

## 飼料脂質含量がトラフグの成長，飼料効率および体成分に与える影響

韓，慶男  
九州大学農学部附属水産実験所

古市，政幸  
九州大学農学部附属水産実験所

<https://doi.org/10.15017/23555>

---

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 50 (1/2), pp.25-29, 1995-11. 九州大学農学部  
バージョン：  
権利関係：

## 飼料脂質含量がトラフグの成長、飼料効率および 体成分に与える影響\*

韓 慶 男・古 市政 幸

九州大学農学部附属水産実験所

(1995年6月19日受理)

### Effect of Dietary Lipid Level on the Growth, Feed Efficiency and Body Composition of Young Puffer Fish, *Takifugu rubripes*

Kyung-nam HAN and Masayuki FURUICHI

Fishery Research Laboratory, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 811-33

#### 緒 言

魚類は陸上動物と同様に、エネルギー源として脂質や炭水化物を利用できるが、一般に肉食性魚類では炭水化物の利用能が低い(米ら, 1969; Furuichi and Yone, 1971; 示野, 1974; Furuichi, 1983)。一方、脂質は魚の食性に関係なく良く吸収され、多くの魚種で飼料タンパク質の節約効果が認められている(Phillips *et al.*, 1965; 塚原ら, 1967; Lee and Putnam, 1973; 竹田ら, 1975; Ogino *et al.*, 1976; 竹内ら, 1978a, b; 示野ら, 1980)。これまでトラフグについては、至適飼料タンパク質含量(Kanazawa *et al.*, 1980)や炭水化物(滝井ら, 1992)および脂質含量(滝井ら, 1993)などについて2・3の報告があるが、養成用飼料における脂質の添加効果に関する知見は乏しい。本研究は、脂質含量の異なる半精製試験飼料を用いて、飼料中の脂質含量がトラフグの成長、飼料効率、タンパク質効率および体成分等に与える影響について検討した。

#### 材料および方法

##### 1. 供試魚

九州大学水産実験所で飼育した平均体重2.7gの幼魚を本実験に用いた。供試魚は飼育開始前1週間、沿

岸魚粉をタンパク源とする配合飼料で予備飼育した後、ほぼ同じ体重の健康な個体を選別して試験に用いた。

##### 2. 飼育条件

屋外に設置した500l容の円形ポリカーボネイト水槽4槽に、各区40尾ずつ収容し、エアストーンを介して400~600ml/分の通気と、500~600ml/分の砂濾過海水の流水条件下で8週間飼育した。給餌は1日3回とし、毎回飽食給餌した。飼育期間中の水温は22.5~28.0℃の範囲であった。

##### 3. 試験飼料

試験飼料の組成および一般分析値をTable 1に示した。試験飼料はタンパク質源として沿岸魚粉とカゼインナトリウムを、可消化炭水化物源として $\alpha$ -ポテトスターチおよびデキストリンを用い、脂質源として精製スケトウダラ肝油(理研ビタミンKK製)を0, 5, 10および15%添加した4種類である。各飼料の一般分析値はTable 1に示すように、粗タンパク質が49~50%、糖質が約18%とほぼ一定であるが、粗脂肪量は沿岸魚粉に由来する脂質が加わり、1区約6%、2区約11%、3区約17%、4区約22%となった。また、飼料中のDE含量はTable 1に示したように脂質の添加量が増すにつれて増加した。飼料は2.0~2.5mmおよび2.5~3.0mmの2段階の粒径のドライペレットに成型した後、成長に応じて徐々に大型のものを与えた。

\* 九州大学農学部附属水産実験所業績, No. 199

Table 1. Percent composition of the experimental diets.

