魚類の蛋白質栄養に関する研究—IV

コイにおける飼料蛋白質の生物価について

荻野 珍吉・陳 茂 松

(1973 年 2 月 27 日受理)

Protein Nutrition in Fish—IV

Biological Value of Dietary Proteins in Carp

Chinkichi OGINO* and Mao-Song CHEN*

The biological value of various dietary proteins was determined in carp weighing 50 to 200 g. The determination of nitrogen excreted in the feces and urine was carried out according to the method reported previously.

The biological value of dietary protein showed the highest value at near 10% protein level under the experimental conditions. As the protein content exceeded this level, the biological value decreased linearly with the increase of dietary protein. The linear lines obtained on all samples ran practically parallel to each other.

Of the samples determined, the highest value was obtained with dried egg yolk protein (89 at 10% protein level) followed by casein (80).

MITCHELL の方法¹⁾による蛋白質の生物価の測定は、蛋白質の栄養に関する研究において重要な意義があると考えられる。しかし生物価の測定は、ふんおよび尿へ排泄された N を別々に定量しなければならないため、魚類のような水棲動物の場合には極めて困難であると考えられて来た。魚類を用いて摂取 N および排泄 N の測定値より生物価を求める試みは、TUNISON ら²⁾によりカワマスについて行なわれたことはあるが、その後この方面の研究は進展していない。筆者らは前報³⁾において、流水方式による魚類の排泄 N の測定方法につき報告し、本方法によつてコイの代謝性 N および内因性 N の排泄量を測定することができた。筆者らの方法によれば、魚類を用いて飼料蛋白質の生物価の測定が可能である。本報は数種飼料蛋白質のコイに対する生物価の測定結果について報告する。コイを用いて測定した生物価は、飼料の蛋白質含量によつて変化することが明らかとなつた。また測定した試料のうち卵黄蛋白質は最も高い生物価を示した。

実験方法

生物価の測定 生物価は、前報³⁾の方法で摂取 N と、ふんおよび尿へ排泄された N を分離定量して求めた。すなわち給餌槽で、体重の平均 2.2% に相当する乾燥飼料を、1 日 3-5 回に分けて規則正しく 3 日間与えてのち、コイを排泄槽に移し、その後 24 時間中にふんおよび尿へ排泄された N を別々に定量した。コイ (体重 50-200 g) は、投餌と同時に完全に餌を食べるように訓練したものを選び、1 回の測定に 1 尾宛を使用した。各水温における代謝性 N および内因性 N の排泄量は、前報の値³⁾を用いた。ただし代謝性 N の排泄量は、Titus 法で求めた値を採用した。飼料蛋白質の生物価 (BV) は次式によつて求めた。

$$BV = \frac{I - (F - F_0) - (U - U_0)}{I - (F - F_0)} \times 100$$

ただし、I: 摂取した N

* 東京水産大学 (Lab. Fish. Biochem., Tokyo University of Fisheries, Konan 4, Minato-ku, Tokyo)

F : 摂餌後 24 時間中にふんへ排泄された N

F_0 : Titus 法で求めた代謝性 N 排泄量

U : 摂餌後 24 時間中に尿へ排泄された N

U_0 : 内因性 N 排泄量

用いた飼料の調製法は前報⁴⁾と同様で、飼料の蛋白質含量 ($N \times 6.25$) は蛋白質源とデキストリンの添加量を増減して調整した。飼料はペレット状に成型し、室温において減圧の下で乾燥した。

結果および考察

蛋白質源としてカゼイン、ホワイトフィッシュミール、乾燥卵黄（市販品をエタノールおよびエーテルで処理したもの）およびコーングルテンミールを用いた飼料で測定した生物価を Table 1 および Fig. 1 に示す。

Fig. 1. Relation between the protein level in diet and the biological value of protein.

1, dried egg yolk; 2, casein; 3, white fish meal; and 4, corn gluten meal.

表に見られるように、筆者らの方法で測定した生物価は、測定値にそれ程大きなばらつきは見られず、飼料蛋白質の含有率に対する栄養的価値をよく示していると考えられる。また生物価は、他の栄養素が完備しているとき、飼料の蛋白質含量、すなわち魚の N 摂取量によつて変化することが明らかである。飼料の蛋白質含量と生物価との関係は、Fig. 1 に示されているように、ホワイトフィッシュミールでは蛋白質含量が 10% 付近で最高値を示し、蛋白質含量が増加するにしたがつて、生物価は直線的に低下した。またカゼインにおいても生物価は飼料の蛋白質含量が増加すると直線的に低下した。これは蛋白質の吸収量が少ないときは、魚体蛋白質の維持と構成に効率高く用いられるが、吸収量が増加すると体内での利用効率が低下することを示しているものといえる。

飼料の蛋白質含量と生物価の変化との関係は他の蛋白質の場合においてもホワイトフィッシュミールやカゼ

Table 1. The biological value of dietary proteins determined at various protein levels.*

Protein source	Protein level in diet	Number of determinations	Biological value	
			range	average
Casein	11.1%	3	76-83	80
	21.8	3	72-75	74
	33.9	3	68-70	69
	35.0	3	62-68	65
	42.8	2	62-64	63
White fish meal	5.5	3	61-78	70
	10.7	2	74-79	76
	21.3	3	64-76	72
	43.4	3	61-69	64
Dried egg yolk	20.7	3	82-84	83
	41.5	3	69-71	70
Corn gluten meal	21.6	2	44-54	49
	42.8	2	39-40	39

* One individual of fish weighing 50 to 200 g was used in each determination.

