

ハマチ等養魚用餌料への不稔性アオサの添加試験（県単独事業）

増殖科 安藤 裕章

目 的

アオサの乾燥粉末を養魚用餌料に添加する試験が水槽規模で行われたことはあり、効果の認められたことが報告されている。そこで実用化、及び普及に役立てるための基礎資料を得るために、養魚用餌料への不稔性アオサの添加試験を海面小割網で行う。

方 法

ブリを対象魚種とし、オレゴンタイプモイストペレット（以下OMPと呼ぶ）に生のアオサ及びアオサの乾燥粉末を添加したものをを用いて海面小割網で長期飼育を行い、成長、餌料効率、健康度等からアオサの餌料への添加効果を見る。

A：飼料

試験飼料は対象区の5区には市販のマッシュとマイワシを5：5で配合したものにフィードオイルを外割りで5％添加したOMPを用いた。試験区の6区にはフィードオイル以外に外割りで乾燥アオサを3％、7区には同じく外割りで生アオサを15％添加した。ペレットは造粒した日も含めて最長で8日以内に使用し、残ったものは廃棄した。

用いた飼料の配合組成及び一般化学成分については表14に示した。

表14 試験餌料の配合組成
(単位：％)

	5区	6区	7区
マイワシ	50.0	50.0	50.0
市販マッシュ*1	50.0	50.0	50.0
小 計	100.0	100.0	100.0
スクワッドラ肝油*2	5.0	5.0	5.0
アサ乾燥粉末		3.0	
生アサ			15.0
乾物の一般化学成分			
粗蛋白質	56.7	55.2	55.4
粗脂肪	16.4	15.9	15.8
炭水化物	9.0	10.5	10.6
粗灰分	13.1	13.8	13.8
エネルギー量	4,115.5	4,050.0	4,053.8
C/P比	72.6	73.4	73.2

*1：ハマチ スパリング（丸紅飼料K.K.・市販品）

*2：リケン フリート・オイル（理研ビタミンK.K.・市販品）

B：飼育

6月7日に養殖業者から平均体重4.4gのブリ稚魚3,000尾を購入し、6月8日から7月27日までイカナゴに総合ビタミン剤を添加した餌を、7月28日から8月1日までマイワシに総合ビタミン剤を添加した餌を与えて予備飼育を行い、8月2日から9日までにイカナゴを用いたOMPから1区のSMPへと馴致飼育した。8月10日に選別、区分けを行い、各区220尾で、飼育試験を開始し、12月1日に終了した。小割網は3.4m×3.4m×3.5mのものを使用した。

投餌は開始時から10月18日まで通常1日2回、10月20日以降1日1回とし、日曜日と網替え日は投餌を休んだ。ただし、9月29日は台風のため1日1回の投餌となった。

投餌量は各区ともほぼ飽食給餌とした。給餌状況は表15のとおりであった。網替えは2週間に1回とし、同時に計数、計量を行った。

購入したブリ稚魚に類結節症が見られたので、予備飼育中の6月8日から16日までアンピシリン（Pb）、また21日から25日までPb、6月27日から7月2日までフロルフェニコール（FF）、7日から12日までFF、28日から8月1日までFFを投薬した。

生残率についてはサンプリングをしたものについては補正し、不明魚については斃死魚と見なした。

C：測定及び測定方法

飼育試験開始時の8月10日、24日、9月7日、21日、10月5日、19日、11月2日、16日、終了時の12月1日に計数、及び総体重の測定を行い、開始時の8月10日、10週目の10月19日、終了時の12月1日にサンプリングを行い、魚体重、尾叉長、及び、各組織重量の測定、血液性状、及び血清成分の測定、全魚体、及び肝臓の一般化学成分の測定を行った。

