メヒカリの栄養成分

水野時子・山田幸二

(郡山女子大学短期大学部)

Nutritional components of greeneye (*Chlorophthalmus albatrossis*)

Tokiko Mizuno, Koji Yamada

Koriyama Women's Junior College, 3-25-2, Kaisei Koriyama, Fukushima, 963-8503

〒963-8503 福島県郡山市開成 3-25-2

We investigated the nutritional components of greeneye, the official fish of Iwaki city, Fukushima Prefecture, using specimens from different fishing grounds (in Aichi Prefecture and Miyazaki Prefecture and offshore of Joban).

1. The nutritional components were as follows: water, 66.6-75.2%; protein, 14.2-15.8%; lipids, 5.4-14.9%; ash, 2.6-3.6%. Differences among the fishing grounds were particularly significant for the lipid content.
2. The limiting amino acid was tryptophan, and the amino acid score was 83.
3. The primary free amino acids were lysine, taurine, alanine, leucine, and glutamate. The total free amino acid content varied among the fishing grounds. In addition, compared to other amino acids, the taurine content was significantly affected by cooking.
4. The fatty acid composition of the lipids mainly included palmitic acid (approximately 24%), oleic acid (approximately 42%), icosapentaenoic acid (EPA; approximately 6%), and docosahexaenoic acid (DHA; approximately 10%), indicating a high proportion of oleic acid.
5. For the whole body, the cholesterol and taurine contents decreased when the head and viscera were removed.

1. 緒 言

近年わが国では、平均寿命の延長や食生活の向上とともに健康志向が高まり、食品の健康機能に対する関心が高い。日本人の食生活の特徴は、魚介類の摂取量が多いことである。魚の摂取量や摂取頻度は、疾病の発症率の低減¹⁾や死亡率の低下^{2) 3)}に関与することが報告されている。また魚油に多く含まれている n-3 多価不飽和脂肪酸、すなわちイコサペンタエン酸 (C₂₀:5EPA)、ドコサヘキサエン酸 (C₂₂:6DHA) は脳卒中 (脳梗塞) 予防作用⁴⁾、血中脂質低下作用⁵⁾等のあることが知られている。

福島県いわき市では2001年に、市民に親しまれていることからメヒカリ (写真1) を「市の魚」に制定した。メヒカリは青森県から鹿児島県にいたる大陸棚斜面上部の水深100~450m海域に生息するアオメエソ科の底生魚で、標準和名はアオメエソ (*Chlorophthalmus albatros-*

sis) である。漁獲は周年行われ、漁況にも影響されるが平均して10月~12月の冬場に多い⁶⁾。体長15cmほどの小型魚であり、肉質は白色で魚肉、骨とともに脆弱であ

写真1

る。そのため、頭部と内臓を除去せずに魚体全体を調理に用い食されることが多い。しかし、メヒカリの生態は十分に解明されておらず、また漁獲海域の異なるメヒカリを用いての栄養成分についての報告はあまり見られない。そこで、漁獲海域の異なるメヒカリを用いて、メヒカリの一次機能（栄養的機能）成分、二次機能（嗜好的機能）成分、三次機能（生理的機能）成分を、同時期に市場に出回り日本人に食されることが多いイワシ、アジ、サンマと比較し検討した。また、調理による遊離アミノ酸組成の変動を検討した。

2. 実験方法

1) 実験試料

実験に用いたメヒカリ（愛知県産、宮崎県産、常磐沖産）、イワシ、アジ、サンマは9～10月にかけて郡山市内の大手スーパー、および魚市場より入手した。メヒカリ、イワシは丸ごと食することから魚体全体、アジとサンマは頭と内臓を取り除き食されることが多いので頭と内臓を除いてヒスコトロン（日音医理工科機械製造所製）を用いホモジネートし分析に供した。メヒカリの調理は魚体全体を用い、①500ワットの電子レンジで3分間加熱調理（電子レンジ）、②200℃の電気オーブンで8分間加熱調理（オーブン）、③植物油を用いての素揚げ調理（素揚げ）、④片栗粉をまぶし植物油を用いて揚げたから揚げ（から揚げ）、⑤薄力粉：水＝1：2（重量比）の衣をつけて植物油で揚げた天ぷら（天ぷら）、⑥薄力粉・全卵・パン粉の順に付けて植物油で揚げたフライ（フライ）を行った。③～⑥は日立天ぷらなべNT-110を用い設定温度180℃で2分間調理した。

2) 分析方法

水分は105℃常圧加熱乾燥法⁷⁾、タンパク質はケルダール法⁷⁾によって窒素を測定し6.25を乗じて算出、脂質はクロロホルム：メタノール（2：1）の混液を溶媒として用いFolch法⁸⁾に準じて抽出し重量法、灰分は550℃直接灰化法⁸⁾により求めた。ミネラル組成は、乾式灰化

後塩酸抽出を行いICP発光分析法により求めた。タンパク質構成のアミノ酸組成の分析は、真空下において6N塩酸により110℃で24時間加水分解後、一定量としJLC/V（日本電子株式会社）を用いて行った。シスチンおよびメチオニンはギ酸により分解後、6N塩酸により150℃で20時間加水分解しシスチン酸およびメチオニンスルホンとして測定した。トリプトファンは水酸化バリウムにより加水分解後、高速液体クロマトグラフ（カラム：ジエールサイエンス（株）製 Inertsil ODS-2、（φ4.6 mm × 250 mm）を用いて測定した。

