

# 魚肉脂質の脂肪酸組成の変動および それに関与する因子に関する研究\*

上 田 正

## Variations in the Fatty Acid Composition of Fish Lipids and their Relations to Some Numerical Factors

By  
Tadashi UEDA

### 目 次

緒 言	.....	145
本 論		
第 1 章	マアジ脂質.....	146
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差.....	146
第 2 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰.....	151
第 3 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰.....	152
第 4 節	脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響.....	154
第 5 節	全脂質脂肪酸組成への中性および極性脂質脂肪酸組成の関与.....	157
第 6 節	脂肪酸組成率の漁獲時期的変動.....	158
第 7 節	採肉部位の違いによる脂肪酸組成率の相違.....	160
小 括	.....	164
第 2 章	マサバ脂質.....	165
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差.....	165
第 2 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰.....	169

\* 水産大学校研究業績 第799号, 1977年6月10日受理.  
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No.799.  
Received June 10, 1977.

第 3 節	脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	171
第 4 節	脂肪酸組成率の漁獲時期的変動	174
小 括		177
第 3 章	キハダ脂質	178
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差	178
第 2 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰	181
第 3 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰	182
第 4 節	脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	184
第 5 節	体長が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	186
第 6 節	血合肉脂質脂肪酸組成率の変動ならびにそれに関与する因子	187
小 括		193
第 4 章	回遊魚における脂肪酸組成率変動に関与する因子の考察	194
第 5 章	サバフグ脂質	195
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差	195
第 2 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰	198
第 3 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰	199
第 4 節	脂肪酸組成率の漁獲時期的変動	200
第 5 節	脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	202
第 6 節	全脂質脂肪酸組成への中性および極性脂質脂肪酸組成の関与	203
第 7 節	肝臓脂質脂肪酸組成率の変動ならびにそれに関与する因子	205
小 括		210
第 6 章	カワハギ脂質	212
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差	212
第 2 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰	214
第 3 節	漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰	216
第 4 節	脂肪酸組成率の漁獲時期的変動	217
第 5 節	脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	217
第 6 節	体長が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	220
第 7 節	全脂質脂肪酸組成への中性および極性脂質脂肪酸組成の関与	221
第 8 章	肝臓脂質脂肪酸組成率の変動ならびにそれに関与する因子	223
小 括		229
第 7 章	環境温度とアサリ脂質脂肪酸組成との関係	230
第 1 節	中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差	230
第 2 節	環境泥温が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響	234
小 括		237
第 8 章	底生魚における脂肪酸組成率変動に関与する因子の考察	237

第 9 章 總 括.....	239
謝 辭 .....	242
文 獻 .....	243
Summary .....	245

## 緒 言

魚類脂質の脂肪酸組成に関する研究は古くは LOVERN<sup>1-6)</sup>や HILDITCH<sup>7)</sup>をはじめ多くの研究者によって行なわれた。<sup>8-18)</sup> 当時の分析法は脂肪酸金属塩による分別沈殿法、低温分別結晶法、尿素付加分別沈殿法、アルカリ異性化後の紫外線吸収法あるいは臭化物分別沈殿法などいわゆる古典的方法であった。そのため、大きい努力が払われて得られた結果ではあるが、その資料を現在では信用することができない。

1952年、JAMESとMARTIN<sup>19,20)</sup>が気液分配クロマトグラフィー (GLC) をアミン類の分離に利用し、その後、1958年、LOVELOCK<sup>21)</sup>がアルゴンイオン化検知器を使用し、C<sub>4</sub>~C<sub>10</sub>の脂肪酸の分析に成功してから、脂肪酸分析法は古典的方法から GLC に移りはじめた。しかし、初期においては、構成脂肪酸の複雑性が GLC の魚類脂質への応用をはばんでいた。その後、高級酸や高度不飽和酸の GLC 分析において、ポリエステルが有効な液相であることが証明されてから<sup>22)</sup>、魚類脂質の脂肪酸分析はきわめて容易になった。

さらに、HARLEY<sup>23)</sup>およびMCWILLIAMら<sup>24)</sup>によって開発されたフレイムイオン化検知器の利用で、試料濃度とレスポンスの直線性が広がり、かつ、より高感度分析が行なえるようになった。

このようなガスクロマトグラフの発達にともない、1962年以降における魚類脂質脂肪酸分析法の主流はポリエステルを液相とした GLC となった。その結果、魚類脂質の構成酸およびその組成率について詳細な研究が多数行なわれてきた。<sup>25-44)</sup>

詳細な分析結果が得られるに従い、魚類脂質における構成酸の化学構造の類似性が認められる<sup>45)</sup>一方、脂肪酸組成率において、魚種間<sup>33,42)</sup>はもとより、同一魚種<sup>46)</sup>でも大きい変動があること、また、同一魚体でも採肉部位が異なると脂肪酸組成率が異なる<sup>38)</sup>ことが明白となった。

このような現状から、魚類脂質の脂肪酸組成を考察すると、魚類脂質の脂肪酸組成を単に測定しても大きい意義は認められない。GRÜGER<sup>47)</sup>も蒐集した多くの資料を検討し、次のように指摘している。すなわち、それぞれの脂肪酸について組成率の平均値を求めることは余り意味をもたず、組成率の変動範囲を明瞭にすることがより重要である。

組成率変動の因子として推測されるものは餌料、漁獲時期、生息場所、脂質含量および成長の程度などである。このうち、餌料の影響については、BRENNERら<sup>48)</sup>、MOHRHAUERら<sup>49)</sup>、豊水ら<sup>37)</sup>および金子ら<sup>50)</sup>など多くの研究者によって検討されている。環境温度やそれと関係が深い漁獲時期と脂肪酸組成率の関係について、古くは LOVERN<sup>2)</sup>によって、また近年では FARKASら<sup>51)</sup>、JANGARDら<sup>52)</sup>、鹿山ら<sup>53)</sup>あるいは DEWITT<sup>54)</sup>によって研究されている。生息場所の違いは結果的に環境温度や餌料生物の相違をもたらすので、前述の2因子と同じ性質のものであろう。脂質含量の変動が脂肪酸組成率に影響する理由として、次のことが推察される。魚類脂質はトリグリセリドを主成分とする中性脂質とリン脂質を主成分とする極性脂質の混合物である。しかも、極性脂質量はほぼ一定であり、脂質含量の変動は中性脂質量の変動に起因する<sup>46)</sup>。その上、両脂質の脂肪酸組成率は大きく異なる。すなわち、極性脂質では高度不飽和酸の率が大きく、中性脂質では反対に小さい。そのため、中性および極性脂質のそれぞれの脂肪酸組成率変動が小さくても、両者の組み合わせである全脂質の脂肪酸組成は中性および極性脂質の量的割合すなわち、脂質含量の相違に左右される。成長の程度は餌料生物の違いや環境温度の魚体温への影響<sup>55-57)</sup>の差に現われるものと考えられる。

このように、魚類脂質の脂肪酸組成率には種々の因子が影響すると推察されるが、これらは単独で影響するものではなく、複雑にからみ合って影響することが推測される。そこで本研究では、組成率変動と関連があらうと推察される因子のうちから、数値化できる因子、すなわち、漁獲時期、成長の程度および脂質含量をとり上げ、これらと脂肪酸組成率との関係を検討し、魚種による特異性を考察した。

魚類は移動性の面から、回遊魚と定着性の強い底生魚に分けられる。また、筋肉中のミオグロビン含量から赤身魚と白身魚に分けられる。赤身魚は回遊性であり、筋肉脂質の含量が多く、脂質含量の変動が大きい。一方、白身魚は定着性であり、筋肉脂質の含量は少なく、肝臓により多くの脂質を蓄積する。このため、赤

身魚は多脂魚の部類に、自身魚は少脂魚の部類に属するものが多い。

多脂魚脂質の主要構成脂質はトリグリセリドであり、少脂魚脂質のそれはリン脂質である。従って、多脂魚と少脂魚の筋肉脂質の脂肪酸組成率の変動に関連する因子は異なると推測される。

このことから、研究対象魚種として、回遊性の強い赤身魚ではマアジ、マサバおよびキハダを、定着性の強い白身魚ではサバフグおよびカワハギを選んだ。なお、移動性が小さく環境変化の影響を受けやすい海産動物としてアサリを選び、その脂肪酸組成率が環境にどのように影響されるかも検討し、白身魚における結果と比較検討した。

## 第1章 マアジ脂質

マアジ脂質の脂肪酸組成については既に報告されている<sup>38,42,58)</sup>が、周年にわたり測定された例は見当たらない。マアジは温暖性の回遊魚であり<sup>59)</sup>、漁獲時期や成長の程度によって脂質含量が変動する多脂魚である。このため、ある程度限定した海域で漁獲されたマアジを回遊性多脂魚の代表例としてとり上げ、その脂質(TL)を中性脂質(NL)と極性脂質(PL)とに分画し、それら脂質の量的変動および脂肪酸組成率の変動を調べ、組成率変動に影響する因子の推定を行なった。

### 第1節 中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差

#### 実験方法

**試料** 五島、対馬周辺海域、山口県および福岡県沖合で1970年4月から翌年1月にわたって漁獲された体長15.5~27.5 cmの33尾のマアジ、*Trachurus japonicus*、から新鮮時に採肉した。なお、皮下脂肪を損失しないため、表皮を付けたまま肉部をとり、細切して実験に供した。

**脂質の抽出** FOLCH法<sup>60)</sup>によってTLを抽出した。抽出液から溶剤を留去し、残部をTL量(g/100g肉)とした。

**NLとPLの分画** ケイ酸カラムクロマトグラフィーによった。すなわち、110°Cで3時間加熱して活性化したケイ酸(MALLINCKRODT製、100メッシュ)10gをクロロホルム50 mlに懸濁し、内径20 mmのガラス管に注入し、クロマト管を作製した。クロマト管上部に精秤した試料脂質(約1g)を入れ、最初にクロロホルム200 mlで溶出し、この溶出画分をNLとした。ついで、メタノール200 mlで溶出し、得られた画分をPLとした。両画分からそれぞれ溶剤を留去し、NL量およびPL量(g/100g肉)を得た。なお、実験に使用した溶剤はすべて再蒸留したものである。また、ケイ酸はクロロホルム-メタノール(2:1, v/v)混液で還流洗浄したものである。

**脂肪酸分析** NL, PLおよびTLからBF<sub>3</sub>法<sup>61)</sup>でそれぞれの混合脂肪酸メチルエステルを調製し、これをGLCで分析した。分析条件は第1表の通りである。

Table 1. Condition for gas-liquid chromatography

Apparatus	SHIMADZU GC-1B
Liquid phase	DEGS (10% w/w) on 60 to 80 mesh Shimalite-W
Column	4 mm diameter, 3 m length
Column temperature	200 °C
Detector	H F I D
Detector temperature	205 °C
Carrier gas	N <sub>2</sub> gas, flow rate, 60 ml/min
Flow rate of H <sub>2</sub> gas	48 ml/min
Flow rate of air	1.35 l/min
Sensitivity, 100, range, 0.8 V	

各脂肪酸メチルエステルの相対保持時間と標準メチルエステルのそれを比較し、脂肪酸を同定した。相当する標準メチルエステルがないときには、炭素数—対数相対保持時間の直線から脂肪酸を推定し、推定結果を ACKMAN ら<sup>62)</sup>の結果と比較し、同定の正確を期した。また、組成率はピーク面積百分率で表わした。

### 結果ならびに考察

**NL, PL および TL の脂肪酸組成** 試料魚の尾叉長(以下体長という)、体重、肥満度および各脂質含量ならびに各脂質の脂肪酸組成を第2～4表に示す。各脂質の主要脂肪酸の組成率の平均値ならびに標準偏差を第5表に示す。

TLの主要脂肪酸組成率は既報の結果<sup>58)</sup>とほぼ類似した。NLおよびPLについても同様なことが観察された。

マアジ脂質の主要構成酸は14:0, 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 18:2, 20:1, 20:3, 20:5および22:6酸であり、海産魚の共通的模式を示した。

NLとPLの脂肪酸組成を比較すると、18:0および22:6酸組成率はNLで小さく、14:0, 16:1および18:1酸組成率はPLで小さかった。他の脂肪酸の組成率については両脂質間に明白な差は認められなかった。また、NLとTLの脂肪酸組成はよく類似した。

第5表から、平均組成率の大きい脂肪酸に大きい標準偏差が認められ、TLはもとより、NLおよびPLの脂肪酸組成率も大きく変動することがわかった。

**脂質含量および脂肪酸組成率の分布** マアジのNL, PLおよびTLの含量はそれぞれ1.33～19.56, 0.53～1.64および2.10～20.59 g/100 g 肉 に分布した。統計処理に際し、測定値の分布が正規分布でないと誤差が大きくなる。そのような場合、頻度分布型に応じた変数変換を行わなければならない。そのため、測定値(第2および3表)の中から、PL量, PLにおける14:0, 16:1および20:5酸組成率ならびにNLにおける16:1, 18:1, 20:1および22:6酸組成率を選び、これらの頻度分布を調べた。また、その累積百分率を確率紙にプロットすると、ほぼ直線に並ぶので、頻度3以上の規準化変数の%値(測定値)に対する回帰直線から推定した正規分布と比較した結果、第6表に示すような結果を得た。すなわち、 $0.95 > \Pr\{\chi^2 > \chi_0^2\} > 0.90$ が1例、 $0.90 > \Pr\{\chi^2 > \chi_0^2\} > 0.75$ が3例、 $0.75 > \Pr\{\chi^2 > \chi_0^2\} > 0.50$ が2例、 $0.50 > \Pr\{\chi^2 > \chi_0^2\} > 0.25$ および $0.25 > \Pr\{\chi^2 > \chi_0^2\} > 0.10$ がそれぞれ1例であった。このことから、測定値は正規分布を示すとみなすことができたので、以下の計算には測定値をそのまま用いた。

**PL量とTL量の関係** 第3表の結果からTL量( $z_t$ )に対するPL量( $z_p$ )の2次および1次回帰式  $z_p = a_0 + a_1 z_t + a_2 z_t^2$  および  $z_p = b_0 + b_1 z_t$  を求め、 $a_2$ および $b_1$ の有意性を検討した結果、 $a_2$ は1%水準で有意とみなせた( $F_2 = 9.92$ ,  $n = 33$ )。しかし、 $z_p$ の変化域はきわめて小さかった。 $b_1$ は有意とみなせなかった( $F_1 = 1.46$ ,  $n = 33$ )。これらから、PL量はTL量と関係なく一定とみなせると推察し、標本1次回帰式  $z_p = 1.109 - 0.009 z_t$  と期待式  $z_p = 1.02$  (ただし  $\bar{z}_p = 1.02 \approx 1.109$ ) を比較した<sup>63)</sup>。その結果、両式の間有意差を認めなかった( $t_1 = -0.131$ ,  $t_2 = -1.262$ ,  $F_e = 0.067$ ,  $n_{2.e} = 31$ )。それゆえ、TL量と関係なく、PL量は1.02 g/100 g 肉 とみなした。

**NL量とTL量の関係** 第2表に示した $z_t$ に対するNL量( $z_n$ )の2次および1次回帰式を求め、それぞれの最高次係数の有意性を検討した。 $a_2$ は有意とみなせず( $F_2 = 0.92$ ,  $n = 33$ )、 $b_1$ は1%水準で有意とみなせた( $F_1 = 17081.6$ ,  $n = 33$ )。標本1次回帰式  $z_n = 0.998 z_t - 1.010$  と期待式  $z_n = z_t - 1.02$  を比較した結果、両式の間有意差を認めなかった。これらから、NL量の変動はそのままTL量の変動となって現われることが判明した。PL量およびNL量とTL量との関係を第1図に示す。

Table 2. Variation of the fatty acid compositions of nonpolar lipid in jack mackerel muscle, *Trachurus japonicus*

Date (1970- 1971)	BL (cm)	BW (g)	Fatness	Lipid cont.		Fatty acid (%)																											
				TL	NL	12:0	13:0	14:0	14:1	15:0	14:2	16:0	17:0	16:2	18:0	18:1	19:0	18:2	19:1	18:3	20:0	18:4	20:2	22:0	20:3	22:1	20:4	20:5	22:3	22:4	22:5	22:6	
Oct. 20	18.3	80.5	13.14	2.09	1.84	0.5	0.1	7.5	0.5	1.3	0.3	27.5	10.1	1.3	1.6	4.7	14.9	tr	1.0	0.5	1.5	2.1	tr	0.6	tr	2.5	tr	tr	8.5	1.3	1.3	1.6	7.8
Oct. 30	25.5	279.0	16.82	14.08	12.84	0.1	tr	4.5	0.3	0.8	tr	24.1	6.7	1.6	1.0	7.0	20.4	0.3	1.4	tr	1.4	0.9	tr	1.4	tr	2.2	tr	tr	5.7	0.7	0.7	1.6	16.4
Oct. 31	26.0	281.0	15.99	12.98	11.98	0.1	tr	4.4	0.4	0.8	tr	23.9	6.9	1.5	1.0	7.3	20.6	0.3	1.4	tr	1.2	1.1	tr	1.5	tr	2.5	tr	0.1	6.0	0.8	0.6	1.3	16.0
Nov. 6	27.0	316.0	16.05	17.28	16.43	0.1	tr	3.9	0.2	0.6	tr	24.9	8.5	1.0	0.8	6.6	24.8	0.5	1.3	tr	1.0	1.0	0.3	1.2	tr	1.5	tr	0.4	5.8	0.6	0.5	1.5	13.4
Nov. 7	21.0	156.5	16.90	4.43	3.19	0.2	0.1	4.5	0.3	0.3	0.2	20.1	7.4	1.5	1.6	7.6	15.0	0.4	1.7	0.3	0.7	1.8	1.1	0.2	0.4	1.8	0.2	0.4	9.6	1.0	0.5	1.9	9.2
Nov. 10	26.5	324.0	17.41	20.59	19.56	0.1	tr	4.0	0.2	0.5	tr	24.5	8.5	1.0	1.0	5.9	20.2	tr	1.4	tr	2.1	1.2	tr	1.0	tr	2.9	tr	0.6	6.7	1.0	0.9	2.0	16.5
Nov. 13	27.5	370.0	17.79	17.39	16.37	tr	tr	3.3	0.2	0.6	tr	24.6	6.8	0.9	0.7	7.9	25.9	tr	0.9	tr	1.0	1.0	0.2	1.0	tr	1.7	tr	0.5	6.1	0.6	0.5	0.7	11.9
Nov. 13	25.6	285.5	16.90	17.40	16.34	0.1	tr	3.5	0.2	0.5	tr	24.4	7.0	0.9	1.0	7.6	25.7	tr	1.0	tr	0.9	0.8	tr	0.6	tr	2.0	tr	1.9	6.0	0.4	0.8	1.6	15.0
Nov. 19	17.0	67.0	13.64	2.27	1.33	0.1	tr	4.0	0.3	0.5	0.3	16.9	6.7	1.3	0.8	8.7	14.2	0.3	0.9	tr	0.6	1.8	tr	0.4	tr	4.8	tr	0.3	7.5	0.9	1.9	2.6	24.2
Nov. 26	26.0	292.5	16.64	16.98	16.03	tr	tr	2.8	0.1	0.5	tr	26.6	7.8	1.4	1.0	8.0	23.8	0.6	1.2	tr	1.0	0.7	0.7	0.2	tr	1.6	tr	0.3	5.5	0.3	0.5	1.7	13.6
Nov. 28	25.5	290.0	17.49	16.87	15.89	tr	tr	3.0	0.1	0.6	0.1	25.9	8.0	1.2	0.9	8.2	24.0	0.5	1.1	tr	0.9	0.9	tr	0.4	tr	2.0	tr	0.4	5.3	0.6	0.7	1.9	12.8
Dec. 4	25.0	280.0	17.92	10.07	8.76	0.1	0.1	4.1	0.4	1.1	0.4	19.3	14.1	3.2	2.0	5.0	18.3	2.4	2.6	1.1	0.7	1.6	0.3	1.0	tr	1.9	tr	0.8	7.1	0.6	0.5	1.7	9.6
Dec. 9	27.0	270.0	13.71	6.25	5.20	0.1	tr	4.9	0.4	1.1	0.3	23.3	10.9	1.9	1.7	8.1	27.4	0.9	1.6	0.4	0.7	2.6	0.9	tr	tr	2.3	tr	0.5	2.6	0.2	0.5	1.3	5.2
Dec. 16	25.0	220.0	14.08	7.65	6.30	0.1	tr	4.5	0.4	0.8	0.2	24.4	8.1	1.6	1.2	7.5	20.0	0.5	1.2	tr	0.5	1.5	0.7	tr	0.3	2.7	0.3	1.3	7.4	1.9	0.7	2.0	10.5
Dec. 21	24.6	246.1	16.13	8.19	7.21	tr	tr	3.8	0.3	0.8	0.3	21.9	11.2	1.5	2.8	4.8	21.4	0.8	2.0	0.8	1.5	2.3	0.7	0.1	0.1	2.1	0.1	0.3	5.9	1.1	0.4	1.9	10.9
Dec. 31	21.9	172.0	16.38	3.95	2.75	tr	tr	3.6	0.4	0.7	0.3	21.8	7.6	2.1	1.2	7.0	30.7	0.7	1.5	0.2	0.7	2.4	0.4	0.2	0.1	3.5	tr	0.5	3.9	0.5	1.5	1.7	6.8
Jan. 8	24.5	218.7	14.87	4.88	3.90	tr	tr	3.3	0.2	1.0	0.3	30.1	8.7	2.2	1.6	5.4	18.6	0.7	1.4	0.6	0.6	1.6	0.5	0.3	tr	2.0	0.8	0.5	6.2	0.8	1.2	1.3	10.6
Jan. 13	22.5	165.2	14.50	4.40	3.39	tr	tr	3.9	0.3	1.1	0.3	32.6	9.5	2.5	1.4	5.3	19.3	0.4	1.2	0.6	0.9	1.9	0.9	0.2	tr	1.8	0.8	0.8	6.9	0.3	1.0	1.6	4.5
Jan. 18	25.5	218.7	13.19	5.45	4.36	0.1	tr	3.9	0.3	0.7	0.4	26.1	9.3	2.6	1.7	5.7	18.7	0.7	2.0	0.4	1.0	1.8	0.9	0.3	0.1	1.7	1.4	0.5	7.7	0.5	1.5	2.1	8.0
Jan. 25	16.0	58.0	14.16	2.10	1.53	tr	0.1	5.1	0.4	1.0	0.3	21.4	9.6	2.1	2.1	6.4	26.1	0.6	1.3	0.4	0.8	2.1	0.4	0.6	0.3	0.6	2.1	0.3	5.1	0.5	1.6	1.6	7.0
April 19	24.5	203.5	13.84	2.49	1.38	0.1	tr	5.6	tr	0.5	tr	20.2	8.4	1.4	1.6	6.8	17.6	0.6	1.2	0.4	1.4	3.5	1.4	tr	tr	1.4	3.9	1.5	9.4	0.5	1.6	2.0	8.7
May 14	15.5	63.5	17.05	10.58	9.14	0.1	tr	5.1	0.3	0.7	tr	22.9	8.5	1.2	1.1	5.8	16.7	0.4	1.6	0.5	1.4	4.1	2.1	0.2	tr	1.0	4.7	1.6	7.8	0.3	0.9	1.2	9.6
May 24	18.5	103.0	16.27	16.84	15.44	0.1	tr	4.9	0.2	0.4	tr	23.8	10.2	1.1	1.1	6.0	23.8	0.7	0.9	0.4	0.6	3.7	1.0	0.4	tr	0.9	3.7	1.1	7.3	0.2	0.4	1.2	6.0
May 28	19.0	118.0	17.20	19.48	18.42	0.1	tr	4.6	0.2	0.5	tr	21.1	11.6	1.4	1.2	6.6	23.6	0.7	0.9	0.3	0.6	3.2	0.9	0.3	tr	1.4	4.0	1.1	7.3	0.3	0.8	1.3	5.8
June 4	20.0	124.5	15.56	11.06	10.93	0.1	tr	3.9	0.2	0.8	tr	26.4	11.2	1.5	1.3	5.5	23.5	0.6	1.1	0.3	0.7	1.7	0.9	tr	tr	0.9	1.7	0.8	5.5	0.3	1.6	1.3	8.3
June 11	18.0	94.0	16.12	15.40	14.40	0.1	tr	3.8	0.2	0.6	tr	21.0	10.9	1.2	1.4	6.2	20.7	0.9	1.1	0.4	0.8	4.4	1.3	0.4	tr	1.0	5.8	1.8	8.5	tr	0.8	1.1	5.7
June 18	19.5	118.0	15.91	16.98	15.85	0.1	tr	5.1	0.2	0.5	tr	21.2	10.2	1.0	1.2	6.3	22.4	0.6	1.0	0.3	0.7	3.8	0.8	0.3	tr	1.0	4.6	1.3	7.6	0.4	0.8	1.4	6.8
June 28	19.5	90.0	12.14	7.09	6.08	0.1	tr	4.8	0.3	0.8	tr	19.6	8.6	2.0	1.1	7.9	25.2	0.4	1.8	0.4	0.8	2.9	1.1	tr	tr	1.5	2.1	0.7	4.6	0.5	1.1	1.4	9.7
Aug. 3	19.3	102.0	14.19	7.63	6.69	tr	tr	5.3	0.2	0.8	0.1	25.1	10.2	1.7	0.9	5.0	19.9	1.2	2.1	0.4	1.2	2.6	1.6	tr	tr	0.7	2.6	0.9	6.0	0.4	0.8	1.1	9.0
Aug. 9	18.5	81.5	12.87	10.38	9.29	0.1	tr	3.6	0.2	0.8	0.1	26.2	11.9	2.0	1.6	5.1	17.8	1.1	1.2	0.2	0.6	3.4	1.2	0.3	tr	1.2	4.2	1.3	6.9	0.4	1.1	0.9	6.7
Aug. 18	18.4	76.5	12.28	10.08	8.80	tr	tr	4.8	0.2	1.0	0.2	26.6	10.2	1.8	1.3	4.7	18.5	0.4	1.2	0.3	0.6	2.9	1.0	0.3	tr	0.8	3.7	1.3	5.6	0.4	1.4	1.5	9.0
Oct. 4	18.5	88.0	13.90	7.45	6.52	tr	tr	5.2	0.3	0.7	0.1	22.7	8.9	1.9	1.1	5.4	22.7	0.6	1.6	0.4	0.6	4.4	0.8	0.2	tr	1.0	5.1	0.9	5.4	tr	1.0	1.4	7.8

TL : Total lipid, NL : Nonpolar lipid, Lipid cont. : g/100g muscle, BL : Body length, BW : Body weight, tr : trace

Table 3. Variation of the fatty acid compositions of polar lipid in jack mackerel muscle

Date	Lipid cont.		Fatty acid (%)																												
	TL	PL	12:0	13:0	14:0	14:1	15:0	14:2 15:1	16:0	16:1	17:0	16:2 17:1	18:0	18:1	19:0	18:2	19:1	18:3 20:3	20:1	18:4	20:2	22:0	20:3	22:1	20:4	20:5	22:3	22:4 24:1	22:5	22:6	
Oct. 20	2.69	0.88	0.1	tr	0.7	tr	0.5	0.4	18.2	1.8	1.0	0.6	10.6	9.5	0.5	0.9	0.1	0.3	0.8	0.2	0.3	0.2	4.2	0.1	0.4	5.9	2.2	1.7	2.9	35.1	
Oct. 30	14.08	0.88	tr	tr	0.6	tr	0.2	0.2	15.7	1.0	1.0	0.4	12.0	9.1	tr	1.6	tr	0.6	0.3	tr	0.2	tr	4.3	0.1	tr	7.4	0.6	2.6	2.1	38.6	
Oct. 31	13.99	0.90	tr	tr	0.6	tr	0.4	0.3	16.1	1.0	1.0	0.5	11.5	9.6	tr	1.5	tr	0.5	0.4	tr	0.3	tr	4.0	0.2	tr	7.5	0.7	2.5	1.8	39.0	
Nov. 6	17.28	0.85	0.3	tr	0.6	tr	0.2	0.3	14.6	1.4	0.8	0.3	12.6	12.1	0.3	1.7	tr	0.6	0.4	tr	0.1	0.2	3.6	tr	0.4	7.9	0.6	1.4	1.8	30.5	
Nov. 7	4.43	1.20	tr	0.1	0.7	0.1	0.6	0.8	25.6	2.8	1.0	0.5	16.0	14.8	0.5	1.5	tr	1.8	0.9	tr	0.6	tr	5.5	tr	0.4	7.7	0.5	0.8	1.0	14.0	
Oct. 27	16.98	0.62	tr	0.2	0.6	tr	0.3	0.3	14.8	1.3	1.1	0.6	11.6	11.0	tr	1.5	tr	0.4	0.7	tr	0.3	tr	4.0	tr	0.4	7.9	0.6	2.1	2.1	37.7	
Nov. 10	20.59	0.77	tr	0.2	0.6	tr	0.2	0.1	15.3	1.2	0.9	0.3	12.6	12.0	0.3	1.5	tr	0.7	0.4	tr	0.2	tr	4.4	tr	0.2	9.7	0.6	1.5	2.5	34.5	
Nov. 13	17.39	0.85	tr	0.1	0.5	tr	0.2	0.3	14.8	1.4	1.1	0.4	12.8	11.5	0.3	0.2	tr	0.5	0.3	tr	0.1	0.3	5.5	tr	0.4	7.6	0.5	0.8	1.0	13.5	
Nov. 13	17.40	0.90	tr	0.2	0.6	tr	0.3	0.4	14.9	1.3	0.9	0.3	12.7	11.6	0.2	0.6	tr	0.9	0.5	tr	0.2	tr	5.6	tr	0.3	7.7	0.6	0.7	0.9	13.0	
Nov. 19	2.27	0.89	tr	0.2	0.4	tr	0.2	0.8	15.6	1.4	0.8	0.4	11.2	9.9	tr	1.1	tr	0.4	0.4	tr	0.1	tr	3.0	tr	tr	6.7	0.9	1.7	2.1	42.7	
Nov. 26	16.98	0.85	tr	tr	0.3	tr	0.2	0.8	14.5	1.1	1.0	1.0	13.0	10.8	0.3	1.2	tr	0.6	0.3	tr	0.2	0.2	4.1	tr	0.3	8.0	0.7	2.2	2.5	36.6	
Nov. 28	16.87	0.89	tr	tr	0.4	tr	0.3	0.6	14.3	1.0	1.1	0.8	13.2	11.0	0.2	1.1	tr	0.5	0.3	tr	0.2	tr	4.3	tr	0.2	7.8	0.6	2.4	2.4	37.0	
Dec. 4	10.07	1.41	tr	0.2	0.9	0.1	0.5	0.2	14.9	3.8	1.2	0.9	9.9	12.4	1.0	2.5	0.4	0.6	0.4	tr	0.1	0.2	3.4	tr	0.3	9.2	0.6	1.1	2.3	31.7	
Dec. 9	6.25	0.91	tr	tr	0.3	tr	0.2	0.6	17.0	2.0	1.8	0.7	11.4	10.8	0.5	1.1	0.2	0.1	0.4	tr	0.1	0.2	3.0	0.3	0.3	6.0	0.3	1.0	2.4	39.3	
Dec. 16	7.65	1.46	tr	0.3	0.7	tr	0.8	0.8	22.6	1.8	1.8	0.8	15.0	13.4	0.6	0.9	0.1	0.4	1.2	tr	0.4	tr	3.4	0.2	0.3	6.6	0.3	0.9	2.9	22.9	
Dec. 21	8.19	1.64	tr	0.1	0.6	0.1	0.3	0.2	17.5	3.2	2.2	0.8	11.0	13.6	1.9	1.6	0.7	0.7	1.2	tr	0.3	0.1	2.6	0.7	0.3	6.6	0.2	1.6	3.1	28.9	
Dec. 31	3.95	1.17	tr	1.2	0.5	tr	0.3	0.2	20.5	2.6	1.6	0.6	11.4	12.3	0.7	1.4	0.3	0.5	0.7	tr	0.1	0.1	2.3	0.3	0.4	5.2	0.1	1.1	1.8	34.7	
Jan. 8	4.88	1.02	tr	0.2	0.5	tr	0.5	0.4	17.6	2.3	1.4	0.8	12.5	12.1	0.5	1.0	0.1	0.2	1.0	tr	0.3	0.3	2.8	0.3	0.8	7.7	0.2	1.4	2.4	32.6	
Jan. 13	4.40	1.06	0.1	0.2	0.4	tr	0.3	0.7	20.1	1.9	1.4	1.0	13.6	12.0	0.4	0.9	0.1	0.2	0.6	tr	0.1	0.4	2.3	0.1	0.2	6.7	1.7	1.4	1.3	31.1	
Jan. 18	5.45	1.25	0.1	0.4	0.7	tr	0.4	0.6	20.9	2.3	1.5	0.7	11.8	11.1	0.6	1.1	tr	0.5	0.4	tr	0.1	0.1	3.4	0.3	0.5	7.5	0.5	1.2	3.0	29.7	
Jan. 25	2.10	0.53	tr	tr	0.5	tr	0.2	0.9	12.3	2.2	1.7	1.1	18.8	9.1	0.5	1.5	0.2	0.5	1.0	0.4	tr	0.3	0.1	2.0	0.1	0.4	5.8	0.3	1.5	2.0	36.0
April 19	2.49	0.93	tr	0.2	0.9	tr	0.3	0.4	20.8	1.5	1.4	0.6	13.3	6.2	0.3	1.0	0.2	0.6	1.4	0.3	tr	0.2	3.4	0.8	0.7	9.6	0.4	1.2	3.0	31.3	
May 14	10.58	1.4	tr	tr	1.0	0.1	0.4	tr	26.9	2.1	1.3	0.8	15.4	13.9	0.4	1.4	0.4	0.8	2.2	0.5	tr	0.3	tr	1.9	1.1	0.5	6.6	tr	0.8	1.0	20.1
May 24	16.84	1.08	tr	0.1	0.5	tr	0.1	0.3	19.8	1.4	0.9	0.5	14.7	12.9	0.2	1.1	0.3	0.4	1.9	0.4	tr	0.3	tr	3.0	1.0	0.8	10.1	0.5	0.7	1.7	26.6
May 28	19.48	1.06	tr	0.2	0.8	tr	0.2	0.2	27.7	2.7	1.3	0.7	18.9	17.3	0.6	1.1	0.4	0.7	2.4	0.5	tr	0.5	tr	2.4	1.5	0.8	5.5	tr	0.9	1.8	11.7
June 4	11.06	1.13	tr	0.2	0.7	0.1	0.3	0.5	33.4	1.7	1.6	0.8	18.7	16.9	tr	1.6	0.4	0.6	1.6	0.5	tr	0.4	tr	1.7	0.6	0.6	3.9	1.0	1.0	1.1	10.3
June 18	16.98	0.96	tr	0.1	0.6	0.1	0.2	0.4	22.4	1.9	1.0	0.6	13.8	13.0	0.4	1.2	0.4	0.4	1.9	0.3	tr	0.4	tr	2.2	1.0	0.7	9.6	tr	0.8	2.2	25.1
June 23	7.09	1.10	tr	0.1	0.6	0.1	0.2	0.4	20.1	2.0	1.3	0.7	13.7	12.9	0.3	1.2	0.1	0.5	2.3	0.7	tr	0.4	tr	2.6	0.5	0.4	8.1	0.4	0.8	1.9	27.1
June 28	7.09	1.10	tr	0.5	0.5	tr	0.3	0.3	22.0	1.2	1.5	0.7	17.0	13.0	0.4	1.2	0.3	0.4	1.0	0.3	tr	0.4	tr	2.6	tr	0.4	3.9	1.3	2.1	1.8	27.9
Aug. 3	7.63	0.93	tr	0.2	0.6	tr	0.3	0.4	20.7	1.9	1.4	0.8	6.7	12.4	0.2	1.5	0.3	0.4	1.0	0.3	tr	0.4	tr	2.0	0.4	0.4	6.6	0.3	1.5	1.5	37.8
Aug. 9	10.38	1.13	tr	0.2	0.8	0.1	0.5	0.4	22.7	2.6	1.5	0.8	12.4	13.1	0.2	1.2	0.2	0.4	1.2	0.3	tr	0.2	tr	2.1	0.7	0.5	6.2	0.5	1.4	1.3	28.2
Aug. 18	10.08	1.10	tr	0.1	0.4	tr	0.3	1.0	18.8	1.4	1.1	0.8	12.5	13.1	0.4	1.4	0.2	0.4	1.1	0.4	tr	0.3	tr	2.5	tr	0.4	6.7	tr	1.5	1.0	34.3
Oct. 4	7.45	0.83	tr	0.2	0.6	tr	0.2	0.4	22.7	2.4	1.3	0.8	13.4	13.6	0.3	2.0	0.3	0.7	1.6	0.3	tr	0.4	tr	2.4	0.5	0.8	5.1	0.4	2.0	1.2	26.3

PL : Polar lipid



Table 4. Variation of the fatty acid compositions of total lipid in the jack mackerel muscle

Date	Lipid cont.	Fatty acid (%)																											
		TL	12:0	13:0	14:0	14:1	15:0	14:3 15:1	16:0	16:1	17:0	16:2 17:1	18:0	18:1	19:0	18:2	19:1	18:3 20:0	20:1	18:4	20:2	22:0	20:3	22:1	20:4	20:5	22:3 24:1	22:5	22:6
Nov. 6	17.28	0.1	tr	4.0	0.2	0.6	tr	23.8	8.1	0.8	0.7	6.9	24.9	0.5	1.4	tr	1.0	0.9	1.1	0.2	tr	1.4	tr	0.4	6.3	0.6	0.6	1.6	14.1
Nov. 19	2.27	0.1	tr	4.0	0.1	0.5	0.3	16.9	6.7	1.3	0.8	8.7	14.2	0.3	0.9	tr	0.6	1.3	tr	0.4	tr	2.1	2.7	0.3	7.5	0.9	1.9	2.6	24.2
April 19	2.49	0.1	0.1	4.6	tr	0.4	tr	18.1	6.2	1.5	1.4	9.1	16.6	0.5	1.1	0.4	1.0	2.5	1.0	tr	tr	2.1	2.9	1.0	8.8	0.6	2.0	2.1	15.6
May 14	10.58	0.1	tr	4.0	0.2	0.5	tr	21.4	7.6	1.2	1.1	6.1	18.2	0.6	1.4	0.4	1.1	3.3	2.1	tr	tr	1.2	4.6	1.7	8.8	0.3	0.9	1.2	11.8
May 24	16.84	0.1	tr	4.8	0.2	0.5	tr	23.1	9.9	1.1	1.1	6.7	21.4	0.7	0.8	0.3	0.7	3.3	0.8	0.4	tr	1.1	4.3	1.1	7.6	0.5	0.7	1.3	7.1
May 28	19.48	0.1	tr	4.2	0.2	0.4	tr	18.5	11.0	1.3	1.3	7.2	22.5	0.7	1.0	0.3	0.7	3.4	0.9	0.3	tr	1.5	4.2	0.8	8.7	0.3	0.7	1.6	8.2
June 4	11.06	tr	tr	4.1	0.1	0.7	tr	25.7	10.2	1.5	1.3	6.1	22.7	0.5	1.3	0.5	1.0	1.7	0.7	tr	tr	1.1	1.9	0.6	5.8	0.4	1.3	1.2	9.5
June 11	15.40	0.1	tr	4.7	0.2	0.6	tr	21.8	10.8	1.4	1.2	6.3	20.9	0.9	1.0	0.4	0.6	3.9	0.9	0.5	tr	1.3	5.2	1.4	7.4	tr	0.8	1.2	6.5
June 18	16.98	0.1	tr	5.1	0.2	0.5	tr	21.1	9.8	0.9	1.1	6.3	22.2	0.6	1.1	0.5	1.0	4.2	1.1	0.5	tr	0.9	4.3	1.1	7.1	0.3	0.9	1.3	7.7
June 28	7.09	0.1	tr	4.2	0.2	0.7	tr	21.8	7.1	1.6	1.0	8.3	25.0	0.5	1.5	0.3	0.8	2.9	1.0	0.3	tr	1.5	2.1	1.0	4.2	0.3	1.3	1.8	10.5
Aug. 3	7.63	tr	tr	5.7	0.3	0.8	0.1	22.9	10.5	2.4	1.4	6.1	20.3	0.5	1.4	0.3	0.7	2.2	1.0	0.1	tr	1.0	2.2	1.0	6.2	0.3	1.0	0.9	10.6
Aug. 9	10.38	0.1	tr	5.3	0.2	0.7	0.2	24.8	10.0	1.5	1.3	5.0	16.2	0.8	1.1	0.3	0.7	3.5	1.0	0.4	tr	3.4	4.0	1.3	6.1	0.5	1.7	1.3	8.7
Aug. 18	10.08	tr	tr	4.6	0.2	1.0	0.1	25.8	10.3	1.9	1.4	5.2	19.0	0.4	1.4	0.4	0.7	2.9	1.2	0.2	tr	0.9	3.7	1.1	4.1	tr	1.3	0.9	11.3
Oct. 4	7.45	0.1	tr	5.4	0.3	0.8	0.1	24.5	9.5	1.6	1.3	6.2	21.9	0.4	1.5	0.3	0.7	3.3	1.0	0.2	tr	1.1	3.9	0.8	5.4	tr	0.7	1.2	7.7

Table 5. The mean and standard deviation of the fatty acid composition

		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
NL	$\bar{t}$	4.36	23.76	9.13	6.48	21.46	1.37	2.20	1.78	6.48	10.24
	$\sigma$	0.90	3.18	1.78	1.19	3.91	0.40	1.12	0.87	1.48	4.23
PL	$\bar{t}$	0.60	19.27	1.87	13.20	12.06	1.28	0.98	3.23	7.12	29.27
	$\sigma$	0.16	4.65	0.68	2.59	2.16	0.41	0.63	1.08	1.53	8.82
TL	$\bar{t}$	4.7	22.15	9.12	6.73	20.43	1.21	2.92	1.47	6.71	10.96
	$\sigma$	0.57	2.80	1.63	1.22	3.22	0.23	0.97	0.67	1.55	4.63

$\bar{t}$  : Mean,  $\sigma$  : Standard deviation

Table 6. The test on the fitness of the distribution of the observed series of frequency of the lipid content to that estimated one under the supposition of being agreeable to the normal one

Polar lipid content	P <sub>11:0</sub>		P <sub>16:1</sub>		P <sub>20:5</sub>		N <sub>16:1</sub>		N <sub>18:1</sub>		N <sub>20:1</sub>		N <sub>22:6</sub>												
	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.											
0.6	1	2.14	0.4	3	2.62	1.25	6	6.18	< 5	2	2.44	< 7	4	3.75	< 15	2	1.80	< 1	7	6.56	< 5	1	4.04		
0.75	1	3.71	0.5	4	4.55	1.75	9	8.44	6	5	4.65	8	5	5.05	17	2	2.75	1.5	3	4.19	7	8	4.98		
0.9	11	6.29	0.6	7	7.32	2.25	9	9.35	7	8	7.68	9	8	7.18	19	6	4.76	2	7	4.99	9	7	6.92		
1.05	5	7.63	0.7	10	8.04	2.75	6	6.09	8	8	8.34	10	4	7.35	21	7	6.35	2.5	4	5.11	11	7	7.07		
1.2	9	6.61	0.8	4	6.02	3.25	2	2.34	9	3	5.98	11	7	5.39	23	3	6.56	3	4	4.47	13	1	5.33		
1.35	2	4.09	0.9	3	3.07	3.75	0	0.52	10	5	2.83	12	4	2.89	25	6	5.23	3.5	2	3.38	15	6	2.97		
1.5	3	1.81	0.9	2	1.11	3.75	1	0.08	10	2	1.08	13	0	1.07	27	5	3.23	4	3	2.17	15	3	1.67		
1.5	1	0.72										13	1	0.36	27	2	2.32	4	3	2.13					
$\bar{x}$	1.06		0.67		2.10		7.70		9.57		22.25		2.32		10.15										
$\sigma$	0.26		0.16		0.67		1.52		1.71		3.90		1.27		3.57										
$\chi^2_0$	1.8897		1.2416		0.0556		0.0296		2.2271		0.996		0.3767		0.0022										
df	1		2		1		1		2		2		1		1										
Pr	0.25-0.10		0.75-0.50		0.90-0.75		0.90-0.75		0.50-0.25		0.90-0.75		0.75-0.50		0.95-0.90										

df : Degrees of freedom

ob : Observed series of frequency

Pr :  $\Pr\{\chi^2 > \chi^2_0\}$

est. : Estimated one

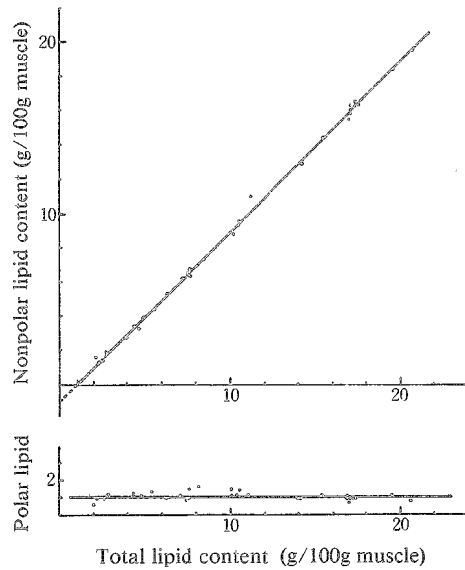


Fig. 1. The change of the lipid content of nonpolar or polar fraction in accordance with the increase of that of the total lipid in the jack mackerel muscle.

## 第2節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸組成率の偏回帰

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ )、体長 ( $y$ ) および脂質含量 ( $z$ ) に対する脂肪酸組成率 ( $t$ ) の偏回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$  の各係数  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$  および  $a_3$  を求め<sup>64)</sup>、その有意性を検討した。なお、4月19日を1とし、それから数えた日数で漁獲時期を数値化した。また、魚類の成長を表わす因子として体長と体重が考えられる。後者の変域は前者のそれより大きいので、体重を組成率変動の因子とすることが望ましいとも考えられるが、体重には成長と肥満の2つが組み合わさっている。肥満には脂質含量という因子も含まれるので、本研究では成長を体長で表わして脂肪酸組成率変動の因子とした。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第7表に示す。偏回帰係数  $a_i$  が有意とみなせる脂肪酸の数から判断して、NL では、脂肪酸組成率に大きく影響する因子はなかった。PL では、漁獲時期の影響が大きかった。TL では、脂質含量の影響が大きかった。脂肪酸組成率に対する体長の影響はもっとも小さかった。

2変数を一定とみなすと、残りの変数について偏回帰式は1次式とみなせる。本実験における試料魚は4月から1月にわたって採取されたため、脂肪酸組成率の時期的変動は3次あるいは2次的であると考えられる。しかし、偏回帰係数  $a_i$  が有意とみなせる結果が得られた。これはおそらく2月以降ほぼ3か月間の資料がなかったためと推察される。

Table 7. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the season ( $x$ ), body length<sup>†</sup> ( $y$ ) and lipid content ( $z$ )

	F.A.	$a_0$	$a_1 \cdot 10$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	6.507	-0.041	-0.035	-0.064	3.79	0.52	5.23*
	16:0	19.896	0.089	0.086	0.043	1.01	0.18	0.14
	16:1	11.843	-0.040	-0.084	-0.016	0.66	0.55	0.06
	18:0	3.990	0.008	0.092	0.029	0.06	1.56	0.49
	18:1	15.188	0.086	0.089	0.269	0.72	0.14	4.03
	18:2	0.996	0.001	0.029	-0.026	0.004	1.42	3.57
	20:1	6.305	-0.070	-0.112	-0.041	13.34**	6.38*	2.56
	20:3	0.634	0.039	0.034	-0.025	3.32	0.45	0.78
	20:5	8.153	-0.065	-0.007	-0.041	2.68	0.01	0.60
	22:6	3.311	0.139	0.121	0.177	1.54	0.22	1.42
PL	14:0	0.688	-0.011	0.007	-0.006	6.94*	0.57	1.23
	16:0	29.542	-0.347	-0.091	-0.224	12.05**	0.16	2.87
	16:1	2.789	0.013	-0.037	-0.031	0.51	0.77	1.72
	18:0	18.216	-0.036	-0.231	0.067	0.27	2.11	0.54
	18:1	15.980	0.005	-0.249	0.144	0.01	3.77	3.84
	18:2	1.605	0.005	-0.020	0.003	0.20	0.54	0.03
	20:1	3.130	-0.039	-0.071	0.007	13.97**	8.40**	0.28
	20:3	-0.571	0.021	0.135	0.043	0.79	5.96*	1.81
	20:5	3.679	-0.026	0.142	0.068	0.43	2.48	1.75
	22:6	22.782	0.337	0.020	-0.254	2.08	0.001	0.67
TL	14:0	5.128	0.003	-0.025	-0.005	0.01	0.16	0.02
	16:0	20.380	0.083	-0.023	0.134	0.40	0.01	0.70
	16:1	10.424	0.014	-0.185	0.198	0.06	2.12	8.25*
	18:0	5.100	-0.035	0.162	-0.109	0.51	2.18	3.42
	18:1	10.455	-0.002	0.326	0.327	0.00	1.47	5.05*
	18:2	1.025	0.005	0.012	-0.009	0.24	0.25	0.49
	20:1	6.553	-0.060	-0.185	0.048	4.33*	8.06*	1.83
	20:3	1.454	0.006	0.020	-0.038	0.03	0.08	1.03
	20:5	7.147	-0.096	0.010	0.022	1.97	0.004	0.07
	22:6	9.219	0.234	0.252	-0.478	2.30	0.53	6.51*

The constant and coefficient are defined as follows:

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

$F_i$ : The SNEDECOR'S  $F$  for  $a_i$  with 1 and 10 (TL) or 29 (NL,PL) degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

† : Total length

Season ( $x$ ) : The number of the days counted from April 19

### 第3節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸含量の偏回帰

脂肪酸組成率の変動を検討するには脂肪酸含量の変動に注目する必要がある。そのため、漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰係数を求め、各係数の有意性で脂肪酸含量の変動を検討した。

### 実験方法

第2節と同様に  $x$ ,  $y$  および  $z$  に対する脂肪酸含量 ( $T$ ) の偏回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$  の各係数およびそれらの  $F$  値を求めた。なお,  $T$  は  $t \times z \times 10^{-2}$  で表わした。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第8表に示す。偏回帰係数が有意とみなせた脂肪酸の数から NL および TL では脂肪酸含量変動に脂肪含量が大きく影響することがわかった。PL では 22:6 酸を除くすべての脂肪酸の含量変動は脂質含量の相違と関連しなかった。脂肪酸含量変動に対する時期的影響は NL で認められたが, PL および TL ではほとんど認められなかった。体長の影響は NL および TL でわずかに認められた。

Table 8. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ )

	F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10$	$A_2 \cdot 10^2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	0.138	0.0001	-0.008	0.040	0.53	3.01	313.84**
	16:0	-0.672	0.0001	0.022	0.232	0.01	1.76	833.95**
	16:1	0.049	0.0008	-0.009	0.088	4.33*	0.62	230.43**
	18:0	-0.200	-0.0004	0.006	0.071	4.06	0.81	517.24**
	18:1	-0.839	-0.0002	0.020	0.240	0.07	1.09	637.68**
	18:2	-0.052	0.00003	0.003	0.010	0.13	1.96	78.38**
	20:1	0.290	0.006	-0.017	0.020	9.93**	8.54**	51.11**
	20:3	-0.038	-0.0004	0.004	0.015	14.00**	1.43	105.68**
	20:5	0.300	-0.0001	-0.018	0.068	0.31	8.32**	508.63**
	22:6	-0.539	-0.002	0.027	0.115	7.91**	1.46	109.86**
PL	14:0	0.006	0.000	0.000	-0.00005	0.58	0.00	0.23
	16:0	0.201	0.0003	-0.0005	-0.002	3.36	0.01	0.92
	16:1	0.016	0.00002	0.0004	-0.0006	0.47	0.26	2.78
	18:0	0.151	0.0001	-0.001	0.0002	0.84	0.16	0.01
	18:1	0.111	0.0001	0.00003	-0.0001	1.63	0.00	0.001
	18:2	0.010	0.00001	0.0002	0.0002	0.72	0.19	0.60
	20:1	0.021	0.00003	-0.0007	0.0002	5.15*	3.61	1.52
	20:3	0.018	-0.00004	0.0009	-0.00001	3.24	1.84	0.00
	20:5	0.039	0.00002	0.001	0.0001	0.12	0.79	0.02
	22:6	0.182	0.00008	0.008	-0.007	0.16	1.90	6.62*
TL	14:0	-0.044	0.0004	-0.0008	0.044	4.22	0.02	242.74**
	16:0	-0.577	0.0008	0.029	0.210	0.58	0.81	183.37**
	16:1	-0.027	0.0006	-0.011	0.106	1.77	0.62	248.50**
	18:0	-0.026	-0.0004	0.005	0.066	1.81	0.33	233.66**
	18:1	-1.086	-0.0005	0.050	0.233	0.48	4.61	439.08**
	18:2	-0.049	0.00004	0.003	0.010	0.15	1.37	46.21**
	20:1	0.410	0.0004	-0.028	0.035	1.16	6.00*	40.96**
	20:3	-0.004	0.00002	0.001	0.011	0.01	0.02	9.12*
	20:5	0.436	-0.0006	-0.002	0.082	1.60	1.96	109.02**
	22:6	-0.067	-0.002	0.036	0.070	4.34	1.87	33.43**

The constant and coefficient are defined as follows:

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

$T$ : Fatty acid composition  $\times$  lipid content  $\times 10^{-2}$

The other symbol and mark are defined as shown in Table 7.