Ingredient	Diet No.			
	1	2	3	4
Brown fish meal	50	50	50	50
Casein-Na	10	10	10	10
$\alpha$ -Starch	4	4	4	4
Dextrin	10	10	10	10
P. L. oil* <sup>1</sup>	0	5	10	15
Vitamin mix* <sup>2</sup>	3	3	3	3
Mineral mix* <sup>3</sup>	8	8	8	8
$\alpha$ -Cellulose	15	10	5	0
	Nutrient content in dry matter			
Crude protein	48.7	50.0	49.8	50.3
Crude lipid	5.5	11.1	16.7	21.6
Carbohydrate	18.4	18.1	17.7	17.5
DE (kcal/100g)* <sup>4</sup>	303	352	395	435

\*<sup>1</sup> Pollack liver oil.

\*<sup>2</sup> Halver's vitamin mixture (1957) +  $\alpha$ -Cellulose.

\*<sup>3</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 49.28, Fe-citrate 2.40, AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 0.015, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.291, MnSO<sub>4</sub>·4-6H<sub>2</sub>O 0.065, CuCl 0.009, KI 0.014, CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 0.086,  $\alpha$ -Cellulose 47.84g/mixture 100g.

\*<sup>4</sup> Digestible energy of each component is estimated from the values for carp (Ogino *et al.*, 1976): 4 kcal/g protein, 8 kcal/g lipid and 3.5kcal/g digestible carbohydrate.

#### 4. 測定および分析

体重の測定は、MS-222 (100ppm)で麻酔した全供試魚について2週間毎に行った。また、試験終了時には各区10個体から肝臓を摘出し、比肝重値を個体別に求めた。試験飼料および試験開始時と終了時に各区10尾の個体を一般分析に供した。水分含量は常圧加熱乾燥法、粗タンパク質含量はケルダール法、粗脂質含量は Folch *et al.* (1957) の方法で、また飼料の粗糖質含量は塩酸で加水分解した後、生じた単糖をフェノール硫酸法 (Hodge and Hofreiter, 1962) で定量した。

## 結 果

### 1. 飼育結果

8週間の飼育試験における各区の成長を Fig. 1 に、それらの有意性検定および飼育結果を Table 2 にそれぞれ示した。成長は試験開始4週間目以降より各区間で差が生じ始め、終了時には22%脂質の4区が6~17%脂質の1~3区に比べて良好であった ( $P<0.05$ )。比肝重値も飼料脂質含量の増加に伴って増大し、有意な区間差が認められた ( $P<0.05$ )。全期を通しての生残率は60~100%の範囲で (Table 2), 1区が劣っていた。一方、各区の日間給餌率は2.46~3.05%の範囲で、脂質含量が増加するにつれて減少する傾向を示したが、日間成長率や飼料効率も逆に上昇した。飼料効率の最大値は、22%脂質の4区で得られ、6~17%

Table 2. Effects of the dietary lipid levels on the growth and efficiency of feed utilization of the young puffer fish.

Dietary lipid level (%)	Diet No.			
	1	2	3	4
	6	11	17	22
Average initial wt. (g)	2.66±0.12	2.66±0.11	2.65±0.11	2.66±0.11
Average final wt. (g)* <sup>1</sup>	52.2±8.27 <sup>c</sup>	43.2±8.11 <sup>a</sup>	47.4±6.45 <sup>b</sup>	58.9±8.18 <sup>d</sup>
Average weight gain (%)	1862.4	1524.1	1688.7	2114.3
Survival rate (%)	60.0	100	92.5	92.5
Hepatosomatic index* <sup>1,2</sup>	8.26±0.61 <sup>a</sup>	9.43±1.10 <sup>b</sup>	10.53±1.43 <sup>b</sup>	12.13±0.92 <sup>c</sup>
Daily feed intake (%)	2.90	3.05	2.81	2.46
Daily growth rate (%)	3.47	3.40	3.44	3.51
Feed efficiency (%)	119.7	111.5	122.4	142.7

\*<sup>1</sup> Values within the same row which bear different letters are significantly different at  $p<0.05$  (ANOVA, Fisher's LSD test).

\*<sup>2</sup> HSI: liver weight (g)×100/body weight (g).

