

総説特集 おいしさの基礎、開発、マーケティング - 4

魚介類のおいしさ*

阿部 宏喜**

(東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物学専攻)

魚介類のおいしさに関する従来の研究では低分子エキス成分および無機イオンの影響が詳細に検討され、これまでに美味しい魚介類の呈味有効成分が明らかにされている。近年、ペプチド、タンパク質、多糖類、脂質などの呈味効果が次第に明らかにされつつあり、魚介類の微妙な味の差に興味をもたれている。本稿では魚介類の味および風味質に対するグリコーゲンとタンパク質の影響、魚醤油の呈味有効成分とオリゴペプチドの呈味効果およびマグロのおいしさに対する脂質の影響に関する最近の知見を紹介する。

キーワード：魚介類、おいしさ、味、風味、オリゴペプチド、タンパク質、脂質

はじめに

美味しい魚介類の豊富なわが国においては、そのおいしさには古くから興味をもたれていたが、呈味有効成分に関する化学的研究は40年ほど前から開始され、これまでにウニ、エビ・カニ類、貝類、かつお節、イクラなど10種ほどの魚介類の呈味有効成分が明らかにされ、そのおいしさの秘密が解明されている。これらについては最近の成書^{1,5)} および総説^{6,7)}を参照されたい。これらの呈味有効成分は種によりグルタミン酸、グリシン、アラニンを始めとする数種遊離アミノ酸、イノシン酸を始めとするモノヌクレオチド、グリシンペタイン、トリメチルアミノオキシドなどのエキス成分およびナトリウム、カリウム、塩素およびリン酸イオンから構成されることが知られている。

これまでの魚介類の呈味有効成分に関する研究においては、遊離アミノ酸はすべてL型であると考えられ、官能検査においてもすべてL-アミノ酸が用いられてきた。しかしながら近年、美味しいエビ・カニ類および数種二枚貝には多量のD-アラニンが存在することが明らかにされ、エビ・カニ類ではD-アラニンは全アラニンの30-50%を占め、二枚貝のミルカイ水管では84%にも達する^{8,9)}。D-アラニンの呈味効果については検討されていないものの、同濃度のD-およびL-アラニンは有意に識別され、L型に比べてD型はさわやかな甘さを有する。また、イノ

シン酸の存在下でL-アラニンは旨味を相乗的に増強するのに対して、D-アラニンの旨味の増強は相加的であるとされている¹⁰⁾。したがって、D-アラニンの魚介類の呈味への影響については今後検討する必要がある。さらに、グリシンやアラニンはイノシン酸の旨味を増強するとのデータ¹⁰⁾から予測されるように、食塩も含めて多くの成分間に未知の相互作用が存在する可能性があり、この点の解明も今後の課題である。

呈味有効成分が明らかにされている魚介類について、成分の分析値に基づいて試薬を用いて合成エキスを調製し、pHを元の組織のpHに合わせて官能試験を行うと、元の組織の味をよく再現するものの、呈味は弱く、物足りなさを感じる。したがって、本来呈味性のない多糖類やタンパク質あるいは呈味性を有するオリゴペプチドなどの成分が魚介類の微妙な、複雑なおいしさに寄与していることは容易に予測できる。以下、グリコーゲンやタンパク質の味への寄与、魚醤油の呈味有効成分とオリゴペプチドの呈味効果およびマグロのトロのおいしさについての最近の知見を紹介する。

1. 魚介類の味に対する高分子化合物の寄与

それ自身は味をもたない多糖類やタンパク質も、テクスチャーのみならず、魚介類の味に何らかの寄

*Received June 18, 2001; Accepted July 9, 2001
Taste of seafood.

**Hiroki Abe: Department of Aquatic Bioscience, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113-8657, Japan; aabe@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp, Fax +81-3-5841-8166

与をしていることは以前から予測されていた。マガキがおいしくなる冬には中腸腺に多量のグリコーゲンが蓄積されることはよく知られている。渡辺ら¹¹⁾はホタテガイ貝柱の完全合成エキスに、貝柱の4.9%を占めるグリコーゲンを抽出して添加し、味への寄与を確認している。エキスに添加されたグリコーゲンは5基本味への影響は示さないものの、味の持続性、複雑さ、‘こく’、‘まろやかさ’などの風味質を有意に増強する。その結果、グリコーゲンを加えたエキスは‘とろり’とした濃厚感が生じ、天然感が増すとされている。現在、様々な多糖類が加工食品に増粘剤等として添加されており、これらは風味質の増強に寄与しているものと考えられる。

