

1. 研究課題名：水産加工残滓の生物学分解物とその分解物の養殖魚用飼料化に関する研究
2. 研究機関：有限会社柏木水産
3. 研究者：谷川昭夫
4. 共同研究者：斉藤宗久、橘 勝康、八木基明、柏木大介、  
本田正之、田中躋之輔、馬場重広
5. 研究期間：平成8年～9年

## 6. 要約

### ブリ

1. 血液値は、おおむね健常レベルと考えられた。
2. 体格の測定値は、対照区の魚体の体表がややスレ、尾鰭の下辺部が損傷していたが、発酵魚粉区は尾鰭の損傷が少なかった。
3. 体色は、各区に著明な違いを認めなかったが、魚体の黄色の程度（b 値）は -カロチン、アスタキサンチン増強区が対照区、発酵魚粉区より黄色かった。
4. 抵抗力は、対照区に比較して発酵魚粉が有意に高い幼若化（分裂）を呈し、免疫能が高かった。また、アスタキサンチン、 -カロチン増強区が発酵魚粉のみより高い幼若化を呈した。

### マアジ

1. 血液値では、アミラーゼの値が全区で高値を示したが、おおむね正常と考えられた。
2. 体格では、各区ともに大差なく成長し、健常な魚体であった。
3. 体色では、大きな違いは認められなかった。
4. 抵抗力では、対照区に比較して発酵魚粉区が有意に高い幼若化を示した。また、培地のみあるいは ConA による刺激で、アスタキサンチン増強区が高い幼若化を示した。

以上より、発酵魚粉の養殖飼料への使用は水産加工残滓の有効利用のみならず感染症に抵抗力のある養殖魚生産を可能にすると推察された。

## 7. 研究背景及び目的

近年、イワシの漁獲量が減少し、最近はこの現象が当長崎県のある西日本の海域でも顕著に現れ、養殖用飼料の原料となる国産イワシの供給が激減し、国内需要を充分まかなえない状況にある。そのためこれら養殖用飼料イワシの供給は、海外からの安価なイワシや魚粉の輸入によって需要をまかっていた。しかしながら、昨今の円安と重なる深刻なイワシの不漁から養殖飼料用魚粉の価格の上昇が起こり始めている。

一方、長崎県をはじめ多くの水産県では水産加工場から排出される加工残滓の処理に苦慮しており、早急な対策が望まれている。本研究ではこれら水産加工場からの残滓を有効に処理するために、水産加工残滓からの養殖飼料用魚粉の生産を生物学的発酵の手法を用いて試みるとともに、生産された発酵魚粉を養殖用飼料としたブリとマアジの実用養殖試験を行った。

さらに、養殖漁業においてウィルス感染症が増大しており長崎県をはじめ西日本地区で大

量弊死の主たる原因となって養殖業者の間で大きな問題となっている。しかし、魚類の感染症予防に関する研究は現在のところ、細菌感染症に対する種々の抗生物質や合成抗菌剤に関する研究に留まっている。また、これら抗生物質や抗菌剤はウィルス感染症に対して有効な効果を持たないことから早急な対策が各方面から望まれている。さらに、わが国の養殖漁業では多くの養殖場で感染症対策のため、大量の抗生物質や合成抗菌剤が使用され、社会問題ともなり、養殖魚ばなれの原因の一つともなっており抗生物質や合成抗菌剤に代わる方策の検討が急務である。

ところで、生物の生体防御機構は種々の栄養因子によって増強されるとされ (Tachibana et al, 1984)、ビタミンAやその前駆物質である  $\beta$ -カロチン或いはビタミンD、ビタミンE等の大量投与が効果を示すことが哺乳動物で知られており、特に  $\beta$ -カロチンは大量投与による過剰症を起こさないことで最近注目を浴びている。(Bendich,1991, Coodley et al,1993, Daniel et al,1991)

そこで、前述の発酵魚粉飼料に付加価値を持たせるために養殖魚の感染防御能を上昇させるとされるカロチノイド ( $\beta$ -カロチンとアスタキサンチン) の発酵魚粉飼料への添加も検討し、抗菌剤や抗生物質を使用しない感染症に抵抗力のある養殖魚の生産試験を試みた。

## 8. 方法

### 試料魚

試料魚はブリ (1 歳魚 1,500 尾/区)、マアジ (1 歳魚 2,000 尾/区) であった。ブリは稚魚を自己採捕し、稚魚から約 1 年間飼育したものを、試験開始前に 1,500 尾ずつ 4 網に収容した。マアジは 1995 年秋にふ化した天然魚を 5 月上旬に採捕したものを試験開始前に 2,000 尾ずつ 4 網に収容した。

### 餌料

餌料はモイストペレット (生 : 配合飼料 = 1 : 1) を投与した。1 区には普通配合飼料を、2、3、4 区の配合飼料には分担者が独自に作成した発酵魚粉を用いた。なお、本実験では以下に示す 4 区の餌料を 6 月より 6 ヶ月間投餌して、試験を行った。

1 区 : 対照区 (普通配合餌料使用)

2 区 : 発酵魚粉

3 区 :  $\beta$ -カロチン発酵魚粉 ( $\beta$ -カロチン 25,000  $\mu$ g/100g 餌料)

4 区 : アスタキサンチン発酵魚粉区 (アスタキサンチン 2,100  $\mu$ g/100g 餌料)

