The Japan Society of Cookery Science

日本調理科学会誌 Vol. 39, No. 1, 76～82 (2006)〔講座〕

調理と衛生
(4) 腐敗・発酵と微生物

金井美恵子* 会田久仁子**
Mieko Kanai Kuniko Aida

われわれの生活環境の至るところに微生物は存在する。微生物の住みうるところでなければ人は一時的に生活できても定住することは難しく，共に生活を営んでいるといえる。そうした中にもわれわれは微生物を善玉菌と悪玉菌に区分している。善玉菌は人の生活に有益性をもたらす乳酸菌，麹カビのような発酵菌であり，悪玉菌は人の健康に直接影響を与える病原菌である。このように人を中心に考え，有益・無益を分けているのであるが，深く考えると区別すること自体，大変難しい問題である。

地球上に存在する無数ともいえる多くの微生物は食物を腐らせる菌で有害とも思えるが，地球環境の清浄化に欠かすことのできない有益な生物である。有機物の分解作用の強い腐敗菌を利用して下水処理が行われているが，この場合，腐敗菌はまさしく有用菌である。要するに人の生活に直接利益をもたらすのであれば有用とし，生活に合わなければ有害とする，真に身勝手な話である。本当に有害なものは病原菌だけで，その他の菌はなんらかの形で有益に働くか，いつかは有益なものとして利用されることもあろう。

1. 食品の腐敗と発酵[1,2]

食品の腐敗（putrefaction）は狭義的には微生物の酵素作用によってたんぱく質が分解され，食物として可食性を失った状態を言う。一般に腐敗菌はたんぱく質を構成するアミノ酸の脱炭酸作用，脱アミノ作用，脱硫酸作用によって各種のにおいなど腐敗生成物を生じる。発酵（fermentation）とは主に糖質を分解し，人の嗜好にあうような物質に変化させることであり，この作用が強い菌を発酵菌という。例えば，乳酸生成量の多い菌は乳酸菌といっているが，必ずしも乳酸菌のみが乳酸を生成するものではなく，大腸菌においても乳酸生成能は持っている。しかし，乳酸生成量は乳酸菌に比較し遥かにすくない（図1）。

このように多くの菌は有機物に対しほとんど共通の基本的代謝経路を持っているが，特定の代謝経路が特に強い菌種に対して，生成された物質名を菌種名として呼んだりする。当然この名称は同じような菌に対する総称であり，乳酸菌にも多種類のものがあるように一種類の特定菌種を示すものではない。

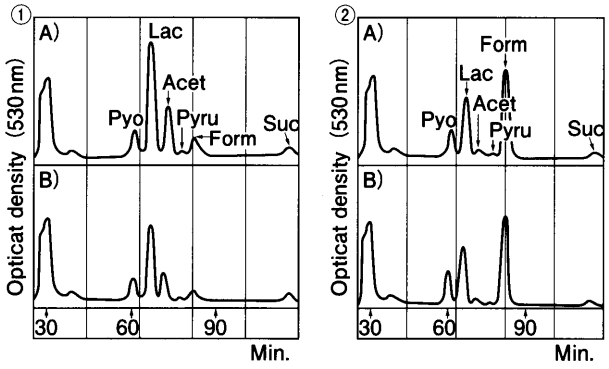

図1. *Escherichia coli* (K-12) 及び *Klebsiella aerogenes* Ⅱの糖代謝上形成される有機酸のクロマトグラム[3]
菌種：① *Escherichia coli* (K-12)，② *Klebsiella aerogenes* Ⅱ（分離株）培養温度：A) 30℃，24時間 B) 20℃，24時間 Pyro…ピルビン酸 Lac.…乳酸 Acet…酢酸 Form…ギ酸 Suc…コハク酸

一般に食品はたんぱく質，脂質，糖質などが混じりあっているが，特定の菌が優先して増殖すると腐敗あるいは発酵という現象が生ずる。特に人為的に特定の菌を増殖させた食品を発酵食品と言っている。しばしば熟成と言う言葉も使われるが，人の食べ物として最も好まれる状態をいっている。一方，におい，色および味が変化し，ガスあるいは粘質物などを生じたものを好んで食べる場合もある。日本の発酵食品に納豆，味噌，醤油，塩辛，熟成ズシがあるが，アジア諸国にもこれに似たテンペ，魚醤，塩辛，小エビ塩辛ペースト類，中国の腐乳および韓国のキムチ等の食品がある。欧米人の大半は日本の納豆，漬物を嫌う傾向が強いが，食品に対する価値観は，気候，風土，食生活習慣，さらに時代によっても変化し，独特な食文化をつくりあげている。

