

養魚餌料の研究 第Ⅵ報*

フィッシュミールの消化率について

塚原 宏子・古川 厚・萩原 政道

STUDIES ON FEED FOR FISH-VI ON THE AVAILABILITY OF FISH MEAL TO YELLOW-TAIL (*SERIOLA QUINQUERADIATA*)

Hiroko TSUKAHARA, Atsushi FURUKAWA** and Masamichi HAGIHARA***

The research regarding the availability of fish meal combined foods to yellow-tails were carried out to estimate the suitability as a main protein source of artificial foods.

The availability of the protein was lower and more fluctuated periodically than that of fresh and boiled fish for 11 hours period after feeding.

Total amount of feces collected every hour for 8 hours after feeding was approximately 40% of all feces, and it was estimated that about a half of the protein was excreted under indigestible conditions in the earlier period.

It was supposed that gluten does not help to make the availability of fish meal higher.

Consequently, a fish meal might be unsuitable as the main source of protein in the artificial foods of yellow-tails. It may be necessary for the successful utilization to use some materials or treatments which would raise the availability of fish meal.

一般に餌料価値を判断する場合には成長試験が行なわれるが、この方法はきわめて大きな労力と長い期間を必要とする。これに対し、いろいろな欠陥はあるが、手軽に行なえる方法として消化率の測定が採用されている。海産魚の消化率測定方法はまだ確立されておらず、不備な点は多いが、異なった餌料間の大きな差をつかむことはできよう。

ニジマスなどの淡水魚では、各種餌料の消化率測定が行なわれ多くの知見が得られているし(能勢, 1962)、また近年ではハマチについても多くの数値があげられている(佐藤・他, 1965, 1966; 南沢・他, 1965; 井沢・他, 1965; 古川・他, 1965)。ハマチの配合餌料には、蛋白源としておもにフィッシュミールが使われており、消化率測定条件がそれぞれ異なるので、直接比較はできないが、多くの場合フィッシュミールの蛋白消化率は悪いようである。すなわち、鮮魚餌料(イカナゴ)の蛋白消化率が一般に80~90%以上を示しているのに比べ、フィッシュミールを使用した餌料では、消化を阻害する澱粉の混入などの影響もあるが、40~70%にすぎない。この原因が何であるか、また、この消化率を適当な粘結剤を用いることによって上昇させることができるかどうかを知るためにこの実験を行なった。

* 内海区水産研究所業績 第119号。

** 東北区水産研究所。

*** 日本農産工業中央研究所。

実験方法および結果

体重300—500gのハマチ *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL を用い、1965年9月6日より9月20日まで消化率試験を行なった。ハマチはイカナゴを与え飼育していたものであるが、供試前1日は絶食させた。

飼育は陸上コンクリート水槽(2×4×0.5m)に魚を収容し、溶存酸素の不足が生じないように海水を約20ℓ/min流しながら行なった。実験中の水温は約25°C、pHは約8であった。

消化率測定は、間接法(酸化クロム法)によった。酸化クロムの定量は著者らの方法(古川・他、1966)、窒素はマイクロケルダール法、澱粉はフェノール硫酸法によった。

実験1. フィッシュミールを基本とした餌料の消化率

Table 1に示した組成の餌料を平均体重327gのハマチ10尾に自然投与し、30分後、採糞を容易にするため小型コンクリート水槽(1×1×0.5m)に移した。排泄された糞は直ちにサイフォンで採取し、これを1時間ごとに集め、蛋白消化率測定に供した。結果をFig. 1に示す。

Table 1. Composition of diet in percent.

White fish meal	74.82
Corn starch	17.0
Choline chloride (50%)	0.6
*Vitamins	2.5
Vitamin A. D.	0.05
Feed oil	5.0
Antioxidant (B. H. T.)	0.03

* The composition of vitamins is reported in STUDIES ON FEED FOR FISH-III.⁸⁾

24時間後の剖見結果によると1尾のほかは空胃であったが、腸管内には多少残存餌料が認められ、その量は腸粘液その他を含め、湿重量で12.27gであった。この胃腸内残存物は水分が多かったので、糞に換算すればきわめてわずかであろう。

この実験では採糞を水中排泄物採取によったため、押出法や切開法などで得られる蛋白消化率の値よりは高い値となっていると思われるが、大体の傾向をつかむことはできよう。投餌後7時間目までの蛋白消化率は80%もしくはそれ以下の値を示し、また各時間ごとの変動が大きく一般にハマ