第2節および本節の結果から、脂肪酸組成率および脂肪酸含量の変動に影響する因子は脂質含量および漁獲時期であることが判明した。体長が脂肪酸組成率や脂肪酸含量変動に及ぼす影響はわずかであるとみなした。

#### 第4節 脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

前節で述べたように、マアジ脂質の脂肪酸組成率や脂肪酸含量は脂質含量および漁獲時期の影響を大きく受けることが判明した。そのため、本実験では、脂質含量が脂肪酸組成率変動にどのように影響するかを NL、PL および TL について検討した。

##### 実験方法

脂質含量 ( $z$ ) に対する脂肪酸組成率 ( $t$ ) の2次回帰式  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1z$  の各係数ならびに  $a_2$  および  $b_1$  における  $F$  値 (それぞれ  $F_{2,2}$  および  $F_{1,1}$ ) を求めてその有意性を検討した。

##### 結果ならびに考察

得られた結果を第9表に示す。

**NL 脂肪酸組成率と脂質含量との関係** 2次回帰係数  $a_2$  が有意とみなせた脂肪酸は 18:0 および 18:2 酸であった。しかし、両酸における標本2次回帰式から両酸組成率の最小あるいは最大値を求めると、それぞれ、5.9% および 1.6% が得られた。これらの値と両酸の平均組成率 (第5表) 6.48% および 1.37% とのそれぞれの差は小さかった。すなわち、両酸の  $t$  の変域は小さいとみなした。また、両酸における  $b_1$  が有意とみなせなかったため、これらの脂肪酸組成率は脂質含量に関係なく一定とみなした。

一方、 $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 14:0、18:1 および 22:6 酸であった。18:1 および 22:6 酸組成率の標準偏差は大きかったが、14:0 酸組成率のそれは小さかった。また、14:0 酸における  $b_1$  の絶対値は小さかった。そのため、14:0 酸組成率は脂質含量の増大にともない漸減の傾向を示すもののほぼ一定とみなした。18:1 および 22:6 酸組成率は脂質含量の増大にともない漸増するとみなした。他の脂肪酸組成率における  $a_2$  および  $b_1$  は有意とみなせず、しかも、標本1次回帰式と期待式  $t = B_0 + B_1z$  との間に有意差が認められなかった (第9表) ことから、これら脂肪酸組成率は脂質含量に関係ないとみなした。

**PL 脂肪酸組成率と脂質含量との関係**  $a_2$  が有意とみなせた脂肪酸はなかった。 $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 16:1 および 20:5 酸であった。それぞれの脂肪酸について、標本1次回帰式と期待式を比較した結果、第9表に示したように  $b_1$  と  $B_1$  との間には有意差が認められたが、式全体としては  $t = k$  ( $k$  は平均組成率) とみなせた ( $F_e$  値)。これらから、PL の脂肪酸組成率は脂質含量の増減にかかわらず、ほぼ一定とみなした。しかし、16:0 および 22:6 酸組成率には大きいバラツキが認められた。

**TL 脂肪酸組成率と脂質含量との関係** TL 脂肪酸組成は NL および PL 脂肪酸組成に依存する。また、このそれぞれへの依存度は NL と PL の量的割合によって変動する。すなわち、低脂質含量域では PL への依存度は大きく、高脂質含量域では TL の脂肪酸組成率と NL のそれは類似することが推察される。

TL では、 $a_2$  あるいは  $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は主要脂肪酸9種のうち7種あった (第9表)。TL 脂肪酸組成率と脂質含量との関係を第2図に示す。

14:0 酸について、 $a_2$  および  $b_1$  はともに有意とみなせなかった。NL および PL における 14:0 酸平均組成率  $\bar{t}$  はそれぞれ 4.36 および 0.60% であった。それゆえ、TL では、脂質含量の増大にともない、14:0 酸の漸増が考えられるが、その傾向は認められなかった。

Table 9. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the total lipid content ( $z$ ) and the comparison with the expectant linear equation

F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_{2,1}$	$F_{2,2}$	$n_{2,2}$	$b_0$	$b_1$	$F_{1,1}$	$n_{2,1}$	$B_0$	$B_1$	$t_1$	$t_2$	$F_e$	$n_{2,e}$
14:0	4.130	0.129	-0.006	0.93	1.1	11	4.694	-0.007	0.05	12	4.6	0	0.078	-0.232	0.03	12
16:0	13.350	1.934	-0.084	33.57**	31.47**	11	20.99	0.112	0.60	12	22.2	0	-0.029	0.764	0.29	12
16:1	5.216	0.630	-0.020	5.31*	2.87	11	7.062	0.186	7.65*	12	9.1	0	0.056	2.767*	3.63	12
18:0	10.737	-0.809	0.033	30.18**	24.93**	11	7.762	-0.093	2.55	12	6.7	0	0.098	-1.590	1.270	12
18:1	14.844	0.775	-0.020	1.58	0.52	11	16.643	0.342	6.10*	12	20.4	0	0.037	2.47*	3.05	12
18:2	0.871	0.098	-0.005	5.12*	6.57*	11	1.318	-0.010	0.70	12	1.2	0	0.115	-0.835	0.36	12
20:1	1.808	0.177	-0.006	0.65	0.38	11	2.315	0.055	1.26	12	2.9	0	0.015	1.127	0.636	12
20:5	9.166	-0.688	0.033	5.21*	6.30*	11	6.197	0.047	0.34	12	6.7	0	0.048	0.584	0.171	12
22:6	24.143	-2.281	0.079	10.72**	6.49	11	16.966	-0.554	8.24*	12		0				
14:0	5.269	-0.137	0.004	1.06	0.37	30	4.959	-0.058	4.74*	31	4.4	0	-0.029	-2.194*	2.41	31
16:0	22.414	0.322	-0.014	0.44	0.40	30	23.586	0.023	0.06	31	23.8	0	0.061	0.239	0.03	31
16:1	8.321	0.250	-0.014	0.89	1.29	30	9.675	-0.044	0.69	31	9.2	0	0.029	-0.823	0.34	31
18:0	7.086	-0.267	0.015	2.91	4.48*	30	5.811	0.058	3.03	31	6.4	0	0.133	1.745	1.53	31
18:1	21.038	-0.294	0.025	0.29	1.00	30	18.932	0.242	4.84*	31	21.5	0	-0.044	2.177*	2.37	31
18:2	1.030	0.122	-0.007	5.36*	7.66**	30	1.591	-0.021	3.21	31	1.4	0	-0.470	-1.796	1.72	31
20:1	1.707	0.169	-0.009	0.94	1.38	30	2.497	-0.032	0.82	31	2.2	0	-0.207	-0.905	0.43	31
20:5	7.690	-0.276	0.012	1.51	1.38	30	6.674	-0.018	0.15	31	6.5	0	-0.064	-0.395	0.08	31
22:6	7.560	0.221	0.0004	0.91	0.0004	30	7.522	0.231	5.23*	31	9.7	0	0.466	2.290*	2.73	31
14:0	0.508	0.019	-0.0009	0.52	0.57	30	0.583	-0.0004	0.005	31	0.6	0	-0.042	-0.077	0.004	31
16:0	15.170	1.162	-0.058	2.91	3.54	30	20.10	0.094	0.44	31	19.1	0	0.005	-0.659	0.22	31
16:1	1.887	0.064	-0.005	0.45	1.25	30	2.296	-0.041	4.45*	31	1.9	0	-0.075	-2.134*	2.28	31
20:0	14.201	-0.303	0.015	0.59	0.75	30	12.883	0.033	0.17	31	13.2	0	0.006	0.417	0.09	31
18:1	9.154	0.630	-0.026	3.67	2.98	30	11.336	0.074	1.17	31	12.1	0	-0.0005	1.085	0.59	31
18:2	0.957	0.010	-0.005	2.15	2.66	30	1.393	-0.009	0.41	31	1.3	0	-0.029	-0.643	0.21	31
20:1	0.631	0.077	-0.003	0.62	0.54	30	0.908	0.006	0.11	31	1.0	0	-0.076	0.307	0.05	31
20:5	7.204	-0.199	0.015	0.82	2.29	30	5.922	0.127	7.91**	31	7.3	0	-0.011	2.807**	3.94	31
22:6	36.6	-1.389	0.061	1.31	1.23	30	31.450	-0.073	0.09	31	30.6	0	0.005	-0.239	0.04	31

The constant and coefficient are defined as follows:

Regression equation  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$ ,  $t = b_0 + b_1z$

Expectant equation  $t = B_0 + B_1z$

$F_{ij}$  : SNEDECOR'S  $F$  of the  $j$ -th order regression coefficient in the  $i$ -th order equation, with 1 and  $n_{2,i}$  degrees of freedom

$t_1$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $b_0$  and  $B_0$ , with  $n_{2,e}$  degrees of freedom

$t_2$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $b_1$  and  $B_1$ , with  $n_{2,e}$  degrees of freedom

$F_e$  : SNEDECOR'S  $F$  of the comparison between the estimated linear regression equation and the expectant one, with 2 and  $n_{2,e}$  degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level, \*\* : Significant at 0.01 level

16:0酸では  $a_2$  が有意とみなせた。PL の16:0酸の  $\bar{f}$  は19.27%, NL のそれは23.76%であった。そのため、脂質含量の増大にともない、TL の16:0酸組成率はPL のそれからNL のそれへ移行し、結果として  $a_2$  が有意とみなせると推測した。最大組成率をもたらす脂質含量は11.5g/100g 肉であったが、11.5g/100g 肉以上の脂質含量域では16:0酸組成率は一定になるとみなすのが妥当であろう。

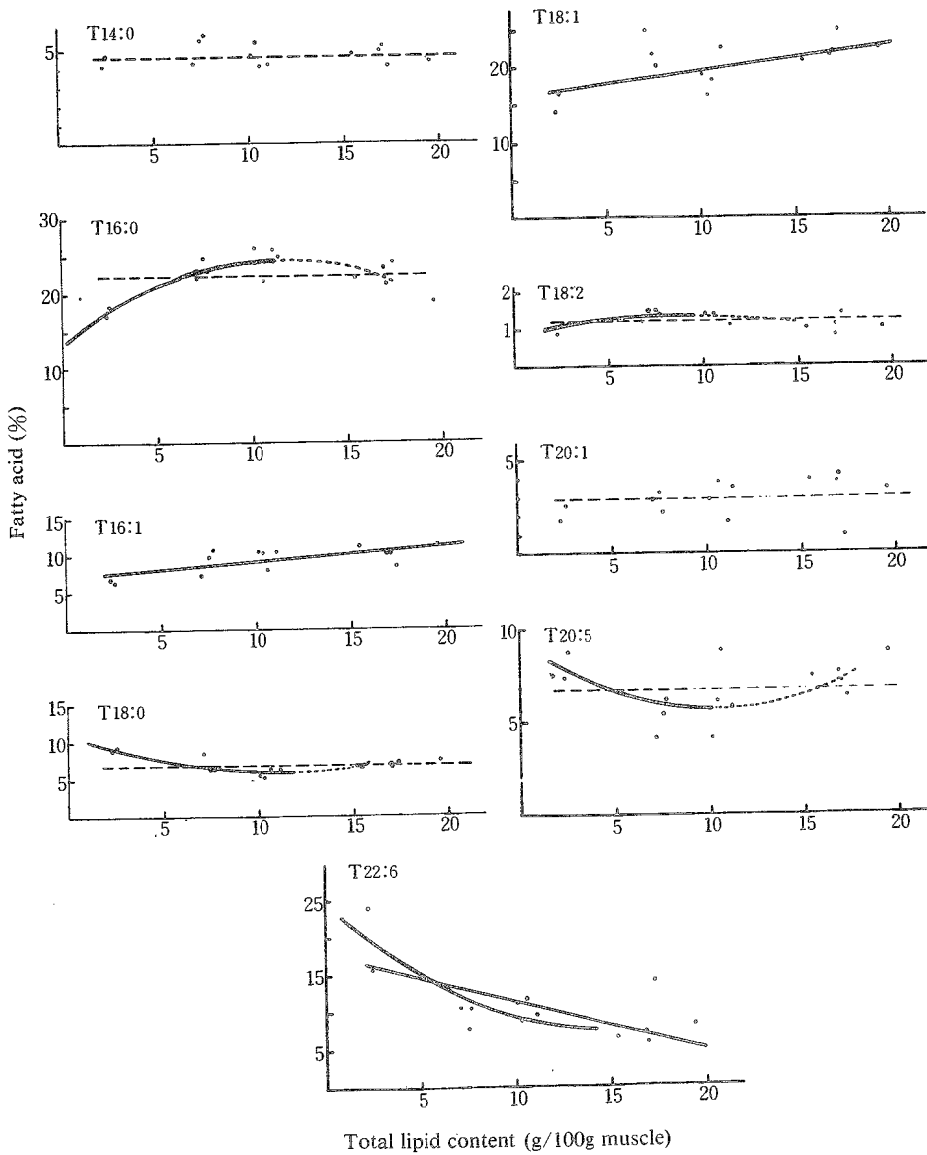


Fig. 2. The  $z-T_{ij}$  relation graphs, with the estimated and expectant equations. The equations of these lines are shown in Table 9.

$T_{ij}$  : Weight percentage of the fatty acid  $C_{ij}$  in the total lipid

Solid line : Estimated regression line with the significant regression coefficient

Broken line : That with the insignificant regression coefficient

16:1 酸では、 $b_1$  が有意とみなせた。NL および PL の  $\bar{f}$  はそれぞれ 9.13 および 1.87% であった。すなわち、脂質含量の増大にともない TL の 16:1 酸組成率は PL のそれから NL のそれへ 1 次的に移行したものと推測した。

18:0, 18:2, 20:5 および 22:6 酸では、 $a_2$  が有意とみなせた。これらの脂肪酸においては 16:0 酸についての推測が当てはまるものと推論した。

18:1 酸では、16:1 酸の場合と同じ結果が得られた。20:1 酸では、 $a_2$  および  $b_1$  はともに有意とみなせなかった。NL および PL の 20:1 酸の  $\bar{f}$  はそれぞれ 2.20 および 0.98% であり、両者間に大きい差を認めなかった。そのため、PL の影響が小さいと推測した。

このように、TL 脂肪酸組成率変動は脂質含量に大きく影響されることが判明した。

この脂肪酸組成率の変動は脂質含量の増大にともない、PL 脂肪酸組成率から NL 脂肪酸組成率に移行することに起因する。また、 $a_2$  が有意とみなせた標本 2 次回帰式において、極値（組成率）を与える脂質含量が 11.5 g/100g 肉（5 例の平均）であった。このことは、PL 脂肪酸組成率が TL のそれへ影響する限界脂質含量が 11.5% 付近にあることを示唆している。

### 第 5 節 全脂質脂肪酸組成への中性および極性脂質脂肪酸組成の関与

前節で述べたように、マアジ脂質脂肪酸組成は、脂質含量が 11% 付近まで PL 脂肪酸組成の影響を受け、それ以上では NL の脂肪酸組成に類似した。それゆえ、本実験では NL および PL 脂肪酸組成が TL 脂肪酸組成にどの程度関与するかを検討した。

#### 実験方法

TL の脂肪酸組成率 ( $t_T$ ) に対する NL および PL の各脂肪酸組成率 ( $t_i$ ) の 1 次回帰式  $t_i = b_0 + b_1 t_T$  ( $t_i$  は  $t_N$  または  $t_P$  を示す) を求め、 $b_1$  の有意性を検討した。また、標本 1 次回帰式と  $t_i = t_T$  の比較を行なった。<sup>63)</sup>

#### 結果ならびに考察

得られた結果を第 10 表に示す。

**NL 脂肪酸組成率と TL 脂肪酸組成率の関係**  $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 14:0 酸を除くすべての脂肪酸であった。標本 1 次回帰式と  $t_i = t_T$  を比較した結果、16:1, 18:0 および 22:6 酸について、両式間に有意差が認められた。その他の脂肪酸においては有意差を認めなかった。

22:6 酸において、TL 量が 10% 以下の低脂質含量域の資料を除き、残りの資料について同様に検討をすると、標本 1 次回帰式が  $t_i = t_T$  に近似した。

**PL 脂肪酸組成率と TL 脂肪酸組成率の関係**  $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 18:2, 20:1 および 22:6 酸であった。これら脂肪酸について、標本 1 次回帰式と  $t_i = t_T$  を比較した結果、20:1 および 22:6 酸に同じ変動傾向が認められたが、両者の組成率に大きい差も認められた。

18:2 酸について、 $b_0$  と 0 に有意差が認められたものの、 $F_e$  値から、標本 1 次回帰式と  $t_i = t_T$  とに有意差を認めなかった。これは 18:2 酸組成率に各脂質間の差がなかったためと推察した。

このように、マアジ脂質脂肪酸組成は NL の脂肪酸組成に影響され、PL 脂肪酸組成に影響されにくいことが明瞭となった。しかし、脂質含量が 11% 以下になると PL のそれも影響する。



Table 10. The estimation of the linear regression of the fatty acid composition ( $t_i$ ) of the nonpolar or polar lipid on that ( $t_T$ ) of the total one and the comparison with the expectant linear equation.  $t_i = t_T$

F.A.	$b_0$	$b_1$	$F_{1,1}$	$n_{2,1}$	$E_0$	$B_1$	$t_1$	$t_2$	$F_e$	$n_{2,e}$	
NL	14:0	2.968	0.356	1.32	12	0	1	-0.048	-2.074	2.15	12
	16:0	4.185	0.842	35.81**	12	0	1	1.802	-1.122	2.25	12
	16:1	4.683	0.575	18.62**	12	0	1	3.848**	-3.189**	12.49**	12
	18:0	1.916	0.617	31.35**	12	0	1	-5.101**	-3.478**	19.06**	12
	18:1	1.626	0.945	111.03**	12	0	1	1.804	-0.614	1.82	12
	18:2	-0.206	1.230	19.17**	12	0	1	1.133	0.819	0.98	12
	20:1	-0.039	1.052	48.92**	12	0	1	0.800	0.346	0.38	12
	20:5	1.738	0.756	33.73**	12	0	1	0.513	-1.874	1.89	12
	22:6	3.515	0.472	33.71**	12	0	1	-5.928**	-6.496**	38.67**	12
	22:6†	0.102	0.847	38.92**	7	0	1	-3.767**	-1.127	7.73*	7
PL	14:0	0.715	-0.017	0.04	12	0.64	0	-0.076	-0.200	0.02	12
	16:0	14.319	0.345	0.51	12	21.96	0	0.002	0.713	0.25	12
	16:1	0.464	0.150	4.09	12	1.83	0	0.019	2.028	2.06	12
	18:0	11.821	0.306	0.17	12	13.88	0	-0.00007	0.419	0.09	12
	18:1	4.234	0.423	4.30	12	12.88	0	-0.007	2.073	2.15	12
	18:2	0.287	0.869	12.95**	12	0	1	2.371*	-0.542	2.96	12
	20:1	-0.068	0.522	19.33**	12	0	1	-13.157**	-4.026**	94.65**	12
	20:5	2.468	0.659	4.32	12	0	1	0.377	-1.075	0.649	12
	22:6	15.798	1.046	5.57*	12	0	1	8.026**	0.104	32.21**	12
	22:6†	18.948	0.522	0.22	7	23.77	0	-0.001	0.465	0.11	7

† : Examined with the samples showing values of 10% or above in total lipid content

## 第6節 脂肪酸組成率の漁獲時期的変動

第2, 3節で述べたように, マアジの各脂質脂肪酸組成および脂肪酸含量の変動に漁獲時期も関連した。本実験では, NL, PL および TL 脂肪酸組成率の時期的変動を検討した。

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ ) に対する各脂質脂肪酸組成率 ( $t$ ) の3次, 2次および1次回帰式,  $t = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ ,  $t = b_0 + b_1x + b_2x^2$  および  $t = c_0 + c_1x$  の各係数を求め, 各回帰式の最高次項の係数  $a_3$ ,  $b_2$  および  $c_1$  の有意性を検討した。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第11表に示す。

NL 脂肪酸組成率の時期的変動  $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸は16:1, 18:0, 20:1, 20:3および22:6酸の5種であった。 $b_2$ が有意とみなせた脂肪酸は22:6酸のみで,  $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は14:0, 20:1および20:3酸であった。

4月から翌年1月までのほぼ周年にわたり漁獲された試料魚を使用したため, 脂肪酸組成率の時期的変動は3次あるいは2次的であると考えられる。そのため,  $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸における標本回帰式から, 組成率が極小および極大を示す時期を求めた。その結果, 18:0および22:6酸では, 極小組成率を示すのは

6～7月であり、極大組成率を示すのは11～12月であることが明瞭となった。

一方、16:1, 20:1 および 20:3 酸では、極小あるいは極大組成率を示す時期は6月～8月と推定した。しかし、これらの脂肪酸では、極小組成率と極大組成率が近似していたので、これら脂肪酸の組成率は時期的にはほぼ一定とみなした。

Table 11. The estimation of the cubic, quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the season ( $x$ ) in jack mackerel muscle

F.A.	$a_0$	$a_1 \cdot 10$	$a_2 \cdot 10^2$	$a_3 \cdot 10^3$	$F_3$	$b_0$	$b_1 \cdot 10$	$b_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$c_0$	$c_1 \cdot 10$	$F_1$	
NL	14:0	4.969	-0.040	0.001	-0.000	0.01	4.920	-0.021	-0.001	0.05	4.998	-0.038	4.45*
	16:0	19.803	0.980	-0.071	0.002	1.63	22.119	0.087	0.001	0.002	22.059	0.100	2.36
	16:1	8.412	0.684	-0.065	0.002	5.65*	10.661	-0.182	0.004	0.63	10.072	-0.055	2.30
	18:0	7.452	-0.540	0.047	-0.001	6.00*	5.865	0.072	-0.002	0.20	6.090	0.023	0.87
	18:1	19.646	0.484	-0.040	0.001	0.40	21.117	-0.083	0.005	0.15	20.460	0.059	0.51
	18:2	1.071	0.055	-0.004	0.000	0.29	1.196	0.007	0.0002	0.02	1.174	0.012	2.01
	20:1	3.240	0.178	-0.026	0.001	4.76*	4.233	-0.205	0.004	2.39	3.689	-0.088	24.28**
	20:3	1.778	-0.324	0.032	-0.001	7.47*	0.667	0.104	-0.002	0.57	0.914	0.051	10.15**
	20:5	9.117	-0.602	0.038	-0.001	1.94	7.992	-0.169	0.004	0.72	7.483	-0.059	4.06
	22:6	9.889	-1.295	0.153	-0.004	9.13**	3.942	0.997	-0.030	6.11*	7.339	0.135	2.46
PL	14:0	0.917	-0.066	0.004	-0.0001	1.69	0.804	-0.022	0.001	1.01	0.740	-0.008	7.14*
	16:0	23.456	0.525	-0.086	0.002	2.35	26.727	-0.736	0.014	1.42	24.336	-0.328	17.18**
	16:1	1.659	0.095	-0.011	0.0003	1.38	2.112	-0.080	0.003	2.19	1.594	0.010	0.51
	18:0	15.614	0.001	-0.030	0.001	1.31	17.150	-0.590	0.017	5.38*	14.866	-0.098	3.54
	18:1	9.829	1.166	-0.093	0.002	6.42*	12.695	0.062	-0.005	0.51	13.331	-0.075	2.90
	18:2	1.028	0.068	-0.004	0.0001	0.12	1.113	0.035	-0.001	0.86	1.274	0.001	0.003
	20:1	1.801	0.061	-0.013	0.0003	6.15*	2.327	-0.142	0.003	5.69*	1.928	-0.056	39.84**
	20:3	3.548	-0.522	0.054	-0.001	21.23**	1.555	0.245	-0.007	5.27*	2.491	0.044	4.10
	20:5	9.568	-0.867	0.066	-0.001	6.19*	7.466	-0.058	0.002	0.13	7.227	-0.006	0.04
	22:6	21.496	0.531	0.007	-0.001	0.02	20.795	0.801	-0.014	0.29	22.720	0.386	4.91*
TL	14:0	4.490	-0.119	0.029	-0.001	4.15	3.943	0.189	-0.008	5.21*	4.598	0.003	0.01
	16:0	19.363	0.300	0.052	-0.003	1.22	17.909	1.120	-0.048	8.79*	21.627	0.059	0.24
	16:1	6.665	0.870	-0.059	0.001	0.32	7.102	0.623	-0.029	10.65**	9.389	-0.030	0.18
	18:0	8.309	-0.364	0.004	0.001	0.24	8.582	-0.517	0.023	12.31**	6.796	-0.038	0.02
	18:1	17.324	1.359	-0.126	0.003	0.53	18.786	0.534	-0.026	1.18	20.798	-0.041	0.09
	18:2	1.171	-0.056	0.011	-0.0004	2.28	0.975	0.054	-0.002	1.60	1.139	0.038	0.59
	20:1	2.935	0.135	-0.012	0.0001	0.01	2.989	0.104	-0.008	1.93	3.628	-0.078	4.86*
	20:3	1.779	-0.171	0.180	-0.0005	0.26	1.555	-0.045	0.003	0.26	1.350	0.013	0.22
	20:5	9.258	-0.457	-0.001	0.001	0.40	3.662	-0.685	0.026	12.40**	7.609	-0.099	2.67
	22:6	13.577	-1.102	0.039	0.001	0.10	14.161	-1.432	0.079	14.32**	7.991	0.330	3.49

PL 脂肪酸組成率の時期的変動  $a_3$  が有意とみなせた脂肪酸は 18:1, 20:1, 20:3 および 20:5 酸であった。 $b_2$  が有意とみなせた脂肪酸は 18:0, 20:1 および 20:3 酸であった。 $c_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 14:0, 16:0, 20:1 および 22:6 酸であった。PL においても、NL の場合と同じ理由で、 $a_3$  および  $b_2$  が有意とみなせた脂肪酸について考察した。

$a_3$  が有意とみなせた脂肪酸について得られた標本回帰式から、極小または極大組成率を示す時期は夏および冬期であった。

**TL 脂肪酸組成率の時期的変動**  $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸はなく、 $b_2$ が有意とみなせた脂肪酸は14:0, 16:0, 16:1, 18:0, 20:5および22:6酸であった。これは4月から1月の間に漁獲された試料魚を使用したためと推察した。 $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は20:1酸のみであった。

$b_2$ が有意とみなせた脂肪酸について得られた標本回帰式から極小または極大組成率を示す時期は8月であることが判明した。周年の組成率変動を推測すると、このことは冬期にも組成率が極値をもつことを示唆した。

このようにマアジの各脂質の主要脂肪酸組成率のいくつかに時期的変動を認めた。しかも、組成率が極値を示す時期は主として夏期と冬期であることが判明した。このことは温暖海域に生息する魚類に共通するものと推察された。

## 第7節 採肉部位の違いによる脂肪酸組成率の相違

同一魚体でも、採肉部位が異なると脂質の脂肪酸組成が相違する<sup>38)</sup>。採肉部位が異なれば脂質含量が異なる。その結果、PL量とNL量の割合が変化し、TLの脂肪酸組成が相違する原因となることが推察される。

それゆえ、本実験では、マアジ肉を背肉と腹肉に分け、それぞれから脂質を抽出し、脂質含量および脂肪酸組成を測定し、脂質含量に対する各脂肪酸組成の2次および1次回帰式、標本1次回帰式の棄却帯および背肉と腹肉における1次回帰係数の比較によって、部位の相違に基づく脂肪酸組成率の違いが脂質含量の相違で説明づけられるか否かを検討した。

### 実験方法

**試料** 第1節で使用したマアジとほぼ同じ海域で漁獲されたマアジを使用した。肉部を側線に沿って背肉と腹肉に分け、それぞれから脂質を抽出した。

**脂質の抽出、脂肪酸分析** 第1節と同様に行なった。

**統計計算** 背肉脂質(DL)および腹肉脂質(VL)の含量(それぞれ $z_d$ および $z_v$ )に対する各脂肪酸組成率(それぞれ $t_d$ および $t_v$ )の2次および1次回帰式を求め、それぞれの最高次係数の有意性を検討した。また、標本1次回帰式の棄却帯<sup>65)</sup>を求め、一方の測定値が他方の棄却帯に入るか否かによって、DLとVLの各脂肪酸組成率の比較を行なった。

### 結果ならびに考察

DLおよびVLの含量ならびにTL脂肪酸組成を第12表に示す。

**DL量とVL量との関係** 試料魚のDL量およびVL量の分布範囲はそれぞれ2.4~9.6g/100g肉および5.9~15.3g/100g肉であった。 $t_d$ に対する $t_v$ の2次および1次回帰式を第13表に、回帰直線を第3図に示す。 $a_2$ は有意とみなせず、 $b_1$ は0.01の水準で有意とみなせた。

マアジ極性脂質含量は1.02g/100g肉とみなせることを第1節で述べた。VLおよびDL中の極性脂質含量がともに1.02g/100g肉とすれば、回帰直線はほぼ点(1.1)を通り、また、DL量とVL量の比( $z_d/z_v$ )の平均が0.54であることから、 $z_d$ と $z_v$ との関係は $z_d=0.54z_v+0.46$ であると考えられる。この式と標本1次回帰式とを比較した結果、両式間に有意差を認めなかった(第13表)。これらから、マアジでは、VL量が増大するにつれてDL量も増大し、その増大の割合はVL量の約1/2であると推論した。

**背肉および腹肉における脂質含量と脂肪酸組成率との関係**  $z_d$ および $z_v$ の変動にともない、それぞれの脂肪酸組成率がどのように変動するかを、主要脂肪酸9種について検討した。それらの結果を第13および14表に示す。また、標本1次回帰直線およびその棄却帯を第4図に示す。

Table 12. The fatty acid compositions of total lipid in jack mackerel muscle

Date (1971-1972)	Ventral								Dorsal								
	Nov. 10	Nov. 14	Nov. 21	Dec. 1	Dec. 15	Jan. 26	Feb. 2	Feb. 4	Nov. 10	Nov. 14	Nov. 21	Dec. 1	Dec. 15	Jan. 26	Feb. 2	Feb. 4	
Lipid conts.	10.0	13.3	14.8	6.1	8.6	5.9	13.2	15.3	4.3	6.3	9.6	2.4	4.1	3.8	9.5	8.4	
Fatty acid (%)	14:0	3.4	3.9	3.5	3.6	4.7	2.1	3.5	3.0	2.9	4.2	3.4	3.7	3.1	2.6	3.3	2.9
	14:1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.2	0.2	0.2	0.2
	15:0	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
	15:1	<i>t<sub>r</sub></i>	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
	16:1	25.7	27.9	28.2	24.0	25.1	21.7	27.3	27.8	24.6	28.8	30.9	20.3	20.9	26.7	24.0	27.9
	16:2	9.0	10.0	9.6	7.3	9.2	5.8	9.8	10.6	7.6	10.2	10.2	6.5	7.8	7.2	10.8	10.6
	17:0	1.5	2.1	1.3	2.0	1.9	1.6	1.3	1.2	1.2	1.7	1.7	1.8	1.8	1.2	0.9	1.7
	17:1	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.1	0.9	0.7	0.8	1.1	1.4	1.2	1.4	0.9	0.6	0.9
	18:0	6.0	7.7	5.7	7.3	7.1	7.7	5.8	5.5	5.8	7.9	5.9	8.0	6.1	5.7	6.0	5.7
	18:1	19.8	24.2	23.7	18.8	24.8	20.5	22.4	22.2	18.9	22.5	23.1	19.1	21.1	17.6	23.2	20.9
	18:2	0.8	0.9	1.1	1.4	1.7	1.1	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	2.0	1.5	1.0	1.3	1.1
	18:3	0.4	0.6	0.7	0.7	1.2	0.5	0.5	0.6	0.6	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	0.6	0.4
	18:4	0.7	0.7	0.7	0.6	1.0	0.5	0.3	0.2	1.0	1.0	0.9	0.7	0.9	<i>t<sub>r</sub></i>	0.3	0.2
	19:0	0.2	0.4	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	—	—	—	—	—	—	0.6	<i>t<sub>r</sub></i>
	19:1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.4	0.3	0.3	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3
	20:0	0.3	0.3	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.5	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	—
	20:1	1.2	1.2	1.1	1.7	2.7	2.1	2.3	2.4	1.4	1.3	1.4	1.8	2.3	2.8	2.4	2.3
	20:2	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.2	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.4	0.5	0.3	0.2
	20:3	1.3	1.2	1.2	2.2	1.9	1.8	0.9	1.0	1.5	1.3	0.8	2.3	1.8	1.5	1.3	1.0
	20:4	0.4	0.6	0.6	0.8	1.4	0.4	0.7	0.6	0.9	0.4	0.7	0.7	0.3	0.3	0.7	0.5
	20:5	7.1	5.0	5.3	6.3	6.6	7.5	6.1	6.8	7.3	4.8	4.6	6.4	6.4	5.6	5.8	7.0
	22:0	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.2
	22:1	1.2	0.7	0.9	1.4	2.7	1.0	1.3	0.9	1.6	0.7	0.8	1.3	2.9	1.2	1.2	1.2
	22:3	0.6	0.6	0.3	0.5	0.8	0.6	0.7	0.3	0.4	0.7	0.5	1.1	0.8	0.6	0.3	0.3
22:4	0.9	1.1	0.9	0.9	0.8	1.2	0.8	0.6	1.8	1.0	1.6	2.2	2.0	0.7	0.4	0.3	
22:5	2.2	1.2	1.7	2.7	1.9	2.8	1.4	1.1	2.6	1.5	1.6	2.8	2.2	1.9	1.2	1.3	
22:6	13.4	6.3	9.8	13.9	10.1	16.8	9.7	10.8	16.5	7.7	7.1	15.4	13.0	13.3	9.7	11.0	
24:1	1.3	1.0	0.9	0.9	1.7	1.7	1.4	1.1	1.1	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.4	1.3	1.0	1.2	1.1	

2次回帰係数  $a_2$  が有意とみなせた脂肪酸は DL の 18:2 酸のみであった。本実験では、前述のように、脂質含量が比較的狭い範囲に変動する試料魚を用いたため、脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次回帰係数が有意とみなせた脂肪酸は少なかった。

$b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は DL の 16:1, 18:1 および 22:6 酸、VL の 16:0, 16:1, 18:0 および 22:6 酸であった。このため、1次回帰について考察した。

DL および VL における 14:0, 18:2, 20:1 および 20:5 酸の組成率は脂質含量に関係なく一定とみなせ、しかも常数項 ( $b_0$ ) が近似していた。また、それぞれの脂肪酸における DL の棄却帯と VL のそれは大幅に重なり合い、一方の測定値は他の棄却帯からはみださなかった (第4図)。

16:0, 16:1 および 18:1 酸では、DL および VL とも脂質含量の増大にともない組成率が増加した。16:0 酸では、すべての測定値は DL の棄却帯内にあった。18:1 酸では、両棄却帯内にすべての測定値が存在した。16:1 酸では測定値が互に他の棄却帯からはみ出した。18:0 酸では、 $b_{1d}$  と  $b_{1v}$  は近似し、それぞれの

測定値は両棄却帯からはみ出さなかった。22:6酸では、DL および VL ともに、脂質含量の増大にともない組成率が減少し、すべての測定値は両棄却帯からはみ出さなかった。

Table 13. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the lipid content ( $z$ ) in the dorsal muscle and the comparison with the expectant linear equation

$z-t$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_{2,1}$	$F_{2,2}$	$n$	$b_0$	$b_1$	$F_{1,1}$	$n$	$B_0$	$B_1$	$t_1$	$t_2$	$F_c$	$n$
$Z_v-Z_d$	2.23	-0.09	0.04	0.005	0.41	5	-1.33	0.68	28.59**	6	0.46	0.54	-0.59	1.105	0.785	6
$Z-D_{14:0}$	3.29	-0.03	0.004	0.003	0.006	5	3.17	0.015	0.043	6						
$Z-D_{16:0}$	11.82	4.15	-0.26	1.86	1.19	5	20.34	0.85	4.2	6						
$Z-D_{16:1}$	2.62	1.63	-0.08	10.94	4.55	5	5.3	0.6	48.97**	6						
$Z-D_{18:0}$	7.95	-0.43	0.024	0.17	0.09	5	7.16	-0.13	0.94	6						
$Z-D_{18:1}$	16.98	0.67	-0.006	0.21	0.003	5	17.16	0.60	11.1*	6						
$Z-D_{18:2}$	3.29	-0.73	0.05	8.85	7.95*	5	1.52	-0.045	0.84	6						
$Z-D_{20:1}$	2.44	-0.17	0.012	0.06	0.05	5	2.05	-0.02	0.033	6						
$Z-D_{20:5}$	6.44	-0.001	-0.01	0.000	0.015	5	6.78	-0.13	1.00	6						
$Z-D_{22:6}$	20.76	-2.19	0.10	0.85	0.27	5	17.60	-0.97	10.47*	6						

$Z_v$  and  $Z_d$  : Total lipid content in the ventral muscle and dorsal one respectively

$D_{ij}$ : Weight percentage of fatty acid  $C_{ij}$  in the total lipid of the dorsal muscle

$i$ : Carbon number of fatty acid,  $j$ : Number of double bond

The constant and coefficient are defined as follows:

Regression equation  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$ ,  $t = b_0 + b_1z$

Expectant equation  $t = B_0 + B_1z$

$F_{ij}$ : SNEDECOR'S  $F$  of the  $j$ -th order regression coefficient in the  $i$ -th order equation with 1 and  $n$  degrees of freedom

$t_1$ : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $b_0$  and  $B_0$ , with  $n$  degrees of freedom

$t_2$ : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $b_1$  and  $B_1$ , with  $n$  degrees of freedom

$F_c$ : SNEDECOR'S  $F$  value of the comparison between the estimated linear regression equation and the expectant one, with 2 and  $n$  degrees of freedom

\*: Significant at 0.05 level,

\*\* : Significant at 0.01 level

Table 14. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the total lipid content ( $z$ ) in the ventral muscle

$z-t$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_{2,1}$	$F_{2,2}$	$n$	$b_0$	$b_1$	$F_{1,1}$	$n$
$Z-V_{14:0}$	-1.836	1.103	-0.051	3.2	3.1	5	3.18	0.025	0.11	6
$Z-V_{16:0}$	15.43	1.49	-0.04	5.2	1.99	5	19.68	0.58	54.79**	6
$Z-V_{16:1}$	-0.55	1.53	-0.06	6.99	4.04	5	4.8	0.37	22.59**	6
$Z-V_{18:0}$	8.39	-0.16	-0.0007	0.04	0.0004	5	8.46	-0.17	5.3	6
$Z-V_{18:1}$	12.54	1.61	-0.06	0.77	0.5	5	18.54	0.32	2.7	6
$Z-V_{18:2}$	1.61	-0.06	0.0015	0.04	0.01	5	1.47	-0.03	0.98	6
$Z-V_{20:1}$	2.80	-0.17	0.007	0.066	0.05	5	2.16	-0.03	0.96	6
$Z-V_{20:5}$	8.53	-0.30	0.008	0.16	0.05	5	7.7	-0.1	2.75	6
$Z-V_{22:6}$	30.54	-3.28	0.126	2.66	1.76	5	18.2	-0.63	7.13*	6

$V_{ij}$  : Weight percentage of fatty acid  $C_{ij}$  in the total lipid in the ventral muscle

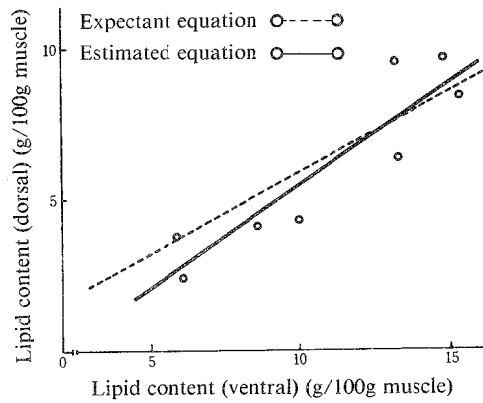


Fig. 3. The correlation between the lipid content of the dorsal muscle and that of the ventral muscle in the jack mackerel.

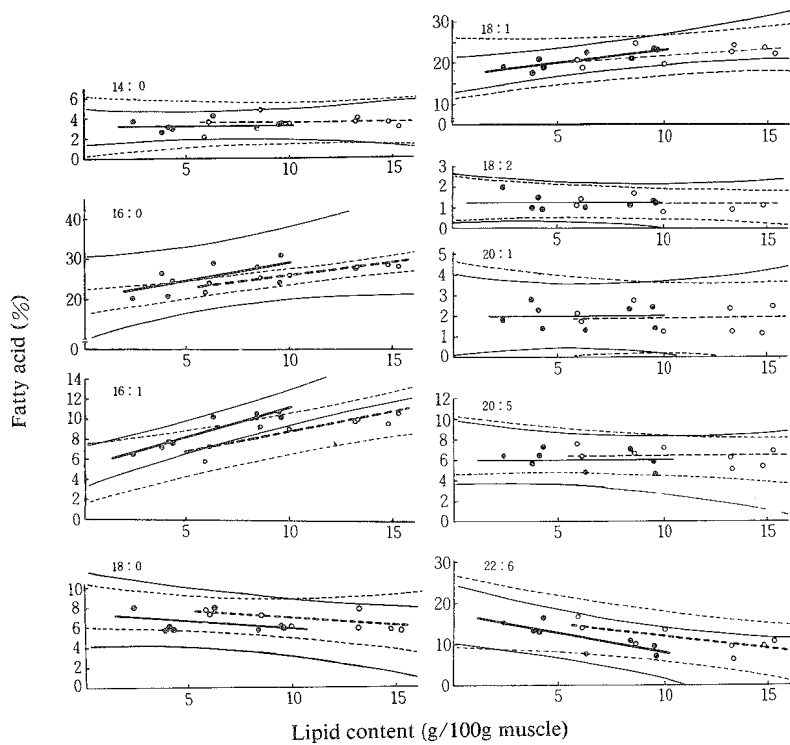


Fig. 4. The comparison of the fatty acid compositions of the ventral muscle with those of the dorsal one, and the rejection zones of the regression lines on the lipid content.

- Solid circle : Dorsal muscle
- Open circle : Ventral muscle
- Solid line : Regression line estimated from dorsal muscle
- Broken line : Regression line estimated from ventral one
- Solid curve : Estimated rejection zone of the dorsal muscle
- Broken curve : That of the ventral muscle

DL および VL における  $b_{1d}$  と  $b_{1v}$  の比較 各脂肪酸について、 $b_{1d}$  と  $b_{1v}$  を比較した結果を第 15 表に示す。この表に示した  $t_2$  値から  $b_{1d}$  と  $b_{1v}$  に有意差が認められなかった。すなわち、脂質含量の変動に基づく脂肪酸組成率の変動傾向は背肉と腹肉で同じであると判断した。

回帰直線の棄却帯および 1 次回帰係数の近似性から、本実験のように、試料肉の分割をした場合、背肉と腹肉脂質の脂肪酸組成の違いは魚体部位の相違による脂質含量の差に起因すると説明づけられた。

Table 15. The comparison between the linear regression coefficient of the dorsal muscle and that of the ventral muscle

F.A.	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:5	22:6
$b_{1d}$	0.015	0.85	0.59	-0.13	0.53	-0.04	-0.02	-0.13	-0.97
$b_{1v}$	0.026	0.57	0.37	-0.2	0.32	-0.03	-0.03	-0.10	-0.63
$t_2$	-0.085	0.658	1.68	0.519	1.071	0.183	0.094	0.47	0.882
df	12	12	12	12	12	12	12	12	12

df : Degrees of freedom

$b_{1d}$ : The linear regression coefficient of the dorsal muscle

$b_{1v}$ : That of the ventral one

### 小 括

試料魚として、温暖性回遊性の赤身魚であり、しかも多脂魚であるマアジを使用し、魚類脂質の脂肪酸組成率の変動に關与する諸因子のうち数値化できる漁獲時期、成長の程度(体長)および脂質含量をとり上げ、脂肪酸組成率変動へのこれら 3 因子の關与について検討した。

このため、全脂質、中性脂質および極性脂質の脂肪酸組成を測定し、3 因子に対する各脂肪酸組成率および脂肪酸含量の偏回帰、漁獲時期ならびに脂質含量に対する高次および 1 次回帰とそれらの有意性を調べた。

全脂質を構成している脂肪酸のうち主要なものは、14:0 (4.0~5.7%), 16:0 (16.9~25.8%), 16:1 (6.2~11.0%), 18:0 (5.0~9.1%), 18:1 (14.2~25.0%), 20:5 (4.1~8.8%) および 22:6 酸 (6.5~24.2%) であり、中性脂質では、14:0 (2.8~7.5%), 16:0 (16.9~32.6%), 16:1 (6.7~14.1%), 18:0 (4.7~8.7%), 18:1 (14.2~27.4%), 20:5 (2.6~9.6%) および 22:6 酸 (4.5~24.2%) であった。極性脂質では、16:0 (14.3~33.4%), 18:0 (6.7~18.9%), 18:1 (6.2~17.3%), 20:5 (3.9~10.1%) および 22:6 酸 (10.3~42.7%) であった。

全脂質含量 ( $z_i$ ) と中性脂質含量 ( $z_n$ ) の関係は  $z_n = z_i - 1.02$ 、極性脂質含量は一定、1.02 g/100g 肉、とみなした。

漁獲時期、体長および脂質含量に対する組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰係数の有意性から、脂肪酸組成は脂質含量および漁獲時期によって影響され、体長による影響は僅少であることが明白となった。

脂質含量の増大にともない、中性脂質の 18:1 および 22:6 酸組成率が漸増し、全脂質では、脂肪酸組成率が極性脂質の型から中性脂質の型に移行することが明瞭にわかった。このことは 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 20:5 および 22:6 酸の組成率変動に観察された。極性脂質では、各脂肪酸組成率の変動は脂質含量と関係しないとみなした。

漁獲時期の違いも全脂質、中性脂質および極性脂質における主要脂肪酸組成率の変動に關与した。22:6 や 20:5 酸などの高度不飽和酸組成率は冬期に大きく、16:0, 16:1 および 18:1 酸などの飽和およびモノエン酸組成率は冬期に小さかった。しかし、18:0 酸は高度不飽和酸と同じ傾向を示した。

マアジ全脂質脂肪酸組成は中性脂質の脂肪酸組成ではほぼ表わされるが、低脂質含量域では極性脂質の影響は大であり、極性脂質の影響が現われる限界脂質含量を 11.5% とみなした。

採肉部位の違いに基づく脂肪酸組成率の違いは、部位の相違による脂質含量の相違に基づくものと説明づけられた。

## 第2章 マサバ脂質

第1章において、温暖性回遊魚であり、赤身魚のマアジを選び、その脂肪酸組成が漁獲時期、体長および脂質含量のうち、いずれの因子の影響を受けているかを論じた。

本章では、同じ赤身魚であり、温暖性回遊魚であるマサバをとり上げ、前章と同様な検討をし、両魚種の脂肪酸組成率の変動における共通点および相違点について考察した。

### 第1節 中性、極性および全脂質の脂肪酸組成 ならびに組成率の標準偏差

#### 実験方法

**試料** マアジが漁獲された海域と同じ海域で、1971年5月から翌年2月にわたって漁獲されたマサバ、*Scomber japonicus*、23尾を用いた。これを新鮮時に三枚におろし、皮下脂肪を損じないように表皮をはぎ、肉部を実験に供した。

**脂質の抽出** 第1章、第1節の方法に準じた。

**脂質の分画** 第1章、第1節の方法に準じ、全脂質(TL)を中性脂質(NL)と極性脂質(PL)に分画した。

**脂肪酸分析** 第1章、第1節の方法に準じた。

**統計計算** 第1章、第1節の方法に準じた。

#### 結果ならびに考察

**試料魚の体長、体重および各脂質含量** 実験に供したマサバの体長、体重および各脂質含量を第16表に示す。体長は27.0~33.5 cm、体重は247.9~470.0 g に分布した。TL量は2.77~18.93 g/100 g 肉、NL量は1.64~17.85 g/100 g 肉およびPL量は0.64~1.31 g/100 g 肉 にそれぞれ分布した。

TL量( $z_t$ )に対するNL量( $z_n$ )およびPL量( $z_p$ )の2次回帰式  $z_i = b_{0,2,i} + b_{1,2,i}z_t + b_{2,2,i}z_t^2$  ( $i$ は $n$ または $p$ )を求めたが、2次項が有意とみなせなかったため、1次回帰式  $z_i = b_{0,1,i} + b_{1,1,i}z_t$  を求めた結果、 $b_{1,1,n}$ は有意( $F_0 = 44942$ ,  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = 21$ )とみなせ、 $b_{1,1,p}$ は有意とみなせなかった。TL量に対するNL量の標本1次回帰式は  $z_n = 0.992z_t - 1.073$  であり、 $b_{1,1,n}$ は1に近似し、 $b_{0,1,n}$ はPL量の平均値( $\bar{z}_p = 1.03$ )に近似した。それゆえ、標本回帰式と  $z_n = z_t - 1.03$  との比較<sup>63)</sup>を行なった結果、標本回帰式において、 $1.073 \approx \bar{z}_p = 1.03$ ,  $0.992 \approx 1$ とみなせた( $t_0 = 1.499$ ,  $t_1 = 0.000$ ,  $F_e = 1.123$ 。ただし $t_0$ は $b_0$ の、 $t_1$ は $b_1$ の検定、 $F_e$ は回帰式としての検定；なお、これらの値は両式間に有意差のないことを示す)。

すなわち、NL量の変動がそのままTL量の変動に現われ、PL量は一定であるとみなせた。この結果はマアジの場合と一致した。

**NL, PLおよびTLの脂肪酸組成** 各脂質の主要脂肪酸組成を第17~19表に示す。

NLにおいて、14:0酸は2.7~8.4%、16:0酸は14.5~21.4%、16:1酸は3.8~7.7%、18:0酸は4.2~9.1%、18:1酸は11.6~28.4%、18:2酸は1.6~3.0%、20:1酸は2.5~8.0%、20:3酸は0.9~2.7%、20:5酸は4.2~9.7%および22:6酸は8.4~16.3%に分布した。

PLでは、14:0酸は0.6~1.3%、16:0酸は12.2~22.9%、16:1酸は1.2~2.8%、18:0酸は9.9~13.9%、18:1酸は10.6~17.0%、18:2酸は0.7~3.7%、20:1酸は0.6~2.1%、20:3酸は2.3~4.8%、20:5酸は5.0~8.9%および22:6酸は21.5~37.6%に分布した。

TLでは、14:0酸は2.9~8.0%、16:0酸は15.0~21.8%、16:1酸は3.4~7.2%、18:0酸は4.5~11.1%、18:1酸は14.1~26.6%、18:2酸は1.4~3.2%、20:1酸は2.1~7.7%、20:3酸は1.1~2.9



