

カサゴに対する摂餌刺激物質の配合飼料への添加効果

池田 至^{*1}・柴田和秀^{*1}・木村真敏^{*1}・酒井治己^{*2}

The Effect of Feeding Stimulants on Growth Factors
of the Marbled Rockfish, *Sebastes marmoratus*

Itaru Ikeda^{*1}, Kazuhide Shibata^{*1}, Masatoshi Kimura^{*1},
and Harumi Sakai^{*2}

The effect of feeding stimulants added to formulated diet on feeding activity, growth, feed efficiency and other physiological conditions of the Marbled Rockfish *Sebastes marmoratus* was evaluated using 12g fish (mean body weight).

A remarkable increase in food intake was seen in the groups fed a diet containing inosine-5-monophosphate(IMP) as compared to the groups without IMP. The hematological characteristics were also improved by adding IMP. Hb, Ht and RBC were increased in the fish from the groups with IMP.

1 緒言

我が国の水産養殖業における養魚飼料は、内水面養殖業では配合飼料が、海面養殖業では生餌がそれぞれ主体として用いられてきた。海面養殖業における生餌投与は、養殖魚の健康管理面、漁場の自家汚染などにおいて様々な問題を抱えているため、次第に生餌から配合飼料へと移行している。さらに、養魚飼料の原材料としてのマイワシの漁獲量は年々減少してきており、これを受けて配合飼料のタンパク質原料としての動物性タンパク質の代わりに未利用水産動物、陸産タンパク質などの代替タンパク質の利用が試

みられている¹⁾。

しかし、一般的に配合飼料は生餌より魚類の嗜好性が低く、特に代替タンパク質を用いた配合飼料は、動物性タンパク質を用いた配合飼料より嗜好性が劣るといわれている。また、この嗜好性の低下は魚類の成長を悪化させる可能性がある。そこで、これらを改善するため摂餌刺激物質に関する研究が国の内外で進められている。ところで、摂餌刺激物質とは摂餌の誘起、継続、飲み込みという一連の行動を促す性質をもった物質であり、これまでに餌料生物中に豊富に含まれている遊離アミノ酸、核酸関連化合物、ペプチンなどが有効物質として明らかにされている²⁾。さら

水産大学校研究業績 第1588号, 1997年12月12日受付.

Contribution from National Fisheries University, No.1588. Received Dec. 12, 1997.

*1 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).

*2 水産大学校生物生産学科資源増殖学講座(Laboratory of Aquaculture Science, Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University).

に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おり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、いずれも良い結果が得られている³⁻⁵⁾。

カサゴ *Sebastes marmoratus* の摂餌刺激物質に関する一連の研究の中で、マアジ筋肉の合成エキス中のイノシン酸とイノシンに高い摂餌刺激活性を認め、さらにこの2化合物に5種のアミノ酸混合物(アラニン、メチオニン、フェニルアラニン、セリンおよびバリン)を添加すると、協同効果を有することを明らかにしている⁶⁾。そこで、本試験では上記の摂餌刺激物質を魚粉をタンパク源とする基本飼料に添加してカサゴを30日間飼育し、成長、飼料効率、体成分などに及ぼす影響について調べた。

2 実験方法

2.1 供試魚および試験水槽

冷凍イカナゴで1ヶ月以上予備飼育した平均体重12.0 gのカサゴ幼魚を40尾ずつ210 ℓ容(55×90×45cm)FRP水槽に収容して5試験区を設けた。各水槽には海水を毎分3 ℓの割合で注水して下層水を排水する流水式とし、絶えずエアレーションを行った。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て30日間飼育した。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時点とした。なお、試験期間中の海水の温度と比重はそれぞれ16.5-21.2℃および1.0232-1.0248 g/cm³であった。

2.2 試験飼料

本試験に用いた基本飼料の配合組成と一般成分の含量はTable 1に示すとおりである。すなわち、沿岸魚粉をタンパク源とし、ホホワイトデキストリン、小麦グルテン、カルボキシメチルセルロース(CMC)、スケトウダラ肝油などの精製素材を配合して基本飼料を調製した。なお、ミネラルおよびビタミン混合物は、高知大学処方⁷⁾に準じて調合した。この基本飼料にTable 2に示した摂餌刺激物質を脱イオン水に溶解した試験液40mlを加えてよく練り合わせた後、造粒機で直径2-3 mmのモイストペレットに成型して試験飼料とした。なお試験飼料1は、脱イオン水40mlのみを加えたエキス無添加飼料である。試験飼料は10日毎に新しく調製して-20℃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

Table 1. Composition of basal diets (%)

Ingredient		
Brown fish meal	65	
White dextrine	6.5	
Wheat gluten	10	
Mineral mixture * 1	2.5	
Vitamin mixture * 1	3	Frozen
Carboxymethyl cellulose · Na	2	Sand lance
Cellulose	2	
Pollack liver oil	9	
Test solution	40	
Proximate composition on dry weight basis (%)		
Crude protein	57.5	61.4
Crude fat	16.0	29.0
Ash	10.7	7.5
Digestible carbohydrate	11.1	2.9
Energy (kcal/100 g diet) * 2	521.6	632.9

* 1 Kochi Univ. premix..