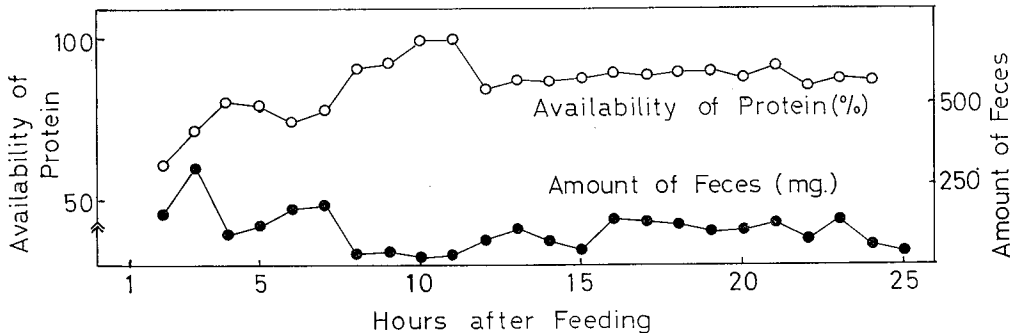


Fig. 1. Availability of protein every hour after feeding.

チのフィッシュミール消化率が悪いといわれることを裏付けている。8時間以後の消化率はそれ以前に比べると比較的高い値を示し、12時間以後は安定した変化をみせている。いっぽう、排泄物の量と対比すると、餌料投与後8時間目までに全排泄物の40%以上が排泄されており、不完全消化の餌料が比較的早く、しかも多量に排泄されていることになるので、たとえその後の消化率は高まるとしても餌料全体の消化吸収の点でかなり問題とならう。

実験2. イカナゴの加工が消化率におよぼす影響

魚をM. S. 222の1/10,000海水溶液で麻酔し、餌料を強制投与した。すなわち、麻酔により咽頭部が開き

やすくなった魚に、あらかじめ餌料を内部につめた軟質塩化ビニールパイプを胃中まで押し入れ、棒でパイプ内の餌料を胃中に押し出す。その後すぐ池にもどし2, 4, 6, 8時間目に5尾ずつ取り上げ、押出法によって採糞した。投与した餌料は次の4種類である。

餌料1. イカナゴ: 冷凍イカナゴを日陰で解凍し、ろ紙上で水分を除いた後、肉挽機にかけた。

餌料2. 煮熟イカナゴ: 冷凍イカナゴを解凍後、約10分間沸騰水中に入れ煮熟、冷却後、肉挽機にかけた。

餌料3. イカナゴミールA: 冷凍イカナゴ解凍後、約10分間煮熟。これを天日で約7時間乾燥し乳鉢であらかじめ砕いた後、溜潰器で約5時間磨砕した。

餌料4. イカナゴミールB: 乾燥条件以外は餌料2と同じ操作を行ない、電気乾燥器(120°C)中で、7時間加熱乾燥を行なった。

餌料1, 2には乾物重量で1%の酸化クロムを混入し、肉挽機にかけ投与餌料としたが、3, 4の餌料はイカナゴミール90.25%, 混合ビタミン4.75%, フィード油5.0%の割合の配合餌料を作り、これに1%の酸化クロムを加え、乾物配合餌料の2/3量の海水で練ったものを投与餌料とした。結果をTable 2およびFig 2に示す。

Table 2. Availability of protein on sand eel diet (%).

Diet		1	2	3	4
Hours after feeding	2	81.8	86.2	60.2	80.1
	4	90.8	88.2	50.9	59.9
	6	84.1	91.3	56.9	53.5
	8	89.5	91.0	85.8	41.6
Mean body weight (g)		304	320	320	310
Mean food intake per fish (g)		9.0	9.1	9.4	9.1