給餌は上記の配合飼料 50%、冷凍サバ 50%のモイストペレットで行った。

### 魚体検査

#### ブリ

採血は、ブリを撲殺し、キュウヒ<sup>®</sup>エ氏管よりヘパリン処理した注射器で行った。

ヘマトクリット値は 12,000rpm, 5 分間の遠心により測定し、赤血球数は臨床検査法 (金

原出版)に準じ血球計算板で測定した。

血漿タンパク質、血漿コレステロール、GOT、GPT、アミラーゼは、スポットケム(京都第一科学)を用いて測定した。

細菌検査は、魚体の腎臓又は肝臓よりBHI培地を用いて細菌の分離を試みた。

## マアジ

採血は、マアジをMS-222で麻酔後、キュウビエ氏管よりヘパリン処理した注射器で行った。

ヘマトクリット値は12,000rpm, 5分間の遠心により測定し、赤血球数は臨床検査法(金原出版)に準じ血球計算板で測定した。

血漿タンパク質、血漿コレステロール、GOT、GPT、アミラーゼは、スポットケム(京都第一科学)を用いて測定した。

細菌検査は、魚体の腎臓又は肝臓よりBHI培地を用いて細菌の分離を試みた。

## 体色の測定

即殺直後の各試料魚の図1と図2に示す部位について行った。すなわちブリでは背鰭第一条付近の測線下部の黄色帯、マアジでは第一背鰭および第二背鰭間測線下部の黄色帯であった。なお、測定装置には色彩色差計(ミノルタカメラ製CR-200)を用いL\*a\*b\*(L、a、b:白黒、赤緑、黄青)の各値について行った。

図1 体色の測定部位(ブリ)

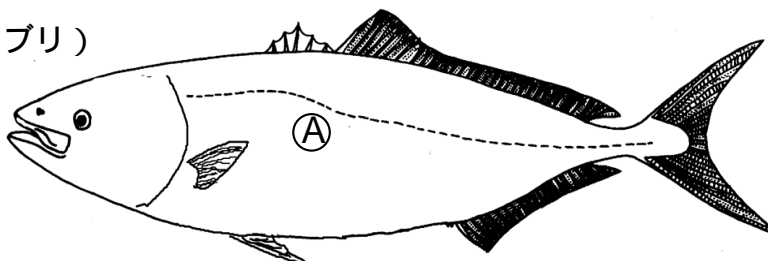
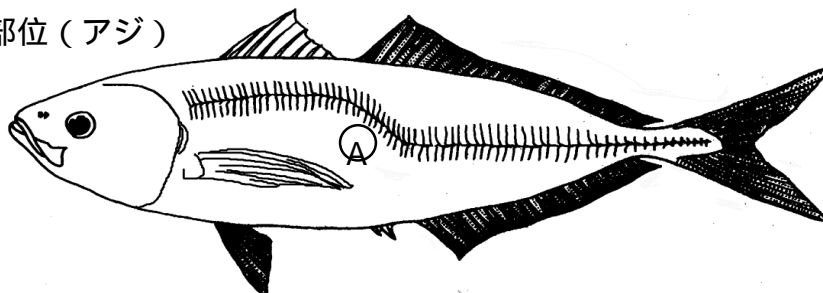


図2 体色の測定部位(アジ)



試料魚脾臓リンパ球のマイトーゲンによる幼若化の検討 (David & Yan1978, 福島等 1993)

試料魚の腹部の鱗を剥離後 70%エタノール消毒を行った。メスで腹部を少し切り、解剖バサミで開腹した。そして、腹部を弧を描くように切断し、ピンセットを用いて脾臓のみを取り出した。これを海産魚の浸透圧となる様、調整した RPMI1640 培地（以降、FRPMI 培地）5ml の入ったシャーレ（FALCON，組織培養用）に入れた。この中でピンセットを 2 本用い脾臓組織をほぐし、氷蔵のポリ製の遠沈管（SUMILON CENTRIFUGETUBE 15ml）に FRPMI 培地で洗い流しながら入れ、遠心（4 1500rpm 15min）し洗浄を行った。遠心後、上清を捨て、後述する 5%FBS を添加した FRPMI 培地（CFRPMI 培地）を 4ml 加えよく混和して再浮遊させ 27G のツベルクリン針を付けた 5ml 注射筒を用いて数回に分けて、氷冷してある別のポリ製の遠沈管に勢い良く吹き出し、単細胞浮遊液にし、パーコール（密度 1.089g/ml）に重層し 400g30 分間遠心分離しリンパ球画分を回収した。回収したリンパ球画分を先と同様に洗浄後、細胞数  $10 \times 10^6$  cell/ml 程度に調製した。なおリンパ球数の調整は、浮遊液中には赤血球が混在しているため、血球計算盤を用いて総細胞数を、浮遊液中の細胞をサイトスピンした後にメイギムザ染色を施して顕鏡し形態学的に赤血球と白血球の分類を行いリンパ球率を算出し、両者の積からリンパ球数を算出した。

マイトーゲンには、コンカナバリン A（ConA C-0412，SIGMA 社）、ポークウィードマイトーゲン（PWM L 9379，SIGMA 社）を用いた。これらを以下の各実験の所定の濃度になるよう後述の CFRPMI 培地で適時希釈し用いた。

96 穴マイクロテスト プレート（FALCON，No.3072）に先の脾臓リンパ球浮遊液 100  $\mu$ l とマイトーゲン溶液 100  $\mu$ l を加え、終濃度が脾臓リンパ球数  $5 \times 10^6$  cell/ml、ConA 100  $\mu$ g/ml、PWM 10  $\mu$ g/ml となるように調製した。これを CO<sub>2</sub> インキュベーター（25 5%CO<sub>2</sub>）内で 48 時間培養した。48 時間培養後、アラマーブルー（Alamar Biosciences 社製）を 20  $\mu$ l 添加して 24 時間培養した。これをマイクロテストプレートリーダー（東洋ソーダ社製 マイクロプレートリーダー MPR-A4i 測定波長 570nm 及び副波長 600nm）で測定した。なお、リンパ球の幼若化能は対照区の培地のみで培養した場合の値を 100%とした比で表した。

## 9. 結果

ブリ：ブリの測定結果を表 1 に示した。魚体の成長状態が判断できる、全長、体長、体重の各区の平均値においては、発酵魚粉区でやや劣った結果となったが、魚が肥えているか痩せているかの判断ができる肥満度では各区間で差は無かった。（図 3-5）