%, 20:5 酸は 4.4~9.5% および 22:6 酸は 10.1~19.0% に分布した。マアジ脂肪酸組成に比較して大きい差異は認められなかった。

脂肪酸組成率の標準偏差 各脂質の脂肪酸組成率の平均値および標準偏差を求め、組成率のバラツキを検討した。その結果を第 20 表に示す。16:0, 18:1 および 22:6 酸組成率に大きい標準偏差が認められた。標準偏差が小さい脂肪酸も平均組成率が小さいため、組成率の変動は大きいとみなした。

Table 16. Body length, body weight and lipid content of the mackerel muscle, *Scomber japonicus*

Sample No.	Date (1971 -1972)	Body length (cm)	Body weight (g)	Content of TL (g/100g muscle)	Content of NL (g/100g muscle)	Content of PL (g/100g muscle)
1	May 14	27.0	257.0	12.95	11.49	1.21
2	Aug. 18	28.0	295.5	10.78	9.40	1.10
3	Aug. 30	33.5	470.0	9.74	8.77	0.95
4	Sept. 13	28.6	313.5	18.93	17.85	0.79
5	Sept. 26	30.0	301.2	12.26	11.05	1.02
6	Oct. 6	28.3	307.6	16.13	15.13	0.95
7	Oct. 14	30.0	305.5	15.55	14.51	0.64
8	Oct. 20	29.5	348.8	13.14	12.06	1.08
9	Oct. 26	30.2	303.9	10.25	9.07	1.07
10	Nov. 1	28.5	270.7	4.19	3.13	0.96
11	Nov. 14	31.7	363.2	3.46	2.37	0.99
12	Nov. 26	30.2	311.8	12.68	11.51	1.07
13	Nov. 29	29.5	304.5	9.37	8.19	1.05
14	Dec. 6	31.0	340.0	3.73	2.57	1.03
15	Dec. 13	30.5	360.0	17.80	16.56	0.98
16	Dec. 18	30.8	347.2	11.99	10.87	1.00
17	Dec. 25	27.3	247.9	2.77	1.64	1.04
18	Jan. 6	29.6	333.7	15.53	14.44	0.99
19	Jan. 12	30.6	303.0	7.85	6.74	1.05
20	Jan. 18	30.4	298.2	5.41	4.32	1.03
21	Jan. 25	31.8	361.8	7.48	6.26	1.15
22	Jan. 31	30.0	324.0	11.51	10.38	1.03
23	Feb. 6	29.5	277.7	10.50	9.18	1.31

TL : Total lipid, NL : Nonpolar lipid, PL : Polar lipid

Table 17. Variation of the fatty acid compositions of nonpolar lipid in mackerel muscle

Sample No.	Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
1	3.5	19.4	5.2	6.7	28.4	1.7	2.5	2.2	8.5	9.5
2	4.4	19.0	6.0	6.2	17.1	2.3	3.7	1.8	6.7	14.3
3	4.8	20.5	7.1	6.0	24.8	2.1	5.1	1.7	5.1	9.3
4	5.0	21.4	5.3	6.2	26.8	2.0	4.4	0.9	4.3	8.4
5	3.4	18.2	4.2	6.0	24.7	2.7	4.2	1.3	6.2	13.7
6	4.9	18.3	7.6	5.7	18.0	2.3	3.9	1.9	6.7	11.4
7	5.3	15.3	7.7	4.5	19.4	1.7	8.0	1.3	6.8	10.1

Table 17. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
8	2.7	21.4	5.8	6.0	20.2	1.9	4.7	1.7	5.6	13.5
9	6.8	16.7	6.9	5.5	22.3	2.2	4.9	1.8	5.9	10.8
10	4.9	17.3	5.6	5.6	23.5	1.8	6.4	1.9	4.2	9.8
11	4.6	14.5	3.8	6.2	17.5	2.2	7.1	2.2	5.3	15.1
12	8.4	19.0	7.2	4.5	16.6	2.2	6.8	1.3	7.6	11.3
13	5.8	18.7	6.4	6.9	18.7	2.1	3.8	2.0	5.1	14.2
14	4.6	18.0	5.1	8.1	23.0	1.6	5.3	1.8	5.2	9.2
15	6.7	20.4	4.7	5.4	18.7	3.0	5.8	1.3	7.6	9.3
16	4.2	20.4	6.5	7.0	11.6	1.9	6.8	1.5	7.5	15.2
17	5.6	17.1	6.4	9.1	15.3	1.8	2.9	2.7	7.0	14.3
18	4.3	17.5	5.7	6.3	24.3	2.1	6.5	1.2	9.2	9.5
19	4.7	17.7	6.6	5.7	19.7	1.7	6.0	1.5	9.7	13.9
20	4.7	16.1	5.0	5.4	14.1	1.9	5.9	2.6	6.3	16.3
21	3.5	16.3	5.2	4.8	21.7	1.9	5.2	2.0	5.6	14.7
22	3.9	16.7	5.4	4.9	19.5	1.7	6.7	2.2	6.3	15.2
23	4.5	15.4	5.0	4.2	17.9	2.1	7.1	1.9	8.4	14.8

Table 18. Variation of the fatty acid compositions of polar lipid in mackerel muscle

Sample No.	Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
1	0.8	20.5	1.9	13.1	11.1	1.2	1.0	4.1	8.9	28.3
2	1.0	18.5	2.2	12.1	12.8	2.1	1.2	3.8	6.6	30.9
3	1.1	12.3	2.8	13.9	17.0	2.1	1.2	4.7	5.8	29.2
4	0.6	22.9	2.0	13.2	16.6	2.5	1.1	3.3	5.3	21.5
5	0.9	18.1	1.9	11.1	16.5	2.7	1.3	2.7	6.8	27.8
6	1.1	18.8	2.2	11.4	13.5	2.2	1.3	4.0	7.2	24.5
7	1.1	22.2	2.0	10.6	15.8	2.5	2.1	4.2	5.5	23.8
8	0.8	18.7	1.6	11.1	13.0	2.0	1.1	3.7	6.5	31.8
9	0.8	17.4	1.8	11.1	13.5	0.7	1.0	3.9	7.0	30.5
10	0.7	16.7	1.9	11.0	13.9	1.8	0.9	4.0	5.1	34.4
11	0.6	16.5	1.6	12.3	12.5	2.5	1.1	3.5	5.3	32.1
12	1.2	16.7	1.8	10.5	12.2	3.7	1.6	2.4	8.2	29.3
13	1.3	18.1	1.9	11.3	11.9	2.5	0.9	3.7	5.0	31.7
14	0.9	17.5	1.3	10.2	13.4	1.6	1.2	4.8	5.9	33.7
15	1.3	18.7	2.1	12.5	13.9	3.3	1.2	2.3	7.6	26.8
16	0.6	13.4	2.2	13.2	13.7	2.0	1.1	3.1	6.4	36.0
17	0.7	17.6	2.1	13.1	10.6	1.5	0.6	3.7	7.9	31.1
18	0.6	15.3	2.0	13.1	14.7	1.9	1.5	3.2	7.7	28.4
19	1.3	17.3	2.7	10.4	13.0	1.8	1.1	3.2	7.0	34.3
20	1.1	12.2	1.8	11.3	11.8	2.1	1.3	4.0	6.0	29.0

Table 18. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
21	0.8	14.0	1.2	9.9	12.3	1.9	1.4	3.7	6.8	37.6
22	0.9	16.1	1.4	11.1	12.1	1.7	1.2	4.1	6.8	33.9
23	1.0	15.7	1.5	10.5	12.8	1.6	1.6	3.1	8.4	31.5

Table 19. Variation of the fatty acid compositions of total lipid in mackerel muscle

Sample No.	Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
1	2.9	21.2	6.2	7.0	23.8	1.5	3.1	2.6	9.1	10.5
2	4.2	20.6	6.6	6.2	16.8	2.1	3.8	1.8	6.5	15.0
3	4.3	18.3	6.8	5.6	26.6	2.2	4.6	1.8	4.8	11.3
4	5.0	20.5	5.1	6.1	25.8	1.4	4.3	1.1	4.4	12.1
5	3.5	18.3	4.1	6.2	23.3	3.2	3.9	2.0	7.1	13.9
6	5.2	21.0	4.0	5.9	20.8	2.1	4.0	2.2	7.0	13.1
7	5.2	15.0	7.2	4.9	18.8	2.1	7.7	1.5	6.5	10.1
8	4.7	20.1	6.6	6.5	18.9	2.0	4.1	1.8	5.6	14.4
9	4.7	15.8	7.0	6.2	22.2	2.3	4.9	2.1	6.2	13.4
10	4.0	17.6	4.4	7.0	22.0	1.7	5.2	2.3	4.7	13.1
11	4.6	15.7	5.7	7.3	16.9	2.0	4.8	2.0	5.3	18.1
12	8.0	18.5	5.5	4.5	15.8	2.3	6.8	1.3	7.5	13.9
13	5.2	21.8	5.1	7.1	19.1	2.3	4.1	1.8	5.6	13.1
14	4.0	18.0	3.4	8.7	21.4	2.1	4.4	2.9	5.7	15.2
15	6.1	18.9	4.9	5.3	18.0	2.8	5.9	1.3	8.3	11.3
16	3.3	17.1	5.2	6.2	19.9	1.8	6.0	1.5	7.8	17.0
17	4.1	17.8	4.9	11.1	14.5	1.5	2.1	2.9	8.4	19.0
18	4.1	17.3	6.3	5.7	22.8	1.5	6.5	1.7	9.5	10.9
19	4.2	18.9	5.4	5.7	17.7	1.7	5.1	1.7	8.9	17.3
20	4.4	16.6	4.9	6.4	14.1	2.0	5.2	2.3	6.3	17.8
21	3.5	15.2	4.9	5.3	20.4	1.7	5.2	2.3	6.3	18.0
22	3.8	16.9	4.9	5.1	18.3	1.8	5.9	2.3	5.8	14.4
23	4.5	16.3	4.9	4.8	18.5	2.1	6.8	1.9	8.3	14.9

Table 20. The mean and standard deviation of the fatty acid composition

FA.		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
NL	$\bar{i}$	4.83	18.06	5.84	5.95	20.17	2.04	5.38	1.77	6.56	12.34
	$\sigma$	1.24	1.94	1.05	1.13	4.13	0.33	1.46	0.45	1.48	2.56
PL	$\bar{i}$	0.92	17.18	1.91	11.65	13.42	2.09	1.22	3.62	6.68	30.35
	$\sigma$	0.24	2.70	0.39	1.17	1.71	0.64	0.30	0.64	1.10	3.91
TL	$\bar{i}$	4.50	18.15	5.39	6.30	19.84	2.01	4.97	1.97	6.77	14.25
	$\sigma$	1.05	1.99	1.01	1.41	3.32	0.42	1.30	0.48	1.48	2.63

## 第2節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸組成率の偏回帰

NL, PL および TL の脂肪酸組成率が漁獲時期、体長および脂質含量のうち、いずれの因子の影響を大きく受けるかを検討した。

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ )、体長 ( $y$ ) および脂質含量 ( $z$ ) に対する各脂肪酸組成率 ( $t$ ) の偏回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$  の各係数を求め、それらの有意性を検定するための  $F$  値 (それぞれ  $F_1$ 、 $F_2$  および  $F_3$ ) を求めた<sup>6)</sup> なお、5月14日を1とし、それから数えた日数で漁獲時期を数値化した。

### 結果ならびに考察

偏回帰係数ならびにそれらの  $F$  値を第21表に示す。

**漁獲時期との関係 ( $a_1$ )** NL および TL では、夏期から冬期にかけて、18:1 酸組成率が減少し、20:1 および 22:6 酸組成率が增大する傾向を示した。PL では、脂肪酸組成率の時期的変動は認められなかった。

**体長との関係 ( $a_2$ )** NL では、組成率が体長と正の相関をもつと認められた脂肪酸は 20:1 酸のみであった。PL では、体長の増大にともない 16:0 酸組成率が減少し、18:1 酸のそれは増大する傾向にあった。TL では、体長の増大は 18:0 および 20:3 酸組成率の減少をもたらした。

**脂質含量との関係 ( $a_3$ )** 脂質含量の増大にともない、NL では、16:0 酸組成率に増大傾向、18:0 および 20:3 酸組成率に減少傾向が認められ、PL では、18:1 および 20:1 酸組成率に増大傾向、20:3 および 22:6 酸組成率に減少傾向が認められた。TL では、20:1 酸組成率の増大、18:0、20:3 および 22:6 酸組成率の減少傾向が認められた。

これらから、脂質含量の変動は、NL, PL および TL のいずれでも、組成率の大きい3ないし4種の脂肪酸の組成率に影響を及ぼすことが判明した。これに対し、漁獲時期の違いは NL および TL の 18:1、20:1 および 22:6 酸組成率の変動に、体長変動は各脂質の1ないし2種の脂肪酸の組成率変動に関与した。

このように、偏回帰係数  $a_i$  が有意とみなせた脂肪酸の数に基づいて、3因子の影響を比較すると、マサバでは、脂質含量が脂肪酸組成率変動に最も影響し、漁獲時期の影響がこれにつき、体長の影響が最も小さいという結果が得られた。

**漁獲時期ならびに脂質含量の相違が組成率の変域に及ぼす影響** 前項では主として各独立変数との相関の程度について論じた。しかし、各独立変数の回帰係数の大きさと変域が異なるため、各独立変数の変動によって生じる組成率  $t_i$  の変域の大きさに関する論議が欠ける。この点を検討するに十分な計算法がないので、便宜的に次のような方法で影響の程度を推論した。すなわち、漁獲時期および脂質含量の偏回帰係数  $a_1$  および  $a_3$  に  $x$  の最高値と最低値の差、 $z$  の最高値と最低値の差をそれぞれ乗じ、両者の大小を比較した。その結果、 $a_1(x_{\max.} - x_{\min.}) > a_3(z_{\max.} - z_{\min.})$  の場合が30例中16例あり、 $a_1(x_{\max.} - x_{\min.}) < a_3(z_{\max.} - z_{\min.})$  の場合が11例、両者がほぼ等しい場合が3例あった。このことから、時期的相違によって生じる脂肪酸組成率の変動幅は脂質含量の相違によって生じるそれよりも大きいと推論された。すなわち、 $a_i$  が有意とみなせる脂肪酸の数から論じると脂肪酸組成率の変動には脂質含量、漁獲時期の順に大きく影響するが、組成率の変動幅に与える影響の度合から論じると前述の逆になる。

Table 21. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ )

F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	
NL	14 : 0	3.72	0.003	0.006	0.034	0.39	0.001	0.28
	16 : 0	14.72	-0.011	0.12	0.17	2.96	0.21	4.39*
	16 : 1	5.57	-0.001	-0.002	0.05	0.04	0.000	0.76
	18 : 0	0.76	-0.007	0.26	-0.11	3.79	2.75	4.57*
	18 : 1	14.65	-0.035	0.38	0.08	6.70*	0.44	0.21
	18 : 2	0.52	0.000	0.04	0.031	0.01	0.68	3.91
	20 : 1	-8.73	0.011	0.38	0.066	6.48*	4.66*	1.40
	20 : 3	5.25	0.000	-0.09	-0.07	0.04	3.75	22.79**
	20 : 5	11.36	0.008	-0.247	0.10	2.41	1.26	2.02
	22 : 6	17.39	0.017	-0.213	-0.176	4.32*	0.39	2.61
PL	14 : 0	0.09	0.0003	0.03	0.001	0.14	0.56	0.70
	16 : 0	40.90	-0.011	-0.78	0.02	2.28	6.83*	3.79
	16 : 1	1.12	-0.002	0.03	0.001	1.84	0.32	0.47
	18 : 0	1.19	-0.0007	0.002	0.0003	2.72	0.02	0.33
	18 : 1	-5.18	-0.008	0.61	0.02	3.06	9.28**	7.32*
	18 : 2	-1.95	0.0007	0.11	0.06	0.10	1.35	4.16
	20 : 1	-1.15	0.0008	0.06	0.03	0.74	2.38	7.06*
	20 : 3	3.67	-0.004	0.01	-0.07	4.24	0.31	5.90*
	20 : 5	13.59	0.003	-0.27	0.05	0.78	2.75	1.06
	22 : 6	24.12	0.016	0.28	-0.50	2.30	0.41	11.91**
TL	14 : 0	1.63	0.003	0.045	0.009	0.61	0.08	3.01
	16 : 0	33.97	-0.012	-0.48	0.75	3.72	3.55	0.86
	16 : 1	1.50	-0.006	0.15	0.04	3.07	1.06	0.77
	18 : 0	21.42	-0.003	-0.41	-0.22	0.80	7.23*	20.19**
	18 : 1	1.49	-0.03	0.73	0.18	8.81**	3.12	1.96
	18 : 2	-1.16	-0.001	0.11	0.02	0.31	2.64	0.70
	20 : 1	-6.80	0.01	0.28	0.14	7.29*	3.47	8.71**
	20 : 3	6.22	-0.001	-0.11	-0.08	0.52	5.00*	24.69**
	20 : 5	15.83	0.008	-0.380	0.08	2.26	3.05	1.22
	22 : 6	21.33	0.015	-0.21	-0.34	5.09*	0.59	15.75**

The constant and coefficient are defined as follows:

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

$F_i$  : The SNEDECOR'S  $F$  for  $a_i$  with 1 and 19 degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

Season ( $x$ ) : The number of the days counted from May 14

### 第3節 脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

第2節において、マサバ脂質の脂肪酸組成は脂質含量および漁獲時期によって変動することが判明した。それゆえ、本節では、脂質含量に対する組成率の2次および1次回帰式を求め、脂質含量の相違による脂肪酸組成率の変動を詳細に検討した。

脂肪酸組成率の増減を考察する場合、脂肪酸含量の増減による直接的な増減か、または他の脂肪酸含量の増減にともなう相対的増減であるか2つの解釈が考えられる。そのため、 $x$ 、 $y$  および  $z$  に対する各脂肪酸含量 ( $T$ ) の偏回帰式を求め、組成率変動を考察する資料にした。

#### 実験方法

脂質含量 ( $z$ ) に対する各脂肪酸組成率 ( $t$ ) の2次および1次回帰式、 $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$  および  $t = b_0 + b_1z$  を求め、 $a_2$  および  $b_1$  の有意性を検討した。

また、 $x$ 、 $y$  および  $z$  に対する  $T$  の偏回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$  を求め、 $A_1$ 、 $A_2$  および  $A_3$  の有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数ならびに  $F$  値を第22表に示す。

2次回帰式  $a_2$  が有意とみなされた脂肪酸は NL の 22:6 酸、PL の 16:0 酸と 22:6 酸および TL の 18:0 酸であった。このうち、TL の 18:0 酸では、 $t$  の極小は実測  $z$  の最高値に近いところ ( $z = 17.27 \text{ g}/100 \text{ g 肉}$ ) にあったので、この酸の組成率は  $z$  の増大にともなって漸減するとみなすべきであろう ( $F_1 = 10.87^{**}$ )。NL の 22:6 酸、PL の 16:0 と 22:6 酸では、 $z$  が  $6.39 \sim 7.79 \text{ g}/100 \text{ g 肉}$  のとき、 $t$  は最小値 (または最大値) を示した。しかし供試魚の脂質含量の分布範囲から考えると低脂質含量域にかたよっていたうえに、いずれも  $b_1$  が有意とみなせたので、これら脂肪酸の組成率は脂質含量の増大にともなって、1次的に増大または減少するとみなしてさしつかえないと判断した。

1次回帰式 脂質含量の増大にともなう組成率変動が有意とみなされた脂肪酸は NL では、16:0 および 22:6 酸で、前者の組成率は増大傾向を、後者のそれは減少傾向を示した。PL では、脂質含量の増大は 16:0、18:1 および 20:1 酸組成率の増大を、22:6 酸組成率の減少をもたらした。TL では、18:0、20:3 および 22:6 酸組成率が脂質含量の増大にともなって減少する傾向を示した。

14:0、16:1、18:1 および 20:1 酸の平均組成率において、NL と PL では大きい差が認められた (第20表) が、TL ではこれらの脂肪酸における  $b_1$  の  $F$  値は有意水準 ( $\alpha = 0.05$ ) にわずかに不足した。

このように、海産魚に特徴的に存在する 22:6 酸の組成率は各脂質で脂質含量の増大にともなって減少し、16:0 および 18:1 酸のような飽和およびモノエン酸の組成率は増大するとみなせた。

脂質含量の増大がもたらす脂肪酸組成率の変動について、マアジとマサバを比較すると、NL の場合、22:6 酸組成率の変動に反対の傾向が認められた。TL の場合、18:0 および 22:6 酸に同じ傾向が認められた。16:0、16:1 および 18:1 酸にも同じ傾向が認められたが、マサバでは、 $F_1$  値が有意水準に不足した。マアジでは、PL 脂肪酸組成率はほぼ一定と認められたがマサバでは、組成率の大きい脂肪酸に組成率変動が認められた。

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰 組成率の変動を検討するには、脂肪酸含量の変動に注目する必要がある。そのため、各脂質について、 $x$ 、 $y$  および  $z$  に対する  $T$  の偏回帰係数ならびにその有意性を検討した。その結果を第23、24表に示す。

NL および TL について、 $x$ 、 $y$  および  $z$  の3因子のうち、いずれか2因子の影響を消去し、残りの因子に対

する  $T$  の回帰を考察すると、両脂質とも一部の脂肪酸に時期的変動が認められ、すべての脂肪酸に脂質含量の相違に基づく  $T$  の変動が認められた。すなわち、脂質含量の増大は両脂質のすべての脂肪酸含量の増大をもたらした。

本実験では、 $T$  を  $t \times z \cdot 10^{-2}$  で表わした。いま、組成率  $t$  がほぼ一定であるとすれば、 $T = zm$  (ただし  $m = t \times 10^{-2}$ ) となる。そこで、STUDENT の  $t$  分布<sup>63)</sup> を用い、脂質含量の増大にともなう  $T$  の実測増加係数  $A_3$  と  $m$  を比較した。その結果、両脂質の 18:0、20:3 および 22:6 酸の増加係数  $A_3$  は  $m$  より小さく ( $A_3 - m < 0$ )、NL の 16:0 酸および TL の 14:0 と 20:1 酸では  $A_3$  が  $m$  より大きい ( $A_3 - m > 0$ ) ことが判明した(第 23 表)。このことは、18:0、20:3 および 22:6 酸含量の増加のしかたが脂質含量のそれより小さく、反対に NL の 16:0 酸、TL の 14:0 と 20:1 酸では脂肪酸含量の増加のしかたが大きいことを示した。

前述の脂質含量の変動に基づく脂肪酸組成率の変動を考え合わせると、NL および TL では、脂質含量の増大にともなう組成率の増減は脂肪酸含量の増大のしかたに各脂肪酸間の相対差があるためと結論された。すなわち、脂質含量の増大はそれに比例する以上の大きい増加を 18:0 酸を除く飽和酸やモノエン酸含量にもたらし、より小さい増加を高度不飽和酸とくに 22:6 酸含量にもたらすものと考えられる。

その結果、組成率のうえでは、脂質含量の増大にともなう、NL の 16:0 酸、TL の 18:1 酸 ( $\alpha = 0.05$ ) 組成率に増大、反対に両脂質の高度不飽和酸とくに 22:6 酸に減少傾向が認められた。

PL について、漁獲時期および体長の影響を消去し、脂質含量の相違にともなう脂肪酸含量の変動を検討する(第 24 表)と、脂質含量の増大は 20:3 および 22:6 酸含量の減少をもたらした。前述の組成率変動を考慮すると、脂質含量の増大にともない、PL の高度不飽和酸(20:3 および 22:6 酸)含量が減少し、そのため、これらの酸の組成率が減少すると結論した。

一方、脂質含量の増大にともなう、組成率が増大した 16:0、18:1 および 20:1 酸には、脂肪酸含量に有意な変動が認められなかったことから、高度不飽和酸含量の減少にともなう相対増であると推論した。

Table 22. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the lipid content ( $z$ )

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	5.48	-0.19	0.010	0.69	4.61	0.02	0.13
	16:0	15.99	0.17	0.002	0.01	15.84	0.21	6.90*
	16:1	4.31	0.29	-0.011	1.36	5.31	0.05	1.08
	18:0	8.45	-0.46	0.018	3.40	6.90	-0.09	3.22
	18:1	19.19	-0.09	0.014	0.13	17.97	0.21	1.19
	18:2	1.80	0.01	0.001	0.08	1.73	0.03	4.09
	20:1	5.19	0.05	-0.002	0.02	5.38	0.00	0.00
	20:3	1.65	0.15	-0.009	0.39	2.43	-0.04	0.28
	20:5	5.04	0.30	-0.012	0.65	6.08	0.05	0.53
	22:6	11.06	0.67	-0.043	4.37*	14.84	-0.26	4.63*
PL	14:0	0.59	0.07	-0.003	1.78	0.85	0.01	0.40
	16:0	18.15	-0.66	0.045	4.44*	14.24	0.28	6.10*
	16:1	1.68	0.03	0.000	0.01	1.71	0.02	1.14
	18:0	12.26	0.23	0.014	1.71	11.03	0.06	1.21
	18:1	12.39	-0.02	0.01	0.39	11.58	0.17	5.88*
	18:2	2.04	-0.01	0.006	1.01	1.54	0.05	3.34
	20:1	0.72	0.08	-0.002	0.87	0.73	0.03	4.44*
	20:3	4.09	0.08	0.001	0.03	4.18	-0.05	3.54

Table 22. (Cont'd)

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
PL	20 : 5	5.15	0.28	-0.011	1.14	6.10	0.06	1.17
	22 : 6	30.23	0.89	-0.070	8.35**	36.33	-0.56	16.74**
TL	14 : 0	4.41	-0.09	0.008	0.68	3.70	0.07	2.43
	16 : 0	16.72	0.10	0.003	0.02	16.49	0.15	2.74
	16 : 1	3.49	0.36	-0.02	2.52	4.75	0.06	1.60
	18 : 0	10.61	-0.76	0.022	8.38**	8.20	-0.18	10.87**
	18 : 1	16.95	0.27	0.000	0.00	16.98	0.26	3.30
	18 : 2	1.48	0.10	-0.004	1.13	1.85	0.02	0.55
	20 : 1	3.23	0.38	-0.010	0.63	4.06	0.09	2.13
	20 : 3	2.75	-0.09	0.001	0.08	2.67	-0.07	16.75**
	20 : 5	5.27	0.25	0.010	0.40	6.06	0.07	0.89
	22 : 6	18.45	-0.41	0.001	0.00	18.35	-0.24	17.84**

The constant and coefficient are defined as follows:

$$t = a_0 + a_1z + a_2z^2$$

$$t = b_0 + b_1z$$

$F_i$ : SNEDECOR'S  $F$  of the  $i$ -th order regression coefficient with 1 and  $n-i-1$  degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

Sample number ( $n$ ): 23

Table 23. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ )

	F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$t$	$A_3 - m$	$n$
NL	14 : 0	-0.56	0.04	0.01	0.05	0.51	0.29	57.72**	0.06	0.002	23
	16 : 0	-0.62	-0.10	0.02	0.20	1.69	0.24	370.09**	3.49*	0.02	"
	16 : 1	-0.32	-0.02	0.01	0.06	0.15	0.20	95.14**	0.06	0.001	"
	18 : 0	0.24	-0.05	-0.006	0.05	2.30	0.21	180.09**	6.53*	-0.01	"
	18 : 1	2.37	-0.32	0.03	0.21	4.39*	0.002	104.17**	0.16	0.008	"
	18 : 2	-0.17	0.007	0.004	0.02	0.20	0.32	133.47**	0.51	-0.0004	"
	20 : 1	-1.25	0.10	0.03	0.06	9.89**	2.22	101.92**	1.09	0.006	"
	20 : 3	0.18	-0.006	-0.004	0.01	0.18	0.49	31.86**	18.87**	-0.008	"
	20 : 5	0.23	0.08	-0.02	0.07	1.80	0.46	84.85**	0.34	0.004	"
	22 : 6	0.11	0.10	-0.009	0.10	2.52	0.06	76.32**	4.18*	-0.02	"
TL	14 : 0	-0.36	0.05	0.006	0.06	0.88	0.07	73.51**	3.33*	0.01	23
	16 : 0	1.83	0.15	0.05	0.19	3.75	2.90	356.58**	0.79	0.009	"
	16 : 1	-0.29	-0.06	0.01	0.05	2.20	0.59	89.74**	0.51	-0.004	"
	18 : 0	0.84	-0.06	-0.02	0.05	5.68*	3.86	211.81**	13.94**	-0.013	"
	18 : 1	-0.72	-0.30	0.04	0.21	5.40*	0.53	169.69**	0.57	0.012	"
	18 : 2	-0.31	-0.002	0.01	0.02	0.01	1.27	52.90**	0.00	0.000	"
	20 : 1	-1.02	0.14	0.02	0.06	8.83*	1.22	105.10**	3.13*	0.01	"
	20 : 3	0.33	-0.02	-0.008	0.01	1.14	1.30	29.28**	26.28**	-0.01	"



Table 23. (Cont'd)

F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$t$	$A_3 - m$	$n$
20 : 5	0.62	0.08	-0.03	0.07	1.21	0.90	65.24**	0.08	0.003	23
22 : 6	0.17	0.13	-0.004	0.11	2.94	0.02	121.79**	10.48**	-0.03	"

The constant and coefficient are defined as follows:

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

$t$ : STUDENT'S  $t$  for testing whether  $A_3 = m$  or not

$m$  is defined as (mean of the percentage of fatty acid)  $\cdot 10^{-2}$

Table 24. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) in the polar lipid on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ )

F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10$	$A_3 \cdot 10^2$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
14 : 0	0.005	0.0006	0.0001	0.002	0.39	0.04	0.000
16 : 0	0.52	-0.009	-0.01	-0.007	1.08	9.96**	0.003
16 : 1	0.02	-0.002	-0.0001	-0.005	1.09	0.01	0.05
18 : 0	0.26	-0.007	-0.005	0.10	0.45	1.36	1.05
18 : 1	0.03	-0.004	0.04	0.04	0.50	2.42	0.27
18 : 2	-0.01	0.001	0.0008	0.04	0.37	0.65	1.66
20 : 1	-0.004	0.001	0.0004	0.02	1.69	0.69	2.15
20 : 3	0.06	-0.004	-0.0002	-0.10	2.50	0.06	10.72**
20 : 5	0.18	0.005	-0.004	0.002	0.49	2.23	0.000
22 : 6	0.41	0.02	-0.002	-0.70	1.40	0.07	6.32*

#### 第4節 脂肪酸組成率の漁獲時期的変動

第2節において、漁獲時期も脂肪酸組成率変動の因子であることを述べた。本節では、組成率が漁獲時期の違いをどのように反映しているかをより詳細に検討した。

##### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ ) に対する各脂質の脂肪酸組成率 ( $t$ ) の3次回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ 、2次回帰式  $t = b_0 + b_1x + b_2x^2$  および1次回帰式  $t = c_0 + c_1x$  を求め、 $a_3$ 、 $b_2$  および  $c_1$  の有意性を検討した。

また、 $x$  に対する脂肪酸含量 ( $T$ ) の3次回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3$ 、2次回帰式  $T = B_0 + B_1x + B_2x^2$  および1次回帰式  $T = C_0 + C_1x$  を求め、 $A_3$ 、 $B_2$  および  $C_1$  の有意性を検討し、組成率の時期的変動の意義を考察した。

なお、第16表において、No. 1 (5月14日) と No. 2 (8月18日) との時期的間隔が No. 2 以後の間隔に比して離れ過ぎているため、No. 1 を削除して計算した。従って、本実験に使用した資料は夏期から冬期までの半年間に限られた。

##### 結果ならびに考察

漁獲時期に対する組成率の回帰  $x$  に対する  $t$  の3次、2次および1次回帰係数を求め、 $a_3$ 、 $b_2$  および  $c_1$  の有意性を検討した結果を第25表に示す。

Table 25. The estimation of the cubic, quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage (*t*) on the season(*x*)

F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$a_3 \cdot 10^3$	$F_3$	$b_0$	$b_1$	$b_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$c_0$	$c_1 \cdot 10$	$F_1$
14:0	4.471	-0.009	0.440	-0.002	1.07	3.878	0.035	-0.194	3.37	4.973	-0.008	0.02
16:0	20.788	-0.108	1.350	-0.005	2.24	19.502	-0.013	-0.020	0.02	19.620	-0.170	4.97*
16:1	6.234	-0.006	0.081	0.000	0.05	6.115	0.003	-0.050	0.24	6.376	-0.053	1.40
18:0	6.789	-0.082	1.850	-0.006	8.94**	5.401	0.021	-0.127	1.55	6.117	-0.020	0.18
18:1	20.794	0.124	-0.240	0.010	1.91	23.200	-0.054	0.150	0.270	22.362	-0.270	3.07
18:2	2.257	-0.004	0.042	0.000	0.07	2.214	-0.001	-0.004	0.02	2.238	-0.019	1.95
20:1	3.570	0.070	-0.780	0.003	1.21	4.250	0.020	-0.050	0.21	4.543	-0.100	3.53
20:3	1.586	-0.003	0.006	0.000	0.05	1.539	0.000	0.016	0.17	1.449	0.031	3.05
20:5	6.284	-0.049	0.765	-0.003	1.03	5.638	-0.001	0.077	0.43	5.202	0.130	5.72*
22:6	11.898	-0.026	0.270	0.000	0.00	11.895	-0.026	0.260	1.65	10.422	0.210	4.68*
14:0	1.001	-0.005	0.057	0.000	0.15	0.954	-0.001	0.007	0.10	0.914	0.001	0.02
16:0	16.377	0.126	-1.720	0.006	1.43	17.748	0.025	-0.263	1.51	19.228	-0.229	4.94*
16:1	2.634	-0.030	0.360	-0.001	3.53	2.311	-0.006	0.016	0.23	2.220	-0.032	4.13
18:0	13.626	-0.097	1.200	-0.004	4.91*	12.524	-0.016	0.048	0.23	12.253	-0.070	2.18
18:1	14.985	0.027	-0.800	0.003	1.49	15.797	-0.033	0.070	0.36	15.379	-0.194	11.05**
18:2	2.252	-0.006	0.130	-0.001	0.31	2.080	0.007	-0.052	0.88	2.375	-0.026	0.95
20:1	1.110	0.013	-0.212	0.001	2.31	1.330	-0.004	0.020	0.61	1.209	0.002	0.02
20:3	3.967	-0.004	-0.047	0.000	0.06	4.049	-0.010	0.040	0.46	3.825	-0.024	0.77
20:5	6.249	-0.006	0.091	0.000	0.00	6.229	-0.005	0.070	0.68	5.835	0.078	3.80
22:6	28.844	-0.104	2.100	-0.008	1.23	26.947	0.031	0.042	0.02	26.708	0.390	6.96*
14:0	4.039	0.023	-0.136	0.000	0.00	4.032	0.023	-0.143	2.69	4.837	-0.028	0.41
16:0	20.609	-0.095	1.140	-0.004	1.56	19.538	-0.016	-0.003	0.00	19.555	-0.160	4.67*
16:1	6.448	-0.029	0.250	-0.001	0.14	6.265	-0.016	0.051	0.33	5.975	-0.060	2.43
18:0	6.324	-0.048	0.860	-0.004	2.81	5.227	0.034	-0.186	2.17	6.275	-0.001	0.00
18:1	21.413	0.078	-1.750	0.007	1.51	23.179	-0.052	0.126	0.22	22.468	-0.292	5.44*
18:2	1.995	0.011	-0.140	0.000	0.30	2.105	0.002	-0.026	0.49	2.249	-0.023	1.74
20:1	3.592	0.057	-0.700	0.003	1.23	4.251	0.009	-0.002	0.00	4.236	0.080	2.63
20:3	1.658	0.005	-0.025	0.000	0.01	1.679	0.003	-0.003	0.00	1.694	0.025	1.64
20:5	6.146	-0.045	0.840	-0.003	1.64	5.361	0.013	0.001	0.00	5.354	0.136	6.52*
22:6	13.809	-0.076	1.300	-0.005	1.05	12.633	0.011	0.060	0.09	12.271	0.225	5.20*

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$t = b_0 + b_1x + b_2x^2$$

$$t = c_0 + c_1x$$

$F_i$ : SNEDECOR'S  $F$  of the  $i$ -th order regression coefficient with 1 and  $n-i-1$  degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level, \*\* : Significant at 0.01 level

$n$ : Sample number ( $n$ ) : 22

Table 26. The estimation of the cubic, quadratic and linear regressions of the fatty acid content (T) on the season (x)

F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10^3$	$A_3 \cdot 10^3$	$F_3$	$B_0$	$B_1 \cdot 10^2$	$B_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$C_0$	$C_1 \cdot 10^2$	$F_1$
14:0	0.475	0.416	-0.058	0.000	0.09	0.518	0.102	-0.013	0.25	0.590	-0.130	1.19
16:0	2.189	1.050	-0.280	0.001	0.37	2.469	-1.020	0.020	0.06	2.355	-0.650	2.84
16:1	0.613	0.910	-0.160	0.001	1.07	0.764	-0.202	-0.004	0.00	0.767	-0.210	2.96
18:0	0.698	0.044	-0.041	0.000	0.10	0.740	0.269	0.004	0.04	0.715	-0.190	2.96
18:1	2.312	3.100	-0.650	0.003	1.77	2.982	-1.850	0.058	0.38	2.650	-0.800	3.22
18:2	0.239	0.140	-0.031	0.000	0.29	0.270	-0.087	0.001	0.01	0.263	-0.067	1.95
20:1	0.402	1.000	-0.150	0.001	0.94	0.546	-0.047	0.002	0.00	0.537	-0.019	0.02
20:3	0.151	0.220	-0.042	0.000	2.37	0.196	-0.112	0.005	0.85	0.167	-0.019	0.52
20:5	0.623	0.304	-0.059	0.000	0.12	0.685	-0.156	0.007	0.05	0.644	-0.025	0.03
22:6	1.178	1.340	-0.280	0.001	1.56	1.474	-0.850	0.039	0.77	1.255	-0.140	0.45
14:0	0.010	-0.008	0.001	0.000	0.23	0.010	-0.003	0.000	0.86	0.008	0.001	1.03
16:0	0.166	0.053	-0.008	0.000	0.32	0.173	0.001	0.000	0.01	0.174	-0.003	0.08
16:1	0.027	-0.037	0.005	0.000	4.90*	0.023	-0.008	0.000	1.18	0.020	-0.001	0.54
18:0	0.136	-0.128	0.016	0.000	4.06	0.123	-0.030	0.002	2.26	0.112	0.005	0.71
18:1	0.149	-0.014	-0.003	0.000	0.42	0.154	-0.050	0.003	3.54	0.139	-0.003	0.23
18:2	0.023	-0.015	0.003	0.000	0.65	0.020	0.005	0.000	0.21	0.022	-0.000	0.01
20:1	0.011	0.008	-0.002	0.000	2.12	0.013	-0.007	0.000	3.63	0.011	0.002	2.28
20:3	0.040	-0.017	0.001	0.000	0.00	0.040	-0.015	0.001	2.10	0.035	0.002	0.27
20:5	0.063	-0.014	0.001	0.000	0.01	0.063	-0.018	0.002	2.16	0.053	0.015	6.19*
22:6	0.291	-0.159	0.025	0.000	0.44	0.273	-0.024	0.005	1.09	0.244	0.070	8.73**
14:0	0.482	0.758	-0.112	0.000	0.45	0.576	0.061	-0.002	0.21	0.642	-0.150	1.59
16:0	2.412	1.135	-0.307	0.001	0.50	2.727	-1.197	0.029	0.13	2.565	-0.700	3.18
16:1	0.732	0.264	-0.083	0.000	0.41	0.820	-0.382	0.010	0.17	0.762	-0.200	2.90
18:0	0.726	0.380	-0.085	0.000	0.49	0.807	-0.220	0.002	0.01	0.799	-0.200	3.66
18:1	2.598	2.750	-0.600	0.002	1.51	3.212	-1.800	0.053	0.33	2.912	-0.830	3.61
18:2	0.226	0.328	-0.055	0.000	0.87	0.276	-0.044	-0.001	0.02	0.285	-0.070	2.34
20:1	0.440	0.955	-0.140	0.001	0.76	0.575	-0.043	0.001	0.00	0.567	-0.016	0.01
20:3	0.181	0.330	-0.060	0.000	3.82	0.242	-0.120	0.005	0.68	0.213	-0.027	0.88
20:5	0.689	0.280	-0.046	0.000	0.05	0.734	-0.053	0.002	0.00	0.721	-0.011	0.01
22:6	1.578	0.940	-0.220	0.001	0.89	1.821	-0.855	0.037	0.60	1.613	-0.187	0.69

The constant and coefficient are defined as follows :

$$T = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3$$

$$T = B_0 + B_1x + B_2x^2$$

$$T = C_0 + C_1x$$

Sample number (n) : 22

The other symbol and mark are defined in the note of Table 22.

TLについて、 $a_3$ または  $b_2$  が有意とみなせた脂肪酸はなかった。このことは、夏期および冬期以外に組成率が極値をもたないことを示唆した。 $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は16:0, 18:1, 20:5および22:6酸であった。すなわち、夏から冬(8月から2月)にかけて、16:0および18:1酸組成率は減少し、20:5および22:6酸組成率は増大した。

NLについて、 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸は18:0酸のみであった。しかし、回帰式から得られる極大値( $t=6.14\%$ )と極小値(5.13%)との差が小さく、また  $b_2$  および  $c_1$  が有意とみなせなかったことから、この酸の組成率は時期的変動をしないと推定した。 $b_2$ が有意とみなせた脂肪酸はなく、 $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は16:0, 20:5および22:6酸であった。これら脂肪酸のうち、夏から冬にかけて、16:0酸組成率は減少傾向を示し、20:5および22:6酸組成率は増大する傾向を示した。

PLについて、 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸は18:0酸のみであったが、これもNLの場合と同じ理由で、この酸は漁獲時期に無関係で一定組成率を示すと推定した。 $b_2$ が有意とみなせた脂肪酸はなく、 $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は16:0, 18:1および22:6酸であった。PLにおいてもNLと同じように、夏から冬にかけて、16:0および18:1酸組成率の減少傾向、22:6酸組成率の増大傾向が認められた。

脂肪酸含量の時期的変動  $x$ に対する $T$ の各回帰係数 $A_3$ ,  $B_2$ および $C_1$ ならびにその有意性の検討結果を第26表に示す。

$A_3$ が有意とみなせた脂肪酸はPLの16:1酸のみであった。この酸における標本3次回帰式から求めた極大および極小値はそれぞれ0.020g/100g肉および0.017g/100g肉であった。両値の差は小さく、しかも $B_2$ および $C_1$ がともに有意とみなせなかったことから、この3次回帰式を無視した。 $B_2$ が有意とみなされた脂肪酸はなく、 $C_1$ が有意とみなされた脂肪酸はPLの20:5および22:6酸であった。この両酸の含量は夏から冬にかけて増大することが判明した。

TLにおける脂肪酸含量の時期的変動を考察すると、各脂肪酸の $F_3$ ,  $F_2$ および $F_1$ は有意水準( $\alpha=0.05$ )に達しなかった。それゆえ、脂肪酸含量の変動は漁獲時期に無関係とみなされたが、16:0・18:0および18:1酸における $F_1$ は有意水準に近い値を示し、16:0および18:1酸の $C_1$ は負で絶対値がとくに大きかった。このことから、バラツキは大きい、16:0および18:1酸含量は夏に大きく、冬に小さいとみなした。すなわち、夏に比較し、冬では16:0および18:1酸の食餌からのとり込みが少ないものと推測した。

NLにおいてもTLの場合と同じ結果が認められた。一方、PLでは、20:5および22:6酸含量が夏から冬にかけ増大する傾向が認められた。しかし、他の脂肪酸含量には時期的変動が認められなかった。しかも、 $C_1$ の値は小さかった。このことは、環境温度が低下するに従って、PLへの20:5および22:6酸のような高度不飽和酸のとり込みが増大することを示唆している。そのため、組成率では、夏から冬になるに従い、22:6および20:5酸( $\alpha=0.05$ )の増大を、その結果として、組成率が比較的大きい16:0および18:1酸の相対減をもたらしたと推論した。

マサバ脂質脂肪酸組成率の時期的変動とマアジ脂質のそれを比較すると、ほぼ同種の脂肪酸の組成率変動に同じ傾向が認められた。

## 小 括

赤身魚であり、温暖性回遊魚であるマサバをとり上げ、前章と同様な方法によってマサバ脂質脂肪酸組成率の変動ならびに変動因子の検討をし、マアジ脂質と比較して類似性および特異性を考察した。

脂質を構成する脂肪酸の主なものは、全脂質では14:0(2.9~8.0%), 16:0(15.0~21.8%), 16:1(3.4~7.2%), 18:0(4.5~11.1%), 18:1(14.1~26.6%), 18:2(1.4~3.2%), 20:1(2.1~7.7%), 20:3(1.1~2.9%), 20:5(4.4~9.5%)および22:6酸(10.1~19.0%)であった。中性脂質では、14:0(2.7~8.4%), 16:0(14.5~21.4%), 16:1(3.8~7.7%), 18:0(4.2~9.1%), 18:1(11.6~28.4%), 18:2(1.6~3.0%), 20:1(2.5~8.0%), 20:3(0.9~2.7%), 20:5(4.2~9.7%)および22:6酸(8.4~16.3%)であり、極性脂質では、14:0(0.6~1.3%), 16:0(12.2~22.9%), 16:1(1.2~2.8%), 18:0(9.9~

13.9%), 18:1 (10.6~17.0%), 18:2 (0.7~3.7%), 20:1 (0.6~2.1%), 20:3 (2.3~4.8%), 20:5 (5.0~8.9%) および 22:6 酸 (21.5~37.6%) であった。

全脂質量 ( $z_t$ ) と中性脂質量 ( $z_n$ ) の関係は  $z_n = z_t - 1.03$ , 極性脂質量は一定, 1.03 g/100g 肉, とみなした。このことは, マアジの場合と酷似した。

偏回帰係数が有意とみなせた脂肪酸の数から論じると, 組成率の変動には脂質含量が大きく影響し, 漁獲時期がこれについだ。

組成率の変動幅に影響する度合から論じると, 脂肪酸組成率の変動には漁獲時期の影響が大きく, 脂質含量がこれについだ。体長は組成率の変動にわずかに影響した。

このように, 組成率変動に関与する因子が脂質含量および漁獲時期であるということもマアジの場合と一致した。

脂質含量の増大は, 中性脂質の 22:6 酸, 全脂質の 18:0, 20:3 および 22:6 酸組成率の減少を, また, 中性脂質の 16:0 酸組成率の増大をもたらした。これは, それぞれの脂肪酸含量増加が脂質含量増加より小さいかまたは大きいかにによる相対的増減と推論した。

一方, 極性脂質では, 脂質含量の増大は 22:6 酸組成率の減少をもたらした。これはこの酸の含量が脂質含量の増大にともなって減少するためと結論した。また, 16:0, 18:1 および 20:1 酸組成率の増大を認めただが, これは高度不飽和酸含量の減少にともなう相対増と推測した。

夏期から冬期になるに従って, 22:6 および 20:5 酸組成率に増大傾向, 16:1 および 18:1 酸組成率に減少傾向が各脂質に認められた。中性および全脂質におけるこれらの傾向は冬期に 16:0 酸や 18:1 酸のとり込み量が減少するために起こると推論した。

極性脂質におけるこれらの傾向は, 冬期に 20:5 および 22:6 酸のとり込み量が増大するためと推論した。

脂肪酸組成率の時期的変動について, マアジとマサバを比べると, 組成率が変動する脂肪酸の種類ならびに変動傾向に共通性が認められた。

### 第3章 キハダ脂質

赤身魚であり, 回遊性多脂魚であるマアジおよびマサバについて, それらの脂肪酸組成率の変動は脂質含量ならびに漁獲時期に影響されることを第1および2章で明らかにした。

本章では, 赤身魚であり, 回遊性も大きい筋肉中に中性脂質を多量に蓄積しない魚種としてキハダを選び, 背肉脂質の脂肪酸組成率の変動ならびにそれに関与する因子がマアジやマサバの場合と同じか否かを検討した。また比較のために, 血合肉脂質についても同様に検討したので, あわせて記述する。

#### 第1節 中性, 極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差

##### 実験方法

試料 第5図に示した海域で1972年6月から8月の期間に漁獲され, 凍結保存されたキハダ, *Thunnus albacares*, 13尾を用いた。

脂質の抽出 第1背鰭の前端と側線との間の筋肉を採取し, 背普通肉(以下背肉とする)とした。また, 背肉部位に隣接した血合肉も採取した。両試料肉から FOLCH 法<sup>60)</sup>によって脂質(TL)を抽出した。

脂質の分画 第1章, 第1節に示した方法で TL を中性脂質(NL)と極性脂質(PL)に分画した。

脂肪酸分析 第1章, 第1節に示した方法に準拠した。

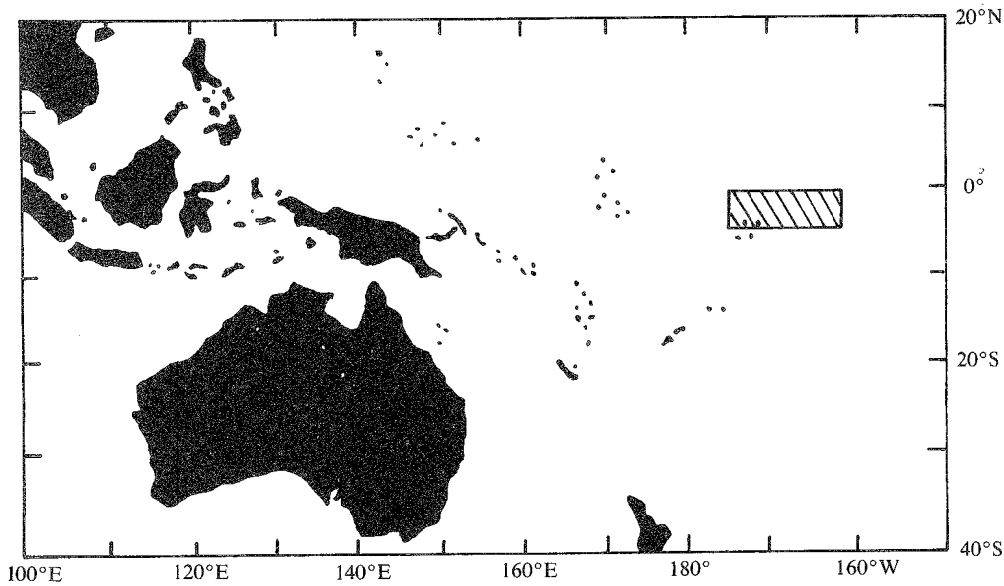


Fig. 5. Sampled area

### 結果ならびに考察

**脂質含量** 背肉および血合肉の各脂質含量を第 27 表に示す。背肉 TL 量は 0.48~0.98 g/100g 肉、背肉 NL 量は 0.004~0.53 g/100g 肉 および背肉 PL 量は 0.31~0.58 g/100g 肉 に分布した。

血合肉 TL 量は 2.36~4.78 g/100g 肉、血合肉 NL 量は 0.36~1.93 g/100g 肉 および血合肉 PL 量は 1.25~1.91 g/100g 肉 に分布した。背肉および血合肉脂質の含量およびその分布範囲はともに小さく、マアジやマサバの脂質含量分布と相違した。背肉および血合肉の PL 量はともにほぼ一定とみなされたが、NL 量の標準偏差は比較的大きかった。

**脂肪酸組成および組成率の標準偏差** 背肉各脂質を構成する主要な脂肪酸 11 種について、組成率ならびにその標準偏差を第 28 表に示す。

NL の主要脂肪酸のうち、平均組成率が 5% を越える脂肪酸は、*iso*16:0 (1.4~33.1%)、16:0 (7.6~40.0%)、*iso* 17:0 (1.0~23.7%)、18:0 (6.6~15.8%)、18:1 (1.3~28.3%)、*iso*18:0 (0.6~19.1%) および 22:6 酸 (3.2~15.7%) であった。

PL では、16:0 (16.9~28.0%)、18:0 (9.2~12.8%)、18:1 (12.5~17.3%)、20:3 (5.1~8.2%) および 22:6 酸 (18.1~35.7%) であった。

TL では、16:0 (16.8~25.9%)、18:0 (7.4~13.6%)、18:1 (11.0~20.9%)、20:3 (2.8~7.1%) および 22:6 酸 (15.4~34.8%) であった。