血液性状、血清成分、一般化学成分の測定方法は以下のとおりである。

表15 日間給餌率（乾物換算）

（単位：%）

	5区	6区	7区	平均水温
I期（8月11日～8月25日）	4.93	5.22	5.94	29.1
II期（8月25日～9月8日）	5.05	4.95	5.67	30.0
III期（9月8日～9月22日）	4.37	4.36	4.91	28.9
IV期（9月22日～10月6日）	4.26	3.94	4.39	26.2
V期（10月6日～10月20日）	3.46	3.29	3.50	25.1
VI期（10月20日～11月2日）	2.31	2.19	2.40	23.5
VII期（11月2日～11月17日）	2.38	2.21	2.34	21.5
VIII期（11月17日～12月1日）	1.83	1.51	1.75	20.0
全期間（8月11日～12月1日）	2.71	2.71	2.97	
前半（8月11日～10月6日）	3.53	3.54	3.90	
後半（10月6日～12月1日）	2.15	1.96	2.17	

血液性状は日本光電工業製CELLTAC(MEK5105)を使用し、赤血球数（RCB）は電気抵抗検出法、ヘモグロビン濃度（Hb）はシアンメトヘモグロビン法、また、ヘマトクリット値（Ht）は波高値積分法により測定した。

血清成分は和光純薬工業の臨床検査用キットを用いて、総蛋白質、アルブミン、遊離脂肪酸（NEFA）、トリグリセライド、リン脂質、亜鉛（Zn）、リン（P）の含量を測定した。

一般化学成分の測定については、水分及び粗灰分は常法、粗蛋白質はセミマイクロケールダール法、粗脂肪はエーテル抽出法、グルコースはフェノール硫酸法、グリコーゲンはアントロン法を用いた。

なお、これらの測定にあたっては高知大学の協力を仰いだ。

結 果

A：生残率と成長

飼育試験中の生残率の推移を図3に、成長を図4に示した。飼育試験終了時の生残率は5区92.7%、6区97.7%、7区97.3%と全区90%以上の生残率であった。成長については飼育開始時の各区の平均体重は130.2g～131.8gで、飼育終了時には5区は894.8g、6区は907.8g、7区は938.7gとなった。

