

瀬戸内海燧灘東部における カタクチイワシ成魚の粗脂肪含量と脂肪酸組成

山本昌幸・本田恵二*

Crude lipid content and fatty acid composition of adult Japanese anchovy *Engraulis japonica* in eastern Hiuchi-nada, the Seto Inland Sea.

Masayuki YAMAMOTO, Keiji HONDA*

Lipid components of adult Japanese anchovy *Engraulis japonica* caught by drag-nets from June to August in eastern Hiuchi-nada, the Seto Inland Sea, were examined. Crude lipid content and fatty acid composition were analyzed by the modified extraction method of chloroform-methanol and a gas chromatography, respectively. Crude lipid content of the whole body varied between 1.2 and 4.2%, and correlated negatively to unit price of the cooked and dried anchovy, Ooba-niboshi. The regression line using crude lipid content (y) as outcome and coefficient of fatness (x) as predictor variable was $y = 0.76x - 5.53$ ($n = 12$, $r^2 = 0.43$, $P < 0.05$). The contents of total saturates and polyenes were greater than that of total monoenes respectively. Fatty acid was mainly composed of myristic acid (14:0), palmitic acid (16:0), stearic acid (18:0), palmitoleic acid (16:1n-7), oleic acid (18:1n-9), icosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3).

キーワード：カタクチイワシ，油イワシ，粗脂肪含量，脂肪酸組成，煮干，瀬戸内海

香川県のカタクチイワシの大部分は6～9月に燧灘海域における瀬戸内海機船船びき網（以下，パッチ網）によって漁獲され，煮干や釜揚げチリメンに加工されている。1985年と1986年には同海域において2万トンを超えるカタクチイワシの漁獲があったが，1990年代後半には5千トン以下と低迷し，近年では8千トン程度の漁獲量となっている¹⁾。香川県燧灘海域のパッチ網漁業者は，操業の安全や漁家経営の安定を目的として，同海域を漁場とする愛媛県と同業者と共に，香川・愛媛瀬戸内海パッチ網漁業協議会を立ち上げ，1984年から週休日の設定や目合の制限を実践し，漁獲量の減少に伴い週休日の増加や操業時間の短縮などの自主的な資源管理措置の強化を行った²⁾。そして，1993年から同海域を操業する広島県のパッチ網漁業者を含めて，広域的にカタクチイワシの資源管理の実践に取り組んできた（Fig. 1）³⁾。さらに，2005年の漁期からは瀬戸内海系群（燧灘）資源回復事業による資源管理を実践している。資源管理を推進する際，煮干に不向きな過脂肪イワシ，いわゆる「油イワシ」^{4,5)}が問題となっており，せっかく資源管理で資源量を増やしても，油イワシが漁獲されると，乾燥経費が多くかかる一方，単

価は安くなり，赤字経営となってしまう。この油イワシは近年，広域的な問題にもなっている⁶⁾。しかしながら，油イワシの発生機構やイワシの脂質含量に関する知見はわずかであり^{7,9)}，油イワシ問題解決のため，さらなる情報蓄積が求められている。そこで本研究では，瀬戸内海燧灘で漁獲されたカタクチイワシ成魚の脂質含量と脂肪酸組成を調べた。

なお，脂質分析については，（株）日本海洋生物研究所に依頼した。

材料と方法

供試魚および生物測定

瀬戸内海燧灘東部で2002～2006年の6～9月に伊吹・観音寺・仁尾町漁業協同組合所属の瀬戸内海機船船びき網漁船によって午前中に漁獲されたカタクチイワシを，煮干加工場で受け取り試料とした（Fig.1; Table 1）。試料は氷蔵して実験室に持ち帰り，全長8cm程度より小さい個体を取り除き，成魚のみとした。その後，脂質分析用の試料約200gを取り出して，-20℃で冷凍保存し，残りは生物測定をするため，10%ホルマリンで

