餌料蛋白質のニジマスにおける消化率—I.

数種餌料蛋白質の消化率

北御門 学・森下達雄・立野新光

(1963年9月30日受理)

DIGESTIBILITY OF DIETARY PROTEIN IN RAINBOW TROUT—I.

DIGESTIBILITY OF SEVERAL DIETARY PROTEINS

Manabu KITAMIKADO, Tatsuo MORISHITA and Shinkō TACHINO*

The digestibility of several dietary proteins in rainbow trout was determined by the indirect method using chromium oxide as an indicator. The diets used and their chemical compositions are presented in Table 1.

As summarized in Tables 2 and 3, the proteins of raw meats such as frozen fish, beef liver and spleen showed the highest values, 91~97 per cent, in digestibility among the proteins tested. Following these proteins, those of white fish meal, a commercial diet for rainbow trout culture and dried silk-worm pupa showed about 80 per cent in digestibility. Soybean meal, a fish meal and the other commercial meal diets tested were more inferior in the digestibility of protein, about 70 per cent or under that. The removal of the fatty component from dried silk-worm pupa by ether extraction had little influence on the digestibility of the protein.

養魚餌料の栄養学的研究や効率向上に関する研究あるいは魚類の消化吸収に関する研究などにおいて、餌料の消化率を知っておくことは非常に重要なことである。したがって餌料の消化率はコイやキンギョを飼育し、摂餌量と排泄量とを定量して算出する方法**や、あるいは人工消化試験法**などによって古くから測定されて来た。ところが近年家畜飼料の消化率の測定が指標物質を用いる間接法の普及によって簡易化されたので、養魚餌料に対しても間接法が利用されるようになった。そして能勢¹⁾や稲葉、荻野ら²⁾³⁾は指標物質として酸化クロームを用いてキンギョやニジマスにおける種々の餌料の蛋白質や炭水化物の消化率を測定している。また能勢⁴⁾は本誌上に“魚類における消化と吸収”と題した総述を發表し、その中でいろいろな方法によって測定された種々の餌料の消化率を取りまとめて記載している。一方平尾、山田ら⁵⁾⁶⁾は p^{32} を不溶性のリンモリブデン酸アンモニウムの形でトレーサーに用いる方法によって数種餌料の消化率を測定し、餌料の効率向上に関する研究を行なっている。

著者らも養魚事業の発展と共に餌料に関する諸問題の研究はますます重要性を加えるものと考えて、昨年来種々の餌料蛋白質の消化率を測定して来たので、その結果を報告する。

試料および実験方法

本研究におけるニジマスの飼育は昭和 37 年 3 月から同年 8 月までに三重県員弁郡藤原村、三重淡水養殖所において実施した。

1) 使用ニジマスおよび飼育法: なるべく大きさの揃った平均体重 20.2 g の 1 才魚を使用した。20 尾

* 三重県立大学水産学部 (Fac. Fish. Pref. Univ., Mie, Japan).

** これらの方法を使用した文献は能勢⁴⁾の総述に記載されているので省略した。

ずつを1群として、毎分約 20 l の水を流している 220(長さ)×65(巾)×30 cm(水深) の木製水槽中で飼育した。使用魚は予め2日間絶食させてから実験に供し、実験期間中の水温は 12°C で一定であった。

2) 餌料の蛋白質源の種類: 供試した蛋白質源の種類およびそれらの化学成分を Table 1 に示した。

Table 1. Chemical composition of diets.

Diet	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Crude fiber	Nitrogen free extract
Frozen fish A*	77.4 %	17.2 %	2.2 %	3.1 %	%	%
Frozen fish B**	76.3	16.7	2.4	4.0		
Frozen beef liver	73.6	18.7	2.5	1.2		
Frozen beef spleen	76.0	18.5	1.6	1.6		
White fish meal	10.5	63.9	4.5	17.8		
Fish meal***	12.5	65.7	4.8	14.6		
Dried silk-worm pupa A	9.0	50.1	32.5	3.7	3.9	
Dried silk-worm pupa B****	9.1	73.9	0.0	4.8	5.0	
Dried mysid	11.5	58.6	8.2	14.7	3.2	
Commercial meal diet A	12.0	42.9	8.4	9.9	2.1	24.7
Commercial meal diet B	9.3	37.2	11.6	11.6	8.1	22.2
Commercial meal diet C	10.3	34.5	1.9	12.0	2.3	39.0
Soybean meal	12.0	46.1	1.5	6.2	5.5	28.7

