

栽培漁業技術シリーズ

太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集

太平洋北区栽培漁業協議会技術部会ヒラメ作業部会編著



「栽培漁業技術シリーズ」の刊行について

有用魚介類の種苗を人工的に大量生産して放流し、資源の維持・増大を図る栽培漁業が構想され、このために必要な技術開発に着手したのは昭和38年のことである。以来、約30年の間に、種苗生産技術を中心として、中間育成、放流の技術、あるいは放流効果を把握するための調査手法等が、当初の予想を上回る速さで開発されてきた。瀬戸内海をモデル海域として始まった栽培漁業への取り組みは昭和50年代初頭に全国的に展開され、今日では、国や都道府県の栽培漁業センターばかりでなく、市町村や漁業協同組合等でも種苗生産施設が整備されるようになった。平成5年度には全国207カ所の施設で放流用の種苗生産が行われて栽培漁業の地域への定着が進められている。これらの施設で生産された種苗の多くは、各地の漁業協同組合等で中間育成し、放流されている。

現在、我が国で栽培漁業の対象となっている魚介類は、技術開発の初期段階のものまで含めれば約90種類にのぼっており、そのうちのいくつかの種類については、種苗の量産化・資源添加の技術が確立しつつあり、疾病対策を含む種苗生産の安定化、生産コストの低減、放流効果を高めるための種苗性の向上、放流技術の向上等へ技術開発の取り組みが行われている。

このような状況の下で、栽培漁業の実践をより一層促進するために、栽培漁業の技術について、その体系化、マニュアル化が強く求められるようになってきた。平成5年度には、水産庁の栽培漁業技術体系化事業が開始され、日本栽培漁業協会は、この事業の委託を受けて栽培漁業技術の体系化に取り組むこととなった。

「栽培漁業技術シリーズ」の刊行は、栽培漁業に関する技術を体系的にとりまとめ、種苗生産を始め種苗の中間育成、放流等に直接現場で携わっている方々のための実践的マニュアルづくりを目指して行うものである。したがって、個々の技術については、その具体的な適用基準を示していく必要があるが、初期発生から幼稚仔期の海産生物を取り扱うものであることから、現状の技術には不安定な要素も含まれ、また、技術開発途上の部分もある。このため、その実践に当っては、かなり柔軟に技術を応用することが必要な場合が多いと思われる。この技術シリーズでは、様々な条件下で実際に行われている具体的事例を多く収録して、応用範囲の広い技術情報を提供していきたいと考えている。栽培漁業技術の普及・定着に役立つことを期待している。

平成6年3月

社団法人 日本栽培漁業協会

理事長 今村 弘二

まえがき

つくり育てる漁業は全国各地で大きな成果をあげており、太平洋北区でも魚類の大規模な種苗放流による資源増大が沿岸漁業振興の重要な柱として期待されている。その代表種としてヒラメが各道県でとりあげられているが、その推進に不可欠な種苗の安定的な量産のための生産技術は体系的に整理されておらず、また、種苗生産機関により経験の蓄積にも差異があることから、種苗生産マニュアルの作成が関係者から強く要望されていた。そこで、平成2年に太平洋北区栽培漁業協議会技術部会ではヒラメ作業部会を設置し、日本栽培漁業協会宮古事業場が事務局となり各道県および日本栽培漁業協会宮古事業場の種苗生産担当者が執筆者となって、種苗生産現場の実態や経験をもとに、親魚の養成、採卵から中間育成までの各技術についてマニュアル化を進めることにした。

しかし、ヒラメ種苗生産技術は開発途上にあり、技術の進歩は予想以上に急速のため、執筆者は内容の書き換えを重ねて最新の知見を取り入れることに努めてきたが、「ヒラメ種苗生産マニュアル」とすることにはなお躊躇があり、種苗生産技術の今後一層の改善に期待して、本書の表題を「太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集」とすることにした。ただし、本書は現時点での最善の技術情報を体系的に整理したものであり、種苗生産現場で有効に活用していただけるものと思っている。

なお、平成2年の作業部会設置以来3年余りを経過しており、各県の執筆担当者の交替もあり、本書は多数の関係者の協力を得て作成された。また、本書の執筆に当っては分担が行われたが、各機関のデータ等を相互に交換しており、執筆者全員で本書全体の責任をもつものとして作成された。

終わりに、本書の編集に当たられた日本栽培漁業協会宮古事業場の福永辰廣前場長および岩本明雄現場長ならびに多忙な種苗生産を行いながら執筆いただいた担当者、またデータ提供していただいた種苗生産機関の方々に厚くお礼申し上げる。

太平洋北区栽培漁業協議会

技術部会長 三本 善 昭

目 次

まえがき

1. 親魚と採卵	1
(1) 親 魚	1
1) 親魚の由来	1
2) 年齢, 大きさ, 尾数	1
(2) 飼育管理	2
1) 飼育水槽	2
2) 餌飼料	3
3) 換水率	3
4) 遮光等	4
5) 飼育密度・性比	4
(3) 採卵とふ化	5
1) 産卵期の調節	5
2) 産卵状況	6
3) 採卵と卵の計数法	6
4) 卵質の評価法	8
5) 卵の消毒法	8
6) ふ化方法とふ化仔魚の計数法	8
7) ふ化仔魚収容尾数の決定法	10
8) 疾病予防対策	10
2. 種苗生産 (全長20~30mm まで)	12
(1) 種苗生産目標, 用途ならびに事業化	12
(2) 生産方式	14
(3) 飼育管理	19
1) 飼育開始時期	19
2) 飼育水槽	20
3) 注・排水方法	21
4) 換水率	21
5) 遮光	29
6) 飼育水温	29
7) 水づくり	30
8) 通 気	32
9) 底掃除	33

10) 収容密度	34
11) 計数法	34
(4) 餌料	36
1) 餌料系列	36
2) 配合飼料	37
3) 給餌法	40
4) 給餌回数	43
5) 生物餌料の栄養強化	43
(5) 取り揚げサイズと方法, 選別	45
(6) 成長と生残	48
(7) 体色異常(有眼側)と脊椎骨異常の出現, ならびに防除対策	49
(8) 疾病と予防対策	51
(9) 省力化, 機械化	52
(10) 低コスト化の工夫	53
3. 全長30mm以降の飼育	54
(1) 育成サイズの各道県の基本的な考え方	54
(2) 飼育管理	54
1) 飼育水槽	54
2) 直接飼育・網生簀飼育	55
3) 飼育環境	55
4) 餌料	55
5) 共食いと選別	56
(3) 成長と生残率	57
(4) 疾病と予防対策	57
(5) 体色異常(無眼側)	57
4. 輸送	65
5. 問題点と今後の課題	69
(1) 親魚と採卵	69
(2) 種苗生産	69
(3) 全長30mm以降の飼育	72
(4) 輸送	74
(付) 宮古事業場におけるヒラメ種苗生産技術の現状	75

1. 親魚と採卵

(1) 親魚

1) 親魚の由来

各機関のヒラメ親魚は、天然魚を養成したものと、人工種苗を養成したものとがある。平成元年現在、各機関で種苗生産に使われている親魚の由来は下記のとおりである。

a) 北海道栽培漁業総合センター

親魚として5, 6, 7歳魚を使用している。なお、5および7歳魚は秋田県から入手した受精卵から養成し、6歳魚は日本栽培漁業協会宮古事業場から3cm種苗の配付を受けて養成したものである。

b) 青森県栽培漁業振興協会（平成3年）

親魚は県内で漁獲された天然魚を養成したものと、青森県水産増殖センターから譲渡を受けた人工4歳魚を使用している。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

福島県水産種苗研究所から譲渡を受けた人工種苗を親魚とするため養成中である。

d) 宮城県栽培漁業センター

岩手県南部栽培漁業センターから譲渡を受けた親魚からの人工種苗を養成した3～5歳魚を使用している。

e) 福島県水産種苗研究所

日本栽培漁業協会宮古事業場より配付を受けた人工種苗を養成したものと、それらを親魚として生産した人工種苗を親魚に養成したものとを使用している。

f) 茨城県栽培漁業センター

昭和57年度および58年度に日本栽培漁業協会宮古事業場で生産された人工種苗を養成し、平成元年度に性比の調整のため天然雌親魚を追加している。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

人工種苗を養成したものと、天然魚を養成したものを親魚として使用している。

2) 年齢、大きさ、尾数

各機関で使用されている親魚の年齢、大きさおよび尾数を表1-1に示す。親魚の年齢については、天然魚は不明であるが、人工種苗から育成したもの（以後人工親魚と略す）は2～9歳の範囲である。

親魚の大きさは、天然魚で全長41.4～91.0cm、体重0.84～9.50kg、人工魚は全長32.8～74.0cm、体重0.74～5.31kgである。また、平成元年度の親魚尾数は、茨城県栽培漁業センターの人工21尾、天然15尾から北海道栽培漁業総合センターの人工256尾まで、機関により大きく異なっている。なお、大規模な人工種苗生産が行われている青森県栽培漁業振興協会の平成3年度の親魚は、人工262尾、天然162尾である。

表1-1 親魚の年齢, 大きさ, 尾数 (平成元年現在)

道 県 名	由 来	年 齢	大 き さ		尾 数
			全 長(cm)	体 重(kg)	
北 海 道	人 工	5	32.8~59.6	—	140
	人 工	6	38.2~60.4	—	56
	人 工	7	41.0~74.0	—	60
青 森 県*	人 工	4	38.2~69.0	0.74~3.90	262
	天 然	—	41.4~91.0	0.84~9.50	162
岩 手 県	人 工	2	—	—	150
宮 城 県	人 工	3~5	43.0~61.0	0.95~2.85	168
福 島 県	人 工	4~7	40.9~56.0	1.05~2.03	114
茨 城 県	人 工	6~7	43.0~57.0	1.00~2.20	21
	天 然	—	54.0~71.0	1.70~3.00	15
日 裁 協 宮 古	人 工	6~9	—	—	—
	天 然	—	—	0.89~5.31	175

*平成3年度

(2) 飼育管理

1) 飼育水槽

各機関で親魚の飼育に使用されている水槽を表1-2に示す。親魚飼育水槽の設置場所は屋内と屋外とがあり, 形状は円型, 楕円型, 角型および回流式などである。また, 水槽容量は10~60m³と6倍の差があり, 材質もコンクリート, FRP, ビニールシートと異なっている。

表1-2 親魚養成水槽

道 県 名	容 積(m ³)	底面積(m ²)	材 質	形 状	場 所
北 海 道	10	8.6	コンクリート	角 型	屋 内
	30	15	FRP	楕円型	屋 内
青 森 県	60	43.5	コンクリート	角 型	屋 内
岩 手 県	60	34.6	コンクリート	回流式	屋 内
宮 城 県	40	30	コンクリート	角 型	屋 内
福 島 県	20	20	コンクリート	角 型	屋 外
	30	20	コンクリート	角 型	屋 外
茨 城 県	10	12	ビニールシート	円 型	屋 内
日 裁 協 宮 古	60	54	コンクリート	円 型	屋 内

2) 餌飼料

親魚養成に各機関が用いている餌飼料と栄養強化法は下記のとおりである。なお、各機関とも主に冷凍魚を使用しているが、一部鮮魚を用いている機関もある。種類は主にイカナゴで、次いでチカ、マイワシ、サンマおよびマアジ等である。また、産卵期にかけて抱卵チカを与えている機関もある。

栄養強化はビタミンAおよびE、または総合ビタミン剤が主体で、他にビタミンCやハマチ用モイストペレットを使用している機関もある。

a) 北海道栽培漁業総合センター

冷凍イカナゴを使用し、栄養強化にビタミンCとEをエサコートPで展着させている。

b) 青森県栽培漁業振興協会

冷凍のイカナゴおよびチカを使用し、給餌は一日おきとする。餌料に0.5%の総合ビタミン剤を展着させて栄養を強化する。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

冷凍のサンマおよびイカナゴを使用し、栄養強化として餌料に総合ビタミン剤を展着させる。

d) 宮城県栽培漁業センター

冷凍のマイワシ、サンマおよびイカナゴを使用し、栄養強化のために餌料に総合ビタミン剤を週1回展着させる。

e) 福島県水産種苗研究所

冷凍のマイワシ、サンマおよびイカナゴを平日のみ夕方1回飽食量与える。栄養強化のために餌料に総合ビタミン剤を週1回添加する。

f) 茨城県栽培漁業センター

冷凍イカナゴを使用し、1日1回夕方与える。栄養強化のために市販のハマチ用モイストペレット10%を餌料に添加する。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

鮮魚、冷凍のマアジおよびチカを使用し、産卵開始前から産卵期間にかけては鮮魚の抱卵チカを与える。栄養強化のために、ビタミン剤（ビタミンA、E）を展着した餌料を与えるか、ビタミン剤をカプセル封入して餌料とするマアジの腹腔内に挿入後給餌する。

3) 換水率

飼育水は各機関ともろ過海水を使用しており、換水率は1～12回転/水槽/日の範囲である。なお、産卵期間中の換水率を低くする機関もある。各機関の換水率を表1～3に示す。

表1-3 親魚養成水槽の換水率

道 県 名	換水率 (回転/水槽/日)
北 海 道	12.0
青 森 県	4.0~5.0
岩 手 県	3.2~6.0
宮 城 県	1.0~4.0
福 島 県	3.0~4.0
茨 城 県	5.0~7.0 (通常期) 3.0~5.0 (産卵期)
日裁協宮古	5.0

4) 遮光等

親魚は主に屋内水槽で飼育されている。屋内が明るい場合は遮光幕等で照度を低下させているが、屋内が暗いところでは、そのままの状態で飼育されている。なお、遮光率がいくつかの機関で測定されており、その値は75~90%の範囲にある。各機関の遮光等の状況は以下のとおりである。

a) 北海道栽培漁業総合センター

飼育棟の窓や水槽上面を遮光幕で覆う。遮光率は75%である。

b) 青森県栽培漁業振興協会

屋内自体が暗いため遮光等は行っていない。照度は10~160 lx。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

屋内自体が暗いため遮光は行っていない。照度は不明。

d) 宮城県栽培漁業センター

屋内の加温水槽は上面および側面を遮光幕で覆い遮光率を約90%にしている。

e) 福島県水産種苗研究所

加温区は上屋根式屋外飼育水槽のため水槽側面を遮光幕で覆っており遮光率は86%，無加温区は屋内水槽であり特に遮光はしていない。

f) 茨城県栽培漁業センター

飼育棟の窓ガラスを遮光幕で覆う。水槽上面も親魚の飛び出し防止を兼ねて遮光幕を張っているが、遮光率は不明である。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

水槽の上面および側面を遮光幕で覆う。遮光率は90%である。

5) 飼育密度・性比

各機関の親魚養成時の密度および性比を表1-4に示す。飼育密度は約1尾/m²から8~10尾/m²の開きがあるが、性比はおおむね雌1に対して雄2~3の範囲にある。

表1-4 親魚養成密度・性比(平成元年現在)

道 県 名	養成密度(尾/m ²)	性比♂:♀	そ の 他
北 海 道	8~10	3:1	5歳魚(♂105尾♀35尾)
	8~10	2.5:1	6歳魚(♂40尾♀16尾)
	8~10	3:1	7歳魚(♂45尾♀15尾)
青 森 県*	2~3	—	人工4歳魚および天然魚
岩 手 県	—	—	2歳魚を親魚として養成中
宮 城 県	2	—	3~5歳魚
福 島 県	5.7	2.5:1	加温区4~7歳魚(♂82尾♀32尾)
	3.75	2.5:1	無加温4~7歳魚(♂54尾♀21尾)
茨 城 県	3.6	1.4:1	6, 7歳魚および天然親魚(♂21尾♀15尾)
日 裁 協 宮 古	0.96	2.7:1	天然魚および人工6~9歳魚(♂56尾♀17尾)
	1.35	3:1	天然魚および人工6~9歳魚(♂77尾♀25尾)

*平成3年度

(3) 採卵とふ化

1) 産卵期の調節

北海道、東北地方の天然ヒラメの産卵期は5~8月であるが、各機関とも親魚の飼育水温を上昇させることにより、早期の採卵を図っている。

各機関の昇温方法を表1-5に示す。各機関ともヒラメに最低水温を経験させた後、徐々に

表1-5 昇 温 方 法

道 県 名	昇 温 方 法
北 海 道	12月、水温8℃から昇温を開始し、20~25日で1℃上昇させ、5月中旬に15℃にする。産卵は4月中旬に開始する。
青 森 県*	1月上旬、水温8~9℃から昇温を開始し、15日で1℃上昇させ、4月上旬に15℃とする。産卵は3月下旬に開始する。
岩 手 県	1月中旬、水温9~10℃から昇温を開始し、10日で1~2℃昇温させ、3月上旬に15℃とし、以降15℃を維持する。産卵は3月下旬に開始する。
宮 城 県	3月上旬の水温7~8℃から加温を開始し、4月上旬までに15℃になるよう徐々に昇温する。産卵は4月下旬から5月上旬に開始する。
福 島 県	1月上旬、水温10℃で昇温を開始し、2月下旬に14℃となるよう徐々に昇温する。それ以降飼育水温が18℃を越えないように調節する。産卵は2月中旬に開始する。
茨 城 県	水温が10℃になった1月から昇温し、3月下旬までに13~15℃に加温する。産卵は3月下旬~4月上旬に開始する。
日 裁 協 宮 古	水温が8~9℃になった1月中旬から加温を始める。3月1日までに14℃になるよう徐々に昇温させ、3月中旬に15℃とする。産卵は3月下旬~4月上旬に開始する。

*平成3年度

水温を上昇させ、地先水温が15℃を越えるまで13～15℃程度を維持している。産卵は、各機関とも飼育水温が14～15℃に達した時期に開始していることから、種苗生産の開始時期を想定して、加温開始時期を決定する必要がある。

2) 産卵状況

平成元年度の各機関における産卵状況を表1-6に示す。産卵は飼育水温が14℃程度から確認され、20℃を越えると急速に終了する傾向がみられる。加温飼育で産卵を早期に開始させることにより、100～160日間にわたり産卵を持続させることが可能になっている。

加温飼育と無加温飼育の産卵状況を比較すると、加温飼育は産卵開始が40日程度早い反面、産卵開始から産卵盛期に達するまでの日数が30～60日で、無加温飼育の10～30日より長期を要す傾向がみられる。なお、産卵の終了は加温、無加温両飼育ともほぼ同時期であり、加温飼育は早期に開始された分、産卵が長期間継続することになる。ただし、加温飼育では産卵期間が長期にわたるにもかかわらず、雌1尾当りの産卵数は、無加温飼育に比較して増加が特に認められない。

採卵数は収容した雌の尾数、大きさ、年齢および採卵方法などにより異なることは当然であり、水槽の構造および材料、あるいは飼育環境によっても差が生じるものと考えられ、最も効率的な採卵のための飼育基準は数値化されていないのが現状である。

表1-6 産卵状況

道 県 名	水槽区分	産 卵 期 間	産 卵 盛 期	採卵数 (万粒)	雌1尾当りの産卵数 (万粒)
北 海 道	7歳	4.10～6.30		3,492	232.8
	6歳	4.10～6.30		3,839	239.9
	5歳	5. 1～6.30		3,567	101.9
青 森 県*	加温	3月下旬～7月中旬	4月下旬～6月上旬	36,828	
	無加温	4月上旬～7月中旬	5月中旬～6月下旬	79,227	
岩 手 県	加温	3月下旬～7月中旬	5月上旬～6月上旬		
	無加温	5月中旬～7月中旬	5月下旬～6月下旬		
宮 城 県	加温	4月下旬～7月下旬			
福 島 県	加温	2.22～8. 4	4月下旬～6月下旬	10,206	318.9
	無加温	4. 5～8.18	5月中旬～7月上旬	7,545	359.2
茨 城 県		3月下旬～6月上旬			
日裁協宮古		3.31～7.31	4.29～7.17	37,900	902.4

*平成3年度

3) 採卵と卵の計数法

各機関とも水槽内での自然産卵による採卵が可能になっている。ヒラメ卵が分離浮遊性であることを利用して、親魚の飼育水槽または産卵水槽からのオーバーフロー水を水槽外に設置した集卵槽に導いて採卵している。集卵槽内には、目合800μm以下のネットを円筒形あるいは直方形に加工して、可能な限り表面積が大きくなるように工夫したものや排水用のアンドンネットを設置するなどして、卵の流出を防いでいる(図1-1)。なお、卵の回収は1日1回

午前中に、あるいは必要に応じて1日数回行われている。

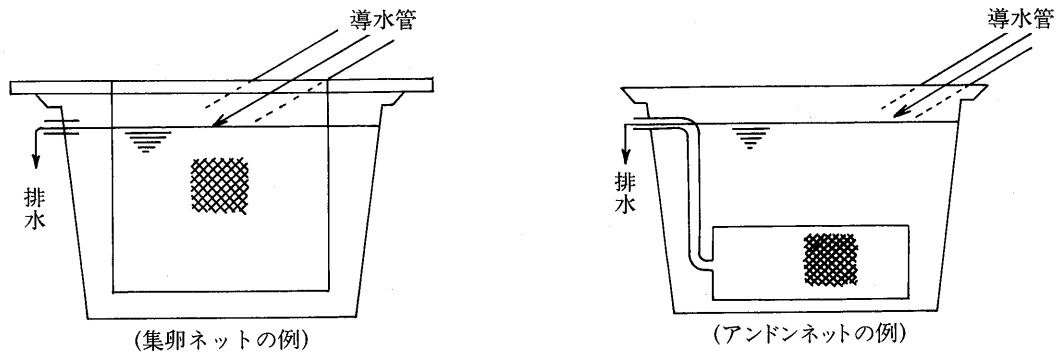


図1-1 集卵槽模式図

各機関の卵の計数方法を表1-7に示す。産卵された卵は、集卵槽あるいは卵分離槽内で浮上卵と沈下卵に分離し、それぞれを容積法または重量法により計数する。容積法では100mlのビーカー等で5回程度計数して平均を求め、重量法では湿重量1g当り1,500~2,000粒として換算する。なお、重量法では卵の酸欠、網ズレ等の物理的影響が考えられるので注意が必要である。

表1-7 卵計数法

道 県 名	計 数 法
北 海 道	重量法 (1,500 粒/g) 卵分離槽に収容後、計数する。
青 森 県	重量法 (浮上卵 1,600~1,900 粒/g, 沈下卵 1,500~1,800 粒/g) 浮上卵と沈下卵に分離後、それぞれを計数する。
岩 手 県	重量法 (1,500 粒/g)
宮 城 県	重量法 (1,700 粒/g) 浮上卵と沈下卵に分離後、それぞれを計数する。
福 島 県	容積法 回収卵を 100 l ポリカーボネイト水槽内で分離後、沈下卵をサイフォンで別容器に分離し、それぞれを 100 ml ビーカーで 5 回計数する。
茨 城 県	容積法 浮上卵と沈下卵に分離後、それぞれを計数する。
日裁協宮古	重量法 (1,500 ~ 2,000 粒/g) 浮上卵と沈下卵に分離後、浮上卵について計数する。

4) 卵質の評価法

良質な卵を確保することは、安定した種苗生産技術を確立するための不可欠な要素である。卵質は親魚の年齢、栄養状態、飼育環境さらに産卵時期等により変化すると考えられている。一般的に、良質卵とは受精率およびふ化率が高く、奇形の発生率が低い卵であり、最終的には、成長に必要な諸器官を正常に完成するための必要条件を満たした仔魚を発生させる卵である。

ヒラメの卵質評価の指標として、浮上卵率、卵径、受精率、ふ化率、奇形率および無給餌生存指数 (Survival Activity Index[®]、以後SAIと略す) 等を用いるのが一般的である。各指標の調査法について福島県を例として以下に説明する。

