

マコガレイの生産技術開発試験 - II

市販配合飼料の比較試験について

村田 守・杉野 博之・山野井英夫

Technical Development of Production of Mud Dab *Limanda yokohamae* Seedling - II
On the Comparative Rearing with Several Commercial Diets

Mamoru MURATA, Hiroyuki SUGINO and Hideo YAMANOI

マコガレイ *Limanda yokohamae* は、岡山県では小型底曳網、刺網等の主要な漁獲対象種であるが、近年、その漁獲量が減少し、種苗の放流が望まれている。

前報¹⁾で、配合飼料の投餌適期が十分把握できなかったのは、マコガレイ仔魚を試験に供する前に、シオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* (以後ワムシとする) で約10日間予備飼育していたため、生物餌料に慣れた可能性がうかがえること、配合飼料の摂餌量が少なかったことから、使用した市販飼料がマコガレイに適していなかったことなどによると考えられる。そこで、本年は、ふ化後、早期から配合飼料を投餌するとともに、マコガレイに適した市販飼料を探索する飼育試験を行った。

材 料 と 方 法

採卵とふ化 1990年1月9日、県東部の日生町漁業協

同組合に水揚げされたマコガレイ1尾(体長25.7cm, 体重450g)に、搬入直後と2日後に、ゴナトロピン3,000(帝国臓器K, K製)を230マウス単位腹腔に注射した。その結果、1月15日に採卵が可能となり、520千粒(平均卵径0.75mm)の受精卵を得た。この受精卵を直径25cmのネット(GG38)7枚に付着させ、1kFRP水槽で11日間卵管理を行った結果、26日に210千尾ふ化した。ふ化までの積算水温は、121.3°C・日であった。ふ化した仔魚の一部を試験に供した。ふ化仔魚の体長は3.9 ± 0.09mm(平均値 ± 標準偏差)であった。

試験区 表1に試験区と市販飼料名を示した。試験区は、各飼料メーカーの飼料を用いてK, O, N及びR区とし、飼料は表2に示した1号から3号までの初期飼料を用いた。

対照としてワムシとアルテミア *Artemia salina* 幼生を投餌した生物餌料区とするL区を設けた。各区とも2水槽を用いた。

水槽は200 l ポリカーボネイト円型水槽を用い、横からの光が入らないように、黒色ポリエチレン幕を取り付けた。供試魚は、ふ化仔魚を1槽当たり1,100尾ずつ10水槽に収容した。

図1に各試験区の餌料系列と給餌量を示した。

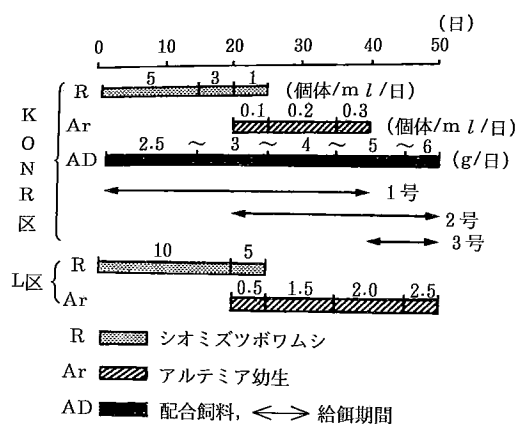
ワムシは、クロレラ *Chlorella* sp, パン酵母, 油脂酵母で培養し、マリンαで二次培養した。

表1 試験区

試験区	飼料名
K	初期飼料 K
O	たい種苗生産用飼料
N	まだい初期飼料
R	R 初期飼料
L	生物餌料(対照区)

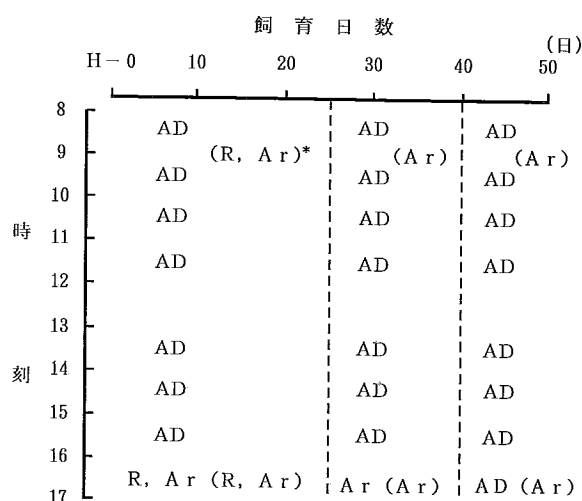
表2 各社配合飼料の粒径

試験区 飼料番号	K			O			N			R		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
粒 径	250	250	400	125	125	300	74	147	351	125	125	250
(μm)	以下	1	1	以下	1	1	1	1	1	以下	1	1
		400	700		400	560	246	417	701		250	400