なお，変敗（deterioration）はたんぱく質以外の食品成分が変質する場合をいう。一般に多くの微生物は脂質を栄養源としてほとんど利用しない。脂質，特に人の食べ物である脂肪の変質は光，金属，酸素等の影響でおこるが，この場合，遊離脂肪酸ができるので酸敗（rancidity）と言っている。

ここではまず微生物の基本的性質を述べ，腐敗，発酵を調理との関わりの上でとらえていきたい。

* 相模女子大学短期大学部
(Junior College, Sagami Women's University)
** 郡山女子大学短期大学部
(Junior College, Koriyama Women's University)

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

2. 食品の腐敗・発酵と微生物

食品の腐敗をもたらす微生物は，動植物の生育環境中に生息する微生物である。すなわち，農産物では畑地の土壌微生物が，魚介類では河川水や海水由来の水生微生物が，食肉類では動物の生息環境および解体時の汚染微生物が一次汚染菌となり，食品の可食性を失わせる要因となっている。これに対し二次汚染微生物は食品の保管，製造，加工・調理の過程で汚染されるものである。食品保管室の微生物相は農産物，水産物，畜産物の汚染菌によって占められる場合が多い。特に冷蔵・冷凍庫内は収納した食品によって特徴ある微生物相を形成しているが，乾燥に強い菌は空気中を浮遊し，食品表面へ付着する。また食品相互の直接・間接的な接触による二次汚染菌もその後の腐敗・発酵に大きな影響を与える。製造加工および調理室はこういった食材及び人が持ち込む菌が混在し，複雑な微生物相を示すようになる。

人の食物において忘れがちなことは，鮮魚介類，精肉などの動物性食品は死んだ組織細胞である。これに対し，植物性食品である生鮮野菜は生きた組織細胞であり，特に表皮組織で保護され，外からの微生物の侵襲に抵抗している。こうした違いは当然その後の鮮度低下，あえて言えば腐り方が違っている。また栄養素が豊富であっても，魚の干物のような乾燥食品，漬物，塩蔵食品，味噌及び塩辛等の食塩濃度の高い食品には微生物は増殖しにくく，乳酸菌のような有用発酵菌，あるいはカビおよび酵母類が発育する。図2は20℃ 条件で，種々の食塩濃度で作製したイカ塩辛の微生物動態を示したものである。食塩が6% 以下では腐敗菌が急速に増殖し，可食性が失われたが，12% 以上では乳酸菌，酵母が優先的に発育し，旨味が増していた。今回腐敗，発酵に関与する微生物を大きく捉えて記載することにした。

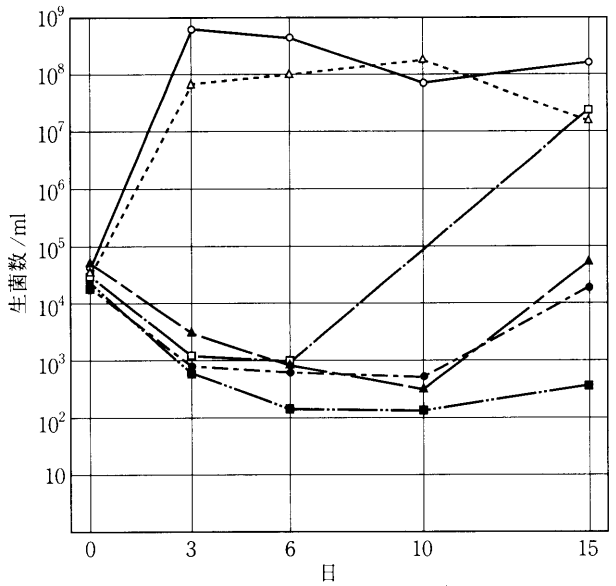

図2. イカ塩辛中の生菌数の経日変化[4]

註）保存温度：20℃

○———○ 3% 食塩添加　●- - -● 12% 食塩添加

△·····△ 6% 食塩添加　▲———▲ 15% 食塩添加

□—·—□ 9% 食塩添加　■—·—■ 20% 食塩添加

1) 細菌

細菌，放線菌は二分裂によって増殖するので分裂菌ともいう。このうち食品の腐敗，発酵に関係するものは細菌であり，放線菌は土壌中に広く分布するが，抗生物質産生菌として利用されている。