* 香川県農政水産部水産課

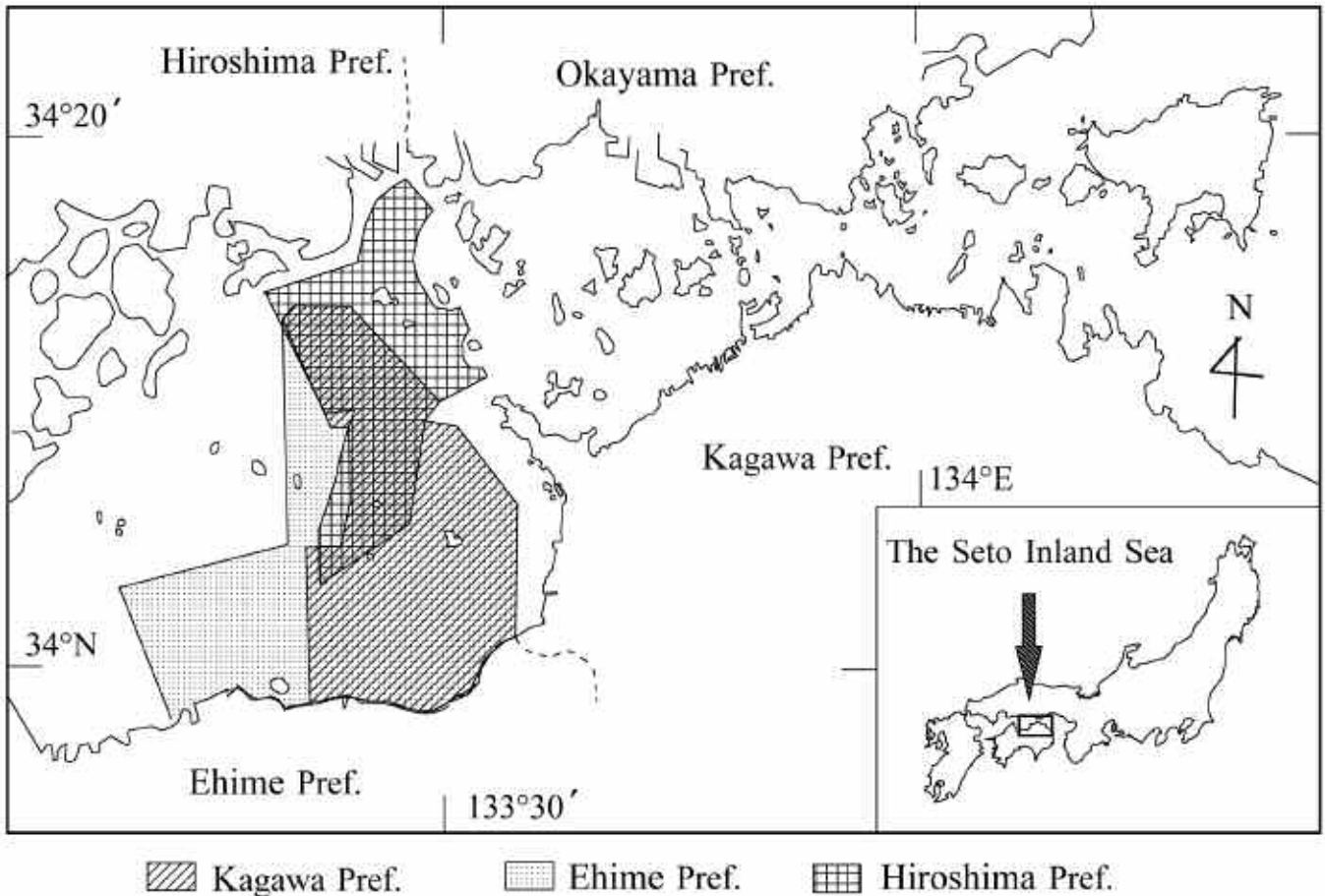


Fig. 1. Fishing area of drag-nets of Kagawa, Ehime and Hiroshima Prefecture in Hiuchi-nada.

