

ブリ育成用配合飼料開発試験*1

竹内 照文

目 的

昨年度はブリ当才魚を用いて品質規格（ヒスタミン含量を基準）の異なる魚粉について成長試験を実施した¹⁾。その結果、低ヒスタミン含量区（魚粉ヒスタミン含量65 ppm）と高ヒスタミン含量区（魚粉ヒスタミン含量772 ppmと1,428 ppm）で成長率と飼料効率に差が認められ、また、VBN濃度と飼育成績には弱い逆相関が認められたことからVBNもヒスタミンに並ぶ重要な要因であることが示唆された。

本年度はブリ1才魚を用いて、品質規格と原料魚の異なる魚粉について飼育試験を行い、ブリ1才魚に対して使用できる魚粉の選択幅をどの程度まで拡大できるかを検討した。

なお、本事業はMF-21（社団法人マリノフォーラム21）からの委託事業であり、本課題については日本配合飼料株式会社をサブリーダーに7社*2の参加により行われた。全文は「社団法人マリノフォーラム21人工配合飼料研究会育成用飼料開発種目グループ、1999：平成10年度育成用飼料の開発に関する報告書」として報告されている。

材料および方法

供試魚 1997年に採捕されたブリ幼魚（モジャコ）を1年間当場の試験筏で飼育した平均体重1,070gのブリ1才魚を用いた。

試験飼育 原料魚の規格とMF-21で試作された飼料の配合割合と一般成分分析値を表1、2に示す。材料魚は南チリ産アジのヒスタミン含量が200、2,000と4,000 ppmのものとペルー産カタクチイワシ（ヒスタミン含量1,000 ppm）を用い、1～4区の試験区を設定した。魚粉のヒスタミン含量はそれぞれ33.60、2612.0、5,534と61.6 ppmで2、3区では一般流通品に比べると品質の劣るものであった。これを配合してそれぞれ直径12mmの沈降性エクストルーダーペレットに成型し、試験に供したが、飼料中のヒスタミン含量は1区25.3 ppm、2区1,338 ppm、3区2,163 ppm、4区36.3 ppmとなった。

飼育試験 試験は3×3×3mの海面網生簀4面を使用して行った。5月22日に各区100尾収容して試験を開始し、7月6日までの45日間を1期とし、この間は週6日給餌した。また、7月7日から8月24日までの49日間を2期とし、この間は週5日間給餌

表1 設定した試験区

試験区	原料魚	原料魚の規格
1	アジ	ヒスタミン200ppm以下
2	アジ	ヒスタミン2,000ppm
3	アジ	ヒスタミン4,000ppm
4	カタクチイワシ	ヒスタミン1,000ppm以下

*1 養殖魚用配合飼料開発試験事業費による。

*2 中部飼料株式会社、日清製粉株式会社、日本水産株式会社、日本農産工業株式会社、富士製粉株式会社、マルハ株式会社、丸紅飼料株式会社

表2 試験用飼料の配合割合と一般成分分析結果

試験区	1	2	3	4
アジ魚粉 (ヒスタミン200ppm以下)	50.00			
アジ魚粉 (ヒスタミン2,000ppm)		50.00		
アジ魚粉 (ヒスタミン4,000ppm)			50.00	
カタクチイワシ魚粉 (ヒスタミン1,000ppm以下)				50.00
小麦粉	9.98	9.98	9.98	9.98
澱粉	5.00	5.00	5.00	5.00
大豆粕	15.00	15.00	15.00	15.00
魚油 (タラ肝油)	15.00	15.00	15.00	15.00
ビタミン混合物 (VC free)	3.00	3.00	3.00	3.00
ミネラル混合物	2.00	2.00	2.00	2.00
APM	0.02	0.02	0.02	0.02
一般成分				
水分 (%)	11.20	9.10	9.70	9.20
粗タンパク質 (%)	68.80	67.00	68.90	69.80
粗脂肪 (%)	7.10	8.90	8.50	6.90
粗灰分 (%)	12.90	15.00	12.90	13.50
A V (mg/g)	19.90	19.30	25.30	11.50
P O V (meq/kg)	6.90	10.30	6.40	23.80
V B N (%)	0.06	0.11	0.09	0.02
C O V (meq/kg)	50.20	89.00	30.60	27.70
ヒスタミン (ppm)	33.60	2,612.00	5,534.00	61.60
NaCl (%)	1.18	3.29	1.50	1.29

