

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

郡山 剛, 木幡知子, 渡辺勝子, 阿部宏喜

(1999年7月9日受付, 1999年12月6日受理)

Chemical Components of Bigeye Tuna Muscle and the Effects of Lipid on the Taste*

Tsuyoshi Koriyama,*¹ Tomoko Kohata,*¹
Katsuko Watanabe,*² and Hiroki Abe*²

To elucidate the difference of the taste between lean muscle *Akami* and fatty muscle *Toro* of bigeye tuna *Thunnus obesus*, chemical components, such as proximate, fat, fatty acid, and extractive components were compared. The effects of tuna oil addition on the taste of 80% ethanol extracts were also investigated by sensory evaluation. Fat content was lower in *Akami* (0.5%) than in *Toro* (6.6-7.2%). Large amounts of anserine and histidine were detected in all muscles, but anserine content was higher in *Akami* and histidine content was higher in *Toro*. By sensory evaluation, no difference was observed in whole taste intensity and the taste profile between *Akami* and *Toro* extracts. Addition of tuna oil to the extracts as emulsion, however, decreased sourness significantly and tended to increase sweetness and decrease bitterness. The pattern similarity analyses revealed sweetness was the factor which was most contributable to the change of the taste.

キーワード: メバチ, 呈味, エキス, 脂質, 乳化物, 官能評価

わが国で食用とされる魚介類の種類はきわめて多く、その味も多岐にわたっている。これら魚介類の味についてこれまでに数多くの研究が行われ、優れた総説もある。¹⁻⁵⁾ しかしながら、魚介類の味に関する詳細な研究の多くは軟体動物、甲殻類のように水溶性の呈味成分の多い、かつ味に特徴のある無脊椎動物が主体であった。

食用とされる魚介類の味は、魚種ごとに異なるのみならず、同一魚種であっても季節、年齢、部位により異なる。⁶⁻⁷⁾ その相違は、直接基本5味に關与する水溶性の呈味成分が一因であると思われるものの、「脂がのって美味である」というような表現があり、魚の味に脂質が關与していることが示唆される。⁸⁻¹⁰⁾ 本来脂質含量の高いマグロ、アジ類などの赤身魚では、脂質は食味を向上させ、¹¹⁻¹²⁾ マダイやアユのように脂質含量の少ない白身の魚では過度の脂質の蓄積は食味を低下させるといわれている。¹³⁻¹⁶⁾ しかし白身の魚であってもある程度の脂質量はその魚の味に不可欠であると考えられる。

マグロ類はクロマグロ、メバチ、キハダ、ビンナガなどの種類が流通しており、刺身として好まれて生食さ

れ、缶詰などの加工食品も多く、産業上重要な魚種の一つである。これらマグロ類の中でもメバチマグロ *Thunnus obesus* は国内で最も多く消費されているマグロであり、そのほとんどは冷凍で流通され、解凍して刺身として食されている。価格も手頃なことから、いわゆるマグロの刺身の代表的な魚種である。マグロのトロは通常脂質含量の高い腹部を指し、脂質含量の低い部位である赤身に比べ、食味が高く評価されることから、高値で取引されている。つまり、マグロ類は脂質が食味に与える影響の大きい魚種であるといえる。

マグロ類の脂質含量と食味との関係については、清水⁶⁾は、クロマグロ *Thunnus thynnus* は脂質含量の高い冬期に美味となり、マグロの腹部と背部の肉の遊離アミノ酸組成に変化がないことから、腹部の肉が美味なのは脂質が食感に影響を及ぼすためであろうと推測している。また脂質の呈味に与える影響としてはテクスチャーの他に味覚受容速度を遅らせたり、味をまとめる役割を果たすために特有の味を形成するのではないかという推測もなされている。¹²⁾ しかしながら、いずれも推測の域

* 水産油脂の呈味効果に関する研究-I (Research on the Effects of Fish Oil on the Taste-I).

*¹ 日本水産株式会社中央研究所 (Central Research Laboratory of Nippon Suisan Kaisha Ltd., Kitano, Hachioji, Tokyo 192-0906, Japan).*² 東京大学大学院農学生命科学研究科水産化学研究室 (Laboratory of Marine Biochemistry, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113-8657, Japan).

