

島根県に水揚げされるマアナゴの一般成分と脂質特性

内田 浩¹

General ingredients and lipid characteristics of white-spotted conger *Conger myriaster* landed in Shimane Prefecture

Hiroshi UCHIDA

キーワード：マアナゴ，一般成分，粗脂肪含量，脂質組成，脂肪酸組成，
近赤外分光法，サイズ，雌雄別

マアナゴ *Conger myriaster* は、日本沿岸のほぼ全域および朝鮮半島沿岸、渤海、黄海、東シナ海に広く分布しており、¹⁾重要な水産資源の1つである。ウナギに似た細長い特徴ある体型や、寿司や天ぷらの食材となっていることから本種は日本人にとって馴染み深い魚である。主な漁場としては、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、日本海西部、東北沿岸などがあげられる。なお、漁獲量は全国的には減少傾向にあり、1995年から現在までの間に半減し、特に内湾漁場での減少が大きい。²⁾

島根県では大陸棚漁場の日本海西部海域において主に沖合底びき網（以下、沖底）や小型底びき網（以下、小底）がマアナゴを漁獲しており、その他のアナゴ科も含めたアナゴ類としての漁獲量は近年 400～700 トンの間で推移している。沖底で漁獲されたマアナゴの全長は 400～600 mm の大型のものが主体で、そのほとんどが雌である。雄の全長は小さく沖底におけるこれまでの報告での最大は全長 469 mm であり、500 mm 以上では全てが雌である。³⁾島根県所属の沖底船の多くは浜田漁港に水揚げし、そして多くのマアナゴは地元加工業者へ出荷されて「焼きアナゴ」の原材料として利用されている。⁴⁾

島根県ではこれまで、マアジやアカムツ等、県産魚の体成分を調査して品質評価を行っており、⁵⁻⁷⁾浜田漁港においては粗脂肪を基準としたブランド魚「どんちっちアジ」⁸⁾の誕生にも貢献している。島根県のマアナゴについてはこれまで品質評価を行っておらず、また、島根県沖で漁獲されるマアナゴの評価は決して高いものではないとされている。⁹⁾そこで、島根県産のマアナゴの品質を評価するために一般成分を調査した。さらに「どんちっちアジ」で利用されている脂質

測定器¹⁰⁾を用いて、マアナゴの粗脂肪を全長別季節別に測定するとともに、脂質組成および脂肪酸組成を調査したので報告する。

材料と方法

一般成分の測定 調査に用いたマアナゴは 2010 年 1～12 月にかけて沖底を主体に小底およびアナゴ筒漁業より漁獲されたものを計 8 回購入し、全長、体重、雌雄判別とともに一般成分（粗脂肪、粗タンパク質、水分、灰分）を測定した。

粗脂肪の測定方法は Bligh and Dyer¹¹⁾ に準じたクロロホルム-メタノール法とし、魚体左側の可食部を切り出し、皮付きのまま魚肉をフードプロセッサーで細断、-80℃で保存後適宜測定を行った。分析には皮を除去した魚肉約 20 g を用いた。また、粗タンパク質はケルダール法、水分は常圧加熱乾燥法、灰分は直接灰化法により測定した。なお、雌雄は生殖腺の肉眼観察より判別した。また、ここでは便宜的に 1～3 月を冬季、4～6 月を春季、7～9 月を夏季、10～12 月を秋季とした。

全長別粗脂肪の季節変化 2011 年 8 月～2012 年 4 月にかけて沖底で漁獲されたマアナゴについて、粗脂肪を季節別全長範囲別（全長 300 mm から 100 mm 毎に 800 mm まで）に近赤外分光法¹⁰⁾により測定した。測定には FQA-NIRGUN（株式会社シブヤ精機）を使用し、内田が作成した検量線を用いた。^{12,13)}この検量線は魚体左側肛門付近の近赤外線反射波から粗脂肪を測定するが、その誤差はほぼ 2%以内に収まる。本測定は、化学分析よりも精度は劣るものの、短時間で多くの個体を測定することが可能である。

¹ 漁業生産部 Fishery Productivity Division

雌雄別粗脂肪の比較 近赤外分光法により全長別に粗脂肪を測定した個体の中から、雌雄が混じる全長300～399 mm の階級および400～499 mm の階級の一部個体について、雌雄判別した後にクロロホルム-メタノール法により再度粗脂肪を測定した。

脂質組成および脂肪酸組成の分析 一般成分の測定に用いた個体の一部について、粗脂肪が10%以上およびそれ未満の2つに区分して脂質組成と脂肪酸組成を測定した。併せて雌雄別粗脂肪を比較した全長300～499 mm の個体についても、雌雄および粗脂肪(2%未満, 2～10%未満, 10%以上の3区分)により区分し、同様に脂質組成および脂肪酸組成を分析した。