魚の栄養状態が判断出来る、赤血球数・ヘマトクリット値・ヘモグロビン量・血漿タンパク質量・血漿コレステロール量は、試験区・対照区共に正常の範囲内の値であったと考える。（図 6、7）

肝機能の検査として実施した GOT・GPT の値は、対照区の GOT・GPT の値がやや高く、肝機能にやや問題がある値となったが、他の値は正常と考えられた。（図 8）

アミラーゼは、脾臓機能の検査のみならず、餌の投餌量が適切であったか否かの判断のため測定した。各区の測定値は、正常の範囲内の値であったと考える。なお、脾臓機能が正常で投餌量が適切な場合のアミラーゼ値は、200~400 U/L とされている。

表1 プリ飼育結果		10月24日			
項目	区	対照区	発酵魚粉区	発酵魚粉 -加チン	発酵魚粉 +アスタキサンチン
全長 (cm)		58.5	52.8	57.3	56.3
体長 (cm)		49.3	44.7	49.5	49.0
尾鰭下辺長(cm)		7.4	6.8	8.4	8.1
尾鰭率 (%)		15.0	15.3	17.0	16.5
体重 (g)		2564.4	1841.8	2439.0	2309.8
肥満度		21.4	20.6	20.1	19.6
肝臓重 (g)		30.5	26.0	36.4	32.8
肝臓重量比(%)		1.192	1.418	1.486	1.414
肝臓-IL指数		0.255	0.293	0.300	0.278
赤血球数 * -1		348.6	227.5	271.5	309.4
ヘマトクリット値 %		51.1	47.2	43.7	49.3
ヘマトクリット量 g/dl		10.0	12.6	11.6	13.5
血漿蛋白量 g/dl		5.0	4.6	4.3	4.7
血漿コレステロールmg/dl		396.0	371.2	305.0	378.2
GOT IU/L		105.8	6.8	26.2	15.0
GPT IU/L		57.2	0.0	10.6	5.8
アミラーゼ IU/L		243.2	321.8	315.8	316.0

\* -1 赤血球数単位 =  $10^4 \text{cell/mm}^3$

図3 対照区の値を100とした指数レーダー(プリ)

