

## アノイリナーゼに関する研究

— コイ組織のビタミン B<sub>1</sub> 含有量におよぼす Disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体の影響 —

佐 藤 雅 子

Studies on Aneurinase

— Effect of Thiamine Disulfide Derivative on the  
Thiamine Content in the Tissues of the Carps —

Masako SATO

前報で<sup>1)</sup> ビタミン B<sub>1</sub> 分解酵素 (アノイリナーゼ) を保有するコイに B<sub>1</sub> 過剰食を投与すると飼育2カ月で筋肉の B<sub>1</sub> 濃度は約 1 mg%, 眼球は約 4 mg% に達し相当量の B<sub>1</sub> が体内に蓄積されることがわかった。

disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体は消化管からの吸収が良好であり<sup>2)3)4)</sup>, 体内貯留性が高い<sup>5)</sup> などの利点のほか B<sub>1</sub> 分解酵素の分解を<sup>6)7)</sup> をうけないことが報告されている。

今回は B<sub>1</sub> 分解酵素を保有するコイに disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体を投与し, 組織の B<sub>1</sub> 量におよぼす影響を検討したので報告する。

### 実 験 方 法

#### (1) 飼料組成

disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体は武田薬品の TTFD\*1)・HCl を使用した。Halver ら<sup>8)</sup> のビタミン試験飼料を一部変更したもの (Table 1) 乾物量 100 g に対し TTFD を B<sub>1</sub> 量として 5 mg, 50 mg, 500 mg になるように添加しそれぞれ B<sub>1</sub> 5 mg 添加飼料 (TTFD 5 mg Eq)\*2), B<sub>1</sub> 50 mg 添加飼料 (TTFD 50 mg Eq) B<sub>1</sub> 500 mg 添加飼料 (TTFD 500 mg Eq) とした。対照には B<sub>1</sub> HCl を同様に添加した。調製した飼料は冷凍保存し要時解氷して使用した。

魚の体重の 6~10% に相当する量を給飼量とし 1 日 2 回に分割して経口投与した。投与した飼料は完全に摂取するようにし, 残渣がみられる時は給飼量を調整した。

飼料転換効率は一定飼育期間中の体重増加量に対する飼料投与量を百分比であらわしたものである。

\*1) TTFD=Thiamine tetrahydrofurfuryldisulfide

\*2) Eq=Equivalent to B<sub>1</sub> HCl

## (2) 実験魚

水産試験場から入取した稚コイは薬浴後、 $B_1$  5 mg 添加の標準食で1週間飼育した後、正常飼育コイはそのまま  $B_1$  5 mg 添加の標準食で約1カ月継続飼育した。 $B_1$  欠乏飼育コイは  $B_1$  5 mg 添加の標準食で1週間飼育した後、組織の  $B_1$  の多寡に応じて  $B_1$  無添加食で2~2.5カ月飼育した。

飼育は100 l 容量の水槽に稚コイを15匹入れ、循環口過式 水温 23°C, 常時空気を送りながら行った。排泄物を除去するために飼料投与して2~3時間後、水槽の水を交換した。 $B_1$  500 mg 添加食の飼育は流水式で行った。

(3) 組織の  $B_1$  含有量の測定

飼料投与して約20時間後、肝臓、筋肉、眼球の総  $B_1$ 、遊離型  $B_1$  を測定した。組織の  $B_1$  浸出は硫酸浸出法<sup>9)</sup>、 $B_1$  定量はチオクロム法<sup>10)</sup>で行った。

## (4) 粗脂肪、粗蛋白質、水分の定量 常法で行った

Table 1. Composition of the Vitamin test diet.

Casein (Vitamin free)	38 g	Riboflavin	20 mg	Sodium chloride	173.1 mg
Gelatin	12	Pyridoxin HCl	5	Magnesium sulfate	545.3
Dextrin	28	Cholin chloride	500	Sodium biphosphate	347.1
$\alpha$ -Cellulose	9	Nicotinic acid	75	Potassium phosphate	954.4
Corn oil	7	Calcium pantothenate	50	Calcium biphosphate	540.1
Water	130	Inositol	200	Ferric titrate	118.2
		Biotin	0.5	Calcium lactate	1301.5
		Folic acid	1.5	Aluminium chloride	0.597
		Cyanocobalamin	0.01	Zinc sulfate	11.94
		Ascorbic acid	100	Cuprous chloride	0.398
		$\beta$ -Carotene	2.4	Manganous sulfate	3.184
		Calciferol	0.12	Potassium iodide	0.597
		Menadione	4	Cobaltous chloride	3.98
		$\alpha$ -Tocopherol	40		

## 実験結果

## I) 正常飼育コイ

(1)  $B_1$  500 mg 添加飼料 ( $B_1$  過剰食) 経口投与

$B_1$  5 mg 添加の標準食で約1カ月飼育後、3日間絶食させた一年魚のコイ (体重が大体同じもの) を3匹づつ2群にわけた。ビタミン試験飼料100 g に対し  $B_1$  量として500 mg になるように TTFD および  $B_1$  を添加した飼料を3 g づつ ( $B_1$  量6 mg) 1回経口投与し20時間後組織の  $B_1$  量を測定した。