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

凍イカナゴを用いた。

2.3 測定項目

飼育期間中には、10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た。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を加えて算出した。

飼育開始時と終了時には全魚体の一般成分の分析を行い、また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)、タンパク質含量および赤血球数(RBC)を測定した。さらに肝臓、胃および腸を摘出して、各器官重量の体重比を調べた。

なお各器官の体重比および血液のHb、Ht、タンパク質含量、RBCの測定結果はDuncannの新多重範囲検定法に基づいてP<0.05で有意差判定を行った。

3 結果

3.1 飼育成績

10日間、20日間および30日間の飼育成績をそれぞれ

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

Diet No.	1	2	3	4
Inosine	—	20.0	—	20.0
IMP · Na ₂	—	—	307.9	307.9
L-Alanine	—	—	—	21.0
L-Methionine	—	—	—	1.0
L-Phenylalanine	—	—	—	1.0
L-Serine	—	—	—	3.0
L-Valine	—	—	—	6.0

The amount of each constituent corresponds to that in extract of 100 g muscle of jack mackerel.

Table 3, Table 4 およびTable 5 に、平均体重の推移を Fig. 1 に示した。この図から明らかのように、平均体重の推移については、1-4区の間には試験期間を通じて著しい差は認められなかったが、いずれも5区より優れていた。Table 3-5 から明らかのように、総摂餌量および日間給餌率については、1-4区の値は試験期間を通じて5区の値より高く、なかでも4区は試験期間を通じて特に優れていた。また2および3区は10日目までは1区より若干劣っていたが、20日目および終了時においては1区より優れていた。日間成長率については、1-4区は試験期間を通じて5区よりは優れていた。2-4区は10日目においては1区より劣っていたが、20日目および終了時においては1区と同等もしくはそれ以上の値を示した。飼料効率および増肉係数については、終了時において2-4区は1区より劣っていたが、10日目および20日目においては1区より2区の方が若干優れていた。タンパク質効率およびエネルギー効率については、2および3区の値は1区の値より低く、4区の値はさらに低かった。タンパク質蓄積率は2および4区が1区より約10%低かったが、脂肪蓄積率は反対に2および4区は1区より顕著に高かった。

以上の結果より、魚粉飼料にイノシン、イノシン酸および5種のアミノ酸(アラニン、メチオニン、フェニルアラニン、セリンおよびバリン)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、タンパク質効率、エネルギー効率およびタンパク質蓄積率は低下することが明らかになった。

Table 3. Performance of marbled rockfish fed on test diets for 10 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	40	40	40	40	40
Ave. body weight (g)					
Initial	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Final	13.4	13.3	13.0	13.1	12.7
Total diet intake (g)*	51.9	49.3	48.2	53.3	42.7
Daily feeding rate (%)	1.02	0.97	0.97	1.06	0.84
Daily growth rate (%)	1.10	1.05	0.82	0.90	0.58
Feed efficiency (%)	107.7	108.0	84.6	84.6	69.1
Feed conversion factor	0.93	0.93	1.18	1.18	1.45
Survival rate (%)	100	100	100	100	100

* On dry weight basis.

Table 4. Performance of marbled rockfish fed on test diets for 20 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	40	39	40	40	40
Ave. body weight (g)					
Initial	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Final	14.1	14.3	14.0	14.4	13.4
Total diet intake (g)*	93.9	97.8	95.2	109.4	76.7
Daily feeding rate (%)	0.90	0.93	0.92	1.04	0.76
Daily growth rate (%)	0.81	0.87	0.79	0.92	0.56
Feed efficiency (%)	89.5	92.9	85.8	88.2	74.0
Feed conversion factor	1.12	1.08	1.17	1.13	1.35
Survival rate (%)	100	97.5	100	100	100

* On dry weight basis.

