

魚油の構成脂肪酸— II.*

マアジ体油における非極性および極性脂質の
脂肪酸組成と全脂質脂肪酸組成との関係

上 田 正

Fatty Acid Composition of Fish Oils — II.
The Fatty Acid Compositions of Jack Mackerel Oil, in Consideration of the
Dependency of the Polar and the Nonpolar Lipids on the Total One

By
Tadashi UEDA

The fatty acid compositions of the lipid samples from jack mackerel (*Trachurus japonicus*) flesh in different seasons, before and after the fractionation into the polar and the nonpolar ones with silicic chromatography, were determined by gas-liquid chromatography. And the significances of the quadratic regression and the linear one observable in the following three relations of the factors were examined; then, the estimated linear regression equations were compared with the expectant ones.

(1) The relation between the contents of the total lipid and those of either the nonpolar or the polar fraction.

(2) The relation between the former and the fatty acid compositions (in weight percentage) of the total lipid, or those of the nonpolar fraction, or those of the polar one.

(3) The relation between the total lipid and either of the fractions in respect of the fatty acid compositions.

And the results obtained were summarized as follows:

1. The contents of the nonpolar lipid (y_1) depended closely on that of the total lipid (x), keeping the following relation; but that of the polar one (y_2) was independency of the latter.

$$\begin{aligned} y_1 &= x - 1.02 \\ y_2 &= 1.02 \quad (\text{g per 100g flesh}) \end{aligned}$$

* 水産大学校研究業績 第662号, 1972年1月24日 受理.
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 662.
Received Jan. 24, 1972.

2. In the nonpolar lipid, the dependency on the contents of total lipid was found in the weight percentage of the acid $C_{18:1}$ and $C_{22:6}$; both increased in accordance with the total lipid contents. But the dependency was denied in all the other components.

3. In the polar fraction, the decreasing tendency of the weight percentage in accordance with the contents of total lipid was found in the $C_{16:1}$ acid. And the increasing one was found in the $C_{20:5}$ acid. But the dependency on the contents of total lipid was denied in all the other components.

4. In general, the fatty acid compositions of total lipid closely depended on those of nonpolar fraction, but not on those of the polar one. The influence of the fatty acid compositions of the polar lipid on those of the total lipid was not negligible in the samples of low lipid contents.

1. 緒 言

ガスクロマトグラフィー (GLC) が利用されるようになって、魚類脂質の脂肪酸組成の研究^{たとえば1~7)}はきわめて多くなり、しかもそれらの分析結果も正確になった。しかし多くの脂肪酸組成分析は一時期の試料魚について行なわれ周年にわたる試料について検討された例は少ない。

魚油の脂肪酸組成は魚種により変るものである^{たとえば1,7)}、同種のものでも、その漁獲場所、漁期、生長段階、成熟との関係あるいは食餌等によってかなり異なることが考えられる。STANSBY⁸⁾ は魚油の脂肪酸組成についてつぎのように結論している。すなわち、「魚油の脂肪酸組成には種の相違により差があるが、同種のものでも個体差による、より大きい差異がみとめられる。このため、脂肪酸組成についてそれぞれの脂肪酸の平均値を求めることは余り意味がなく、一魚種についての各脂肪酸の組成率^{*}の変化範囲を確立することが重要である」。

一般に魚油について、含油量と脂肪酸組成との間にはある程度の関連があることがみとめられている。また魚体の部位の相違にもとづく脂肪酸組成の変化についてもすでに報告²⁾されている。たとえば、マアジ肉を腹側と背側に分け、それぞれの含油量や脂肪酸組成を測定すると両者にはっきりした差がみられる⁹⁾。また魚油を極性および非極性脂質に分けると、それぞれの脂肪酸組成にも差がみとめられる。以上の諸要因がもたらす脂肪酸組成の変化は蓄積脂質と組織脂質の割合に関連づけて考えることができる。この見地から、本報ではある程度限定した場所で漁獲されたマアジを対象とし、筋肉脂質を極性脂質と非極性脂質とに分画し、その量的変動および脂肪酸組成の変化を調べた結果を報告する。

2. 実験方法

2・1 試料：五島、対島周辺海域、山口県および福岡県沖合で漁獲された体長15.5~27.5cmのマアジを新鮮時に採肉し試料とした。

2・2 採肉方法：試料魚を三枚におろし、皮下脂肪を完全に採取するため、皮を付けたまま肉部をとり、これを細切し実験に供した。

2・3 脂質の抽出：FOLCH 法¹⁰⁾により全脂質 (以下 TL と略記) を抽出した。この抽出液から溶剤を留去し恒量となった残部を TL 量 [g/100g肉] とした。

* ここでいう組成率とは、Weight percent of fatty acid composition を意味する。

2・4 非極性脂質と極性脂質の分画：珪酸カラムクロマトグラフィーによった。すなわち 110℃で3時間の加熱により活性化したシリカゲル（MALLINCKRODT 製 100メッシュ）10gをクロロホルム50mlに懸濁し、内径20mmのガラス管に注入しクロマト管を作製した。クロマト管上部に試料脂質1～2g（精秤）を注ぎ込み、最初にクロロホルム200mlで溶出した。この溶出画分を非極性脂質（以下NLと略記）画分とした。ついでメタノール200ml以上で溶出し、得た画分を極性脂質（以下PLと略記）画分とした。両画分からそれぞれ溶剤を留去しその恒量値をもってNL量およびPL量〔g/100g肉〕を算出した。なお本実験では、溶剤はすべて再精留して使用した。またシリカゲルはクロロホルム—メタノール混液（2：1）で還流洗浄した。

2・5 肥満度：肥満度は各試料魚の体長（ L cm）および体重（ W g）から求めた $\frac{1000 \times L^3}{W}$ の値で示した。

2・6 試料油のメチルエステル化：三フッ化ホウ素法によった。

2・7 脂肪酸分析：GLC法によった。すなわち各脂肪酸の相対保持時間を標準メチルエステルの値と比較することにより同定した。なお同定結果はACKMAN¹¹⁾等の結果と比較検討した。定量は半直巾法によった。得られた面積パーセントを重量パーセントで表示した。

2・8 統計的計算法：測定値（組成率%，脂質含量 g/100g肉）は正規分布に従うので（第1表）計算には測定値を用いた。とりあげた2組の測定値間に $y = x$ または $y = k$ の関係があるかどうかを証明するため、まず y の x に対する2次回帰式を求め、その2次回帰係数の有意性を検定した。つぎに有意性が否定された例と y の2次回帰係数が小さく2次とみなしても影響が誤差範囲とみなせる例では、一次回帰式を求めた。回帰係数が有意な例では、1次回帰係数が1と、定数項が0と、また式全体が $y = x$ とみなせるかどうかを検定した¹²⁾。1次係数が有意でない例と有意でも小さくその影響があまりないと考えられる例では、1次係数が0と、定数が k と、また式全体が $y = k$ とみなせるかどうかを検定した。

3. 結果ならびに考察

3・1 含油量および各脂質脂肪酸組成率の分布

統計処理をする場合、測定値が正規分布でないとき誤差が大きい。そのような場合には頻度分布型に応じた変数変換を行わなければならない。統計処理にさき立ち、PL含量、PL中の $C_{14:0}$ 、 $C_{16:1}$ および $C_{20:5}$ 酸の組成率ならびにNL中の $C_{16:1}$ 、 $C_{18:1}$ 、 $C_{20:1}$ および $C_{22:6}$ 酸の組成率を第5および6表の中から選びこれについて頻度分布をしらべた。つぎに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以上の部分の規準化変数の%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1表に示すような結果を得た。

8例中	$0.95 < P_r \{ \chi_0^2 > \chi^2 \}$	< 0.90	……	1例
	0.90 <	"	< 0.75	…… 3 "
	0.75 <	"	< 0.50	…… 2 "
	0.50 <	"	< 0.25	…… 1 "
	0.25 <	"	< 0.10	…… 1 "

であった。このことから実測値は正規分布と考えることができるので以後の計算には%値をそのまま用いた。

3・2 PL量およびNL量とTL量との関係

マアジ肉中のPL量と周年にわたり測定した結果を第6表に、TL量との関係を第1図に示した。PL量は0.53から1.64〔g/100g肉〕の範囲に分布しその平均値は1.017〔g/100g肉〕である。PL量（ y ）のTL量（ x ）に対する2次回帰係数（ a_2 ）は1%水準で有意とみなせる。しかし y の変化域はきわめて小さい。1次

Table 1. The test on the fitness of the distribution of the observed series of frequency of the oil contents to that estimated one under the supposition of being agreeable to the normal one.

