天然および養殖トラフグの成長にともなう一般成分と無機成分の変動

佐伯清子・熊谷洋

(1981年11月28日受理)

The Variations with Growth in Nutritive Components and Several Nutritive Elements for Wild and Cultured Puffers

Kiyoko SAEKI* and Hiroshi KUMAGAI*

The variations in contents of nutritive components and of several nutritive elements as a result of growth were studied for the muscles of wild and cultured puffers *Fugu rubripes*. The wild puffer was caught in the offing of Tsushima and the cultured fish was taken from the Senzaki culture farm in Yamaguchi Prefecture in March, 1981. Results obtained are as follows.

For both the wild and the cultured puffers, the contents of the nutritive components such as moisture, protein, lipid, and ash did not change with the growth of the body. The same trend was observed with regard to the contents of magnesium, sodium, phosphorus, and potassium in the nutritive elements. The iron content in the yearling fish was two and a half times higher than that in the older fish, in which the content remained nearly constant regardless of the body length. The calcium content slightly decreased with the growth of the body in both the wild and the cultured puffers.

近年、生鮮魚介類の安定した供給を目的とし、養殖漁業が盛んに行われるようになり、その魚種も徐々に増加しつつある。ところが養殖魚は天然魚に比べ、一般に脂っぽいなどと言われている。事実、著者らが先に行ったハマチ¹⁾やマダイ²⁾では明らかに養殖魚の脂肪分が天然魚に比べて多いという傾向が認められた。本報では養殖魚の特性をさらに詳しく知るため、天然魚では脂肪分が少ないことが知られている³⁾トラフグを用い、天然魚と養殖魚の一般成分が成長にともないどのように変動するかを検討した。またトラフグの無機成分については成分表⁴⁾に標準値が記載されている程度で、成長にともなう変動は明らかでない。そこで無機成分についても併せて検討した。得られた結果を報告する。

実験方法

供試試料 用いたトラフグ *Fugu rubripes* の概要を Table 1 に示す。天然魚は 1981 年 3 月 1 日および 9 日に対馬沖で漁獲した 18 尾を用いた。養殖魚は山口県長門市仙崎の養殖場で育成したもので、同年 3 月 2 日に水揚げした 17 尾を用いた。仙崎養殖場では、5 月頃孵化したトラフグの稚魚を 6~7 月に入荷し、それを育成している。その後稚魚は、一年でおよそ 220 g、2 年で 450~650 g、3 年で 1000 g 前後に成長するとのことである。従って、用いた養殖魚は当才魚から 4 年魚または

それ以上の成魚にあたると考えられる。天然魚は養殖魚との対比により 2 年魚から 5 年魚またはそれ以上の成魚にあたると推定される。

試料調製方法 天然魚、養殖魚とも 1 尾ごとに肝臓を取り出した。次に皮を剥ぎ、魚体を 3 枚におろし全筋肉を取り出した。肝臓および全筋肉は細切均一化してそれぞれ試料とした。

分析方法 1. 一般成分 水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパク質はケルダール法で定量した全窒素に 6.25 を乗じる方法、粗脂肪は乾燥試料のエチルエーテル抽出法、灰分は灰化 (500~550°C) 法によった。2. 無機成分 灰分測定後の残渣に塩酸を加え蒸発乾固した後、0.25 N 塩酸に溶解し、濾過したものを試験溶液とした。鉄、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムおよびカリウムは原子吸光法により、リンはモリブデン比色法により、それぞれ定量した。

結果および考察

一般成分 水分、粗タンパク質、粗脂肪および灰分含量と体長との関係を Fig. 1 に示す。いずれの成分においても成長にともなう変動の傾向は認められず、ほぼ一定と考えられた。また、いずれの成分においても天然魚と養殖魚に含量差は認められなかった。

水分の平均値は天然魚で 80.1±0.5%、養殖魚で 79.9

* 山口県衛生研究所 (Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health: Aoi, Yamaguchi 753, Japan).

Table 1. Puffer for analysis

Wild fish				Cultured fish			
Date	Body length (cm)	Body weight (g)	Liver weight (g)	Date	Body length (cm)	Body weight (g)	Liver weight (g)
Mar. 9, 1981	43.9	2940	309	Mar. 2, 1981	39.8	1700	252
	41.8	2690	221		36.7	1750	228
	40.1	2520	390		35.8	1550	232
Mar. 1, 1981	35.6	2050	225		35.0	1060	137
	36.0	1660	219		34.8	1390	209
	35.3	1590	135		31.7	1010	168
	34.3	1360	178		31.5	910	134
	32.5	1300	205		31.0	990	137
	30.2	1100	140		27.7	690	95
	30.0	1030	178		27.4	560	67
	29.7	930	150		26.4	580	86
	29.4	840	91		24.9	560	79
	29.2	920	89		24.7	480	76
	28.8	830	115		21.1	240	36
	27.4	780	113		19.6	210	29
	26.7	820	101		18.6	210	26
	25.6	830	138		18.6	180	26
	24.4	630	95

Fig. 1. Relation between body length and nutritive components in puffer muscle.