バチルス（*Bacillus*）属菌は好気性のグラム陽性芽胞桿菌で土壌等自然界に広く分布し，植物性食品の腐敗菌の代表であるが，中には12% 食塩濃度でも発育する耐塩菌もある。有用菌として納豆菌（*B. natto*）は身近な菌として知られるが，病原菌に炭疽菌（*Bacillus anthrasis*）及びセレウス菌（*Bacillus cereus*）が挙げられる。

スタヒロコッカス（*Staphylococcus*）属菌は通性嫌気性のグラム陽性無芽胞の球菌で，自然界，人の皮膚，鼻腔等に広く分布している。食塩に対する抵抗性が強く，この性質は食中毒の原因菌である黄色ブドウ球菌（*Staphylococcus aureus*）の検出分離に利用されている。なお，メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）は院内感染症の原因菌として重視されている。

ミクロコッカス（*Micrococcus*）属菌はグラム陽性の無芽胞の球菌で，自然界に広く分布する。たんぱく質及び澱粉分解能が強く，食肉加工品及び鮮魚類の腐敗の原因菌となる。

クロストリジウム（*Clostridium*）属菌は偏性嫌気性のグラム陽性芽胞桿菌で，酸素の存在下では死滅する。たんぱく質分解作用が強く，缶詰，真空パック食品等，酸素が遮断された食品の腐敗原因菌である。特に食品に関係する悪玉嫌気性菌としてはクロストリジウム属のうちボツリヌス菌（*C. boturinum*），ウェルシュ菌（*C. perfringens*）は，古くから知られた代表的な食中毒菌である。特定加熱食肉製品及び加熱食肉製品では成分規格としてクロストリジウム属は1,000/g 以下とされている。

シュードモナス（*Pseudomonas*）属菌はグラム陰性無芽胞の桿菌で，淡水，海水に広く分布する水生細菌で，湿った土壌中にも多く存在する。最適発育温度は25～30℃ のものが多い。たんぱく質および澱粉分解能が強く，魚貝類の代表的な腐敗菌である。なお，海水性のシュードモナスと陸生のものとは好塩性で区別されたりする。

ビブリオ（*Vibrio*）属菌はグラム陰性無芽胞の桿菌で，主として海水中に分布する水生細菌であるが，淡水中も多い。水生菌だけに最適発育温度は25℃ ～30℃ 前後であるが，食中毒菌である腸炎ビブリオ（*Vibrio parahaemolyticus*）は中温性の海水細菌と考えられ，3% 前後の食塩濃度で良好に発育する。しかし食塩濃度が10% を超える

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

と発育阻害される。最近，日本人の食塩摂取量を減らすことが求められているが，塩濃度の低い塩辛などによって腸炎ビブリオ中毒も起きている。

腸内細菌科（Family Enterobacteriaceae）の菌は通性嫌気性のグラム陰性無芽胞桿菌で，食品衛生上の指標菌である大腸菌群（*Escherichia*，*Citrobacter*，および*Klebsiella*など）はすべて腸内細菌科に属する。いずれも人や動物の腸内に生息する菌であるが，糞便からは*E. coli*が多く，*K. aerogenes*は土壌や河川など，通常の環境から多く検出される。これらの菌が食肉，調理食品を汚染すると，他の汚染菌と共同して腐敗をもたらす。腸内細菌科の病原菌にはサルモネラ属（*Salmonella*），赤痢菌属（*Shigella*）があげられるが，大腸菌のなかにも腸管出血性大腸菌，毒素原性大腸菌など，人の感染性下痢症を示すものも多い。

その他，コリネバクテリウム属（*Corynebacterium*），セラチア属（*Serratia*），アクロモバクター属（*Achromobacter*），アセトバクター属（*Acetobacter*），アルカリゲネス属（*Alcaligenes*），エロモナス属（*Aeromonas*），フラボバクテリウム属（*Fravobacterium*）等の菌種が知られている。

2）　カビ，酵母（真菌類）[5-6]

真菌類の中にはいわゆる高等菌類のキノコが分類されるが，ここではカビ，酵母について簡単に述べる。カビは菌糸を発育させながら増殖し食品を腐敗させ可食性をなくしていくが，強力な発がん物質など毒物を産生するものもある。分類は菌糸の形，隔壁の有無，胞子のつき方と形などで行なわれる。酵母の多くは出芽によって増殖する。鞭毛菌類は魚類の寄性菌として知られるが，腐敗・発酵には関係しない。

