

調 査 部

§ クルマエビ配合餌料研究

当水試において現在までに実施したクルマエビ配合餌料に関する実験を通じて痛感されたことは、配合餌料の大部分を占める蛋白源素材について、その素材の種類を限定することなく効果的な餌料が調整できないかと云うことであった。イカミールはクルマエビの配合餌料の配合素材として優れたものであることは従来までの実験で明らかであるが本年度はそのイカミールが全国的に品薄であり且つ高価であったことからその感を強くした訳である。

そこで本年度はイカミールにかわる供給に安定性のある低価格の配合餌料の開発を目途として試験を進めた。その結果配合混合物の蛋白アミノ酸がある一定のアミノ酸パターンを保有するよう調整した配合餌料はその素材にイカミールを使用しなくても十分にエビを成長せしめる配合餌料となし得ることの知見を得た。しかしながら、この場合水中における餌料の形質の保持に難点があり今後の問題点として残された。

1 試験方法

1) 第1, 2回試験

(イ) 試験期間	第1回	5月17日～6月30日	45日間
	第2回	7月26日～9月25日	60日間
(ロ) 試験場所	垂水市 水試増殖センター内施設		
(ハ) 供試エビ	増殖センター生産エビ		
(ニ) 試験水槽	木製(ポリエチレンフィルム内張り)		
	1.3×1.3×0.75m 底面積 1.5m ²		
(ホ) 飼育方法	開放循環併用方式 流量 5～6ℓ/min		

2) 3, 4回試験

(イ) 試験期間	第3回	10月6日～12月4日	60日間
	第4回	1月17日～2月16日	30日間
(ロ) 試験場所	鹿児島市 本場		

- (イ) 供試エビ 増殖センター生産エビ
(ニ) 試験水槽 ロンクリート製
1.5 × 1.5 × 1 m 底面積 2.25 m²
(ホ) 飼育方法 開放循環併用方式 流水量 5 l/min

なお試験餌料はすべて固型餌料（ペレット）に調整し夕方投餌して翌朝残餌を取り上げた。

2 試験結果

第1回試験を第1表、第2回を第2表、第3回を第3表、第4回を第4表にそれぞれ示した。

3 考察

- 1) 第1回試験はイカミールの添加量を少なくして、結晶アミノ酸を補強することによって全体のアミノ酸バランスをほぼ揃えた餌料についての実験であるが、これによるとアミノ酸単体を添加したものは摂餌率が高くなるが摂餌に対する成長がそれ程良くない結果となっている。このことは配合餌料を強化する目的での結晶アミノ酸の添加は思った程効果を示さないことを意味するものと考えられる。
- 2) 第2回試験のクルマエビの体色発現と酵母類、活性汚泥など未知の成長因子が期待される素材の効果を確かめるために行なったもので、この結果からクルマエビの体色発現にオキアミは効果的であること、酵母類、活性汚泥はクルマエビの成長を高める上で効果的な素材と云えること。イカミールの添加量の高い配合餌料であってもその他の素材の配合如くでは必ずしも良好な成長は示さないことなどが云えるようである。
- 3) 第3回試験は配合餌料の蛋白アミノ酸の組成比が各餌料区共できるだけ類似するように蛋白素材の配合量を調整したものについて、イカミールの配合量を20%程度まで下げた場合の餌料効果を比較したものであるが、この結果からイカミールの配合量が20%程度でもその成長率はイカミール47%のものに比べて差程劣らない餌料となし得ることを知

ることができた。

- 4) 第4回試験は第3回の実験からイカミールの添加量をかなり少なくすることが可能であることを示唆する結果を得たので、更にイカミールを全く配合しない配合餌料の可能性について検討したものである。その結果、種々の蛋白源を組み合わせることによって充分に実用的で安価な餌料となし得ることが明らかとなりイカミールがクルマエビ配合餌料にとって必須の蛋白源素材ではないことを知った。

4 要 約

- (1) クルマエビの配合餌料においては餌料の栄養価値を高める意味でのアミノ酸単体の添加はさほど有効でない結果を得た。
- (2) 配合餌料の有する蛋白アミノ酸のパターンをある一定の範囲に収まるよう調整することにより必ずしもその蛋白源にイカミールを使用しなくても効果的な餌料をなし得ることを知った。

担 当 九万田 一 己
弟子丸 修
黒 木 克 宣
北 上 一 男

第 1 表 第 1 回 試 験 結 果

素 材		試 験 区		
		5 3	5 4	5 4
飼 料 組 成	活 性 汚 泥	5	5	5
	スルメイカミール	4.7	4.7	4.7
	オキアミミール	1.5	1.5	1.5
	石 油 酵 母	2.0	2.0	2.0
	マッコウミール	—	—	—
	α - デ ン プ ン	2	2	2
	活 性 グ ル テ ン	3	3	3
	ビ タ ミ ン V	3	3	3
	ビ タ ミ ン C	—	—	—
	ミ ネ ラ ル III	5	5	5
	コ レ ス テ ロ ー ル (外 割)	—	—	—
	ミ ネ ラ ル III (//)	—	8.7	8.7
	カ ロ フ ィ ー ル レ ッ ド (//)	—	0.1	0.1
	活 性 汚 泥 エ キ ス (//)	—	—	—
	ス レ オ ニ ン (//)	—	—	—
	メ チ オ ニ ン (//)	—	—	—
	イ ソ ロ イ シ ン (//)	—	—	—
ア ル ギ ニ ン (//)	—	—	—	
リ ジ ン (//)	—	—	—	
計		100	100	100
飼 育 条 件	期 間 (日)	45	//	//
	水 温	22~24	21~23	22~24
	水 槽 の 場 所	屋 外	屋 内	屋 外
	そ の 他			

	A	B	A	B	A	B
開 始 時 尾 数	70	70	70	70	70	70
// 平 均 体 重 g	4.13	4.20	4.02	4.10	3.94	4.36
終 了 時 尾 数	61	65	50	61	64	67
平 均 体 重 g	9.95	9.60	9.98	9.35	10.37	11.08
日 間 摂 餌 率 %	1.64	1.66	1.81	1.79	2.03	2.03
日 間 成 長 率 %	1.81	1.74	1.84	1.75	1.93	1.92
餌 料 効 率 %	111.1	105.3	102.0	98.0	105.3	95.2
歩 留 率 %	87.4	92.9	71.4	87.1	91.4	95.7
平 均 脱 皮 回 数	2.67	2.75	3.00	2.30	2.59	2.62

5 4'	5 5	5 6	5 7	5 9'
5	3	3	3	3
4 7	3 7	2 7	1 7	0
1 5	1 5	1 5	1 5	1 5
2 0	2 0	2 0	2 0	2 0
—	1 0	2 0	3 0	4 2
2	—	—	—	—
3	5	5	5	1 0
2. 7	3	3	3	3
0. 3	—	—	—	—
5	7	7	7	7
—	0. 1	0. 2	0. 3	0. 5
8. 7	5. 6	3. 8	2. 6	1. 3
0. 1	0. 0 5	0. 0 5	0. 0 5	0. 0 5
—	—	0. 5	0. 5	1
—	—	0. 2 6	0. 2 6	0. 5
—	—	0. 1 1	0. 2 3	0. 7
—	—	0. 1 2	0. 2 4	0. 8 4
—	—	0. 2 1	0. 4 2	0. 8 4
—	—	—	—	0. 2
1 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0
//	//	//	//	//
//	//	//	//	//
//	//	//	//	//

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
73	71	70	70	70	73	70	70	70	72
4.39	4.55	4.21	4.44	3.91	4.24	4.06	4.29	4.34	4.58
69	70	56	56	50	48	66	61	65	70
10.08	10.97	9.64	9.66	8.63	7.97	7.86	8.39	9.16	7.82
1.83	1.79	1.77	1.74	1.83	1.74	2.09	2.13	2.24	2.36
1.74	1.82	1.66	1.59	1.57	1.31	1.40	1.40	1.56	1.17
95.2	103.1	94.3	91.7	86.2	75.2	67.1	66.7	69.9	49.5
98.6	98.6	80.0	80.0	71.4	65.8	94.3	87.1	92.9	97.2
2.64	2.59	2.96	2.87	2.91	2.49	2.35	2.38	2.29	2.00

第2表 第2回試験結果

素 材		試験区	5 4'	5 4'	5 4'+冷凍オキアミ
餌 料 組 成	北 洋 ミ ー ル		—	—	—
	活 性 汚 泥		5	5	5
	スルメイカミール		4.7	4.7	4.7
	オキアミミール		1.5	1.5	1.5
	石 油 酵 母		2.0	2.0	2.0
	ナ ガ ス ミ ー ル		—	—	—
	大 豆 蛋 白		—	—	—
	K Y		—	—	—
	キ チ ン		—	—	—
	α - デ ン プ ン		2	2	2
	活 性 グ ル テ ン		3	3	3
	ビ タ ミ ン V		2.7	2.7	2.7
	ビ タ ミ ン C		0.3	0.3	0.3
	ミ ネ ラ ル III		5	5	5
ミ ネ ラ ル IV		—	—	—	
ミ ネ ラ ル III (外割)		8.7	8.7	8.7	
ミ ネ ラ ル IV (//)		—	—	—	
カ ロ フ ィ ー ル レ ッ ド (//)		0.1	0.1	0.1	
計			100	100	100
飼 育 条 件	期 間 (日)		60	60	60
	水 温		24~28	24~29	24~29
	水 槽 の 場 所		屋 内	屋 外	屋 外
	そ の 他				週一回冷凍オキアミを与える。

	A	B	A	B	A	B
開 始 時 尾 数	93	99	98	95	98	96
// 平均体重 g	3.03	3.00	3.07	3.11	3.28	3.10
終 了 時 尾 数	88	94	84	77	92	83
// 平均体重 g	13.67	13.00	12.92	12.69	13.52	13.63
日 間 摂 餌 率 %	2.28	2.32	2.44	2.60	2.57	2.54
日 間 成 長 率 %	2.10	2.05	1.99	1.94	2.04	2.03
餌 料 効 率 %	92.6	88.5	82.0	74.6	80.0	80.6
歩 留 率 %	94.6	94.9	85.7	81.1	93.9	86.5
平 均 脱 皮 回 数	3.73	3.47	3.92	4.16	3.75	3.63

5.4' オオキアミミール	6.1	6.2	6.3
—	5.4	—	7.6
—	5.5	3.3	—
—	3.2.6	4.3.5	4.6.8
9.0.5	1.1.2	3.3	5.6
—	—	—	—
—	1.0.6	1.5.9	1.5.9
—	7.7	1.3.1	5.5
—	5.2	4.2	—
—	3.7	—	—
—	—	—	—
9.5	3.1	3.1	3.1
—	2.7	2.7	2.7
—	0.3	0.3	0.3
—	—	—	—
—	1.2	1.0.6	1.2.5
—	—	—	—
—	—	3.4	—
—	0.1	0.1	0.1
1.0.0	1.0.0	1.0.0	1.0.0
//	//	//	//
//	//	//	//
//	//	//	//
最後の10日間オオキアミミールを与える。			

A	B	A	B	A	B	A	B
88	88	98	98	100	98	100	91
3.2.2	3.1.9	3.1.2	3.0.6	3.1.1	3.2.1	3.2.1	3.3.4
7.9	8.5	9.5	9.7	9.3	9.7	9.3	8.4
13.2.2	14.1.3	10.6.4	10.5.3	10.1.0	10.4.7	8.9.2	9.3.3
2.6.3	2.4.7	3.4.0	3.5.3	2.9.2	3.1.1	2.5.3	2.6.6
1.8.7	1.9.9	1.8.0	1.8.2	1.7.4	1.7.6	1.5.4	1.5.4
7.1.4	8.0.6	5.3.2	5.1.8	5.9.5	5.6.8	6.1.3	5.8.1
8.9.8	9.6.6	9.6.9	9.9.0	9.3.0	9.9.0	9.3.0	9.2.3
3.6.0	3.6.7	3.4.1	3.6.1	3.3.8	3.0.6	2.4.9	2.9.7

第3表 第3回試験結果

素 材		試 験 区		
		5 4'''	5 4''	6 4
餌 料 組 成	北 洋 ミ ー ル	—	—	—
	活 性 汚 泥	5	5	5
	イ カ ミ ー ル	4.7	4.7	4.7
	オ キ ア ミ ミ ー ル	1.5	1.5	1.5
	石 油 酵 母	2.0	2.0	—
	ナ ガ ス ミ ー ル	—	—	—
	K Y	—	—	2.0.8.3
	ブ ロ ミ ッ ク P	—	—	—
	α - デ ン プ ン	2	2	1.1.7
	活 性 グ ル テ ン	3	3	3
	ビ タ ミ ン V	2.7	2.7	2.7
	ビ タ ミ ン C	0.3	0.3	0.3
	ミ ネ ラ ル III	5	5	5
	ミ ネ ラ ル III (外 部)	8.7	8.7	8.7
	カ ロ フ ィ ー ル レ ッ ド (//)	0.5	—	0.1
	β カ ロ チ ン (//)	—	0.1	—
計		100	100	100
飼 育 条 件	期 間 (日)	60	//	//
	平 均 温 水	25~29	//	//
	水 槽 場 所	屋 内	//	//
	そ の 他			

			A	B
開 始 時 尾 数	150	150	150	150
〃 平 均 体 重 g	5.32	5.30	5.58	5.53
終 了 時 尾 数	148	147	149	149
〃 平 均 体 重 g	15.54	15.88	14.75	14.28
日 間 摂 餌 率 %	2.10	2.10	2.60	2.50
日 間 成 長 率 %	1.60	1.60	1.50	1.40
餌 料 効 率 %	74.6	78.7	56.5	58.5
歩 留 率 %	98.7	98.0	99.3	99.3
平 均 脱 皮 回 数	3.68	3.85	3.71	3.59

6 5	6 6	6 7
—	—	2.1 8
5	5	7.7 5
4 1.5 6	3 0.4 6	1 9.5 8
1 7.2 3	2 0.5 8	2 1.2 0
2 0.9 8	2 0.9 8	2 0.9 8
3.1 8	1 0.6	1 2.7 1
—	—	—
—	—	3.1 4
1.0 5	1.3 8	1.4 6
3	3	3
2.7	2.7	2.7
0.3	0.3	0.3
5	5	5
8.7	8.7	8.7
0.1	0.1	0.1
—	—	—
1 0 0	1 0 0	1 0 0
//	//	//
//	//	//
//	//	//

A	B	A	B	A	B
150	150	150	150	150	150
5.32	5.27	5.22	5.29	5.20	5.48
144	147	147	146	150	149
12.04	14.79	14.25	14.06	14.18	13.80
1.90	2.20	2.40	2.30	2.30	2.30
1.20	1.50	1.50	1.40	1.50	1.50
67.1	71.4	62.5	62.5	66.7	61.7
96.0	98.0	98.0	97.3	100	99.3
3.47	3.81	3.71	3.64	3.58	3.81

第 4 表 第 4 回 試 験 結 果

素 材		試 験 区	5 4'	6 8	6 9
餌 料 組 成	イカミール		4.7	—	—
	石油酵母		2.0	20.98	19.93
	クルテン		3	3	3
	活性汚泥		5	7.2	7.2
	アミミール		1.5	2.7	2.455
	F P C - A		—	1.9	2.345
	カツオ精巢ミール		—	6.6	7.4
	ナガスミール		—	1.45	—
	エディブルカゼイン		—	5	5
	フィートオイルP		—	2.77	2.47
	α-デンプン		2	—	—
	ビタミンV		2.7	2.7	2.7
	ビタミンC		0.3	0.3	0.3
	ミネラルⅢ		5	—	—
	ミネラルV		—	4	4
	ミネラルⅢ(外割)		8.7	—	—
	ミネラルV(〃)		—	2	2
	Ca ₃ (PO ₄) ₂ (〃)		—	1	1
	α-デンプン(〃)		—	3	3
	Ca(OH) ₂ (〃)		—	0.75	0.75
カロフィールドレッド(〃)		0.5	—	—	
βカロチン		—	0.5	—	
計			1.00	100	100
飼 育 条 件	期 間 (日)		30	〃	〃
	水 温		25~29	〃	〃
	水槽の場所		屋 内	〃	〃
	そ の 他				

	A	B	A	B	A	B
開 始 時 尾 数	87	87	87	87	87	87
〃 平均体重g	4.22	4.13	3.76	4.06	4.12	4.27
終 了 時 尾 数	86	84	87	84	86	82
〃 平均体重g	9.34	9.59	8.52	8.16	8.53	9.21
日 間 摂 餌 率 %	3.20	3.42	4.81	3.73	3.52	4.39
日 間 成 長 率 %	2.68	2.84	2.76	2.35	2.45	2.59
餌 料 効 率 %	83.8	83.1	57.3	63.0	69.6	59.1
歩 留 率 %	98.9	96.6	100	96.6	98.9	94.3
平 均 脱 皮 回 数	2.08	2.5	1.98	1.75	1.98	2.14

