

20. マイワシ餌料代替緊急対策調査 (サンマの利用性について)

マイワシ餌料代替緊急対策調査 〔サンマの利用性について〕

増殖科 安 藤 裕 章

1 目 的

養魚用餌料として大量に使用されているマイワシの資源が減少傾向にあり、他の多獲性魚を代替餌料として使用が可能かどうかを検討する。

2 担当者

高知県水産試験場

増殖科 科長 山 中 弘 雄

主任研究員 安 藤 裕 章

3 方 法

多獲性魚としてサンマを選定し、マイワシを対照としてブリ稚魚の長期飼育により利用の可能性を検討する。

A：餌料

対照餌料としてマイワシの冷凍切身に市販の総合ビタミン剤を添加した区を5区、試験餌料としてサンマの冷凍切身に市販の総合ビタミン剤を添加した区を6区、サンマの冷凍切身にサンマ用に調整した総合ビタミン剤を添加した区を7区とした。試験餌料の配合、及び一般化学成分について表14に示した。

表 1 4 試験餌料及び一般化学成分 (単位：%)			
	5 区	6 区	7 区
生餌(マイワシ)	100		
生餌(サンマ)		100	100
計	100	100	100
総合ビタミン剤*1	0.5	0.5	
サンマ用ビタミン剤*2			0.5
乾物の一般化学成分 (%)			
粗蛋白質	59.4	46.1	46.1
粗脂肪	22.6	46.3	46.3
炭水化物	3.8	0.7	0.7
粗灰分	12.5	5.7	5.7
エネルギー量(Kcal)	4,584.4	5,797.8	5,797.8
c/p比	77.2	125.9	125.9

*1：ハチエート フォルテ（武田薬品工業・市販品）

*2：表 1 5 のとおり（武田薬品工業・調整品）

表 15 ハマチエート・フォルテとサンマ用ビタミン剤の成分

成分名	ハマチエート・フォルテ	サンマ用ビタミン
ビタミンA油	400,000IU	400,000IU
ビタミンD油	80,000IU	
酢酸dl- α -トコフェロール	8.000g	24.000g
メナジオン亜硫酸水素ジメチルピリミジノール	0.050g	
塩酸ジベンゾイルチアミン	10.000g	3.200g
リボフラビン	1.500g	1.500g
塩酸ピリトキシン	1.200g	1.200g
ニコチン酸アミド	1.000g	
D-パントテン酸カルシウム	5.000g	3.000g
塩化コリン	20.000g	60.000g
葉酸	0.300g	0.150g
シアノコバラミン	0.850g	
α -ビオチン	0.002g	
イノシトール	3.000g	
L-アスコルビン酸カルシウム	16.900g	42.000g
ポリアクリル酸ナトリウム	172.000g	172.000g
アルギン酸ナトリウム	28.000g	28.000g
賦形物質 (米ぬか、油粕、ビール酵母、動物油)	(残量)	(残量)
合計	1,000.000g	1,000.000g

B：飼育

前述の養魚用餌料多様化試験と同様に行った。

8月6日に赤潮のため一部の小割に大量斃死が発生し、各区の飼育尾数が大きく異なったため8月10日に計数、計量を行い、各区の飼育尾数を調整した。5区は216尾のままとし、6区は一部取り上げ220尾に減らし、7区は予備区から62尾追加して220尾とした。その後、9月1日の夜間、7区の飼育魚82尾が盗まれたため、7区のみ飼育尾数が非常に少なくなった。

生残率の計算においてはサンプリングや取り上げをしたもの、盗難にあったものについては補正した。

6、7区については10月中旬に斃死が増加した原因が餌にあると考えて、10月30日から餌を3年度漁獲のサンマから4年度漁獲のサンマに切り替えた。この時点で3年度漁獲のサンマは外観的にも油焼けが見られ、筋肉や内臓の色も鮮度の低下を示していた。また、サンマについて過酸化価とヒスタミンの分析を行ったところ、過酸化価は3年度漁獲サンマが71.6 meq/kg、4年度漁獲サンマが34.5 meq/kg、ヒスタミンは各々9.6 mg/100g、9.3 mg/100gであった。