* Kōnago, *Stolephorus japonicus* ** Aji, *Trachurus japonicus*

*** Aji-meal **** Fatty component was removed by the extraction with ether.

3) 調餌法: (a) “ねりえ”; 計算量の蛋白質源と馬鈴薯澱粉および酸化クロームをよく混合し、必要ときには適当量の水を加え、数回チョッパーにかけて均一に調餌した。馬鈴薯澱粉は予め少量の水とよくねり、湯煎上で加熱して糊化させたものを用いた。蛋白質源と馬鈴薯澱粉との配合比はそれぞれの乾燥重量で計算し、酸化クロームはでき上り“ねりえ”の乾燥重量の2%になるように添加した。なおでき上り“ねりえ”の含水量は61~73%であった。(b) 固型乾燥餌料; 蛋白質源、馬鈴薯澱粉および酸化クロームとから底面の直径3mm、高さ5mmの円筒状の固型乾燥餌料を作つて供試した。酸化クロームはでき上り餌料の乾燥重量の1%になるように添加した。

“ねりえ”および固型乾燥餌料は乾物に換算して魚体重の3.5%の量を毎日投与した。

4) 採糞法: 供試餌料で4日間飼育したニジマス最後の給餌時から20時間後に取り上げ、能勢¹⁾の報告に準拠して頭部を強打して即死させ、開腹して腸管を引き出し、ピンセットを用いて後腸部を上から軽く圧して内容物を集めた。一群のニジマス全部から採つた糞をよく混合して分析に供し、一つの消化率を算出した。

5) 餌料および糞の分析法: 餌料および糞中の全窒素量は酸化セレンを触媒として硫酸で湿式灰化し、微量拡散分析法により 1/150 N 塩酸に吸収させた後、1/150 N 水酸化バリウムで滴定して求めた。餌料および糞中の酸化クローム量は石川の報告⁷⁾にしたがつて 20~40 ml の硝酸と暫時加熱後 10 ml の過塩素酸を加えて加熱処理し、褐変した液を 100 または 250 ml に希釈してから 420 mμ (原報では 440 mμ) において比色することによつて求めた。そして餌料蛋白質の消化率を次式によつて算出した。

$$\text{消化率} = 100 - \left(100 \times \frac{\text{餌料中の } \text{Cr}_2\text{O}_3 (\%) }{\text{糞中の } \text{Cr}_2\text{O}_3 (\%) } \times \frac{\text{糞中の蛋白質} (\%) }{\text{餌料中の蛋白質} (\%) } \right)$$

実験結果および考察

1) 数種餌料蛋白質の消化率: 数種のなまおよび乾燥蛋白質並びに3つの会社から市販されているニ

ジマス用配合飼料（粉末）について、それぞれの 85 % と馬鈴薯澱粉 15 % との割合の“ねりえ”を作り、それらの蛋白質の消化率を測定した。

Table 2. Digestibility of several dietary proteins in rainbow trout.

Diet	Crude protein content in diet used (on dry basis)	Digestibility of dietary protein	Remarks
Frozen fish A	57.1 %	92, 95, 96 %	Results of 3 determinations
Frozen fish B	59.8	92, 93, 96	"
Frozen beef liver	60.3	92, 94, 97	"
Frozen beef spleen	65.6	91, 95, 96	"
White fish meal	60.0	76, 82, 84	"
Fish meal	57.4	68, 75	Results of 2 determinations
Dried silk-worm pupa A	46.9	81, 87	"
Dried silk-worm pupa B	66.7	85, 86	"
Dried mysid	56.3	83, 83	"
Commercial meal diet A	35.7	82, 82	"
Commercial meal diet B	33.1	68, 69	"
Commercial meal diet C	36.6	64, 68	"
Soybean meal	46.3	68, 73	"
Casein (Vitamin free)	85.0	92, 94, 97	Results of 3 determinations

Fish used: Average body weight, 20.2 g.; 20 fishes in one group.

Diet used: Potato starch was supplied at a 15 per cent on dry basis.

結果は Table 2 に示したが、冷凍魚や家畜内臓などのなま蛋白質の消化率が最も高く 91~97 % にも達した。ホワイトフィッシュミール（北洋産）、素乾イサザ（北海道産）、乾燥サナギ（三重県産）などの乾燥蛋白質の消化率がこれらに次いで 80 % 前後の値を示し、アジ魚粉や大豆粕などの蛋白質はさらに劣って 70 % 前後の値を示した。

