

第2節 水生動物

2.1 海産仔稚魚飼育の意義

水生動物には、子供にも飼育できる淡水産のカメやメダカから、未だ誰も飼育に成功していない外洋性の魚類まで種々ある。本節では、海産魚としては比較的飼育技術の確立しているヒラメをとりあげる。ヒラメは栽培漁業の対象魚種として、海産魚では最も多い3000万尾以上が毎年日本全国で放流されており、また屋内飼育施設を使った養殖も盛んである。一方で、両側に眼のつたいいわゆる魚型の仔魚から眼が左側へと移動する顕著な変態を経てヒラメ型稚魚へと移行するため、生理学や形態形成の研究対象として好個の材料となっている。

一般に魚を卵から飼育して成功するには、卵の質がすぐれ、適切な餌が与えられ、かつ物理環境が整っている必要がある。親魚の栄養条件は卵黄中の栄養へと直接に反映されるため、良質な卵を得るには健康状態の良好な親魚を入手しなければならない。ただし、ヒラメの受精卵は養殖業者等から購入することが可能であるので、親魚の養成や産卵については本節では触れない。

海産魚の仔魚は摂餌開始時には通常体長が2-5mmと小さく、しかも動く餌しか食べないことが多い。そのため、動物プランクトンの培養が必須となる。今日世界各地で行われている海産魚養殖の技術は、かつて淡水養殖池の有害生物とみなされていたシオミズツボムシ(以下、ワムシ)を餌として活用した日本人研究者の発想に負うところが大きい。一般的には体長7mm程度までの仔魚にはワムシを、それ以上ではアルテミア(ブラインシュリンプ)を給餌する。配合飼料を給餌できるようになれば飼育は大変楽である。

水温管理や通気(エアレーション)の必要性については言うまでもないが、換水や底掃除によって水の劣化を防ぐこと、さらに適度な水流を与えて魚を泳がせることなどにより仔稚魚の成長や生残は格段に向上する。

仔稚魚の飼育は労力を要する仕事ではあるが、得るものもまた大きい。生理・行動・生態といった研究に必要なサンプルを随時入手しうる技術は、海という巨大なブラックボックスの中で起きているドラマの背景を理解する上で、他に換え難い武器となろう。以下、ヒラメを5001の水槽で受精卵から飼育することを想定して順次説明する。

2.2 卵の消毒と水槽への収容

【材料】 ヒラメ受精卵1万粒;5001円形水槽(ポリカーボネート製透明、以下同様)、301円形水槽、卵管理用ネット(250mm目合)、500Wチタンヒーター、サーモスタット、エアストーン(半丸25mm径)2個、透明チューブ(エアストーン用)、アンドン(排水口の周囲に置く円柱形の枠、図参照)、アンドンカバー(ナイロンネット製で仔稚魚の成長と餌生物の大きさによって網目サイズを変更する)、陶器製沈子(エアストーンやアンドンを沈める)、注排水用ホース;消毒用イソジン液(有効ヨウ素10mg/ml、明治製菓)

【手順】 入手した受精卵がウィルス性の病気に感染していると、飼育がうまくいかないばかりでなく、飼育施設の他の魚類へ蔓延する恐れもあるため、卵の消毒を行う。発生が進んだ卵では消毒のために孵化率や孵化後の生残率が低下することがあるので、消毒は胚体形成までに行う。301水槽中にて、イソジン50mlを10lの海水で希釈し、卵管理ネットに入れた卵をここに3分程度浸漬する。

消毒した卵は海水で洗浄後、飼育水槽(5001)へ収容する。水槽壁面から注水し、中央にアンドンをつるしてサイフォンによる排水をとれば、水が程良く回転する(図1)。アンドンを水槽壁面につけると、仔稚魚が挟まって思わぬ大量斃死を招くので注意が必要である。通気は、孵化までは

エアーストーン2個の合計で0.5-1l/分程度のやや強め(エアの拡散が水槽中央から半分程度), 孵化開始後は100ml/分程度の微通気とする。通気量はビーカーに溜まる空気量で測定できる。排水ホースにエアータンがたまるとサイフォンが止まり水槽があふれることになるので, 随時エア抜きをする(図参照)。

ヒーターとサーモスタットを水槽に入れて, 水温を孵化までは15-16°C, 孵化後は17-18°C程度に保つ。ヒーターは水槽底につけずにひもで吊し, サーモスタットの温度センサーはヒーターと離れたところに置く。センサーが空中に露出すると, 水槽が煮立つことになるので要注意。ヒーターの下にエアレーションを置くことにより, 仔魚がヒーターに触れて焼死するのを防ぐ。水槽の表面は, 1000ルクス以上の照度があったほうが, 摂餌が促進されて望ましい。

