

イサキの成長に及ぼす配合飼料への摂餌刺激物質添加効果

池田 至*・伊藤隆道*・松田智恵子*・山田達也*

The Effect of Feeding Stimulants added to Formulated Diet on Growth of the Theeline Grunt, *Parapristipoma trilineatum*

Itaru Ikeda*, Takamichi Itou*, Chieko Matsuda*, and Tatsuya Yamada*

The effect of feeding stimulants added to a formulated diet on the growth of the Theeline Grunt, *Parapristipoma trilineatum*, was evaluated.

Diet intake, daily feeding rate and fat retained were increased by adding a five amino acid mixture (alanine, serine, threonine, tryptophan and valine) to the diet, but the feed efficiency, feed conversion factor and protein retained were decreased.

1 緒 言

現在、摂餌刺激物質を漁業や増養殖業に応用しようとする試みが種々の立場からなされている¹⁻²⁾。配合飼料への摂餌刺激物質の添加効果についても数種の魚類で試験され、いずれも成長が良くなるという結果が得られている³⁻⁶⁾。

池田らは、イサキ *Parapristipoma trilineatum* の摂餌刺激物質に関する研究から、ツノナシオキアミエキス中の5種のアミノ酸(トレオニン、セリン、トリプトファン、アラニン、バリン)に高い摂餌刺激活性が認められることを明らかにした⁷⁾。そこで、本研究ではイサキに対して摂餌刺激活性の高かった上記5種のアミノ酸を魚粉またはカゼインをタンパク源とする基本飼料に添加してイサキを飼育し、成長、飼料効率、

体成分、血液性状などを調べた。

2 材料および方法

2.1 実験方法

供試魚には、平均体重17.0gのイサキを用いた。イサキは冷凍イカナゴを投与して2週間以上予備飼育した後、40尾ずつFRP水槽(210ℓ容、55×90×45cm)に収容して43日間飼育した。5試験区の各水槽には、海水を毎分3ℓの割合で注水して下層水を排水する流水式とし、エアレーションを施した。給餌は1日2回10時と16時に下記の試験飼料を飽食量与えた。飽食の目安は、水槽の底に試験飼料が3-5粒残り、2分経過しても摂餌行動を起こさなかった状態とした。なお、

水産大学校研究業績 第1640号, 2000年9月29日受付。

Contribution from National Fisheries University, No. 1640. Received Sep. 29, 2000.

* 水産大学校生物生産学科資源環境学講座 (Laboratory of Environmental Biology, Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

実験期間中の海水の温度および比重はそれぞれ16.9-22.0°C、30.0-35.5%であった。

2.2 試験飼料

基本飼料の成分組成をTable 1に示した。タンパク源としては、沿岸魚粉あるいはカゼインを、またミネラルおよびビタミン混合物を高知大学処方^{*)}に準じて

添加し作製した。実験に用いた飼料(試験飼料)のうち、試験飼料2と4は前記の基本飼料にTable 2に示した摂餌刺激物質を、また試験飼料1と3は脱イオン水のみを加えた後、造粒機で直径2-3mmのモイストペレットに成型して用いた。

各試験飼料は1週間毎に新しく作製して-20°Cで冷凍保存し、給餌の際に必要な量を解凍して使用した。また、比較の為に試験飼料5として冷凍イカナゴを使用

Table 1. Composition of basal diets

Diet	Mash	Caseine	Sand lance
Ingredient			
Brown fish meal	65 g	—	
Vitamin-free casein	—	69 g	
White dextrine	6.5	3	
Wheat gluten	10	—	
Mineral mixture* ¹	2.5	2.5	
Vitamin mixture* ¹	3	3	
Carboxymethyl cellulose · Na	2	3	
Cellulose	2	5.5	
Pollack liver oil	9	14	
Test solution	40ml	95ml	
25% NaOH	—	5	
Proximate composition on dry weight basis (%)			
Crude protein	57.2	59.7	64.1
Crude fat	14.6	12.4	37.6
Ash	14.4	4.0	10.0
Digestible carbohydrate	6.5	4.4	1.7
Energy (kcal/100 g diet)* ²	487.7	472.6	723.9

*¹ Kochi Univ. premix..

*² Based on energy conversion coefficients (kcal/g): crude protein, 5.65; digestible carbohydrate, 4.1; crude fat, 9.45.