を出ず、脂質が呈味に直接の影響を与えるか否かについては明らかではない。

そこで魚類の脂質がその魚種の味に果たす役割を明確にするために、まず初めにメバチを試料として、部位別に筋肉の一般成分、エキス成分および脂質について詳細に分析するとともに、80% エタノールエキスの味の差異およびこのエキスに脂質を添加したときの味の変化を官能的に調べることにした。

実験方法

試料 インド洋で漁獲後、直ちに冷凍された体重約45 kgのメバチの普通筋を冷凍のまま赤身、中トロ、大トロの3部位に切り分けた。部位別にバンドソーにてサク大に粗切し、ポリエチレン袋に入れ流水解凍（中心温度 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ ）した後、更に細切・混合し、一般成分の分析、エキスの調製、脂質の抽出に供した。

エキスの調製法 試料500 gに1 lの冷水を加え氷冷しながらバイオミキサー（日本精機BY-2）中で攪拌した。遠心分離（7000 rpm, 10分, 5°C ）後、残さに500 mlの冷水を加えて同様に攪拌し、遠心分離を行った。この操作をもう一度繰り返し、3回の上清を合一し、80%になるように冷エタノールを加えて暫時放置（ 5°C ）後遠心分離（7000 rpm, 10分, 5°C ）した。上清を減圧濃縮後500 mlに定容し、エキス窒素、遊離および結合アミノ酸、トリメチルアミノオキシド（TMAO）、トリメチルアミン（TMA）、クレアチン、クレアチニン、乳酸および無機イオンの分析および官能試験に供した。核酸関連物質測定用として中島らの方法¹⁷⁾に従って別に5% 過塩素酸エキスを調製した。

脂質の抽出法 試料500 gに500 mlの冷アセトンを加え氷冷しながらバイオミキサー中で攪拌した。減圧濾過後、残さに500 mlの冷アセトンを加えて同様に攪拌し、減圧濾過を行った。この操作をさらに2回繰り返し、4回の濾液を合一し、アセトンを減圧留去した。残留液から脂質をエーテルで3回抽出し、エーテル抽出液を十分に水洗した後、エーテルを減圧留去した。得られた脂質を褐色瓶に入れ、窒素ガスで十分に置換後、脂質組成、脂肪酸組成の分析と官能試験に供するまで -50°C で保存した。

分析方法 一般成分は常法¹⁸⁾により水分、タンパク質、脂質、灰分の分析を行った。エキス窒素はミクロケルダール法で測定した。

ジペプチドのアンセリンとカルノシンを含む遊離アミノ酸は日立L-8500型アミノ酸分析計により生体液分析法に従って測定した。結合アミノ酸はエキスに等量の濃塩酸を加え、脱気封管中 110°C 、16時間加水分解後、遊離アミノ酸と同様に分析し、遊離アミノ酸量との差を結

合アミノ酸とした。

核酸関連化合物は日立製作所L-7100ポンプ、U-3210紫外外部検出器、D-2500データ処理装置、およびYMC社YMC-Pack ODS-AM（ $\phi 6.0 \times 150$ mm）カラムを組み合わせた高速液体クロマトグラフィー（HPLC）により分析した。第1溶出液として0.2 M トリエチルアミン（酢酸でpH 6.6に調整）および第2溶出液として5% アセトニトリルを含む0.2 M トリエチルアミン（酢酸でpH 6.6に調整）を用い、試料注入後第1溶出液を5分間流した後、1分間に4%の割合で第2溶出液を加えた。カラム温度は 40°C 、流速は1.0 ml/minとし、カラムからの溶出成分を254 nmにおける吸収により測定した。

TMAはガスクロマトグラフィー法¹⁹⁾により測定した。TMAOは三塩化チタンでTMAに還元後、同様に分析し、TMAとの差から算出した。クレアチン、クレアチニンはアルカリピクリン酸吸光光度法により測定した。²⁰⁾

乳酸は核酸関連化合物で用いたHPLCのシステムにより分析した。カラムを日立製作所#168（ $\phi 8.0 \times 500$ mm）に変え、溶出液に0.05% リン酸を用いた。カラム温度は 65°C 、流速1.0 ml/minとし、溶出成分を210 nmにおける吸収により測定した。

Na^+ および K^+ は、エキスを硝酸分解後、原子吸光分析法により測定した。 Cl^- はエキスを灰化後、硝酸銀滴定法²¹⁾により、 PO_4^{3-} は Fiske-Subbarow 法²²⁾によりそれぞれ測定した。

脂質組成は金子の方法²³⁾に準じて、Iatroscan TH-10とIatroscorder TC-11データ処理装置を組み合わせたTLC/FIDシステムにより分析した。TLCロードにクロマロード-SIIIを用い、展開溶媒にはヘキサン：エーテル：酢酸（180：20：2, v/v）を用い、FIDにて検出した。

脂肪酸組成は基準油脂分析試験法に基づき、脂質画分から三フッ化ホウ素を触媒として脂肪酸メチルエステルを調製した後、島津GC-14Aガスクロマトグラフィーにより分析した。すなわち、カラムには5% Advance-DS on Chromosorb W（AW80~100 mesh）を、キャリアガスには窒素を用い、カラム温度は 200°C 、注入口および検出器温度は 250°C 、流速は50 ml/minとし、FIDにて検出した。

