海産魚のチアミナーゼの I 研究—IV

カタクチイワシ投餌によるニジマス、タイの
成長と B₁ の添加効果^{*1}

石原 忠・保田 正人

(1974 年 4 月 16 日受理)

Studies on Thiaminase I in Marine Fish—IV

Effect of Thiamine on Growth of Rainbow Trout and Sea Bream Fed Anchovy

Tadashi ISHIHARA^{*2} and Masato YASUDA^{*2}

The effect of dietary thiamine nitrate on the growth of rainbow trout and sea bream fed raw anchovy was investigated. The thiamine used in this experiment was coated with fat in order to prevent its decomposition by thiaminase present in raw anchovy. The feeding periods were 118 and 20 days for rainbow trout and sea bream, respectively. In both species, the weight gain was greater in fish on a thiamine-supplemented diet than in those on a diet without the vitamin. In rainbow trout, the thiamine concentration in the liver of the latter group gradually decreased, while blood pyruvic acid levels increased. In young sea bream, the thiamine content in muscle of the thiamine-deficient group decreased to levels as low as 40% of the initial value.

Decomposition of the thiamine nitrate coated with fat was slow whereas that of the uncoated one was rapid.

ハマチ養殖餌料としてカタクチイワシを長期間与えると餌料性疾患を起こすことはよく知られており¹⁻⁴⁾, その原因が問題となっている。著者らは前報⁵⁾でカタクチイワシの水抽出液を配合飼料に混ぜてニワトリに与え続けると B₁ 欠乏を起こすことを確認し報告した。このことより魚類でもカタクチイワシを長期間与えると B₁ 欠乏を起こすことが予想されるので、ニジマス *Salmo gairdnerii irideus* マダイ *Chrysophrys major* をカタクチイワシ *Engraulis japonica* で飼育した場合および脂肪で被覆した B₁ を添加して飼育した場合について実験し若干の知見をえたので報告する。

実 験 方 法

供試魚 ニジマスは長崎水族館より入手した体重 116 g 前後のものを、マダイは長崎県西海町近海で漁獲した平均体重約 12 g のものを用いた。

飼育方法 ニジマスは長崎水族館の野外水槽 (6×2×0.4 m) を用い、1 水槽に 50 尾を放養し、初めの 1 週間は準備飼育として体重 100 g 当り 1 日 1.7 g の配合飼料を与えた。その後 1972 年 2 月 1 日より 118 日間飼育実験を行なった。流水量は約 250 l/hr, 給餌は 1 日 1 回とした。1 区にはカタクチイワシ (冷凍魚を -20°C に凍結保存し、使用時に解凍した) のミンチ肉を、2 区には B₁ 7.2 mg/100 g になるように B₁ 剤を添加して与えた。投餌量は 40 日までは体重 100 g 当り 6 g, 以後は 7.5 g で行なった。B₁ はカタクチイワシのチアミナーゼによる分解防止のためチアミン硝酸塩を脂肪でコーティングした被覆 B₁ 剤 (上野製薬株

^{*1} 本研究は昭和 47 年 10 月日本水産学会秋季大会 (高知) で講演発表した。

^{*2} 長崎大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Nagasaki, Japan)

式会社研究所に依頼試作，チアミン硝酸塩 20% 含有)の小麦粉 40 倍散を用い，ミンチ肉に加えた。なお実験は 119 日目に施設の事故により全魚死亡したため打ち切った。

マダイは長崎県西海町水の浦湾内で $2 \times 2 \times 1.4$ m のイケスを用い，各区 100 尾を放養し，漁獲後 2 日間は無投餌で，その後 1972 年 7 月 16 日より 20 日間飼育実験を行なった。給餌は 1 日 1 回行ない，1 区は冷凍カタクチイワシをミンチにして与え，2 区は被覆 B_1 剤の乳糖 30 倍散をミンチ 100 g に B_1 量にして 5 mg 含むように添加して与えた。1 日の投餌量は 5 日目まで各群 100 g，15 日目まで 150 g，以後は 200 g にした。