C：測定及び測定方法

前述の養魚用餌料多様化試験と同様に行った。

表 1 6 日間給餌率 (乾物換算)

(単位: %)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (7月29日 ~ 8月10日)	2.52	3.32	3.65	27.8℃
II 期 (8月10日 ~ 8月26日)	5.18	5.31	5.52	26.4
III 期 (8月26日 ~ 9月9日)	5.67	4.77	4.55	27.3
IV 期 (9月9日 ~ 9月22日)	5.14	3.85	3.72	27.6
V 期 (9月22日 ~ 10月7日)	4.44	3.82	3.66	25.1
VI 期 (10月7日 ~ 10月20日)	4.08	3.12	3.09	23.7
VII 期 (10月20日 ~ 11月4日)	2.36	1.88	1.95	22.9
VIII 期 (11月4日 ~ 11月18日)	1.93	1.71	2.14	21.0
全期間 (7月29日 ~ 11月18日)	3.07	2.89	2.67	

4. 結 果

A: 生残率と成長

飼育試験における生残率の推移を図3に、成長を図4に示した。終了時の11月18日の生残率は5区81.9%, 6区52.8%, 7区31.6%であったが、開始時から8月10日までのへい死原因はほとんどが赤潮によるもので、一部が類結節症であった。8月11日から9月9日までの斃死は大部分が類結節症によるものであった。

5区はその後、斃死はなかったが、7区は10月18日から急激な斃死が始まり、終了時にも斃死は続いていたが若干斃死の減少傾向が見られた。

成長については飼育開始時の平均体重は132g~133gで、飼育終了時の平均体重はマイワシの5区が983g, サンマの6区978g, 7区877gとなった。

6区の成長を5区と比較すると10月上旬までほとんど差がなく、斃死が始まった10月中旬からやや成長が鈍った。しかし、餌を新しいサンマに変えてから終了時までにはほぼ追いついた。

6区と7区を比較すると成長は9月上旬までほとんど同じであったが、その後、徐々に7区の成長が鈍化し、急激な斃死の始まった後、10月中旬から11月上旬にかけて7区の成長が停滞し、餌のサンマを新しいものに変更した後、6, 7区とも11月上旬からは成長を継続した。終了時には6区のほうが体重は約10%程度、飼料効率, 蛋白質効率, エネルギー効率, 増肉係数についても7区を上回った。また、10月中旬以降の大量斃死についても7区のほうが6区より数日早く始まり、斃死率も若干高かった。

B: 飼料効率等

飼育試験における給餌状況を表16に、飼料効率の推移を表17に、蛋白質効率の推移を表18に、エネルギー効率の推移を表19に、増肉係数の推移を表20に、栄養成分等の蓄積率を表21に示した。

飼料効率は全期間を通算すると5区が39.4%, 6区が43.2%, 7区が42.0%でサンマのほうが効率が良い。

蛋白質効率も同じ傾向であった。しかし、エネルギー効率は5区のほうが高く、6, 7区が低かった。

増肉係数は全期間を通算すると生餌換算で5区が8.8, 6区が5.7, 7区が5.9で、6区が一番低かった。

栄養成分等の蓄積率については全期間を通算すると蛋白質は5区が13.0%と著しく低く、6区が

26.8%, 7区が23.4%と高い。脂肪は5区が28.8%と高く, 6区が24.9%, 7区が21.2%と一番低い。エネルギーは5区が22.8%と低く, 6区が30.6%と高く, 7区が26.3%と中間的な値であった。