脂質添加エキスの調製法 食品添加物の乳化剤のうち、乳化作用が高く、かつ呈味に影響の少ないとされるポリグリセリン脂肪酸エステル（太陽化学サンソフトA181E）を用い、中トロから調製したエキスに室温下で0.1%を溶解し、無添加エキスとした。この無添加エキスに中トロから抽出した脂質を室温下でエキスの

10%重量を滴下後, ポリトロン (Kinematica AG PT10-35) で 12,000 rpm, 2 分間乳化し, 水中油滴 (O/W) 型乳化物を調製し, これを脂質添加エキスとした。平均乳化径は遠心式粒度分布計 (島津製作所 SA-CP3) にて測定したところ 4.8 μm であり, 6 時間後もその平均乳化径の変化がないことを確認した。なお脂質添加エキスの調製に用いた中トロ脂質の過酸化価は 1.84 meq/kg, アニシジン価は 1.32 であった。

官能評価法 パネルにはあらかじめ和風だし (味の素ほんだし) を用いて, 濃度差識別および呈味強度評価を繰り返し練習させた 9 名 (男性 5 名, 女性 4 名) を用いた。

エキスおよび脂質添加エキスの全体的な味の強度の評価にあたり, パネルには, 風味を含めずに味のみを捉えること, 甘味, 酸味等の個々の味ではなく, 味全体の強さを捉えることを指示した。評価には Indow²⁴⁾ の τ scale のうち食塩水の標準間隔系列を用い, 各試料の呈味強度と等しく感じる標準間隔系列の食塩水をパネルに選択させた。標準間隔系列は強度 1~5.5 (食塩濃度 0.12~5.0%) まで 0.25 きざみに 19 段階設定し, 試料の呈味強度が隣り合う強度の中間と感じた場合は 0.125 きざみで回答させた。呈味強度の評価後に, 感じられる味全体を 100 としたときに「先味」と「後味」がどのような割合で配分されるか記述させた。本研究では, 先味は口に含んだ直後に感じる味, 後味は口に含んでしばらくしてから感じる味と定義した。同様に味全体を 100 としたときに「甘味」, 「塩味」, 「酸味」, 「苦味」, 「うま味」, 「その他の味」がそれぞれどのような割合で配分されるかについても記述させた。²⁵⁻²⁶⁾ 「その他の味」は単純には基本 5 味に分類できない味と定義した。パネルに提供した試料はすべて室温下で調製した。脂質添加エキスを用いた官能評価には対照として同濃度になるように乳化剤を添加したエキスを用い, 乳化物調製後 2 時間以内に試験を行った。官能評価の結果については統計解析ソフト SPSS ver. 6.0 for Macintosh を用いて有意差検定を行った。有意差検定の方法として 2 標品の比較結果には t 検定, 3 標品の比較結果には分散分析を用いた。パターン類似要因の解析²⁷⁻²⁸⁾ は 2 標品間の差異を表すベクトル間の $\cos \theta$ を算出し, さらにパターン類似を構成している各因子の, 類似に対する寄与の程度として減次類似率を算出した。

結 果

一般成分 分析結果を Table 1 に示す。タンパク質に関しては赤身が 23.1%, 中トロが 24.3%, 大トロが 23.9% と赤身がやや少なく, 中トロと大トロは同程度であった。脂質と水分は部位による変化が大きかった。

Table 1. Proximate composition of tuna muscles (%)

	Akami ^{*1}	Chu-toro ^{*2}	Oh-toro ^{*3}
Moisture	77.8	70.2	69.7
Crude protein	23.1	24.3	23.9
Lipid	0.5	6.6	7.2
Ash	1.7	2.3	2.2

^{*1} Lean ordinary dorsal muscle, ^{*2} Semi fatty ordinary ventral muscle, ^{*3} Fatty ordinary ventral muscle.

脂質は赤身が 0.5% と少ないのに対し, 中トロは 6.6%, 大トロは 7.2% といずれも赤身よりかなり多かった。水分は脂質と逆の相関を示し, 脂質の少なかった赤身が 77.8% と高かったのに対して, 脂質の多かった中トロは 70.2%, 最も多かった大トロは 69.7% であった。

エキス窒素 エキス成分の分析値とともに Table 2 にまとめた。数値は試料 100 g 中の mg で表し, 括弧内に結合アミノ酸量を示した。エキス窒素は赤身が最も多く 621 mg となり, 次いで中トロ (610 mg), 大トロ (587 mg) の順であった。

エキス成分 エキス成分を全体的に見ると, 中トロと大トロはよく似た組成を示し, 赤身はやや異なった。

遊離アミノ酸ではいずれの試料も著量のヒスチジンとアンセリンが検出され, それらの合計が 1131 mg~1188 mg とほぼ等量であったが, 赤身にアンセリンが多く, 中トロと大トロにはヒスチジンが多かった。その他のアミノ酸は概して少なく, 赤身のアラニンと中トロのタウリンが 10 mg を越えた程度であった。

