

ヒラメ養殖に関する研究—Ⅳ

マイワシ投与時の総合ビタミン剤及び酸化防止剤の 添加効果について

高橋哲夫・吉島重鉄[※]・井上進一^{※※}・早川弘和

はじめに

前報¹⁾でイカナゴ、マサバ、カタクチイワシおよびマイワシをそれぞれ単体でヒラメに投与し、餌料効果を調べたところ、カタクチイワシとマイワシでは餌料障害を起こし、歩留りが悪く、単体での餌料化は望めないことを確認した。また、前々報²⁾でカタクチイワシに総合ビタミン剤を添加すると餌料価値が高くなり、ヒラメへの餌料化が有望となったことから、今回、マイワシ生餌料に総合ビタミン剤ならびに酸化防止剤を添加し、成長、歩留り、供試魚筋肉中のビタミンB₁蓄積量、血液性状ならびに供試魚筋肉中の脂肪酸組成などの面から餌料効果を検討した。

試験は、前段で本試験を行ない、試験の途中で死亡魚が続出した時点で回復試験に切り替え、歩留りと総合ビタミン剤添加による効果を比較した。

報告に先立ち、試験計画の作成から終了まで種々ご指導を賜った日清製粉株式会社中央研究所青江弘博士ならびにいろいろとご協力をいただいた同所天野高行研究員および第一製薬株式会社中央研究所樋口富美子、網野圭子所員らに厚く感謝の意を表します。

材料と方法

(1) 供試魚

人工種苗をカタクチイワシに総合ビタミン剤添加餌料で飼育した平均全長22.7cm(範囲16.6~30.5cm)、平均体重132g(範囲45~310g)の大きさのものを用いた。

(2) 供試添加剤

用いた添加剤は総合ビタミン剤と酸化防止剤で、総合ビタミン剤は前々報²⁾で用いたものと同じ(日清製粉株式会社製アクアプラスM1)で、酸化防止剤はビタミンCを10%含有する天然没食子酸に展着剤を加え

た製剤(第一製薬株式会社製水産用ダイベツ)などである。

(3) 試験区

試験を二つに分け、前段で本試験を実施し、死亡魚が続出した時点から回復試験に切り替え、総合ビタミン剤の添加効果を裏付けるために歩留りとの関係をみる試験を設定した。

本試験に用いた区は4区で、マイワシを基本餌料としそれに添加剤を組み合わせた。組み合わせは次のとおりである。

- 1区:マイワシ(単体)
- 2区:マイワシ+総合ビタミン剤
- 3区:マイワシ+酸化防止剤
- 4区:マイワシ+酸化防止剤+総合ビタミン剤

また、回復試験に用いた区は、本試験の1区の供試魚を2等分して二つの区を設け、マイワシ単体区と総合ビタミン剤添加区として歩留りの差を比較した。その他の区は本試験で用いたものを継承した。各区の組み合わせは次のとおりである。

- 1-1区:マイワシ(単体)
- 1-2区:マイワシ+総合ビタミン剤
- 2区:マイワシ+総合ビタミン剤(本試験と同じ)
- 3区:マイワシ+酸化防止剤(本試験と同じ)
- 4区:マイワシ+酸化防止剤+総合ビタミン剤(本試験と同じ)

(4) 供試餌料と給餌料

基本餌料のマイワシは、千葉県産マイワシ(小羽イワシ)の冷凍品で、これを一定の大きさに切断し、酸化防止剤無添加区(1, 2区用)と、その場で酸化防止剤を1%添加した区(3, 4区用)に分けて14日分を作り、-18℃の冷凍庫に保存した。そして給餌直前にこれらの餌料を必要量取出して、半解凍状態で1,