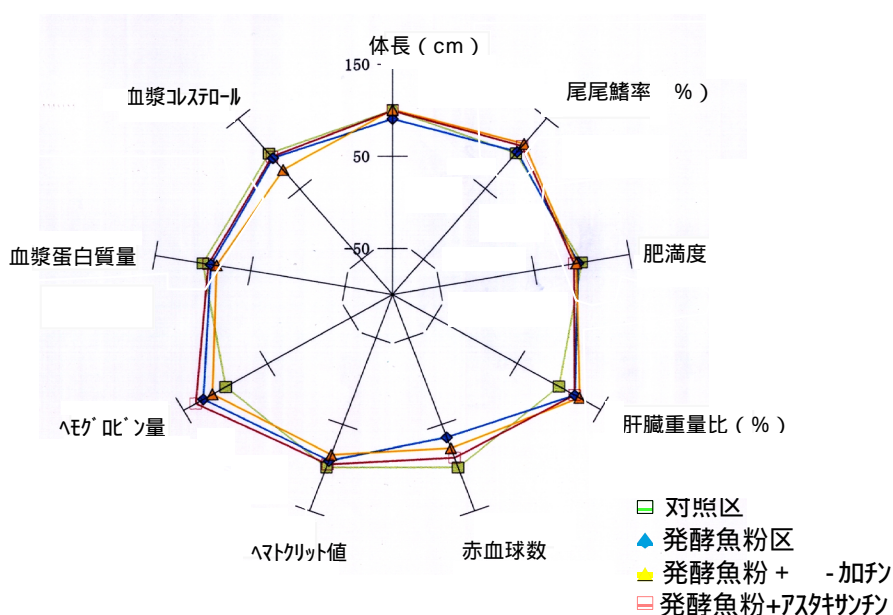


図 4

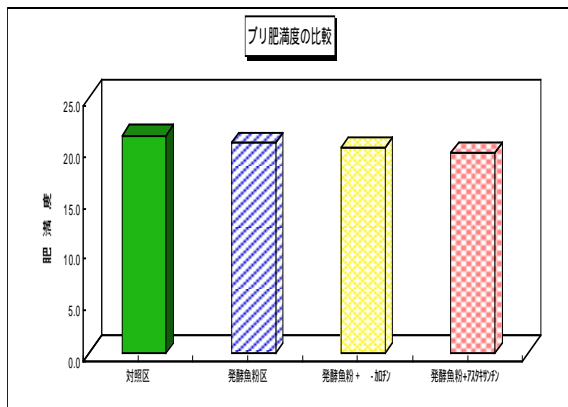


図 7

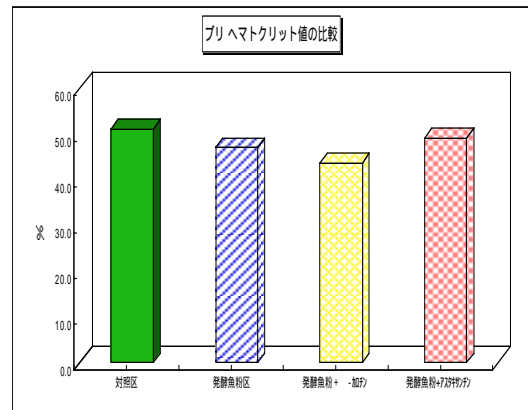


図 5

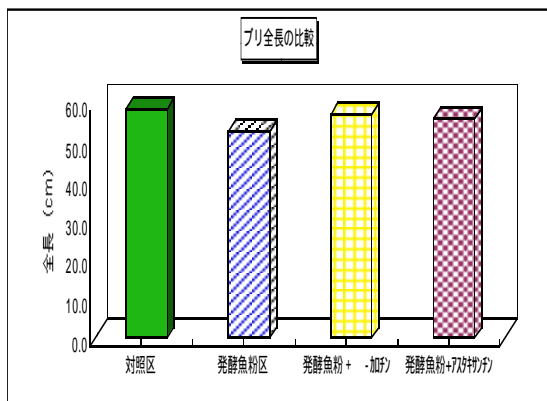


図 8

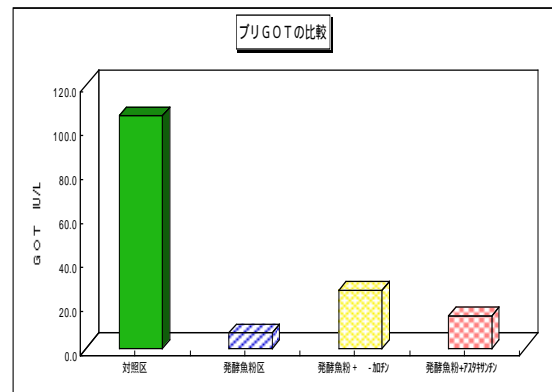


図 6

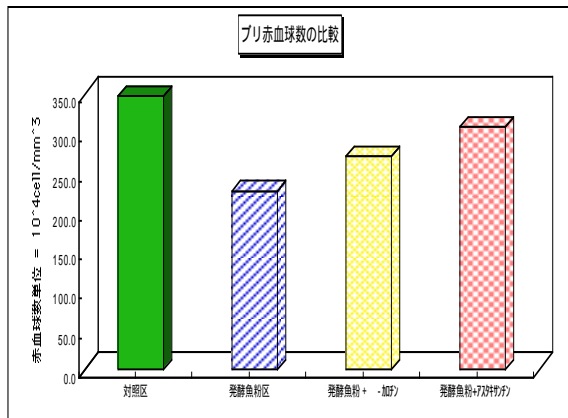
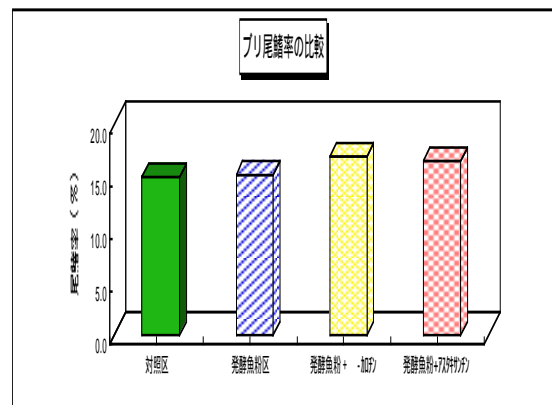
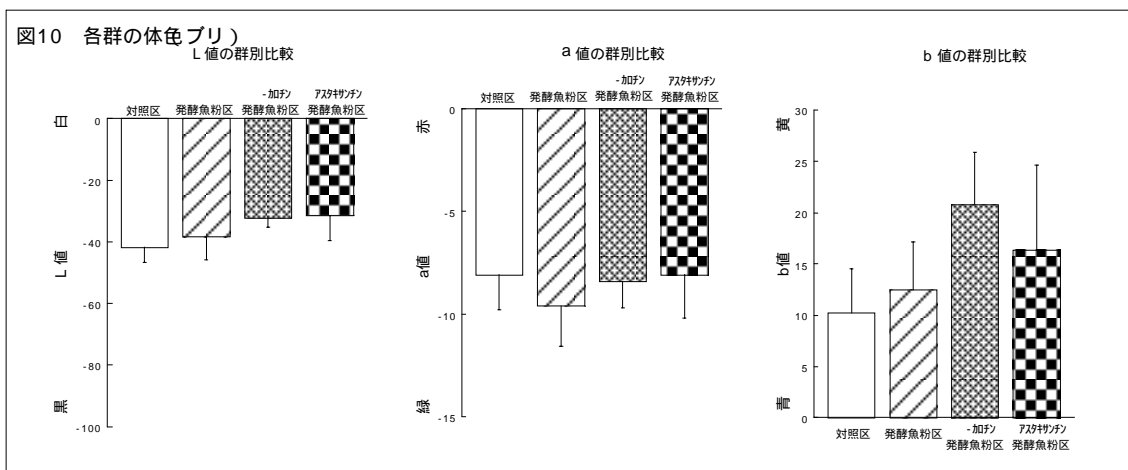


図 9

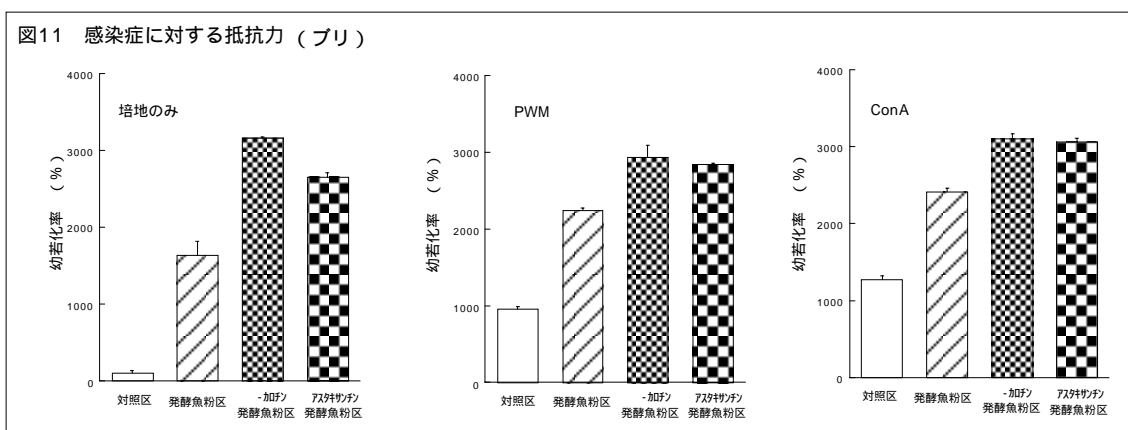


細菌検査の結果は、検査した全ての魚体で培地に細菌は発育しなかった。また、解剖観察においても異常魚は認められなかった。(図 9)