図中の数字は1日当たりの給餌量

図1 各試験区の餌料系列と給餌量



* () はL区

R...シオミズツボウムシ

Ar...アルテミア幼生

AD...配合飼料

図2 給餌時刻と餌料種類

表3 注水量

期 間	注水量 (kl/日・槽)
H- 0 ~ 3	0.2
4 ~ 9	0.4
10 ~ 12	0.6
13 ~ 16	0.8
17 ~ 22	1.0
23 ~ 30	1.4
31 ~ 42	1.8
43 ~	2.0

アルテミア幼生は、水温28℃に設定したふ化水槽に卵を収容し、ニフルスチレン酸ナトリウム1mg/lと乳化油脂剤(商品名エステル85)100mg/lを添加して、24時間後に収穫した。

配合飼料は、仔稚魚の成長に応じて以下のとおり与えた。1号はふ化後2日目(以後ふ化後n日をH-nとする)からH-40まで、2号はH-20からH-49まで、3号はH-40からH-49まで用いた。

図2に給餌時刻と餌料種類を示した。生物餌料は、K, O, N, R区には午後4時頃1日量を給餌し、L区には1日量を午前と午後の2回に分けて給餌した。また、配合飼料は、1日量を7~8回に分けて給餌した。

飼育条件 水槽10個をウォーターバスに漬け込み、水温15℃に加温した海水を小型のポンプで注水して飼育水とするとともに、ウォーターバス内にも注水して、飼育水の水温の変化を抑えた。表3に注水量を示した。注水量は、当初1日当たり0.2kl/槽としたが、仔魚の成長、配合飼料の増加にともない注水量も増加させて、H-17で1.0kl, H-31で1.8kl, H-43で2.0klとした。

通気は小型エアーストンを用いて、50~1,000ml/分・槽で行った。また、水槽上方に遮光幕を設置し、曇天時には遮光幕を開けるなどの操作を行って、水面下での最高照度を2,000luxになるようにした。

底掃除は適宜行い、その都度へい死魚を取上げ計数した。仔稚魚の成長は、10日毎に各区1槽から約30尾ずつサンプリングして、体長等を測定した。

試験期間は、'90年1月26日から3月17日までの50日間であった。

結果と考察

飼育環境 図3に飼育環境の5日毎の平均値を示した。水温は、水槽をウォーターバスに漬けていたもので、15℃前後に安定していた。pH, DOは、H-10までは注水量が0.4kl/日・槽と少なかったため、K, O, N, R区ではL区に比べ、pHが0.1, DOが1mg/l低く推移した。その後、注水量が増加するに従い、pHは8.10, DOは8.0mg/l前後に安定したが、K, O, N, R区では配合飼料を給餌したので、L区に比べいずれも低くなる傾向がみられた。

表4に試験期間中の総給餌量を示した。ワムシ、アルテミア幼生の体重を2μg, 14μgとし、生物餌料の水分を90%, 配合飼料の水分を10%として乾重量に換算すると、総給餌量は、K区350g, O区341g, N区317g, R区356g及びL区46gとなった。L区は配合飼料区の約1/7の

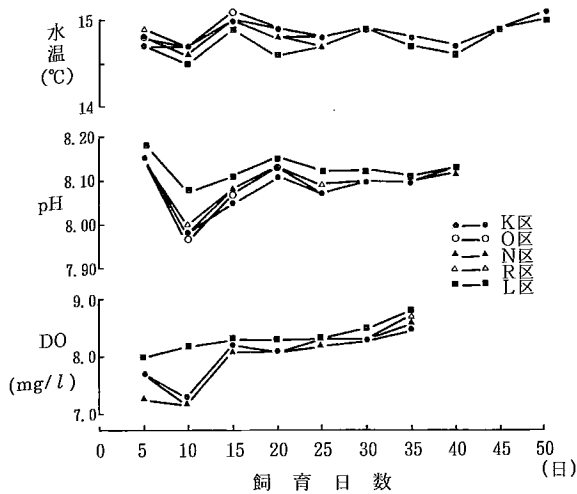


図3 飼育環境

投餌料であった。

配合飼料の摂餌状況 市販の配合飼料はメーカーにより粒子のばらつきがあった。しかも、本年は、H-2から給餌を開始したので、最も粒子の小さい1号を実体顕微鏡で観察すると、次のとおりであった。