遊離アミノ酸組成は、試料の40倍量の1%ピクリン酸を加え、超高速万能ホモジナイザーを用いホモジナイズと除タンパク質を行い、その上清をDowex-2、X-8のカラムによりピクリン酸を除去し蒸発乾固後、pH2.2のクエン酸緩衝液で一定量とし分析に供した。アミノ酸の分析は日立L-8800形の高速アミノ酸自動分析計を用い生体液分析法で行った。調理品については、衣をつけた状態で分析に用いた。コレステロールは、ケン化したのちZak法⁹⁾により測定した。脂質中の脂肪酸組成は、Folch法⁸⁾によって抽出した脂質を5%塩酸メタノールでメチルエステル化し日立製G-3500型ガスクロマトグラフィーで分析した。なお、分析はキャピラリーカラム（CP-sil 88, for FAME 50m × 0.25mm）を用い、カラム温度190℃、注入口温度270℃、ディテクター温度300℃の条件で行った。実験結果の有意差の検定は、一次項分散分析（エクセル統計2006）にて行った。

3. 実験結果および考察

1) メヒカリの一般成分

魚類の一般成分を表1、タンパク質のアミノ酸組成を表2、必須アミノ酸パターン（学童期前2～5歳/1985年FAO/WHO/UNU）に対するアミノ酸の割合とアミノ酸スコアを表3、無機質組成を表4にそれぞれ示した。

メヒカリのタンパク質含量は、愛知県産14.2%、宮崎県産15.8%、常磐沖産14.3%で漁獲海域の違いにより統

表1 魚類の一般成分（%）

(魚獲月：9月)																
水分				タンパク質				脂質		灰分						
メヒカリ ¹⁾																
愛知県産 (n=5)	66.6	±	1.5	³⁾	^{c4)}	14.2	±	0.4	^b	14.9	±	1.9	^a	2.6	±	0.3
宮崎県産 (n=5)	75.2	±	1.4	^a		15.8	±	0.3	^a	5.4	±	1.4	^c	3.6	±	0.9
常磐沖産 (n=5)	70.3	±	1.3	^b		14.3	±	0.3	^b	11.2	±	1.2	^b	2.8	±	0.2
平均 (n=15)	71.0	±	4.2			14.8	±	0.8		10.5	±	4.2		3.0	±	0.7
イワシ (n=5) ¹⁾	64.8	±	2.2			18.2	±	0.5		11.5	±	1.8		3.8	±	0.5
サンマ (n=5) ²⁾	56.7	±	2.0			18.0	±	0.8		19.2	±	1.6		1.5	±	0.2
アジ (n=5) ²⁾	70.8	±	2.6			19.2	±	0.7		9.5	±	1.7		1.8	±	0.3

1) 魚体全体を試料として分析した

2) 頭と内臓を除去し分析した

3) 平均±標準偏差

4) a, b, cの異なった記号はメヒカリの漁獲海域において有意差があることを示す (p<0.05)

表2 魚類タンパク質のアミノ酸組成 (mg/g タンパク質)

	メヒカリ ¹⁾	マイワシ	サンマ	アジ
イソロイシン	40	46	46	47
ロイシン	71	79	78	80
リジン	77	90	88	93
メチオニン	29	29	32	31
シスチン	8	10	11	11
フェニルアラニン	41	41	40	42
チロシン	29	33	34	35
スレオニン	41	46	46	47
トリプトファン	9	11	11	11
バリン	46	53	52	52
ヒスチジン	23	51	58	41
アルギニン	48	56	56	59
アラニン	64	60	58	60
アスパラギン酸	92	98	97	100
グルタミン酸	135	140	130	140
グリシン	61	48	48	47
プロリン	40	34	35	36
セリン	39	39	39	40

1) 宮崎県産，魚体全体を試料として分析した。

メヒカリ以外の魚は改訂 日本食品アミノ酸組成表値を引用した

表3 メヒカリの必須アミノ酸パターンに対する割合とアミノ酸スコア

必須アミノ酸	評点パターン* (mg/g タンパク質)	メヒカリ
イソロイシン	28	141
ロイシン	66	108
リジン	58	132
含硫アミノ酸 (メチオニン+シスチン)	25	150
芳香族アミノ酸 (フェニルアラニン+チロシン)	63	111
スレオニン	34	120
トリプトファン	11	83
バリン	35	130
ヒスチジン	19	119
アミノ酸スコア		83
第1制限アミノ酸		トリプトファン

* 「アミノ酸評点パターン（学童期前2-5歳）」
(1985年 FAO/WHO/UNU 合同専門家協議会報告)。

計的な有意差は認められたが変動幅は小さかった。魚類のタンパク質含量は，魚種やその年齢などによって異なるが，水分や脂質含量に比べ季節変動はほとんどみられず周年ほぼ一定であることが知られている¹⁰⁾。メヒカリのタンパク質含量も大きな季節変動は見られず15%前後のタンパク質を含有していることが報告^{11)~13)}されている。本研究とあわせ考えると，メヒカリのタンパク質含量は漁獲海域による変動は小さくまた周年約15%で，試料部位が同じ条件でないことから比較は必ずしも適正ではないが，イワシの18.2%，サンマの18.0%，アジの19.2%

表4 メヒカリの無機質組成 (mg/100g)