なお、対照区の魚は体表がややスレ、尾鳍の下辺部が損傷していた。しかし、発酵魚粉区には尾鳍の損傷も無く健全な魚であると考えられた。体色では、各区の L 及び a 値に顕著な違いを認めず各試験区の白黒、赤緑の色調に差がなかった。(図 10) 魚体の黄色さと青色さを表す b 値では -カロチン、アスタキサンチン増強区が対照区、発酵魚粉区より正の値で高い値を呈し、測線部分の黄色帯が他の 2 区より黄色かった。



感染症に対する抵抗力では、培地のみで培養した結果で見ると、対照区に比較して発酵魚粉を投餌した 3 区とも有意に高い幼若化率（分裂）を呈し、免疫能が高かった。発酵魚粉飼料を用いた 3 区内で比較すると、アスタキサンチン、 $\beta$ -カロチン増強区が発酵魚粉のみの投餌区より有意に高い幼若化を呈し、免疫能が高かった。以上の傾向は ConA100  $\mu$ g/ml、PWM10  $\mu$ g/ml で幼若化を誘導させた場合もほぼ同様であった。（図 11）

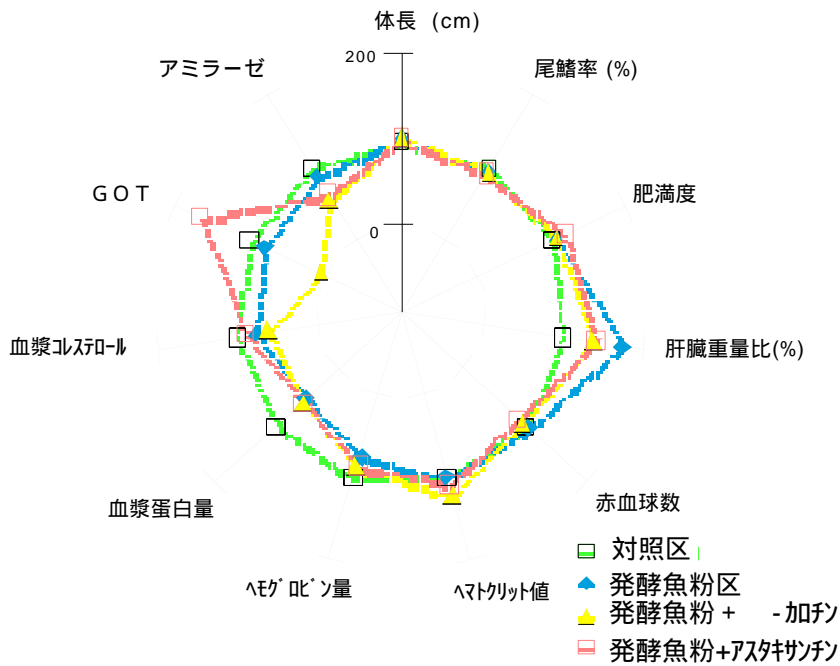


マアジ： 10 月の測定結果を表 2 に示した。魚体の成長状態が判断できる、全長、体長、体重の各区の平均値においては、発酵魚粉区の 3 区が成長が良い結果となり、魚が肥えているか痩せているかの判断ができる肥満度でも同様の結果となった。（図 13、14）

魚の栄養状態が判断出来る、赤血球数・ヘマトクリット値・ヘモグロビン量・血漿タンパク質量・血漿コレステロール量は、試験区・対照区共に正常の範囲内の値であったと考える。（図 15-17）

肝機能の検査として実施した GOT・GPT の値は、発酵魚粉 +  $\beta$ -カロチン区 GPT の値がやや高い結果となったが、GOT の値では逆に低い値となった。他の区の値は正常と考えられた。（図 18）

図12 対照区の値を100とした指数レーダー(アジ)



項目	10月25日			
	対照区	発酵魚粉区	発酵魚粉 -加チ	発酵魚粉 アスタキサンチン
全長 (cm)	21.5	22	22.4	22.2
体長 (cm)	17.9	18.6	19	18.4
尾鰭下辺長(cm)	4	4.1	4.1	3.9
尾鰭率 (%)	22.5	21.8	21.7	20.9
体重 (g)	82	98.6	105.6	104.6
肥満度	14	15	15.3	16.6
肝臓重 (g)	0.4	0.9	0.7	0.7
肝臓重量比	0.503	0.86	0.693	0.705
(%肝臓指数)	0.071	0.131	0.107	0.119
赤血球数 * -1	212.3	228.2	200.6	189.2
ヘマトクリット値 %	38.9	39	48.2	42
ヘモグロビン量 g/dl	12.1	9.1	10.7	10.3
血漿蛋白量 g/dl	4.5	2.4	2.6	2.7
血漿コレステロールmg/dl	180.2	140.8	114.6	160.8
GOT IU/L	44.2	35.4	2.6	73.6
GPT IU/L	15.2	19.4	114.6	32.4
アミラーゼ IU/L	1114.4	985	633	715.8