した。なお、給餌は1日1回手撒きで飽食量を与えた。
測定項目 試験開始時には魚体測定と筋肉・肝臓の一般成分分析、中間時には魚体測定、また、終了時には魚体測定、血液生化学的検査、筋肉・肝臓の一般成分分析、内臓の外観検査とともに胃壁の組織学的検査を行った。

結 果

飼育試験 試験期間中の水温変動を図1に示す。開

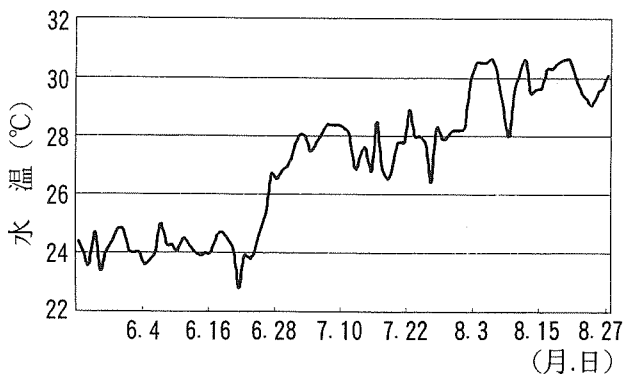


図1 目良湾における水温の推移(3m層による)

始当初から6月下旬までは23~25°Cでほぼ横ばいに推移していたが、7月上旬には急激に上昇し、28°Cに達した。その後8月上旬まで26~29°Cで推移していたが、8月上旬からは30°Cを超える高温状態が続いた。

試験結果を表3に示す。摂餌状況は全期間を通して1区と2区が活発であったが、3、4区では摂餌活性の低さが観察された。特に、第1期終了間際の摂餌量は1、2区が3.0kg/日であるのに対して3、4区では2.4kg/日と減少していた。

第1期終了間際に全区でハダ虫(ネオベネデニア)の寄生が認められ、魚体背部に発赤が観察された。その症状は3区が最も顕著で、ついで4区、2区となり1区が最も軽度であった。そこで、ハダ虫対策として過酸化水素水6%を含有する市販製剤による薬浴を行った。その他は試験期間中に疾病の発生は認められなかった。