Table 2. Amounts of feeding stimulants added to test diets (mg/100 g dry diet)

Diet No.	1	2	3	4
Basal diet	Mash	Mash	Casein	Casein
L-Threonine	—	59.6	—	59.6
L-Serine	—	103	—	103
L-Tryptophan	—	27.2	—	27.2
L-Alanine	—	171	—	171
L-Valine	—	68.3	—	68.3

The amount of each constituent corresponds to that in extract of 100 g of krill.

した。

2.3 測定項目

飼育期間中には、15日毎に総摂餌量と魚体重を測定し、日間増重率、日間給餌率、飼料効率および増肉係数を算出し、終了時には、タンパク質効率、エネルギー効率、タンパク質蓄積率および脂肪蓄積率も算出した。

飼育開始時と終了時には、魚体の一般成分の分析を行い、動脈球よりシリンジを用いて採血し、ヘモグロビン濃度 (Hb)、ヘマトクリット値 (Ht) および赤血球数 (RBC) を測定すると同時に、肝臓、胃および腸を摘出し、各器官の重量を測定して体重比を調べた。

なお、前記の各項目は、飼育開始時ではイサキを各試験区に入れる前の群から無作為に10個体を取り上げ、終了時では各試験区毎に全個体を取り上げて測定した。

各器官の体重比およびHb、Htの値はDuncannの多重範囲検定法に基づいて危険率5%水準での有意差判定を行った。

3 結果

3.1 飼育成績

15日間、30日間および43日間の飼育成績をそれぞれ

Table 3, Table 4およびTable 5に、また平均体重の推移をFig.1に示した。平均体重は、飼育期間を通して5区が他の区に比べて顕著に大きな値を示し、43日後には5, 2, 1, 4, 3区の順に大きな値を示した。総摂餌量、日間給餌率および日間成長率は、いずれも平均体重の推移と同様に飼育期間を通して5区が他の区に比べて大きな値を示し、43日後には5, 2, 1, 4, 3区の順に大きな値を示した。飼料効率および増肉係数は、飼育期間を通して3, 4, 1, 2, 5区の順に大きな値を示した。タンパク質効率およびエネルギー効率は、カゼインを基本飼料とした区(3区、4区)が魚粉の区(1区、2区)およびイカナゴを投与した区(5区)に比べて約2倍近く高い値を示した。魚粉の区とイカナゴの区では、前者の方が高かった。このように、摂餌刺激物質の添加による差はほとんど

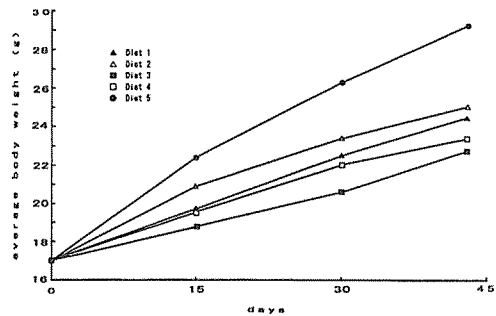


Fig. 1. Changes of average body weight

Table 3. Performance of threeline grunt fed on test diets for 15 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	39	40	39	39	39
Ave. body weight (g)					
Initial	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Final	19.7	20.9	18.8	19.6	22.4
Total diet intake (g)	708.8	825.1	238.7	382.7	1496.7
Daily feeding rate (%)	6.42	7.26	2.22	3.50	12.65
Daily growth rate (%)	1.00	1.36	0.65	0.89	1.83
Feed efficiency (%)	15.60	18.70	29.35	25.35	14.51
Feed conversion factor	6.41	5.35	3.41	3.95	6.89
Survival rate (%)	97.5	100	97.5	97.5	97.5

認められなかった。タンパク質蓄積率および脂肪蓄積率は、カゼインの区が魚粉の区に比べて高く、イカナゴの区が顕著に低い値を示した。前記のいずれの基本飼料の場合でも、摂餌刺激物質を添加すると、タンパク質蓄積率は若干減少し、逆に脂肪蓄積率は増加した。

以上の結果より、摂餌刺激物質を添加すると、摂餌量、日間給餌率、日間成長率および脂肪蓄積率は向上するが、飼料効率、増肉係数、タンパク質蓄積率は低

下することが明らかになった。

3.2 一般成分

一般成分分析の結果をTable 6に示した。水分、タンパク質および灰分含量は各区の間に著しい差は認められず、開始時の値と比べても全区ともに大きな差はなかった。脂質含量は、全区とも開始時と比べて増加