	メヒカリ ¹⁾
カルシウム	662
リン	477
マグネシウム	40
鉄	3.0
亜鉛	1.8
マンガン	0.12
銅	0.07

1) 宮崎県産，魚体全体を試料として分析した

に比べて若干低値であることが示された。しかし，乾物換算値ではメヒカリ全体で51.0%，イワシ51.7%，サンマ41.6%，アジ65.8%で，アジより低値であったがイワシと同程度でサンマより高値を示した。

メヒカリのタンパク質中のアミノ酸組成は，グルタミン酸 (Glu)，アスパラギン酸 (Asp)，リジン (Lys)，ロイシン (Leu) が高値で，シスチン，トリプトファン (Trp) が低値であった。イワシ，アジ，サンマのアミノ酸組成と比較し，ヒスチジン (His) は低値ではあったが類似したアミノ酸組成を示した。魚介類の筋肉タンパク質中のアミノ酸組成は，魚種間に差はほとんど見られず比較的一定であることが知られており¹⁴⁾，メヒカリも例外ではないことが示された。必須アミノ酸パターンに対するメヒカリのアミノ酸の割合は，Trp 以外の必須アミノ酸はいずれも100を越え，アミノ酸スコアは83でTrpが制限アミノ酸であった。魚類のアミノ酸スコアは100ないし100に近いが，マダイ，サバのアミノ酸スコア

はそれぞれ97, 99で制限アミノ酸はメヒカリと同じTrpであることが報告されている¹⁵⁾。しかし、主食であるコメや小麦タンパク質に少ないLys含量が他の魚と同様に高かった。

メヒカリの脂質含量は、宮崎県産5.4%<常磐沖産11.2%<愛知県産14.9%でタンパク質、灰分に比べて漁獲海域による大きな変動が見られた。また水分含量は宮崎県産75.2%>常磐沖産70.3%>愛知県産66.6%で、脂質含量と水分含量には逆の関係が見られた。魚類の脂質含量は同一種でも季節、年齢生殖腺熟度などによって大きく変動すること、脂質が蓄積する季節には水分が減少し脂質が減少する時期には水分が増加し、両者の和が80%前後になる場合が多いことが知られている¹⁰⁾。メヒカリの脂質含量も季節変動が見られ特に秋に脂質含量が高いこと¹³⁾、魚体全長と脂質含量との間に高い相関を示すこと¹⁵⁾が報告されている。さらに本報告の結果、漁獲海域の異なるメヒカリも脂質と水分の和が愛知県産は81.5%、宮崎県産は80.6%、常磐沖産は81.5%であった。メヒカリの脂質含量は、タンパク質と同様に試料部位が同じでないことから比較するには問題もあるが、同時期に漁獲されたサンマの19.2%に比べ低値で同じ白身の魚で底棲魚であるヒラメの2.0% (5訂日本食品標準成分表値) に比べ高値であった。

メヒカリのコレステロール (Chol) 含量は、表として示してはいないが魚体全体を試料とした場合210mg/100g、頭と内臓を除去した場合187mg/100gであった。魚体全体を試料としたメヒカリのChol含量は、魚体丸ごと食するシシャモ230mg/100g、ワカサギ210mg/100g (5訂日本食品標準成分表値) と同程度であったが、頭と内臓を取り除くことにより約89%に減少した。

メヒカリの灰分含量は、2.6~3.6% (平均3.0%) で漁獲海域による統計的な差は認められなかった。魚体全体を用いたメヒカリの3.0%とイワシの3.8%は頭と内臓を除去したサンマの1.5%、アジの1.8%に比べて高値で、骨や内臓も含めて1尾丸ごと食する魚は灰分を多量に摂取することが出来る。メヒカリのカルシウム (Ca) 含量は662mg/100gで、メヒカリと同様に魚体全体を食するシシャモ330mg/100g、ワカサギ450mg/100g (5訂日本食品標準成分表値) と比べても1.5~2倍のCaを含有していた。国民健康・栄養調査結果によるCa摂取量は、「日本人の食事摂取基準」の目標量を満たしていないことから、現代はメヒカリのようなCa含量の高い食品の摂取が望まれる。メヒカリの鉄 (Fe) 含量は3.0mg/100gで、Feを含むヘムタンパク質に富むためFe含量が高いカツオ1.9mg/100gやマグロ1.1mg/100g (5訂日本食品標準成分表値) よりも含量が高かった。FeもCaと同じく摂取不足傾向にある無機質であり、不足により貧血や運動機能の低下、認知機能などの低下を招くことが知られている¹⁶⁾。メヒカリの亜鉛 (Zn) 含量は

1.8mg/100gであった。近年日本ではCa、Fe以外の微量元素ではZnの欠乏による味覚などの感覚異常、成長遅延、食欲不振などが知られている¹⁶⁾。Znは皮膚や骨、内臓に多い (5訂日本食品標準成分表値) ので、1尾丸ごと食することの出来るメヒカリは貴重な供給源と考えられる。

2) メヒカリの遊離アミノ酸組成

メヒカリ、イワシ、サンマ、アジの遊離アミノ酸組成を表5に示した。

メヒカリの遊離アミノ酸総量は、愛知県産<常磐沖産<宮崎県産の順に高値を示し漁獲海域により統計的な有意差が認められた。宮崎県産は、愛知県産、常磐沖産に比べてAsp、セリン (Ser)、グルタミン (Gln)、チロシン (Tyr)、His、アンセリン (Ans: β -アラニル-L-ヒスチジン)、アルギニン (Arg) 以外のアミノ酸が高値であった。しかし、個々のアミノ酸の遊離アミノ酸総量に占める割合はArgを除き漁獲海域による大きな違いは見られなかった。Argは愛知県産、宮崎県産に対して常磐沖産が顕著に高値を示し、遊離アミノ酸総量に占めるArgの割合は愛知県産3.5%、宮崎県産2.1%に比べて常磐沖産10.8%で高く漁獲海域による違いが見られた。