固定した。

生物測定は1回あたり13～100個体について、被鱗体長BL (mm), 体重BW (g), 胃重量SW (g), 生殖腺重量GW (g; 性別判定含む) を測定した。また、測定値から、胃内容物重量指数 ($SCI = SW / BW \times 100$), 肥満度 ($CF = BW / BL^3 \times 10^6$), 雌の生殖腺指数 ($GSI = GW / BW \times 100$) を算出した。

脂質分析

冷凍保存していた試料は、解凍後、ろ紙で魚体表面の余分な水分を取り除き、魚体全部 (100g以上) をミンチ状にして、約3gの試料を分析に供した。粗脂肪含量はクロロホルム-メタノール混液改良抽出法¹⁰⁾によって分析した。脂肪酸組成については、クロロホルム-メタノール混液改良抽出にて抽出した脂質を1N水酸化カリウムでケン化し、これを三フッ化ホウ素メタノール溶液によってメチルエステル化して、ガスクロマトグラフィー分析に供した¹¹⁾。脂肪酸組成分析にはガスクロマトグラフ (アジレント社製, HP6890) を使用した。カラムには30m (長さ) × 0.25mm (内径), 0.25 μm (膜厚); Omegawax250 (Supelco社) を用い、加熱温度は165～205 (1 / min), 205 (30min),

205～240 (5 / min), 240 (5min), FID検出温度250, 注入口温度240, キャリアーガスはヘリウム (1.0mL / min) の条件で測定した。脂肪酸の同定は、標準脂肪酸メチルエステル (Supelco社製 スペルコア37種 FAME Mix, Omegawax Test Mix) から各脂肪酸を同定して算出した。

データ解析

魚体の生物学的な指標と粗脂肪含量の変化に着目し、粗脂肪量と胃内容物重量指数, 肥満度, 雌の生殖腺指数の関係をピアソンの相関関係によって調べた。また、供試魚が漁獲された時期のカタクチイワシ成魚の煮干 (銘柄: 大羽) の単価 (円 / kg製品) を用いて、粗脂肪含量と煮干単価の関係をみた。

結果および考察

試料のカタクチイワシの平均被鱗体長は79.9～104.5mmで、胃内容物重量指数, 肥満度, 生殖腺指数の平均値は、それぞれ1.3～4.6, 9.0～11.2, 2.7～5.6であった (Table 1)。粗脂肪含量は1.2～4.2%となり、この値と胃内容物重量指数, 肥満度, 生殖腺指数との

Table 1 Profile of Japanese anchovy samples and crude lipid and fatty acid content of the whole body

date	port	BL ¹ (mm)		SCI ²		CF ³		GSI ⁴		crude lipid (%) ⁵	fatty acid content (%) ⁵				
		mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd		total	saturates	monoenes	polyenes	
2002	June 12	Ibuki	94.8	7.6	2.5	0.6	10.1	0.8	4.7	1.1	1.6	0.94	0.34	0.15	0.45
2002	June 12	Kan-onji	79.9	8.7	1.8	0.7	10.1	0.8	3.9	0.9	1.7	0.98	0.36	0.17	0.45
2003	June 12	Kan-onji	97.5	8.2	4.6	1.5	10.8	0.8	5.4	1.5	2.5	1.36	0.53	0.29	0.54
2003	June 25	Kan-onji	87.9	9.1	3.0	1.2	9.5	0.9	4.3	1.0	1.5	0.85	0.35	0.14	0.36
2004	June 10	Kan-onji	94.7	5.3	1.6	0.7	9.3	0.7	2.7	0.9	1.9	0.78	0.27	0.13	0.38
2004	July 23	Kan-onji	96.0	4.4	3.5	1.4	11.2	0.7	4.9	0.5	4.2	2.78	1.06	0.66	1.06
2005	June 11	Kan-onji	99.5	6.1	1.3	0.3	9.8	0.6	5.5	1.2	1.2	0.54	0.27	0.10	0.17
2005	Aug. 5	Ibuki	95.1	7.1	3.0	1.4	10.0	0.6	3.4	1.1	2.3	1.08	0.48	0.22	0.38
2005	Aug. 8	Kan-onji	98.3	8.6	2.3	0.6	10.6	1.0	3.8	0.6	1.9	0.73	0.37	0.14	0.22
2006	June 14	Nio	85.8	8.3	2.3	0.7	9.1	0.6	5.1	1.2	1.6	0.98	0.35	0.12	0.51
2006	June 19	Kan-onji	94.3	9.4	3.0	1.3	9.0	0.8	5.6	1.6	1.9	1.06	0.38	0.15	0.53
2006	Aug. 4	Kan-onji	104.5	7.7	2.3	0.4	9.9	1.1	5.5	1.1	2.5	1.53	0.58	0.25	0.70

