

アサマ NEWS

パート

2023-9 No.216

食品の微生物変敗と 防止技術

(55) 天井の微生物変敗と制御

1. 天井の歴史と特徴

1. 1 天井の歴史

天井の誕生については、江戸時代の末期とする説、新橋にあった橋善の前身である蕎麦屋の屋台（1831年創業）を発端とする説や、浅草雷門の三定（1837年創業）を先駆けとする説がある。揚げたての天ぷらを煮立てた甘辛い井つゆに浸して丼飯に載せるのが伝統的な江戸前天井の作法であるが、全国的には天ぷらを載せてから井つゆを回しかけるスタイルのほうが多くみられる。天ぷらはスペイン語のテンプロ（寺）から発したという説が有力であるが、関西に始まり江戸で売り出されるようになった。江戸後期にはそば屋で天ぷらそばを提供されていたが天井はそば屋のメニューには加えられなかったが、その後そば屋が変化し天井を出す店が出てきた。白飯に天ぷらを載せた丼物は基本的にすべて天井と呼ばれるが、単に天井としてメニューに載る場合はエビ、イカ、キスなど魚介類の天ぷらをメインに、小エビ、小柱、イカ、ミツバなどを用いた小ぶりのかき揚げと、彩りとしてインゲン豆、ピーマン、ナス、カボチャ、レンコンなど季節に応じた野菜天を1-2種添える。ゴボウ天、タマネギ天、レンコン天、シイタケ天、各種野菜天、かき揚げ天と言った野菜の天ぷらが提供された。また天ぷら専門店においては、主となる天ぷらの種類によりエビ天井、穴子天井いか天井等がある。天井用の天ぷらは車エビが主流で、ほかにもかき揚げが載せられた。天井が売り出されたのは明治7、8年（1874、1875）頃であり、屋台で天ぷらに天つゆで食べていた。その天つゆと天ぷらと温かい飯が一つの丼に盛り合せた。天ぷらは野菜類や魚介類などの具材を衣に包んで油で揚げるので、衣の材料は鶏卵と溶き汁を入れた小麦粉であった。天ぷらは江戸の三味の1つとして、東京郷土料理になっており、江戸時代は屋台で食べられ、江戸庶民の大衆的な食べ物であった。一般的に、天井は揚げたての魚介類や野菜の天ぷらを熱くしておいた井つゆにくぐらせ、丼に盛った温かい飯の上にのせるものである。

1669年の「食道記」に天ぷらという名称が登場し、江戸時代は串に刺した天ぷらを天つゆや大根おろしにつけて食べていた。天ぷらの屋台は1772～1781年に現れ、揚げ油にゴマ油を使用していたので初期はゴマ揚げと言われていたが間もなく天ぷらになった¹⁾。

天井の天ダネには、エビ、はしら、ぎんぼう、アナゴ、イカ、ハゼが使用されていた。今は、エビのシッポやアナゴなどが井からはみ出していて、蓋をしないで出されているが、明治から昭和初期にかけては、飯と天ぷらが一体となり、丼に納められていた。東京の天ぷら店は、天井のような天ぷらの衣や天つゆの工夫を積み重ねて、現在の天井に改良した。

天井というのは天ぷら丼飯の略語であり、丼に熱飯を六分程盛り、上部に天ぷら2個を置き、加減醤油をかけて外

に山葵、大根おろし、浅草海苔を添えてあるものである。

江戸庶民が屋台で食べていた江戸前天ぷらは、江戸の町でそばと出会って天ぷらそばになり、茶漬と出会った天ぷら茶漬が生まれ、飯と出会って天井が誕生した^{1、2)}。

1. 2 天井の特徴

天井は、丼鉢に盛った飯の上に天ぷらを載せた丼物である。天ぷら丼の略称であるが、今日ではもっぱら天井と呼んでいる。食器を重箱としたものは天重と呼ぶ。

東京の庶民に古くから親しまれてきた日本流のファストフードである。揚げたての天ぷらを煮立てた甘辛い井つゆにどっぷりと浸して丼飯に載せるのが伝統的な江戸前天井の作法であるが、全国的には天ぷらを載せてから井つゆを回しかけるスタイルのほうが多くみられる。井つゆは通常、醤油、みりん、砂糖などを合わせて煮切った濃い目のものが使われる。また天ぷら専門店においては、主となる天ぷらの種類によりエビ天井、穴子天井、いか天井等がある。明治時代になって天ぷら専門店が現れると、その中から天井というメニューが開発された。

