

アルテミア無給餌によるヒラメ種苗生産の可能性

原 知比古*

Possibility of the Seeding Production of Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus* without *Artemia salina*.

Tomohiko HARA

キーワード：アルテミア，ヒラメ，種苗生産

はじめに

魚類の種苗生産においてアルテミア *Artemia salina* は重要な生物餌料の一つである。ところが近年世界で流通しているアルテミア耐久卵の約90%を占めるソルトレイクでの生産量が急激に減少し、1995年秋には翌年の種苗生産時の供給不安が話題となった¹⁾。現在はアルテミア耐久卵の生産量がやや回復したため、種苗生産への供給は危機的な状態にはないものの、供給の不安定性は残っている。

一方、近年の種苗生産時の労力削減を目的とした生物餌料から微粒子配合飼料への転換についての研究成果により、微粒子配合飼料には含有成分等に大きな進歩が見られる。

そこで本試験では種苗生産にアルテミア給餌が不可欠とされているヒラメ *Paralichthys olivaceus* について、

アルテミア無給餌化のため、シオミズツボウムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシ) と配合飼料のみでの種苗生産の可能性について検討した。

材料と方法

供試魚

当試験場で養成したヒラメ親魚より1996年4月17日に採卵・採精し、乾導法で人工受精させ、4月20日にふ化した仔魚を2日令まで200lアルテミアふ化槽で予備飼育後、試験に供した。

試験方法

試験はワムシとアルテミアおよびA社の配合飼料を与える対照区と、ワムシに加えA・B・C社の配合飼料を与える3つの試験区の計4区を2組ずつ設定した(図1)。これらの配合飼料には粗蛋白・粗脂肪・粗灰分・カルシウム・リン等組成での差がみられなかつ

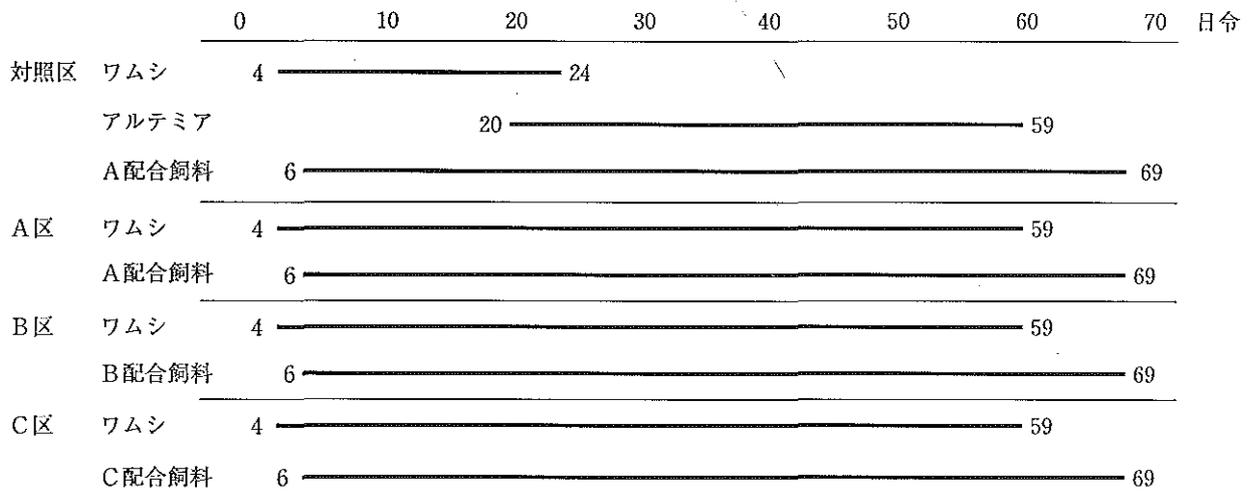


図1 各区の餌料系列

* 現所属 勝浦水産事務所

た。他の特性として、BはA・Cに比べ飼料粒子の沈降が速かった。水槽は黒色ポリエチレン製円形100l水槽8槽を用い、2日令の仔魚を各1,000尾収容した。各水槽の換水は仔稚魚の成長にあわせて止水状態から15回転/日まで適宜増加させ、通気はエアストーンを用いた。