7 0	7 1
—	—
1 9.5 0	1 8
3	3
7.2	7.2
2 0	1 7
2 7	3 0
8.5	1 0
—	—
5	5
2.8	2.8
—	—
2.7	2.7
0.3	0.3
—	—
4	4
—	—
2	2
1	1
3	3
0.7 5	0.7 5
—	—
—	—
1 0 0	1 0 0
//	//
//	//
//	//

A	A	A	B
87	87	87	87
3.87	4.11	4.15	3.46
87	84	85	83
7.70	8.58	8.46	7.47
4.35	4.37	4.40	3.88
2.32	2.49	2.39	2.60
53.3	56.9	54.3	66.9
100	96.6	97.7	95.4
1.34	1.70	1.35	1.72

§ クルマエビ配合餌料の設計に関する基本的な問題点

当場では、独創的で地域の特色を取り入れたクルマエビの生産技術を開発し、地域の漁業生産に寄与したいと云う切なる希望のもとに、その一課題であるクルマエビ用配合餌料の開発について昭和43年度以降調査研究を進めて来た。各年次における試験結果の詳細は、既にその都度、別冊で報告したが、今回、現在までに実施した年次別の調査結果を、既に報告したもの及び未報告のもの一括して総合的に整理し、クルマエビの配合餌料を設計する上で考慮すべき基本的な事項について検討を行なった。以下の報文は、昭和43年度～昭和45年度の実験結果から8項目、すなわち

1. 配合餌料素材としてのイカミールと石油酵母の餌料効果の再検討。
2. 餌料素材の窒素成分の比較。
3. 餌料素材のステロール類。
4. 餌料素材中のCaとP。
5. クルマエビの体色と餌料のカロチノイド色素。
6. クルマエビ腸管の蛋白消化力。
7. 餌料の素材配合についての基本的な考え方。
8. アミノ酸バランスに重点を置いた配合餌料の設計。

について取りまとめたものである。書式が一部メモ的で読みづらい点も多いと思われるが、これを既報告書と対照して読んで戴ければ幸いである。なお、ここに記載の内容は、現在、部分的に改変されつつあるが、これについては機会を改めて報告したい。

○ 既往の報告書

鹿児島水試；クルマエビ配合餌料研究中間報告書（水産庁指定研究），昭和43.10。
昭和44.10。昭和45.11。
鹿児島水試；クルマエビ配合餌料研究報告書（水産庁指定研究），昭和44.3。
昭和45.3。

○ 謝 辞

報文中、クルマエビの体色に関する項目及びステロールに関する項目については、鹿児島大学水産学部 片山輝久教授及び金沢昭夫助教授に種々御教示戴いた。ここに附記して厚く謝意を表する。

文 責 弟子丸 修

I 配合餌料素材としてのイカミールと石油酵母の餌料効果の再検討

昭和44～45年度に実施した配合餌料試験について、石油酵母無添加，20%添加，40%添加及び石油酵母単独使用に分けて、その餌料効率等を比較した結果を1-1表に示しこれらの値から求めた平均値を1-2表に示した。

又、これらの値を特にイカミールの配合効果という点にしぼって、図示すると1-1図～1-7図のとおりである。

1. 餌料粗蛋白と餌料効率について（1-1図）

現在までの試験において、クルマエビ餌料は、少なくとも60%以上の粗蛋白を保有するような高蛋白であることが、必要であると推察したが、このことは、1図について明らかである。すなわち、餌料効率と餌料の粗蛋白量の間には、明らかな相関がみられ、餌料効率を50%以上とするには、餌料の粗蛋白が60%以上とすることが必要であり、活アサリの粗蛋白が70

(乾燥)であること、生餌としては、活アサリが最も優れていることから、配合餌料の粗蛋白を70%程度にまで引き上げる必要がある。

なお、イカミールは79%、石油酵母は59%の粗蛋白を含有するので、イカミールの配合量が高い場合(逆に石油酵母配合量が低い場合)は、その餌料の粗蛋白量は、高くなる筈であるが、1表に示すとおり、その配合は、イカミール、石油酵母の他に、嗜好性を目的とした、イカエキス粘結剤としてのグルテンが添加され、それが蛋白源として、餌料中の粗蛋白量に加算されるので、各区の粗蛋白量は、石油酵母40%添加の範囲においては、60~70%となっている。

2. イカミール配合率と餌料効率について (1-2図)

石油酵母40%までの範囲においては、上記のようにその粗蛋白量は、60~70%の範囲に収まりイカミール添加量の高いもの程高蛋白であるとは云えないが、イカミールそのものの餌料効率に与える効果を見ると、2図に示すように、イカミール配合量と餌料効率は、正の相関を有する。しかしながら、イカミールが餌料中、50%を超える場合はその餌料効率はかなりバラツクようである。

3. 石油酵母と餌料効率について (1-3図)

石油酵母と餌料効率は、イカミールの場合とは逆に負の相関を示す。すなわち石油酵母の配合量が70%~20%の範囲では、配合量の高い餌料効果は低下する傾向を示す。しかしながら配合量が20%~0%の範囲では、むしろ20%、添加区が石油酵母を全く加えない区よりも幾分高い餌料効果を示すようである。

4. イカミール配合率と日間摂餌率、日間成長率の関係 (1-4図, 1-5図)

1-4図から、イカミールの配合は摂餌率を高める傾向を示すが、その配合が50%を超える場合は、摂餌率は2~6%の範囲でかなりバラツク。さらに、イカミールが成長に及ぼす効果は1-5図にみられるように摂餌率との関係よりもさらに密接な相関を示し、イカミールがクルマエビの成長に好適な餌料素材であることを示すものである。しかしこの場合もイカミールの配合量が50%を超える場合は、その成長率は1~2%の間においてバラツク傾向を示す。

なお、摂餌率と成長率の関係を1-6図、1-7図に示した。一般的に、摂餌量が高いと成長率も高くなる筈であるが、この図によれば摂餌率3%までは成長率と明らかな相関がみられるものの、3%を超える摂餌率の場合は、その成長率に殆んど影響を与えないことを示す。現在までに実施した試験結果からイカミールと石油酵母の餌料素材としての効果を検討したが、これを要約すると次のとおりである。

- ◎ 配合餌料の粗蛋白は少なくとも60%以上が望ましく、活アサリを基準におくならば70%程度が必要であろう。主たる餌料素材として、イカミールは餌料効率、摂餌率、成長率を高める上で極めて優れた材料と云えるが、その効果は餌料中50%の配合で充分であり、それ以上の配合は、その必要を認めない。石油酵母の多量添加は、餌料効率等を著しく阻害するが、イカミールとの併用によれば20%を限度として配合することにより、イカミール単独使用よりもむしろ好結果をもたらすと考えられる。なお、摂餌率はエビの成長率との関係からみて、3%程度(エビ5g前後)を目安とすれば効率的であり、それ以上の摂餌率(投餌率)は生長と結びつかないようである。配合餌料の場合、イカミール50%程度の配合であれば特に摂餌率を高めるような誘引物質の添加は必要としないと考えられる。

1-1表 餌料素材の配合と餌料

	石油酵母無添加区							石油酵母	
イカミール%	6.3	7.0	5.5	5.7	7.3	7.0	6.4	5.0	5.0
イカエキス%	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	8	1.5
石油酵母%	0	0	0	0	0	0	0	2.0	2.0
α-でんぷん%	1.0	2	2	1.0	2	2	2	5	2
グルテン%	1.5	0	1.5	0	0	0	0	1.5	0
日間摂餌率%	2.8	2.5	3.5	6.0	3.1	3.3	4.1	2.5	4.0
日間成長率%	1.1	1.6	2.0	2.1	2.3	2.1	2.2	2.1	2.1
餌料効率%	38.1	66.2	56.1	34.7	73.0	64.1	54.3	84.0	53.2
歩留率%	7.2	8.3	8.8	9.4	9.7	9.7	9.8	32.0	9.2
C.P (計算値)%	7.0.0	6.7.0	6.7.5	5.6.7	6.9.5	6.7.0	6.2.3	6.9.9	6.3.0

1-2表 各区の平均値の比較表

	石油酵母 無添加区	石油酵母 20%区	石油酵母 40%区	イカミール 無添加区
イカミール%	6.4.6	5.2.8 (5.3.5)	3.5.3 (3.0.5)	0
イカエキス%	1.4.3	8.6 (9.0)	7.0 (7.5)	7.5
石油酵母%	0	2.0 (2.0)	3.7.5 (4.0)	7.0.5
α-でんぷん%	4.3	2.6 (2.0)	1.5 (2)	2
グルテン%	4.3	7.0 (5.0)	1.2.5 (1.0)	1.0
日間摂餌率%	3.6	2.3 (2.0)	2.2 (1.6)	1
日間成長率%	1.9	1.5 (1.3)	1.2.5 (0.6)	0.1
餌料効率%	5.5.2	6.6.0 (6.1.4)	5.5.5 (4.0)	1.1.6
歩留率%	9.0	7.7 (8.8)	6.4 (9.1)	7.7
C.P (計算値)%	6.5.7	6.6.0 (6.5.0)	6.5.8 (6.1.9)	5.5.7

効率等の比較表 (44~45年度)

20%区			石油酵母40%(30%)区				イカミール無添加区		活アサリ区	
58	43	63	43	37	38	23	0	0	—	—
0	15	5	7	6	0	15	0	15	—	—
20	20	20	30	40	40	40	78	63	—	—
2	2	2	2	0	2	2	2	2	—	—
10	10	0	15	15	10	10	10	10	—	—
1.3	1.8	2.0	3.1	2.4	1.4	1.8	0.7	1.3	1.5	2.4
1.0	0.9	1.3	1.8	2.0	0.7	0.5	0.1	0.1	1.1	2.2
77.0	51.5	64.1	61	81	53	27	15	8.2	68	93
82	85	92	37	35	95	88	75	79	92	94
65.9	65.8	65.5	69.6	69.9	61.9	61.8	54.3	57.2	69~70	

注 1.

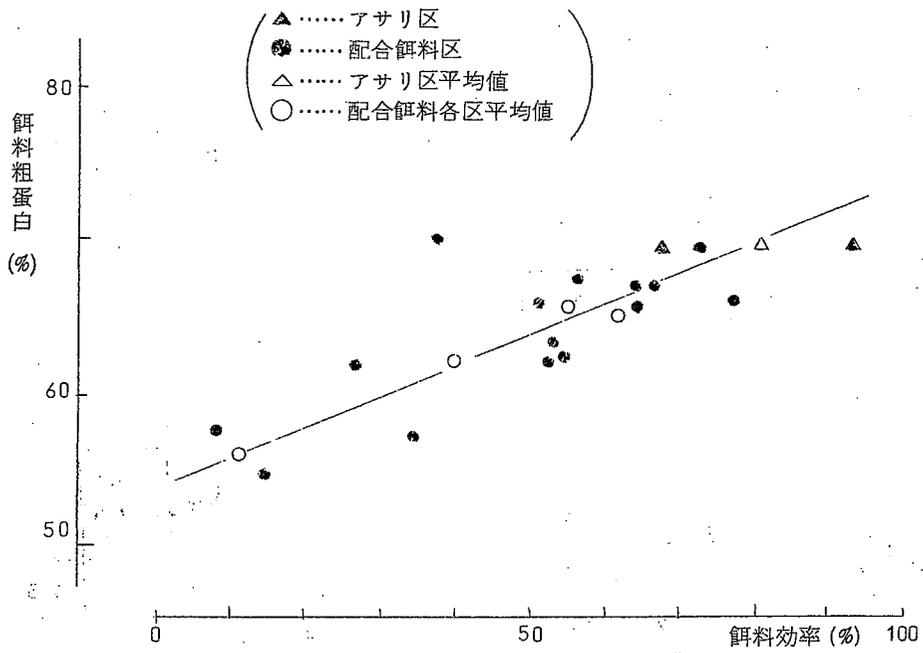
活アサリ区
—
—
—
—
—
2.0
1.6
80.5
93
69

C. P の算出基礎

素 材	C. P
イカミール	79%
石油酵母	59%
イカエキス(乾)	78%
グルテン	83%

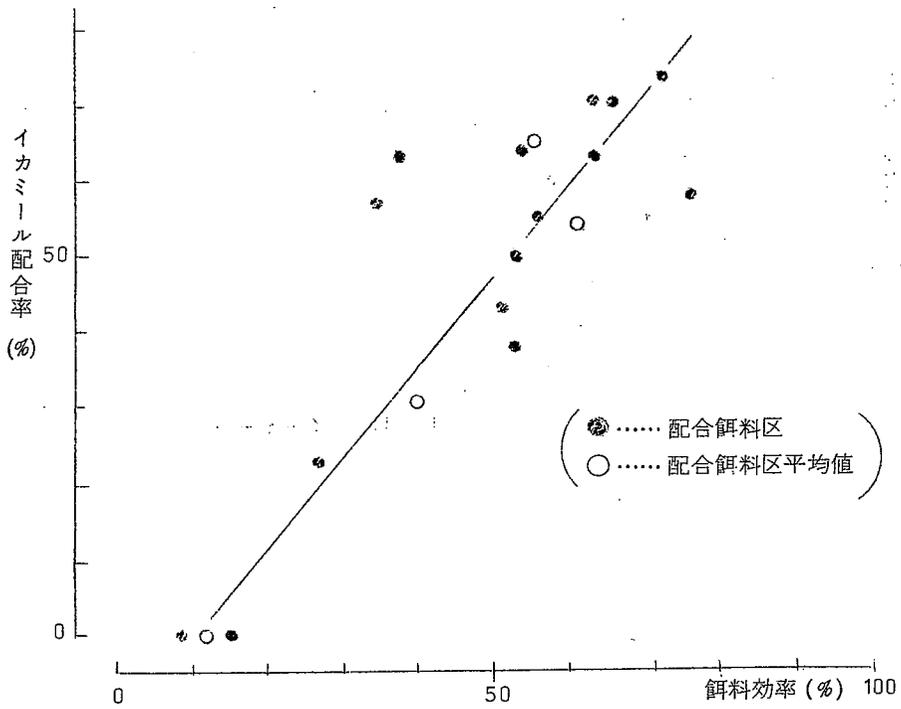
注 2.