脂質組成は、*n*-ヘキサン：ジエチルエーテル：酢酸(85:15:1)を展開溶媒として分離後、イアトロスキ

ヤンMK-6s(三菱化学メディエンス株式会社)で分析した。脂肪酸組成は、ケン化して脂肪酸を遊離させ、これをメチルエステル化した後、ガスクロマトグラフ(CG-1700, 株式会社島津製作所)により分析した。カラムはJ&W Scientific社DB-255キャピラリーカラムを使用した。

結果

一般成分 分析に用いたマアナゴの概要を表1に、分析結果を図1に示す。各調査日の検体の平均全長は637～690 mmと大型で、測定したマアナゴは全て雌であった。一般成分の年平均は粗脂肪11.2%、粗タンパク質16.3%、水分72.5%、灰分1.3%であった。

表1 分析に用いたマアナゴの概要(2010年)

日にち	1/12	2/23	4/9	5/31	8/3	9/17	11/11	12/6	total
漁業種類	沖底	小底	沖底	沖底	筒	小底	沖底	沖底	
測定数	10	10	10	10	10	9	15	5	79
全長(mm) 平均	677.9	683.2	686.4	684.3	690.3	687.7	646.9	637.0	674.7
標準偏差	14.7	59.6	34.7	36.1	53.9	72.9	66.6	35.6	52.8
体重(g) 平均	556.7	511.1	516.0	484.2	522.0	592.0	465.1	424.8	510.5
標準偏差	32.3	158.7	81.1	58.7	119.1	198.3	139.7	105.2	126.2

