マサバ脂質の脂肪酸組成の変動と それに関与する因子—II

脂肪酸組成率に対する脂質含量の影響

上 田 正

(1975 年 12 月 22 日受理)

Changes in the Fatty Acid Composition of Mackerel Lipid
and Probably Related Factors—II
Influence of the Lipid Content on the Fatty Acid Compositions

Tadashi UEDA*

The present paper dealt with the quadratic and linear regressions of compositional percentage of fatty acids on lipid content in the mackerel, *Scomber japonicus*, and the multiple linear regression of the fatty acid content on the season, body length and lipid content. The polar lipid differed from nonpolar and total lipids in the pattern of change in compositional percentage of the fatty acids with increase in lipid content.

In nonpolar and total lipids, the contents of all the fatty acids increased in accordance with increase in lipid content. The content of 16:0 acid in nonpolar lipid showed a larger proportional increase while those of 18:0, 20:3 and 22:6 acids in both nonpolar and total lipids showed increases smaller than the increase in lipid content. When the change in compositional percentage was related to the increase in lipid content, this resulted in an increase in 16:0 acid but decreases in the others.

In polar lipid, the contents of 22:6 and 20:3 acids decreased with increase in lipid content while those of other acids showed neither increase nor decrease. This resulted in a decrease in 22:6 acid and compensating increase in 16:0, 18:1 and 20:1 acids with increase in lipid content when compositional percentage changes were related to increase in lipid content.

前報¹⁾において、マサバ肉各脂質の脂肪酸組成率 (t) の変動に関係する因子のうち、可能性があると考えられる季節 (x)、体長 (y) および脂質含量 (z) の3つ選らび、これらに対する各脂肪酸組成率の回帰式を求め、各係数の有意性を検討した。その結果、脂質含量および季節の変動は数種の脂肪酸の組成率変動は密接な関係にあることが判明した。本報では、この2つの因子のうち、脂質含量をとり上げ、これに対する各脂肪酸組成率 (t) の2次回帰および1次回帰式を求め、 z の変動にともなう t の変動を検討した。一般に、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。このような理由で、季節、体長および脂質含量に対する脂肪酸含量 (T) の回帰式を求め、各係数の有意性も検討し、組成率の変動を考察する資料にした。

実験方法

前報¹⁾に示した Table 1~4 を用いて、脂質含量 (z) に対する各脂質の脂肪酸組成率 (t) の2次回帰式

* 水産大学校 (Dept. of Food Sci. and Technol., The Shimonoseki Univ. of Fish., Shimonoseki, Japan)

$t = a_0 + a_1z + a_2z^2$ および 1 次回帰式 $t = b_0 + b_1z$ 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 に対する脂肪酸含量 (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。なお、組成率にそれぞれの脂質含量を剰じた数値で T を示した。

結果ならびに考察

脂質含量に対する各脂肪酸組成率の回帰式 標本 2 次回帰式および 1 次回帰式の各係数 ならびに F 値を Table 1 に示す。

Table 1. The estimation of the quadratic and linear regressions of the fatty acid composition in weight percentage (t) on the lipid contents (z)

	F. A.	a_0	a_1	a_2	F_2	b_0	b_1	F_1
Nonpolar lipid	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*
Total lipid	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**
Polar lipid	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
	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**

Note: The constant and coefficient are defined as follows:

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

$$t = b_0 + b_1z$$

$F \dots$ SNEDECOR's F of the i -th order regression coefficient with 1 and $n-i-1$ degree of freedom

*...significant at 0.05 level

**...significant at 0.01 level

Sample number...23

2次回帰式: a_2 が有意とみなされた脂肪酸は中性脂質 (NL) の 22:6, 極性脂質 (PL) の 16:0 と 22:6 および全脂質 (TL) の 18:0 酸であつた。このうち, TL の 18:0 酸において t の極小は実測 z の最高値に近いところ ($z=17.27$ g/100 g 肉) にあつたので, この酸の組成率は z の増大にともなつて漸減するとみなすべきであらう ($F_1=10.97^{**}$)。NL の 22:6, PL の 22:6 と 16:0 酸では, Z が 6.39~7.79 g/100 g 肉のとき t は極小値 (または極大値) を示した。しかし, 供試魚の脂質含量の分布範囲 (2.77~18.93 g/100 g 肉) から考えると, 組成率に極大または極小を与える z が低脂質含量域にかたよつていた上に, いずれも b_1 が有意とみなせたので, 1次回帰のみを考え, これらの酸の組成率は脂質含量の増大にともなつて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であらう。