その結果は Table 2 に示したように TTFD 添加群の組織の  $B_1$  量はいずれの場合にも、 $B_1$  添加群よりも高い値を示した。

次に上記のようにして調整した  $B_1$  500 mg 添加飼料を1日に2回3日間連続して経口投与し、

Table 2. Thiamine concentration in the tissues of the carps.  
(TTFD 500 mg Eq or B<sub>1</sub> 500 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Diet	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
	Total	Free	Total	Free	Total	Free
B <sub>1</sub>	0.187	0.003	0.315	0.006	3.87	3.67
TTFD	0.226	0.008	0.486	0.006	4.13	4.12

(administration; 6 mg Eq: once)

TTFD の大量投与効果を検討した。投与した B<sub>1</sub> 量は 12 mg/日, 200 mg/体重 kg/日になる。コイは B<sub>1</sub> 標準食で飼育後 B<sub>1</sub> 無添加食を 1 週間投与したものを 3 匹ずつ 3 群にわけ, TTFD 添加群, B<sub>1</sub> 添加群, B<sub>1</sub> 無添加群とした。

その結果は Table 3 に示したが, TTFD 添加群は B<sub>1</sub> 添加群に比べ肝臓, 筋肉の B<sub>1</sub> 量も高く, 特に眼球の B<sub>1</sub> はきわめて高い値を示し, また B<sub>1</sub> 無添加群と比較すると TTFD 添加群の B<sub>1</sub> 量は B<sub>1</sub> 無添加群の約 2 倍に相当する値であった。

Table 3. Thiamine concentration in the tissues of the carps.  
(TTFD 500 mg Eq or B<sub>1</sub> 500 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Diet	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
	Total	Free	Total	Free	Total	Free
B <sub>1</sub>	0.208	0.023	0.557	0.009	2.90	2.81
TTFD	0.357	0.016	0.603	0.012	5.23	5.13
none	0.195	0.014	0.334	0.012	2.46	2.42

(administration; 6 mg Eq: six times)

B<sub>1</sub> 500 mg 添加の過剰食を 1 回投与した場合よりも, 1 日 2 回, 3 日間連続投与した場合に TTFD 投与群の効果が大きかったことから, B<sub>1</sub> 大量投与時に TTFD の投与効果が大きくなることがわかる。

組織の B<sub>1</sub> 形態は肝臓, 筋肉では遊離型 B<sub>1</sub> の値は小さく結合型 B<sub>1</sub> の比率が高いが, 眼球の B<sub>1</sub> 形態は遊離型 B<sub>1</sub> の比率がきわめて高かった。disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体は消化管から吸収された後血液や組織で, 遊離型 B<sub>1</sub> に還元されることが人や<sup>11)</sup> ネズミ<sup>12)</sup> その他の動物<sup>13)</sup> で報告されているが, コイでも disulfide 型 B<sub>1</sub> を遊離型 B<sub>1</sub> に還元する還元系が存在するものと思われる。

TTFD 3 日間連続投与で眼球の B<sub>1</sub> 量は 5.2 mg% に達したが, 前回<sup>1)</sup> の B<sub>1</sub> 500 mg 添加の B<sub>1</sub> 過剰食を 3 カ月投与した実験で, 飼育 2 カ月後に眼球の B<sub>1</sub> 量は 4.2 mg% に増加するが, その後継続して 1 カ月飼育しても眼球の B<sub>1</sub> 量は増加しなかったことを考えると, TTFD の一部はそのままの形で血液から眼球に移行されたことも考えられる。

B<sub>1</sub> 多量投与時に排泄される B<sub>1</sub> をみると disulfide 型 B<sub>1</sub> は消化管からの吸収が良好であるため尿中に排泄される B<sub>1</sub> が増加し, B<sub>1</sub> 投与では消化管からの吸収に限界があるため糞中に排泄される

B<sub>1</sub>が増加する<sup>14)15)16)</sup> コイでも B<sub>1</sub> 多量投与時には尿中又は糞中に排泄される B<sub>1</sub> が増加することが考えられ、その上コイでは排泄物は飼育水中に排泄されるので排泄物の B<sub>1</sub> の影響が問題になる。

飼育水の B<sub>1</sub> 濃度が魚の組織の B<sub>1</sub> 量におよぼす影響をみるために、飼料は投与せず、毎日水替えをしその時 B<sub>1</sub> を添加しその中で体重約 15 g のフナを 4 週間飼育した。その結果は Table 4 のように飼育水の B<sub>1</sub> 濃度がきわめて高く (50 mg/l) その中で長期間 (4 週間) 飼育すると組織の B<sub>1</sub> 量は高くなり、特に肝臓の B<sub>1</sub> 量は異常に増加することがわかった。

本実験では 1 回に投与した最大 B<sub>1</sub> 量は 6 mg であり、投与 B<sub>1</sub> が 100% 排泄されたと仮定しても飼育水の B<sub>1</sub> 濃度は 0.2 mg/l であること、また飼料投与後、排泄物を除去するために換水または流水を行なったので実際には排泄 B<sub>1</sub> の影響はあまり考えなくてもよさそうである。

Table 4. Effect of thiamine concentration of feeding water on thiamine content in the tissues of the carps.