左表の石油酵母20%区と40%区の欄で、()内の数字は、歩留率50%以下の試験結果を除外したもの。

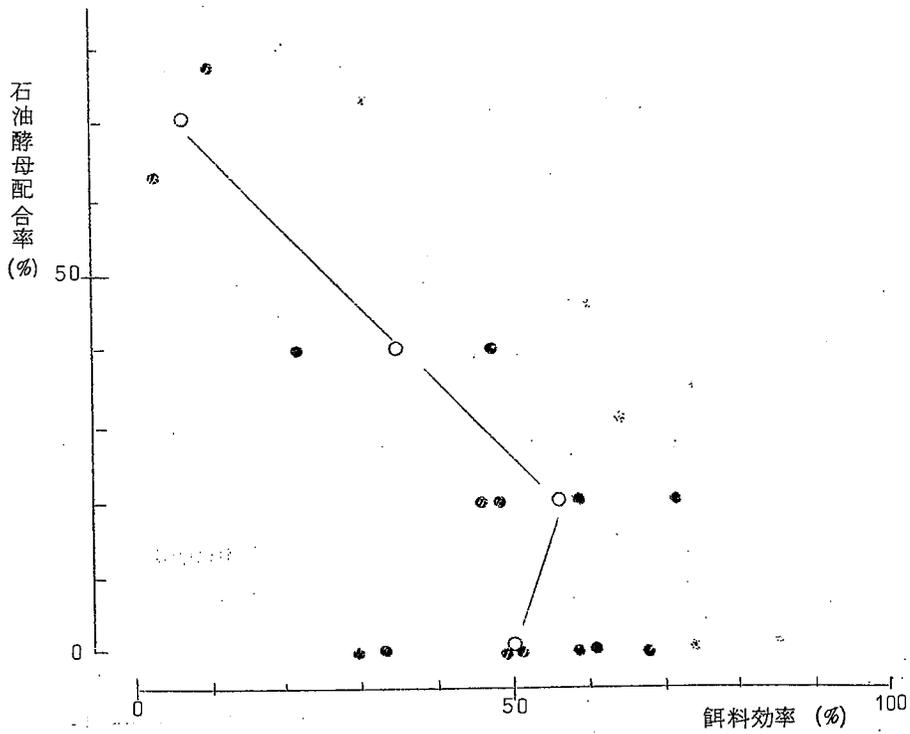


1-1 図 餌料中の粗蛋白と餌料効率の関係

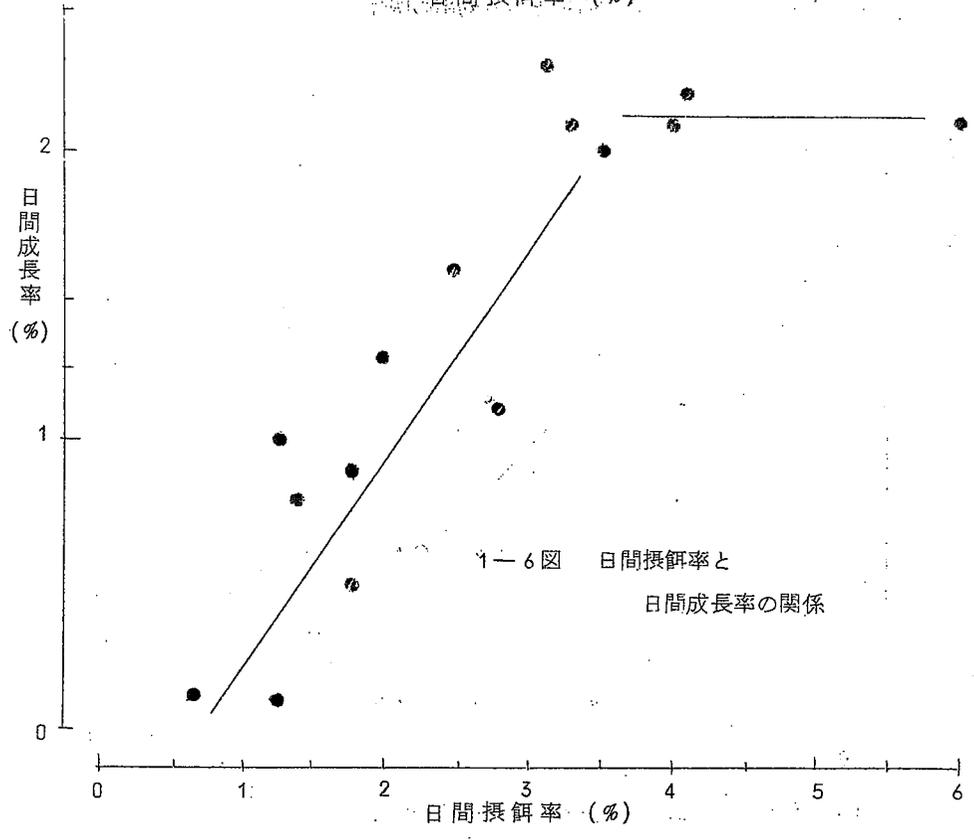
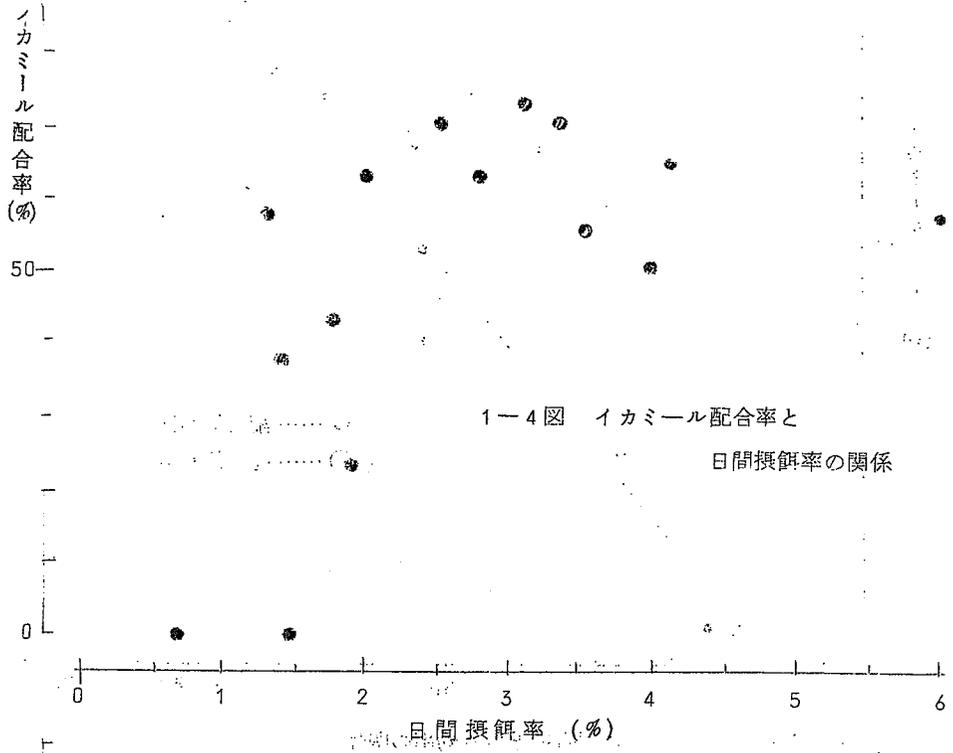
- 餌料の粗蛋白と餌料効率は正の相関を有し、餌料効率を高めるには粗蛋白を60%以上とすることが望ましい。

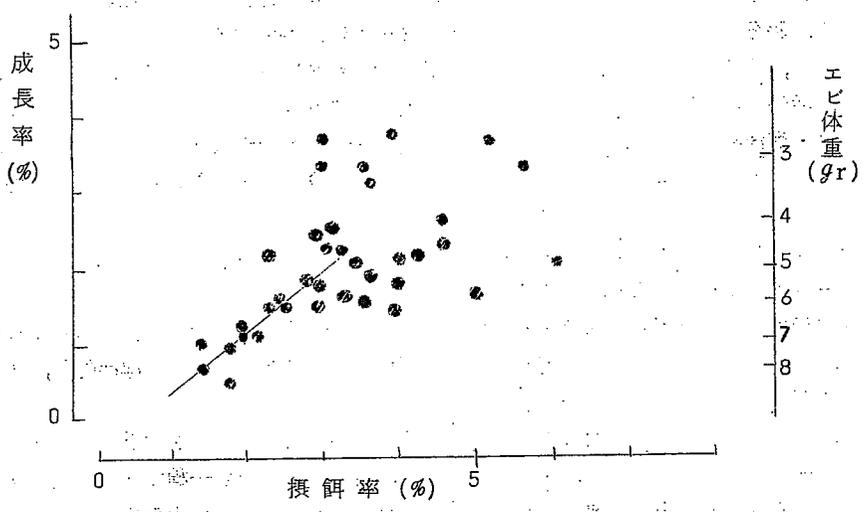
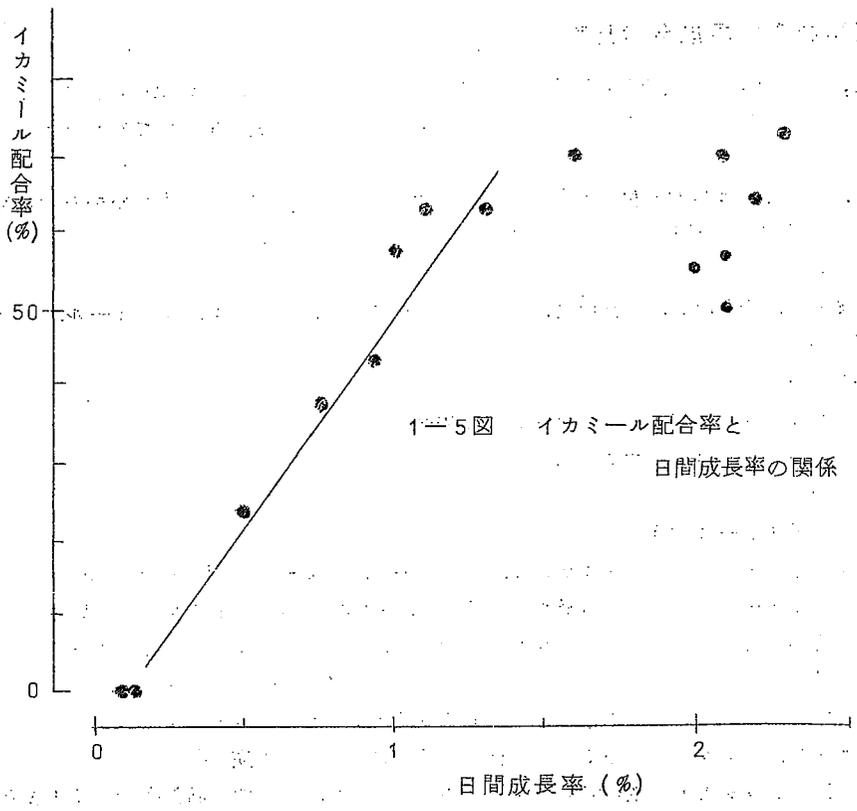


1-2 図 イカミール配合率と餌料効率の関係



1-3 図 石油酵母配合率と餌料効率の関係





II 餌料素材の窒素成分の比較

前項で、クルマエビの配合餌料は高蛋白であることが必要であり、餌料素材としてのイカミールはクルマエビに対して摂餌誘引と成長及びこれらを総括した飼料効率の面で優れた素材であると考えた。

しかし、イカミールは材料供給や価格の面で難点があるので、之に代る素材を検討する為特に餌料としての優劣の要因と考えられる窒素成分の比較を行なった。

1. 供試素材

イカミール、石油酵母、海洋酵母、活性汚泥、鯨ミール、グルテン、アミミール、カゼイン

2. 分析項目

- ① 一般成分
- ② 80%エタノールによるエキス区分と残渣区分
- ③ エタノール処理区分のアミノ酸

3. 結果

① 一般成分(2-1表)

粗蛋白の最も高い素材はグルテンで、イカミール、鯨ミールも同程度の73~74%を示す。アミミールはこれより6%程度低くなり、海洋酵母は24%と極めて低い蛋白量を示す。活性汚泥は海洋酵母より高い粗蛋白を含有する。使用した素材の中で、中間値を示すのは、石油酵母58%である。粗脂肪が最も高いのは、イカミールの約9%で、グルテンを除く他の素材は、鯨ミールが若干高い程度(3.5%)で何れも2.5%前後となっている。

炭水化物は、グルテンを除く他の素材はほぼ粗蛋白の含量と逆の関係にあるようである。海洋酵母には24%と云う極めて高い炭水化物が含有され、次いで、石油酵母の11%となっている。イカミール、鯨ミールは、3%程度で最も少ない。灰分が最も高いのは、活性汚泥の22%であるが、これには砂質の混入が考えられる。次いで、アミの14%は、アミ自身の殻皮に由来するものであろう。鯨ミールは、イカミールと比較して、一般成分は極めて類似するが、灰分のみは鯨ミールが9%と、イカミールに比べて約3倍弱を示す。鯨ミールの灰分中には、後述するように、多量のCaとPが含まれている。粗セニイは、石油酵母、海洋酵母、活性汚泥についてのみ測定したが、何れも3.7~4.0%を含有する。この粗セニイは、石油・海洋酵母の場合、酵母菌体の細胞壁に由来するものが大部分と考えられるが、活性汚泥の場合は、砂質或いは汚泥中の原生動物(酵母も含まれよう)の残骸等も由来源として考えられる。

このようにしてみると、グルテンは別として、各素材の中で蛋白源として利用出来るのはイカミールと鯨ミールであり、アミミールがこれに次ぐ材料と思われる。

石油酵母は餌料を高蛋白に保持することを前提として考えれば多量に配合することは出来ないが、補助的な使用によれば一応利用可能な蛋白源として挙げられる。海洋酵母、活性汚泥は蛋白源としては不適であらう。

なお、クルマエビの炭水化物に対する要求は魚類についてほど明らかでないが常識的にはエネルギー源として粗脂肪と共に必要と考えられ、特にアミノ糖の一種であるグルコサミンは、エビの殻皮形成の上で必要といわれる。グルコサミンは酵母の炭水化物の中には含まれているはずであるので、石油、海洋酵母など特に高い炭水化物を含む素材はそのような意味での利用は可能かも知れない。

② 80%エタノールによるエキス区分と残渣区分のアミノ態窒素率(2-1及び2-2表)

80%エタノールで抽出したエキスと、その残渣はHCl分解したものについてそれぞれのアミノ-Nを測定(ヴェンスライクによる)比較してみると先ずエキス区分では、イカミールとアミミールが0.16%と最も多く、次いで石油及び海洋酵母の0.15%となっている。鯨ミールのエキスのアミノ-Nは0.05%とかなり少ない。

一方、残渣の加水分解物では、イカミールが約3.5%と最も多く、次いで石油及び海洋酵母0.15%となっている。鯨ミールのエキスのアミノ-Nは0.05%とかなり少ない。

一方、残渣の加水分解物ではイカミールが約3.5%と最も多く、鯨ミールが2.9%でこれに次ぐ。酵母のうち石油酵母は2.1%と比較的高いが、海洋酵母は約1%で極めて低く海洋酵母の蛋白源としての利用価値は殆んどないものと考えて良い。

これらのアミノ-Nを全窒素に対する比率で比較すると、石油酵母はエキス中のアミノ-Nの占める比率が高くなっている。昨年度の実験でクルマエビ餌料は高蛋白であると同時に結合型のアミノ酸が多いこと(残渣中のアミノ酸が多いこと)が必要であると推察したが、この考え方に基づいて比較すると餌料素材中、残渣中のアミノ酸量が高く、かつ、全窒素に占める比率も高いものとして

1. イカミール 3.5% A-N (全窒素に占める割合 29%)
2. 鯨ミール 2.9% A-N (" " 24.6%)
3. アミミール 2.6% A-N (" " 24.0%)

が挙げられ、その中でもイカミールは優れた蛋白源であることが再確認される訳である。

③ 80%エタノール処理区分のアミノ酸

抽出エキス及び抽出残渣の個々のアミノ酸定量結果を2-3表及び2-4表に示す。

抽出エキスについてみると、イカミールとアミミールは両者共に、タウリン、プロリン、グリシン(グルタミン酸)、アラニンなどの甘味性アミノ酸の量が多いという共通した点が見られる。その点鯨ミールは活性汚泥と共にエキス分は量的にもアミノ酸組成の面でも、甘味又は旨味の面で最も劣るようである。海洋酵母は先にも述べたように粗蛋白(全窒素)が少ない割にエキス成分は、組成的にもかなり均一の分布を示すようである。

抽出残渣物のアミノ酸組成をみると量的には残渣無水物100g中に

イカミールは 80g	}	のアミノ酸
鯨ミールは 65g		
アミミールは 59g		
石油酵母は 54g		

を保有する。このように、イカミールは最も高いアミノ酸量を保有し、鯨ミール、アミミール、石油酵母がこれに次ぐが、これを更に昆虫についての必須アミノ酸についてカゼインのそれを1とした時の割合で示すと2-6表のとおりである。

④ 80%エタノール抽出残渣物中、必須アミノ酸指標の比較(2-6表)

配合餌料のアミノ酸を考えると、その量と同時に各アミノ酸相互の分布比が重要であると云われる。そこで、本項では一応市販のカゼイン(ミルク)のアミノ酸を1として、各素材のアミノ酸の比を算出して2-6表に示した。なお、この比をアミノ酸指標と称することにしたが、指標を数字のみで比較しても、理解し難いのでこれを図示しそのパターンで各アミノ酸の分布比を検討した。このパターンは各餌料素材の他に、昨年度養成結果の悪かった

餌 (No. 38) 及び良好な結果を示した餌 (No. 40, K7活アサリ) についても同様比較検討した。

パターン図を 2-1 図及び 2-2 図に示す。

◎ 餌料素材の必須アミノ酸指標のパターン (2-1 図)

クルマエビの餌料素材として最も優れていると考えられるイカミールのパターンは, Thr, Met., Lys., Arg. を山とし, Val., Leu., His. を底とした山型のパターンを示す。

鯨, アミミール及び石油酵母は Lys. に一つの山を作る点では類似するが, Met. において負の山を形成する。鯨ミールは Met. を中心として Val. と Ileu. がほぼ等しい比を示して山を作らない。His. の比も他より高くなっている。

◎ 配合餌料の必須アミノ酸指標のパターン (2-2 図)

先ず, 活アサリのパターンをみると, The. Met. Arg. を山とし, Val. Phe (Leu.), His. を底とした曲線を画く。

この活アサリのパターンを一つの基準として配合餌料のそれを比較すると, Lys. のところに山を形成する点は何れも一致するが, Met. 付近で No. 38 は負の山を作り, K7 では Ileu. が Met. とほぼ等しい比を示す。活アサリと概ね類似したパターンを有するのは No. 40 である。ここに挙げた K7, 活アサリ, No. 40 を餌料とするクルマエビは良好な成長を示し, No. 38 は極めて悪い結果を示したものであるが, そのアミノ酸バランスとの関連において観察すると, Met. 及び Ileu. に問題がありそうである。