天ぷらにもその土地によって、種や揚げ油に違いがあり、東京都で獲れた白キスやアナゴ、車エビなどをごま油100%で揚げた天ぷらは、江戸前天ぷらと呼ばれ、東京湾周辺の地域に根付いていった。しかし、ごま油は値が高く、現在この江戸前天ぷらをだす店は少数となってしまったが、浅草近辺では、この江戸前天ぷらが好評である。

天ぷらは大量の油を用いて具材の水気を拭きとってから衣をつけて揚げる。衣を混ぜる水の代わりに炭酸水を用いると衣がサクサクし、小麦粉にベーキングパウダーを加えると衣の容積が増加する。また、卵ではなくマヨネーズを用いると衣の体積が増加する。

天ぷらの揚げる温度は具材により決まっており、180℃ではキノコ、エビ、イカ、キスなどの火の通りやすいものを30秒～3分間の短時間で揚げる。160℃ではサツマイモ、カボチャ、ゴボウなどの根菜類を2～3分間で揚げる。また、150℃では大葉、葉物野菜の色素を保持するために30秒～3分間で揚げる。天井の具材の揚げ温度と揚げ時間を表1に示した。

表1 天井の揚げ物の適温と揚げ時間

具材	温度 (℃)	時間 (分)	特徴
キノコ	180	1	高温で素早く上げる
エビ	180	30秒～1	高温で素早く上げる
イカ	180	30秒～1	高温で素早く上げる
サツマイモ	160	2～3	中温で時間をかけて揚げる
カボチャ	160	30秒～1	中温で時間をかけて揚げる
ゴボウ	160	30秒～1	中温で時間をかけて揚げる
大葉	150	30秒～1	色を残すように低温で揚げる
レンコン	150	3～4	低温でじっくり揚げる
ジャガイモ	150	3～4	低温でじっくり揚げる

油の比熱は0.47で、水の比熱の約1/2であるため、油の量、揚げ材料の投入量により油の温度変化が著しく異なる。揚げ物の微生物を含めての品質管理は、揚げ物の種類に対して揚げ油の適温と投入量および揚げ時間を設定する。

天ぷらの衣は、小麦粉と卵水が用いられ、重曹を用いる場合もある。冷やした卵水と小麦粉をグルテンの粘りを出さないように少量ずつ軽く混ぜ合わせる。

天ぷらを揚げることによって減少した油を測定した結果、ジャガイモの素揚げ5～6%、魚フライ、豚カツ10～15%、イカリングフライ20%であった³⁾。

野菜の天ぷらのみを使用した天井を野菜天井、かき揚げをひとつだけ載せたかき揚げ天井、イカ、海老を団扇状に揚げて天井にしたものがたぬき天井、天ぷらを親子井のように、割下で煮て卵でとじたものを天とじ天井、味噌ベースのたれをかけた天井を天とじ天井、塩味のたれ、あるいはごま塩や塩麹などをかけた塩天井がある。

2. 天井の原材料の微生物変敗と制御

2.1 天井の原材料の微生物

天井に利用されるエビの体表には $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6$ /gの細菌が存在し、その細菌叢は*Pseudomonas*、*Moraxella*、*Acinetobacter*、*Flavobacterium Cytophaga*、*Arthrobacter*、*Micrococcus*、*Staphylococcus*であり、*Acinetobacter*が最も耐熱性があり、次いで*Arthrobacter*、*Micrococcus*であった⁴⁾。

エビから分離した細菌の世代交代時間を検討した結果、10℃における世代交代時間を比べてみると*Vibrio*、*Pseudomonas*および*Moraxella*の世代交代時間は比較的短時間で、増殖速度は速い⁵⁾。

カキは内湾で養殖されるので、流入河川による汚染を受けやすく、また鮮度保持も若干軽視される。しかし、わが国のみならず欧米諸国において内臓ぐるみで生食する習慣がある。地まき式カキの体表には $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$ /gの細菌が存在し、その細菌叢は、*Pseudomonas*、*Vibrio*群が50%前後であるのに対して、垂下式の方では*Vibrio*が大部分を占めている⁶⁾。

