

マアナゴ稚魚の成長に及ぼす飼料タンパク質含量の影響

村田 修, 山本眞司, 伊藤裕也, 石元健太, 滝井健二

(養殖グループ)

近畿大学水産研究所

マアナゴ *Astroconger myriaster* は需要が高く美味な魚であるが、乱獲や環境の悪化、さらに、減船によって漁獲量が減少している。マアナゴをレプトケファルスから養殖できれば、新しい養殖対象魚として期待できる。しかし、マアナゴの養殖に関する知見は乏しく、栄養要求や配合飼料に関する報告は見当たらない。そこで本研究では、マアナゴ稚魚の配合飼料の開発を目指して、至適タンパク質含量について検討した。

材料および方法

供試魚および飼育方法 2008年4月28日に三重県鳥羽沖で漁獲されたマアナゴレプトケファルスを、2008年4月29日に7kl容のFRP製円柱形水槽に收容してから、変態した後約6ヶ月間にわたって育成したマアナゴ稚魚(平均全長23.7cm, 平均魚体重16.0g)を、流水環境下の200ℓ容のポリカーボネート製円柱形水槽に20尾ずつ收容して、各試験区を設けた。飼育期間は10月8日から12月27日までの80日間とし、Table 1に示した組成の飼料50, 45, 40および35を、所定の3重複の試験区に1日2回飽食給与した。また、対照として市販養鰻用飼料(鰻ターゲット:日清丸紅飼料株式会社)を同様に給与した。

試験開始および終了時には、全長、体重を測定するとともに、飼料効率、日間成長率、日間給餌率などを算出した。

試験飼料 試験飼料にはタンパク質源として沿岸魚粉、脂質源として魚油、糖質源として α -ジャガイモ澱粉、ビタミン・ミネラル混合物にHalver処方、そしてセルロースを配合した。

なお、沿岸魚粉の配合量の違いに基づく飼料組成の過不足は、魚油、ミネラル混合物、セルロースで補正した。また、給餌に際しては、外割りで80%の水道水を加えてよく練り合わせた。飼料50, 45, 40および35の粗タンパク質含量は、52, 49, 45および39%であった(Table 2)。

測定方法 測定した体重および体長を用いて、以下の式により日間成長率、日間給餌率および飼料効率を算出した。

$$\text{日間成長率(\%)} = [(W_2 - W_1) / \{(W_2 + W_1) / 2 \times \text{飼育日数} \}] \times 100$$

$$\text{日間給餌率(\%)} = [(W_2 - W_1) / \{F \times \text{飼育日数} \}] \times 100$$

$$\text{飼料効率(\%)} = \{(W_2 - W_1) / F\} \times 100$$

$$\text{タンパク効率(\%)} = (W_2 - W_1) / (C \times F)$$

$$\text{タンパク・脂質蓄積率(\%)} = \{(W_2 \times D - W_1 \times E) / (C \times F)\} \times 100$$

但し、 W_2 : 終了時の魚体重(g), W_1 : 開始時の魚体重(g)およびF: 測定時までの総摂餌量(g)として求めた。また、C: 総摂餌量(g) D: 終了時の魚体中の成分質含有量(%) E: 開始時の魚体中の成分質含有量(%)、F: 試験飼料中の成分質含有量(%)

分析方法 試験飼料および試験終了時に各試験区から取り上げた3尾を用いて、飼料と全魚体の一般分析を行った。なお、サンプルは -70°C のデュープフリーザーで保管した。水分は常圧加熱乾

燥法で、粗タンパク質はセミマイクロケルダール法で、粗脂質はジエチルエーテルを用いるソックスレー抽出法で、粗灰分は乾式灰化法で測定した。¹⁾糖質はフェノール・硫酸法によった。²⁾

Table.1 Feed formulation of test diets (%)

	Diet-50	Diet-45	Diet-40	Diet-35	Diet of eel	
Brown fish meal	70.0	65.0	60.0	50.0	Fish meal	72.0
Pollack liver oil	8.0	8.5	9.0	3.5		
α -Starch	15.0	15.0	15.0	15.0	Starch	23.0
Vitamin mixture	5.0	5.0	5.0	5.0	others	5.0
Mineral mixture	2.0	3.0	4.0	5.0		
Cellulose	0.0	3.5	7.0	10.5		