◎ 餌料素材のアミノ酸バランス

活アサリのアミノ酸指標を基準として餌料素材を比較するとイカミールは Leu. と Phe. 相互に若干の相違はみられるが, 全般的には活アサリに極めて良く類似する。

他の素材はイカミールの補助的配合で使用する限りにおいては概ね活アサリのバランスを保持出来ると考えられるが多量配合となると, 鯨ミールでは Thr, Met, Ileu. を, アミミールでは特に多量の Ileu. を, 石油酵母では特に多量の Met を, それぞれ補強しないと活アサリに類似したイカミールのアミノ酸バランスを崩してしまう結果となる。

⑤ 餌料素材のグルコサミン

クルマエビ餌料にグルコサミンがどの程度必要であるかは明らかでないが, 供試した餌料中最も高いグルコサミン量を示すのはアミミールである。アミはクルマエビと同じ甲殻類でありその体組成にグルコサミンが多いことは甲殻類にグルコサミンの供給が必要であることを示唆するものであろうが, 石油酵母や海洋酵母にもかなりの量のグルコサミンを認めた (0.6% ~ 1.0%)。この測定値は分解条件が強い (6% HCl 24 hr) ので, 実際の含量はこれより多いものと考えられる。鯨及びイカミールはかなり少ない。

前項で, 石油酵母の多量配合は餌料効率を低下せしめるが 20% 程度ならむしろイカミール単独餌料より良好な結果を示したことについては, ここから理由の一つがあるのかも知れない。

2-1表 餌料素材一般分析及び80%Et-OH抽出物 S.46

項目 素材	水分 %	粗蛋白 %	粗繊維 %	粗脂肪 %	全糖 %	灰分 %	80%エタノール抽出		
							試料	Ext	残渣
イカミール	8.08	74.80	—	8.85	3.04	3.37	447.05	105.46 23.59	322.14 72.06
石油酵母	4.67	58.36	3.72	2.01	1.150	6.24	505.80	124.55 24.62	378.70 74.87
海洋酵母	5.58	24.20	4.03	2.54	24.53	3.69	506.60	169.40 33.44	336.95 66.51
活性汚泥	9.67	37.01	3.79	2.47	4.09	21.93	509.25	43.80 8.60	437.30 85.87
鯨ミール	7.38	73.14	—	3.55	2.76	9.12	511.05	124.05 24.27	368.10 72.03
グルテン	4.00	83.32	—	0.68	9.37	0.93	501.55	272.30 54.29	222.85 44.43
アミミール	10.38	68.15	—	2.44	4.44	14.04	505.65	148.50 29.37	333.45 65.94

{ mg 上段
% 下段

2-2表 全-Nに対するアミノ態窒素 (餌料素材)

	T-N (%)	80%エタノール抽出	
		Ext A-N % % T-Nに対する	残渣 A-N % % T-Nに対する
イカミール	11.86	0.16	3.48
		1.34	29.30
石油酵母	9.34	0.15	2.13
		1.61	22.80
海洋酵母	3.87	0.15	0.97
		3.88	25.00
活性汚泥	5.92	0.015	1.83
		0.25	30.90
鯨ミール	11.70	0.05	2.88
		0.43	24.60
グルテン	13.33	0.01	1.59
		0.075	11.90
アミミール	10.90	0.16	2.62
		1.47	24.00
カゼイン	12.65		4.65
			36.80

2-3表 餌料素材

アミノ酸	素材		石油酵母		海洋酵母	
	水分%		4.67		5.58	
	粗蛋白%		58.36		24.20	
	エタノール処理		抽出エキス	抽出残渣	抽出エキス	抽出残渣
	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>
Tau	1,125.4	—	135.2	—	120.3	—
Asp	67.3	8,808.6	44.5	5,606.1	31.4	2,284.9
Thr	56.4	3,747.9	62.4	2,809.7	112.3	1,285.0
Ser	48.2	3,513.1	51.2	2,560.6	71.1	1,254.7
Pro	281.4	2,879.4	—	2,269.8	60.1	706.1
Glu	104.6	11,764.8	1,346.4	6426.8	239.1	2,440.5
Gly	86.5	3,671.6	73.4	2,676.9	47.2	943.8
Ala	145.7	3,705.0	795.7	3,458.5	921.3	1,069.3
Val	58.4	3,197.3	47.5	3,279.5	29.5	1,108.5
Cys	—	674.1	—	235.7	70.1	—
Met	24.3	2,158.5	—	815.8	—	271.1
Ileu	54.1	3,573.0	16.4	2,844.7	22.3	1,264.4
Leu	96.5	5,627.1	20.6	4,358.3	14.6	1,783.1
Tyr	36.6	2,803.8	—	1,949.7	28.5	569.2
Phe	42.3	4,056.4	—	2,494.7	—	912.7
NH ₃	6.8	840.7	27.2	948.7	13.8	435.8
Lys	84.6	5,828.4	21.4	4,764.1	169.3	1,645.7
His	—	1,554.8	13.2	1,298.3	36.2	445.6
Arg	199.5	5,274.4	37.7	2,874.1	74.3	811.3
Gl u-NH ₃	—	104.3	—	961.4	20.4	605.3
計	2,518.6	73,783.2	2,692.8	52,633.4	2,081.8	19,837.0
アミノ酸総量	7,630.2 gr		5,532.6 gr		2,191.9 gr	
粗蛋白に対するアミノ酸の割合	%		94.8%		90.57%	

アミノ酸組成

(含水物100g中)

S. 46. 4

活性汚泥		鯨ミール		グルテン		アミノミール		カゼイン
9.67		7.38		4.00		10.38		11.5
37.01		73.14		83.32		68.15		79.05
抽出エキス	抽出残渣	抽出エキス	抽出残渣	抽出エキス	抽出残渣	抽出エキス	抽出残渣	
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
—	—	23.5	—	—	—	1,016.7	—	—
—	3,756.6	14.8	5,112.3	—	1,522.0	14.2	6,641.8	3,425.5
8.9	1,700.7	7.9	2,714.5	—	1,032.2	47.3	2,956.7	2,323.1
3.8	1,529.6	16.0	2,523.7	—	1,549.5	49.1	2,784.0	3,487.4
—	1,677.7	—	3,974.8	—	2,815.9	466.3	2,124.2	6,337.8
61.2	4,056.1	11.1	8,658.9	—	9,593.9	40.6	8,203.1	2,159.32
5.8	1,722.5	46.4	4,388.2	—	1,948.9	565.8	2,558.8	4,386.4
34.6	2,092.4	38.4	3,908.1	—	1,145.4	127.4	2,935.1	2,578.0
24.4	2,092.1	16.1	3,500.0	—	1,313.8	44.0	2,775.4	2,956.9
—	—	—	201.5	—	429.3	—	629.9	966.3
—	829.9	—	1,184.5	—	445.1	—	1,638.5	1,001.9
17.9	1,796.9	—	2,332.2	—	941.8	35.5	263.8	2,119.7
21.0	2,634.8	12.4	5,501.8	—	1,964.8	39.2	3,845.0	4,422.3
7.5	1,232.7	—	2,360.5	—	1,313.0	23.1	2,387.6	2,955.2
6.6	2,036.7	—	3,181.6	—	1,153.0	—	2,639.8	2,595.0
3.5	596.9	12.6	484.4	19.3	1,013.9	12.7	1,077.8	2,282.1
3.3	1,903.4	4.1	4,781.4	—	1,035.9	61.0	4,532.3	2,331.6
—	771.1	—	2,134.3	—	635.8	—	1,311.2	1,431.0
—	1,856.4	—	3,621.0	—	1,657.9	442.9	3,402.8	3,731.5
13.4	—	3.2	71.6	—	—	—	113.3	—
21.9	3,228.5	20.65	6,063.56	19.3	3,151.21	2,985.8	5,382.11	7,092.49
32.498 gr		60,842 gr		5,0812 gr		56,807 gr		70,925gr
87.8 %		83.19 %		60.98 %		83.35 %		89.72 %

2-4表 餌料素材の

素 材	イカミール		石 油 酵 母		海 洋 酵 母	
	残 渣	アミノ酸 指 標	残 渣	アミノ酸 指 標	残 渣	アミノ酸 指 標
Asp	9.583 ^{mg}	2.48	5.881 ^{mg}	1.52	2.420 ^{mg}	0.63
Thr	4.077	1.55	2.948	1.12	1.361	0.52
Ser	3.822	0.97	2.686	0.68	1.329	0.34
Pro	3.132	0.44	2.381	0.33	748	0.10
Glu	12.799	0.52	6.742	0.28	2.585	0.11
Gly	3.995	0.81	2.808	0.57	1,000	0.20
Ala	4.031	1.38	3.628	1.25	1,132	0.39
Val	3.478	1.04	3.441	1.03	1,175	0.35
Cys	733	0.67	248	0.23	—	—
Met	2.349	2.08	856	0.76	287	0.25
Ileu	3.887	1.62	2.984	1.25	1,339	0.56
Leu	6.122	1.23	4.571	0.91	1,888	0.38
Tyr	3,050	0.91	2,046	0.61	603	0.18
Phe	4,413	1.51	2,617	0.89	967	0.33
NH ₃	915	0.35	995	0.39	462	0.18
Lys	6,340	2.41	4,997	1.90	1,743	0.66
His	1,695	1.05	1,362	0.84	472	0.29
Arg	5,738	1.36	3,015	0.71	859	0.20
計	80,156	1.00	54,207	0.68	20,369	0.25

$$\text{アミノ酸指標} = \frac{\text{餌料(素材)中の各アミノ酸}}{\text{カゼイン中の各アミノ酸量(無水物)}}$$

各アミノ酸

(無水物100g中)

S. 46年度

活性汚泥		鯨ミール		グルテン		アミミール	
残 渣	アミノ酸 指 標						
4,15.9 ^{mg}	1.07	5,51.9 ^{mg}	1.43	1,58.5 ^{mg}	0.41	7,41.1 ^{mg}	1.91
1,88.3	0.72	2,93.1	1.12	1,07.5	0.41	3,29.9	1.26
1,69.4	0.43	2,72.5	0.69	1,61.5	0.41	3,10.6	0.79
1,85.8	0.26	4,29.2	0.60	2,93.3	0.41	2,37.0	0.33
4,49.0	0.18	9,34.9	0.38	9,99.4	0.41	9,15.3	0.38
1,90.7	0.38	4,73.8	0.96	2,03.0	0.41	2,85.5	0.58
2,31.6	0.80	4,21.9	1.45	1,19.3	0.41	3,27.5	1.12
2,31.6	0.69	3,77.9	1.13	1,36.9	0.41	3,09.6	0.93
—	—	21.8	0.20	44.7	0.41	70.3	0.64
91.9	0.81	1,27.9	1.13	46.4	0.41	1,82.9	1.62
1,98.9	0.83	2,51.8	1.05	98.1	0.41	29.5	0.12
2,91.7	0.58	5,94.0	1.19	2,04.7	0.41	4,29.0	0.86
1,36.5	0.41	2,54.9	0.76	1,36.8	0.41	2,66.5	0.80
2,25.5	0.77	3,43.6	1.17	1,20.1	0.41	2,94.6	1.00
66.1	0.26	52.3	0.23	1,05.6	0.41	1,20.3	0.47
2,10.7	0.80	5,16.2	1.96	1,07.9	0.41	5,05.7	1.92
85.4	0.53	2,30.4	1.42	66.3	0.41	1,46.3	0.90
2,05.5	0.49	3,91.0	0.93	1,72.7	0.41	3,79.7	0.90
33,42.9	0.417	65,39.1	0.82	32,82.6	0.41	58,81.4	0.73

2-5表 餌料の各アミノ酸

餌料	No. 38		No. 40		K. 7	
	残渣	アミノ酸 指標	残渣	アミノ酸 指標	残渣	アミノ酸 指標
Asp	7,131 ^{mg}	1.84	8,045 ^{mg}	2.08	6,419 ^{mg}	1.66
Thr	3,073	1.17	3,097	1.18	2,789	1.06
Ser	2,981	0.76	3,158	0.80	2,822	0.72
Pro	2,350	0.33	2,448	0.34	2,248	0.31
Glu	9,004	0.37	11,229	0.46	9,003	0.37
Gly	2,620	0.53	3,322	0.67	3,000	0.61
Ala	3,151	1.08	3,068	1.05	3,254	1.12
Val	2,807	0.84	2,521	0.75	2,757	0.83
Cys	256	0.23	342	0.31	239	0.22
Met	672	0.59	1,401	1.24	1,336	1.18
Ileu	2,425	1.01	2,722	1.14	2,852	1.19
Leu	4,041	0.81	4,709	0.94	4,615	0.92
Tyr	1,499	0.45	1,669	0.50	2,293	0.69
Phe	1,952	0.67	1,905	0.65	2,697	0.92
NH ₃	323	0.13	188	0.07	804	0.31
Lys	3,099	1.18	3,487	1.32	4,343	1.65
Hig	571	0.35	514	0.32	1,281	0.79
Arg	1,666	0.40	2,339	0.55	3,960	0.94
計	49,623	0.619	56,163	0.700	56,712	0.71

$$\text{アミノ酸指標} = \frac{\text{餌料中の各アミノ酸量}}{\text{カゼイン中の各アミノ酸量 (無水物)}}$$

(無水物 100g 中)

S. 45 年度使用

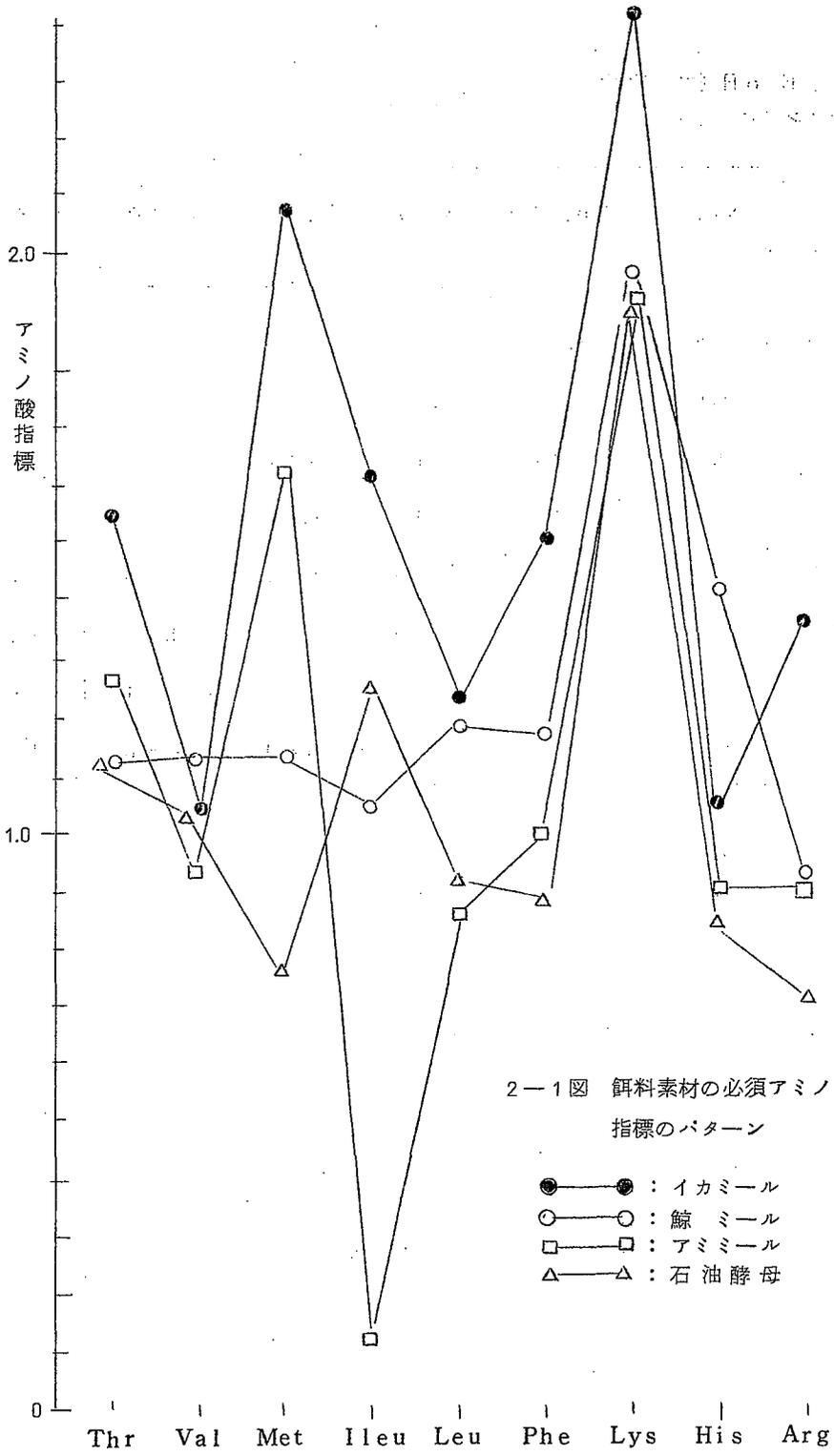
K. 10		活アサリ		カゼイン	
残 渣	アミノ酸 指 標	残 渣	アミノ酸 指 標	残 渣	アミノ酸 指 標
5,781 ^{mg}	1.49	5,472 ^{mg}	1.41	3,871 ^{mg}	1.00
2,590	0.99	2,335	0.89	2,625	1.00
2,557	0.65	2,318	0.59	3,940	1.00
2,169	0.30	1,705	0.24	7,162	1.00
8,251	0.34	7,960	0.33	24,399	1.00
2,652	0.54	2,386	0.48	4,956	1.00
2,901	1.00	2,619	0.90	2,913	1.00
2,573	0.77	2,460	0.74	3,341	1.00
449	0.41	597	0.55	1,092	1.00
1,354	1.20	1,256	1.11	1,132	1.00
2,630	1.10	2,148	0.90	2,395	1.00
4,234	0.85	3,636	0.73	4,997	1.00
1,744	0.52	1,824	0.55	3,339	1.00
2,390	0.82	1,938	0.66	2,932	1.00
812	0.31	528	0.20	2,579	1.00
3,765	1.43	4,318	1.64	2,635	1.00
1,153	0.71	1,148	0.71	1,617	1.00
3,412	0.81	3,614	0.86	4,217	1.00
5,141.7	0.64	5,373.3	0.67	80,141	1.00