Polar lipid content		P _{14:0}	P _{16:1}	P _{20:5}	N _{16:1}	N _{18:1}	N _{20:1}	N _{22:6}			
%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.	%	ob. est.		
0.6	1 2.14	0.4	3 2.62	5	2 2.44	7	4 3.75	15	2 1.80		
0.75	1 3.71	0.5	4 4.55	6	5 4.65	8	5 5.05	17	2 2.75		
0.9	11 6.29	0.6	7 7.32	7	8	7.68	9	8	7.18		
1.05	5 7.63	0.7	10 8.04	8	8	8.34	10	4	7.35		
1.2	9 6.61	0.8	4 6.02	9	3 5.98	11	7	5.39	23	3	6.56
1.35	2 4.09	0.9	3 3.07	10	5 2.83	12	4 2.89	25	6 5.23	25	6 5.23
1.5	3 1.81	0.9	2 1.11	10	2 1.08	13	0 1.07	27	5 3.23	4	3 2.17
1.5	1 0.72			10	2 1.08	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			
σ	0.26	0.16	0.67	1.52	1.71	3.90	1.27	3.57			
χ^2	1.8897	1.2416	0.0556	0.0296	2.2271	0.996	0.3767	0.0022			
df	1	2	1	1	2	3	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			

Table 2. The estimation of the quadratic and linear regression equations of the relative contents of respective fatty acids (y) in weight percentage on the total lipid contents (x) and the comparison with the expected linear equations.

$x - y$	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}
T-N	0.858	0.959	0.002	558.43**	0.92	30	1.010	0.998	17081.67**	31	1.02	1	0.256	0.262	0.067	31
T-P	0.699	0.096	0.005	9.92**	12.29**	30	1.109	0.009	1.46	31	1.02	0	0.131	1.262	0.805	31
T-T _{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
T-T _{16:0}	13.350	1.934	0.084	33.57**	31.47**	11	20.99	0.112	0.60	12	22.16	0	0.029	0.764	0.29	12
T-T _{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*	3.83	12
T-T _{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
T-T _{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
T-T _{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
T-T _{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
T-T _{20:5}	9.166	0.668	0.033	5.21*	6.30*	11	6.197	0.047	0.34	12	6.7	0	0.048	0.584	0.171	12
T-T _{22:6}	24.143	2.281	0.079	10.72**	6.49*	11	16.966	0.554	8.24*	12						
T-N _{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
T-N _{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
T-N _{16:1}	8.521	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
T-N _{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
T-N _{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
T-N _{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
T-N _{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
T-N _{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
T-N _{22:6}	7.560	0.221	0.0004	0.19	0.0004	30	7.522	0.231	5.23*	31	9.7	0	0.466	2.290*	2.73	31
T-P _{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
T-P _{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
T-P _{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
T-P _{18:0}	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
T-P _{18:1}	9.154	0.630	0.026	3.67	2.98	30	11.836	0.074	1.17	31	12.1	0	0.0005	1.085	0.59	31
T-P _{18:2}	0.967	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
T-P _{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
T-P _{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
T-P _{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	0.299	0.04	31

Note: T: Total lipid contents (in weight percentage) N: Nonpolar lipid contents P: Polar lipid contents
 T_{i,j}: Weight percentage of the fatty acid C_{i,j} in the total lipid N_{i,j}: That in nonpolar lipid P_{i,j}: That in polar lipid
 i: Carbon number of fatty acid j: Number of double bond
 The constant and coefficient are defined as follows:
 Regression equation $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ $y = b_0 + b_1x$
 Expectant equation $y = B_0 + B_1x$
 F_{1,j}: Snedecor's F of the j-th order regression coefficient in the i-th order equation, with 1 and n_{2,1} degrees of freedom.
 t₁: Student's t of the comparison between b₀ and B₀, with n_{2,e} degrees of freedom
 t₂: Student's t of the comparison between b₁ and B₁, 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

式の回帰係数 (b_1) は有意とみなせない (第2表)。標本1次回帰式 ($y = 1.109 - 0.009x$) と期待式 $y = 1.02$ ($\bar{y} = 1.017$) とを比較した結果、両式間に有意差がみとめられない (第2表)。以上のことからマアジ肉中の PL 量は TL 量に無関係に 1.02 [g/100g肉] であるとみなせる。

NL 量の TL 量に対する a_2 は有意とみなせず、 b_1 は 1%水準で有意とみなすことができる (第2表)。標本1次回帰式は $y = 0.996x - 1.01$ である。PL の場合、期待式を $y = 1.02$ としたので NL については期待式を $y = x - 1.02$ とし標本1次回帰式と比較した結果、両式間に有意差がみとめられなかった (第2表)。このことから NL 量の変化はそのまま TL 量の変化となってあらわれることが明らかになった ($y = x - 1.02$)。

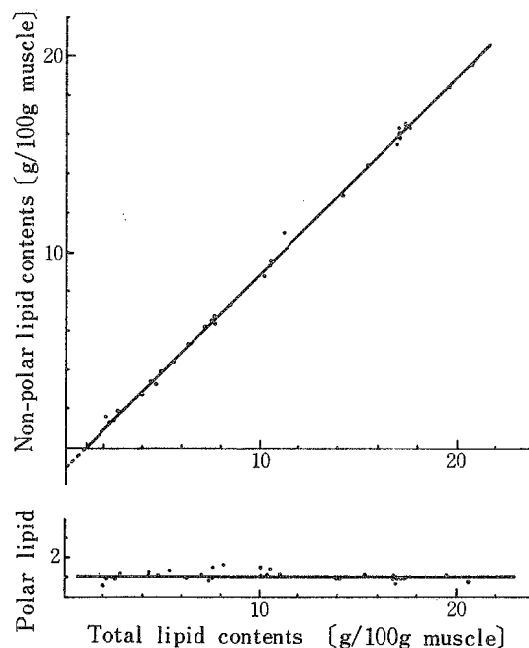


Fig. 1. The change of the lipid contents of nonpolar or polar fraction in accordance with the increase of that of the total lipid in the jack mackerel flesh.