K区の飼料は淡い黄色を呈し、粒子はほぼ球型であった。表示には250 μm 以下となっており、多少粒子のばらつきはみられたが、大半が100 μm 前後だったので表示よりは小さく感じた。

O区は褐色を呈し、粒子は円柱、角柱、多面体等不定型であったが、大きさはほぼそろっていた。しかし、表示には125 μm 以下となっているが、フロック状になって500 μm 位の粒子もみられたので、表示よりは大きく感じた。

N区はうぐいす色を呈し、ほぼ球型で、大半が100 μm 前後の粒子だったので、表示よりは小さく感じた。

R区は赤褐色を呈し、120 μm 前後のほぼ球型の粒子であったが、他の3区よりは粒子がよくそろっていた。

次に、仔稚魚の配合飼料の摂餌状況を目視観察すると、H-10までは、注水量が0.2~0.4 $\text{kl}/\text{日} \cdot \text{槽}$ で少なかったため、前日のワムシが飼育水中に残り、仔魚の摂餌の主体がワムシであった。群摂餌率はO区の40~50%を除くと、他の試験区は100%であったが、摂餌量は消化管内に数片観察された程度であった。H-10以降になると、注水量の増加にともない前日のワムシが流出して、配合飼料の摂餌量は増加した。H-15では、群摂餌率は全区100%でR区=N区>K区>O区の順によく摂餌していた。特に、R、N区では消化管が配合飼料で膨満している仔魚も観察された。

表4 総給餌量

試験区	ワムシ (10 ⁴ 個体)	アルテミア幼生 (10 ⁴ 個体)	配合飼料 (g)
K	3,280	156	379
O	3,380	156	369
N	3,260	156	343
R	3,140	156	386
L	9,060	1,980	0

H-15あたりから成長の早い個体は、眼が移行しないうちに着底し始め、H-25前後でどの試験区も、ほとんどの個体が着底した。この間の浮遊個体は、よく配合飼料を摂餌していたが、着底するとほとんどの個体が配合飼料を摂餌しなくなり、夕方の生物餌料の給餌までは空胃であった。この状態がH-30前後まで続いた。その後、完全に眼が移行した個体は、配合飼料をよく摂餌するようになり、消化管が白く確認できるぐらい摂餌量が増えた。

H-35の観察では、群摂餌率は全区100%であった。摂餌量はK、O、N区で消化管の1/3~1/2量を占めていた。R区は、特に摂餌が活発で消化管内に充満していた。

飼育結果 飼育結果を表5に、各試験区の5日毎の累積へい死数を図4に示した。試験当初は注水量が少なかったため、水質が不安定になり、H-10からH-20にかけて全水槽に赤色細菌が発生した。特に、K、O区の2水槽とN区の1水槽で大発生し、H-11, 12, 13, 17にニフルスチレン酸ナトリウム0.2 mg/l で24時間薬浴を行った。しかし、赤色細菌の発生はおさえられず、K-1区でH-17、O-1区でH-13、N-2区でH-12に大量へい死がみられた。他の水槽では、赤色細菌の発生が少なかったため、大量へい死にはいたらなかった。

H-20以降は注水量の増加にともない水質が安定し、大量へい死はみられなかった。全区飼育は順調であったが、底掃除による物理的な障害によると思われる着底魚のへい死が試験終了まで続いた。しかし、K、O区でH-46以降に、体長10 mm 以下の小型魚が栄養障害と思われる体色の黒変、遊泳動作の緩慢等の症状がみられ、へい死していく個体が多かった。

取上げ時の生残率は、N-2区の22.1%からL-2区の87.9%までであった。なかでも、飼育が順調だったR区は75%前後で、L区のそれとほとんど差がみられなかった。