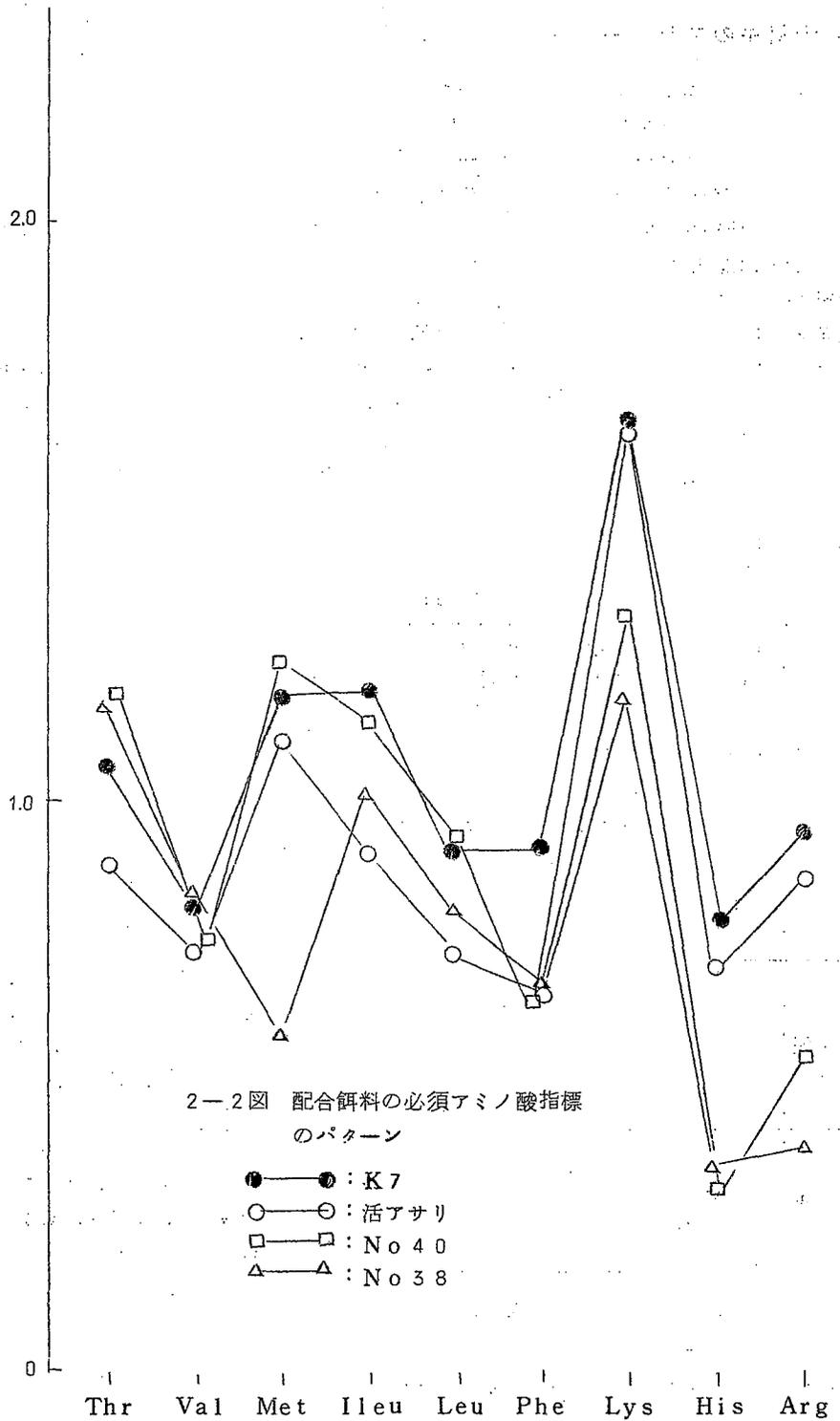
2-6表 必須アミノ酸指標

餌料(素材) 必須A.A	イカミール	石油酵母	海洋酵母	汚性汚泥	鯨ミール	グルテン
Thr	1.55	1.12	0.52	0.72	1.12	0.41
Val	1.04	1.03	0.35	0.69	1.13	0.41
Met	2.08	0.76	0.25	0.81	1.13	0.41
Ileu	1.62	1.25	0.56	0.83	1.05	0.41
Leu	1.23	0.91	0.38	0.58	1.19	0.41
Phe	1.51	0.89	0.33	0.77	1.17	0.41
Lys	2.41	1.90	0.66	0.80	1.96	0.41
His	1.05	0.84	0.29	0.53	1.42	0.41
Arg	1.36	0.71	0.20	0.49	0.93	0.41

(80% EtOH 抽出残渣物の)
 (カゼインに対する)

アミミール	No. 38	No. 40	K. 7	K. 10	活アサリ	カゼイン
1.26	1.17	1.18	1.06	0.99	0.89	1.00
0.93	0.84	0.75	0.83	0.77	0.74	1.00
1.62	0.59	1.24	1.18	1.20	1.11	1.00
0.12	1.01	1.14	1.19	1.10	0.90	1.00
0.86	0.81	0.94	0.92	0.85	0.73	1.00
1.00	0.67	0.65	0.92	0.82	0.66	1.00
1.92	1.18	1.32	1.65	1.43	1.64	1.00
0.90	0.35	0.32	0.79	0.71	0.71	1.00
0.90	0.40	0.55	0.94	0.81	0.86	1.00





2-2図 配合餌料の必須アミノ酸指標のパターン

- : K7
- : 活アサリ
- : No 40
- △—△ : No 38

III 餌料素材中のステロール類

金沢は、クルマエビが必要とするステロール量は、コレステロールとして餌料中0.5%であるとし、その後更にクルマエビはその体中において β -シトステロール、エルゴステロール等コレステロール以外のステロールをコレステロールに転換することを確認している。當場では、昨年度の餌料試験の結果から、餌料中のコレステロール量は2%の線を一応の目安として挙げた。このステロールの餌料への供給源は、添加物としてのビタミンミックスにコレステロールが25%配合されている他、餌料素材自身にも含有されているのでこれら素材中のステロール量とステロールの組成について確認して置く必要があると考えた。

1. 供試素材：イカミール、石油酵母、活性汚泥、鯨ミール、グルテン、アミミール
2. 分析法：試料からクロロホルム・メタノール抽出により得た脂質を20% KOH・EtOHで、2.5 hr 鹼化後、不鹼化物をジギトニンで処理してステロールを沈澱せしめ、得られたジギトナイドをピリジンで加熱分解した後エーテルで抽出し、エーテルを溜去して析出したステロールを秤量、定量した。後、これをGLCで分離してステロールの組成を同定した。
3. 結果：3-1表に示す。

3-1 表

素 材	脂 質 (%)	不鹼化物 (%)	ステロール (%)	ステロールの組成	
				主 組 成	そ の 他
イカミール	14.18	3.07	1.84	コレステロール 75%	デスモ又はブラシカステロール20%, C28, 22-デヒドロステロールその他5%
石油酵母	4.83	1.21	0.37	エルゴステロール	不明 2種
海洋酵母	1.79	0.91	0.20		コレステロールが比較的顕著だが、C26, C28ステロール等約6種のピークを認める。
活性汚泥	4.96	2.27	0.41	雑 多	β -シトステロール30, ステイグマステロール25%, カンベステロール20%, コレステロール5%, C26, C27その他20%
鯨ミール	7.56	2.62	0.66	コレステロール 70%	ステイグマステロール15%, 22-テヒドロ, デスモ又はブラシカ, C26, C28, C29ステロール等15%
グルテン	9.36	1.48	0.43		コレステロールの他, C28ステロールを認める。
アミミール	10.56	1.97	0.60	コレステロール	22-デヒドロ, 24-メチレンコレステロール僅少

上表から、素材中ステロールの供給源としては、イカミールが1.84%と最も高く、次いで鯨ミール、アミミールとなっているが、量的にはイカミールの1/3程度でかなり少ない。

なお、昭和44年度使用のイカミールのステロール量は0.9%程度であったことからみて、この種のミール類のステロール量の変動は、時期的にかなりバラツクことが考えられる。石油酵母（海洋酵母）のステロール量は0.2~0.4%とかなり少なく、ステロール供給源として多くは期待できない。これら酵母類の添加混合量が多くなれば餌料中2%のステロール量を維持するために単品としてのコレステロール添加を考慮せねばならない。

ステロールの組成を各素材についてみると、コレステロールを主な組成とするものは、イカミール、鯨ミール、アミミールであり、その他の素材では、コレステロール以外の雑多なステロールで構成されている。金沢によれば、クルマエビに必要なステロールは、コレステロールであり、事実餌料中に種々のステロールが含まれていても、クルマエビ体中にはコレステロール以外は殆んど認められないが、先に述べたように、クルマエビはその体内で、その他のステロールもコレステロールに転換するので、餌料に含まれるステロールはコレステロール以外のものでも一応有効なステロール源と考えて良いが、それが100%効率良く転換されるかどうかは疑問であり、又、転換に余分のエネルギーを消費することも考えられるので、餌料に含まれるべきステロールはコレステロールの形が理想的と云えよう。その意味でも、イカミールは優れたステロール供給源である。

なお、活アサリに含まれているステロールは乾物換算値で2.2%であり、餌料中のコレステロール2%を必要目安とした昨年度の実験結果は一応妥当な線と考えられるが、活アサリのステロール組成はコレステロールが4.3%で、その残部は24-メチレンコレステロールや、 β -シトステロール、デスモステロール等で占められているので、配合餌料に含まれるステロールがコレステロールを主体とするものであれば、上記の2%の線は、若干これを下廻っても、利用効率の点で大きな相違はない事も考えられる。

又、活アサリのステロール含量もイカミール同様時期的に変動するものと思われ、昭和44年8月に使用した対照餌料のアサリは、0.52%と極めて低いステロール含量を示した。

IV 餌料素材中のCaとP

クルマエビ餌料は、養魚餌料と異なり餌料成分中の無機塩が、より重要な意義を有すると考えられる。

現在当場の配合餌料には、次のような配合組成の無機塩混合物を5%程度添加しているが、その場合のCaとPの量及び相対比は次表のとおりである。

4-1表

混合無機塩 (ミネラルⅢ)	混合量 (kg当り)	混合物 kg中		配合餌料に5%添加した時餌料中の		活アサリ(乾物中)	
		Ca(g)	P(g)	Ca(%)	P(%)	Ca(%)	P(%)
K ₂ HPO ₄	100g	—	17.7	—	0.089	—	—
Ca ₃ (PO ₄) ₂	150g	57.9	30.0	0.290	0.150	—	—
Ca-Lactate	750g	96.8	—	0.484	—	—	—
計	1,000g	154.7g	47.7g	0.774%	0.240%	2.60%	0.87%
相対比	—	3.2	1.0	3.2	1.0	3.0	1.0

クルマエビの脱皮殻はその19%がCa (Pは1.8%)であり、脱皮毎に失なわれるCaは当然補給されねばならないが、Caの吸収はPとの相対比によってその効率が相違するといわれる。現在、これらCaとPの効果的な含有比や餌料中に必要な量等については明らかでないので、活アサリについての数字を目安として考えた時、ミネラルⅢのCaとPの比は活アサリとほぼ同様に3:1の割合であるが、量的には約1/3~4程度である。一方、この種の無機塩は、餌料素材自身にも含有されるので、このような素材中のCaとPについて分析した。

1. 供試素材

イカミール、石油酵母、海洋酵母、活性汚泥、鯨ミール、グルテン、アミミール

2. 測定方法

試料は、硝酸による湿式分解によった。測定は、Pは溶媒抽出法、Caは過マンガン酸カリ滴定法によった。

3. 結果

4-2表に示す。

4-2表

素 材	イカミール		石油酵母		海洋酵母		活性汚泥		鯨ミール		グルテン		アミミール	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P
Ca及びPの 含量 (%)	0.22	0.20	0.16	0.39	0.20	0.13	2.16	0.51	2.43	0.63	0.20	0.08	1.63	0.53
Pを1とした 時のCaの比	1.1	1.0	0.4	1.0	1.5	1.0	4.2	1.0	3.9	1.0	2.5	1.0	3.1	1.0

上表から量的にみて、高いCa、P含有量を示すのは鯨ミール、活性汚泥で、何れもCa 2%以上、P 0.5%以上となっており、次いでアミミールとなっている。イカミールや石油酵母は、Ca、P共にその含有量は0.4%以下と低い値を示す。又、CaとPの比をみると、3:1の含有比に近いものとして、アミミール、鯨ミールが挙げられ、次いで活性汚泥となっている。イカミールは、Ca、P共にほぼ等量値を示し、石油酵母ではCaよりPの含有量が2倍以上も高くなっている点で、他の素材に比べて特に相異なる点と云える。先に述べたように、配合餌料にミネラルⅢを5%添加した時、餌料中に強化されるCaは約0.8%、Pが約0.24%であり、餌料中のCaとPの量を活アサリのそれと同等にするためには、餌料素材中にCaとして約1.8%、Pとして約0.6%を求めねばならないが、従来のイカミールを主材としてこれに石油酵母を20%程度混合する配合では、餌料中のCa及びPはその絶対量が不足することになる。しかも石油酵母におけるPはCaの約2.5倍の含有比を有するので、配合餌料中のCaとPの相対比はどうしてもPの方が高くなることはさげられない。

その意味で鯨ミールは、CaとPの供給源として量においても相対比においても優れた素材であると云える。

V クルマエビの体色と餌料のカロチノイド色素について

クルマエビの赤色体色色素は、カロチノイド系色素のうちβ-カロテンとアスタキサンテンが主たるものである。両者の色調は、β-カロテンが黄色、アスタキサンテンが赤色である。

養殖クルマエビにおいて、アサリを餌料とするものはその体色が天然のそれに近い色調を保有するが、これはアサリの有するカロチノイド色素がエビの体色色素に転換される結果である。

アサリのカロチノイド色素の量と組成を5-1表に示す。

5-1表

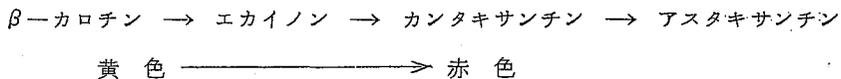
アサリ 採捕月	測定 部位	湿試料全カロチノイド $\mu\text{g}\%$		全カロチノイド平均値		カロチノイドの組成
		部位別	個体総量	湿試料	乾物換算	
9月	肉質	80	207	280 $\mu\text{g}\%$	1.4mg% (水分80%として)	β-カロチンが多い ゼアキサンチン フラボキサンチン } が認められる。
	内臓	127				
11月	肉質	45	338			
	内臓	293				