3・3 TL, NL および PL の各脂肪酸組成率と TL 量との関係

TL 量の変化にともない各脂質画分における脂肪酸組成がどのように変化するかを、魚油中に見られるおもな脂肪酸 ($C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$ および $C_{22:6}$) について検討した結果を第2表に示した。

3・3・1 NL の各脂肪酸組成率と TL 量との関係： $C_{14:0}$ 酸の TL 量に対する b_1 は 5%水準で有意とみなしうるが、 b_1 が小さいので $B_1 = 0$ とみなした期待式 $y = 4.4$ と標本回帰式と比較した結果、係数だけを考えれば差はあるが、式全体をみれば有意差をみとめなかった。このことにより NL 中に、 $C_{14:0}$ 酸は TL 量には無関係に一定組成率を占めるとみなしうる。

$C_{18:1}$ および $C_{22:6}$ 酸では、ともに 1次回帰係数は正であり 5%水準で有意とみなされる (第2表)。

他の脂肪酸 ($C_{16:0}$, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$, $C_{18:2}$, $C_{20:1}$ および $C_{20:5}$ 酸) は TL 量の増減には無関係で、一定組成率を示すことがみられた (第2表のそれぞれの B_0 値)。しかし各脂肪酸とも組成率にかなり大きい変動がみられる。そのため、たとえば $C_{18:0}$ 酸では、4.7~8.2%の間に組成率が分布しており、全体として考えれば $y = 6.4$ とみなしうるとみるべきであろう。

NL 中でほとんどの脂肪酸が一定組成率を示すにもかかわらず、 $C_{18:1}$ 酸と $C_{22:6}$ 酸の組成率が TL 量の増加につれ増大すること、すなわち NL 中に両酸が蓄積されるという興味深い結果がみられた。魚体内における脂肪酸の転換（不飽和化および炭素鎖延長等）ということから、前駆体や転換途中における中間体とみられる脂肪酸は一定割合に保たれているが、比較的他の脂肪酸に転換されにくい $C_{18:1}$ 酸や、魚油中にとくに多く存在し、より以上の転換が起りにくいと考えられる $C_{22:6}$ 酸に限り組成率が TL 量の増加にともない増大していることはきわめて興味深い。このことは魚油中の $C_{22:6}$ 酸の存在になんらかの意義を与えているのかも知れないが、今後より多くの魚種について検討した結果を待たねば結論はだせない。

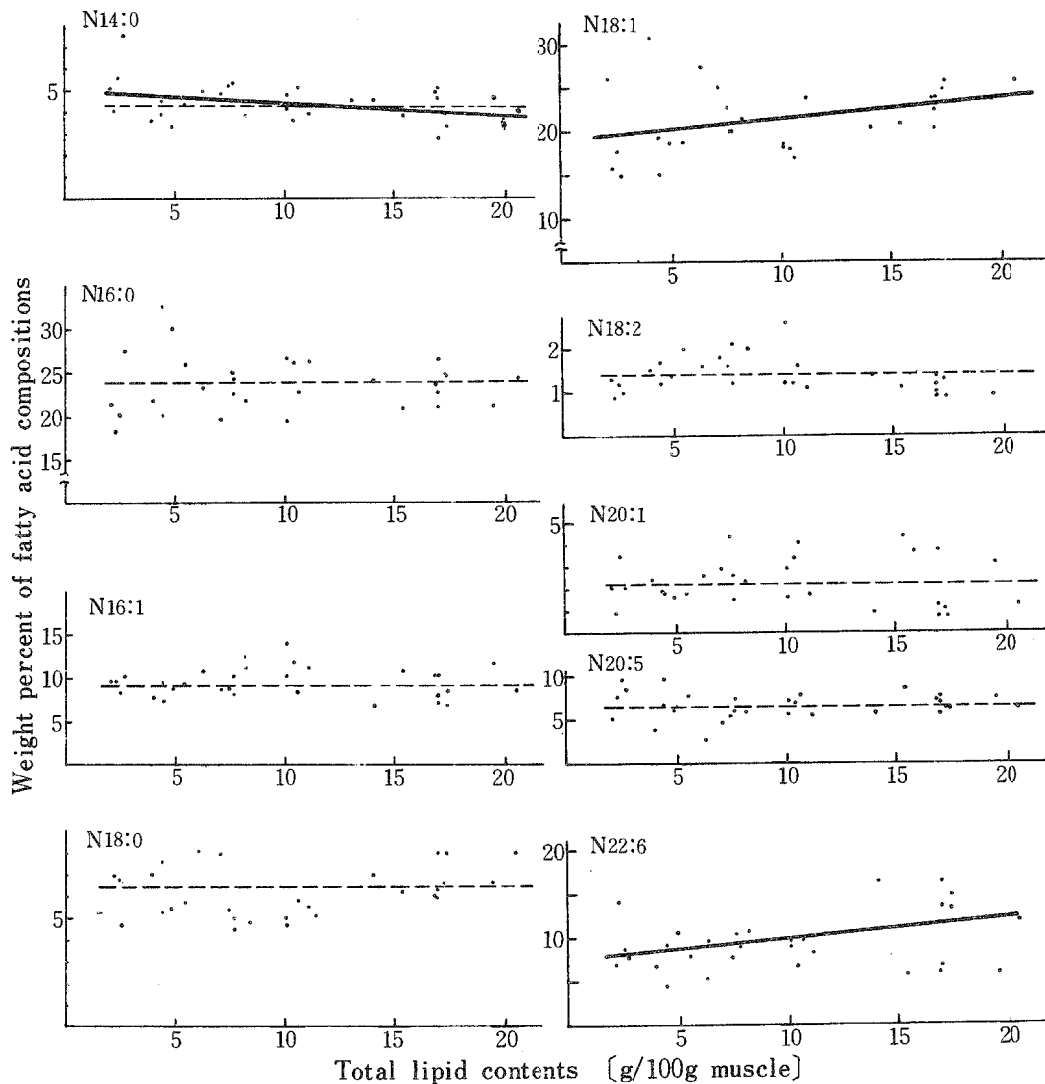


Fig. 2. The $N_{i;j}$ -T relation graphs, with the estimated and expectant equations.

The solid line shows the estimated line with the significant regression coefficient,

but the estimated line is not shown in the graph when linear regression coefficient is insignificant.

The broken line shows the expectant one.

3・3・2 PL の脂肪酸組成率と TL 量との関係：TL 量の変動にともなう PL 中の主要脂肪酸の組成率の変化を第 3 図に示した。またそれぞれの 2 次および 1 次の標本回帰式を第 2 表に示した。 $C_{16:1}$ および $C_{20:5}$ 酸を除き、他の脂肪酸は TL 量の増減に関係なく、一定組成率を示した。しかし $C_{16:0}$ 酸および $C_{22:6}$

酸では TL 量に依存しない変動が大きく、前者の組成率は12.3%~33.4%、後者のそれは10.3%~42.7%で巾広く散らばっている。

$C_{16:1}$ 酸および $C_{20:5}$ 酸の b_1 はともに5%水準で有意とみなされた。それぞれの脂肪酸について、標本1次回帰式と期待式 $y = k$ (各脂肪酸組成率の \bar{y} 値) と比較した結果 (第2表), $C_{16:1}$ 酸および $C_{20:5}$ 酸以外の脂肪酸には有意差がみとめられない。この両酸については、 y の変化域がとも小さく b_1 と B_1 との間には有意差がみとめられるが、式全体としてみれば $y = k$ とみてさしつかえない (F_0 値)。

以上のことから PL の脂肪酸組成は TL 量の増減にかかわらず、ある程度一定であるものと考えられる。しかしいずれの脂肪酸も、組成率にある程度の散らばりがみられ、とくに $C_{22:6}$ 酸の場合に大きかった。食餌や環境等の変化につれ NL の脂肪酸組成が変動することは考えられるが、PL の脂肪酸組成、とくに $C_{22:6}$ 酸等の組成率が時期により (TL 量に無関係) 変化することの理由ははっきりしない。