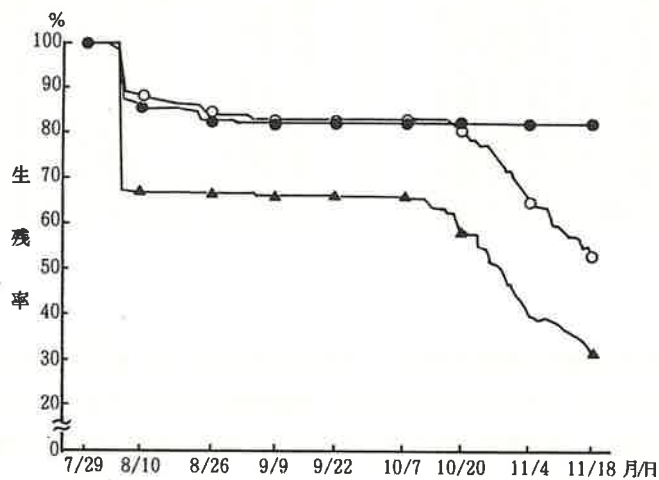


図3 生存率の推移

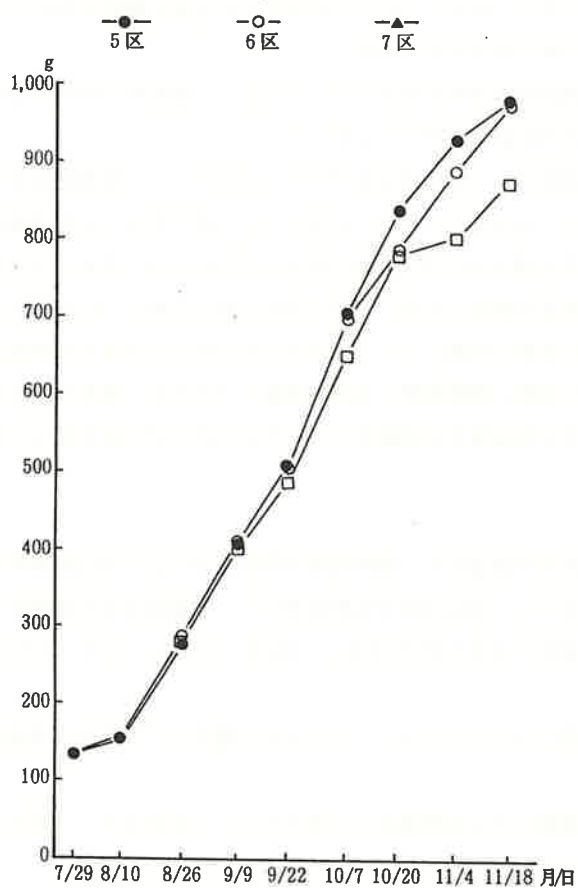


図4 成長

● 5区 ○ 6区 □ 7区

表 1 7 飼料効率 (乾物換算)

(単位: %)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (7月29日 ~ 8月10日)	56.3	41.7	35.0	27.8℃
II 期 (8月10日 ~ 8月26日)	67.8	69.4	68.4	26.4
III 期 (8月26日 ~ 9月9日)	48.1	52.1	55.2	27.3
IV 期 (9月9日 ~ 9月22日)	33.1	41.8	39.2	27.6
V 期 (9月22日 ~ 10月7日)	47.8	54.4	51.6	25.1
VI 期 (10月7日 ~ 10月20日)	32.1	28.0	38.2	23.7
VII 期 (10月20日 ~ 11月4日)	29.1	24.1	※	22.9
VIII 期 (11月4日 ~ 11月18日)	20.0	17.5	16.7	21.0
全期間 (7月29日 ~ 11月18日)	39.4	43.0	41.8	

※: 斃死が多く計算不能

表 1 8 蛋白質効率 (乾物換算)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (7月29日 ~ 8月10日)	0.95	0.90	0.76	27.8℃
II 期 (8月10日 ~ 8月26日)	1.14	1.51	1.48	26.4
III 期 (8月26日 ~ 9月9日)	0.81	1.13	1.20	27.3
IV 期 (9月9日 ~ 9月22日)	0.56	0.91	0.85	27.6
V 期 (9月22日 ~ 10月7日)	0.81	1.18	1.12	25.1
VI 期 (10月7日 ~ 10月20日)	0.54	0.61	0.83	23.7
VII 期 (10月20日 ~ 11月4日)	0.49	0.55	※	22.9
VIII 期 (11月4日 ~ 11月18日)	0.34	0.44	0.42	21.0
全期間 (7月29日 ~ 11月18日)	0.66	0.95	0.92	

