

マコガレイの生産技術開発試験-IV 着底期の稚魚に対するアルテミア幼生の 適正な給餌量と給餌期間について

村田 守・萱野泰久

Technical Developments of Production of Mud Dab *Limanda yokohamae* Seedling-IV
The optimum Feeding Volume and Feeding Period of Brineshrimp
Artemia salina Larvae during the Benthonic Period

Mamoru MURATA and Yasuhisa KAYANO

筆者らは、ふ化後早期のマコガレイ *Limanda yokohamae* に市販の配合飼料を給餌することで、体色異常個体の出現率を抑制できることを報告した¹⁾。しかし、稚魚の成長は、生物餌料を単独給餌した場合に比べ、かなり劣ることが明らかとなった²⁾。一方、配合飼料の摂餌が極端に悪くなる着底初期に配合飼料の給餌を中止し、アルテミア *Artemia salina* 幼生を給餌すれば、成長はかなり改善されることが分かった²⁾。そこで、本報では、着底期の稚魚に対し、アルテミア幼生の適正な給餌量と給餌期間について検討した。

材料と方法

採卵とふ化 1991年12月24日に牛窓町地先で、小型底びき網により漁獲されたマコガレイ1尾(体長20.0cm, 体重215g)を、採卵用親魚として用いた。親魚には生殖腺刺激ホルモン(ゴナトロピン3,000)を、魚体重100g当たり100MU腹腔に注射し、成熟、排卵を促進させた後、乾導法により受精卵を得た。この受精卵を、500lパンライト水槽に直接付着させ、流水で卵管理した。24万粒の受精卵から16万尾のふ化仔魚を得、この一部を試験に供した。ふ化仔魚の平均体長は4.1mmであった。

試験区と餌料系列 試験区は、アルテミア幼生の給餌量と給餌期間を変えて5区設定し、試験区毎に2水槽を用いた。水槽は200lポリカーボネイト円形水槽を用い、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。ふ化仔魚を1水槽当たり2,000尾ずつ水槽に収容し試験を開始した。

試験期間は、'92年1月19日(ふ化後1日目)から3

月8日までの50日間であった。

各試験区の給餌量と給餌期間を図1に、給餌時刻を図2に示した。配合飼料主体の餌料系列のうちで、試験区I~III(以下I区~III区とする)は、アルテミア幼生の給餌量を変えた試験区。また、試験区IV(以下IV区とする)は、アルテミア幼生の給餌期間を変えた試験区であ

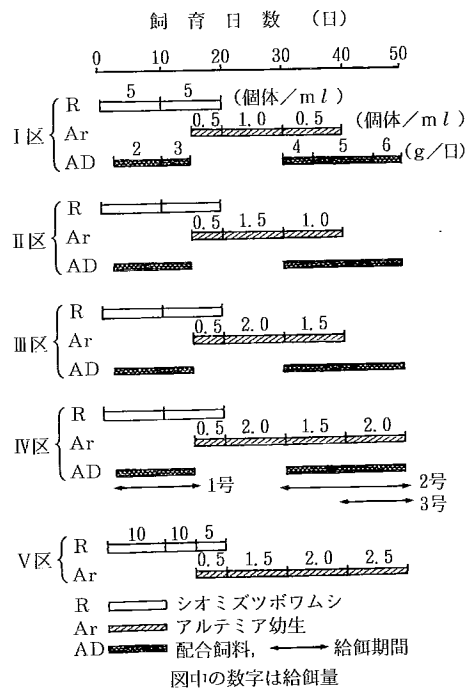
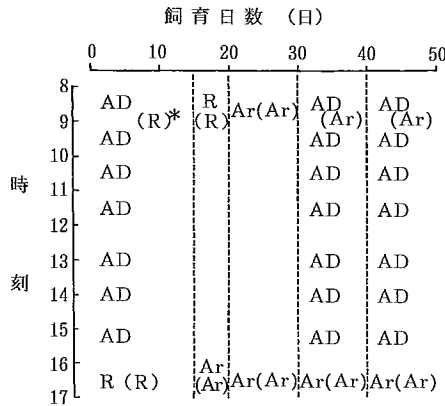