タンパク質の味への寄与については、すでに20年前にホッコクアカエビ（アマエビ）についての報告がある¹²⁾。ホッコクアカエビはクルマエビやイセエビ等の他のエビに比べてグリシンなどの遊離アミノ酸含量が低く、本来余りおいしくないエビに属するが、生食すると特有の‘とろみ’をもち美味なエビとして刺身で食されている。ホッコクアカエビ筋肉の水抽出液は他のエビと比べて多量のタンパク質を含み、粘度がきわめて高く、エキス窒素含量は低い。この水溶性タンパク質が生ホッコクアカエビに特有の甘味を増強し、‘とろみ’をもたらすものと考えられている。したがって、ホッコクアカエビを加熱するとタンパク質が変性し、不味なエビになる。

最近、福家ら¹³⁾はマダイを50~95℃で加熱して熱水抽出液を調製し、呈味試験を行っている。50~65℃熱水抽出エキスは水っぽく、味は薄いが、75℃から‘だし’らしい味が生じ、80℃以上では弱い甘味と‘こく’のある‘だし’らしい味になる。これら熱水抽出エキスをSDS-PAGEに付すと多くのバンドが出現するが、50および90℃では38kDaのトロポミオシンと思われるバンドが存在し、中間の温度ではこのバンドは欠如している。金属プロテアーゼの阻害剤であるEDTAを添加して加熱すると低分子量のバンド全体が薄くなることから、加熱中にプロテアーゼ作用でタンパク質が分解され、抽出されることが推測されている。この95℃、1時間加熱の熱水抽出エキスはマダイエキスに濃厚感と‘こく’を与え、その40および60%硫酸飽和沈殿画分がこの効果を示すことが明らかにされている。ゼラチンはこれらの画分に回収され、ゼラチンがこのような呈味効果を示すものと予測されている。ゼラチンおよびトロポミオシンは牛肉だしの‘こく’を増強する

ことも確認されている¹⁴⁾。一方、80%沈殿画分をエキスに添加すると酸味が増加し、全体の味は薄くなるが、この画分から精製された35-39kDa成分はマダイエキスに甘味と旨味を付与することが示されている。

クルマエビおよびウシエビ（ブラックタイガー）についても同様な検討がなされ¹⁵⁾、甘味、旨味、濃厚感、‘こく’、‘まろやかさ’等を増強するタンパク質画分が得られている。かつお節においても、熱水抽出液のエタノールによる沈殿は乾物量の15%程度を占め、多量のタンパク質が存在するようである。かつお節抽出液の40%硫酸沈殿画分はかつお節エキスの旨味を持続させ、酸味を弱め、味全体を強めることが明らかにされている。60%沈殿画分にはこのような効果はなく、80%沈殿画分は逆に味が薄く、エキスの味を単調にするとされている。このような実験結果からみて、ゼラチン等のタンパク質は加熱魚介類の風味質を高めることが明らかである。今後、これらのタンパク質を単離し、呈味効果を詳細に調べることを期待される。

2. 魚醤油の呈味有効成分とオリゴペプチドの呈味効果

魚醤油はアンチョビーなどの小魚を20%以上の食塩とともに6ヶ月から1年間熟成させ、主として内臓や筋肉のプロテアーゼによりタンパク質を分解させ、液化させた調味料で、周知のように東南アジアでは万能調味料として広く、多量に消費されている。わが国においては大豆醤油に押されて衰退していたが、最近の消費者の本物志向から再び注目を浴び、加工食品の隠し味として輸入量および国内生産量ともに伸びている。魚醤油は塩分含量が高く、独特の強い臭気をもつものの、深い、複雑な旨味を有する。しかしながら、魚醤油はグレードおよび価格がきわめて様々で、国によっても嗜好性が異なり、大豆醤油のような規格は定められていない。東南および東アジア7カ国の合計61種の魚を原料とした液体魚醤油の成分を分析したところ¹⁶⁾、全窒素、遊離アミノ酸、ヌクレオシド・核酸塩基およびクレアチン・クレアチニン含量は互いに高い相関を示し、ベトナム産で最も高く、日本およびタイ産がこれに次いで高い値を示し、ミャンマーおよびラオス産ではこれらの含量はきわめて低く、中国および韓国産は中間の値を示した。有機酸ではピログルタミン酸が最も含量が高く、乳酸がこれに次いで多かったが、中国および

魚介類のおいしさ

ミャンマー産では乳酸よりも酢酸含量が高く、酢酸発酵が優勢と考えられた。

このような分析結果を基に、ベトナムのフーコック島産の魚醤油を入手し、呈味有効成分の検討を行った⁶⁾。この魚醤油はpHが典型的な5.62、塩分は20.1%であったが、全窒素は3%にも達し、2%以上をGrade Iとするベトナムの規格でも最も高グレードの魚醤油と考えられる。全窒素に対して遊離アミノ酸の窒素は67.3%を占め、結合型アミノ酸が20.0%、ヌクレオシド・核酸塩基が4.0%、ピログルタミン酸が3.4%、クレアチン・クレアチニンが3.2%を占め、全窒素の97.9%が明らかにされている。これら化合物の合計量は14.4g/100mlと高い値であった。