広島カキの主要菌群は*Vibrio*であるが、その種は季節の推移とともに交替する⁷⁾。

アナゴは脂分の少ない6～8月が旬とされ、天井のネタとして利用されるが、その細菌叢は*Lactobacillus*、*Streptococcus*、*Leuconostoc*、*Erysipelotrichia*が中心である。加熱処理によりこれらの微生物は減少するが、その後の処理で増加する。

イカの切り身には発光細菌である*Vibrio fischeri*が付着しており、イカの煮汁のような栄養源があれば容易に増殖する。またイカには*Listeria*が付着しているが、多くは加熱処理により死滅する。しかし、キャベツに付着した*Listeria monocytogenes*は4℃でも増殖することが知られている。

ハゼの体表面の細菌叢は*Pseudomonas fluorescens*、*Echerichia coli*、*Proteus morganii*の細菌が中心である。海産魚の体表に付着する細菌はほとんどが低温細菌であり、もとは*Pseudomonas putrefaciens*と言われた細菌であり、現在名でいう*Alteromonas haloplanktis*、*A.macleodii*が多い。

カレイの体表面の生菌数は $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^5$ /gであり、スルメイカは $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^4$ /gであり、ベニズワイカニは $1.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^5$ /gであった。

ピーマンには白カビである*Corticium curzi*と黒かびである*Corynespora cassicola*が付着していることがある。シイタケなどの食用キノコは、暗緑色の*Cladosporium*、白色の*Fusarium*、緑色の*Penicillium*、*Trichoderma*が付着している。カボチャには主に、莖や葉柄が白くなる*Plectosporium tabacinum*、実にツノ状の突起を生じる*Pseudomonas syringae* (pv.*syringae*)が存在する。

卵には蛍光を発する*Pseudomonas fluorescens*、黒色変敗する*Proteus melanovogens*、赤色変敗となる*Serratia marcescens*が付着していることがある。これらの微生物が調理環境を汚染して天井の変敗に関与することがある。

2.2 天井の微生物変敗

天ぷらは基本的には賞味期限ではなく、当日か翌日までの消費期限が付けられている。ただ、天ぷらは冷蔵庫で保存しても風味や食感が悪くなるので、美味しく食べられる可能性は低い。季節などにもよるが、揚げ物は冷蔵庫で保存せず常温で保存した方がよい。しかし、夏場でなくても

室温が20℃以上になる場合は、常温ではなくて冷蔵庫保存した方がよい。消費期限を過ぎた天ぷらを食べて良いかどうか、そういう時は、腐っていないかどうかを外観や臭い、味で判断する。野菜の天ぷらは腐りやすい。腐ると卵の腐ったような臭いがするが、それは*Salmonella*に由来し、酸っぱい味がし糸を引いている場合は*Lacobacillus*、*Bacillus*に由来するが多い。飯が変敗するとすえた臭いがするが、それは*Bacillus*や酵母などが炭水化物を消化する過程で、菌体内でピルビン酸からα-アセト酢酸が生成するためである。米飯などからシンナー臭、セメンダイン臭と表現される異常臭気が発生し、その原因が*Wickerhamomyces anomalus*の酵母汚染であった例が散見される。これは、アルコール製剤使用包装や工場用殺菌剤にエタノールを使用している場合、このエタノールを一部の酵母が資化し、酢酸エチルを生成するためである。魚肉、獣肉など動物性食品の天ぷらはタンパク質や遊離アミノ酸など窒素化合物が大部分を占め、炭水化物などは比較的少ないのに対し、野菜などの植物性食品の天ぷらではでん粉やセルロースなど炭水化物が主成分となるため、両者の変敗現象と発生する臭気は異なる。糸引きは*Lactobacillus plantarum*、ネトは*Leuconostoc mesenteroides*、スライムは*Bacillus subtilis*、*B.cereus*に起因し、またすえた臭いは*B.subtilis*、*B.cereus*、シンナー臭は*Wickerhamomyces anomalus*、アルコール臭は*Saccharomyces cerevisiae*、酸臭は*L.mesenteroides*に起因する。天井の微生物変敗と防止対策を表2に示した。