B <sub>1</sub> added mg/l	week	Hepato-pancreas	Muscle	Eye-ball
		Total B <sub>1</sub> mg/100 g		
0	1	0.072	0.223	3.16
	4	0.083	0.202	3.00
5	1	0.093	0.322	3.56
	4	0.537	0.278	6.14
50	1	0.298	0.288	4.74
	4	8.48	0.249	6.46

## (2) B<sub>1</sub> 50 mg 添加飼料 (B<sub>1</sub> 過剰食) 経口投与

B<sub>1</sub> 5 mg 添加の標準食で約 1 カ月飼育したコイを 15 匹ずつ 2 群にわけ、ビタミン試験飼料 100 g に対し B<sub>1</sub> 量として 50 mg になるように TTFD および B<sub>1</sub> を添加した飼料を 1 日 2 回、体重の 6% 相当量を 3 週間連続経口投与した。

飼育 3 週後の平均体重は Table 5 に示したが TTFD 投与群 47.6 g に対し B<sub>1</sub> 投与群は 39.3 g であり、TTFD 投与群の体重増加が大きかった。前回に比べ体重増加量が低かったが、両群共飼育はじめやや食欲不振で残渣がみられたので給飼量を体重の 6% 相当量に減らしたことが関係している

Table 5. Body weight and feed conversion. (TTFD 50 mg Eq or B<sub>1</sub> 50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

week	Diet	Body weight (g)	Body length (cm)	Feed conversion (%)
0	B <sub>1</sub>	35.0±1.9	14.2±0.1	—
	TTFD	36.3±1.1	14.2±0.2	—
3	B <sub>1</sub>	39.3±1.0	14.9±0.2	10.4
	TTFD	47.6±2.1	16.5±0.2	25.3

Table 6. Chemical composition of the carp muscle.

Diet	Moisture	Crude protein	Crude fat
		g %	
B <sub>1</sub>	79.1	20.4	0.2
TTFD	79.1	20.3	0.3

と思われる。飼育3週後の筋肉の粗脂肪，粗蛋白質，水分量を測定したが，両群ほとんど同じであり脂肪の増加もみられず，この期間の成長は正常であったと考えた。

飼育3週後の組織の  $B_1$  量を Table 7 に示した。短期間の飼育であったが両群共に組織の  $B_1$  量は増加し，筋肉の  $B_1$  量は TTFD 投与群 1.19 mg%， $B_1$  投与群 1.06 mg% であり筋肉の飽和  $B_1$  量と思われる値に達した。眼球の  $B_1$  量も TTFD 投与群 3.56 mg%， $B_1$  投与群 3.23 mg% でありきわめて高い値であった。筋肉や眼球の  $B_1$  量が  $B_1$  50 mg 添加飼料投与により増加したのに対し肝膵臓の  $B_1$  量の増加はあまりみられなかった。TTFD 投与群と  $B_1$  投与群を比較すると出発時の組織の  $B_1$  量がやや高く3週間飼育で両群共に筋肉，眼球の  $B_1$  量は飽和  $B_1$  量に近い値に達したこともあり両群の  $B_1$  濃度に大きな差はみられなかった。TTFD 投与群の体重増加が大きく，ここで飼育3週後の組織の  $B_1$  濃度 (mg%) と重量から組織の  $B_1$  含量 (mg) を算出し，同様に出発時の組織の  $B_1$  含量 (mg) を算出してこれらの差から飼育3週間に組織に保留又は貯蔵された  $B_1$  含量 (mg) を求めると Table 8 のようになり，TTFD 投与群の組織に蓄積された  $B_1$  量は  $B_1$  投与群のおよそ2倍に相当し，TTFD の投与効果が大きかった。組織の中では筋肉の蓄積量が大きかった。

Table 7. Thiamine concentration in the tissues of the carps.  
(TTFD 50 mg Eq or  $B_1$  50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Week	Diet	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
		Total	Free	Total	Free	Total	Free
0	$B_1$	0.125	0.003	0.260	0.003	2.29	2.30
	TTFD	0.125	0.003	0.260	0.003	2.29	2.30
3	$B_1$	0.166	0.007	1.06	0.014	3.23	3.25
	TTFD	0.189	0.004	1.19	0.014	3.56	3.56

Table 8. Accumulated thiamine in the tissues (mg).  
(TTFD 50 mg Eq or  $B_1$  50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Week	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
	$B_1$	TTFD	$B_1$	TTFD	$B_1$	TTFD
0	0.014	0.014	0.483	0.495	0.198	0.198
3	0.020	0.025	2.020	3.467	0.291	0.356
Accumulated	0.006	0.011	1.537	2.972	0.093	0.158