¹ scaled body length; ² stomach contents index; ³ coefficient of fatness; ⁴ gonad somatic index in female; ⁵ weight percentage of whole body

Table 2. Fatty acid composition¹ in the whole body of Japanese anchovy

fatty acids	2002 June 12	2002 June 12	2003 June 12	2003 June 25	2004 June 10	2004 July 23	2005 June 11	2005 Aug. 5	2005 Aug. 8	2006 June 14	2006 June 19	2006 Aug. 4	Average
total saturates	36.1	36.7	39.0	40.8	33.4	37.5	48.4	44.0	49.2	35.3	35.6	37.4	
12:0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
14:0	3.8	3.8	5.3	4.7	2.1	9.0	3.9	7.1	7.6	2.5	2.6	5.6	4.8
15:0	0.7	0.8	0.8	1.1	0.6	0.6	1.0	1.2	1.3	0.5	0.7	1.9	0.9
16:0	23.3	23.5	24.6	26.2	21.7	20.1	32.3	25.2	27.9	20.6	20.7	20.7	23.9
17:0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.3	1.2	1.6	1.2	1.2	1.3	1.2
18:0	6.9	7.0	6.6	7.7	7.4	5.9	9.5	8.7	9.9	8.4	8.4	6.2	7.7
20:0	0.4	0.6	0.6	-	0.5	0.9	0.4	0.6	0.9	1.0	0.9	0.6	0.7
22:0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	0.5	0.4
24:0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.8	0.5	0.7
total monoenes	15.9	17.1	21.6	16.3	17.1	23.6	18.9	20.0	19.5	12.6	14.1	16.2	
14:1	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
16:1 n-7	3.5	3.5	7.9	5.3	3.0	11.3	4.3	6.6	7.2	2.5	2.8	5.6	5.3
17:1	0.2	0.2	-	-	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0.2
18:1 n-9	9.6	11.2	8.9	11.0	12.8	11.5	13.1	12.1	11.3	8.3	8.4	9.2	10.6
20:1	0.8	0.5	1.8	-	0.3	0.3	1.0	0.8	0.3	0.7	1.0	0.7	0.7
22:1	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	0.2	0.8	0.1	1.0
24:1	1.6	1.4	-	-	0.8	0.3	0.2	0.1	0.2	0.8	0.9	0.5	0.7
total polyenes	47.9	46.1	38.2	41.9	48.4	38.3	31.1	33.5	28.4	51.4	49.9	45.4	
16:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.3	0.2
16:3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.2	0.1
16:4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.4	0.3	0.4
22:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.4	0.3
18:3 n-3	0.8	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	0.3	0.9	0.7	0.9	0.8	0.9	0.7
18:4 n-3	1.0	1.0	0.8	0.8	0.4	1.7	0.6	0.9	0.6	1.6	1.3	0.5	0.9
20:4 n-3	0.5	0.4	-	-	0.3	0.6	-	-	-	0.4	0.4	0.5	0.4
20:5 n-3	7.7	7.7	8.2	8.3	7.5	14.5	5.3	8.1	6.7	8.6	8.9	9.4	8.4
22:5 n-3	0.8	0.8	1.0	-	1.0	1.5	0.7	0.9	0.7	1.0	1.1	1.7	1.0
22:6 n-3	31.9	30.0	23.7	27.3	33.4	14.5	19.6	16.7	13.4	33.3	31.5	21.8	24.8
18:2 n-6	1.8	2.2	1.5	1.4	1.8	1.4	1.6	1.8	2.0	1.2	1.2	2.4	1.7
18:3 n-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.3	0.2
20:2 n-6	0.5	0.4	-	-	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
20:3 n-6	-	-	-	-	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.2
20:4 n-6	2.1	2.1	2.4	3.2	2.5	2.0	2.1	2.9	3.1	1.8	2.1	5.1	2.6
22:5 n-6	0.8	0.7	-	-	0.7	1.0	0.5	0.7	0.6	1.0	1.0	0.7	0.8
others	0.1	0.1	1.2	1.0	1.1	0.6	1.6	2.5	2.9	0.7	0.4	1.0	1.1

