

무지개 송어의 飼料蛋白質 利用에 關한 研究

金 容 董*

THE UTILIZATION OF DIETARY PROTEIN
BY YOUNG RAINBOW TROUT

Yong Geun KIM*

The utilization dietary protein in young rainbow trout was investigated when fed with the diets of controlled levels of casein and lipids for 12 days. The composition of the diet is shown in Table 1.

Body weight gain was in proportion to the protein content in diet up to 40%, and the maximum was obtained with 40.4% of crude protein (Fig. 1, Table 2).

On the other hand, the accumulated protein in body also showed almost maximum value around 40% of protein level in the diet and the change of accumulated protein showed a little with more-protein level (Fig. 3, Table 2).

The protein accumulation rate (protein accumulated/protein consumed) showed its highest value at about 40% of protein level, while the protein utilization value (protein accumulation rate x protein content of diet) attained its highest value at 54.8% of protein level (Table 3).

With the above results it is observed that the requirement of dietary protein for young rainbow trout is about 40% of protein in the diet when casein is used as the sole protein source.

In protein efficiency ratio (PER) the lower protein level in the diet, the higher PER yields and the more the quantity of protein increases, the more PER decreases and its relation could be figured out as an equation of $y = 4.91 - 0.034x$ (Fig. 4). Nose measured PER utilizing the diet which result of this, it is reported that PER rate of casein dropped within the extent of 25% protein in diet.

The reason why such a different PER rate appeared at the low protein level is revealed as the carbohydrate is low but the lipid high in capacity of utilizing nutrients for rainbow trout.

The relation between the protein content of diet and the conversion factor, feed efficiency were determined and the results are shown in Fig. 2.

緒 言

蛋白質은 動物에 對하여 必須 營養素이며 魚類의 成長은 飼料中の 蛋白質의 質과 量에 따라 큰 影響을 받는 것은 잘 알려져 있는 事實이다. 高等動物에 있어서는 蛋白質 營養價에 對하여 많은 研究가 되어 있으나 魚類에 對한 이方面의 基礎的 研究는 적다.

* 群山水產高等專門學校, Kunsan Fisheries Junior Technical College

金 容 董

飼料의 蛋白質 含量과 飼育魚의 成長蛋白質의 蓄積率 또는 蛋白質效率等의 關係에 對해서는 Nose¹⁾ (金魚, 무지개송어), 右田等²⁾ (금붕어), 中村等³⁾ (잉어), 및 萩野等⁴⁾ (잉어), 福田等⁵⁾ (잉어)의 研究가 있다. 이들의 研究는 魚類의 蛋白質 榮養에 不備한 點이 있었다고 생각 된다. 飼料의 蛋白質 含量을 決定하는데 있어서 Dextrin의 添加量을 增減하여 蛋白質 含有量을 調整하는 경우 魚種에 따라서는 炭水化合物의 利用能力에 差異가 있을지도 모르니 飼料蛋白質 및 炭水化合物外의 榮養素의 含量이 魚體組成에 주는 影響을 불 必要가 있다. 또 蛋白質의 榮養에 對하여 實驗할 때 重要 한것은 一定期間 後에 나타나는 蛋白質의 保有量 또는 體蛋白質의 增加量이며 단순히 體重의 增加量 만을 基準으로 考察하는것은 適當치 않은 경우도 있을것으로 思慮된다. 筆者는 炭水化合物의 量은 一定하게 하고 脂質의 添加量을 增減하여 蛋白質의 含量을 調節한 飼料로 무지개송어를 飼育하여 飼料의 蛋白質 含量과 무지개송어의 體重, 體蛋白質의 增加量, 蛋白質의 蓄積率, 蛋白質效率等의 關係에 對하여 檢討하고 또 Casein을 蛋白源으로 하였을 때의 稚무지개송어의 蛋白質 要求量을 求하였다.