※ 日清製粉株式会社中央研究所

※※ 第一製薬株式会社中央研究所

3区はそのまま, 2, 4区には総合ビタミン剤を給餌量の5%量を添加して直ちに給餌した。

酸化防止剤ならびに総合ビタミン剤の添加割合は表1に, 調餌手順を図1に示した。

なお, 給餌率は摂餌状態を観察しながら増減をしたが, 目安として3~5%の範囲とした。

表1 投与マイワシに対する添加剤の割合

添加剤	単位	試験区			
		1区	2区	3区	4区
酸化防止剤	(%)	0	0	1	1
総合ビタミン剤	(%)	0	5	0	5

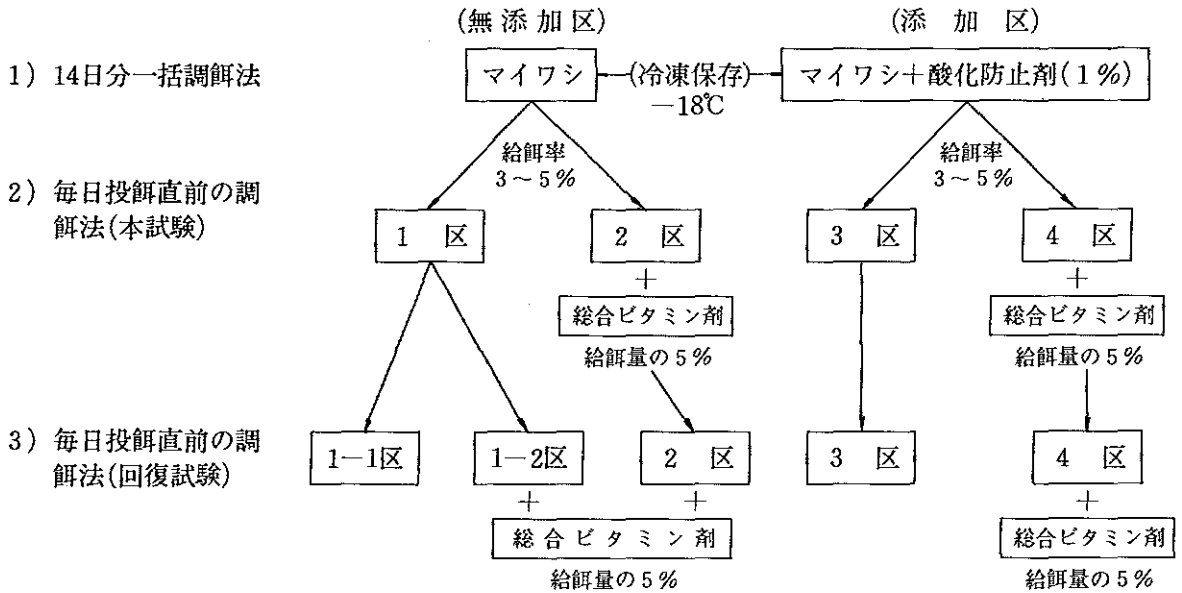


図1 試験餌料の調整法

5) 放養量

本試験に用いた試験区別の放養量は表2, 回復試験に用いた試験区別の放養量は, 本試験の供試魚を引継ぎ使用し表3に示したとおりである。

表2 本試験に用いた試験区別放養量

項目	単位	試験区			
		1区	2区	3区	4区
放養尾数	(尾)	100	100	100	100
放養重量	(kg)	12.9	12.8	12.9	14.3
平均体重	(g)	129	128	129	143

表3 回復試験に用いた試験区別放養量

項目	単位	試験区				
		1-1区	1-2区	2区	3区	4区
放養尾数	(尾)	29	30	82	47	83
放養重量	(kg)	8.0	7.9	21.3	14.5	25.6
平均体重	(g)	275	263	259	308	308

(6) 飼育水槽

試験に用いた水槽は, 前々報²⁾で使用したものと同一FRP養魚槽(外径寸法1,160×2,500×700,内面の色彩が淡青色)で, 水深を50cmとし, 水量が約1.0m³である。

(7) 注水量

試験期間中に使用した飼育海水は, 当地地先から揚水した浜過海水であり, 注水量は各区とも14~15%で1日20回の割合いで換水されるよう注水した。

(8) 測定項目と方法

試験餌料貯蔵中のPOV変化: 酸化防止剤無添加と添加餌料について, 貯蔵中に起るマイワシのPOVを調餌直後(0日目), 貯蔵1日目, 3日目, 7日目および11日目の5回にわたって測定した。

POVの測定は, Folch法によって脂質を抽出し, その脂質について「基準油脂分析試験法」にしたがって分析した。

血液性状ならびに比肝重: 血液性状は, 飼育85日目(1/5), 199日目(1/2), 232日目(1/4)および270日目(1/2)に各区から任意に5尾ずつ取り上げて検査した。

供試魚は摩酔せず, EDTAを凝固防止剤として使用した真空採血管で, 供試魚の尾柄部血管から採血し, ヘモグロビン量(以下Hbと略記, A. D.ヘモグロビンメーターにて測定), ヘマトクリット値(以下Htと略記, 毛細管法で測定)および血漿蛋白量(以下Tpと略記, 屈折計で測定)をそれぞれ測定した。

なお, 採血後の供試魚は, 体重, 全長を測定した後

肝臓を採取し、肝臓重量を測定して比肝重を求めた。

また、85日目および199日目の供試魚では背部筋肉を採取し、凍結保存して脂肪酸組成の分析に供試した。

供試魚筋肉中の脂肪酸組成：脂肪酸組成の分析に供した検体は、飼育85日目と199日目のものについて、血液性状を測定した後、供試魚の背部筋肉で、酸分解・ガスクロマト法により測定した。分析は財団法人・日本冷凍食品検査協会へ依頼して行なった。

供試魚筋肉中のビタミンB₁：ビタミンB₁（サイアミン塩酸塩として）の分析に供した検体は、試験開始時、85日目、232日目および回復試験が終了した260日目(1/2)、また、天然ヒラメは千葉県九十九里海域で、1984年2月10日に漁獲されたものをそれぞれ冷凍保存して供試した。

分析は、冷凍保存したヒラメの背肉（皮、骨および血合肉を除いた）を用い、チオクローム蛍光法で行なった。なお、分析は財団法人・日本食品分析センターへ依頼して行なった。

魚体測定：供試魚の魚体測定は、試験開始時と終了時に各区の総重量と尾数を、同時に各区から任意に選んだ30尾について全長、体高および体重を測定した。

また、試験中4週ごとに、各区の総重量と尾数を計測して平均体重と歩留りを求めた。

(9) 試験期間

試験を行なった期間は、1983年10月17日から1984年7月2日までの260日間で、このうち本試験を1983年10月17日から1984年6月4日までの232日間、回復試験を6月5日から7月2日までの29日間である。

結果と考察

マイワシに酸化防止剤と総合ビタミン剤を組合せて添加した生餌料で260日間ヒラメを飼育した結果は、表4に、その期間中の旬別平均水温を図2に示した。

(1) 成長について

4週目ごとに各区の全魚を取り上げて求めた月別平均体重の変化を示したのが図3で、個体増重は2.1~2.3倍の範囲で、成長の順位は3区>1区=2区=4区となっていた。増重比でみると2区>4区>1区>3区となり2区と4区が2倍に増重していた。

また、日間成長率を区ごとに比較すると、2区=4区>1区>3区の順で2区と4区で成長率は高く、増重比と同じ傾向を示した。すなわち、総合ビタミン剤の添加区が無添加区に比して成長がよかったことからこの効果が現れているのではないかと考えられる。