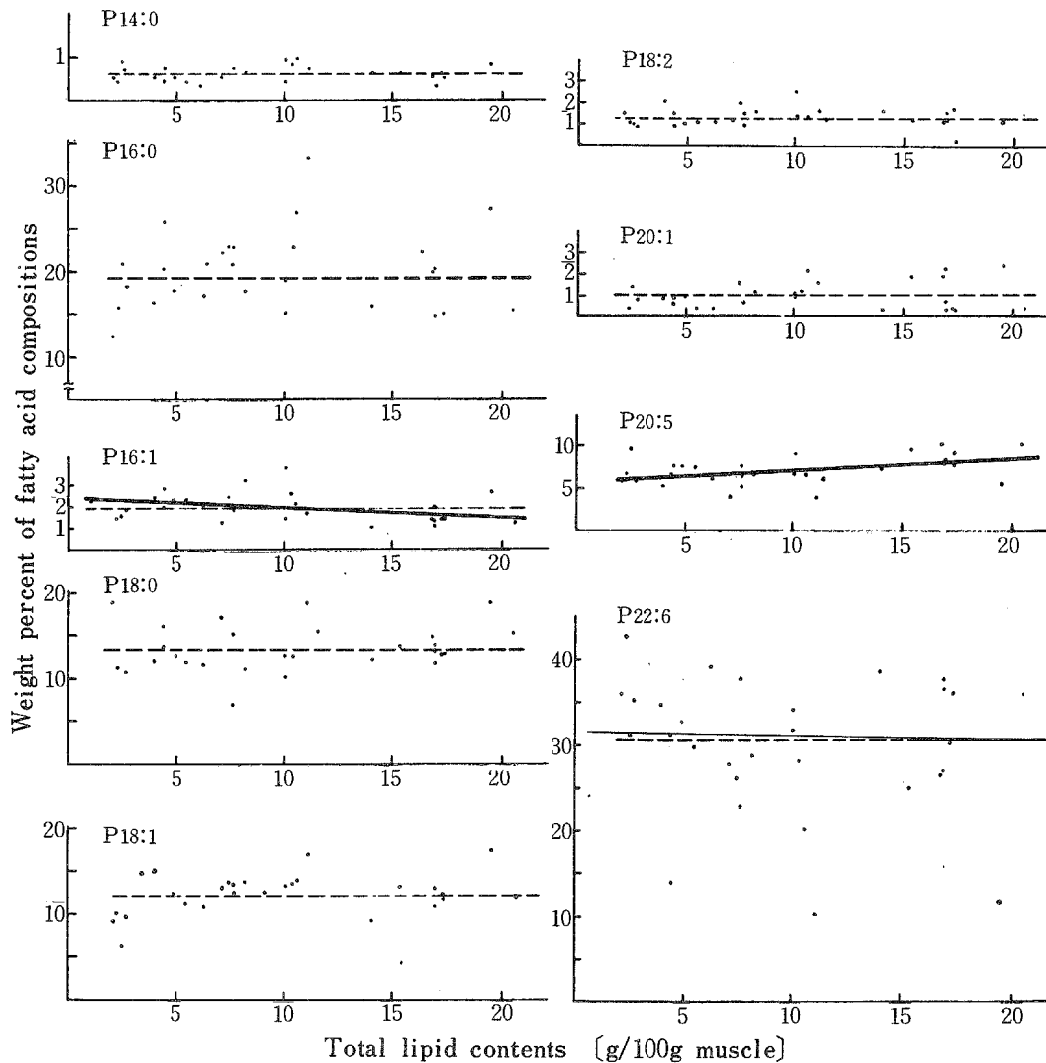


Fig. 3. The $P_{i;j}$ -T relation graphs, with the estimated and expectant equations. The equations of these lines are shown in Table 2.

3・3・3 TLの脂肪酸組成とTL量との関係：TLの脂肪酸組成がNLおよびPLのそれに依存することは当然考えられることである。またその影響の程度においてはNLに比較してPLが小さいことも考えられる。TLの主要脂肪酸につきTL量との関係を第4図に示した。

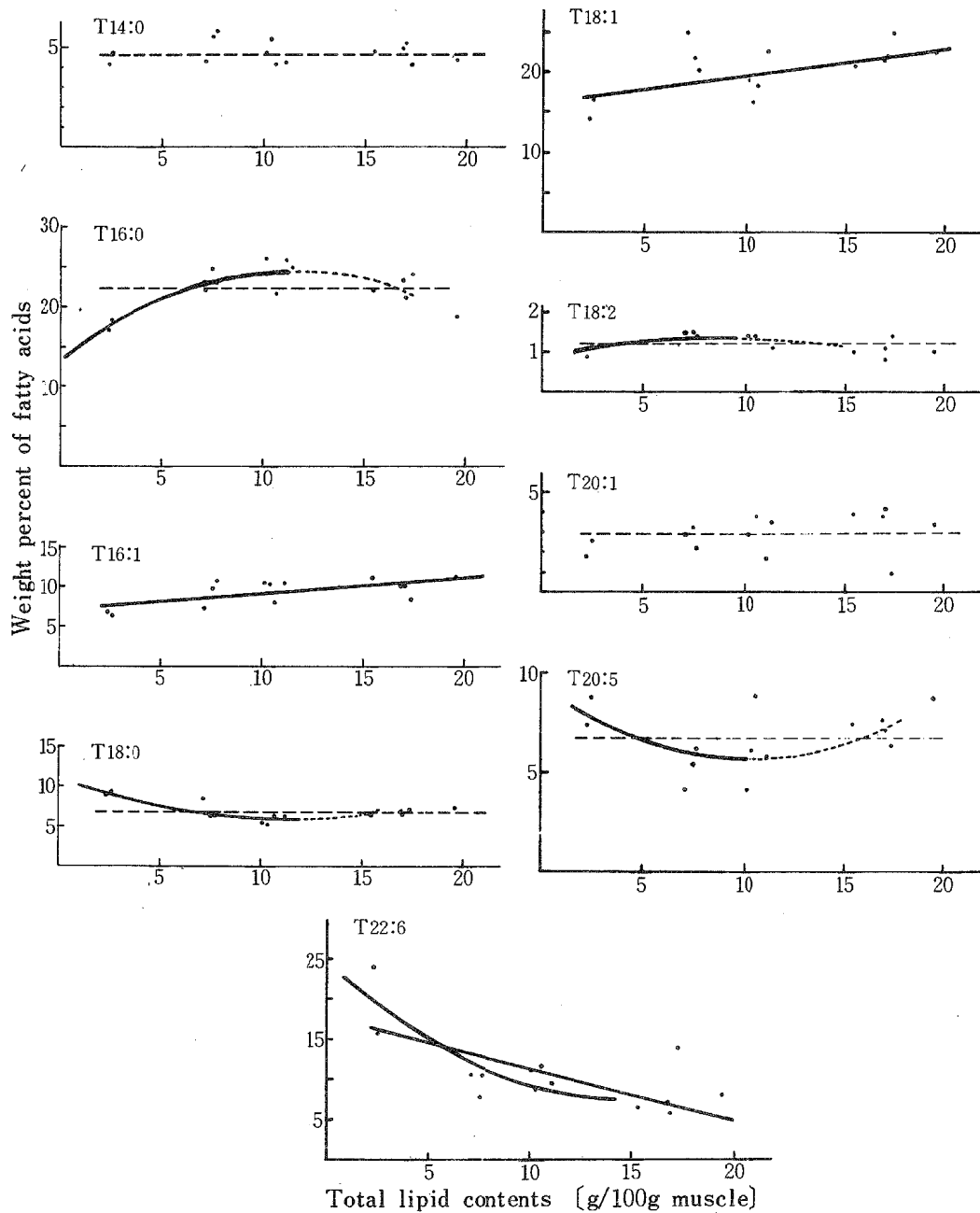


Fig. 4. The $T_{i;j}$ -T relation graphs, with the estimated and expectant equations. The equations of these lines are shown in Table 3.

