

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 野 村 和 行

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，サンマの冷凍切身単独投与区を7区とした（表13）。

表 13 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	0.5	0.5	
乾物の一般化学成分（％）			
粗蛋白質	73.1	76.9	76.9
粗脂肪	9.0	14.4	14.4
炭水化物	2.1	1.1	1.1
粗灰分	16.2	11.1	11.1
エネルギー量（Kcal）	4,070	4,640	4,640
c / p 比	55.7	60.4	60.4

B：飼育

養魚用餌料多様化試験と同様に行った。ただし、サンマの脂肪含量が多く、エネルギー量がマイワシに比べて高すぎると考えて、6区と7区の投餌量を乾物換算で魚体重当りマイワシの90%とした。給餌状況は表14のとうりである。

表 14 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 28 日 ～ 9 月 10 日 ）	3.64	3.18	3.10	28.2 ℃
II 期（ 9 月 11 日 ～ 9 月 23 日 ）	2.78	2.62	2.60	27.1 ℃
III 期（ 9 月 24 日 ～ 10 月 23 日 ）	2.75	2.50	2.26	24.4 ℃
IV 期（ 10 月 24 日 ～ 11 月 19 日 ）	1.71	1.60	1.19	20.8 ℃
全 期（ 8 月 24 日 ～ 11 月 19 日 ）	2.43	2.10	3.15	

C：測定、及び測定方法

養魚用餌料多様化試験と同様に行った。

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。試験終了時の生残率は5区88.1%、6区85.0%、7区16.8%であったが、開始時から10月中旬までの斃死は大部分がノルカディア症によるものであった。ノルカディア症による斃死を除くと5区と6区はほとんど斃死がなく、問題はなかった。

サンマ単独給餌の7区における10月下旬以降の急激な斃死は典型的なビタミン欠乏症によるもので、摂餌不良となり、活動が不活発で、運動失調になり、時々狂奔する魚も見られた。斃死魚は外観的には体表に出血を伴い、痩せ症状を呈し、腹腔内の脂肪は消失し、内臓は萎縮状態となっている。

B：飼料効率等

飼育試験における飼料効率の推移を表15、蛋白質効率の推移を表16に、エネルギー効率の推移を表17に示した。

ビタミン剤を添加したマイワシの5区、サンマの6区の飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率とも魚体の小さい高水温時に高く、魚体が大きくなり水温が低下すると低くなる。サンマ単独給餌の7区も9月24日は同様の傾向であったが、外観的にビタミン欠乏症が発現する直前の10月24日の測定から数値の低下を示し、その後、急激な斃死が起こり、計算不能となった。