(2) 歩留りにについて

表4 I~Ⅷ期の総合飼育結果（本試験）

項目	単位	試験区			
		1区	2区	3区	4区
飼育期間		1983・10.17~1984・6.4			
飼育日数(日)		232	232	232	232
放養尾数(尾)		100	100	100	100
取り上げ尾数(尾)		80	99	67	100
尾数歩留(%)		80	99	67	100
放養重量(kg)		12.9	12.8	12.9	14.3
取り上げ重量(kg)		21.7	26.6	19.6	29.9
増重量(kg)		8.8	13.8	6.7	15.6
補正増重量(kg)		13.3	13.9	13.8	15.6
増重比(倍)		1.7	2.1	1.5	2.1
放養時平均体重(g)		129	128	129	143
取り上げ時平均体重(g)		271	269	293	299
個体増重比(倍)		2.1	2.1	2.3	2.1
投餌量(kg)		127.7	129.6	113.7	141.5
残餌量(kg)		50.2	49.9	48.2	55.1
補正投餌量(kg)		77.5	79.7	65.5	86.4
飼料効率(%)		※69	70	84	72
増肉係数		5.8	5.7	4.7	5.5
日間給餌率(%)		2.58	2.68	2.19	2.60
日間成長率(%)		0.224	0.318	0.182	0.317

※乾物換算値

4週ごとに測定した本試験の歩留りを表4および図4に示した。それによると、歩留りは1区が80%、2区が99%、3区が67%、4区が100%で、4区>2区>1区>3区の順となっていた。死亡魚がめだちはじめたのは、3区では113日(%)以降で、1区では199日(%)以降であった。死亡魚の多くは外観上異常がないが、前報¹⁾で報じたものと同じ有眼側の体表に潰瘍症状が認められたものもあった。

添加剤と歩留りとの関係を見ると、総合ビタミン剤添加区で歩留りが高く、無添加区で悪くなっていたが、もっとも悪かった3区は酸化防止剤を添加した区であった。ここで、餌料貯蔵中のマイワシのPOVの変化をみると図5に示したとおりで、無添加区では126.5→330.6^{meq}/kgに、添加区では31.0→206.0^{meq}/kgと増加し、無添加区は添加区の62%増となっていた。

POVの増加は、どちらも同じ傾向を示しているが、無添加区では冷凍イワシを細断直後から増加しはじめ、11日間の貯蔵中で330.6^{meq}/kgに増えていた。増加率では添加区の方が高いが、11日間の貯蔵中の値は小さくなっている。死亡率では添加区の方が無添加区に比して高い傾向を示しているが、POVの増加した餌料は総合ビタミン剤添加区でも同じように供試魚が摂取しているので、歩留りを悪くしているのはPOVの増加