脂質の1～3区では大きな区間差は認められなかった。

2. タンパク効率, 体タンパク質および脂質の蓄積率

タンパク効率, 体タンパク質および脂質の蓄積率と飼料中の脂質含量との関係を Fig. 2 に示した. タンパク効率, 体タンパク質蓄積率は飼料脂質含量の増加に伴って上昇し, 高脂質含量の試験区ほど飼料中のタンパク質が有効に利用されていることを示していた. 脂質の蓄積率は飼料の脂質含量が6%から11%でやや上昇するが, 11%以上では急激な減少を示した.

3. 魚体の成分組成

筋肉および肝臓の一般分析結果を Table 3 に示した. 筋肉の一般成分には大きな区間差がなかったが,

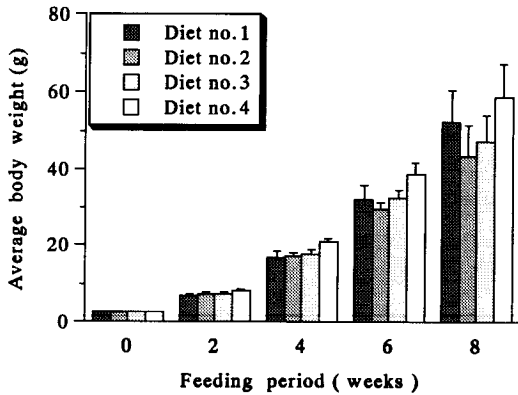


Fig. 1. Changes in average body weight of young puffer fish fed diets containing various levels of lipid. The explanation for legend refers to Table 2.

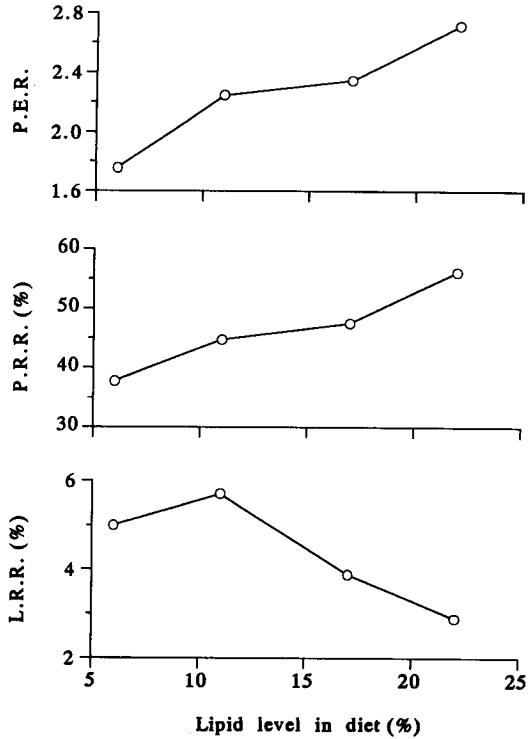


Fig. 2. Effect of dietary lipid levels on protein efficiency ratio (P.E.R.), protein retention rate (P.R.R.) and lipid retention rate (L.R.R.).

Table 3. Effects of the dietary lipid levels on the proximate compositions (%) of dorsal muscle and liver of young puffer fish.

Diet No.	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Dorsal muscle*				
Initial	80.7	18.6	1.2	1.9
1	78.7	21.2	0.4	1.3
2	79.1	19.9	0.6	1.7
3	77.8	20.2	0.6	1.5
4	79.0	20.6	0.5	1.6
Liver*				
Initial	49.8	12.1	35.9	1.1
1	37.4	5.4	52.1	2.7
2	32.6	3.7	60.7	1.8
3	30.7	4.0	61.8	2.3
4	28.0	2.9	66.2	1.7

\* Values were obtained from pooled samples of 10 fish.