浮上卵率：回収卵を静置して浮上卵と沈下卵を分離し、それぞれ計数して算出する。

卵径：70粒以上を抽出し、万能投影機で10倍程度に拡大して測定し、平均および標準偏差を求める。

受精率：受精卵は受精数時間後から卵割を開始し、未受精卵との判別が可能になることから、その時点で、生物顕微鏡下で発生が進行している卵の割合を求める。

ふ化率：浮上卵を容量500mlのビーカー2個にそれぞれ100粒前後収容し、ポリエチレンフィルムで密閉後、15℃の恒温室に約3日間静置し、全ふ化仔魚を計数して算出する。

奇形率：ふ化率の算出に用いた仔魚を万能投影機で拡大して算出する。

SAI：ふ化率および奇形率の調査とは別容器でふ化させ、そのうち肉眼で正常と思われる仔魚約100尾を容量1,000mlのビーカー1個に収容後、15℃の恒温室に静置して毎日一定時刻に斃死魚数を計数し、次式により求める。

$$SAI = \frac{\sum_{i=1}^k (N - h_i) i}{N}$$

(N：収容時の仔魚数、 h_i ： i 日目の斃死魚の累積尾数、 k ：生残が0となる日)

ただし、ふ化率および奇形率は卵収容約3日程度、SAIは最低7日以後でなければ結果が出ず、卵回収時に卵質を評価して収容か否かを判断するには不向きな点も多い。なお、SAIは、ふ化仔魚の蓄積エネルギー量を反映しているものであり、卵質評価の重要な指標と考えられる。そこで、このSAIを早期に予測するため、他の評価指標との相関を調査したが、SAIは、どの指標ともほとんど相関関係が認められなかった(福島県未発表)。

卵質については、多岐にわたる調査項目はあるものの卵質を瞬時に客観的に表すインデックスはないのが現状である。現時点では、種苗生産の際の卵質評価法は確立されていない。

5) 卵の消毒法

卵の消毒は7機関中3機関(北海道、青森県、日裁協宮古事業場)で実施されており、浮上卵を分離後、止水で通気しながら1/200に希釈したイソジン海水溶液に5～15分間浸漬する方法がとられている。

6) ふ化方法とふ化仔魚の計数法

各機関のヒラメふ化管理法を表1～8に示す。ふ化槽にはポリカーボネイト水槽や市販アルテミアふ化器が用いられ、水温は15℃前後、収容密度は100万粒/m³を目安に、換水率5～7回転/日の流水で管理されている(図1～2)。また、沈下卵はサイフォン等で毎日除去される。

各機関のヒラメふ化仔魚の計数法を表1-9に示す。ふ化仔魚の数は、収容卵数と総沈下卵数の差からも推定できるが、ふ化終了後に仔魚の数を計数するのが確実である。

仔魚の計数は容積法で行われるが、ふ化水槽から直接計数する方法とふ化水槽から1度容量100~200ℓのポリカーボネイト水槽に収容して計数する方法とに大別される。仔魚の数は、卵の計数と同様に50~100mlのピッカーまたは、10mlピペットで3~10回計数した平均、あるいは直径8~13mm程度の管により数回柱状サンプリングした平均で求める。

表1-8 ふ化管理法

道 県 名	ふ 化 水 槽	収容卵数 (万粒/m ³)	ふ化水温 (℃)	注水量 (ℓ/時)
北 海 道	1 m ³ ポリカーボネイト水槽	75	15	微 量
青 森 県	0.5 m ³ アルテミアふ化器	300~400	14~17	100~150
岩 手 県	0.5 m ³ アルテミアふ化器			流 水
宮 城 県	1 m ³ ポリカーボネイト水槽	100	16~18	止 水
福 島 県	0.5 m ³ アルテミアふ化器	80~100	16~18	100~150
茨 城 県	0.5 m ³ ポリカーボネイト水槽 内側に円錐状のゴースネットを 設置 (φ1×0.8 m)		13~15	微 量
日裁協宮古	0.5 m ³ アルテミアふ化器	200~300	15~18	100

注1 各機関とも微量の通気を実施している。

注2 茨城県は、ふ化直前の卵を飼育水槽に収容する。

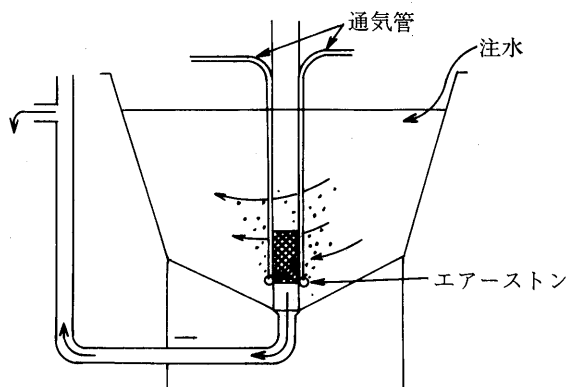


図1-2 アルテミアふ化器を利用した卵管理槽模式図

表1-9 ふ化仔魚計数法

道 県 名	計 数 法
北 海 道	ふ化水槽の数カ所から直径13 mm の塩ビ管により柱状サンプリングで計数する。
青 森 県	ふ化終了後、注水及び通気を止め、ふ化仔魚を200ℓポリカーボネイト水槽に收容し、通気で攪拌しながら、10 ml ピペットで10回計数する。
岩 手 県	直径8 mm のガラス管による柱状サンプリングで計数する。
宮 城 県	ふ化仔魚を100ℓポリカーボネイト水槽に收容し、攪拌しながら、直径13 mm の塩ビ管で水槽の数カ所から柱状サンプリングで計数する。
福 島 県	ふ化終了後沈下卵を除去し、ふ化槽内で攪拌しながら100 ml ビーカーで3～5回計数する。
茨 城 県	ふ化直前の卵を容積法で計数する。
日裁協宮古	ふ化終了後ふ化水槽で通気を少し強め攪拌し、容積法で計数する。

7) ふ化仔魚收容尾数の決定法

種苗生産を開始するに当り、收容した仔魚数を正確に把握する必要がある。各機関のふ化仔魚收容尾数の決定法を表1-10に示す。

正常なふ化仔魚は水面に浮上する傾向があることから、收容尾数の決定にはふ化槽のエアーを止め、浮上した仔魚をバケツやボールですくい取って飼育槽へ收容した後、残りの仔魚を再度計数する方法や、ふ化仔魚が均等に分布するように弱く攪拌しつつ必要尾数に相当する容積を飼育水槽に收容するなどの方法がとられている。

表1-10 ふ化仔魚收容尾数の決定法

道 県 名	決 定 法
北 海 道	ふ化槽を攪拌し、必要尾数分を收容することで決定する。
青 森 県	ふ化仔魚を收容した200ℓポリカーボネイト水槽を攪拌し、必要尾数分の容積を收容することで決定する。
岩 手 県	ふ化槽を攪拌し、必要尾数分の容積を收容することで決定する。
宮 城 県	ふ化仔魚を收容した100ℓポリカーボネイト水槽を攪拌し、必要尾数分の容積を收容することで決定する。
福 島 県	ふ化槽のエアーを止め浮上した仔魚を收容した後、ふ化槽内の残りの仔魚を容積法で計数し、ふ化仔魚数との差から決定する。
茨 城 県	ふ化直前の卵を收容し、別容器(3～4ℓ)でのふ化率から決定する。
日裁協宮古	ふ化槽のエアーを止め浮上した仔魚を收容した後、ふ化槽内の残りの仔魚を容積法で計数し、ふ化仔魚数との差から決定する。

8) 疾病予防対策

疾病予防対策として、以下のことが実施されている。

- ① 飼育水槽，飼育棟への部外者の立ち入りを規制する（福島県，青森県，日裁協宮古）。
- ② 飼育棟入場時に履物，手等を消毒する（岩手県，福島県，青森県）。
- ③ 残餌を早期に除去するほか，週1回程度の頻度で飼育水の90%以上を強制的に排水しながらブラッシングにより底面の汚れ等を除去して飼育環境を清潔に保つ（福島県）。
- ④ 定期的に体表を検鏡する（北海道，青森県）。
- ⑤ 測定や移槽によるスレ防止として，ニフルスチレン酸ナトリウム5～10ppmで4時間薬浴を実施する（福島県）。
- ⑥ 移槽後，飼育水槽の塩素消毒を実施する（青森県，福島県，日裁協宮古）。

ヒラメ親魚の主な疾病はイクチオボド症、トリコジナ症等の寄生虫病で、対策としてホルマリン50～250ppmで1時間の薬浴法がとられている。また、細菌症の事例は少ないものの、泉²⁾によりニフルスチレン酸ナトリウム10ppmで4時間薬浴して治癒した低毒性のビブリオ病が報告されている。

引用文献

- 1) 新聞脩子・辻ヶ堂 諦(1981) カサゴ親魚の生化学的性状と仔魚の活力について。養殖研究所研究報告，2，11-20。
- 2) 泉 茂彦(1985) ヒラメ親魚から分離された Vibrio 病について。福島県水産種苗研究所昭和60年度事業報告，55-58。

2. 種苗生産（全長20～30mmまで）

(1) 種苗生産目標、用途ならびに事業化

平成3年度における種苗生産目標と、将来的な生産目標について表2-1に、また、各道県における生産種苗の用途及び事業化の予定について表2-2に示した。

表2-1 各道県の種苗生産目標

道 県 名	平成3年度		種苗生産目標		放流目標	
	全長 (mm)	数量 (千尾)	全長 (mm)	数量 (千尾)	全長 (mm)	数量 (千尾)
北 海 道	30	200	30	1,600	80	1,000
青 森 県	15 (30)	7,500 (3,300)	15 (30)	7,500 (3,300)	50	2,000
岩 手 県	30	400	30	400		
宮 城 県	30	350	30	350		
福 島 県	30	250	30	1,460	100	1,000
茨 城 県	30	300	30	300		
日 裁 協 宮 古	30	2,000	30	2,000		

() 内の数字は30mmとした場合の数量

表2-2 生産種苗の用途、事業化等

道 県 名	生産種苗の用途	事 業 化
北 海 道	放流及び養殖用	平成8年度事業開始予定
青 森 県	放流用	昭和62年度協会設立、 平成2年度事業スタート
岩 手 県	放流用	平成11年度事業開始予定
宮 城 県	放流用	平成7年度事業開始予定
福 島 県	放流用	平成8年度事業開始予定
茨 城 県	放流技術開発調査用	平成7年度事業開始予定
日 裁 協 宮 古	各道県配付用 資源添加技術開発用	

なお、各道県および日裁協宮古における過去4年間（昭和63年度～平成3年度）の種苗生産実績の概要を表2-3～9に示した。

表 2-3 種苗生産の概要 (北海道)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	5. 2~6. 3	27.0~50.9	1,520	11.0~137.0	57~60	30.0	270	8.6~23.4
元	5. 5~5. 9	42.7~61.0	1,599	45.0~126.0	60	32.3	210	13.1
2	5. 6~5.10	24.6~38.7	790	10.0~68.0	58	28.0~31.2	360	45.8
3	5.14~5.17	2.3~34.5	673	18.0~460.0	56	23.7~30.4	271	40.2

表 2-4 種苗生産の概要 (青森県)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	4.26~7.11	39.0~91.7	2,832.5	28.3~56.0	55~61	19.5~25.9	144.2	8.0~41.3
元	5.12~6.25	39.7~79.7	921.5	10.4~30.0	45~67	20.4~28.7	75.7	3.4~17.0
2	4.25~7.19	36.0~97.0	11,400.0	15.0~34.0	33~54	14.0~24.5	9,930.0	48.0~94.0
3	4.13~7. 6	70.2~94.2	9,920.0	20.0~34.0	34~41	14.8~16.7	8,080.0	62.5~90.0

表 2-5 種苗生産の概要 (岩手県)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	4.22~7.25	56.5~99.7	16,572.0	5.0~39.0	54~78	27.1~30.3	245.0	0.8~8.4
元	4.11~5. 1	14.0~85.7	3,430.0	3.0~40.0	69~71	23.2~32.7	1,675.0	48.8
2	4.24~5.23	26.0~52.4	1,350.0	5.0~11.0	50~69	21.5~35.9	322.0	6.8~43.5
3	4.15~4.24	34.4~35.6	1,382.0	6.1~15.3	64~76	22.2~35.9	371.8	23.9~29.6

表 2-6 種苗生産の概要 (宮城県)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	5.19~6.20	51.0~62.4	550.0	27.0~40.0	64~66	32.4~37.5	330.0	50.7~65.7
元	5.19	35.9	1,100.0	32.3	60~116	32.0~62.6	318.0	28.6
2	5.16~6. 7	47.3~80.0	964.0	26.7~32.0	64~143	38.6~106.4	320.0	30.7~59.4
3	5.31~6. 3	37.8~67.7	1,167.0	28.8~29.6	58~75	31.5~47.9	252.0	10.3~33.2

表 2-7 種苗生産の概要 (福島県)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	4. 1~4. 8	72.3~87.5	2,198.0	18.8~24.8	43~54	18.4~19.0	966.0	33.1~54.8
元	3.30~4.17	49.0~86.4	1,329.0	10.8~15.7	35~43	18.3~21.8	351.0	4.7~62.1
2	4. 9~4.17	35.7~90.1	1,317.0	11.8~26.2	40	19.8~22.1	682.6	16.1~91.8
3	4. 8~4.19	60.6~78.7	1,004.0	9.5~15.7	40~42	20.0~22.7	612.8	3.0~98.0

表 2-8 種苗生産の概要 (茨城県)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	4.19~5.14	94.0~96.0	1,012.0	15.4~18.7	24~28	14.0~17.7	632.5	54.4~68.7
元	4.17~5.11	98.3~99.3	949.0	7.0~15.6	40~51	15.3~18.0	650.0	45.7~74.5
2	4.6~5.12	95.0~97.8	1,289.0	10.0~14.6	29~41	14.4~15.8	560.0	30.6~82.5
3	4.4~6.13	86.7~100.0	1,456.0	11.3~20.0	25~40	13.0~20.0	494.0	11.2~47.8

表 2-9 種苗生産の概要 (日裁協宮古事業場)

年度	採卵月日	ふ化率 (%)	収容尾数 (千尾)	収容密度 (千尾/m ³)	飼育日数 (日)	サイズ (TL mm)	生産尾数 (千尾)	生残率 (%)
63	5.16~6.5		3,500.0	20.0~26.0	42~64	20.0~34.9	1,962.5	56.1
元	5.15~6.7	84.2~94.2	3,600.0	20.0~26.0	46~58	20.0~31.9	2,969.0	82.5
2	5.15~6.12	53.9~75.1	3,200.0	12.0~26.0	46~59	20.9~31.0	2,594.9	81.1
3	5.15~5.18		3,000.0	28.0~32.0	46~62	21.0~45.2	2,511.5	83.7

(2) 生産方式

太平洋北区の各機関での生産方式について以下に述べるとともに、代表例を模式的に図 2-1 ~ 7 に示す。

a) 北海道栽培漁業総合センター (分槽方式)

収容密度 (2~10万尾/m³) が高いので、TL 5 mm の時に水位を下げ容量 15l のバケツで水ごとすくって分槽する。また、46~56日齢の間で選別を行う。

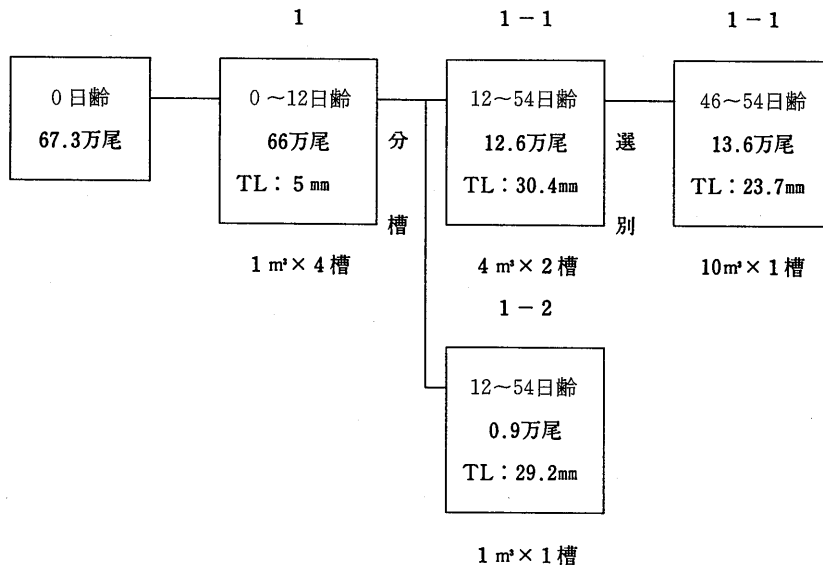


図 2-1 生産方式の模式図 (北海道, 平成 3 年度)

b) 青森県栽培漁業振興協会（分槽方式）

収容密度（2.5～3万尾/m³）が高いため、13～15日齢にかけて、昼間、水槽上部を暗幕で覆い蛍光灯照射によって仔魚を集めてバケツで分槽する。なお、分槽に際して、元水槽と分槽水槽の水温差を生じないように調整することが重要である。

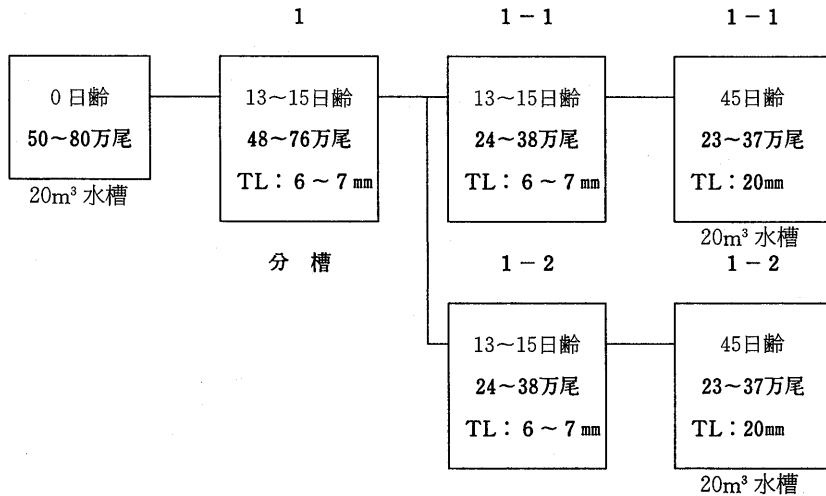


図2-2 生産方式の模式図(青森県, 平成2年度)

c) 岩手県南部栽培漁業センター（分槽方式）

汚れの少ない水槽で着底させるために、20～30日齢頃に仔魚を夜間灯火で集めφ65mmのサイフォンホースで新しい水槽へ移槽する。この際の水槽間の落差は10cm程度に保つ。なお、半数程度が着底した30～40日齢頃に、着底できずに遊泳している仔魚をφ65mmのサイフォンホースで新しい水槽に分槽する。

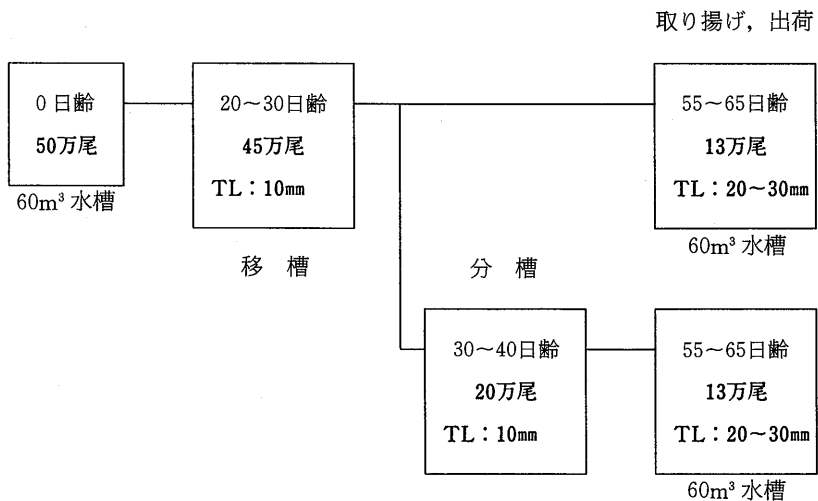


図2-3 生産方式の模式図(岩手県, 平成2年度)

d) 宮城県栽培漁業センター（分槽方式）

収容密度（2.5～2.8万尾/m³）が高いので、20～25日齢頃にバケツで水ごとすくいにとって新しい水槽に3～4万尾を分槽する。

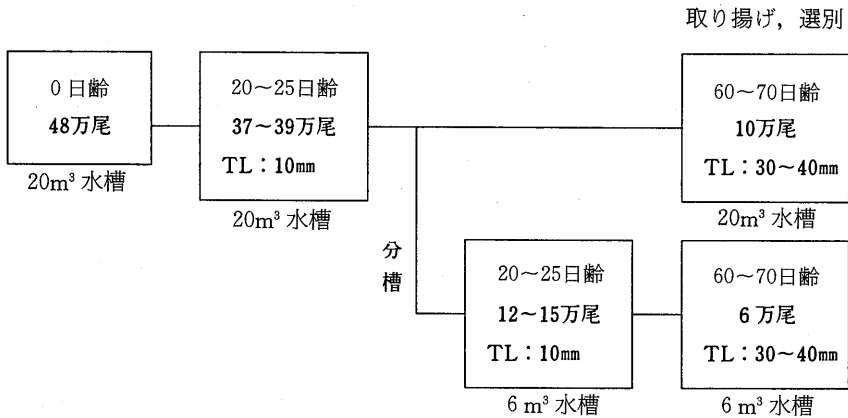
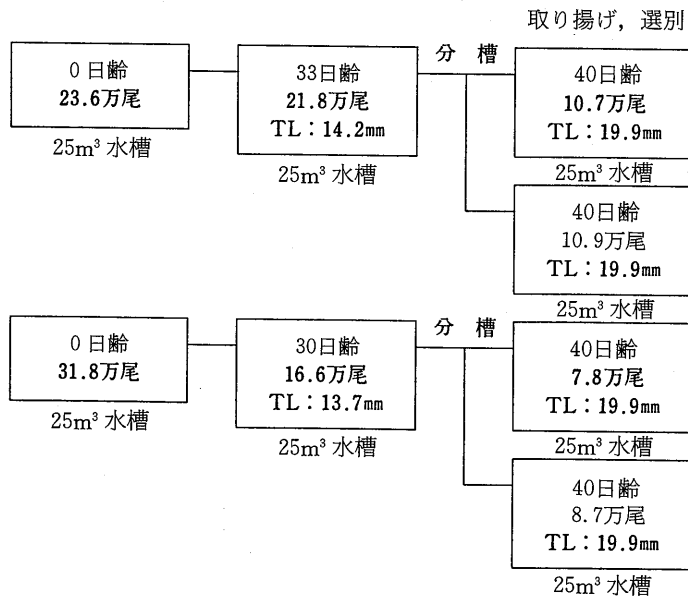


図2-4 生産方式の模式図（宮城県，平成2年度）

e) 福島県栽培漁業センター（一貫方式）

ふ化仔魚（収容時1.2万尾/m³）から着底まで一貫した飼育を行っている。生残尾数が多い場合は、30日齢前後にサイフォンホースにより分槽して密度を低下させる。

分槽の方法は日裁協宮古事業場の2回目の分槽方法と同様である。



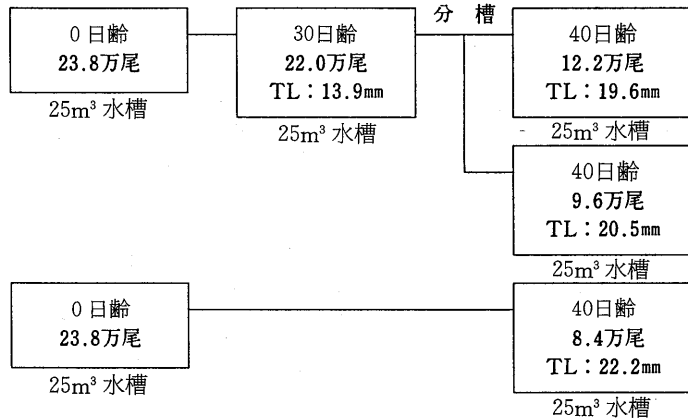


図 2 - 5 生産方式の模式図(福島県, 平成 2 年度)

f) 茨城県栽培漁業センター (分槽方式)