すでに家畜内臓蛋白質のカワマスにおける消化率については Tunison ら⁸⁾ の、またホワイトフィッシュミール、乾燥サナギ、イサザ、大豆粕などの蛋白質のニジマスにおける消化率については稲葉、荻野ら^{2), 3)} の測定結果が報告されている。澱粉添加量などの実験条件が本実験とは多少異なるので厳密な比較はできないが、本実験における家畜内臓、サナギ、イサザなどの蛋白質の消化率はこれらの報告中の測定値とほぼ一致した値のようである。しかし、ホワイトフィッシュミールと大豆粕との蛋白質の消化率は稲葉、荻野らの測定値（澱粉添加量 10 % の場合それぞれ 87~94 % および 81~87 %）よりはやや低めのものである。なお本実験で供試した乾燥サナギは含油量の非常に高いものであつたが、エーテルで脱脂してもその蛋白質の消化率にはほとんど変化がないようである。

一方市販配合飼料の一つについて能勢¹⁾ はニジマスにおける蛋白質の消化率を測定し、60 % という低い値を報告している。本実験では供試した 3 種類のうち 1 種類の蛋白質の消化率のみが 82 % とかなり高い値を示しただけで、残りの 2 種類の消化率はいずれも 60 % 台であつて非常に低い値であつた。ただし本実験は今から 1 年以上前に実施したものであるから、現在では関係会社の努力によつてもつと消化率の高い飼料が市販されているのかも知れない。

2) 固型乾燥飼料蛋白質の消化率: 近年ニジマス用として固型乾燥飼料（ペレット）は使用法が便利のために急速に普及している。そこで前述の方法で蛋白質源 85 % と馬鈴薯澱粉 15 % とで 4 種類の固型乾燥飼料を作り、それらの蛋白質の消化率を測定した。

結果は Table 3 に示したが、供試した飼料蛋白質の消化率はいずれも Table 2 に示した“ねりえ”とし

Table 3. Digestibility of proteins of pellet-diets in rain trout.

Diet	Crude protein content in diet used (on dry basis)	Digestibility of dietary protein
White fish meal	60.0 %	84 %
Commercial meal diet A	35.7	87
Commercial meal diet B	33.1	72
Casein (Vitamin free)	85.0	94

Fish used: Average body weight, 20.2 g.; 20 fishes in one group.

Diet used: Potato starch was supplied at a 15 per cent on dry basis.

た場合の消化率より低下することはなく、それらと同等かあるいはより高い値を示した。

稲葉, 荻野ら²⁾もホワイトフィッシュミールで作ったペレットの蛋白質のニジマスにおける消化率が非常に高いことを報告している、このような餌料原料は“ねりえ”としてニジマスに与えても、固型乾燥餌料として与えても蛋白質の消化率という点からは問題がないように思われる。

摘 要

酸化クロームを指標物質として添加した餌料を用いてニジマスにおける数種餌料蛋白質の消化率を測定した。その結果冷凍魚や家畜内臓などのなま蛋白質の消化率が最も高く 91~97% にも達した。ホワイトフィッシュミール、素乾イサザ、乾燥サナギなどの乾燥蛋白質の消化率がこれらに次いで 80% 前後の値を示し、アジ魚粉や大豆粕などの蛋白質はさらに劣って 70% 前後であった。市販配合餌料には蛋白質消化率のかなり高いものと低いものとがあつた。また数種の餌料原料は“ねりえ”としてニジマスに与えてもあるいは固型乾燥餌料として与えても、蛋白質の消化率にはほとんど差が認められなかつた。

終わりに酸化クロームの定量法について御教示を頂いた三重大学農学部石川鹿生先生、並びに実験に協力して頂いた三重淡水養殖所の諸岡善男、鹿島清孝の両氏に心から御礼を申し上げる。

文 献

- 1) 能勢健嗣: 淡水区水研報, 10, 11 (1960).
 - 2) 稲葉伝三郎・荻野珍吉・高松千秋・菅野聖二・畑 博文: 本誌, 28, 367 (1962).
 - 3) 稲葉伝三郎・荻野珍吉・高松千秋・黒川憲一: 本誌, 29, 242 (1963).
 - 4) 能勢健嗣: 本誌, 28, 1033 (1962).
 - 5) 平尾秀一・山田充阿弥・菊地 嶺: 東海区水研報, 27, 67 (1960).
 - 6) 山田充阿弥・菊地 嶺・松島又十郎・大上皓久: 本誌, 28, 905 (1962).
 - 7) 石川鹿生: 三重大農学報, 18, 47 (1958).
 - 8) TUNISON, A. V., D. R. BROCKWAY, et al.: Cortland Hatch. Report. 11, 24 (1942); 43, 10 (1943).
- TUNISON, A. V., A. M. PHILLIPS, et al.: ibid, 44, 13 (1944).