(日水誌 Vol. 34 No. 2 (1968) 相模女子大・清水他から引用)

アサリのカロチノイドは、採捕される時期によってその含量に相違があるが、概ね含脂量の多寡に比例するようである。その平均値は、乾物にして1.4mg%であり、組成は、不明のものも含めて10種類程を認めるが、中でもβ-カロチンは量的に多いようである。

このβ-カロチンは植物性カロチノイドで黄色を呈するが、アサリの場合内臓に多いことからみて食餌(藻類)に由来するものと考えられる。

片山によれば、エビ体色の主成分であるアスタキサンチンは、エビが摂取したカロチノイド、例えばβ-カロチンがエビ体中において



の順序で代謝され、最終的にはアスタキサンチンの赤色が、クルマエビの鮮明な体色発現に役立っているものと推察されている。

◎ 柘原の増殖センターで配合餌料で飼育されているクルマエビの体色色素は、その色素抽出液は黄色が強く、これを光度計で吸収波長を比較すると、β-カロチンとアスタキサンチンの二つのピークが現出するが、このうちβ-カロチンのピークが相対的に高く出る。

このことから、センターのエビ体色色素はアスタキサンチンの赤色色素が不足しているため、β-カロチンの黄色によって赤色の発現が抑えられていると考えられる。

◎ 当场で、配合餌料に10~20%程度配合されているオキアミミールのカロチノイドと、その配合餌料で飼育したクルマエビのカロチノイドの分析結果を次表に示す。

(5-2表・5-3表参照)

アミミールのカロチノイドは殆んどがアスタキサンチンであり、クルマエビの赤色体色と同一のものであるので、クルマエビの赤色発現のために、これを餌料に混和することは効果的と考えられる。アミミール10%添加餌料を捕食したエビの体中には0.72mg%のカロチノイドを保有し、肉眼的に白エビと観察されるものの3倍量となっている。これは、アミミールのカロチノイ

5-2表 アミミールのカロチノイド

試料	処理方法	全カロチノイド	カロチノイド組成	備考
オキアミ ミール	天日乾燥	0.4 mg%	殆んど	谷川物産で処理 (45年度)
	人工乾燥	1.3 mg%	アスタキサン	
	(50℃温風)	3.0 mg%	チン	谷川物産で処理 S46年 企業化餌料に使用

5-3表 柘原センター クルマエビのカロチノイド

投与餌料	肉眼による エビの体色	全カロチノイド	備考
アミミール 10%添加配合餌料	縞模様比較的 鮮明	0.72 mg%	S45年度 試験
アミミール 無添加配合餌料	いわゆる 白エビ	0.24 mg%	

ドがクルマエビのカロチノイドに転換され、それが体色発現において白エビとの差となって現れたものと考えてよいだろう。

ただ、アスタキサンチンは非常に分解され易いのでミール製造過程での損失が大きい。

すなわち、前表で天日乾燥によるものは、人工乾燥の場合の約 $\frac{1}{3}$ に減少し、このものは肉眼的にも赤色は殆んど認め難い。

なお、人工乾燥処理でも、昨年度のものと同年度企業化用に使用したアミでは、その量がかなり開きがあるので、やはりアミそのものの時期的或いは採捕場所等による相違があるものと考えられる。本年度のものは、肉眼的に人工着色剤が混入しているのではないかと考えられる程度の赤色を呈しており、このカロチノイド量は3.0 mg%で、昨年度のものより2倍以上の含有量であった。

- ◎ クルマエビの体色を天然のそれに近いものとするのに、餌料のカロチノイド量をどの程度にすればよいかは生物試験によって確認するほかはないが、基本的には一応アサリのカロチノイド量を基準とすべきであろう。

この比較を次表に示す。(5-4表)

次表に示すようにアサリを基準とした時、アミミール10%添加で11 mg/kg、20%添加区で8 mg/kgのカロチノイドが不足することになる。

しかし、アサリ自身も時期的にはかなりのカロチノイドを保有することもあるので、アサリの基準量を50%増とした時は配合餌料における不足量もそれぞれ18 mg/kg、15 mg/kgを考えるべきであろう。

5 - 4 表

餌科	餌料中 (転換) 全カロチノイド (mg/kg)	配合餌料中 不足するカロチノイド量	備考
アサリ	1.4 mg/kg	—	
アミミール 10%配合餌料	3 mg/kg	1.1 mg/kg	4.6年調製の アミミールを使用
アミミール 20%配合餌料	6 mg/kg	8 mg/kg	〃

これらのカロチノイド不足量を何で補うかについては種々考え方もあるが、実際問題としては、エビの体色色素に最も近い形のカンタキサンチン (市販名・カロフィールレッド、日本ロシュ (株) 製、カンタキサンチン 1/10 濃度、ゼラチンコーティング微粒) が最も適当であると考えられる。従って、アミミール無添加区又は 10% 添加区において上記カロフィールレッド 0.02% 添加を一つの基準と考えたい。

VI クルマエビ腸管の蛋白分解酵素

前年度までの餌料試験において、石油酵母混合量が高い餌料ではクルマエビの生長が悪い結果を示したが、石油酵母自体のアミノ酸組成に致命的な欠陥があるとは認められないことから、エビ体中における消化吸収に問題があるのではないかと云うことが考えられる。

通常、餌料の消化率を魚類について測定する場合は、餌料中に一定量の酸化クロムを混じて摂餌せしめ、排泄物中の目的とする成分 (例えば、粗蛋白) の量から消化率を算出するいわゆる間接法が用いられている。

又、基質 (餌料の素材) の消化性は、*in vitro* において、例えば、ペプシンによって消化生成される物質を測定して、基質そのものの消化性を観察する方法などが用いられている。

本実験では、餌料試験に使用される各素材が、実際にクルマエビの保有する消化酵素によってどの程度分解されるかをクルマエビ消化管から抽出した酵素液を用いて比較した。

1. 供試エビ

平均体重 100 g (min 43.5 g, max 156.5 g)

2. 供試した消化器

エビの消化管は、幽門後部から、肛門にかけての所謂腸管部分を採取した。

(腸管重量: 1尾当り平均 13.4 mg)

3. 粗酵素液の調製

腸管組織を、20% グリセリン液と共にガラス製乳鉢で氷冷しつつ磨細後、トルエンを少量

加えて1時間振盪抽出し、遠沈後上澄みを供試粗酵素液とした。
(粗酵素液1cc — 腸管67mgに相当)

4. 酵素活性測定法

Folin比色法によった。すなわち、基質液(蛋白質)に酵素を作用せしめ、一定時間内に遊離される非蛋白性成物をFolin試薬によって発色せしめ、別に作成したTyrosin標準曲線からTyrosin相当量に換算した。酵素活性の強弱はTyrosin相当物の生成量の多寡によって比較出来る。

結 果

1. 腸管内酵素が活性を示すPH値

魚類の消化管内では酸性、腸管及び幽門垂においてはアルカリ性でそれぞれの酵素は活性を示す。

酵素活性の測定は、その酵素の最適PHにおいて作用せしめる必要があるのでこれについて試験した。結果は次表のとおりである。

6 - 1 表

作用PH	PH 1.5 (塩酸緩衝液)	PH 3.0 (乳酸緩衝液)	PH 6.5 (リン酸緩衝液)	PH 8.5 (硼酸緩衝液)
生成されたTyrosin相当量 μg/腸管100mg	0.0	56.7	186.3	253.3

上表から、クルマエビの腸管内酵素も、魚類と同様アルカリ性(PH 8.5)で活性を示すことが明らかである。

2. 餌料素材に対する消化力

餌料素材に対する消化力をみるため、各素材を80% EtOHで処理してエキス分を除いた残渣物をPH 8.5緩衝液に懸濁せしめて基質とし、これに酵素液を作用せしめて生成されるTyrosin相当量から消化力を比較した。結果は次表のとおりである。

6 - 2 表

餌料素材	イカミール	石油酵母	海洋酵母	鯨ミール	グルテン	アミミール
生成されたTyrosin相当量 μg/腸管100mg	27.7	3.3	2.4	25.2	93.9	12.2

注. 基質; 各素材(80% EtOH抽出残渣) PH 8.5緩衝液に懸濁(50mg/5cc) させたもの、粗酵素液1cc、作用温度37℃、作用時間1時間。

餌料素材に対する酵素活性は、カゼインを基質とした場合に比べてかなり劣るが、これはカゼインが完全に溶解状態にあるのに対して、餌料素材は夥粒状となって緩衝液中に懸濁又は沈澱する状態であることから、酵素の作用接触がカゼインの場合ほど充分でないことに起因するものと考えられる。

しかしながら、餌料素材相互の比較では基質の状態はほぼ同一であり、本実験によって各基質から生成された Tyrosin 相当量は、クルマエビの腸管内で実際に消化される状態、或いは消化能力を示すものとみて良い。

この結果から、石油酵母及び海洋酵母は他の素材に比べて極めて消化され難いことを示し、イカミールと鯨ミールはほぼ同程度で、酵母類の8～10倍の消化作用を示した。アミミールはこれら両者のほぼ中間値を示した。

なお、各餌料素材のうち、グルテンは最も良く消化される結果を示したが、これはグルテン自体が他の素材ほど夾雑物を保存しないこと、極めて微粒子であることなどが酵素の接触作用を高めたものと考えられる。

以上の結果から考えて、石油酵母や海洋酵母は、成分的には優れていてもその蛋白部分の消化がイカミールや鯨ミールに比べて、かなり劣り、このことは摂取した餌料からの栄養吸収が悪いことを意味するものと考えられる。従って、現時点で石油酵母に期待し得るものは、蛋白以外の成分と云うことであり、蛋白源としては、この種の酵母類には大きくは、望めないと云える。

VII 試験餌料の素材配合についての基本的な考え方

以上の論議から、クルマエビの主たる餌料素材として、イカミール、石油酵母、鯨ミール及びアミミールの四種が挙げられるが、これらについてその得失を総括的に要約すると次表のとおりである。

素 材	利 点	欠 点
イカミール	<ol style="list-style-type: none"> 窒素成分において優れた餌料素材である。 <ol style="list-style-type: none"> ① 高蛋白(75%)である。 ② アミノ酸量が高く、必須アミノ酸のバランスも活アサリに類似。 ステロールが多く(1.8%)主成分がコレステロールである。 クルマエビの蛋白消化酵素によって消化され易い。 	<ol style="list-style-type: none"> 材料難であり、価格に問題がある。 グルコサミンが少ない。 (0.1%) Ca(0.22%) P(0.20%) が少なく、そのバランスも悪い。 (1.10:1.0)
石油酵母	<ol style="list-style-type: none"> グルコサミンが多い。(1.0%) 	<ol style="list-style-type: none"> 蛋白量が比較的低い。(58%) アミノ酸バランスが悪く、特にメチオニンが量的にかなり劣る。 ステロールが少なく(0.37%) 主成分がエルゴステロールである。 Ca(0.16%) P(0.39%) が少なく、そのバランスが極めて悪い。 (0.4:1.0) クルマエビの蛋白分解酵素によって消化され難い。
鯨ミール	<ol style="list-style-type: none"> 材料供給、価格の点で問題はない。 一般組成はイカミールに類似し、高蛋白(73%)である。 Ca(2.4%)、P(0.6%)が極めて多く、そのバランスも優れている。 (3.9:1.0) ステロールは量的に少ないが(0.7%)、その主成分がコレステロールである。 イカミール同様、クルマエビが消化し易い。 	<ol style="list-style-type: none"> アミノ酸は量的にはイカミールに次いで多いが、そのバランスが悪い。 (Thr. Met. Ileu が少なく、His が多い。) グルコサミンが少ない。 (0.07%)

素 材	利 点	欠 点
アミミール	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比較的高蛋白である。(68%) 2. グルコサミンが最も多い。 (1.1%) 3. 鯨ミールに次いで、Ca (1.6%) P (0.5%)が多く、そのバランスも優れている。(3.1:1.0) 4. ステロールは量的に少ないが (0.6%)、その主成分がコレステロールである。 5. クルマエビによって、比較的消化され易い。 6. カロチノイド色素、供給源として優れている。(カロチノイド3mg%) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 材料供給に難がある。 2. ミール製造過程で、カロチノイドが分解され易い。 3. アミノ酸バランスが悪く、特にIleuが量的に極めて少ない。

上表のような素材自身の有する得失を考慮に入れ配合餌料の素材配合については、特に次の事項を基本的な考え方としたい。

1. 餌料の粗蛋白を60%以上とする。同時に、アミノ酸バランスをアサリの形に保つよう特にThr. Met. Ileu. Leu について、留意すること。
2. コレステロール量を、ステロール総量で1.5%以上とする。
3. Ca とP の比を3:1とし、その量をCa 2.6%, P 0.9%以上とする。
4. カロフィールレッド製剤は、0.02%添加を基準とする。
5. 鯨ミール添加量の高いものは、活性汚泥エキスを2%程度、添加する。

この考え方に基づいて決定した餌料の種々の組成案を次表に示す。

試験配合組成案

素 材		餌 料 組 成					
スルメイカミール		47	37	27	17	7	0
鯨ミール		—	10	20	30	40	47
石油酵母		20	20	20	20	20	20
オキアミミール		15	15	15	15	15	15
活性汚泥		5	3	3	3	3	3
α-でんぷん		2	—	—	—	—	—
ビタミンミックスⅡ		3	3	3	3	3	3
ミネラルⅢ		5	7	7	7	7	7
グルテン		3	5	5	5	5	5
原 配 合 物 の 組 成	粗蛋白質(%)	61.5	62.2	62.0	61.8	61.6	61.5
	ステロール(%)	1.8	1.69	1.57	1.45	1.33	1.25
	Ca 及び P (比)	1.27, 0.52 2.4 : 1.0	1.74, 0.63 2.8 : 1.0	1.97, 0.68 2.9 : 1.0	2.2, 0.72 3.0 : 1.0	2.4, 0.77 3.2 : 1.0	2.6, 0.80 3.2 : 1.0
	カロチノイド色素 (mg%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
外 割 添 加 物	コレステロール(%)	—	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	ミネラルⅢ(%)	—	5.6	3.8	2.6	1.3	—
	カロフィールレッド(%)	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	活性汚泥エキス(%)	—	—	1	1	2	2
	スレオニン(%)	—	—	0.26	0.26	0.40	0.40
	メチオニン(%)	—	—	0.11	0.23	0.34	0.45
	イソロイシン(%)	—	—	0.12	0.24	0.48	0.72
アルギニン(%)	—	—	0.21	0.42	0.63	0.84	

(注) 配合組成案のうち外割添加物について

1. カロフィールレッドは、使用時温湯に溶解して混和。
2. 活性汚泥エキスは、8.0% EtOH で振盪抽出、水分5.0%以下としたもの。
3. アミノ酸類の添加量算出基礎は下記のとおり。

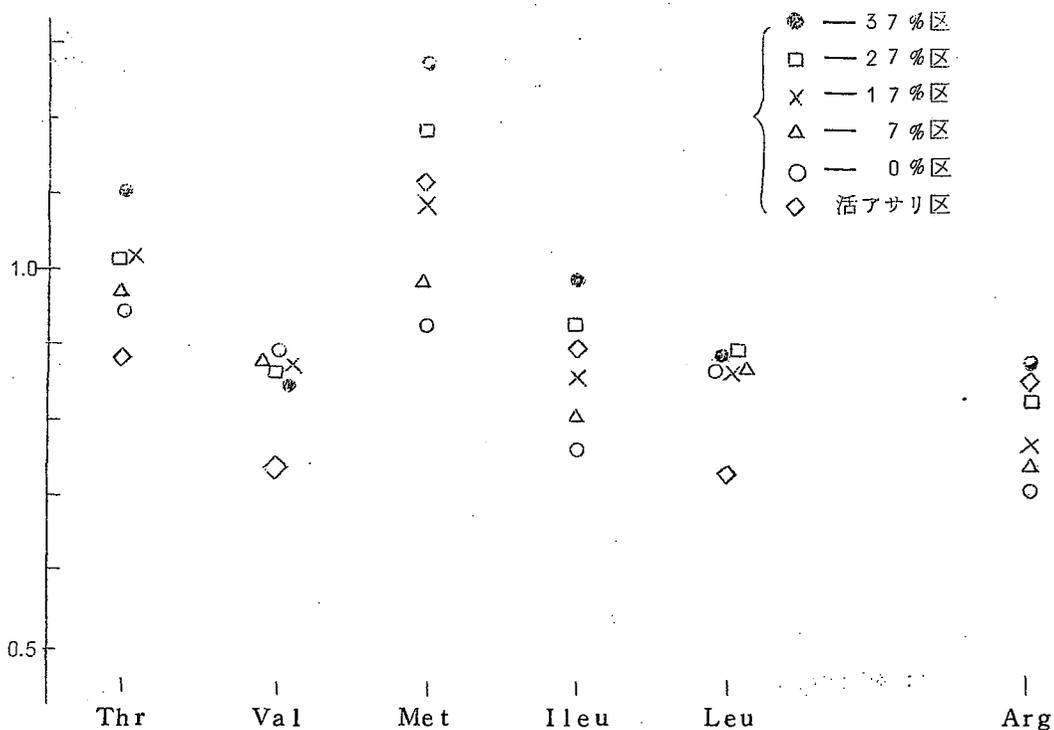
スルメイカ、鯨、アミミール及び石油酵母を所要量混合した時のアミノ酸指標を次表に示す。