コンクリート水槽 (20m³, 長さ4.5×幅2.7×深さ1.8m) に30万粒程度の卵を収容し、ふ化後も密度の調整をせずに着底期まで飼育する。その後 TL 15mm 前後で着底した稚魚から順次サイフォンホースで吸い上げて、20m³水槽に設置した網生簀 (1.5×4.0m) に収容する。この際に1槽5万尾前後となるように密度調整を行い、更に TL 30mm で1回目の選別を行って、1槽3万尾程度に調整する。

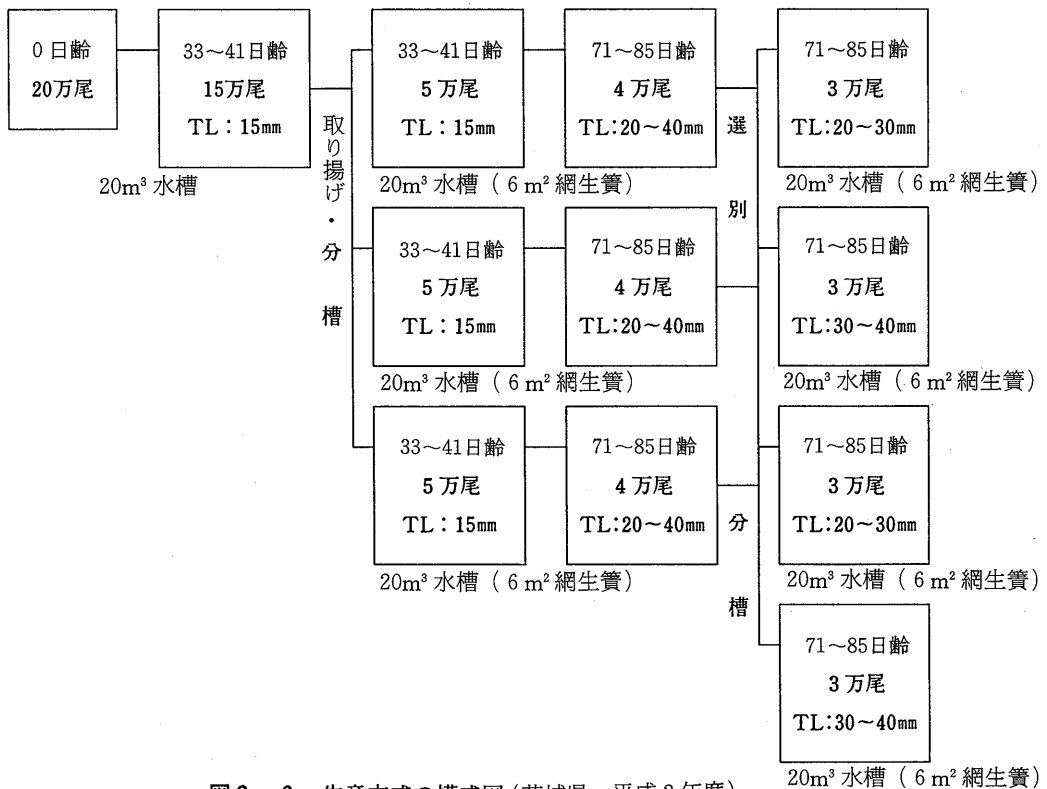


図 2 - 6 生産方式の模式図(茨城県, 平成 2 年度)

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場（分槽方式）

収容密度（2.0～2.4万尾/m³）が高いため、15日齢頃（TL 8 mm）仔魚を夜間灯火で集め、φ50mmのサイフォンホースで分槽（50～60万尾/槽、1.0～1.2万尾/m³）を行う。その際、水槽間の落差を10～20cm位に保つ。なお、ろ過水の注入で新しい水槽の水位を保とうとすると、急激な水変りりの危険が考えられ、これを避けるため、元水槽の飼育水を予め分槽水槽に入れておくとともに、分槽時に分槽先の飼育水をポンプで元水槽に環流させる必要がある。

着底期頃から体高の急激な増大で過密になるため、30～35日齢（TL 15mm）頃に元水槽、分槽水槽より第2回目の分槽を行う。この時の分槽は元水槽、第1回目の分槽水槽から表層の魚をφ50mmのサイフォンホースで、昼間新水槽に分槽する（0.6～0.7万尾/m³）。取り揚げ時（50日齢 TL 24～27mm）の上限密度は50m³水槽で30～35万尾/槽（0.80～0.92万尾/m³）程度と考えられるので、生残が多い場合は再度分槽を行い密度の低下を図る。

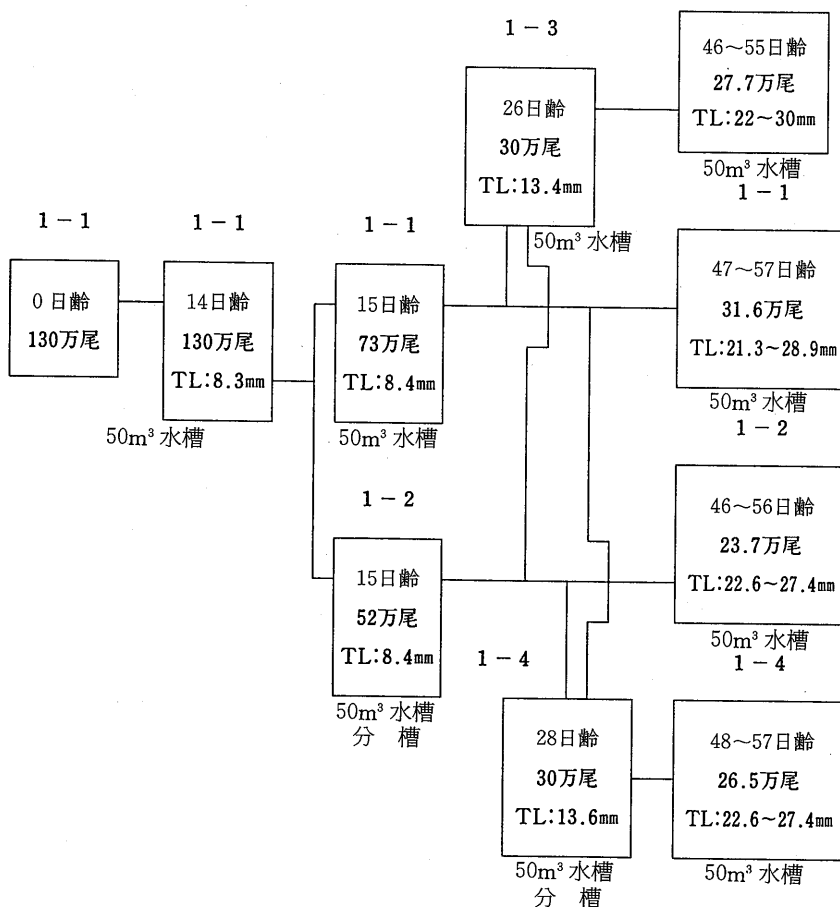


図2-7 生産方式の模式図（日裁協宮古事業場，平成2年度）

以上のように、大部分の機関が分槽方式で飼育しているが、一貫方式の飼育でも生残率が高く推移した場合は、密度を低下させるための分槽を行なっている。なお、分槽方式では飼育開始当

初の収容密度，分槽時期，分槽サイズ，分槽密度，さらに最終的な水槽繰りを当初から計画しておくことが必要である。

また，分槽には，仔魚期のパッチ状分布や走光性などの習性を利用して，バケツやサイフォンホース（φ50～65mm）により行うが，特にサイフォンホース使用の場合は日裁協宮古事業場の事例が参考となる。

(3) 飼育管理

1) 飼育開始時期

太平洋北区の天然ヒラメ産卵時期は5月～8月（水温13～20℃）と長期にわたるが，種苗生産においては各機関とも親魚に加温処理等を施し早期採卵を行っており，飼育開始時期は4月上旬～5月上旬の範囲内にある（表2-10）。各機関の飼育開始時期は，現状の施設で目標を達成するための数回にわたる生産，他魚種種苗生産との調整のための飼育期間の制約，中間育成時の労力・気象条件などを考慮して設定されている。また，太平洋北区でのヒラメ種苗は放流が主体であり，放流の適期，適正サイズを考慮して飼育開始時期が決定されている。

表2-10 飼育開始時期等（昭和63～平成2年度）

	北海道	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
天然魚の産卵期	6月下旬～ 8月上旬	5月下旬～ 7月下旬	6～8月	6～7月	5月下旬～ 7月下旬	3月下旬～ 7月上旬	6月上旬～ 8月中旬
水温範囲（℃）	13～18	13～18	14～20	13～20	13～20	13～20	13～17
養成親魚の採卵開始～ 終了時期	4月中旬～ 7月下旬	3月下旬～ 7月下旬	3月下旬～ 7月中旬	4月下旬～ 7月上旬	2月中旬～ 7月下旬	3月下旬～ 7月上旬	3月下旬～ 7月中旬 (加温処理等による早期採卵)
生産回次別水温 No. 1	5月上旬 18℃	4月中旬 15～18℃	4月下旬 11～20℃	5月中旬 17～20℃	4月中旬 16～20℃	4月上旬 14～20℃	5月中旬 17～18℃
No. 2		4月下旬 15～18℃	5月上旬 16～20℃	6月上旬 17～20℃	4月中旬 16～20℃	4月上旬 14～18℃	6月上旬 17～18℃
No. 3		5月下旬 16～19℃	5月中旬 16～20℃		4月中旬 16～20℃	4月中旬 14～20℃	
No. 4		6月上旬 16～19℃			4月中旬 16～20℃	4月中旬 13～18℃	
No. 5		7月上旬 17～20℃				5月中旬 15～21℃	
							(1部あるいは全期間加温飼育)

各機関の飼育開始時期の範囲は以下のとおりである。

a) 北海道栽培漁業総合センター

5月上旬～下旬に採卵したものを使用する。

b) 青森県栽培漁業振興協会

4月中旬～7月上旬の間で5回生産を行っている。しかし，7月に種苗生産を開始するとナンノクロプシスの培養水温が25～26℃にまで上昇することによってL型ワムシに活力不

良が生じ、疾病の発生および有眼側の白化率の上昇等につながる事例がみられる。このため、遅くとも6月中旬頃までに種苗生産を開始することが望ましい。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

10月以降は施設をアユ種苗生産に使用するため、9月中に放流する必要がある、遅くとも5月下旬までに開始する。

d) 宮城県栽培漁業センター

TL 30mm以降の中間育成は漁業協同組合によって行われており、10月以降はカキ出荷作業のため漁業協同組合によるヒラメの管理が困難となる関係から、5月下旬までに開始する。

e) 福島県栽培漁業センター

餌料藻類ナンクロロプシスの培養、他の魚種の種苗生産時期、放流場の餌料環境・水温の状況等から、遅くとも4月下旬までには開始する。

f) 茨城県栽培漁業センター

8～9月の台風時期の前に種苗生産を終了するため、4月中に開始することが望ましい。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

冬～春期の種苗生産（ニシン、ケガニ）との関係で、早くとも5月中旬以降になる。また、各県への配付時期、日裁協での利用、放流時期などを考慮すると、6月下旬までに開始するのが望ましい。

2) 飼育水槽

各機関が用いている飼育水槽の容積、形状、水深および材質などを表2-11および図2-8～14に示す。

表2-11 飼育水槽、容量等

道 県 名	寸 法 (m)	水 深 (m)	水 量 (m ³)	材 質	底面勾配	魚 取	設置場所	遮光施設
北 海 道	4.0×2.0×0.7	0.5	4	FRP			屋 内	有
	4.8×1.8×0.7	0.5	6	コンクリート				
	1m ³ パンライト	0.9	1					
青 森 県	5.0 (直径) (八角形)	1.0	20	コンクリート	1/50	有	屋 内	有
		1.2	24	コンクリート	1/50	有		
岩 手 県	15.0×4.0×1.3 (回流式)	1.0	50	コンクリート	1/50		屋 内	無
宮 城 県	4.5×3.1×1.4 4.5×1.5×1.0	1.2	17	コンクリート	1/30	有	屋 内	有
		0.8	5	コンクリート	1/30	有		
福 島 県	9.0×3.0×1.0	1.0	25	コンクリート	1/50	有	屋 内	有
茨 城 県	4.5×2.7×1.8	1.65	20	コンクリート	2/45	有	屋 内	有
日裁協宮古	8.0×4.8×1.6	1.3	50	コンクリート	1/70	有	屋 内	有

ア) 容 積

太平洋北区では容積1～50m³の水槽が使用されているが、20m³前後と50m³の水槽が主体

になっている。

一般に、これらの水槽数面を1ブロックとし、生残率、成長等をも考慮して、密度を調整する分槽方式で着底期まで飼育する例が多い。なお、太平洋北区以外の機関では、比較的大型の水槽が使用されており、50m³以上の例が多いが、中には100m³以上の水槽を使用している機関もみられる。

飼育水槽は、各機関の実情に応じて、また、生産規模や飼育方式などによって選定されているが、ふ化仔魚の確保、飼育環境、管理面等を考慮すると、今後は量産化の方向が指向されているとはいえ、20～50m³水槽が適当と思われる。

イ) 形状

長方形が多く、正方形の四隅を切り落とした八角形のものもみられる。水の動き、交換率、沈澱物の集積などを配慮すれば円形および八角形がよく、また、網生簀の設置を考慮すれば長方形および正方形がよいと考えられる。

なお、岩手県のように、回流水槽が魚類飼育にも利用され始めており、今後の展開が注目される。

ウ) 水深

飼育水の深さは0.5～1.65mの範囲であり、1m前後が多い。ヒラメは変態後に着底するので、底面積の確保に重点をおくべきであり、換水効率を考慮すれば水深は1m程度で十分であろう。

エ) 材質

太平洋北区では、北海道の4m³FRP水槽を除き、全てコンクリート水槽を使用している。この他、ヒラメ種苗生産ではキャンバスシート水槽なども使用されているが、施設費、耐用年数、使い易さなど種々の要素を考慮すれば、数10m³規模では今のところコンクリート水槽が妥当と思われる。

3) 注・排水方法

飼育槽への注水は、水槽容量で異なるが、φ25～75mm管で1～4カ所から行われる(図2-8～14)。注水口は直下式が多いが、エルボーと塩ビパイプを連結し、水面と平行に方向性を持たせ、さらにシャワー方式とする方法もある(図2-15A, B)。また、飼育水槽内の死水の防止や残餌等の汚物を水槽中央部に集めるため、エアブロックをうまく配置し、飼育水を循環させている機関もみられる。

水槽の排水口は、底部中央あるいは側面下部に1～2カ所設置されていることが多い(図2-8～14)。仔魚が浮遊期間中は、ネットを張った換水用のアンドンを使用して、1～数本のサクシオンホース等により排水が行われている。なお、福島県栽培漁業センターは側面下部にスクリーンネットを設置して排水を行うなど、各機関で水槽の構造に合わせて工夫している。

各機関が使用している排水用アンドンについて、形状、材質、目合及び使用時期を表2-12に示した。なお、目合は注水量とのバランス及び稚魚の成長を考慮して適宜交換する方法がとられている。

4) 換水率

飼育水の換水率は、機関により、また水槽の大きさ及び形状により異なる。その代表的な例を表2-13～19に示す。おおむね飼育当初は止水、仔稚魚が成長するに伴って換水率を高め、

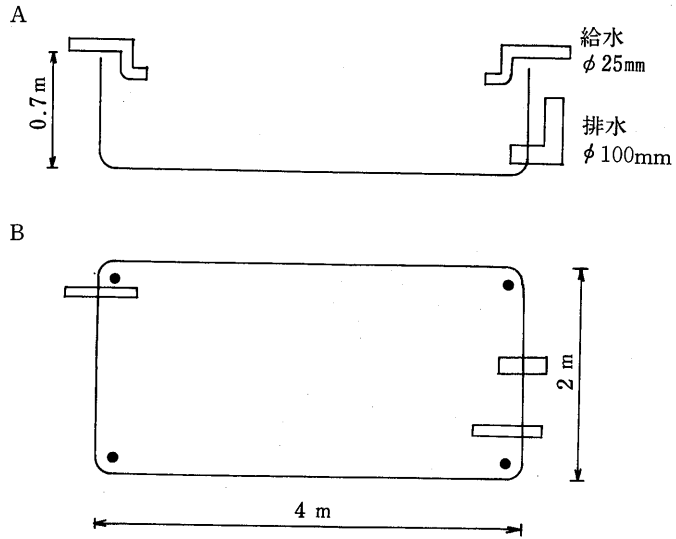


図 2 - 8 4 m³ 生産水槽の模式図(北海道)
 A : 断面図, B : 平面図,
 黒丸はエアレーションの位置を示す, 以下同じ

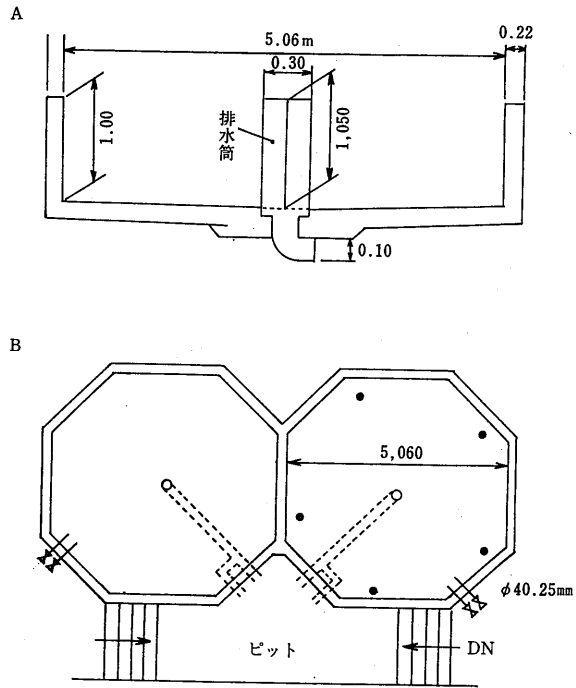


図 2 - 9 20 m³ 生産水槽の模式図(青森県)

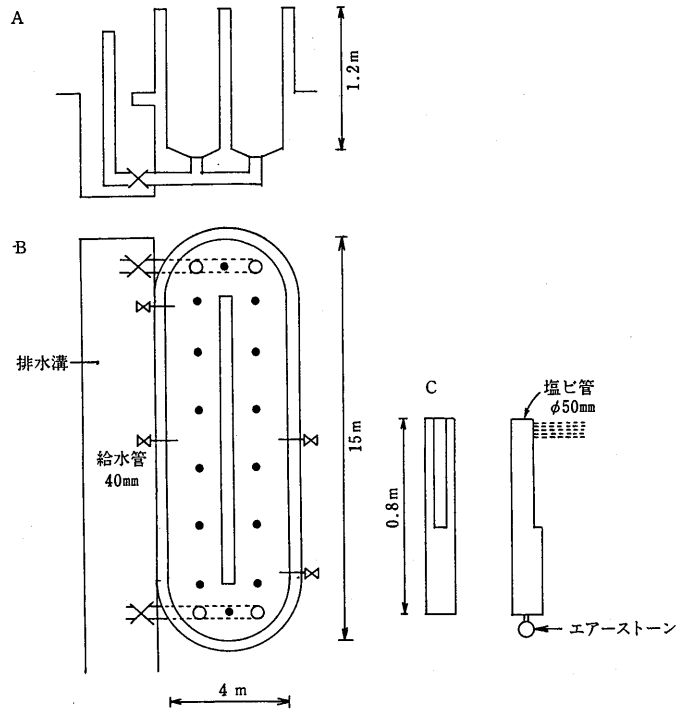


図 2 - 10 回流式50m³生産水槽の模式図(岩手県)
C : 着底以降用いる通気装置

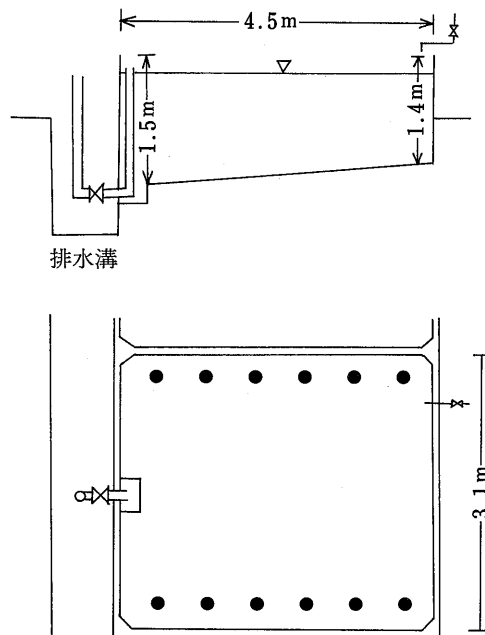


図 2 - 11 20m³ 生産水槽の模式図(宮城県)