實 驗 方 法

1) 飼育方法

實驗室에서 孵化시킨 生後 2個月의 稚무지개송어에 Casein 45%, Dextrin 25%, Starch 15%, Cod liver oil 2%, Soybean oil 3%, Cellulose powder 5%, Mineral mixture 4%, Vitamin mixture 1%計 100%가 되도록 調製한 飼料를 주어 1個月間 豫備飼育을 한 後 30ℓ들이 유리水槽에 20尾式 試驗魚를 넣고 이것에 殘留鹽素를 除去한 水道水를 0.3ℓ/min의 水量으로 流入시키고 通氣를 하면서 水溫 20~21℃下에서 流水式으로 12日間 飼育한 後 體重의 測定 및 魚體分析을 하였다. 하루에 體重의 3%씩 飼料를 秤量하여 5회로 나누어 每日 規則적으로 投與 하였다. 잘 訓練된 魚類를 使用하였으므로 投與와 同時에 攝食하여 飼料의 虛費는 거의 없었다. 無蛋白試驗區를 除外하고는 食慾은 始終 旺盛하였다.

2) 飼料의 組成

蛋白源으로서 Casein (Vitamin free)을 使用하였다. 飼料의 組成을 Table 1에 表示한다.

Table 1. Composition of diets

ingredient	experimental group				
	1	2	3	4	5
casein, g	0	15	30	45	60
dextrin, g	15	15	15	15	15
α-starch, g	15	15	15	15	15
lipids*, g	30	23	16	10	3
cellulose powder, g	34	26	18	9	1
vitamin mixture **, g	2	2	2	2	2
mineral mixture***, g	4	4	4	4	4
Cal./100g	390	387	384	390	387
crude protein, %	0.8	14.4	27.6	40.4	54.8

* Lipids contained soybean oil and cod oil(1:1)

** Vitamin mixture contained per 100g of diet: (in mg) thiamine HCl, 6; riboflavin, 5; pyridoxine HCl, 2; niacin, 40; Ca pantothenate, 10; inositol, 200; biotin, 0.6; folic acid, 1.5; PABA, 20; menadione, 4; B₁₂, 0.009; choline chloride, 400; ascorbic acid, 200; vitamin E, 40; vitamin A, 5000 I. U. and vitamin D, 155 I. U.

*** mineral mixture USP XIV no. 2 plus trace elements.

energy源中 炭水化合物은 一定하게 하였고, 飼料蛋白質의 含量($N \times 6.25$)은 蛋白質源과 脂質의 添加量을 增減해서 調節하였다. 모든 飼料의 cal/100g가 388--390 cal의 거의 一定한 값이 되도록 調節하였다. 飼料는 pellet狀으로 成型한後 室溫에서 減壓乾燥하여 冷藏庫 속에 保存 하였다.

3) 分析方法

實驗開始 및 終了時에 魚体内的 N를 分析하였다. 魚体는 恒溫乾燥器를 使用하여 90~95℃의 定溫으로서 乾燥한것을 粉末로 하고 그 粉末의 一部로 N를 Kjeldahl法에 의하여 定量 하였다.

結果 및 考察

1) 飼料蛋白質의 含量과 体重 및 体蛋白質의 增加

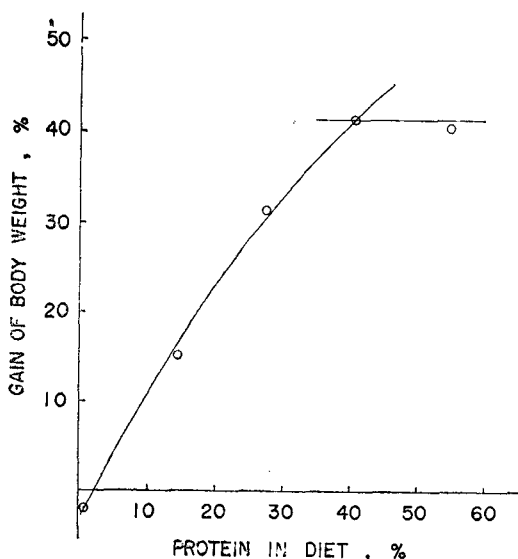


Fig. 1. Protein contents of diet and gain the body weight.