## II) $B_1$ 欠乏飼育コイ

### (1) $B_1$ 5 mg 添加飼料 ( $B_1$ 標準食) 経口投与

コイは  $B_1$  5 mg 添加の標準食で1週間飼育した後， $B_1$  無添加食で1カ月飼育した。組織の  $B_1$  量は減少したが減少率がやや小さかったので更に  $B_1$  無添加食で1カ月継続飼育した。2カ月の  $B_1$  無添加飼育により組織の  $B_1$  量は減少し特に筋肉の  $B_1$  減少は著しかった。(Table 11) この期間，コイはいわゆる平衡感覚の異常，けいれんなどの  $B_1$  欠乏症は示さなかったが，体重減少がみられた。このように  $B_1$  無添加食で2カ月飼育し  $B_1$  減少を示したコイを  $B_1$  欠乏飼育コイとし15匹ずつ2群にわけ，ビタミン試験食 100 g に  $B_1$  量として 5 mg になるように TTFD および  $B_1$  を添加し

た飼料を投与し、 $B_1$  回復効果を検討した。

体重の変化をみると Table 9, Fig. 1 に示したように両群共飼育はじめは飼料転換効率は低く体重増加もあまりみられなかったが、飼育5週目頃から徐々に体重は増加しはじめ、その後は正常な成長を示した。飼育15週の平均体重は TTFD 投与群 72.5 g に対し  $B_1$  投与群 66.2 g であり、TTFD 投与群の体重増加は  $B_1$  投与群に比して大きかった。また飼育15週後の筋肉の粗脂肪、粗蛋

Table 9. Body weight and feed conversion.  
(TTFD 5 mg Eq or  $B_1$  added to Halver's dry diet 100 g)

Week	$B_1$			TTFD		
	Feed conversion (%)	Body weight (g)	Body length (cm)	Feed conversion (%)	Body weight (g)	Body length (cm)
0	—	12.4±0.3	10.8±0.1	—	12.5±0.4	10.8±0.1
3	11	14.8±0.4	11.2±0.1	17	15.0±0.5	11.1±0.1
5	13	16.4±0.6	11.9±0.2	12	16.3±0.6	11.4±0.1
8	32	23.0±1.1	12.3±0.2	34	24.4±1.1	12.4±0.1
10	45	28.8±1.4	13.1±0.2	50	32.4±1.4	13.4±0.2
14	49	54.6±2.4	15.6±0.2	49	59.0±2.7	16.5±0.2
16	43	66.2±3.8	16.7±0.3	51	72.5±4.0	17.2±0.3

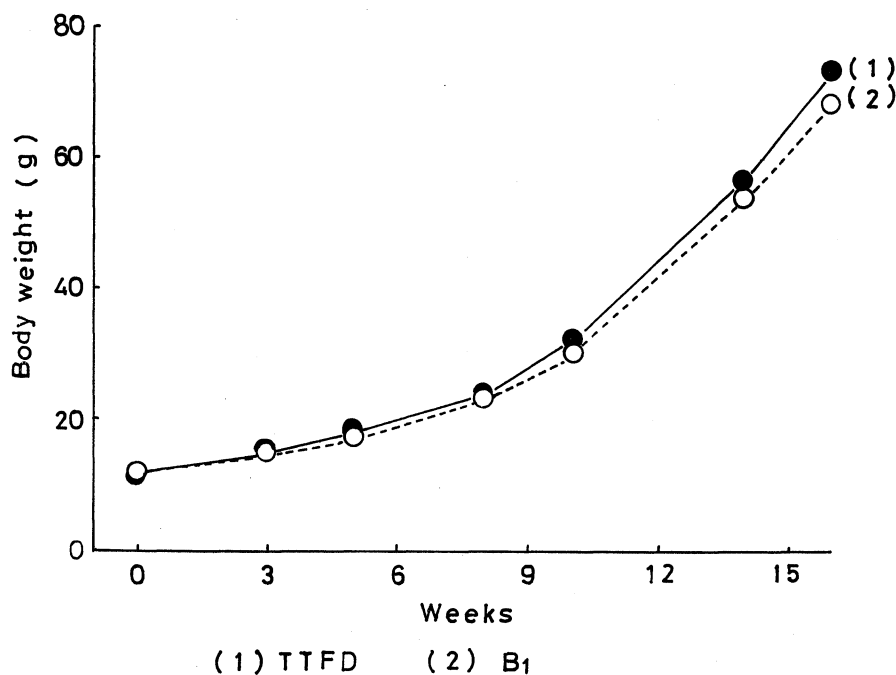


Fig. 1. Body weight curves ( $B_1$  5 mg).