¹ Results are expressed as weight percentage of total fatty acid; -: not found

関係をみたところ、粗脂肪含量と胃内容物重量指数、生殖腺指数との間には相関が認められなかったが ($P > 0.5$)、粗脂肪含量と肥満度には正の相関が認められ ($n = 12, r = 0.65, P < 0.05$)、肥満度が高い個体ほど粗脂肪含量が高いことが明らかとなった。この粗脂肪含量と肥満度の関係は、東京湾でも報告されており¹²⁾、肥満度から粗脂肪含有量を推定できることが示唆された。そして、粗脂肪含量 y (%)と肥満度 x の関係を回帰式で示すと、 $y = 0.76x - 5.53$ ($n = 12, r^2 = 0.43, P < 0.05$) となった。本研究では、粗脂肪含量と胃内容物重量指数、生殖腺指数との間には相関がみられず、粗脂肪含量と肥満度とのみ有意な相関関係が認められた。肥満度は、水温、摂餌状況、成熟度などに影響さ

れるものであり、今後、データを蓄積すれば、粗脂肪含量と水温、摂餌状況、成熟度の関係が明らかになることが期待される。

粗脂肪含量と煮干の単価の関係をみると、粗脂肪含量の増加に伴い単価は下降した (Fig. 2)。香川・愛媛瀬戸内海パッチ網漁業協議会では、油イワシの発生によって、煮干の平均単価が500円/kg製品 (2005年まで400円/kg製品) を下回り、利益が出ないと判断されれば、世話人会で休漁の協議を行い、1~2週間程度の休漁を実施したり、場合によっては漁期終了となる。今後、油イワシの情報集積のため、油イワシの定義を定め、油イワシと判定される粗脂肪含量や肥満度の基準を検討する必要がある。

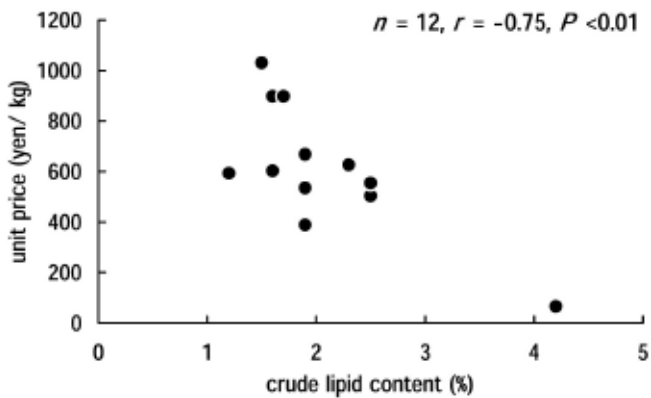


Fig. 2 Relationship between crude lipid content and unit price of the cooked and dried adult Japanese anchovy, "Ooba-niboshi".