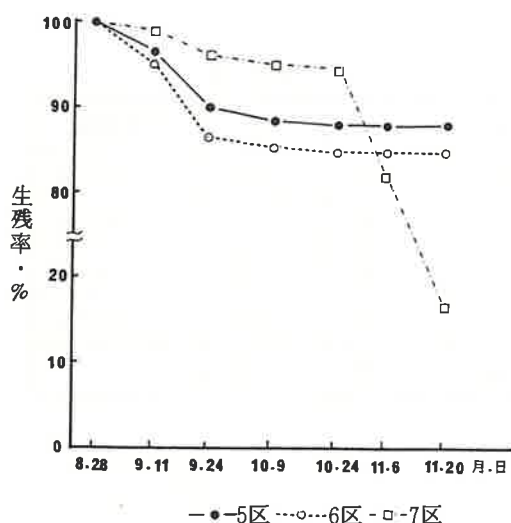


図3 生存率の推移

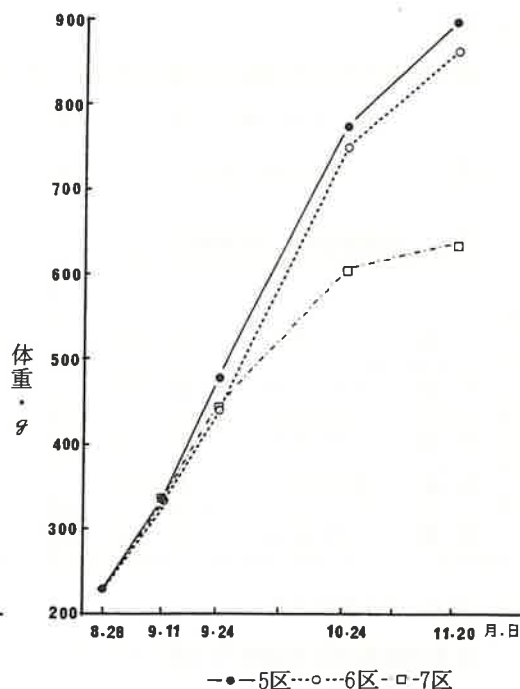


図4 成長

表15 飼料効率(乾物換算)

単位: %

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月28日 ~ 9月10日)	71.5	77.5	86.3	28.2℃
II 期 (9月11日 ~ 9月23日)	90.6	74.4	80.9	27.1℃
III 期 (9月24日 ~ 10月23日)	55.9	66.5	44.3	24.4℃
IV 期 (10月24日 ~ 11月19日)	30.0	33.1	...	20.8℃
全 期 (8月24日 ~ 11月19日)	56.8	60.3	44.4	

表16 蛋白質効率(乾物換算)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月28日 ~ 9月10日)	0.98	1.01	1.12	28.2℃
II 期 (9月11日 ~ 9月23日)	1.24	0.97	1.05	27.1℃
III 期 (9月24日 ~ 10月23日)	0.77	0.86	0.58	24.4℃
IV 期 (10月24日 ~ 11月19日)	0.41	0.43	...	20.8℃
全 期 (8月24日 ~ 11月19日)	0.78	0.78	0.58	

表17 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 28 日 ～ 9 月 10 日 ）	17.6	16.7	18.6	28.2 ℃
II 期（ 9 月 11 日 ～ 9 月 23 日 ）	22.3	16.0	17.4	27.1 ℃
III 期（ 9 月 24 日 ～ 10 月 23 日 ）	13.7	14.3	9.5	24.4 ℃
IV 期（ 10 月 24 日 ～ 11 月 19 日 ）	7.4	7.1	...	20.8 ℃
全 期（ 8 月 24 日 ～ 11 月 19 日 ）	14.0	13.0	9.6	

C：魚体測定、及び内臓測定

測定結果を表18に示した。

肥満度はビタミン剤を添加した5，6区ともに9月24日以降17.8～19.2と高く，ビタミン無添加の7区は9月24日のみ17.9とやや高かったものの，10月24日以降16.3～16.4と低下した。また，10月28日から11月22日までの7区の斃死魚のうち，測定できた153尾の肥満度は 14.9 ± 1.1 と非常に低い値であった。

比肝重についても5，6区は8月28日の1.29%から9月24日以降1.90～2.66%と高くなり，7区は9月24日のみ1.86%となり10月24日以降1.1～1.6%と低下し，肥満度と同様の傾向を示した。

その他の項目では7区の幽門垂の比率が11月20日にやや低くなっていた。

D：血液性状、及び血清成分

血液性状の推移を表19に，血清成分の推移を表20に示した。

血液性状については各区とも時期的変動は見られるが，どの項目についても，どの時期においても各区の間にほとんど差はない。

血清成分については総蛋白，アルブミン，A/G比，NEFAについては時期的変動はあるが，どの時期においても各区間の差はほとんどない。トリグリセライドについては5区では低い値で推移し，6区では低目に推移していたが，11月20日には高くなった。7区では9月24日に高く，その後は低くなっている。リン脂質は11月20日に7区で低下が見られる。亜鉛は11月20日に5，7区で低下した。リンは11月20日にやや低下が見られる。