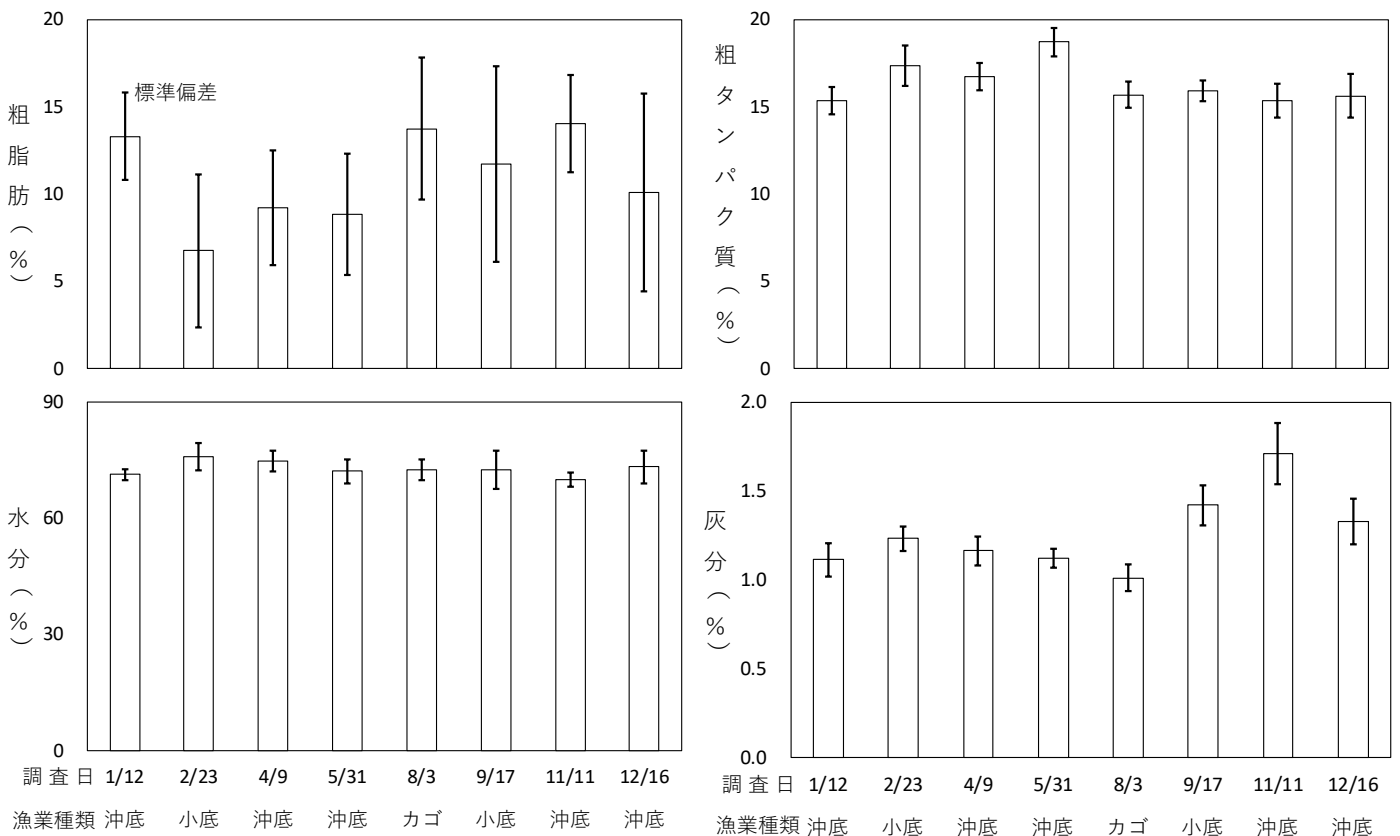


図1 マアナゴの一般成分分析結果

漁業種類により漁場が異なる⁴⁾ことの影響もあると考えられるが、粗脂肪は調査日で異なり、2月の小底が6.8%と最も低く、11月の沖底が14.0%と最も高かった。1月は13.3%と例外的に高いものの、夏季から秋季が高く、冬季から春季が低い傾向が見られた。また、粗脂肪は調査日ごとの標準偏差が非常に大きく、2月は最も高い個体が14.9%、最も低い個体が0.8%であり、その差は14%以上であった。その他多くの調査日で10%を超える差が確認された。