斃死は第1期に1区は4尾、2区は3尾であるの

表3 各試験区における飼育結果

試験区		1	2	3	4
供試尾数 (尾)	開始時	100	100	100	100
	1期終了時	96	97	81	90
	2期終了時	73	73	60	66
総魚体重 (kg)	開始時	107.0	108.8	105.4	107.6
	1期終了時	139.6	140.9	105.5	127.8
	2期終了時	126.8	121.9	96.2	110.5
平均体重 (g)	開始時	1,070	1,088	1,054	1,076
	1期終了時	1,454	1,453	1,302	1,420
	2期終了時	1,737	1,670	1,603	1,674
斃死尾数 (尾)	1期	4	3	15	9
	2期	6	7	4	7
	通期	10	10	19	16
斃死率 (%)		10.0	10.0	19.0	16.0
斃死重量 (g)	1期	5,800	4,200	19,000	11,000
	2期	8,230	10,700	6,100	10,800
	通期	14,030	14,900	25,100	21,800
処理尾数 (尾)	1期			4	1
	2期	17	17	17	17
	通期	17	17	21	18
処理重量 (g)	1期			5,100	1,300
	2期	27,450	27,245	25,880	26,140
	通期	27,450	27,245	30,980	27,440
給餌量 (kg)	1期	98.8	95.4	91.3	91.9
	2期	105.4	104.2	85.4	90.6
	通期	204.2	199.6	176.7	182.5
補正 増重量 (kg)	1期	38.4	36.3	24.2	32.5
	2期	22.9	18.9	22.7	19.6
	通期	61.3	55.2	46.9	52.1
飼料効率 (%)	1期	33.00	33.65	5.70	23.39
	2期	13.90	7.91	19.41	9.76
	通期	23.14	20.21	12.33	16.62
	通期指数	100	87.4	53.3	71.8
補正 飼料効率 (%)	1期	38.87	38.05	26.51	35.36
	2期	21.71	18.18	26.56	21.68
	通期	30.01	27.68	26.53	28.57
	通期指数	100	92.2	88.4	95.2
成長倍率	1期	1.36	1.33	1.23	1.30
	2期	1.16	1.13	1.21	1.15
	通期	1.57	1.51	1.44	1.48
	通期指数	100	95.9	91.9	94.4
日間 摂餌率 (%/日)	1期	1.79	1.71	1.88	1.73
	2期	1.46	1.47	1.53	1.40
	通期	1.68	1.66	1.62	1.59
	通期指数	100	98.7	96.4	94.5
日間 成長率 (%/日)	1期	0.68	0.64	0.47	0.62
	2期	0.36	0.28	0.42	0.34
	通期	0.51	0.46	0.45	0.47
	通期指数	100	88.4	86.6	91.3

表4 試験終了時の血液検査結果

試験区	1	2	3	4
ヘマトクリット値 (%)	42.1±3.5	45.9±5.8	49.4±5.4	45.2±4.8
ヘモグロビン量 (g/dl)	9.5±1.2	7.5±0.7	10.3±2.1	9.2±2.5
赤血球数 ($\times 10^4/\mu\text{l}$)	362±27.3	410±29	409.7±29.4	372±24.7
総タンパク量 (g/dl)	3.7±0.3	4.2±0.4	4.1±0.3	4.5±0.4
グルコース (mg/dl)	124.6±8.8	133.5±19.7	144.3±30.8	127.9±25.1
ALP (IU/l)	43.4±5.0	48±4.6	44.5±9.2	49.6±9.6
尿素窒素 (mg/dl)	8.1±0.7	5.7±0.6		6.4±0.7
アミラーゼ (IU/l)	458.8±93.0	469.1±116.0	434.4±67.8	462.1±65.3
GOT (IU/l)	99.9±26.6	100.2±36.0	216.7±124.5	154.0±82.0
GPT (IU/l)	15.3±4.6	16±3.5	35.6±11.4	19.4±10.0
HDL コレステロール (mg/dl)	156.7±18.6	167.5±22.7	195.9±27.0	177.2±23.1
コレステロール (mg/dl)	180.5±20.4	204.3±27.0	206.7±24.3	199±27.6
トリグリセライド (mg/dl)	147±42.0	163±23.2	163.7±31.3	138.5±21.1

平均値±標準偏差で示す。

に対して、3区は15尾、4区は9尾で、2～5倍の斃死が認められた。第2期においては3区が逆転し最も少なくなり、残りの区はほぼ同数となったが、通期では第1期の斃死尾数が大きく影響し、1区=2区<4区<3区の順で斃死が認められた。