PL と TL の主要脂肪酸ならびに組成率の分布範囲は類似したが、NL と PL では、主要脂肪酸および組成率の分布範囲に大きい相違が認められた。NL では、主要構成酸として *iso*16:0、*iso*17:0 および *iso*18:0 酸のような分枝酸が存在し、その分布範囲も大きいことが特異的であった。また、分枝酸は PL および TL にも少量存在した。このほか奇数炭素鎖脂肪酸の組成率が大き、偶数炭素鎖脂肪酸のそれは一般に小であった。ROUBAL<sup>66)</sup>が報告したキハダ普通肉の脂肪酸組成測定値は本実験の TL および PL の脂肪酸組成率の分布範囲内にあった。

Table 27. The lipid content in ordinary or dark muscle of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*

Sample No.	Date (1972)	Body length (cm)	Body weight (kg)	Lipid content in ordinary muscle			Lipid content in dark muscle		
				Total	Nonpolar	Polar	Total	Nonpolar	Polar
				(g/100g muscle)					
1	Aug. 9	142.0	51.9	0.51	0.06	0.42	2.36	0.36	1.35
2	Aug. 7	115.4	30.7	0.74	0.11	0.31	4.78	1.88	1.59
3	June 26	144.4	60.3	0.98	0.53	0.41	2.77	1.15	1.25
4	July 11	114.8	25.2	0.50	0.04	0.43	2.39	0.59	1.59
5	Aug. 9	144.2	49.4	0.68	0.18	0.48	3.32	1.45	1.62
6	Aug. 10	119.6	31.2	0.61	0.06	0.49	2.96	0.61	1.87
7	July 8	112.6	26.6	0.48	0.07	0.41	2.65	0.81	1.58
8	Aug. 17	124.0	33.6	0.68	0.17	0.51	4.10	1.93	1.73
9	June 29	137.8	47.7	0.49	0.12	0.37	3.33	0.84	1.91
10	June 26	157.0	65.4	0.70	0.16	0.47	3.78	1.17	1.89
11	July 13	86.8	11.6	0.57	0.004	0.51	2.96	0.99	1.62
12	July 18	102.6	18.4	0.56	0.02	0.50	2.81	0.93	1.47
13	July 18	56.2	4.2	0.70	0.08	0.58	3.00	0.78	1.66
$\bar{x}$		119.8	35.1	0.63	0.12	0.45	3.17	1.04	1.63
$\sigma$		27.3	18.7	0.14	0.13	0.07	0.70	0.48	0.20

$\bar{x}$  : Mean,  $\sigma$  : Standard deviation, Body length : Fork length

Table 28. Variation of the fatty acid compositions of lipid in ordinary muscle of yellowfin tuna

Sample No.	Fatty acid (%)										
	<i>iso</i> 14:0	14:0	15:0	<i>iso</i> 16:0	16:0	<i>iso</i> 17:0	17:0	18:0	18:1	<i>iso</i> 18:0	22:6
1	1.9	1.8	1.2	9.0	26.8	1.0	2.5	13.4	5.2	2.8	9.9
2	0.7	2.9	1.0	4.2	29.1	4.8	3.7	11.5	15.7	1.6	12.8
3	0.2	1.8	0.8	1.4	19.6	4.4	3.1	10.1	25.9	0.6	11.5
4	3.7	1.9	1.2	10.1	10.8	6.1	1.8	15.8	5.8	13.3	5.8
5	0.6	1.8	0.6	5.6	15.0	3.9	3.9	12.4	24.7	4.5	9.1
6	1.7	1.8	0.9	22.7	22.0	4.0	2.1	10.9	7.0	10.8	7.7
7	1.7	1.5	0.8	16.3	21.0	4.7	2.3	12.9	7.5	10.1	12.8
8	0.2	1.3	4.8	3.4	16.0	23.7	2.1	6.6	13.2	2.0	13.8
9	1.0	1.8	0.5	10.6	21.0	2.7	1.6	12.3	11.9	4.4	15.7
10	0.3	1.4	0.6	4.2	19.7	3.7	2.5	12.8	28.3	2.8	10.6
11	2.1	1.3	0.5	33.1	7.6	6.2	1.5	12.8	1.3	19.1	8.4
12	2.0	2.0	0.6	21.6	18.5	5.5	2.2	15.4	8.4	9.2	3.2
13	1.0	1.2	0.8	10.1	40.0	3.1	2.3	10.7	6.1	4.8	3.8
$\bar{x}$	1.3	1.7	1.1	11.7	20.6	5.7	2.4	12.1	12.4	6.6	9.6
$\sigma$	1.0	0.4	1.1	9.3	8.2	5.6	0.7	2.4	8.8	5.5	3.8

PL	<i>iso</i>										
	14:0	15:0	16:0	16:0	17:0	18:0	18:1	20:3	20:5	22:4	22:6
1	0.2	0.3	0.7	28.0	2.6	11.8	13.8	5.8	2.3	2.9	18.1
2	0.4	0.5	1.8	25.3	2.3	12.8	16.1	5.3	3.6	3.8	20.8
3	0.4	0.3	5.8	20.7	2.4	11.7	16.9	5.1	2.6	3.8	20.3
4	0.2	0.3	4.2	19.9	3.2	12.3	15.7	8.2	4.3	3.4	19.5
5	2.5	0.4	2.7	18.8	2.1	10.6	13.6	7.6	3.4	3.7	28.7

Table 28. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	15:0	iso 16:0	16:0	17:0	18:0	18:1	20:3	20:5	22:4	22:6		
PL	6	0.9	0.4	3.3	19.2	2.3	11.7	15.7	6.0	3.3	4.8	28.9	
	7	1.4	0.4	2.4	18.6	2.2	10.0	14.3	5.9	3.0	5.9	29.9	
	8	0.8	0.3	3.0	17.4	1.9	9.5	13.7	6.1	4.4	5.4	33.4	
	9	1.8	0.3	2.1	18.0	1.6	10.7	16.3	6.9	4.3	2.1	28.8	
	10	0.8	0.3	1.9	21.1	2.0	12.1	17.3	6.3	2.4	5.1	24.2	
	11	0.9	0.4	2.0	17.5	2.3	9.2	12.5	5.7	2.8	5.2	34.6	
	12	1.1	0.5	1.3	21.8	3.8	9.6	14.1	5.6	2.8	4.2	27.9	
	13	0.7	0.5	0.1	16.9	2.1	9.5	13.1	6.1	4.1	5.6	35.7	
	$\bar{t}$	0.9	0.4	2.4	20.3	2.4	10.9	14.9	6.2	3.3	4.3	27.0	
	$\sigma$	0.7	0.1	1.5	3.3	0.6	1.2	1.6	0.9	0.8	1.1	5.9	
	TL	1	0.4	0.5	3.4	19.8	2.6	11.7	12.8	6.0	2.9	4.0	20.7
		2	1.2	0.7	2.9	25.9	3.0	13.6	16.5	3.6	2.3	2.1	15.4
		3	1.2	0.6	1.8	23.9	2.7	8.7	20.9	2.8	2.9	1.8	17.3
4		0.3	0.4	6.4	20.5	2.5	11.9	13.5	5.4	2.3	3.8	17.8	
5		1.5	0.4	2.1	18.2	2.7	10.9	17.6	6.2	3.4	4.5	24.5	
6		2.6	0.5	4.1	20.2	2.0	10.6	12.8	5.7	3.1	3.8	26.3	
7		1.5	0.4	2.9	17.6	2.0	9.7	13.3	7.1	3.9	4.9	30.7	
8		1.3	0.4	2.8	22.3	1.8	8.3	13.1	4.6	3.2	5.9	28.7	
9		1.1	0.3	2.5	17.0	1.2	7.4	11.6	5.2	3.5	3.0	21.8	
10		2.6	0.4	1.7	18.2	2.7	10.2	19.6	4.9	2.4	4.9	20.0	
11		1.2	0.4	2.9	16.8	3.1	9.5	11.7	5.5	2.8	5.4	34.8	
12		1.6	0.5	2.3	21.8	2.1	9.6	11.8	5.7	3.3	4.3	28.3	
13		1.2	0.5	1.9	17.8	2.1	9.4	11.0	5.3	3.2	4.2	33.7	
$\bar{t}$	1.4	0.5	2.9	20.0	2.3	10.1	14.3	5.2	3.0	4.1	24.6		
$\sigma$	0.8	0.1	1.3	2.8	0.5	1.7	3.2	1.1	0.5	1.2	6.4		

iso : Branched chain fatty acid

## 第2節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸組成率の偏回帰

各脂質の脂肪酸組成率の変動に漁獲時期、体長および脂質含量のいずれが関与しているかを検討した。前節で述べたようにキハダの脂質含量は小さい。そのため、マアジやマサバと同じ因子が組成率変動に関与しているか否かを検討した。

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ )、体長 ( $y$ ) および脂質含量 ( $z$ ) に対する各脂質の脂肪酸組成率 ( $t$ ) の偏回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$  を求め、各係数の有意性を検討した<sup>64)</sup>。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第29表に示す。偏回帰係数  $a_i$  が有意とみなせた脂肪酸の数から、NL および TL では脂質含量が組成率変動の主要因子であることが判明した。また、体長の影響も認められた。しかし、漁獲時期の違いによる組成率の変動は認められなかった。

PL では、組成率変動に脂質含量は関与せず、むしろ体長が主要因子であると認められた。



このように、キハダ背肉脂質の脂肪酸組成率変動には、脂質含量および体長が関与し、時期的影響は小さいことが判明した。

### 第3節 漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰

前節で、組成率変動に関与する因子は脂質含量および体長であることを述べたが、本節では、脂肪酸含量の変動に3因子のうちいずれの因子が関与しているかを検討した。

#### 実験方法

$x$ ,  $y$  および  $z$  に対する脂肪酸含量 ( $T$ ) の偏回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$  の各係数ならびにそれらの  $F$  値 ( $F_1$ ,  $F_2$  および  $F_3$ ) を求めた。

#### 結果ならびに考察

偏回帰係数  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  および  $A_3$  ならびに  $F$  値を第30表に示す。 $A_i$  が有意とみなせた脂肪酸の数から、TL および NL では、脂肪酸含量の変動に脂質含量が大きく影響することがわかった。ついで、組成率の場合と同様に体長が関与した。時期的影響も 18:0 および 18:1 酸に観察されたが、他の2因子に比べて、影響は小さかった。

PL では、脂肪酸含量変動に脂質含量は関与せず、組成率で観察されたように、体長が唯一の影響因子であると判断した。

第2および3節の結果から、キハダ背肉脂質の脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の変動に関与する因子は脂質含量と体長であり、漁獲時期の違いは重要な因子とみなされなかった。

Table 29. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in ordinary muscle of yellowfin tuna

F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	
NL	iso14:0	5.488	-0.006	-0.009	-4.696	0.23	1.02	7.88*
	14:0	0.966	0.006	0.003	0.266	0.63	0.47	0.07
	15:0	-0.759	0.031	0.003	0.936	3.34	0.05	0.16
	iso16:0	50.231	-0.045	-0.152	-30.030	0.14	3.24	3.28
	16:0	21.457	0.056	-0.103	15.433	0.18	1.24	0.72
	iso17:0	-0.523	0.115	-0.008	5.810	1.58	0.02	0.22
	17:0	-0.761	0.014	0.007	2.989	2.60	1.36	5.99*
	18:0	19.217	-0.048	0.004	-9.686	2.35	0.03	5.14*
	18:1	-30.993	-0.061	0.185	36.625	0.82	15.33**	15.57**
	iso18:0	30.520	-0.055	-0.083	-19.558	0.62	2.91	4.23
22:6	0.339	-0.002	0.079	-0.196	0.001	4.12	0.001	
PL	14:0	1.033	0.0003	0.005	-1.085	0.001	0.37	0.50
	15:0	0.545	0.001	-0.002	0.091	0.85	9.01*	0.43
	iso16:0	-1.892	-0.014	0.019	3.871	0.40	1.63	1.75
	16:0	13.718	0.046	0.047	-0.730	0.78	1.70	0.01
	17:0	3.241	-0.001	-0.004	-0.643	0.003	0.30	0.23
	18:0	7.197	0.002	0.024	1.132	0.01	3.71	0.21

Table 29. (Cont'd)

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
PL	18:1	10.669	-0.033	0.031	2.393	3.37	6.05*	0.95
	20:3	7.202	-0.002	0.007	- 2.871	0.01	0.54	2.27
	20:5	4.418	0.007	-0.008	- 0.540	0.30	0.84	0.10
	22:4	5.714	0.002	-0.021	1.730	0.01	3.13	0.53
	22:6	42.763	0.015	-0.125	- 1.914	0.03	4.52	0.03
TL	14:0	0.417	-0.001	0.003	0.937	0.01	0.15	0.35
	15:0	0.203	0.002	-0.001	0.483	1.43	0.71	6.88*
	iso16:0	5.275	0.010	0.001	- 4.345	0.27	0.001	2.77
	16:0	10.270	0.053	0.008	11.279	1.91	0.10	4.69
	17:0	0.698	0.005	0.003	1.643	0.39	0.43	2.73
	18:0	8.722	0.037	0.009	- 0.316	1.89	0.05	0.01
	18:1	- 1.887	-0.027	0.064	14.821	1.48	17.55**	24.27**
	20:3	9.220	0.006	-0.002	- 6.285	0.23	0.04	15.86**
	20:5	3.747	0.0002	-0.001	- 0.920	0.0004	0.05	0.67
	22:4	6.517	0.011	-0.006	- 3.393	0.36	0.19	1.78
	22:6	42.620	0.016	-0.151	- 8.497	0.04	7.38*	0.60

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

$F_i$ : The SNEDECOR'S  $F$  for  $a_i$  with 1 and 9 degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

Season (x) : The number of the days counted from June 26

Table 30. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content (T) on the season (x), body length (y) and lipid content (z) in ordinary muscle of yellowfin tuna

	F.A.	$A_0 \cdot 10^3$	$A_1 \cdot 10^3$	$A_2 \cdot 10^3$	$A_3 \cdot 10^3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	iso14:0	0.774	-0.002	0.005	-0.697	0.09	1.03	0.56
	14:0	-9.298	-0.022	0.030	13.617	1.79	6.49*	35.65**
	15:0	-6.301	0.038	0.014	7.780	1.35	0.41	3.08
	iso16:0	5.169	-0.003	0.035	-3.143	0.002	0.65	0.13
	16:0	- 84.979	-0.316	0.186	155.121	3.16	2.26	40.80**
	iso17:0	- 33.606	0.155	0.077	43.069	0.90	0.46	3.75
	17:0	- 17.414	-0.033	0.050	25.094	1.33	6.46*	41.87**
	18:0	- 47.876	-0.201	0.196	70.001	6.21*	12.25**	40.51**
	18:1	-149.305	-0.546	0.487	207.523	8.17*	13.46**	63.37**
	iso18:0	3.216	-0.002	0.025	-3.305	0.002	0.89	0.40
	22:6	59.986	-0.182	0.232	81.409	2.08	7.01*	22.41**
	PL	14:0	4.598	0.014	0.012	-3.410	0.07	0.10
15:0		3.433	0.001	-0.017	0.436	0.05	26.74**	0.44
iso16:0		-7.615	-0.030	0.078	15.553	0.10	1.32	1.34
16:0		86.029	0.222	-0.017	-0.326	0.94	0.01	0.00
17:0		17.771	0.001	-0.046	-2.476	0.001	1.61	0.12

Table 30. (Cont'd)

	F.A.	$A_0 \cdot 10^3$	$A_1 \cdot 10^3$	$A_2 \cdot 10^3$	$A_3 \cdot 10^3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
PL	18:0	44.302	0.036	-0.013	7.808	0.12	0.03	0.30
	18:1	63.609	-0.089	-0.034	15.682	0.36	0.11	0.61
	20:3	37.850	0.026	-0.046	-7.882	0.07	0.46	0.34
	20:5	23.413	0.051	-0.086	0.676	0.65	3.75	0.01
	22:4	32.002	0.022	-0.161	10.371	0.05	5.10*	0.55
	22:6	227.723	0.231	-1.017	18.988	0.16	6.41*	0.06
TL	14:0	-5.103	-0.008	0.028	17.114	0.01	0.33	3.23
	15:0	-1.841	0.007	-0.005	8.232	0.49	0.50	39.49**
	iso16:0	16.170	0.090	-0.002	-1.895	0.81	0.00	0.02
	16:0	-70.811	0.270	0.077	287.797	0.99	0.17	60.43**
	17:0	10.727	0.012	0.027	34.545	0.08	0.79	34.64**
	18:0	-4.787	0.242	0.021	92.873	1.92	0.03	15.17**
	18:1	-120.360	-0.309	0.479	263.595	5.51*	26.99**	215.11**
	20:3	30.595	0.076	-0.021	2.316	0.92	0.15	0.05
	20:5	4.619	0.009	-0.011	24.233	0.04	0.11	13.53**
	22:4	21.491	0.102	-0.034	6.953	0.61	0.14	0.15
	22:6	168.644	0.227	-0.987	151.445	0.21	8.08*	4.92

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

#### 第4節 脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

偏回帰係数の有意性から、脂質含量が脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の変動に関与することが判明したので、本節では、脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求め、脂質含量の影響を検討した。

#### 実験方法

$z$  に対する  $t$  の2次回帰式  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1z$  の各係数を求め、その有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

得られた結果を第31表に示す。 $a_2$  が有意とみなせた脂肪酸は PL の iso16:0 酸のみであった。 $b_1$  が有意とみなせた脂肪酸は NL では、iso14:0、17:0 および 18:1 酸であった。TL では、15:0、18:1 および 20:3 酸であった。

その他、NL の 18:0 および iso18:0 酸ならびに TL の 16:0 酸組成率は  $F_1$  値が有意水準に達しなかったが、脂質含量の影響を受けていると推定した。

TL および NL において、脂質含量の増大は、飽和およびモノエン酸組成率の増大を、また分枝酸組成率の減少をもたらした。マアジヤマサバにおいて、脂質含量の増大は、高度不飽和酸とくに 22:6 酸組成率の減少をもたらしたが、キハダでは、高度不飽和酸の減少が TL の 20:3 酸に認められたに過ぎず、22:6 酸には認められなかった。

PL では、 $b_1$  が有意とみなされた脂肪酸はなかった。すなわち、脂質含量と PL 脂肪酸組成率とは関連しな

いと判断した。

第 27 表に示したように、背肉脂質含量およびその変域は小さい。それにもかかわらず脂質含量の変動がいくつかの脂肪酸の組成率に影響することが明らかとなった。

Table 31. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in ordinary muscle of yellowfin tuna

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	<i>iso</i> 14:0	8.960	-18.456	9.614	1.20	4.417	-4.917	9.60*
	14:0	1.926	-0.865	0.843	0.02	1.527	0.322	0.12
	15:0	-4.374	15.678	-10.621	0.57	0.645	0.721	0.09
	<i>iso</i> 16:0	26.684	-14.279	-14.343	0.02	33.463	-34.477	3.98
	16:0	-15.836	98.226	-61.525	0.37	13.240	11.580	0.44
	<i>iso</i> 17:0	-25.323	88.508	-59.679	0.77	2.86	4.460	0.14
	17:0	-2.039	10.607	-5.342	0.52	0.485	3.085	5.66*
	18:0	28.074	-39.523	21.601	0.79	17.865	-9.104	4.51
	18:1	-21.339	62.541	73.774	0.03	-14.829	43.144	9.59*
	<i>iso</i> 18:0	23.828	-22.213	7.473	0.02	20.296	-21.689	4.75
22:6	25.086	-48.157	35.875	0.58	8.132	2.364	0.08	
PL	14:0	-0.529	5.170	-4.334	0.29	1.519	-0.934	0.45
	15:0	-0.335	2.109	-1.487	2.46	0.368	0.014	0.006
	<i>iso</i> 16:0	14.248	-39.334	31.204	5.09*	-0.500	4.609	2.53
	16:0	26.678	-19.465	14.062	0.12	20.032	0.339	0.002
	17:0	4.711	-6.311	3.943	0.31	2.848	-0.758	0.39
	18:0	13.152	-8.427	7.333	0.23	9.686	1.900	0.52
	18:1	21.418	-22.807	18.817	1.14	12.525	3.692	1.36
	20:3	6.449	1.566	-2.976	0.08	7.855	-2.624	2.25
	20:5	0.934	7.898	-6.219	0.45	3.873	-0.860	0.28
	22:4	-4.676	25.843	-17.622	1.76	3.652	1.027	0.17
22:6	-17.381	137.554	-101.997	2.31	30.820	-6.085	0.23	
TL	14:0	-4.714	17.185	-11.460	2.34	0.700	1.046	0.54
	15:0	0.131	1.596	-0.109	0.01	0.183	0.440	5.82*
	<i>iso</i> 16:0	9.533	-15.873	8.130	0.35	5.691	-4.424	3.51
	16:0	15.669	3.187	5.583	0.03	13.031	11.049	4.65
	17:0	0.191	4.692	-2.120	0.16	1.193	1.706	3.41
	18:0	1.996	24.666	-17.895	0.78	10.453	-0.536	0.02
	18:1	11.390	-6.331	16.662	0.37	3.516	17.134	12.87**
	20:3	6.735	1.137	-5.344	0.42	9.261	-6.389	20.05**
	20:5	5.275	-5.887	3.497	0.36	3.623	-0.963	0.92
	22:4	-3.945	27.049	-21.820	3.39	6.367	-3.679	2.48
22:6	-1.718	90.344	-73.740	1.00	33.132	-13.501	1.05	

$$t = a_0 + a_1z + a_2z^2, \quad t = b_0 + b_1z$$

$F_i$ : SNEDECOR'S  $F$  of the  $i$ -th order regression coefficient with 1 and  $n-i-1$  degrees of freedom  
Sample number ( $n$ ): 13

### 第5節 体長が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

成長にともない脂肪酸組成率がどのように変動するかを明らかにするため、体長に対する組成率の2次および1次回帰係数を求め、その有意性を検討した。

#### 実験方法

$y$  に対する  $t$  の2次回帰式  $t = a_0 + a_1y + a_2y^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1y$  の各係数を求め、それらの有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

得られた結果を第32表に示す。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はなかった。 $b_1$ が有意とみなせた脂肪酸は、NLでは18:1および22:6酸、PLでは15:0、18:0、18:1および22:6酸、TLでは18:1および22:6酸であった。

NLでは、成長にともなう18:1および22:6酸組成率の増大が認められ、PLでは、15:0および22:6酸組成率の減少、18:0および18:1酸組成率の増大が認められ、TLでは、22:6酸の減少、18:1酸の増大が認められた。

このように、22:6酸組成率変動が脂質含量と関連せず、体長と密接な関連をもったことは興味深い。

Table 32. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the body length ( $y$ ) in ordinary muscle of yellowfin tuna

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	iso 14:0	- 2.684	0.096	-0.050	3.01	2.785	-0.012	1.39
	14:0	- 1.055	0.050	-0.020	2.67	1.315	0.003	0.54
	15:0	- 2.309	0.065	-0.030	0.56	0.854	0.002	0.03
	iso 16:0	- 8.785	0.646	-0.400	2.29	32.674	-0.175	3.95
	16:0	79.509	-1.039	0.400	3.46	31.655	-0.093	1.15
	iso 17:0	-14.418	0.410	-0.200	1.08	6.631	-0.008	0.02
	17:0	2.839	-0.021	0.010	0.34	1.334	0.009	1.43
	18:0	8.090	0.083	-0.040	0.24	12.373	-0.002	0.01
	18:1	28.913	-0.626	0.400	4.28	-13.716	0.218	9.32*
	iso 18:0	- 9.406	0.449	-0.300	2.93	18.184	-0.090	3.30
22:6	- 6.913	0.219	-0.050	0.36	0.160	0.079	5.18*	
PL	14:0	0.697	-0.001	0.002	0.01	0.467	0.004	0.29
	15:0	0.559	-0.001	-0.001	0.09	0.626	-0.002	9.66*
	iso 16:0	- 0.526	0.130	-0.050	1.25	- 0.319	0.023	2.35
	16:0	11.057	0.121	-0.040	0.12	14.947	0.044	1.76
	17:0	0.251	0.048	-0.020	1.79	2.879	-0.004	0.47
	18:0	7.489	0.033	-0.003	0.01	7.86	0.03	4.89*
	18:1	11.649	0.017	0.008	0.03	10.771	0.034	6.22*
	20:3	5.841	0.0005	0.002	0.004	5.620	0.005	0.25
	20:5	3.022	0.018	-0.010	0.25	4.37	-0.009	1.21
	22:4	8.132	-0.048	0.010	0.14	6.695	-0.020	3.26
22:6	50.475	-0.290	0.070	0.21	42.278	-0.128	5.85*	

Table 32. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
TL	14:0	2.160	-0.021	0.010	0.26	0.887	0.004	0.29
	15:0	0.445	0.001	-0.0006	0.03	0.516	-0.0004	0.16
	iso 16:0	-4.985	0.161	-0.080	4.41	3.323	-0.003	0.07
	16:0	6.061	0.254	-0.100	1.49	18.130	0.016	0.26
	17:0	2.737	-0.015	0.009	0.32	1.732	0.004	0.74
	18:0	5.893	0.081	-0.040	0.41	9.850	0.002	0.01
	18:1	16.173	-0.143	0.100	1.65	5.033	0.078	8.18*
	20:3	4.276	0.029	-0.020	0.19	6.077	-0.007	0.35
	20:5	2.827	0.007	-0.004	0.06	3.264	-0.002	0.15
	22:4	5.273	-0.012	0.002	0.001	5.113	-0.009	0.48
	22:6	47.269	-0.230	0.030	0.04	43.656	-0.159	9.56*

$$t = a_0 + a_1y + a_2y^2, \quad t = b_0 + b_1y$$

### 第6節 血合肉脂質脂肪酸組成率の変動 ならびにそれに関与する因子

脂肪酸組成および組成率の変動 NL, PL および TL を構成する主要脂肪酸の12種について、組成率およびその標準偏差を第33表に示す。主要脂肪酸のうち、平均組成率が5%を越えた脂肪酸は NL では、16:0 (10.3~26.6%), 18:0 (9.7~16.4%), 18:1 (12.8~25.2%) および 22:6 酸 (8.6~25.9%) であり、PL では、16:0 (6.3~13.2%), 18:0 (13.6~21.0%), 18:1 (10.5~19.5%) および 22:6 酸 (22.7~39.0%) であり、TL では、16:0 (12.6~20.2%), 18:0 (10.5~19.1%), 18:1 (11.5~21.9%) および 22:6 酸 (20.4~35.4%) であった。20:5 および 22:5 酸は魚類脂質に多量に含まれる脂肪酸であるが、血合肉 NL では主要構成酸と認められる程の組成率を示さなかった。脂肪酸組成率の標準偏差から、各脂質とも 16:0, 18:0, 18:1 および 22:6 酸に大きい組成率変動が認められた。また、平均組成率と標準偏差から、他の脂肪酸の組成率にも変動を認めた。

血合肉脂質では、背肉脂質と異なり、分枝酸は主要構成酸とは認められなかった。また、NL における脂肪酸組成率の分布範囲について、背肉脂質と血合肉脂質の間に差が認められた。

Table 33. Variation of the fatty acid compositions of lipid in dark muscle of yellowfin tuna

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	15:0	16:0	16:1	17:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:4	22:6	
NL	1	2.2	1.1	23.2	4.1	3.9	16.4	15.3	1.8	1.3		0.5	9.1
	2	1.8	0.8	21.3	4.3	3.8	14.2	17.3	1.3	1.2		1.0	20.1
	3	0.6	0.7	17.6	3.7	2.8	10.5	20.3	1.6	1.5		1.6	22.2
	4	1.2	0.8	20.6	3.0	4.4	14.4	15.2	1.4	2.3		2.0	21.3
	5	2.1	0.7	16.3	3.9	3.6	11.0	19.2	0.7	2.5		4.5	17.4
	6	1.9	0.9	26.6	3.9	3.9	12.9	18.9	1.7	1.2		0.8	13.8
	7	1.3	0.6	22.8	3.8	4.1	12.0	14.2	1.9	2.9		4.2	20.3
	8	2.4	0.7	23.8	4.7	3.0	9.7	19.2	1.8	1.6		3.2	19.2
	9	1.7	0.8	19.5	4.4	3.5	16.1	25.2	3.5	1.6		3.2	8.7
	10	1.7	0.7	10.3	5.8	3.7	13.2	24.3	2.9	2.1		4.2	20.6

Table 33. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	15:0	16:0	16:1	17:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:4	22:6	
NL	11	1.9	0.8	11.5	2.3	4.4	14.3	14.2	1.8	2.8		2.7	25.9
	12	1.7	0.9	22.0	4.0	3.6	11.5	17.1	2.0	2.3		2.9	19.2
	13	1.9	0.8	23.5	3.4	3.8	12.4	12.8	2.1	2.0		4.5	8.6
	$\bar{t}$	1.7	0.8	19.9	4.0	3.7	13.0	17.9	1.9	2.0		2.7	17.4
	$\sigma$	0.5	0.1	4.8	0.8	0.5	2.1	3.8	0.7	0.6		1.4	5.6
PL	1	0.5	0.4	10.9	1.8	2.2	17.2	14.8	2.9	3.2	2.5	2.6	28.7
	2	0.5	0.3	11.0	1.7	2.0	17.2	12.3	3.0	4.2	2.9	3.3	31.3
	3	0.5	0.3	13.2	2.3	2.1	18.5	19.5	2.8	2.4	1.8	1.5	22.7
	4	0.3	0.3	9.8	1.9	2.1	21.0	13.4	3.8	3.4	1.9	3.1	25.7
	5	1.6	0.4	9.6	1.5	2.0	14.8	12.0	2.6	3.4	1.9	3.8	34.7
	6	1.0	0.4	12.7	1.6	2.7	16.5	12.8	3.0	3.9	3.2	3.7	29.2
	7	0.7	0.3	6.3	1.6	2.6	20.3	12.7	3.7	3.7	2.4	5.4	32.4
	8	0.7	0.3	11.1	1.8	2.1	13.6	11.9	3.1	4.6	3.9	4.3	34.4
	9	1.0	0.4	9.3	2.3	1.7	14.6	16.6	4.8	3.6	2.6	2.5	32.1
	10	0.5	0.2	7.5	1.5	2.0	13.7	13.0	3.0	4.4	2.5	3.9	37.9
	11	1.0	0.4	9.0	1.1	1.9	13.8	10.5	2.3	4.5	2.9	4.7	39.0
	12	0.5	0.4	10.9	1.4	2.0	14.6	12.8	2.6	3.9	2.0	4.3	35.3
	13	0.9	0.4	9.8	1.5	2.0	17.0	11.5	2.7	3.9	2.6	4.2	34.7
	$\bar{t}$	0.7	0.3	10.1	1.7	2.1	16.4	13.4	3.1	3.8	2.5	3.6	32.2
$\sigma$	0.3	0.1	1.9	0.3	0.3	2.4	2.4	0.7	0.6	0.6	1.0	4.7	
TL	1	0.9	0.6	13.3	2.4	2.6	17.5	13.8	1.0	2.5	2.0	1.9	20.4
	2	1.4	0.7	20.2	3.2	3.2	12.6	15.9	1.0	2.0	2.2	1.5	24.2
	3	1.3	0.5	16.8	3.6	2.5	13.5	21.9	1.2	1.6	1.4	1.4	21.5
	4	0.6	0.4	13.6	2.2	2.7	19.1	14.2	1.2	2.7	1.8	2.5	24.6
	5	1.8	0.6	13.9	3.2	2.6	13.5	20.6	1.2	2.3	2.8	1.4	24.8
	6	1.1	0.6	16.4	2.5	2.9	15.3	15.2	0.8	2.7	2.8	2.4	25.0
	7	1.1	0.5	13.9	2.3	3.2	15.6	13.9	2.8	3.2	2.7	4.0	28.9
	8	2.0	0.6	18.9	4.6	2.7	10.5	17.1	2.4	2.6	3.5	2.6	27.1
	9	1.7	0.5	13.9	3.3	2.5	14.6	19.4	3.2	2.4	2.1	2.8	22.8
	10	1.8	0.6	14.3	3.4	2.7	12.4	19.2	2.5	2.8	2.5	4.0	25.4
	11	1.1	0.5	12.6	1.8	2.9	12.6	12.0	2.0	3.6	2.6	4.3	35.4
	12	1.4	0.1	16.6	2.6	2.6	14.2	14.4	2.4	3.1	2.0	4.0	29.0
	13	1.2	0.1	15.0	2.1	2.9	14.3	11.5	2.3	3.0	3.0	5.0	32.2
	$\bar{t}$	1.3	0.5	15.3	2.9	2.8	14.3	16.1	1.9	2.7	2.4	2.9	26.3
$\sigma$	0.4	0.2	2.3	0.8	0.2	2.3	3.3	0.8	0.5	0.6	1.2	4.2	

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰 脂肪酸組成率および脂肪酸含量の変動が漁獲時期、体長および脂質含量のいずれと関連しているかを検討するため、 $x$ 、 $y$ および $z$ に対する $t$ ならびに $T$ の偏回帰式、 $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$ ならびに $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$ 、の各係数を求め、それらの有意性を検討した。得られた結果をそれぞれ第34および35表に示す。

第34表から、 $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの14:0および18:2酸、TLの22:4酸であり、平均組成率の大きい脂肪酸の組成率変動と漁獲時期とは関連しなかった。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの16:1および18:1酸、TLの15:0、16:1、18:1、20:3、22:4および22:6酸であった。 $a_3$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの17:0酸、TLの16:0、18:1および20:3酸であった。このように $a_i$ が有意とみなせた脂肪酸の数から、組成率と関連の大きい因子は体長であると判断された。ついで、脂質含量が関連して

り、漁獲時期の影響が最も小さかった。しかし、PL では組成率変動と3因子とは関連しなかった。

第35表から、 $A_i$ が有意とみなされた脂肪酸はなかった。すなわち、血合肉脂質では、各脂肪酸含量の変動と前述の3因子との間に関連を認めなかった。

このような結果から、血合肉脂質の脂肪酸組成率変動に関与する因子は体長および脂質含量であることが明白となった。このことは背肉脂質の場合と類似した。しかし、脂肪酸含量変動と3因子は関連せず、背肉脂質とは異なる結果を示した。

Table 34. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in dark muscle of yellowfin tuna

F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	
NL	14:0	1.819	0.018	-0.0005	-0.922	11.71**	0.02	1.68
	15:0	0.888	0.002	0.0000	-0.268	1.37	0.00	0.98
	16:0	23.805	0.129	-0.040	-4.839	3.45	0.68	0.26
	16:1	1.347	0.003	0.019	0.457	0.05	5.32*	0.08
	17:0	5.745	-0.002	-0.005	-2.111	0.13	1.80	7.76*
	18:0	17.761	-0.018	0.010	-8.602	0.36	0.23	4.47
	18:1	5.961	-0.046	0.098	2.676	1.17	10.81**	0.21
	18:2	3.213	-0.022	0.003	-1.571	5.35*	0.17	1.49
	20:3	3.889	-0.013	-0.006	-1.392	2.12	0.91	1.40
	22:4	4.986	-0.025	-0.010	-0.535	1.11	0.35	0.03
	22:6	12.976	-0.058	0.001	9.709	0.38	0.0001	0.56
	PL	14:0	0.670	0.005	-0.0004	-0.041	0.69	0.01
15:0		0.489	0.001	-0.001	-0.121	1.18	1.50	0.83
16:0		4.167	0.043	0.0003	7.254	2.83	0.00	4.37
16:1		0.931	-0.004	0.006	0.344	0.57	2.48	0.25
17:0		2.071	0.004	0.0004	-0.207	0.78	0.01	0.11
18:0		19.024	-0.024	-0.010	-1.153	0.30	0.11	0.04
18:1		7.282	-0.052	0.041	4.335	3.19	4.15	1.19
18:2		4.102	-0.012	0.008	-2.466	1.99	1.61	4.18
20:3		4.854	0.007	-0.006	-0.854	0.57	0.90	0.42
20:5		2.481	0.016	-0.003	-0.093	3.10	0.23	0.006
22:4		6.996	0.006	-0.017	-2.459	0.20	2.72	1.52
22:6		41.337	0.005	-0.042	-6.923	0.005	0.61	0.42
TL	14:0	0.156	0.003	0.005	0.826	0.21	1.20	0.92
	15:0	-0.208	0.003	0.005	0.048	2.43	9.31*	0.03
	16:0	8.546	0.054	-0.006	9.339	3.35	0.09	5.32*
	16:1	-0.657	0.009	0.015	2.365	0.92	5.12*	3.45
	17:0	3.226	0.002	-0.004	-0.073	0.31	2.44	0.02
	18:0	19.861	-0.018	0.005	-8.888	0.27	0.04	3.74
	18:1	0.149	-0.022	0.088	9.717	0.82	25.85**	8.23*
	18:2	4.217	-0.022	-0.004	-1.895	3.92	0.27	1.50
	20:3	5.263	-0.004	-0.010	-2.107	0.65	6.28*	7.90*
	20:5	2.768	0.014	-0.006	-0.188	3.04	0.96	0.03
	22:4	8.595	-0.029	-0.028	-2.293	5.31*	10.02**	1.75
	22:6	43.047	-0.030	-0.023	-1.843	0.46	15.84**	0.09

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$



Table 35. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in dark muscle of yellowfin tuna

	F. A.	$A_0 \cdot 10^3$	$A_1 \cdot 10^3$	$A_2 \cdot 10^3$	$A_3 \cdot 10^3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	- 8.396	0.364	0.018	21.462	4.76	0.02	0.89
	15:0	- 2.246	0.073	0.003	12.069	2.56	0.01	3.70
	16:0	-74.355	3.134	-0.224	330.614	4.45	0.05	2.65
	16:1	-47.958	0.400	0.240	78.193	1.33	0.99	2.73
	17:0	2.227	0.263	-0.007	44.887	1.18	0.002	1.84
	18:0	- 7.195	0.690	0.139	157.658	0.63	0.05	1.77
	18:1	-213.604	1.149	1.238	350.259	0.72	1.72	3.57
	18:2	7.251	-0.101	0.048	14.131	0.42	0.19	0.44
	20:3	8.913	0.047	-0.001	15.380	0.09	0.00	0.51
	22:4	2.918	0.095	0.059	25.997	0.08	0.06	0.31
	22:6	-157.014	1.354	0.345	420.380	0.67	0.09	3.45
	PL	14:0	12.547	0.079	-0.001	- 3.849	0.53	0.00
15:0		8.785	0.016	-0.013	- 0.033	0.76	1.01	1.70
16:0		101.657	0.796	0.004	57.567	2.77	0.00	0.77
16:1		21.933	-0.064	0.096	- 6.407	0.41	1.93	0.22
17:0		37.909	0.074	0.012	-11.673	0.51	0.03	0.68
18:0		354.126	-0.345	-0.148	-97.863	0.29	0.11	1.26
18:1		173.253	-0.847	0.711	-26.909	2.81	4.11	0.15
18:2		74.861	-0.238	0.155	-56.050	1.24	1.10	3.70
20:3		83.110	0.087	-0.070	-24.046	0.12	0.16	0.50
20:5		43.908	0.252	-0.032	- 9.184	1.44	0.05	0.10
22:4		112.535	0.091	-0.238	-42.871	0.11	1.49	1.25
22:6		711.280	-0.234	-0.392	-206.632	0.01	0.08	0.60
TL	14:0	-18.613	0.278	0.206	47.064	0.79	0.89	1.20
	15:0	-15.492	0.177	0.149	12.814	2.49	3.68	0.70
	16:0	-19.863	4.146	0.098	599.677	2.54	0.003	2.85
	16:1	-70.857	0.739	0.536	123.514	1.58	1.73	2.73
	17:0	48.571	0.426	-0.063	54.196	1.25	0.06	1.09
	18:0	375.280	1.791	0.350	1.189	0.61	0.25	0.00
	18:1	-226.840	1.138	3.164	525.973	0.29	4.72	3.38
	18:2	98.081	-0.519	-0.020	-33.170	1.16	0.004	0.25
	20:3	114.261	0.119	-0.208	-15.557	0.14	0.90	0.13
	20:5	39.048	0.782	-0.090	40.998	3.25	0.09	0.48
	22:4	213.345	-0.714	-0.704	-26.157	1.69	3.41	0.12
	22:6	854.737	2.305	-2.959	413.980	0.50	1.72	0.87

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響 前項で偏回帰係数が有意とみなせる脂肪酸の数から、脂質含量が脂肪酸組成率変動に関与することを述べた。本項では、脂肪酸組成率が脂質含量の影響を受けてどのように変動するかを $z$ に対する $t$ の2次および1次回帰係数を求め、それらの有意性で検討した。得られた結果を第36表に示す。 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの22:4酸、PLおよびTLの14:0および18:0酸であった。 $b_1$ が有意とみなせた脂肪酸はPLの20:3、TLの14:0、16:0、16:1および18:0酸であった。すなわち、脂質含量の増大はPLの20:3酸ならびにTLの14:0、16:0および16:1酸組成

率の増大をもたらし、TLの18:0酸組成率の減少をもたらした。このことは脂質含量が低域から高域に移行するに従って、TL脂肪酸組成のPL依存度が小さくなることを示している。しかし、NLとPLの間に大きい組成率差が認められる22:6酸(第33表)に脂質含量の影響が現われなかった。これは背肉脂質の場合と同様に、脂質含量よりも体長が22:6酸組成率変動に強く関与しているためであると推測した。

Table 36. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in dark muscle of yellowfin tuna

F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	
NL	14:0	- 0.595	1.172	-0.133	0.26	0.967	0.238	1.57
	15:0	1.985	- 0.663	0.086	1.67	0.969	-0.056	1.17
	16:0	59.382	-22.745	3.110	1.30	22.863	-0.928	0.20
	16:1	- 1.140	2.472	-0.262	0.39	1.939	0.633	4.26
	17:0	7.552	- 2.089	0.267	1.12	4.419	-0.217	1.30
	18:0	31.217	-10.479	1.426	1.54	14.470	-0.473	0.29
	18:1	-27.556	25.273	-3.298	3.21	11.179	2.132	1.99
	18:2	- 4.417	3.732	-0.527	1.85	1.770	0.036	0.01
	20:3	- 0.906	1.954	-0.319	0.97	2.835	-0.280	1.35
	22:4	-18.589	12.574	-1.768	7.20*	2.170	0.172	0.08
	22:6	26.779	- 6.616	1.106	0.11	13.790	1.143	0.23
PL	14:0	- 4.298	2.982	-0.420	6.63*	0.634	0.035	0.05
	15:0	0.201	0.118	-0.022	0.36	0.458	-0.035	1.78
	16:0	17.139	- 4.269	0.617	0.30	9.888	0.062	0.005
	16:1	2.880	- 0.694	0.097	0.23	1.746	-0.017	0.01
	17:0	3.566	- 0.768	0.093	0.37	2.474	-0.116	1.08
	18:0	55.947	-22.182	2.929	9.42*	21.558	-1.637	2.97
	18:1	18.842	- 2.495	0.232	0.03	16.117	-0.867	0.75
	18:2	3.691	- 0.328	0.043	0.01	3.189	-0.028	0.01
	20:3	- 0.260	1.974	-0.212	0.52	2.224	0.490	5.18*
	20:5	0.018	1.110	-0.094	0.10	1.128	0.448	4.18
	22:4	- 1.891	3.195	-0.438	0.52	3.255	0.121	0.07
22:6	-26.918	33.192	-4.396	3.83	24.701	2.354	1.55	
TL	14:0	- 5.132	3.513	-0.445	16.98**	0.088	0.394	9.71**
	15:0	0.909	- 0.358	0.068	0.46	0.115	0.117	2.58
	16:0	21.983	- 5.995	1.178	1.57	8.155	2.266	9.85**
	16:1	- 2.828	2.782	-0.298	0.71	0.671	0.691	6.99*
	17:0	4.411	- 1.069	0.167	1.74	2.455	0.099	1.03
	18:0	44.725	-16.034	1.942	8.15*	21.918	-2.408	13.52**
	18:1	-12.703	15.921	-2.066	1.33	11.555	1.429	1.10
	18:2	- 7.647	5.589	-0.784	3.50	1.555	0.092	0.07
	20:3	0.494	1.492	-0.245	0.70	3.367	-0.225	1.08
	20:5	- 3.912	3.515	-0.459	2.61	1.475	0.297	1.69
	22:4	- 6.409	5.857	-0.881	1.71	3.940	-0.326	0.39
22:6	- 3.558	17.950	-2.581	1.13	26.750	-0.157	0.01	

$$t = a_0 + a_1z + a_2z^2, \quad i = b_0 + b_1z$$

体長が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響 体長が脂肪酸組成率の変動因子であることを既に言及した。本項では、体長が脂肪酸組成率変動にどのように関連しているかを  $y$  に対する  $t$  の2次および1次回帰係数を求め、それらの有意性で検討した。得られた結果を第37表に示す。 $a_2$ が有意とみなされた脂肪酸はなかった。 $b_1$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの16:1および18:1酸ならびにTLの15:0, 16:1, 18:1, 20:3, 22:4および22:6酸であった。しかし、PLの脂肪酸組成率と体長とは関連せず、背肉脂質と異なる傾向が認められた。

Table 37. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the body length ( $y$ ) in dark muscle of yellowfin tuna

F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	
NL	14:0	2.206	-0.007	0.002	0.02	1.960	-0.002	0.15
	15:0	0.735	0.002	-0.001	0.04	0.828	-0.0003	0.05
	16:0	4.735	0.368	-0.200	1.65	25.800	-0.050	0.92
	16:1	4.345	-0.034	0.020	1.28	1.684	0.020	6.79*
	17:0	3.384	0.016	-0.010	0.55	4.552	-0.007	2.13
	18:0	12.239	0.010	-0.003	0.002	12.560	0.003	0.02
	18:1	13.636	-0.054	0.070	0.69	5.740	0.102	12.74**
	18:2	4.105	-0.047	0.020	0.98	1.607	0.002	0.09
	20:3	2.548	-0.003	-0.001	0.005	2.705	-0.006	1.03
	22:4	11.479	-0.161	0.070	2.56	3.820	-0.009	0.35
22:6	-9.222	0.512	-0.200	1.63	16.070	0.010	0.003	
PL	14:0	1.547	-0.015	0.007	0.31	0.823	-0.0006	0.03
	15:0	0.394	0.0004	-0.001	0.09	0.462	-0.001	2.10
	16:0	6.039	0.074	-0.030	0.24	9.537	0.005	0.05
	16:1	0.900	0.008	-0.001	0.005	0.978	0.006	3.32
	17:0	1.035	0.021	-0.010	1.22	2.100	0.000	0.00
	18:0	10.944	0.121	-0.060	0.53	17.580	-0.010	0.14
	18:1	10.665	-0.011	0.030	0.15	7.740	0.047	4.48
	18:2	0.698	0.039	-0.020	0.49	2.350	0.006	0.79
	20:3	3.903	0.008	-0.007	0.12	4.657	-0.007	1.37
	20:5	1.662	0.023	-0.010	0.37	2.992	-0.004	0.33
22:4	3.889	0.021	-0.020	0.37	5.920	-0.019	3.71	
22:6	49.864	-0.284	0.100	0.51	37.948	-0.048	0.96	
TL	14:0	1.853	-0.018	0.010	0.71	0.698	0.005	1.68
	15:0	-0.538	0.014	-0.004	0.88	-0.061	0.005	8.81*
	16:0	7.745	0.151	-0.070	0.83	15.423	-0.001	0.001
	16:1	1.195	0.011	0.003	0.01	0.916	0.020	5.42*
	17:0	2.483	0.011	-0.007	1.07	3.260	-0.004	3.19
	18:0	10.144	0.085	-0.040	0.27	14.521	-0.002	0.006
	18:1	11.413	-0.040	0.060	0.90	4.515	0.090	19.35**
	18:2	3.946	-0.035	0.010	0.26	2.417	-0.005	0.29
	20:3	3.475	-0.001	-0.005	0.10	3.987	-0.010	5.58*
	20:5	3.841	-0.019	0.006	0.11	3.179	-0.006	1.15
22:4	10.449	-0.110	0.040	1.51	6.339	-0.029	7.59*	
22:6	42.330	-0.149	0.010	0.02	41.006	-0.123	18.94**	

$$t = a_0 + a_1y + a_2y^2, \quad t = b_0 + b_1y$$

体長の増大,すなわち成長に従ってTLの15:0,16:1および18:1酸組成率は増大し,20:3,22:4および22:6酸組成率は減少した。NLでは16:1および18:1酸組成率の増大のみが認められた。

NLおよびTLの各脂肪酸のうち、 $b_1$ が有意とみなせた脂肪酸の種類や数に背肉脂質と血合肉脂質とで若干の差異が認められたが、総合的な傾向は類似すると判断した。

このようにキハダ脂質では、背肉および血合肉のいずれの脂質も、脂肪酸組成率の変動に脂質含量と体長の2因子が関与することが明瞭となった。

前者の影響はマアジやマサバ脂質に認められており、回遊魚の特徴と推察される。しかし、組成率変動に体長が関与したことは特異的であった。この理由として、脂質含量が小さいことや体長変域が大きいことなどが挙げられる。また、漁獲期間が6月から8月の約2か月であったため、漁獲時期が組成率変動に関与しないと断定できない。

### 小 括

赤身魚であり、回遊性も大きい筋肉中に中性脂質を多量に蓄積しないキハダについて、脂質含量ならびに脂肪酸組成率を測定し、組成率変動を調べた。また、その変動に漁獲時期、体長および脂質含量のいずれが関与するかを検討した。

背肉において、脂質含量は0.48~0.98 g/100 g肉、中性脂質含量は0.004~0.53 g/100 g肉、極性脂質含量は0.31~0.58 g/100 g肉に分布した。

血合肉において、脂質含量は2.36~4.78 g/100 g肉、中性脂質含量は0.36~1.93 g/100 g肉、極性脂質含量は1.25~1.91 g/100 g肉に分布した。脂質含量およびその変動幅はマアジやマサバに比べて小さかった。

背肉脂質において、平均組成率が5%を超える脂肪酸は、中性脂質ではiso16:0(1.4~33.1%),16:0(7.6~40.0%),iso17:0(1.0~23.7%),18:0(6.6~15.8%)18:1(1.3~28.3%),iso18:0(0.6~19.1%)および22:6酸(3.2~15.7%)であり、極性脂質では16:0(16.9~28.0%),18:0(9.2~12.8%),18:1(12.5~17.3%),20:3(5.1~8.2%)および22:6酸(18.1~35.7%)であり、全脂質では16:0(16.8~25.9%),18:0(7.4~13.6%),18:1(11.0~20.9%),20:3(2.8~7.1%)および22:6酸(15.4~34.8%)であった。

背肉脂質の脂肪酸組成率の変動に関与する因子は脂質含量および体長であった。脂質含量の増大は、中性および全脂質の飽和およびモノエン酸組成率の増大、分枝酸組成率の減少をもたらしたが、22:6酸組成率変動と関連しなかった。

体長の増大は極性および全脂質の22:6酸組成率の減少および18:1酸組成率の増大をもたらした。中性脂質では18:1および22:6酸組成率の増大をもたらした。

脂肪酸組成率の変動に関与する因子としてマアジおよびマサバの場合と同様に脂質含量が認められ、このことは回遊魚の特徴とみなされた。しかし、脂質含量の影響が現われる脂肪酸の種類はキハダと前述の2魚種では相違した。とくに、22:6酸組成率変動に脂質含量が関与せず、体長が関与したことは特異的であった。

血合肉脂質において、平均組成率が5%を超える脂肪酸は、中性脂質では16:0(10.3~26.6%),18:0(9.7~16.4%),18:1(12.8~25.2%)および22:6酸(8.6~25.9%)であり、極性脂質では16:0(6.3~13.2%),18:0(13.6~21.0%),18:1(10.5~19.5%)および22:6酸(22.7~39.0%)であり、全脂質では16:0(12.6~20.2%),18:0(10.5~19.1%),18:1(11.5~21.9%)および22:6酸(20.4~35.4%)であった。背肉脂質と異なり、主要構成酸として分枝酸を認めなかった。

脂肪酸組成率の変動に関与する因子は脂質含量と体長であった。脂質含量の増大は全脂質の14:0,16:0および16:1酸組成率の増大,18:0酸の減少をもたらした。これは、脂質含量が低域から高域に移行するに従い、全脂質脂肪酸組成率の極性脂質依存度が小さくなることを示唆した。しかし、22:6酸組成率の変動に脂質含量は関与しなかった。このことは背肉脂質における結果と一致した。