結合アミノ酸では, いずれにも多量の β -アラニンと 1-メチルヒスチジンが認められるが, 両者ともエキス中に存在したジペプチドのアンセリンとほぼ等モルであることからアンセリンの加水分解により生じたものと考えられる。その他ではグリシンとヒスチジンがやや多量検出された程度である。

核酸関連化合物では, すべての試料に ATP, ADP, AMP, IMP, イノシンおよびヒポキサンチンが検出されているが, 大部分 IMP で, 次いで AMP が多かった。各成分とも試料により多少含量が異なるものの 1 g 中の μmol で示した合計は 10.20 μmol (中トロ) から 11.56 μmol (大トロ) と大差なかった。

その他の含窒素成分として TMAO と多量のクレアチンが認められたが, クレアチンは赤身にやや多かった。

無窒素成分の乳酸は 920 mg~1120 mg となり, 赤身に少なく, 大トロに多かった。

無機イオンは食品の味に重要な役割を果たすことか

Table 2. Extractive nitrogen and extractive components in tuna muscles^{*1}

	(mg/100 g)		
	<i>Akami</i>	<i>Chu-toro</i>	<i>Oh-toro</i>
EN	621	610	587
EN-recovery (%)	89.5	92.5	92.4

Taurine	6	11	10
Aspartic acid	+(+)* ²	+(-)	-()
Threonine	3(2)	2(1)	2(+)
Serine	2(1)	2(+)	2(1)
Glutamic acid	1(3)	2(5)	2(4)
Proline	1(-)	2(-)	2(-)
Glycine	6(51)	6(48)	5(45)
Alanine	11(+)	8(1)	7(7)
Valine	6(2)	7(3)	7(2)
Methionine	2(-)	4(-)	4(+)
Isoleucine	3(-)	3(-)	3(-)
Leucine	6(-)	6(+)	5(-)
Tyrosine	3(-)	4(-)	4(-)
Phenylalanine	2(1)	3(2)	3(+)
β -Alanine	-(298)	-(215)	3(217)
Ornithine	1(+)	1(+)	1(+)
Lysine	4(1)	8(1)	7(1)
1-Methyl-histidine	-(642)	-(477)	-(483)
Histidine	231(11)	511(51)	450(29)
Anserine	919	677	681
Carnosine	2	3	2
Arginine	1(+)	1(-)	1(-)
ATP	4	4	5
ADP	9	10	9
AMP	20	24	14
IMP	363	315	361
Inosine	3	4	13
Hypoxanthine	+	+	+
TMAO	130	125	133
TMA	+	+	+
Creatine	530	480	440
Creatinine	-	-	-
Lactic acid	920	1050	1120
Na ⁺	65	64	51
K ⁺	237	211	200
Cl ⁻	107	64	61
PO ₄ ³⁻	145	136	121

^{*1} Abbreviations: EN, extractive nitrogen; TMAO, trimethylamine oxide; TMA, trimethylamine

^{*2} The amounts of combined amino acids are given in parentheses.

+, trace; -, not detected.

ら,²⁹⁻³⁰⁾ エキス中の Na⁺, K⁺, Cl⁻, および PO₄³⁻ を調べた。4成分とも赤身に最も多く、次いで中トロに多かったが、Na⁺ は赤身と中トロで、Cl⁻ は中トロと大トロで大差なかった。

分析された含窒素成分について成分群ごとに窒素量を算出し、エキス窒素に占める割合を求めたところ (Fig. 1), 遊離アミノ酸は 47.1~50.3% となり、最も高かったが、遊離アミノ酸窒素の 95% 以上はヒスチジンとアンセリンによった。次いで多いのはクレアチンの 24.6~27.4%, 核酸関連化合物の 9.6~11.2% で、結合アミノ酸は 0.7~3.5% に止まった。

含窒素成分によるエキス窒素の回収率は赤身 89.5%, 中トロ 92.5%, 大トロ 92.4% と全体的にやや低かった。

食品の味はエキス成分などの呈味成分によるだけでなく、その食品の示す pH も重要な要素であるので、それぞれの試料筋肉に 10 倍量の脱イオン水を加えてホモジナイズし、pH を測定したところ、赤身 6.2, 中トロと大トロはいずれも 5.9 であった。

脂質組成 赤身はリン脂質が 92.8% と脂質の大部分を占め、コレステロールは 6.6% であった。これに対し、中トロ、大トロは中性脂質がそれぞれ 95.8% および 96.0%, リン脂質がそれぞれ 3.6% および 3.4%, コレステロールはいずれも 0.3% であった。