表1 ベトナム産魚醤油の呈味有効成分。

有効成分	含量(mg/100ml)
アスパラギン酸	1,300
グルタミン酸	
高濃度	2,300
低濃度	1,158
スレオニン	787
アラニン	1,130
バリン	744
ヒスチジン	521
プロリン	450
チロシン	81
シスチン	80
メチオニン	291
ピログルタミン酸	949

分析値に基づいて、主要な35種の化合物を混合して完全合成エキスを調製した。味が濃すぎるため15倍に希釈し、0.3%の食塩を添加したのちpHを5.62に調製し、オミッショントテストを行った。その後有効成分と確認された10成分からなる単純合成エキスを同様に調製し、アディショントテストを実施した。その結果、表1に示すように、11種の化合物が魚醤油の呈味有効成分であることが確認された。この中でアスパラギン酸のみがアディショントテストで有効性が確認されたものである。この魚醤油中に500mg/100ml以上存在するセリン、グリシン、リシン、乳酸などは有効成分とは認められなかった。この魚醤油のグルタミン酸含量はロットにより2,300および1,158 mg/100mlと異なったため、グルタミン酸含量のみを変えた2種の合成エキスを調製した。オミッショントテストにより有効成分を除去した場合および

表2 魚醤油の呈味有効成分の呈味効果。

有効成分	旨味	甘味	苦味	酸味	魚醤油らしき味全体
オミッショントテスト					
グルタミン酸	↓	↓	↑		↓
スレオニン	↓	↓			↓
アラニン	↓	↓	↑	↑	↓
バリン	↓	↓		↑	
ヒスチジン	↓	↓	↓		↓
プロリン	↓	↓			
チロシン	↓	↓			↓
シスチン	↓	↓			
メチオニン	↓	↓			↓
ピログルタミン酸	↓	↓			↓
アディショントテスト					
アスパラギン酸	↑	↑	↑		↑
クレアチニン	↑	↑	↑		↑

オミッショントテストおよびアディショントテストでその成分を除去あるいは添加した場合の、それぞれの味の変化を示す。アスパラギン酸を添加した場合の味の変化は低グルタミン酸合成エキスの場合。クレアチニンについては、クレアチン(187mg/100ml)およびクレアチニン(77mg/100ml)をすべてクレアチニンとして添加(高グルタミン酸合成エキス)。

アディショントテストにより添加した場合の味の変化を表2に示す。多くの成分が旨味と甘味に寄与していることがわかるが、量的に少ないチロシンとシスチンを除去するとむしろ甘味は増し、チロシンの場合は味全体が低下する。スレオニン、アラニンおよびヒスチジンは魚醤油らしい味に寄与していることがわかる。これら呈味有効成分の中ではグルタミン酸およびアラニンの寄与が最も大きかった。ピログルタミン酸は魚醤油の熟成中あるいは加熱工程によりグルタミンあるいはグルタミン酸から生成したもので、950mg/100ml含まれていたが、甘味と味全体に寄与することが明らかである。単独では呈味有効成分とは認められなかったが、クレアチニンはわずかに呈味性を示すようで、この魚醤油のクレアチン含量187mg/100mlとクレアチニン含量77mg/100mlをすべてクレアチニンとして添加した場合には有意に識別され、表2にみられるように旨味、甘味および苦味を増強し、味全体が高まる。このように、魚醤油の味は比較的少数の成分から構成されることが判明した。しかしながら、完全合成エキスも11成分からなる単純合成エキスも魚醤油の味をよく再現するものの、呈味強度はやや弱く、後味も明らかに弱い。

そこで、全窒素の20%を占めるペプチドの影響を調べてみた⁷⁾。魚醤油を陽イオンおよび陰イオン交換カラムクロマトグラフィーにより、中塩基性および酸性画分に分離し、さらにそれぞれを分画分子質

500 Daの膜を用いる限外濾過により高分子画分と低分子画分に分離した。魚醤油には3000Da以上のペプチドは見いだされなかった。得られた高分子画分を元の魚醤油中の濃度になるように、上記の11成分からなる合成エキスに添加して官能検査を行った(表3)。その結果、中塩基性画分は明らかに甘味を増強し、持続性、先味および後味などの風味質も有意に高めることがわかった。酸性画分は甘味を低下させ、酸味を有意に増強するが、低グルタミン酸合成エキスの旨味も増強する。一方、風味質では‘まろやかさ’は低下するものの、持続性、先味および後味を強く高めると判定された。これらの結果から、魚醤油に多量に含まれるオリゴペプチドは明らかに魚醤油の味に寄与しているものと考えられる。