Table 4. Performance of threeline grunt fed on test diets for 30 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	39	40	39	39	39
Ave. body weight (g)					
Initial	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Final	22.5	23.4	20.6	22.0	26.3
Total diet intake (g)	1501.5	1715.6	516.0	759.5	3008.7
Daily feeding rate (%)	6.34	7.07	2.29	3.27	11.59
Daily growth rate (%)	0.92	1.06	0.62	0.81	1.43
Feed efficiency (%)	14.47	15.05	27.20	24.83	12.32
Feed conversion factor	6.91	6.64	3.68	4.03	8.12
Survival rate (%)	97.5	100	97.5	97.5	97.5

Table 5. Performance of threeline grunt fed on test diets for 43 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	39	40	35	38	38
Ave. body weight (g)					
Initial	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Final	24.5	25.1	22.8	23.4	29.3
Total diet intake (g)	2192.1	2513.0	728.8	1025.5	4414.1
Daily feeding rate (%)	6.16	6.92	2.17	2.95	11.15
Daily growth rate (%)	0.83	0.91	0.59	0.73	1.21
Feed efficiency (%)	13.43	13.10	27.34	24.74	10.88
Feed conversion factor	7.45	7.64	3.66	4.04	9.19
Protein efficiency rate	0.23	0.23	0.46	0.41	0.17
Energy conversion	0.028	0.027	0.058	0.052	0.015
Protein retained (%)	3.46	3.31	7.35	6.33	2.48
Fat retained (%)	26.06	28.86	41.51	46.45	7.47
Survival rate (%)	97.5	100	87.5	95.0	95.0

しており、その増加率はカゼインの区に比べて魚粉の区とイカナゴの区が著しく大きかった。また、カゼインおよび魚粉の区のいずれも、摂餌刺激物質を添加した方がその増加率が高かった。

以上の結果より、摂餌刺激物質を添加すると、脂質含量が増加することが明らかになった。

3.3 血液性状

血液性状の測定結果をTable 7に示した。ヘモグロビン濃度は、終了時には5区は1および4区よりも有意に低かったが、終了時のほうが開始時よりも全区とも有意に高い値を示した。ヘマトクリット値は、終了時には4区が開始時より有意に高く、他の区では有意な差が認められなかった。赤血球数は、有意差検定を行っていないが、2および3区は開始時と比べて高い値であったが、1および5区は開始時よりも低い値となった。

以上の結果より、摂餌刺激物質を添加しても、ヘモグロビン濃度およびヘマトクリット値に顕著な差は認められなかった。

3.4 器官の重量比

各器官の重量比をTable 8に示した。肝臓および胃は各区の間に有意な差はなく、開始時とくらべても有意な差は認められなかった。腸は終了時には開始時と比べて2区、4区および5区が有意に低かったが、各試験区の間では有意差はなかった。

以上の結果より、摂餌刺激物質を添加しても、肝臓、胃および腸の重量には影響を及ぼさないことが明らかになった。

4 考察

本試験では、イサキの摂餌刺激物質であるトレオニ

Table 6. Proximate composition of threeline grunt fed on test diets for 43 days (%)

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Whole body						
Moisture	71.59	65.72	64.35	68.57	65.99	64.53
Crude protein	18.57	17.41	17.23	18.00	17.67	16.93
Crude fat	3.73	11.16	13.00	7.15	9.04	12.86
Ash	5.31	4.89	4.74	5.03	4.51	4.40

Table 7. Hematological characteristics of threeline grunt fed on test diets for 43 days

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Hemoglobin (g/100ml)						
Mean	7.44 ^a	11.56 ^b	11.71 ^{b, c}	10.74 ^{b, c}	11.50 ^b	8.81 ^c
±SD	0.71	0.22	1.27	1.58	0.86	0.88
Hematocrit (%)						
Mean	30.28 ^a	34.11 ^{a, b}	37.91 ^{a, c, d}	32.95 ^{a, b, d}	34.96 ^{b, d, c}	35.16 ^{a, b, d}
±SD	3.63	2.74	3.14	1.82	2.42	1.21
Red blood cell (10 ⁴ /mm ³)						
Mean	313	297	377	343	317	297

Values with the same superscripts are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 8. Relative organ weights to somatic weight of threeline grunt fed on test diets for 43 days