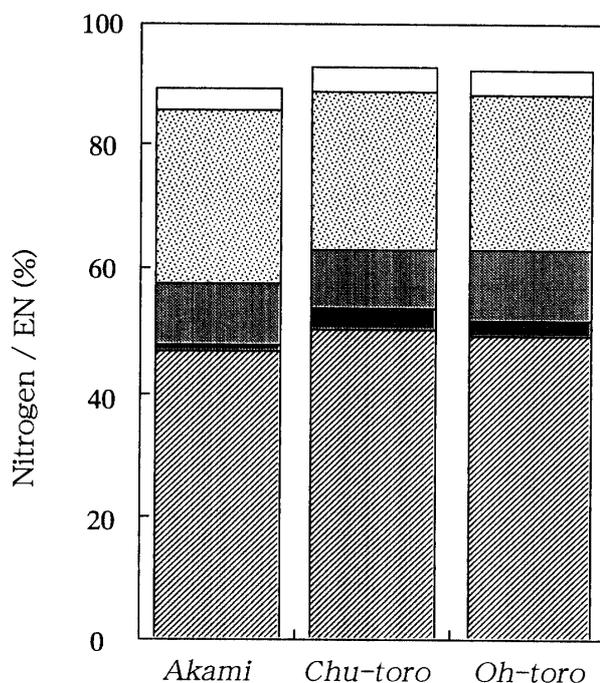


Fig. 1. Distribution of nitrogen of tuna extracts.
 ▨ Amino acids, ■ Combined amino acids,
 ▩ Nucleotides and related compounds,
 ▤ Creatine+Creatinine, □ TMAO See the legend of Table 2 for abbreviations.

脂肪酸組成 分析結果を Table 3 に示す。リン脂質の多い赤身はドコサヘキサエン酸 C_{22:6} が 28.0%, パルミチン酸 C_{16:0} が 21.8%, オレイン酸 C_{18:1} が 15.1% であった。中性脂質の多い中トロおよび大トロはオレイン酸 C_{18:1} が最も多く、次いでドコサヘキサエン酸 C_{22:6}, パルミチン酸 C_{16:0} であり、赤身と異なったが、両者の間に脂肪酸組成の差は認められなかった。

官能評価 脂質の添加によりエキスの味が変化するか否か、また変化する場合にどのように変化するかを調べるに先立ち、赤身、中トロ、大トロから調製した 80% エタノールエキスの味について全体的な味の強度、先味と後味の強さの配分、および甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の 5 基本味とその他の味の強さの配分を調べた (Table 4)。

全体的な味の強度の平均値は赤身 3.27, 中トロ 3.55, 大トロ 3.44 であったが、95% 水準で有意差は認められなかった。全体の味を 100 としたときの先味と後味の強さの配分、および 5 基本味とその他の味のそれぞれの強さの配分についても 3 種のエキス間に有意な差は認められなかった。

次に最も味が強いと評価された中トロエキス (無添加エキス) と無添加エキスに同じ試料マグロの中トロから抽出した脂質を加え、均一な O/W 型エマルジョン状態にした脂質添加エキスの味について全体的な味の強度、先味と後味の強さの配分、および 5 基本味とその他の味のそれぞれの強さの配分を調べた (Table 5)。その結果、無添加エキスの全体的な味の強度の平均は 3.30, 脂質添加エキスは 3.29 となり、両者の間に有意な差は

Table 3. Fatty acid composition of lipids in tuna muscles

	Akami			Chu-toro			Oh-toro		
	(%)								
14 : 0	—	3.0	2.9	—	—	—	—	—	—
16 : 0	21.8	15.8	15.4	—	—	—	—	—	—
16 : 1	1.3	6.2	6.2	—	—	—	—	—	—
17 : 0	2.2	1.7	1.6	—	—	—	—	—	—
18 : 0	6.7	4.6	4.5	—	—	—	—	—	—
18 : 1	15.1	27.2	26.9	—	—	—	—	—	—
18 : 2	0.5	0.9	0.9	—	—	—	—	—	—
18 : 3	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—
20 : 1+18 : 3	0.9	2.2	2.2	—	—	—	—	—	—
20 : 5	3.3	5.2	5.4	—	—	—	—	—	—
22 : 1+20 : 4	6.4	3.5	3.5	—	—	—	—	—	—
22 : 4	2.3	1.4	1.4	—	—	—	—	—	—
22 : 5	0.6	1.7	1.8	—	—	—	—	—	—
22 : 6	28.0	21.7	22.3	—	—	—	—	—	—

認められなかった。また、無添加エキスの先味は 61.9%, 後味は 38.1% であり、脂質添加エキスの先味は 56.3% と減少し、後味は 43.7% と増加するが、統計的に差は認められなかった。

5 基本味とその他の味の強さの配分についてみると、酸味が無添加エキスでは 49.3% であったが、脂質添加エキスでは 41.8% と減少し、P 値は 0.026 となり、両者間で 95% 水準で有意な差が認められた。酸味以外の