次に、それぞれの画分をODSカラムを用いるHPLCに付し、主なピークを分取してアミノ酸配列をシーケンサにより決定した。その結果、表4に示す17種のジ、トリおよびテトラペプチドが同定された。幾つかのジペプチドは市販されていたが、その他のペプチドはペプチドシンセサイザあるいは液相法で合成し、呈味性を検討した。ジペプチドの味についてはこれまでよく検討がなされ、魚醤油から単離されたジペプチドについてもそれらの味は既に報告がある。合成されたペプチドはいずれも量的にわずかであったため、市販ペプチドも含めて5mM水溶液として呈味試験を行った。既報の味とやや異なるものもあったが、これは濃度あるいはpHの差異による

表3 魚醤油の高分子画分を合成エキスに添加した場合の味および風味質への影響 (*t* 値の変化)。

	中塩基性高分子画分		酸性高分子画分	
	低Gluエキス	高Gluエキス	低Gluエキス	高Gluエキス
基本味				
甘味	11.0***	3.4***	-2.0*	-0.6
塩辛味	-2.2*	-0.6	1.9	1.8
酸味	0	0	5.2***	5.5***
苦味	2.1*	2.1*	3.3**	2.4*
旨味	2.0*	2.4*	4.4***	-1.0
風味質				
こく	1.1	1.1	3.0**	1.8
まろやかさ	0.3	-0.3	-3.6***	-4.3***
伸び	1.3	0.6	2.9**	0.9
持続性	2.9**	2.3*	6.7***	4.4***
先味	3.1**	2.4*	9.3***	2.8**
後味	4.4***	3.4***	6.9***	5.1***
魚醤油らしさ	-1.4	-0.5	0.3	0.4

n=18, **p*<0.05, ***p*<0.01, ****p*<0.001

表1に示した呈味有効成分からなる合成エキスに、各高分子画分を元の魚醤油100ml当たりになるように調製して添加し、15倍希釈した試験液について官能試験を行なった。

ものと考えられる。ペプチド水溶液はすべてpH6.0に調整して呈味試験に供した。なお、2種のジペプチドは合成量が少なく、構造の確認のみで、呈味試験は実施できなかった。一方、2種のトリペプチドおよび1種のテトラペプチドはタンパク質構成アミノ酸ではないオルニチンを含んでおり、バクテリアの抗生物質などに由来する可能性がある。これらは苦味あるいは無味であった。液相法で合成した3種のトリペプチドは酸味、無味あるいは旨味をもっていた。これらのオリゴペプチドは0.3%の食塩を添加すると、元の味によらずすべてが旨味を伴う甘味あるいは甘味を伴う旨味を示し、食塩との相互作用が大きいことがわかった。これらペプチドのイノシン酸等との相互作用についても興味もたれるが、合成量が少なく、残念ながら実施できなかった。単離されたペプチドは多くがプロリンをもち、魚類のプロテアーゼはプロリンの前後を切断しにくいことが予測される。ここで単離したペプチド以外にも、魚醤油にはより親水性の高い多くのペプチドの存在が認められ、これら低分子ペプチドは魚醤油の味に大きく寄与しているものと考えられた。

これまで多くの食品あるいはタンパク質の加水分解から呈味性あるいは呈味修飾ペプチドが見いだされているが、魚介類についての研究は比較的少なく、特定のペプチドの呈味性が検討されてきたにすぎない。イミダゾールジペプチドのカルノシン(β -alanyl-

表4 魚醤油から単離されたオリゴペプチドの呈味効果。

オリゴペプチド	既報の味	5mM水溶液	0.3%NaCl存在下
Ala·Pro ^{*1}	無味	苦味/無味	甘味/旨味
Asp·Glu ^{*1}	旨味	酸味/旨味	甘味/旨味
Asp·Pro ^{*2}	酸味	—	—
Asp·Phe ^{*1}	酸味	無味	甘味/旨味
Glu·Pro ^{*2}	無味	—	—
Glu·Phe ^{*2}	酸味/苦味	無味	甘味/旨味
Gly·Phe ^{*1}	苦味	苦味	甘味/旨味
Gly·Tyr ^{*1}	苦味	苦味	甘味
Val·Pro ^{*1}	無味	甘味	甘味/旨味
Tyr·Pro ^{*1}	苦味	酸味	旨味/甘味
Phe·Pro ^{*1}	苦味	苦味	甘味/旨味
Tyr·Pro·Orn ^{*2}	—	苦味	甘味/旨味
Val·Pro·Orn ^{*2}	—	苦味	旨味/甘味
Gly·Pro·Orn·Gly ^{*2}	—	無味	甘味/旨味
Val·Pro·Glu ^{*3}	—	酸味	甘味/旨味
Glu·Met·Pro ^{*3}	—	無味	旨味/甘味
Asp·Met·Pro ^{*3}	—	旨味	甘味/旨味