メヒカリの主要な遊離アミノ酸は、どの漁獲海域においてもLys、タウリン (Tau) で、次いでアラニン (Ala)、Leu、Gluであった。久留ら¹³⁾の周年メヒカリで含量が高い遊離アミノ酸の報告と一致していた。イワシ、サンマ、アジの遊離アミノ酸組成がHisに著しく偏っているのに対して、メヒカリはGln、 γ -アミノ酪酸、オルニチンの他は概して平均的であった。魚介類の遊離アミノ酸組成は、タンパク質中のアミノ酸組成と異なり魚種間に大きな違いが見られることが知られている¹⁴⁾。

食品に含まれる遊離アミノ酸は、呈味性との関わりが指摘され、食品の嗜好的価値を左右するのに大切な役割を果たしている¹⁷⁾。特に、魚介類の味に大きく関与することが報告¹⁸⁾されているGlu、Ala、Argは、メヒカリのどの漁獲海域においてもイワシに比べて低値であったが、アジ、サンマに比べて高値であった。メヒカリは官能評価により、遊離アミノ酸の増加する夏 (6月下旬~7月上旬) および脂質含量の最も高い秋 (10月上旬) に美味であることが報告されている¹³⁾。

近年、生体内において個々のアミノ酸が独自の生理機能を発揮することが明らかになってきた¹⁷⁾。BCAA (分岐鎖アミノ酸: バリン・Leu・イソロイシンの総量) はエネルギー活性化等、Argは成長ホルモン分泌促進作用等、ジペプチドであるAnsやカルノシン (β -アラニル-L-ヒスチジン) は抗酸化作用等、Glnは胃粘膜保護作用・免疫活性化機能等が報告¹⁷⁾されている。メヒカリのBCAA、Arg、Ans、Gln含量は、どの漁獲海域においてもイワシに比べて低値であったがサンマやアジに比較して高値であった。

一般に魚介類に多くコレステロール上昇抑制作用や肝

メヒカリの栄養成分

表5 魚類の遊離アミノ酸組成 (mg/100g dry matter basis, 漁獲月9月)

	メヒカリ ¹⁾															
	愛知県産 (n=5)			(%) ⁴⁾	宮崎県産 (n=5)			(%)	常磐沖産 (n=5)			(%)	平均 (n=15)		(%)	
タウリン	172.3	±	16.8 ^{3) b, 5)}	11.9	276.8	±	30.1 ^a	7.9	145.1	±	7.8 ^b	6.5	198.1	±	60.3	8.3
アスパラギン酸	46.9	±	7.0 ^b	3.2	76.6	±	24.3 ^a	2.2	81.5	±	4.4 ^a	3.7	68.3	±	21.3	2.9
スレオニン	64.6	±	12.8 ^b	4.5	164.1	±	35.6 ^a	4.7	85.8	±	2.5 ^b	3.9	104.8	±	48.1	4.4
セリン	48.2	±	7.5 ^b	3.3	83.0	±	14.9 ^a	2.4	86.7	±	3.7 ^a	3.9	72.6	±	20.0	3.0
グルタミン酸	120.4	±	22.4 ^b	8.3	337.7	±	73.3 ^a	9.7	149.1	±	5.7 ^b	6.7	202.4	±	106.1	8.5
グルタミン	12.1	±	2.5 ^b	0.8	40.9	±	13.1 ^a	1.2	32.1	±	3.0 ^a	1.4	28.4	±	14.4	1.2
グリシン	38.2	±	3.5 ^b	2.6	115.3	±	20.9 ^a	3.3	56.3	±	3.9 ^b	2.5	69.9	±	35.2	2.9
アラニン	120.3	±	18.5 ^b	8.3	344.7	±	64.6 ^a	9.9	153.8	±	7.5 ^b	6.9	206.3	±	106.3	8.7
バリン	61.1	±	10.9 ^b	4.2	208.0	±	49.4 ^a	6.0	96.6	±	7.3 ^b	4.4	121.9	±	69.2	5.1
メチオニン	44.6	±	8.9 ^b	3.1	146.1	±	39.1 ^a	4.2	82.4	±	9.8 ^b	3.7	91.0	±	48.2	3.8
イソロイシン	51.8	±	11.0 ^b	3.6	177.1	±	42.4 ^a	5.1	69.4	±	10.3 ^b	3.1	99.4	±	61.2	4.2
ロイシン	102.1	±	21.4 ^b	7.1	329.0	±	84.8 ^a	9.4	182.3	±	23.2 ^b	8.2	204.5	±	107.5	8.6
チロシン	41.7	±	10.0 ^b	2.9	75.4	±	16.2 ^a	2.2	82.0	±	14.5 ^a	3.7	66.4	±	22.4	2.8
フェニルアラニン	56.1	±	10.5 ^b	3.9	169.0	±	42.4 ^a	4.8	81.4	±	16.8 ^b	3.7	102.2	±	55.4	4.3
β-アラニン	7.3	±	1.6 ^c	0.5	24.0	±	1.3 ^a	0.7	12.6	±	1.9 ^b	0.6	14.7	±	7.1	0.6
γ-アミノ酪酸	3.6	±	1.8 ^{ab}	0.2	8.3	±	4.0 ^a	0.2	1.8	±	0.1 ^b	0.1	4.6	±	3.7	0.2
オルニチン	11.7	±	2.6 ^b	0.8	43.9	±	5.1 ^a	1.3	10.6	±	1.1 ^b	0.5	22.1	±	15.8	0.9
リジン	204.0	±	42.7 ^c	14.1	411.3	±	69.1 ^a	11.8	300.1	±	19.4 ^b	13.5	305.1	±	97.5	12.8
1-メチルヒスチジン	8.9	±	1.7 ^c	0.6	35.3	±	3.1 ^a	1.0	18.8	±	2.2 ^b	0.8	21.0	±	11.1	0.9
ヒスチジン	36.7	±	9.4 ^b	2.5	84.4	±	10.2 ^a	2.4	74.9	±	7.0 ^a	3.4	65.4	±	22.5	2.7
アンセリン	80.7	±	20.7 ^b	5.6	114.8	±	16.3 ^a	3.3	110.2	±	3.5 ^{ab}	5.0	101.9	±	21.5	4.3
アルギニン	50.7	±	23.6 ^b	3.5	72.4	±	22.7 ^b	2.1	239.1	±	28.6 ^a	10.8	120.7	±	87.8	5.1
プロリン	61.6	±	13.1 ^b	4.3	150.3	±	26.9 ^a	4.3	66.4	±	2.2 ^b	3.0	92.8	±	44.3	3.9
分岐鎖アミノ酸 ⁶⁾	215.0	±	43.1 ^b		714.1	±	176.3 ^a		348.3	±	40.5 ^b		425.8	±	236.7	
総量	1445.6	±	222.5 ^c	100.0	3488.4	±	608.5 ^a	100.0	2218.9	±	131.4 ^b	100.0	2384.4	±	904.1	100.0