Table 4. Taste profile of tuna extracts

	Akami	Chu-toro	Oh-toro
Whole taste intensity*1	3.27±0.26	3.55±0.20	3.44±0.33
First taste*2	58.8±20.8	61.9±18.1	58.1±19.6
Aftertaste*2	41.2±20.8	38.1±18.1	41.9±19.6
Sweetness*3	7.5±7.1	6.8±2.6	6.3±2.3
Saltiness*3	12.5±6.0	13.0±4.5	12.5±6.0
Sourness*3	41.3±19.2	49.1±10.9	46.7±17.3
Bitterness*3	8.7±6.4	6.2±4.2	8.1±5.9
Umami*3	25.0±16.5	22.5±10.1	21.9±10.3
Other tastes*3	5.0±7.5	2.4±5.1	4.5±6.1

All the data were insignificant at 10% level.

*1 Values were means±SD for n=9, and evaluated by general equi-distance scale of sodium chloride (τ scale).

*2 Values were means±SD% for n=9. Sum of first taste and aftertaste was defined as 100%. *3 Values were means±SD% for n=9. Sum of basic 5 tastes and other tastes was defined as 100%.

Table 5. Taste profile of *chu-toro* extract and lipid added extract*1

	Chu-toro extract	Lipid added extract
Whole taste intensity*2	3.30±0.38	3.29±0.33
First taste*3	61.9±10.7	56.3±16.0
Aftertaste*3	38.1±10.7	43.7±16.0
Sweetness*4,*6	6.6±4.4	14.3±9.0
Saltiness*4	8.8±6.9	9.9±8.4
Sourness*4,*5	49.3±10.6	41.8±12.9
Bitterness*4,*6	14.7±9.4	9.9±7.0
Umami*4	19.4±9.4	18.6±10.1
Other tastes*4	1.3±3.5	5.6±6.8

*1 Lipid added extract and the control were prepared as follows. *Chu-toro* extract was added with 0.1% polyglycerine fatty acid ester. For lipid added extract, 10% (w/w) of oil extracted from *chu-toro* was added and emulsified. Values for whole taste intensity were means±SD and the other values were means±SD(%) for n=9.

*2, *3, *4 see Table 4, *5 significant at 5% level, *6 significant at 10% level.

基本味では95%水準で有意な差は認められなかったものの、脂質を添加することによって、甘味が7.7%増加し、苦味は4.8%減少した。P値はそれぞれ0.052, および0.051であったことから、脂質を添加することにより甘味が強まり、苦味が減少する傾向があるといえる。同様に5基本味以外のその他の味もP値が0.072であり、脂質の添加により5基本味で説明できない味が増加する傾向が見られた。

次に、無添加エキスと脂質添加エキスの呈味パターンの違いを明らかにするために、パターン類似要因の解析を行った。無添加エキスと脂質添加エキスのパターン類似率と減次類似率をTable 6に示す。パターン類似率と減次類似率の差が最も大きかった項目は酸味で、次いでうま味となり、いずれも正の値であった。この結果は無添加エキスと脂質添加エキスの味を構成する主要因は酸味であることを示し、両エキス間で酸味の強さの平均値の差が95%水準で有意と認められたにもかかわらず、呈味パターンの相違の要因とはなり得なかった。

一方、パターン類似率と減次類似率の差が負になったのは甘味、その他の味、苦味で、その絶対値は甘味は0.014と大きく、その他の味は0.004とやや大きかった。このことから無添加エキスと脂質添加エキスの呈味パターンの相違は甘味の強さの変化によるものと考えられる。さらに甘味に加えて、その他の味の強さの変化が呈味パターンを変化させているものと考えられる。

以上の結果から、赤身、中トロ、大トロ筋肉から調製した80%エタノールエキスの味には差は認められなかったが、中トロエキスにマグロ油を添加することにより、酸味が明瞭に減少し、甘味の増加と苦味の減少傾向がみられ、さらに味のパターンの変化には甘味とその他の味が寄与していることが明らかとなった。

考 察

魚類の味は季節や年齢によって異なることが知られて

Table 6. Pattern similarity coefficient and one component eliminated similarity coefficient between *chu-toro* extract and lipid added extract

	Similarity coefficient
Pattern similarity coefficient	0.978
One component eliminated similarity coefficient	
Sweetness	0.992
Saltiness	0.978
Sourness	0.932
Bitterness	0.979
Umami	0.975
Other tastes	0.982

いる。その傾向はマグロ類やアジ類のような赤身の魚種で著しく、これらの魚種は脂質含量の高い時期に美味であることが多い。また同一魚種でも脂質含量の高いマグロ類では腹肉が美味とされる。清水らはクロマグロの一般成分の季節変動を調べ、腹肉の脂質含量は数%から40%以上まで変化し、美味になる冬期に増加し、不味になる夏期に減少することを報告している。³¹⁾ このよう魚類の味は脂質含量によるところが大きいと考えられるが、脂質が魚肉の食味にどのような影響を与えるかについての研究はほとんど見あたらない。