Table. 2. Proximate composition of test diets (%)

	Diet-50	Diet-45	Diet-40	Diet-35	Diet of eel
Crude protein	51.7	49.0	45.1	38.9	53.0
Crude lipid	13.4	14.4	13.6	14.2	4.6
Sugar	17.4	20.9	19.8	22.6	22.6
Crude ash	11.3	10.9	10.9	10.7	13.8

	Diet-50	Diet-45	Diet-40	Diet-35	Diet of eel
Initial weight(g)	16.0 \pm 0.1	16.0 \pm 0.0	16.0 \pm 0.1	16.0 \pm 0.1	16.0 \pm 0.1
Final weight(g)	79.0 \pm 4.3 ^a	78.2 \pm 4.0	76.6 \pm 2.2	77.3 \pm 1.7 ^a	70.0 \pm 3.6 ^b
Survival rate(%)	93.3 \pm 2.9	100.0 \pm 0.0	98.3 \pm 2.9	100.0 \pm 0.0	100.0 \pm 0.0
Total feeding weight(g)	1452.0 \pm 79.7	1487.2 \pm 38.8	1503.8 \pm 21.6	1501.1 \pm 49.4	1476.6 \pm 24.3
Feed efficiency(%)	85.0 \pm 7.7 ^a	83.5 \pm 3.2 ^a	81.9 \pm 3.5 ^a	80.3 \pm 1.5 ^{ab}	73.0 \pm 4.4 ^b
Daily feeding rate(%)	1.94 \pm 0.13 ^a	1.98 \pm 0.03 ^a	2.01 \pm 0.05 ^a	2.03 \pm 0.09 ^a	2.15 \pm 0.82 ^b
Daily growth rate(%)	1.64 \pm 0.06 ^a	1.65 \pm 0.04 ^a	1.65 \pm 0.03 ^a	1.63 \pm 0.03 ^a	1.57 \pm 0.04 ^b
Protein efficiency	1.67 \pm 0.11	1.70 \pm 0.07	1.82 \pm 0.08	2.1 \pm 0.04	1.35 \pm 0.08
Apparent protein retention(%)	29.70 \pm 2.79 ^a	26.08 \pm 1.03 ^b	27.77 \pm 1.22 ^{abc}	33.24 \pm 0.64 ^d	22.21 \pm 1.29 ^e
Fat efficiency	4.95 \pm 0.34	4.00 \pm 0.15	4.14 \pm 0.18	3.6 \pm 0.07	3.16 \pm 0.18
Apparent Fat retention(%)	85.08 \pm 5.28	57.22 \pm 1.76	64.26 \pm 2.29	56.4 \pm 0.72	38.75 \pm 1.92

*There is no significant difference between identical superscript under PLSD of Fisher ($p < 0.05$).

Table. 4. Proximate composition of whole body (%) at the end of the rearing trial

	Initial	Diet-50	Diet-45	Diet-40	Diet-35	Diet of eel
Moisture	74.8	68.3 ^b	68 ^b	68.9 ^{ab}	68.1 ^b	70.6 ^a
Crude protein	16.5	15.4	15.5	15.5	16.2	16.5
Crude lipid	6	14.9 ^a	12.6 ^{bc}	13.6 ^{ab}	13.8 ^{ab}	10.7 ^c
Crude ash	1.9	1.8	1.6	1.8	1.5	1.9

統計処理 Fisher の PLSD 法により、各区の平均値を、 $P \leq 0.05$ で有意差を検定した。なお、統計処理には Stat View 5.0 for Windows を用いた。

結果

試験期間中の養殖成績を Table.3 に示した。飼料 50 と 40 区において生残率がやや低かったが、期間中に特定の疾病の発生は確認できなかった。また、期間中の平均水温と DO は 19.8°C および 6.66 mg/l で、異常な水温や酸素欠乏による斃死もなかった。