粗タンパク質は15.3~18.7%、水分は69.8~75.7%、灰分は1.0~1.7%と粗脂肪と比較して変動幅は小さかった。

各成分間の関係は、多くの魚種と同様に、粗脂肪は水分と負の相関があり、また、粗脂肪は粗タンパク質とも負の相関があった(図2)。

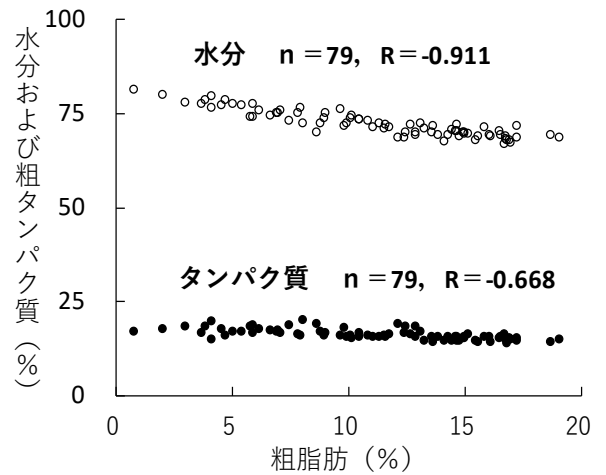


図2 マアナゴの粗脂肪 (%) と水分 (%) および粗タンパク質 (%) の関係

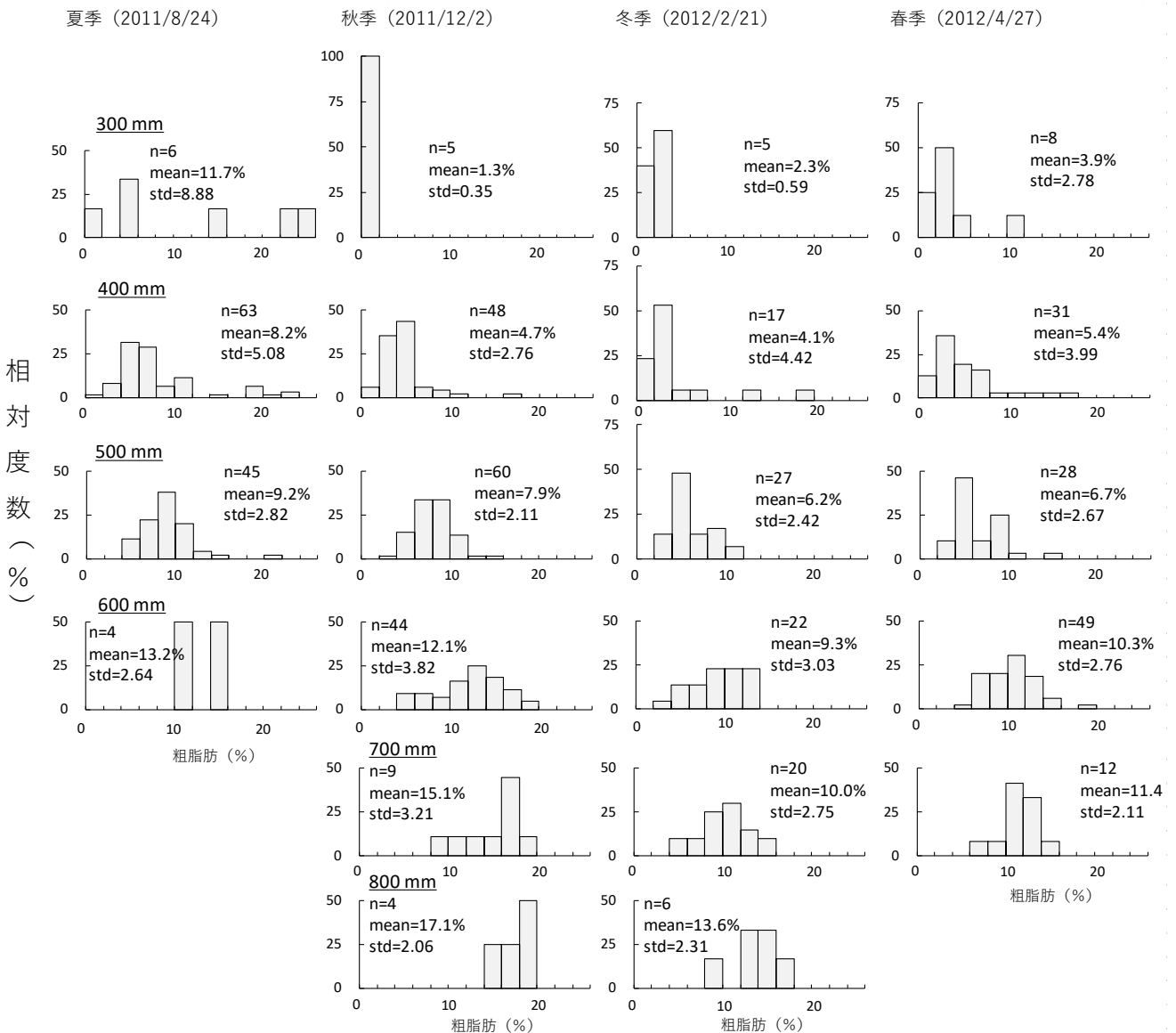


図3 沖合底びき網漁業で漁獲されたマアナゴの季節別全長別粗脂肪組成 (%)

全長別粗脂肪の季節変化 季節別に全長で区分した粗脂肪の組成を図3に示す。各季節とも全長が大きくなるにしたがって、粗脂肪が増加する傾向が認められた。

全長 300~399 mm の階級については各季節とも測定尾数が少なく、粗脂肪は6%未満の割合が高かった。ただし、夏季は20%以上の個体も見られた。全長 400~499 mm の階級では、粗脂肪 2~6%にピークがあるが、全ての季節で20%程度の個体も存在した。逆に全長 500~599 mm の階級では、20%程度の個体はほとんどいなかった。全長 600~699 mm の階級では、冬季の平均粗脂肪は 9.3%と 10%を下回ったものの、それ以外の季節は 10%を超えていた。全長 700~799 mm, 800~899mm の2階級は、夏季や春季にはサンプルが得られず測定できなかったが、測定できた季節は全て10%を超え、秋季には20%近い個体も存在した。

季節別では夏季が最も高く、秋季は全長 300~399 mm および 400~499mm の階級で春季と冬季を下回ったが、500 mm 以上の階級では夏季の次に高く、春季、冬季の順に低くなった。

雌雄別粗脂肪の比較 雌雄の混じる全長 300~499

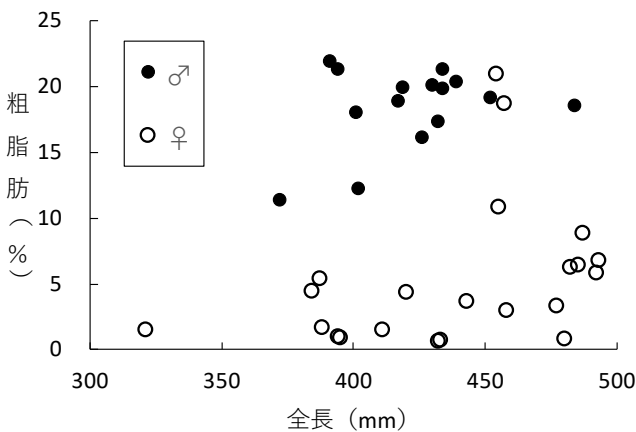


図4 全長 300~499 mm のマアナゴの全長 (mm) と粗脂肪 (%) の関係

mm の個体の一部を雌雄判別した後に、クロロホルム-メタノール法により再度粗脂肪を測定した結果を図4に示す。粗脂肪が高い個体の中には数尾の雌が混じたものの、その大部分は雄であり、逆に粗脂肪が10%未満の個体は全て雌であった。雄の平均粗脂肪は18.4%、雌の平均粗脂肪は5.4%であり、全長 300~499 mm では、雄は雌の約3倍の粗脂肪を保有していた。