$C_{14:0}$ 酸については、 a_2 および b_1 ともに有意とみとめられない。この脂肪酸はつねに一定組成率 ($y = 4.6\%$) をもつものとみられる。低 TL 量域では PL の $C_{14:0}$ 酸組成率の影響を受け、TL の $C_{14:0}$ 酸組成率が小さくなることが考えられるがその現象はみられなかった。これは NL の $C_{14:0}$ 酸組成率と PL のそれ

との差が小さいためであろう。TL の $C_{14:0}$ 酸組成率と NL のそれはそれぞれ $\bar{y} = 4.6\%$ および $\bar{y} = 4.4\%$ であり、よく一致している。

$C_{16:0}$ 酸の場合、 a_2 は 1% 水準で有意とみとめられた。PL の $C_{16:0}$ 酸組成率は $\bar{y} = 19.1\%$ であり NL のそれは $\bar{y} = 23.8\%$ であるため低含油量域では 19.1% に近く、含油量の増加にともない NL の値に近づくことが考えられる。標本 2 次回帰式より極値を求めると、 x (TL 量) = 11.54 [g/100g 肉] となる。これは TL 量 (含油量) が 11.54 より低い域では PL の影響を受けていることを示す。

$C_{16:1}$ 酸の a_2 は有意とみとめられず、 b_1 は 5% 水準で有意とみとめられた。 $C_{16:1}$ 酸は PL 中に $\bar{y} = 1.9\%$ あるため TL の $C_{16:1}$ 酸組成率にあまり大きく影響を与えていない。TL の場合、 $C_{16:1}$ 酸は $\bar{y} = 9.1\%$ であり NL のそれ ($\bar{y} = 9.2\%$) とよく一致している。

$C_{18:0}$ 酸の a_2 は 1% 水準で有意とみとめられた。PL の $C_{18:0}$ 酸は $\bar{y} = 13.2\%$ であり NL のそれは $\bar{y} = 6.4\%$ である。その結果、低 TL 量域では PL の影響が強くあらわれるものと考えられる。すなわち TL 量の増加にともない、 $C_{18:0}$ 酸は PL の組成率から NL の $C_{18:0}$ 酸組成率に近づく。標本 2 次回帰式から求めた極値は、 $x = 12.27$ [g/100g 肉] となる。これより TL 量が 12.27 以上では、TL の $C_{18:0}$ 酸組成率は NL のそれに近似することがわかる。

$C_{18:1}$ 酸について、 a_2 は有意とみとめられず b_1 は 5% 水準で有意とみとめられた。この酸は PL 中には $y = 12.1$ 、NL 中には $y = 16.643 + 0.342x$ の傾向にあるから、TL 中では、低 TL 量域において PL の影響を受け TL 量の増大にともない NL の傾向に近づくものと考えられる。

$C_{18:2}$ 酸では a_2 が 5% 水準で有意とみなされたが、この場合 y の変化域が小さく、2 次項の影響はさらに小さいと考えられるので標本 1 次式 (回帰係数は有意とみなせない) を求め、期待式 ($y = 1.2$) と比較した結果、 y が一定とみなせることがわかった (PL $\cdots y = 1.3$, NL $\cdots y = 1.4$, TL $\cdots y = 1.2$)。

$C_{20:1}$ 酸では a_2 , b_1 ともに有意とみられない。標本 1 次回帰式と期待式 $y = 2.9$ とを比較した結果では有意差がみとめられない。これより、 $C_{20:1}$ 酸は TL 中に一定組成率 (2.9%) で存在するものといえるだろう。

$C_{20:5}$ 酸では a_2 が 5% 水準で有意がみとめられた。標本 2 次回帰式から得られる極値の x は 10.12 [g/100g 肉] である。このことから、低 TL 量域では PL の影響を受け、TL 量が [10g/100g 肉] 以上になると NL の $C_{20:5}$ 酸組成率の傾向に近づくことがわかる。

$C_{22:6}$ 酸では a_2 が 5% 水準で有意とみとめられる。また極値が TL 量の大きい方にかたよっているので 1 次回帰式を求めると b_1 も有意となった。この酸は、PL と NL とでは組成率に大きい差がある。そのため TL 量が小さい域では、PL の傾向が強くあらわれ TL 量の増加にともない NL の傾向に近似してくる。標本 2 次回帰式から得られる極値の x は 14.44 [g/100g 肉] であり、これは他の 2 次回帰が有意とみなされるものの極値より大きい。おそらくこれは PL の $C_{22:6}$ 酸組成率が大きいため、影響する TL 量の限界が高くなったものであろう。一般に魚油中の $C_{22:6}$ 酸組成率は含油量の増加にともない低下することがみられるが、これは以上のように PL の組成率から NL のそれに近づく結果と考えられる。その近づき方は 2 次式的あるいは直線的の両者が考えられる。

3・4 NL および PL の脂肪酸組成の TL 脂肪酸組成との関与

3・4・1 NL 脂肪酸組成と TL 脂肪酸組成との関係：NL 脂肪酸組成と TL 脂肪酸組成との関係を検討するために個々の脂肪酸の組成率について、NL と TL とを比較した。第 5 図にその関係を、第 3 表にその検定結果を示した。

NL の各脂肪酸組成率とそれに対応する TL のそれとの間には $C_{14:0}$ 酸を除き 1% 水準で b_1 が有意とみなされる。このことは TL の脂肪酸組成が NL のそれに強く依存していることをあらわしている。また標本 1 次回帰式と期待式 $y = x$ とを比較した結果 (第 3 表)、 $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{20:1}$ および $C_{20:5}$ 酸では、両式の間には有意とみなされない。換言すれば、これらの脂肪酸では TL と NL との間に脂肪酸組成

率の差がみとめられない。 $C_{16:1}$, $C_{18:0}$ および $C_{22:6}$ 酸組成率では, NL の TL に対する b_1 は正で有意とみなせるが, $b_1 = 1$ あるいは $b_0 = 0$ とはみなせない。すなわち, これらの酸では低 TL 量域における PL の組成率の影響が無視できない。