図1 各試験区の給餌量と給餌期間



* () はV区

R …シオミズツボムシ

Ar …アルテミア幼生

AD…配合飼料

図2 給餌時刻と餌料種類

る。なお、試験区V (以下V区とする) は、生物餌料だけを給餌した対照区である。

各試験区の1日当たりの給餌量を以下のように設定した。I区は、アルテミア幼生をふ化後20日目 (以後ふ化後n日目をH-nとする) からH-30まで20万個体、以後H-40まで10万個体を給餌した。同様にII区は、30万個体と20万個体、III区は、40万個体と30万個体、IV区は、III区より更に10日間延長しH-50まで40万個体を給餌した。

また、I~IV区には配合飼料を、H-2~15とH-30から取上げ前日までの間1日に2~6g給餌した。シオミズツボムシ*Brachionus plicatilis* (以下ワムシとする) は、H-20まで100万個体を給餌した。また、アルテミア幼生は、H-15~20まで10万個体を給餌した。

V区はワムシは、H-15までは200万個体を保つように給餌し、H-15~20までは100万個体を給餌した。アルテミア幼生は、H-15~20の間は10万個体、H-20~30は30万個体給餌し、H-30以降は、10日ごとに10万個体ずつ増加した。

なお、配合飼料はR社の初期飼料を用い、仔稚魚の成長に応じて、1号はH-2~15、2号はH-39~50、3号はH-40~50までそれぞれ給餌した。

ワムシは、ナンノクロロプシス*Nannochloropsis oculata*,パン酵母,油脂酵母を用いて培養したものをを使用した。

表1 注水量

期間	注水量(kl/日)
H-0~4	0.6
5~15	0.8
16~24	1.0
25~34	1.2
35~44	1.6
45~50	2.0

表2 水質測定結果

試験区	水温 (°C)		PH	
	平均値	範囲	平均値	範囲
I	14.8	12.8~15.7	8.08	7.92~8.20
II	14.8	12.8~15.7	8.08	7.94~8.20
III	14.8	12.9~15.7	8.08	7.94~8.20
IV	14.7	12.6~15.7	8.09	7.95~8.20
V	14.8	12.8~15.6	8.10	7.95~8.21

アルテミア幼生は、30時間及び47時間エスター85及びマリンαで栄養強化し、ニフルスチレン酸ナトリウム1mg/lで薬浴したものを給餌した。

飼育条件 試験水槽は、ウオーターバスに漬け込み飼育水の水温をほぼ一定に保った。表1に飼育水への注水量を示した。飼育当初から注水量を多くし、ワムシの残量を少なくして、配合飼料への摂餌を高めるとともに、飼育水の水質の安定化に努めた。通気は、エアストーンを用いて100~800ml/分で行った。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、水面上での最高照度が約10klux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計数した。

魚体測定と体色異常の調査 仔稚魚は、5日ないし10日毎に各区1水槽から約30尾ずつサンプリングして体長、体重を測定し、体長の変動係数(CV)を求めた。また、試験終了時に、各区200尾について体色異常を調査した。

結果と考察

飼育環境 表2に水質測定結果を示した。水温は12.6~15.7°C, pHは7.92~8.21の範囲をそれぞれ推移し、試験区間の差は少なかった。

給餌量 表3に各試験区の総給餌量を示した。ワムシと配合飼料の総給餌量は、それぞれワムシ3,920万個体、配合飼料96gであった。一方、アルテミア幼生の総給餌

表3 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)
I	3,920	720	96
II	3,920	1,120	96
III	3,920	1,520	96
IV	3,920	1,840	96
V	9,380	1,920	0

量は、I区の720万個体に対しIV区は1,840万個体で約2.5倍の差があった。また、対照区としたV区は、ワムシが9,380万個体でI～IV区の約2.4倍であったが、アルテミア幼生はIV区とほぼ同量の1,920万個体であった。

配合飼料の摂餌状況 群摂餌率（配合飼料を摂餌していた個体数の割合）の推移を、図3に示した。

H-2～15までの浮遊期仔魚の群摂餌率は、100%であった。本年は、昨年までとは異なり、配合飼料を比較的良く摂餌しており、これは飼料の浮遊性が高かったことも起因していると思われる。