B_1 および血中ビルビン酸の定量 ニジマスは 1 回に各区投餌前の魚を 5 尾，タイは 8 尾について測定した。 B_1 は藤原^{6,7)}の BrCN 酸化によるチオクローム法により，ニジマスでは肝臓について，タイでは肉部を試料として測定した。血中ビルビン酸は清水の方法⁸⁾により，採血はニジマスの尾柄部を切断しヘパリン処理した試験管に取って行なった。なお測定前日の餌には B_1 を添加しなかった。

被覆 B_1 のチアミナーゼに対する安定性 チアミン硝酸塩および被覆 B_1 剤の乳糖 30 倍散をカタクチイワシのミンチ 100 g に対し，チアミン硝酸塩として 10 mg 加え，25°C に放置し B_1 の減少を調べた。なおカタクチイワシ中の B_1 量は添加 B_1 量に比べ非常に微量であるため無視した。

ニジマスの呼吸量の測定 九型水槽 (水 70 l) に，10 尾のニジマスを入れ，約 20 分間魚体に刺激を与えないように爆気した後，ベックマン溶存酸素計を用い溶存酸素の減少を経時的に測定し諸岡の方法⁹⁾により算出した。

実験結果

被覆 B_1 のチアミナーゼによる分解 カタクチイワシに B_1 を添加して餌料とする場合，カタクチイワシのチアミナーゼによる B_1 の分解が考えられ， B_1 の添加効果を期待するにはチアミナーゼに対する安定性が要求される。Fig. 1 にチアミン硝酸塩をカタクチイワシのミンチに添加した場合の分解率と時間の関係を示したが，無被覆の B_1 では分解が著しく速く，4 時間で残存率は 8% になり，摂取食物の胃，腸での滞留時間を考慮するとその添加効果はほとんど期待できない。しかし被覆 B_1 は 4 時間後でも 91% 残っており添加効果が期待できた。

ニジマスの実験 各回 10 尾の平均体重の変化を Fig. 2 に示した。60 日頃より両区の差が開き，最終測定日には 1 区 201 g，2 区 249 g となり B_1 添加区の成長が大きかった。この間の血中ビルビン酸および肝臓 B_1 量の変化を Fig. 3 に示した。 B_1 を投与した 2 区の肝臓 B_1 量は約 600 $\mu\text{g}/100$ g 前後で，あまり変動はなかったが，1 区では 109 日目で 335 $\mu\text{g}/100$ g に減少した。血中ビルビン酸量は肝臓 B_1 量とは逆に 1 区は 2 区よりも常に高値であった。

Fig. 4 には呼吸量を測定時の水温とともに示したが，経日的にみると両区とも魚体重当りの酸素消費量は減少した。これは魚体の成長や環境水温による影響のためであると考えられる。しかし両区間の差は著しく，1 区は常に 2 区よりも高値であった。

外観的变化は 70 日頃より 1 区中 3 尾の体色が黒味がかり群から離れるような状態となったが，その後も死亡までにはいたらなかった。また期間中 1 区で 2 尾，2 区で 1 尾死亡したが両区の餌料差に原因するものとは考えられず，また摂餌状態にも差はみられなかった。

マダイの実験 体重の変化および筋肉 B_1 量を Table 1 に示した。体重は総重量，総尾数より求めた。実験開始時にはカタクチイワシのみを与えた 1 区の体重が重かったが，10 日目でその差は縮まり，20 日目では逆転した。筋肉 B_1 量は 1 区では 20 日間の飼育で漁獲直後より約 40% 減少したのに対し，2 区では B_1 の添加量との関係も考えられるが明らかに増加した。飼育期間中の死亡は 1 区 1 尾，2 区 2 尾であったが，いずれも実験開始後 2 日目までに発生し，その状態から網ずれによるものと推定した。

考 察

ニジマスの実験池が本学より遠隔であったため毎日適切な水槽管理が行なえず，水槽壁に附着生物が繁殖

Fig. 1. Decomposition of thiamine by the thiaminase in anchovy. 10 mg of thiamine nitrate was added to 100 g of minced anchovy, and incubated at 25°C.