表2 天井の微生物変敗と防止対策

変敗現象	原因菌	防止対策
糸引き	<i>Lactobacillus plantarum</i>	環境殺菌、二次汚染防止
ネト	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	環境殺菌、二次汚染防止
スライム	<i>Bacillus subtilis</i> 、 <i>B.licheniformis</i>	原材料殺菌、環境殺菌
すえた臭い	<i>B.subtilis</i> 、 <i>B.cereus</i>	原材料殺菌、環境殺菌
酸臭	<i>L.mesenteroides</i>	原材料殺菌、二次汚染防止
	<i>Enterococcus faecalis</i>	原材料殺菌、二次汚染防止
シンナー臭	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	原材料殺菌、二次汚染防止
エタノール臭	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	原材料殺菌、二次汚染防止
油臭	<i>Candida versatilis</i>	原材料殺菌、二次汚染防止
カビ臭	<i>Penicillium expansum</i>	原材料殺菌、二次汚染防止

エビ天井は*Wickerhamomyces anomalus*が増殖して異味とシンナー臭が生成した。半熟玉子天井は天かすとネギを入れるが、それを用いる容器に*Penicillium expansum*が増殖していて、それが天井に移り緑色斑点が生成した。

天井は微生物増殖と油の酸化により保存性が悪い。天井が微生物により変敗するとまず、*Bacillus subtilis*、*B.cereus*、*Leuconostoc mesenteroides*により異臭が生成する。次に*B.subtilis*、*B.licheniformis*、*L.mesenteroides*、*Lactobacillus plantarum*によりヌルヌルして糸を引くようになる。また*L.mesenteroides*、*L.plantarum*、*B.subtilis*、*B.cereus*により酸臭やすえた臭いがするようになる。

天井による食中毒は、新潟県高岡市の仕出し弁当店で購入した天井弁当を食べた男女33人が食中毒となり、新潟県は、この店を3日間の営業停止とした。食中毒が起きたのは、新潟県高岡市で、今月4日から6日にかけてこの店で製造された仕出し弁当を食べた20代から70代の男女33人が下痢や嘔吐など食中毒の症状を訴え、20人が病院で診察を受けた。販売されたのは幕の内弁当や炒飯、天井などで、患者からは*Norovirus*が検出された。新潟県では、患者が共通して食べたのはこの店の弁当以外にないことから、提供された弁当が食中毒の原因と断定した。

*Staphylococcus aureus*はヒトや手や鼻にいるため手を使って調理する天井に汚染することがある。食中毒症状は嘔吐、腹痛、下痢であるが、ほとんど1～2日で回復する。*Staphylococcus aureus*の出す毒素は熱に強く100℃、30分間の加熱でも破壊されないが、菌体は60℃以上で最低30分間の加熱で殺菌される。

2.3 天井の微生物変敗防止

通常、天ぷらの保存期間は、常温で3～6時間、冷蔵保存で1～3日、冷凍保存で1～2週間である。天井の保存

期間も天ぷらの保存期間とほぼ同様である。

一般的には、天ぷらの保存には、冷凍保存が用いられ、天ぷらは粗熱をとってから冷凍保存する。粗熱を取らないで冷凍すると衣がべたつく。粗熱をとった後に衣についた油をクッキングシートに吸わせる。

急速凍結は、最大氷結晶生成温度帯 (-1 ~ -5℃) を短時間のうちに通過させる方法の凍結で食品組織の劣化を防止する方法である。またプロトン凍結は、冷風に磁石 (均等磁束密度)、電磁波をハイブリッドした急速凍結で、一度に小さな氷結晶を多く生成し、氷結晶を大きく成長することを防ぎ、解凍時のドリップの生成を抑制する。通常の冷凍ではドリップが出やすいイワシ、マグロ、エビなどの魚介類は、プロトン凍結によりドリップの生成が抑制される。

エビ、カボチャ、ピーマン、野菜の掻き上げを飯に載せ、天井のたれで味をつけ、工場内で手揚げした天ぷらは冷凍技術、プロトン冷凍によって作られた天井がある。

ハイブリッド凍結は23.5%の高濃度塩水をドラム型の製氷機で-65℃の物質により生み出す冷凍技術である。ハイブリッド凍結は瞬間凍結された高濃度の塩水で、通常の冷凍技術の約20倍の速さで急速凍結する。ハイブリッドアイスで製氷したスラリーアイスに漬け込んだ魚介類はヒラメで10数秒、エビで数秒で凍結する。飯の上に具材が載った状態でハイブリッド冷凍技術を用いて高鮮度維持冷凍されている天井がある。