Table 5. Performance of marbled rockfish fed on test diets for 30 days

Diet No.	1	2	3	4	5
Number of fish					
Initial	40	40	40	40	40
Final	40	39	40	40	40
Ave. body weight (g)					
Initial	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Final	15.0	15.1	15.0	15.1	14.0
Total diet intake (g)*	133.1	143.3	139.9	153.3	107.2
Daily feeding rate (%)	0.82	0.89	0.87	0.94	0.69
Daily growth rate (%)	0.74	0.75	0.74	0.78	0.54
Feed efficiency (%)	89.9	84.8	85.8	82.2	79.1
Feed conversion factor	1.11	1.18	1.17	1.22	1.26
Protein efficiency rate	1.56	1.47	1.49	1.43	1.29
Energy conversion (%)	17.2	16.3	16.5	15.8	12.5
Protein retained (%)	33.0	23.8	27.0	22.4	26.7
Fat retained (%)	27.5	115.6	29.1	120.4	47.4
Survival rate (%)	100	97.5	100	100	100

* On dry weight basis.

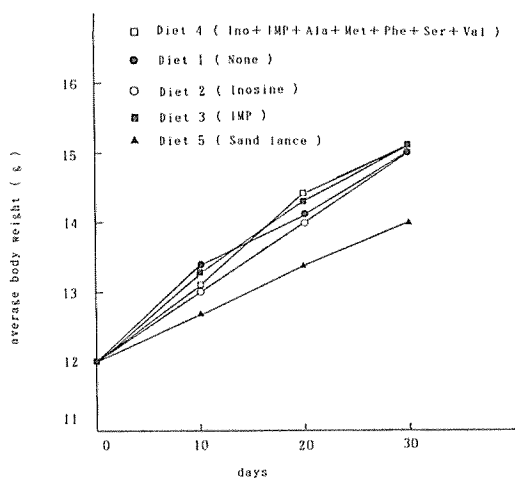


Fig. 1. Changes of average body weight

3.2 一般成分

一般成分分析の結果をTable 6に示した。水分およびタンパク質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増減はなかった。脂質含量は、2および4区は開始時に比べて増加したが、1および3区は逆に減少した。灰分含量は2-5区ともに大きな増減はなかったが、1区は若干増加した。

以上の結果より、魚粉飼料にイノシン、イノシン酸および5種のアミノ酸を添加しても、水分、タンパク質および灰分含量には変化は認められなかったが、イノシンを添加すると脂肪含量が増加することが明らかになった。

Table 6. Proximate composition of marbled rockfish fed on test diets for 30 days (%)

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Whole body						
Moisture	63.9	66.1	62.3	66.5	62.8	64.3
Crude protein	18.1	18.7	17.7	18.1	17.6	18.5
Crude fat	11.4	10.1	13.5	10.2	13.9	12.3
Ash	4.7	5.6	5.0	4.9	4.7	4.7

3.3 血液性状

開始時および終了時の血液性状をTable 7に示した。ヘモグロビン濃度については、3および4区は開始時より有意に高く、また終了時においても1および5区より有意に高かった。しかし2区は5区よりは有意に高かったが、開始時および1区よりは有意に低かった。ヘマトクリット値については、3区は開始時より有意に高く、4区は開始時と同等かむしろ優れていた。また、終了時において3区は1および5区より有意に高かった。4区は5区より有意に高く、1区と比べても同等かむしろ優れていた。しかし2区は終了時の5区よりは有意に高かったが、開始時および終了時の1区とは同等かむしろ劣っていた。タンパク質含量については、全区とも開始時より有意に低かった。また終了時において、3および4区は1区と同等もしくはそれ以下であり、2区は1区より有意に低かった。赤血球数については、1、3および4区は開始時と比べて同等もしくはそれ以下であり、2および5区は有意に低かった。また、終了時において3および4区は5区と比べると同等もしくは

はそれ以上であったが、1区と比べると同等もしくは低かった。さらに、2区は5区と比べると同等もしくはそれ以下であり、1区と比べると有意に低かった。以上の結果より、魚粉飼料にイノシン酸を添加すると血液性状が改善されるが、イノシンを単独で添加すると悪化することが明らかとなった。

Table 7. Hematological characteristics of marbled rockfish fed on test diets for 30 days

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Hemoglobin (g/100ml)						
Mean*	5.42 ^b	5.34 ^b	4.81 ^c	6.79 ^a	6.90 ^a	3.94 ^d
±SD	0.06	0.53	0.41	0.10	0.05	0.05
Hematocrit (%)						
Mean*	26.6 ^{bc}	27.1 ^{bc}	25.5 ^c	29.6 ^a	28.4 ^{ab}	20.9 ^d
±SD	0.65	0.83	1.68	1.49	2.74	0.91
Total protein (g/100ml)						
Mean*	9.20 ^a	7.40 ^b	6.72 ^{cd}	7.12 ^{bc}	6.88 ^{bcd}	6.44 ^d
±SD		0.75	0.30	0.44	0.36	0.17
Red blood cell (10 ⁴ /mm ³)						
Mean*	201 ^a	189 ^a	144 ^c	177 ^{ab}	178 ^{ab}	161 ^{bc}
±SD	23.0	17.3	14.0	16.3	15.0	18.7

* Mean±SD (n=5) values with the same superscripts are not significantly different (p<0.05).