※: 斃死が多く計算不能

表 1 9 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 (7月29日 ~ 8月10日)	12.3	7.2	6.0	27.8℃
II 期 (8月10日 ~ 8月26日)	14.8	12.0	11.8	26.4
III 期 (8月26日 ~ 9月9日)	10.5	9.0	9.5	27.3
IV 期 (9月9日 ~ 9月22日)	7.2	7.2	6.8	27.6
V 期 (9月22日 ~ 10月7日)	10.4	9.4	8.9	25.1
VI 期 (10月7日 ~ 10月20日)	7.0	4.8	6.6	23.7
VII 期 (10月20日 ~ 11月4日)	6.3	4.1	※	22.9
VIII 期 (11月4日 ~ 11月18日)	4.4	2.8	2.7	21.0
全期間 (7月29日 ~ 11月18日)	8.6	7.4	7.2	

※: 斃死が多く計算不能

表 2 0 増肉係数 (生餌換算)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (7月29日 ~ 8月10日)	6.2	5.9	7.0	27.8℃
II 期 (8月10日 ~ 8月26日)	5.1	3.6	3.6	26.4
III 期 (8月26日 ~ 9月9日)	7.2	4.7	4.5	27.3
IV 期 (9月9日 ~ 9月22日)	10.5	5.9	6.3	27.6
V 期 (9月22日 ~ 10月7日)	7.3	4.5	4.8	25.1
VI 期 (10月7日 ~ 10月20日)	10.8	8.8	6.5	23.7
VII 期 (10月20日 ~ 11月4日)	12.0	10.1	※	22.9
VIII 期 (11月4日 ~ 11月18日)	17.4	13.5	14.2	21.0
全期間 (7月29日 ~ 11月18日)	8.8	5.7	5.9	

※: 斃死が多く計算不能

表21 栄養成分等の蓄積率*1

(単位: %)

項目	区	前半 (7/29-9/22)	後半 (9/22-11/18)	全期間 (7/29-11/18)
蛋白質	5区	17.0	10.7	13.0
	6区	22.2	32.3	26.8
	7区	22.1	24.6	23.4
脂肪	5区	27.1	29.7	28.8
	6区	15.4	34.6	24.9
	7区	14.7	27.3	21.2
I値*2	5区	24.9	21.6	22.8
	6区	21.6	40.5	30.6
	7区	21.0	31.5	26.3

*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: I値の計算には体成分は総I値 (蛋白質: 5.65kcal/g、脂肪: 9.40kcal/g) を、飼料は代謝I値 (蛋白質: 4.5kcal/g、脂肪: 8.0kcal/g、炭水化物: 2.8kcal/g) を用いた。