Table 10. Chemical composition of the carp muscle.  
(TTFD 5 mg Eq or  $B_1$  5 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Diet	Moisture	Crude protein	Crude fat
$B_1$	79.4	g % 19.5	0.3
TTFD	79.1	19.4	0.3

白質、水分量は Table 10 のようであり、蛋白量も多く正常な成長であったと思われる。

組織の  $B_1$  量は Table 11, Fig. 2 示したが  $B_1$  5 mg 添加飼料の投与により、筋肉や眼球の  $B_1$  量が徐々に増加していることがわかる。飼育15週後の組織の  $B_1$  量をみると TTFD 投与群の筋肉は 0.890 mg%, 眼球は 3.36 mg% であり、一方  $B_1$  投与群の筋肉は 0.620 mg%, 眼球は 2.80 mg% であり、TTFD 投与群の  $B_1$  量は  $B_1$  投与群よりも高かった。肝膵臓の  $B_1$  量には大きな変動はみられなかった。

Table 11. Thiamine concentration in the tissues of the carps.  
(TTFD 5 mg Eq or  $B_1$  5 mg added to Halver's dry diet 100 g)

week	Diet	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
		Total $B_1$	Free $B_1$	Total $B_1$ mg/100 g wet tissues	Free $B_1$	Total $B_1$	Free $B_1$
0	$B_1$	0.051	0.009	0.017	0.006	1.73	1.75
	TTFD	0.051	0.009	0.017	0.006	1.73	1.75
5	$B_1$	0.041	0.014	0.210	0.009	2.11	2.10
	TTFD	0.052	0.013	0.295	0.009	2.29	2.25
10	$B_1$	0.035	0.013	0.239	0.011	2.47	2.47
	TTFD	0.055	0.013	0.405	0.012	2.83	2.81
15	$B_1$	0.081	0.010	0.620	0.011	2.80	2.80
	TTFD	0.103	0.007	0.890	0.014	3.36	3.33

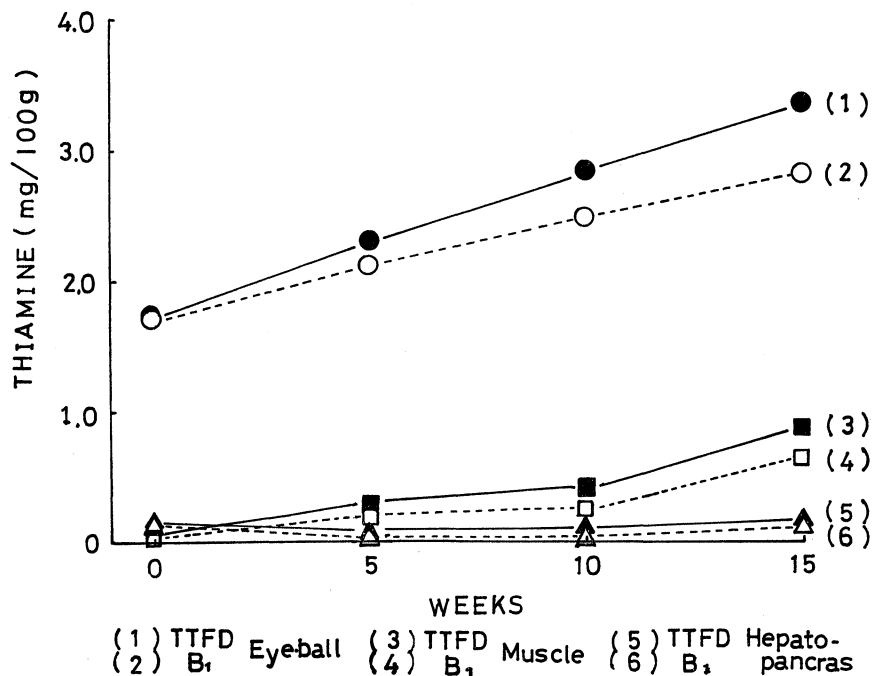


Fig. 2. Thiamine concentration ( $B_1$  5 mg).

(2)  $B_1$  50 mg 添加飼料 ( $B_1$  過剰食) 経口投与

コイは  $B_1$  5 mg 添加の標準食で1週間飼育後、 $B_1$  無添加食で2.5カ月飼育した。コイは  $B_1$  欠乏

症は示さなかったが体重減少がみられ、組織の  $B_1$  量も Table 14 のようにきわめて低い値を示した。 $B_1$  無添加食で2.5カ月飼育し  $B_1$  減少を示したコイを  $B_1$  欠乏飼育コイとして15匹ずつ2群にわけ、ビタミン試験飼料 100 g に対し  $B_1$  量として 50 mg になるように TTFD および  $B_1$  を添加した飼料を投与し、 $B_1$  大量投与時の回復効果を検討した。

体重の変化をみると Table 12, Fig. 3 に示したように飼育はじめは  $B_1$  5 mg 添加時と同じように体重増加はあまりみられなかったが、飼育3週目から体重は増加しはじめその後の体重増加量は大きかった。 $B_1$  50 mg 添加飼料 ( $B_1$  過剰食) 飼育では  $B_1$  5 mg 添加飼料 ( $B_1$  標準食) に比べ体重の回復も速やかであり、体重増加量も大きかった。飼育9週目の TTFD 投与群、 $B_1$  投与群の平均体重はそれぞれ 80.8 g, 68.8 g であり両群の間に大きな差がみられ、TTFD 50 mg 投与がコイの成長に効果があったことがわかる。飼育9週後の筋肉の粗脂肪、粗蛋白質、水分量は Table 13 に示した。