次に、成長経過を図5に示した。H-30までは、R、

表5 飼料結果

試験区	生残尾数	へい死尾数	中間測定数	不明	生残率 ^{*1} (%)	体長 ^{*2} (mm)	体重 (mg)	CV ^{*3}
K-1	544	517	0	39	49.5	11.5±3.34	30.0	0.29
-2	454	410	120	116	46.3	12.2±2.45	37.2	0.20
O-1	593	357	0	150	53.9	10.8±1.47	20.9	0.14
2	436	459	120	85	44.5	11.2±1.64	24.3	0.15
N-1	673	200	60	167	64.7	12.2±1.39	37.5	0.11
-2	230	701	60	109	22.1	12.6±1.64	41.0	0.13
R-1	795	147	0	158	72.3	13.7±2.01	50.9	0.15
-2	742	143	120	95	75.7	13.9±1.94	48.8	0.14
L-1	954	93	0	53	86.7	15.5±1.25	57.6	0.08
-2	861	92	120	27	87.9	14.6±1.39	61.6	0.10

開始尾数 1,100尾 体長 3.9mm 体重 0.24mg

$$*1 \text{ 生残率} = \frac{\text{生残数}}{\text{開始尾数} - \text{中間測定数}} \times 100$$

$$*2 \text{ 平均値} \pm \text{標準偏差}$$

$$*3 \text{ CV} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$$

N区の一部の個体で配合飼料の摂餌が良好であったが、配合飼料区全体的には給餌量が少なかったこと、着底個体がほとんど配合飼料を摂餌しなかったことなどから、K, O, N, R区間での成長差はみられなかった。H-30

以降になって、成長差が現われ、良く配合飼料を摂餌していたR, N区の成長がすぐれていた。

取上げ時の体長と体重は、R区13.7mm, 50.9mgと13.9mm, 48.8mg, N区12.2mm, 37.5mgと12.6mm, 41.0mg, K区11.5mm, 30.0mgと12.2mm, 37.2mg, O区10.8mm, 20.9mgと11.2mm, 24.3mgであった。しかし、生物餌量単独のL区15.5mm

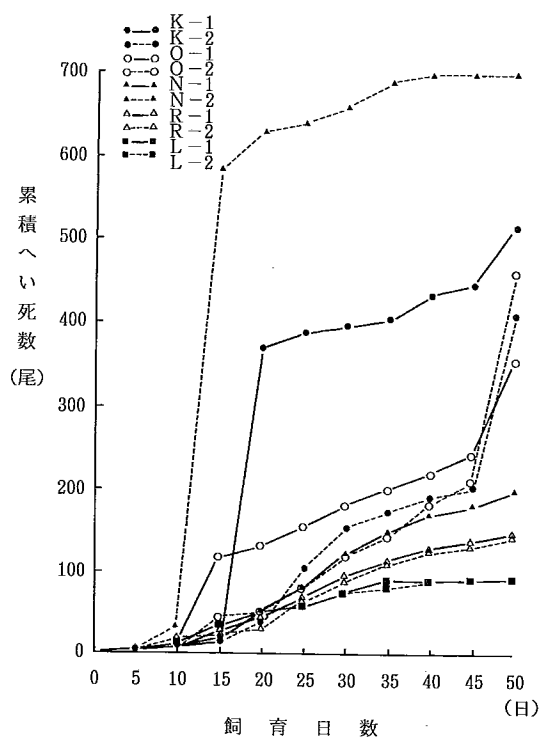


図4 各試験区の累積へい死数

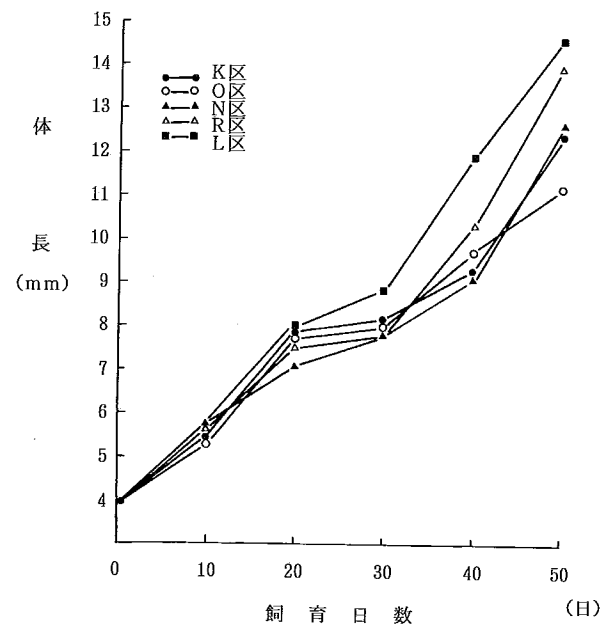


図5 各試験区の成長

表6 有眼側体色異常個体の出現率 (%)

