卵白をイオン交換樹脂で精製することで得られる。リゾチームは細菌細胞壁の構成成分である多糖類に作用し加水分解する溶菌酵素として知られている。抗菌スペクトルは比較的狭く、表7に示すように、主にグラム陽性菌、特に芽球菌に対して効果的に作用することが知られている⁹⁾。なお、リゾチームはグリシンのエタノールとの相乗抗菌効果を有することから、それらの物質を配合した製剤が利用されている。表8にリゾチームとグリシンの併用効果の例を示したが、リゾチーム40～80ppmとグリシン0.8～1.0%で併用することにより菌の発育を抑制できることがわかる。特に芽球菌の*Bacillus subtilis*に対しては、顕著な増殖抑制効果があることがわかる¹⁰⁾。リゾチームは、無味無臭でpH3.5～9.0の幅広いpH範囲で抗菌性を示すことから食品に対して利用しやすいのが特徴で、めん類や生クリーム、カスタードクリーム、そうざい類などに利用されている。

表7 卵白リゾチームの抗菌性⁹⁾

リゾチーム濃度(y/ml)	62.5	31.3	15.6	7.8	3.9	1.95	0.98	0.49	対照
菌種									
<i>Ps. saccharophilus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ps. ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ps. putrefaciens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. sphaericus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. cereus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. polymyxa</i>	-	-	-	-	-	-	±	+	+
<i>B. subtilis</i>	-	-	-	-	-	-	±	±	+
<i>B. megaterium</i>	-	-	-	-	-	-	-	±	+
<i>L. acidophilus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

リゾチーム: 10000u/mg 寒天平板画線法 培地: Nutrient agar pH7.5 + : 生育 ± : 痕跡 - : 発育阻止

表8 卵白リゾチームとグリシンの併用効果¹⁰⁾

<i>Bacillus subtilis</i>		グリシン (%)					
リゾチーム (ppm)		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0		100	77	47	35	27	14
10		65	39	33	12	5	5
20		23	16	7	3	2	0
40		9	6	1	0	0	0
80		2	2	0	0	0	0

Escherichia coli S-8

		グリシン (%)					
リゾチーム (ppm)		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0		100	92	78	24	18	15
10		95	97	42	21	18	11
20		96	91	37	9	8	7
40		96	72	24	2	0	0
80		29	69	20	0	0	0

Staphylococcus aureus 209-P

		グリシン (%)					
リゾチーム (ppm)		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0		100	97	95	97	84	89
10		92	102	91	88	85	77
20		91	92	56	19	17	13
40		93	86	44	8	5	0
80		87	86	36	4	0	0

表中の数値は、グリシン、リゾチーム無添加の時の菌数を100として計算
培地: ブイヨン培地 (37℃、pH7.0) 接種菌量: 300個/ml

文献

- 1) 野崎一彦、菊池英夫: 日添協会報、7(6)16-20 (1988)
- 2) Kammal,M.D. et al., Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52, 919 (1986)
- 3) 元広輝重: 食品工業、31(2), 49-56 (1988)
- 4) Allan, C.R. et al.: Exp. Mycol., 3, 285 (1979)
- 5) Kendra, D.F. et al.: Exp. Mycol., 8, 276 (1984)
- 6) 山口 寿: 食品と開発、23(8), (1988)
- 7) 橋本俊郎: 日食科工誌、45(6), 368 (1998)
- 8) 山本正次: New Food Ind., 33(00), 5 (1991)
- 9) El-Nakkeeb, M.A. et al.: Planta Med., 295 (1950)
- 10) 日高義雄ら: “天然物による食品の保藏技術”, p.233-248, お茶の水企画 (1985)

(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

- 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