組織の  $B_1$  量の変化をみると (Table 14, Fig. 4) 飼育はじめの  $B_1$  量は長期間  $B_1$  無添加食で飼育したためきわめて低い値であったが、 $B_1$  50 mg 添加の飼料投与により組織の  $B_1$  は速やかに増加し

Table 12. Body weight and feed conversion.  
(TTFD 50 mg Eq or  $B_1$  50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Week	$B_1$			TTFD		
	Feed conversion (%)	Body weight (g)	Body length (cm)	Feed conversion (%)	Body weight (g)	Body length (cm)
0	—	21.6±1.2	12.9±0.2	—	19.7±0.9	12.8±0.2
2	11	23.7±1.1	13.1±0.2	16	22.8±1.1	13.1±0.2
3	27	27.0±1.6	13.4±0.2	28	25.8±1.2	13.4±0.2
5	28	32.3±0.2	13.8±0.2	37	37.5±1.6	14.3±0.6
7	43	51.1±6.9	15.7±0.6	45	60.6±5.5	16.7±0.5
9	40	68.8±9.1	17.3±0.6	43	80.8±7.0	18.1±0.5

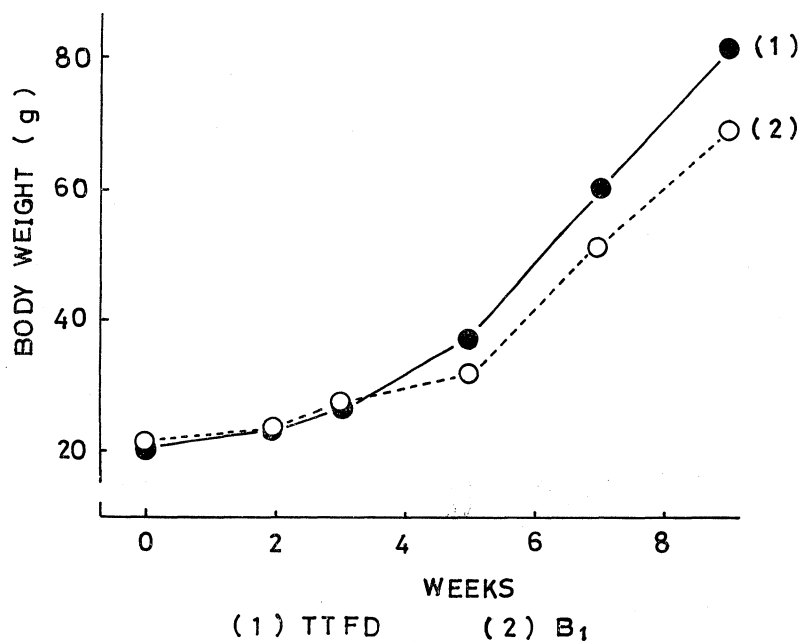


Fig. 3. Body weight curves ( $B_1$  50 mg).



Table 13. Chemical composition of the carp muscle.  
(TTFD 50 mg or B<sub>1</sub> 50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

Diet	Moisture	Crude protein	Crude fat
B <sub>1</sub>	79.1	g % 19.0	0.4
TTFD	79.3	19.5	0.5

た。9週目の組織の B<sub>1</sub> 量を比較すると TTFD 投与群では筋肉 0.798 mg, 眼球 3.84 mg% であり, 一方 B<sub>1</sub> 添加群は筋肉 0.537 mg, 眼球 3.27 mg% であり TTFD 投与群の B<sub>1</sub> 量はかなり高かった。TTFD 投与群の体重増加が B<sub>1</sub> 投与群に比して大きかったことを考えると TTFD 投与群には B<sub>1</sub> 投与群に比べ相当量の B<sub>1</sub> が体内に保留されたと思われる。肝膵臓の B<sub>1</sub> 量も増加したが高い値では

Table 14. Thiamine concentration in the tissues of the carps.  
(TTFD 50 mg Eq or B<sub>1</sub> 50 mg added to Halver's dry diet 100 g)

week	Diet	Hepato-pancreas		Muscle		Eye-ball	
		Total B <sub>1</sub>	Free B <sub>1</sub>	Total B <sub>1</sub> mg/100 g wet tissues	Free B <sub>1</sub>	Total B <sub>1</sub>	Free B <sub>1</sub>
0	B <sub>1</sub>	0.035	0.001	0.010	0.006	1.11	1.21
	TTFD	0.035	0.001	0.010	0.006	1.11	1.21
4	B <sub>1</sub>	0.177	0.004	0.116	0.011	1.98	1.98
	TTFD	0.188	0.005	0.119	0.015	2.51	2.51
9	B <sub>1</sub>	0.188	0.013	0.537	0.014	3.27	3.25
	TTFD	0.292	0.022	0.798	0.029	3.84	3.85