天ぷらの衣は一度に多く作って放置しておく、微生物が増殖して粘りが出るので多くの材料を揚げる場合には何回かに分けて作ると微生物汚染やネバリが出るのが少ない。

また使用する水が温かいと粘りが出、微生物が増殖しやすいので10~15℃が適温とされている。植物性素材で揚げ時間の長いものは、厚い衣をつけて水分の蒸発を防止しているため微生物の残存する可能性は高い。エビ、カニ等の魚介類は、揚げ時間が短いので薄くする。

卵を用いた衣は水だけのものより脱水されやすく、水分が少ないので保存性が良く、さっくりした感触のものになる。重曹を用いると卵を用いたものよりも脱水しやすいが、硬くて砕けやすく味が悪くなるが、吸湿が遅いので微生物の増殖が抑制され、保存期間が延長する。

天つゆは衣揚げの方が味が薄くなり、微生物は増殖しやすくなる。また、エビやカニは天ぷらにして揚げると赤色に変色することがある。これはアスタキサンチンがタンパク質と結合して青黒色を呈していたものが加熱によりタンパク質が変性して分離しアスタキサンチンの赤色が発現したものである。

天井製造工場の気温が高いと水分を多く含み、この空気が冷たい物質に接触すると水分の一部が凝縮して結露になる。この結露が生成すると湿度が上昇するためカビが生育しやすくなる。

この時に天井工場に生育するカビは *Aspergillus fumigatus*、*Penicillium expansum* である。結露が生成するのは湿度が高いためであり、工場の温度を上げ過ぎないようにし、空気の換気を良くする。工場からの二次汚染が減少して天井の変敗が減少する。

文献

- 1) 飯野亮一：天井、かつ井、牛井、うな井、親子井：筑摩書房 (2020)
- 2) 喜多川守貞：『守貞漫稿』(1853)
- 3) 殿塚婦美子編集：大量調理、学建書院 (2014)
- 4) Lee,J.S. and Pfeifer,D.K.:Microbiological characteristics of pacific shirum (adalar jordan) .Appl.Environ.Microbiol.13,853-859 (1977)
- 5) Cowell,R.R. and Liston,J.: Microbiology of shellfish . Bacteriological study of the natural flora of pacific oysters *Crassostrea gigas*, Apl.Microbol.8,104-109 (1960)
- 6) Murchelano,R.A. and ZBrown,C.: Bacteriological study of the natural flora the eastan oyster, *Crassostrea virginica* J.Invertebrate paththol. 11,519-520 (1968)
- 7) 奥関昌世、中泉洋、小池宏幸：カキの細菌フロラ、日本誌、45,1189-1194 (1979) (内藤茂三 食品・微生物研究所)

食品微生物関連の教科書でよく見かける「常識」の嘘マコト

12. 熱帯の魚は北欧の魚より腐りやすい？

北洋産の魚とインド洋産の魚を氷蔵した場合、どちらが先に腐るであろうか。水温の高いインド洋産の魚に付いている細菌の方が寒い海にいる細菌よりも腐敗活性が強いような気がするが、答えは表4をご覧ください。インド洋産の魚の方が北欧産の魚よりも数倍腐りにくいことがわかる¹⁸⁾。なぜであろうか。かつてわが国でも抗生物質や塩酸などの入った氷を用いる方法が試験的に行われたことがあるので、そのようなことを疑う人があるかもしれないが、この場合はそうではない。

実は、魚のすんでいる海域により魚に付着している細菌の種類が異なり、水温の高いインド洋の魚では低温細菌は少なく、中温細菌が優占しているのに対し、寒海である北洋の魚には低温細菌が多いため、これらの魚を氷蔵した場合に増殖できるのは低温細菌のみで、中温細菌は増殖できないからである。

東南アジアの魚市場では必ずしも十分な量の氷が用いられているわけではないが、上のような理由である程度品質保持ができるのではなからうか。

表4 氷蔵した各種の魚類の腐敗までの日数

漁獲域	種類	日数	
北ヨーロッパ	海産	ニシン	2~4、12
		サバ	6
		タラ	9、12
		ヒラメ	7~18
	淡水産	オヒョウ	21
		スズキ	15~17
インド	海産	マス	9~11
		カツオ	7~9
		アジ	10~45
		ボンガ	27
	淡水産	スズキ	30~45
		スズキ	29
西アフリカ	海産	タイ	26
東アフリカ	淡水産	コイ	15
		ティラピア	28

