コイのビタミン B 群要求に関する研究—II.

リボフラビンおよびパントテン酸

荻 野 珍 吉

(1966 年 10 月 24 日受理)

B Vitamins Requirements of Carp—II.
Requirements for Riboflavin and Pantothenic Acid

Chinkichi OGINO*

The feeding trials have been conducted to study the requirements and deficiency symptoms of young carp for riboflavin and pantothenic acid. The synthetic diet of HALVER *et al.*²⁾ in which the levels of the test vitamins were varied respectively was used throughout the experiments (Tables 1 and 3). The general feeding technique was reported in the previous paper¹⁾. The growth responses of the carp to dietary levels of riboflavin or pantothenic acid and accumulation of these vitamins in hepatopancreas were employed as criteria for the nutritional adequacy. The requirements for riboflavin and calcium pantothenate of the carp thus determined by 6-week feeding trials were 0.23~0.33 mg and 1.0~1.4 mg per kg of body weight per day respectively under the experimental conditions used (Tables 1 and 3 and Figs. 1 and 2). The symptoms of carp due to deficiency of these two vitamins are indicated in Table 2. The most prominent pathological findings observed were hemorrhage in various areas of the body in riboflavin deficiency and extremely poor weight gain in pantothenic acid deficiency.

コイのビタミン B 群要求について、ビタミン B₆ についての研究結果を前報で報告した¹⁾。本報はリボフラビンおよびパントテン酸の要求量および欠乏症状について行なった実験結果について報告する。

実 験 方 法

飼料 HALVER らのビタミン試験用配合飼料²⁾中のリボフラビンあるいはパントテン酸カルシウムの添加量のみを変化させた飼料を使用した。ただしコーンオイルの代わりに大豆油（局方）を使用した。リボフラビン要求の実験に用いたビタミンフリーカゼインは、市販品を 1 回エチールアルコールと 30 分間煮沸し、可溶性物質を除去したが、パントテン酸要求の実験では市販品をそのまま使用した。

飼育方法 飼育はチオ硫酸ソーダで残留塩素を除いた水道水を用いて前報の場合¹⁾とまったく同様に行なった。魚は実験に入るに先立ちアクリフラビンで消毒した。1 日の投餌量は体重の 7 パーセントで、これを 3 回に分けて与えた（飼料の水分 58.3 パーセント）。体重の測定は 2 週間毎に行ない、水槽は 30 l 容のものを使用し、3 日ごとに交換した。実験中水温は 23±1°C に調節した。

ビタミンの定量法 リボフラビンはルミフラビン蛍光法³⁾により、パントテン酸は *Lactobacillus arabinosus* 17-5 を使用する微生物法³⁾によつて定量した。

結果および考察

1. リボフラビン

要求量 体重 4 g 前後のコイをリボフラビンの添加量がそれぞれ異なつた飼料（乾燥飼料 100 g に対

* 東京水産大学 (Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato-ku, Tokyo, Japan).

Table 1. The effects of dietary riboflavin level on growth response, mortality and riboflavin content in hepatopancreas of the carp after 6-week feeding.

Group*	Riboflavin			Average weight		Mortality
	Addition**	Intake	Content in hepatopancreas***	Initial	Final	
	mg/100 g diet	mg/kg body weight/day	μg/g	g	g	%
1	20	6.6	9.6	2.8	7.6	0
2	1	0.33	9.6	2.9	7.4	0
3	0.5	0.16	7.6	2.8	6.4	0
4	0.3	0.10	5.4	2.8	6.5	0
5	0.1	0.03	2.8	2.8	5.6	5
6	0	0	2.9	2.8	5.3	5

* 20 fish in each diet group.