1次回帰式: NL の脂肪酸のうち, z の変動にともなつて組成率変動が有意とみなされたものは 16:0 および 22:6 酸で, 前者の組成率は増大傾向に, 後者のそれは減少傾向にあつた。PL において, z の増大にともなつて, 16:0, 18:1 および 20:1 酸組成率は増大する傾向を示し, 22:6 酸のそれは減少傾向を示した。TL では, 18:0, 20:3 および 22:6 酸組成率が z の増大にともなつて減少する傾向にあつた。

このように, 各脂質とも, 海産魚に特徴的に存在する 22:6 酸組成率は脂質含量の増大にともなつて減少し, 16:0 や 18:1 酸のそれは増大する傾向にあると云える。

季節, 体長および脂質含量に対する脂肪酸含量の偏回帰 前述のように, 組成率の変動を検討するときには, 脂肪酸含量の変動に注目する必要がある。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結果を Table 2 および 3 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 T の回帰を考えた場合, 両脂質とも一部の脂肪酸に季節的影響が認められ, すべての脂肪酸に z の

Table 2. The estimation of the multiple regressions of the fatty acid contents (T) on the fishing season (x), body length (y) and lipid contents (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
Nonpolar lipid	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	"
Total lipid	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	"
	20:5	0.62	0.08	-0.03	0.07	1.21	0.90	65.24**	0.08	0.003	"
	22:6	0.17	0.13	-0.004	0.11	2.94	0.02	121.79**	10.48**	-0.03	"

Note: The constant and coefficient are defined as follows:

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

$t_1 \dots$ STUDENTS t for testing whether $A_3=m$ or not.

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

Table 3. The estimation of the multiple regressions of the fatty acid content (T) in the polar lipid, on the fishing season (x), body length (y) and lipid contents (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	n
14:0	0.005	0.0006	0.0001	0.002	0.39	0.04	0.000	23
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*	"

The constant and coefficient are defined in the note of Table 2.

変動にともなう T の変動が認められた。すなわち、脂質含量の増大にともなつて両脂質のすべての脂肪酸含量は増大した。

本報では、 T を $t \times z \cdot 100^{-2}$ で示した。いま t がほぼ一定であるとすれば $T = z \cdot m$, (ただし $m = t \cdot 100^{-2}$) となる。そこで、STUDENT の t 分布²⁾ を用い、 z 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 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 (Table 2 参照)。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も小さく、反対に NL の 16:0, TL の 14:0 および 20:1 酸では T の増加のしかたが大きいことを示している。前述の脂質含量の変動に基づく各脂肪酸組成率の変動とこのことを合わせ考えると、NL および TL では、脂質含量の増大にともなう各脂肪酸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であると結論される。すなわち、マサバでは、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量にもたらし、逆により小さい増加を高度不飽和酸とくに 22:6 酸量にもたらすものと考えられる。その結果、組成率の上では、脂質含量の増大にともなつて、NL の 16:0 酸、TL の 18:1 酸 ($\alpha \div 0.05$) 組成率に増加、反対に両脂質の高度不飽和酸とくに 22:6 酸組成率に減少の傾向が認められた。

PL について：季節および体長の影響を消去し、脂質含量の変動にともなう脂肪酸含量の変動を検討すると (Table 3)、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。また、前述の脂質含量の変動にともなう組成率の変動を合わせ考慮すると、これら高度不飽和酸では脂質含量の増大にともなつてその含量が減少しその結果、組成率の減少傾向をもたらすものと結論される。一方、脂質含量の増大にともなつて組成率が増大した 16:0, 18:1 および 20:1 酸には、脂肪酸含量に有意の変動が認められなかつたことから、高度不飽和酸量の減少にともなう相対増であると考えられる。

要 約

マサバの脂質含量に対する中性、極性および全脂質における各脂肪酸組成率の 2 次および 1 次回帰式を求め、各脂質脂肪酸組成率が脂質含量変動の影響をどのように受けるかを検討した。なお、季節、体長および脂質含量に対する各脂肪酸含量の偏回帰式を求め、その中でとくに脂質含量変動にともなう各脂肪酸含量の変動傾向を合わせ考察した。

1. 脂質含量の増大にともない中性脂質の 22:6 酸、全脂質の 18:0, 20:3 および 22:6 酸組成率の

減少，反対に中性脂質の 16:0 酸組成率の増大が認められた。これはそれぞれの脂肪酸含量増加が脂質含量の増加より小さいかまたは大きいかによる相対的増減とみなされた。

2. 脂質含量の増大は極性脂質の 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つて減少するためと考えられた。他方，16:0，18:1 および 20:1 酸組成率の増大も認められた。これは高度不飽和酸含量の減少にともなう相対増とみなされた。

本報告をまとめるにあたり有益な御教示を戴いた本校前田弘教授に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 上田 正：本誌，**42**，479-484 (1972).
- 2) 北川敏雄・増山元三郎編：“新編統計数値表”，河出書房，pp. 109-112 (1952).