脂質組成 一般成分分析で用いた大型のマアナゴの一部について、季節毎および粗脂肪 10%以上と 10%未満で区分した脂質組成を表2に示す。どの区分も、脂質の中で最も多く含まれているのはトリグリセリド (以下, TG) であり、次にリン脂質 (以下, PL), ステロール類 (以下, ST) と続いた。その他はわずかであった。

同じ季節内では、10%以上の区分において TG の割合がより高かった。また PL, ST についても粗脂肪 10%未満と比べると成分量が多いが、その差は僅かなため割合は低下した。なお、脂質組成に季節変動は認められなかった。

次に全長 300~499 mm の雌と雄の脂質組成を図5に示す。なお、雌については粗脂肪を 2%未満, 2%以

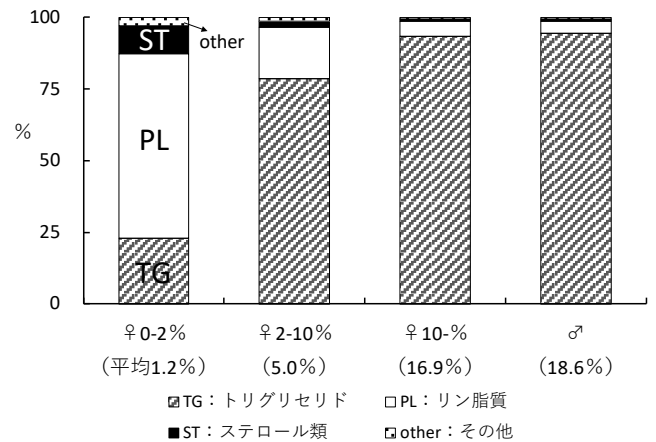


図5 全長 300~499 mm の雌と雄のマアナゴの脂質組成

表2 マアナゴ雌の季節別脂質組成 (粗脂肪 10%で区分)

季節	冬季 (2010.2)		春季 (2010.5)		夏季 (2010.8)		秋季 (2010.11)	
	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上
区分 (粗脂肪)	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上
測定尾数	3	3	3	3	2	3	2	3
平均全長 (mm)	667.3	725.7	670.3	713.3	640.5	732.7	584.0	617.0
平均粗脂肪 (%)	4.92	12.22	4.84	12.54	7.47	17.50	9.34	17.58
脂質組成 (可食部100 g 当たりの脂質成分量 (g) および割合 (%))								
トリグリセリド (TG)	4.01(81.6)	10.80(88.3)	3.88(79.0)	11.36(90.6)	6.53(87.5)	16.29(93.0)	8.21(87.9)	16.22(92.3)
リン脂質 (PL)	0.77(15.6)	1.21(9.9)	0.80(17.6)	0.94(7.5)	0.76(10.2)	0.95(5.4)	0.95(10.1)	1.07(6.1)
ステロール類 (ST)	0.10(2.0)	0.14(1.1)	0.10(2.3)	0.14(1.1)	0.10(1.4)	0.14(0.8)	0.13(1.4)	0.14(0.8)
その他	0.04(0.8)	0.07(0.6)	0.05(1.1)	0.10(0.8)	0.07(1.0)	0.13(0.8)	0.05(0.5)	0.14(0.8)

上 10%未満, 10%以上の 3 区分とした. 雌の粗脂肪 2% 未満では, PL の割合が最も高く 64.3%であった. 2% 以上 10%未満になると TG の割合が増加して 78.7%に, さらに 10%以上では 93.4%となった. PL や ST については, 粗脂肪の増加に伴って分量の増加は見られなかったもので割合はさらに低下した. 雄については粗脂肪 10%以上の雌と同様, TG が占める割合が非常に高く 94.4%であった.

脂肪酸組成 脂質組成と同区分の脂肪酸組成を表 3, 4 に示す. 季節や粗脂肪で, 脂肪酸組成は変わらなかった. オレイン酸およびパルチミン酸の占める割合が非常に高く, この 2 つの合計が 60%を超える区分が多かった. その他, ミリスチン酸, パルミトレイン酸, ステアリン酸, イコセン酸, アラキドン酸, イコサペンタエン酸, ドコサペンタエン酸, ドコサヘキサエン酸の割合がおおよそ 1%以上であった. 同じ季節内では, 夏季を除き 10%以上ではオレイン酸の割合が高く, 他の脂肪酸の割合は低くなる傾向が認められた.

脂肪酸組成は全長 300~499 mm でも大型サイズと

傾向は同じであった (表 4). ただし, 雌では粗脂肪の増加に伴い, オレイン酸の割合が増加した. 雄は, 大型の雌とほぼ同じ脂肪酸組成であるとともにオレイン酸の比率が最も高かった.