	イワシ (n=5) ¹⁾				サンマ (n=5) ²⁾				アジ (n=5) ²⁾			
	AV	±	SE	(%)	AV	±	SE	(%)	AV	±	SE	(%)
タウリン	327.5	±	37.6	6.9	178.1	±	11.9	10.1	222.4	±	15.6	14.6
アスパラギン酸	158.0	±	27.5	3.3	5.2	±	2.6	0.3	4.9	±	6.0	0.3
スレオニン	135.1	±	17.1	2.8	10.9	±	1.6	0.6	22.4	±	6.6	1.5
セリン	145.3	±	18.5	3.1	12.5	±	1.8	0.7	18.5	±	8.0	1.2
グルタミン酸	273.3	±	42.6	5.7	32.4	±	5.4	1.8	55.5	±	13.6	3.6
グルタミン	32.9	±	4.6	0.7	4.5	±	0.7	0.3	4.1	±	1.6	0.3
グリシン	98.1	±	12.8	2.1	20.4	±	1.9	1.2	30.3	±	6.5	2.0
アラニン	296.3	±	32.3	6.2	42.5	±	6.3	2.4	61.2	±	10.7	4.0
バリン	183.8	±	23.8	3.9	17.9	±	2.1	1.0	21.7	±	8.7	1.4
メチオニン	127.2	±	17.4	2.7	7.1	±	1.2	0.4	13.2	±	4.7	0.9
イソロイシン	161.5	±	21.6	3.4	10.2	±	1.5	0.6	12.1	±	6.3	0.8
ロイシン	322.5	±	44.4	6.8	18.3	±	2.7	1.0	21.8	±	11.8	1.4
チロシン	154.8	±	21.2	3.3	11.0	±	1.8	0.6	15.1	±	6.4	1.0
フェニルアラニン	182.9	±	25.8	3.8	10.6	±	1.5	0.6	14.9	±	6.2	1.0
β-アラニン	tr				1.1	±	0.6	0.1	1.2	±	0.7	0.1
γ-アミノ酪酸	11.8	±	2.4	0.2	0.1	±	0.3	0.0	1.0	±	0.1	0.1
オルニチン	28.9	±	3.8	0.6	3.0	±	1.0	0.2	6.0	±	5.0	0.4
リジン	345.0	±	50.9	7.2	29.0	±	7.0	1.6	39.0	±	25.1	2.6
1-メチルヒスチジン	tr				tr				tr			
ヒスチジン	1327.4	±	135.4	27.9	1337.6	±	111.0	75.6	919.8	±	133.2	60.3
アンセリン	98.7	±	20.7	2.1	tr				9.9	±	16.6	0.7
アルギニン	224.0	±	34.2	4.7	8.4	±	2.5	0.5	17.6	±	9.6	1.2
プロリン	128.3	±	15.2	2.7	9.0	±	0.9	0.5	12.6	±	5.3	0.8
分岐鎖アミノ酸 ⁶⁾	667.9	±	89.7		46.4	±	0.5		55.5	±	26.8	
総量	4763.4	±	589.4	100.0	1769.9	±	107.0	100.0	1525.3	±	176.6	100.0

1) 魚体全体を試料として分析した。

2) 頭と内臓を除去して分析した

3) 平均±標準偏差

4) 遊離アミノ酸総量に占める各アミノ酸の割合を示す

5) a, b, cの異なった記号はメヒカリの漁獲海域において有意差があることを示す (p<0.05)

6) 分岐鎖アミノ酸; バリン・ロイシン・イソロイシンの総量。

*対応するアミノ酸において頭および内臓の有無により有意差のあることを示す (p < 0.05))