13. 120℃ 4分ですべての細菌は死滅する？

缶詰やレトルト食品では、120℃ 4分の加熱またはそれと同等以上の殺菌効果のある方法を用いることが決められている。このことから、一般には120℃ 4分の条件で殺菌するとすべての微生物が死滅すると思っている人が多いようであるが、必ずしもそうではない。表5に代表的な微生物の耐熱性¹⁹⁾を示すように、胞子を持たない大腸菌やブドウ球菌のような細菌は60℃ 10~30分程度の加熱で死滅する。それに対して胞子を殺すにはふつう100℃以上の加熱が必要であり、缶詰の変敗菌の中には120℃でのD値が5分以上の細菌もみられる。

それでは120℃ 4分とは何を目的とした殺菌条件かということになるが、実はこれはハム・ソーセージや缶詰のような食品 (容器包装詰め加圧加熱食品) で食中毒を起こしやすいボツリヌス菌の死滅を目的としたもので、AF2が禁止になった際に設けられた基準なのである。日常的にはまず問題になることは少ないが、缶詰やレトルト食品も完全な無菌とは限らないことを一応知っておく必要がある。

コーヒー缶詰では耐熱性の強い胞子形成菌を殺すため120℃ 30分程度の加熱殺菌が行われている。それでも原料の砂糖の中には完全に死なない細菌 (*Moorella thermoacetica*、*Geobacillus stearothermophilus* など) がいて生き残ることがある。これらの菌は高温菌で、40℃以下の温度では増殖しないので、生き残ってもふつうの状態では問題を起こさない。この菌が問題になったのは、わが国で1974年から加温式自動販売機 (ホットベンダー) でコーヒーやしるこの缶詰が加温販売されるようになってからである。コーヒーのpHは6.0~6.5で、ホットベンダーの温度がちょうどこの菌の最適増殖温度 (55~65℃付近) であるので、変敗を起こすことになったのである。缶詰がホットベンダーで温められている間にこの菌が増殖するのである。これらの菌の120℃でのD値は5~46分と極めて耐熱性が強い。この変敗を加熱だけで防ぐことはできないので、現在はしよ糖脂肪酸エステルを併用して増殖を防止する方法がとられて

いる。ホットベンダーは外国では使われていなかったのでこの変敗はわが国だけのものである。便利さの追求が予期せぬ結果を招いたわけである。

表5 微生物の耐熱性

微生物		温度 (°C)	D値 (分)
有胞子細菌	<i>Bacillus</i>	100	0.8~24.1
		121	0.02~3.0
	<i>Clostridium</i>	100	0.31~17.6
		121	0.003~1.7
	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	115	5.24~34
		121	1.42~14
	<i>Moorella thermoacetica</i>	120	5~46
	ボツリヌス菌 (A型)	110	2.43
	ボツリヌス菌 (E型)	118	0.23
	無胞子細菌	ブドウ球菌	60
乳酸菌		60	0.11~2.86
大腸菌		60	0.3~0.6
サルモネラ		57	0.75~31.0
酵母	アルコール酵母	55	0.9~5
カビ	コウジカビ	50	4
	アオカビ	60	2.5

14. ふぐ卵巣糖漬けの減毒は微生物による?

石川県で製造されているふぐ卵巣糖漬けは、原料の卵巣には致死量のテトロドトキシンを含み有毒であるにもかかわらず、製品は食用可能な状態にまで減毒しているという不思議な食べ物である。ふぐ卵巣糖漬けの製法は、まず卵巣を35~40%の食塩で撒き塩漬けにする。この塩漬けは夏を越すことが必要といわれており、1年程度塩蔵を行う、その後卵巣を水洗し、米麴、糠、トウガラシおよび魚の塩蔵汁(ボーメ20度くらいに薄めたもの)とともに重石をして漬け込む。さらに糖漬け初期に数回桶の上部から魚醤油を差す。卵巣の糖漬けには二夏を越すことが必要といわれている。

製造工程中の毒性変化を調べた例²⁰⁾(表6)では、原料の卵巣の毒性は443MU/gと非常に高いにもかかわらず、塩漬け7ヶ月後には90MU/gに、また糖漬け2年目には14MU/gにまで減毒されていた。このように糖漬け後の卵巣の毒量が原料の1/30にまで減少する原因については、製造過程で毒が塩水および糠中に拡散して平均化することがいわれている。このことも原因のひとつであろうが、その場合には総毒量(卵巣、塩蔵汁および糠中の毒量の合計)に大きな変化はないはずである。ところが、表6では総毒量が糖漬け2年後にはもとの1/30ほどに減っていることから、微生物の関与が期待された。中にはこの減毒は乳酸菌によるとしている書籍もある。しかし糖漬けより分離した各種微生物約200株をフグ毒添加培地に接種・培養した結果²¹⁾では、培地中の毒力減少はみられず、さらに加熱滅菌した糖漬け卵巣と非滅菌の糖漬け卵巣にフグ毒を添加して24週間貯蔵した結果²²⁾(図11)でも、両者の毒力減少傾向には大きな差が見られないことから微生物の関与はないと結論した。