肝臓では飼料脂質含量の増加に伴って水分および粗タンパク含量は減少し、粗脂質量は増加する傾向が見られた。

## 考 察

飼料中への脂質の添加効果を検討した結果、成長、飼料効率とも高脂質含量の試験区ほど優れた結果を示し、飼料中の脂質含量の増加に伴い成長、飼料効率などが改善されることが明らかになった。肉食性魚類のハマチ（塚原ら、1967；示野ら、1980）やニジマス（竹内ら、1978a, b, c；東ら、1964；鴨居ら、1975）でも類似した結果が報告されており、トラフグも上記の魚種と同様に飼料中への脂質の添加がきわめて有効だといえる。

一方、今回の実験で最も低い脂質含量の1区で良好な成長が得られたが、これは低い生残率に起因する飼育密度（韓ら、1994）の低下に原因するものと考えられる。

タンパク効率およびタンパク質蓄積率は飼料の脂質含量の増加に伴って上昇し、飼料タンパク質が効率的に魚体タンパク質へ転換されているといえる。体脂質蓄積率は飼料脂質含量が6%から11%に増大するとやや上昇したが、11%以上では急激な減少を示した。このように、タンパク質と脂質の蓄積率は飼料組成と密接に関係しており、飼料のエネルギー含量が十分な場合には、飼料タンパク質が効率よく利用されることがわかった。すなわち脂質添加により飼料のエネルギー含量を高めるとタンパク効率が著しく高くなり、飼料タンパク質をかなり節約できると考えられる。

魚体の一般分析の結果、飼料の脂質含量の増加は筋肉の一般成分含量にはそれほど大きな影響を及ぼさなかったが、肝臓においては粗脂質量を増加させ水分および粗タンパク質量を減少させた。これらの結果と比肝重値の増大は、過剰のエネルギーが脂質として内臓に蓄積されている事を示唆している。

以上、今回の実験で、トラフグ飼料に脂質を添加し、可消化エネルギー含量を高めることにより、成長、飼料効率などが改善でき、また脂質を22%まで添加しても魚体に何ら悪影響も認められなかった。なお、本実験に用いた飼料のDE含量は異なり、脂質添加量の多い飼料ほど高いDE含量となった。したがって、各試験区の魚のエネルギー摂取量は異なり、高脂質飼料区の魚はエネルギー摂取量が多いと推定され、エネルギー摂取量の違いが成長、飼料効率などに影響していることも考えられる。今後は各飼料のDE含量を

等しくして脂質の添加効果を検討する必要がある。

## 要 約

脂質含量の異なる半精製試験飼料を用いて、飼料中の脂質含量がトラフグの成長、飼料効率、タンパク効率および体成分等と与える影響について検討し、つぎの結果を得た。

1. 成長、増重率、飼料効率ともに高脂質含量の試験区ほど優れた結果を示し、飼料中の脂質含量の増加に伴い成長、飼料効率などが改善されることが明らかになった。

2. タンパク効率およびタンパク質蓄積率は飼料の脂質含量の増加に伴って上昇し、高脂質飼料条件下では単位飼料タンパク質当りの増重が低脂質飼料に勝り、飼料タンパク質が効率的に体タンパク質へ転換されていると考えられた。

3. 魚体の一般分析の結果は、飼料の脂質含量の増加は筋肉の成分組成にはそれほど大きな影響を及ぼさなかったが、比肝重値が大きくなり、肝臓における粗脂質量の増加と水分および粗タンパク質量の減少が認められ、過剰のエネルギーが脂質として内臓に蓄積されている事を示唆した。

## 文 献

- 東 秀雄・金子徳五郎・石井清之助・増田 績・杉橋孝夫 1964 養魚飼料における脂質の役割に関する研究-I. ニジマスへの脂質の多量投与の効果と健康への影響. 日水誌, 30: 778-785
- Folch J., M. Lees, and G. H. Sloane Stanley 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509
- Furuichi M. and Y. Yone 1971 Studies on nutrition of red sea bream-IV. Nutritive value of dietary carbohydrate. *Rep. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ.*, (1): 75-81
- Furuichi M. 1983 Studies on the utilization of carbohydrate by fishes. *Rep. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ.*, (6): 1-59
- 韓 慶男・松井誠一・古市政幸・北島 力 1994 トラフグ幼稚仔の収容密度が成長、生残率及び尾鳍欠損率に及ぼす影響. 水産増殖, 42: 507-514
- Hodge J. E. and B. T. Hofreiter 1962 Determination of reducing sugars and carbohydrates. In "Methods in Carbohydrate Chemistry", Vol 1, ed. by R. L. Whistler and M. L. Wolfrom, Academic Press, Inc., New York, pp.388-389
- 鴨居郁三・鬼丸 修・小原哲二郎 1975 油脂を添加