\* -1 赤血球数単位 = 10<sup>4</sup>cell/mm<sup>3</sup>



図 13

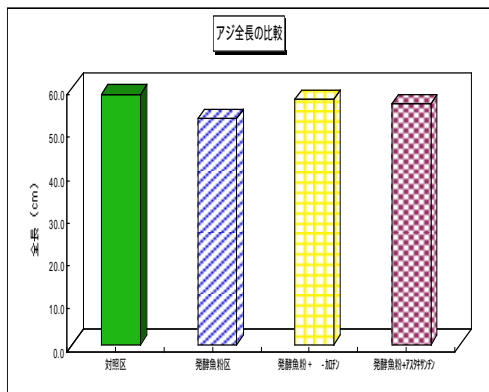


図 16

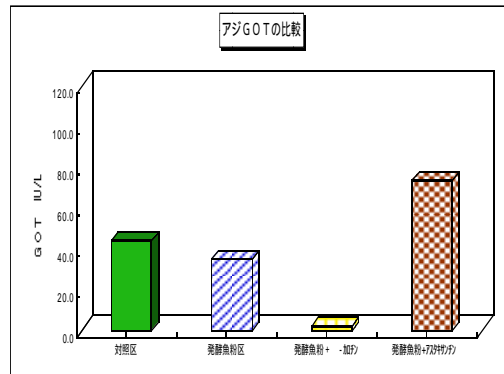


図 14

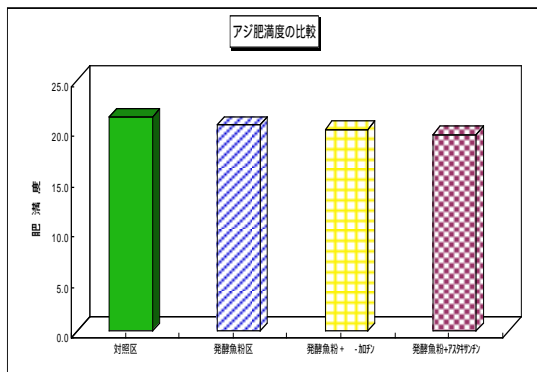


図 17

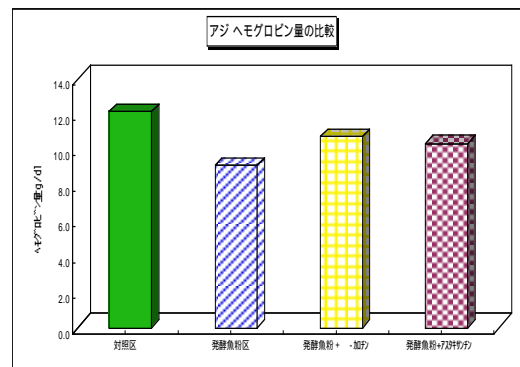


図 15

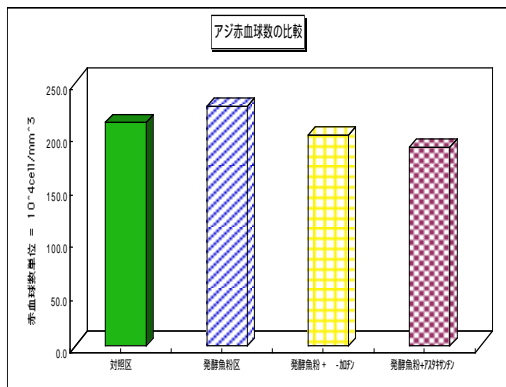
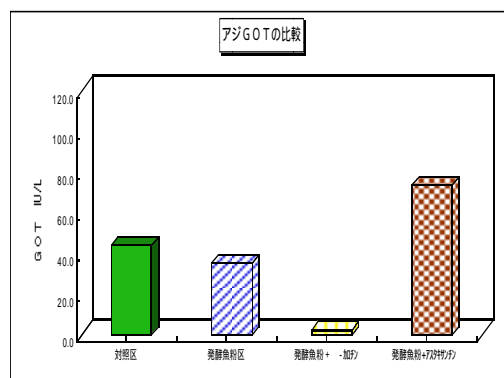


図 18



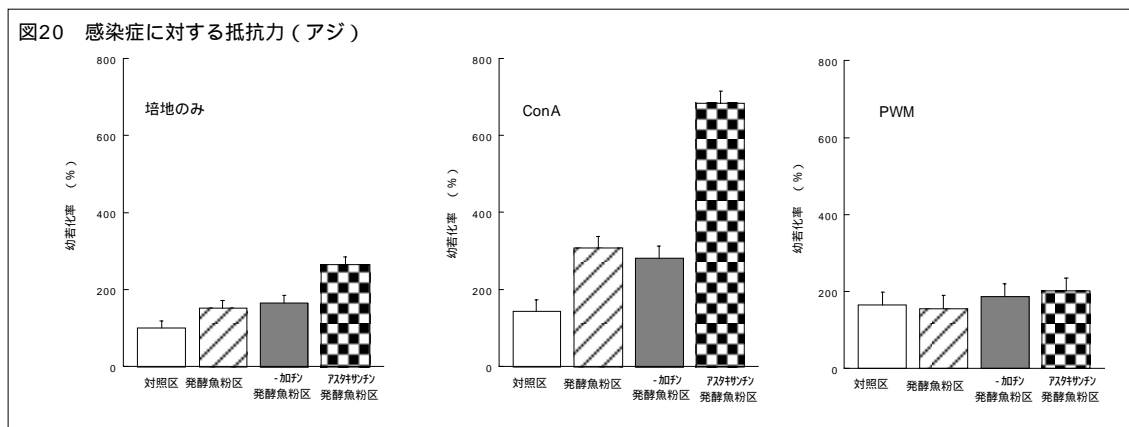
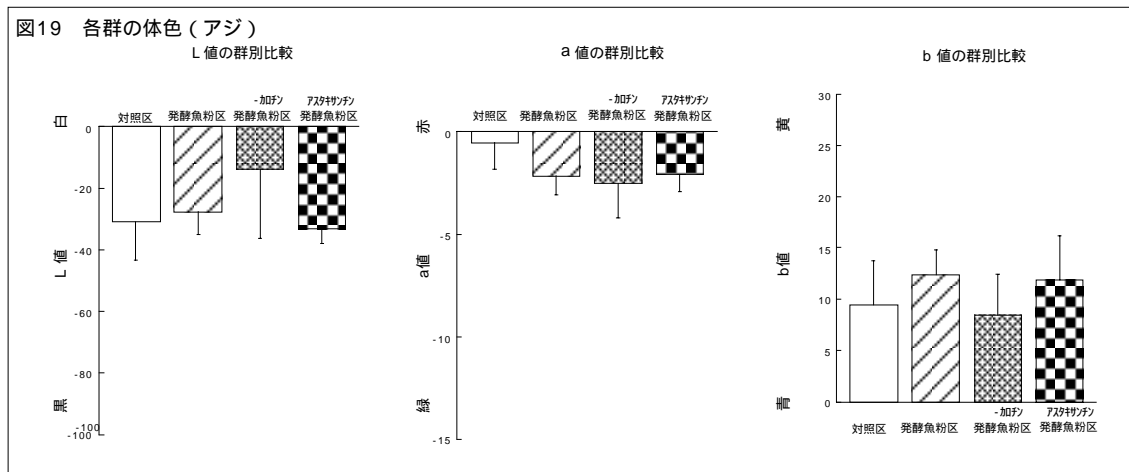
アミラーゼは、膵臓機能の検査のみならず、餌の投餌量が適切であったか否かの判断のため測定した。膵臓機能が正常で投餌量が適切な場合のアミラーゼ値は、200～400 U/L とされていることから、各区の測定値は、やや高い値であったと考える。この理由は、一回当たりの投餌量が多かった為と考えられる。