表18 魚体測定, 及び内臓測定

項 目	区	8 月28日	9 月24日	10月24日	11月20日
尾叉長 (cm)	5 区		29.6 ± 1.0	32.9 ± 2.1	35.8 ± 1.9
	6 区	25.4 ± 1.0	28.5 ± 1.5	34.1 ± 1.5	35.3 ± 1.4
	7 区		29.9 ± 1.3	32.5 ± 1.3	33.4 ± 1.2
体 重 (g)	5 区		491.6 ± 56.5	659.5 ± 156.3	835.6 ± 126.6
	6 区	241.1 ± 31.1	413.9 ± 60.3	752.5 ± 108.1	849.8 ± 90.3
	7 区		478.8 ± 59.6	560.5 ± 70.4	611.4 ± 76.4
肥満度	5 区		18.9 ± 0.9	18.1 ± 1.6	18.1 ± 0.9
	6 区	14.7 ± 0.4	17.8 ± 0.8	18.8 ± 0.7	19.2 ± 0.8
	7 区		17.9 ± 0.9	16.3 ± 1.1	16.4 ± 0.8
比肝重 (%)	5 区		2.33 ± 0.13	1.90 ± 0.34	2.10 ± 0.22
	6 区	1.29 ± 0.14	2.01 ± 0.18	2.20 ± 0.29	2.66 ± 0.35
	7 区		1.86 ± 0.08	1.10 ± 0.28	1.61 ± 0.32
比脾重 (%)	5 区		0.163 ± 0.074	0.188 ± 0.086	0.133 ± 0.022
	6 区	0.116 ± 0.028	0.156 ± 0.053	0.131 ± 0.031	0.185 ± 0.045
	7 区		0.133 ± 0.026	0.144 ± 0.040	0.135 ± 0.021
全消化管・体重比 (%)	5 区		6.46 ± 0.65	5.35 ± 0.55	6.64 ± 0.55
	6 区	5.42 ± 0.24	5.32 ± 0.36	5.82 ± 0.73	7.44 ± 0.94
	7 区		5.46 ± 0.12	4.49 ± 0.62	5.14 ± 0.54
胃・体重比 (%)	5 区		1.08 ± 0.05	0.87 ± 0.10	0.99 ± 0.15
	6 区	1.41 ± 0.15	0.99 ± 0.09	0.87 ± 0.09	0.98 ± 0.18
	7 区		1.05 ± 0.04	0.94 ± 0.06	0.93 ± 0.16
腸管・体重比 (%)	5 区		0.45 ± 0.11	0.41 ± 0.13	0.27 ± 0.08
	6 区	0.58 ± 0.08	0.37 ± 0.05	0.44 ± 0.13	0.28 ± 0.06
	7 区		0.36 ± 0.07	0.42 ± 0.13	0.28 ± 0.05
幽門垂・体重比 (%)	5 区		1.82 ± 0.49	1.54 ± 0.38	1.94 ± 0.34
	6 区	1.53 ± 0.24	1.48 ± 0.23	1.75 ± 0.45	2.10 ± 0.28
	7 区		1.62 ± 0.10	1.46 ± 0.31	1.44 ± 0.20

肥満度 = $1,000 \times \text{体重} / \text{尾叉長}^3$ 比肝重 = $100 \times \text{肝臓重量} / \text{体重}$ 比脾重 = $100 \times \text{脾臓重量} / \text{体重}$ 全消化管・体重比 = $100 \times \text{全消化管重量} / \text{体重}$ 胃・体重比 = $100 \times \text{胃重量} / \text{体重}$ 腸管・体重比 = $100 \times \text{腸管重量} / \text{体重}$ 幽門垂・体重比 = $100 \times \text{幽門垂重量} / \text{体重}$