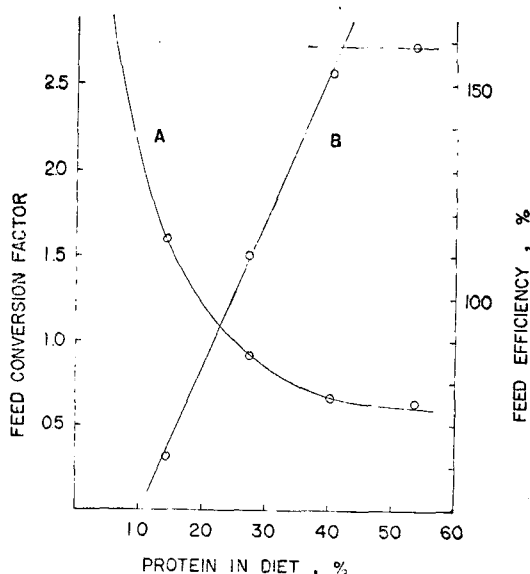


Fig. 2. Relationship between protein content of diet and the conversion factor (A) or the feed efficiency (B).

12日間 飼育한 後의 体重의 變化를 Fig. 1에 表示한다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 飼料의 粗蛋白質 含量이 0.8~40.4%의 範圍에서는 蛋白質의 含量이 높을 수록 体重이 增加하였다. 그러나 蛋白質의 含量이 54.8%에서는 体重이 增加하지 않았다. 이것은 荻野等(1970)⁴⁾이 잉어를 實驗한 結果와 다르다. 잉어에 있어서는 水溫 23℃ 10日間의 飼育에서 飼料의 蛋白質 含量이 높을 수록 成長도 좋은 結果를 나타내고 있다. 이번 實驗에서는 飼料의 蛋白質 含量이 增加할 수록 体重도 增加하나 蛋白質 含量이 어느 一定值 以上이 되면 体重은 增加하지 않았다. 飼料效率 및 飼料係數는 Fig. 2에 表示한 바와 같이 飼料의 蛋白質 含量에 따라 크게 變하는 것을 알수 있다. 即, 飼料의 蛋白質 含量이 많을수록 直線의으로 飼料效率이 높아진다. 그러나, 蛋白質 含量 40.4%以上이 되면 그 變化는 적어진다. 한편, 蛋白質의 含量이 많아질수록 飼料係數는 曲線을 그리며 漸次 減少하지만 40.4%以上의 高蛋白質 含有飼料에서는 거의 一定한 값을 유지하게 된다.

各 實驗區別 試驗魚의 平均 体重 및 体蛋白質의 增加量을 Table 2 및 Fig. 3에 表示한다. 体蛋白質의 增加量(蓄積量)은 飼料蛋白質의 含量이 14.4~40.4%의 範圍에서는 蛋白質含量이 높을 수록 直線的으로 增加해 가지만 40.4%以上에서는 그 變化는 적다. 飼料의 效率과 体蛋白質의 變化過程이 잘 一致되어 있다.

Table 2. Dietary levels of crude protein and increase in body weight or in body protein

ingredient	experimental group				
	1	2	3	4	5
crude protein contain of diet, %	0.81	14.4	27.6	40.4	54.8
average weight at start, g	3.42	3.15	3.13	3.35	3.30
average weight after 12day-feeding, g	3.36	3.63	4.11	4.73	4.63
increase in Average weight, g	0.06	0.48	0.98	1.38	1.33
increase in average protein, g	0.02	0.06	0.17	0.25	0.27

2) 飼料蛋白質의 蓄積率 및 利用值

飼料의 蛋白質 含量과 蛋白質의 蓄積率(體蛋白質의 增加量/蛋白質의 攝取量)과의 關係는 金容堯에 對하여

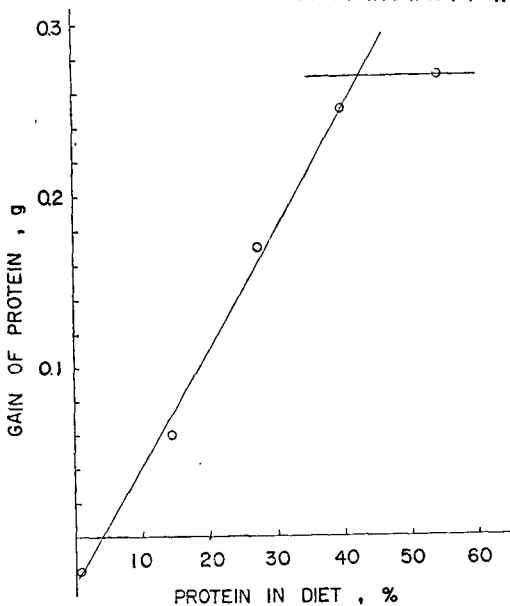


Fig. 3. Relationship between protein content of diet and gain in body protein per 1 fish for 12 days.