- した飼料により養殖したハマチの生育ならびに脂質について. 栄養と食糧, 28: 247-255
- Kanazawa A., S. Teshima, M. Sakamoto, and A. Shinomiya 1980 Nutritional requirements of the puffer fish: Purified test diet and the optimum protein level. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 46: 1357-1361
- Lee D. J. and G. B. Putnam 1973 The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. *J. Nutr.*, 103: 916-922
- Ogino C., J. Y. Chiou, and T. Takeuchi 1976 Protein nutrition in fish-VI. Effect of dietary energy sources on the utilization of proteins by rainbow trout and carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 42: 213-218
- Phillips A. M., D. L. Livingston, and H. A. Poston 1965 The effect of three supplemental fats on the growth rate and body chemistry of brown trout. *Fish. Res. Bull.*, 28: 28-34
- 示野貞夫 1974 魚類の炭水化物代謝に関する研究. 高知大水産実験所研究報告, 2: 1-107
- 示野貞夫・細川秀毅・竹田正彦・梶山英俊 1980 配合飼料のカロリー・タンパク質比がハマチの成長, 飼料効率および体成分に及ぼす影響. 日水誌, 46: 1083-1087
- 竹田正彦・示野貞夫・細川秀毅・梶山英俊・会所健志 1975 ハマチの成長, 飼料効率および体成分に及ぼす飼料のカロリー・蛋白質比の影響. 日水誌, 41: 443-447
- 竹内俊郎・渡辺 武・萩野珍吉 1978a ニジマスの高たん白質飼料における脂質の添加効率. 日水誌, 44: 677-681
- 竹内俊郎・渡辺 武・萩野珍吉 1978b ニジマス飼料におけるたん白質および脂質の至適添加量. 日水誌, 44: 683-688
- 竹内俊郎・横山雅仁・渡辺 武・萩野珍吉 1978c ニジマス飼料の至適エネルギー・たん白質比. 日水誌, 44: 729-732
- 滝井健二・中村元二・熊井英水 1992 トラフグ用配合飼料の糖質含量. 平成4年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p.218
- 滝井健二・中村元二・熊井英水 1993 トラフグ用配合飼料の脂質含量. 平成5年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p.49
- 塚原宏子・古川 厚・船江克美 1967 養魚飼料の研究-VII. 添加油のハマチにおよぼす影響について. 内海水研報, 24: 29-50
- 米 康夫・古市政幸・四反田勝久 1969 餌料中のグルコースがマガイの成長, 餌料効率および魚体, 肝臓, 血液の諸成分におよぼす影響. 魚病研究, 3: 1-11

## Summary

The effects of dietary lipid level on growth, efficiency of feed utilization and body composition were studied for young puffer fish of average body weight 2.7g. The fish were fed diets with four dietary lipid levels ranging from 6 to 22% as a source of energy. The growth performance was examined in terms of weight gain, feed efficiency, protein efficiency ratio, body composition and so on, for 8-week feeding trials at 22.5-28.0°C.

The average weight gain, feed efficiency and protein efficiency ratio tended to increase with increasing dietary lipid level, and the highest value was obtained in fish fed the diet containing lipid level of 22%.

Proximate analysis of body composition showed that dorsal muscle was not affected by dietary lipid level. However, moisture and crude protein in the liver were negatively correlated and crude lipid was positively correlated to dietary lipid level.

It could be concluded from this study that increased dietary lipid was effectively utilized by young puffer fish.