N=200

試験区	正 常	部 分 白 化							全 白 化
		尾 部	腹 部	背 部	尾部以外	軀幹後半部	頭部以外	小 計	
K	84.5(4.5)*	4.5	0.5	0	3.0	2.5	1.0	11.5	4.0(0.5)
O	81.0(2.0)	4.5	0.5	0.5	4.5	1.0	0	11.0	8.0(1.0)
N	59.0(4.5)	12.5	0.5	0	1.0	19.5(0.5)	4.0	37.5(0.5)	3.5(0.5)
R	88.0(3.5)	7.5(0.5)	1.0	0.5	1.0(1.0)	1.5	0	11.5(1.5)	0.5(0.5)
L	22.5	30.0(1.5)	2.5	2.0	2.5	34.5(1.0)	3.5	74.5(2.5)	3.0(1.0)

* () 内は逆眼個体の割合

表7 無眼側体色異常個体の出現率 (%)

N=200

試験区	正 常	部 分 黒 化							全 黒 化
		尾 部	腹 部	背 部	尾部以外	軀幹後半部	頭部以外	小 計	
K	87.5	12.5	0	0	0	0	0	12.5	0
O	97.5	2.5	0	0	0	0	0	2.5	0
N	98.5	1.0	0	0	0	0	0	1.0	0.5
R	68.0	29.0	0.5	0	0	2.0	0	31.5	0.5
L	99.5	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0

m, 57.6mgと14.6mm, 61.8mgには及ばなかった。また、体長のばらつきを示す変動係数(CV)は、L区の0.1前後に対し、K, O, N, R区は0.1~0.3を示した。なかでも成長のよかったR区でさえも0.14と0.15だったので、配合飼料が十分消化吸收されなかった可能性が示唆された。

体色異常 取上げた稚魚のうち、200尾/区について体色異常を調査した。有眼側(白化)の出現率を表6に、無眼側(黒化)の出現率を表7に示した。有眼側の白化個体は、L区が最も高く77.5%、次いでN区の41.0%他のK, O, R区は12.0~19.0%であった。白化個体のうち全白化は少なく、ほとんど白化の程度の低い、尾部と軀幹後半の部分白化であった。

また、無眼側の黒化個体は、R区が最も高く32.0%を示し、他の区は0.5~12.5%であった。

以上の結果、4社の市販飼料を用いて、マコガレイに適した配合飼料について検討したところ、ヒラメ²⁾ *Paralichthys olivaceus*での結果とはほぼ同様であった。つまり、高価な飼料ほど良い結果が得られた。

マコガレイには、R社の配合飼料が他社に比べ成長、生残が優れていたが、生物餌料区には劣った。この原因として、仔魚が浮遊期には配合飼料を摂餌していても、

着底初期(眼の移行期)に配合飼料を摂餌しなくなり、生物餌料のみを摂餌する仔魚の生物特性とこの間の餌料不足が考えられた。また、体色異常個体の出現状況を見ると、有眼側の白化率は、他社及び生物餌料区に比べ非常に低かったが、無眼側の黒化率が高かったので、配合飼料の成分検討が望まれる。

要 約

1. 数種の市販配合飼料を用いて、マコガレイに適した飼料を探索する飼育試験を行った。

2. H-2から配合飼料を投餌して、50日間飼育した結果、成長、生残及び有眼側の白化個体出現防止には、市販飼料のなかでは、R社の配合飼料が優れていた。しかし、成長は生物餌料区より劣った。

文 献

- 1) 村田 守・山野井英夫, 1989: マコガレイの生産技術開発試験-1 配合飼料の投餌開始適期と種苗生産について, 岡山水試報, 4, 67-73
- 2) 尾田 正・菅野泰久, 1988: 市販配合飼料がヒラメ仔稚魚の成長、色素発現、脊椎骨形成に及ぼす影響, 岡山水試報, 3, 41-46