これらの供試魚を70日令まで飼育し生残率、全長と発育ステージ、体色異常（有眼側の白化）、脊椎骨異常および活力について調べた。

全長と仔稚魚の発育ステージは10日ごとに調べ、発育ステージの区分は南²⁾の方法に従った。浮遊期・変態期の仔魚は各区合計100尾をサンプリングし、万能投影機ニコンV-12A（カウンタ：ニコンSC112、二次元データ処理システム：ニコンDP-301）を使用し測定・観察した。底生期以後は100ppmの2-フェノキシエタノールで麻酔し測定・観察した。70日令時の全長・体色異常・脊椎骨異常については10%中性ホリマリン海水で固定し、体色異常の類別は青海ら³⁾の方法に従い、脊椎骨異常の観察は軟X線写真により調べた。

活力試験は飼育終了時に、供試魚を各区約50尾ずつ5分、6.5分および8分間タモ網で空中露出させた後、止水・通気状態の黒色ポリエチレン製円形30l水槽に収容し3時間後の生残率を調べた。この生残率が高いほど活力が高いと判定した。

給餌方法

対照区および各試験区の餌料系列を図1に示した。ワムシおよびアルテミアは市販の栄養強化剤を用いて

栄養強化したものを給餌した。

ワムシの給餌は4日令から5日令まで5個/mlとし、6日令から19日令までは15個/mlに増加させた。20日令から24日令までは30個/mlを9、16時に与え、対照区へのワムシ給餌は24日令で終了した。25日令から59日令までは50個/mlを16時に与え、その後は試験区もワムシの給餌を中止した。ワムシの給餌は通常25~30日程度で終了するが、アルテミア無給餌区には59日令まで延長して与えた。なおワムシ給餌期間はナンクロロプシス *Nannochloropsis* sp. を飼育水中に添加した。各水槽19日令までは75万細胞/mlを保ち、20日令以降はワムシ給餌と同時に140万細胞/mlを添加した。

対照区のアルテミア給餌は20日令から開始し、24日令までは9、16時に各0.2個/mlから各1.0個/mlまで徐々に給餌量を増加させ、これとともにワムシの給餌量を徐々に減少させた。25日令から59日令までは、16時に2個/ml与え、60日令以降はアルテミア給餌を中止した。

配合飼料は6日令から17日令までは、8、9、11、13時の4回給餌し、18日令から59日令までは、8、9、10、11、13、15時の6回給餌し、60日令以降は9、11、13、15時の4回給餌した。給餌量は飽食量与えられるよう設定した。