表19 血液性状の推移

項 目	区	8月28日	9月24日	10月24日	11月20日
H b (g/100ml)	5区		14.89 ± 0.29	14.38 ± 1.13	8.61 ± 2.45
	6区	13.7 ± 0.9	14.02 ± 0.44	13.86 ± 0.63	7.77 ± 3.08
	7区		14.81 ± 0.49	12.86 ± 1.06	8.50 ± 2.13
H t (%)	5区		62.3 ± 1.7	59.0 ± 6.9	48.4 ± 4.1
	6区	50.1 ± 5.6	60.9 ± 5.6	63.1 ± 10.7	41.2 ± 10.7
	7区		60.2 ± 4.3	50.5 ± 5.4	40.8 ± 4.0
R B C ($\times 10^4 / \text{mm}^3$)	5区		473 ± 22	430 ± 43	393 ± 17
	6区	430 ± 41	450 ± 21	409 ± 23	340 ± 88
	7区		442 ± 24	389 ± 39	350 ± 44
M C H (pg)	5区		31.5 ± 1.1	33.5 ± 0.8	21.9 ± 6.3
	6区	31.9 ± 1.3	31.3 ± 2.4	33.9 ± 0.4	22.7 ± 7.2
	7区		33.6 ± 1.2	33.1 ± 0.8	24.4 ± 6.2
M C H C (%)	5区		23.9 ± 0.4	24.5 ± 1.5	17.8 ± 4.7
	6区	27.4 ± 1.6	23.2 ± 2.2	22.5 ± 3.8	18.6 ± 5.7
	7区		24.7 ± 1.9	25.5 ± 1.1	21.0 ± 5.6
M C V (μ^3)	5区		132 ± 3	137 ± 6	122 ± 6
	6区	116 ± 5	136 ± 13	155 ± 27	121 ± 4
	7区		137 ± 14	129 ± 7	116 ± 4

H b : ヘモグロビン量

H t : ヘマトクリット値

R B C : 赤血球数

M C H : 平均赤血球色素量

M C H C : 平均赤血球色素濃度

M C V : 平均赤血球容積

10 × H b / R B C

100 × H b / H t

10 × H t / R B C

表20 血清成分の推移

項 目	区	8月28日	9月24日	10月24日	11月20日
総蛋白 (g/100ml)	5区		6.30 ± 0.71	5.41 ± 0.56	4.42 ± 0.64
	6区	3.67 ± 0.32	5.51 ± 0.46	5.87 ± 0.51	4.67 ± 0.65
	7区		5.76 ± 0.31	4.67 ± 0.89	3.78 ± 0.36
アルブミン (g/100ml)	5区		2.63 ± 0.30	2.49 ± 0.15	1.87 ± 0.26
	6区	1.72 ± 0.10	2.54 ± 0.37	2.55 ± 0.19	1.95 ± 0.25
	7区		2.54 ± 0.24	2.03 ± 0.29	1.77 ± 0.14
A / G比 (%)	5区		0.71 ± 0.03	0.86 ± 0.08	0.74 ± 0.06
	6区	0.89 ± 0.06	0.77 ± 0.05	0.77 ± 0.09	0.72 ± 0.07
	7区		0.74 ± 0.02	0.79 ± 0.06	0.90 ± 0.14

(表20の続き)

項 目	区	8月28日	9月24日	10月24日	11月20日
N E F A (mEq/I)	5区		1.07 ± 0.07	0.61 ± 0.11	0.79 ± 0.15
	6区	0.57 ± 0.06	0.76 ± 0.21	0.78 ± 0.18	0.68 ± 0.12
	7区		0.83 ± 0.11	0.71 ± 0.14	0.70 ± 0.20
トリグリセライド (mg/100ml)	5区		363 ± 69	168 ± 54	413 ± 209
	6区	129 ± 27	448 ± 128	513 ± 246	973 ± 534
	7区		852 ± 213	383 ± 143	423 ± 311
燐 脂 質 (mg/100ml)	5区		1,390 ± 230	980 ± 330	1,370 ± 220
	6区	845 ± 87	1,330 ± 290	1,320 ± 300	1,390 ± 320
	7区		1,620 ± 190	930 ± 110	830 ± 190
Z n (μg/100ml)	5区		2,300 ± 280	1,920 ± 830	880 ± 70
	6区	1,820 ± 320	1,440 ± 620	2,000 ± 300	1,600 ± 310
	7区		1,910 ± 420	1,610 ± 100	890 ± 270
P (mg/100ml)	5区		15.9 ± 1.7	11.9 ± 1.6	8.86 ± 1.50
	6区	7.88 ± 0.67	15.2 ± 5.0	14.2 ± 4.2	8.78 ± 1.88
	7区		14.0 ± 2.4	12.8 ± 3.3	5.48 ± 0.47