考察

島根県産マアナゴについて, 漁獲の大部分を占める雌の粗脂肪は年変動しており, 冬季は低く, 春季に増加し, 夏季が最も高くなる. そして秋季は高い値を維持しつつも夏季に比べて低下していた. 島根県所属の沖底と同じ対馬海峡周辺で操業する¹⁴⁾ 山口県所属の沖底のマアナゴを対象に, 粗脂肪の年変動が調査されており,^{15,16)} 5 月および 1~3 月が 6~10%と低く, 8~12 月が 14~17%と高い値であったと報告している. 調査対象としたマアナゴの全長は 643±53 mm のため全てが雌と判断でき, このことは本報告の一部とサイズが一致する. したがって, 本報告と合わせ, 日本海西部海域での雌の粗脂肪の年変動を示していると考

表 3 マアナゴ雌の季節別脂肪酸組成 (粗脂肪 10%で区分)

季 節	冬季 (2010.2)		春季 (2010.5)		夏季 (2010.8)		秋季 (2010.11)		
	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	
測定尾数	3	3	3	3	2	3	2	3	
平均全長 (mm)	667.3	725.7	670.3	713.3	640.5	732.7	584.0	617.0	
平均体重 (g)	477.6	609.6	448.6	531.9	450.6	630.1	297.1	435.1	
平均粗脂肪 (%)	4.92	12.22	4.84	12.54	7.47	17.50	9.34	17.58	
脂肪酸	慣用名		割合 (%)						
c14:0	ミリスチン酸	3.83	3.73	4.09	4.09	3.95	3.85	4.01	3.82
c16:0	パルミチン酸	20.74	21.45	21.32	22.48	20.62	19.84	20.38	20.22
c16:1n7	パルミトレイン酸	6.71	6.64	6.68	6.91	7.22	6.69	7.09	6.72
c17:0	ヘプタデカン酸	0.57	0.42	0.71	0.50	0.53	0.40	0.58	0.44
c17:1	ヘプタデセン酸	0.71	0.55	0.94	0.62	0.88	0.61	0.73	0.59
c18:0	ステアリン酸	3.82	3.76	4.65	4.16	3.83	3.52	3.94	3.69
c18:1	オレイン酸*	40.00	44.53	37.21	41.68	41.31	41.09	36.37	41.27
c18:2n6c	リノール酸	0.77	0.55	0.67	0.46	0.63	0.82	0.65	0.63
c18:4n3	オクタデカテトラエン酸	1.02	0.85	0.76	0.73	0.95	1.65	1.11	0.71
c20:1n9	イコセン酸	2.12	1.82	2.06	1.94	1.83	2.06	2.52	2.64
c20:4n6	アラキドン酸	1.68	1.39	2.10	1.40	1.57	1.12	1.72	1.30
c20:5n3	イコサペンタエン酸	2.84	2.22	3.25	2.76	3.02	2.95	4.06	3.32
c22:1n9	ドコセン酸	0.99	0.60	0.57	0.59	0.58	1.36	1.32	1.21
c22:5n3	ドコサペンタエン酸	1.69	1.42	1.84	1.03	1.52	1.54	1.76	1.62
c22:6n3	ドコサヘキサエン酸	5.57	4.36	5.32	5.41	4.50	5.64	5.65	5.53
	その他	6.95	5.71	7.83	5.24	7.06	6.84	8.10	6.29

*c18:1n7とc18:1n9との分離が難しいため, 合わせてオレイン酸とした。

表4 全長 300~499 mm のマアナゴの脂肪酸組成

雌雄	♀	♀	♀	♂
区分 (粗脂肪)	0~2%	2~10%	10%以上	
測定尾数	2	6	3	11
平均全長 (mm)	399.5	444.8	455.3	418.2
平均体重 (g)	83.7	126.3	117.9	112.1
平均粗脂肪 (%)	1.64	5.00	16.85	18.60
脂肪酸	割合 (%)			
c14:0	3.06	3.85	3.94	3.77
c16:0	20.90	20.02	20.40	21.01
c16:1n7	6.10	6.85	7.03	7.10
c17:0	0.83	0.65	0.48	0.39
c17:1	0.94	0.79	0.66	0.55
c18:0	5.44	4.00	3.58	3.42
c18:1	30.01	35.78	40.63	44.87
c18:2n6c	0.82	0.65	0.58	0.50
c18:4n3	1.19	1.51	0.96	0.90
c20:1n9	1.92	2.18	2.76	2.02
c20:4n6	2.68	1.73	1.20	1.07
c20:5n3	4.15	4.41	3.41	3.18
c22:1n9	1.29	1.58	1.79	0.97
c22:5n3	1.96	1.64	1.46	1.21
c22:6n3	7.89	6.23	4.65	4.03
その他	10.81	8.14	6.48	5.03