表22 魚体測定及び内臓測定

		7月29日	9月22日	11月18日
尾叉長 (cm)	5区	21.3 ± 0.45	31.6 ± 1.3	36.6 ± 1.4
	6区		30.6 ± 0.9	36.9 ± 1.4
	7区		29.9 ± 1.1	36.5 ± 1.5
体重 (g)	5区	141.8 ± 9.4	522.0 ± 61.7	930.1 ± 83.4
	6区		485.2 ± 59.5	980.4 ± 111.4
	7区		437.4 ± 56.2	925.3 ± 133.7
肥満度	5区	14.7 ± 0.91	16.5 ± 0.8	19.0 ± 1.1
	6区		16.8 ± 0.8	19.4 ± 0.5
	7区		16.3 ± 0.7	19.0 ± 1.0
比肝重 (%)	5区	1.59 ± 0.32	1.37 ± 0.14	1.84 ± 0.27
	6区		1.46 ± 0.40	2.05 ± 0.42
	7区		1.33 ± 0.18	1.79 ± 0.23
全消化管 (%)	5区	6.13 ± 0.67	4.28 ± 0.46	5.70 ± 0.44
	6区		5.08 ± 0.68	6.32 ± 0.72
	7区		4.73 ± 0.34	6.11 ± 0.83
胃 (%)	5区	1.48 ± 0.09	1.00 ± 0.05	0.81 ± 0.08
	6区		0.91 ± 0.07	0.73 ± 0.12
	7区		0.81 ± 0.09	0.79 ± 0.10
腸管 (%)	5区	0.65 ± 0.06	0.28 ± 0.04	0.22 ± 0.04
	6区		0.30 ± 0.03	0.18 ± 0.05
	7区		0.35 ± 0.09	0.19 ± 0.03
幽門垂 (%)	5区	1.43 ± 0.22	1.09 ± 0.22	1.83 ± 0.32
	6区		1.65 ± 0.28	2.29 ± 0.33
	7区		1.55 ± 1.78	2.37 ± 0.66

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

比肝重、全消化管、胃、腸管、幽門垂は体重に対する百分率

C：魚体測定及び内臓測定

測定結果を表22に示した。

肥満度は各区とも開始時の14.7から中間時に16.3～16.8，終了時に19.0～19.4と同じように上昇した。

比肝重についても開始時の1.59%から中間時の1.33～1.46%，終了時の1.79～2.05%と生餌区においては各区の差はほとんど無かった。

D：血液性状及び血清成分

血液性状の推移を表23に，血清成分の推移を表24に示した。

血液性状については各区とも若干の時期的変動は見られるが，どの項目についても各区の間に大きな差はない。

血液成分についても一部に時期的変動は見られるが，各区とも個体差が大きく，どの時期においても各区の間に大きな差はない。

表23 血液性状の推移

項 目	区	7月29日	9月22日	11月18日
H b (g/100ml)	5 区	12.5±0.6	14.8±0.4	14.7±0.4
	6 区		14.7±0.4	13.7±0.7
	7 区		14.9±0.1	14.5±0.6
H t (%)	5 区	50.8±5.8	65.9±7.8	49.5± 2.8
	6 区		60.5±5.1	49.1± 2.0
	7 区		60.0±2.5	49.3± 4.1
R B C ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	5 区	385±26	490±35	417±15
	6 区		470±25	425±30
	7 区		491± 3	433±32
M C H (pg)	5 区	32.5±0.8	30.3±1.4	35.3±0.5
	6 区		31.4±1.5	32.3±0.8
	7 区		30.4±0.1	33.5±1.4
M C H C (%)	5 区	24.7±2.1	22.6±2.2	29.7±0.9
	6 区		24.5±1.7	28.0±1.0
	7 区		24.9±1.1	29.5±1.4
M C V (μ^3)	5 区	132± 9	134± 7	119± 3
	6 区		129± 8	116± 4
	7 区		122± 6	114± 3