*1市販試薬、*2ペプチド合成機で合成(固相法)、

*3液相法で合成。—: データなし。pHは6.0に調整して呈味試験を行った。

魚介類のおいしさ

L-histidine)はかつお節の特徴的呈味成分であることが確認され⁷⁾、類縁のバレニン(β -alanyl- τ -methyl-L-histidine)とともに、低pHではコンソメスープに酸味を与えるが、高pHでは甘味や濃厚感を付与することが確認されている¹⁸⁾。後者はまた、この含量の高いイワシクジラ筋肉エキスに旨味と‘こく’を付与するとされている。類縁のアンセリン(β -alanyl- π -methyl-L-histidine)はネズミザメ筋肉エキスにわずかに酸味を与え、‘こく’を生ずるといわれている。一方、トリペプチドの還元型グルタチオン(γ -L-glutamyl-L-cysteinylglycine)はホタテガイの合成エキスの甘味、旨味、‘あつみ’、‘ひろがり’および持続性を増強することが知られている¹⁹⁾。最近、カツオのプロテアーゼ水解物中の数種ジおよびトリペプチドが旨味をもち、イノシン酸によりその旨味が増強されることが報告されている²⁰⁾。このように、魚介類におけるペプチドの呈味性についてはまだ十分な検討がなされておらず、今後の展開が期待される。

3. 魚介類のおいしさに及ぼす脂質の影響

マグロは日本人が最も好む魚介類の一つであり、特にトロと称される腹部の脂身は寿司種としても刺身素材としても高い人気を博している。脂肪は食材に独特の‘とろり’とした食感を与え、したがってテクスチャーは脂肪のおいしさの重要な要因であることは間違いない。しかしながら、従来も脂肪は何らかの呈味効果を有する可能性があることが推測されており、味覚受容速度を遅延させたり、味をまとめる効果があることが予測されてきた。最近、Gilbertsonら²¹⁾は高度不飽和脂肪酸がラットの味細

表5 メバチマグロエキスに添加したマグロ油の呈味効果。

	中トロエキス	マグロ油添加エキス
呈味強度	3.30±0.38	3.30±0.32
先味	61.9±10.7	49.1±9.6*
後味	38.1±10.7	50.9±9.6*
甘味	6.6±4.4	18.4±7.7***
塩辛味	8.8±6.9	8.9±7.1
酸味	49.3±10.6	35.1±11.4***
苦味	14.7±9.4	10.2±5.1**
旨味	19.4±9.4	22.3±10.9
その他の味	1.3±3.5	5.0±5.8

Mean±SD, n=9, * p <0.10, ** p <0.005, *** p <0.01. 呈味強度は0.49%の食塩の呈味強度に対する相対強度(τ スケール)。先味と後味の合計を100%とする。基本五味とその他の味の合計も100%で、味の配分を表わす。

胞のK⁺チャンネルを阻害して脱分極を引き起こすことを報告している。また、二ノ宮ら²²⁾もマウスの鼓索神経味応答に対する魚油や不飽和脂肪酸の影響を調べ、魚油は苦味を抑制し、旨味の後味を持続させること、DHAは他の脂肪酸と比べて強い苦味抑制効果をもつことを明らかにしている。そこで、このような脂質の呈味効果をヒトで確認するため、郡山ら^{23,24)}は最も消費量の多いメバチマグロを用いて検討を行っている。メバチマグロの赤身、中トロおよび大トロからエキスを調製し、成分を分析すると赤身にヒスチジンが少なく、アンセリンが多い以外には大きな相違はなく、またよく訓練されたパネルを用いて官能検査を行っても3種のエキスに味の差は認められなかった。したがって、トロの味はエキス成分によるものではないことは明らかである。最も呈味強度の強かった中トロエキスに中トロから抽出した脂質をO/Wエマルジョンとして添加すると、酸味と苦味が顕著に低下し、甘味が増大することが確認された。次に、中トロエキスに市販の精製マグロ油を10%添加したところ(表5)、呈味強度は変化しないものの、先味と後味の配分が変化し、先味が弱まり、後味が強くなる効果が認められた。5基本味およびその他の味を100%ととしてそれぞれの味の配分を調べると、酸味と苦味の配分は低下し、甘味の配分が有意に増大した。