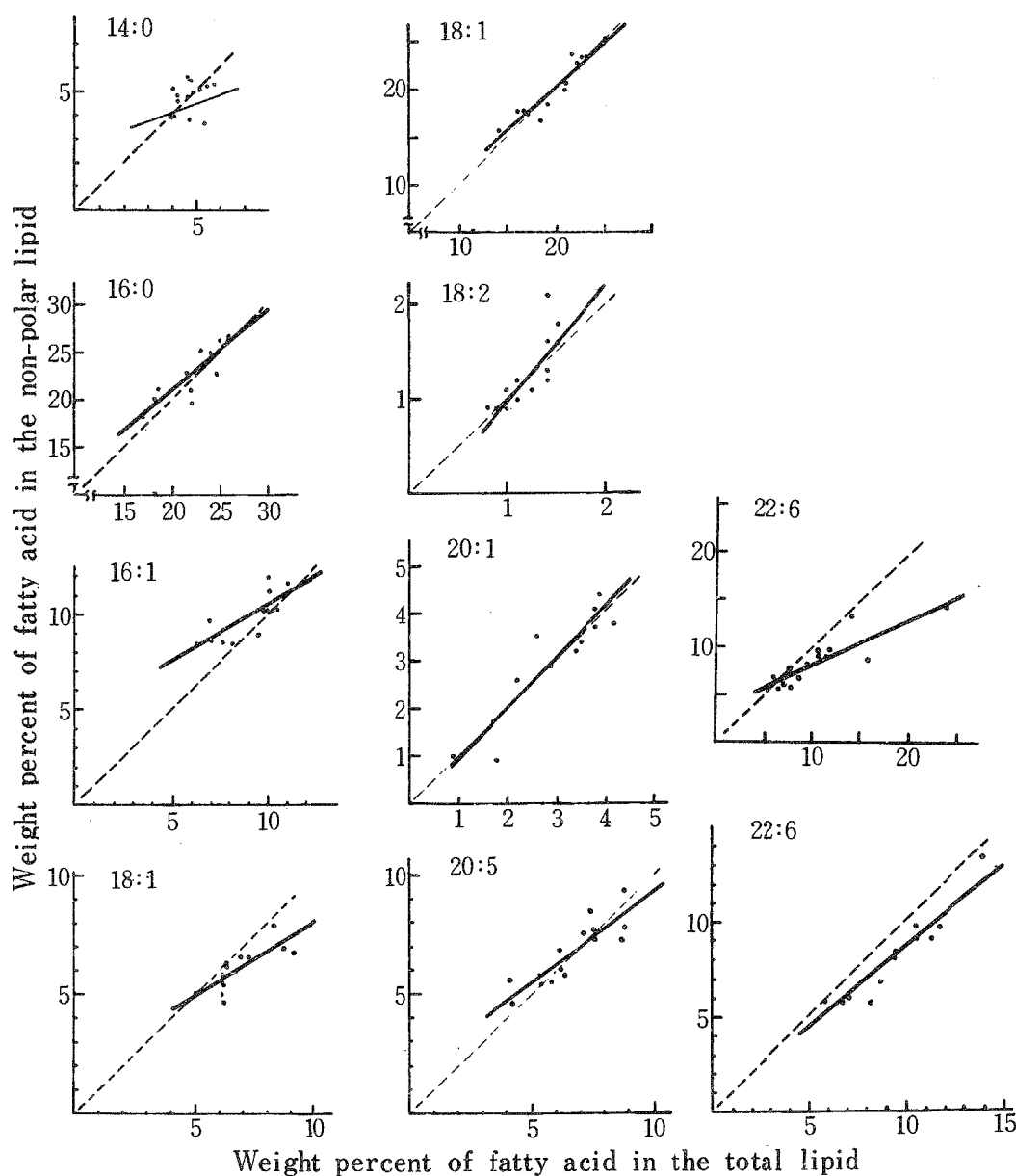


Fig. 5. The $N_{i;j} - T_{i;j}$ relation graphs, with the estimated and expectant equations. The equations of these lines are shown in Table 3.

$C_{22:6}$ 酸は先に言及したように, TL 含量14.44 [g/100g肉] 以上では TL の組成率が NL のそれに近似する。このことから TL 量10 [g/100g肉] 以上のもの (供試した試料魚は TL 量14.46 [g/100g肉] のものが少なかったため TL 量10 [g/100g肉] のものについて検討した) について NL と TL の関係を検討した結果, $b_1 = 1$ とみなせる標本回帰式がえられた。

3・4・2 PL 脂肪酸組成と TL 脂肪酸組成との関係: 各脂肪酸につき, PL と TL と関係を検討した結果を, 第3表と第6図に示した。

Table 3. The estimation of the quadratic and linear regression equations of $N_{i;j}$ or $P_{i;j}$ on $T_{i;j}$ and the comparison with the expectant linear equations.

$x - y$	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	$n_{2:e}$
$T_{14:0} - N_{14:0}$	0.752	1.302	-0.099	0.04	0.02	11	2.968	0.356	1.32	12	0	1	-0.048	-2.074	2.15	12
$T_{16:0} - N_{16:0}$	28.410	-1.449	0.053	0.40	1.02	11	4.185	0.842	35.81**	12	0	1	1.802	-1.122	2.25	12
$T_{16:1} - N_{16:1}$	17.733	-2.561	0.182	1.62	2.44	11	4.683	0.575	18.62**	12	0	1	3.848**	-3.189**	12.49**	12
$T_{18:0} - N_{18:0}$	-4.61	2.507	-0.133	4.27	2.45	11	1.916	0.617	31.35**	12	0	1	-5.101**	-3.478**	19.06**	12
$T_{18:1} - N_{18:1}$	10.214	0.054	0.022	0.002	0.65	11	1.626	0.945	111.03**	12	0	1	1.804	-0.614	1.82	12
$T_{18:2} - N_{18:2}$	1.604	-1.954	1.349	0.27	0.72	11	-0.206	1.230	19.17**	12	0	1	1.133	0.819	0.98	12
$T_{20:1} - N_{20:1}$	-0.810	1.734	-0.129	3.94	0.63	11	-0.039	1.052	48.92**	12	0	1	0.800	0.346	0.38	12
$T_{20:5} - N_{20:5}$	1.977	0.679	0.006	0.33	0.004	11	1.738	0.756	33.73**	12	0	1	0.513	-1.874	1.89	12
$T_{22:6} - N_{22:6}$	1.033	0.879	-0.014	4.94*	1.11	11	3.515	0.472	33.71**	12	0	1	-5.928**	-6.496**	38.67**	12
$T_{22:6} - N_{22:6}^\dagger$	11.404	-1.626	0.126	6.45*	15.15**	6	0.102	0.847	38.92**	7	0	1	-3.767**	-1.127	7.73*	7
$T_{14:0} - P_{14:0}$	1.852	-0.502	0.051	0.08	0.07	11	0.715	-0.017	0.04	12	0.64	0	-0.076	-0.200	0.02	12
$T_{16:0} - P_{16:0}$	20.101	-0.202	0.013	0.0006	0.004	11	14.319	0.345	0.51	12	21.96	0	0.002	0.713	0.25	12
$T_{16:1} - P_{16:1}$	1.324	-0.057	0.012	0.002	0.03	11	0.464	0.150	4.09	12	1.83	0	0.019	2.028	2.06	12
$T_{18:0} - P_{18:0}$	-18.031	8.953	-0.607	1.11	1.04	11	11.821	0.306	0.17	12	13.88	0	-0.00007	0.419	0.09	12
$T_{18:1} - P_{18:1}$	-22.986	3.246	-0.071	1.76	1.34	11	4.234	0.423	4.30	12	12.88	0	-0.007	2.073	2.15	12
$T_{18:2} - P_{18:2}$	1.526	-1.311	0.924	0.16	0.45	11	0.287	0.869	12.95**	12	0	1	2.371*	-0.542	2.96	12
$T_{20:1} - P_{20:1}$	0.444	0.070	0.086	0.10	0.44	11	-0.068	0.522	19.33**	12	0	1	-13.157**	-4.026**	94.65**	12
$T_{20:5} - P_{20:5}$	-3.560	2.599	-0.148	0.86	0.48	11	2.468	0.659	4.32	12	0	1	0.377	-1.075	0.649	12
$T_{22:6} - P_{22:6}$	22.307	-0.021	0.004	0.0001	0.24	11	15.798	1.046	5.57*	12	0	1	8.026**	0.104	32.21**	12
$T_{22:6} - P_{22:6}^\dagger$	68.241	-10.262	0.548	1.33	1.49	6	18.948	0.522	0.22	7	23.77	0	-0.001	0.465	0.11	7