結 果

飼育水温は図2に示したように各区での差が見られず、15.0~21.4℃の範囲で推移し、飼育期間中の平均

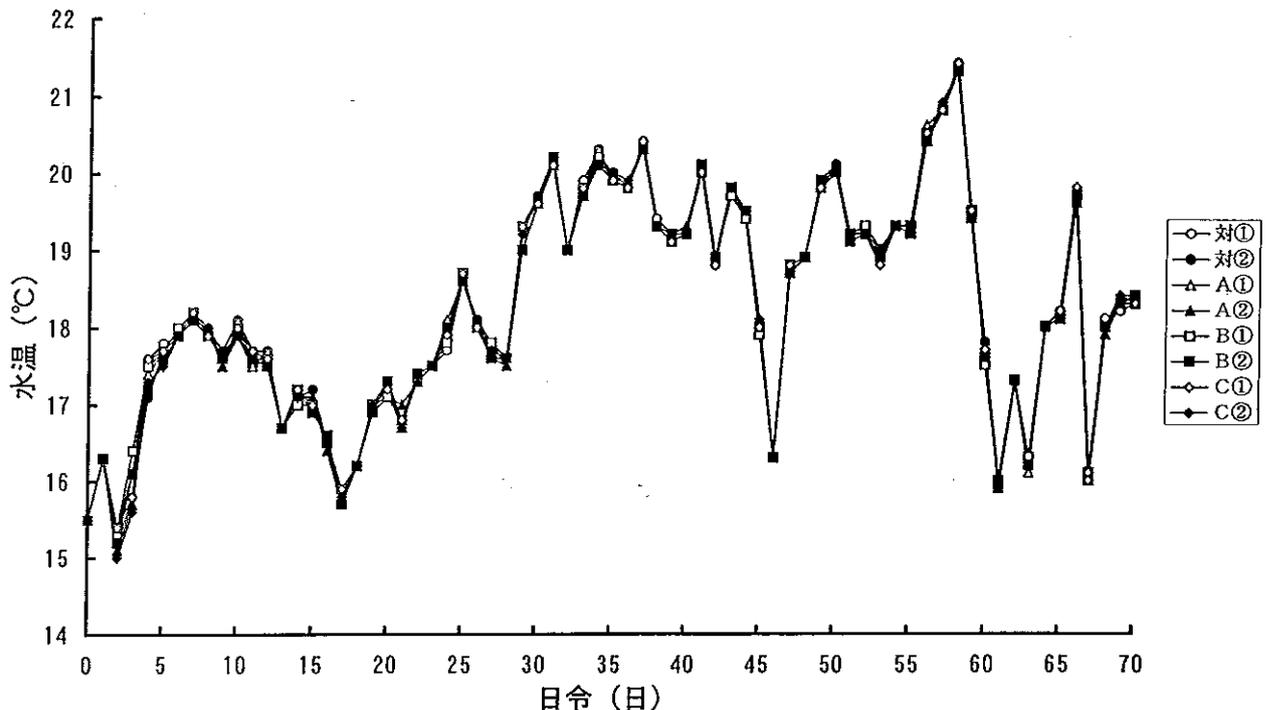


図2 飼育水温の変化

表1 ふ化後70日目のヒラメの生残率および平均全長

試験区名	生残率(%)	平均全長(mm)*
対照区	①	40.4
	②	45.5
	平均	43.0
A区	①	41.7
	②	27.0
	平均	34.2
B区	①	45.7
	②	32.4
	平均	39.1
C区	①	19.9
	②	10.1
	平均	15.0

*平均全長測定に用いたサンプル数は
 対照区①404, ②405. A区①417, ②270.
 B区①457, ②274. C区①199, ②96.

水温は18.2℃であった。

飼育結果を表1に示した。生残率は対照区が最も高く平均で43.0%, 次にB区39.1%, A区34.2%, C区15.0%の順となった。斃死魚は変態期以降のものが大半で, 伝染性疾病は認められなかった。

平均全長は対照区が39.0mmで最も大きく, ついでB区が32.3mm, A区が25.9mm, C区が22.9mmの順であった。平均全長の推移を図3に示した。対照区の成長に比べ, アルテミア無給餌の試験区では, B区で20~40日令程度まで, A区とC区で20~50日令程度までの成長が鈍化した。