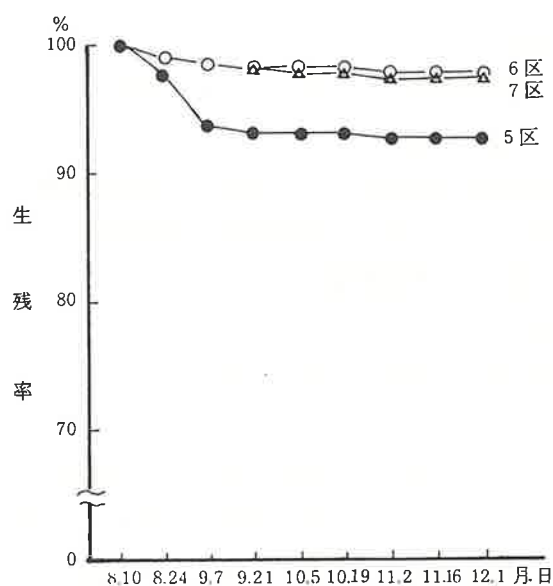


図3 生残率の推移

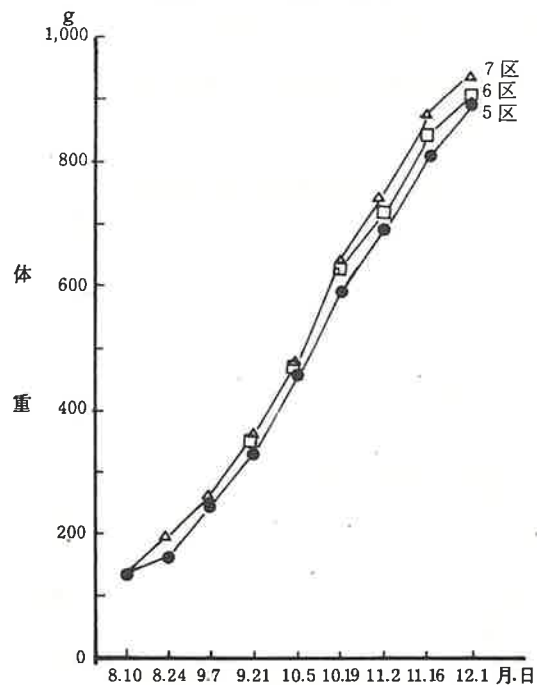


図4 成長の推移

B：飼料効率等

飼育試験における飼料効率の推移を表16に、蛋白質効率の推移を表17に、エネルギー効率の推移を表18に、栄養成分等の蓄積率を表19に示した。

飼料効率は全期間を通算すると6区が48.7%と一番高く、ついで5区が47.3%、7区が44.8%とやや低い値となった。

蛋白質効率についても全期間通算すると6区0.87、5区0.83、7区0.80の順番となった。

エネルギー効率も通算で6区が11.9%と一番高く、5区11.5%、7区が11.0%と一番低い値となった。

栄養成分等の蓄積率は蛋白質については全期間通算すると5区が16.7%、6区が17.6%、7区が17.0%と大きな差はなかった。脂肪については全期間通算すると、6区と7区が55.8%と55.7%で5区の51.2%より高くなった。エネルギーについても全期間通算すると5区が32.2%で、6区が34.1%、7区が33.6%となった。

表16 飼料効率（乾物換算）

（単位：%）

	5区	6区	7区	平均水温
I 期（8月11日～8月25日）	47.4	54.2	47.5	29.1
II 期（8月25日～9月8日）	40.0	39.9	36.4	30.0
III 期（9月8日～9月22日）	47.7	48.7	45.4	28.9
IV 期（9月22日～10月6日）	52.7	53.2	47.3	26.2
V 期（10月6日～10月20日）	56.9	61.0	58.9	25.1
VI 期（10月20日～11月2日）	43.3	44.3	43.0	23.5
VII 期（11月2日～11月17日）	50.0	51.2	49.4	21.5
VIII 期（11月17日～12月1日）	35.9	31.8	25.7	20.0
全期間（8月11日～12月1日）	47.3	48.7	44.8	
前半（8月11日～10月6日）	50.2	52.3	48.1	
後半（10月6日～12月1日）	43.2	43.1	39.7	

表17 蛋白質効率（乾物換算）

	5区	6区	7区	平均水温
I 期（8月11日～8月25日）	0.84	0.97	0.85	29.1
II 期（8月25日～9月8日）	0.71	0.71	0.65	30.0
III 期（9月8日～9月22日）	0.84	0.87	0.81	28.9
IV 期（9月22日～10月6日）	0.93	0.95	0.85	26.2
V 期（10月6日～10月20日）	1.00	1.09	1.05	25.1
VI 期（10月20日～11月2日）	0.76	0.79	0.77	23.5
VII 期（11月2日～11月17日）	0.88	0.91	0.88	21.5
VIII 期（11月17日～12月1日）	0.63	0.57	0.46	20.0
全期間（8月11日～12月1日）	0.83	0.87	0.80	
前半（8月11日～10月6日）	0.89	0.93	0.86	
後半（10月6日～12月1日）	0.76	0.77	0.71	

表18 エネルギー効率（乾物換算）

（単位：%）

	5区	6区	7区	平均水温
I 期（8月11日～8月25日）	11.5	13.3	11.6	29.1
II 期（8月25日～9月8日）	9.7	9.8	8.9	30.0
III 期（9月8日～9月22日）	11.6	11.9	11.1	28.9
IV 期（9月22日～10月6日）	12.8	13.0	11.6	26.2
V 期（10月6日～10月20日）	13.8	15.0	14.4	25.1
VI 期（10月20日～11月2日）	10.5	10.9	10.5	23.5
VII 期（11月2日～11月17日）	12.2	12.5	12.1	21.5
VIII 期（11月17日～12月1日）	8.7	7.8	6.3	20.0
全期間（8月11日～12月1日）	11.5	11.9	11.0	
前半（8月11日～10月6日）	12.2	12.8	11.8	
後半（10月6日～12月1日）	10.5	10.6	9.7	