右田等²⁾ (1938)이, 잉어에 對하여는 荻野等⁴⁾ (1970)의 研究가 있다. 이번 實驗에서 얻은 結果를 Table 3에 表示한다. 飼料 蛋白質의 蓄積率은 飼料의 蛋白質 含量이 많을 수록 增加하여 40.4%에서 最高值에 達하고 그 以上の 蛋白質 含量에서는 顯著한 減少를 보였다.

이와같이 飼料의 低蛋白質 level과 高蛋白質 level에서 蛋白質의 蓄積率이 낮은 理由는 主로 低蛋白質 level에서는 魚類의 蛋白質 代謝量, 高蛋白質 level에서는 魚類의 蛋白質 蓄積能力에 基因 하는 것으로 생각된다. 飼料蛋白質의 營養的 意義가 魚體 蛋白質을 效率的으로 만드는데 있다고 생각할때 本實驗 條件下에서는 Casein을 蛋白質源으로 한 稚무지개송어의 蛋白質 要求量은 乾燥 飼料中 40%라고 할수 있다. 이 값은 잉어의 38%⁴⁾, 왕송어의 40%⁶⁾, 뱀장어의 44.5%⁸⁾와 大體的으로 같은 數值이며 金容堯에서 報告되어있는 63.7%²⁾보다 현저하게 낮은 값이다. 그러나, 雜食性인 魚類에서 報告되어있는 값⁴⁾과 그다지 큰 差異가 없는것을 肉食性인 무지개송어의 食性と 關聯해서 볼때 注目할 點이다.

Table 3. The utilization of dietary protein by young rainbow trout

dietary protein level (A)	protein intake per 1 fish for 12 days (B)	protein accumulated per 1 fish for 12days	C/B(D)	AXD
14.4%	0.111g	0.056g	0.505	7.3
27.6	0.247	0.170	0.688	19.0
40.4	0.366	0.254	0.694	28.0
54.8	0.458	0.266	0.581	31.8

飼料의 蛋白質 含量과 蓄積率을 곱한 값 (利用值)이 蛋白質의 含量이 增加함에 따라 漸次 增加하여 蛋白質 含量 54.8%에서 最大值를 나타냈으나 40.4%에서의 利用值와 僅少한 差異였다. 이와같은 利用值의 增加는 잉어⁴⁾에 있어서의 38% 附近에서 最大值에 達하고 그 以上 55%까지 變化가 없었다는 것과 다르며, 右田等²⁾ (1938)의 結

果, 即 魚體蛋白質의 增生量은 魚類의 蛋白質 攝取量의 어느 點에서 最大值에 達하고 그 以上 蛋白質의 量을 增加하면 低下 한다는 것과는 相反된 結果이다.

3) 飼料의 蛋白效率

體重의 增加量과 蛋白質의 攝取量에서 求한 蛋白效率(Protein efficiency ratio; PER)과 飼料의 蛋白質 含量과의 關係로 Fig. 4에 表示한다. 飼料蛋白質의 PER은 飼料의 蛋白質 含量이 14.4~57.8%의 範圍에서 蛋白質