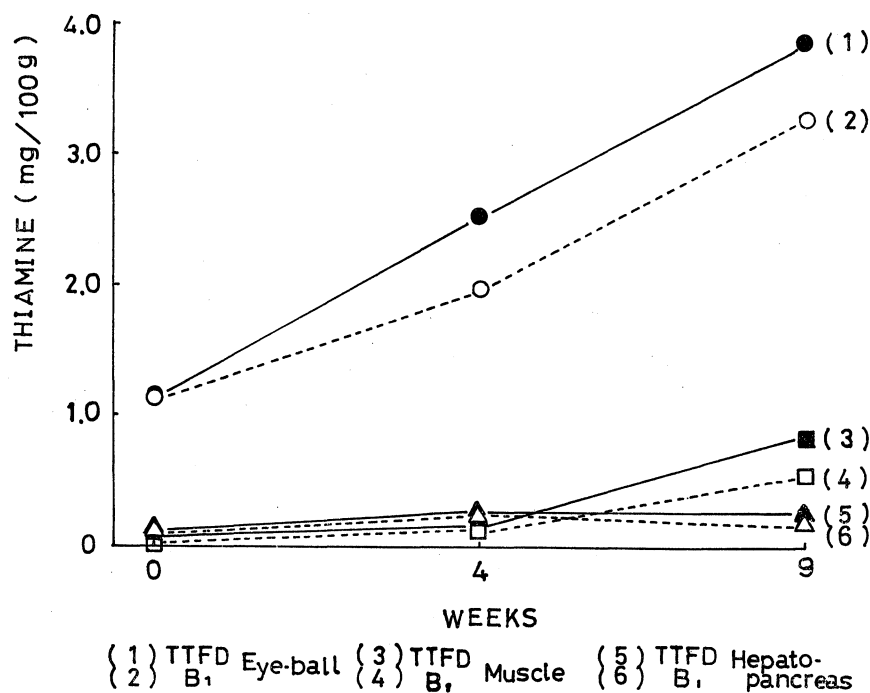


Fig. 4. Thiamine concentration (B<sub>1</sub> 50 mg).

なかった。

B<sub>1</sub> 5 mg 添加投与時に比べ B<sub>1</sub> 50 mg 添加飼料投与では体重の増加量も大きく、また組織の B<sub>1</sub> 増加も一層高かった。

コイの組織の B<sub>1</sub> 量におよぼす TTFD の影響をみると、TTFD 投与群は B<sub>1</sub> 投与群に比べ組織の B<sub>1</sub> 濃度は高く、また体重の増加も大きいので体内に保留される B<sub>1</sub> 量は多くなる。これらの現象は TTFD 投与量が多くなる程顕著であり、コイに対する TTFD の投与効果、特に大量投与時に投与効果が大きいことが確認された。B<sub>1</sub> 標準食で飼育したコイに対しても TTFD の投与効果は大きい、B<sub>1</sub> 欠乏あるいは B<sub>1</sub> 減少症のコイに TTFD を多量投与すると速やかに組織の B<sub>1</sub> 量が増加するので、B<sub>1</sub> 欠乏あるいは B<sub>1</sub> 減少のコイに対する TTFD の投与効果は一層大きくなる。

## 考 察

コイはビタミン B<sub>1</sub> 分解酵素を保有しているため、コイを生のままキツネに与えると B<sub>1</sub> 欠乏を起こし<sup>17)</sup>、in vitro でコイの組織のホモジネートに B<sub>1</sub> を添加すると添加 B<sub>1</sub> は分解される。<sup>18)19)</sup>

また B<sub>1</sub> 分解酵素を保有しない豚肉を長期間冷凍保存しても B<sub>1</sub> 減少はみられないが、コイの筋肉を冷凍保存すると B<sub>1</sub> は徐々に減少し、20°C 保存では速やかに B<sub>1</sub> は減少する<sup>9)</sup>。

前回<sup>1)</sup>の実験でコイに B<sub>1</sub> 無添加食を投与すると組織の B<sub>1</sub> は減少するが、B<sub>1</sub> 適量投与群では、徐々に B<sub>1</sub> 濃度は高くなり、また B<sub>1</sub> 過剰食投与では飼育2カ月後筋肉の B<sub>1</sub> 濃度は約 1 mg%、眼球では約 4 mg%に達し相当量の B<sub>1</sub> が体内に保留された。

村田ら<sup>20)21)</sup>はビタミン B<sub>1</sub> 分解耐熱性因子をシロネズミに投与しても体内の B<sub>1</sub> 代謝に影響をおよぼさないことを報告している。また Somogyi ら<sup>22)</sup>はヒトにコーヒーを多量に与えると尿中排泄 B<sub>1</sub> が低下すると報告している。

南条<sup>7)</sup>はワラビの B<sub>1</sub> 分解酵素が disulfide 型 B<sub>1</sub> である TPD におよぼす影響をシロネズミを用いて実験した結果 in vivo においても TPD は B<sub>1</sub> 分解酵素の影響を受けないことを報告している。