	スルメイカ 37%区	27%区	17%区	7%区	0%区
スレオニン	1.10	1.01	1.01	0.97	0.94
ヴァリン	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88
メチオニン	1.27	1.18	1.08	0.98	0.92
イソロイシン	0.98	0.92	0.86	0.80	0.76
ロイシン	0.88	0.88	0.87	0.87	0.87
アルギニン	0.87	0.83	0.77	0.74	0.71

上表から、スルメイカ添加量が小さくなるに従って、スレオニン、メチオニン、イソロイシン及びアルギニンの指標が低下する。

このうち、活アサリのアミノ酸指標に最も近似する区は37%区であるので、各指標が37%区に類似するよう、アミノ酸量を算出して添加することにした。

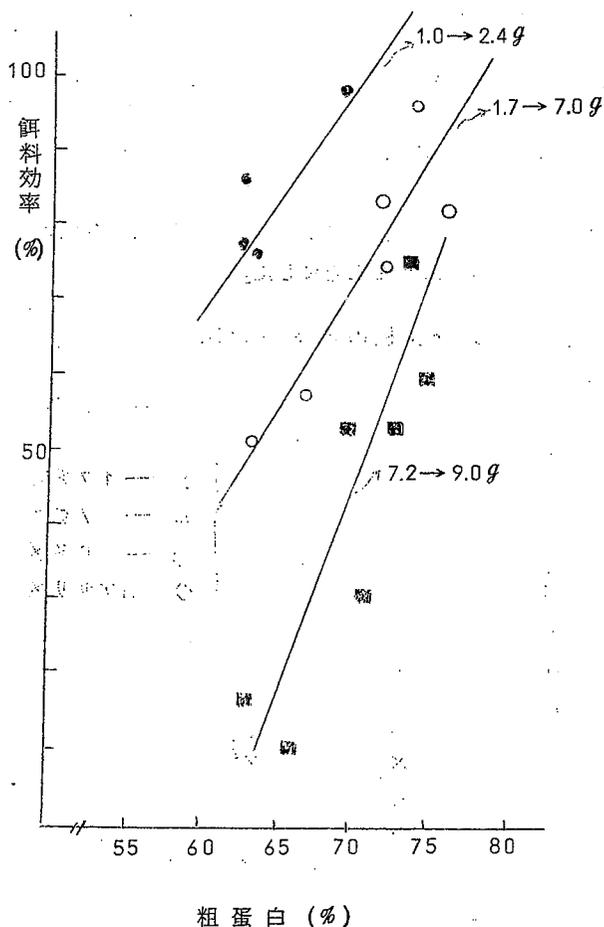
試験餌料区の必須アミノ酸指標のパターン図



VIII アミノ酸バランスに重点を置いた配合飼料の設計

標記の考え方は、すでに前項で概略触れたが、本項では、前記の考え方を更に整理し、配合飼料における蛋白素材の配合量を決定する上で、一つの基準にアミノ酸バランスを調整する手法を取り入れた設計法について検討した。

1. 餌料粗蛋白と餌料効率



左図において、餌料粗蛋白と餌料効率は明らかな相関がみられる他、

1. 体重の小さい時期は、餌料蛋白は同一レベルであっても餌料効率は高くなり、
2. ほぼ同体重のものでも飼育期間が長くなると、通算の餌料効率は、低下して来る。
3. スタート時に体重の大きなものは、餌料効率は低いことなどがわかる。

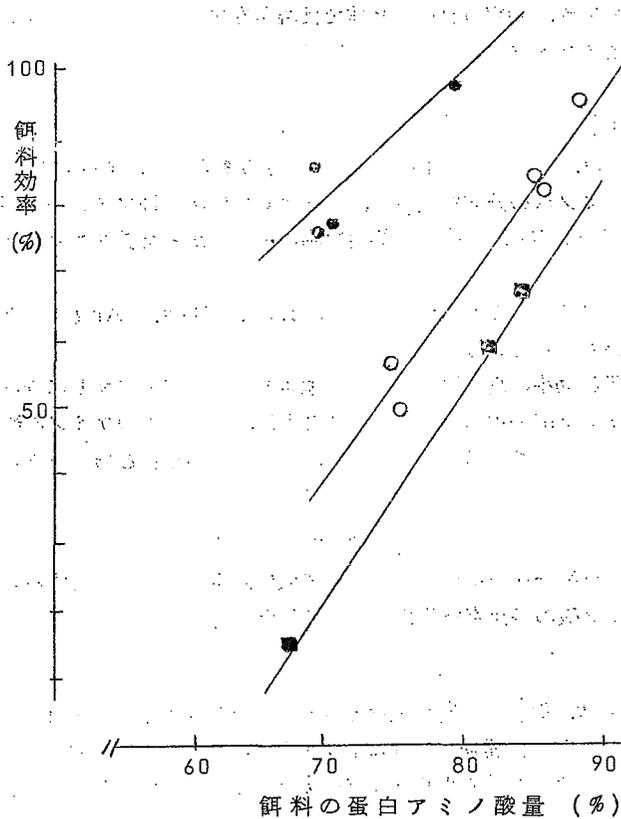
註：図中数字は、試験開始時 → 試験終了時のエビの体重を示す。

2. 餌料の蛋白アミノ酸と餌料効率

上の図で、餌料粗蛋白と餌料効率は明らかな相関を有するが、その粗蛋白には当然エキスも含まれる。しかし、下表に示すように、エキスの量が多いと摂餌量は高くなるが、餌料効率にはあまり関係しない。餌料効率と関係のあるのは下図に示すように粗蛋白中蛋白アミノ酸量であることがうかがわれる。

◎ 餌料中のエキス量と、摂餌率及び餌料効率

イカエキス 添加量 %	餌 料 No.	8.0% EtOH抽出による		摂餌率 %	餌料効率 %
		エキス %	残渣 %		
0	34	33.5	66.5	1.33	74.6
1.5	35	40.5	59.5	1.75	52.2
3.0	36	32.0	68.0	1.37	52.5
1.5	37	39.9	60.1	1.69	30.0
0	38	30.0	70.0	0.72	15.4
1.5	39	37.6	62.4	1.42	9.9
5	40	35.0	65.0	1.91	60.0



3. 養成試験における配合餌料とエビ体の蛋白アミノ酸の比較

供試した配合餌料を、餌料効率の優劣によって、90%以上、90~80%、80%~60%、60%以下の各区分にランクし、各区の蛋白アミノ酸をその区のエビ体の蛋白アミノ酸をそれぞれ比較した。その結果

- 1) 餌料効率90%以上を示した餌料の蛋白アミノ酸は、EtOH 残渣物中 8.3%と極めて高く、餌料効率が低下するにつれてその量も低下した。(効率60~80% → 7.4.7%, 60%以下 → 7.4.7%)
- 2) 効率と蛋白アミノ酸量とは、相関を有することは明らかだが、ここで、効率60~80%と60%以下の蛋白アミノ酸量が、何れも、EtOH 残渣物中 7.4.7%を示したことから、同じアミノ酸レベルで、そのアミノ酸組成に問題があるのではないかと云うことが考えられる。
- 3) 各供試餌料のアミノ酸分布を比較すると、餌料効率の高い餌では、塩基性アミノ酸(Lys. His. Arg)の占める割合が高く、効率60%以下の餌料では、これらアミノ酸の比率が特に低下している。このことから、前項で、同一レベルのアミノ酸量において餌料効率に差がみられたことは、以下に述べる事項も併せて考えて餌料中のアミノ酸分布に問題があることが考えられる。
- 4) 餌料効率によって区分した餌料と、同一区のエビ体の蛋白アミノ酸を比較するとアミノ酸の量そのものには大差はないが、効率の良いエビ体では塩基性アミノ酸の占める割合が高く効率の悪いエビ体では、このアミノ酸が低くなっている。

4. 養殖エビと天然エビ及び活アサリの蛋白アミノ酸の比較

天然エビの蛋白アミノ酸量は、EtOH 処理残渣中 6.6~6.8%と高く、養殖エビでは60~6.3%と総体に低い。又アミノ酸の分布を見ると、天然エビでは塩基性アミノ酸(Lys. His. Arg)の占める割合が高く、この値は餌料効率の最も高かった養殖エビのそれよりも高い。

一方、活アサリの蛋白アミノ酸の分布も総体的にみて、Lys. His. Argなどの塩基性アミノ酸の占める割合が高くなっている。

以上のように、天然エビや餌料効率の高い餌及びその養殖エビ、並びに活アサリにおけるアミノ酸分布が共通して塩基性アミノ酸の占める比率が高いことは、配合餌料のアミノ酸組成を考える上で、そのアミノ酸総量と共に特に考慮に入れなければならない事項と考えられる。

5. 標準餌料の仮設定と、これを基準とした配合餌料の設計

餌料効率90%以上を示した配合餌料を標準餌料として仮に設定し、これに対するエビ体、餌料及び餌料素材の蛋白アミノ酸の各比率を算出して比較した。

1) 配合素材の検討

標準餌料に対するエビ体、餌料及び餌料素材それぞれの蛋白アミノ酸の分布比を比較した結果、クルマエビ餌料として通常使用される活アサリと、配合餌料素材として優れているイカミールは、何れも天然エビ体の蛋白アミノ酸分布に類似するを知った。

これらの結果を類似する順位に従って、一括次表に示す。

天然エビ体に類似する順位	素材名	標準餌料に対するアミノ酸総量 (標準餌料 83.6%)	標準餌料を基準とした時の天然エビ体との相違点
1	活アサリ	ほぼ同じ (84.0%)	大きな相違点なし, Phe が若干低い。
2	イカミール	約20%多い (100%)	PheとHisが逆転している。
3	アミミール	約5%低い (79.4%)	Ileuが極端に低く Argが若干低い。
4	凍乾 ブラインシュリンプ	約23%低い (64.0%)	Asp. Lys. His. Arg が若干低い。
5	北洋ミール	約9%低い (76.5%)	Tyr. Phe 及び Lys. His. Arg が総体に低い。
6	ナガスミール	約7%多い (89.6%)	Asp. Ser. Glu 及び Arg が総体に低い。
7	協和 A (石油酵母)	約44%低い (47.2%) (約18%低い) (69.3%)	Asp. Phe. His. Arg が低い。 (石油酵母も同様)

註：アミノ酸総量の欄で()に示す数字は、80% EtOH 処理物中に占めるアミノ酸総量

上表に示した素材以外の、活性汚泥、マッコウクジラミール、グルテン、大豆蛋白及びカゼインは、そのアミノ酸分布においてエビ体のそれとかなり相違する。

2) 配合餌料で考慮すべきアミノ酸バランスについての一試案

以上の結果を総合的に考察すると、クルマエビに必要なアミノ酸バランスは活アサリやイカミールに近い形ものが要求されるようであり、このことは、また、クルマエビ自身のアミノ酸分布に相通ずるものである。このことから、配合餌料で考慮されるべきアミノ酸バランスとして、前記の標準餌料を基準として、これに活アサリと天然エビのアミノ酸分布を加味した平均値を一つのパターンとするのが妥当であろうと考えた。また、これらの比率はあくまで蛋白アミノ酸で考えるべきものとして、その総量は、標準餌料と活アサリに含まれる量を上限とし、クルマエビ体に含まれる量を下限とした数値、すなわち、80% EtOH 抽出残渣物中のアミノ酸総量85%~65%の範囲にあることが望ましいものとした。

これらの数値を餌料原体について換算すれば次のとおりである。

餌料原体	EtOH抽出 エキス%	EtOH抽出 残渣%	残渣中の アミノ酸%	餌料原体中のアミ ノ酸量(Total%)
標準餌料①	29.5	70.5	79.0	55.7
〃 ②	32.2	67.8	88.1	59.7
活アサリ	44.8	55.2	84.1	46.4
天然エビ17g	32.3	67.7	68.4	46.3
〃 26g	28.1	71.9	66.3	47.7

上表から、餌料原体中に占める蛋白アミノ酸量は、上限を60%、下限を46%とする範囲が妥当であると考えた。この考え方を基礎として餌料に含まれるべき蛋白アミノ酸の量と割合を下記示した。

クルマエビ配合餌料における蛋白アミノ酸バランス

アミノ酸	分布比%	上限値 $\frac{gr}{原体}$ 100g	下限値 $\frac{gr}{原体}$ 100g
Aspartic Acid	1.5	6.9	5.3
Threonine	4.7	2.8	2.2
Serine	4.6	2.8	2.1
Glutamic acid	16.6	10.0	7.6
Proline	3.8	2.3	1.7
Glycine	5.0	3.0	2.3
Alanine	5.7	3.4	2.6
Cystine	1.0	0.6	0.5
Valine	4.9	2.9	2.3
Methionine	2.5	1.5	1.2
Isoleucine	4.7	2.8	2.2
Leucine	7.8	4.7	3.6
Tyrosine	3.9	2.3	1.8
Phenylalanine	4.6	2.8	2.1
Lysine	8.1	4.9	3.7
Histidine	2.2	1.3	1.0
NH ₃	(1.0)	0.6	0.5
Arginine	7.5	4.5	3.5
計	100.0	≒ 60 gr	≒ 46 gr

3) 試案に基づく配合例

配合後の蛋白アミノ酸 配合素材 (蛋白源)	餌料区分 1	2	3
イカミール	32.6%	43.5%	46.8%
アミミール	11.2	3.3	5.6
活性汚泥	5.5	3.3	—
北洋ミール	5.4	—	7.6
ナガスマール	10.6	15.9	15.9
協和A	5.2	4.2	—
大豆蛋白	7.7	13.1	5.5
グルテン	3.1	3.1	3.1
計	81.3%	86.4%	84.5%

上の配合表は、前項の結果から、基準のアミノ酸バランスに比較的近い形を持つ素材を組み合わせてその蛋白アミノ酸総量が、上限値、下限値及び両値の中間値となるようにしたものである。この場合、特に、特定の配合材料を多くすると云うことは考えず、無作為に素材を選択して、総体のアミノ酸バランスとその総量が条件を満たすことだけに重点を置いたが、この場合の問題点として

- ① アミノ酸量を高くするには、高蛋白のイカミール、ナガスマール、北洋ミールの三材料の添加量を多くする必要があるが、同時にアミノ酸バランスを崩さないためには自らイカミールの添加量が高くならざるを得ないこと。
 - ② その点、アミノ酸量が低い場合には、低蛋白材料の配合が比較的容易であり、アミノ酸バランスにのみ留意して配合できる。
3. 大豆蛋白は、それ自体はアミノ酸バランスに問題があるが、塩基性アミノ酸が多く、酸性アミノ酸のうち、Thr. Ser が比較的低いことから、配合物全体のバランス調整を目的に使用した。
 4. グルテンはバインダーとして配合した。3%を8%に増加させるとバランスがかなり乱れる。
 5. 餌料区分1の配合量が81.3%とかなり低く、残部の18.3%を何で埋めるかが問題である。

試案配合物のアミノ酸量と基準

飼料区分 アミノ酸	基準バランス	1		
	分 布 比	アミノ酸量	分 布 比	基準バランスに 対する増減
Asp	11.5	5.25	11.36	-0.14
◎ Thr	4.7	2.33	5.04	+0.26
Ser	4.6	2.23	4.83	+0.23
Glu	16.6	7.40	16.02	+0.58
Pro	3.8	2.02	4.37	+0.57
Gly	5.0	2.41	5.22	+0.22
Ala	5.7	2.52	5.45	-0.25
Cys	1.0	0.31	0.67	-
◎ Val	4.9	2.22	4.81	-0.09
◎ Met	2.5	1.23	2.66	+0.16
◎ Ileu	4.7	2.03	4.37	+0.31
◎ Leu	7.8	3.64	7.88	+0.08
Tyr	3.9	1.83	3.96	+0.06
◎ Phe	4.6	2.44	5.28	+0.68
◎ Lys	8.1	3.61	7.81	-0.29
◎ His	2.2	1.02	2.21	± 0
NH ₃	(1.0)	(0.59)	(1.28)	-
◎ Arg	7.5	3.12	6.75	-0.70
計	100.0%	≒46.5g	100.0%	

バランスに対する比較表

(アミノ酸◎印：一必須アミノ酸?)