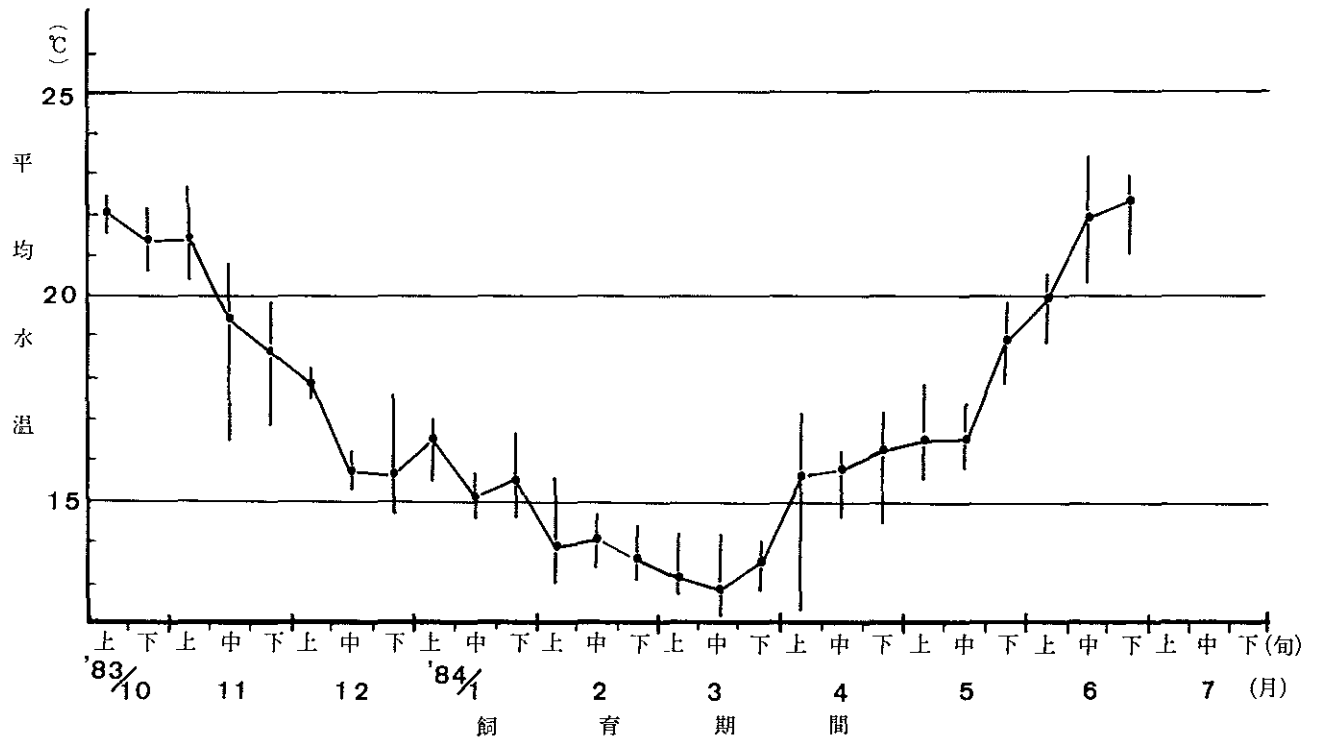


図2 飼育期間中における平均水温の変化

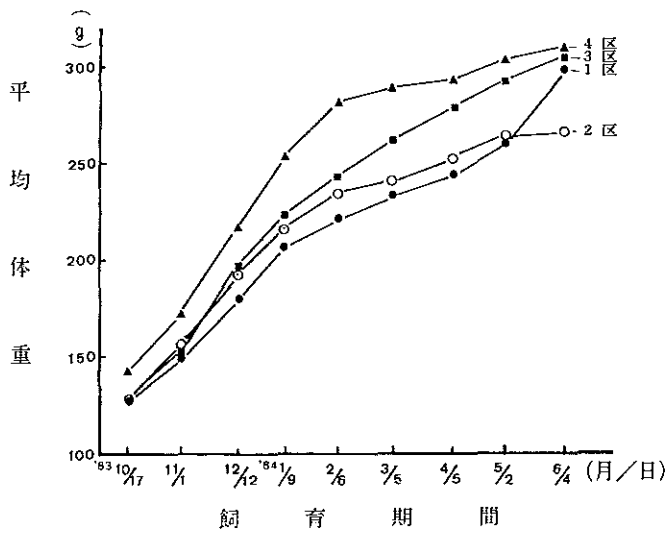


図3 飼育期間中における平均体重の変化

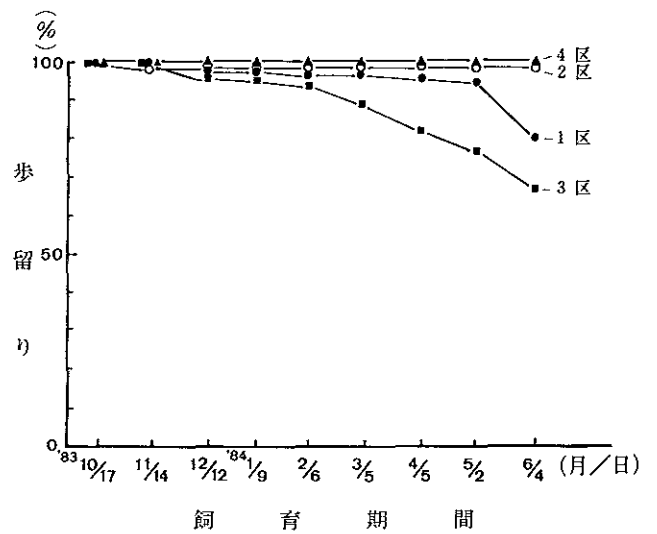


図4 飼育期間中における歩留りの変化

よりも総合ビタミン剤の影響の方が大きくかかわっているものと考えられる。

すなわち、その影響とは回復試験の結果がよく示している。表5に示したように、1-1区と1-2区での29日間の比較では1-1区が歩留り52%に対して、1-2区は酸化防止剤が添加されていないにもかかわらず、総合ビタミン剤を添加することによって急速に歩留りが向上して100%と良い結果を示した。しかし、総合ビタミン剤を添加しないまま飼育を継続した3区は、いぜん死亡率が高く、回復試験では51%と低い歩留りを示した。

これら本試験と回復試験の結果からマイワシ餌料の歩留りに関する評価をすると、POVの増加がみられたけれども総合ビタミン剤添加によって著しく高い歩留りを示すことが判明し、歩留り悪化はある種のビタミン欠乏症に起因するものと考えられる。しかし、ビタミンのどの因子が効果的に働いているかについては、今回の試験からは推定できなかったため、今後の試験で明らかにしたいと考える。

なお、カタクチイワシとマイワシを単体で投与した場合に死亡率が高まる給餌日数を推定すると、前報¹⁾

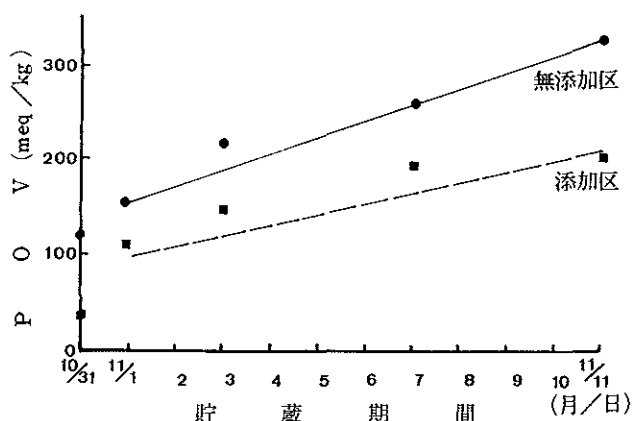


図5 貯蔵中におけるマイワシのPOVの変化

では85日ごろからと報じたが、今回の試験では3区で113日目ごろ、1区で199日目ごろから死亡がめだつた。摂餌量の比較からみて、前報¹⁾の方が水温が高い時期の試験であったため、今回のように低水温期に向う試験では摂餌量が少なく、発病に至る経過日数が長くなっ

たのではないかと思う。換言すれば、カタクチイワシやマイワシなどを餌料とする場合に、発病に至る一定の成長倍率がほぼ決まっているのではないかと考えられる。

森実ら³⁾は、ヒラメにカタクチイワシを単体で投与して61日間の飼育試験を行ない、この期間ではビタミンB₁欠乏症が認められなかったと報じているが、筆者らの試験からみる限り、この期間での餌料価値を判定するには期間が短すぎるのではないかと考えられる。

(3) 供試魚筋肉中のビタミンB₁蓄積量について

供試魚筋肉中のビタミンB₁(サイアミン塩酸塩)の蓄積量について試験開始時(カタクチイワシ生餌料に総合ビタミン剤を3%添加して飼育したもの。以後これを養殖群と呼ぶ)、85日目、232日目および260日目の4回と、天然ヒラメなどを用いて調査した。その結果は表6に示したとおりである。

開始時のビタミンB₁量は、平均値で0.20mg/kg、85日目では平均値で1区が0.13mg/kg、2区が0.50mg/kg、

表5 マイワシ単体区を用いた回復試験結果(6/4~7/2, 29日間)