H-20～30まではアルテミア幼生のみ投与したため、H-30から再び配合飼料を給餌してもなかなか餌付かなかった。稚魚が配合飼料を再び摂餌し始めたのは、H-35前後であった。この時期の群摂餌率は、I区60%、II～IV区40%であった。H-37以降、I区の群摂餌率は100%になった。しかし、II～IV区では、群摂餌率は、アルテミア幼生の給餌量が多く、給餌期間が長いほど低い傾向がみられた。

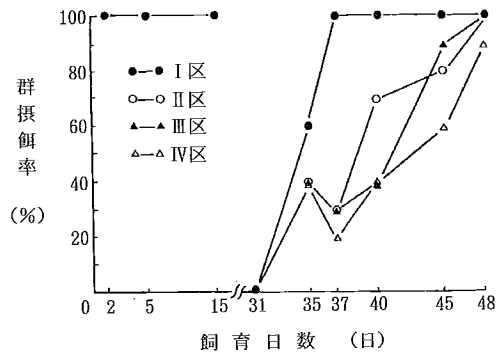


図3 各試験区の時期別群摂餌率の推移

飼育結果 飼育結果を表4に、各試験区の累積へい死数を図4に示した。一部の水槽（I-1, II-1）で飼育初期に赤色細菌の発生や配合飼料が絡み合った粘性性の浮遊物が発生し、水質悪化による大量へい死がみられたが、その後は、比較的順調に飼育ができた。しかし、本年は例年に比べ、アルテミア幼生の給餌量を多くしたので、I～III区の小型魚は、配合飼料への餌付きが悪く、アルテミア幼生の給餌を中止したH-40から、へい死が多くなった。

成長 各試験区の時期別平均体長を図5に示した。I～IV区の仔魚の成長は、H-20まで試験区間の差はほとんどなく、また、配合飼料の摂餌が良好であったことから、ワムシの給餌量が、V区に比べ少なかったにもかかわらず

表4 飼育結果

試験区	生残尾数	へい死尾数	中間測定数	生残率*1 (%)	体長*2 (mm)	体重 (mg)	CV*3
I-1	737	1,244	0	36.9	16.7±2.97	99.6	17.8
-2	972	698	220	54.6	15.0±2.90	66.8	19.6
II-1	972	928	0	48.6	16.4±2.46	84.7	15.0
-2	1,081	576	230	61.1	16.1±3.25	87.4	20.2
III-1	1,229	634	0	61.5	15.5±2.76	62.7	17.8
-2	1,156	490	205	64.4	15.9±2.82	57.8	17.7
IV-1	1,356	420	0	67.8	15.8±2.79	82.1	12.8
-2	1,346	364	245	76.7	15.2±2.87	72.8	18.9
V-1	1,325	582	0	66.3	16.8±1.60	89.2	9.5
-2	1,430	309	185	78.8	16.1±1.71	77.5	10.6

開始尾数 2,000尾 体長 4.1mm

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

*2 平均値 ± 標準偏差

*3 CV = $\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}} \times 100$

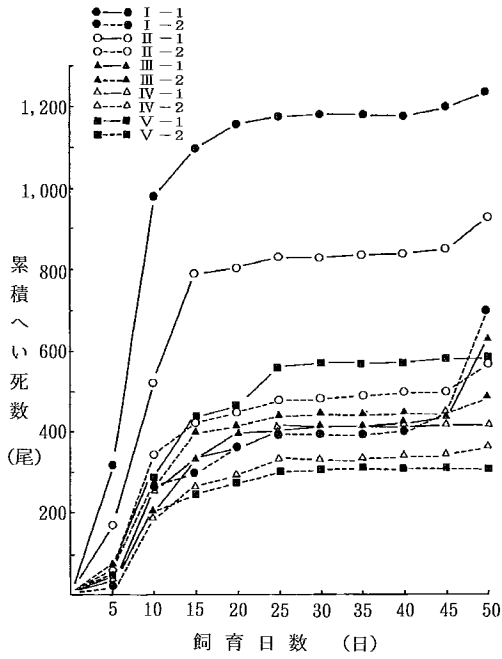


図4 各試験区の累積へい死数

ならず、V区とほとんど同等な成長を示した。しかし、H-20以降は、アルテミア幼生の給餌量及び給餌期間により、差がみられ始め、終了時の平均体長は、II、III、V区に比べI、IV区がやや劣った。