図1 メヒカリの頭および内臓の有無による遊離アミノ酸の差異 (mg/100g dry matter basis)

表6 調理によるメヒカリ¹⁾の遊離アミノ酸組成 (mg/100g 除水分除脂肪)

	素揚げ		電子レンジ		オープン	
タウリン	231.70	± 18.13 ^{2) ab3)}	244.90	± 13.41 ^a	212.30	± 12.12 ^b
アスパラギン酸	85.71	± 4.34	84.42	± 20.74	74.19	± 17.18
スレオニン	94.91	± 5.50	98.36	± 12.79	86.16	± 17.31
セリン	80.26	± 5.77	75.26	± 14.32	66.37	± 12.18
グルタミン酸	159.14	± 6.49	166.40	± 18.51	148.98	± 23.95
グルタミン	30.12	± 2.82	34.57	± 4.43	30.48	± 8.55
グリシン	77.69	± 7.21	82.97	± 7.59	72.67	± 6.40
アラニン	190.60	± 13.63	202.74	± 16.53	188.96	± 26.08
バリン	106.59	± 6.48	119.34	± 15.77	106.00	± 23.72
メチオニン	70.11	± 2.40	79.62	± 12.73	70.24	± 17.66
イソロイシン	85.10	± 3.22	96.17	± 14.33	84.83	± 21.69
ロイシン	161.89	± 7.15	186.80	± 28.02	168.99	± 43.26
チロシン	84.06	± 4.28	98.03	± 14.14	90.60	± 21.09
フェニルアラニン	88.77	± 4.56	106.14	± 15.30	95.08	± 23.12
β-アラニン	25.55	± 2.14	27.60	± 2.58	25.88	± 2.55
γ-アミノ酪酸	2.78	± 0.17	3.67	± 0.84	2.88	± 0.20
オルニチン	10.74	± 1.22	16.33	± 4.92	11.77	± 2.64
リジン	195.06	± 11.85	210.36	± 28.69	195.18	± 47.31
1-メチルヒスチジン	33.50	± 5.45	34.80	± 3.48	33.16	± 4.69
ヒスチジン	54.67	± 4.18	60.61	± 4.92	54.98	± 4.29
アンセリン	123.87	± 28.85	122.03	± 2.78	131.28	± 49.41
アルギニン	107.68	± 18.04	127.28	± 14.96	128.38	± 21.81
プロリン	82.50	± 4.25	88.56	± 11.68	71.92	± 12.30
総量	2182.99	± 133.54	2366.95	± 235.99	2151.32	± 301.37

1) 魚体全体を調理に用いた。

2) 平均±標準偏差

3) a, bの異なった記号は調理法において有意差のあることを示す (p < 0.05)

臓能改善等が報告¹⁰⁾されている Tau は、メヒカリの漁獲海域により145.1mg～276.8mg/100g (平均198.1mg)と変動がみられた。イワシ327.5mg より低値であったが、サンマ178.1mg, アジ222.4mg と同程度含有していた。

メヒカリの頭および内臓の有無による遊離アミノ酸組成の差異を図1に示した。Tau, オルニチン (Orn) は、頭と内臓を除去することにより低下し統計的に有意差が見られた。Tau, Orn 以外のアミノ酸に有意な変動は見られなかった。メヒカリは、1尾として魚体全体を食すことにより Tau を有効に摂取出来ることが示された。

メヒカリの電子レンジ、オープン、素揚げ調理による遊離アミノ酸組成を表6、から揚げ、天ぷら、フライ調理による遊離アミノ酸組成を表7に示した。

電子レンジ、オープン、素揚げ調理による遊離アミノ酸は、電子レンジに比べてオープン、素揚げで Asp, Ser, Ans, Arg 以外のアミノ酸が低値で遊離アミノ酸総量も低値であった。特に Tau は、統計的な有意差が認められた。衣を付けた調理のから揚げ、天ぷら、フライでは、から揚げ、天ぷらに比べてフライで γ -アミノ酪酸,

His, Asn, Arg 以外のアミノ酸が低値で遊離アミノ酸総量も低値であった。特に Tau, 1-メチルヒスチジン, Ser, Arg は統計的に有意な有意差が認められた。Tau は調理や製造工程で溶出しやすいことが知られており¹⁹⁾、本研究の結果からも他のアミノ酸に比べて調理法による変動が大きいことが示された。

3) メヒカリの脂質中の脂肪酸組成

魚類の脂質中の主な脂肪酸組成を表8に示した。メヒカリのそれぞれの脂肪酸の割合は、漁獲海域により統計的に有意な差は認められたが脂肪酸組成パターンに大きな違いは見られなかった。メヒカリの脂肪酸組成パターンは、周年大きな違いがないことが報告されている^{11) 12)}。メヒカリの主要な脂肪酸は、パルミチン酸 (C_{16:0}) が約24%, オレイン酸 (C_{18:1}) が約42%, EPA が約6%, DHA が約9%で、イワシ、アジは C_{16:0} が最も高い割合を示したのに対し、メヒカリは C_{18:1} の割合が最も高かった。C_{18:1} は、善玉の HDL-コレステロール濃度を低下させずに血中総コレステロール濃度の低下作用を示すことが報告されている²⁰⁾。EPA は愛知県産に比べて常磐沖

表7 調理によるメヒカリ¹⁾の遊離アミノ酸組成 (mg/100g 除水分除脂肪)