体長の増大は中性脂質の 16:1 および 18:1 酸組成率, 全脂質の 15:0, 16:1 および 18:1 酸組成率の増大, 全脂質の 20:3, 22:4 および 22:6 酸組成率の減少をもたらした。

背肉および血合肉脂質の脂肪酸組成率変動に体長が関与した理由として, キハダは大型魚種であるため体長の変域が大きいことおよび脂質含量が小さいことなどが挙げられる。

脂肪酸組成率変動と漁獲時期との関連が小さかったが, これは漁獲期間が約 2 か月であったため当然の結果であろう。

#### 第 4 章 回遊魚における脂肪酸組成率 変動に関与する因子の考察

第 1 章および 2 章では回遊性多脂魚としてそれぞれマアジおよびマサバを選び, 第 3 章では赤身魚であり, 回遊性も大きい筋肉中に中性脂質を多量に蓄積しない魚種としてキハダを選び, 回遊魚における脂質含量および脂肪酸組成の変動ならびに組成率変動に関与する因子の検討を行なった。本章では脂質含量および脂肪酸組成の変動ならびに組成率変動に関与する因子について, これら魚種間 (キハダでは背肉のみ) の共通点あるいは相違点を考察した。

脂質含量 マアジおよびマサバでは, 脂質含量は広い範囲に分布した (第 2, 3 および 17 表)。また, 全脂質含量 ( $z_t$ ) の変動は中性脂質含量 ( $z_n$ ) の変動によることが明白であり, 両魚種における  $z_t$  と  $z_n$  の関係は次のように示された。

$$\text{マアジ } z_n = z_t - 1.02 \text{ [g/100 g 肉]}$$

$$\text{マサバ } z_n = z_t - 1.03 \text{ [ " ]}$$

極性脂質含量 ( $z_p$ ) は, マアジおよびマサバともに一定とみなされ, それぞれ  $z_p = 1.02$  および  $z_p = 1.03$  g/100 g 肉 で示された。

一方, キハダ脂質における  $z_t$ ,  $z_n$  および  $z_p$  の分布範囲, 平均含量および標準偏差はそれぞれ次に示す通りであった。

$$z_t : 0.48 \sim 0.98 \text{ [g/100 g 肉]}, 0.63 \text{ [g/100 g 肉]}, 0.14$$

$$z_n : 0.004 \sim 0.53 \text{ [ " ]}, 0.12 \text{ [ " ]}, 0.13$$

$$z_p : 0.31 \sim 0.58 \text{ [ " ]}, 0.45 \text{ [ " ]}, 0.07$$

このように, マアジとマサバの脂質含量および  $z_t$  と  $z_n$  の関係は酷似したが, 脂質含量の小さいキハダはこれら 2 魚種と異なり, 中性脂質含量は小さく, 背肉に中性脂質を蓄積しないことがはっきりした。また, 極性脂質含量は前述の 2 魚種のほぼ 1/2 であった。

脂肪酸組成 マアジとマサバを比べると, 第 5 表と第 20 表から, 各脂質の主要構成脂肪酸の種類, 平均組成率および組成率の標準偏差に多くの共通点が観察された。

一方, キハダ (第 28 表) では, 各脂質の主要構成脂肪酸に分枝酸が認められ, 主要構成脂肪酸の種類, 平均組成率および組成率の標準偏差にマアジおよびマサバとの相違が認められた。このことは中性脂質でとくに顕著であった。

組成率変動に関与する因子 マアジおよびマサバ脂質では, 脂肪酸組成率の変動に関与する因子は脂質含量および漁獲時期であった (第 7 および 21 表)。

マアジでは, 脂質含量の増大は中性脂質の 18:1 および 22:6 酸組成率の増大をもたらし, 極性脂質の脂肪酸組成率にわずかに変動をもたらした。また, 中性脂質と極性脂質の間に脂肪酸組成率の明らかな差が認められた。そのため, 全脂質の脂肪酸組成率は低脂質含量域では極性脂質のそれと類似し, 脂質含量の増大にともなって, 中性脂質の脂肪酸組成率に近似した。そのため, 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 20:5 および 22:6 酸に脂質含量に対する組成率の 2 次あるいは 1 次的変動が観察された。

マサバでは、脂質含量の増大は中性および極性脂質の2ないし4種の脂肪酸組成率に変動をもたらした。中性脂質と極性脂質とでは、14:0, 16:1, 18:0, 18:1, 20:1, 20:3および22:6酸組成率に差が認められた(第20表)。そのため、脂質含量の増大にともなう全脂質脂肪酸組成率の変動がマアジの場合と同様に観察されるはずであり、18:0, 20:3および22:6酸に同一傾向が認められた。

漁獲時期の違いに基づく脂肪酸組成率の変動は、マアジおよびマサバともに、20:5および22:6酸などの高度不飽和酸ならびに16:0, 16:1および18:1酸などの飽和およびモノエン酸に認められた。すなわち、冬期に高度不飽和酸組成率が増大し、夏期に飽和およびモノエン酸組成率が増大する傾向を示した。

一方、キハダ背肉脂質脂肪酸組成率変動に関与する因子は脂質含量および体長であった(第29表)。組成率が脂質含量変動に影響された脂肪酸は中性脂質の iso 14:0, 17:0 および 18:1 酸ならびに全脂質の 15:0, 18:1 および 20:3 酸であった。しかし、マアジおよびマサバに観察された 22:6 酸組成率の変動はキハダ背肉脂質に認められなかった。体長変動にともなって組成率が変動した脂肪酸は各脂質とも 18:1 および 22:6 酸であった。

キハダ背肉脂質では、漁獲時期の違いが脂肪酸組成率変動にほとんど関与しなかったが、これは漁獲期間が2か月であったため当然の結果であろう。脂質含量の大きいキハダ血合肉脂質でも背肉脂質とほぼ同様の傾向を示した。

このように、3種の回遊魚の脂肪酸組成率変動に関与する因子はやや異なり、脂質含量のみが共通因子と認められた。また、マアジとマサバでは、脂質含量が組成率変動に関与した脂肪酸の種類に共通性が認められたが、これら2魚種とキハダでは差異が認められた。

## 第5章 サバフグ脂質

前章までに回遊魚における脂肪酸組成率変動に関与する因子の比較検討をした。その結果、共通因子は脂質含量であり、この外にマアジおよびマサバでは漁獲時期が、キハダでは体長が組成率変動の因子であると認められた。このように、同じ回遊魚であっても、脂肪酸組成率変動に関与する因子はもち論、これら因子の関与のしかたに共通点と相違点が見いだされた。

一方、回遊性の小さい底生魚では、肉部に中性脂質を多く蓄積せず、脂質の大部分が極性脂質である。そのため、このような魚種の脂質における脂肪酸組成率変動に関与する因子は回遊魚と異なることが推測される。本章では、このような底生性少脂魚における脂肪酸組成率変動とこれに関連する因子は何であるかをサバフグを用いて検討した。また、このような魚種では、肉部を上回る量の脂質を肝臓に含むので、肝臓脂質についても検討した。

### 第1節 中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差

#### 実験方法

試料 1971年8月から翌年1月にわたり、下関沿岸海域で漁獲されたサバフグ, *Lagocephalus lunaris*, 11尾を用いた。新鮮時に肉部と肝臓とを採取し、それぞれから脂質を抽出した。

脂質の抽出と分画 肉部および肝臓から、FOLCH法<sup>60)</sup>によって全脂質(TL)を抽出し、TLを第1章、第1節に示した方法でさらに中性脂質(NL)および極性脂質(PL)に分画した。

脂肪酸分析 第1章、第1節に示したGLCによった。

#### 結果ならびに考察

脂質含量 肉部および肝臓の各脂質含量を第38表に示す。肉部において、TL量は0.79~1.13g/100g肉

で、大きいバラツキは認められなかった。NL 量は 0.06~0.14 g/100 g 肉で、マアジやマサバと異なり小さかった。PL 量は 0.61~1.00 g/100 g 肉で、TL の大部分を占めた。

一方、肝臓では、TL 量は 36.9~70.5 g/100 g 肝臓、NL 量は 35.1~68.7 g/100 g 肝臓であり、TL のほとんどは NL であった。PL 量は 1.0~1.8 g/100 g 肝臓でほぼ一定であった。TL および NL の標準偏差は大きく、マアジおよびマサバと同様に NL 量の変動が TL 量の変動として現われた。PL 量は肉部の PL 量よりわずかに大きかった。

Table 38. The lipid content in muscle and liver of puffer, *Lagocephalus lunaris*

Sample No.	Date (1971-1972)	Body length (cm)	Body weight (g)	Liver weight (g)	Lipid content in muscle			Lipid content in liver		
					Total (g/100g muscle)	Nonpolar	Polar	Total	Nonpolar (g/100g liver)	Polar
1	Aug. 25	23.0	307.0	26.0	0.93	0.13	0.80	43.6	42.1	1.5
2	Sept. 16	22.0	273.0	21.6	0.84	0.12	0.61	41.0	39.6	1.5
3	Oct. 15	23.5	323.3	31.3	0.98	0.14	0.81	65.9	64.9	1.3
4	Oct. 29	23.5	327.5	33.0	0.89	0.08	0.75	58.1	55.9	1.8
5	Nov. 10	25.5	470.5	47.1	0.85	0.09	0.73	51.3	50.1	1.0
6	Nov. 18	16.5	108.5	7.3	1.13	0.10	1.00	36.9	35.1	1.4
7	Dec. 7	23.5	388.5	45.7	0.79	0.10	0.67	53.2	51.8	1.0
8	Dec. 14	21.0	241.5	—	0.90	0.08	0.71	—	—	—
9	Dec. 23	26.5	504.5	45.2	0.82	0.06	0.65	55.9	54.4	1.3
10	Jan. 13	28.5	595.0	70.5	0.84	0.08	0.73	60.4	58.7	1.0
11	Jan. 29	26.5	476.5	62.8	0.86	0.07	0.76	70.5	68.7	1.0
$\bar{x}$	—	23.6	365.1	39.1	0.89	0.095	0.75	53.7	52.1	1.3
$\sigma$	—	3.23	138.74	19.09	0.09	0.025	0.10	10.81	10.81	0.28

$\bar{x}$  : Mean,  $\sigma$  : Standard deviation

脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差 内部各脂質を構成する主要な脂肪酸 12 種について組成率ならびにその標準偏差を第 39 表に示す。平均組成率が 5% を越える脂肪酸は、NL では 16:0 (14.2~38.2%), 16:1 (4.1~6.9%), iso16:0 (4.0~14.5%), 18:0 (6.5~14.3%), 18:1 (9.3~20.6%) および 22:6 酸 (4.7~16.9%) であり、PL では 16:0 (15.1~27.4%), 18:0 (12.7~16.2%), 18:1 (11.0~23.0%), 20:3 (4.0~7.5%) および 22:6 酸 (14.4~26.5%) であり、TL では 16:0 (14.2~21.5%), 18:0 (11.2~13.1%), 18:1 (9.1~18.2%), 20:3 (4.4~7.5%) および 22:6 酸 (17.3~32.5%) であった。

Table 39. Variation of the fatty acid compositions of nonpolar, polar and total lipids in muscle of puffer

Sample No.	Fatty acid (%)											
	14:0	16:0	16:1	iso 16:0	18:0	iso 18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6
1	3.8	25.8	5.4	14.5	11.9	4.6	11.6	0.6	2.4	2.6	1.2	8.5
2	3.7	38.2	4.8	8.6	14.3	3.4	9.5	0.7	2.5	2.9	0.7	4.7
NL 3	4.1	25.5	6.9	5.1	9.5	2.6	20.6	1.3	1.7	3.2	0.5	6.6
4	2.9	18.2	6.4	4.5	9.8	3.5	16.9	0.7	2.9	3.1	6.8	9.3
5	2.9	17.2	4.5	5.7	12.3	2.6	14.0	1.1	3.2	3.2	4.6	13.4

Table 39. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	16:0	16:1	<i>iso</i> 16:0	18:0	<i>iso</i> 18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6	
NL	6	2.5	21.4	4.8	11.5	10.8	5.2	9.3	0.4	2.3	3.7	5.4	11.1
	7	2.9	24.9	4.4	4.0	6.5	2.7	14.2	1.1	3.1	2.4	9.1	13.2
	8	3.4	18.7	5.8	5.3	7.5	2.6	9.8	0.6	1.8	4.5	11.9	16.7
	9	1.9	22.1	4.8	9.4	11.4	3.4	13.8	0.9	2.5	2.8	3.9	14.5
	10	1.4	22.1	4.8	12.3	11.7	2.1	15.6	0.4	3.2	2.2	3.3	15.0
	11	1.3	14.2	4.1	11.5	8.4	3.8	14.0	0.7	2.8	2.2	6.3	16.9
	$\bar{x}$	2.8	22.5	5.2	8.4	11.0	3.3	13.6	0.8	2.6	3.0	4.9	11.8
	$\sigma$	0.95	6.37	0.88	3.68	2.30	0.94	3.44	0.29	0.52	0.68	3.56	4.09
CD	33.88	28.37	17.02	43.75	20.97	28.38	25.35	38.18	20.13	22.95	72.97	34.62	
PL	1	3.2	21.0	4.8	1.3	12.8	1.1	14.9	1.2	4.8	5.3	3.1	18.9
	2	1.7	17.8	2.2	0.7	13.9	0.8	14.5	0.8	5.6	5.9	4.0	23.3
	3	1.9	27.4	3.4	0.9	13.3	1.0	16.6	1.9	4.0	3.7	3.0	14.4
	4	1.5	19.5	2.9	1.1	14.4	1.1	19.6	1.9	6.7	4.3	3.7	15.2
	5	0.8	18.9	2.1	1.1	13.4	0.9	15.6	1.9	5.8	3.6	4.1	23.6
	6	1.0	18.7	2.6	0.5	13.8	0.8	12.7	1.5	5.3	5.7	3.8	25.7
	7	1.5	15.1	3.0	1.1	12.7	1.1	16.7	1.6	7.5	4.3	6.4	19.9
	8	1.4	18.7	3.2	0.7	16.2	0.4	11.0	2.2	4.6	3.5	3.3	24.9
	9	0.7	16.6	2.3	0.8	13.0	0.7	16.4	1.6	5.3	3.5	4.2	26.5
	10	0.4	15.9	2.3	1.1	14.2	0.7	23.0	2.3	6.1	3.8	4.5	19.8
	11	0.6	17.3	2.0	0.7	13.0	0.2	15.7	1.6	6.5	4.2	5.2	24.5
$\bar{x}$	1.5	18.8	2.8	0.9	13.7	0.8	16.1	1.8	5.7	4.4	4.1	21.5	
$\sigma$	0.69	3.31	0.81	0.25	1.00	0.13	3.16	0.33	1.01	0.89	0.99	3.65	
CD	46.94	17.60	28.93	27.47	7.32	15.61	19.68	18.43	17.93	20.46	24.00	16.96	
TL	2	1.7	19.0	3.3	2.1	11.8	1.4	12.9	2.1	5.1	5.1	4.0	23.6
	3	2.4	21.5	3.7	1.7	12.1	1.2	16.9	1.9	4.4	2.2	3.3	18.9
	4	1.0	16.2	3.3	1.8	11.2	1.5	16.6	1.7	7.1	5.0	4.4	21.3
	5	1.5	17.8	2.1	0.7	11.9	0.7	15.6	1.8	5.8	4.1	3.7	23.1
	6	1.2	18.3	2.4	0.8	13.1	0.9	12.1	1.4	5.1	5.7	3.6	26.1
	7	1.3	17.3	3.1	1.4	13.0	1.1	16.5	1.9	7.5	4.6	5.7	17.3
	8	1.3	14.6	2.6	0.8	11.8	0.6	9.1	1.6	5.1	4.3	5.0	32.5
	9	0.7	14.2	2.2	1.0	12.4	0.7	15.0	1.3	5.3	3.4	4.9	29.9
	10	0.4	15.3	2.2	1.7	12.5	0.6	18.2	2.1	5.8	4.0	5.7	24.6
	11	0.7	16.8	2.2	1.2	12.6	0.4	15.5	1.5	6.1	3.9	5.3	25.7
	$\bar{x}$	1.2	16.1	2.7	1.3	12.2	0.9	14.8	1.7	5.7	4.2	4.6	24.3
$\sigma$	0.58	3.26	0.59	0.49	0.59	0.37	2.72	0.28	0.96	0.98	0.88	4.63	
CD	47.13	20.26	21.62	37.25	4.83	40.94	18.34	16.13	16.73	23.16	19.40	19.06	

CD : Coefficient of deviation

組成率が小さい脂肪酸の標準偏差は小さいが、平均組成率も小さいので、組成率変動は大きいとみなせた。組成率変動が小さい脂肪酸は PL および TL の 18:0 酸であり、ほぼ一定組成率とみなせたが、他の脂肪酸の組成率は大きく変動した。

NL で *iso*16:0 および *iso*18:0 酸が主要構成脂肪酸とみなせるほど多いことは特徴の一つであり、これら分枝酸は PL および TL には少なかった。分枝酸はイルカ<sup>67)</sup>の脂質に存在することが既に報告されており、またキハダ背肉脂質にも存在した。サバフグ中性脂質画分にも高率で含まれることは興味深い。



## 第2節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸組成率の偏回帰

前節で述べたように、各脂質の脂肪酸組成率の変動は大きい。これら変動が漁獲時期、体長および脂質含量のいずれと関連しているかを検討した。

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ )、体長 ( $y$ ) および脂質含量 ( $z$ ) に対する脂肪酸組成率 ( $t$ ) の偏回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$  の各係数を求め<sup>64)</sup>、それらの有意性を検討した。なお、8月1日を1として漁獲時期を数値化した。本章で体長とは全長をいう。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第40表に示す。 $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの14:0、22:5および22:6酸、PLの14:0およびiso 18:0酸、TLの14:0、16:0、iso 18:0および22:5酸であった。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの22:5酸、PLおよびTLの18:1酸であった。 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸はTLの22:5のみであった。

このように、 $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸の数から、漁獲時期が組成率変動に大きく関与し、脂質含量および体長の影響は小さいと認められた。

Table 40. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in muscle of puffer

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	8.811	-0.015	-0.100	-2.228	14.14**	1.36	0.65
	16:0	74.585	-0.082	-0.645	-31.162	4.50	0.59	1.33
	16:1	0.208	-0.008	0.086	4.252	1.57	0.38	0.90
	iso 16:0	-31.370	-0.007	0.709	26.560	0.05	1.35	1.83
	18:0	-1.739	-0.030	0.390	6.927	3.57	1.27	0.39
	iso 18:0	1.220	-0.002	-0.063	4.303	0.15	0.23	1.02
	18:1	-29.171	-0.012	1.093	20.444	0.31	5.14	1.74
	18:2	1.249	-0.002	0.015	-0.735	0.50	0.09	0.20
	20:3	3.298	0.001	0.035	-1.895	0.13	0.20	0.56
	20:5	6.767	0.002	-0.162	-0.239	0.26	3.00	0.01
	22:5	47.982	0.058	-1.121	-25.722	11.66*	9.24*	4.72
	22:6	11.670	0.075	-0.137	-5.426	20.61**	0.15	0.22
PL	14:0	3.679	-0.014	-0.014	-0.570	14.33**	0.03	0.05
	16:0	-18.650	-0.040	0.662	29.320	4.78	2.79	5.31
	16:1	1.556	-0.010	0.031	1.806	3.39	0.07	0.22
	iso 16:0	0.097	-0.003	0.054	-0.132	4.52	2.92	0.02
	18:0	19.226	0.007	-0.178	-2.277	0.71	1.09	0.17
	iso 18:0	1.027	-0.004	0.012	-0.036	5.97*	0.10	0.00
	18:1	-15.663	-0.006	0.967	10.659	0.10	5.67*	0.67
	18:2	2.598	0.001	-0.005	-0.921	0.25	0.01	0.24
	20:3	14.330	0.008	0.120	-7.480	1.26	0.65	2.45
	20:5	8.690	-0.007	-0.133	-0.487	1.58	1.25	0.02

Table 40. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
PL	22:5	13.077	0.011	-0.141	-7.696	3.94	1.29	3.76
	22:6	49.850	0.050	-0.845	-15.560	2.98	1.77	0.58
TL	14:0	1.419	-0.011	0.009	0.930	6.77*	0.02	0.17
	16:0	3.314	-0.039	0.292	12.918	5.73*	1.01	2.04
	16:1	4.587	-0.010	-0.005	-0.612	4.89	0.004	0.06
	iso16:0	0.817	-0.008	0.078	0.694	3.18	0.79	0.01
	18:0	11.885	0.009	-0.059	0.710	3.19	0.39	0.06
	iso18:0	2.533	-0.008	-0.008	-0.600	11.24**	0.04	0.23
	18:1	-16.657	-0.021	0.949	12.887	1.16	7.63*	1.45
	18:2	1.960	-0.004	0.032	-0.555	2.80	0.52	0.16
	20:3	14.298	0.007	-0.124	-7.190	0.53	0.60	2.09
	20:5	15.614	0.005	-0.305	-5.340	0.38	4.28	1.34
	22:5	11.421	0.017	-0.114	-6.890	19.17**	2.82	10.55*
	22:6	34.571	0.065	-0.585	-4.555	2.03	0.52	0.03

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

$F_i$  : SNEDECOR'S  $F$  for  $a_i$  with 1 and 7 degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

Season ( $x$ ) : The number of the days counted from Aug. 1

### 第3節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸含量の偏回帰

#### 実験方法

$x$ ,  $y$  および  $z$  に対する脂肪酸含量 ( $T$ ) の偏回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$  の各回帰係数を求め、それらの有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

得られた結果を第41表に示す。 $A_1$ が有意とみなせた脂肪酸は、NLでは14:0, 16:0, 16:1, 18:0, iso18:0 および22:5酸であり、PLでは14:0酸のみであり、TLでは14:0, 16:0, iso18:0 および22:5酸であった。 $A_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの22:5酸, PLおよびTLの18:1酸であった。 $A_3$ が有意とみなせた脂肪酸はNLにはなく、PLおよびTLの16:0, 18:0および18:1酸であった。

このように、NLおよびTLでは、組成率の場合と同様に各脂肪酸含量の変動は漁獲時期と関連した。また、PLおよびTLでは、脂質含量は脂肪酸含量の変動因子として無視できないことが判明した。

Table 41. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in muscle of puffer

	F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10^2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	0.004	-0.003	0.001	0.002	15.91**	0.00	0.10
	16:0	0.067	-0.020	-0.040	-0.018	9.17*	0.08	0.18

Table 41. (Cont'd)

	F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10^2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	16:1	-0.006	-0.003	0.020	0.010	8.77*	0.98	2.06
	iso16:0	-0.028	-0.005	0.070	0.029	2.84	1.11	1.91
	18:0	-0.002	-0.007	0.040	0.012	20.44**	1.38	1.05
	iso18:0	-0.0001	-0.002	-0.002	0.006	8.77*	0.03	2.50
	18:1	-0.044	-0.007	0.100	0.036	3.17	2.60	1.82
	18:2	0.0001	-0.0005	0.004	0.0004	2.23	0.28	0.03
	20:3	0.004	-0.001	0.002	-0.001	4.42	0.06	0.19
	20:5	0.003	-0.001	-0.009	0.003	4.80	0.80	0.83
	22:5	0.045	0.004	-0.100	-0.023	8.90*	10.64*	4.96
	22:6	0.009	0.003	-0.010	0.001	2.59	0.09	0.004
		$A_0$	$A_1$	$A_2 \cdot 10^2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
PL	14:0	0.006	-0.010	0.0001	0.014	11.75*	0.05	0.42
	16:0	-0.383	-0.030	0.007	0.453	3.86	5.08	23.77**
	16:1	-0.025	-0.008	0.0005	0.048	3.05	0.30	2.41
	iso16:0	-0.010	-0.002	0.0005	0.008	3.97	3.67	0.90
	18:0	-0.035	0.009	-0.0003	0.151	3.09	0.09	18.59**
	iso18:0	-0.004	-0.003	0.0002	0.010	5.01	0.31	1.07
	18:1	-0.307	-0.002	0.008	0.255	0.02	6.95*	6.09*
	18:2	-0.004	0.002	0.0001	0.014	0.75	0.12	1.34
	20:3	0.033	0.007	-0.0004	0.013	1.45	0.11	0.09
	20:5	-0.001	-0.003	-0.0007	0.060	0.35	0.51	3.42
22:5	0.041	0.010	-0.0007	-0.006	4.10	0.44	0.03	
22:6	0.089	0.050	-0.005	0.164	4.62	1.27	1.15	
TL	14:0	-0.004	-0.010	0.0002	0.024	6.36*	0.10	1.31
	16:0	-0.147	-0.035	0.003	0.305	5.72*	1.26	13.96**
	16:1	0.011	-0.010	0.0001	0.025	5.05	0.03	1.09
	iso16:0	-0.006	-0.007	0.0007	0.010	3.71	1.14	0.24
	18:0	-0.007	0.009	-0.0006	0.134	3.18	0.44	25.55**
	iso18:0	0.011	-0.007	-0.00001	0.007	11.42*	0.00	0.26
	18:1	-0.282	-0.020	0.009	0.257	1.75	9.19*	7.95*
	18:2	0.001	-0.004	0.0003	0.012	3.43	0.84	1.06
	20:3	0.075	0.005	-0.001	-0.008	0.51	0.54	0.04
	20:5	0.101	0.006	-0.003	-0.002	0.60	4.11	0.001
22:5	0.065	0.010	-0.001	-0.021	20.49**	2.99	1.44	
22:6	0.139	0.060	-0.006	0.177	2.56	0.89	0.69	

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

The other mark and symbol are defined in the note of Table 40.

#### 第4節 脂肪酸組成率の漁獲時期的変動

前節で述べたように、サバフグ肉部脂質の各脂肪酸の組成率あるいは含量は漁獲時期の影響を受けることが判明した。そのため、本節では漁獲時期に対する組成率の2次および1次回帰係数を求め、それらの有意性から、漁獲時期の相違による脂肪酸組成率の変動を検討した。

### 実験方法

漁獲時期に対する脂肪酸組成率の2次回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2x^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1x$  の各係数を求め、 $a_2$  および  $b_1$  の有意性を検討した。

### 結果ならびに考察

得られた回帰係数ならびに  $F$  値を第 42 表に示す。 $a_2$  が有意とみなされた脂肪酸は NL の *iso* 16:0 酸のみであった。 $b_1$  が有意とみなされた脂肪酸は、NL では 14:0、16:0 および 22:6 酸、PL では 14:0、16:1 および *iso* 18:0 酸、TL では 14:0、16:0、16:1、*iso* 18:0 および 22:5 酸であった。すなわち、夏から冬にかけて飽和酸やモノエン酸の組成率の減少、22:5 や 22:6 酸組成率の増大が認められた。

Table 42. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ) in muscle of puffer

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	$n$
NL	14:0	3.790	0.003	-0.097	2.06	4.626	-0.017	23.03**	11
	16:0	34.215	-0.144	0.290	0.16	31.722	-0.084	6.24*	11
	16:1	5.028	0.016	-0.115	1.04	6.015	-0.008	2.07	11
	<i>iso</i> 16:0	18.640	-0.246	1.186	10.68*	8.432	-0.000	0.00	11
	18:0	14.552	-0.063	0.196	0.44	12.868	-0.023	2.68	11
	<i>iso</i> 18:0	4.800	-0.025	0.091	0.49	4.016	-0.006	1.07	11
	18:1	10.816	0.054	-0.221	0.19	12.721	0.008	0.11	11
	18:2	0.462	0.009	-0.047	1.33	0.865	-0.001	0.18	11
	20:3	2.394	-0.001	0.020	0.07	2.224	0.003	0.91	11
	20:5	1.762	0.033	-0.170	4.27	3.226	-0.002	0.23	11
	22:5	-3.952	0.147	-0.519	1.57	0.511	0.040	3.72	11
	22:6	4.669	0.051	0.113	0.15	3.696	0.074	30.52**	11
PL	14:0	3.499	-0.029	0.075	1.73	2.850	-0.014	22.70**	11
	16:0	21.294	0.0001	-0.176	0.18	22.806	-0.036	3.55	11
	16:1	4.514	-0.025	0.069	0.54	3.917	-0.010	5.21*	11
	<i>iso</i> 16:0	1.222	-0.005	0.017	0.24	1.074	-0.002	0.85	11
	18:0	12.346	0.028	-0.122	0.72	13.395	0.003	0.16	11
	<i>iso</i> 18:0	0.878	0.005	-0.043	2.28	1.251	-0.004	7.64*	11
	18:1	15.762	-0.019	0.165	0.13	14.343	0.016	0.53	11
	18:2	1.301	0.009	-0.037	0.61	1.616	0.002	0.57	11
	20:3	4.726	0.009	-0.004	0.00	4.757	0.008	1.62	11
	20:5	6.294	-0.030	0.094	0.79	5.489	-0.010	4.27	11
	22:5	3.062	0.007	0.022	0.03	2.876	0.011	3.98	11
	22:6	18.573	0.014	0.101	0.03	17.707	0.035	1.75	11
TL	14:0	2.212	-0.005	-0.023	0.09	2.490	-0.011	11.96**	10
	16:0	23.982	-0.088	0.230	0.44	21.241	-0.035	6.13*	10
	16:1	4.222	-0.016	0.027	0.09	3.905	-0.010	8.36*	10
	<i>iso</i> 16:0	3.824	-0.042	0.161	4.69	1.910	-0.005	1.72	10
	18:0	11.119	0.013	-0.027	0.06	11.437	0.007	2.35	10
	<i>iso</i> 18:0	1.749	-0.007	-0.004	0.01	1.802	-0.008	19.09**	10
	18:1	15.833	-0.031	0.170	0.09	13.812	0.009	0.14	10
	18:2	2.701	-0.015	0.056	1.19	2.036	-0.003	1.39	10
20:3	3.874	0.029	-0.098	0.25	5.045	0.006	0.53	10	

Table 42. (Cont'd)

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	$n$
TL	20:5	4.157	0.006	-0.043	0.04	4.665	-0.004	0.20	10
	22:5	3.403	0.001	0.064	0.27	2.647	0.016	10.80*	10
	22:6	18.830	0.048	-0.016	0.00	19.019	0.044	1.52	10

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad t = b_0 + b_1x$$

$F_i$  : SNEDECOR'S  $F$  of the  $i$ -th order regression coefficient with 1 and  $n-i-1$  degrees of freedom

### 第5節 脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

第2および3節において、偏回帰係数の有意性から脂質含量は、脂肪酸組成率変動には関与しないが、脂肪酸含量の変動に関与することを述べた。そこで本節では、脂質含量に対する組成率の2次および1次回帰係数を求め、それらの有意性から脂質含量が組成率変動に影響しているかどうかを確かめた。

#### 実験方法

脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次回帰式  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1z$  の各係数を求め、 $a_2$ および  $b_1$  の有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

得られた回帰係数ならびに  $F$  値を第43表に示す。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの16:1酸、PLの16:0および22:5酸、TLの18:0酸であった。これらの脂肪酸について、標本回帰式の極値を示す脂質含量は18:0酸では0.95g/100g肉、他の酸では1.0g/100g肉であった。脂質含量の分布から、後者は高含量域に属するので、これら脂肪酸の組成率は脂質含量の変動にともなって直線的に増減するとみなしてきしつかないと判断した。 $b_1$ が有意とみなされた脂肪酸はNLのiso18:0酸およびTLの22:5酸であった。

これらから、脂質含量の増大は、NLの16:1およびiso18:1酸、PLの16:0酸組成率の増大、PLおよびTLの22:5酸組成率の減少をもたらすに過ぎないことが判明した。すなわち、脂質含量はサバフグ肉部脂質において脂肪酸組成率変動の主要な因子でないと判断した。

Table 43. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in muscle of puffer

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	$n$
NL	14:0	-35.39	78.56	-39.68	1.86	0.707	2.342	0.52	11
	16:0	73.96	-105.47	53.00	0.06	25.758	-3.687	0.03	11
	16:1	-49.84	113.33	-57.37	7.80*	2.345	3.143	1.17	11
	iso16:0	11.42	-14.69	12.53	0.01	0.027	9.370	0.56	11
	18:0	-1.56	24.29	-12.12	0.02	9.465	1.016	0.01	11
	iso18:0	12.66	-25.25	16.39	0.43	-2.246	6.227	5.79*	11
	18:1	-85.49	214.27	-114.56	1.05	18.715	-5.754	0.23	11
	18:2	-0.98	4.51	-2.82	0.08	1.579	-0.902	0.83	11
	20:3	23.97	-42.53	20.60	2.35	5.236	-2.970	3.74	11
	20:5	-10.61	25.52	-11.42	0.31	-0.215	3.577	2.93	11

Table 43. (Cont'd)

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	$n$
NL	22:5	76.45	-146.73	73.82	0.37	9.300	-4.944	0.16	11
	22:6	100.39	-176.39	85.59	0.41	22.540	-11.999	0.76	11
PL	14:0	-32.87	70.78	-36.01	2.28	-0.114	1.623	0.35	11
	16:0	-190.34	425.82	-212.44	10.50*	2.895	17.809	3.17	11
	16:1	-33.45	74.44	-37.53	2.46	0.687	2.364	0.74	11
	iso16:0	-5.16	13.78	-7.74	1.11	1.880	-1.086	1.89	11
	18:0	-13.31	55.80	-28.34	0.72	12.464	1.383	0.16	11
	iso18:0	1.34	-1.35	0.83	0.01	0.581	0.245	0.06	11
	18:1	23.30	-3.58	-5.00	0.00	27.851	-13.190	1.61	11
	18:2	-2.82	10.62	-6.04	0.30	2.667	-0.970	0.75	11
	20:3	57.07	-103.73	51.17	4.33	10.530	-5.456	3.16	11
	20:5	20.93	-38.42	22.00	0.65	0.915	3.839	1.81	11
	22:5	68.64	-131.25	65.41	13.57**	9.149	-5.630	3.69	11
	22:6	203.92	-384.44	199.75	2.46	22.223	-0.789	0.00	11
TL	14:0	-17.56	38.10	-18.89	0.90	-0.314	1.723	0.77	10
	16:0	-18.49	66.92	-29.93	0.15	8.846	9.270	1.68	10
	16:1	-15.01	36.92	-18.90	0.79	2.246	0.522	0.06	10
	iso16:0	-7.77	20.27	-11.18	0.39	2.440	-1.259	0.55	10
	18:0	52.61	-86.28	45.47	10.49*	11.089	1.293	0.39	10
	iso18:0	-1.78	5.36	-2.60	0.03	0.597	0.351	0.07	10
	18:1	25.15	-13.50	2.14	0.00	23.195	-9.388	1.06	10
	18:2	-1.51	7.68	-4.49	0.20	2.588	-0.964	1.06	10
	20:3	38.65	-65.36	31.52	1.09	9.867	-4.649	2.38	10
	20:5	48.19	-94.45	50.07	2.48	2.464	1.984	0.33	10
	22:5	31.06	-50.97	23.56	0.89	9.545	-5.601	5.18*	10
	22:6	-17.55	84.61	-41.83	0.06	20.647	4.104	0.06	10

$$t = a_0 + a_1 z + a_2 z^2, \quad t = b_0 + b_1 z$$

### 第6節 全脂質脂肪酸組成への中性および極性脂質脂肪酸組成の関与

第1章で、マアジのTL脂肪酸組成はNLのその影響を強く受けることを述べたが、構成脂質の量的相違から、TL脂肪酸組成へのNLおよびPL脂肪酸組成の関与のしかたが、サバフグとマアジとは異なることと推察される。それゆえ、各脂肪酸についてTLとNLおよびTLとPLの組成率の比較検討をした。

#### 実験方法

TLの各脂肪酸組成率 ( $t_T$ ) に対するNLおよびPLの各脂肪酸組成率 ( $t_i$ ,  $i$ はNあるいはP) の1次回帰式  $t_i = a_0 + a_1 t_T$  を求め、 $a_1$ の有意性を検討した。また、標本1次回帰式とTLの脂肪酸組成率変動とNLおよびPLのその変動が全く同じと仮定した期待式  $t_i = t_T$  とを比較検討した<sup>63)</sup>。

#### 結果ならびに考察

得られた結果を第44表に示す。NLの脂肪酸組成率とそれに対するTLの脂肪酸組成率の1次回帰係数  $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸は14:0, 16:1, 18:1および20:3酸であった。これら脂肪酸について、標本

1次回帰式と  $t_N = t_T$  を比較した結果、18:1酸についてのみ、両式間に有意差がないとみなされた。すなわち、TL と NL の脂肪酸組成率の変動は似た傾向を示すものもあったが、18:1酸を除く他の脂肪酸組成率は全く同じとは認められなかった。

一方、PL の脂肪酸組成率と TL のそれを比較した結果から、*iso* 16:0 および 18:0 酸を除く 10 種の脂肪酸において  $a_1$  が有意とみなされた。なお、これら 10 種の脂肪酸について、標本 1 次回帰式と  $t_P = t_T$  とを比較した結果、両式間に有意差がないとみなされた。

これらのことから、サバワグ肉部脂質の脂肪酸組成率は PL のそれに強く依存し、NL のその影響は小さいことが明らかになった。

Table 44. The estimation of the linear regression of the fatty acid composition ( $t_i$ ) of the nonpolar and polar lipids on that ( $t_T$ ) of the total one in muscle, and the comparison with the expectant equation,  $t_i = t_T$

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$F_1$	$t_0$	$t_1$	$F_e$
NL	14:0	0.884	1.489	40.41**	11.59**	2.09	69.28**
	16:0	-1.210	1.365	2.09	2.55	0.39	3.32
	16:1	2.238	1.067	6.86*	10.69**	0.17	57.12**
	<i>iso</i> 16:0	8.310	-0.394	0.03	5.98**	-0.60	18.04**
	18:0	22.592	-1.011	0.54	-2.64	-1.47	4.56
	<i>iso</i> 18:0	2.978	0.232	0.08	7.71**	-0.92	30.12**
	18:1	-1.838	1.052	14.62**	-1.51	0.19	1.15
	18:2	0.511	0.161	0.18	-9.34**	-2.21	46.03**
	20:3	0.219	0.416	9.36*	-25.28**	-4.30*	328.85**
	20:5	2.489	0.125	0.24	-5.17**	-3.47*	19.41**
	22:5	-3.884	2.003	2.70	0.68	0.82	0.57
22:6	-0.685	0.471	3.06	-10.27**	-1.96	54.63**	
PL	14:0	0.265	0.726	15.35**	-0.69	-1.48	1.33
	16:0	0.286	1.070	7.41*	1.82	0.18	1.65
	16:1	1.073	0.563	6.43*	-0.89	-1.97	2.33
	<i>iso</i> 16:0	0.703	0.127	0.69	-6.32**	-5.72**	36.30**
	18:0	24.169	-0.848	2.61	5.27**	-3.52*	20.07**
	<i>iso</i> 18:0	0.221	0.603	11.83**	-2.26	-2.26	5.12
	18:1	0.040	1.087	28.35**	22.54	0.43	3.32
	18:2	0.720	0.659	6.09*	1.84	-1.28	2.51
	20:3	-0.010	1.003	60.28**	0.08	0.03	0.00
	20:5	1.550	0.638	8.37*	0.10	-1.64	1.35
	22:5	0.745	0.762	7.20*	-1.43	-0.84	1.37
22:6	5.185	0.683	9.52*	-2.59	-1.43	4.39	

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t_i = a_0 + a_1 t_T \quad (i : N \text{ or } P)$$

$F_1$  : SNEDECOR'S  $F$  of the linear regression coefficient with 1 and 8 degrees of freedom

$t_0$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $a_0$  and 0, with  $n_{2,e}$  degrees of freedom

$t_1$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $a_1$  and 1, with  $n_{2,e}$  degrees of freedom

$F_e$  : SNEDECOR'S  $F$  of the comparison between the estimated linear regression equation and the expectant one, with 2 and  $n_{2,e}$  degrees of freedom

### 第7節 肝臓脂質脂肪酸組成率の変動 ならびにそれに関与する因子

比較のため、肉部脂質における検討を肝臓脂質についても行なった。

#### 実験方法

第1節に述べた通りである。

#### 結果ならびに考察

TL, NL および PL の構成脂肪酸のうち、主要な脂肪酸10種の組成率ならびにその標準偏差を第45表に示す。平均組成率が5%以上の脂肪酸は、NLでは16:0(18.7~25.8%), 16:1(10.2~13.9%), 18:0(6.8~10.9%), 18:1(19.5~32.1%) および22:6酸(6.3~12.0%)であり、PLでは16:0(17.3~35.1%), 16:1(4.5~8.2%), 18:0(11.5~21.0%), 18:1(10.9~21.7%), 20:3(2.1~10.3%) および22:6酸(2.4~21.9%)であり、TLでは16:0(17.7~25.2%), 16:1(10.4~12.9%), 18:0(6.7~10.7%), 18:1(20.7~33.3%) および22:6酸(6.3~13.4%)であった。組成率の標準偏差から、16:1酸を除く、これら主要脂肪酸の組成率変動は大きいと判断した。

平均組成率が小さい脂肪酸の標準偏差は小さいが、偏差係数から、これらの脂肪酸の組成率変動も大きいとみなされた。

肝臓脂質の脂肪酸組成には海産魚肉脂質と比べ、とくに異なる点は見いだせなかった。

Table 45. Variation of the fatty acid compositions of nonpolar, polar and total lipids in liver of puffer

Sample No.	Fatty acid (%)										
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6	
NL	1	5.6	25.8	10.9	10.9	24.1	0.9	1.5	2.2	3.2	6.3
	2	5.3	23.9	10.7	9.3	22.0	1.9	1.3	2.8	4.4	8.9
	3	4.6	21.3	11.8	7.7	23.0	1.5	1.5	2.7	4.5	11.5
	4	5.1	25.0	12.0	8.2	27.2	0.8	1.9	2.3	3.8	6.6
	5	3.6	20.3	10.9	7.4	25.5	1.7	1.1	1.6	5.5	12.0
	6	3.5	20.5	11.0	10.1	19.5	1.5	1.6	5.3	5.1	10.7
	7	4.9	22.5	13.0	7.9	27.3	1.1	1.6	1.8	4.7	6.6
	9	3.9	20.6	12.9	7.2	24.7	1.3	1.5	2.1	7.5	11.2
	10	4.4	18.7	13.9	7.6	32.1	1.2	1.0	1.2	4.3	7.1
	11	3.8	19.8	10.2	6.8	25.9	1.0	1.5	2.1	5.9	11.5
	$\bar{x}$	4.0	21.8	11.7	8.3	25.1	1.3	1.5	2.4	4.9	9.3
$\sigma$	1.34	2.37	1.21	1.35	3.43	0.36	0.26	1.12	1.21	2.38	
CD	33.84	10.83	10.30	16.19	13.63	27.70	17.88	46.55	24.64	25.78	
PL	1	3.3	29.1	5.7	21.0	18.0	2.2	3.8	0.9	1.8	5.8
	2	4.5	35.1	8.2	20.3	16.1	2.1	2.1	0.9	0.5	2.4
	3	3.4	28.3	7.5	17.9	18.5	1.9	4.5	0.8	1.2	5.6
	4	2.8	22.4	7.5	12.1	17.3	1.1	7.0	2.0	4.0	12.8
	5	1.4	21.5	4.5	13.6	12.7	1.4	7.5	1.9	3.9	21.9
	6	1.3	24.9	5.3	15.3	11.9	1.4	8.2	3.9	3.2	17.2



Table 45. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)										
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6	
PL	7	1.9	20.5	4.6	14.8	10.9	1.0	9.5	1.6	6.5	17.7
	9	3.5	17.3	6.8	12.9	16.3	1.4	6.8	1.7	4.6	19.2
	10	2.1	17.8	8.1	11.5	21.7	1.0	9.2	1.2	5.1	13.6
	11	1.6	23.2	4.6	15.2	14.6	0.9	10.3	1.5	4.4	14.2
	$\bar{x}$	2.6	24.0	6.3	15.5	15.8	1.4	6.9	1.6	3.5	13.0
	$\sigma$	1.08	5.52	1.50	3.29	3.33	0.47	2.67	0.90	1.86	6.48
	CD	41.78	22.98	23.95	21.30	21.08	32.93	38.83	55.01	52.94	49.71
TL	1	5.6	25.2	11.0	10.7	23.3	1.3	1.3	2.0	3.4	6.5
	2	5.1	21.2	10.4	9.4	20.9	1.9	1.4	3.4	5.1	12.2
	3	4.8	20.7	11.3	8.1	22.7	1.5	1.8	2.5	4.1	11.3
	4	4.3	22.6	12.9	8.3	25.5	1.7	2.1	2.1	3.9	7.2
	5	4.1	21.3	12.7	8.5	27.5	1.8	1.3	1.3	3.8	9.9
	6	3.2	21.4	11.5	10.7	20.7	1.3	1.9	5.0	5.5	10.2
	7	5.1	23.7	12.7	6.7	28.6	1.0	1.4	1.4	3.4	6.3
	9	3.9	20.3	10.9	7.3	24.2	1.1	1.6	2.2	4.9	12.4
	10	3.3	19.1	12.6	7.7	33.3	1.4	1.5	1.1	4.4	7.8
	11	3.2	17.7	10.7	6.8	25.5	1.1	1.7	2.2	6.8	13.4
	$\bar{x}$	4.3	21.3	11.7	8.2	25.2	1.4	1.6	2.3	4.5	9.7
$\sigma$	0.87	2.16	0.96	1.45	3.83	0.31	0.27	1.15	1.07	2.62	
CD	20.44	10.11	8.21	17.18	15.20	22.04	16.93	49.64	23.55	26.95	

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰 脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の変動が漁獲時期、体長および脂質含量の影響をどのように受けているかを、3因子に対する脂肪酸組成率ならびに含量の偏回帰係数を求め、それらの有意性から検討した。得られた結果を第46および47表に示す。

第46表から、 $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸は、NLの14:0および16:0酸、PLの16:0、18:2、20:3、20:5、22:5および22:6酸、TLの14:0酸であった。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLおよびPLの20:5、TLの20:3および20:5酸であった。 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸はなかった。

これらから、漁獲時期は肝臓極性脂質の脂肪酸組成率の変動に大きく関与することが明らかになった。体長はNL、PLおよびTLの20:5酸とTLの20:3酸組成率変動と関連したが、脂肪酸組成率変動に与える影響の程度は漁獲時期に比べて小さいと判断した。

第47表から、 $A_1$ が有意とみなせた脂肪酸は、NLの14:0、16:0および18:0酸、PLの14:0、16:0、18:0および18:2酸、TLの14:0酸であった。 $A_2$ が有意とみなせた脂肪酸は、NL、PLおよびTLの20:5酸、TLの20:3酸であった。 $A_3$ が有意とみなせた脂肪酸は、NLの14:0、16:0、16:1、18:0、18:1、20:3および20:5酸、TLの14:0、16:0、16:1、18:0および20:3酸であった。

このように、NLおよびTLにおいては、脂肪酸含量変動に対し、脂質含量の影響がとくに大きかった。このことは多脂魚脂質に観察された結果と類似した。

一方、PLでは脂質含量の影響は小さく、漁獲時期の影響がとくに大きいことが判明した。

Table 46. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in liver of puffer

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	3.726	-0.013	0.072	0.008	6.72*	0.65	0.07
	16:0	24.907	-0.041	0.006	0.021	8.07*	0.001	0.06
	16:1	8.469	0.008	0.170	-0.030	0.51	0.83	0.24
	18:0	14.482	-0.010	-0.088	-0.056	2.56	0.65	2.49
	18:1	5.917	0.012	0.834	-0.038	0.39	5.55	0.11
	18:2	1.913	0.000	0.004	-0.014	0.00	0.006	0.50
	20:3	2.301	-0.001	-0.072	0.018	0.15	4.37	2.54
	20:5	10.315	0.006	-0.038	0.009	2.52	33.91**	0.17
	22:5	3.798	0.017	0.025	-0.025	3.21	0.02	0.21
	22:6	10.525	0.013	-0.266	0.069	0.32	0.45	0.29
PL	14:0	1.126	0.017	0.123	0.007	4.82	0.76	0.02
	16:0	38.854	-0.084	-0.531	0.128	6.58*	0.83	0.46
	16:1	3.805	-0.013	0.128	0.015	0.85	0.26	0.04
	18:0	21.968	-0.050	-0.134	0.038	5.31	0.12	0.09
	18:1	1.949	-0.033	0.573	0.069	1.59	1.51	0.21
	18:2	2.064	-0.009	0.019	-0.003	14.43**	0.23	0.06
	20:3	5.226	0.052	-0.169	0.003	19.12**	0.54	0.002
	20:5	6.652	0.014	-0.217	-0.026	12.23*	8.72*	1.18
	22:5	0.245	0.032	0.111	-0.051	7.68*	0.30	0.62
	22:6	12.639	0.114	0.129	-0.277	6.57*	0.03	1.18
TL	14:0	3.991	-0.017	0.074	0.006	12.59*	0.76	0.05
	16:0	26.065	-0.026	0.035	-0.053	3.11	0.02	0.41
	16:1	10.707	0.004	0.040	-0.007	0.15	0.06	0.02
	18:0	14.962	-0.011	-0.099	-0.057	2.18	0.61	1.92
	18:1	6.917	0.028	0.870	-0.104	1.48	4.25	0.58
	18:2	1.381	-0.004	0.022	-0.002	2.17	0.24	0.01
	20:3	2.323	0.001	-0.085	0.023	0.24	7.48*	5.09
	20:5	9.863	0.005	0.342	0.002	0.79	11.86*	0.003
	22:5	5.885	0.014	-0.153	0.016	2.55	1.02	0.10
	22:6	9.632	0.011	-0.197	0.067	0.20	0.20	0.22

The constant and coefficient are defined as follows:

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

The other mark and symbol are defined in the note of Table 40.