補正飼料効率や日間成長率においても3区は第1期最下位から第2期で最上位へと逆転したが、通期では3区<2区<4区<1区の順となった。

成長倍率、日間摂餌率の通期指数の順位は3区<

4区<2区<1区であった。

血液検査 試験終了時の血液の生化学的検査結果を表4に示す。

GOT, GPT, HDL コレステロールは3区では1区より有意(危険率5%)に高い値を示したが、その他の項目では試験区ごとの差は認められなかった。

魚体分析 試験開始時と終了後に採取した筋肉と肝臓の分析結果を表5に示す。筋肉は開始時と終了時で粗タンパク質に試験区ごとの差が認められなかつ

表5 各試験区の魚体分析結果

試験区	開始時	終了時			
		1	2	3	4
筋 肉					
水分 (%)	69.5	66.6	63.8	66.2	66.1
粗タンパク質 (%)	22.2	21.1	20.1	21.3	21.3
粗脂肪 (%)	7.4	11.2	13.9	11.5	11.6
肝 臓					
水分 (%)	68.0	48.1	47.7	49.4	47.5
粗タンパク質 (%)	15.3	12.0	12.9	13.0	13.1
粗脂肪 (%)	11.7	37.1	37.7	34.7	37.6
総アスコルビン酸 (mg/100g)	4.5	2.5	2.5	2.7	2.7
総トコフェロール (mg/100g)	82.3	31.3	43.5	58.9	38.0

たが、2区で粗脂肪が増加し水分が減少することが認められた。肝臓における粗脂肪と水分にも同様の傾向が認められた。また、総アスコルビン酸と総トコフェロールでは開始時より終了時が減少しており、総トコフェロールでは顕著に減少傾向が認められた。

胃壁剖検 試験終了時に採取した6尾の胃壁剖検画像と胃壁組織の顕微鏡拡大画像を図2に示す。各試験区の胃壁について肉眼ではヒダの消失や潰瘍等の異常は特に認められなかった。また、胃壁組織についてどの試験区においても粘液や粘液固有層の消失は認められず、肉眼観察同様異常は認められなかった。

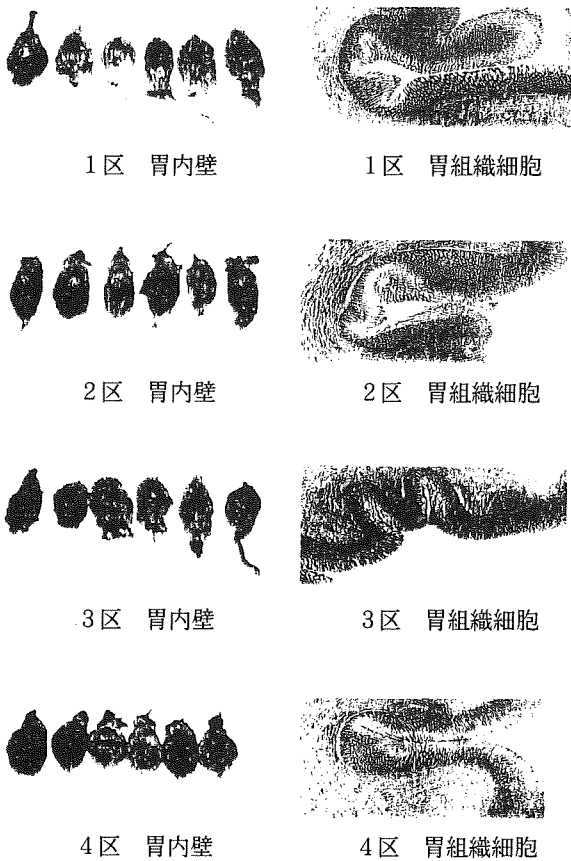


図2 試験終了時の胃内壁と胃壁組織細胞

考 察

飼育成績（補正飼料効率、日間成長率）と飼料中の魚粉品質判定基準（ヒスタミン、VBN、POV）との関係を図3、4に示す。補正飼料効率や日間成長率とヒスタミン含量との間には負の相関を示したが、VBNとの間には相関が認められなかった。昨年度、ヒスタミン規格の異なる魚粉を用いて本年度と同様の試験を行い、その結果、VBNとの間には弱い負の相関が認められた¹⁾ので、本年度は異なる結果であった。本年のヒスタミン高濃度区(2区；1,338ppm・3区；2,163ppm)が昨年(639ppm・733ppm)¹⁾のおおよそ2～3倍の濃度となっており、VBNよりもヒスタミンの影響が強く現れたのではないかと推察される。