	から揚げ			天ぷら			フライ		
タウリン	138.4	±	10.2 ^{2) ab 3)}	150.8	±	17.7 ^a	122.8	±	12.9 ^b
アスパラギン酸	54.6	±	9.0	48.7	±	2.7	41.9	±	7.8
スレオニン	54.7	±	5.1	51.8	±	10.4	49.1	±	7.4
セリン	49.6	±	6.2 ^a	44.9	±	4.6 ^{ab}	38.0	±	5.9 ^b
グルタミン酸	86.5	±	9.8	91.3	±	17.1	83.0	±	13.1
グルタミン	18.9	±	2.8	18.7	±	4.6	17.2	±	3.3
グリシン	44.3	±	4.5	45.5	±	6.0	37.7	±	3.0
アラニン	111.5	±	8.8	113.5	±	17.7	98.0	±	10.5
バリン	64.5	±	6.0	63.2	±	14.4	56.5	±	9.4
メチオニン	41.0	±	5.1	39.6	±	10.8	36.5	±	6.6
イソロイシン	50.6	±	5.9	48.3	±	12.9	46.0	±	8.7
ロイシン	98.0	±	11.9	93.2	±	24.8	87.7	±	16.7
チロシン	54.8	±	6.6	51.0	±	9.9	45.5	±	6.4
フェニルアラニン	55.0	±	6.8	53.0	±	13.8	49.6	±	8.5
β -アラニン	15.0	±	2.0	15.6	±	1.3	12.0	±	2.4
γ -アミノ酪酸	1.7	±	0.2	2.0	±	0.3	2.2	±	0.3
オルニチン	7.3	±	1.0	7.5	±	3.3	7.0	±	1.1
リジン	121.4	±	14.7	122.2	±	35.8	101.6	±	15.7
1-メチルヒスチジン	18.2	±	2.8 ^{ab}	19.7	±	1.5 ^a	13.4	±	2.9 ^b
ヒスチジン	31.8	±	3.5	36.6	±	11.3	32.8	±	8.3
アンセリン	71.7	±	7.6	102.0	±	41.7	75.7	±	9.4
アルギニン	77.4	±	11.0 ^{ab}	78.9	±	14.0 ^a	56.0	±	5.9 ^b
プロリン	50.6	±	5.2	45.9	±	7.7	45.9	±	4.4
総量	1317.6	±	127.7	1343.9	±	235.1	1156.2	±	147.9

1) 魚体全体を調理に用いた。

2) 平均±標準偏差

3) a, b の異なった記号は調理法において有意差のあることを示す (p < 0.05)

表8 魚類の脂質中の脂肪酸組成 (%)

	メヒカリ ¹⁾							
	愛知県産(n=5)	宮崎県産(n=5)	常磐沖産(n=5)	平均 (n=15)	イワシ ²⁾	アジ ²⁾		
C _{14:0}	4.5 ± 0.2 ^{3) b 4)}	5.0 ± 0.2 ^a	4.3 ± 0.2 ^b	4.6	9.8	4.4		
C _{16:0}	22.7 ± 0.6 ^b	25.1 ± 0.6 ^a	22.6 ± 0.7 ^b	23.5	24.7	32.5		
C _{16:1}	5.0 ± 0.4 ^b	6.8 ± 0.4 ^a	4.7 ± 0.4 ^b	5.5	11.6	9.1		
C _{18:0}	3.9 ± 0.3 ^b	4.6 ± 0.1 ^a	4.0 ± 0.2 ^b	2.2	3.2	5.6		
C _{18:1}	46.8 ± 0.9 ^a	36.5 ± 2.6 ^b	43.9 ± 2.3 ^a	42.4	11.3	20.9		
C _{18:2}	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.3	5.9	0.9		
C _{18:3}	tr	tr	tr	tr	tr	2.0		
C _{20:1}	2.8 ± 0.2	2.5 ± 0.1	2.7 ± 0.4	2.7	2.6	0.6		
C _{20:4}	1.2 ± 0.4 ^{ab}	1.4 ± 0.2 ^a	0.9 ± 0.04 ^b	1.2	tr	2.5		
C _{20:5}	4.6 ± 0.3 ^b	6.2 ± 0.8 ^a	7.1 ± 0.2 ^a	6.0	22.2	7.0		
C _{22:6}	7.4 ± 0.3 ^b	10.3 ± 1.3 ^a	8.4 ± 0.7 ^b	8.7	5.5	13.2		

1) 魚体全体を試料として分析した

2) 頭と内臓を除去し分析した

3) 平均±標準偏差

4) a, b, c の異なった記号はメヒカリの漁獲海域において有意差があることを示す (p<0.05)

産、宮崎県産が高く、常磐沖産、宮崎県産ではアジと同程度の割合であった。DHAは愛知県産、常磐沖産に比べて宮崎県産が高かったが、どの漁獲海域においてもイワシより高い割合であった。EPA, DHAには、血中脂質低下作用・血管梗塞性疾患予防作用等が報告され^{4) 5) 20)}、さらにDHAについてはアルツハイマー型認知症予防や改善効果、脳の発達する時期(乳児期)における栄養成分としての重要性を示す報告²¹⁾もある。しかし、EPAやDHAなどの高度不飽和脂肪酸は熱や光により極めて酸化されやすく油焼けをおこしやすい²¹⁾ことから、魚の干物や塩蔵品などで長時間貯蔵されたものには注意し、新鮮な魚を摂取することが望まれる。