○, Wild fish; ●, Cultured fish.

±0.8%であった。変動係数はそれぞれ 0.6%, 0.9% で個体による変動は非常に小さかった。

粗タンパク質含量の平均値は天然魚で $18.2 \pm 0.4\%$ 、養殖魚で $18.4 \pm 0.7\%$ である。変動係数はそれぞれ 2%, 4% で個体による変動は小さかった。また、粗タンパク質含量 (Y) と水分 (X) との関係を Fig. 2 に示す。図の

Fig. 2. Relation between moisture and protein contents of puffer muscle.

直線から天然魚で $Y = -0.76X + 79.1$, $r = -0.94$ 、養殖魚で $Y = -0.96X + 95.1$, $r = -1.00$ の関係式がそれぞれ得られた。天然魚、養殖魚とも X と Y の和は 98~99% とほぼ一定であった。このように呈味成分を含む粗タンパク質含量が水分に左右されることから、水分が間接的に旨味に影響を与えていることが推察できる。

粗脂肪含量は天然魚、養殖魚とも非常に低い値であり、平均値はそれぞれ $0.35 \pm 0.04\%$ 、 $0.29 \pm 0.05\%$ であった。トラフグの天然魚はエビ類、魚類、カニ類を、この順に多く摂取する^{4,5)}と言われているが、用いた養殖魚ではマイワシ、マサバが主な飼料である。エビ・カニ類の粗脂肪含量が 0.3~1.5% であるのに対し、マイワシ、

Fig. 3. Relation between body length and total lipid of liver in puffer.

マサバのそれは 14~17% である。⁸⁾ このように摂取する飼料の粗脂肪含量が大きく異なるにも関わらず、天然魚と養殖魚とに粗脂肪含量の差がないことは興味ある事実である。すなわち、飼料中の粗脂肪が筋肉へ移行、蓄積されないことがわかった。他方で、肝臓の重量は魚体重量の天然魚で 8~17%、養殖魚で 12~17% を占めた。しかも粗脂肪含量は天然魚で 55~73%、養殖魚で 66~85% と著しく高い値であった。この値を筋肉の粗脂肪含量について得られている値と比べると、天然魚で 130~220 倍、養殖魚で 180~330 倍であった。また、肝臓中の総粗脂肪量 (Y) と体長 (X) との関係を Fig. 3 に示す。X と Y とには天然魚で $Y = 7.76X - 142$, $r = 0.83$ 、養殖魚で $Y = 7.66X - 131$, $r = 0.94$ の関係式がそれぞれ得られた。すなわち、天然魚、養殖魚とも成長とともに肝臓中の総粗脂肪量が直線的に増大した。

著者らが先に報告した赤身魚のハマチ¹⁾ や白身魚のマダイ²⁾ では、養殖することにより粗脂肪含量が部位により天然魚の 4~13 倍に大きく増大したが、トラフグの結果は明らかにこれとは異なった。白身魚には赤身魚と同様に筋肉の脂質含量が高いものと、筋肉の脂質含量が低くて肝臓の脂質含量が高いものと言われている。⁹⁾ トラフグは粗脂肪含量が筋肉に低く、肝臓に非常に高いことから、後者に属することがわかった。以上の結果から筋肉の粗脂肪含量が天然魚で 0.35% と低値であるトラフグにおいては、粗脂肪の筋肉での蓄積機構が十分発達しておらず、摂取した粗脂肪は肝臓へ移行し、蓄積され、これが種々のエネルギーとして利用されるも

Fig. 4. Relation between body length and nutritive elements in puffer muscle.

○—○, Wild fish; ●—●, Cultured fish.