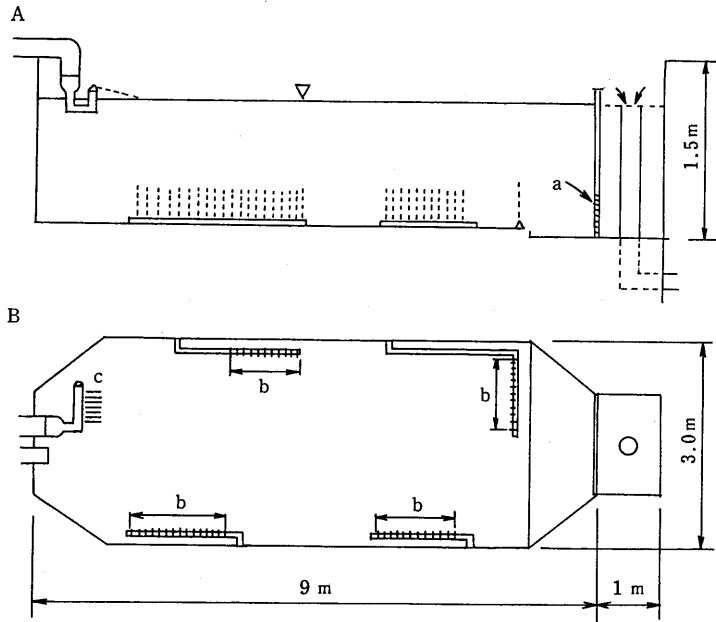


図 2 - 12 25m³生産水槽の模式図(福島県)

a: 排水用スクリーン, b: エアブロックのエア-の出る部分, c: シャワー式注水部分

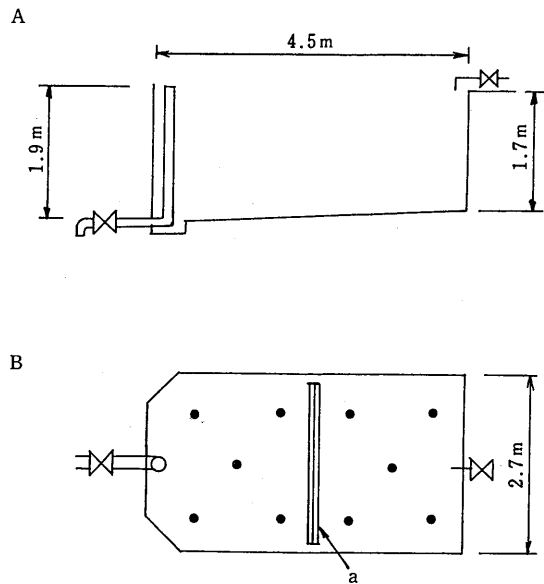


図 2 - 13 20m³生産水槽の模式図(茨城県)

a: 被膜除去器

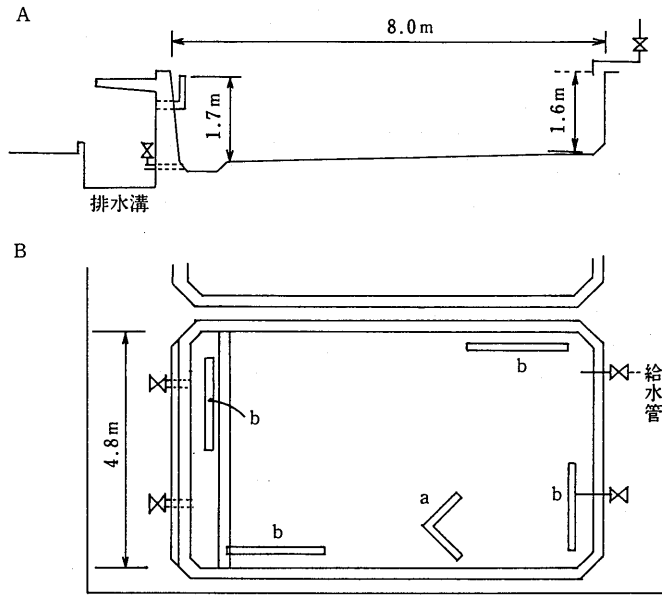


図2-14 50m³生産水槽の模式図(日裁協宮古事業場)
a: 被膜除去器, b: エアブロック

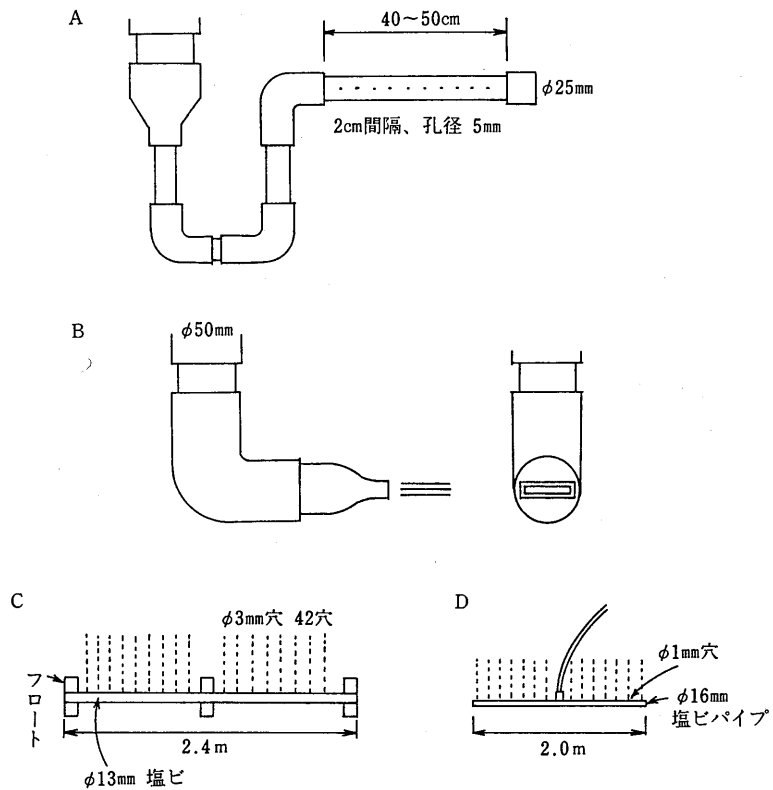


図2-15 特殊な注水器具, エアブロック等
A: シャワー方式の注水器具, B: 塩ビ先端加工による注水器具,
C: 発泡スチロールによる被膜除去装置, D: エアブロック

表2-12 排水用具の材質、目合、形状及び使用時期等

道県名	ふ化後日数 (日)	材 質	目 合 (μm)	網 地 商 品 名	形 状	寸 法 (cm)
北海道	4~14	ポリエチレン	408	ニップ強力網	角型アンドン	30×30×60
	15~25	ポリエチレン	526	ニップ強力網		
	26~40	ポリエチレン	761	ニップ強力網		
	41~50	ポリエチレン	2,000	ニップ強力網		
	51~70	ポリエチレン	3,000	ニップ強力網		
青森県	1~11	ポリエチレン	526	メッシュスクリーン 40目	円筒型	内径 30×110
	12~20	ポリエチレン	925	メッシュスクリーン 24目		
	21~29	ポリエチレン	1,243	メッシュスクリーン 18目		
	30~45	ポリエチレン	1,572	メッシュスクリーン 14目		
岩手県	5~20	ナイロン	280	プランクトンネット	円筒型	内径 (15~20) × (110~150)
	20~50	ナイロン	950	プランクトンネット		
	50~60	ポリエチレン	3,200	トリカルネット		
宮城県	0~13	ポリエチレン	225	メッシュスクリーン 100目	角型アンドン	40×40×140
	14~20	ポリエチレン	408	メッシュスクリーン 50目		
	21~40	ポリエチレン	761	メッシュスクリーン 30目		
	41~	ポリエチレン	3,200	ネトロンネット		
福島県	0~30	テトロン	720	テトロンラッセル網 (28メッシュ)	堰板式スク リーン	56×25(3面)
	31~40	ポリエチレン	2,000	トリカルネット (N-9)		
茨城県	0~12	ポリエチレン	261	メッシュスクリーン 80目	方形アンドン	30×30×30
	12~着底	ポリエチレン	351	メッシュスクリーン 60目		
日裁協 宮 古	0~13	ナイロン	292	メッシュスクリーン 70目	角型アンドン	100×100×165
	14~17	ナイロン	526	メッシュスクリーン 40目		
	18~26	ナイロン	761	メッシュスクリーン 30目		
	27~	ナイロン	1,923	メッシュスクリーン 260径		

その後、終日にわたり注水する方法がとられている。なお、止水で飼育する期間は短くて4日程度、最長でも10日間であり、当初は水槽容量の1/3程度の水量とし、徐々に注水量を増して本来の水量とする方法が一般的である。

終日注水への移行は、早いところは TL 7~8 mm に成長する15日齢前後、一般的には TL 12~15mm の30~35日齢となっている。なお、TL 30mm 前後における換水率は3~4回転/日としている機関が多い。

表 2-13 成長に伴う換水率の変化と通気数等 (北海道, 角型 5.6 m³, 水量 4.0 m³)

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
4~14	3~6	2.5~68	0.07~1.9	6	1.33	ワムシ給餌時は1時間止水 アルテミア給餌期は給水量を 減じ, 配合給餌時に増やす。
15~25	6~10	100~150	2.8~4.2			
26~40	10~20	200~400	5.5~11.1			
41~50	20~30	500~800	13.9~22.2			
51~70	30~50	800~	22.2~			

表 2-14 成長に伴う換水率の変化と通気数等 (青森県, 八角形, 水量 20 m³および 24 m³)

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
0~4				5	4.3	飼育開始時 15~18 m ³ とし, 3~4日かけて 20~24 m ³ まで徐々に注水する。以降屋 間のみ流水飼育とし, 日齢 12日目以降終日流水とする。 更に, 注水方向を一定にし滞 留部分が出来ないようにす る。
5~7	4.0~5.0	24~36	昼間 10~15			
8~11	5.0~6.1	48~60	昼間 20~25			
12~15	6.1~7.5	24~100	昼間30~40 夜間10~30			
16~20	7.5~9.5	100~120	昼間45~50 夜間40			
21~27	9.5~12.8	100~145	昼間60 夜間40~50			
28~35	12.8~15.0	430	昼夜間 60			

表 2-15 成長に伴う換水率の変化と通気数等 (岩手県, 回流式 60 m³, 水量 50 m³)

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
0~5				18	2.8	5日目で 50 m ³ まで注水する。 3日に1度 10 m ³ 換水する。
5~20	4.3~8.8	10	3.5			
20~35	8.8~13.4	20	6.9			毎日 10 m ³ 換水する。
35~45	13.4~16.4	90	30			流水
45~50	16.4~17.9	170	60			流水
50~55	17.9~19.4	260	90			流水
55~60	19.4~20.9	350	120			流水

表 2-16 成長に伴う換水率の変化と通気数等（宮城県，角型 20 m³，水量 17 m³）

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
0~5				12	1.2	飼育開始時 10 m ³ とし、5~6日にかけて 17 m ³ まで徐々に注水する。その後、20日目頃までは5~50%の換水を行う。20日目以降は終日流水とする。
6~10	4.0~6.0	5~20				
11~20	6.0~10.0	20~50				
21~25	10.0~12.0	50~70	6~8			
26~30	12.0~14.0	70~100	8~12			
31~50	14.0~28.0	100~300	12~35			
51~60	28.0~40.0	300~500	35~60			

表 2-17 成長に伴う換水率の変化と通気数等（福島県，角型 27 m³，水量 25 m³）

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
0~10	3.5~6.3		微注水	8	3.37	飼育開始時 20 m ³ とし、10日間で微注水により 25 m ³ まで増水し、その後はシャワーリング方式による流水飼育とする。 また、10日目以降 30日目まではφ40 mm 塩ビパイプ製エアリフト 1基、それ以降はφ1 mmの穴をあけたφ13 mm 塩ビパイプを池内 4カ所に設置し、通気により飼育水の攪拌と還流を促す。
11~20	6.5~10.5	20~50	3.5~8.0			
21~30	10.9~14.5	70~150	12~26			
31~40	15.1~20.0	210~300	33~47			

表 2-18 成長に伴う換水率の変化と通気数等（茨城県，角型 20 m³，水量 20 m³）

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
10~30	6.0~10	90	12	10	1.2	終日注水を検討中
30~40	10~15	150	20			

表 2-19 成長に伴う換水率の変化と通気数等（日裁協宮古事業場，角型 60 m³，水量 50 m³）

日 齢 (日)	全 長 (mm)	換 水 率 (%)	注 水 率 (ℓ/分)	通 気 数		備 考
				(個)	(m ² /個)	
0~5						飼育水量 35 m ³ で開始し、4~7日かけて 50 m ³ まで徐々に注水する。その後、昼間のみ流水とし、14日目以降は終日流水とする。
6~10	4.2~6.0	14~45	昼間 20~60			
10~13	6.0~7.0	40~60	昼間 40~60			
14~25	7.0~12.0	90~120	昼間60 夜間20			
26~30	13.0~14.0	120~180	昼夜間 60			
31~50	14.0~27.6	180~350	昼夜間 70~120			
				φ16 mm × 2 m の塩ビパイプ 4基。10 cm 間隔でφ1 mmの穴を開けたエアブロック方式。		

5) 遮 光

太平洋北区では、ヒラメの飼育水槽は全て屋内に設置されている。各機関の遮光の方法と考え方を以下に述べる。

a) 北海道栽培漁業総合センター

窓および水槽の上面を遮光幕（遮光率75%）で覆う。

b) 青森県栽培漁業振興協会

直射日光が水槽内に差し込むと、水槽壁面に付着珪藻が繁茂して汚れることなどから、遮光率85%程度の遮光幕で屋根の採光部を覆う。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

高照度は浮遊期仔魚の大量斃死に大きく関係するので、屋外水槽での飼育には遮光が必要である。一方、屋内水槽の場合には、光がナンノクロロプシスの増殖を促進するため遮光はしない。

d) 宮城県栽培漁業センター

飼育棟の屋根は透明ガラスが使用されており、直射日光が水槽内に差し込むと水槽壁面に付着珪藻が繁茂するため、水槽上面を遮光率90%程度の遮光幕で覆う。

e) 福島県栽培漁業センター

プラスチック波板屋根からの透過光を抑制するため、水槽上面を遮光率50%の黒色遮光幕で覆う（最高照度10,000 lx）。

f) 茨城県栽培漁業センター

飼育棟屋根は半透明のFRP製で光の透過率が高いため、遮光幕を天井および窓に吊り下げている。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

上屋屋根に透明ガラスが使用されており、直射日光が水槽に差し込むと水槽壁面に付着珪藻の繁茂で汚れることから、給餌、底掃除等の作業に支障をきたさないよう屋根部分を遮光率90%程度の遮光幕で覆う。

以上のように、各機関とも施設の状況に応じて遮光率を定めて遮光を行っている。一般的に、透過光の照度が高い場合、溶存酸素の過飽和によって生じるガス病、水槽底・壁面に海藻が繁茂することによる汚れなどを防除するため、遮光を行うことが望ましい。

6) 飼育水温

平成2年度の各機関における生産回次別の飼育水温を表2-10に示すとともに、各機関の飼育水温および温度制御法を以下に述べる。

a) 北海道栽培漁業総合センター

ふ化水温は15℃であり、仔魚を収容後水槽水温を1日1℃ずつ昇温させTL9mmまで18℃、TL18mmまで20℃、TL30mmまで21~22℃で飼育する。なお、昇温にはパネルまたはチタンヒーターを用いる。

b) 青森県栽培漁業振興協会

ふ化仔魚の収容時はふ化水温と同様（15~16℃）であり、収容後8~10日かけて17~18℃まで徐々に加温し、以降はTL15mmの取り揚げ時までその水温を維持する。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

ふ化水温は15℃前後であり、仔魚を収容後の水槽水温は加温により15℃以上を維持する。取水温が15℃を越えた段階で加温を中止し、天然水温（15～18℃）で飼育する。止水飼育期には保温のため夜間には水槽上面をシートで覆う。

d) 宮城県栽培漁業センター

ふ化仔魚の収容後、4～5日かけて18～20℃まで昇温し、以降は TL 30mm の取り揚げ時までその水温を維持する。

e) 福島県栽培漁業センター

ふ化仔魚収容後15日までは、1面（容量25m³）当り500Wヒーター4個で加温し、16℃以上の水温を維持する。それ以降は、温海水の単独注入あるいは自然海水と混合して18℃を維持する。なお、取水温が18℃以上になってからは、自然海水を単独注入する。

f) 茨城県栽培漁業センター

卵の収容後15～16℃に保温する。アルテミア給餌時期より17～18℃に保温する。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

ふ化仔魚の収容後2～3日かけて水温を17～18℃まで加温し、以降 TL 30mm の取り揚げ時までその水温を維持する。

以上のように、飼育水温は、ふ化仔魚収容時の15℃前後から数日間で18～22℃まで昇温し、それ以後 TL 30mm までこの温度範囲を維持している機関が多い。

なお、着底期までの飼育水温については、石田他¹⁾、安永²⁾、高橋・小倉³⁾等により15～22℃が望ましいと報告されているが、太平洋北区の飼育水温はいずれの機関もその範囲内にある。

7) 水づくり

水槽の消毒法、飼育海水およびナンノクロロプシス添加濃度について、各機関の状況を表2-20に示した。

ア) 水槽の消毒

各機関とも実施しており、主として次亜塩素酸ソーダ（濃度100～400ppm）で使用する数日前に行うのが一般的である。なお、残留塩素等を除去するため、消毒した水槽を数日間放置するか、あるいはチオ硫酸ソーダで中和した後、水道水または海水で充分洗浄し、乾燥して使用するなどの配慮が必要である。

イ) 飼育海水

ろ過海水を各機関とも使用している。ろ過方法として多くの機関が加圧式を採用しているが、重力式あるいは両者の併用型もみられる。さらに、2次ろ過する場合もある。

清浄な海水を飼育に用いることは、水質の維持、疾病防止の重要な要素であり、海水のろ過法については、取水される海水の質やその場の状況を考慮して選択される。

ウ) ナンノクロロプシスの添加

ふ化仔魚の収容から20～30日齢の期間に添加が行われており、そのときの添加濃度は50～300万セル/ml と幅は広いが、100～200万セル/ml 添加する例が比較的多く、アルテミア給餌期になると徐々に添加濃度を下げる機関が多い。

なお、ナンノクロロプシスの添加は、水中に適度の濁りを与えて魚を落ち着かせる効果や、

表 2-20 使用水槽の消毒，使用海水およびナンノクロロプシスの添加濃度等

道 県 名	水槽の消毒方法	使用海水のろ過法	ナンノクロロプシス添加		備 考
			濃度(万セル/ml)	期間(日)	
北 海 道	3~7日前ニッソウ ハイクロン 0.1%	重力式	50~300	20	ふ化仔魚収容時からワムシ 給餌期間添加し，ワムシ給 餌後 200 ~ 300 万 セル /ml に調整する。
青 森 県	使用前オスバン液 200 倍	重力式	100~200	20~25	ふ化仔魚収容時から添加 し，左記濃度を維持する。
岩 手 県	使用前に次亜塩素 酸ソーダ	加圧式	250	35	ふ化仔魚収容時から 35 日 目まで添加し，左記濃度を 維持する。
宮 城 県	使用前に次亜塩素 酸ソーダ	加圧式	50~200	20~25	ふ化仔魚収容時からワムシ 給餌期まで添加する。10 日目までは 100 ~ 200 万セ ル/ml を維持し，アルテ ミアふ化幼生給餌期 (12 日頃) から徐々に濃度を薄 くする。
福 島 県	使用前に次亜塩素 酸ソーダ	重力式	50~150	25	ふ化仔魚収容時から 10 日 まではやや高く 100 ~ 150 万セル/ml，アルテミア ふ化幼生給餌期 (15 日頃) から徐々に濃度を薄くし， 着底期には水槽底が観察で きるようにする。
茨 城 県	使用前に次亜塩素 酸ソーダ (100 ppm) で 1 昼夜処 理後水道水で洗浄 後 1 昼夜乾燥	一時ろ過 二次ろ過 (ミリポ アフィルター)	50~100	30~35	受精卵収容時から添加し， ふ化後から着底前まで飼育 水中の濃度を左記に調整維 持。従来はワムシ投餌期間 中のみの添加であったが， 照度条件が影響して摂餌が 悪化し，生残の低下が考え られたため，その後も添加 を行うようにした。
日裁協宮古	使用前に次亜塩素 酸ソーダ 400 ppm	重力式及び加圧式 の併用	50~200	30	ふ化仔魚収容時から添加 し，左記濃度を維持する。 特に仔魚のワムシの摂餌が 活発でない飼育初期 (0 ~ 10 日齢，TL 3 ~ 6 mm) は飼育水中に残ったワムシ の飢餓状態を防ぐため，濃 度 100 ~ 200 万 セル /ml を維持する。

シオミズツボワムシの飢餓防止のための餌料及び水質安定を目的としているが、その効果や適正濃度についてのデータは少ない。

8) 通 気

各機関の飼育水槽に設置されている標準的な通気口（エアーストーン等）の数は、表2-13～19に示すように、各通気口からの通気量により異なるが、1.2～4.3m²当り1個の割合である。なお、通気量についての正確な測定は各機関とも行っていないが、通常、飼育開始当初は弱く、仔魚の成長に伴って徐々に増加させている。

また、水面の油膜や浮遊物を除去するために、通気を利用した被膜除去器を設置している機関もある（図2-13a, 14a, 15C）。

なお、通気の目的としては、酸素量の維持、仔稚魚の分散、残餌・糞の集積等があげられている。各機関の通気装置の配置状況及び被膜除去器の設置などを以下に整理する。

a) 北海道栽培漁業総合センター

棒状エアーストーン（30cm）を1m³水槽に1本、4m³水槽は6本投入して通気する。仔稚魚の成長にともなって通気量を増やし、特に配合飼料給餌期には多少強めに通気する（図2-8）。

b) 青森県栽培漁業振興協会

各水槽（容積20m³）に棒状のエアーストーン（17cm）を5個投入して通気する。通気量は、飼育当初は微量、成長に応じて徐々に強める。ただし、強い通気により、還流が妨げられないよう配慮している（図2-9）。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

仔魚の浮遊期間中はエアーストーンを図2-10に示すように配置して通気する。なお、着底用の水槽では図2-10Cに示す器具を壁面に寄せて配置して通気する。

d) 宮城県栽培漁業センター

棒状エアーストーン（長さ12cm）を図2-11のように配置して弱く通気する。成長に伴って通気量を調整する。

e) 福島県栽培漁業センター

ふ化仔魚の収容時から1面当り8個のエアーストーン（角型8cm）で弱く通気し（5～10ℓ/分）、10日齢から30日齢頃までは排水部付近にφ40mmの塩ビパイプで作製したエアリーフトを水槽1面当り1基設置して仔魚の分散を図る。

それ以降は、図2-12に示すようにφ1mmの小孔をあけたφ13mmの塩ビパイプを水槽底に4カ所設置して通気し、飼育水を攪拌および還流させて、稚魚の分散と残餌・排泄物などの沈澱物を部分的に集積させている。

f) 茨城県栽培漁業センター

仔魚の成長にともなって通気量を調整する。止水飼育中（70ml/分の微注水は行）の10～12日齢頃までは常時飼育槽水面に被膜除去器を設置し、生物餌料および配合飼料による被膜を除去する（図2-13a, 15C）。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

仔魚収容直後から図2-15Dに示すエアブロックを用いて飼育水の攪拌と還流を行う（図2-14）。なお、0日齢（ふ化仔魚収容時）から着底期までは、換水率を低く抑えており、

水槽中央部にエアブロックを1本追加することもある。また、被膜除去器を設置して、水面を浮遊する被膜を除去している（図2-14a）。

9) 底掃除

飼育開始から5～10日齢までは、各機関とも底掃除は行っていない。それ以降の底掃除の頻度については、毎日あるいは2～3日に1度行う機関や、着底期まで汚れの状態を見ながら適宜行う機関がある。

各機関の底掃除の頻度および掃除用具について以下に述べる（表2-21）。

a) 北海道栽培漁業総合センター

底掃除は10日齢以降毎日行う。塩ビパイプの先端にブラシを取り付けた用具により、サイフォン方式で行う。

b) 青森県栽培漁業振興協会

底掃除は5日齢（TL 4 mm）頃から取り揚げ時の30～35日齢（TL 15mm）まで毎日行う。アクリルパイプの先端に家庭用掃除機の吸口を取り付けた用具により、サイフォン方式で行う。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

仔魚の着底期前に1～2回、着底以降は1～2回/週の頻度でT型底掃除機により掃除する。

d) 宮城県栽培漁業センター

底掃除は6日齢頃から2～3日毎に行う。φ13mmの塩ビパイプの先端に加工したチーズ

表2-21 底掃除用具の概要

道 県 名	形 式	吸 入 部 の 形 状	柄の長さ (m)	同左材質 径(mm)	サイフォン材質 径(mm)
北 海 道	サイフォン	家庭用掃除機 円型ブラシ	1.5～2.0	塩ビパイプ φ13～20	ビニールホース
青 森 県	サイフォン	家庭用掃除機 T型ブラシ	2.5～3.0	アクリルパイプ φ20	サクシオンホース φ25
岩 手 県	サイフォン	塩ビパイプ腹面にスリット をつけ柄先にT字形に取付 ける		塩ビパイプ φ16	
宮 城 県	サイフォン	チーズをT字形に加工し柄 先に取付ける	2.0	塩ビパイプ φ13	ビニールホース
福 島 県	サイフォン	異径ソケット(20×40 mm) の大口径先端を潰し、さら に底面との接触を良くする ため斜めに切断		塩ビパイプ φ20	サクシオンホース φ25
茨 城 県	サイフォン	塩ビパイプのみ	1.8	塩ビパイプ φ13, 16, 18	ビニールホース
日裁協宮古	サイフォン	塩ビパイプ腹面にスリット をつけ柄先にT字形に取付 ける	4～5	竹	カナライン φ40

を取り付けたT型底掃除機によりサイフォン方式で行う。

e) 福島県栽培漁業センター

ふ化仔魚収容後10日目頃から原則として2～3日毎に掃除する。φ16mm アクリルパイプの先に平たく加工した異径ソケット(20×40mm)を付けた用具により、サイフォン(φ16mm ループホース)方式で水槽全面を掃除する。なお、着底期頃から第1回取り揚げまでは部分的に集積した沈澱物のみをサイフォンで除去する。

f) 茨城県栽培漁業センター

6～9日齢から14日齢までは隔日に、それ以降は毎日掃除を行う。着底以降、網生簀収容後は2～3日間隔で底掃除を行う。底掃除用具としてφ13, 16, 18mmの塩ビパイプにビニールホースを付けた簡単なものを使用している。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