表19 栄養成分等の蓄積率*1 (単位:%)

項 目	区	前期 (8/11-10/6)	後期 (10/6-12/1)	全期間 (8/11-12/1))
蛋白質	5区	19.0	13.8	16.7
	6区	19.0	15.4	17.6
	7区	16.8	17.2	17.0
脂肪	5区	49.3	53.9	51.2
	6区	52.7	60.0	55.8
	7区	46.5	68.8	55.7
エネルギー*2	5区	33.2	30.9	32.2
	6区	34.1	34.0	34.1
	7区	30.0	38.6	33.6

*1: 蓄積率 = $\frac{\text{一尾当りの栄養成分等の蓄積量} \times 100}{\text{一尾当り日平均摂餌量の累積量中の栄養成分等の量}}$

*2: エネルギーの計算には体成分は総エネルギー値 (蛋白質: 5.65kcal/g、脂肪: 9.40kcal/g) を、飼料は代謝エネルギー値 (蛋白質: 4.5kcal/g、脂肪: 8.0kcal/g、炭水化物: 2.8kcal/g) を用いた。

C: 魚体測定及び内臓測定

測定結果を表20に示した。

肥満度は開始時に15.5で、10週目には5区は17.9、6区は18.0、7区は17.9、終了時には5区は18.5、6区は18.6、7区は18.5となり、10週目も終了時も各区ともほとんど差がなかった。

比肝重は開始時に1.48%で、10週目には5区は1.81%、6区は1.86%、7区は1.94%、終了時には5区は1.72%、6区は1.62%、7区は1.84%となり、10週目も終了時も各区ともほとんど差がなかった。

腸管の重量比は飼育開始時の0.67%が、10週目には5区が0.61%、6区と7区が0.54%、終了時には5区が0.50%、6区が0.45%で、7区が0.43%となった。

D: 血液性状及び血清成分

血液性状の推移を表21に、血清成分の推移を表22に示した。

血液性状については個体差は大きいものの、どの測定時においても各区間の差は小さく、正常値の範囲内と思われる。

血清成分についても個体差は大きい、各区間に明確な差は見られない。

E: 魚体成分の一般分析

全魚体、肝臓及び筋肉の一般分析の結果を表23に

示した。

全魚体において粗蛋白は各区とも18.59~20.77%と時期的にもほとんど変動がなく、各区間の差も小さい。粗脂肪については開始時の5.45%から10週目には各区とも12.75%~13.84%と2倍以上に著しく上昇し、終了時にはさらに15.95%~16.97%へとさらに上昇した。また、それに伴って水分含量が減少した。グルコースについては区間差も、時期的変動もほとんど見られない。

肝臓については終了時のみの測定であるが、粗蛋白は5区が13.19%、6区が13.41%、7区が12.96%とほとんど差がなかった。粗脂肪については7区が30.99%と一番高く、6区が28.82%、5区が25.81%と低くなった。水分は一般的に言われるように粗脂肪含量の高い区ほど低かった。グリコーゲンについては5区がやや大きかった。

筋肉についても終了時のみの測定であるが、粗蛋白は24.39%~25.28%とほとんど差がない。粗脂肪については5区が5.79%、6区が6.28%、7区が6.61%と低かった。水分は一般的に言われるように粗脂肪含量の高い区ほど低かった。グリコーゲンについては大きな差は見られない。