インの場合と同様に変化すると考えることができる。乾燥卵黄およびコーングルテンミールでは測定点が少ないが、生物価の変化は、測定した二点を結ぶ直線と考えて大きな間違いはないであろう。この場合、カゼイン、乾燥卵黄およびコーングルテンミール蛋白質の生物価の変化を示す直線は、互に平行しているが、ホワイトフィッシュミールの場合は平行していない。しかしカゼインの直線の傾斜と、ホワイトフィッシュミールの直線の傾斜とは極めてわずかの差異があるにすぎない。したがってカゼインを基準として考えると、他のいろいろの蛋白質の生物価の変化を示す直線は、カゼインの直線に平行して変化すると考えて大きな不都合はないように考えることができる。またホワイトフィッシュミールは、本測定条件の下で、蛋白質含量が 10% 付近で最高値を示した。生物価が最高値を示す点は、いろいろの蛋白質についてそれぞれ異なると考えられる。しかし高等動物における研究結果^{6,7,8)}より考えて、コイにおいてホワイトフィッシュミール以外の蛋白質も、生物価の最高値を示す点は、10% より大きくはなれているとは考えられない。したがって飼料蛋白質の生物価は、10% の蛋白質含量の飼料を用いたときの値を採用して大きな間違いはないと考えることができる。これらの点より、任意の蛋白質含量 (20-40% が測定しやすい) の飼料を用いて生物価を測定し、グラフ上で測定点を通り、カゼインの直線に平行線をひき、蛋白質含量 10% との交点をその蛋白質の生物価として表わして大きな間違いはないと考えることができる。このようにして求めた各種飼料蛋白質の生物価を

Table 2. The biological value of various dietary proteins at 10% protein level (calculated).

Protein source	Biological value	Remarks
Dried egg yolk	89	Treated with ethanol and diethyl ether
Casein	80	Vitamin-free product
White fish meal	76	
Gelatin	23	
Pellet-food of trout	73	Commercial product
Corn gluten meal	55	
Soybean meal	74	Defatted meal
Wheat germ	78	
Petroleum yeast	73-79	Results of determinations on 4 samples

Table 2 に示す。表に見られるように、動物性蛋白源では、ゼラチン以外はすべて 70 以上の生物価を示し、とくに乾燥卵黄の生物価は最も高かった。このことはコイに対する蛋白質の栄養を考察するとき重要な意義があると考えられる。植物性蛋白源では、コーングルテンミールの蛋白質は比較的低い生物価であつたが、大豆粕、小麦胚芽および石油酵母蛋白質はいずれも 70 以上の生物価であつた。小麦胚芽の生物価が高いことは福田ら⁵⁾の小麦胚芽によるコイの飼育実験の結果とよく一致している。

要 約

コイに対する数種飼料蛋白質の生物価を測定した。本測定条件において、生物価は飼料の蛋白質含量が 10% 付近で最高値を示し、蛋白質の含量が増加すると直線的に低下した。飼料の蛋白質含量と生物価の変化との関係を示す直線は、いろいろの蛋白質について、カゼインの場合の直線にはほぼ平行して変化することが明らかとなつた。測定した試料のうち乾燥卵黄の蛋白質は最も高い生物価であつた。

文 献

- 1) H. H. MITCHELL: *J. Biol. Chem.*, **58**, 873-903 (1924).
- 2) A. V. TUNISON, D. R. BROCKWAY, J. M. MAXWELL, A. L. DORR and C. M. MCCAY: *Fish. Res. Bull.*, No. 4, 24-42 (1942); No. 5, 10-12 (1943); No. 6, 13-14 (1944).
- 3) 荻野珍吉・柿野 純・陳 茂松: 本誌, **39**, 519-523 (1973).

- 4) 荻野珍吉・陳 茂松: 同誌, **39**, 649-651 (1973).
- 5) 福田博業・袈裟丸倉基: 同誌, **37**, 1150-1156 (1971).
- 6) R. M. TOMARELLI and F. W. BERNHART: *J. Nutr.*, **78**, 44-50 (1962).
- 7) K. M. HENRY: *Brit. J. Nutr.*, **19**, 125-135 (1965).
- 8) I. M. AKINRELE and C. C. A. EDWARDS: *ibid.*, **26**, 177-185 (1971).