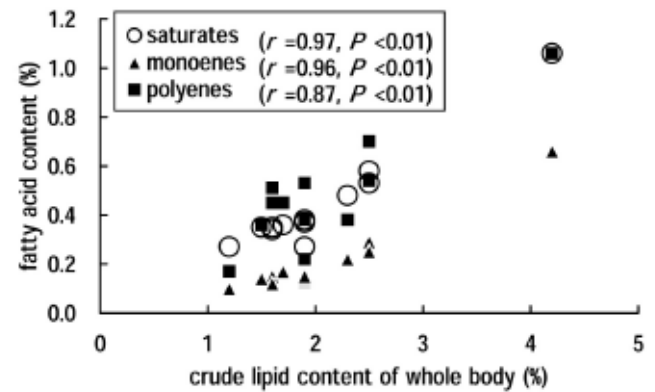


Fig. 3 Relationship between crude lipid and fatty acid content of the whole body of Japanese anchovy in the central Seto Inland Sea.

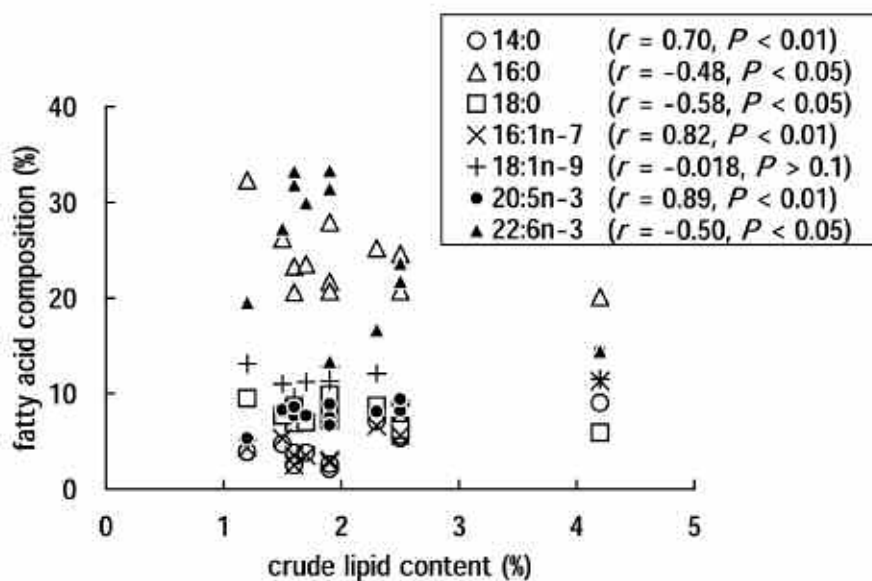


Fig. 4 Relationship between crude lipid content and the 7 dominant fatty acid composition of total fatty acid in the Japanese anchovy samples.

魚体中の脂肪酸含量は粗脂肪含量の38～66%を占め、種類別では飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸の魚体中の含量は、それぞれ0.27～1.06%、0.10～0.66%、0.17～1.06%となり、飽和脂肪酸と多価不飽和粗脂肪酸は、一価不飽和脂肪酸より多かった (Table 1)。粗脂肪含量と3種の脂肪酸含量の関係をみると、いずれの脂肪酸も粗脂肪含量の増加に伴い含量が増加した (Fig. 3)。

3種類の脂肪酸をさらに詳細に分析すると、カタクチイワシから32種の脂肪酸が確認された (Table 2)。そして、優占した脂肪酸は、ミスチリン酸 (14:0, 平均重量組成: 4.8%), パルミチン酸 (16:0, 23.9%), ステアリン酸 (18:0, 7.7%), パルミトレイン酸 (16:1n-7, 5.3%), オレイン酸 (18:1n-9, 10.6%), イコサペンタエン酸 (20:5n-3, 8.4%; 俗名: エイコサペンタエン酸 [EPA]), ドコサヘキサエン酸 (22:6n-3, 24.8%) であった。脂肪酸組成の優占種については、函館近くで漁獲されたカタクチイワシの結果⁷⁾と一致した。多価不飽和脂肪酸のイコサペンタエン酸とドコサヘキサエン酸の組成の範囲はそれぞれ5.3～14.5%と13.4～33.3%であった。これら値は千葉県で水揚げされたカタクチイワシ¹³⁾の値とほぼ同じであった。