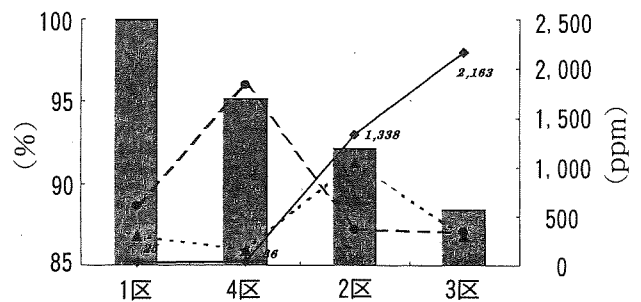


図3 飼料効率と飼料中のヒスタミン,VBN,POVの関係

■: 補正飼料効率指数, —◆—: ヒスタミン, ---▲---: VBN
—●—: POV

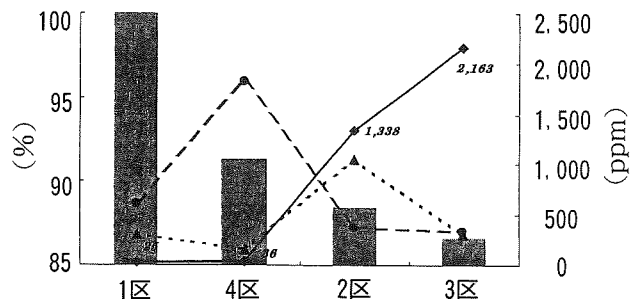


図4 日間成長率と飼料中のヒスタミン,VBN,POVの関係

■: 日間成長率指数, —◆—: ヒスタミン, ---▲---: VBN
—●—: POV

また、ここでの結果から、3区アジ魚粉（His 4,000）で摂取活性が低く、斃死率が高いことに加え血液性状値もやや不健康な数値を示したことから、ブリの飼育に悪影響の出るヒスタミン濃度はおよそ飼料中約2,000 ppm程度と推察された。

一方、アジ魚粉区（1区）とカタクチイワシ魚粉区（4区）では、飼育成績（飼料効率・日間成長率）とヒスタミン含量との間に相関が認められなかったが、飼料中のPOV値とは負の相関が認められた。また、カタクチイワシ魚粉区では有意に低い比肝重を示し、GOT値も高い傾向にあることから、肝臓重量の減少は病的状態を反映した萎縮の可能性もあり、POV値も飼育成績に影響を与えることが示唆された（図3, 4）。更に、カタクチイワシ魚粉区では、アジ魚粉区（His4,000）に次いで高い斃死率と低い摂餌活性も観察されている。しかし、試験飼料中のPOV値（36.6）は、養殖飼料の通常の上限值をやや上回っているものの、これまでの例からするとブリの斃死および摂餌活性に大きなダメージを与える程の高い数値ではなく、これまで追求し

てきた魚粉の品質判定要因以外にも他の重要なファクターが存在することも懸念された。

特にヒスタミン含量の高い魚粉は、鮮度低下した原料魚により製造されている事例が多く、全チッ素中での非タンパク態チッ素の占める比率が高いことから、今後は魚粉中の純タンパク質含量と飼育成績との相関関係についても検討する必要があると考えられる。

以上により、魚粉の品質判定基準の重要ファクターとしてはヒスタミン、VBN、POVが複合的に関わっている可能性が高く、今後も試験を継続して各要因について更に詳細に検討することが必要である。また、各要因の限界値並びに関連度合いを究明し、魚粉の新たな使用基準を導き出すことが重要課題であると考えられる。

文 献

- 1) 木村 創 (1998) : ブリ育成用配合飼料開発試験. 平成9年度和歌山県水産増殖試験場報告第30号, 36-40.