接合菌類は菌糸に隔壁を持たず，有性生殖によって接合胞子（Zygospore）をつくる菌群がある。約610種あるうち，有用菌としてケカビ（*Mucor*），クモノスカビ（*Rhizopus*）がよく知られているが長い菌糸を持つ，代表的な腐敗カビである。

子嚢菌類は有性生殖を行い，袋状の子嚢（Ascus）を作る。子嚢の中に8個の子嚢胞子（Ascospore）を内在するが，子嚢の構造によって半子嚢菌類，真正子嚢菌類に分類され，特に真正子嚢菌である*Sarorya*および*Tararomyces*の完全世代の菌，*Mnascus*，*Eurotium*，*Emericella*などが食品から多く分離される。

担子菌類は多くのキノコがこれに属するが，麦黒サビ病，トウモロコシ黒穂病など植物病原菌もある。

不完全菌類は有性生殖を行わない菌群および有性生殖が知られている菌でも無性世代の菌は不完全菌に分類され，種類も非常に多い。応用微生物としてよく知られている麹カビ（*Aspergillus*），青カビ（*Penicillium*）などはこの菌群に属する。また，無胞子菌といって，分生子などの繁殖の器官が無い*Rhizoctonia*も不完全菌類に分類される。

3.　食文化的にみた発酵調理食品の諸成分について

発酵とは狭義的には嫌気条件下で微生物が糖類を分解してアルコール，有機酸など，人の食生活にとって有用な物質を得るような反応をいっており，これ利用した食品を発酵食品と言う。人は気候，風土など，地域の環境に適応した生活形態を整え，土地の産物を上手に活用して民族食を伝承させ，世界各地域に独特の食文化をつくりあげている。

今田，藤田[7]は北海道から沖縄までの魚介類の保存食として500例近くのものを紹介しているが，その約半数は塩辛とナレズシである。このことは地域によって異なる塩辛およびナレズシが如何に多いかを物語っているといえよう。

今回報告するものは発酵食品の中でも一部ということになるが，味噌，キムチ，いずし，かぶら寿司および塩辛について，食塩濃度および遊離アミノ酸組成を中心に検討した結果を記述する。

1）　味噌[8-14]

味噌は日本のみならず韓国でもみそ汁等として利用されている。

まず，市販の味噌と自家製味噌の食塩濃度について，日本産と韓国産を比較してみた。日本の味噌の食塩濃度は市販のもので平均12.9%，自家製のものは15.0%であった。韓国製ではそれぞれ10.6%，15.3%であり，両国ともに自家製味噌は，市販味噌よりも高かった。

図3には調べた味噌の遊離アミノ酸組成を示した。日韓両国産ともグルタミン酸量が圧倒的に多く，全遊離アミノ酸量の11.5%および24.9%を占め，特に韓国産味噌はグルタミン酸量の割合が高いのが特徴的であった。なお，国民栄養調査によれば平成14年の日本人1人1日あたりの味噌の平均摂取量は13.2 gである。これに味噌の平均食塩濃度12.9%を乗じると，味噌からの1日の平均食塩摂取量は1.7 gとなる。これは，1日平均食塩摂取量の13.9%に相当する。韓国の場合も同様に検討すると，韓国人の味噌からの塩の摂取量は日本人の約2.3倍となり，味噌とのかかわりが日本人より多いようであった。

なお，韓国味噌のグルタミン酸量が他の遊離アミノ酸量に比較し圧倒的に多いのは，恐らく食品添加物であるグルタミン酸ナトリウムが多く使用されていると考える。

2）　キムチ[15]

キムチは，日本人，特に若い世代にとって極めて身近な食品となっている。

日韓両国の市販キムチの食塩濃度はそれぞれ2.4%および3.1%であった。また，図4は遊離アミノ酸組成を示したものであり，両国産ともグルタミン酸が非常に多い点で共通しており，明らかに食品添加物であるグルタミン酸ナトリウムに依存すると考えられた。なおキムチの副材料として韓国では小魚の塩辛が使われており，キムチ漬け込み