試験期間	項目	単位	試験区				
			1-1区	1-2区	2区	3区	4区
開始 59.6.4	放養重量	(kg)	8.0	7.9	21.3	14.5	25.6
	放養尾数	(尾)	29	30	82	47	83
	平均体重	(g)	275	263	259	308	308
終了 59.7.2	取り上げ重量	(kg)	4.2	8.5	22.1	7.5	25.6
	取り上げ尾数	(尾)	15	3.0	82	23	83
	平均体重	(g)	280	283	269	326	308
	期間死亡魚	(尾)	14	0	0	24	0
	歩留り	(%)	52	100	100	51	100

表6 供試魚筋肉中のビタミンB₁分析結果

試験区	供試年月日	平均体重(g)	平均全長(cm)	肥満度※1	筋肉中水分(%)	筋肉中脂質(%)	V. B ₁ (サイアミン塩酸塩として)		備考
							平均値 mg/kg	範囲 mg/kg	
試験開始時	1983.10.17	129.4	23.3	10.20	76.3	1.3	0.20	0.18~0.21	n=5
1区	1984.1.9 (85日目)	226.0	28.0	10.30	75.5	1.8	0.13	0.11~0.14	n=5
2区		233.6	27.7	11.00	75.2	1.8	0.50	0.49~0.51	
3区		228.0	24.8	14.90	75.6	2.0	0.15	0.16~0.13	
4区		236.0	27.6	11.20	75.1	2.2	0.52	0.36~0.68	
1区	1984.6.4 (終了時) (232日目)	317.0	30.4	11.30	—	—	※2 ND	—	n=5
2区		284.0	29.8	10.70	—	—	0.58	0.50~0.70	
3区		272.8	29.0	11.20	—	—	ND	—	
4区		313.6	30.3	11.60	—	—	0.62	0.50~0.90	
1-1区	1984.7.2 (回復試験終了時) (260日目)	276.0	29.0	11.30	—	—	ND	—	n=5
1-2区		270.0	30.0	10.00	—	—	ND	—	
2区		294.0	29.5	11.50	—	—	0.54	0.40~0.60	
天然ヒラメ (九十九里海域)	1984.2.10 採捕	690.0	40.5	10.40	75.4	1.9	0.27	—	n=1

※1 肥満度 = $\frac{B.W(g)}{TL^3(cm)} \times 1.000$

※2 ND: 検出限界値以下(検出限界0.1mg/kg)

3区が0.15^{mg}/kgそして4区が0.52^{mg}/kgであった。また、232日目では平均値で1区と3区がND、2区が0.58^{mg}/kg、4区が0.62^{mg}/kgであった。これらを開始時からみると、85日目の総合ビタミン無添加区が減少しているに対して添加区では増加の傾向を示し、232日目になると無添加区ではさらに減少し、ついにはNDとなってしまうのに対し、添加区では若干の増加があるものの著しい増加とはなっていない。これは、養殖群は3%の添加量であったのに対し、本試験では5%の添加量という差がこのように現われたと考えられる。

一方、無添加区では開始時に蓄積されていたビタミンB₁がマイワシ単体のため逆に消費され、232日目での測定でNDとなっていたが、それ以前にすでに欠乏がみられ、へい死との関連性があるのではないかと考えられる。

回復試験の結果では1-1区、1-2区ともNDであったが、2区では0.54^{mg}/kgとほぼ一定したレベルを保っていた。1-1区、1-2区ともNDであるが、歩留りから

みて、1-2区ではビタミンB₁がすでに歩留り向上に役立つ量が補給されたと解釈されるが、その数値については検出限界値が0.1^{mg}/kgという値のため微量についての説明は困難である。

さらに、天然ヒラメのビタミンB₁蓄積量は、1例であるが、0.27^{mg}/kgと養殖群に近い値であったことから推察すると、3%の添加量でヒラメに必要なビタミンB₁が補給されると思われるが、なお今後の試験で添加量と蓄積量との関係を把握し、歩留り向上のための必要量を追究したいと考える。

いずれにしても、ビタミンB₁を指標としてみた場合に、総合ビタミン剤中のB₁がマイワシ餌料化に大きくかかわっていることが明らかとなったが、それではビタミンB₁だけでよいのかという問題には他の因子についても試験する必要があると思われる。

(4) 血液性状について

血液性状の測定結果を表7,8,9,10に、体表に潰瘍症状のあった異常個体についての測定結果を表11,12に示した。それらの測定結果のうちHb, Ht, Tpおよび比

表7 試験開始から85日目におけるヒラメの血液性状 (n=5)

(1984.1.9測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1区	208±52	26.8±2.1	—	—	7.5±0.3	28.3±4.7	—
2区	275±54	29.1±1.5	—	—	7.4±0.8	28.8±4.1	—
3区	218±84	26.7±3.5	—	—	7.5±0.9	28.4±4.3	—
4区	186±62	25.7±2.5	—	—	7.7±0.5	28.3±2.7	—

表8 試験開始から199日目におけるヒラメの血液性状 (n=5)

(1984.5.2測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1区	275±124	29.2±3.4	3.4±1.7	1.22±0.24	7.8±0.9	27.8±5.3	7.4±1.0
2区	320±47	31.2±1.4	3.5±0.7	1.09±0.12	8.5±0.7	30.9±2.1	7.6±0.7
3区	287±73	30.1±1.8	3.7±2.0	1.22±0.38	7.8±0.4	28.5±3.3	6.3±1.3
4区	312±74	30.5±2.1	4.1±1.2	1.30±0.08	8.0±0.2	34.0±3.0	8.6±1.0
養殖群	261±53	29.5±1.8	4.5±0.5	1.79±0.20	8.1±0.8	39.9±9.1	8.7±1.2