Note †; examined with values of 10% or above in total lipid contents.

b_1 が1%あるいは5%水準で有意とみとめられたものは、 $C_{18:2}$ 、 $C_{20:1}$ 、 $C_{20:5}$ および $C_{22:6}$ 酸である。これらの脂肪酸のうち $C_{18:2}$ 、 $C_{20:1}$ および $C_{20:5}$ 酸では、その組成率において PL と NL との間に余り差がないものである。そのため PL と TL との間に b_1 が有意とみなされたものであろう。 $C_{22:6}$ 酸について、TL 量10 [g/100g肉] 以上のものにつき同じ検定をすると両者間の b_1 は有意とみとめられなくなる (第3表)。

その他の脂肪酸では b_1 が有意とみとめられず、むしろ $y=k$ とみなされる結果が得られた。以上のことから、マアジ体油の脂肪酸組成は NL の脂肪酸組成に強く依存し、PL のその影響はあってもきわめて小さいことがはっきりした。

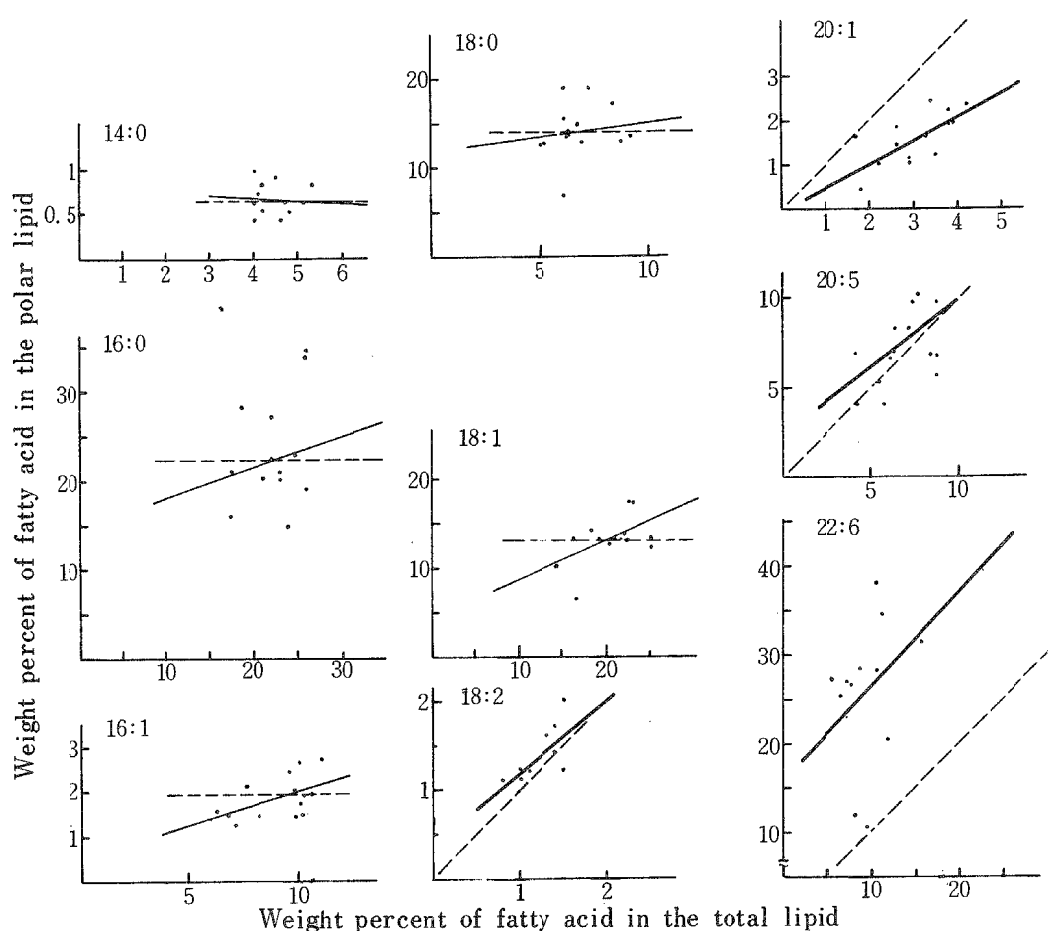


Fig. 6. The $P_{i;j} - T_{i;j}$ relation graphs, with the estimated and expectant equations. The equations of these lines are shown in Table 3.

4. 要 約

マアジ体油を極性脂質と非極性脂質とに分画し、それぞれの脂質画分の量および脂肪酸組成を周年にわたり検討した (第4,5および6表)。測定結果より、(1)非極性脂質量および極性脂質量と全脂質量との関係、(2)各脂質の脂肪酸組成と全脂質量との関係、(3)非極性脂質および極性脂質の脂肪酸組成と全脂質脂肪酸組成との関係につき2次および1次回帰を検定し、標準1次回帰式を期待式と比較した。その結果つぎのことが推論される。

Table 4. Seasonal variations of the fatty acid compositions of oil in the jack mackerel muscle (total lipid).

date	body length (cm)	body weight (g)	fatness	total lipid contents	fatty acid																												
					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	18:3/20:0	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	
April 19	24.5	203.5	13.84	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	2.6	1.0	tr	tr	2.1	2.9	1.0	8.8	0.6	2.0	2.1	15.6	
May 14	15.5	63.5	17.05	10.58	tr	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	3.8	2.1	tr	tr	1.2	4.6	1.7	8.8	0.3	0.9	1.2	11.8	
May 24	18.5	103.0	16.27	16.84	tr	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	3.8	0.8	0.4	tr	tr	1.1	4.3	1.1	7.6	0.5	0.7	1.5	7.1
May 28	19.0	118.0	17.20	19.48	tr	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	tr	1.5	4.2	0.8	8.7	0.3	0.7	1.6	8.7
June 4	20.0	124.5	15.56	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	18.0	94.0	16.12	15.40	tr	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	tr	1.3	5.2	1.4	7.4	tr	0.8	1.2	6.5
June 18	19.5	118.0	15.91	16.98	tr	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	tr	0.9	4.3	1.1	7.1	0.3	0.9	1.3	7.7
June 28	19.5	90.0	12.14	7.09	tr	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	tr	1.5	2.1	1.0	4.2	0.3	1.3	1.8	10.5
Aug. 3	19.3	102.0	14.19	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	tr	1.0	2.2	1.0	6.2	0.3	1.0	0.9	10.6
Aug. 9	18.5	81.5	12.87	10.38	tr	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	tr	3.4	4.0	1.3	6.1	0.5	1.7	1.3	8.7
Aug. 18	18.4	76.5	12.28	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	tr	0.9	3.7	1.1	4.1	tr	1.3	0.9	11.3
Oct. 4	18.5	88.0	13.90	7.45	tr	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	tr	1.1	3.9	0.8	5.4	tr	0.7	1.2	7.7
Nov. 6	27.0	316.0	16.05	17.28	tr	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	tr	1.4	tr	0.4	6.3	0.6	1.6	14.1	
Nov. 19	17.0	67.0	13.64	2.27	tr	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	1.8	tr	0.4	tr	2.1	2.7	0.3	7.5	0.9	1.9	2.6	24.2	

Flow rate : N₂ 60 ml/min, H₂ 48 ml/min.