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

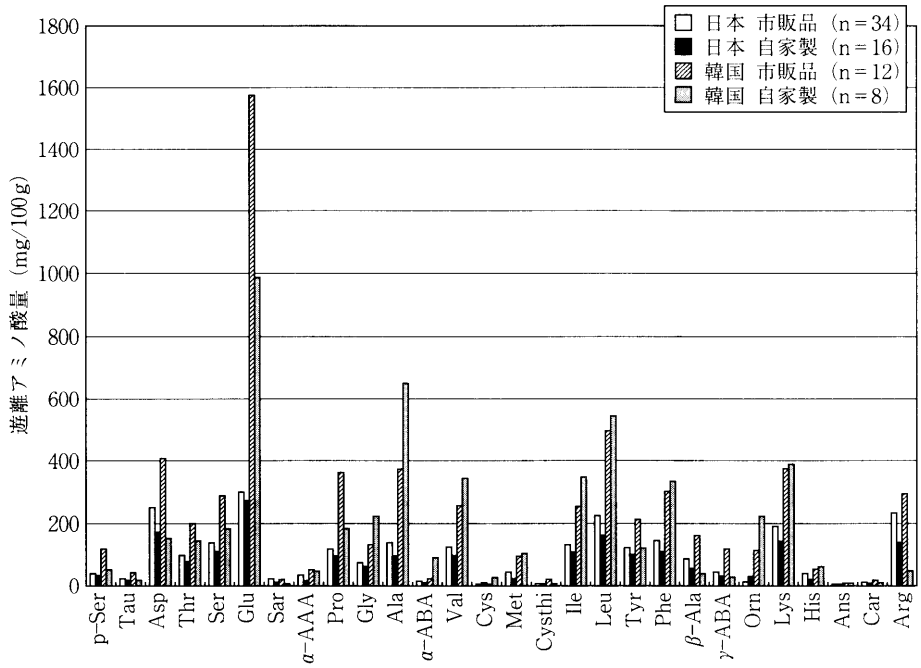

図 3. 日韓両国みその遊離アミノ酸組成

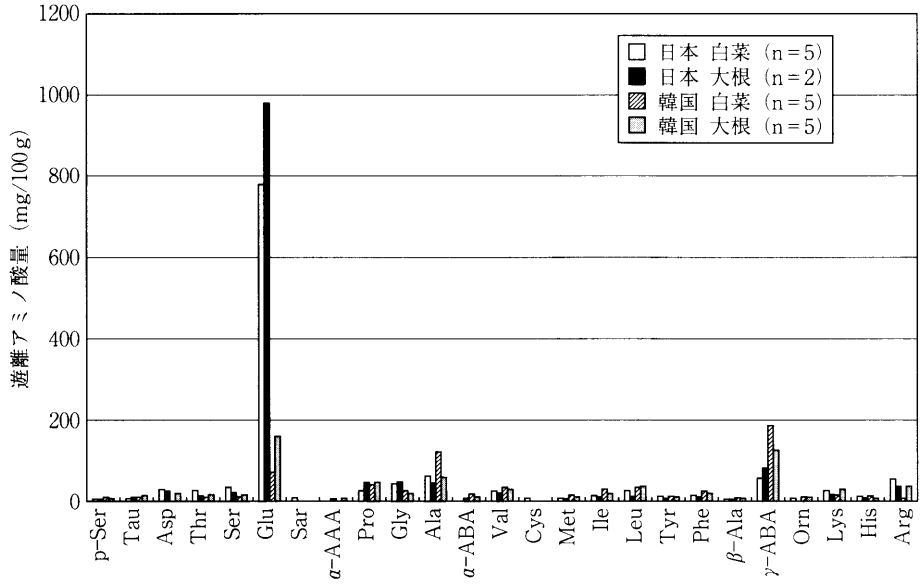

図 4. 日本と韓国のキムチの遊離アミノ酸組成

に際し塩辛の発酵菌が優先菌種の一つとなっているといえる。

3) 魚と野菜を漬け込んだ発酵食品[16-21]

魚と野菜を漬け込んだ発酵食品には北海道のいずし，切り込み，金沢のかぶら寿司，大根寿司などがある。家庭において魚介類と塩，それに米飯，麹，米糠を組み合わせ，魚の自己消化と発酵による旨味と保存性を踏まえたナレズシは「はれずし」としてお祝い時のものであるが，現在ではいずれも調味料が加えられるようである。実験に用いたいずし，切り込みの分析結果から推測すると食塩濃度は 2.7～6.7% と比較的低い範囲にあり，味覚上の塩のからさを感じさせなかった。

図 5 はいずし，切り込みの遊離アミノ酸組成を示したものである。いずれもグルタミン酸，グリシン，アンセリン，ロイシンおよびタウリンが多い点で共通していたが，特にグルタミン酸量の割合は総遊離アミノ酸量のそれぞれ，16.8～37.5%，29.6～77.6% と，極めて多く，前述のように風味や嗜好性を高めるために添加された調味料に由来するものと考えられた。