日間成長率の推移を図6に示した。日間成長率は、次式で求めた。

$$\text{日間成長率} = (L_2 - L_1) \times 200 / (L_1 + L_2) \times n$$

ただし、初期体長を L_1 、終期体長を L_2 、飼育日数を n とする。

I~IV区の日間成長率は、H-20まではほぼ3%台を示した。H-20~30の間は仔魚の変態期にあたり、体長より体高が成長するので、日間成長率は1%台まで減少した。H-30~40の間は、変態がほぼ完了し、アルテミア幼生の給餌量に比例して、日間成長率は高くなる傾向がみられた。しかし、H-40以降アルテミア幼生の給餌を中止したI~III区では、配合飼料の群摂餌率に比例して、日間成長率は低くなる傾向にあった。さらに、アルテミア幼生を給餌したIV区とV区では、日間成長率が低かったことから、H-40以降は、必ずしもアルテミア幼生の給餌の必要性がないものと思われた。

体色異常 有眼側の白化及び無眼側の黒化個体の出現率を表5と表6に示した。白化個体の出現率は、生物餌

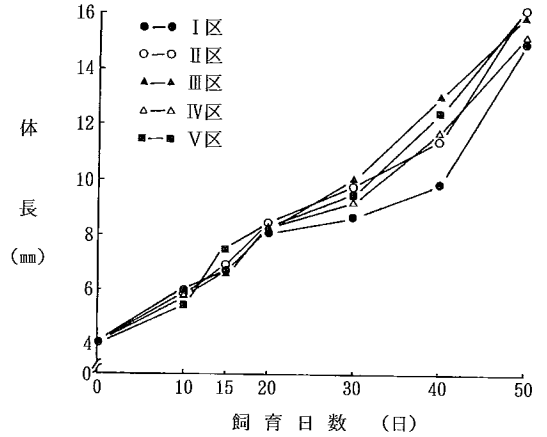


図5 各試験区の時期別平均体長

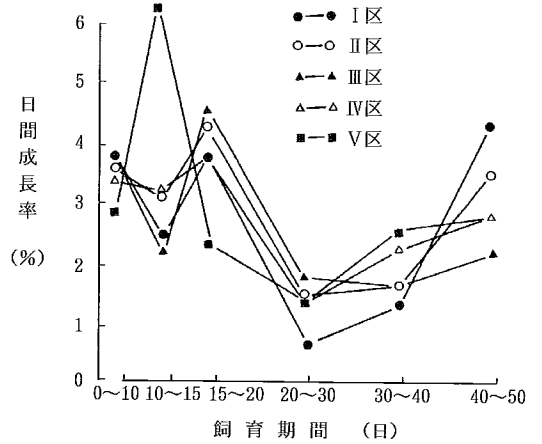


図6 各試験区の日間成長率の推移

料を単独給餌したV区が78.0%で、配合飼料を併用給餌したI~IV区が、59.5~82.5%の範囲であった。今回の飼育試験の結果では、白化個体の出現防止に対する配合飼料の給餌効果は認められなかった。また、I~III区の白化個体の出現率は、I区、II区、III区の順に、アルテミア幼生の給餌量の増加に伴い高くなる傾向があった。

一方、黒化個体の出現率は、前年度までの結果^{1,2)}とは異なり、生物餌料を単独給餌したV区が14.0%で、配合飼料を併用給餌したI~IV区が31.5~12.5%であった。しかも、I~IV区の黒化個体の出現率は、III区、IV区、II区、I区の順に低くなり、配合飼料に餌付いた試験区

表5 有眼側体色以上個体の出現率(%)

試験区	正 常	部 分 白 化						全白化
		尾 部	腹・背部	尾部以外	軀幹後半部	頭部以外	小 計	
I	38.5 (2.0)	13.5 (0.5)	5.5	2.0	18.5	10.0 (1.5)	49.5 (2.0)	8.5
II	32.0 (2.0)	9.0 (0.5)	10.0	2.0	17.5 (0.5)	19.0 (1.5)	57.5 (2.0)	5.5 (0.5)
III	17.0 (0.5)	10.5	11.0	2.5	27.0 (0.5)	21.0 (0.5)	72.0 (1.0)	9.0 (0.5)
IV	23.5 (0.5)	18.5 (0.5)	7.0	1.0	23.5 (0.5)	9.0 (1.0)	59.0 (2.0)	14.5
V	21.0 (1.0)	6.5 (0.5)	7.5	4.0	17.5 (1.0)	9.5 (1.0)	45.0 (2.5)	30.0 (0.5)