ヒラメは通常, 受精後3日程度で孵化する。収容後, 卵の発生状態を確認するため, 適宜サンプリングして実体顕微鏡の下で観察する。また卵の総数は, 容量法によって確認しておく。すなわち, よく攪拌された状態で100mlの飼育水を取り, その中にある卵の数を5000倍すれば総数が推定できる。孵化して眼が黒化すると, 遊泳力が増し水槽内の分布も不均一になるため, 容量法による推定は困難となる。そこで, 孵化完了直後に厳密な計数を行い, 収容尾数の目安とする。収容密度が多すぎた場合は, この時点で間引く。

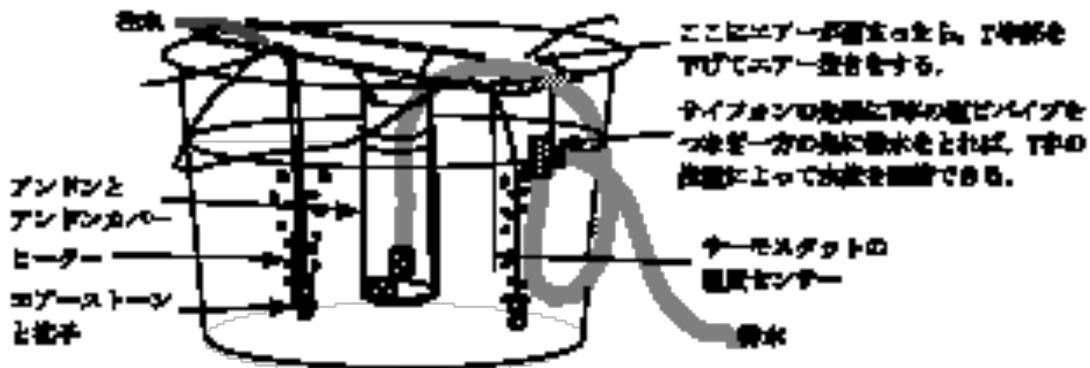


図1 5001水槽を用いた飼育設定の一例。水槽壁に穴を開けて排水する方式もある。

2.3 ワムシの培養

【材料】 L型ワムシ4000万個体; 5001水槽(海水ストック用), 1001円形水槽2面(ワムシ培養用), 301円形水槽1面(栄養強化用), 100Wヒーター・サーモスタット各4セット, エアーストーン等, ジューサーミキサー, ワムシ用ネット(60mm目合); 淡水クロレラ(生クロレラV12, クロレラ工業), 冷凍濃縮海産クロレラ(東海澱粉), DHA含有栄養強化剤(ドコサEM, 秋田十條化成)

【手順】 ワムシにはサイズによってL型(甲長200-300mm)とS型(甲長120-170mm)がある。ヒラメの餌として最適なのはL型ワムシである。L型ワムシは, 好適な条件であれば毎日10-30%程度ずつ増殖する。ワムシを培養するには, 培養水槽中に常時注排水と給餌を行う連続培養方式と, 一日に1回換水・収穫し数日おきに新たな培地へ移す植え継ぎ培養とがある。本稿では小規模での培養に適した後者について説明する。

1001水槽を2面用い, ワムシを200個体/mlの密度で培養しているものとする。5001水槽に70%海水(海水3501, 水道水1501)を入れ, 水温を20°Cに維持しておく。培養に必要な水はこのストックタンクの海水を利用する。培養水中のワムシは毎日1/3程度の水換えをし, また餌として淡水クロレラ(クロレラV12)を与える。クロレラの給餌量はワムシ1億個体に対して320-400mlが推奨されており, 4000万個体のワムシであれば160ml給餌すればよい。4日に一度は, 全量を回収して新たな培地へと植え継ぐ。増殖率が20%であれば, 2面の培養槽で毎日

40,000,000X0.20=8,000,000 (800万個体)

の収穫が期待できる。一般に海産魚の飼育に際しては飼育水槽中に5個体/ml程度の密度でワムシを与えるるとよいとされる。したがって500l水槽では

$5 \times 1000 \times 500 = 2,500,000$ (250万個体)

が必要となる。余裕を見て300万個体を栄養強化水槽(30l)にとり、密度を200個体/ml(すなわち水量は15l)として栄養強化を行う。培養ワムシは栄養価としてはドコサヘキサエン酸(DHA)が不足しているので、DHAを含有する栄養強化剤(0.25ml)および濃縮冷凍ナンノクロロプシス(25ml)を添加する。栄養強化剤は水道水約100mlに加えてミキサーで乳化させてからワムシに与える。栄養強化の時間は6-16時間とする。朝8時の給餌であれば、夜に栄養強化剤を添加するのがよい。強化剤を入れたワムシやアルテミアは酸欠になりやすいため、強めに通気(2l/分程度)すること。栄養強化後のワムシは、海水でよく洗ってから魚に給餌する。

2.4 アルテミアの培養

【材料】 アルテミア耐久卵(ミヤコ化学);20リットルバケツ2面(うち一面は黒いシートで覆い、下から排水できるように細工)、卓上灯、エアーストーン等、アルテミア用ネット(100mm目合);DHA含有栄養強化剤