細菌検査の結果は、検査した全ての魚体で培地に細菌は発育しなかった。また、外観的及び解剖観察においても異常魚は認められなかった。

体色では、各試験区の L 及び a、b 値すなわち白黒、赤緑、黄青の色調に顕著な違いが認

められず、体色に大きな違いが無かった。(図19)

感染症に対する抵抗力では、培地のみで培養した結果で見ると、各区の幼若化率は対照区に比較して発酵魚粉区、 $\beta$ -カロチン増強区で1.5~2倍、アスタキサンチン増強区で約2.5倍に上昇していた。ConA100  $\mu$ g/ml で幼若化を誘導させた場合では、発酵魚粉を投餌した3区ともに対照区より有意に高い幼若化率を示した。中でもアスタキサンチン増強区では約6.5倍に上昇していた。PWM10  $\mu$ g/ml で幼若化を誘導させた場合では各試験区に明瞭な差を認めなかった。(図20)



## 10. 考察

ブリ、マアジ双方の血液値と体格値の値が通常の魚粉飼料を用いた対照区と発酵魚粉を用いた各区と大差がなかったことより、水産加工残滓を用いた発酵魚粉は養殖用飼料として充分使用可能であることが分かった。

畜産業が植物性タンパク質を動物性タンパク質に変換するのに対して、これまでの養殖漁業は多獲性魚のタンパク質を高級魚のタンパク質に変換するのみであるという大きな問題点を持っていた。本研究結果は廃棄物として不要となる水産加工残滓タンパク質を養殖飼料タンパク質に変換するという極めて有用な方策であると考えられた。

ブリ、マアジ双方の免疫防御能では、発酵魚粉を用いた試験区全てで対照区より高いリンパ球の幼若化能を示した。さらに本研究では養殖試験の6カ月の間試験魚に合成抗菌剤や抗生物質の投与を全く行わなかったにもかかわらず発酵魚粉の各3区では特徴的な細菌やウイルスによる感染症を認めなかった。ヒトをはじめとする哺乳動物では、菌体由来のペプチドの投与が宿主の免疫防御能を高めるとされている。(Sone & Fidler, 1980) 本発酵魚粉の製造過程でカビなどの微生物由来のペプチドが大量に混在しておりこれらのペプチドが魚体の免疫防御能を上昇させたと考えられた。

また発酵魚粉飼料にプロビタミン A である  $\beta$ -カロチンやアスタキサンチンを増強した区ではより免疫防御能が上昇していた。

これらのことより、本発酵魚粉飼料にアスタキサンチンやプロビタミン A である  $\beta$ -カロチンを増強することで、さらに免疫防御能の高い合成抗菌剤や抗生物質の投与を全く行わないか極めて少なくすることができる養殖魚を生産可能で、より付加価値のある養殖飼料の生産ができ養殖漁業をはじめとする水産業に資する点が極めて大であると考えられた。

## 11. 今後の展開

これまでの試験結果で発酵魚粉飼料が市販飼料に比べて成長がやや劣るものの、健康性が優れていることが実証された。

本研究結果を養殖業の振興に役立てて行く上で、生産された養殖魚の他の魚との差別化やブランド化が必要となってくると考えられ、抗生物質や合成抗菌剤を使用しない養殖を成立させることが重要な要素となってくる。

今後、米糠の一部を大豆粕等に代え、作成した飼料のタンパク質含量を増加させるなどして品質を高めるとともに、1 トン/回程度の円盤形発酵プラントを導入し、量産化・実用化を進めて行く予定である。

## 12. 参考文献

David Tak, Yan Yu, Clin, The response of human realy and late rosette-forming lymphocytes to mixed and autologous lymphocyte culture and mitogens, Immunol. Immunopathol., 10, 11-18, (1978)

Bendich A., 1991,  $\beta$ -Carotene and the immune response. Proc. Nutr. Soc., 12, 400-411.

Coodley G. O., H, D. Nelson, M. O. Loveless & C. Folk,  $\beta$ -carotene in HIV infection. J. Acquired Immune Deficiency Syndromes, 6, 272-276, (1993)

Daniel L.R., BP. Chew, T.S. Tanaka & L.W. Tjoelker, In vitro effects of  $\beta$ -carotene and vitamin A on peripartum bovine peripheral blood mononuclear cell proliferation. J. Dairy Sci., 74. 911-915, (1991)

Moriguchi, S., N. Okishima, S. Sumida, K. Okamura & Y. Kishino,  $\beta$ -carotene supplementation enhances lymphocyte proliferation with mitogens in human peripheral blood lymphocytes. Nutr. Res., 16. 211-218, (1996)

Sone, S. & Fidler, I. J., Synergistic activation by lymphokines and muramyl dipeptide of tumoricidal properties in rat alveolar macrophages. *J. Immunol.*, 125, 24554-2460, (1980)