** Riboflavin content of the basal diet was analyzed to be 0.015 mg/100 g.

*** Samples for analysis were pooled from 5 fish/group.

し 0, 3, 5, 10 および 20 mg) で 6 週間飼育した。その結果はリボフラビンの添加量が 3 mg 以上では、体重の増加および飼育魚肝臓中のリボフラビン含量 (新鮮組織 1 g 中 9.9~11.8 μg) に有意の差を認めることができなかった。しかしリボフラビンを添加しない飼料で飼育されたコイは体重の増加量が少なく、肝臓中のリボフラビン含量が著しく低く (新鮮組織 1 g 中 2.0 μg) また飼育魚に欠乏症状が現われた。次にふたたびリボフラビン含量がそれぞれ異なった飼料で体重 2.8 g 前後のコイを飼育し Table 1 に示す結果をえた。乾燥飼料 100 g に対するリボフラビンの添加量が 20 mg の対照区の魚と、1 mg の飼料で飼育された魚の間で、成長および肝臓中のリボフラビン含量にほとんど差異を認めることはできなかったが、リボフラビンの添加量が 0.5 mg 以下では成長も肝臓中のリボフラビン含量も対照区の魚と比較して低かつた。いま飼料 100 g 中のリボフラビン含量と飼育魚肝臓中のリボフラビン含量との関係を図示すると Fig. 1 となる。Fig. 1 より飼育魚肝臓中のリボフラビンを対照区の魚と同じ含量にするに要する飼料のリボフラビン最低含量は 0.7 mg 付近になる。以上の結果から、魚の成長と肝臓中のリボフラビン含量を基準とすると、本実験条件のもとでは仔ゴイのリボフラビン要求量は乾燥飼料 100 g 中 0.7~1 mg, すなわちコイの体重 1 kg に対し 1 日 0.23~0.33 mg と考えることができる。

欠乏症状 リボフラビンを添加しない飼料で飼育されたコイに見られた症状を Table 2 に示した。すなわち飼育開始後 20 日目頃より魚は神経過敏の状態になり水槽の暗所に集まり、わずかの刺激に対しても驚き易くなった。その後次第に食欲が低下し、体重の増加が鈍り、6 週目頃より各鱗の基部に出血がはじまり、出血は次第に全身に拡がっていった。死亡率は本実験期間中ではそれほど高くなかった。

Fig. 1. Dietary riboflavin level and riboflavin content in hepatopancreas of the carp after 6-week feeding.

り、出血は次第に全身に拡がっていった。死亡率は本実験期間中ではそれほど高くなかった。

回復実験 体に出血がはじまった魚を別の容器に移し、対照区の飼料を与えたところ、4 日目頃から食欲が増加し、出血斑も次第に消失し、約 2 週間外観的にはまったく正常に復し、体重の増加が著しくなった。

2. パントテン酸

要求量 体重 4 g 前後のコイをパントテン酸 (カルシウム塩) の添加量がそれぞれ異なった飼料 (乾燥飼料 100 g に対し 0, 5, 10, 20 および 28

Table 2. The deficiency symptoms observed on the young carp.

Deficient vitamin	Symptoms observed
Roboflavin	Hemorrhage in various parts of body, poor appetite, retarded growth, nervousness, and photophobia.
Pantothenic acid	Extremely poor growth, loss of appetite, sluggishness, exophthalmus, anemia, and hemorrhage of body surface.

mg) で6週間飼育した。その結果はパントテン酸の添加量が 5 mg 以上ではコイの成長および飼育魚肝臓のパントテン酸含量(新鮮組織 1 g 中 12.8~14.3 μ g) に有意の差を認めることができなかった。しかしパントテン酸を添加しない飼料で飼育されたコイは、成長が極端に悪く、肝臓のパントテン酸含量が低く(新鮮組織 1 g 中 3.7 μ g), また飼育魚に欠乏症状が現われた。次にふたたびパントテン酸含量がそれぞれ異なつた飼料で体重 2.8 g 前後のコイを6週間飼育し Table 3 の結果をえた。コイの成長は、パントテン酸の添加量が 3 mg の区と 28 mg の対照区の間ではほとんど差異を認めることができなかったが、1 mg 以下ではきわめて悪かつた。一方肝臓のパントテン酸含量は、添加量 3 mg の区の魚は対照区の魚と比較してわずかに低かつた。すなわち6週間の飼育の結果成長は、3 mg の区の魚は対照区と比較して劣らないが、

Table 3. The effects of dietary pantothenic acid level on growth response, mortality and pantothenic acid content in hepatopancreas of the carp after 6-week feeding.