Table 47. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in liver of puffer

	F.A.	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	-0.11	-0.006	0.019	0.049	6.38*	0.20	12.44*
	16:0	1.87	-0.020	-0.033	0.230	8.13*	0.07	32.66**
	16:1	-1.67	0.003	0.103	0.093	0.28	0.90	7.00*
	18:0	2.46	-0.006	-0.021	0.054	5.68*	0.24	14.93**
	18:1	-8.69	0.011	0.405	0.208	0.96	4.58	11.52*

Table 47. (Cont'd)

	F.A.	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	18:2	0.21	-0.000	0.005	0.007	0.05	0.03	0.50
	20:3	0.39	-0.0001	-0.037	0.025	0.40	4.02	16.97**
	20:5	3.06	0.0006	-0.157	0.034	0.15	32.76**	14.64**
	22:5	-0.77	0.008	0.024	0.035	2.62	0.07	1.36
	22:6	-0.05	0.004	-0.135	0.144	0.09	0.39	4.20
PL	14:0	0.30	-0.003	0.012	0.002	5.95*	0.27	0.07
	16:0	6.75	-0.019	-0.117	0.023	10.76*	1.27	0.46
	16:1	0.99	-0.004	-0.005	0.007	2.18	0.01	0.20
	18:0	3.89	-0.012	-0.004	0.007	14.35**	0.61	0.17
	18:1	1.50	-0.010	0.023	0.020	3.98	0.06	0.48
	18:2	0.36	-0.002	-0.0001	-0.000	19.71**	0.001	0.0002
	20:3	1.26	0.004	-0.049	0.006	4.90	1.96	0.23
	20:5	1.02	0.002	-0.036	-0.002	3.70	6.65*	0.21
	22:5	0.29	0.003	-0.0005	-0.003	2.70	0.00	0.08
22:6	2.68	0.011	-0.046	-0.023	3.39	0.17	0.41	
TL	14:0	0.32	-0.003	0.014	0.047	10.96*	0.09	10.29*
	16:0	2.87	-0.014	0.016	0.178	2.84	0.01	14.39**
	16:1	-0.37	0.001	0.033	0.107	0.06	0.12	12.74*
	18:0	2.77	-0.007	-0.025	0.055	4.35	0.19	9.09*
	18:1	-8.42	0.019	0.464	0.168	2.11	3.94	4.92
	18:2	0.03	-0.002	0.009	0.014	2.43	0.15	3.12
	20:3	0.29	0.000	-0.042	0.029	0.00	6.47*	30.40**
	20:5	3.08	0.0007	-0.150	0.030	0.08	10.34*	3.92
	22:5	0.21	0.008	-0.072	0.059	2.00	0.59	3.77
	22:6	-0.47	0.006	-0.124	0.151	0.17	0.25	3.60

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$$

脂肪酸組成率の漁獲時期的変動 前項で述べたように、脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の変動に漁獲時期が関与した。それゆえ、本項では、漁獲時期に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求め、それらのF値から漁獲時期による脂肪酸組成率の変動を検討した。2次および1次回帰係数ならびにそれらのF値を第48表に示す。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はPLの18:0酸のみであった。標本2次回帰式から組成率が最小値を示す時期が12月中旬(138日目)であり、しかも $b_1$ が有意とみなせることから18:0酸組成率変動は漁獲時期に対して1次的であるとみなした。

$b_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLおよびTLの14:0,16:0および18:0酸,PLの16:0,18:0,18:2,20:3および22:5酸であった。すなわち、夏から冬になるに従って、NLおよびTLの14:0,16:0および18:0酸組成率は減少する傾向を示した。増大傾向を示す脂肪酸として、22:5酸が推測されたが、F値が有意水準にわずかに達しなかった。

一方、PLでは、夏から冬になるに従って、16:0,18:0および18:2酸組成率に減少傾向が、20:3および22:5酸のような高度不飽和酸の組成率に増大傾向が認められた。

各脂質の脂肪酸組成率の時期的変動と第47表に示した脂肪酸含量の偏回帰係数 $a_1$ とを考え合わせると、これは冬期に14:0,16:0および18:0酸など飽和酸のとり込みが減少するために起こると判断される。

DEWITT<sup>34)</sup>はタラ肝油性状の季節的変化を研究し、冬期にヨウ素価の増大を認め、これは総ポリエン酸組成率の増大および総モノエン酸組成率の減少と相関すると報告している。

サバフグ肝臓脂質にも類似の結果が得られたが、NL やTL において、冬期におけるポリエン酸組成率の増大は明確でなかった。

Table 48. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ) in liver of puffer

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	5.592	-0.020	0.063	1.48	5.193	-0.008	5.55*
	16:0	25.598	-0.063	0.165	1.42	24.549	-0.031	10.88*
	16:1	10.149	0.040	-0.180	3.74	11.296	0.005	0.48
	18:0	10.297	-0.033	0.081	0.88	9.783	-0.017	8.90*
	18:1	22.370	0.039	-0.062	0.04	22.765	0.027	2.12
	18:2	1.269	0.003	-0.024	0.56	1.425	-0.002	0.54
	20:3	1.488	-0.0002	-0.002	0.01	1.501	-0.001	0.14
	20:5	2.555	0.003	-0.038	0.12	2.795	-0.004	0.44
	22:5	3.352	0.026	-0.072	0.62	3.810	0.012	4.37
	22:6	7.842	0.022	-0.048	0.05	8.147	0.013	0.81
	PL	14:0	3.909	-0.023	0.062	0.55	3.515	-0.011
16:0		34.059	-0.198	0.683	5.19	29.709	-0.065	7.08*
16:1		6.684	0.000	-0.038	0.07	6.928	-0.007	0.71
18:0		21.969	-0.136	0.508	11.35*	18.737	-0.038	6.16*
18:1		17.631	-0.046	0.204	0.42	16.329	-0.006	0.09
18:2		2.284	-0.014	0.037	3.32	2.048	-0.007	20.76**
20:3		2.443	0.070	-0.154	1.63	3.420	0.040	23.10**
20:5		0.696	0.024	-0.107	1.93	1.379	0.003	0.30
22:5		0.380	0.058	-0.181	2.69	1.536	0.023	7.94*
22:6		1.592	0.242	-0.915	5.45	7.419	0.064	3.95
TL		14:0	5.538	-0.019	0.040	0.59	5.286	-0.012
	16:0	23.478	-0.019	-0.047	0.11	23.776	-0.028	10.61*
	16:1	10.518	0.032	-0.157	4.65	11.517	0.002	0.09
	18:0	10.340	-0.029	0.057	0.34	9.976	-0.018	8.27*
	18:1	20.956	0.074	-0.210	0.44	22.292	0.033	2.76
	18:2	1.612	-0.001	-0.008	0.10	1.664	-0.003	3.31
	20:3	1.417	0.004	-0.017	0.45	1.526	0.001	0.27
	20:5	2.688	-0.004	-0.005	0.002	2.720	-0.005	0.45
	22:5	4.236	-0.009	0.105	1.99	3.568	0.011	4.45
	22:6	9.363	-0.014	0.147	0.38	8.426	0.015	0.96

$$t = a_0 + a_1 x + a_2 x^2, \quad t = b_0 + b_1 x$$

脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響 脂質含量は脂肪酸含量変動に関与するが、脂肪酸組成率変動に関与しないことを既に述べた。本項では、脂質含量が脂肪酸組成率の変動因子として重要であるか否かを脂質含量に対する組成率の2次および1次回帰係数を求め、それらのF値で確かめた。得られた結果を第49表に示す。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの20:5酸、TLの20:5および22:5酸であった。 $b_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLおよびTLの18:0酸であった。他の脂肪酸組成率の変動と脂質含量との間に有意な

相関は認められなかった。これらから、脂質含量は組成率変動に関する重要因子と判断されなかった。

マサバやマアジのような回遊性多脂魚では、脂肪酸組成率は脂質含量の変動と大きく関連したが、サバフグ肝臓脂質では、脂質含量が大きく、その標準偏差も大であったが、脂質含量は組成率変動の因子と認められなかった。これはおそらく、脂質含量の低域が PL の脂肪酸組成率の影響を受けない高含量(36.9 g/100g肝臓)であったためと推察された。

Table 49. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in liver of puffer

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	0.008	0.816	-0.186	0.59	5.103	-0.012	0.24
	16:0	14.772	0.370	-0.428	0.35	25.485	-0.087	1.48
	16:1	-8.566	0.761	-0.689	5.08	10.274	0.027	0.50
	18:0	20.791	-0.375	0.257	1.07	13.767	-0.101	16.04**
	18:1	-29.297	1.930	-1.646	4.73	15.709	0.176	3.54
	18:2	3.103	-0.057	0.042	0.14	1.967	-0.013	1.37
	20:3	2.237	-0.031	0.029	0.11	1.440	0.0002	0.00
	20:5	23.059	-0.742	0.643	9.31*	5.467	-0.057	3.48
	22:5	4.131	0.001	0.024	0.00	3.481	0.026	0.47
	22:6	30.574	-0.881	0.870	1.42	6.786	0.046	0.36
PL	14:0	-0.827	0.147	-0.150	0.17	3.277	-0.013	0.14
	16:0	96.356	-2.587	0.022	2.20	35.451	-0.213	1.69
	16:1	0.467	0.218	-0.197	0.15	5.850	0.008	0.03
	18:0	52.695	-1.315	1.116	1.41	22.171	-0.125	1.62
	18:1	0.230	0.493	-0.365	0.12	10.220	0.104	1.03
	18:2	3.697	-0.064	0.039	0.08	2.617	-0.022	2.66
	20:3	3.449	0.019	0.082	0.01	1.216	0.106	1.80
	20:5	9.435	-0.267	0.219	0.65	3.454	-0.034	1.57
	22:5	-17.419	0.753	-0.007	1.41	0.445	0.057	0.99
	22:6	-37.898	1.923	-1.751	0.69	9.991	0.057	0.07
TL	14:0	-2.274	0.280	-0.285	1.16	5.521	-0.023	0.74
	16:0	5.063	0.758	-0.819	2.45	27.446	-0.114	3.89
	16:1	-3.291	0.571	-0.525	4.10	11.062	0.011	0.13
	18:0	24.115	-0.495	0.365	1.86	14.139	-0.106	13.84**
	18:1	-32.330	2.066	-0.018	3.49	16.537	0.162	2.10
	18:2	0.851	0.030	-0.035	0.11	1.797	-0.007	0.54
	20:3	3.473	-0.080	0.082	0.94	1.243	0.007	0.61
	20:5	24.906	-0.816	0.711	13.77**	5.476	-0.059	3.50
	22:5	24.138	-0.785	0.755	11.95*	3.496	0.019	0.37
	22:6	42.057	-1.320	1.289	3.13	6.796	0.054	0.43

$$t = a_0 + a_1 z + a_2 z^2, \quad t = b_0 + b_1 z$$

### 小 括

底生魚で、肉部に中性脂質を多く蓄積しない少脂魚の例としてサバフグを選び、肉部脂質の脂肪酸組成率の変動ならびに変動に関する因子の検討を行なった。なお、このような魚種では、肉部脂質を上回る量の脂質を肝臓に蓄積するので、肝臓脂質についても検討を行なった。

### 肉部脂質

脂質含量は 0.79~1.13 g/100g肉, 中性脂質含量は 0.06~0.14 g/100g肉, 極性脂質含量は 0.61~1.00 g/100g肉 に分布し, 少脂魚のパターンを示した。

中性, 極性および全脂質の構成脂肪酸のうち, 平均組成率が5%以上の脂肪酸は, 中性脂質では16:0 (14.2~38.2%), 16:1 (4.1~6.9%), *iso* 16:0 (4.0~14.5%), 18:0 (6.5~14.3%), 18:1 (9.3~20.6%) および22:6酸 (4.7~16.9%) であり, 極性脂質では16:0 (15.1~27.4%), 18:0 (12.7~16.2%), 18:1 (11.0~23.0%), 20:3 (4.0~7.5%) および22:6酸 (14.4~26.5%) であり, 全脂質では, 16:0 (14.2~21.5%), 18:0 (11.2~13.1%), 18:1 (9.1~18.2%), 20:3 (4.4~7.5%) および22:6酸 (17.3~32.5%) であった。

組成率の標準偏差および偏差係数から極性および全脂質の18:0酸を除き, 各脂肪酸の組成率の変動は大きいと判断した。

漁獲時期, 体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰係数を求め, それらの有意性から, 脂肪酸組成率や脂肪酸含量の変動に関与する因子は漁獲時期および脂質含量であると判断した。

漁獲時期に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求め, それらの有意性から, 夏から冬になるに従って, 飽和酸やモノエン酸の組成率に減少傾向, 22:5や22:6酸組成率に増大傾向を認めた。このことはマアジおよびマサバの傾向と類似した。

脂質含量の増大は中性脂質の16:1および*iso* 18:0酸, 極性脂質の16:0酸組成率の増大, 極性脂質の22:5酸組成率の減少をもたらすに過ぎず, 脂質含量は脂肪酸組成率変動の主要因子でないと判断した。このことは回遊魚における傾向と相違した。

サバフグ肉部脂質の脂肪酸組成は極性脂質のそれに強く依存し, 中性脂質のその影響は小さいことが明らかになった。

### 肝臓脂質

脂質含量は 36.9~70.5 g/100g肝臓, 中性脂質含量は 35.1~68.7 g/100g肝臓, 極性脂質含量は 1.0~1.8 g/100g肝臓 に分布した。

中性, 極性および全脂質の構成脂肪酸のうち, 平均組成率が5%以上の脂肪酸は, 中性脂質では16:0 (18.7~25.8%), 16:1 (10.2~13.9%), 18:0 (6.8~10.9%), 18:1 (19.5~32.1%) および22:6酸 (6.3~12.0%), 極性脂質では16:0 (17.3~35.1%), 16:1 (4.5~8.2%), 18:0 (11.5~21.0%), 18:1 (10.9~21.7%), 20:3 (2.1~10.3%) および22:6酸 (2.4~21.9%) であり, 全脂質では16:0 (17.7~25.2%), 16:1 (10.4~12.9%), 18:0 (6.7~10.7%), 18:1 (20.7~33.3%) および22:6酸 (6.3~13.4%) であった。

組成率の標準偏差および偏差係数から, 各脂肪酸組成率の変動は大きいと判断した。

前述の3因子に対する組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰係数を求め, それらの有意性から, 脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の変動に関与する因子は漁獲時期と脂質含量であると判断した。この傾向は肉部脂質の場合と一致した。

漁獲時期の相違は各脂質の多くの脂肪酸に組成率変動をもたらした。すなわち, 夏から冬になるに従って, 中性および全脂質の14:0, 16:0および18:0酸, 極性脂質の16:0, 18:0および18:2酸組成率が減少し, 極性脂質の20:3および22:5酸組成率が増大することを認めた。これら変動は冬に14:0, 16:0および18:0などの飽和酸のとり込みが減少するために起こると判断した。

脂質含量は脂肪酸含量変動に影響したが, 脂肪酸組成率変動にはほとんど関与しなかった。

これらを総合すると, 脂質含量の大きい肝臓の各脂質の脂肪酸組成率変動に関与する因子は多脂魚であるマアジおよびマサバとは異なり, 肉部脂質と多くの点で共通性が認められ, ただ, 脂肪酸含量変動に関与する因子にはマアジおよびマサバなどの多脂魚との共通性を認めた。

## 第6章 カワハギ脂質

底生魚として白身肉のサバフグをとり上げ、その脂肪酸組成率の変動に関与する因子を検討した結果、肉部脂質および肝臓脂質の脂肪酸組成率変動は、マアジやマサバと異なり、漁獲時期にとくに影響され、体長や脂質含量に影響される度合いが小さいことが判明した。

このような傾向がサバフグと同じ底生性白身魚のカワハギにも認められるか否かを検討した。なお、カワハギはサバフグと同様に、肝臓に肉部を上回る量の脂質を含むので肝臓脂質についても検討した。

### 第1節 中性、極性および全脂質の脂肪酸組成 ならびに組成率の標準偏差

#### 実験方法

**試料** 1972年7月から翌年1月にかけて、下関沿岸海域で漁獲されたカワハギ、*Stephanolepis cirrhifer*, 14尾を用い、新鮮時に肉部と肝臓とを採取し、それぞれから脂質を抽出した。

**脂質の抽出と分画** 肉部および肝臓から、FOLCH法<sup>60)</sup>によって全脂質(TL)を抽出し、TLをさらに第1章、第1節に示した方法で中性脂質(NL)と極性脂質(PL)に分画した。

**脂肪酸分析** 第1章、第1節に示した条件でGLCによった。

#### 結果ならびに考察

**脂質含量** 試料魚の肉部および肝臓のTL、NLおよびPL量を第50表に示す。なお、肉部脂質では試料番号10および14、肝臓脂質では試料番号3が欠けている。そのため、肉部脂質の試料数は12、肝臓脂質のそれは13である。

肉部脂質では、TL量は0.66~1.05g/100g肉、NL量は0.04~0.24g/100g肉、PL量は0.57~0.79g/100g肉に分布した。各脂質含量の分布範囲はサバフグのそれと近似した。

一方、肝臓脂質では、TL量は12.58~69.74g/100g肝臓、NL量は9.14~68.70g/100g肝臓、PL量は0.84~3.13g/100g肝臓に分布した。このように、肝臓脂質含量は大きく、その大部分がNLであった。このような肉部脂質含量から、カワハギはサバフグと同様に少脂魚と認められた。

**脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差** 肉部各脂質の構成脂肪酸のうち、主要な脂肪酸12種の組成率ならびにその標準偏差を第51表に示す。平均組成率が5%以上の脂肪酸は、NLでは16:0(11.9~20.3%)、16:1(4.2~8.7%)、18:0(8.4~14.6%)、18:1(6.6~17.5%)、20:5(3.1~13.6%)および22:6酸(4.2~10.2%)であり、PLでは16:0(12.4~18.7%)、18:0(9.4~11.6%)、18:1(11.4~19.2%)、20:3(5.1~12.5%)、20:5(6.8~15.0%)および22:6酸(12.4~20.8%)であり、TLでは16:0(12.1~19.2%)、18:0(8.9~11.3%)、18:1(8.4~19.1%)、20:3(4.7~12.5%)、20:5(7.9~14.2%)および22:6酸(12.2~19.8%)であった。

これらの脂肪酸のうち、TLおよびPLの18:0酸を除き、組成率が大きい脂肪酸の標準偏差は大きかった。また、平均組成率が小さかった脂肪酸も大きい偏差係数を示すことから脂肪酸組成率の変動は大きいと認めた。

NLの*iso* 16:0および*iso* 18:0酸組成率は、サバフグNLのそれらより小さく、5%を越えなかったが、マアジやマサバ脂質に比べ大きかった。

Table 50. The lipid content in muscle and liver of filefish, *Stephanolepis cirrhifer*

Sample No.	Date (1972 -1973)	Body length (cm)	Body weight (g)	Liver weight (g)	Lipid content in muscle			Lipid content in liver		
					Total (g/100g muscle)	Nonpolar	Polar	Total (g/100g liver)	Nonpolar	Polar
1	July 17	17.0	96.9	5.7	0.94	0.11	0.79	44.09	40.27	3.13
2	July 27	18.5	145.5	15.2	0.84	0.24	0.60	61.04	59.24	1.24
3	Aug. 22	19.5	151.5	—	0.90	0.16	0.59	—	—	—
4	Sept. 14	17.0	96.8	6.3	1.05	0.22	0.79	66.29	64.00	1.42
5	Oct. 9	18.7	143.9	11.9	0.79	0.22	0.63	64.03	61.23	1.50
6	Oct. 19	15.5	79.2	1.4	0.78	0.15	0.73	14.11	12.72	1.30
7	Oct. 31	19.5	163.7	8.2	0.74	0.07	0.64	51.70	49.92	1.28
8	Nov. 10	22.7	277.4	36.1	0.74	0.09	0.63	69.74	68.70	0.84
9	Nov. 27	17.0	93.0	1.4	0.67	0.04	0.58	12.58	9.14	2.98
10	Dec. 6	21.0	—	11.6	—	—	—	60.51	58.73	1.35
11	Dec. 16	22.0	218.5	7.3	0.66	0.06	0.57	50.20	48.25	1.69
12	Dec. 23	17.5	104.5	3.1	0.73	0.08	0.61	41.18	38.70	2.30
13	Jan. 9	20.5	164.7	7.7	0.79	0.08	0.65	59.27	57.08	1.91
14	Jan. 22	16.5	—	2.7	—	—	—	40.79	38.06	2.04
$\bar{x}$	—	18.8	144.6	9.1	0.80	0.13	0.65	48.89	46.62	1.75
$\sigma$	—	2.18	58.01	9.13	0.11	0.07	0.08	18.35	18.62	0.67

Table 51. Variation of the fatty acid compositions of lipid in muscle of filefish

Sample No.	Fatty acid (%)											
	14:0	<i>iso</i> 16:0	16:0	16:1	<i>iso</i> 18:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6
1	1.7	3.7	11.9	5.1	4.7	14.6	9.5	1.4	3.3	6.9	3.2	10.2
2	1.8	0.7	17.5	7.1	1.4	9.0	17.5	1.0	3.9	13.6	2.5	8.6
3	1.5	1.3	19.7	7.1	1.8	8.8	13.2	0.9	4.8	11.0	2.7	6.9
4	2.4	2.6	16.3	8.7	1.2	9.2	12.9	1.3	4.2	10.2	2.1	5.6
5	2.8	0.4	12.3	7.6	1.4	8.4	13.7	2.4	2.1	12.9	1.3	6.6
6	2.8	0.8	17.1	8.0	1.8	11.6	12.7	0.7	4.0	10.6	2.6	4.2
7	1.8	3.2	20.3	7.6	7.3	10.7	11.7	1.2	3.1	5.8	2.4	6.8
8	1.7	1.9	16.1	5.1	5.9	10.1	15.0	0.5	3.4	11.5	2.4	8.5
9	2.0	3.0	16.2	4.2	3.7	10.1	6.6	0.6	5.5	7.1	6.1	9.1
11	0.9	3.5	16.3	5.2	7.9	13.1	15.0	1.1	5.2	3.1	2.9	6.9
12	1.4	1.9	16.0	4.9	3.4	12.3	12.8	0.4	5.5	10.1	3.4	5.2
13	1.5	3.5	18.3	6.0	6.7	10.4	17.1	1.0	3.0	4.9	1.5	5.3
$\bar{x}$	1.86	2.21	16.50	6.47	3.93	10.69	13.14	1.04	4.00	8.98	2.76	6.99
$\sigma$	0.57	1.20	2.50	1.47	2.50	1.89	3.02	0.53	1.08	3.33	1.22	1.80
CD	30.45	54.35	15.14	22.80	63.69	17.66	22.99	50.96	27.07	37.08	44.09	25.74
1	0.4	0.6	15.4	2.3	0.6	10.4	13.7	0.8	5.9	11.3	4.4	20.8
2	0.7	0.4	17.8	3.1	0.4	10.2	14.4	0.8	7.1	15.0	2.9	15.1
3	0.5	0.4	18.7	3.0	0.5	10.5	13.9	0.7	7.9	12.1	3.7	14.5
4	0.5	0.9	13.8	2.9	0.7	11.6	13.5	0.8	8.8	10.4	3.8	16.9
5	0.5	0.1	12.4	3.3	0.6	11.2	13.5	2.3	5.1	11.1	2.6	16.5
6	0.6	0.4	16.0	3.1	0.9	11.0	11.7	0.9	9.4	11.8	4.1	13.8
7	0.6	0.3	15.9	3.0	1.0	10.5	13.6	0.6	7.6	10.5	3.3	19.7



Table 51. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	iso 16:0	16:0	16:1	iso 18:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6	
PL	8	0.5	0.6	17.6	2.3	0.8	10.3	16.1	0.5	6.3	13.4	2.7	18.1
	9	0.6	0.6	17.3	2.7	0.7	11.2	11.4	0.7	12.5	10.3	3.3	15.1
	11	0.3	0.7	17.0	2.9	1.0	9.4	18.6	1.1	12.3	6.8	3.1	13.4
	12	0.4	0.8	17.0	3.4	0.5	10.1	12.8	0.3	9.5	12.9	5.5	12.4
	13	0.3	1.0	18.6	2.7	0.8	9.8	19.2	0.4	9.2	8.3	2.3	15.7
	$\bar{t}$	0.49	0.57	16.46	2.89	0.71	10.52	14.73	0.83	8.47	11.16	3.48	16.00
	$\sigma$	0.12	0.26	1.89	0.34	0.20	0.64	2.44	0.51	2.32	2.20	0.89	2.54
CD	25.31	45.71	11.47	11.94	27.82	6.04	16.97	61.89	27.37	19.68	25.68	15.85	
TL	1	0.4	0.7	13.0	2.0	0.6	9.9	11.4	0.6	6.1	11.0	5.2	19.8
	2	1.0	0.7	16.3	4.4	0.6	8.9	14.7	0.8	6.3	14.2	3.2	14.8
	3	0.9	0.8	19.2	3.8	0.6	9.4	13.6	0.7	7.6	12.1	3.5	13.5
	4	1.1	1.5	13.8	4.1	1.0	11.3	13.5	1.1	7.2	10.0	3.5	13.2
	5	0.9	0.6	12.1	3.5	0.7	10.9	13.9	1.8	4.7	12.4	2.7	15.8
	6	0.7	0.4	17.0	3.2	1.0	10.3	12.0	0.6	8.8	12.0	4.1	14.3
	7	0.7	0.5	16.8	2.8	0.8	10.1	12.0	0.9	7.9	10.7	3.6	18.7
	8	0.6	0.8	16.9	2.8	1.1	10.4	15.8	0.5	6.2	13.5	2.3	17.3
	9	0.6	0.6	14.3	2.4	0.6	9.2	8.4	0.5	12.0	10.3	4.9	19.2
	11	0.4	0.9	14.9	2.7	0.8	9.2	18.7	0.9	12.5	7.9	3.6	14.8
	12	0.4	0.9	16.4	3.6	0.5	10.1	13.0	0.4	9.3	12.9	5.4	12.2
	13	0.5	1.1	16.4	2.6	1.0	10.2	19.1	0.5	9.4	8.5	2.0	15.4
	$\bar{t}$	0.68	0.79	15.59	3.16	0.78	9.99	13.84	0.78	8.17	11.29	3.67	15.75
$\sigma$	0.24	0.29	2.01	0.73	0.21	0.72	3.00	0.38	2.37	1.92	1.08	2.48	
CD	35.93	37.18	12.87	23.08	26.29	7.19	21.68	49.24	28.98	17.04	29.56	15.74	

## 第2節 漁獲時期、体長および脂質含量に 対する脂肪酸組成率の偏回帰

前節で述べたように、肉部脂質の脂肪酸組成率の変動は大きい。本節ではこれらの変動が漁獲時期、体長および脂質含量のいずれと関連しているかを、これら3因子に対する脂肪酸組成率の偏回帰係数を求め、それらの有意性から検討した。

### 実験方法

漁獲時期 ( $x$ )、体長 ( $y$ ) および脂質含量 ( $z$ ) に対する脂肪酸組成率 ( $t$ ) の偏回帰式  $t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$  の各係数ならびにそれらの  $F$  値を求めた<sup>64)</sup>。なお、7月17日を1として、漁獲時期を数値化した。本章で体長とは全長をいう。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第52表に示す。 $a_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの22:6酸、PLのiso 16:0酸およびTLのiso 16:0酸であった。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はPLの18:1酸、TLの18:1および22:5酸であった。 $a_3$ が有意とみなせた脂肪酸はPLのiso 16:0酸、TLのiso 16:0および18:0酸であった。

このように、偏回帰係数  $a_i$  が有意とみなせた脂肪酸の数から論じると、組成率変動にとくに関与する因子はなかった。

Table 52. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in muscle of filefish

	F.A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	4.407	-0.0004	-0.147	0.324	0.008	3.43	0.03
	iso16:0	- 3.406	0.010	0.089	3.503	1.13	0.21	0.51
	16:0	10.120	0.009	0.217	1.680	0.17	0.26	0.02
	16:1	- 0.030	0.004	-0.036	8.338	0.16	0.03	2.32
	iso18:0	- 5.333	0.015	0.573	- 3.459	0.62	3.74	0.21
	18:0	16.514	0.0008	-0.157	- 3.698	0.002	0.23	0.20
	18:1	-11.453	0.007	0.860	9.535	0.11	4.18	0.80
	10:2	0.070	-0.002	0.028	0.856	0.27	0.11	0.15
	20:3	7.973	0.003	-0.148	- 2.045	0.14	0.65	0.21
	20:5	16.417	-0.029	-0.159	- 1.613	1.30	0.10	0.02
	22:5	14.197	-0.004	-0.276	- 7.227	0.24	2.62	2.82
	22:6	14.330	-0.030	0.201	- 9.689	6.03*	0.67	2.43
PL	14:0	1.586	-0.002	-0.020	- 0.667	4.38	1.53	2.68
	iso16:0	- 1.714	0.005	0.008	0.020	9.50*	0.06	6.91*
	16:0	14.860	-0.001	0.264	- 4.007	0.01	0.77	0.28
	16:1	4.445	0.001	-0.066	- 0.503	0.10	1.41	0.13
	iso18:0	0.379	0.001	0.013	- 0.095	1.03	0.19	0.02
	18:0	12.404	0.0005	0.164	1.418	0.01	3.88	0.45
	18:1	-11.493	0.015	0.921	8.518	1.97	16.92**	2.26
	18:2	2.288	-0.004	-0.005	- 1.220	0.67	0.003	0.31
	20:3	14.922	0.023	0.333	- 3.395	2.22	1.15	0.19
	20:5	21.235	-0.027	-0.110	- 6.248	2.96	0.12	0.60
	22:5	7.614	0.002	-0.254	0.483	0.12	4.02	0.02
	22:6	8.473	-0.017	0.321	4.167	0.76	0.68	0.18
TL	14:0	0.152	-0.001	0.002	0.789	0.49	0.002	0.81
	iso16:0	- 3.090	0.005	0.042	3.232	14.56**	3.06	28.40**
	16:0	12.624	-0.0008	0.220	- 1.332	0.002	0.41	0.02
	16:1	1.770	-0.001	-0.007	2.057	0.04	0.003	0.48
	iso18:0	- 0.949	0.002	0.031	1.125	2.14	1.07	2.22
	18:0	4.796	0.009	-0.027	5.807	4.16	0.08	5.98*
	18:1	-18.369	0.021	1.055	12.515	1.89	11.37*	2.50
	18:2	0.239	-0.001	0.021	0.364	0.17	0.10	0.05
	20:3	15.029	0.022	-0.243	- 5.836	2.13	0.66	0.60
	20:5	21.520	-0.025	-0.066	7.791	3.13	0.05	1.18
	22:5	14.028	-0.003	-0.368	- 3.872	0.21	7.46*	1.29
	22:6	27.501	-0.023	0.047	-12.538	1.42	0.01	1.57

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z$$

$F_i$  : SNEDECOR'S  $F$  for  $a_i$  with 1 and 7 degrees of freedom

\* : Significant at 0.05 level

\*\* : Significant at 0.01 level

Season ( $x$ ) : The number of the days counted from July 17

### 第3節 漁獲時期、体長および脂質含量に

#### 対する脂肪酸含量の偏回帰

#### 実験方法

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量( $T$ )の偏回帰式  $T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z$  の各係数およびそれらの $F$ 値を求め、有意性を検討した。

#### 結果ならびに考察

偏回帰係数およびそれらの $F$ 値を第53表に示す。 $A_1$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの22:5および22:6酸, PLの*iso* 16:0酸, TLの*iso* 16:0および*iso* 18:0酸であった。 $A_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの*iso* 18:0酸, PLの16:1および22:5酸, TLの18:1および22:5酸であった。 $A_3$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの*iso* 16:0酸, PLの*iso* 16:0, 18:0および18:1酸, TLの*iso* 16:0, *iso* 18:0, 18:0および18:1酸であった。

偏回帰係数が有意とみなせた脂肪酸の数から論じると、脂肪酸含量変動との関連が比較的大きいとみなされる因子は脂質含量であり、他の2因子も僅少なから影響することが判明した。

脂肪酸組成率および脂肪酸含量に対する3因子の関与の程度からカワハギ肉部脂質では、サバフグの場合と異なり、影響がとくに大きい因子を判定することができなかった。そのため、それぞれの因子に対する各脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求めてその有意性を検討する必要がある。

Table 53. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in muscle of filefish

	F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	0.003	-0.0007	-0.0002	0.005	0.28	0.51	0.66
	<i>iso</i> 16:0	-0.011	0.001	0.0001	0.014	2.85	0.36	18.66**
	16:0	-0.005	-0.008	0.0001	0.039	1.13	0.01	1.13
	16:1	-0.006	-0.002	-0.0002	0.026	0.36	0.08	1.77
	<i>iso</i> 18:0	-0.008	-0.0001	0.0004	0.002	0.01	6.66*	0.20
	18:0	0.010	-0.004	-0.0004	0.018	2.23	0.37	1.41
	18:1	-0.004	-0.008	0.0005	0.025	1.14	0.11	0.41
	18:2	-0.0004	-0.0007	0.00001	0.003	0.41	0.00	0.34
	20:3	-0.0001	-0.001	-0.0001	0.010	0.72	0.10	1.63
	20:5	0.017	-0.009	-0.0001	0.011	1.83	0.01	0.10
	22:5	0.007	-0.002	-0.0002	0.0009	5.95*	1.25	0.07
	22:6	0.008	-0.008	0.0004	0.003	8.25*	0.47	0.04
	PL	14:0	0.009	-0.0008	-0.020	-0.002	2.70	3.12
<i>iso</i> 16:0		-0.014	0.003	-0.0006	0.018	10.55*	0.001	11.72*
16:0		0.063	0.004	-0.010	0.052	0.18	0.004	1.13
16:1		0.021	0.002	-0.080	0.012	1.34	6.40*	2.46
<i>iso</i> 18:0		0.001	0.001	-0.002	0.003	1.08	0.01	0.28
18:0		0.051	0.004	-0.200	0.069	0.70	4.76	7.07*
18:1		-0.106	0.010	0.400	0.129	2.43	4.85	7.12*
18:2		0.013	-0.002	-0.010	-0.004	0.53	0.07	0.07
20:3	0.069	0.020	-0.300	0.028	4.17	2.90	0.39	

Table 53. (Cont'd)

F.A.	$A_0$	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
20:5	0.113	-0.010	-0.200	0.014	2.01	0.98	0.08
22:5	0.042	0.002	-0.200	0.021	0.23	5.46*	0.96
22:6	0.015	-0.007	0.030	0.115	0.14	0.01	1.54
14:0	-0.007	-0.0006	0.00004	0.016	0.14	0.007	3.99
iso16:0	-0.034	0.004	0.0003	0.038	14.22**	1.75	46.00**
16:0	-0.014	-0.002	0.002	0.131	0.02	0.43	3.20
16:1	-0.016	-0.0003	-0.00002	0.053	0.002	0.00	4.02
TL iso18:0	-0.047	0.009	-0.0003	0.154	5.51*	0.15	63.51**
18:0	-0.014	0.002	0.0002	0.018	3.07	0.72	9.02*
18:1	-0.234	0.020	0.008	0.229	2.41	11.27**	16.08**
18:2	-0.005	-0.0007	0.0001	0.013	0.07	0.06	0.90
20:3	0.047	0.020	-0.002	0.039	2.80	0.73	0.55
20:5	0.091	-0.020	-0.0003	0.036	4.29	0.02	0.47
22:5	0.079	-0.003	-0.003	0.007	0.36	6.24*	0.06
22:6	0.104	-0.020	0.0004	0.046	1.68	0.02	0.32

The constant and coefficient are defined as follows:

$$T = A_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 z$$

The other mark and symbol are defined in the note of Table 52.

#### 第4節 脂肪酸組成率の漁獲時期的変動

##### 実験方法

漁獲時期に対する脂肪酸組成率の2次回帰式  $t = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1 x$  の各係数ならびに最高次係数のF値を求めた。

##### 結果ならびに考察

得られた結果を第54表に示す。 $a_2$ が有意とみなせた脂肪酸はNLの14:0酸およびPLの18:0酸のみであり、 $b_1$ が有意とみなせた脂肪酸はTLおよびPLの20:3酸のみであった。NLのiso 18:0および20:5酸、PLの14:0、iso 16:0、iso 18:0、20:5および22:6酸、TLの14:0および20:5酸におけるF値は、比較的大きい値を示したが、有意水準に達しなかった。

これらから、カワハギでは脂肪酸組成率変動に漁獲時期がサバフグの場合ほど大きく関与しないことが判明した。また、組成率に時期的変動が認められた脂肪酸の平均組成率は18:0酸を除き小さかった。

#### 第5節 脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

脂質含量の相違が各脂肪酸組成率にどのように影響するかを脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求め、その有意性から検討した。

Table 54. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ) in muscle of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	1.266	0.022	-0.118	6.22*	2.161	-0.003	0.85
	<i>iso</i> 16:0	2.793	-0.029	0.172	2.21	1.490	0.006	1.09
	16:0	14.755	0.029	-0.096	0.12	15.482	0.009	0.48
	16:1	5.874	0.032	-0.192	1.73	7.326	-0.008	1.03
	<i>iso</i> 18:0	3.068	-0.025	0.235	1.10	1.295	0.024	4.39
	18:0	12.592	-0.057	0.296	2.47	10.262	0.004	0.14
	18:1	14.516	-0.046	0.243	0.53	12.680	0.004	0.06
	18:2	1.176	0.003	-0.027	0.23	1.381	-0.003	1.26
	20:3	3.825	-0.004	0.040	0.11	3.523	0.004	0.56
	20:5	9.136	0.053	-0.394	1.72	12.116	-0.028	3.24
	22:5	2.646	-0.002	0.019	0.02	2.501	0.002	0.12
	22:6	2.646	-0.002	0.019	0.02	2.501	0.002	0.12
PL	14:0	0.443	0.003	-0.021	4.17	0.602	-0.001	2.76
	<i>iso</i> 16:0	0.703	-0.008	0.046	4.41	0.355	0.002	2.21
	16:0	17.886	-0.055	0.301	2.72	15.610	0.008	0.59
	16:1	2.605	0.006	-0.028	0.53	2.814	0.001	0.14
	<i>iso</i> 18:0	0.347	0.006	-0.022	1.52	0.512	0.002	3.72
	18:0	9.854	0.026	-0.141	8.25*	10.921	-0.649	1.25
	18:1	15.563	-0.064	0.387	3.04	12.635	0.016	1.61
	18:2	0.533	-0.012	-0.066	1.60	1.034	-0.002	0.48
	20:3	6.374	0.010	0.063	0.09	5.900	0.023	5.10*
	20:5	12.770	-0.004	-0.076	0.13	13.34	-0.020	3.78
	22:5	3.906	-0.008	0.031	0.09	3.675	-0.002	0.14
	22:6	17.720	-0.010	-0.041	0.02	18.030	-0.018	2.13
TL	14:0	0.639	0.006	-0.040	4.46	0.935	-0.002	4.09
	<i>iso</i> 16:0	0.913	-0.004	0.024	0.57	0.730	0.0006	0.12
	16:0	15.100	0.006	-0.008	0.00	15.161	0.004	0.13
	16:1	3.200	0.007	-0.056	0.54	3.620	-0.004	1.24
	<i>iso</i> 18:0	0.488	0.006	-0.023	1.24	0.665	0.001	0.86
	18:0	9.079	0.023	-0.106	2.09	9.880	0.001	0.07
	18:1	14.580	-0.056	0.355	1.42	11.899	0.018	1.30
	18:2	0.506	0.011	-0.058	2.41	0.948	-0.002	0.59
	20:3	6.226	-0.001	0.132	0.43	5.232	0.026	7.30*
	20:5	11.893	0.014	-0.137	0.52	12.930	-0.015	2.49
	22:5	4.345	-0.014	0.054	0.20	3.937	-0.002	0.17
	22:6	16.433	-0.008	0.014	0.003	16.324	-0.005	0.15

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad t = b_0 + b_1x$$

$F_i$  : SNEDECOR'S  $F$  of the  $i$ -th order regression coefficient with 1 and  $n-i-1$  degrees of freedom

Sample number ( $n$ ) : 12

### 実験方法

$z$  に対する  $t$  の 2 次回帰式  $t = a_0 + a_1z + a_2z^2$  および 1 次回帰式  $t = b_0 + b_1z$  の各係数ならびに  $a_2$  と  $b_1$  の  $F$  値を求めた。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第 55 表に示す。 $a_2$  が有意とみなされた脂肪酸は TL および PL の 20:3 酸のみであった。標本回帰式において、組成率に極値を与える脂質含量はそれぞれ 0.91 g/100 g 肉 と 0.89 g/100 g 肉 であり、ともに高脂質含量域に属した。そのため、TL および PL では 20:3 酸組成率は脂質含量の増大にともなって減少するとみなした。一方、 $b_1$  が有意とみなされた脂肪酸はなかった。これらから、カワハギ脂質の脂肪酸組成率は、サバフグ脂質と同様に脂質含量の影響をほとんど受けないか、受けてもその影響は小さいと判断した。

Table 55. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in muscle of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	-3.115	10.600	-5.386	0.18	0.671	1.479	0.97
	iso 16:0	32.727	-72.761	42.493	2.96	2.850	-0.800	0.06
	16:0	9.578	19.442	-13.234	0.05	18.882	-2.969	0.19
	iso 16:1	-13.660	41.919	-20.602	0.52	0.825	7.030	4.18
	iso 18:0	33.835	-61.190	29.278	0.35	13.249	-11.609	3.87
	18:0	27.123	-36.879	20.071	0.21	13.010	-2.890	0.31
	18:1	-42.428	132.780	-77.734	1.35	12.227	1.140	0.02
	18:2	-2.987	8.333	-4.054	0.12	-0.137	1.469	1.10
	20:3	34.129	-70.471	40.286	3.65	5.804	-2.248	0.59
	20:5	-67.209	174.359	-97.177	2.10	1.116	9.793	1.27
	22:5	30.816	-64.020	35.552	2.14	5.819	-3.814	1.46
	22:6	8.245	-3.258	2.000	0.002	6.889	0.128	0.00
	PL	14:0	-0.784	3.005	-1.732	0.36	0.434	0.072
iso 16:0		6.482	-14.528	8.757	2.63	0.325	0.301	0.18
16:0		0.727	42.886	-28.486	0.47	20.755	-5.354	1.17
16:1		0.858	5.230	-3.298	0.17	3.177	-0.355	0.14
iso 18:0		4.645	-8.815	4.783	1.45	1.283	-0.716	2.05
18:0		15.032	-13.107	9.152	0.47	8.598	2.391	2.26
18:1		17.997	-5.497	1.191	0.00	17.159	-3.480	0.27
18:2		-1.073	4.491	-2.601	0.05	0.756	0.086	0.003
20:3		88.951	-185.159	103.830	8.98*	15.945	-9.319	2.66
20:5		-47.719	137.895	-78.950	3.28	7.791	4.196	0.50
22:5		7.665	-11.455	7.627	0.13	2.302	1.462	0.36
22:6	-2.181	36.358	-16.765	0.09	9.606	7.968	1.47	
TL	14:0	-0.787	2.415	-0.713	0.02	-0.286	1.208	4.65
	iso 16:0	7.266	-16.818	10.705	4.89	-0.260	1.311	3.49
	16:0	-19.223	86.242	-52.438	1.43	17.647	-2.561	0.22
	16:1	-2.659	11.638	-5.371	0.12	1.117	2.543	1.88
	iso 18:0	2.100	-3.311	2.034	0.18	0.670	0.131	0.05
	18:0	11.663	-6.438	5.328	0.12	7.917	2.585	2.02

Table 55. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
TL	18:1	3.549	27.104	-17.469	0.06	15.832	-2.430	0.09
	18:2	0.955	-1.086	1.053	0.01	0.215	0.698	0.45
	20:3	81.716	-166.026	90.998	6.88*	17.735	-11.923	4.91
	20:5	-43.514	130.500	-76.109	4.06	9.998	1.612	0.09
	22:5	17.784	-33.800	19.831	0.63	3.841	-0.217	0.005
	22:6	17.240	0.582	-2.984	0.003	14.338	-4.471	0.44

$$t = a_0 + a_1 z + a_2 z^2, \quad t = b_0 + b_1 z$$

## 第6節 体長が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

### 実験方法

体長に対する脂肪酸組成率の2次回帰式  $t = a_0 + a_1 y + a_2 y^2$  および1次回帰式  $t = b_0 + b_1 y$  の各係数ならびに  $a_2$  と  $b_1$  の  $F$  値を求めた。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第56表に示す。 $a_2$ が有意とみなされた脂肪酸はTLのiso 18:0酸のみであった。 $b_1$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの14:0およびiso 18:0酸, PLの18:0, 18:1および22:5酸, TLの18:1および22:5酸であった。すなわち, 成長にともない, NLの14:0酸, PLの18:0酸およびPLとTLの22:5酸の組成率が減少し, NLのiso 18:0酸およびPLとTLの18:1酸の組成率が増大した。

第4から6節までの結果から, カワハギ内部脂質の脂肪酸組成率変動に關与する因子は体長であると判断した。しかし, 体長変動と22:6酸組成率変動とは関連しなかった。

Table 56. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the body length ( $y$ ) in muscle of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	11.594	-0.872	0.019	0.34	4.807	-0.157	5.65*
	iso 16:0	-0.070	0.125	-0.0002	0.00	0.010	0.117	0.47
	16:0	-21.491	3.743	-0.090	0.28	11.513	0.265	0.56
	16:1	-13.597	2.266	-0.063	0.39	9.389	-0.156	0.55
	iso 18:0	13.617	-1.752	0.065	0.23	-10.099	0.747	7.21*
	18:0	66.381	-5.791	0.149	1.42	12.163	-0.078	0.08
	18:1	-19.695	2.736	-0.052	0.08	-0.753	0.740	3.93
	18:2	-16.454	1.852	-0.048	1.99	1.209	-0.009	0.01
	20:3	19.270	-1.537	0.038	0.25	5.380	-0.073	0.22
	20:5	7.295	0.563	-0.025	0.01	16.379	-0.394	0.71
	22:5	19.984	-1.643	0.038	0.22	6.059	-0.176	1.09
	22:6	-8.591	1.535	-0.037	0.08	4.906	0.113	0.17
PL	14:0	0.557	0.015	-0.001	0.01	0.917	-0.023	1.86
	iso 16:0	3.874	-0.351	0.009	0.27	0.344	0.012	0.10

Table 56. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
PL	16:0	14.130	-0.076	0.011	0.01	10.287	0.329	1.66
	16:1	-6.306	1.017	-0.028	1.65	3.804	-0.049	1.03
	iso18:0	7.434	-0.737	0.020	2.92	0.174	0.028	1.08
	18:0	15.660	-0.359	0.004	0.02	14.024	-0.187	6.84*
	18:1	-5.483	1.208	-0.008	0.01	-2.585	0.902	18.09**
	18:2	-4.286	0.553	-0.015	0.17	1.096	-0.014	0.04
	20:3	51.640	-4.495	0.116	0.52	9.504	-0.055	0.03
	20:5	11.835	0.170	-0.011	0.005	15.785	-0.246	0.63
	22:5	15.747	-1.055	0.021	0.17	8.035	-0.243	5.31*
	22:6	-4.950	2.124	-0.053	0.09	14.395	0.085	1.05
TL	14:0	-4.386	0.558	-0.015	0.87	1.146	-0.025	0.50
	iso16:0	-2.166	0.290	-0.007	0.12	0.378	0.022	0.27
	16:0	19.758	-0.672	0.024	0.03	11.129	0.238	0.71
	16:1	-12.498	1.706	-0.046	0.88	4.240	-0.058	0.30
	iso18:0	9.472	-0.945	0.025	5.26*	0.221	0.029	1.08
	18:0	19.261	-0.927	0.023	0.21	10.940	-0.051	0.24
	18:1	-1.796	0.656	0.009	0.004	-5.182	1.013	11.53**
	18:2	-9.405	1.071	-0.028	1.16	0.748	0.001	0.00
	20:3	46.175	-4.073	0.108	0.43	6.854	0.070	0.04
	20:5	13.402	-0.078	-0.002	0.00	14.056	-0.147	0.28
	22:5	14.962	-0.875	0.014	0.06	9.720	-0.322	7.11*
	22:6	20.962	-0.619	0.018	0.01	14.417	0.071	0.04

$$t = a_0 + a_1 y + a_2 y^2, \quad t = b_0 + b_1 y$$

## 第7節 全脂質脂肪酸組成への中性および

### 極性脂質脂肪酸組成の関与

脂質含量の大きいマアジ肉部やサバフグ肝臓では、TL 脂肪酸組成率は NL のそれと関連が大きく、サバフグ肉部脂質のように脂質含量が小さい場合、TL 脂肪酸組成は PL のそれと関連が大きいことを述べた。カワハギ肉部脂質含量は平均 0.80 g/100 g 肉で、サバフグと同様に少脂魚に属する。そこで、TL 脂肪酸組成率が PL のそれに依存するかどうかを検討した。

### 実験方法

第5章、第6節に述べた方法に準じた。

### 結果ならびに考察

得られた1次回帰係数、 $F$  値および  $t$  検定結果を第57表に示す。

**NL と TL の比較**  $a_1$  が有意とみなせた脂肪酸は 16:0、18:1、18:2、20:3、20:5、22:5 および 22:6 酸であった。このうち、標本回帰式と期待式  $l_N = l_T$  との差が有意とみなされなかった脂肪酸は 16:0 および 18:1 のみであった。他の脂肪酸について、TL と NL とでは似た変動の傾向を示すが、脂肪酸組成率が同じとは認められなかった。



PLとTLの比較  $a_1$ が有意とみなされた脂肪酸は18:0酸を除く11種の脂肪酸であった。このうち、標本回帰式と  $t_P = t_T$  との差が有意とみなされなかった脂肪酸は iso 18:0, 18:2, 20:3, 20:5, 22:5 および 22:6 酸であった。16:0酸について、 $a_0$ と0の間に有意差が認められたが、式全体として両式間の差が有意とみなされなかった。これらから、カワハギ肉部脂質の脂肪酸組成率はPLのそれと類似し、NLのそれとは類似しないことが判明した。

Table 57. The estimation of the linear regression of the fatty acid composition ( $t_i$ ) of the nonpolar and polar lipids on that ( $t_T$ ) of the total one in muscle of filefish, and the comparison with expectant equation,  $t_i = t_T$

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$F_1$	$t_0$	$t_1$	$F_e$
NL	14:0	0.96	1.31	4.71	8.30**	0.52	34.67**
	iso 16:0	1.18	1.30	1.11	4.11**	0.24	8.47**
	16:0	0.40	1.03	21.96**	2.15	0.15	2.32
	16:1	2.34	1.15	4.77	9.00**	0.28	40.58**
	iso 18:0	1.51	3.05	0.66	4.30**	0.55	9.41**
	18:0	15.47	-0.48	0.34	1.25	-1.81	2.41
	18:1	1.19	0.86	27.91**	-1.49	-0.83	1.46
	18:2	0.07	1.25	45.22**	3.89**	1.36	8.50**
	20:3	1.30	0.33	11.00**	-18.42**	-6.70**	192.03**
	20:5	-8.24	1.54	34.33**	-4.87**	2.03	13.94**
	22:5	-0.10	0.78	9.37*	-3.43**	-0.86	6.26*
	22:6	-1.24	0.52	10.77**	-23.17**	-3.00*	272.99**
PL	14:0	0.27	0.32	6.41*	-6.54**	-5.45**	36.23**
	iso 16:0	0.03	0.68	14.38**	-4.45**	-1.77	15.50**
	16:0	5.33	0.71	13.57**	2.33*	-1.48	3.80
	16:1	1.91	0.31	7.56*	-3.38**	-6.11**	24.38**
	iso 18:0	0.23	0.61	6.72*	-1.44	-1.65	2.40
	18:0	5.91	0.46	3.72	3.20***	-2.26*	7.66**
	18:1	3.86	0.76	68.23**	1.99	-2.63*	5.42*
	18:2	-0.11	1.20	41.38**	0.73	1.07	0.84
	20:3	0.68	0.95	180.39**	1.87	-0.66	1.96
	20:5	-1.33	1.11	153.40**	-0.81	1.19	1.04
	22:5	0.91	0.70	26.10**	-1.35	-2.18	3.28
	22:6	4.12	0.75	11.94**	0.48	-1.12	0.75

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t_i = a_0 + a_1 t_T$$

$F_1$  : SNEDECOR'S  $F$  of the linear regression coefficient with 1 and 8 degrees of freedom

$t_0$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $a_0$  and 0, with  $n_{2,c}$  degrees of freedom

$t_1$  : STUDENT'S  $t$  of the comparison between  $a_1$  and 1, with  $n_{2,c}$  degrees of freedom

$F_e$  : SNEDECOR'S  $F$  of the comparison between the estimated linear regression equation and the expectant one, with 2 and  $n_{2,c}$  degrees of freedom

第8節 肝臓脂質脂肪酸組成率の変動ならびに  
それに関する因子

肉部脂質との比較のため、肝臓脂質についても同様な検討を行なった。

脂肪酸組成および組成率の変動 TL, NL および PL の構成脂肪酸のうち、主要な脂肪酸 12 種の組成率ならびにその標準偏差を第 58 表に示す。平均組成率が 5% 以上の脂肪酸は、NL では 16:0 (11.4~22.3%), 16:1 (5.5~14.0%), 18:0 (6.2~11.1%), 18:1 (8.3~23.3%), 20:5 (3.1~20.0%) および 22:6 酸 (1.3~9.5%), PL では 16:0 (16.5~24.8%), 18:0 (9.4~13.5%), 18:1 (5.6~14.7%), 20:3 (3.9~13.4%), 20:5 (7.9~17.5%) および 22:6 酸 (6.9~15.9%), TL では 16:0 (11.2~25.2%), 16:1 (4.6~14.2%), 18:0 (5.7~9.2%), 18:1 (8.1~21.7%), 20:5 (2.7~16.3%) および 22:6 酸 (1.6~9.0%) であった。これらの脂肪酸のうち、18:0 酸組成率の標準偏差および偏差係数は小さかったが、他の脂肪酸の組成率変動は大きいと認められた。