それではなぜ毒が減るのかということになると、今のところよく分かっていない。しかし、テトロドトキシンにはいくつかの類縁体があり、これらは少しずつ化学構造が違うだけであるが、類縁体の毒力はテトロドトキシンの数十分の一になるので、塩蔵や糖漬け中に、このようなわずかな構造変化が非生物学的に起これば毒力が低下することも考えられる。

表6 塩漬けおよび糖漬け中のマフグ卵巣の毒性変化

測定時期	試料数	毒性 (MU/g)			総毒量 (MU)
		平均±S.D.	最低	最高	
塩漬け前	35	443±279	15	1,050	1.20×10 ⁶
塩漬け後					
2か月目	34	379±94	163	759	1.40×10 ⁶
7か月目	33	90±15	65	116	3.14×10 ⁵
糖漬け					
1年目	32	28±5	17	38	1.16×10 ⁵
2年目	12	14±2	11	18	-

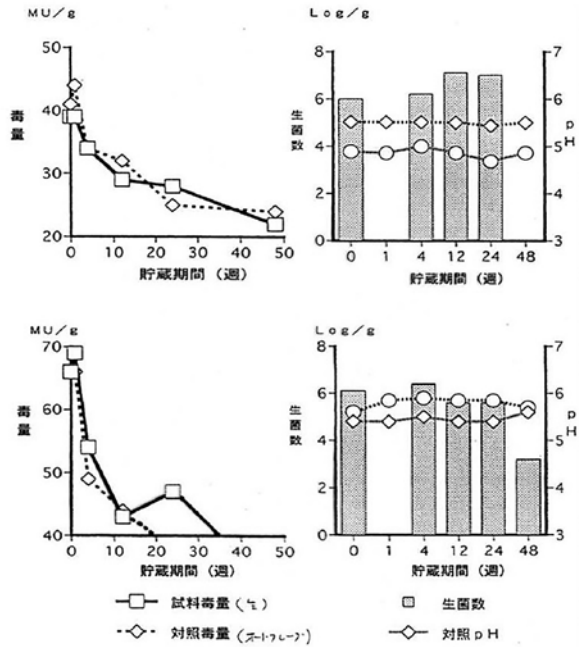


図11. 糖漬け試料貯蔵中における毒量、生菌数、pHの変化

15. 江戸前鮓の先祖はふなずしである?

食品関係の多くの書物では、現在の鮓(江戸前鮓など)の先祖はふなずしだと説明している。しかし、ふなずしとその後生まれた生馴れずし(和歌山のさば馴れずしなど)は親戚と言えるが、江戸前鮓との間には系統関係はない。ふなずしや生馴れずしをまねた簡易製法の鮓が江戸前鮓なのがある。なぜなら、ふなずしや生馴れずしは乳酸発酵を利用して作られるが、江戸前鮓は発酵ではなく酢飯を用いているという点で、製造法や品質に大きなギャップがあるからである。ふなずしの直系というより、発酵ずしを真似て作られた別物の即席ずしと考える方がわかりやすい。ちょうど伝統塩辛に似せて作られている低塩塩辛や昔ながらの発酵漬物に似せて作られている調味漬物などに似ているように思える。

文献

- 18) Shwan, J. M.: FAO資料 (1976) .
- 19) 芝崎 勲: 包装システムと衛生, No. 4, 55-72 (1980) .
- 20) 小沢千重子: 日本誌, 52, 2177-2181 (1986) .
- 21) 小林武志ら: 日本誌, 69, 782-786. (2003) .
- 22) Kobayashi, T., et al. J. Food Hyg. Soc. Japan, 40, 178-182 (1999) .

(東京家政大学大学院客員教授 藤井建夫)

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 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 / 〒453-0063 大伝馬町吉番地ビル5階 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
- 九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 福岡県福岡市南区清水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