()内は逆眼個体の割合

表6 無眼側体色異常個体の出現率(%)

試験区	正 常	部 分 黒 化					全黒化	
		尾部	腹・背部	尾部以外	軀幹後半部	頭部以外		
I	87.5	9.0	3.5	0	0	0	12.5	0
II	84.5	2.5	13.0	0	0	0	15.5	0
III	68.5	4.5	26.0	0	0	0	30.5	1.0
IV	76.0	2.5	21.5	0	0	0	24.0	0
V	86.0	2.5	11.0	0	0	0	13.5	0.5

ほど、黒化個体が減少する傾向がみられた。

以上の結果、配合飼料主体の餌料系列における、アルテミア幼生の給餌量は、生物餌料を単独給餌した場合とほぼ同等な成長を示した、II区の1日当たり20~30万個体(1.0~1.5個体/ml)が適していた。また、給餌期間は、日間成長率の推移から考えて、H-40までで十分と思われた。

また、前報^{1,2)}までの結果から、マコガレイ稚魚の白化個体出現率を抑制するためには、浮遊期仔魚からの配合飼料の給餌が有効であった。しかも本年の浮遊期仔魚は、配合飼料の摂餌が例年になく良好だったので、白化個体の出現率がかなり抑えられるものと期待された。しかし、配合飼料を比較的良く摂餌していたI区でも、白化個体の出現率は、例年^{1,2)}の2倍以上であった。さらに、アルテミア幼生の給餌量が多く、また、給餌期間が長かったII~IV区では、H-30以降の着底稚魚は、アルテミア幼生への嗜好性が高く、配合飼料への餌付きが悪かったためか、白化個体の出現率がアルテミア幼生の給餌量、給餌期間に比例して高くなる傾向が見られた。このことについては、配合飼料の組成が、例年とは少し変わっていた可能性があるとともに、アルテミア幼生の多量給餌は、稚魚の成長には効果がみられても、白化個体の出現には、逆効果になる可能性も考えられる。

今後は、市販の配合飼料を用いた配合飼料主体の餌料

系列では、飼育結果が一定しないものもあると考えられるので、高度不飽和脂肪酸、ビタミン等で栄養強化した生物餌料を給餌することにより、体色異常個体の出現防止と成長促進を図る必要がある。

要 約

1. 配合飼料主体の餌料系列の中で、着底期の稚魚に対するアルテミア幼生の適正な給餌量と給餌期間について検討した。
2. 試験区は、アルテミア幼生の給餌量と給餌期間を変えて5区設定した。アルテミア幼生をH-20~30まで20万個体/日、H-30~40まで10万個体/日それぞれ給餌したI区、各期間それぞれ30万個体、20万個体ずつ給餌したII区、40万個体、30万個体ずつ給餌したIII区、III区より更に10日間40万個体給餌したIV区並びに生物餌料を単独給餌したV区を設けた。
3. 50日間飼育した結果、各試験区の生残率にはほとんど差がなかった。
4. 稚魚の平均体長は、II区及びIII区が、V区とほとんど同等な成長を示したが、I、IV区はやや劣った。
5. アルテミア幼生の適正な給餌量は、稚魚の成長と白化個体の出現率からみて、H-20~40の間は、1日当たり20~30万個体が適していた。
6. アルテミア幼生の給餌期間は、日間成長率からみ

て、H-15~40の間で十分と思われた。

7. 浮遊期の仔魚は配合飼料をよく摂餌していたが、着底期の稚魚はアルテミア幼生の給餌量が多くなるとともに配合飼料の摂餌が悪くなり、その結果、白化個体の出現率が高くなる傾向がみられた。

文 献

- 1) 村田 守・杉野博之・山野井英夫, 1990: 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, 岡山水試報, 5, 43-47
- 2) ——・——, 1991: ——Ⅲ 着底初期の稚魚に対するアルテミア幼生の給餌期について, 同誌, 6, 109-113