かぶら寿司は塩漬けしたブリを，同様に塩漬けしたかぶ

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

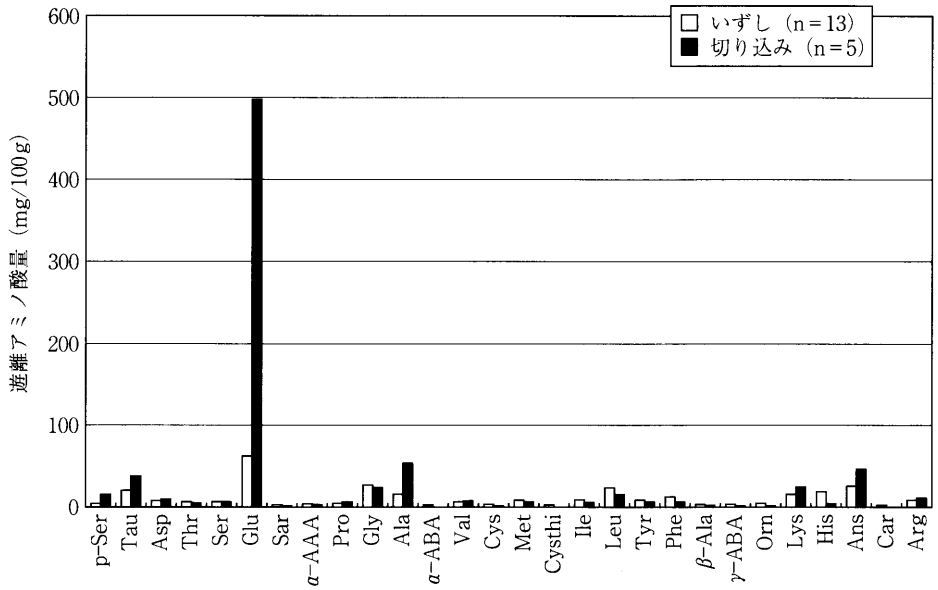

図 5.　いずし，切り込みの遊離アミノ酸組成

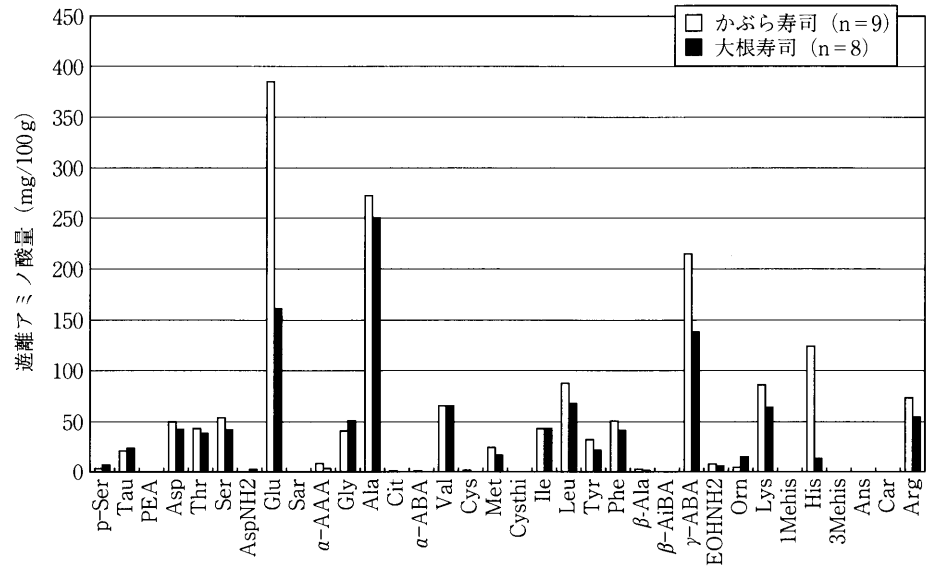

図 6.　かぶら寿司，大根寿司の遊離アミノ酸組成

らの間にはさみ込み，麹や千切りにしたにんじんと共に漬け込んだ伝統発酵食品である。かぶらの代わりに大根を，ブリの代わりに身欠にしんを用い，麹と共に漬け込んだものが大根寿司である。