養殖群：試験とは別にカタクチイワシ+総合ビタミン剤で飼育したヒラメ

表9 試験開始から232日目終了時におけるヒラメの血液性状 (n=5)

(1984.6.4測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1区	317±70	30.4±2.1	3.0±0.6	0.98±0.14	8.5±0.3	36.1±3.4	6.9±0.7
2区	284±44	29.8±1.4	2.4±0.4	0.86±0.17	7.4±0.8	30.1±0.6	6.0±0.8
3区	273±71	29.0±2.6	2.9±1.1	1.03±0.17	7.8±1.3	31.5±2.0	6.4±0.8
4区	314±50	30.3±1.7	3.0±0.5	0.97±0.17	8.2±0.3	35.8±2.3	6.6±0.6

表10 回復試験終了時(試験開始から270日目)におけるヒラメの血液性状 (n=5) (1984.7.12測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1-1区	233±60	27.9±2.3	1.9±0.6	0.78±0.12	7.6±1.3	30.4±6.5	5.4±0.9
1-2区	249±47	28.0±1.6	3.4±1.1	1.30±0.26	8.0±0.4	30.6±2.0	6.1±0.3
2区	225±19	28.0±0.7	2.3±0.8	1.01±0.35	9.0±0.8	33.2±3.2	6.4±0.8
3区	281±74	30.0±2.3	3.5±1.3	1.21±0.29	7.6±0.7	32.1±5.1	6.6±0.8
4区	225±44	27.8±1.3	2.0±0.5	0.88±0.18	8.1±1.1	32.0±3.4	6.7±1.0

表11 試験中に発生した異常魚(開始から186日目)の血液性状 (n=2) (1984.4.19測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1区	269	29.6	—	—	6.1	26.8	4.4
3区	261	29.7	—	—	7.3	29.4	5.8
養殖群	307	30.4	—	—	8.2	39.5	9.7

表12 試験中に発生した異常魚(開始から199日目)の血液性状 (n=2) (1984.5.2測定)

試験区	測定項目						
	体重(g)	全長(cm)	肝臓重量(g)	比肝重(%)	Hb (g/dl)	Ht (%)	Tp (g/dl)
1区	197	26.9	2.8	1.38	7.6	28.0	6.4
3区	276	29.8	3.6	1.26	6.8	28.4	5.7

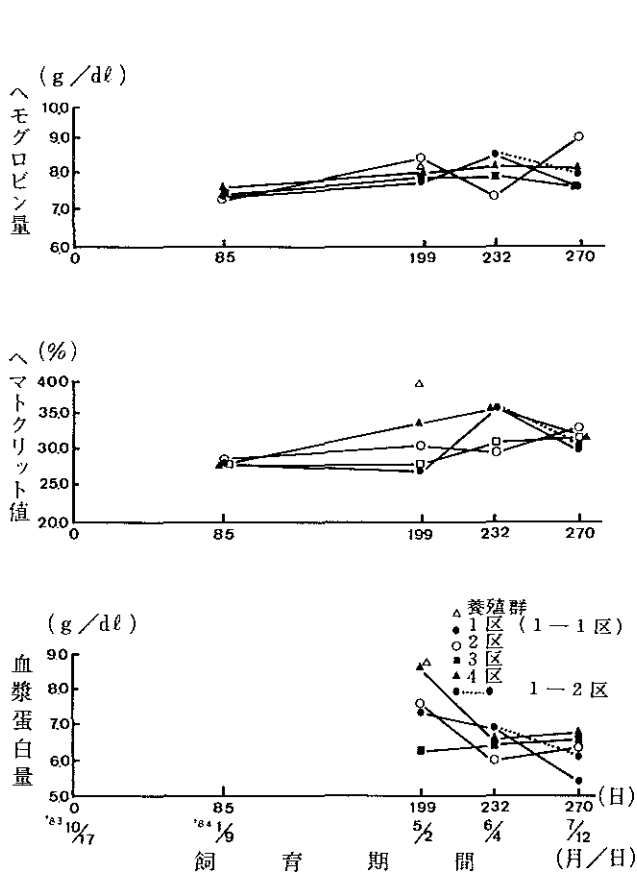


図6 飼育期間中における血液性状の変化

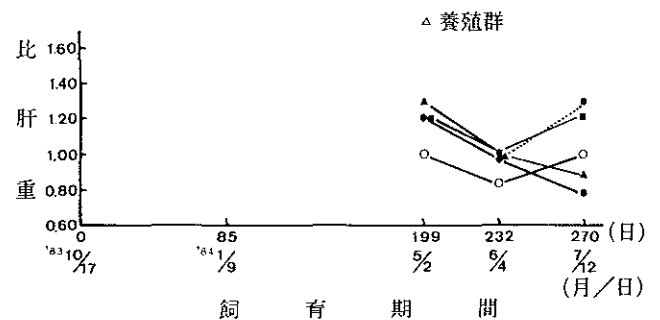


図7 飼育期間中における比肝重の変化

肝重の変化を図6, 7に示した。

試験開始85日目におけるHbは、各区での平均値が7.4~7.7g/dlとほぼ同じレベルにあり、Htも28.3~28.8%と各区間の差はみられなかったが、199日目、232日目および270日目の成績では各区間のバラツキが大きかった。

85日目から270日目までの試験期間を通してみると、試験区、検査時点によるバラツキが大きく、添加剤の効果等を明確に示す測定成績の差や傾向はみられなかったが、HbとHtについて試験の経過とともに測定値が上昇する傾向が認められ、Tpと比肝重については、199~270日目の成績で下降傾向を示す区が多かった。

1区はマイワシ単体投与によるビタミンB₁欠乏症と

思われるへい死が142日目からみられたが、この1区を用いた回復試験で1-2区の270日目の成績では、1-1区に比較してHbとHtでわずかに高くなり、Tpと比肝重でかなり高くなっていった。このことは、1区および3区でみられた異常魚でのHb, HtおよびTpの測定値が低いことからみても、マイワシ単体給餌の障害のため低下した血液性状が、ビタミンB₁を含む総合ビタミン剤の投与により改善されて上昇したものと考えられる。