H b：ヘモグロビン量

M C H：平均赤血球色素量

10xH b/R B C

H t：ヘマトクリット値

M C H C：平均赤血球色素濃度

100xH b/H t

R B C：赤血球数

M C V：平均赤血球容積

10xH t/R B C

表24 血清成分の推移

項 目	区	7月29日	9月22日	11月18日
総蛋白 (g/100ml)	5区		5.56±0.88	4.49±0.60
	6区	3.32±0.41	5.19±0.46	3.83±0.25
	7区		5.23±0.63	4.17±0.42
アルブミン (g/100ml)	5区		2.16±0.30	1.67±0.18
	6区	1.38±0.20	2.09±0.12	1.43±0.06
	7区		2.09±0.23	1.53±0.15
A/G比 (%)	5区		0.64±0.04	0.60±0.06
	6区	0.72±0.07	0.68±0.04	0.60±0.06
	7区		0.67±0.03	0.59±0.07
F A A (mg-N/100ml)	5区		12.8±1.0	12.6±1.3
	6区	13.8±1.7	12.1±1.0	10.9±2.1
	7区		12.6±1.0	12.2±3.4
N E F A (mEq/l)	5区		0.66±0.07	0.50±0.09
	6区	1.64±1.57	0.65±0.12	0.80±0.35
	7区		0.72±0.08	1.22±0.58
トリグリセライド [*] (mg/100ml)	5区		200± 25	190± 32
	6区	180± 40	276± 37	680± 443
	7区		310± 59	1,302± 914
磷脂質 (mg/100ml)	5区		1,276± 165	1,448± 133
	6区	911± 118	1,178± 28	1,408± 137
	7区		1,244± 143	1,469± 262
コレステロール (mg/100ml)	5区		456± 84	374± 27
	6区	286± 29	343± 25	250± 46
	7区		345± 56	312± 48
Z n (μg/100ml)	5区		1,833± 295	1,767± 111
	6区	1,259± 93	1,507± 274	1,602± 238
	7区		1,867± 198	1,316± 51
P (mg/100ml)	5区		21.3± 6.5	16.5± 3.6
	6区	34.7± 9.2	21.3± 3.6	11.4± 1.4
	7区		19.8± 5.1	10.0± 2.5

A/G比：アルブミン・グロブリン比

F A A：遊離アミノ酸

N E F A：遊離脂肪酸

トリグリセライド^{*}：中性脂肪

Z n：亜鉛

P：リン

C：魚体成分の一般分析

全魚体、肝臓および筋肉成分の一般分析の結果を表25に示した。

全魚体において粗蛋白、粗灰分、グルコースは時期的にもほとんど変動がなく、各区間の差も小さかった。粗脂肪は開始時の6.4%から中間時には11%台、終了時には15~17%へと著しく増加し、そのかわりに水分の減少が見られた。

肝臓において粗蛋白は開始時の14.4%から、5区は中間時に14.4%と変わらず、終了時に12.8%とやや減少、6区は中間時14.2%とほとんど変わらなかったが、終了時には9.6%と著しく減少し、7区は中間時12.5%、終了時に10.9%と大きく減少した。粗脂肪は開始時の12.6%から5区は中間時以降、終了時まで約30%、6区は中間時以降、終了時まで約42%前後、7区は中間時以降、終了時まで約36%前後へと各区とも著しく増加した。

筋肉において粗蛋白は各区ともほとんど差がなく、時期的変動も少ない。脂肪は開始時の1.8%から中間時に5区は7.3%、6区は11.9%、7区は7.0%へ、また、終了時には各々10.7%、13.3%、12.2%へと各区とも著しく増加し、代わりに水分が減少した。

5. 考 察

6, 7区における10月中旬以降の急激な斃死における斃死魚及び斃死寸前の魚は外観的には吻端、背鰭、胸鰭、腹鰭、尾鰭、体表にスレ、びらん、潰瘍症状を呈し、一部の魚は体表に出血を伴うが、タミン欠乏症¹⁾²⁾³⁾⁴⁾に特有の痩せ症状、腹腔内脂肪の消失、内臓の萎縮は見られない。症状は摂餌がやや低下し、斃死寸前の魚は活動が不活発で運動失調となり、小割網の中で緩慢に小さい円を描きながら旋回し、何度も網に吻端をぶつける行動をとっていた。また、餌のサンマを3年度漁獲物から4年度漁獲物に変えることで成長が回復し、斃死も徐々に低下傾向が見られた。以上のことから6, 7区における急激な斃死の原因は餌によるものではあるが、ビタミン欠乏症によるものではないと考えられた。

餌に使用したサンマの過酸化物質は4年度漁獲物は34.5meq/kgであったものが、3年度漁獲物は71.6meq/kgと約2倍高く、ヒスタミンについては各々9.6mg/100g、9.3mg/100gとほとんど差がなかったことから、6区、7区の斃死の主要原因は酸化脂質の多いサンマの長期投餌によるものと推測している。