図 6 に遊離アミノ酸組成を示した。両者とも γ-アミノ酪酸およびグルタミン酸が多く，それぞれ遊離アミノ酸総量に占める割合は，γ-アミノ酪酸が 12.6% および 11.7%，グルタミン酸が 22.5% および 13.6% であった。なお，γ-アミノ酪酸は降圧作用等の生理活性が知られ[22]，その機能性に注目が集まっている。

4)　塩辛

塩辛のうち最もよく知られるものはイカ塩辛である。イカ塩辛には赤作り，白作り，黒作りがあるが，イカの切り身と肝臓を 10% 以上の塩で漬け込んで低温で熟成させる。赤作りは剥皮しない切り身，白作りは剥皮した切り身，黒作りは墨も一緒に漬け込んだものである。

イカの汚染微生物は表面の皮の部分に付着しているので，丁寧に水洗いして剥皮すると，ほとんど無菌に近い胴肉がえられる。刺身で食べるときは剥皮して食べることが普通に行われているが，腸炎ビブリオ中毒を心配するのであればこのことを考えて調理することを勧める。本来，塩辛は発酵を踏まえた保存食であり，腐敗菌，食中毒菌などは死滅していく運命にある。日本では食塩の取りすぎといって，塩辛までも食塩添加量が少なくなり，そのために熟成期間を短かくし，添加物を加えた即席的塩辛が多くなっている。こういった塩辛は絶対に低温保管しなくてはなら

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

表1. 日本と韓国の塩辛の脂肪酸組成

(%)

			C14：0	C16：0	C16：1	C18：0	C18：1	C18：2	C18：3	C20：4	C20：5	C22：6
日本	いか	n=10	2.9	23.5	2.4	6.7	10.8	3.6	5.5	4.9	12.9	26.8
	えび	n=3	3.5	19.5	6.9	3.8	16.5	7.5	4.5	3.7	14.3	19.8
	かつお	n=3	2.3	23.3	1.9	11.1	9.8	1.5	1.5	5.7	10.3	32.6
韓国	いか	n=7	1.3	21.6	0.5	4.4	10.1	23.5	5.4	1.7	7.0	24.5
	えび	n=6	2.4	22.0	7.4	5.1	13.9	1.2	3.2	5.0	18.9	20.9
	内臓	n=25	2.2	18.4	2.7	5.4	19.4	25.7	4.9	2.7	6.8	11.8
	ぐち	n=4	4.2	25.2	11.2	4.7	27.0	1.3	2.1	2.5	8.2	13.6
	貝	n=4	4.2	27.0	9.7	8.4	8.1	0.9	6.3	2.4	20.5	12.5
	メンタイの卵	n=4	1.8	20.1	5.4	2.4	18.0	3.2	3.9	4.2	18.3	22.7

ない。

一般に魚貝類に含まれるn-3系ポリエン酸のエイコサペンタエン酸（Eicosa pentaenoic acid, EPA）やドコサヘキサエン酸（Docosa-hexaenoic acid, DHA）など，長鎖高度不飽和脂肪酸は血小板凝集作用を抑制し血栓症を予防，血中コレステロールや血中トリグリセリドの低下作用による動脈硬化の予防，n-6系脂肪酸は癌プロモート作用を抑制，老化，高血圧，糖尿病予防など，多彩な効果が報告されている[23]。また，n-3系脂肪酸は免疫失調に起因するリウマチ性関節炎，乾癬などの疾病に有効なことが報告されている。塩辛類にはこのような脂肪酸が多いという。

ここでは昔ながらの製法により家庭でつくった塩辛について発酵成分を検討し，表1に日本と韓国の塩辛の平均的脂肪酸組成を示した[24]。塩辛の種類によって異なるが，EPAは6.8%～20.5%，DHAは11.8%～32.6%含んでいた。塩辛類はEPA，DHAの直接的な摂取源となっているともいえる。

我が国には日本人の食生活と極めて密着した伝統的な発酵食品が多くあるが，今回その一例を示し，遊離アミノ酸組成と食塩濃度を中心に記述した。その結果，グルタミン酸量が多い点に特徴が見られたが，旨み成分として食品添加物にたよる傾向が多分にあるようで，昔から伝承されて来た食文化を継承しながら，さらに付加価値をつけた新しい伝統食品の創造も進んでいるようである。またかぶら寿司のように機能性の知られるγ-アミノ酪酸が多量に検出される発酵食品も認められた。従来の漬物のイメージは食塩濃度が高いと言う負のイメージが強いが，EPA，DHAの摂取源と言う栄養学的なメリットも考えられるようである。