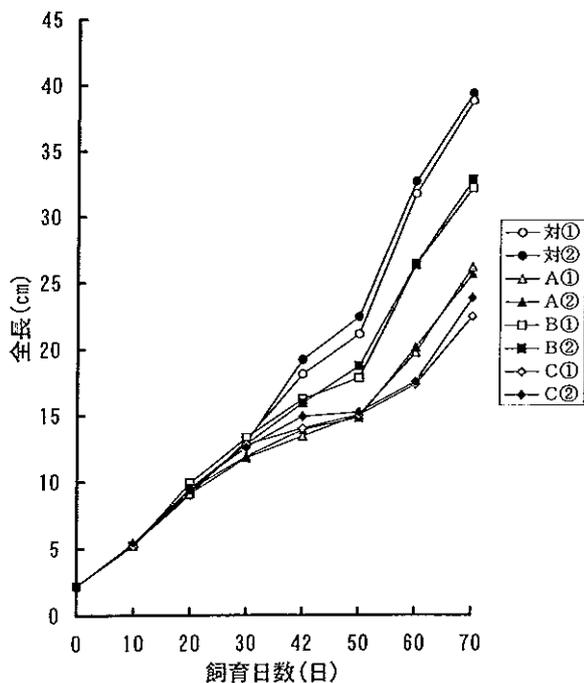


図3 平均全長の推移

20~40日令の仔稚魚の發育ステージの觀察から, アルテミアを給餌した対照区では, 浮遊期から底生期へ移行する, E-F-G-H-Iの変態期の發育が他区と比べ短期間に行われていた(表2)。

体色異常の出現率はB区が最も低かった(表3)。体色異常の出現率, 出現タイプはA区を除き各区の①と②は類似し, それぞれの区が独自の傾向を示した。

活力試験は3回の試験全てにおいて対照区が最も高い生残率を示した(表4)。

脊椎骨異常はA区およびC区で多く発生した(表5)。形態異常は脊柱の湾曲が主で, への字に曲がった個体が多く, 外観から確認できる個体も多数見られた。

表2 各日令における仔稚魚の發育ステージと割合(%)

	10日令	20日令	30日令	42日令
対照区①	A-4	D-8	H-100	I以降-100
	B-96	E-88	F-4	
②	A-4	E-92	H-100	I以降-100
	B-96	F-8		
A区①	A-8	D-4	G-24	I以降-92
	B-92	E-96	H-76	H-8
②	B-100	E-92	G-24	I以降-92
		F-8	H-76	H-8
B区①	A-8	D-4	H-100	I以降-100
	B-92	E-68	F-28	
②	A-4	D-4	G-8	I以降-100
	B-96	E-84	H-92	
C区①	A-12	D-4	G-8	I以降-100
	B-88	E-76	H-92	
②	B-100	D-12	G-8	I以降-100
		E-72	H-92	
		F-16		

表3 ふ化後70日目のヒラメの体色異常出現率(%)

	対照区		A区		B区		C区		
	①	②	①	②	①	②	①	②	
正常個体	88.1	88.6	80.8	39.3	93.4	96.0	60.3	64.4	
異常個体	TYPE-I	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-
	II	8.4	8.4	10.8	53.0	0.2	0.3	33.7	8.9
	III	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV	-	-	-	-	-	-	-	-
	V	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	VI	0.5	0.5	1.4	2.2	0.9	1.5	2.0	12.9
	VII	-	-	-	-	-	-	-	3.0
	VIII	0.2	-	2.4	0.7	0.2	0.3	-	9.9
II+III	0.5	0.5	-	-	-	-	1.0	0.9	
II+IV	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	
III+VI	-	-	1.9	-	1.5	1.9	-	-	
その他	0.1	0.5	2.7	4.8	3.8	-	3.0	-	
サンプル数	404	405	417	270	457	274	199	101	

表4 ふ化後70日目のヒラメの活力試験結果(%)

		5分露出	6.5分露出	8分露出
対照区	①	98.4	71.2	14.2
	②	100.0	62.1	17.6
	平均	99.1	66.9	16.1
A区	①	90.6	50.7	13.3
	②	92.3	50.0	14.0
	平均	91.4	50.4	13.7
B区	①	90.6	47.1	10.4
	②	91.6	52.2	12.0
	平均	91.1	49.1	11.2
C区	①	90.6	60.3	14.5
	②	90.0	58.3	15.0
	平均	90.4	59.8	14.8