給餌量は飼料タンパク質含量の増加に伴って増加する傾向にあったが、有意差はなかった。終了時における平均体重は、いずれの試験飼料区でも、対照区より有意に高かった。

日間摂餌率および成長率 (Table 3) にも終了時の体重と類似する区間差がみられ、各試験区が対照区より有意に優れていた。

飼料タンパク質含量が低下するのに伴って、みかけのタンパク質蓄積率は上昇し、みかけの脂質蓄積率は低下した。しかし、対照区のこれらの値は、試験飼料区より有意に低かった (Table 3)。

全魚体の一般成分についてみると、粗タンパク質・粗灰分含量に有意な区間差はなかったが、粗脂質含量は飼料 50 区が飼料 45 および対照区より有意に高かった。また、飼料 40 および 35 区は対照区より高かった。逆に、水分含量は対照区で最も高かった。(Table 4)

考察

試験飼料組成について、粗タンパク質含量は設定どおりに、また、粗脂質、糖質および粗灰分含

量は、それぞれ 14, 20 および 10% 前後とほぼ一定の値に調整できた。

終了時における試験飼料区の平均体重、期間中の日間成長率と摂餌率に、有意な区間差は認められなかったが、飼料効率も飼料 50~40 で優れており、区間差はなかった。これらの飼育成績から、アナゴ稚魚の適正な飼料タンパク質含量は 40~50% であり、経済的な観点から至適な配合割合は 40% 付近と考えられる。

これまで多くの魚種で、飼料の適正なタンパク質含量が調べられている。一般的に、肉食魚で高く、雑食性および草食性の順に低下する。肉食性魚類のタンパク質要求量は、飼料の 45~60% と報告されている。本研究から、肉食性に分類されるアナゴのタンパク質要求が比較的低いことが示された。養殖魚として優れた特徴を持つと言える。

一方、対照の市販飼料では、飼育成績が試験飼料より劣っていた。これは、脂質の添加を行わなかったことに基づく。高タンパク質および極めて低い脂質含量で、栄養素バランスが大きく偏っていたためであろう。低いタンパク質・脂質蓄積率は、両栄養素をエネルギー源として過度に利用していたことを裏付けている。本研究に供試した対照飼料は、ウナギ *Anguilla japonica* 用に開発されたもので、給餌に当たっては魚油の添加が推奨されている。

参考文献

- 1) AOAC (1984) Official Methods of Association of Official Chemists, 14th ed. Arlington, 1141p.
- 2) 朝倉勇樹・山本眞司・嶋田幸典・和泉健一・村田修 (2007) マアナゴのレプトケファルス幼生の変態と初期飼育. 平成 19 年度日本水産学

- 会近畿支部後期例会講演要旨集, pp. 9.
- 3) 五利江重昭・大谷徹也 (1997) 飼育条件下におけるマアナゴの成長. 水産増殖, 45(4), 485-488.
 - 4) Hodge, J. E. and B.T. Hofreiter (1962) Determination of reducing suger and carbohydrates. In "Method in Carbohydrate Chemistry" (ed by R. L. Whistley and M. L. Wolfrn), Academic Press, New York, pp.380-394
 - 5) 宮下盛 (2000) 最新海産魚の養殖, (熊井英水編), 湊文社, 東京, pp. 66.
 - 6) 望岡典隆 (1988) アナゴ科. 日本産稚魚図鑑 (沖山宗雄編), 東海大学出版会, 東京, pp 44-53.
 - 7) 村田修 (2000) 最新海産魚の養殖, (熊井英水編), 湊文社, 東京, pp. 94.
 - 8) 村田修 (2000) 最新海産魚の養殖, (熊井英水編), 湊文社, 東京, pp. 113-115.
 - 9) 村田修・山本眞司・石橋亮・米島久司・家戸敬太郎・宮下盛・熊井英水 (2005) マアナゴのレプトケファレスからの飼育. 平成 17 年度日本水産学会大会講演要旨集, pp 94.
 - 10) 滝井健二・黒宮香美・中村元二・熊井英水・栗藤和治 (1998) 飼料タンパク質含量がマハタの飼育成績, 蓄積率および筋肉カテプシン活性に及ぼす影響. 水産増殖, 46(4), 529-534