5日齢頃から着底(30日齢頃)までは毎日掃除する。着底期以降は、エアブロック方式により水槽中央部にゴミ等の沈澱物が集積しているため、その部分のみ毎日掃除する。底掃除機の先端はT型のサイフォン方式である。

10) 収容密度

各機関の過去4年間の仔魚の収容密度は表2-3～9に示すとおり、収容密度は3～460千尾/m³の範囲にある。各機関の生産方式、収容密度及び生残率の状況から判断すると、分槽方式、一貫方式ともに、今のところ10～40千尾/m³が妥当な収容密度と推察され、分槽方式により、この数値を維持している日栽協宮古事業場が高い生残を達成していることから、この収容密度が適当であることが実証されているものと考えられる。

なお、表2-3～9に示された極端な低密度および高密度は、各機関における特別な事情によるものであろう。

11) 計数法

ヒラメの場合、浮遊期間と着底後では当然のことであるがその方法が異なる。それぞれの推定方法及び用具について表2-22にまとめて示した。

a) 北海道栽培漁業総合センター

着底前(ふ化仔魚収容時のみ)：柱状サンプリングによる容量法(φ13mmの塩ビパイプで水槽の数カ所からサンプルを採取して、数を推定する)。

着底後：直接計数、または重量法(500～1,000尾を取り揚げて平均重量を割り出し、これを基準にして推定する)。

b) 青森県栽培漁業振興協会

着底前：柱状サンプリングによる容量法(φ50mmのアクリルパイプで8点からサンプルを採取し、数を推定する)。収容時から10日目毎に夜間採取し計数する。

着底後：現存尾数は20日齢の推定値から底掃除の際の斃死尾数を差し引いて推定する。また、取り揚げ前の選別時に重量法で計数する。選別時に各水槽毎に最初、中間、最後に分けて3回平均重量を割り出す(1回当たり、軽く水を切った状態の0.5～1.0kgの重量を計量し、これから1尾当りの平均重量を割り出して推定する)。

c) 岩手県南部栽培漁業センター

着底前：柱状サンプリングによる容量法(φ50mmの塩ビパイプでサンプルを採取し、数

を推定する)。10日目毎に夜間採取し計数する。

着底後：重量法で計数する。手ダモですくって海水を適当に切った状態の稚魚1～2kgを4ℓ程度の海水を入れた15ℓバケツ（事前に5kgに調整）にとり計量する。なお、計量途中でサンプリングして1尾当りの重量を求め、これを基準にして数を推定する。

d) 宮城県栽培漁業センター

着底前：柱状サンプリングによる容量法（φ50mmの塩ビパイプでサンプルを採取し、数を推定する）。10日目毎に夜間採取し計数する。

着底後：取り揚げ時に重量法により計数する。

e) 福島県栽培漁業センター

着底前：ふ化仔魚収容時に容量法で算定した後、底掃除後の斃死尾数を計数し、収容尾数から差し引いて生残尾数を推定する。

着底後：選別時毎に選別した各サイズの平均体重を求め、平均体重と選別後のサイズ別の総重量から推定する。

f) 茨城県栽培漁業センター

着底前：1ℓカップを用いた容量法。夜間採取し計数する。

着底後：選別時の直接計数及び累積斃死魚の尾数から推定する。

g) 日本栽培漁業協会宮古事業場

着底前：柱状サンプリングによる容量法（φ50mmの塩ビパイプでサンプルを採取し、数を推定する）。収容時から5日目毎に夜間採取し計数する。

なお、50m³水槽については、1点当たり3ℓ程度の採水を15点について行い、その中の仔魚数を計数し、採取水量と飼育水量の比から水槽全体の尾数を推定する。

着底後：現存尾数は、収容尾数から毎日の底掃除の際の累積斃死数を差し引いて推定する。また、取り揚げ時には重量法で計数する。具体的には、手ダモですくって海水を適当に切った状態の稚魚1～2kgを4ℓ程度の海水を入れた10ℓバケツ（事前に5kgに調整）にとり、

表2-22 浮遊期，着底後の現存尾数の推定方法

道 県 名	方 法	浮 遊 期 間				着 底 後 方 法
		寸法 (mm)		水ストッパー		
		内 径	長 さ	上 端	下 端	
北 海 道	柱状サンプリング (ふ化仔魚収容時のみ)	φ13		無	無	直接計数又は重量法
青 森 県	柱状サンプリング	φ50	102	ボールバルブ	無	重量法
岩 手 県	柱状サンプリング	φ50	120	無	ゴム栓	重量法
宮 城 県	柱状サンプリング	φ50	200	ボールバルブ	無	重量法
福 島 県	斃死魚数から推定					重量法
茨 城 県	1ℓカップによる容量 法					直接計数又は斃死魚数から 推定
日裁協宮古	柱状サンプリング	φ50	300	異径ソケット (50×30)	無	重量法

計量する。なお、計量途中でサンプリングして1尾当りの重量を求め、これを基準にして数を推定する。この方法では稚魚に大小差がないことが大切であり、選別して大きさを揃えておく必要がある。

以上のように、着底前は夜間柱状サンプリングにより採取し容量法で現存尾数を推定することが一般的である。一方、着底後については、今のところ効率的計数法がないので、分槽時あるいは選別時に直接計数法あるいは重量計数法により現存尾数が推定されている。

飼育稚魚の現存尾数の把握は、生産計画及び給餌量の決定をはじめとする飼育管理上の重要なポイントである。特に、夜間柱状サンプリングに当っては仔魚がほぼ均一に分散するよう事前に全ての照明を消灯しておくことが肝要であり、また、使用している水槽の形状や容量に合わせてサンプリング点を選定し、正確な値が得られるように配慮する必要がある。

引用文献

- 1) 石田 修・田中邦三 (1976) ヒラメの資源生態調査-I 卵発生と仔魚. 千葉県水試研報, 35, 23-30.
- 2) 安永 義暢 (1988) ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究. 水工研報告, 9, 60-64.
- 3) 高橋邦夫・小倉大二郎 (1977) 昭和51年度指定調査研究総合助成事業ヒラメ・カレイ類種苗生産試験報告書. 青森県水産増殖センター, 18pp.

(4) 餌料

人工種苗生産における初期餌料の選定と投餌など適正な給餌技術は、種苗の成長・生残率の向上、健苗の生産などに不可欠な要素である。

そこで、太平洋北区の各機関における給餌技術などについて一定の様式での記載を依頼し、共通する事項を整理して標準化を試みたが、各機関による仔稚魚の収容密度・サイズ、飼育施設、換水量などの差異が大きく、標準化は困難であった。

したがって、現状では各機関が生産施設や飼育条件等に適した給餌法を作り上げることが重要と考え、ここでは、主として各機関で、これまでに良好な結果を得てきた事例を整理することにした。

1) 餌料系列

各機関において実施されている日齢にともなう給餌餌料種の転換、すなわち餌料系列を図2-16に示した。

餌料系列として、各機関ともに飼育水にナンクロロプシス (Na) を添加することを基本として、最初はシオミズツボワムシ (Ro), その後アルテミアノープリウス (Ar), 配合飼料 (Ad) の順で給餌を行っている。餌料系列は、近年の配合飼料の技術開発の進展によって改良されており、10年前に比較すると、着底期以降の餌料が配合飼料に替わっているのが目立つ。また、配合飼料の給餌開始の時期も早まる傾向にある。

次に各餌料の給餌期間について述べる。

ア) ワムシ

ナンクロロプシスの添加期間とワムシの給餌期間を同じにする機関が多いが、茨城県栽培漁業センターではナンクロロプシス40日間に対してワムシ25日と短く、一方、青森県栽培漁業振興協会はナンクロロプシス25日に対してワムシ30日である。岩手県南部栽培セン

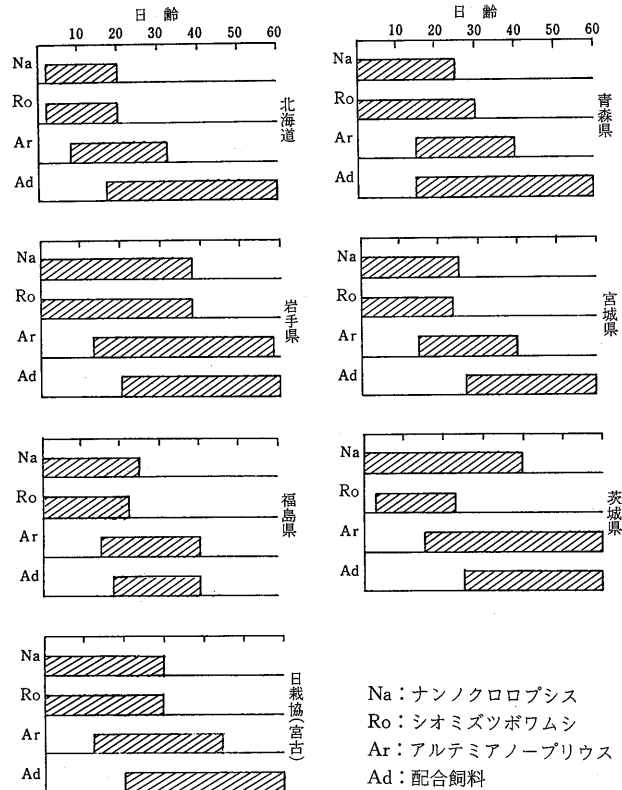


図 2-16 各県における日齢と餌料系列

ターは両者の給餌期間は同じであるが、その期間は40日弱で、他機関の20～25日間に比較して長期である。

イ) アルテミア

アルテミアの給餌開始は15日齢頃とする機関が多い。また、アルテミア給餌については30～40日齢で終了して配合飼料に切り替える機関が多いが、60日齢頃まで配合飼料とともに給餌する機関もある（岩手県、茨城県）。

ウ) 配合飼料

配合飼料の給餌開始は20日齢とする機関が多いが、15日齢または25日齢頃とする機関もある。なお、各機関は配合飼料給餌サイズ（粒径）を、魚の成長に応じて10日位の間隔で大型化している。

以上をもとに、太平洋北区での餌料系列の概略を以下に整理する。

ナンクロロプシスとワムシの給餌は同時期とし、その期間は収容時から20～25日齢までとする。

アルテミアの給餌は、10～15日齢で開始、50日齢での終了を目途とする。

配合飼料の給餌は、魚の成長をみながら15～20日齢に開始し、摂餌状況を観察して飼料のサイズを変えていき、最終的には配合飼料のみとする。

2) 配合飼料

各機関における配合飼料の使用状況を表 2-23に示す。

表2-23 配合飼料の使用状況

道 県 名	配合飼料品名	会社名	サ イ ズ (μm)	対象魚サイズ (mm)
北 海 道	A 初期飼料	K	250~400	9~13
	B 初期飼料	K	400~710	13~18
	C 初期飼料	K	700~1,000	18~25
	〃	K	1,000~1,500	25~30
青 森 県	A 初期飼料 (A-1)	K	250	6~12
	〃 (A-2)	K	250~400	10~14
	B 初期飼料 (B-1)	K	250~400	12~20
	〃 (B-2)	K	400~710	15~20
	C 初期飼料 (C-1)	K	400~710	20~28
	〃 (C-2)	K	710~1,700	28~40
	〃 (C-3)	K	1,700~2,800	40~50
岩 手 県	A 海産初期飼料 (2・3・4号)	N	147~991	9~24
	B ヒラメ用配合飼料 (S-O~S-3)	H	10~130	9~24
宮 城 県	A 初期飼料 (A-1)	K	250	13~15
	初期飼料 (B-1)	K	250~400	15~18
	〃 (B-2)	K	400~710	18~25
	B アユ用配合飼料No. 1	N	400~600	25~30
福 島 県	A 初期飼料(No. 1)	O	100~150	~10
	〃 (No. 2)	O	150~470	10~15
	〃 (No. 3)	O	350~650	15~20
	B 種苗用 (S-2)	H	450~850	20~30
茨 城 県	A アユ飼づけ用 配合飼料No. 2	O	140~280	10~15
	B 〃 No. 3	O	260~450	15~25
	C アユ用配合飼料No. 1	O	400~600	25~30
日 裁 協 宮 古	A 初期飼料 (A-1)	K	250	9~14
	〃 (A-2)	K	250~400	12~16
	B 初期飼料 (B-1)	K	250~400	14~22
	〃 (B-2)	K	400~710	16~30

配合飼料の給餌と日齢との関係は既に述べたが、種苗サイズとの関係を見ると、配合飼料の給餌は、早い機関でTL6~8mm、大部分の機関で9~10mm程度に成長した段階で開始している。なお、配合飼料は仔稚魚の成長に従い約10日毎にサイズ(粒径)を変えて給餌されている。

配合飼料は、ヒラメ専用として市販されているものを使用している機関と他魚種に使われているものを兼用している機関とがあるが、これは単価とも関係しており、低コスト化に配慮したものである。

配合飼料は現在、主として4社の生産したものが使用されているが、表2-23に示すように、

表2-24 ヲムシ・アルテミアの給餌量 (個体/尾/日)

全長 (mm)	北海道		青森		岩手		宮城		福島		茨城		日裁協宮古	
	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア	ヲムシ	アルテミア
4	50		30~80		87		70~300		40~120		40		80~200	
6	100	20	80~250	5~30		8		550			146		400~700	
8	250	66	250~500	30~100	163		300~600		1180		380	66	800~1100	8~30
10	200	180	500~800	100~250	205	35		1660		3	100	350	1100~1500	50~80
12		180	1000	200~300				1620		84		800	1100~1500	150~200
14		120			150	67		120		143		700	300~1500	200~300
16		120								260				
18						80				228		674		
20						83~167				157		1088		
22														
24														418

K社のものが多い。なお、配合飼料の成分は粗蛋白質、粗脂肪及び灰分については表示されているが、ビタミン、ミネラルなどの微量成分は量的に表示されている例は少なく、また、使用説明書で取り扱いについて述べた製造会社は1社のみである。飼料効率等について各社の製品を比較したデータが少なく、成分内容についても含有量の多い粗蛋白質、粗脂肪については各社とも大同小異であり仔稚魚の成長に合わせて形状や粒径を変化させて特徴づけている程度である。なお、微量成分の含有量は各社で特徴的に異なるところであるが、具体的効果についての説明が少ない。

表2-23に示したように、近年の製造技術の発展により配合飼料の粒子径の小型化が図られ、種苗量産の初期餌料であるワムシ・アルテミアの生物餌料との併用形式（図2-16）で利用されるようになった。この利用技術の進歩により養成アルテミア・魚肉ミンチ等を餌料系列から除外することが可能となり餌料系列の簡素化に結びついている。

現状ではワムシ・アルテミアの生物餌料に替わる、すなわち単独給餌による飼育が可能となるまでには至っておらず、仔稚魚の消化機能の発達、栄養要求に合わせた配合飼料の成分開発が望まれる。また、配合飼料の自動給餌機の開発が進めば省力化につながりコストの軽減にも役立つことが期待される。一方、種苗の質的側面である「健苗性」からすれば、配合飼料の利用技術の進歩とともに、日間成長量・生残率の向上の他、生産上の大きな問題点である体色異常（有眼側・無限側）の防除技術までを含めた栄養的な検討も今後の重要な課題であろう。

3) 給餌法

ア) ワムシ

ワムシの給餌は多くの機関で概ね TL 12mm まで行っているが、TL 15mm を超えても給餌している例もみられる。給餌量は、当初30個体/尾/日、仔稚魚が成長するにつれて増加させて、TL 8~13mm で最大となっている例が多い（表2-24）。

ヒラメ仔稚魚の全長別のワムシ飽食量について、森ほか²⁾は1回当りの飽食量を TL 4 mm で6個体、6 mm で83個体、10mm で200個体という実験結果を得ている（表2-25）。また、1回当りの飽食量、消化時間と摂餌可能時間から1日の飽食量を求める式を安永³⁾が示しており、これに基づいて、ヒラメ仔稚魚の日間飽食量を算出できる。

表2-25 ワムシ・アルテミアの飽食量（森ほか，1990）

全長 (mm)	ワムシ飽食量 (個体/尾/回)	アルテミア 飽食量 (個体/尾/回)	ワムシ 日間摂餌量 (個体/尾/日)	アルテミア 日間摂餌量 (個体/尾/日)
4	6		26	
5	13	13	57	36
6	27	19	119	52
7	51	28	224	77
8	83	43	365	118
9	127	61	559	168
10	200	86	880	237
12		164		451

ワムシ日間飽食量（個体/尾/日）＝1回当りの飽食量×摂餌可能時間÷消化時間。

この式によると、例えば TL 10mm のヒラメ仔魚 1尾のワムシ日間飽食量＝200個体/尾/日×14÷2.5＝1135.7個体/尾/日となる。

しかし、この値は仔魚の状態、水温、照度等、種々の要因により異なるので、実際の給餌では上記の試算を参考に状況に応じて給餌量を決めることになる。

イ) アルテミア

アルテミアの給餌は、TL 5～6 mm で開始する機関もあるが、7 mm から給餌する事例が多い（表 2-24）。なお、成長に応じて給餌量を増加させているのはワムシの場合と同様である。

アルテミア給餌量が比較的多い茨城県栽培漁業センターでは TL 10～13mm で800個体/尾/日であり、TL 12～17mm では減少させているが、これは配合飼料の給餌開始と関係している。茨城県栽培漁業センターでは、ヒラメ仔魚の全長とアルテミアの日間摂餌量との関係を次式により示している。

$$\text{アルテミア日間摂餌量（個体/尾/日）} = 0.0296 \text{ TL}^{4.0857} \\ (\text{r} = 0.9502)$$

なお、その他の機関でもアルテミアの給餌量はさまざまであるが（表 2-24）、これは着底終了まで各種の餌料が複合して使用されており、給餌量はこれらの総体として把握することが重要であることを示している。

ところで、安永²⁾はワムシとアルテミアの併用給餌量を推定するにあたって、ワムシとアルテミアは重量比では3.6：14.1で約1：4、消化時間では2.5：4で約1：2であることから、総体的にワムシ 2 に対してアルテミア 1 で等量となるとした。

現場における実際の給餌では、上記のことなどを参考にして与え、残存する餌料の量を計測して追加している例が多いようである。なお、残存量を正確に把握するためには、数回の計測が必要である。北海道立栽培漁業総合センターの事例を表 2-26 に示す。

表 2-26 10万尾/m³ 収容密度でのワムシとアルテミアの給餌例（北海道立栽培漁業総合センター）

全 長 (mm)	4	5	7	9	12
収容仔魚数 (1 m ³ 水槽)	10 ⁵	8×10 ⁴	6×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴
ワムシ 個体/ml/回	5	5	5	5	
給餌回数/日	1	2	3	3	
1尾当りの給餌量 個体/日/尾	50	125	250	250	
アルテミア 個体/ml/回		2	2	3	3
給餌回数/日		1	2	3	3
1尾当りの給餌量 個体/日/尾		20	67	180	120

ウ) 配合飼料

配合飼料の給餌の当初は、ごく少量を数回に分けて与え、次いで生物餌料を給餌するという方法を取り、その後徐々に配合飼料を増加させてゆき、摂餌状態が安定した時点で、配合飼料の単独給餌に転換する。

なお、配合飼料の給餌量は、魚体重の5～15%と各機関によって異なっているが、これは、機関によっては生物餌料と併用しており、生物餌料の給餌量との関係から決定されているようである。

例えば、仔魚1尾1回当りの給餌量は、茨城県栽培漁業センターではTL10～15mmで 5×10^{-4} g、TL15～30mmで 8×10^{-3} gであり、北海道栽培漁業総合センターではTL10～13mmで 2.5×10^{-3} g、TL13～18mmで 3.5×10^{-3} g、TL17～30mmで $5 \sim 10 \times 10^{-3}$ gである。また、茨城県栽培漁業センターでは併用するアルテミアの量が北海道より多い傾向がみられる。この差異には、水温、水槽、飼育密度等の多くの要因が関係しているものと考えられる。以上に述べた給餌法について以下に簡単に整理する。

- i) 給餌量は、飽食量を基準とし、残餌量を計測して、各機関の実情に合わせて決められている。
- ii) ワムシとアルテミアの混合給餌では、前者2に対し後者1の比率で等量となるとして給餌量を算定する。
- iii) 総収容尾数Nに対して1日当りの生物餌料の給餌量Fは次式により求められる。

$$F = M \cdot N$$

F: 1日に必要とする給餌個体数

M: 1日における1尾当りの飽食量

N: 総尾数

なお、1日当りより1回当りの給餌量の算出のほうが実用的で、これについては、次式で計算する。

$$F_1 = m \cdot N$$

$$F_2 = (m - f_1) \cdot N$$

$$F_3 = (m - f_2) \cdot N$$

.

.

.