Table 58. Variation of the fatty acid compositions of lipid in liver of filefish

Sample No.	Fatty acid (%)												
	14:0	<i>iso</i> 16:0	16:0	16:1	<i>iso</i> 18:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6	
NL	1	1.9	1.8	13.8	9.4	1.3	8.5	14.7	1.2	2.1	11.2	2.0	5.5
	2	2.2	0.2	18.7	8.6	0.7	8.4	19.3	0.7	3.7	11.2	2.1	5.5
	4	2.7	2.5	15.1	8.6	1.4	9.4	14.6	1.4	2.5	9.2	2.2	3.9
	5	3.1	0.2	11.4	6.1	1.4	6.5	12.9	1.1	2.6	20.0	1.8	9.5
	6	2.8	0.9	20.1	9.4	1.3	11.1	12.6	0.7	4.3	8.0	2.8	4.3
	7	1.5	0.4	18.8	8.6	1.1	8.7	15.5	1.4	3.0	11.3	3.0	9.3
	8	2.1	0.9	16.6	9.5	1.3	8.2	21.5	0.6	1.6	13.1	1.8	4.9
	9	2.6	0.8	17.7	7.5	0.8	9.2	8.3	0.7	3.3	8.9	3.1	4.1
	10	1.8	0.9	17.7	9.7	0.9	7.5	14.9	0.8	3.5	9.6	3.4	4.2
	11	2.2	1.8	22.3	14.0	0.5	6.2	19.3	1.5	1.9	3.1	2.7	1.3
	12	2.1	0.6	16.2	9.8	0.5	9.5	15.2	0.9	3.9	9.8	2.6	3.4
	13	1.9	0.7	21.7	5.5	0.9	7.9	23.3	0.5	2.7	7.3	2.4	5.4
	14	2.0	0.6	20.5	8.4	1.1	9.2	16.7	1.2	2.5	7.0	1.7	5.8
	$\bar{x}$	2.22	0.95	17.69	8.85	1.02	8.48	16.06	0.98	2.98	9.98	2.43	5.16
$\sigma$	0.45	0.68	3.14	2.04	0.32	1.30	4.00	0.34	0.81	3.92	0.55	2.22	
CD	20.38	72.28	17.76	23.09	31.37	15.34	24.90	34.75	28.07	39.26	22.62	43.00	
PL	1	1.5	1.7	19.2	6.7	1.2	11.7	13.1	1.1	3.9	9.9	1.5	7.2
	2	1.4	0.3	23.3	5.8	0.6	13.5	14.7	0.7	6.7	11.0	2.5	6.9
	4	2.0	2.3	22.0	5.4	0.8	10.2	7.7	1.0	7.2	12.2	2.7	10.3
	5	1.8	0.2	18.0	5.9	0.9	10.5	10.6	1.9	4.0	12.0	1.7	10.9
	6	0.7	0.4	16.5	2.9	1.1	11.2	11.2	0.6	9.3	11.6	4.4	14.0
	7	0.6	0.3	19.8	3.4	0.8	11.7	10.9	1.4	8.2	12.2	2.6	15.9
	8	0.8	0.5	17.8	3.2	0.9	13.5	11.5	0.6	8.0	17.5	1.1	12.7
	9	0.7	0.6	23.4	2.6	1.0	12.6	5.6	0.8	10.0	10.7	3.6	11.7
	10	0.8	0.7	22.6	3.3	0.8	10.8	9.8	0.6	11.0	10.5	3.1	11.8
	11	0.8	0.8	22.5	4.6	0.4	11.5	9.3	0.9	10.1	7.9	5.6	12.6
	12	0.6	0.6	18.2	3.6	0.6	13.3	7.9	0.7	13.4	12.0	4.0	10.2
	13	1.3	0.7	24.8	6.8	0.8	9.7	14.6	0.4	6.4	9.2	1.4	7.8
	14	0.7	0.4	21.3	4.4	0.7	9.4	8.8	0.8	9.0	11.9	1.9	14.6

Table 58. (Cont'd)

Sample No.	Fatty acid (%)													
	14:0	iso 16:0	16:0	16:1	iso 18:0	18:0	18:1	18:2	20:3	20:5	22:5	22:6		
PL	$\bar{t}$	1.05	0.73	20.72	4.50	0.82	11.51	10.44	0.88	8.25	11.43	2.78	11.28	
	$\sigma$	0.48	0.60	2.62	1.46	0.22	1.40	2.68	0.40	2.68	2.24	1.33	2.80	
	CD	45.94	82.56	12.65	32.38	26.24	12.15	25.68	45.18	32.50	19.94	47.94	24.84	
TL	1	1.6	1.5	13.0	7.4	0.9	7.6	11.6	0.9	2.6	10.5	4.1	8.2	
	2	1.9	0.3	19.8	8.8	0.8	8.1	18.9	0.9	3.0	11.0	2.4	5.5	
	4	2.4	2.7	16.9	9.4	1.3	9.2	14.7	1.2	2.9	9.8	1.8	4.1	
	5	2.9	0.3	11.2	6.8	1.5	7.7	14.2	1.9	2.0	16.3	1.3	7.1	
	6	3.3	0.9	21.6	9.7	1.0	8.8	11.5	0.8	3.9	11.4	2.7	3.6	
	7	1.5	0.4	20.2	4.6	1.3	8.9	15.9	1.8	2.9	10.9	3.4	9.0	
	8	1.9	0.9	15.4	8.7	1.2	8.4	19.5	0.6	2.0	14.4	2.1	5.6	
	9	1.9	0.8	20.3	7.3	0.7	8.4	8.1	0.7	3.8	8.4	3.8	5.7	
	10	1.6	0.9	17.5	11.8	0.8	6.8	15.3	0.8	3.1	10.1	3.3	4.9	
	11	2.1	1.9	25.2	14.2	0.2	5.7	17.5	1.2	2.1	2.7	2.5	1.6	
	12	1.9	0.6	14.3	8.2	0.6	8.1	14.3	1.0	4.8	11.9	4.6	3.7	
	13	1.7	0.6	20.2	10.2	0.7	7.6	21.7	0.5	2.9	6.7	2.3	5.0	
	14	1.8	0.5	17.5	7.8	1.0	8.8	16.2	1.1	3.1	7.7	1.8	6.5	
		$\bar{t}$	2.04	0.95	17.93	8.84	0.92	8.01	15.34	1.03	3.01	10.14	2.78	5.42
		$\sigma$	0.53	0.70	3.83	2.39	0.35	0.96	3.65	0.42	0.80	3.40	0.99	1.99
	CD	26.08	74.06	21.38	27.03	37.83	11.96	23.81	40.85	26.65	33.51	35.68	36.77	

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰 脂肪酸組成率および脂肪酸含量の変動が漁獲時期、体長および脂質含量とどのように関連しているかを、 $x$ 、 $y$ および $z$ に対する脂肪酸組成率ならびに脂肪酸含量の偏回帰係数を求め、それらの $F$ 値から検討した。その結果を第59および60表に示す。

第59表から、 $a_1$ が有意とみなされた脂肪酸はNLおよびTLになく、PLの14:0および20:3酸のみであった。 $a_2$ が有意とみなされた脂肪酸はなく、 $a_3$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの18:0、18:1および20:3酸、TLの18:1、20:3および22:5酸であった。このように偏回帰係数が有意とみなせる脂肪酸の数から論じると、脂肪酸組成率変動に関与する因子はNLおよびTLでは脂質含量であり、PLでは漁獲時期であると認められた。しかし、両因子とも、22:6酸組成率変動とは関連しなかった。

脂肪酸組成率への体長の影響は認められず肉部脂質とは異なる傾向を示した。

Table 59. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in liver of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	1.210	-0.003	0.086	-0.004	1.67	1.40	0.28
	iso 16:0	-1.688	-0.004	0.150	0.005	0.91	1.75	0.20
	16:0	7.502	0.023	0.440	-0.017	2.09	0.98	0.13
	16:1	6.613	0.003	0.114	-0.004	0.05	0.09	0.01
	iso 18:0	1.705	-0.003	-0.024	0.001	2.46	0.23	0.06
	18:0	13.488	-0.004	-0.121	-0.047	0.40	0.44	5.79*
	18:1	-1.206	0.019	0.381	0.160	1.10	0.57	8.67*
	18:2	1.284	-0.001	-0.016	0.002	0.31	0.07	0.11
20:3	7.369	0.002	-0.175	-0.028	0.27	2.38	5.39*	

Table 59. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	20:5	24.359	-0.019	-0.742	0.039	0.96	1.82	0.44
	22:5	3.830	0.005	-0.063	-0.041	4.02	0.87	3.81
	22:6	16.734	-0.006	-0.608	0.008	0.25	3.73	0.06
PL	14:0	-0.200	-0.006	0.067	0.013	8.13*	1.51	4.95
	<i>iso</i> 16:0	-0.748	-0.005	0.091	0.006	1.70	0.84	0.35
	16:0	4.470	0.002	0.723	0.048	0.02	3.29	1.25
	16:1	1.267	-0.010	0.131	0.039	1.75	0.36	2.75
	<i>iso</i> 18:0	1.655	-0.002	-0.020	-0.006	1.79	0.42	2.79
	18:0	12.306	-0.003	0.014	-0.012	0.12	0.004	0.22
	18:1	12.875	-0.008	-0.193	0.046	0.28	0.19	0.93
	18:2	2.200	-0.002	-0.060	0.001	0.89	0.87	0.03
	20:3	10.073	0.032	-0.165	-0.047	6.57*	0.23	1.58
	20:5	13.298	-0.003	-0.156	0.027	0.04	0.15	0.39
	22:5	2.466	0.006	0.074	-0.340	0.78	0.15	2.69
	22:6	18.256	0.019	-0.386	-0.042	1.41	0.79	0.79
TL	14:0	2.258	-0.002	0.024	-0.008	0.52	0.07	0.62
	<i>iso</i> 16:0	-2.132	-0.004	0.169	0.008	0.97	2.25	0.41
	16:0	3.812	0.014	0.776	-0.039	0.44	1.81	0.40
	16:1	-4.634	0.011	0.559	0.037	0.77	2.53	0.94
	<i>iso</i> 18:0	2.157	-0.002	-0.061	0.003	1.61	1.53	0.36
	18:0	10.728	-0.006	-0.080	-0.013	1.04	0.27	0.61
	18:1	0.721	0.021	0.219	0.164	2.29	0.33	16.20**
	18:2	2.446	-0.0007	-0.089	0.002	0.08	1.68	0.07
	20:3	6.426	0.004	-0.126	-0.031	1.20	1.45	7.50*
	20:5	27.459	-0.013	-0.843	0.004	0.59	3.12	0.006
	22:5	7.743	0.004	-0.199	-0.033	0.87	2.30	5.43*
	22:6	15.812	-0.011	-0.481	-0.006	1.09	2.96	0.04

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1x + a_2y + a_3z, \quad \text{Sample number } (n) : 13$$

The other symbol and mark are defined in the note of Table 52.

第 60 表から、 $A_1$ および  $A_2$ が有意とみなされた脂肪酸はなく、 $A_3$ が有意とみなされた脂肪酸は NL では *iso* 16:0 酸を除くすべての脂肪酸であり、PL では 14:0、*iso* 16:0、16:1 および 18:1 酸を除くすべての脂肪酸であり、TL では *iso* 16:0、18:2 および 22:5 酸を除くすべての脂肪酸であった。NL および TL においては  $a_3 > 0$  が、PL では  $a_3 < 0$  が認められた。すなわち、NL および TL では、脂質含量の増大は構成脂肪酸含量の増大をもたらした、PL では構成脂肪酸含量の減少をもたらした。

Table 60. The estimation of the multiple linear regression of the fatty acid content ( $T$ ) on the season ( $x$ ), body length ( $y$ ) and lipid content ( $z$ ) in liver of filefish

	F. A.	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	14:0	-0.65	-0.002	0.04	0.02	1.64	0.96	33.54**
	<i>iso</i> 16:0	1.55	-0.002	0.09	0.01	0.66	1.74	3.07
	16:0	-6.08	0.01	0.22	0.17	2.19	0.76	41.51**

Table 60. (Cont'd)

	F. A.	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
NL	16:1	-1.93	0.001	0.09	0.08	0.04	0.23	16.12**
	<i>iso</i> 18:0	0.11	-0.001	-0.004	0.01	1.71	0.02	17.45**
	18:0	1.03	-0.002	-0.04	0.07	0.29	0.16	53.84**
	18:1	-10.80	0.009	0.39	0.21	0.85	2.02	52.04**
	18:2	0.20	-0.0008	-0.005	0.009	0.43	0.02	6.55*
	20:3	1.88	0.001	-0.09	0.02	0.20	2.19	9.58*
	20:5	7.40	-0.01	-0.37	0.11	0.73	1.24	10.53*
	22:5	0.83	0.003	-0.05	0.02	4.08	1.85	22.13**
	22:6	6.09	-0.002	-0.31	0.05	0.14	3.05	6.90*
PL	14:0	0.29	-0.001	0.006	-0.002	4.77	0.17	0.80
	<i>iso</i> 16:0	0.18	-0.001	0.010	-0.002	2.43	0.21	0.51
	16:0	5.23	-0.005	0.16	-0.07	0.84	1.15	22.27**
	16:1	1.56	-0.003	0.003	-0.008	1.39	0.002	1.00
	<i>iso</i> 18:0	0.62	-0.0007	-0.005	-0.006	2.84	0.18	19.38**
	18:0	5.57	-0.004	-0.010	-0.05	2.46	0.02	56.51**
	18:1	6.05	-0.005	-0.09	-0.04	0.73	0.32	4.55
	18:2	0.55	-0.0008	-0.008	-0.003	3.20	0.57	6.08*
	20:3	3.83	0.004	-0.02	-0.05	3.73	0.12	52.31**
	20:5	5.96	-0.003	-0.06	-0.05	1.51	0.52	33.26**
	22:5	1.36	0.0005	0.01	-0.02	0.12	0.10	25.84**
	22:6	6.27	-0.0001	-0.06	-0.06	0.00	0.37	35.46**
TL	14:0	-0.35	-0.001	0.026	0.021	0.91	0.39	21.87**
	<i>iso</i> 16:0	-1.79	-0.002	0.099	0.014	0.84	2.05	3.29
	16:0	-7.41	0.009	0.352	0.172	0.55	1.23	25.49**
	16:1	-7.49	0.006	0.322	0.106	0.94	3.44	32.03**
	<i>iso</i> 18:0	0.53	-0.001	-0.025	0.011	1.44	0.70	12.14**
	18:0	0.91	-0.003	-0.027	0.078	1.29	0.10	75.71**
	18:1	-8.49	0.009	0.279	0.208	1.40	1.76	85.02**
	18:2	0.98	-0.0007	-0.044	0.009	0.22	1.16	4.32
	20:3	1.54	0.002	-0.069	0.019	0.97	1.60	10.22*
	20:5	7.64	-0.008	-0.368	0.109	0.59	1.56	11.87**
	22:5	2.77	0.003	-0.124	0.012	1.31	3.61	2.97
	22:6	6.30	-0.005	-0.285	0.045	0.95	4.91	10.64*

$$T = A_0 + A_1x + A_2y + A_3z, \quad \text{Sample number } (n) : 13$$

脂質含量が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響 脂質含量は脂肪酸の組成率および含量の変動に關与することが判明した。そこで本項では、脂質含量に対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数ならびにそれらのF値を求め、組成率への脂質含量の影響を検討した。

得られた結果を第61表に示す。 $a_2$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの14:0酸のみであった。 $b_1$ が有意とみなされた脂肪酸はNLの18:0および18:1酸、TLの18:1および20:3酸であった。脂質含量の増大はNLおよびTLの18:1酸組成率の増大をもたらした。これは他の脂肪酸に比較し、脂質含量の増大が18:1酸含量のより大きい増大をもたらした(第60表)ためと推察された。一方、NLの18:0酸およびTLの20:3酸組成率の減少傾向は、他の主要脂肪酸に比べ、両酸含量のより小さい増大(第60表)のためと推

察された。他の脂肪酸組成率と脂質含量との間には明瞭な1次関係が認められなかった。これは脂質含量増大にともなう脂肪酸含量の増大 (PLでは減少) の割合 (第60表の  $A_3$  値) に著しい差がなかったためと推論した。

Table 61. The estimation of the quadratic and linear regression of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the lipid content ( $z$ ) in liver of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$	
NL	14:0	3.543	-0.074	0.854	5.68*	2.478	-0.005	0.51	
	<i>iso</i> 16:0	0.862	-0.0002	0.034	0.002	0.819	0.003	0.05	
	16:0	17.374	0.119	-0.002	0.46	19.910	-0.045	0.83	
	16:1	6.757	0.152	-1.978	1.01	9.226	-0.008	0.05	
	<i>iso</i> 18:0	1.400	-0.031	0.420	2.02	0.876	0.003	0.29	
	18:0	11.398	-0.097	0.672	0.42	10.560	-0.042	6.13*	
	18:1	6.433	0.327	-2.348	0.59	9.363	0.137	7.19*	
	18:2	0.180	0.046	-0.539	3.33	0.853	0.003	0.21	
	20:3	4.157	-0.034	0.152	0.05	3.967	-0.022	3.61	
	20:5	11.065	-0.235	3.857	1.21	6.250	0.076	1.61	
	22:5	3.074	-0.016	0.047	0.01	3.015	-0.012	2.08	
	22:6	3.698	0.033	-0.053	0.00	3.764	0.029	0.65	
	PL	14:0	0.796	-0.012	0.317	0.60	0.400	0.013	3.80
		<i>iso</i> 16:0	0.440	0.007	-0.013	0.00	0.456	0.006	0.33
16:0		18.938	0.069	-0.588	0.05	19.671	0.022	0.26	
16:1		0.984	0.146	-0.001	1.19	2.646	0.038	3.25	
<i>iso</i> 18:0		1.346	-0.025	0.264	2.00	1.016	-0.004	1.54	
18:0		12.726	-0.065	0.731	0.28	11.814	-0.006	0.08	
18:1		6.523	0.128	-0.874	0.12	7.614	0.058	2.04	
18:2		0.517	0.015	-0.136	0.12	0.687	0.004	0.39	
20:3		9.490	0.035	-1.102	0.19	10.865	-0.053	1.71	
20:5		14.165	-0.245	3.418	3.20	9.899	0.031	0.78	
22:5		3.915	0.004	-0.501	0.19	4.54	-0.036	3.62	
22:6		13.699	-0.065	0.288	0.01	13.34	-0.042	0.91	
TL		14:0	3.396	-0.072	0.806	3.14	2.389	-0.007	0.72
		<i>iso</i> 16:0	0.987	-0.012	0.207	0.09	0.728	0.004	0.15
	16:0	21.334	-0.074	0.073	0.00	21.243	-0.068	1.29	
	16:1	8.203	0.006	0.124	0.003	8.048	0.016	0.17	
	<i>iso</i> 18:0	1.165	-0.028	0.420	0.83	0.641	0.006	1.12	
	18:0	9.679	-0.087	0.948	1.10	8.496	-0.010	0.42	
	18:1	6.393	0.265	-1.480	0.35	8.240	0.145	12.52**	
	18:2	0.348	0.033	-0.353	0.77	0.788	0.005	0.54	
	20:3	3.954	-0.001	-0.329	0.28	4.364	-0.028	7.45*	
	20:5	13.383	-0.299	4.214	1.87	8.123	0.041	0.57	
	22:5	2.551	0.069	-0.001	2.13	4.016	-0.025	3.11	
	22:6	3.748	0.084	-0.895	0.20	4.865	0.011	0.12	

$$t = a_0 + a_1 z + a_2 z^2, \quad t = b_0 + b_1 z$$

脂肪酸組成率の漁獲時期的変動 漁獲時期に対する組成率の2次および1次回帰係数およびそれらのF値を求め、漁獲時期の違いに基づく脂肪酸組成率の変動を検討した。得られた回帰係数およびF値を第62表に示す。 $a_2$ が有意とみなされた脂肪酸はPLの16:1酸のみであった。 $b_1$ が有意とみなされた脂肪酸はPLの14:0および20:3酸であり、NLおよびTLの脂肪酸には組成率の漁獲時期的変動を認めなかった。

その外、PLでは16:1, iso 18:0および22:6酸組成率変動に漁獲時期が関与する傾向がうかがわれたが、 $b_1$ のF値が有意水準( $\alpha=0.05$ )に達しなかった。

これらから、漁獲時期の違いによって組成率が変動する脂肪酸はPLにわずかに認められ、NLおよびTL脂肪酸組成率変動に漁獲時期は関与しないことが判明した。このことはサバフグ肝臓脂質やタラ肝油<sup>54)</sup>の場合と異なる結果であった。

肉部脂質の脂肪酸組成率変動に関与する因子は体長であったが、肝臓脂質においては、NLおよびTLでは脂質含量であり、PLでは漁獲時期であった。しかも、これら3因子の影響の程度は小さかった。

Table 62. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition ( $t$ ) in weight percentage on the season ( $x$ ) in liver of filefish

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
NL	14:0	1.934	0.011	-0.057	2.35	2.425	-0.002	0.51
	iso 16:0	1.270	-0.003	0.001	0.00	1.265	-0.003	0.55
	16:0	16.155	-0.022	0.228	0.90	14.200	0.027	4.10
	16:1	8.548	0.005	-0.019	0.01	8.71	0.001	0.01
	iso 18:0	1.047	0.004	-0.027	1.07	1.283	-0.002	1.94
	18:0	8.597	0.001	-0.014	0.01	8.713	-0.002	0.08
	18:1	18.348	-0.084	0.434	1.61	14.620	0.011	0.32
	18:2	1.050	-0.0003	-0.002	0.003	1.064	-0.0007	0.16
	20:3	2.633	0.007	-0.032	0.18	2.904	-0.0001	0.00
	20:5	10.224	0.056	-0.384	1.55	13.520	-0.028	2.41
	22:5	1.594	0.016	-0.061	1.81	2.120	0.002	0.82
	22:6	5.437	0.012	-0.094	0.22	6.248	-0.009	0.61
	PL	14:0	1.771	-0.007	0.011	0.10	1.67	-0.005
iso 16:0		1.405	-0.009	0.023	0.19	1.211	-0.004	1.78
16:0		22.255	-0.058	0.303	1.89	19.651	0.008	0.42
16:1		7.815	-0.063	0.240	5.89*	5.753	-0.010	2.13
iso 18:0		0.908	0.001	-0.010	0.33	0.997	-0.001	2.04
18:0		11.854	0.007	-0.067	0.30	12.43	-0.007	1.17
18:1		15.135	-0.080	0.285	1.80	12.692	-0.018	2.02
18:2		0.859	0.006	-0.036	1.18	1.170	-0.002	1.38
20:3		3.640	0.055	-0.125	0.42	4.714	0.028	6.78*
20:5		9.431	0.056	-0.264	1.89	11.699	-0.002	0.03
22:5		1.242	0.028	-0.105	0.80	2.139	0.005	0.59
22:6	4.880	0.113	-4.11	4.69	8.407	0.023	3.29	
TL	14:0	1.554	0.016	-0.178	3.32	2.219	-0.001	0.29
	iso 16:0	1.087	0.002	-0.021	0.11	1.265	-0.003	0.52
	16:0	15.048	0.032	-0.061	0.03	15.574	0.019	1.00
	16:1	7.950	-0.001	0.054	0.06	7.486	0.01	0.83
	iso 18:0	0.815	0.007	-0.042	2.32	1.177	-0.002	1.44
	18:0	7.947	0.008	-0.048	0.31	8.361	-0.003	0.34

Table 62. (Cont'd)

	F. A.	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$F_2$	$b_0$	$b_1$	$F_1$
TL	18:1	15.959	-0.046	0.269	0.69	13.651	0.013	0.54
	18:2	0.820	0.008	-0.040	1.20	1.165	-0.001	0.25
	20:3	2.743	0.000	0.014	0.04	2.621	0.003	0.59
	22:5	9.505	0.067	-0.408	2.42	13.004	-0.023	2.04
	22:5	3.132	-0.008	0.036	0.15	2.824	-0.0004	0.01
	22:6	7.415	-0.026	0.066	0.14	6.848	-0.011	1.39

$$t = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad i = b_0 + b_1x$$

### 小 括

サバフグと同様に、底生性であり、白身魚であるカワハギを試料として、肉部脂質の脂肪酸組成の変動ならびにそれに関与する因子を検討した。なお、肝臓脂質についても同じ検討を行ない、肉部脂質およびサバフグ肝臓脂質における結果と比較した。

肉部脂質含量は0.66~1.05 g/100 g 肉、中性脂質含量は0.04~0.24/100 g 肉、極性脂質含量は0.57~0.79 g/100 g 肉 に分布し、サバフグ肉部脂質含量の分布範囲に近似した。

中性、極性および全脂質の構成脂肪酸のうち、平均組成率が5%以上の脂肪酸は、中性脂質では16:0 (11.9~20.3%)、16:1 (4.2~8.7%)、18:0 (8.4~14.6%)、18:1 (6.6~17.5%)、20:5 (3.1~13.6%) および22:6 酸 (4.2~10.2%)、極性脂質では16:0 (12.4~18.7%)、18:0 (9.4~11.6%)、18:1 (11.4~19.2%)、20:3 (5.1~12.5%)、20:5 (6.8~15.0%) および22:6 酸 (12.4~20.8%)、全脂質では16:0 (12.1~19.2%)、18:0 (8.9~11.3%)、18:1 (8.4~19.1%)、20:3 (4.7~12.5%)、20:5 (7.9~14.2%) および22:6 酸 (12.2~19.8%) であった。

極性および全脂質の18:0 酸を除き、各脂肪酸組成率変動は大きいと判断した。

漁獲時期、体長および脂質含量に対する脂肪酸組成率の偏回帰係数を求め、それらの有意性から、影響のとくに大きい因子を判定することはできなかった。すなわち、3因子がそれぞれ少しずつ影響すると判断した。

漁獲時期、体長および脂質含量それぞれに対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数を求め、それらの有意性を検討した結果から次のことが判明した。すなわち、夏から冬になるに従って、極性および全脂質の20:3 酸組成率が減少した。体長の増大は中性脂質の14:0 酸、極性脂質の18:0 酸、極性および全脂質の22:5 酸組成率の減少をもたらした。中性脂質の iso 18:0 酸、極性および全脂質の18:1 酸組成率の増大をもたらした。脂質含量は脂肪酸組成率変動にほとんど関与しなかった。

これらから、カワハギ肉部脂質の脂肪酸組成率変動に関与する因子は体長、すなわち成長の程度であると結論できる。

サバフグ肉部脂質と異なり、組成率変動に漁獲時期の相違が影響しなかったのは、両魚種の食性あるいは適温水域に対する移動性に相違があるのかも知れない。

肉部脂質の脂肪酸組成は極性脂質のそれに強く依存し、サバフグ肉部脂質と同じ傾向を示した。

肝臓脂質含量は12.58~69.74 g/100 g 肝臓、中性脂質含量は9.14~68.70 g/100 g 肝臓、極性脂質含量は0.84~3.13 g/100 g 肝臓 にそれぞれ分布し、サバフグ肝臓に比べて中性および全脂質に低含量のものが認められた。

各脂質の構成脂肪酸のうち、平均組成率が5%以上の脂肪酸は、中性脂質では16:0 (11.4~22.3%)、16:1 (5.5~14.0%)、18:0 (6.2~11.1%)、18:1 (8.3~23.3%)、20:5 (3.1~20.0%) および22:6 酸 (1.3~9.5%)、極性脂質では16:0 (16.5~24.8%)、18:0 (9.4~13.5%)、18:1 (5.6~14.7%)、20:3



(3.9~13.4%), 20:5 (7.9~17.5%) および 22:6 酸 (6.9~15.9%), 全脂質では 16:0 (11.2~25.2%), 16:1 (4.6~14.2%), 18:0 (5.7~9.2%), 18:1 (8.1~21.7%), 20:5 (2.7~16.3%) および 22:6 酸 (1.6~9.0%) であった。

これら脂肪酸のうち、18:0 酸組成率の標準偏差は小さかったが、他の脂肪酸では、標準偏差および偏差係数から、組成率変動は大きいと判断した。

脂肪酸組成率変動に関与する因子は、中性および全脂質では脂質含量、極性脂質では漁獲時期であるが、それらの影響は小さかった。

すなわち、脂質含量の増大は中性および全脂質の 18:1 酸組成率の増大、中性脂質の 18:0 酸および全脂質の 20:3 酸組成率の減少をもたらした。マアジやマサバなどの多脂魚と同様に、脂質含量は脂肪酸含量変動に関与したが、組成率変動との関連は小さく、多脂魚の傾向と異なる点も認められた。

漁獲時期の相違に基づく組成率変動は、極性脂質の 14:0 および 20:3 酸に認められた。

これらを総合すると、カワハギ肝臓脂質の脂肪酸組成率変動に関与する因子は肉部脂質とは異なり、中性および全脂質では脂質含量であり、極性脂質では漁獲時期であると結論された。しかし、両因子とも組成率変動に与える影響の度合は小さく、とくに海産魚類脂質に特徴的な 22:6 酸の組成率変動には関与しなかった。

## 第7章 環境温度とアサリ脂質脂肪酸組成との関係

前章までに、魚類脂質における脂肪酸組成変動とそれに関与する因子の検討を行なった。その結果、漁獲時期は脂肪酸組成変動の主要因子の一つであることが判明した。しかし、魚種によっては脂肪酸組成変動に漁獲時期の影響が現われにくい場合もあった。これには魚類の移動性や食性の違いが関係していると推察される。

一方、漁獲時期の相違は環境温度や餌料生物種の相違を魚類にもたすものと考えられるが、本章では環境温度に論点をおき、環境温度が海産生物脂質の脂肪酸組成にどのように影響するかを検討した。

試料生物として、魚類を選ぶべきであるが、底生魚でも索餌および生殖のためや適温水域を求めての移動すなわち、夏は浅所へ、冬は深所への移動をする。そのため、環境温度との関連性が現われにくい。

魚類に比べて、貝類の移動性はきわめて小さい。そのため、試料としてアサリを選んだ。貝類脂質の脂肪酸組成に関しては、既にいくつかの研究がある<sup>33, 39, 69-72)</sup>が、これらは一時期の試料について分析されているに過ぎない。そこで同一場所で時期をかえてアサリを採捕し、その脂肪酸組成率変動および環境泥温との関係を検討した。

### 第1節 中性、極性および全脂質の脂肪酸組成ならびに組成率の標準偏差

#### 実験方法

**試料** 1971年8月から翌年1月にわたって、下関市吉見湾の限定した場所で採捕したアサリ、*Tapes philippinarum*、(殻長2.5~4.5cm)を試料とした。これからむき身を取り、内臓を除き、表面に付着する水分を濾紙で吸いとり、肉部を得た。なお、1回の実験に50~60個のアサリを使用した。

**脂質の抽出と分画** FOLCH<sup>60)</sup>の方法によって全脂質(TL)を抽出し、第1章、第1節に準じてTLを中性脂質(NL)と極性脂質(PL)に分画した。

**脂肪酸分析** 第1章、第1節に示した方法に準拠した。

泥温の測定 干潟の泥温は潮位や気象条件などによって変化するので、試料を採捕した場所付近の干出ししない場所の泥温を測定した。しかし、この泥温も潮位によって変化するので、実験期間中の泥温変化の傾向を求めることにした。最高および最低温がともに実験期間内に含まれているとすれば3次回帰式が予想されるので、採捕時期に対する泥温の3次、2次および1次回帰式を求めた。なお、8月25日を1とし、それより数えた日数で採捕時期を数値化した。

3次回帰係数では  $F_3 = 4.569 < F_3^*(0.05) = 6.61$ 、2次回帰係数では  $F_2 = 2.381 < F_2^*(0.05) = 5.99$  であり、両回帰係数は有意とみなせなかった。

1次回帰係数では  $F_1 = 289.09$  ( $n_1 = 1, n_2 = 7$ ) で  $\alpha = 0.01$  の危険率で有意とみなせた。すなわち、最高または最低温はともにこの実験期間内に含まれず、泥温は直線的に低下していると判断した。そこで、得られた1次回帰式  $\tau = 26.23 - 0.105x$  ( $\tau$ : 泥温 $^{\circ}\text{C}$ ,  $x$ : 採捕時期) から試料採捕時の泥温を算出した。

### 結果ならびに考察

アサリ採捕期日、泥温、各脂質含量および各脂質の脂肪酸組成を第63~65表に示す。

脂質含量 TL量は0.87~1.57g/100g肉、NL量は0.06~0.49g/100g肉およびPL量は0.59~1.00g/100g肉にそれぞれ分布した。これら脂質含量の変動が泥温と関連しているか否かを検討するため、泥温( $\tau$ )に対する脂質含量( $z$ )の2次および1次回帰係数ならびにそれらのF値を求めた。その結果を第66表に示す。PL量では、2次および1次回帰係数はともに有意とみなせなかった。また、平均PL量は0.79g/100g肉、標準偏差は0.11であったことから、PL量はほぼ一定で泥温変化の影響を受けないと判断した。

一方、TLおよびNL量では、2次および1次回帰係数はともに有意とみなせた。標本2次回帰式から、両脂質とも12月初旬に含量が最低となることが判明した。また、10月下旬から11月中旬にかけて生殖巣の成熟が観察され、12月中旬には放卵が終わっていた。これらから、TLおよびNL量は環境泥温に影響されると判断するより、直接的には生殖巣の成熟や放卵に影響されると判断すべきである。なお1次回帰係数が有意とみなされたのは12月が実験終了期に近かったためと推測した。

Table 63. Variation of the fatty acid compositions of total lipid in short neck clam muscle, *Tapes philippinarum*

Date ( $\frac{1971}{-1972}$ )	Aug.26	Sept.6	Oct.4	Oct.20	Oct.27	Nov.5	Nov.16	Nov.26	Dec.1	Dec.8	Dec.15	Jan.6	Jan.17
Estimated mud temp.	26.02	24.87	21.93	20.25	19.51	18.57	17.41	16.36	15.84	15.10	14.37	12.06	10.90
TL content	1.57	1.30	1.06	1.18	1.04	0.87	0.99	1.21	0.95	0.99	1.03	1.02	1.04
14:0	3.6	2.3	1.7	2.0	1.2	1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.6	1.8	1.6
:1	0.4	1.0	0.6	0.5	0.4	1.2	0.8	0.9	0.8	1.0	0.8	1.2	1.0
15:0	0.9	1.2	1.2	1.3	1.0	1.7	1.2	1.4	1.1	1.2	1.4	1.2	1.7
iso 16:0	1.4	4.7	2.9	3.4	2.5	4.8	3.8	5.8	3.7	3.6	4.0	5.0	4.1
16:0	19.1	17.8	16.3	18.6	15.7	15.4	15.1	13.4	15.4	14.3	13.9	15.2	11.2
:1	8.4	7.0	6.2	6.9	5.7	5.0	4.8	5.1	4.8	4.7	3.4	4.6	3.8
17:0	3.9	3.4	2.9	4.7	3.9	3.0	2.6	3.1	3.9	2.1	2.7	3.2	2.9
iso 18:0	6.7	4.3	7.2	5.3	9.0	5.4	3.0	5.1	5.9	3.1	2.4	3.6	3.4
18:0	6.3	7.1	6.5	7.4	6.9	7.1	8.1	7.8	8.6	8.7	9.8	9.0	6.9
:1	9.0	8.4	7.8	8.3	7.4	7.5	7.3	6.6	6.4	6.3	7.7	5.9	7.0
:2	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7
:3	0.9	0.4	0.9	0.9	1.4	1.0	0.7	1.2	1.2	0.6	0.5	0.5	0.8
:4	1.6	0.5	1.2	1.6	1.5	0.9	0.9	0.7	0.9	0.7	1.0	1.0	0.3
19:1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2
20:1	5.6	7.8	5.8	6.3	5.9	7.1	7.3	6.8	6.4	6.0	5.7	5.1	6.3

Table 63. (Cont'd)

Date ( <sup>1971</sup> / <sub>-1972</sub> )	Aug.26	Sept.6	Oct.4	Oct.20	Oct.27	Nov.5	Nov.16	Nov.26	Dec.1	Dec.8	Dec.15	Jan.6	Jan.17
Estimated mud temp.	26.02	24.87	21.93	20.25	19.51	18.57	17.41	16.36	15.84	15.10	14.37	12.06	10.90
TL content	1.57	1.30	1.06	1.18	1.04	0.87	0.99	1.21	0.95	0.99	1.03	1.02	1.04
20:2	1.5	1.7	1.8	1.8	1.7	2.1	1.7	1.4	0.2	1.5	1.3	1.3	1.2
:3	2.3	3.1	2.5	2.8	3.2	3.0	3.1	3.2	3.2	3.5	3.1	3.3	3.4
:5	11.8	12.3	11.9	11.3	12.0	11.8	12.5	13.1	11.4	13.1	12.5	12.6	14.8
22:2	0.9	0.9	1.3	0.8	1.6	1.1	1.5	1.1	1.2	1.8	1.3	1.5	0.4
:3	1.8	1.2	1.8	1.6	1.5	1.5	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.6	2.4
:5	1.0	2.2	3.2	1.7	1.8	2.6	3.0	2.5	2.1	5.0	5.6	2.5	3.1
:6	8.4	9.1	10.3	8.9	11.4	10.9	12.4	13.6	14.0	15.9	16.9	15.4	17.9

Table 64. Variation of the fatty acid compositions of polar lipid in short neck clam muscle

Date	Aug.26	Sept.6	Oct.4	Oct.20	Oct.27	Nov.5	Nov.16	Nov.26	Dec.1	Dec.8	Dec.15	Jan.6	Jan.17
PL content	1.00	0.87	0.73	0.76	0.89	0.67	0.59	0.94	0.73	0.76	0.75	0.71	0.83
<i>iso</i> 14:0	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4
14:0	1.4	1.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.5	1.5	1.6	1.8
:1	0.8	0.9	1.2	1.1	1.0	0.9	1.2	1.1	0.7	0.9	1.0	0.8	1.1
15:0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.6	1.4	1.6	1.1	1.7	1.6	1.4	1.5	1.7
<i>iso</i> 16:0	1.5	2.6	4.0	3.2	3.8	3.7	5.1	1.8	3.6	4.1	4.3	4.9	5.1
16:0	16.9	15.6	17.8	15.8	14.9	16.2	17.0	14.2	13.7	14.6	14.4	15.6	14.8
:1	4.5	5.4	5.6	5.2	4.9	5.0	4.8	4.8	5.9	4.9	4.6	5.2	3.6
17:0	3.4	4.2	3.3	3.1	3.1	4.0	3.1	2.7	4.1	3.4	3.3	3.5	3.0
<i>iso</i> 18:0	5.6	5.4	3.0	3.0	4.5	7.0	4.9	1.5	5.6	5.4	3.4	4.4	2.5
18:0	7.7	7.6	9.1	8.4	7.8	7.7	8.1	10.3	8.9	8.9	10.6	9.1	8.0
:1	7.8	8.2	8.3	8.5	7.8	7.6	7.2	8.9	6.8	5.0	6.3	6.6	8.1
:2	0.4	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.3	1.3	0.6	0.8	0.9	1.2	0.8
:3	1.1	0.9	0.6	0.7	0.8	1.3	1.4	0.7	1.1	1.1	0.7	0.7	0.9
:4	2.0	0.7	1.2	1.2	0.8	1.1	1.2	1.0	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1
19:1	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.3
20:1	8.6	8.2	9.8	8.5	7.3	7.0	7.7	6.7	6.0	5.7	6.0	5.2	5.8
:2	3.0	2.6	2.4	1.9	1.8	1.1	1.5	1.5	1.7	1.9	1.8	1.1	1.4
:3	3.2	3.5	2.4	3.5	3.6	2.8	3.1	3.2	3.0	3.2	3.1	3.3	3.3
:5	13.5	12.8	12.3	13.8	12.2	10.6	12.3	14.2	12.2	13.2	12.2	11.8	13.3
22:2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	2.0	1.4	1.4	0.8	1.1	1.8	2.1	1.2
:3	1.3	1.2	1.6	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5
:5	1.6	1.4	<i>t<sub>r</sub></i>	1.8	2.2	1.6	1.4	2.2	2.2	2.3	2.2	1.9	2.6
:6	10.4	10.6	10.9	10.4	13.2	11.0	11.0	15.3	15.0	15.3	15.7	14.1	14.0

Table 65. Variation of the fatty acid compositions of nonpolar lipid in short neck clam muscle

Date	Aug.26	Sept.6	Oct.4	Oct.20	Oct.27	Nov.5	Nov.16	Nov.26	Dec.1	Dec.8	Dec.15	Jan.6	Jan.17
NL content	0.49	0.41	0.27	0.29	0.06	0.21	0.15	0.28	0.18	0.16	0.19	0.15	0.17
14:0	4.5	3.8	4.0	3.7	3.3	2.4	2.8	1.0	1.5	1.6	2.3	1.4	1.5
:1	0.4	0.4	0.1	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2
15:0	1.1	1.0	0.8	0.9	0.9	0.6	0.7	0.9	0.5	0.4	0.9	0.6	0.6
<i>iso</i> 16:0	1.3	1.6	0.8	1.3	1.3	1.2	1.4	3.9	1.2	1.5	2.0	1.9	1.3
16:0	26.6	22.1	24.0	21.5	21.6	16.1	19.4	16.6	16.2	16.1	15.8	16.8	13.8
:1	13.2	12.0	12.4	12.1	11.5	8.5	10.2	6.6	7.3	9.4	10.2	9.3	7.0
17:0	3.2	3.9	2.0	3.6	4.3	2.8	3.4	6.5	1.9	1.3	1.7	1.9	2.4
<i>iso</i> 18:0	3.6	11.9	7.3	8.8	10.8	16.0	7.7	29.1	7.7	9.8	6.0	7.9	5.6
18:0	6.8	6.8	6.3	6.3	5.2	6.3	7.9	6.2	8.4	8.0	9.2	11.9	7.1
:1	11.3	10.5	10.8	12.3	11.1	7.9	12.2	6.7	8.8	8.3	12.1	8.4	10.8
:2	1.3	1.1	1.0	1.7	1.5	0.5	1.2	0.7	0.7	0.7	1.7	1.0	1.0
:3	0.8	1.8	1.8	2.6	2.9	2.6	1.5	4.1	1.6	1.7	1.0	0.5	1.7
:4	1.7	1.3	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	<i>t<sub>r</sub></i>	1.2	1.4	1.3	1.7	1.5
19:1	0.8	0.8	0.9	0.4	0.5	0.3	0.5	<i>t<sub>r</sub></i>	0.5	0.3	0.6	0.3	0.7
20:1	4.3	4.2	6.2	6.8	5.9	6.6	7.9	4.1	7.4	8.3	7.9	7.4	10.1
:2	0.9	1.2	1.6	1.8	1.5	1.3	1.5	0.8	2.1	2.2	2.0	1.3	2.5
:3	1.1	1.8	2.2	2.5	1.6	2.6	2.3	1.6	4.3	4.1	3.7	3.6	4.7
:5	7.0	7.1	10.2	7.5	6.9	6.0	7.7	5.0	8.5	10.1	9.2	8.0	10.5
22:2	1.4	0.8	1.1	<i>t<sub>r</sub></i>	0.9	1.6	0.8	1.1	1.8	1.6	1.1	1.9	1.4
:5	<i>t<sub>r</sub></i>	0.5	<i>t<sub>r</sub></i>	<i>t<sub>r</sub></i>	0.3	2.5	1.7	1.7	2.2	1.4	1.3	2.4	2.0
:6	3.8	3.8	5.3	3.4	3.0	4.1	5.8	3.4	11.7	9.7	7.8	8.3	7.5

Table 66. The estimation of the quadratic and linear regressions of the lipid content ( $z$ ) on the mud temperature ( $\tau$ )

$z$	$a_0$	$a_1 \cdot 10^2$	$a_2 \cdot 10^4$	$F_2$	$b_0$	$b_1 \cdot 10^2$	$F_1$
TL	2.07	-1.39	0.45	9.59*	0.62	0.27	8.68*
PL	1.37	-0.77	0.23	2.92	0.61	0.10	1.98
NL	0.66	-0.69	0.24	6.90*	-0.11	0.19	12.82**

The constant and coefficient are defined as follows :

$$z = a_0 + a_1 \tau + a_2 \tau^2$$

$$z = b_0 + b_1 \tau$$

TL : Total lipid content, NL : Nonpolar lipid content  
 PL : Polar lipid content,  $\tau$  : Mud temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )

Sample number ( $n$ ) : 13

脂肪酸組成および組成率の標準偏差 平均組成率ならびに組成率の標準偏差を第 67 表に示す。平均組成率が 5% 以上の脂肪酸は、TL では 16:0 (11.2~19.1%), 16:1 (3.4~8.4%), 18:0 (6.3~9.8%), 18:1 (5.9~9.0%), 20:1 (5.1~7.8%), 20:5 (11.3~14.8%) および 22:6 酸 (8.4~17.9%) であり、PL では 16:0 (13.7~17.8%), 18:0 (7.6~10.6%), 18:1 (5.0~8.9%), 20:1 (5.2~9.8%), 20:5 (10.6~14.2%) および 22:6 酸 (10.4~15.7%) であり、NL では 16:0 (13.8~26.6%), 16:1 (6.6~13.2%), *iso* 18:0 (3.6~29.1%), 18:0 (5.2~11.9%), 18:1 (6.7~12.3%), 20:1 (4.1~10.1%),

20:5 (5.0~10.5%) および 22:6 酸 (3.0~11.7%) であった。

TLとPLの脂肪酸組成は類似し、魚類脂質の脂肪酸組成との大差も認められなかった。NLには *iso* 18:0 酸が主要構成脂肪酸と認められるほど高率で存在し、キハダ、サバフグおよびカワハギ脂質と同じ結果が観察された。各脂質とも平均組成率の大きい脂肪酸に大きい標準偏差が認められた。

Table 67. The mean and standard deviation of the fatty acid composition

		14:0	15:0	<i>iso</i> 16:0	16:0	16:1	17:0	<i>iso</i> 18:0
TL	$\bar{t}$	1.85	1.27	3.82	15.49	5.42	3.25	4.95
	$\sigma$	0.59	0.24	1.15	2.15	1.39	0.69	1.92
PL	$\bar{t}$	1.55	1.38	3.67	15.50	4.95	3.40	4.32
	$\sigma$	0.20	0.27	1.15	1.22	0.57	1.55	0.98
NL	$\bar{t}$	2.60	0.76	1.59	18.97	9.98	2.99	10.17
	$\sigma$	1.17	0.21	0.76	3.85	2.10	1.41	6.49

		18:0	18:1	18:2	20:1	20:3	20:5	22:6
TL	$\bar{t}$	7.71	7.35	0.78	6.32	3.05	12.40	12.70
	$\sigma$	1.06	0.91	0.10	0.76	0.34	0.92	3.18
PL	$\bar{t}$	8.63	7.47	0.78	7.12	3.17	12.65	12.84
	$\sigma$	0.98	1.07	0.27	1.38	0.32	0.96	2.15
NL	$\bar{t}$	7.42	10.09	1.08	6.70	2.78	7.98	5.97
	$\sigma$	1.73	1.85	0.39	1.77	1.17	1.67	2.79

## 第2節 環境泥温が脂肪酸組成率変動に及ぼす影響

各脂質の脂肪酸組成率は採捕時期によって変動した。そこで、これら変動が環境泥温と関連しているか否かを検討した。

### 実験方法

14種の脂肪酸について、泥温( $\tau$ )に対する脂肪酸組成率( $t$ )の3次回帰式  $t = a_0 + a_1\tau + a_2\tau^2 + a_3\tau^3$ 、2次回帰式  $t = b_0 + b_1\tau + b_2\tau^2$  および1次回帰式  $t = c_0 + c_1\tau$  の各係数ならびに  $a_3$ 、 $b_2$  および  $c_1$  の  $F$  値を求めた。

### 結果ならびに考察

得られた結果を第68表に示す。TLでは、18:0酸における  $a_3$  と14:0酸における  $b_2$  が有意とみなされた。18:0酸では、 $\tau$  の全変域にわたり泥温低下にともなう組成率の増大が認められるので1次回帰で考察した。14:0酸では、組成率が最小を示す温度(15.6°C)より低温域での組成率変動が小さく、泥温低下にともなう組成率が減少すると判断した。 $c_1$  が有意とみなせた脂肪酸は11種あった。泥温の低下にともなう組成率が増大する脂肪酸は15:0、18:0、18:2、20:3、20:5および22:6酸であり、減少する脂肪酸は14:0、16:0、16:1、*iso* 18:0および18:1酸であった。

PLでは、 $a_3$  が有意とみなせた脂肪酸は14:0、20:1および22:6酸であった。これらのうち、14:0

酸では組成率の変域が狭かった。また、20:1 および 22:6 酸では極値が9月初旬と12月中旬にあった。そのため、1次回帰式で考察した。 $b_2$ が有意とみなせた脂肪酸はなく、 $c_1$ が有意とみなせた脂肪酸は5種であった。泥温低下にともなう、組成率が增大した脂肪酸は15:0、*iso* 16:0 および 22:6 酸で、減少した脂肪酸は16:0 および 20:1 酸であった。

NL では、 $a_3$  および  $b_2$  が有意とみなせた脂肪酸はなく、 $c_1$  が有意とみなせた脂肪酸は8種あった。このうち、泥温低下にともなう、組成率が增大した脂肪酸は18:0、20:1、20:3 および 22:6 酸で、減少した脂肪酸は14:0、15:0、16:0 および 16:1 酸であった。

泥温の変化に関連して組成率が増減した脂肪酸の数例についてそれらの関係を第6図に示す。

魚介類脂質の脂肪酸組成率が環境温度によって影響されることに関しては報告されている。しかも、環境温度が直接生物の脂肪酸組成率に影響する可能性と温度変化が餌料生物の脂質の脂肪酸組成率に影響し、それが食物連鎖を通して間接的に影響する可能性とが推察される。前者については、鹿山ら<sup>53)</sup>はグッピーを飼育試験して実証した。後者については FARKAS ら<sup>51)</sup>や DEWITT<sup>54)</sup>が報告している。

アサリの場合、泥温低下にともなう 22:6 酸などの高度不飽和組成率が增大し、16:0 酸や 18:1 酸などの飽和酸またはモノエン酸組成率が減少した。すなわち、アサリ脂質脂肪酸組成は採捕時期によって変動し、その変動は環境温度と密接に関連することが明らかになった。アサリの脂質含量は小さく、その大半は極性脂質であった。一方、中性脂質は *n*-ヘキサン-エーテルを溶離液とするカラムクロマト法<sup>73)</sup>でステロール (78.7%)、モノグリセリド (4.9%)、ジグリセリド (5.4%) およびトリグリセリド (6.0%) に分画された。これから、アサリ脂質の大部分は組織脂質であることが明らかである。

環境温度の変化にともなう組成率が変動する脂肪酸の大部分は体内で生転換される脂肪酸であり、とくに 22:6 酸は、採捕場所から採取した海泥の脂質中にはほとんど検出されず、また冬期に吉見湾で採取したプランクトン脂質にとくに多く含まれることも認められなかった。

これらから、環境温度変化にともなうアサリ脂質の脂肪酸組成率変動は食餌の差異を反映していると考えられるよりも、むしろ温度変化が脂肪酸の生転換に直接影響すると推測された。

Table 68. The estimation of the cubic, quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage ( $t$ ) on the environmental mud temperature ( $\tau$ )

F.A.	$a_0$	$a_1 \cdot 10$	$a_2 \cdot 10^2$	$a_3 \cdot 10^3$	$F_3$	$b_0$	$b_1 \cdot 10$	$b_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$c_0$	$c_1 \cdot 10$	$F_1$
14:0	19.22	-33.53	19.76	-3.50	3.22	0.05	0.54	0.46	0.34	-1.47	2.26	38.24**
15:0	0.79	-0.39	0.21	-0.01	0.00	0.76	-0.34	0.18	0.06	0.19	0.32	10.09**
<i>iso</i> 16:0	-18.85	36.65	-20.67	3.69	1.73	1.39	0.67	-0.30	0.07	2.35	-0.42	0.75
16:0	38.90	-48.34	29.68	-5.04	0.57	11.25	0.80	1.84	0.58	5.25	7.63	46.45**
16:1	27.18	-36.73	21.85	-3.78	0.45	6.44	0.12	0.97	0.23	3.27	3.73	16.29**
17:0	0.44	-0.39	2.26	-0.66	0.01	-3.15	6.00	-1.35	0.49	1.26	0.96	1.18
<i>iso</i> 18:0	-72.19	121.06	-54.80	7.62	0.10	-30.39	46.79	12.73	2.14	11.10	-0.52	0.02
18:0	-22.67	63.18	-39.69	7.63	2.36	19.17	-11.15	2.43	1.52	11.25	-2.14	5.06*
:1	45.11	-62.68	35.02	-6.15	0.77	11.39	-2.77	1.08	0.17	7.88	1.23	1.10
:2	4.75	-6.66	3.74	-0.65	0.18	1.16	-0.28	0.13	0.05	0.76	0.18	0.53
20:1	38.85	-49.65	25.96	-4.63	1.08	3.49	-4.59	0.42	0.07	12.10	-3.01	16.07**
:3	9.01	-4.88	0.71	0.01	0.00	9.08	-5.00	0.78	0.62	6.52	-2.08	20.46**
:5	42.92	-54.68	27.85	-4.66	0.60	17.38	-9.30	2.14	0.95	10.41	-1.36	1.73
22:6	-47.02	105.29	-63.24	11.68	2.09	17.04	-8.55	1.25	0.16	12.95	-3.89	7.34*
14:0	12.27	-18.88	1.065	-1.93	12.93**	1.69	-0.09	0.01	0.00	1.68	-0.07	0.30
15:0	2.17	-1.87	1.06	0.23	0.11	1.43	0.40	-0.23	0.80	2.17	-0.44	14.08**
<i>iso</i> 16:0	33.67	-50.14	27.76	-5.08	2.72	5.80	-0.61	-0.30	0.06	6.78	-1.73	9.55*
16:0	47.78	-50.86	29.18	-5.21	1.82	14.23	-0.13	0.44	0.09	12.81	1.50	4.95*
16:1	-1.83	8.54	-3.22	0.36	0.03	0.14	5.06	-1.25	3.33	4.21	0.42	1.38
17:0	-1.58	8.64	-4.94	0.93	0.27	3.51	-0.41	0.18	0.08	2.91	0.27	0.88

Table 68. (Cont'd)

	F.A.	$a_0$	$a_1 \cdot 10$	$a_2 \cdot 10^2$	$a_3 \cdot 10^3$	$F_3$	$b_0$	$b_1 \cdot 10$	$b_2 \cdot 10^2$	$F_2$	$c_0$	$c_1 \cdot 10$	$F_1$
PL	iso 18:0	-33.24	63.95	-35.35	6.35	1.20	1.61	2.02	-0.27	0.02	2.48	1.03	1.09
	18:0	-16.68	44.90	-24.81	4.30	1.79	6.91	2.99	-1.07	0.74	10.39	-0.98	2.84
	18:1	45.50	-69.36	39.62	-7.14	4.79	6.36	0.20	0.22	0.02	5.65	1.01	2.51
	:2	1.85	-1.29	0.57	-0.10	0.01	1.28	0.29	0.003	0.00	1.27	0.28	2.89
	20:1	32.95	-53.25	32.51	-6.03	8.27*	-0.11	5.50	-0.78	0.57	2.42	2.61	30.40**
	:3	3.42	0.29	-0.55	0.16	0.02	4.30	-1.27	0.34	0.54	3.21	-0.02	0.01
	:5	8.92	8.22	-5.67	1.21	0.10	15.58	-3.62	1.04	0.58	12.19	0.26	0.16
22:6	-41.41	103.26	-59.99	10.77	5.49*	7.68	-1.74	-0.50	0.06	19.31	-3.60	15.04**	
TL	14:0	-6.15	15.55	-10.04	2.10	4.23	5.38	-4.94	1.57	12.81**	0.27	0.88	8.80*
	15:0	8.31	-11.24	5.95	-1.04	2.02	2.59	-1.06	0.18	0.40	1.99	-0.38	8.41*
	iso 16:0	3.88	1.23	-0.65	-0.01	0.00	3.84	1.31	-0.69	0.23	6.09	-1.26	3.64
	16:0	0.77	17.07	-7.26	1.30	0.08	7.89	4.43	-0.10	0.004	8.22	4.05	29.02**
	16:1	8.20	-8.70	5.25	-0.74	0.12	4.12	-1.45	1.14	2.23	0.40	2.79	54.02**
	17:0	11.57	-16.24	9.58	-1.74	0.46	2.03	0.71	-0.01	0.00	2.08	0.66	2.49
	iso 18:0	32.06	-57.35	35.97	-6.87	1.29	-5.62	9.60	-1.95	0.73	0.75	2.34	4.86*
	18:0	-31.13	70.24	-39.55	6.98	8.84*	7.18	2.18	-0.99	0.72	10.40	-1.50	7.61*
	:1	14.94	-15.50	8.87	1.47	0.54	6.88	-1.18	0.76	1.08	4.41	1.64	22.56**
	:2	-2.57	6.04	-3.39	0.60	5.08	0.71	0.22	-0.10	0.67	1.02	-0.14	6.52*
	20:1	6.11	-2.47	2.64	-0.64	0.05	2.59	3.77	-0.89	0.73	5.51	0.45	0.85
	:3	2.15	2.54	-1.60	0.26	0.08	3.59	-0.01	-0.15	0.23	4.08	-0.57	15.48**
	:5	28.85	-22.46	9.86	-1.43	0.34	21.01	-8.52	1.96	4.89	14.61	-1.23	6.42*
22:6	-4.37	49.16	-33.96	6.55	2.76	31.54	-14.54	2.19	1.89	24.40	-6.51	69.80**	

The constant and coefficient are defined as follows :

$$t = a_0 + a_1 \tau + a_2 \tau^2 + a_3 \tau^3$$

$$t = b_0 + b_1 \tau + b_2 \tau^2$$

$$t = c_0 + c_1 \tau$$

Sample number ( $n$ ) : 13

Season ( $x$ ) : The number of the days counted from Aug. 25

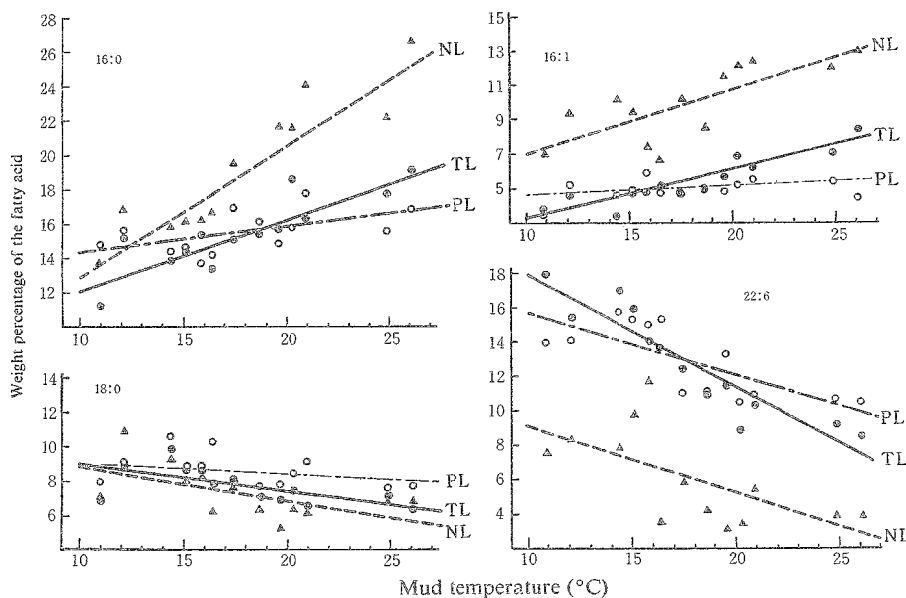


Fig. 6. Variation in fatty acid compositions in accordance with mud temperature. The thick line shows the estimated line with significant regression coefficient, and the thin line shows that with insignificant one.