表5 ふ化後70日目のヒラメの脊椎骨異常の出現率

試験区名		出現率(%)
対照区	①	0.0
	②	0.7
	平均	0.3
A区	①	80.0
	②	65.3
	平均	72.7
B区	①	2.0
	②	8.0
	平均	5.0
C区	①	59.3
	②	47.3
	平均	54.7

サンプル数は各槽150。C区②のみ93。

考 察

生残率は、試験区ごとに差が認められるものの、ワムシと市販の配合飼料でヒラメの仔稚魚の飼育は可能であった。千葉県栽培漁業センターでの種苗生産の目標は60日令・平均全長30mmであるが、今回この目標を満たしたのは対照区だけであった。しかし試験を終了した70日令時にはB区の平均全長が30mmを越えていたことから、水温等の飼育条件の改良により目標に近い成長が得られると推測され、アルテミア無給餌によるヒラメ種苗生産の可能性が示唆された。

今回の試験で、アルテミアの給餌効果はヒラメの変態期をスムーズに進行させることと思われた。このことは先の結果で述べた20日令から40日令の全長・発育ステージの推移から明確である。さらに、具体的な変態の進行を示す指標の1つである着底魚の出現は、対照区で26日令時、BおよびC区で29日令時、A区では31日令時であった。20日令時に成長が最も遅れていた対照区では、アルテミアを給餌して7日後に最も早く着底魚が出現したが、対照区と同種の配合飼料を与えたA区の着底は最も遅く、アルテミア給餌による差が

現れた。南⁴⁾は、異体類の変態期が生理的・生態的に急激な変化を伴うため長期の摂餌停止や摂餌停止による行動能力の減少を伴うcritical periodである可能性があるとしている。つまり変態期の成長・発育は種苗生産の成績を左右する大きな要素の一つであると推測される。よって変態期をスムーズに進行させるには、変態期前の体力強化に加え、変態期に栄養価が高く捕食しやすい餌料を与えることが重要である。今回の試験で対照区の成長等が優れていたのは、アルテミアが変態期の仔魚にとって、配合飼料と比べ遊泳することにより摂餌が容易で嗜好性が高く、ワムシと比べサイズが大きいため効率よく摂餌できたことが原因と考えられる。また、他の配合飼料と比較して沈降の速いBを与えた試験区の成長・発育が良かったことから、飼料粒子の持つ物理的特性が変態期における仔魚の成長・発育に大きな影響を及ぼす可能性があるとも考えられる。

体色異常は主に網膜形成期（全長8～8.5mm）以前の餌料の栄養学的欠陥により発生することが明らかにされ、網膜形成期以前の仔魚にビタミンA、DHAおよびフォスファジルコリンを豊富に含む生物餌料または微粒子人工飼料を投与することにより、白化は防止できる⁵⁾とされている。今回の試験では17～20日令時、すなわちアルテミア給餌開始前に網膜形成期を終えている。対照区に近い生残率を示すA区①が、対照区と同種の配合飼料であり、対照区と同程度の体色異常率を示していることから、網膜形成期後のアルテミア給餌による体色への影響は少ないと思われる。B区より対照区の体色異常率が高いことから、B区の配合飼料には白化防止に作用する成分が含まれていたことが考えられ、今後の白化防止には、網膜形成期以前のワムシの栄養強化剤および配合飼料成分の検討が重要であると考えられた。なおA区で見られた体色異常率の差は、生残率の低い試験区に見られる体色異常率の増加⁶⁾が表れたためと思われる。

魚類の活力についてはWatanabeら⁷⁾のマダイに関する報告に代表されるように、餌料中のDHA、EPA等高度不飽和脂肪酸が大きく影響することが知られている。今回の試験で対照区の活力が他区と比較して高かったのは、アルテミア強化剤由来のDHA、EPAなど高度不飽和脂肪酸の効果が持続したためと考えられる。なお活力試験での斃死魚サイズがばらついたこと、またA区およびC区に比べ大型のB区の活力が低い傾向にあることから魚体の大きさによる活力の影響はないと思われた。