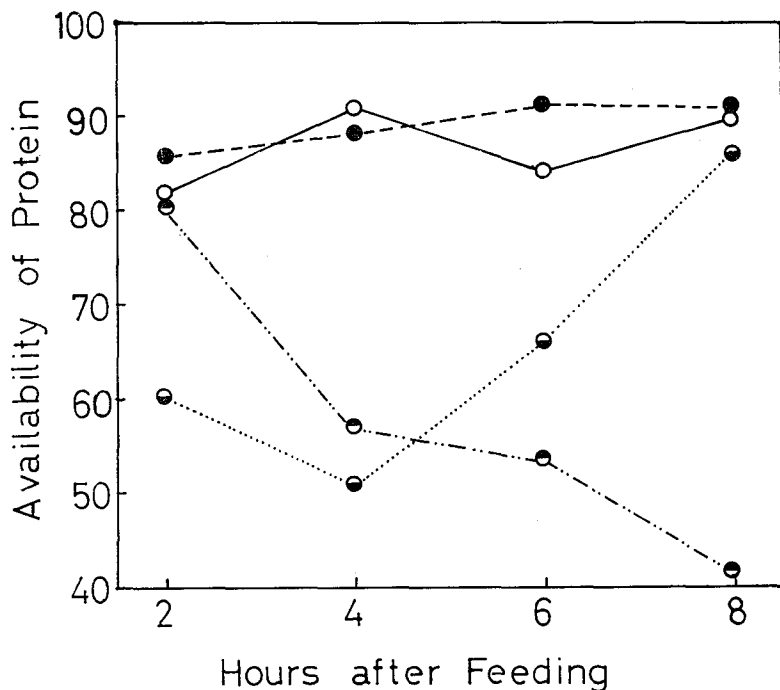


Fig. 2. Availability of protein on several diets.

- Raw sand eel diet.
- Boiled sand eel diet.
- Sand eel meal diet (dried in the sun).
- Sand eel meal diet (dried in heat).

これらの結果から、イカナゴを用いた場合、乾燥し細粉化したものの消化率は低下し、かつ、経時的な消化率の変動も著しいことがわかる。煮熟して魚肉蛋白の熱変性を起こしただけでは消化率の著しい低下はなかった。

実験3. グルテン添加配合飼料の蛋白消化率

実験2の場合と同一の方法（強制投与・押出法）によって試料を集め、蛋白質および炭水化物の消化率を求めた。投与飼料組成を Table 3 に、結果を Table 4, Fig 2 に示す。グルテンには通常澱粉が混入しているので飼料中の澱粉量をほぼ一定にするために、別に澱粉を添加した。

これらの結果から、グルテン添加量が多くなるにしたがって蛋白消化率は上昇し、かつ、各時間ごとの変動は小さくなっていることがわかる。炭水化物消化率は各飼料区すべてにわたって変動が著しく、かつ、消化率が50%以上を示すものはなかった。

Table 3. Composition of diets in percent.

Diet	1	2	3	4	5
White fish meal	73.55	52.30	37.77	22.91	0
Starch	16.7	11.88	8.57	5.20	4.75
Vitamins	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
Feed oil	5	5	5	5	5
Gluten	0	26.07	43.9	62.14	85.5

Chemical composition of diets in percent.

Protein (dry basis)	47.7	51.8	59.3	65.6	67.4
Carbohydrate (%)	22.7	18.3	16.9	16.5	15.2
Water	50.3	61.5	67.2	66.4	67.8

Table 4. Availability of protein and carbohydrate on combined diets (%).

Diet		1	2	3	4	5
Availability of protein, hours after feeding	2	2.3	47.7	46.3	36.6	71.0
	4	23.7	33.6	70.8	83.3	99.7
	6	62.1	77.0	82.2	86.9	95.9
	8	38.2	71.8	73.7	85.3	98.1
Availability of carbo- hydrate, hours after feeding.	2	16.7	40.1	5.3		
	4	27.0	17.1	17.9	44.1	
	6	42.2	26.5	14.0	6.4	
	8	25.6	23.1	24.8		

考 察

フィッシュミールを基本とした飼料の蛋白消化率をイカナゴと比較すると前者が低い。この原因としては原料である魚の質および加工条件の相違とが考えられる。この点に関しては実験2によって、原料魚の種類よりも、乾燥という加工条件が大きな原因となっていることがあきらかになった。とくに強度の熱変性をうけた魚肉蛋白の消化率は鮮魚に比べてきわめて悪い。この原因として、強度の変性蛋白に消化酵素が反応で