Column temp. : 200°C. Detector temp. : 215°C

Detector : Hydrogen flame ionization detector

Table 5. Seasonal variations of the fatty acid compositions of nonpolar lipid in jack mackerel muscle.

date	body length (cm)	body weight (g)	fat-ness	total lipid contents	non-polar lipid contents	fatty acid																												
						12:0	13:0	14:0	14:1	15:0	15:1	16:0	16:1	17:0	18:0	18:1	18:2	19:1	18:3	20:1	18:4	20:2	22:0	20:3	22:1	20:4	20:5	22:3	22:4	22:5	22:6			
						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	tr	8.5	1.3	1.3	1.6	7.8
Oct. 20	18.3	80.5	13.14	2.69	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	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	tr	5.7	0.7	0.7	1.6	16.4
Oct. 31	26.0	281.0	15.99	13.99	12.98	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	
Oct. 27	24.0	261.0	18.88	16.98	16.25	tr	tr	4.6	0.3	1.0	tr	22.9	7.2	1.3	1.0	5.9	20.2	tr	1.4	tr*	2.1	1.2	tr	tr	tr	2.9	tr	0.6	6.7	1.0	0.9	2.0	16.5	
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	7.9	25.8	0.2	1.4	tr	1.0	1.2	0.2	1.0	tr	1.7	tr	0.5	6.1	0.6	0.5	0.7	11.9	
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	1.0	7.9	25.9	tr	0.9	tr	1.0	0.7	tr	0.8	tr	1.9	tr	0.2	6.3	0.5	0.6	1.4	14.8	
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	tr	2.7	0.3	1.3	7.4	1.9	0.7	2.0	10.5	
Dec. 21	24.8	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	

Table 6. Seasonal variations of the fatty acid compositions of polar lipid in jack mackerel muscle.

date	body length (cm.)	body weight (g)	fat-ness	total lipid contents	polar lipid contents	fatty acid																												
						12:0	13:0	14:0	14:1	15:0	14:2	16:1	17:0	16:2	18:0	18:1	19:0	18:2	19:1	18:3	20:1	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	2.69	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	25.5	279.0	16.82	14.08	0.88	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	26.0	281.0	15.99	13.99	0.90	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	27.0	316.0	16.05	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	0.4	tr	7.9	0.6	1.4	1.8	30.5	
Nov. 7	21.0	156.5	16.90	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	24.0	261.0	18.88	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	26.5	324.0	17.41	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	27.5	370.0	17.79	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	25.6	283.5	16.90	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	17.0	67.0	13.64	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	26.0	292.5	16.64	16.98	0.85	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	tr	4.1	tr	0.3	8.0	0.7	2.2	2.5	36.6		
Nov. 28	25.5	290.0	17.49	16.87	0.89	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	25.0	280.0	17.92	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	27.0	270.0	13.71	6.25	0.91	tr	0.3	tr	0.2	0.6	17.0	2.0	1.8	0.7	11.4	10.8	0.5	1.1	tr	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	25.0	220.0	14.08	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	24.8	246.1	16.13	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	0.3	tr	2.6	0.7	0.3	6.6	0.2	1.6	3.1	28.9		
Dec. 31	21.9	172.0	16.38	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	24.5	218.7	14.87	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	22.5	165.2	14.50	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	0.1	tr	0.4	0.4	2.3	0.1	0.2	6.7	1.7	1.4	1.3	31.1
Jan. 18	25.5	218.7	13.19	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	16.0	58.0	14.16	2.10	0.53	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	24.5	203.5	13.84	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	tr	0.3	0.2	3.4	0.8	0.7	9.6	0.4	1.2	3.0	31.3	
May 14	15.5	63.5	17.05	10.58	1.4	tr	0.1	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	1.9	1.1	0.5	6.6	tr	0.8	1.0	20.1		
May 24	18.5	103.0	16.27	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	3.0	1.0	0.8	10.1	0.5	0.7	1.7	26.6		
May 28	19.0	118.0	17.20	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	2.4	1.5	0.8	5.5	tr	0.9	1.8	11.7		
June 4	20.0	124.5	15.56	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	1.7	0.6	0.6	3.9	1.0	1.0	1.1	10.3		
June 11	18.0	94.0	16.12	15.40	1.10	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	2.2	1.0	0.7	9.6	tr	0.8	2.2	25.1		
June 18	19.5	118.0	15.91	16.98	0.96	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	0.6	0.6	0.4	8.1	0.4	0.8	1.9	27.1		
June 28	19.5	90.0	12.14	7.09	1.10	tr	tr	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	2.6	tr	0.4	3.9	1.3	2.1	1.8	27.9		
Aug. 3	19.3	102.0	14.19	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	2.0	0.4	0.4	6.6	0.3	1.5	1.5	37.8		
Aug. 9	18.5	81.5	12.87	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	2.1	0.7	0.5	6.2	0.5	1.4	1.3	28.2		
Aug. 18	18.4	76.5	12.28	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	2.5	tr	0.4	6.7	tr	1.5	1.0	34.3		
Oct. 4	18.5	88.0	13.90	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	2.4	0.5	0.8	5.1	0.4	2.0	1.2	26.3		

1. 非極性脂質量 (y) と全脂質量 (x) との間には $y = x - 1.02$ [g/100g肉], 極性脂質量 (y) と全脂質量との間には $y = 1.02$ [g/100g肉] という関係が得られた。
2. 非極性脂質において, 各脂肪酸組成率は全脂質量の増減に関係なく一定とみなされる (第2表 B_0 値)。しかし $C_{18:1}$ 酸および $C_{22:6}$ 酸は全脂質量の増加にともない増加する傾向をもつ。
3. 極性脂質において, 各脂肪酸組成率は, $C_{16:1}$ 酸および $C_{20:5}$ 酸を除き, 全脂質量の増減に関係なく一定値をもつ。しかし $C_{22:6}$ 酸の組成率は広い範囲に分布する。全脂質量の増加にともない, $C_{16:1}$ 酸組成率はわずかながら減少の傾向があり, 一方 $C_{22:5}$ 酸は増加の傾向がみとめられた。
4. 全脂質の脂肪酸組成は非極性脂質のそれに強く依存するが, 極性脂質のそれとはあまり関係がない。しかし全脂質量が低い場合には, 極性脂質の脂肪酸組成率が全脂質のそれに影響を与える。

終りに, 本研究にあたり種々有益な御教示を戴いた九州大学教授豊水正道先生ならびに統計処理にあたり御指導および多大の便宜を与えられた本校教授前田弘先生に深謝する。

文 献

- 1) E. H. GRUGER, JR., R. W. NELSON and M. E. STANSBY, 1964: *J. Am. Oil Chem. Soc.* 41, 662.
- 2) 新聞彌一郎・田口脩子, 1964: 日水誌, 30, 179~188.
- 3) 新聞彌一郎・田口脩子, 1964: 日水誌, 30, 153~160.
- 4) R. G. ACKMAN, P. M. JANGAARD, R. D. BURGHER, M. L. HUGHES and W. A. MAC CALLUM, 1963: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 20, 591.
- 5) R. G. ACKMAN and R. D. BURGHER, 1964: *ibid.*, 21, 319.
- 6) R. G. ACKMAN and R. D. BURGHER, 1964: *ibid.*, 21, 367.
- 7) 上 田 正, 1967: 本報告, 16, 1~10.
- 8) M. E. STANSBY, 1967: "FISH OILS", AVI PUBLISHING CO., P. 22.
- 9) 上 田 正: 未発表
- 10) JORDI FOLCH, M. LEES and G. H. SLOANE STANLEY, 1957: *J. Biol. Chem.* 226, 497~509.
- 11) R. G. ACKMAN and R. D. BURGHER, 1965: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 42, 38.
- 12) 北川敏男, 増山元三郎編, 1952: "新編統計数理表", 河出書房, P. 111~112.