A/G比：アルブミン・グロブリン比

トリグリセライド：中性脂肪

NEFA：遊離脂肪酸

Zn：亜鉛

P：リン

E：魚体成分の一般分析

全魚体、及び肝臓成分の推移と飼育終了時の筋肉成分の一般分析の結果を表21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が、粗脂肪は開始時の8.2%から5区は9月24日以降14.9～17.5%と著しく増加し、6区は10月24日以降14.9～15.8%とやや増加し、そのかわり水分の減少が見られた。7区の脂肪含量は9月24日以降10.8～11.7%

表21 全魚体、肝臓、筋肉の一般分析

(%)

項 目	区	8月28日	9月24日	10月24日	11月20日
全 魚 体	水分	5区	63.5	59.5	60.2
		6区	68.6	66.7	62.1
		7区		65.9	66.4
	粗蛋白	5区	20.0	18.9	18.5
		6区	19.6	19.0	18.4
		7区		19.1	19.0
	粗脂肪	5区	14.9	17.2	17.5
		6区	8.2	14.9	15.8
		7区		11.7	10.8
	粗灰分	5区	3.0	2.7	3.0
		6区	3.3	2.6	2.7
		7区		2.8	2.9
	グルコース	5区	0.6	0.5	0.5
		6区	0.6	0.6	0.6
		7区	0.7	0.6	0.5

(表21の続き)

	項 目	区	8月28日	9月24日	10月24日	11月20日		項 目	区	11月20日
肝	水分	5区		45.6	50.0	49.9	筋	水分	5区	64.6
		6区	65.5	53.4	48.6	46.1			6区	65.8
		7区		54.4	64.6	60.6			7区	70.1
	粗蛋白	5区		11.0	12.8	11.8		粗蛋白	5区	22.5
		6区	14.8	12.9	12.0	10.4			6区	22.7
		7区		13.5	15.2	14.6			7区	22.6
	粗脂肪	5区		41.9	31.0	31.6		粗脂肪	5区	11.7
		6区	12.6	27.6	35.9	36.6			6区	10.5
		7区		25.0	17.5	23.5			7区	5.1
臓	粗灰分	5区		0.8	1.0	0.9	肉	粗灰分	5区	1.1
		6区	1.3	1.0	0.9	0.9			6区	1.1
		7区		0.9	1.2	1.2			7区	1.2
	グリコーゲン	5区		2.1	...	4.6		グルコース	5区	0.5
		6区	8.2	5.6	...	5.0			6区	0.6
		7区		3.8	...	2.3			7区	0.6

と低水準のまま推移した。

肝臓の粗蛋白は7区のみ高い水準で推移した。粗脂肪については開始時に12.6%であったが、5区は9月24日に41.9%と著しく高くなり、それ以降31.0～31.6%と高い値で推移し、6区は10月24日以降27.6～36.6%と高い値となり、7区は9月24日に25.0%とやや上昇したが、その後、17.5～23.5%と同程度の水準で推移した。

飼育終了時の筋肉成分については7区の脂肪は5.1%と5区の11.7%、6区の10.5%の半分以下となり、その代わり水分が多くなっている。その他の粗蛋白、粗灰分、グルコースについては区間差がない。

5. 考 察

7区における10月下旬以降の急激な斃死はビタミン欠乏症によるもので、これは以前にマイワシ単独給餌試験¹⁾²⁾³⁾で観察されたものと同じであった。

マイワシの5区とサンマの6区を比較すると、成長、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率に若干の差は見られたが、これは6区の給餌率が5区の90%としたためと考えられ、給餌率を同じにすれば、6区の成長も5区と同等以上になると考えられる。

これらのことからサンマはビタミン剤の添加によりマイワシ同様ブリの養魚用餌料として使用できることが明かとなった。

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）