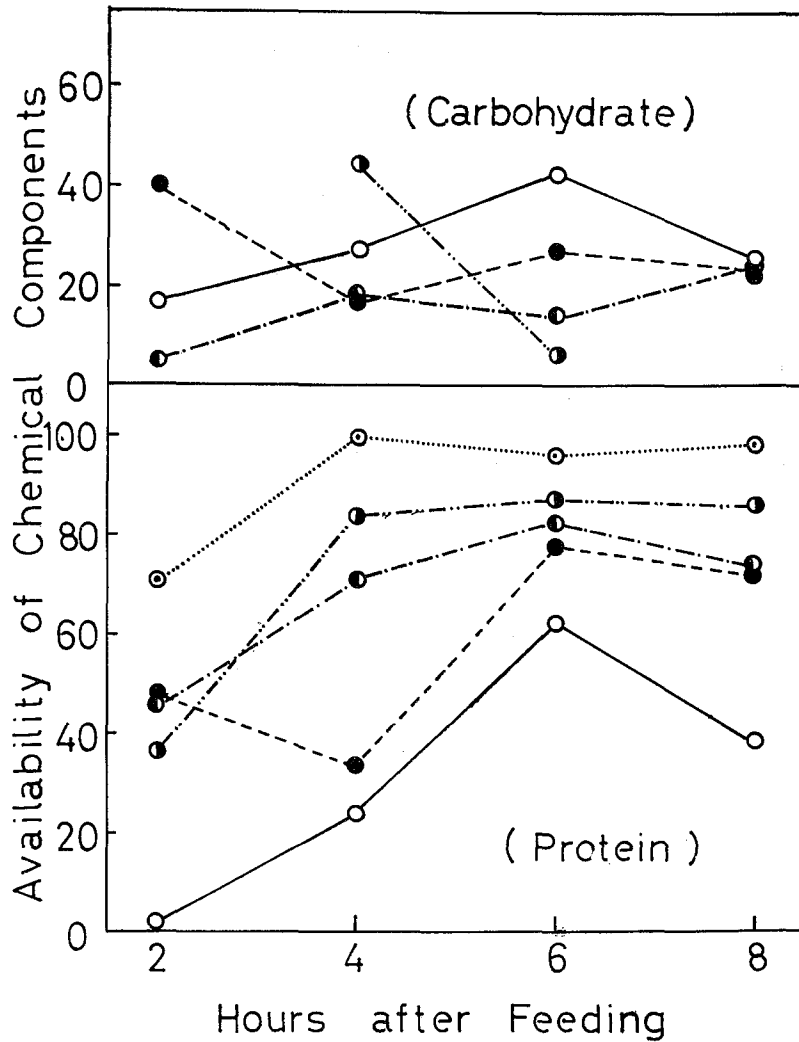


Fig. 3. Availability of protein and carbohydrate on combined diets.

- — Diet 1
- — Diet 2
- — Diet 3
- — Diet 4
- — Diet 5

きないという理由もあるが、いっぽう、消化管内での滞留状態も関係しているのではないかと考えられる。著者らはハマチの胃内消化について若干の検討を行なっているが(古川・他未発表)、フィッシュミールを主とした餌料の総体的な胃内滞留状態が鮮魚餌料の場合と異なる。すなわち、腸内での消化に必要な諸条件が十分整えないうちに胃から腸へ送り込まれている可能性がある。そこで適当な粘結剤を用いることによって、消化効率を高めることができるのではないかと考え実験3を行なった。一般にハマチ餌料の粘結剤として澱粉や C. M. C. (sodium carboxymethylcellulose) が用いられているが、それほど大きな粘結力

をもたない。また、これら炭水化物の混入が多いと、蛋白消化率を低下させるという報告もあるので(北御門, 1965), グルテンを使用する試みがなされている。今回はこの物質について検討を加えた。グルテンは餌料成形の上で扱いやすく、粘張力もきわめて大きい。

実験3の結果から餌料1および5のそれぞれの採糞時間におけるフィッシュミールおよびグルテンの蛋白消化率を基準とし、いっぽう、餌料の化学成分分析結果と餌料の成分組成表から、フィッシュミールとグルテンの蛋白%を求め、魚体内でグルテンとフィッシュミールが別々に消化されたと仮定した場合の各餌料の蛋白消化率を算出した(Table 5)。Table 5とTable 4との差(Table 6)は粘結剤を添加することによって生じた消化率の相違を示すものといえよう。したがって、本実験ではグルテンを添加した場合の蛋白消化率

Table 5. Expected value of availability of protein (%).

Diet		1	2	3	4	5
Hours after feeding	2	(2.3)	15.36	25.12	35.11	(71.0)
	4	(33.7)	28.5	40.3	52.3	(99.7)
	6	(62.1)	74.8	81.9	88.0	(95.9)
	8	(38.2)	33.1	43.3	53.7	(98.1)

Table 6. Difference (%) in availability of protein of tested and expected value.