F₁: 1回目(初回)の給餌量

F₂: 2回目の給餌量

F₃: 3回目の給餌量

m: 1回、1尾の飽食量(表2-25)

N: 総尾数

f₁: 第1回目の1尾当りの残存個体数

f₂: 第2回目の1尾当りの残存個体数

なお、1日の給餌回数はこれまでの飼育実験から後述のように4～6回が適当と考えられているが、餌の種類、給餌時間、作業効率などを考慮して決定する必要がある。

また、仔魚の成長・生残には餌の絶対量だけでなく、餌料密度も密に関係している。良好な成長や生残を維持するための餌料密度は餌の種類や仔魚の発育段階により大きく変化するものと考えられ、今後発育段階ごとの最適餌料密度の決定が重要な課題となる。

iv) 配合飼料の餌付けに当っては、少量、多回に分けて投餌するなどの注意が必要である。ま

た、仔稚魚の摂餌状態を観察しながら、生物餌料の割合を少しずつ減らして、TL 20mm までには出来るだけ配合飼料に転換するが、小型群の生残をよくするためには、生物餌料の給餌を継続することも必要になる。

V) 配合飼料については、製造会社が給餌量を仔魚のサイズ別に表示しており、これを基本とし、各機関の経験等を加味し、更に、実際の摂餌状況を観察して、無駄の少ない給餌に心がける必要がある。

4) 給餌回数

給餌は生物餌料から開始されるが、当初は1日1回、その後すぐ2回（午前10時頃と午後3～4時頃）とする機関が多い。

なお、ワムシについては、消化時間を考えると1日4回程度が望ましいが、作業効率等の面から回数は少なくともよい。計算に基づいた必要量を1回で投入すると、摂餌されない個体の残存、水質の悪化なども考えられるので、それらを回避するため、ワムシはTL 10mm までは2～3回、10～15mm では3～4回に分けて給餌し、アルテミアをワムシ給餌から2時間程度ずらして1日2回程度給餌するのが望ましい。

配合飼料の給餌は、初期はできるだけ少量で回数を多くし、摂餌状態を観察しながら行うことが望ましい。配合飼料は、1日4回程度給餌されているが、多い機関では8回給餌されている。配合飼料の給餌回数は、施設、収容尾数（密度）、水温、換水率、摂餌状況等を考慮して決定されることになる。一般的には1日8回程度が望ましいが、各機関は低コスト化の方向を踏まえて総合的に検討すべきであろう。

5) 生物餌料の栄養強化

生物餌料の栄養強化について、代表的な事例を表2-27に示す。各機関の栄養強化は、ワムシではナンノクロロプシス、アルテミアには脂溶性ビタミンと乳化オイルの添加を基本としているが、機関によっては、独自の強化法を行っている例もみられる。しかし、それらの添加物がどの程度摂取されているか、また、目的とする栄養強化に最適な強化剤についての検討に必要なデータはほとんど示されておらず、他の知見を参考に各機関が経験的に判断しているのが現状である。さらに、栄養強化のための処理時間についても、6～20時間とまちまちである。

現状を大まかに整理すると、ワムシは1,000～2,000万セル/mlのナンノクロロプシスで、アルテミアは50～60ml/m³の脂溶性ビタミンおよび30～50ml/m³の乳化オイルで栄養強化が

表2-27 ワムシおよびアルテミア栄養強化方法

1) 北海道			
	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	18	無加温
密 度	個体/ml	100～300	100～200
ナンノクロロプシス	万セル/ml	—	—
フェオダクチラム	万セル/ml	—	—
マリン α	ml/m ³	1,000	—
乳化オイル（エステル85）	ml/m ³	—	50
脂溶性ビタミン	ml/m ³	50	50
強化時間	時間	18～20	18～20

2) 青森県

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	20	20
密 度	個体/ml	1,000~1,500	100~250
ナンノクロロプシス	万セル/ml	2,000~3,000	—
乳化オイル (エステル85)	ml /m ³	—	30
脂溶性ビタミン	ml /m ³	100	60
強化時間	時間	2次 5~20 3次 2	6~24

3) 岩手県

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	無加温	無加温
密 度	個体/ml	243~1,421	250程度
ナンノクロロプシス	万セル/ml	2,000	—
マリンα	ml/m ³	1,000	—
シーオイルパウダー	g/m ³	50	—
乳化オイル (エステル85)	ml /m ³	—	30
脂溶性ビタミン	ml /m ³	100	60
強化時間	時間	2次 6~24 3次 6	6~24

4) 宮城県

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	無加温	無加温
密 度	個体/ml	250~ 400	100~200
ナンノクロロプシス	万セル/ml	800~1,200	—
乳化オイル (エステル85)	ml /m ³	—	40
脂溶性ビタミン	ml /m ³	—	40
強化時間	時間	2次 6~15	6~15

5) 福島県

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	18	無加温
密 度	個体/ml	500~1,000	100~200
ナンノクロロプシス	万セル/ml	3,000	—
脂溶性ビタミン	ml /m ³	20,50,100	60
スーパーカプセルA-1	ml /m ³	—	200~400
強化時間	時間	2次 16~18 3次 2~7	18~20

6) 茨城県

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	25~30	無加温
密 度	個体/ml	70~150	120~360
ナンノクロロプシス	万セル/ml	1,000	—
イカ肝油	ml/m ³	—	80
マリノオメガ	ml/m ³	—	1,000
強化時間	時間	2次 16~18	16~18

7) 日本裁宮古事業場

	単 位	ワ ム シ	アルテミア
水 温	(℃)	17	無加温
密 度	個体/ml	400~1,600	100~120
ナンノクロロプシス	万セル/ml	2,000	—
フェオダクチラム	万セル/ml	—	50~100
乳化オイル (エステル-85)	ml/m ³	—	30
脂溶性ビタミン	ml/m ³	60	60
強化時間	時間	2次 18~20 3次 1~2	6~15 2~8

行われている。処理時間は、条件によって異なるが、通常の培養条件では15時間が一応の目安となっている。

生物餌料の栄養強化は、種苗生産過程での仔稚魚の健苗性強化、体色異常出現防除、脊椎骨形態異常出現防除等のために有効な一つ的手段として、包括的に生物餌料であるワムシ・アルテミアに高度不飽和脂肪酸、ビタミン類を富化することによって行われているが、有眼側、無眼側の体色異常防除、また、脊椎骨形態異常防除等、目的によって強化すべき栄養素とそのレベルが異なる可能性がある。

従って、上記の防除対策目的に合った栄養強化素材・手法の開発が今後の重要な課題である。

また、生物餌料に栄養強化後、目的とした強化内容が取り込まれているかどうかの事前調査、あるいは使用期間中の定期調査が必要である。

引用文献

- 1) 森 立成ほか (1990) ヒラメ仔魚期のワムシとアルテミアの給餌量について. 北水試研報, 34, 9-20.
- 2) 安永義暢 (1988) ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究. 水工研報告, 9, 60-64.

(5) 取り揚げサイズと方法, 選別

取り揚げサイズと方法は各機関毎に異っている。表2-28に各機関における取り揚げサイズと方法を示した。

取り揚げ方法には、①サイフォンを用いて取り揚げ用ネットやFRP水槽へ吸い出す、②水槽の水位を下げ、排水口から取り揚げ容器へ抜き取る、③角網ですくう、網生質に収容した稚魚をボールまたはバケツですくう、の3通りの方法が用いられている。

表 2-28 取り揚げサイズと方法

機 関 名	全 長 mm	方 法
北海道栽培漁業総合センター	18	角網ですくう
青森県栽培漁業振興協会	15	排水口から取り揚げ容器に抜き取る
岩手県南部栽培漁業センター	25~35	サイフォホンで吸い出す
宮城県栽培漁業センター	30	排水口からカゴに抜き取り
福島県栽培漁業センター	20	サイフォンで吸い出す、および手網ですくう
茨城県栽培漁業センター	15	サイフォンで吸い出す、および手網ですくう
日裁協宮古事業場	24~27	排水口から取り揚げ容器に抜き取る

①のサイフォンを用いた取り揚げを行っているのは、岩手県南部栽培漁業センター、福島県栽培漁業センター、茨城県栽培漁業センターである。

岩手県南部栽培漁業センターではサイフォンで稚魚を排水溝にセットした取り揚げ用ネットへ落としている。

福島県栽培漁業センターでは稚魚の一部を飼育水槽外に設置した収容槽（2 m³ FRP水槽）へサイフォン（φ25mm ホース）で移槽し、ある程度収容した後水槽の水を抜き、魚取り部に稚魚を集め、手網で収容槽へ移している。

茨城県栽培漁業センターでは着底した稚魚を底掃除の際にサイフォン（φ16mm 塩化ビニール管にビニールホースをつけたもの）で、2 mm 目合の網を張った200ℓ FRP水槽へ吸い出して、順次取り揚げている。この方法ではおおむね1水槽全部を取り揚げるのに5~7日を要し、最終的には福島県栽培漁業センターと同様に水槽の水を抜いて魚取り部に集まった稚魚を手網ですくう。

サイフォンでは魚体を水中から出すことなく取り揚げが可能のため、網ズレ等も起こりにくいですが、魚体が大きくなりすぎると、遊泳力が増えて吸い出しが困難になり、稚魚を傷つける等の難点もある。また、人手と手間を必要とする。

②の排水口からの抜き取りによって取り揚げているのは、青森県栽培漁業振興協会、宮城県栽培漁業センター、日裁協宮古事業場である。

宮城県栽培漁業センターでは、排水溝を遮断して排水路に水を溜め、飼育水の水位をアンドンネット・サイフォンで50cm位まで下げて、カゴを排水路に置き、排水がカゴに入るように排水パイプを倒し、カゴに溜った稚魚を手網ですくう（図2-17）。

日裁協宮古事業場、青森県栽培漁業振興協会では、水槽の水位を40~60cmまで下げた後、ドレンから抜き取る。その際、ドレンに接続した取り揚げ容器（図2-18）に稚魚を濃縮し、漸次出てきた稚魚をバケツまたは手網ですくう。

排水溝からの取り揚げは、3方法のうちで最も効率的な方法だと考えられるが、施設上の問題もあり、どのような飼育水槽でも行える方法ではない。

③の方法を採っているのは北海道栽培漁業総合センターである。

網ですくう方法は作業的にかなり効率的であるが、ヒラメは水槽底に張り付く習性があるので

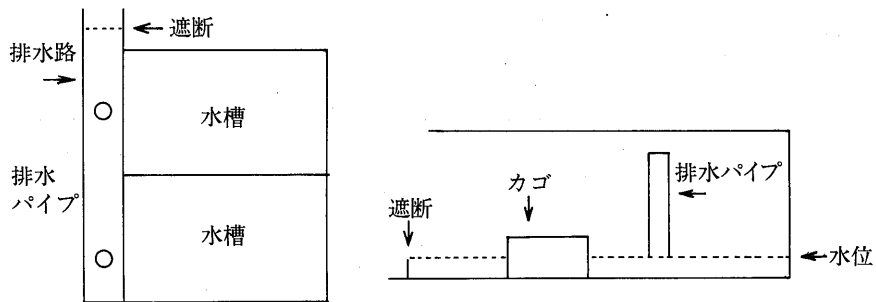


図2-17 宮城県栽培漁業センターにおける稚魚の取り揚げ法

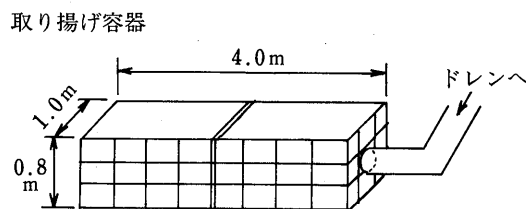


図2-18 日裁協宮古事業場における稚魚取り揚げ容器
(排水路内へ設置)

他の魚種と比べてすくいづらく、稚魚にスレが生じる可能性が高い。ボールやバケツですくう場合にはスレの心配はないが、網生簀に収容している場合を除き効率的な作業が困難である。

以上のように取り揚げ方法は、各機関がそれぞれの施設の実情に合わせ、工夫を凝らして効率的に行っているのが現状である。

選別については北海道栽培漁業総合センター、岩手県南部栽培漁業センター、福島県栽培漁業センター、日裁協宮古事業場では、取り揚げ時に第1回目の選別を実施している。宮城県栽培漁業センターでは、TL 30mm で生産が終了するため、選別は行わない。茨城県では、15mm で取り揚げ、網生簀に収容した後、稚魚の全長が20~25mm となった時点で選別している。いずれの機関でも第1回目の選別は TL 20mm 前後 (18~35mm) で行われている。

各機関で用いられている選別器の素材と目合及び分離される稚魚のサイズを表2-29に示した。選別器には北海道栽培漁業総合センター、岩手県南部栽培漁業センター、茨城県栽培漁業センターでプラスチック製ネットを、青森県栽培漁業振興協会、福島県栽培漁業センター、日裁協宮古事業場で網生簀を用いている。いずれの場合でも、網にからまる稚魚が出るので注意が必要である。

選別器の目合は各機関毎に異なっており、これに応じて分離サイズの違いが認められる。網、プラスチック製ネットのいずれにおいても選別器の網目の形状は角形なので、この対角線の長さによって分離サイズが決定される。各機関による選別結果から、選別器目合の対角線の長さのおおむね3倍程度が分離サイズと考えられる。

表 2-29 選別器と分離サイズ

機 関 名	選 別 器		分離サイズ (mm)		
	素 材	目合 (mm)	対 象	抜 け	残 り
北海道栽培漁業総合センター	プラスチック製ネット	8×8	28	24.0以下	24.0以上
青森県栽培漁業振興協会	ナイロンモジ網	4×4	17	15~16	18~19
		5×5	22	19~20	24~25
		6×6	28	25~26	30~31
		7×7	30	27~28	32~33
岩手県南部栽培漁業センター	プラスチック製ネット	6×7	25~35	—	—
		8×9		30.0以下	30.0以上
福島県栽培漁業センター	ナイロンモジ網	4.8×4.8	20	15~17	20~22
茨城県栽培漁業センター*	プラスチック製ネット	6×6	22	22.0以下	22.0以上
		7.5×7.5	30	27.0	33.0
日本栽培漁業協会宮古事業場	網	5×5	24~27	20.3	26.2

* 平成元年度

(6) 成長と生残

各機関における仔稚魚の成長を図 2-19に示した。飼育水温の相違があるので、比較を行うことは困難であるが、機関によって成長の早遅が認められ、20~30日齢で10mm、27~40日齢で

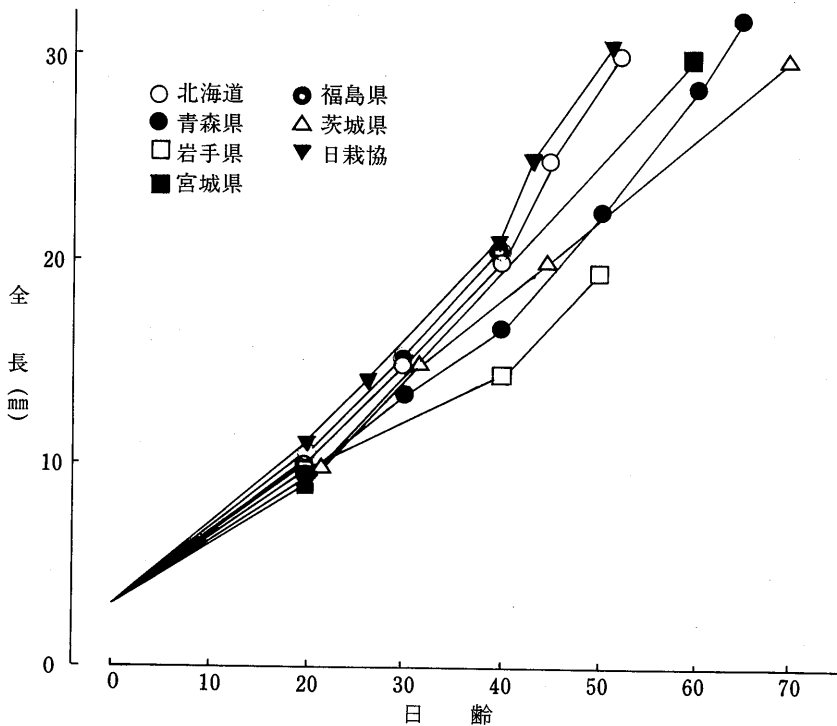


図 2-19 種苗の成長の経過
(平成元年度資料より作成)

15mm, 40~60日齢で20mm, 50~80日齢で30mm に達している。

各機関での生残率を図2-20に示した。機関毎に生残率の高低が認められ、30mmでの生残率は20~80%である。生残に影響を及ぼす要因として、福島県栽培漁業センターでは、15日齢頃のアルテミア幼生の摂餌不良、配合飼料の餌付き不良、10日齢前後の未消化ワムシの充満による腹部膨満症、15日齢前後のアルテミア幼生の充満による腹部膨満症をあげており、このため生産回次毎に生残率に変動を生じている。日裁協宮古事業場では、着底期までの生残率はおおむね90%以上が確保でき、この数値を下回った場合には飼育方法の問題あるいは疾病の発生が考えられるとしている。環境管理、飼育管理が適正に行なわれて、疾病等の発生が防止された場合、好成績が得られる。

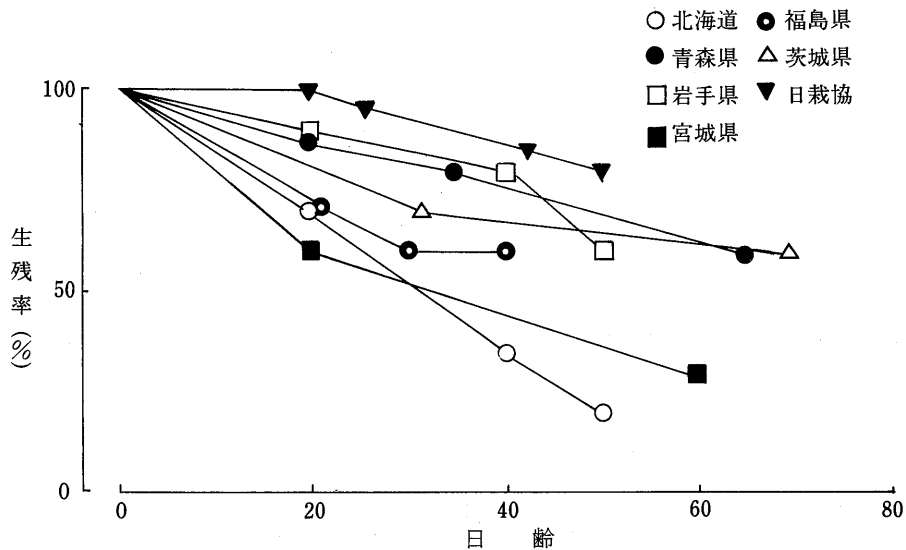


図2-20 種苗の生残率の推移
(平成元年度資料より作成)

(7) 体色異常 (有眼側) と脊椎骨異常の出現、ならびに防除対策

各機関における体色異常 (有眼側) の出現率とその防除対策を表2-30に示した。同一機関においても、年度、回次毎の体色異常魚出現率の変動が大きい。防除対策としては、①仔魚に与える生物餌料の栄養強化、②親魚餌料の栄養強化、③飼育環境の改善、の3通りの方法が現在実施されている。

日裁協宮古事業場では、現在の生物餌料の栄養強化法と健全な飼育方法によって、量産規模での体色異常率を5.0~10.0%以下の水準に抑制する目途がたったとしている。北海道栽培漁業総合センターにおいても日裁協宮古事業場とほぼ同様の栄養強化を行っており、体色異常率は3.5~4.0%と低いことから、両機関で使用している脂溶性ビタミンと乳化オイルによる生物餌料の栄養強化の有効性が高いと考えられる。しかし、有眼側体色異常の出現が栄養面の改善のみで解決できるかは不明であり、今後多岐にわたる要因の検討が必要である。

脊椎骨異常の出現については、日裁協宮古事業場で昭和62年度以降調べられている(表2-31)。

表 2-30 体色異常（有眼側）の出現率と防除対策

機 関 名	年 度	出 現 率 (%)	調 査 時 全 長 (mm)	防 除 対 策
北海道栽培漁業総合センター	昭和63	3.5	46.0	親魚の餌料のイカナゴに総合ビタミン剤を添加 ワムシ、アルテミアに乳化オイルと脂溶性ビタミン剤を添加
	平成元	4.0	50.0	
青森県水産増殖センター	昭和61	1.3	112.1~114.3	餌料を魚肉ミンチから配合飼料に切り替え
	62	7.1~33.7	52.2~106.6	
	63	1.9~18.8	43.8~101.8	
青森県栽培漁業振興協会	平成2	0.8~55.0	50.0	生物餌料を脂溶性ビタミン、乳化オイルで栄養強化（平成2年以降）
	3	3.5~35.0	50.0	
	4	0.6~11.0	50.0	
岩手県南部栽培漁業センター	昭和58	60.0	31.5	アルテミアを脂溶性ビタミンで栄養強化
	59	69.8	33.9	
	60	—	—	
	61	50.7	35.0	
	62	66.7	33.1	
	63	—	—	
	平成元	29.8	25.6	
宮城県栽培漁業センター	昭和62	38.0	30.0	ワムシをナンクロロプシスで2次培養、アルテミアに乳化オイルを添加
	63	42.0	30.0	
	平成元	22.0	30.0	
福島県栽培漁業センター	昭和62	10.0~25.0	106.5	ワムシにナンクロロプシスおよび濃縮クロレラ（商品名マリンアルファ）、アルテミアに濃縮クロレラ（商品名マリンオメガ）を添加
	63	16.0~72.0	51.6~109.1	
	平成元	66.6~90.9	106.2	
茨城県栽培漁業センター	昭和60	35.5	15.5~50.5	アルテミアにイカ肝油、濃縮クロレラを添加
	61	10.0	16.0~20.0	
	62	10.0	15.0~22.0	
	63	10.0	30.0	
	平成元	62.0~71.0	30.0	
日裁協宮古事業場	昭和58	45.0~56.0	20	仔魚期の生物餌料を脂溶性ビタミン、乳化オイル、珪藻（フェオダクチラム）で栄養強化 親魚餌料にビタミンの添加、産卵期に抱卵チカを投餌 仔魚飼育水槽中に長期間ナンクロロプシスを添加
	59	51.0~87.0	20	
	60	60.0~90.0	30	
	61	30.0	30	
	62	8.0~17.0	20.0~31.0	
	63	4.8~57.0	20.0~36.3	
	平成元	5.8~9.0	20.0~31.9	

肉眼的にみられる重度の形態異常は少ないが、ソフテックス・染色による脊椎骨観察では軽度の異常がみられる。出現率は6.8~37.0%で年度、生産回次によりばらつきが見られ一定していない。異常の発生部位について平成元年度に日裁協宮古事業場で調べられた結果を図2-21に示した。原因、解決方法は今後の課題である。

表 2-31 年度別脊椎骨異常の出現状況（宮古事業場）

年 度	生産 回次	脊椎骨および棘の異常個体の出現状況（％）			
		脊椎骨の異常	棘の異常	椎体・棘の異常	合 計
昭和62	1	10.8	—	—	10.8
	2	6.8	—	—	6.8
63	1	37.0	0	0	37.0
	2	25.0	10.0	0	35.0
平成元	1	29.1	7.8	0	32.7
	2	19.8	0	0	19.8

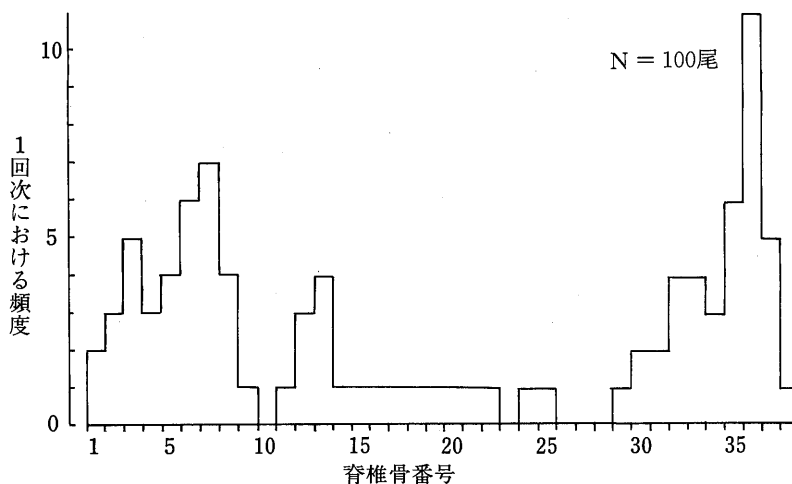


図 2-21 脊椎骨異常の発生部位（日裁協宮古事業場，平成元年度）

(8) 疾病と予防対策

太平洋北区の種苗生産現場では、伝染性腸管白濁症、腹部膨満症、連鎖球菌症、ウイルス性上皮増生症、腹水症、ジブリオ症等の疾病による被害が知られている。

各機関における疾病の予防対策を表 2-32 に示した。これらを分類すると、以下のように整理できよう。

病原微生物の侵入を遮断する方法として、①ニフルスチレン酸ナトリウムを用いた生物餌料の殺菌、②病気汚染魚の移入回避、③部外者の飼育棟内の立入りの禁止、④塩素、クレゾール石鹼液による水槽、器具及び手、靴等の消毒、⑤使用器具の専用化の徹底、⑥ヨード剤による卵の消毒が行なわれ、適正な飼育環境の維持を行う方法として、①環境管理の徹底、②水槽の掃除の徹底、仔稚魚の健康管理に関する方法として、①仔稚魚の観察の徹底、②選別後の疾病予防のための薬剤投与（ニフルスチレン酸ナトリウム）と大きく3通りの方法に分けることができる。

疾病が発生した場合には、感染の拡大を防止し、斃死を最小限にとどめることが必要である。細菌症では、抗生物質が効果を示す場合もあるが、ウイルス症では現時点で特効薬はない。いず

表 2-32 疾病の予防対策

機 関 名	予 防 対 策
北海道栽培漁業総合センター	卵の消毒（イソジン 1/200, 15分間） 飼育水槽，飼育器具の塩素消毒 飼育水槽の掃除の徹底 外からの病気汚染魚の移入を避ける
青森県栽培漁業振興協会	卵の消毒（イソジン 1/200, 10分間） 飼育水槽，飼育器具及び手，靴等の消毒 生物餌料の殺菌（ニフルスチレン酸ナトリウム） 飼育管理の徹底
岩手県南部栽培漁業センター	飼育水槽，飼育器具の塩素消毒 部外者の飼育棟内の立入りの禁止
宮城県栽培漁業センター	飼育水槽の塩素消毒，仔魚の観察の徹底
福島県栽培漁業センター	飼育水槽，飼育器具の塩素消毒（有効遊離塩素濃度 200ppm, 24時間以上） 使用器具の専用化の徹底 仔稚魚の観察の徹底
茨城県栽培漁業センター	部外者の飼育棟内への立入り禁止 飼育水槽の塩素消毒 選別後の薬剤投与（スレによる魚病発生の予防） 魚病発生時の器具消毒，未発生水槽の予防投薬
日裁協宮古事業場	卵の消毒 飼育水槽，飼育器具の塩素消毒（塩素濃度 40ppm, 24時間以上） 使用器具の専用化の徹底 仔稚魚の観察の徹底 部外者の飼育棟内への立入り禁止