人工採苗したヒラメの脊椎骨異常は白化個体に多く

出現する⁸⁾ことが知られているが、今回の結果は体色異常との相関は見られなかった。全長測定時に脊索の曲がった個体が観察されなかったが、脊柱が湾曲する個体が多く認められたことから、脊椎骨異常は変態期以降の餌料条件等の影響が大きいと考えられた。よって餌料条件については、白化の要因とされる餌料の栄養面に加え、飢餓状態に陥りやすい変態期⁹⁾の、摂餌量の影響も考慮しなければならない。

今回の試験ではヒラメ飼育にとってアルテミア給餌は必ずしも必要条件ではないことがわかった。一方で、アルテミア無給餌は活力低下や脊椎骨異常など、健苗性に問題を招きやすいことがわかった。しかしB区のようにアルテミア無給餌による種苗生産の可能性を示す配合飼料もあった。現在の種苗は大きさ等に加え健苗性が高いことが求められており、これらを克服することによりはじめて健苗生産の技術が確立したと言える。今後はワムシ給餌料の削減、変態期をスムーズに進行させる給餌方法の開発、配合飼料の動きや成分および捕食についての検討が重要と考えられる。

要 約

- 1) 魚類種苗生産におけるアルテミア無給餌化へ向けての知見を得るため、ワムシとアルテミアおよび配合飼料を与える対照区と、ワムシと配合飼料を与える試験区を設けてヒラメの種苗生産試験を行った。
- 2) 成長・生残率とも対照区が最も良く、ついでB区、A区、C区の順であった。
- 3) アルテミアを給餌しなかった試験区では、対照区と比較して20～50日令程度の期間に成長の鈍化が見られた。またこの間の発育ステージの進行も対照区に比べ遅れた。
- 4) アルテミア無給餌は体色異常出現率への影響は少ないが、活力低下や脊椎骨異常を生じやすくすると思われた。

- 5) 今回の試験でヒラメ飼育にとってアルテミア給餌は絶対必要条件でないことがわかった。アルテミア無給餌は健苗性に問題を生じやすいが、B区のようにアルテミア無給餌による種苗生産の可能性を示す配合飼料も認められた。

文 献

- 1) 養殖編集部 (1995) : ブラインシュリンプの需要動向について. 養殖 8月号, 緑書房, 東京, pp. 110-111.
- 2) 南 卓志 (1982) : ヒラメの初期生活史. 日本水産学会誌, 48(11), 1581-1588.
- 3) 青海忠久・篠田正俊 (1981) : アルテミア給餌期間を異にした人工採苗ヒラメの体色異常出現率の変異. 京都府立海洋センター研究報告, 5, 29-37.
- 4) 南 卓志 (1995) : カレイ類にとって変態期は critical period か?. 月刊海洋, 27(12), 761-765.
- 5) 金澤昭夫 (1996) : 水産動物における高度不飽和脂肪酸およびリン脂質の生理効果. 水産脂質—その特性と生理活性 (藤本健四郎編), 第1版, 厚生社厚生閣, 東京, pp. 69-79.
- 6) 高橋庸一 (1992) : ヒラメの種苗生産における体色異常個体の出現と防除. 日本栽培漁業協会特別研究報告, 3, 1-58.
- 7) T. Watanabe, M. S. Izuquerdo, T. Takeuchi, S. Satoh, and C. Kitazima (1989) : Comparison Between Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids in Term of Essential Fatty Acid Efficacy in Larval Red Seabream. Nippon Suisan Gakkaisi, 55(9), 1635-1640.
- 8) 青海忠久 (1979) : 人工採苗ヒラメの体色異常に伴う脊椎骨および鱗の異常. 長崎県水産試験場研究報告, 5, 19-25.