2			3		
アミノ酸量	分 布 比	基準バランスに 対する増減	アミノ酸量	分 布 比	基準バランスに 対する増減
5.81	11.22	- 0.28	6.25	11.29	- 0.21
2.56	4.95	+ 0.25	2.76	4.98	+ 0.28
2.46	4.75	+ 0.15	2.61	4.71	+ 0.11
8.44	16.31	- 0.29	8.92	16.11	- 0.49
2.26	4.37	+ 0.57	2.37	4.28	+ 0.48
2.66	5.14	+ 0.14	2.93	5.29	+ 0.29
2.76	5.33	- 0.27	3.03	5.47	- 0.23
0.32	0.62	-	0.36	0.65	-
2.43	4.69	- 0.21	2.56	4.62	- 0.28
1.34	2.59	+ 0.09	1.54	2.78	+ 0.28
2.47	4.77	+ 0.07	2.57	4.64	- 0.06
4.14	8.00	- 0.20	4.39	7.93	+ 0.13
2.04	3.94	+ 0.04	2.18	3.94	+ 0.04
2.76	5.33	+ 0.73	2.93	5.29	+ 0.69
4.05	7.82	- 0.28	4.37	7.89	- 0.21
1.06	2.05	- 0.15	1.20	2.17	- 0.03
(0.62)	(1.20)	-	(0.63)	(1.14)	-
3.58	6.92	- 0.58	3.79	6.84	- 0.66
≒5.21g	100.0%		≒5.56%	100.0%	

§ クルマエビ生体の一般成分とアミノ酸

① クルマエビの一般成分及び80%エタノール処理によるエキスと残渣の比率(平均値)

項目		餌料効率 供試餌料	90%以上	90~80%	80~60%
			No. 41, K7	No. 44, 46, K8	活アサリ, K9, 10
水分			76.13%	75.31%	76.42%
粗蛋白			16.80	17.09	17.24
粗脂肪			1.32	1.41	1.23
全糖			1.74	1.89	1.48
灰分			3.68	3.37	3.44
Et-OH 抽出物	エキス		42.56%	39.11%	38.28%
	残渣		57.44	60.89	61.72

60%以下	天 然 エ ビ		養 殖 エ ビ
	体 重 17g	体 重 26g	体 重 10g
No. 38, 40, 42, 43	—	—	
77.12%	71.38%	74.93%	77.26%
16.40	20.10	18.29	15.42
0.91	1.05	0.97	0.75
1.00	0.55	0.39	0.55
3.40	3.64	3.63	3.79
38.34%	8.83%	7.27%	8.02%
61.66	18.50	18.60	16.99

② クルマエビの蛋白アミノ酸量（80%エタノール抽出残渣）とその分布比

供試餌料 餌料効率 アミノ酸	No. 41, K7		No. 44, 46, K8		活アサリ, K9, 10	
	90%以上		90~80%		80~60%	
	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
Asp	7.554	11.87	7.227	11.64	7.958	11.70
Thr	2.722	4.28	2.767	4.46	3.003	4.42
Ser	2.789	4.38	2.748	4.43	2.774	4.08
Glu	10.158	15.96	10.060	16.20	11.333	16.66
Pro	2.621	4.12	2.404	3.87	2.623	3.86
Gly	3.343	5.25	3.397	5.47	3.576	5.26
Ala	3.527	5.54	3.508	5.65	3.777	5.55
Cys	0.579	0.91	0.481	0.77	0.680	1.00
Val	3.278	5.15	3.177	5.12	3.376	4.96
Met	1.070	1.68	1.372	2.21	0.882	1.30
Ileu	3.147	4.94	2.927	4.71	3.550	5.22
Leu	4.955	7.78	4.772	7.69	5.737	8.44
Tyr	2.765	4.34	2.579	4.15	2.542	3.74
Phe	3.342	5.25	3.054	4.92	3.331	4.90
Lys	4.787	7.52	4.660	7.51	5.271	7.75
His	1.516	2.38	1.453	2.34	1.618	2.38
NH ₃	1.022	1.61	1.040	1.68	0.995	1.46
Arg	4.475	7.03	4.454	7.17	4.987	7.33
計	63.650	100	62.080	100	68.013	100

No. 38, 40, 42, 43		天然エビ		天然エビ		養殖エビ	
60%以下		17g		26g		センター1,000トンタンク 10g	
アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
7.173	11.47	8.065	11.80	7.974	12.02	6.642	11.07
2.788	4.46	3.048	4.46	2.983	4.50	2.612	4.35
2.765	4.42	2.978	3.45	3.041	4.58	2.617	4.36
10.165	16.26	11.583	16.94	11.656	17.57	9.998	16.66
2.362	3.78	2.528	3.70	2.571	3.88	2.433	4.06
3.513	5.62	3.216	4.70	3.454	5.21	3.232	5.39
3.596	5.75	3.852	5.63	4.074	6.14	3.314	5.52
0.449	0.72	0.730	1.07	0.770	1.16	0.477	0.79
3.474	5.56	3.618	5.29	3.025	4.56	2.917	4.86
1.146	1.83	0.527	0.77	1.984	2.99	1.584	2.64
2.944	4.71	3.215	4.70	3.133	4.72	2.733	4.56
4.932	7.89	5.350	7.83	5.488	8.27	4.568	7.61
2.647	4.23	2.611	3.82	2.867	4.32	2.409	4.02
3.310	5.29	3.725	5.45	3.304	4.98	3.310	5.52
4.583	7.33	5.432	7.95	5.777	8.71	4.322	7.20
1.320	2.11	1.612	2.36	1.642	2.48	1.293	2.16
0.933	1.49	1.065	1.56	0.995	1.50	1.112	1.85
4.419	7.07	5.209	7.62	5.565	8.39	4.424	7.37
62.519	100	68.364	100	66.339	100	59.997	100

§ クルマエビ餌料の一般成分とアミノ酸

① 試験餌料の一般成分及び 80% Et-OH 処理によるエキスと残渣の比率 (平均値)

餌料効率 供試餌料 項目		90%以上	90~80%	80~60%	60%以下
		No. 41, K7	No. 44, 46, K8	活アサリ, K9, 10	No. 38, 40, 42, 43
水分		8.31%	7.77%	31.60%	8.88%
粗蛋白		65.35	65.53	42.88	60.58
粗脂肪		9.31	6.56	3.87	6.64
全糖		8.32	8.76	10.11	9.67
灰分		6.84	7.65	7.06	7.64
Et-OH 抽出物	エキス	30.88%	28.17%	34.15%	31.36%
	残渣	69.12	71.83	65.85	68.65

② 試験餌料の蛋白アミノ酸量(8.0% Et-OH 抽出残渣)とその分布比

供試餌料 餌料効率	No. 41, K7		No. 44, 46, K8		活アサリ, K9, 10		No. 38, 40, 42, 43	
	9.0%以上		9.0~8.0%		8.0~6.0%		6.0%以下	
	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
アミノ酸	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
Asp	9.538	11.41	8.890	11.12	8.424	11.28	9.716	13.00
Thr	4.242	5.08	4.089	5.11	3.652	4.89	4.105	5.49
Ser	4.174	5.00	3.900	4.88	3.584	4.80	4.084	5.47
Glu	13.815	16.53	13.082	16.36	12.111	16.21	13.324	17.83
Pro	3.633	4.35	3.632	4.54	2.909	3.89	3.450	4.62
Gly	4.605	5.51	4.585	5.74	3.772	5.05	4.428	5.93
Ala	4.838	5.79	4.510	5.64	4.128	5.53	4.465	5.98
Cys	0.563	0.67	0.762	0.95	0.814	1.09	0.402	0.54
Val	4.054	4.85	4.047	5.06	3.617	4.84	3.812	5.10
Met	1.677	2.01	0.944	1.18	2.050	2.74	0.892	1.19
Ileu	4.237	5.07	4.227	5.29	3.656	4.89	3.854	5.16
Leu	6.588	7.88	7.212	9.02	5.945	7.96	6.265	8.38
Tyr	3.175	3.80	3.080	3.85	2.801	3.75	2.521	3.37
Phe	3.722	4.45	3.543	4.43	3.365	4.50	2.987	4.00
Lys	6.192	7.41	5.585	6.99	5.890	7.88	4.929	6.60
His	1.630	1.95	1.554	1.94	1.723	2.31	1.020	1.37
NH ₃	1.081	1.29	1.098	1.37	1.037	1.39	0.690	0.92
Arg	5.800	6.94	5.206	6.51	5.233	7.00	3.779	5.06
計	83.564	100	79.946	100	74.711	100	74.722	100

§ 餌料素材の一般成分とアミノ酸

① 素材の一般成分及び80% Et-OH 処理によるエキスと残渣の比率

餌料項目 測定項目		イカミール	アミミール	石油酵母	海洋酵母	協和 A
一般成分 (%)	水分	8.08	10.38	4.67	5.58	3.98
	粗蛋白質	74.80	68.15	58.36	24.20	44.99
	粗脂肪	8.85	2.44	2.01	2.54	1.37
	全糖 (Gluとして)	3.04	4.44	1.150	2.453	18.99
	灰分	3.37	14.04	6.24	3.69	5.86
	粗繊維	—	—	3.72	4.03	—
80% Et-OH 抽出物	エキス	24.66	30.82	24.75	33.46	27.32
	残渣物	75.34	69.18	75.25	66.54	72.68

協 和 B	活性汚泥	マッコウ ミール	ナガスミール	グルテン	大豆蛋白	北洋ミール	凍 乾 ブライン シュリンプ
3.7 1	9.67	7.3 8	5.6.2	4.0 0	8.54	8.07	18.6 9
4 6.4 6	37.0 1	7 3.1 4	77.7 2	8 3.3 2	46.09	6 4.7 8	4 4.2 6
0.87	2.47	3.55	3.2 9	0.6 8	1.07	7.07	4.0 0
12.6 4	4.0 9	2.7 6	1.4 2	9.3 7	12.81	1.4 9	4.1 1
6.0 6	2 1.9 3	9.1 2	5.0 5	0.9 3	5.9 6	18.4 8	1 5.5 8
—	3.7 9	—	—	—	—	—	—
9.3 6	9.1 0	2 5.2 0	1 6.7 6	5 4.9 9	27.4 6	1 6.0 1	3 8.1 6
9 0.6 4	9 0.9 0	7 4.8 0	8 3.2 4	4 5.0 1	7 2.5 4	8 3.9 9	6 1.8 4

② 餌料素材の蛋白アミノ酸量（80% Et-OH 処理残渣中）とその分布比

（単位：百分比）

素材 アミノ酸	イカミール		アミミール		石・油・酵・母	
	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
Asp	12.080	12.14	10.072	12.60	7.779	11.22
Thr	5.082	5.11	4.484	5.61	3.753	5.41
Ser	4.745	4.77	4.222	5.28	3.420	4.93
Glu	16.040	16.12	12.440	15.56	8.584	12.39
Pro	3.780	3.80	3.221	4.03	3.032	4.37
Gly	4.937	4.96	3.881	4.86	3.575	5.16
Ala	5.005	5.03	4.451	5.67	4.619	6.66
Cys	0.693	0.70	0.955	1.19	0.315	0.45
Val	4.328	4.35	4.209	5.27	4.380	6.32
Met	2.839	2.85	2.485	3.11	1.090	1.57
Ileu	4.832	4.86	0.400	0.50	3.800	5.48
Leu	7.613	7.65	5.831	7.30	5.821	8.40
Tyr	3.778	3.80	3.621	4.53	2.604	3.76
Phe	5.533	5.56	4.003	5.01	3.332	4.81
Lys	7.984	8.02	6.873	8.60	6.363	9.18
His	2.041	2.05	1.988	2.49	1.734	2.50
NH ₃	1.063	1.07	1.635	2.05	1.267	1.83
Arg	7.117	7.15	5.160	6.46	3.839	5.54
計	99.490	100	79.931	100	69.308	100

(その1)

海洋酵母		協和 A		活性汚泥		マッコウミール	
アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
3.435	11.88	4.721	10.00	4.375	11.64	7.098	8.44
1.932	6.68	2.770	5.87	1.981	5.27	3.769	4.48
1.887	6.53	2.661	5.64	1.781	4.74	3.504	4.17
3.669	12.69	6.103	12.93	4.724	12.56	12.021	14.30
1.062	3.67	2.053	4.35	1.954	5.20	5.518	6.56
1.419	4.91	2.241	4.75	2.006	5.33	6.092	7.25
1.608	5.56	2.844	6.02	2.437	6.48	5.426	6.45
Tr	Tr	—	—	Tr	Tr	0.280	0.33
1.667	5.76	3.359	7.12	2.436	6.48	4.859	5.78
0.408	1.41	0.853	1.81	0.967	2.57	1.644	1.96
1.901	6.57	2.740	5.80	2.093	5.57	3.238	3.85
2.681	9.27	3.967	8.40	3.068	8.16	7.638	9.08
0.856	2.96	1.732	3.67	1.436	3.82	3.277	3.90
1.372	4.74	2.327	4.93	2.372	6.31	4.417	5.25
2.474	8.56	4.292	8.92	2.217	5.90	6.638	7.89
0.670	2.32	1.101	2.33	0.898	2.39	2.963	3.52
0.655	2.27	0.815	1.73	0.695	1.75	0.673	0.80
1.220	4.22	2.626	5.56	2.162	5.75	5.027	5.98
28.916	100	47.205	100	37.602	100	84.082	100

餌料素材の蛋白アミノ酸量と分布比

素材 アミノ酸	ナガスマール		グルテン		大豆蛋白	
	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
Asp	8.105	9.05	3.426	4.83	7.798	11.56
The	4.387	4.90	2.323	3.28	2.731	4.05
Ser	3.798	4.24	3.487	4.92	3.549	5.26
Glu	13.183	14.72	21.593	30.44	13.256	19.65
Pro	4.582	5.12	6.338	8.94	3.519	5.22
Gly	5.441	6.08	4.386	6.18	2.910	4.31
Ala	5.919	6.61	2.578	3.63	2.942	4.36
Cys	Tr	Tr	0.966	1.36	0.861	1.21
Val	4.825	5.39	2.957	4.17	2.841	4.21
Met	2.393	2.67	1.002	1.41	0.887	1.31
Ileu	4.584	5.12	2.120	2.99	3.180	4.71
Leu	8.182	9.14	4.422	6.23	5.123	7.59
Tyr	3.803	4.25	2.955	4.17	2.376	3.52
Phe	4.531	5.06	2.595	3.66	3.459	5.13
Lys	7.092	7.92	2.332	3.29	4.220	6.25
His	2.381	2.66	1.431	2.02	1.654	2.45
NH ₃	0.763	0.85	2.282	3.22	1.208	1.79
Arg	5.571	6.22	3.732	5.26	4.963	7.36
計	89.540	100	70.925	100	67.477	100

(その2)

北洋ミール		凍乾ブラインシュリンプ		カゼイン		標準餌料	
アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比	アミノ酸量	分布比
g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
8.213	10.76	6.483	10.13	7.246	7.40	9.538	11.41
3.574	4.68	3.145	4.91	4.060	4.15	4.242	5.08
3.762	4.93	3.300	5.15	5.788	5.91	4.174	4.99
11.991	15.71	9.343	14.59	2.1911	2.239	13.815	16.53
3.753	4.92	2.993	4.67	9.503	9.71	3.633	4.35
5.030	6.59	3.130	4.89	1.614	1.65	4.605	5.51
4.891	6.41	3.323	5.19	2.598	2.65	4.838	5.79
0.769	1.01	0.841	1.31	Tr	Tr	0.563	0.67
3.491	4.57	3.386	5.29	5.255	5.37	4.054	4.85
2.507	3.28	1.477	2.31	2.304	2.35	1.677	2.01
3.555	4.66	3.240	5.06	4.832	4.94	4.237	5.07
6.060	7.94	5.496	8.58	8.152	8.33	6.588	7.88
2.899	3.80	2.935	4.58	5.495	5.61	3.175	3.80
3.238	4.24	3.386	5.29	4.599	4.70	3.722	4.45
5.716	7.49	4.766	7.44	7.284	7.44	6.192	7.41
1.272	1.67	1.381	2.16	2.448	2.50	1.630	1.95
0.911	1.19	1.064	1.66	1.581	1.62	1.081	1.29
4.686	6.14	4.338	6.78	3.193	3.26	5.800	6.94
76.318	100	64.027	100	97.863	100	83.564	100