そこで、他の油脂の影響と比較するため、マグロ油以外に精製大豆油およびラードを同様に添加してみた(表6)。呈味強度は3種の油脂で相違はないものの、先味と後味の配分ではマグロ油のみで先味の低下と後味の増加が認められた。5基本味では甘味、酸味および苦味に差はみられず、いずれの油脂も甘

表6 メバチマグロエキスの味に対する油脂の添加効果。

	マグロ油	大豆油	ラード
呈味強度	3.30±0.22	3.22±0.21	3.22±0.38
先味	42.2±10.9*	52.2±13.9	51.1±14.5
後味	57.8±10.9*	47.8±13.9	48.9±14.5
甘味	22.4±7.9	25.6±8.6	20.6±9.5
塩辛味	13.7±9.0	13.8±11.0	14.8±12.2
酸味	32.2±15.0	28.0±10.6	34.7±15.6
苦味	9.6±9.8	8.0±7.0	12.6±13.2
旨味	19.7±11.6*	19.9±10.9*	15.0±7.9
その他の味	2.4±3.4	4.8±7.6	2.4±3.4

Mean±SD, n=9, * p <0.10. 数値については表5を参照。

表7 メバチマグロエキスの味に対するマグロ油添加量の影響。

添加量	0%	5%	10%	20%	30%
呈味強度	3.23±0.27	3.01±0.17	3.07±0.17	3.03±0.24	3.05±0.27
先味*	61.1±15.0 ^a	56.1±18.0 ^{ab}	55.0±14.6 ^{ab}	45.0±13.9 ^{ab}	44.4±18.8 ^b
後味*	38.9±15.0 ^a	43.9±18.0 ^{ab}	45.0±14.6 ^{ab}	55.0±13.8 ^{ab}	55.6±18.8 ^b
甘味**	10.2±5.0 ^a	15.2±7.6 ^a	17.0±8.6 ^{ab}	23.9±10.8 ^{bc}	28.6±9.0 ^c
塩辛味	12.1±6.8	12.2±8.7	11.7±6.1	12.2±7.5	9.8±5.4
酸味**	44.7±13.9 ^a	38.9±17.1 ^a	37.1±15.3 ^{ab}	25.8±14.5 ^{bc}	23.9±18.0 ^c
苦味**	15.4±15.7 ^a	14.2±14.8 ^a	12.2±12.3 ^a	7.0±7.1 ^a	6.4±6.8 ^b
旨味**	16.2±7.4 ^a	17.9±8.3 ^a	19.8±9.6 ^a	28.3±8.7 ^b	27.4±10.3 ^b
その他の味	1.4±2.9	1.6±3.4	2.2±5.1	2.8±6.7	3.9±7.0

Mean±SD. n=9, * $p<0.05$, ** $p<0.01$. 異なる上付文字は同一行内で有意な差であることを示す (危険率5%). 数値については表5を参照。

味の増加と酸味および苦味の低下傾向を示すものの、ラードでのみ旨味の低下が認められた。このマグロ油の添加効果は添加量に比例し、表7にみられるように、先味の配分の低下と後味の配分の増加傾向、甘味と旨味の配分の増加および酸味と苦味の配分の低下傾向は、添加量30%まで顕著に認められた。クロマグロの大トロでは脂質含量が40%を超えることもあるが、一般には30%程度であり、マグロ油はトロの味に大きな影響を与えていると考えられる。

その後、個々の5基本味に対するマグロ油、大豆油および高オレインコーン油の影響を検討した²⁵⁾。すなわち、3種の油脂はスクロースおよびグリシンの甘味、食塩の塩辛味に対してはほとんど影響を与えないものの、乳酸および乳酸+ヒスチジンの酸味、硫酸キニーネおよびロイシンの苦味に対する呈味強度を抑制し、特にキニーネの苦味抑制はマグロ油が有意に高かった。また、グルタミン酸ナトリウム(MSG)およびMSG+イノシン酸(IMP)の旨味は大豆油および高オレインコーン油では抑制されるか影響を受けないものの、マグロ油はいずれの旨味をも増強し、特異的であった。また、3種の油脂はいずれの味に対してもその最大呈味強度に達する時間を遅延させること、すなわち後味を増強することが確認された。さらに、乳酸+ヒスチジンの酸味、キニーネとロイシンの苦味、MSG+IMPの旨味に対するオレイン酸、リノール酸、イコサペンタエン酸(EPA)およびドコサヘキサエン酸(DHA)の影響を調べたところ(表8)、オレイン酸はほとんどこれらの味への影響を示さなかったが、リノール酸、EPAおよびDHAは酸味と苦味の抑制と旨味の増強を示した。しかしながら、リノール酸ではこのような呈味効果は明確ではなく、不飽和度が増すほど顕著となり、