*c18:1n7とc18:1n9との分離が難しいため、合わせてオレイン酸とした。

えられる。また、全長 300~499 mm 未満の雌では、夏季や秋季でも粗脂肪が 5%を下回る個体が多いことや、全長が大きくなるにしたがって粗脂肪が増加する傾向があることも判明した。

雄については、漁獲量は少ないものの、同サイズの雌に比べて粗脂肪が非常に高い。測定した全ての雄は 10%を超え、中には 20%を超える個体も確認した。雄の粗脂肪については、東京湾の筒漁業で漁獲されたマアナゴの報告があり、^{17,18)} 月別雌雄別全長階級別に粗脂肪を測定している。筒漁業で漁獲されるマアナゴは、雌では全長 600 mm を超えるサイズが出現するが、雄は 450 mm 以上の個体は希であり、最高は 470 mm 台としている。したがって、雄の漁獲サイズは日本海南西海域とほぼ同じと判断できる。しかし、性比は異なり、全長 300~450 mm の範囲ではやや雌が多いものの、性比は概ね 1 対 1 である。東京湾の雄の粗脂肪は、夏季から秋季が高く、冬季は雌雄とも低いが、それでも雄は 9%以上である。また、同程度の大きさであれ

ば概ね雄の方が高かったと報告している。したがって、東京湾では雌雄間の差は小さい点が、島根県産とは異なっていた。

脂質組成については、他に報告が見当たらない。粗脂肪が 2%以下の雌については、PL の割合が高いもののそれ以上では雌雄とも粗脂肪の大半を占めるのは TG であり、粗脂肪の増加は TG によるものであった。

脂肪酸組成については、山口県所属の沖底についての報告^{15,16)}があり、オレイン酸の割合が高いこと等、本報告と同様な結果を得ている。

本研究により島根県沖のマアナゴの粗脂肪はサイズや雌雄で異なることが判明した。そこでその理由について検討を加えた。魚介類の粗脂肪や脂質組成は、環境条件 (水温, 生息水深, 生息場所), 生理的条件 (年齢, 性別, 性的成熟度), 食餌状態 (餌料の種類, 摂餌量) などによって変動するため、同一種属であっても漁場や漁期によって異なる¹⁹⁾ことが知られている。島根県で漁獲されるマアナゴの粗脂肪については、移動回遊に合わせた変化と考えられる。日本海南西海域のマアナゴの回遊パターンについては道根らが検討しており³⁾, 雄は夏から冬の水温下降期に日本海南西海域から東シナ海へ移出, 南下し, 大陸棚上に滞留する。雌は冬季は日本海南西海域に留まり, 生殖腺の発達を進行させてから, 春から夏にかけて生殖腺指数が高い個体が東シナ海へ回遊すると推察している。

雄の粗脂肪は総じて高く, 脂質組成の大部分は貯蔵脂質の TG である。雄は移動回遊に備え, 全長が 400 mm 程度になると, TG を十分に蓄えた状態で日本海南西海域から移出する。雌については, 生殖腺の発達と粗脂肪含量との関係について調査していないが, 雌の粗脂肪は餌料環境等の影響を受けつつ, 季節変動しながら, 成長にともない徐々に TG を蓄えていると考えられる。

脂肪酸組成ではオレイン酸の割合が非常に高い。オレイン酸が魚類に与える影響についての報告は見当たらないが, マウスを対象にした試験では, オレイン酸は持久力の向上に役立つことが示唆されている。²⁰⁾ 遠く離れた産卵場へ回遊するウナギもオレイン酸の割合は高い。²¹⁾ウナギもマアナゴもオレイン酸含量が高い要因として産卵場への回遊のためオレイン酸含量を高くしていることが想像される。

一般的にマアナゴは夏が旬といわれている。島根県産のマアナゴについては, 粗脂肪が高い時期を旬とすれば, 夏季から秋季ということが出来る。さらにサイズが大きくなるにしたがって粗脂肪が高くなる傾向があり, 特に全長 600 mm 以上では一部の季節を除い

て一般成分に占める割合は平均 10%を超える。したがって、サイズと粗脂肪により他産地との差別化を図ることが可能と考えられる。現在の地域ブランド化の取り組み²²⁾でもサイズが大きいことおよび粗脂肪の多さで差別化を図っている。