なお、今回の供試魚におけるヒラメの血液性状測定値は、HbとHtについては海産魚のブリ⁴⁾・⁵⁾の測定より低く、淡水魚のニジマス⁶⁾、ウナギ⁷⁾の測定値に近い値であったが、季節変動や供試魚の大きさによる差も考えられるので、さらに種々の条件下で検討する必要がある。

(5) 供試魚の脂肪酸組成について

供試魚の筋肉における脂肪酸組成の分析結果を各区の平均値±SDとして試験開始後85日目のものを表13、199日目のものを表14に示した。

供試魚筋肉中の脂質含量は、脂肪酸量として85日目試料で、各区の平均が0.49~1.16%、199日目試料で、

0.88~2.07%と低く、脂質含量の高いマイワシ（今回用いたマイワシ餌料の脂質含量は3.4~8.9%）を投与してもヒラメ筋肉での脂質含量が上昇しないことがわかる。

また、脂肪酸組成の面でも、C22:6が多く、マイワシで含量の高いC20:5やC16:1は今回の供試魚では高くはなかった。

酸化防止剤または総合ビタミン剤の投与が、脂肪酸組成に影響するか否かについては、今回の試験結果では、はっきりしなかった。

なお、今回の試験結果からみられるヒラメ脂肪酸の不飽和度別含量は表15に示したとおり、85日目の試料と199日目試料ともC:Oが35%前後、C:1が20%前後、C:2, 3が4%前後およびC:4, 5, 6が37%前後と一定していた。

表13 試験開始時および開始後85日目におけるヒラメ筋肉の脂肪酸組成（平均±SD）

(n=5)

組成(%)	測定日	試験開始後85日目 (1984.1.9)				
	試験区	試験開始時	1区	2区	3区	4区
C-14		3.7±0.6	4.5±0.8	6.3±0.8	4.6±1.7	4.4±1.1
C-14:1		—	0.4±0.1	0.4±0.1	0.3±0.1	0.3±0.05
C-15		0.7±0.1	0.6±0.1	0.6±0.2	0.7±0.4	0.5±0.1
C-16		26.0±2.4	22.8±3.4	23.8±3.6	22.5±2.0	22.0±2.9
C-16:1		5.7±1.2	5.0±0.8	6.4±0.4	4.6±1.2	4.6±0.7
C-17		2.5±0.4	2.0±0.2	2.2±0.2	1.8±0.2	1.9±0.2
C-17:1		1.4±0.3	1.1±0.3	1.2±0.1	1.1±0.5	0.8±0.05
C-18		5.6±0.2	5.1±0.3	4.4±0.2	5.1±0.7	5.5±1.0
C-18:1		8.7±0.5	10.4±1.1	11.2±1.4	10.9±0.7	11.0±0.6
C-18:2		1.8±0.2	2.5±0.2	3.6±1.5	2.7±0.3	3.7±0.7
C-18:3		1.4±1.2	0.9±0.2	1.1±0.3	1.0±0.2	0.8±0.1
C-18:4		1.7±0.9	1.9±0.6	2.6±0.6	1.7±0.7	1.8±0.5
C-20		—	—	—	—	—
C-20:1		0.3±0.1	2.4±1.0	2.3±1.2	2.2±0.8	2.4±1.1
C-20:2		0.2±0.1	0.2±0.05	0.2±0.04	0.2±0.0	—
C-20:3		—	0.1±0.05	0.1±0.05	0.2±0.05	0.1±0.0
C-20:4		1.6±0.3	1.3±0.1	1.2±0.1	1.3±0.1	1.1±0.1
C-20:5		8.9±0.5	7.6±0.7	8.5±0.7	7.1±1.0	7.1±1.0
C-22		—	—	—	—	—
C-22:1		—	1.2±0.7	1.0±0.8	1.0±0.4	1.3±0.7
C-22:5		1.8±0.3	2.2±0.5	1.8±0.3	2.2±0.3	2.1±0.5
C-22:6		25.2±1.8	24.1±2.1	18.3±1.7	24.6±3.9	24.5±2.0
その他		2.6±0.5	3.5±0.6	2.8±0.6	4.2±0.5	2.1±0.5
脂肪酸量(%)		0.49±0.14	0.94±0.52	0.72±0.32	0.79±0.28	1.16±0.76

表14 試験開始後199日目におけるヒラメ筋肉の脂肪酸組成 (平均±SD)

(n=5)