Tachibana, K., Sone, S., Tsubura, E. & Kishino, Y., Stimulatory effect of vitamin A on tumoricidal activity of rat alveolar macrophages. *Br. J. Cancer*, 49, 343-348, (1984)

福島啓太郎、新保敏和、*Medical Technology 医歯薬出版株式会社*, 21(7), 558-565, (1993)

### 13. 研究業績

#### 13-1. 原著論文

1. M.Saito, K. Kuwahara, and A. Tanigawa, Microbial treatment of scrap fish meal and its feed efficiency for fish, *European Aquaculture Society, special Publication*, 21, 288-289(1994)
2. 斉藤宗久, 桑原浩一, 谷川昭夫, 水産加工残滓の微生物処理と養殖魚への餌料化に関する研究, *廃棄物学会講演論文集* 397-400 (1994)
3. 斉藤宗久, 谷川昭夫, 水産加工残滓の微生物処理と養殖魚への餌料化に関する研究, *リサイクル推進管理者育成研修会 九州農林水産関連企業環境対策連絡協議会*, 1-7 (1995)
4. 谷川昭夫, 斉藤宗久, 橘 勝康, 八木基明, 柏木大介, 本田正之, 田中躋之輔, 馬場繁広, 水産加工残滓の生物学分解物とその分解物の養殖魚用飼料化に関する研究, *共同研究等促進事業研究成果報告書, 科学技術振興事業団, ナガサキ・テクノポリス財団*, 130-140 (1997)
5. 斉藤宗久, 谷川昭夫, 橘 勝康, 八木基明, 水産加工残滓の生物学分解物と, その分解物の養殖魚用飼料化に関する研究, *水産利用加工研究推進全国会議, 水産庁中央研究所*, 152-155 (1999)

#### 13-2. 総説など なし

#### 13-3. 国際学会発表 なし

#### 13-4. 国内学会発表

1. 斉藤宗久, 谷川昭夫: 水産加工残滓の生物学的分解と, その分解物の養殖魚用餌料化に関する研究, *日本水産学会秋季大会*, 平成 10 年 9 月 23 ~ 9 月 27 日, 函館
2. 馬渡和尚, 谷川昭夫, 八木基明, 橘 勝康, 槌本六良: 発酵スクラップミールを用いたマダイ養殖試験, *日本水産学会秋季大会*, 平成 10 年 9 月 23 日 ~ 9 月 27 日, 函館
3. 谷川昭夫: 水産加工残滓と脱脂米糠を用いた機能性発酵飼料の開発, *水産加工推進全国会議*平成 11 年 6 月, 神奈川
4. 馬渡和尚, 谷川昭夫, 八木基明, 橘 勝康, 槌本六良: 発酵スクラップミールを用いた

ブリの無投薬飼育の試み，日本水産学会秋季大会，平成 11 年 9 月 26 日～9 月 29 日，  
仙台

5. 斉藤宗久，谷川昭夫，橋 勝康，八木基明，水産加工残滓の生物学的分解と，その分解物の養殖魚用餌料化について，日本生物工学会九州支部大会，平成 11 年 12 月 4 日，長崎

13-5 . 新聞など

みなと新聞，平成 11 年 7 月 27 日

13-6 . 特許申請

低含有アミン類と K 値の低い水産加工残滓の製造方法，4 件，特開平 10-276681

14 . Microbial Treatment of Scrap Fish Meal and Its Feed Efficiency for Fish

Akio Tanigawa<sup>1)</sup>, Munehisa Saito<sup>2)</sup>, Katsyasu Tachibana<sup>3)</sup>, Motoaki Yagi<sup>4)</sup>, Daisuke Kashiwagi<sup>5)</sup>, Masayuki Honda<sup>6)</sup>, Seinosuke Tanaka<sup>7)</sup>, Shigehiro Baba<sup>8)</sup>

- 1) Nagasaki Fishing Port Fish Processing Cooperative Association, Nagasaki 851-22, Japan  
2) Nagasaki Prefectural Institute of Technology, Ohmura, 2-1303-8, Nagasaki 852, Japan  
3) Laboratory of Nutrition, Department of Fishery Food Science, Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Nagasaki 852, Japan  
4) Nagasaki Municipal Fisheries Center, Nagasaki 850, Japan  
5) Kashiwagi Fisheries, Nagasaki 851-22, Japan  
6) Honda Fisheries, Nagasaki 854-04, Japan  
7) Nagasaki Fishing Port Fish Processing Cooperative Association, Nagasaki 851-22, Japan  
8) Taiyo Foods, Nagasaki 855, Japan

Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) and Horse mackerel (*Trachurus japonicus*) were fed normal moist pellet from fish meal (control) and experiment moist pellet from scrap fish meal (unsupplemented,  $\beta$ -carotene supplemented and astaxanthin supplemented) for 6 months.

Abstract

Yellowtail

1. Blood GOT value in control group was higher than other scrap fish meal groups. Other blood values were no difference in each group.
2. Tail fin defacement of control group was more lost than scrap fish meal groups.

Other physical situation were no difference in each groups.

3. The b value on yellow line in  $\beta$ -carotene supplemented scrap fish meal group was higher than other groups.

4. Lymphocytes proliferation activity in all scrap fish meal group were higher than that of control group.  $\beta$ -carotene and astakisantin supplemented groups showed higher lymphocytes proliferation activity than unsupplemented scrap fish meal group.

Horse mackerel

1. Blood amylase value in all groups show abnormal high revel. However, other blood values were normal in each group.

2. All physical situation were no difference in each groups. In addition, all groups exhibited similar growth in both species during this experiment.

3. Lymphocytes proliferation activity in all scrap fish meal group were higher than that of control group. Astakisantin supplemented group showed higher lymphocytes proliferation activity than unsupplemented and  $\beta$ -carotene supplemented scrap fish meal groups.

These results suggested that feeding of scrap fish meal might be of benefit in production of healthy and high resistance cultured fish against infectious disease for aquaculture industry.