本実験では B<sub>1</sub> 分解酵素を保有するコイに disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体 TTFD を投与し TTFD の投与効果を検討した。TTFD 投与群は B<sub>1</sub> 投与群に比べ組織の B<sub>1</sub> 濃度は高く、体重の増加も大きいので体内に保留される B<sub>1</sub> 量は多くなる。これらの現象は TTFD 投与量が多い程顕著であり、コイに対しても disulfide 型 B<sub>1</sub> の投与効果が大きいことが確認された。一方 B<sub>1</sub> 添加群については TTFD 添加群に比べるとやや投与効果は低下するが、コイは十分に成長し組織の B<sub>1</sub> 濃度も高い値を示した。このようにコイに対しても disulfide 型 B<sub>1</sub> の投与効果が高かったのは、ヒトはじめ、他の動物にみられたように、disulfide 型 B<sub>1</sub> の消化管からの吸収が良好であり、かつ体内保留量が高いことのほかに B<sub>1</sub> 分解酵素に分解されないことも関係していると思われるが B<sub>1</sub> 投与群でも組織の B<sub>1</sub> 濃度はかなり高かったので、B<sub>1</sub> 分解酵素の生体内での作用機構と関連させて今後検討を加えたい。

## 結 論

ビタミン B<sub>1</sub> 分解酵素を保有するコイに disulfide 型 B<sub>1</sub> 誘導体 TTFD を投与し、肝臓、筋肉、眼球の B<sub>1</sub> 量を測定して次の結果を得た。

正常飼育コイに TTFD を大量投与すると (TTFD 500 mgEq) 組織の B<sub>1</sub> 濃度は B<sub>1</sub> 投与群よりも高くなり、また TTFD 50 mgEq 添加飼料で3週間飼育すると B<sub>1</sub> 投与群のおよそ2倍に相当する B<sub>1</sub> が筋肉はじめ眼球に蓄積された。

B<sub>1</sub> 減少コイに TTFD を投与すると B<sub>1</sub> 投与群に比べ組織の B<sub>1</sub> 濃度は高く、体重増加も大きかった。これらの現象は TTFD 5 mgEq よりも TTFD 50 mgEq 添加飼料投与時に顕著であった。

本研究にあたり、御指導いただいた鹿児島大学医学部 大保不二夫教授に感謝します。TTFD を提供していただいた武田薬品工業、実験に協力していただいた谷口康子、松崎洋子嬢に感謝します。

## 参 考 文 献

- 1) 佐藤雅子；鹿大教育学部紀要 27, 9 (1976)
- 2) 能勢善嗣, 河嶋新一郎, 斎藤純逸；ビタミン 24, 97, (1961).
- 3) 能勢善嗣, 河嶋新一郎, 斎藤純逸；ビタミン 29, 233 (1964).
- 4) 河嶋新一郎, 斎藤純逸, 岩島昭夫, 能勢善嗣；ビタミン 29, 563 (1964).
- 5) 系川嘉則；ビタミン 28, 568 (1963).
- 6) 渡辺 弘；ビタミン 6, 121 (1953)
- 7) 南条 久；ビタミン 9, 293 (1955).
- 8) J. E. Halver, J. A. Coates； Prog Fish Cult. 15, 112 (1957).
- 9) 佐藤雅子；鹿大教育学部紀要 25, 48 (1974).
- 10) 藤原元典；ビタミン 9, 148 (1955).
- 11) 池田 幸；ビタミン 40, 251 (1969).
- 12) 河野啓一, 野田和夫, 溝辺雅一, 内海 勇；ビタミン 41, 355 (1970).
- 13) 内海 勇, 河野啓一, 垣江喜明, 溝辺雅一；ビタミン 37, 264 (1978).
- 14) 矢野正夫；ビタミン 15, 606 (1958).
- 15) 矢野正夫；ビタミン 15, 613 (1958).
- 16) 竹内 勝, 麻生和雄, 清水晃一, 小林隆哉；ビタミン 26, 261, (1962).
- 17) Green R. G., W. E. Carlson & C. A. Evans； J. Nutrition, 23, 165, (1942).
- 18) 藤田秋治；ビタミン 7, 1 (1954).
- 19) 佐藤雅子；鹿大教育学部紀要 22, 28 (1971).
- 20) 早川史子, 村田希久；ビタミン 53, 55 (1979).
- 21) 村田希久, 早川史子；ビタミン 53, 151 (1979).
- 22) Somogyi J. C., Nægell U.; Inter. J. Vit. Nutr. Res. 46, 149 (1976).

(1979年10月15日 受理)

### Summary

Thiamine disulfide derivative, TTFD, and ordinary thiamine were administered orally to the carps which possess thiaminase. To 100 g of dry materials after Halver's direction were added 5 mg Eq, 50 mg Eq and 500 mg Eq of TTFD·HCl. The levels of thiamide in the hepato-pancreas, muscle and eye-ball were determined.

The amount of thiamine accumulated in these tissues of TTFD group was twice that of B<sub>1</sub> group when carps were fed on Halver's test diet containing TTFD 50 mg Eq or B<sub>1</sub> 50 mg.

On the thiamine deficient carps, the levels of thiamine in these tissues of TTFD group gave higher value than these of B<sub>1</sub> group.

These results suggest that the administration of TTFD is superior to that of B<sub>1</sub> group.