Group*	Calcium pantothenate			Average weight		Mortality
	Addition**	Intake	Content in hepatopancreas***	Initial	Final	
	mg/100 g diet	mg/kg body weight/day	μ g/g	g	g	%
7	28	9.3	12.1	2.8	7.6	0
8	3	1.0	10.5	2.9	7.7	0
9	1	0.34	8.5	2.8	6.0	0
10	0.5	0.16	7.9	2.9	3.2	0
11	0.2	0.07	—	2.8	2.8	10

* 20 fish in each diet group.

** Calcium pantothenate content of the basal diet was analyzed to be 0.094 mg/100g.

*** Samples for analysis were pooled from 5 fish/group.

Fig. 2. Dietary pantothenic acid level and pantothenic acid content in hepatopancreas of the carp after 6-week feeding.

3 mg の添加量では肝臓のパントテン酸含量を対照区と同じにするにはやや不足しているようである。いま飼料 100 g 中のパントテン酸含量と飼育魚肝臓のパントテン酸含量との関係を図示すると Fig. 2 になる。Fig. 2 より肝臓のパントテン酸を対照区の魚と同じ含量にするに要する飼料のパントテン酸の最低含量は 4.5 mg 付近となる。以上の結果より本実験条件の下では、仔ゴイのパントテン酸要求量はカルシウム塩として飼料 100 g 中 3~4.5 mg すなわちコイの体重 1 kg に対し 1 日 1.0~1.4 mg と考えることができる。

欠乏症状 パントテン酸を添加しない飼料で飼育されたコイは、飼育 10 日目付近より食欲が低下し、運動が不活発となり体重の減少がおこった。魚は水の上層をゆつくり遊泳し、飼育日数の経過とともに体重が著しく減少した。5 週目頃より眼球の突出が目立ち、体に出血斑が見られる魚も出現し、また鰓が白く見えるほど貧血した魚や、かるいけいれんを起こした魚も見られた。しかしマス類で観察されているような鰓の形態の変化⁴⁾⁵⁾⁶⁾はコイでは見ることはできなかった。

以上の実験結果よりコイはすでに発表したビタミン B₆ の場合¹⁾と同様に、リボフラビンおよびパントテン酸の欠乏に対して鋭敏であることがわかった。実験条件は異なるが、コイのリボフラビン要求量は、PHILLIPS や HALVER らによる⁷⁾ニジマスやマスノスケのリボフラビン要求量より低く、パントテン酸は大体同じ程度であつた。

要 約

コイのリボフラビンおよびパントテン酸の要求量ならびに欠乏症状に関する実験を行なつた。コイの成長および肝臓中のビタミン蓄積量を基準として考えると、本実験条件のもとでは仔ゴイのリボフラビンおよびパントテン酸カルシウムの要求量は、体重 1 kg に対して 1 日にそれぞれ 0.23~0.33 mg および 1.0~1.4 mg であつた。また欠乏症状としてはリボフラビンの場合は体表面の出血が、パントテン酸の場合は体重の増加が極端に悪いことが最も顕著であつた。

本研究は農林漁業試験研究費の援助によつて行なつたものである。記して感謝の意を表明する。また実験に終始協力された天野秀臣、石田耕一、飯田全三、多戸聖司、寺谷直恭、山本勝行の諸氏ならびに実験魚の提供を受けた東京都水産試験場水元分場長に対し深謝の意を表明する。

文 献

- 1) 荻野珍吉: 本誌, **31**, 546~551 (1965).
- 2) J. E. HALVER and J. A. COATES: *Prog. Fish-Cult.*, **19**, 112~118 (1957).
- 3) 満田久輝: 実験栄養化学, pp. 217~220; 643~644, いずみ書房, 京都 (1961).
- 4) B. A. McLAREN, E. KELLER, D. J. O'DONNELL and C. A. ELVEHJEM: *Arch. Biochem.*, **15**, 169~185 (1947).
- 5) J. E. HALVER: *J. Nutrition*, **62**, 225~243 (1957).
- 6) E. M. WOOD and W. T. YASUTAKE: *Prog. Fish-Cult.*, **19**, 7~13 (1957).
- 7) 橋本芳郎・岡市友利: 魚類の栄養と養魚飼料 I, p. 55, 日本水産資源保護協会 (1965).