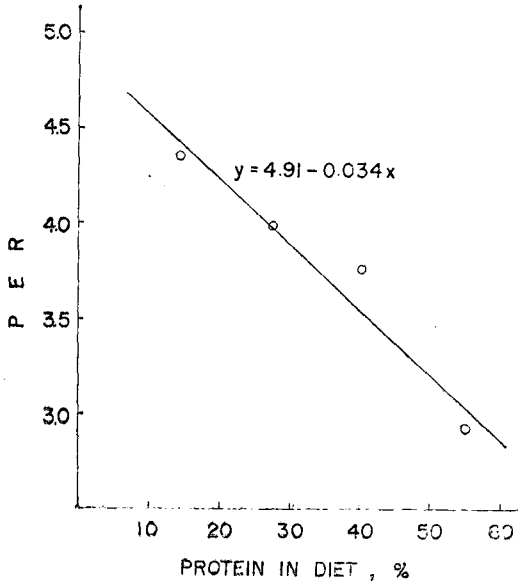


Fig. 4. Relationship between protein content of diet and the protein efficiency ratio (PER).

의 含量이 낮을수록 높은 값을 나타내고, 本實驗의 條件下에서는 飼料蛋白質 含量(x)과 PER (y)와의 關係를 $y=4.91-0.034x$ 의 方程式으로 나타낼수 있었다. Nose (1971)는 Dextrin으로서 Casein의 含量을 調節한 飼料로서 무지개송어의 PER을 測定하고, 蛋白質의 含量이 25%以下에서는 Casein의 P-ER值가 低下 해 가는것을 報告하였다. 이와같이 低蛋白質 level에서, 本實驗과 相馳된 PER值가 나타난 理由는, 무지개송어의 營養素 利用能力에 있어서 炭水化合物은 낮으나 脂質은 높은 까닭이라고 생각된다.

要 約

Casein을 蛋白源으로 하고 粗蛋白質과 脂質의 含量을 調節한 飼料로서 稚무지개송어를 12日間 飼育하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 1) 무지개송어의 體重은 飼料中の 蛋白質 含量이 많을 수록 增加하며 蛋白質의 含量 40% 부근에서 最大值에 達하고 그 以上 蛋白質이 增加하여도 體重은 增加하지 않았다. 體蛋白質의 增加도 飼料中の 蛋白質 含量이 40% 부근에서 最大值에 가까워지며 그 以上 蛋白質이 增加하여도 變化는 적었다.
- 2) 蛋白質의 利用值는 飼料中の 蛋白質 含量이 많을 수록 增加 하였으나 體蛋白質의 蓄積率은 蛋白質의 含量 40% 부근에서 最大值에 達했다.
- 3) 以上の 結果에서 Casein을 蛋白源으로 하는 경우 稚무지개송어의 蛋白質 要求量은 飼料中 40%라고 생각했다.
- 4) 飼料의 蛋白效率(y)은 蛋白質의 含量(x)이 많을 수록 減少하고 그關係는 $y=4.91-0.034x$ 의 方程式으로 表示 할수 있었다.
- 5) 飼料의 蛋白質 含量과 飼料效率 및 飼料係數와의 關係를 檢討하였다.

끝으로 始終 實驗을 指導하여 주신 東京水産大學 에野珍吉 教授에게 謝意를 表한다.

文 獻

- 1) Nose T., (1971): Determination of nutritive value of food protein in fish-III. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., 21, 85--98
- 2) 右田正男·花岡 資(1938): 飼料蛋白質의 量と魚體蛋白의 增生量との關係 —1. 飼料의 熱量化를 一定にして 營養比의 異なる場合. 日水誌, 7, 115~118.

金 容 董

- 3) 中村一雄・高松千秋・能井恒夫・西川哲三郎(1965)：コイの栄養要求に関する研究 --1. 餌料中の蛋白質含量と油脂, 澱粉質の種類について. 水産増殖, 13(1), 15~21
- 4) 荻野珍吉・齋藤邦男(1970)：魚類の蛋白質栄養に関する研究--1. コイにおける餌料蛋白質の利用. 日水誌, 36, 250~254.
- 5) 福田博業・袈裟丸倉基(1971)：小麦胚芽の養魚餌料効果に関する研究--1. コイに対する餌料効果. 日水誌, 37, 1150~1156.
- 6) 橋本芳郎(1973)：養魚飼料學. 恒星社厚生閣. p. 95.
- 7) Osborne, T. B., L. B. Mendel and E. L. Ferry, (1919): A method of expressing numerically the growth-promoting value of proteins. J. Biol. Chem., 37, 223-229