表20 魚体測定及び内臓測定

		8月10日	10月19日	12月1日
尾叉長 (cm)	5区	19.8±0.9	32.4±0.9	35.9±1.4
	6区		31.9±0.8	36.5±0.5
	7区		32.4±1.1	36.9±1.0
体重 (g)	5区	121.6±16.3	606.7±55.9	860.5±113.2
	6区		583.1±36.9	902.1±50.7
	7区		612.1±70.5	934.1±86.2
肥満度	5区	15.5±0.7	17.9±0.8	18.5±0.5
	6区		18.0±0.7	18.6±0.8
	7区		17.9±0.8	18.5±0.7
比肝重 (%)	5区	1.48±0.18	1.81±0.28	1.72±0.18
	6区		1.86±0.17	1.62±0.28
	7区		1.94±0.16	1.84±0.30
全消化管 (%)	5区	5.87±0.54	6.79±0.57	6.82±0.50
	6区		7.09±0.71	7.40±1.01
	7区		7.06±0.39	7.91±1.13
胃 (%)	5区	1.46±0.17	1.11±0.07	0.93±0.07
	6区		1.19±0.17	1.04±0.14
	7区		1.25±0.09	0.99±0.09
腸管 (%)	5区	0.67±0.13	0.61±0.08	0.50±0.05
	6区		0.54±0.08	0.45±0.03
	7区		0.54±0.10	0.43±0.06
幽門垂 (%)	5区	1.60±0.17	2.27±0.14	2.33±0.37
	6区		2.52±0.45	2.23±0.44
	7区		2.36±0.18	2.58±0.58

肥満度 = $1,000 \times \text{体重} / (\text{尾叉長})^3$

比肝重、全消化管、胃、腸管、幽門垂、比脾重は体重に対する百分率

表21 血液性状の推移

項 目	区	8月10日	10月19日	12月1日
H b (g/100ml)	5区	15.8±0.5	15.0±1.6	16.0±0.3
	6区		15.3±2.1	16.5±0.5
	7区		15.5±1.2	16.3±0.2
H t (%)	5区	52.4±2.4	57.5±6.4	51.6±2.0
	6区		54.5±7.1	55.7±3.1
	7区		55.2±8.2	56.5±2.2
R B C ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	5区	453±25	413±50	406±16
	6区		391±44	428±15
	7区		399±40	441±23
M C H (pg)	5区	35.6±1.0	37.7±1.2	39.6±0.9
	6区		39.2±1.3	38.6±2.6
	7区		38.9±1.4	37.8±1.3
M C H C (%)	5区	30.6±0.7	26.8±0.5	31.1±0.8
	6区		28.1±1.4	29.7±2.5
	7区		28.4±2.9	29.3±0.9
M C V (μ^3)	5区	116±5	140±3	127±3
	6区		139±4	130±4
	7区		138±11	128±5

H b : ヘモグロビン量 M C H : 平均赤血球血色素量 $10 \times \text{H b} / \text{R B C}$
H t : ハマトクリット値 M C H C : 平均赤血球色素濃度 $100 \times \text{H b} / \text{H t}$
R B C : 赤血球数 M C V : 平均赤血球容積 $10 \times \text{H t} / \text{R B C}$