DHAが最も強い効果を示した。すなわち、正解数はどの味に対してもDHAが最も高く、正解したパネルの全員がキニーネの苦味の低下とMSG+IMPの旨味の増加を認めている。これらのことから、マグロ油の呈味効果は油やエマルションの物性あるいは油脂の酸化程度では説明できず、マグロ油に特有の構成脂肪酸であるDHAに由来すると考えられた。

表8 基本味に対する脂肪酸の影響 (2/5法)。

	正解数	呈味強度	
		強い	弱い
オレイン酸			
乳酸+ヒスチジン	4	1	3
硫酸キニーネ	6*	0	6
ロイシン	4	0	4
MSG+IMP	3	1	2
リノール酸			
乳酸+ヒスチジン	11***	4	7
硫酸キニーネ	13***	0	13
ロイシン	13***	4	4
MSG+IMP	8**	4	4
EPA			
乳酸+ヒスチジン	17***	2	15
硫酸キニーネ	13***	1	12
ロイシン	14***	3	11
MSG+IMP	14***	14	0
DHA			
乳酸+ヒスチジン	17***	4	13
硫酸キニーネ	21***	0	21
ロイシン	15***	3	12
MSG+IMP	18***	18	0

n=27, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$. 5カップから味の異なる2カップを選択させ、正解者に呈味強度の変化を質問。呈味成分の濃度は0.49%食塩と同一の呈味強度を示す濃度と脂肪酸を10%添加して官能試験を行なった。

魚介類のおいしさ

その後の検討により、DHA含量を変えたトリアシルグリセロールを添加すると、キニーネの苦味抑制とMSG+IMPの旨味増強効果はDHA含量に比例し、さらにマグロ筋肉の分析値に基づいて調製した合成エキスの旨味、持続性および濃厚感もDHA含量に比例して増強されることが明らかになっている。ヒトの有郭乳頭のエブナー腺にはリパーゼが存在することから²⁶⁾、DHA含量の高い油脂を含む食物を食した場合、このリパーゼにより加水分解されて生じたDHAがこれらの呈味効果を示すものと考えられる。以上のDHAの作用は電気生理学的な検討結果²²⁾を強く支持するものであり、このような官能検査によるデータは十分にトレーニングされたパネルによってのみ得られるものである。今後はDHAの特異的な呈味効果あるいは呈味修飾効果のメカニズムを解明することが必要であろう。

おわりに

20世紀の後半には美味な魚介類のエキス中の主要な呈味有効成分が明らかにされ、比較的少数の化合物によって魚介類の独特の味が形成されていることが判明した。20年前には国際的に旨味が基本味と認められ、MSGとIMPの相乗作用が‘だし’のおいしさを醸し出すことも明確になった。古来日本人は生の魚介類のおいしさを楽しみ、加熱調理した魚介類の‘だし’は日本料理の基本となっている。このような背景から魚介類の味の研究は日本人の独壇場であった。最近では実験動物を用いる電気生理学的研究が隆盛であるが、最終的にはヒトの感覚で確認する必要があり、21世紀には化学的研究と電気生理学的研究の融合が望まれるところである。上述のように、魚介類の複雑な味にはエキス成分と無機イオンのみならず、多くの因子が関与していることは明らかである。また、それら成分間の相互作用に関しても未知な部分が多い。今後のこの分野の発展に期待したい。