文　献

1) 藤井建夫：魚の発酵食品，（平成12年）成山堂書店，東京
2) 宮澤文雄，金井美恵子：新版一般食品衛生学，p. 20（2000）三共出版，東京
3) 金井美恵子：糖代謝よりみた腸内細菌系統発生に関する一考察，相模女子大学紀要，**42**，57-62（1979）
4) 金井美恵子，富田　薫，山崎佐知子，宮澤文雄：イカ塩辛の衛生微生物学的研究，実践女子大学家政学部紀要，**15**，33-42（1977）
5) 小笠原和夫：カビの科学，p. 29～40，50，（1981），地人書館，東京
6) 高鳥浩介　編著：一目でわかる図説かび検査・操作マニュアル，（1991），テクノシステム，東京
7) 今田節子，藤田真理子：保存食「塩辛・魚醤」の伝統的食習慣とその地域性，日本家政学会誌，**54**(2)，171-181(2003)
8) 会田久仁子，角野幸子，橋本美津子，角野　猛，星　千歳：福島県下郷町高陟地区の自家製味噌の実態と水分活性について，郡山女子大学紀要，**27**，31-36（1991）
9) 会田久仁子，角野幸子，橋本美津子，角野　猛，山田幸二：Sodium and Potassium Contents of Home Made Miso of Shimogo-machi Minamiaizugun, Fukushima，郡山女子大学紀要，**29**，9-14（1993）
10) 金　天浩，角野　猛，会田久仁子，金子憲太郎，山田幸二，金田尚志：Sodium and Potasium Contents of Denjang (Bean paste) made in Korea and Japan，韓国食文化学会誌，**9**（1），73-77（1993）
11) 松井千恵子，鈴木里子，会田久仁子，角野　猛，山田幸二：福島県岩瀬地方の自家製みその水分活性，ナトリウム，カリウム含量及び遊離アミノ酸組成について，栄養学雑誌，**52**（5），251-257（1994）
12) 角野　猛，会田久仁子，遠藤英子，角野幸子：みその水分活性，食塩濃度および細菌数の測定，比較文化研究，**36**，66-71（1994）
13) 金子憲太郎，辻　匡子，金　天浩，乙黒親男，角野　猛，会田久仁子，佐原　昊，金田尚志：日本及び韓国産味噌・醤油の有機酸，遊離糖，遊離アミノ酸，オリゴペプチド，日本食品工業学会誌，**41**（2），148-156（1994）
14) 金　天浩，角野　猛，会田久仁子，角野幸子：Comparison of Component of Korean and Japanese Soybean Paste (Doenjan & Miso) -Free Amino Acids Comparison-，韓国食文化学会誌，**13**（1），59-64（1998）
15) 角野　猛，会田久仁子，金子憲太郎，藤原克彦，山田幸二：The Compositions of Free Amino Acids in Japanese and Korean Kimchi：比較文化研究，Vol. 24，p. 74～81（1993）
16) 角野　猛，会田久仁子，星　タネ，湯田悦子，馬場又平，諸岡信久，山田幸二：会津地方の伝統食品に関する研究（第1報），食生活総合研究会誌，**3**（2），45-48（1992）

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

17）会田久仁子，星　タネ，湯田悦子，馬場又平，角野　猛，諸岡信久，山田幸二：会津地方の伝統食品に関する研究（第2報），食生活総合研究会誌，**4**（1），45-49（1993）
18）会田久仁子，星　タネ，湯田悦子，馬場又平，角野　猛，諸岡信久，山田幸二：会津地方の伝統食品に関する研究―3―，比較文化研究，**22**，123-128（1993）
19）会田久仁子，遠藤英子，佐藤博子，角野　猛，山田幸二：会津地方の伝統食品に関する研究（第4報），日本食生活学会誌，**5**（2），31-35（1994）
20）遠藤英子，影山志保，角野　猛，山田幸二：紅葉漬の諸成分および微生物について，日本食生活学会誌，**11**（3），296-300（2000）
21）会田久仁子：会津地方の伝統商品に関する研究，日本食生活学会誌，Vol. 10（4），p. 119～124（2000）
22）柴田承三，糸川秀二，三川　潮，庄司順三，滝戸通夫編：薬用天然化学，p. 491（1982）南江堂，東京
23）斎藤洋昭：食品工業，**3**，30～35（1990）
24）角野　猛，会田久仁子，山田幸二，柳　大河，黄　鎬観：日本と韓国の塩辛の脂肪酸組成について，調理科学，**24**（3），238-242（1991）

NII-Electronic Library Service