そこで本研究ではメバチを試料に用い、同一魚体の赤身、中トロ、大トロの3部位について部位別に一般成分、脂質および脂肪酸組成、エキス成分などを詳細に分析するとともに3部位から調製したエキスの味の比較およびエキスにメバチの脂質を添加したときの味の差異を官能評価により調べた。

データは表示していないが、本研究を行うに先立ち、メバチの赤身、中トロ、大トロの3部位の刺身の食味試験を行った。その結果、脂質の多い中トロや大トロの呈味強度は脂質の少ない赤身よりも大きく、甘味も強いことが確認された。しかしながら、本研究で行った80%エタノールエキスの官能試験ではエキスの全体的な味の強度、先味と後味および5基本味と5基本味以外のその他の味の強さの配分については3エキス間に有意な差は認められなかった。本研究のエキス成分の分析では中トロと大トロの間に大差は認められなかったが、赤身にはトロ部位と比較してアンセリン、クレアチンおよび無機成分のCl⁻が多く、ヒスチジンと乳酸が少なかった。また、エキスのpHは赤身が6.2であり、中トロ(5.9)、大トロ(5.9)よりわずかにアルカリ側に偏っていた。

イミダゾール化合物の呈味上の役割としては、ヒスチジンは乳酸、リン酸カリウムとともに緩衝能を上げることにより味を濃厚にする作用があることが報告されていること、²⁾ ヒスチジン関連ジペプチドのうち、カルノシンやバレニンなどはpHによりその味質が異なり、アンセリンは高い濃度で加えらうま味が増すこと³²⁾が報告されている。しかしながら、本研究におけるヒスチジン、アンセリン、乳酸などのエキス成分やpHの差ではエキスの味に有意な差は認められないのであろう。

次に3部位から調製したエキスのうち、全体的な味の強度の平均値が最も強かった中トロエキスに同じメバチの中トロから抽出した脂質を加え、無添加エキスの味と比較したところ、脂質添加エキスは酸味が有意に減少し、甘味の増加と苦味の減少傾向を示した。そして酸味と甘味の強さの合計は2試料とも約56%であった。このことから脂質を添加することにより味のバランスに変

化がみられたことが唆されたので, パターン類似率と減次類似率を算出したところ, 脂質の添加により最も変化したと認識されたのは甘味であり, 次いで5基本味では説明できないその他の味であることが判明した。この結果は, メバチの赤身, 中トロ, 大トロを刺身として生食したときの味の差のうち, 中トロと大トロは赤身より甘味が強いという結果と一致した。

以上のことから, 赤身とトロの味の差はエキス成分の差によるというより含まれる脂質によるものであることが明らかとなった。対象となる食品は異なるが, Tuorilaら³³⁾はヨーグルトに脂質を添加すると, 酸味が減少し, 甘味が増加することを報告している。今回, メバチのエキスと抽出脂質を用いた場合にも同様の効果が確認されたことは興味深い。

本研究ではトロから調製した脂質を用い, 添加量もエキスの10%としたが, トロには10%以上の脂質が含まれることもあり, また, 赤身の脂質組成や脂肪酸組成はトロとかなり異なっている。さらに近年では, ドコサヘキサエン酸C_{22:6}を含む特定の脂肪酸や, トリグリセリドの脂肪酸組成が呈味に影響を及ぼしているとの報告がなされている。^{34),*3} 添加量や脂肪酸組成が異なる脂質を添加した場合の味の変化については現在検討中である。