4. 要 約

福島県いわき市の「市の魚」に制定されたメヒカリは、青森から鹿児島県にいたる大陸棚の比較的深いところに分布している小型魚で、肉質は白身であり魚肉、骨ともに脆弱であることから魚体全体を食されることが多い。そこで、漁獲海域の異なるメヒカリ(愛知県産、宮崎県産、常磐沖産)を用いて、メヒカリ(魚体全体)の栄養成分について検討した。

- ① 水分は66.6~75.2%, タンパク質は14.2~15.8%, 脂質は5.4~14.9%, 灰分は2.6~3.6%で、特に脂質含量は漁獲海域により変動が見られた。
- ② 制限アミノ酸はトリプトファンで、アミノ酸スコアは83であった。
- ③ 主要な遊離アミノ酸はLys, Tau, Ala, Leu, Gluであったが、遊離アミノ酸総量は漁獲海域により差が見られた。Tauは、他のアミノ酸に比べて調理による変動が大きかった。
- ④ 脂肪中の主な脂肪酸組成は、C_{16:0}が約24%, C_{18:1}が

約42%, C_{20:5}(EPA)が約6%, C_{22:6}(DHA)が約9%で、C_{18:1}の割合が高かった。

- ⑤ 魚体全体に対して、頭と内臓を除去することによりコレステロールとタウリンの含量はそれぞれ低下した。

引用文献

- 1) Iso H., Kobayashi M., Ishihara J., Sasaki S., Okada K., Kita Y., Kokubo Y., Tsugane S.: JPHC Study Group. Intake of Fish and n-3 Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease Among Japanese: The Japan Public Health Center-Based (JPHC) Study Cohort I, Circulation, 113, 195-202 (2006)
- 2) 平山 雄: 魚食と健康—魚介類摂取頻度別にみた死因別死亡率—, 中外医薬, 45: 157-162 (1992)
- 3) Yamagishi K., Iso H., Date C., Fukui M., Wakai K., Kikuchi S., Inaba Y., Tanabe N. and Tamakoshi A.: Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risk Study Group, Fish, ω -3 Polyunsaturated Fatty Acids, and Mortality from Cardiovascular Diseases in a Nationwide Community-Based Cohort of Japanese Man and Women, 52, 988-996 (2008)
- 4) Iso, H., Rexrode, K. M., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, C. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H. and Willett W. W.: Intake of Fish and Omega-3 Fatty Acid and Risk of Stroke in Women, J. Am. Med. Assoc., 285: 304-312, 2001.
- 5) Siratori C. R., Crepaldi G., Manzato E., Mancini M., Rivellese A., Paoletti R., Pazzucconi F., Pamparana F. and Stragliotto E.: One-year Treatment with Ethyl Esters of n-3 Fatty Acids in Patients with Hypertriglyceridemia and Glucose Intolerance Reduced Triglyceridemia, Total Cholesterol and Increased HDL-C without Glycemic Alterations, Atherosclerosis, 137, 419-429 (1998)
- 6) 福島県農林水産部水産課, 福島県海面漁業漁獲高統計平成19年度版, pp83 (2007)
- 7) 日本食品科学工学会委員会: 新・食品分析法, 光琳, 東京, pp 6-9, 40-43, 99-101 (1982)
- 8) Folch, J., Mlees, M., and Sloane Stanley, G.H.: A Simple

- Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissue, *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509 (1957)
- 9) Zak B.: Simple Rapid Microtechnic for Serum Total Cholesterol, *Am. J. Clin. Pathol.*, 27, 583-588 (1956)
- 10) 鈴木平光, 和田 俊, 三浦理代: 水産食品栄養学—基礎からヒトへ—, 技報堂出版, 東京, pp 7-19, pp244-245, pp271-288 (2004)
- 11) 財団法人ふくしま海洋科学館:「いわき市の魚・めひかり」生態基礎調査-2 (2004)
- 12) 財団法人ふくしま海洋科学館:「いわき市の魚・めひかり」生態基礎調査-3 (2005)
- 13) 久留亜希子, 落合芳博: 茨城県産魚類の筋肉成分組成の季節変化, 茨城大教育学部紀要, 43: 109-119 (1994)
- 14) 鴻巣章二監修: 魚の科学, 朝倉書店, 東京, pp 1-11 (1996)
- 15) 佐々木恵一, 県有用水産物の優位性の解明に関する研究 県産主要魚類の一般成分, 福島県水産試験場事業報告書 2006, 60-61 (2007)
- 16) 鈴木継美, 和田 攻: ミネラル・微量元素の栄養学, 第一出版, 東京, 1994, pp123-125. pp174-175. pp367-370. 厚生労働省策定: 日本人の食事摂取基準 (2005年版), 第一出版, 東京, pp.50-68 (2005)
- 17) (株)日本必須アミノ酸協会編: タンパク質・アミノ酸の科学, 工業調査会, 東京, pp212-228 (2007)
- 18) 鴻巣章二, 須山三千三編: 水産食品学. 恒星社厚生閣, 東京, pp35-37, pp67-68 (1991)
- 19) 笠岡 (坪山) 宣代: 魚介類の効果—魚油, タウリンを中心として—, 臨床栄養, 109, 299-306 (2006)
- 20) 竹内弘幸: 高度不飽和脂肪酸とオレイン酸の健康栄養機能, オレオサイエンス, 7 (10): 391-397 (2007)
- 21) 藤本健四郎: 魚の脂質の特徴と食品機能, 日本調理科学会誌, 39:271-276 (2006)