文 献

- 阿部宏喜：水産物の嗜好特性 -味-。水産食品の事典（竹内昌昭、藤井建夫、山澤正勝編）、朝倉書店、東京 pp.138-145 (2000)
- 阿部宏喜、渡辺勝子：イカの呈味成分。イカの栄養・機能成分（奥積昌世、藤井建夫編）、成山堂書店、東京 pp.61-85 (2000)
- 渡辺勝子：魚介類の味。魚の科学（鴻巣章二監修、阿部宏喜、福家真也編）、朝倉書店、東京 pp.51-63 (1994)
- 福家真也：食品科学。うま味 -味覚と食行動-（河村洋二郎編）、共立出版、東京 pp.51-96 (1993)
- 鴻巣章二、渡辺勝子：水産物の味の秘密を探る。うま味 -味の再発見-（河村洋二郎、木村修一編）、女子栄養大学出版部、東京 pp.140-171 (1987)
- 福家真也：食品の味。化学総説 40, 92-100 (1999)
- Fuke S and Konosu S: Taste-active components in some foods: A review of Japanese research. *Physiol. Behav.* 49, 863-868 (1991)
- Okuma E, Fujita E, Amano H, Noda H and Abe H: Distribution of free D-amino acids in the tissues of crustaceans. *Fisheries Sci.* 61, 157-160 (1995)
- Okuma E, Watanabe K and Abe H: Distribution of free D-amino acids in bivalve mollusks and the effects of physiological conditions on the levels of D- and L-alanine in the tissues of the hard clam, *Meretrix lusoria*. *Fisheries Sci.* 64, 606-611 (1998)
- 河合美佐子、沖山 敦、上田要一：甘味を呈するアミノ酸と核酸の呈味相互作用。日本味と匂学会誌 6, 691-694 (1999)
- 渡辺勝子、藍 恵玲、山口勝巳、鴻巣章二：ホタテガイエキス成分の呈味上の役割。日食工誌 37, 439-445 (1990)
- 浅川明彦、山口勝巳、鴻巣章二：ホッコクアカエビの呈味成分。日食工誌 28, 594-599 (1981)
- 福家真也、Lwin KS：高分子成分の嗜好性。水産食品の健康性機能（山澤正勝、関伸夫、奥田 拓道、竹内昌昭、福家真也編）、恒星社厚生閣、東京 pp. 99-107 (2001)
- 上田要一：だし中の‘こく’、‘あつみ’成分の研究。日本味と匂学会誌 4, 197-200 (1997)
- Park J-N, Fukumoto Y, Fujita E, Tanaka T, Washio T, Otsuka S, Shimizu T, Watanabe K and Abe H: Chemical composition of fish sauces produced in Southeast and East Asian countries. *J. Food Anal. Comp.* 14 113-125 (2001)
- 朴 貞任、渡辺勝子、阿部宏喜：ベトナム産魚醤油の呈味有効成分。平成11年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 p.125 (1999) (Park J-N, Watanabe T, Endoh K, Watanabe K and Abe H:

阿部

- Taste-active components in a Vietnamese fish sauce. *Fisheries Sci.* 投稿中)
- 17) 朴 貞任、渡辺勝子、阿部宏喜：ベトナム産魚醤油におけるペプチドの呈味性. 平成13年度日本水産学会春季大会講演要旨集p.157 (2001) (Park J-N, Ishida K, Watanabe T, Endoh K, Murakami M, Watanabe K and Abe H: Taste effects of oligopeptides in Vietnamese fish sauce. *Fisheries Sci.* 投稿中)
- 18) 須山三千三、清水哲二：カルノシンとそのメチル化合物の緩衝能と呈味性. 日本誌 48, 89-95 (1982)
- 19) 上田要一、日比野 岳、香村正徳、黒田素央、渡辺勝子、坂口 誠：魚介類におけるグルタミンの分布と呈味効果. 日本誌 64, 710-714 (1998)
- 20) Maehashi K, Matsuzaki M, Yamamoto Y and Udaka S: Isolation of peptides from an enzymatic hydrolysate of food proteins and characterization of their taste properties. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 63, 555-559 (1999)
- 21) Gilbertson TA, Fontenot DT, Liu L, Zhang H and Monroe WT: Fatty acid modulation of K⁺ channels in taste receptor cells; gustatory cue for dietary fat. *Am. J. Physiol.* 272, 1203-1210 (1997)
- 22) 中島清人、村田裕子、笹本一茂、二ノ宮裕三：水産物の呈味成分と脂質の味覚応答. 水産食品の健康性機能 (山澤正勝、関伸夫、奥田沢道、竹内昌昭、福家真也編)、恒星社厚生閣、東京 pp. 86-98 (2001)
- 23) 郡山 剛、木幡知子、渡辺勝子、阿部宏喜：メバチ筋肉の成分組成とその呈味におよぼす脂質の役割. 日本誌 66, 462-468 (2000)
- 24) 郡山 剛、木幡知子、渡辺勝子、阿部宏喜：マグロエキスに添加した油脂類の呈味効果. 日本誌 66, 876-881 (2000)
- 25) Koriyama T, Wongso S, Watanabe K and Abe H: Fatty acid compositions of oil species affect the five basic taste perceptions. *J. Food Sci.* 投稿中
- 26) Hamosh M and Bruns WA: Lipolytic activity of human lingual glands (Ebner). *Lab. Invest.* 37, 603-608 (1977)

< 著者紹介 >

阿部 宏喜 (あべ ひろき) 氏略歴

- 1969年4月 東京大学農学部水産学科卒業
 1971年3月 東京大学大学院農学系研究科水産学専門課程修士課程修了
 1974年3月 東京大学大学院農学系研究科博士課程修了 (農学博士)
 1974年4月 共立女子大学家政学部専任講師
 1979年4月 共立女子大学家政学部助教授
 1992年4月 共立女子大学家政学部教授
 1997年9月 東京大学大学院農学生命科学研究科教授、現在に至る
 この間、1983年9月-1984年8月
 ブリティッシュ・コロンビア大学理学部客員助教授
 1987年7月-9月 米国立保健研究所(NIH)客員研究員