文 献

- 1) 大石圭一: 水産物の風味. 日水誌, **35**, 232-243 (1969).
- 2) S. Konosu: The taste of fish and shellfish, in "Food Taste Chemistry" (ed. by J.C. Boudreau, Am. Chem. Soc., Washington D.C., 1979, pp. 185-203).
- 3) S. Konosu and K. Yamaguchi: The flavor components in fish and shellfish, in "Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products" (ed. by E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard, and D.R. Ward), Avi Publishing Co., Westport, Connecticut, 1982, pp. 367-404.
- 4) 須山三千三, 鴻巣章二: 水産食品学, 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, 1987, pp. 80-89.
- 5) 山口勝巳, 渡辺勝子: 魚介肉の味とエキス成分, 「魚介類のエキス成分 水産学シリーズ72」(坂口守彦編), 恒星社厚生閣, 東京, 1988, pp. 104-115.
- 6) 清水 亘: 蒲鉾, 第1版, 生活社, 東京, 1944, pp. 25-39.
- 7) 清水 亘: 水産動物肉に関する研究第7報数種の魚肉の成分. 日水誌, **15**, 32-34 (1949).
- 8) 清水 亘: 水産動物肉に関する研究第6報マグロ肉の非タンパク態窒素. 日水誌, **15**, 28-31 (1949).
- 9) 金田尚志: 油の味. ニューフードインダストリー, **24**, 12-14 (1982).
- 10) 須山三千三, 鈴木 洋: サメ類筋肉の含窒素エキス成分. 日水誌, **41**, 787-790 (1975).
- 11) 志水 寛, 多田政実, 遠藤金次: プリ筋肉化学組成の季節変化-I 水分, 脂質および粗蛋白. 日水誌, **39**, 993-999 (1973).
- 12) 須山三千三: マグロ肉のうま味, 「マグロの生産から消費まで」(小野征一郎編), 成山堂書店, 東京, 1998, pp. 178-179.
- 13) 鴻巣章二, 渡辺勝子: 養成および天然マダいのエキス成分の比較. 日水誌, **42**, 1263-1266 (1976).
- 14) 森下達雄, 宇野和明, 高橋 喬: 養殖マダいの成長に伴う含窒素エキス成分量の変動. 日水誌, **53**, 1871-1881 (1987).
- 15) 須山三千三, 平野敏行, 岡田憲明, 渋谷智晴: 天然および養殖アユの品質に関する化学的研究-I 一般成分, 遊離アミノ酸および関連物質. 日水誌, **43**, 535-540 (1977).
- 16) 平野敏行, 須山三千三: 天然および養殖アユの脂質の脂肪酸組成とその季節変化. 日水誌, **49**, 1459-1464 (1983).
- 17) 中島宣郎, 市川恒平, 鎌田正樹, 藤田栄一郎: 食品中の5'-リボスクレオチドについて. 農化, **35**, 797-802 (1961).
- 18) Official Methods of Analysis of AOAC International (ed. by Patricia Cunniff), 16th ed., AOAC International, Arlington, Virginia, 1996.
- 19) 斎藤恒行, 内山 均, 梅本 滋, 河端俊治: 水産生物化学・食品学実験書, 恒星社厚生閣, 東京, 1974, pp. 295-299.
- 20) 宮崎英策, 内田倅喜, 小西和彦: 生化学領域における光電比色法 (各論2), 南江堂, 東京, 1958, pp. 95-99.
- 21) 大島幸吉, 佐々木衛, 里館健吉: 水産化学実験法, 第6版, 丸善出版, 東京, 1949, pp. 295-299.
- 22) C. H. Fiske and Y. Subbarow: The Colorimetric determination of Phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**, 375-400 (1925).
- 23) 金子 弘: TLC-FID法の油脂及び脂質分析への応用. 油化学, **32**, 565-573 (1983).
- 24) T. Indow: A general equi-distance scale of the four qualities of taste. *Jap. Psychol. Res.*, **8**, 136-150 (1966).
- 25) 二宮恒孝, 池田真吾, 山口静子, 吉川知子: アミノ酸の呈味に関する研究, 「第6回官能検査大会発表報文」(官能検査シンポジウム組織委員会編), 日科技連, 東京, 1965, pp. 16-37.
- 26) 二宮恒孝, 池田真吾, 山口静子, 吉川知子: 各種アミノ酸の呈味に関する研究, 「第7回官能検査大会発表報文」(官能検査シンポジウム組織委員会編), 日科技連, 東京, 1966, pp. 109-123.
- 27) 吉川誠二: 呈味パターンの数量的研究, 「新版官能検査ハンドブック」(日科技連官能検査委員会編), 日科技連出版社, 東京, 1973, pp. 753-763.
- 28) 田村真八郎, 鈴木忠直, 松永隆司: パターン類似率とその応用. 日食工誌, **32**, 847-856 (1985).
- 29) T. Hayashi, K. Yamaguchi, and S. Konosu: Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J. Food Sci.*, **46**, 479-483, 493 (1981).
- 30) 鴻巣章二, 渡辺勝子, 郡山 剛, 白井隆明, 山口勝巳: ホタテガイのエキス成分とオMISSIONテストによる呈味有効成分の同定. 日食工誌, **35**, 252-258 (1988).
- 31) 清水 亘: 水産動物肉に関する研究第5報マグロ肉成分の季節的变化. 日水誌, **13**, 27-28 (1947).
- 32) 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. 日水誌, **48**, 89-95 (1982).
- 33) H. Tuorila, C. Sommarahl, L. Hyvönen, K. Leporanta, and P. Merimaa: Sensory attributes and acceptance of sucrose and fat in strawberry yoghurts. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **28**, 359-369 (1993).
- 34) T. A. Gilbertson: Gustatory mechanisms for the detection of fat. *Curr. Opin. Neurobiol.*, **8**, 447-452 (1998).

*3 平成9年度水産物機能栄養マニュアル化基礎調査事業研究成果の概要, pp. 77-83, pp. 90-97.