3.4 比組織重

開始時および終了時の比組織重をTable 8に示した。比肝臓重については各区の間に有意差はなく、開始時とくらべても有意な差はなかった。また比胃重および比腸重については開始時と比べると全区で有意に低かったが、各区の間に有意な差はなかった。

以上の結果より、魚粉飼料にイノシン、イノシン酸および5種のアミノ酸を添加しても比組織重量には影響を及ぼさないことが明らかになった。

Table 8. Relative organ weights to somatic weight of marbled rockfish fed on test diets for 30 days

Diet No.	Initial	Final				
		1	2	3	4	5
Hepatopancreas						
Mean*	2.82 ^a	3.43 ^a	3.21 ^a	2.94 ^a	3.42 ^a	3.07 ^a
±SD	0.53	0.58	0.51	0.47	0.52	0.21
Stomach						
Mean*	0.73 ^a	0.51 ^{ab}	0.52 ^b	0.52 ^b	0.49 ^b	0.50 ^b
±SD	0.07	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02
Intestine						
Mean*	0.35 ^a	0.25 ^b	0.22 ^b	0.21 ^b	0.22 ^b	0.21 ^b
±SD	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04

* Mean±SD (n=5) values with the same superscripts are not significantly different (p<0.05).

4 考察

本試験では、カサゴの摂餌刺激物質であるイノシン、イノシン酸およびこれらの化合物に協同効果が認められた5種のアミノ酸(アラニン、メチオニン、フェニルアラニン、セリン、バリン)を添加した魚粉をタンパク源とする配合飼料で30日間飼育した結果、摂餌刺激物質添加区(2, 3, 4区)では無添加区(1区)に比べて、摂餌量は増加したが、成長や飼料効率等は同等かもしくは劣っていた。しかし血液性状についてみると、イノシン酸添加区(3, 4区)は、イカナゴ区および無添加区より優れていた。

以上の結果より、カサゴの摂餌刺激物質のうち、イノシン酸を添加した魚粉飼料は、カサゴの摂餌量を増大させるだけでなく血液性状を改善させることが明らかとなった。

これまでの養魚用配合飼料は、魚を大きく太らせることに重点をおかれて設計されてきており、養殖魚といえば脂肪が多く太った印象があった。これからの配合飼料に課せられた目標のひとつに、大きくなくても健康で余分な脂肪の少ない魚を作ることがあげられる。このことから、カサゴの配合飼料にイノシン酸を添加することは有意義なことであると考えられる。

最近、滝井ら³⁾は、摂餌刺激物質を添加した魚粉飼料でウナギを飼育すると、摂餌量が増すばかりでなく、成長や飼料効率も向上することを明らかにし、その原因は味覚刺激により消化酵素の分泌が促進され、飼料栄養素の消化

吸収および代謝機能が活性化されることに起因するものであると推察している。また、哺乳類では味覚刺激と栄養機能との間に密接な関係があり、好ましい味覚刺激は食物の消化吸収をはじめ種々の栄養機能を促進させることが早くから知られている。⁸⁾

今後は、各種魚類の摂餌刺激物質を検索すると共に、得られた有効物質が実際にその魚種に対してどのような影響を及ぼしているのかについて詳しく調べていく必要がある。

文 献

- 1) 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.
- 2) 日高磐夫：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.34-46.
- 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.Metailler : *J. World Maricult. Soc.*, 14, 676-678 (1983).
- 5) R.Metailler, M.Cadena-Roa and J.Person-Le Ruyet : *J. World Maricult. Soc.*, 14, 679-683 (1983).
- 6) 木村真敏：カサゴとイサキの摂餌刺激物質に関する研究，修士論文，水産大学校，下関，1996，pp. 1-63.
- 7) 竹田正彦：養魚飼料（米康夫編），恒星社厚生閣，東京，1985 pp.111-122.
- 8) 弓狩康三，鳥居邦夫：味覚の化学（佐藤昌康編），朝倉書店，東京，1981，pp.244-266.