表22 血清成分の推移

項 目	区	8月10日	10月19日	12月 1日
総蛋白 (g/100ml)	5 区		6.95±0.77	6.87±0.41
	6 区	4.58±0.23	6.55±0.47	7.72±0.39
	7 区		5.93±0.41	7.30±0.69
アルブミン (g/100ml)	5 区		2.61±0.20	2.55±0.16
	6 区	2.01±0.06	2.48±0.22	2.87±0.18
	7 区		2.22±0.17	2.59±0.14
F A A (mg-N/100ml)	5 区		10.2±1.4	9.3±0.6
	6 区	13.5±1.2	10.7±0.9	9.6±0.8
	7 区		11.1±1.2	9.2±0.6
トリグリセリド (mg/100ml)	5 区		265± 57	190± 92
	6 区	256± 63	232± 52	253±196
	7 区		254± 54	377±238
リン脂質 (mg/100ml)	5 区		1,091± 61	1,180± 47
	6 区	803± 97	1,084± 68	1,190± 28
	7 区		986± 73	1,180± 50
Z n (μg/100ml)	5 区		1,829±312	1,670± 36
	6 区	1,002±148	1,479±170	1,540±229
	7 区		1,345±265	1,680±331
P (mg/100ml)	5 区		19.0±2.2	21.0±2.6
	6 区	13.6± 1.3	16.5±0.7	21.4±2.9
	7 区		20.0±1.8	23.4±2.9
C a (mg/100ml)	5 区		30.8±4.7	38.5± 5.9
	6 区	26.7±1.7	29.2±2.5	38.0±11.3
	7 区		29.7±5.0	47.4± 5.0

A/G比：アルブミン・グロブリン比

F A A：遊離アミノ酸

トリグリセリド：中性脂肪

P：リン

Z n：亜鉛

C a：カルシウム

表23 全魚体、肝臓、筋肉の一般分析

(%)

	項 目	区	8月10日	10月19日	12月 1日		項 目	区	12月 1日		項 目	区	12月 1日
全 魚 体	水分	5 区	71.17	64.44	62.61	臓	水分	5 区	53.58	筋	水分	5 区	69.06
		6 区		65.55	61.59			6 区	52.34			6 区	68.22
		7 区		65.46	62.28			7 区	49.76			7 区	67.49
	粗蛋白	5 区	19.20	20.77	19.85		粗蛋白	5 区	13.19		粗蛋白	5 区	24.39
		6 区		19.89	19.87			6 区	13.41			6 区	24.72
		7 区		18.59	19.95			7 区	12.96			7 区	25.28
	粗脂肪	5 区	5.45	13.66	15.93		粗脂肪	5 区	25.81		粗脂肪	5 区	5.79
		6 区		13.84	16.42			6 区	28.82			6 区	6.28
		7 区		12.75	16.97			7 区	30.99			7 区	6.61
粗灰分	5 区	3.00	2.47	2.43	粗灰分	5 区	0.90	粗灰分	5 区	1.36			
	6 区		2.40	2.09		6 区	1.10		6 区	1.30			
	7 区		2.44	2.36		7 区	1.05		7 区	1.33			
グリコーゲン	5 区	0.55	0.56	0.59	グリコーゲン	5 区	0.44	グリコーゲン	5 区	0.57			
	6 区		0.66	0.54		6 区	0.19		6 区	0.57			
	7 区		0.57	0.58		7 区	0.24		7 区	0.49			

考 察

生残率から見るとアオサ無添加の5区は92.7%と良好な結果であったが、乾燥アオサ添加の6区は97.7%、生アオサ添加の7区は97.3%とそれ以上に良好な結果となった。

成長から見ると一番成長の良かったのは生アオサ

添加の7区で終了時に体重が938.7gであり、次いで乾燥アオサ添加の6区で907.8g、一番成長の悪いのは無添加の5区で894.8gの順となったが、最大の7区と最小の5区の体重差は44gとわずかであった。

飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率、及び栄

養成分等の蓄積率について今回の三区のうち乾燥アオサの6区が一番良好で、次いで無添加の5区、生アオサ添加の7区という結果となったが、その差はわずかであった。

試験終了時の体色は各区とも非常に良好で差は認められなかった。

今回の飼育試験の結果から乾燥であろうと、生であろうとアオサを添加することによる生残率や、成

長に対する悪影響は認められず、逆にアオサの添加により若干の好結果が見られた。

今回の飼育試験に用いた市販マッシュは非常に品質のよいものであったため、ブリ稚魚の成長が良すぎて、アオサの添加効果がはっきりでなかった可能性がある。次回にはマッシュの品質を落として飼育試験を行うほうが良い。