一方で粗脂肪はバラツキが大きいことも特徴の1つである。安定した地域ブランドとするためには、粗脂肪を事前に測定し選別することも必要である。これにより相対的に粗脂肪の少ない冬季や春季でも、粗脂肪の多い個体を選別することで高付加価値化が可能となる。さらに、小型魚でも粗脂肪で区別することで、粗脂肪の量に応じた調理方法の選択も可能となる。また 6~8 月については底びき網が休漁となり、さらに冬季は漁獲量が減少する。そのため年間を通じて安定供給を図るためには、冷凍保存や加工品の開発等にも取り組むことが、更なるブランド化には有効と考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、分析前のサンプル処理について水産技術センター漁業生産部の臨時職員の方々から多大な労力の提供を頂いた。東部農林水産振興センターの道根 淳部長（元水産技術センター）には、検体の準備とともに雌雄判別を行って頂き大変お世話になった。また、開内 洋利用化学科長および利用化学科の研究員の皆様には、有益なご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

文献

- 1) 望岡典隆, 東海 正: マアナゴの資源生態と漁業, 月刊海洋, **33**, 525-528 (2001).
- 2) 片山知史: 内湾域におけるマアナゴ漁獲量の低迷と内湾資源の中長期的変動, マアナゴ資源と漁業の現状, **3**, 16-23 (2016).
- 3) 道根 淳, 河津優紀, 望岡典隆: 日本海南西海域におけるマアナゴの漁業実態と生物学的特徴, 島根県水産技術センター研究報告, **13**, 49-58 (2021).
- 4) 道根 淳, 由木雄一, 石田健次: 島根県のアナゴ漁業について, マアナゴ資源と漁業の現状, **1**, 202-203 (2004).
- 5) 開内 洋, 井岡 久, 石原成嗣: マアジの総脂質含量の季節変動について, 水産物の利用に関する共同研究, **40**, 16-18 (2000).
- 6) 開内 洋, 井岡 久, 石原成嗣: 島根県産マアジの脂質について, 水産物の利用に関する共同研究, **41**, 47-52 (2001).
- 7) 清川智之, 開内 洋, 井岡 久: 島根県周辺海域で漁獲されたアカムツ総脂質含有量の季節変動と個体差について, 島根水技セ研報, **1**, 19-23 (2007).
- 8) 浜田の水産ブランド“とんちっち”どんんちっちアジ
<https://www.city.hamada.shimane.jp/www/contents/1001000002251/index.html>, 2022年10月28日.
- 9) 道根 淳: 島根県石見地域におけるアナゴの流通について, マアナゴ資源と漁業の現状, **1**, 309-310 (2004).
- 10) 清川智之, 井岡 久: ポータブル型近赤外線分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂質含有量の非破壊測定とその活用事例, 島根水技セ研報, **1**, 11-17 (2007).
- 11) Bligh EG, Dyer WJ.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* **37**, 911-917 (1959).
- 12) 内田 浩: 近赤外分光法によるマアナゴ脂質含量測定方法の開発, 水産物の利用に関する共同研究, **52**, 22-24 (2012).
- 13) 内田 浩: 品質測定技術開発(しまねの魚を創る), 平成 22 年度島根水技セ年報, **53** (2012).
- 14) 酒井 猛: 対馬海域, 月刊海洋, **51**, 52-54 (2019).
- 15) 植木陽介, 白木信彦: メダイおよびマアナゴの成分特性について, 水産物の利用に関する共同研究, **51**, 53-55 (2011).
- 16) 白木信彦, 中山理恵子: 山口県産水産物の成分分析結果について II, 山口県水産研究センター研究報告, **11**, 49-52 (2014).
- 17) 田島良博, 臼井一茂: 東京湾における *Conger myriaster* の生物学的特性, 神奈川県水産技術センター研究報告, **5**, 55-62 (2012).
- 18) 臼井一茂, 田島良博: 東京湾産マアナゴ *Conger myriaster* の体成分組成の季節変化について, 東京湾の漁業と環境, **4**, 39-44 (2013).
- 19) 座間宏一: 白身の魚と赤身の魚の魚肉—肉の特性 (日本水産学会編), 水産学シリーズ 13, 恒星社厚生閣, 53-67 (1976).
- 20) 小宮祐介, 丸山アレクサンデル, 渡辺裕介, 内田直愛, 大津翔平, 小林千亜暉, 横山壱成, 中村真子, 辰巳隆一, 池内義秀, 水野谷航, 有原圭三: 食品としての油脂が骨格筋の代謝特定へ与える影響と筋繊維タイプとの関連, 家畜栄養生理研究会報, **62**, 9-17 (2018).

- 21) 小島朝子, 佐藤 守, 吉中禮二, 池田静徳: 琵琶湖産のコイ科以外の数種魚類の一般成分組成および脂質の脂肪酸組成, 日水誌, **52**, 2009-2017 (1986).
- 22) 島根県大田市公式ホームページ: アナゴのブランド化.
https://www.city.ohda.lg.jp/ohda_city/city_organization/23/594/anago/, 2022年10月17日.