れにしても万全の防除対策によって疾病を未然に防止することが肝要である。

(9) 省力化，機械化

各機関における省力化機器の導入状況を表 2-33示した。

ヒラメ種苗生産において配合飼料の利用が一般的になり，これに伴い自動給餌機の導入が進んでいる。しかし，各機関とも依然として手まき給餌によるウエイトが高く，給餌機の使用方法について検討が必要である。水槽の形状や大きさ，水槽中での水の流れ等によって給餌機の大きさ，設置場所等を検討し，水槽内のヒラメ全体が摂餌可能となるように工夫して使うことが望ましい。

生産規模の拡大による水槽の大型化に伴い，従来のサイフォン式の底掃除では，人手による作業量が多大となるため，自動底掃除機が導入されている。自動底掃除機には水槽に取り付ける大型の掃除機と，持ち運びが可能な小型のものがあり，水槽の形状や大きさによって使い分けられている。現在太平洋北区で導入されているのは小型の掃除機である。ヒラメは水槽底面に張り付いて生活しているため，どちらの掃除機でも稚魚を潰したり，吸い上げないための方策が必要となる。三重県栽培漁業センター（ヒラメ放流技術開発事業・太平洋ブロック）では大型掃除機を用いているが，吸い込み口にアタッチメントを取り付けて稚魚がこれに触れると逃げるように工夫し，更に吸い込み量をごく微小に調節することで，稚魚の吸い上げを防止している。

種苗生産において適正な飼育環境を維持することは重要な課題であるが，多数の検査項目を測

定することは、かなりの時間と手間が必要である。そこで、日裁協宮古事業場では水温、pH、DO、塩分濃度を自動環境測定器によって随時計測して、飼育環境の維持に役立てている。この他に、日裁協宮古事業場では流量コントロールバルブによる流量調整の簡素化も図られている。神奈川県栽培漁業センター（ヒラメ放流技術開発事業・太平洋ブロック）では、種苗生産のシステム化に向けて平成2年度から上記の省力機器と併せてワムシ自動濃縮洗浄給餌装置を導入している。

表2-33 省力化機器の導入状況

機 関 名	自動給餌機	自動底掃除機	自動環境測定機	流量コントロールバルブ
北海道栽培漁業総合センター	○	○		
青森県栽培漁業振興協会				
岩手県南部栽培漁業センター				
宮城県栽培漁業センター				
福島県栽培漁業センター	○			
茨城県栽培漁業センター	○	○		
日裁協宮古事業場	○	○	○	○

(10) 低コスト化の工夫

福島県栽培漁業センターでは、TL 20mm 以降、配合飼料の単独給餌とすることにより、養成アルテミア生産を省いて餌料系列を簡素化し、低コスト化を図った。

日裁協宮古事業場では、福島県栽培漁業センターと同様に配合飼料の利用による養成アルテミア投餌の削減を行なった他、エアブロックによって飼育水を循環させて残餌、糞、ゴミ等を水槽中央部に集積し、底部の浄化、底掃除の簡略化を図った。また、単位生産量の増大と生残率を向上させることにより、生産コストを低下させた。

現在最も多く行なわれている低コスト化の工夫は、早期にコスト高の生物餌料から安価な配合飼料へ切り替えることである。これは、施設、人手、経費が軽減される優れた方法である。

3. 全長30mm以降の飼育

(1) 育成サイズの各道県の基本的な考え方

各道県の基本的な考え方を表3-1に示す。北海道、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び日裁協宮古事業場では TL 20~30mm 以降を中間育成と考え、現在のところ放流効果を期待できる TL 100mm 以上での放流を目標としている。また、岩手県と福島県では種苗の生産コストを下げするために、TL 70~80mm の種苗を放流して TL 100mm 種苗と同程度の効果を期待できるかを調査している。

一方、青森県では全県下で大量に放流することと、人工環境への種苗の「慣れ」を防ぐために、TL 15mm 以降を中間育成とし、TL 50mm を放流サイズにしている。

表3-1 育成サイズの各道県の考え方

道 県 名	考 え 方
北 海 道	TL 100 mm 以上で放流する。
青 森 県	TL 15 mm までを種苗生産、TL 15 ~ 30 mm を陸上水槽での中間育成、TL 30 ~ 50 mm を海面での中間育成（一部は TL 50 mm まで陸上水槽での中間育成）とし、放流サイズを TL 50 mm としている。
岩 手 県	TL 25 ~ 30 mm での選別以降を中間育成とし、放流サイズを TL 80~100 mm としている。
宮 城 県	施設等の面からセンターで TL 100 mm サイズまで育成するのは困難なため、各地区での中間育成が必要である。放流サイズは、他の魚等に捕食されない大きさということから TL 100 mm を目標としている。
福 島 県	放流サイズは平成元年まで TL 100 mm としていたが、放流効果が十分あることが明らかになったので、平成2年度からは TL 70 mm を放流サイズとし、TL 100 mm サイズと同程度の放流効果が期待できるサイズを検討するための放流試験を開始した。
茨 城 県	TL 30 mm 以降を中間育成とし、放流サイズは TL 100 mm 以上が理想的であると考えている。
日裁協宮古	TL 30mm 以降を中間育成とし、放流サイズは TL 60~100mm としている。

(2) 飼育管理

1) 飼育水槽

各道県の飼育水槽を表3-2に示す。水槽の形状は四角形が3機関、八角形と長円形が2機関ずつであった。材質はコンクリートが5機関と最も多く、FRP製とキャンバス製もある。水槽の容積は4~150m³と多岐にわたっている。

表3-2 育成に用いる飼育水槽等

	北海道	青 森		岩 手	宮 城	福 島	茨 城	日裁協宮古		
形状	長円形	八角形	角 形	海中網生簀	長円形	角 形	長方形	角 形	四角形	
材質	FRP	コンク リート	FRP	4.6 mm モジ網	コンク リート	キャンバス 製 布 地	コンク リート	コンク リート	コンク リート	
底面積 (m ²)	7	24.7	36.1	39.7	25(5×5m)	56.6	7.5	25	12.2	64
容積 (m ³)	4	26.6	26.0	47.6		60	6.0	25	20	150

2) 直接飼育, 網生簀飼育

直接飼育が5機関, 網生簀飼育が3機関で, 網生簀飼育については, 水槽内に網生簀を設置し飼育を行う2機関と, 海中での網生簀飼育を行う1機関がある。

3) 飼育環境

各機関の収容密度を表3-3に, 換水率を表3-4に示す。

30mmサイズの収容密度は1~5千尾/m², この期間の換水率は2~8回転/日の機関が多かった。最も収容密度の高いのは10千尾/m²であったが, ここは換水率も24回転/日と高いために高密度での収容が可能と思われる。50mmサイズでは収容密度1~3千尾/m², 換水率は5~10回転/日の機関が多い。70mmサイズと100mmサイズの収容密度は0.5~1千尾/m²であるが, 換水率の方は3~24回転/日と様々である。収容密度について全体的にみると, 50mmサイズでは30mmサイズの1/2~1/3, 70mmサイズでは30mmサイズの1/3~1/4, 100mmサイズでは30mmサイズの1/5~1/6となっている。サイズが大きくなっても収容密度の調整を行うので, 換水率をあまり変えないところが多い。

表3-3 育成サイズと収容密度

(単位:千尾/m²)

全 長	北海道	青森県		岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
	直接飼育	直接飼育	海中網生簀飼育	直接飼育	直接飼育	直接飼育	網生簀飼育	網生簀飼育
30 mm	10.0	4.2	0.4~1.4	4.0~5.0	1.1	1.28~1.60	5.00	2.80~3.30
50 mm	2.5	2.5	0.2~1.2	1.0~3.0	〃	0.96~1.00	3.33	0.95~1.40
70 mm				0.5~1.0	0.2	0.48~0.64	1.67	0.76~0.95
100 mm				0.4~0.6			1.00	0.48~0.57

表3-4 育成サイズと換水率

(単位:回転/槽/日)

全 長	北海道	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
30~ 50mm	12~24	5~10	4~ 5	5~ 7	6~ 8	2~5	3~4
50~ 70mm	〃		5~ 8	7~10	8~12	5~6	〃
70~100mm	〃		8~15	〃		〃	〃

4) 餌 料

日間給餌率を表3-5に, 給餌回数を表3-6に示す。各機関とも配合飼料の単独給餌で, 日間給餌率は体重の3~5%のところが多く, サイズが大きくなるにつれて給餌率はやや低下するが, 大きな変化はない。給餌回数は2~4回/日の機関が多く, サイズが大きくなるにつれて少なくなる傾向にある。

表3-5 サイズごとの日間給餌率

(単位:体重当り%)

全 長	北海道	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
30~ 50mm	3~5	3~7	3~6	4~5	6	9	3~6
50~ 70mm	3		3~5	3~4	3~5	6	2~5
70~100mm	〃		〃	〃		〃	2~4

表 3-6 サイズごとの給餌回数

(単位：回/日)

全 長	北海道	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
30～50mm	2	3～4	5～6	5～6	5～6	3	3
50～70mm	〃		3～4	3～4	3～4	2	〃
70～100mm	〃		2～3	2～3		〃	〃

5) 共食いと選別

ヒラメは飼育群内の全長差が1.5倍になると嘸みつきが生じ、2倍以上で共食いが発生することが知られている。この共食いによる生残率の低下を防ぐために、各機関でそれぞれ用具を工夫して選別を行っている。

各機関の使用している選別器具ならびに選別器の目合いと篩い分けサイズを表3-7に示した。プラスチック製のネットやステンレス籠、モジ網等の場合には目合いの対角線の長さのおよそ3倍を境に選別されている。また、福島県では活魚用スリット式選別器を用いて、茨城県では高水温時には手選別でそれぞれ選別している。

選別は頻繁に行うほど有効と思われるが、取り揚げや選別時のスレ等による生残率の低下も見られることから、魚を傷つけない取り揚げ方法や取扱いが必要である。

表 3-7 選別器具ならびに選別目合とサイズ

道 県 名	選 別 器 具		分離サイズ (mm)		備 考
	種 類	目合 (mm)	抜け(範囲)	残り(範囲)	
北 海 道	タキロンネット製の篩	8		24	
		12		36	
青 森	ナイロンモジ網	7×7	27～28	32～33	
		8×8	33～34	38～39	
岩 手	トリカルネット	8×9	28	34	
		13×13	50	62	
宮 城	—	—	—	—	選別なし
福 島	モ ジ 網	6.3	25(22～29)	36(29～41)	
		8.3	36(29～41)	43(36～49)	
茨 城	活魚用スリット式 モ ジ 網	10.0	43(36～49)	57(52～63)	
		4.0	63	71	
	8	33	38	高水温時にはスレ を避けるために手 選別	
	10	38	55		
	12	55	62		
	14	62	75		
プラスチック製ネット	7.5 ×	27	33		
	8.0	33	39		
	8.5	42	52		
	11				
日裁協宮古	ス テ ン レ ス 籠	10	34	45	
		13	51	63	
		16	71	80	
		20	84	95	

(3) 成長と生残率

各機関での成長の推移を表3-8, 図3-1に示した。放流及び漁協配付等で育成開始サイズに合わせて成長の早い個体から出荷する機関もあるため、福島県、茨城県では、その期間成長が見かけ上停滞しているようにみえるが、各機関ともおおむね TL 30mm 台の稚魚は、50~70日間程度の飼育で TL 100mm に達すると思われる。

飼育期間中の日間成長量は、表3-9に示すように平均して0.74~1.49mm/日の範囲にある。同じ機関においても選別後の大型個体群、小型個体群で日間成長率が著しく異なっており、また各機関の育成水温の相違からも単純な比較はできないが、おおむね1.0~1.5mm/日が、太平洋北区の平均的な成長量と思われる。

各機関の生残率の推移を表3-8, 図3-2に示した。各機関の生残率は40~70%で振れが大きい。これは、後期育成開始サイズを TL 20mm 前半としている機関において飼育当初大きな減耗がみられる傾向があり、これが低生残率となって現れたと思われる。TL 20mm 台の前半の群と後半の群では種苗の質に大きな差があり、これが後期飼育の際の生残率を左右する大きな要因の一つになっていると推察され、種苗の質についての検討が必要である。

(4) 疾病と予防対策

過去に各機関で発生した TL 30mm 以降の疾病と予防対策について表3-10に示す。

細菌性疾病として、大小差による噛み合い、過密飼育、換水量不足に起因すると思われる滑走細菌症、連鎖球菌症、ビブリオ症の発生が多く見受けられる。滑走細菌症は、抗生物質の経口投与、ニフルスチレン酸ナトリウム薬浴である程度の効果はみられているようである。連鎖球菌症、ビブリオ症に関しては、上記の対策の効果がある機関、ない機関と別れ、効果が判然としない。

寄生性疾病のイクチオボド症、スクーチカ症、トリコジナ症はホルマリン薬浴である程度の効果がみられるようである。

ウイルス性の疾病に関しては、各機関ともラブドウイルス症の発生はないようである。ウイルス性疾病の場合、原因菌検出が困難なこともあり、原因不明の減耗として処理されているおそれもある。

いずれにしても疾病の発生した場合、早期発見、迅速な対処が必要であり、この遅れが大量斃死につながる。

疾病予防対策には十分な換水量、無理のない飼育密度、噛み合いを起こさないための選別、また、使用器具の専用化、部外者の立入禁止等が基本であり、当初計画段階でこうした基本的な飼育管理が徹底できる、余裕を持った計画をたてることが肝要であろう。

(5) 体色異常（無眼側）

無眼側の体色異常は、近年有眼側の体色異常が急速に改善されたのに対して、未だ高率で発生している。しかし、無眼側の体幹部を覆い明らかに体色異常であると判別される個体は減少し、尾柄部の一部、あるいは尾鰭等に体色異常が出現し、関係者以外では体色異常と判別し難いケースが増えてきている。特に TL 50mm 以下のサイズの種苗については、上記の軽微な体色異常は肉眼観察による判別が難しいため見落とされる場合が多く、表3-11に示すとおり、各機関とも

表3-8 成長と生残率

全長 (mm)	北海道*1		青森県*2		岩手県*3		宮城県*4		福島県*5		茨城県*6		日裁協宮古	
	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)	日齢 (日)	生残率 (%)
30	53~57	100	55~70	100	50~60	100	50~60	100	70~88	100	46~60	100	46~60	100
50	66~70	90	71~92	66.2	60~96	14~83	70~85	55	65~70	98~131	80~94	53.8	80~94	82.4
70	80~85	80	88~100	80	88~100	80~100	43	75~90	43.4	140~144	90~105	49.7	90~105	75.6
100	100~110	72	100~128	12~74	100~120	40	151~155	46.1	100~115	72.7				
30~100	43~57	72	55~92	66.2	50~70	53	50~60	40	25~70	43.4	81	46.1	50~55	72.7

表3-9 日間成長量

全長 (mm)	北海道		青森県*2		岩手県		宮城県		福島県		茨城県		日裁協宮古	
	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)	日間成長量 (mm/日)	水温 (°C)
30~50	1.18	0.74	16.6~19.9	0.87~1.13	14~19	18	0.35~1.43	17.5~25.6	0.85					
50~70	1.05	17.6~22.1	0.90~1.51	16~22	1.31	20~23	1.42	20~23	0.48~1.54	18.1~25.6	2.31	15~21		
70~100	1.00		0.91~1.53	16~24			2.73	18.1~24.2	2.45					
30~100	1.08	17.6~22.1	0.74	16.6~19.9	1.15	14~24	1.31	20~23	18~23	0.86	17.5~25.6	1.49	15~21	

*1:北海道 TL70mm および100mm のデータは昭和63年度結果

TL50mm のデータは平成2年度結果

成長及び生残率は、平成2年~4年までの平均値 (陸上施設と海中育成施設)

日間成長量は、平成2年~4年までの平均値 (陸上施設)

*3:岩手県 全長は昭和60~平成元年の平均値

生残率は昭和61~63年の平均値

成長の良い年 (後期飼育開始が遅れ、水温が高い) は50日で100mm となるが、悪い年は70日かかる。

生残率は年によって差が激しい。

最近は選別による入れ替えが多いので、途中の生残率は求めてない。

TL30mm 以降の飼育に関しては、データ収集はあまりしてない。

*5:福島県 中間飼育開始サイズは TL20mm としており、成長と生残率は TL20~70mm までを示した。

*6:茨城県 成長の早いものから順次、放流用、漁協中間育成用に出荷しているため、30~70日の間に見かけ上の成長の停滞が見られる。

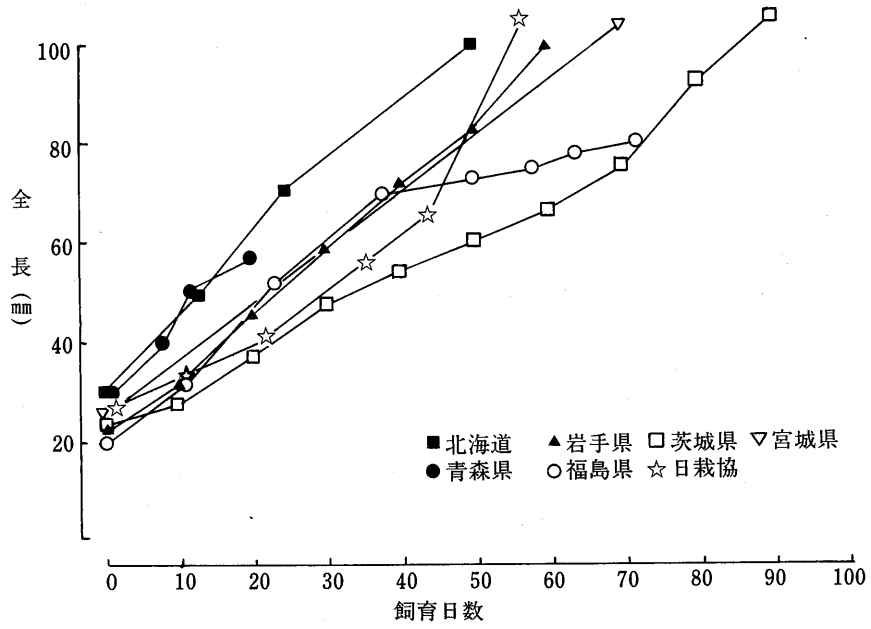


図3-1 ヒラメ育成種苗の成長の推移

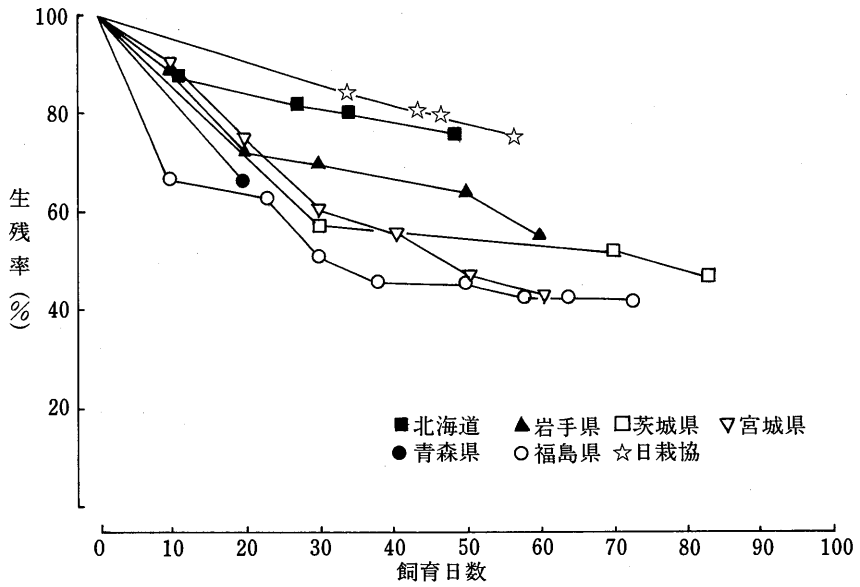


図3-2 ヒラメ育成種苗の生残率の推移

表 3-10 過去に発生したサイズ毎の疾病例とその対策と効果

全長 (mm)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	対策と効果
滑走細菌症	青	青	青	福	茨	茨	茨	茨	北	北：ニフルスチレン酸ナトリウム (250ppm 1 hr) 薬浴○ 福：換水率を高める△ 茨：抗生物質, ニフルスチレン酸ナトリウム経口投与○ 青：ニフルスチレン酸ナトリウム薬浴△
連鎖球菌症	日	日	岩	日						岩：ニフルスチレン酸ナトリウム薬浴× 日：抗生物質経口投与△
エドワジユラ症	青	青	茨	茨	日					岩：抗生物質経口投与○ 青：抗生物質経口投与, ニフルスチレン酸ナトリウム薬浴△
ビブリオ症	青	青	茨	茨	日	岩				茨：抗生物質薬浴× 日：抗生物質経口投与△
ラブドウィルス症										
イクチオオポド症		北	北	北	岩					岩：ホルマリリン (200ppm 1 hr) 浴○ 北：ホルマリリン (150ppm 40min) 浴○
スクーチカ症	青	青	青	青						青：ホルマリリン (200~250ppm 1 hr) 浴△
白点病		北	北	北	青					北：ホルマリリン浴○ 青：ホルマリリン (200ppm 30~60min) 浴○
トリコジナ症		北	北	北	青					
穴あき病										
シュードモナス	岩									岩：抗生物質経口投与○
腹水症										岩：抗生物質・合成抗菌剤経口投与×

(○)効果あり △不明 ×効果なし)

疾病予防対策

1. 換水率, 注水量の増加 (北海道, 青森県, 岩手県, 福島県, 茨城県, 日裁協)
2. 底掃除の徹底 (北海道, 青森県, 岩手県, 日裁協)
3. 鰯死魚, 鰯死魚の除去の徹底 (福島県)
4. 低密度飼育 (福島県)
5. かみ合いによる鰓への2次感染を防ぐため, 選別を行う (青森県, 茨城県, 日裁協)
6. 選別時のスレの防止 (茨城県)
7. 選別回収時のニフルスチレン酸ナトリウム 5~10 ppm, 1~2 時間薬浴 (青森県, 福島県)
8. 水槽間の移動をした時点でニフルスチレン酸ナトリウム薬浴を実施 (宮城県)
9. 使用器具の専用化の徹底 (福島県)
10. 手足の消毒 (クレゾール石鹼液 1%) (福島県)
11. 使用器具, 水槽, 手靴などの消毒 (塩化ベンザルコニウム 10% 液の 100~200 倍希釈液) (青森県)
12. 部外者の飼育棟内への立ち入り禁止 (福島県, 日裁協)

正常とみなすケースが多いものと思われる。TL 70～100mm のサイズに達するとこれら体色異常の肉眼観察が容易になる。育成期間中に体色異常部位の拡大や新規部位出現の可能性があり、現状では TL 100mm 以上の育成種苗では体色異常が100%に近い率で出現すると各機関ともみている。