6区の成長には斃死の影響が若干あったと思われるが、最終的には5区と比べてほとんど差が無かった。また、増肉係数はマイワシの5区が8.8、サンマの6区が5.7となり、サンマはマイワシの65%の量でよいことになる。これはサンマの脂肪含量が湿物で3年度漁獲物は18.8%、4年度漁獲物は23.1%とマイワシの6.5%と比べ約3倍も高く、蛋白質節約効果によってサンマの蛋白質蓄積率がマイワシの約2倍となったためと考えられる。このことから今回使用したような脂質含量の高いサンマは価格的にみてマイワシの50%ほど高くても、生産原価はマイワシを使用した場合と変わらないこととなる。

以上のことから鮮度さえ気をつければサンマはマイワシと同等以上に有効なブリの養魚用餌料であることは明らかである。ただし、3年度の試験結果から明らかなようにマイワシ同様に総合ビタミン剤を添加することを忘れてはならない。

サンマを投餌した6区と7区の成長、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率、増肉係数等の比較、及び10月中旬以降の大量斃死の状況から6区に使用した市販の総合ビタミン剤のほうが7区のα-トコフェロールを3倍添加したサンマ用ビタミン剤より総合的な効果が優れていたと考えられる。

6. 参考文献

- 1) 安藤裕章：水産庁委託事業，昭和57年度魚病対策技術開発研究（防疫に関する研究）報告書，高知県水産試験場（1983）
- 2) 安藤裕章：水産庁委託事業，昭和58年度魚病対策技術開発研究（防疫に関する研究）報告書，高知県水産試験場（1984）
- 3) 谷口道子，桑原秀俊，安藤裕章：水産庁委託事業，昭和54～58年度取りまとめ魚病対策技術開発研究（防疫に関する研究）報告書，高知県水産試験場（1984）
- 4) 野村和行，安藤裕章：水産庁委託事業，平成3年度魚類養殖対策調査事業報告書（マイワシ餌料代替緊急対策調査報告書〔サンマの利用性〕），高知県水産試験場（1992）

表25 全魚体、肝臓、筋肉の一般分析 (%)

表名	全魚体			肝臓			筋肉			肉類						
	項目	区	7月29日	9月22日	11月18日	項目	区	7月29日	9月22日	11月18日	項目	区	7月29日	9月22日	11月18日	
全魚体	水分	5区	70.1	64.9	61.9	水分	5区	63.5	52.2	50.8	水分	5区	73.1	69.0	65.8	
		6区		64.9	61.2		6区			46.3		39.8	6区		67.3	63.7
		7区		64.7	62.8		7区			45.7		48.6	7区		67.2	65.6
粗蛋白	5区		20.8	19.8		5区	14.4	14.4	14.4	12.8	5区		23.0	22.6		
	6区	19.6	19.3	19.0	6区	14.4		14.2	9.6	6区	23.1	21.1	22.0			
	7区		19.8	19.1	7区			12.5	10.9	7区	22.5	22.5	22.1			
粗脂肪	5区		11.2	15.3		5区		30.6	30.0		5区		7.3	10.7		
	6区	6.4	11.6	17.3	6区	12.6	41.9	42.9		6区	1.8	11.9	13.3			
	7区		11.4	16.8	7区			35.1	36.8	7区		7.0	12.2			
粗灰分	5区		2.7	2.7		5区		1.1	1.1		5区		1.3	1.2		
	6区	3.4	3.4	2.7	6区	1.3	1.0	0.9	1.0	6区	1.7	1.3	1.1			
	7区		3.6	2.3	7区			0.9	1.1	7区		1.3	1.2			
グルコース	5区		0.7	0.6		5区		0.3	3.5		5区		0.7	0.5		
	6区	0.7	0.7	0.6	6区	2.0	0.1	0.1	1.4	6区	0.6	0.7	0.5			
	7区		0.6	0.6	7区			0.1	2.1	7区		0.7	0.5			