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Hepatopancreas						
Mean	1.44 ^a	1.53 ^a	1.41 ^a	1.73 ^a	1.79 ^a	1.42 ^a
±SD	0.39	0.21	0.48	0.20	0.44	0.25
Stomach						
Mean	0.69 ^a	0.64 ^a	0.58 ^{a, b}	0.54 ^{a, b}	0.53 ^{a, b}	0.51 ^b
±SD	0.14	0.04	0.06	0.08	0.09	0.07
Intestine						
Mean	0.41 ^a	0.29 ^{a, b}	0.30 ^b	0.29 ^{a, b}	0.26 ^b	0.27 ^b
±SD	0.09	0.07	0.04	0.06	0.03	0.05

Values with the same superscripts are not significantly different ($p < 0.05$).

ン、セリン、トリプトファン、アラニン、バリンを添加した魚粉、またはカゼインをタンパク源とする配合飼料で43日間飼育した結果、添加した区では無添加の区に比べて、摂餌量、日間給餌率、日間成長率、脂肪蓄積率および脂質含量は増加したが、飼料効率、増肉係数、タンパク質蓄積率は低下した。これらのことから、飼料に摂餌刺激物質を添加することによって、イサキに対する飼料の嗜好性を向上させて、その摂餌量が増加し、成長率、脂肪蓄積率および脂質含量を増大させる効果があることが示唆された。しかし、飼料効率、増肉係数、タンパク質蓄積率が低下したことから、摂取した飼料が成長に対して有効に利用されていないことが明らかとなった。

カサゴでは、同魚種の摂餌刺激物質であるイノシンあるいはイノシン酸を基本飼料に添加して投与すると、イノシンは、脂肪蓄積率と体成分中の脂質含量を増大させ、それらの増大率はいずれもイカナゴの区より高い値を示したが、イノシン酸は、そのような変化が認められず、イカナゴの区よりも低い値を示すことが報告されている⁶⁾。本実験では、摂餌刺激物質である5種のアミノ酸混合物を基本飼料に添加すると、カサゴに対するイノシンの場合と同様に、脂肪蓄積率と体成分中の脂質含量が増大した。しかし、それらの増大率は、カサゴの場合と異なり、脂肪蓄積率ではイカナゴの区よりも高い値を示したが、脂質含量では同区と同等以下の値を示した。これらのことから、摂餌刺激物

質の数種を同時に飼料に添加すると、その中の有効に作用する物質が強く働いて、カサゴでみられるような単体で効果を示す物質と同様な作用を示すことが示唆された。しかし、相乗作用によって単体の場合よりもその発現作用が弱まることも考えられる。また、摂餌量は増大したが、飼料効率、増肉係数およびタンパク質蓄積率が低下した原因として、摂餌刺激物質として用いた5種のアミノ酸のうちトレオニン、トリプトファン、バリンの3種は必須アミノ酸であることから、アミノ酸インバランスによる影響が生じている可能性も考えられる。

以上のことから、摂餌刺激物質を複数同時に飼料に添加することは、イサキを早く大きくする上からは有効であると推察される。しかし、飼料効率が低下したことから明らかなように、本研究の結果を養魚へ活用する場合には、飼料の経済性の面からも検討が残っていると考えられる。

今後、アミノ酸インバランスの問題も含めて、有効な摂餌刺激物質の飼料への添加方法を検討してゆく予定である。

引用文献

- 1) 谷黒英雄：魚介類の摂餌刺激物質（原田勝彦編）、恒星社厚生閣、東京、1994、pp.112-119.
- 2) 松下哲久：魚介類の摂餌刺激物質（原田勝彦編）、

- 恒星社厚生閣，東京，1994，pp.120-127.
- 3) 滝井健二，竹田正彦，中尾喜弘：日水誌，50，1039-1043 (1984).
- 4) J.Person-Le Ruyet, B.Menu, M.Cadena-Roa and R.Metallier : *J. World Maricult. Soc.*, 14, 676- 678 (1983).
- 5) R.Metallier, M.Cadena-Roa and J.Person-Le Ruy et : *J. World Maricult. Soc.*, 14, 679-683 (1983).
- 6) 池田 至、柴田和秀、木村真敏、酒井治己：水大研報、46 (4), 209-214 (1998).
- 7) 池田 至、木村真敏、野田幹雄、柿元 皓、山元憲一：水大研報、46 (4), 203-208 (1998).
- 8) 竹田正彦：養魚飼料 (米康夫編)，恒星社厚生閣，東京，1985，pp.111-122.