Diet		1	2	3	4	5
Hours after feeding	2	—	32.34	21.18	1.41	—
	4	—	5.1	30.5	31.0	—
	6	—	2.2	0.3	-1.1	—
	8	—	38.68	40.40	31.59	—

(Actual value) - (Expected value)

は上昇するといえる。しかし、消化率の高いグルテンのみが消化して餌料の見掛上の蛋白消化率を上昇させフィッシュミールそのものの消化には関与していないおそれもあるが、この点については本実験の結果から判定することはできなかった。南沢らは粘結剤としてグルテンを使用した餌料を用いて、ハマチの成長試験を行なっているが(南沢・他, 1966), 特に良い効果を示してはいないので、グルテンがフィッシュミールの蛋白効率を上昇させる可能性は少ないものと思われる。

これらのことから、ハマチ餌料の場合、同一魚を原料とした餌料を用いるとしても、フィッシュミール形態で与えた場合には、特に良い餌料効率が得られるとは考えられない。最適な魚肉蛋白あるいは他の蛋白の利用方法をミール形態以外に求めることがより効果的であるが、ミール形態のものを利用する場合には、粘結剤あるいは消化酵素、その他餌料添加物を検討し、消化率を上昇させるような条件を与えるか、調餌時において消化を促進させるような処理をほどこすのも一方法であろう。この点に関しては今後の研究に期待したい。

グルテンは蛋白質としてはきわめて消化の良い物質であることがわかったが、アミノ酸組成などの問題は未解決であり、この植物蛋白を主たる餌料成分として利用するについては、他の適当な蛋白との混用という方向を含め、さらに十分な検討が必要であろう。

要 約

ハマチではフィッシュミールの蛋白消化率がきわめて低いといわれているので、この原因および消化率を適当な粘結剤によって上昇させるかどうかを知るために消化率試験を行なった。投餌は強制投与・採糞は

押出法により、消化率の測定は酸化クロム法を用いたような知見が得られた。

1) フィッシュミールの消化率は、投餌後7時間までは低い値を示すが、それ以後は比較的高く、12時間以後は安定した値を示す。しかし、8時間までに採糞された量は全採集糞の40%以上を占め、与えた餌料の約半量が不完全消化のまま排泄されていた。

2) イカナゴを煮熟しても、消化率は鮮魚に劣らなかったが、加熱乾燥・天日乾燥いずれの場合もフィッシュミール状態にすると、消化率は急激に低下することが認められた。

3) 最近、粘結剤として使われているグルテンを添加すると、蛋白消化率は上昇するが、これはグルテンが蛋白源として消化されるために起きる現象らしく、フィッシュミールの消化を促進させる意味からは大きな効果は期待しえないことが推測された。

4) ミール形態の魚肉蛋白をハマチに与えることは本質的に不適當であることが認められ、利用に際しては消化を促進させるための方法の必要性が推論された。

文 献

- 古川 厚・塚原 宏子. 1966: 養魚餌料消化試験の指標物質としての酸化クロムの湿式定量法について. 日水会誌, 32(6), 502—506.
- _____. _____・萩原 政道: ハマチにおける胃内消化について. (未発表)
- _____. 梅津 武司・塚原 宏子. 1965: 養魚餌料の研究—V. 内水研刊行物C輯. (4), 71—76.
- 井沢 康夫・前田 三郎・菅原 英一・浜口 章・藤沢 浩明・中井 昊三・坂口 宏海. 1965: ハマチの養成餌料に関する研究(兵庫水試 昭和39年度指定研究事業報告).
- 北御門 学・高橋 喬・野田 宏行・森下 達雄・立野 新光. 1965: ブリ若年魚における餌料成分の消化率. 日水会誌, 31(2), 133—137.
- 南沢 篤・矢野 主税・大岩 靖之・酒井 博行・中村 雅人. 1965: 人工配合餌料によるハマチ養成試験(愛媛水試 昭和39年度試験研究事業報告).
- _____. _____・_____. _____・_____. 1966: 人工配合餌料によるハマチ養成試験(愛媛水試 昭和40年度雑食性魚類餌料研究報告).
- 能勢 健嗣. 1962: 魚類における消化と吸収. 日水会誌, 28(10), 1033—1042.
- 佐藤 正明・川西 正衛・北島 力・荒川 好満. 1965: 雑食性魚類餌料研究報告(広島水試 昭和39年度指定研究事業報告).
- _____. _____・_____. _____・大内 晟. 1966: 雑食性魚類餌料研究報告(広島水試 昭和40年度指定研究事業報告).