のと考えられる。

灰分含量の平均値は天然魚で $1.3 \pm 0.1\%$ 、養殖魚で $1.2 \pm 0.1\%$ である。変動係数は天然魚で 4%、養殖魚で 5% と個体による変動は小さかった。

一般に魚類では成長にともない体成分が変動すると言われている。⁷⁾ しかし、トラフグでは天然魚、養殖魚とも、いずれの一般成分も成長にともなって変動せず、幼魚の時からある一定の体成分組成を保ちながら成長することがわかった。従って、トラフグが成魚だけでなく、幼魚の時から市場に出され、食用に供されているのは成分的な見地からすれば妥当と言えよう。

無機成分 鉄、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、リンおよびカリウム含量と体長との関係を Fig. 4 に示す。

鉄含量は養殖ものの当才魚においてのみ高値で、それ以上の年令魚では天然魚、養殖魚ともほぼ一定であった。すなわち、2 年魚以上の平均値は天然魚で 2.9 ± 0.3 ppm、養殖魚で 2.8 ± 0.4 ppm とほぼ同値であったが、養殖ものの当才魚では 7.0 ± 1.2 ppm と明らかに高く、それ以上の年令魚の約 2.5 倍であった。天然ものの当才魚は入手できなかったため明らかでないが、いずれの無機成分においても天然魚と養殖魚とは同様な変動を示すことから、天然ものの当才魚も養殖もののそれと同様に高値であることが推察できる。また含量レベルを標準値⁹⁾ と比べると当才魚ではほぼ一致したが、それ以外では約 1/3 と低値であった。

カルシウム含量は天然魚よりも養殖魚に若干高く、天然魚で 23 ppm から 15 ppm へ、養殖魚で 28 ppm から 19 ppm へと、いずれもわずかに減少する傾向が認められた。また含量レベルを既報のデータ^{8,9)}と比べると 1/6~1/9 と低値であった。

マグネシウム、ナトリウム、リンおよびカリウム含量は天然魚、養殖魚とも多少の変動はあるが、成長にともなう変動の傾向は認められなかった。しかも天然魚と養殖魚に含量差は全く認められなかった。すなわち、マグネシウム含量は天然魚で 222 ± 13 ppm、養殖魚で 218 ± 14 ppm、ナトリウム含量は天然魚で 733 ± 90 ppm、養殖魚で 740 ± 73 ppm、リン含量は天然魚、養殖魚とも 1850 ± 40 ppm、カリウム含量は天然魚 3580 ± 160 ppm、養殖魚で 3480 ± 130 ppm であった。このように、これら成分が成長に関係なく、ほぼ一定を保つのは、これらが生物に必須の金属であるため、恒常機構が十分働いている⁹⁾ためと考えられる。また、これらの含量レベルを既報のデータ^{8,9)}と比べるとナトリウム含量は 1/2 と低く、リン含量は逆に 1.3 倍と高ったが、カリウム含量はよく一致した。

要 約

天然および養殖トラフグの一般成分（水分、粗タンパク質、粗脂肪および灰分）と無機成分（鉄、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、リンおよびカリウム）含量の成長にともなう変動を調査した。

天然魚、養殖魚とも一般成分はいずれも成長にともなう変動は認められず、体成分組成は幼魚のときから一定

を保ちながら成長すると考えられた。

無機成分のうち鉄は当才魚にのみ高値で、その後はほぼ一定であった。カルシウムは天然魚より養殖魚に若干高く、いずれも成長とともに減少する傾向が認められた。マグネシウム、ナトリウム、リンおよびカリウムの 4 成分は天然魚、養殖魚ともほぼ一定を保ちながら成長した。

終りに臨み、本研究の機会を与えられた当研究所長田中一成博士ならびに藤村暢男化学部長に謝意を表するとともに、御校閲を賜りました奈良女子大学助教授奥村晶子博士に深謝いたします。

文 献

- 1) 佐伯清子・熊谷 洋：食 衛 誌，**20**，101-105 (1979).
- 2) 佐伯清子・熊谷 洋：食 衛 誌，**20**，147-150 (1979).
- 3) 科学技術庁資源調査会編：三訂補日本食品標準成分表，大蔵省印刷局，東京，1980，pp. 48-511.
- 4) 田村 正：改訂増補浅海増殖学，恒星社厚生閣，東京，1969，pp. 89.
- 5) 落合 明：魚類学（下），恒星社厚生閣，東京，1965，pp. 885-889.
- 6) 座間宏一：白身の魚と赤身の魚（日本水産学会編），恒星社厚生閣，東京，1976，pp. 54-58.
- 7) 土屋靖彦：改訂水産化学，恒星社厚生閣，東京，1962，pp. 11-13.
- 8) V. D. SIDWELL, D. H. BUZZELL, P. R. FONCANNON, and A. L. SMITH: *Marine Fisheries Review* **39**, 1-11, (1977).
- 9) 和田 攻：ぶんせき，3月号，150-156 (1977).