●: Thiamine nitrate
○: Thiamine nitrate coated with fat

Fig. 2. Change of body weight of rainbow trout.

●: Fed anchovy
○: Fed anchovy containing 7.2 mg of thiamine nitrate per 100 g

Fig. 3. Changes of thiamine concentration in liver and pyruvic acid concentration in blood of rainbow trout. (Mean and standard deviation) Symbols are same as in Fig. 2

Fig. 4. Change of oxygen consumption of rainbow trout. Symbols are same as in Fig. 2.

し、これらのものが餌の一部となることも考えられ、この意味では完全な飼育調整ができなかった。ニジマスについて PHILLIPS¹⁰⁾ や AOE¹¹⁾ が B₁ 欠乏による発育不良、食欲減退、黒変、平衡感覚の喪失などの発生を報告しているが、本実験では先の水槽管理上の問題や、炭水化物をもいくつか要求する¹²⁾ ニジマスに対し魚肉のみを与えたという餌料の問題もあり、典型的な B₁ 欠乏症の発生はみられなかった。しかし肝臓 B₁ 量の減少や血中ビルビン酸量の増加からみるとカタクチイワシの摂餌で B₁ 欠乏症の発現は十分予想されるものとする。

Table 1. Changes of body weight and thiamine concentration in muscle of sea bream
Group 1: Fed anchovy, Group 2: Fed anchovy containing 5 mg of thiamine nitrate
per 100 g

Group	Days	Body weight (g)	Growth rate (%)	Thiamine ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)
1	0	12.8	100	55.0 $\pm$ 10.5
	13	13.5	106	
	20	17.0	133	32.3 $\pm$ 12.5
2	0	11.0	100	55.0 $\pm$ 10.5
	13	12.7	116	
	20	17.7	161	89.0 $\pm$ 3.6

マダイの実験は 20 日間で打ち切りざるをえなかったが、ニジマスの場合と同様カタクチイワシのみの投与では体内 B_1 量は減少し、かつ B_1 投与区よりも成長は劣った。

以上のことより推定するとハマチのように摂餌量の非常に多い魚種にカタクチイワシだけの投餌を続けた場合は上記の傾向がさらに強く現われる可能性も考えられるので、カタクチイワシによるハマチの餌料性疾患に関して、チアミナーゼによる B_1 欠乏という観点からの研究が今後必要と思われる。

文 献

- 1) 岡 正雄: 魚病研究, **1**(2), 1-19 (1967).
- 2) 阿井敬雄・松原壮六郎・阿部勲雄: 静岡県水試研報, **4**, 67-87 (1971).
- 3) 藤井修正・水津洋志・松崎幸夫・松里寿彦: 山口県外海水試研報, **12**(4), 34-62 (1972).
- 4) 北島 力・橋本俊将・松里寿彦・佐藤正明: 広島水試昭和 44 年度指定調査研究 魚病研究報告書 (1970).
- 5) 石原 忠・紀成尚志・保田正人: 本誌, **40**, 309-316 (1974).
- 6) 藤原元典: ビタミン, **9**, 148-155 (1955).
- 7) M. FUJIWARA and K. MATSUI: *Anal. Chem.*, **25**, 810-812 (1953).
- 8) 清水泰二: 医学と生物学, **17**, 102-105 (1950).
- 9) 諸岡 等: 水産研究叢書, **14**, 活魚輸送 5-18 (1967).
- 10) A. M. PHILLIPS, Jr. and D. R. BROCKWAY: *Prog. Fish-Cult.*, **19**, 119-123 (1957).
- 11) H. AOE, I. MASUDA, T. MIMURA, T. SAITO and A. KOMO: *This Bull.*, **35**, 459-465 (1969).
- 12) 水産養殖ハンドブック, 編集大島泰雄, p 236-238, 水産社.