優占した7種の脂肪酸組成と粗脂肪含量の関係をみると、オレイン酸と粗脂肪含量には相関がみられなかったが、ミスチリン酸、パルミトレイン酸、イコサペンタエン酸と粗脂肪含量には正の相関が認められた。一方、パルミチン酸、ステアリン酸、ドコサヘキサエン酸と粗脂肪含量には負の相関が認められた (Fig. 4)。千葉県のカタクチイワシ¹³⁾では粗脂肪含量とドコサヘキサエン酸には負の相関、養殖マダイとその餌料マイワシでは粗脂肪含量の増加に伴いイコサペンタエン酸が増加し、逆にドコサヘキサエン酸は減少することが報告されており¹⁴⁾、これらは本研究の結果と一致した。脂肪酸組成は、成熟や餌料生物に影響を受けることが知られており¹⁵⁾、これらの関係がどの要因によって変動しているのかを調べるのが、今後の課題となる。

謝 辞

試料採集に協力して頂いた香川県の瀬戸内海パッチ網漁業協議会の皆さんに心から感謝する。また、魚の脂質に関する情報を提供して頂いた (株) 日本海洋生物研究所の山本貴史氏に感謝します。本研究は、「複合的資源管理型漁業促進対策事業」および「多元的資源管理型漁業推進事業」において行われたものである。

文 献

1) 中国四国農政局香川農政事務所編 (1977-2007) 漁業種

類・魚種別生産量・第23-53次香川県水産統計年報 (社) 香川県農林統計協会。

- 2) 外間源治: 1995. 瀬戸内海のいわし漁業と機船船びき網経営. 漁業経済論集, 36, 31-44.
- 3) 香川県漁業協同組合連合会: 1998. 香川県広域回遊資源管理計画, 三豊地区, 瀬戸内海機船船びき網, カタクチイワシ. 香川県漁業協同組合連合会, 香川, 12pp.
- 4) 伊佐良信: 1961. 煮干イワシに関する研究 - , 製品魚体の油脂分布および油イワシについて. 日水誌, 27, 1080-1083.
- 5) 滝口明秀: 1986. 脂質含量の異なる煮干しいわしの脂質酸化の相違について. 日水誌, 52, 1029-1034.
- 6) 副島久実: 2007. カタクチイワシの有効利用で地域づくり. 漁業と漁協, 2007年2月号, 12-15.
- 7) Hayashi K, Takagi T: 1978. Seasonal variations in lipids and fatty acid of Japanese anchovy, *Engraulis japonica*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 29, 38-47.
- 8) 安部享利: 2000. 燧灘東部海域のカタクチイワシの食性. 瀬戸内海ブロック生物環境研究会報, 2, 13-21.
- 9) 安達町子・野崎征宣: 2002. 長崎県産煮干しイワシの加工特性 - , 煮干イワシの大きさと化学的性状. 長大水研報, 83, 13-18.
- 10) 堤 忠一: 1982. クロロホルム-メタノール混液改良抽出法. 「食品分析法」(日本食品工業学会・食品分析法編集委員会編) 光琳, 東京, 133-136.
- 11) 田島 真: 1982. ガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成の分析. 「食品分析法」(日本食品工業学会・食品分析法編集委員会編) 光琳, 東京, 547-550.
- 12) 池田文雄: 1987. 東京湾におけるカタクチイワシの粗脂肪量と体長・肥満度との関係. 神水試研報, 8, 27-30.
- 13) 小林正三・大槻直也・田邊 伸: 2006. カタクチイワシの成分およびアニサキス寄生状況の調査. 「平成18年度 水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会」, 中央水産研究所, 横浜, 72-550.
- 14) 宇野和明・森下達雄・高橋 喬: 1987. 養殖マダイの成長に伴う脂質の脂肪酸組成の変動. 日水誌, 53, 1609-1615.
- 15) 座間宏一: 1976. 脂質. 「(水産学シリーズ13) 白身の魚と赤身の魚, 肉の特性」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣, 東京, 53-67.