## 小 括

夏期から冬期にわたって一定場所で採捕したアサリの肉部から脂質を抽出し、これを中性および極性脂質に分画した。各脂質の含量および脂肪酸組成を測定し、これらと環境泥温との関係を明らかにした。

極性脂質含量は0.59~1.00 g/100 g 肉 に分布し、泥温とは関係なくほぼ一定であった。中性および全脂質含量はそれぞれ0.06~0.49 g/100 g肉 および0.87~1.57 g/100 g肉 に分布し、泥温に対する両脂質含量の2次および1次回帰係数はともに有意とみなせた。しかし、両脂質含量は直接的には生殖巣の成熟と関連すると推論した。

アサリ脂質を構成する主要な脂肪酸は、全脂質では16:0 (11.2~19.1%), 16:1 (3.4~8.4%), 18:0 (6.3~9.8%), 18:1 (5.9~9.0%), 20:1 (5.1~7.8%), 20:5 (11.3~14.8%) および22:6酸 (8.4~17.9%) であり、極性脂質では16:0 (13.7~17.8%), 18:0 (7.6~10.6%), 18:1 (5.0~8.9%), 20:1 (5.2~9.8%), 20:5 (10.6~14.2%) および22:6酸 (10.4~15.7%) であり、中性脂質では16:0 (13.8~26.6%), 16:1 (6.6~13.2%), *iso* 18:0 (3.6~29.1%), 18:0 (5.2~11.9%), 18:1 (6.7~12.3%), 20:1 (4.1~10.1%), 20:5 (5.0~10.5%) および22:6酸 (3.0~11.7%) であった。

各脂質とも、平均組成率の大きい脂肪酸に大きい標準偏差が認められた。環境温度がアサリ脂質の脂肪酸組成率に及ぼす影響を検討するため、環境泥温に対する脂肪酸組成率の3次、2次および1次回帰係数ならびに *F* 値を求めた。3次および2次回帰係数が有意とみなせた脂肪酸は数種認められたが、これら脂肪酸について1次回帰係数もほとんど有意とみなされたので、本実験期間では泥温変化にともなって脂肪酸組成率は1次的に変動すると判断した。

泥温低下にともなって組成率が増大した脂肪酸は、全脂質では15:0, 18:0, 18:2, 20:3, 20:5 および22:6酸, 極性脂質では15:0, *iso* 16:0 および22:6酸, 中性脂質では18:0, 20:1, 20:3 および22:6酸であった。一方、減少した脂肪酸は、全脂質では14:0, 16:0, 16:1, *iso* 18:0 および18:1酸, 極性脂質では16:0 および20:1酸, 中性脂質では14:0, 15:0, 16:0 および16:1酸であった。

このように環境泥温の低下は高度不飽和酸とくに22:6酸組成率の増大をもたらし、18:0酸を除く主要な飽和およびモノエン酸組成率の減少をもたらした。なお、環境泥温にともなうこれら脂肪酸組成率の変動はアサリにおける脂肪酸の生転換に泥温変化が直接影響したためであると推論した。

## 第8章 底生魚における脂肪酸組成率 変動に関与する因子の考察

底生性少脂魚であるサバフグおよびカワハギの肉部および肝臓の脂質含量および脂肪酸組成の変動ならびに組成率変動に関与する因子の検討を第5章および第6章で行なった。また、移動性の小さい海産動物としてアサリを選び、環境泥温変化にともなう脂肪酸組成率の変動を第7章で論じた。

本章では、肉部脂質について、脂質含量および脂肪酸組成率の変動ならびに組成率変動に関与する因子のこれら2魚種間における共通点ならびに相違点を考察した。また、漁獲時期の違いは、移動性の小さい底生魚では環境温度とも関連しているため、環境泥温変化にともなうアサリ脂質脂肪酸組成率の変動と前述の2魚種の脂肪酸組成率の時期的変動とについて論述した。

**脂質含量** サバフグ、カワハギおよびアサリの脂質含量は第69表に示すように小さく、その分布範囲も狭い点で共通性が認められた。マアジおよびマサバなどの多脂魚とこれら少脂魚を比べると、極性脂質含量には著しい差異を認めないが、中性脂質含量には大きい差異を認めた。



Table 69. Comparison of lipid content of puffer, filefish and short neck clam

	Puffer	Filefish	Short neck clam
TL	0.79—1.13	0.66—1.05	0.87—1.57
$\bar{x}$	0.89	0.80	1.10
$\sigma$	0.09	0.11	0.18
PL	0.61—1.00	0.57—0.79	0.59—1.00
$\bar{x}$	0.75	0.65	0.79
$\sigma$	0.10	0.08	0.11
NL	0.06—0.14	0.04—0.24	0.06—0.49
$\bar{x}$	0.095	0.13	0.23
$\sigma$	0.025	0.07	0.12

Lipid content : g/100g muscle

**脂肪酸組成** サバフグ、カワハギおよびアサリの各脂質の主要構成脂肪酸の組成率を比較すると、20：5酸は、カワハギおよびアサリ脂質に多く、サバフグ脂質に少なかった。22：6酸は、これと反対にサバフグ脂質に多く、カワハギおよびアサリ脂質に少なかった。しかし、両脂肪酸組成率の和は3者ともほぼ一致した。

なお、20：1酸がアサリ脂質に多く存在し、このことは他の2魚種と相違した。マアジおよびマサバなどの多脂魚脂質とこれら3者の脂質の脂肪酸組成の主な相違は中性脂質に *iso* 16：0 および *iso* 18：0 酸を多く含むことである。このことは、キハダ背肉脂質にも認められ、少脂魚の特徴と推察される。他の脂肪酸については回遊魚と底生魚あるいは多脂魚と少脂魚間に顕著な相違は認められなかった。

サバフグ、カワハギおよびアサリ脂質の各脂肪酸の平均組成率および標準偏差から、3者の脂肪酸組成率変動は大きいと判断した。

**脂肪酸組成率変動に関与する因子** サバフグでは、脂肪酸組成率変動に関与する因子は漁獲時期であり、脂質含量および全長は主要因子とみなされなかった(第40および42表)。すなわち、夏から冬になるに従って、飽和およびモノエン酸組成率の減少、高度不飽和酸組成率の増大傾向が認められた。

一方、カワハギでは、脂肪酸組成率変動に関与する主要因子は見いだせなかった(第52表)。

しかし、漁獲時期、全長および脂質含量それぞれに対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数の有意性から、3因子中では全長が組成率変動により関与することが認められた(第54、55および56表)。他の2因子は関与してもその度合は僅少であると判断した。

全長の増大にともなって、カワハギの中性脂質の *iso* 18：0 酸、極性および全脂質の 18：1 酸組成率は増大し、中性脂質の 14：0 酸、極性脂質の 18：0 および 22：5 酸、全脂質の 22：5 酸組成率は減少する傾向を示した。

サバフグおよびカワハギは白身魚であり、脂質含量の分布範囲も近似しているにもかかわらず組成率変動に関与する因子に共通性が認められなかった。しかし、組成率変動の主要因子がともに脂質含量でなかったことは回遊魚との大きな相違点であった。

カワハギにおいて、漁獲時期が組成率変動の主要因子と認められなかったが、これはカワハギの移動性や食性がサバフグとは必ずしも同じでないことによると考えられる。すなわち、底生魚でも生殖のためや適温水域を求めての移動をする。そのため、移動性が大きい場合には、漁獲時期が組成率変動の主要因子になりにくいことが推察される。

移動性の小さい海産動物であるアサリの場合、その脂質の脂肪酸組成率変動に環境泥温が大きく関与した。

すなわち、泥温低下にともなう全脂質では、15:0, 18:0, 18:2, 20:3, 20:5 および 22:6 酸組成率に増大傾向が、14:0, 16:0, 16:1, *iso* 18:0 および 18:1 酸組成率に減少傾向が認められ、極性脂質では、15:0, *iso* 16:0, および 22:6 酸組成率に増大傾向が 16:0 および 20:1 酸組成率に減少傾向が認められ、中性脂質では、18:0, 20:1, 20:3 および 22:6 酸組成率に増大傾向が、14:0, 15:0, 16:0 および 16:1 酸組成率に減少傾向が認められた。

なお、環境泥温と採捕時期（8月から1月）との間に1次の相関が認められたことから、環境泥温変化にともなう脂肪酸組成率変動は採捕時期による脂肪酸組成率変動とみなされる。

これらを総合すると、移動性の小さい底生性少脂魚における肉部脂質の脂肪酸組成率変動に関与する主要因子は漁獲時期であると推論される。しかし、カワハギにおけるように、魚種によっては漁獲時期の影響が小さいこともある。

サバフグおよびカワハギの肉部脂質の脂肪酸組成は極性脂質のそれに強く依存し、中性脂質のその影響は小さい。このことはマアジおよびマサバなどの多脂魚とは異なった。

サバフグ肝臓脂質の脂肪酸組成率変動の主要因子は肉部脂質の場合と同様に漁獲時期であったが、カワハギ肝臓脂質では肉部脂質の場合と異なり、中性および全脂質で脂質含量、極性脂質で漁獲時期であった。

## 第9章 総 括

魚類脂質の脂肪酸組成に関する研究は古くから行なわれてきたが、脂肪酸組成が複雑なため、多くの努力が払われたにもかかわらず、古い資料を現在では信用することができない。

その後、GLCの開発にともない、脂肪酸分析はきわめて容易となり、多くの魚種について構成脂肪酸が明らかにされ、その組成率も正確に測定されるようになった。

魚類脂質脂肪酸組成について、多くの詳細な分析結果が得られるに従い、構成脂肪酸の化学構造の類似性が認められる一方、脂肪酸組成率は魚種間はもとより、同一魚種でも大きく変動することが知られ、また同一魚体でも試料部位が異なると脂肪酸組成率に相違のあることが明白となった。

このようなことから、魚類脂質脂肪酸組成を考察するには、脂肪酸組成を単に測定しても大きい意義は認められず、脂肪酸組成率の変動ならびにそれに関与する因子を検討することが必要であると考えた。

脂肪酸組成率変動に関与する因子として推測されるものは餌料、漁獲時期、生息場所、成長の程度および脂質含量などであるが、自然界から漁獲された魚類を対象として、これらすべての因子について検討することはむづかしい。

本研究では、魚肉脂質の脂肪酸組成率の変動ならびに組成率変動に関与する因子の検討を目的とした。すなわち、組成率変動と関連があらうと推察される前述の因子のうちから、数値化できる因子として、成長の程度（尾叉長あるいは全長）、脂質含量および漁獲時期をとり上げ、これら3因子について脂肪酸組成率との関連を考察した。

研究対象魚種として、回遊性赤身魚からマアジ、マサバおよびキハダを、底生性白身魚からサバフグおよびカワハギを選び、魚種間、赤身魚と白身魚間あるいは多脂魚と少脂魚間の共通点および相違点について検討した。なお、移動性が小さくて環境温度の影響を受けやすい海産動物としてアサリを選び、その脂肪酸組成率と環境温度との関係も検討した。

脂質含量 回遊性赤身魚であるマアジおよびマサバの脂質含量は広い範囲に分布した。また、脂質含量 ( $z_i$ )の変動は中性脂質含量 ( $z_n$ )の変動に基づくことが明白となり、両魚種における  $z_i$  と  $z_n$  の関係は次のように示された。

$$\text{マアジ: } z_n = z_i - 1.02 \text{ [g/100 g 肉]}$$

$$\text{マサバ: } z_n = z_i - 1.03 \text{ [ " ]}$$

極性脂質含量 ( $z_p$ ) は、マアジおよびマサバともにほぼ一定とみなされ、それぞれ  $z_p = 1.02$  および  $z_p = 1.03$  (g/100 g 肉) で示された。

一方、キハダ背肉脂質における  $z_t$ ,  $z_n$  および  $z_p$  の分布範囲、平均含量および標準偏差はそれぞれ次に示す通りであった。

$$\begin{aligned} z_t &: 0.48 \sim 0.98 \text{ (g/100 g 肉)}, 0.63 \text{ (g/100 g 肉)}, 0.14 \\ z_n &: 0.004 \sim 0.53 \text{ [ " ]}, 0.12 \text{ [ " ]}, 0.13 \\ z_p &: 0.31 \sim 0.58 \text{ [ " ]}, 0.45 \text{ [ " ]}, 0.07 \end{aligned}$$

血合肉脂質における  $z_t$ ,  $z_n$  および  $z_p$  は背肉のそれらに比べ、幾分か大きかった。

このように、多脂魚であるマアジとマサバの脂質含量の分布範囲および  $z_t$  と  $z_n$  の関係は酷似したが、少脂魚であるキハダでは、これら2魚種と異なり、 $z_n$  は小さく、背肉に中性脂質を蓄積しなかった。また、 $z_p$  は前述の2魚種のほぼ1/2であった。

底生性白身魚であるサバフグおよびカワハギの内部脂質含量は小さかった。アサリの脂質含量も小さく、サバフグおよびカワハギ肉部の脂質含量と類似した。それぞれの脂質含量の分布範囲、平均含量および標準偏差は次の通りであった。

	$z_t$	: 0.79~1.13 (g/100g 肉),	0.89 (g/100g 肉),	0.09
サバフグ	$z_n$	: 0.06~0.14 [ " ],	0.09 [ " ],	0.02
	$z_p$	: 0.61~1.00 [ " ],	0.75 [ " ],	0.10
	$z_t$	: 0.66~1.05 [ " ],	0.80 [ " ],	0.11
カワハギ	$z_n$	: 0.04~0.24 [ " ],	0.13 [ " ],	0.07
	$z_p$	: 0.57~0.79 [ " ],	0.65 [ " ],	0.08
	$z_t$	: 0.87~1.57 [ " ],	1.10 [ " ],	0.18
アサリ	$z_n$	: 0.06~0.49 [ " ],	0.23 [ " ],	0.12
	$z_p$	: 0.59~1.00 [ " ],	0.79 [ " ],	0.11

このように、脂質含量の分布範囲も小さく、3者の脂質含量に顕著な差はなかった。マアジおよびマサバなどの多脂魚とこれら少脂魚を比べると、極性脂質含量には著しい相違を認めないが、中性脂質含量には大きい相違が認められた。脂質含量から論じると、キハダ背肉はサバフグ、カワハギおよびアサリと同じ部類に入るものと考えられる。

サバフグおよびカワハギの肝臓には多量の脂質が含まれ、その大部分は中性脂質であった。

**脂肪酸組成** 各脂質の主要構成脂肪酸の種類、平均組成率について、マアジとマサバを比べると、両者間に大きい相違はなく、共通性が認められた。

一方、キハダ背肉では、中性脂質の主要構成脂肪酸として、*iso* 16:0 および *iso* 18:0 酸が検出され、主要構成脂肪酸の種類および平均組成率にマサバやマアジとの著しい相違が認められた。

脂質含量の大きいキハダ血合肉脂質の脂肪酸組成は背肉のそれと異なり、マアジやマサバ脂質の脂肪酸組成にほぼ類似した。

サバフグ、カワハギおよびアサリの内部脂質の主要脂肪酸組成率を比較すると、20:5 酸はカワハギおよびアサリに多く、22:6 酸はサバフグに多く含まれた。しかし、両脂肪酸組成率の和は3者ともほぼ一致した。他の脂肪酸の組成率については3者間に著しい相違を認めなかった。

マアジおよびマサバ脂質と異なる点はこれら3者の中性脂質に *iso* 16:0 および *iso* 18:0 酸などの分枝酸を比較的多量に含むことであり、分枝酸の存在はキハダ背肉にも認められたことから、少脂魚の特徴と推察した。

含量の大きいサバフグおよびカワハギ肝臓脂質の脂肪酸組成は肉部脂質のそれと異なり、マアジやマサバなどの多脂魚の脂肪酸組成と比べて顕著な相違を示さなかった。

多脂魚において、全脂質脂肪酸組成が中性あるいは極性脂質のいずれの脂肪酸組成に依存しているかをマアジで検討した結果、全脂質脂肪酸組成は中性脂質のそれに強く依存し、脂質含量が11.5%以下になると脂質含量の低下に従って、極性脂質の影響も現われてくると判断した。

一方、少脂魚では、全脂質脂肪酸組成は極性脂質のそれに依存し、中性脂質の影響は小さいことが判明した。

平均脂肪酸組成率ならびにその標準偏差から、実験に供した各魚類ならびにアサリ脂質の脂肪酸組成率変動は大きいと判断した。

**脂肪酸組成率変動に関与する因子** マアジおよびマサバ脂質では、脂肪酸組成率変動に関与する因子は脂質含量および漁獲時期であった。

マアジにおいて、脂質含量の増大は中性脂質の18:1および22:6酸組成率の増大をもたらし、極性脂質の2種の脂肪酸組成率に変動をもたらしたが、全脂質では、16:0、16:1、18:0、18:1、20:5および22:6酸に、脂質含量に対する組成率の2次あるいは1次的変動が認められた。これは、全脂質脂肪酸組成が低脂質含量域では極性脂質のそれに類似し、脂質含量の増大にともなって中性脂質のそれに近似するためと結論した。

マサバでは、脂質含量の増大は中性および極性脂質の2ないし4種の脂肪酸組成率に変動をもたらした。また、全脂質の18:0、20:3および22:6酸組成率の減少をもたらした。

漁獲時期の相違に基づく脂肪酸組成率の変動はマアジおよびマサバともに20:5および22:6酸などの高度不飽和酸ならびに16:0、16:1および18:1酸などの飽和およびモノエン酸に認められた。すなわち、冬期に高度不飽和酸組成率が増大し、夏期に飽和およびモノエン酸組成率が増大する傾向を示した。

一方、キハダ背肉脂質脂肪酸組成率変動に関与する因子は脂質含量および尾叉長であった。組成率が脂質含量に影響された脂肪酸は中性脂質の*iso* 14:0、17:0および18:1酸ならびに全脂質の15:0、18:1および20:3酸であった。しかし、マアジおよびマサバに認められた22:6酸の組成率変動はキハダ背肉脂質に認められなかった。

成長にともなって組成率が変動した脂肪酸は各脂質とも18:1および22:6酸であった。

キハダ背肉脂質では、漁獲時期の相違が脂肪酸組成率変動にほとんど関与しなかったが、これは、漁獲期間が2か月であったため当然の結果であろう。

脂質含量が比較的大きい血合肉脂質にも、背肉脂質とはほぼ同様な脂肪酸組成率変動が認められた。

これらを総合して、3種の回遊性赤身魚における脂肪酸組成率の変動に関与する共通因子は脂質含量であると結論した。

採肉部位の相違に基づく脂肪酸組成の違いは部位による脂質含量の相違に起因すると説明づけられた。

サバフグでは、脂肪酸組成率変動に関与する因子は漁獲時期であり、脂質含量および全長は主要因子とみなされなかった。すなわち、夏から冬になるに従って、飽和およびモノエン酸組成率の減少、高度不飽和酸組成率の増大傾向が認められた。

一方、カワハギでは、脂肪酸組成率変動に関与するはっきりした因子は見いだせなかった。しかし、漁獲時期、全長および脂質含量それぞれに対する脂肪酸組成率の2次および1次回帰係数の有意性から、全長が他の2因子よりも組成率の変動に関与すると判断した。すなわち、全長の増大にともなって、中性脂質の*iso* 18:0酸、極性および全脂質の18:1酸組成率は増大し、中性脂質の14:0酸、極性脂質の18:0および22:5酸、全脂質の22:5酸組成率は減少する傾向を示した。

サバフグおよびカワハギは白身魚であり、脂質含量は小さく、その分布範囲も近似しているにもかかわらず、組成率変動に関与する因子に共通性が認められなかった。しかし、組成率変動の主要因子がともに脂質含量でなかったことは回遊性赤身魚との大きな相違点であった。

移動性の小さい海産動物であるアサリの場合、その脂質の脂肪酸組成率変動に環境泥温が大きく関与した。すなわち、泥温低下にともない全脂質では、15:0、18:0、18:2、20:3、20:5および22:6酸組成率に増

大傾向が、14:0, 16:0, 16:1, *iso* 18:0 および 18:1 酸組成率に減少傾向が認められ、極性脂質では、15:0, *iso* 16:0 および 22:6 酸組成率に増大傾向が、16:0 および 20:1 酸組成率に減少傾向が認められ、中性脂質では、18:0, 20:1, 20:3 および 22:6 酸組成率に増大傾向が、14:0, 15:0, 16:0 および 16:1 酸組成率に減少傾向が認められた。

なお、環境泥温と採捕時期（8月から1月）との間に1次の相関が認められたことから、環境泥温変化にともなう脂肪酸組成率変動は採捕時期による脂肪酸組成率変動とみなされた。

これらを総合すると、底生性白身魚における内部脂質の脂肪酸組成率変動に関与する主要因子は漁獲時期であると推論され、その典型例がアサリ脂質であった。しかし、カワハギにおけるように、魚種によっては漁獲時期の影響が小さいこともある。

サバフグ肝臓脂質の脂肪酸組成率変動の主要因子は内部脂質と同様に漁獲時期であったが、カワハギ肝臓脂質では内部脂質と異なり、中性および全脂質では脂質含量であり、極性脂質では漁獲時期であった。

供試した5種の魚類について、漁獲時期、体長および脂質含量の影響を受けて、組成率が変動するとみなされた脂肪酸の種類を調べると、22:6, 18:1 および 16:0 酸の頻度が最も高く、ついで、14:0, 16:1, 20:3 および 18:0 酸のそれが高かった。このうち、22:6 および 18:1 酸については回遊性赤身魚における頻度がとくに高く、これらの脂肪酸の組成率ならびに含量も大きかった。他の脂肪酸については、回遊魚における頻度と底生魚におけるそれとはほぼ近似した。

魚体内において、飽和脂肪酸から生合成または生転換される 18:1 酸は他の脂肪酸に転換されにくく、また、18:3 酸から生転換される高度不飽和脂肪酸の代表である 22:6 酸はより以上の不飽和化および炭素鎖延長を起しにくい。また、回遊魚は運動のためのエネルギーを脂質の生体内酸化に求めていると言われる。

これらのことは、22:6 酸および 18:1 酸が回遊魚のエネルギー源としてとくに重要な脂肪酸であることおよびこれら脂肪酸によって脂質不飽和度のバランスを調整していることを示唆しており、極めて興味深いものがある。

## 謝 辞

本研究を終わるにあたり、終始御懇篤なる御指導ならびに御校閲を賜った九州大学教授豊水正道先生に深甚なる感謝の意を表す。

また、研究にあたり、有益な御教示および御便宜を賜った水産大学校教授前田弘先生ならびに終始御鞭撻を賜った同小島良夫先生に深く感謝する。

## 文 献

- 1) J. A. LOVERN : *Biochem. J.*, **30**, 2023 (1936).
- 2) J. A. LOVERN : *D. S. I. R. Food Investigation Spec. Report*, No. 51 (1942).
- 3) J. A. LOVERN : *Biochem. J.*, **26**, 1985 (1932).
- 4) J. A. LOVERN : *ibid.*, **32**, 676 (1938).
- 5) J. A. LOVERN : *ibid.*, **28**, 1955 (1934).
- 6) J. A. LOVERN : *ibid.*, **30**, 20 (1936).
- 7) T. P. HILDITCH : *The Chemical Constitution of Natural Fats*, 3rd ed.,  
Chapman & Hall Ltd., London, 1956, p. 33.
- 8) F. B. SHORLAND, and J. RUSSELL : *Biochem. J.*, **42**, 429 (1948).
- 9) S. P. PATHAK, and C. V. AGARWAL : *ibid.*, **51**, 264 (1952).
- 10) S. P. PATHAK, G. D. PANDE, and S. S. MATHUR : *ibid.*, **57**, 449 (1954).
- 11) 五十嵐久尚・座間 宏一・片田 宗男 : 日水誌, **22**, 787 (1957).
- 12) 五十嵐久尚・座間 宏一・片田 宗男 : 同 誌, **22**, 791 (1957).
- 13) 五十嵐久尚・座間 宏一・片田 宗男 : 同 誌, **23**, 273 (1957).
- 14) 五十嵐久尚・座間 宏一・片田 宗男 : 同 誌, **23**, 278 (1957).
- 15) 東 秀雄・新聞弥一郎・田口 脩子 : 同 誌, **26**, 411 (1960).
- 16) 露木 英男・成瀬 宇平・塩谷 明雄 : 同 誌, **27**, 1107 (1961).
- 17) 露木 英男・成瀬 宇平・塩谷 明雄 : 同 誌, **27**, 1113 (1961).
- 18) 安藤 一夫 : 同 誌, **28**, 340 (1962).
- 19) A. T. JAMES, A. J. P. MARTIN, and G. H. SMITH : *Biochem. J.*, **52**, 238 (1952).
- 20) A. T. JAMES : *ibid.*, **52**, 242 (1952).
- 21) J. E. LOVELOCK : *J. Chromatog.*, **1**, 35 (1958).
- 22) R. G. ACKMAN : *Nature*, **194**, 970 (1962).
- 23) J. HARLEY : *ibid.*, **181**, 179 (1958).
- 24) I. G. MCWILLIAM, and R. A. DEWARE : *Nature*, **181**, 760 (1958).
- 25) W. T. ROUBAL : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **40**, 213 (1963).
- 26) R. G. ACKMAN, R. D. BURGHER, and M. L. HUGHES : *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **19**, 1081 (1962).
- 27) R. G. ACKMAN, P. M. JANGAARD, R. D. BURGHER, M. L. HUGHES, and W. A. MACCALLUM : *ibid.*, **20**,  
591 (1963).
- 28) R. G. ACKMAN, and R. D. BURGHER : *ibid.*, **21**, 367 (1964).
- 29) R. G. ACKMAN, and R. D. BURGHER : *ibid.*, **21**, 469 (1964).
- 30) R. G. ACKMAN, and R. D. BURGHER : *ibid.*, **21**, 319 (1964).
- 31) P. M. JANGAARD, and R. G. ACKMAN : *ibid.*, **22**, 131 (1965).
- 32) N. SEN, and H. SCHLENK : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **41**, 241 (1964).
- 33) E. H. GRUGER, Jr., R. W. NELSON, and M. E. STANSBY : *ibid.*, **41**, 662 (1964).
- 34) A. DOLEV, and H. S. OLCOTT : *ibid.*, **42**, 624 (1965).
- 35) T. RICHARDSON, A. L. TAPPEL, L. M. SMITH, and C. R. HOULE : *J. Lipid Res.*, **3**, 344 (1962).
- 36) R. LASKER, and G. H. THEILACKER : *ibid.*, **3**, 60 (1962).
- 37) 豊水 正道・川崎 賢治・富安 行雄 : 日水誌, **29**, 597 (1963).
- 38) 新聞弥一郎・田口 脩子 : 同 誌, **30**, 179 (1964).
- 39) 新聞弥一郎・田口 脩子 : 同 誌, **30**, 153 (1964).

- 40) 羽田野六男・座間 宏一・五十嵐久尚：同 誌, **30**, 516 (1964).
- 41) 羽田野六男・座間 宏一・五十嵐久尚：同 誌, **30**, 519 (1964).
- 42) 上田 正：水大研報, **16**, 1 (1967).
- 43) 上田 正・永岡 哲雄：同 誌, **16**, 51 (1968).
- 44) 上田 正・永岡 哲雄：同 誌, **17**, 59 (1969).
- 45) R. G. ACKMAN: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **21**, 247 (1964).
- 46) 上田 正：水大研報, **20**, 145 (1972).
- 47) E. H. GRUGER Jr. : in "Fish Oil" (ed. by M. E. STANSBY), Avi Publishing Co. Inc., Westport, 1967, p. 3.
- 48) R. R. BRENNER, D. V. VAZZA, and M. E. DETOMÁS : *J. Lipid Res.*, **4**, 341 (1963).
- 49) H. MOHRHAUER, and R. T. HOLMAN : *ibid.*, **4**, 346 (1963).
- 50) 金子徳五郎・竹内 昌昭・石井清之助・東 秀雄・菊地 貴明：日水誌, **30**, 47 (1967).
- 51) T. FARKAS, and S. HERODEK : *J. Lipid Res.*, **5**, 369 (1964).
- 52) P. M. JANGAARD, R. G. ACKMAN, and J. C. SIPOS: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **24**, 607 (1967).
- 53) 麿山 光・土屋 靖彦・J. F. MEAD: 日水誌, **29**, 452 (1963).
- 54) K. W. DEWITT : *J. Sci. Food and Agric.*, **14**, 92 (1963).
- 55) 天野 慶之・尾藤 方通・河端 俊治：日水誌, **19**, 487 (1953).
- 56) 小長谷史郎・山辺 和興・天野 慶之：同 誌, **35**, 410 (1969).
- 57) I. BARRETT, and F. J. HESTER : *Nature*, **203**, 96 (1964).
- 58) 豊水 正道・中村 孝・庄野 寿彦：日水誌, **42**, 101 (1976).
- 59) 松原喜代松・落合 明：魚類学, 下, 恒星社厚生閣, 東京, 1965, p. 722.
- 60) J. FOLCH, M. LEES and G. H. SLOANE STANLEY : *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957).
- 61) L. D. METCALFE, and A. A. SCHMITZ : *Anal. Chem.*, **33**, 363 (1961).
- 62) R. G. ACKMAN, R. D. BURGHER : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **42**, 38 (1965).
- 63) 北川 敏雄・増山元三郎編：新編統計数値表, 河出書房, 東京, 1952, p. 109.
- 64) 鳥居 敏雄・高橋 暁正・土肥 一郎：医学生物学のための推計学, 東京大学出版会, 東京, 1963, p. 89.
- 65) 奥津 恭：工場における推計学の問題とその解き方, 共立出版, 東京, 1961, p. 100.
- 66) W. T. ROUBAL : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **40**, 215 (1963).
- 67) 森井 秀昭・金津 良一：日水誌, **38**, 599 (1972).
- 68) 内田恵太郎：動物学雑誌, **39**, 161 (1927).
- 69) 浜田 茂・上野 誠一：油化学, **17**, 39 (1968).
- 70) 浜田 茂・上野 誠一：同 誌, **17**, 478 (1968).
- 71) 林 陽：同 誌, **20**, 726 (1971).
- 72) 河内 正通：水大研報, **23**, 155 (1972).
- 73) E. J. BARRON, and D. J. HANAHAN : *J. Biol. Chem.*, **231**, 493 (1958).

## Variations in the Fatty Acid Composition of Fish Lipids and their Relations to Some Numerical Factors

By  
Tadashi UEDA

In the last 60 years, many workers have endeavored to clarify the fatty acid compositions of fish lipids. In spite of these efforts, however, it was difficult to estimate exactly the compositions and their percentages, because fish lipid is a mixture of glycerides of many kinds of fatty acids with very similar physico-chemical properties. The introduction of gas-liquid chromatography greatly assisted the exact identification of the respective constituents and the accurate estimation of their ratios. The accumulated results of the analyses of fatty acid compositions of fish lipid, indicated clearly that the fatty acids of marine origin are all structurally homogeneous in respect to the *cis* form of methylene interrupted double bonds. It was determined, however, that while the fatty acid compositions showed inter-specific variation, the intra-specific variation was often even greater. Consequently, in the discussion of component fatty acids in fish lipid, it is necessary to clarify the range of variation of these compositions and to examine the factors influencing this variation.

It is easily conceivable that the proportions of the fatty acid in fish lipid depend on such factors as diet, geographic location of capture, season of the year, body length and lipid content. It is, however, very difficult to examine, in detail, the relationships between the fatty acid compositions from fish freely swimming in open sea and each of these factors. The objective of this report is to clarify the changes in fatty acid compositions of fish lipids as well as to determine their relations to the following three probable factors which can be represented numerically: the season of the year, the body length (or fork length) and the lipid content.

### Materials and Methods

As the materials of the present study, jack mackerel, mackerel and yellowfin tuna were selected as examples of the pelagic fish of red muscle; and puffer and filefish were selected as examples of the demersal fish of white muscle. The similarities and differences in the fatty acid compositions and changes in these compositions, relative to the three above-mentioned factors, were compared among the fish species and between fish classified according to muscle color (red vs. white) and lipid content (fat vs. lean). The short neck clam was chosen as the representative of a sedentary marine organism, which is directly exposed to the seasonal change of environmental conditions, to clarify the relation between



the fatty acid composition and environmental temperature.

The locality and season of collecting the materials were as follows:

Common name	Scientific name	No. of ind.	Locality	Season
Jack mackerel	<i>Trachurus japonicus</i>	33	Genkai-Nada or Hibiki-Nada	Apr. 1970 — Jan. 1971
Mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	23	" "	May 1971 — Feb. 1972
Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>	13	South Seas	June 1972 — Aug. 1972
Puffer	<i>Lagocephalus lunaris</i>	11	Hibiki-Nada	Aug. 1971 — Jan. 1972
Filefish	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	14	" "	July 1972 — Jan. 1973
Short neck clam	<i>Tapes philippinarum</i>	ca 700	Yoshimi Bay	Aug. 1971 — Jan. 1972

The total lipid was extracted by Folch's method using chloroform-methanol mixture. The fatty acid compositions of respective lipid samples taken at different seasons, and before and after fractionation into the polar and nonpolar lipid with silicic acid chromatography were determined by GLC.

The multiple linear regression equations of compositional percentage of each of the constituent fatty acids on the three probable factors (season, body or fork length and lipid content) were calculated to determine the outline of the relation. The quadratic and linear regression equations of each compositional percentages on each of the three factors were estimated for the purpose of examining the exact relation to each of the factors.

## Results

### Lipid content

The lipid contents of both jack mackerel and mackerel muscles were distributed over a wide range, and the total lipid content ( $Z_t$ ) depended closely on the nonpolar lipid content ( $Z_n$ ), establishing the following relationships:

$$\text{Jack mackerel} \quad Z_n = Z_t - 1.02 \quad (\text{g/100 g muscle})$$

$$\text{Mackerel} \quad Z_n = Z_t - 1.03 \quad (\text{ " " })$$

In both jack mackerel and mackerel, the polar lipid content ( $Z_p$ ) could be regarded as constant; being 1.02 and 1.03 g per 100 g muscle, respectively.

In the dorsal muscle of yellowfin tuna, the lipid content varied as follows;  $Z_t$  from 0.48 to 0.98 g per 100 g muscle (0.63 g/100 g muscle  $\pm$  0.14),  $Z_n$  from 0.004 to 0.53 g per 100 g muscle (0.12 g/100 g muscle  $\pm$  0.13), and  $Z_p$  from 0.31 to 0.58 g per 100 g muscle (0.45 g/100 g muscle  $\pm$  0.07). The values in the dark muscle were considerably higher than those in the dorsal. As mentioned above, jack mackerel and mackerel resembled each other closely not only in the range of distribution of the content of each of major component fatty acids, but also in the  $Z_t$ - $Z_n$  relationships. Yellowfin tuna differed from these two pelagic fish, being characterized by a low value of  $Z_n$  without any indication of accumulation of nonpolar lipid in dorsal muscle and by a low value of  $Z_p$  (about as low as a half of those in the above-mentioned pelagic fish).

Puffer and filefish were characterized (as suggested by their classification as lean fish) by low contents of  $Z_t$ ,  $Z_p$  or  $Z_n$ . The same was true of the short neck clam, although this is not a fish but a mollusc. The  $Z_t$ ,  $Z_p$  and  $Z_n$  in these fish were as follows:

Name	Fraction	Range (g/100 g muscle)	Mean (g/100 g muscle)	Standard deviation
Puffer	$Z_t$	0.79—1.13	0.89	0.09
	$Z_n$	0.06—0.14	0.09	0.02
	$Z_p$	0.61—1.00	0.75	0.10
Filefish	$Z_t$	0.66—1.05	0.80	0.11
	$Z_n$	0.04—0.24	0.13	0.07
	$Z_p$	0.57—0.79	0.65	0.08
Short neck clam	$Z_t$	0.87—1.57	1.10	0.18
	$Z_n$	0.06—0.49	0.23	0.12
	$Z_p$	0.59—1.00	0.79	0.11

Thus, there was little variation among these three species in respect to their lipid contents. The basic difference between lean fish and fat fish was in the content of the nonpolar lipids, although there was no marked difference in the content of the polar lipids. The other notable finding in the present section is as follows: The dorsal muscle of yellowfin tuna should be included, in respect to lipid content, in the same category as the muscle of puffer and filefish in spite of the fact that this fish is traditionally classified as a fat fish. A large amount of lipid, consisting mainly of the nonpolar fraction, was found in the livers of puffer and filefish.

#### Fatty acid composition

The fatty acid compositions showed a large within-species variation in all of the six species examined; however, the following characteristics were determined for these species or groups of species:

Jack mackerel and mackerel resembled each other very closely in respect to both the kind and compositional percentage of the main fatty acids in all total, polar or nonpolar lipid. In the case of the lipid content, however, yellowfin tuna differed from these two species not only in the kind and compositional percentages of major component fatty acids but also in the high concentration of the branched chain fatty acids such as iso16:0 and iso18:0 acids in the nonpolar fraction. The lipid in the dark muscle of yellowfin tuna differed from that in the dorsal muscle of the same species, but resembled that in either jack mackerel or mackerel muscle in respect to fatty acid compositions.

Among the lean fish, the lipids in the muscles of the filefish and short neck clam were characterized by a high concentration of 20:5 acid, while those of the puffer were characterized by a high concentration of 22:6 acid. No other marked difference among the

lipids in these three species could be found in either the sum of the concentration of these two fatty acids or in the concentration of the other fatty acids.

One of the notable differences between the fatty acid compositions of these three lean species and those in jack mackerel and mackerel was the high concentration of the branched chain fatty acids, such as iso16:0 and iso18:0 acids, in nonpolar fraction. The high concentration of branched chain fatty acids in the nonpolar fraction of the dorsal muscle of yellowfin tuna should be pointed out here as one of the evidences supporting the suggestion that the dorsal muscle of yellowfin tuna should be included in the same category as the muscle of lean fish in respect to the fatty acid compositions as well. The livers of puffer and filefish were high in lipid contents. The fatty acid compositions of their lipids differed from those of the muscle from the same fish which contained little lipid, but resembled those of the lipid from the muscles of either jack mackerel or mackerel, which contained a large amount of lipid.

The fat fish differed from the lean fish in the dependence of the fatty acid compositions of total lipid on either those of the nonpolar or polar fraction. The examination of the fatty acid compositions of the total lipid in jack mackerel muscle revealed that the compositions of total lipid depended closely on those of nonpolar fraction when the lipid content was higher than 11.5% while the compositions of polar fraction became influential with the decrease in the lipid content. In contrast with this trend, the fatty acid compositions of lean fish depended closely on those of the polar fraction but negligibly on those of the nonpolar fraction.

#### The factors closely related to the variation of the fatty acid composition

The examination of the significance ( $\alpha=0.05$ ) of the multiple linear regression of compositional percentages on the season, the fork length and the lipid content, and the quadratic and linear regressions on any of them revealed the following facts: The variations of the fatty acid compositions of the lipid from either jack mackerel or mackerel was related to the lipid content and the season. In jack mackerel, the increase of lipid content brought the increase in the compositional percentage of either 18:1 or 22:6 acid in the nonpolar fraction, 20:5 acid in the polar fraction, but a decrease in that of the 16:1 acid, also in the polar fraction. The compositional percentages of the 16:0, 16:1, 18:1, 20:5 or 22:6 acid in total lipid varied with either a quadratic or linear relation to the lipid content. This is due to the following reason: As mentioned in the  $Z_i-Z_n$  relationship, the lipid at low content was mainly the polar fraction and the increase in lipid content was mainly due to that in the nonpolar fraction. It is, accordingly, natural that the compositional percentages of the respective acids in total lipid were similar to those of the polar fraction at low level of lipid content, but approached to those of the nonpolar fraction with an increase in the lipid content.

An increase in the lipid content brought fluctuations in the compositional percentages of several fatty acids, either in the nonpolar or polar fraction. In the total lipid, a decrease in the compositional percentages in accordance with the increase in the lipid content was observed in the 18:0, 20:3 and 22:6 acids.

A seasonal change in compositional percentage was observed in the polyunsaturated fatty acids, such as the 20:5 and 22:6 acids, and in the saturated or the monoenoic acid, such as the 16:0, 16:1 and 18:0 acids. In jack mackerel and mackerel, it was determined

that the compositional percentages of the polyunsaturated acids increased in winter while those of the saturated or the monoenoic acid increased in summer.

The lipid from the dorsal muscle of yellowfin tuna was similar to that of the two above-mentioned species of pelagic fish in respect to a close dependence on the lipid content, but was different from them in respect to the dependence on the fork length and independence of the season. Close relationships between the compositional percentage and the lipid content were found in the iso14:0, 17:0 and 18:1 acids in the nonpolar fraction and in the 15:0, 18:0 and 20:3 acids in the total lipid. It was, however, difficult to find the dependence on the compositional percentage of 22:6 acid on the lipid content in this species, in spite of the fact that this acid in either jack mackerel or mackerel showed a close relation to it. A dependency on the fork length was observed in the 18:1 and 22:6 acids, either in the nonpolar or polar fraction, or in the total lipid. The influence of the season of the year was observed in the fatty acid compositions of the lipid from the dorsal muscle, probably due to the insufficient length of the collecting season of the samples (as short as two months) as well as the insufficient seasonal change in the environmental conditions at low latitudinal water.

The lipid from the dark muscle of yellowfin tuna was similar to that of the dorsal muscle in respect to the relationship between the compositional percentage of respective fatty acids and either the lipid content, the fork length, or the season, in spite of a large difference in the lipid contents (high in the dark muscle but low in the dorsal one).

Based on these results, it was concluded that the lipid content was the common factor in the three above-mentioned species of pelagic fish with red muscle in respect to the close relation to the variation of the fatty acid compositions.

The lipid content could also be adopted to explain the variation in the fatty acid compositions of the different parts within the same individual. The muscles of jack mackerels, sampled over different seasons of the year, were sliced into the dorsal and ventral halves.

An examination of the rejection zone revealed that the fatty acid compositions of the lipids from the ventral muscle varied greatly and depended on the lipid content, however, most of the values were within the rejection zone of the values of dorsal muscle, in spite of the difference in the lipid content between the dorsal and ventral muscles. Similarly, most of the values of the lipid from the dorsal muscle were within the rejection zone of the values of ventral muscle.

In puffer, the factor having the leading influence on the variations in the fatty acid compositions was the fishing season, but the lipid content and body length could not be included in the influential factors. As the season changed from summer to winter, the compositional percentages of the saturated and the monoenoic acids tended to decrease, but those of the polyunsaturated acids increased.

In filefish, it was difficult to determine the main factor which would explain the variation in the fatty acid compositions. From the significance of the quadratic and linear regressions of the fatty acid compositions on the three probable factors, however, it appears that the relation to the body length was clearer than that to the other factors, however even this was not significant ( $\alpha = 0.05$ ). In reference to growth, the compositional percentages of iso18:0 acid in nonpolar and 18:1 acid in polar or total lipid showed an increasing trend, while those of 14:0 acid in nonpolar lipid, 18:0 and 22:5 acids in polar, and 22:5 acid in total one showed a decreasing trend.

Both puffer and filefish contained only a small amount of muscle lipid. In spite of a close similarity between these two species in the ranges of distribution of compositional percentage of respective constituent fatty acids, it was difficult to point out a common factor in these two species in respect to the variation of the fatty acid compositions. It should be useful to note here, as one of the clearest differences between lean fish (fish with white muscle) and fat fish (that with red muscle), that the lipid content was not a major factor influencing the fatty acid compositions of either the puffer or filefish.

In short neck clam, it was determined that the temperature of the environmental mud was one of the most influential factors in the variation of the fatty acid compositions. As the temperature of environmental mud dropped, there was an increasing tendency in the compositional percentage of the 15:0, 18:0, 18:2, 20:3, 20:5 and 22:6 acids in the total lipid, but a decreasing tendency in the 14:0, 16:0, 16:1, iso18:0 and 18:1 acids. Results similar to those in the total lipid were found in the nonpolar and polar lipids. These changes in fatty acid compositions due to the drop in the temperature of the mud could also be regarded to be in accordance with seasonal changes, because the mud temperature dropped linearly with the passing of the season studied here (from summer to winter).

Summing up these results, for species having white muscle and the short neck clam, it was inferred that the main factor relating to the variations in the fatty acid compositions of muscle lipid was the season of the year. However, there was very little influence of the season on the fatty acid compositions in some species, for example in filefish.

In all the species used in the present study, the frequency with which fatty acids showed significant quadratic and linear regressions between the compositional percentage and the three above-mentioned factors was evaluated. It was determined that the 22:6, 18:1 and 16:0 acids had the highest frequency followed by the 14:0, 16:1, 20:3 and 18:0 acids.

In the acids of the former group, the frequencies of the 22:6 and 18:1 acids were particularly high in migratory fish having red muscle. The frequencies of the other acids in the migratory fish approximated to those of the groundfish.

The 18:1 acid, biosynthesized from the saturated acid, is rarely biosynthesized to the other acid, and the 22:6 acid, biosynthesized from the 18:3 acid, undergoes little reaction of the further elongation of carbon chain or unsaturation. It is suggested that the migratory fish obtain kinetic energy through the bio-oxidation of the lipid.

These facts suggested that the 22:6 and 18:1 acids should be of special importance as a source of the kinetic energy in migratory fish and as a regulator of the balance of the degree of unsaturation.