【手順】 アルテミアは耐久卵が市販されており、これを孵化させたノープリウス幼生(体長0.5-1mm)から卵殻を取り除き、栄養強化剤を与えてから魚に給餌する。アルテミア卵10gを10リットルの海水(水温28℃)に投入し、強めに通気しておく、30時間程度で孵化する。孵化したアルテミアは強い光走性を示すので、これを利用して孵化幼生と卵殻とを分離する。すなわち、黒いシートで覆ったバケツに孵化したアルテミアを海水ごと移して、下から卓上灯をあてたまま10分ほど静置し、集まってきたアルテミアを少しずつ排水して回収する。卵殻が混入していたら、分離作業を再度行う。分離したアルテミアは水道水でよく洗い、海水中で100個体/mlになるように希釈し、水温20℃で6-16時間栄養強化する。強化剤は10lの海水に対し0.5ml程度をミキサーで乳化してから与える。

2.5 給餌のプロトコールと飼育の実際

ヒラメ仔魚は孵化後約3日で開口する。開口時に餌があることが飢餓に陥らないためには重要であり、2日齢の午後からワムシを給餌しておくのが安全である。給餌量は、前述の通り水槽内での密度が5/mlとなる程度がよい(表1)。水槽中のワムシ密度は適宜確認して、残餌が多ければ給餌量を減らそう。また給餌開始直後には、仔魚を取り出して実体顕微鏡の下で観察すると、摂餌の状況がよくわかる。

15日齢頃から、アルテミアを与える。水槽内での仔魚の成長差を考慮すると、餌を段階的に変える必要がある。そこで、アルテミアの給餌を始めてからも、しばらくはワムシの給餌を続ける。アルテミアを過剰に給餌すると、水槽表面に溜まる。飼育水槽中に滞留したワムシやアルテミアは栄養価が低く、餌としては不適當であるため、給餌量には十分注意しなければならない。特に日齢15日以降では、ワムシ・アルテミアとも2-3時間で食い切る量が理想である。またアルテミアの卵殻が飼育水槽中に混入すると、仔魚が餌と間違えて摂食して腸管に詰まり、便秘死することがある。卵殻は水槽の表面縁辺に浮くので、ピーカーですくって除くようにしよう。摂餌の状況は目視でもある程度観察できる。

飼育の目的にもよるが、21日齢頃から配合飼料を給餌する。配合飼料は、さまざまな粒径のものが市販されている。成長段階に応じてKyowa A250, B400, B700(それぞれ粒径250mm, 400mm および700mmで、これらはワムシやアルテミアの代替餌料となる;協和発酵工業)、おとひめ2号, 3

号（それぞれ粒径 0.9-1.4mm および 1.5mm ; 日清ファインケミカル）等の餌料を、始めは 1 日に 5 回程度少量ずつ給餌する。成長に伴い給餌の回数は減らしてよい。

通気量は、孵化直後の 100ml/分程度から、仔魚期には 0.5-1l/分、稚魚期にはそれ以上と成長に応じて増やしてゆく。また換水量も同様である。

毎日 1 回は底掃除を行う。ホースを塩ビパイプに通し、サイフォンをとって底に溜まった汚れを吸い出す。底掃除の際は注水と通気を止めるとやりやすいが、これらを復帰するのを忘れると、魚は全滅するので要注意。

飼育水槽に藻類の一種であるナンノクロロプシスを 50-100 万セル/ml となるよう添加すると、成長や生残率が向上することが知られている。ナンノクロロプシスには、照度を適正化して摂餌を促進する、飼育水槽中のワムシの栄養価を保つ、飼育水の水質を維持する等の効果が指摘されており、入手可能な場合は是非試みるべきである。同様の効果は冷蔵濃縮のイソクリシス（東海澱粉）でも得られるとの報告もある。

表1 ヒラメ仔稚魚の日齢と給餌量の目安

日齢	ワムシ	アルテミア	配合飼料
2-5	250 万		
6-14	500 万		
15-20	500 万	8-50 万	
21-26		50-200 万	適宜
27-35		200-300 万	適宜

以上、ヒラメを例に説明してきたが、基本的には同様の方法でマダイやマアジ、ブリ等も飼育できる。なお、ヒラメやマアジでは、透明な水槽の方が水槽内が明るくなるため活発に摂餌し、かつ横から観察できるため都合がよい。一方、神経質なマサバやクロマグロ等の魚種では黒色の水槽の方が魚が落ち着いて飼いやすいとされている。また孵化仔魚の扁平なマアジでは、初期にエアレーションが強いと表面張力でトラップされて斃死を招く。ブリやマサバ等の遊泳力の強い魚の稚魚では、強力な通気を与えて水流を作り、魚を泳がせることにより共食いを防ぐ。

給餌量や通気・換水量は、魚種や収容尾数によって加減が必要なのは言うまでもない。最良の飼育結果を得るには、いたずらにマニュアルを過信するよりむしろ、自分の目で水槽中の魚をよくよく観察し工夫を加えてゆくことが肝要である。