組成(%)	測定日	試験開始後199日目 (1984.5.2)				
	試験区	※養殖群	1 区	2 区	3 区	4 区
C-14		3.6±0.8	5.8±1.8	4.6±1.1	3.5±0.6	5.3±1.1
C-14:1		—	—	—	—	—
C-15		0.5±0.1	0.4±0.8	0.4±0.1	0.5±0.1	0.5±0.1
C-15:1		0.2±0.0	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1
C-16		23.3±3.2	21.3±3.3	23.7±2.9	23.7±1.7	21.0±2.2
C-16:1		6.0±1.3	5.6±0.9	4.7±0.7	4.3±0.8	5.6±1.0
C-17		2.3±0.3	1.9±0.2	1.7±0.2	1.6±0.2	1.7±0.2
C-17:1		1.2±0.3	1.1±0.4	0.9±0.5	0.8±0.2	0.8±0.2
C-18		5.6±0.4	4.7±0.9	5.1±0.7	5.9±0.6	4.4±0.5
C-18:1		10.8±1.4	12.6±1.0	10.2±1.1	11.6±1.1	12.0±1.1
C-18:2		2.3±0.2	2.9±0.4	2.6±0.3	3.5±1.3	3.0±0.3
C-18:3		0.8±0.2	0.8±0.1	0.8±0.5	0.6±0.1	0.8±0.1
C-18:4		1.7±0.6	1.8±0.6	1.5±0.7	0.8±0.4	1.8±0.5
C-20		0.1±0.1	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.1	0.1±0.0
C-20:1		0.5±0.2	4.3±1.8	2.8±1.1	2.6±0.9	3.8±1.1
C-20:2		0.3±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1	0.2±0.1	0.2±0.0
C-20:3		0.3±0.3	0.2±0.1	0.1±0.0	0.1±0.0	0.2±0.1
C-20:4		1.1±0.4	1.2±0.3	1.4±0.2	1.7±0.4	1.3±0.2
C-20:5		7.7±0.8	7.0±0.9	7.0±0.8	6.6±0.5	7.4±0.7
C-22:1		0.9±0.8	2.4±1.4	1.3±0.7	1.4±0.5	2.3±0.9
C-22:5		2.2±0.6	2.3±0.5	2.1±0.3	2.2±0.4	2.6±0.7
C-22:6		26.3±2.4	19.7±3.6	25.9±3.6	26.0±2.7	23.0±0.9
その他		22.0±0.3	3.5±1.4	2.3±1.0	1.6±0.3	1.9±0.5
脂肪酸量 (%)		0.97±0.59	2.07±1.28	1.67±0.75	0.88±0.27	1.45±0.79

※養殖群：試験とは別に（カタクチイワシ+総合ビタミン剤）餌料で飼育したヒラメ。

表15 供試魚の脂肪酸不飽和度別含量 (%)

飼育日数	区分	試験開始時	1区	2区	3区	4区
試験開始から85日目	C:0	38.5	35.0	37.3	34.7	34.3
	C:1	16.1	20.5	21.3	20.2	20.4
	C:2・3	3.4	3.7	5.0	4.1	4.6
	C:4・5・6	39.2	37.1	32.4	36.9	36.6
試験開始から199日目	C:0		34.2	35.6	35.3	33.0
	C:1		26.2	20.1	20.9	24.7
	C:2・3		4.2	3.8	4.4	4.1
	C:4・5・6		32.2	37.9	37.3	36.1

要 約

マイワシ生餌料に総合ビタミン剤ならびに酸化防止剤を添加し、ヒラメに対する餌料効果と、回復試験によって総合ビタミン剤の歩留り向上への効果について試験を行なった。

1) 成長はマイワシ単体区 (1区) と酸化防止剤添加区 (3区) が総合ビタミン剤添加区 (2, 4区) に比し成長が悪く½の伸びであった。また、日間成

長率でも総合ビタミン剤添加区の方が無添加区に比し成績がよかった。

2) 歩留りは総合ビタミン剤添加区で99~100%, 無添加区 (1, 3区) で80~67%と大きな差があり, 総合ビタミン剤の添加効果が明らかとなった。

また, 回復試験の結果でもマイワシ単体から総合ビタミン剤を添加すると歩留りが急速に良くなることが明らかとなり, マイワシのヒラメへの餌料化にあたっては総合ビタミン剤の添加が不可欠であると考えられる。

3) ビタミンB₁蓄積量は, 試験開始時からマイワシ単体区では飼育日数の経過とともに減少するが, 総合ビタミン剤投与区では一定のレベルが維持されていた。

へい死との関係ではへい死が起きはじめたのが113日から199日目ごろからで, ビタミンB₁の欠乏時期と一致しているのではないと思われる。

4) マイワシ餌料の貯蔵中のPOVは, 酸化防止剤添加区に比し無添加区で62%増となっていたが, 歩

留りとの関係はないようである。

- 5) 血液性状は各区間のバラツキが大きいこと、他の比較材料が少ないことなどから断定できないが、異常魚についてはHb, Ht, およびTp値は低く、回復試験で総合ビタミン剤を添加したところHbと、Htはわずかに高くなり、Tpと比肝重がかなり高くなって、マイワシ単体餌料の障害で低下した血液性状が改善されたものと考えられる。
- 6) 脂肪酸組成は脂質の高いマイワシを投与してもヒラメ筋肉中の脂質含量は上昇しないようである。また、脂肪酸組成の面ではC22:6が多く、マイワシで含量の高いC20:5やC16:1は、今回は高くなかった。
- 7) ヒラメ脂肪酸の不飽和度別含量は、2回の測定値ともC:Oが35%前後、C:1が20%前後、C:2, 3が4%前後、C:4, 5, 6が37%前後とも一定していた。

文 献

- 1) 高橋哲夫・早川弘和(1985)：ヒラメ養殖に関する研究—Ⅲ. 餌料魚種の違いが成長・歩留りに及ぼす影響について. 千水試研報, 43, 59—63.
- 2) 高橋哲夫・早川弘和(1984)：ヒラメ養殖に関する研究—Ⅱ. カタクチイワシ餌料に総合ビタミン剤を添加したときの効果. 千水試研報, 42, 61—66.
- 3) 森実庸男・滝本真一(1984)：ヒラメ養殖に関する基礎的研究—Ⅰ. 異なった餌料を投与した若年魚の成長. 水産増殖, 32(3), 121—126.
- 4) 舞田正志・塩満捷夫・池田彌生(1984)：血液検査による養殖ブリの健康診断例. 日水誌, 50(12), 1991—1998.
- 5) 舞田正志・塩満捷夫・池田彌生(1984)：血液検査からみたクライモグラフによる養殖ブリの健康診断. 日水誌, 51(2), 205—211.
- 6) 長野県水産試験場(1984)：市販養鱒飼料の各社比較試験. 第9回全国養鱒技術協議会報告書, 83—106.
- 7) 丹羽 誠・渡辺誠一(1983)：水温がウナギの成長に及ぼす影響について. 第12回養鰻研究協議会要録, 59—69.