無眼側の体色異常は、標識として使用している機関が多く、放流時の体色異常個体の出現率は、その後の放流効果判定に大きく影響をする。

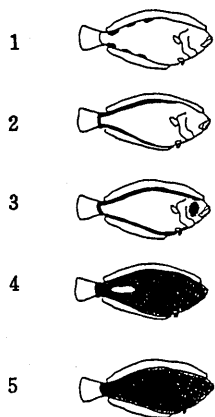
太平洋北区では、TL 70mm 以上のサイズの放流魚では、体色異常個体の出現率がほぼ100%ということで標識として有効とする機関が多いが、前述したように小型放流種苗では、体色異常が判別しにくいこともあって無眼側の体色正常率が高く見られがちなことから標識として使えるかどうかの問題が残されている。このため、どのサイズで放流しても判別可能な大きさに成長すると無眼側に100%体色異常が出現するのかを事前に明らかにしておく必要があり、室内、室外実験の他、フィールドでの放流、追跡調査により確認することが重要な検討課題となっている。

体色異常パターン分けについては、表 3-11 に示したとおり、各機関とも共通したパターンが多く、統一基準化が図れるものと考えられるが、天然魚にも体色異常個体の出現がみられるなら、人工種苗と天然魚のそれを区別できる体色異常のパターン分けをすることが重要である。前述したように無眼側の体色異常を標識とするためには、天然魚には体色異常個体が存在しない、あるいは存在しても計算上ノイズにならない出現量であることを確認しておく必要がある。

なお、太平洋北区の各機関の調査報告では、天然魚の無眼側の体色異常出現率は、多くとも1%以下であろうといわれている。

無眼側体色異常個体は商品としての市場価値が下がるものであり、栽培漁業の経済効果を求める場合はそのことが大きな問題点となる。したがって、ヒラメ栽培漁業を事業化するにあたっては、種苗生産過程における体色異常防除技術の確立が急務である。

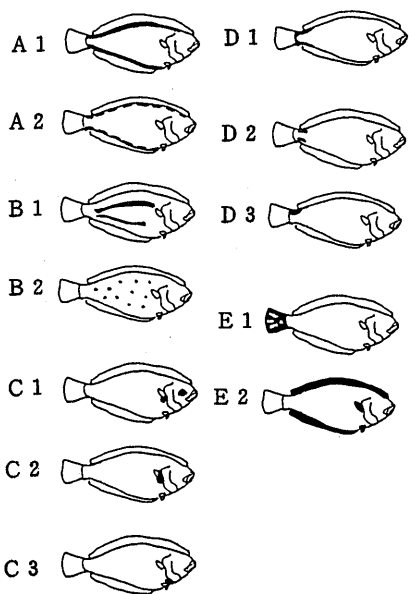
表3-11 無眼側体色異常の出現タイプとタイプ別出現率



北海道

タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)	
	20 mm	50 mm
1	41.0	23.0
2	31.0	32.0
3	15.0	22.0
4	9.0	21.0
5	0	2.0
正常	4.0	0

*平成2年度データ



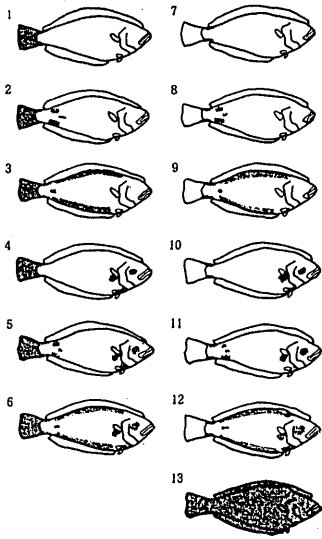
青森県

タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)	
	50 mm	50 mm
A 1	22.9	14.2
A 2	5.5	25.3
B 1	2.6	6.4
B 2	0.2	4.1
C 1	0.7	0.1
C 2	0	0
C 3	1.5	10.8
D 1	1.8	2.9
D 2	30.4	13.0
D 3	8.8	2.5
E 1	0.5	1.8
E 2	2.9	0.5
正常	22.2	18.4

*平成2年度データ

*1回次と3回次のデータ

岩手県

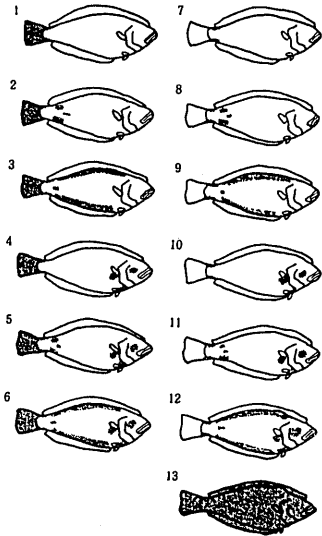


タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)				
	43 mm	106 mm	57 mm	82 mm	112 mm
1	1.3	4.0	26.8	52.7	31.6
2	3.9	5.4	14.3	11.3	10.3
3	16.0	0.6	4.6	1.3	2.5
4	1.3	1.6	0.3	9.5	14.8
5	24.6	4.5	3.2	17.6	33.5
6	42.0	69.7	1.5	5.8	6.3
7	0	0	43.2	1.7	1.0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	1.5	0	0
10	1.3	0	1.5	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	8.3	14.2	0	0	0
正常	1.3	0	3.1	0	0

*昭和 62 年度と平成元年度データ

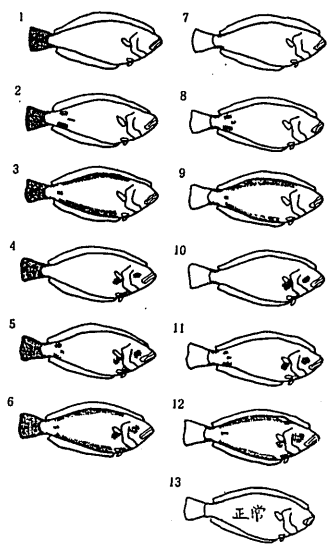
*各サイズとも異なる群

福島県



タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)
	100 mm
1	0
2	0
3	0
4	0
5	1.9
6	95.4
7	0
8	0
9	1.9
10	0
11	0
12	0.8
13	0
正常	0

*平成元年度データ



茨城県

タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)		
	20 mm	50 mm	100 mm
1	0	88.0	21.0
2	0	10.0	25.0
3	0	2.0	17.0
4	0	0	8.0
5	0	0	23.0
6	0	0	6.0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	1.0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
正常	99.0	0	0

*平成2年度データ

日裁協

タイプ	体色異常タイプ別出現比(%)				
	21 mm	27 mm	80 mm	80 mm	100 mm
完全黒化	0	0	0	0	0
W<½	0	0	0.8	7.1	2.0
W>½	52.5	55.0	89.7	87.1	98.0
正常	47.5	45.0	17.5	5.6	0

*平成2年度データ

*W<½ 無眼側の白化部分が½より少ない

*W>½ 無眼側の白化部分が½より多い

4. 輸 送

近年、活魚輸送が活発になっており、それにつれ輸送技術の進歩も目覚ましいものがある。しかし、種苗の輸送に関しては、輸送密度、輸送環境等の資料の蓄積は少なく、経験的に行っているのが現状である。

また種苗輸送では、輸送時のサイズが小さいため酸素消費量が多いこと、輸送後の健全な育成のため余裕を持った収容密度で輸送を行う必要性から、種苗の積載量比は活魚輸送と比較して著しく小さいものと思われる。

表4-1、4-2に各機関の種苗の輸送について示した。

表4-1 種苗輸送方法

	北海道	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	日裁協宮古
輸送の目的	中間育成施設、放流場所へ輸送	中間育成施設、放流場所へ輸送	放流場所へ輸送	中間育成施設、放流場所へ輸送	放流場所へ輸送	中間育成施設、放流場所へ輸送	種苗配付、放流場所へ輸送
輸送方法	活魚輸送専用車	4t普通トラックにFRP製輸送容器(1.2m ³)を搭載	普通トラック、調査船に輸送容器(キャンバス水槽)を搭載	普通トラックに輸送容器(キャンバス水槽、FRP水槽)を搭載	普通トラックに輸送容器(キャンバス水槽)を搭載	普通トラックに輸送容器(キャンバス水槽、FRP水槽)を搭載	活魚輸送専用車、または普通トラックに輸送容器(キャンバス水槽、FRP水槽)を搭載
酸素の補給方法	酸素	酸素	酸素	酸素	酸素	酸素	酸素、稀に酸素と空気の使用
水温調整	なし	なし	なし	なし	なし	海水氷使用	なし、輸送時間と天候により海水氷または普通氷使用
輸送時の薬浴等	なし	なし	ニフルスチレン酸ナトリウム 1 ppm で目的地まで輸送	容器に魚を収容後、ニフルスチレン酸ナトリウム 50ppm で、目的地まで輸送	なし	ニフルスチレン酸ナトリウム 10ppm (輸送容器内)	配付先により様々
餌止め時間 (時間)	30 mm	24	24	16	24		24
	50 mm	24	24	16		24	24
	70 mm	36		16		24	36
	100 mm	36		16	24	24	48

表4-2 種苗輸送例

	種苗の 全長 (mm)	尾数 (尾)	輸送容器 (m ³ ×個)	全容量 (m ³)	輸送密度 (尾/m ³)	輸送時間 (h:m)	出発/到着時水温 (℃)	輸送到着時の 生残率 (%)
青森県	15	420,000	1.2×9	10.8	39,000	3:50	18.0→19.2	100
	15	600,000	1.2×9	10.8	55,000	4:00	17.6→17.8	100
	15	800,000	1.2×9	10.8	74,000	4:40		100
	30	100,000	1.2×3	3.6	28,000	4:20	15.0→16.0	100
	50	123,000	1.2×6	7.2	17,000	4:35		100
	54	68,000	1.2×3	3.6	18,000	2:20		100
	56	190,000	1.2×9	10.8	17,000	4:20		100
岩手県	40	30,000	1.0×3	3.0	10,000	0:45		
	60	30,000	1.0×3	3.0	10,000	1:30		
	90	30,000	15.0×1	15.0	2,000	2:00		
	90	9,000	1.0×3	3.0	3,000	1:30		
宮城県	33	11,000	1.0×1	1.0	11,000	0:40	20.4→20.7	100
	40	30,000	2.0×2	4.0	7,500	3:00	23.2→24.5	99.8
	42	100,000	2.0×6	12.0	8,300	4:30	23.0→24.5	99.5
	45	15,000	1.0×2	2.0	7,500	3:30	21.0→22.2	99.5
福島県	70	30,000	1.0×3	3.0	10,000	0:40		100
茨城県	50	8,000	1.0×2	2.0	4,000	2:00	20 →25	99
	70	10,000	1.0×2	3.5	2,857	0:30	23 →24	99
	100	10,000	0.5×3 同上	5.0	2,000	0:30	23 →24	99
日裁協 宮古	21	140,000	1.0×4	4.0	35,750	8:20		
	36	56,000	1.2×7	8.4	6,660	12:10		100
	36	27,000	1.0×2	2.0	13,500	5:15		
	28	260,000	1.5×12	18.0	15,330	12:10		98
	29	120,000	1.0×7	7.0	17,140	7:30		96
	37	75,000	1.5×6	9.0	8,330	13:00		
	37	100,000	1.2×5	6.0	16,670	11:30		
	45	60,000	1.2×5	7.0	8,570	10:10		
			1.0×1					
	54	50,000	1.2×5	6.0	8,330	11:00		99.5
	107	17,100	1.2×6	7.2	2,370	8:15		98
	110	5,200	1.0×5	5.0	1,040	5:15		100
	111	17,100	1.2×6	7.2	2,370	5:45		99.1
	24	20,000	1.0×1	1.0	20,000	6:50		93.2
	31	15,000	1.0×2	2.0	7,500	7:00		99.3
	40	35,000	1.5×2	3.0	11,700	8:10		96.8
	41	100,000	2.0×6	12.0	8,300	8:05		99.0
	42	50,000	2.0×5	10.0	5,000	11:00		96.6
	38	85,000	1.8×6	10.5	8,100	14:00		91.2
	47	30,000		4.0	7,500	7:00		93.8
	52	40,000	2.0×5	10.0	4,000	13:15		93.7
101	20,000	1.2×6	7.2	2,780	8:08		98.5	
104	10,000	2.0×3	6.0	1,670	17:00		100	

種苗生産機関での輸送サイズは、TL 20~100mmが多く、目的も中間育成施設、放流場所への輸送に限られてくる。

輸送方法に関しては、岩手県で一部船を利用する以外は各機関ともトラック輸送を行っている。

トラック輸送では普通トラックにFRPあるいはキャンバス製の輸送容器を搭載する方法、または活魚輸送専用車を使用する。輸送容器はおおむね1~1.5m³の容量の水槽が多い。活魚輸送業者の輸送容器を使用する際は、病原菌の存在も考えられるため種苗搭載時には輸送容器の洗浄、積み降ろし時には種苗の薬浴等を心掛けるべきであろう。

酸素補給は酸素ポンプから行われており、その通気量の調節は溶存酸素が過飽和にならないよう分散器からの気泡の量等から経験的に行われている。なお、純酸素のみの通気では、種苗に障害がでるといふことで搭載時には純酸素を使用するが、走行中には空気を通気する機関も一部ある。

水温調整は、輸送時間が各機関とも4時間以内ということで、特に行わず自然水温のまま輸送をしている。しかしながら、本来は飼育水温より若干低めで輸送するのが望ましいものと思われる。日栽協の種苗配付では長時間の輸送を要する場合には水温を下げるため海水水や普通水を使用する。輸送中の水温上昇の防止については、FRP製の輸送容器を使用する場合や活魚輸送専用車を使用する場合は、ほとんど問題ないと思われる。しかし、キャンバス水槽を使用する場合は、輸送時間と天候次第で水温が上昇するので、水温の上昇を極力緩和すべく氷の使用や夜間走行する必要がある。

輸送後の薬浴は、ニフルスチレン酸ナトリウムを用いている機関が多い。

輸送密度について表4-2に示した。種苗の大きさと輸送時間が大きく影響するので、各機関と

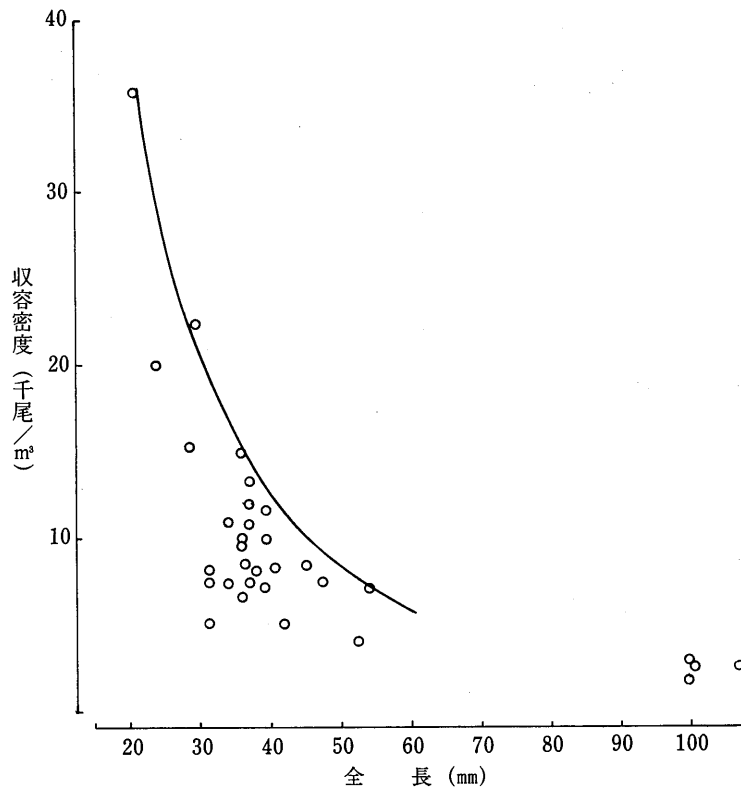


図4-1 種苗輸送密度と全長との関係(日栽協宮古事業場)

も安全を見越した密度で輸送していると思われる。なお、図4-1に日栽協種苗配付時の種苗のサイズと輸送密度の関係を示した。ここでは、輸送時間5時間以上、輸送目的地到着時の生残率90%以上の事例を示している。

各サイズでの最高密度の事例を結んだ線は次の式で表すことができる。

$$Y = 7.684 \times 10^3 \times X^{-1.747}$$

$$(r = 0.9947)$$

Y：収容密度（尾/m³） X：全長（mm）

この式から容量1 m³当り、TL 20mmでは41,000尾、TL 30mmでは20,200尾、TL 40mmでは12,200尾、TL 50mmでは8,300尾、TL 60mmでは6,000尾の輸送が可能となる。

なお、青森県では中間育成場所までの輸送（所要時間3.5～4.2時間）において、TL 15mmでは39,000～74,000尾/m³、TL 30mmでは28,000尾/m³が収容可能としており、またTL 50mmでは17,000～18,000尾/m³が4時間以内の輸送であれば可能であるが、それ以上の時間では活力の低下がみられるとしている。

輸送時の餌止め時間は種苗の大きさと輸送時間に大きく左右されるが、おおむねTL 50mm以下では12～24時間、TL 70mm以上では24～48時間程度が必要である。

5. 問題点と今後の課題

(1) 親魚と採卵

近年、陸上水槽を用いた親魚養成が可能となり、水槽内での自然産卵による採卵も簡単にできるようになっている。しかし、種苗の量産化に対応した良質卵の安定的、量的確保にはまだ多くの問題点と課題が残されている。

1) 親魚管理と飼育管理

- ① 各機関の親魚の来歴は天然・人工養成魚共におおむね茨城県以北の太平洋海域（一部、日本海海域）の親に由来しているが、北区におけるヒラメの系群の存在の有無や系群特性を把握し、保有親魚の起源を明確にしておくことが肝要である。

近年、人工種苗の大量放流による遺伝的变化、すなわち遺伝的変異の減退や縮小、遺伝子頻度の変化、量的形質における変化が起こり得る可能性があり、天然集団（原種）・種内の地域集団（多様性）・遺伝変異（遺伝子）の保存の重要性が指摘されている。

遺伝的変異性に乏しい種苗を起源とした再生産を繰り返すことによる集団の適応能力の低下、近親交配による劣性遺伝子の表面化の問題が懸念されるので、特に、親魚の由来および親魚数について留意が必要であり、また、ヒラメの栽培漁業事業化の前に人工種苗放流群と天然群の遺伝的特性を把握し、放流に当ってはモニタリングを行うことが重要な検討課題であろう。

- ② 良質卵を確保するために、親魚の産卵有効年齢の把握、適正な育成密度、性比の把握、適正餌料の把握ならびに餌料の栄養強化方法の確立が重要である。

2) 採卵とふ化

- ① ヒラメ種苗の利用時期に合わせて、各機関とも飼育水温制御（加温）による1～2ヶ月の早期採卵を実施し、産卵の早期化が可能となっている。しかし、種苗量産に使用する産卵盛期のふ化仔魚の安定的・量的確保のためにはまだ生殖生理等の内的要因の把握、環境制御手法等の検討が必要である、また、加温飼育のため種苗の生産コストがかさむことが予想され、ふ化仔魚の供給実態に相応した効率的な採卵を行う必要がある。
- ② 種苗生産における初期減耗の要因の一つに卵・ふ化仔魚の質の問題が上げられるが、両者の質を簡易的、また即座に評価できる手法については確立されておらず、評価手法の技術開発が必須である。
- ③ 近年、種苗生産の初期段階でのウイルス疾病による大量斃死が報告されており、その保菌源が親魚とされている。したがって、ウイルス感染の検疫手法開発ならびに親の感染チェック、予防対策が重要な課題である。

(2) 種苗生産（全長20～30mm まで）

1) 生産方式

各機関の生産方式は、それぞれの種苗生産技術の推移及び既存飼育水槽等の施設事情から、着底期までの一貫生産方式と着底期までに1～2回の分槽を行う方式に分けられる。

分槽方式を採用している青森県、日栽協宮古事業場の近年の生産結果を見ると生残率が高く、

安定した成果を上げている。目標生産量を少ない回次で達成するための生残率向上は、種苗生産コストの軽減を大きく左右する要因でもあり、事業化に向けた生産方式の見直しも重要な検討課題である。

いずれの方式にしても適正な収容密度、取り揚げ密度を明確にし、それぞれの飼育管理手法を確立する必要がある。

2) 飼育管理

- ① 飼育開始時期については、各機関が種苗の量産化を目標に置く上から、施設の効率的利用を考慮した多回生産の体制作り、生産種苗の中間育成海域の受け入れ時の気象・海洋条件、適正放流サイズ・放流時期を考慮して決める必要がある。
- ② 各機関のふ化仔魚の収容密度は、それぞれの生産方式や水槽容量等によって異なっている。健苗生産（成長等）・生残率の向上・単位生産量の増大を図るためには、生産目標サイズの取り揚げ密度を念頭に、生産方式（一貫・分槽）に合わせた適正収容密度の検討が必要である。
- ③ 飼育水・微細藻類等の培養水には、各機関とも加圧式あるいは重力式ろ過機を用いたろ過海水を使用しているが、近年、量産過程においてウイルス等による大量斃死が見られるので、さらに疾病防止のために紫外線殺菌・オゾン処理海水の利用についても検討が必要である。
- ④ 飼育水の水作りとして、シオミズツボワムシの飢餓防止・水質環境浄化を主とした目的のため各機関がナンノクロロプシスを添加しているが、その効果の比較検討や適正な添加密度の把握を行う必要がある。
- ⑤ 飼育水槽へのろ過海水の注水量（換水率）の多少は種苗生産コストの軽減に大きく影響を及ぼす要因の一つであるが、特に着底期以降全長30mmまでの飼育期間について、育成手法別、サイズ別に適正な育成密度での適正な換水率の把握を行うことが重要な課題である。
- ⑥ 飼育水槽の底掃除は飼育環境の恒常性を保つ上で必須の作業であるが、生産方式を問わず各機関に底掃除の回数（間隔）や方法に相違が見られる。

斃死魚、仔魚の摂餌の活発化に伴う糞の堆積、残餌等の腐敗が、飼育環境の悪化による大量斃死を招くと共に、大量斃死につながる疾病の誘因にもなるので、それぞれの生産方式のなかでより生残率を向上させるため適切な底掃除の回数（間隔）や方法について見直す必要がある。

また、底掃除作業にかかる労力・時間の省力化を図るため自動底掃除機の利用も検討すべき課題である。

3) 餌料

- ① 種苗生産に使用する餌料の種類は、近年各機関ともシオミズツボワムシ、アルテミア、配合飼料の3種と簡素化され、餌料系列はおおむね着底期まではシオミズツボワムシ・アルテミアが主餌料であり、配合飼料は餌付け的要素が強い。着底期以降になるとおおむね各機関とも配合飼料単独給餌になる。しかし、各種餌料の給餌開始・終了については機関によって差がみられる。各種餌料の給餌期間や併用した場合の給餌量の軽減等について生産優良事例を参考に再検討する必要がある。

特に、種苗生産コストの軽減からは、生物餌料に替わる配合飼料の利用技術を高める必要がある。

② 配合飼料についてはその製造方法の進歩により最小100 μ mからの粒径が市販されているが、生物餌料であるシオミズツボワムシ・アルテミアに単独で替わり得るまでには至っていない。高生残、高成長、健全性を高めることを目的に、仔稚魚の消化吸收機能の発達に合わせた、嗜好性の強い、栄養価に富んだ、また飼育水を汚さない初期配合飼料を開発する必要がある。将来は上記の他、体色異常、形態異常防除を考慮した栄養価の問題まで含めた配合飼料の開発が必要である。

③ 良質の健全な種苗を生産するため生物餌料であるシオミズツボワムシ、アルテミアの栄養強化が必須となっている。栄養強化の対象は高度不飽和脂肪酸(DHA, EPA)並びにビタミン類(V_A, V_E)であるが、それらを含む強化剤の種類、強化量、強化時間、強化手法等について健全性、体色異常防除(有眼側・無眼側)、形態異常防除等への関わりを明確にし、その使用目的に合わせた内容の検討が求められている。

また、初期に利用する配合飼料についても、健全性、体色異常防除(有眼側、無眼側)、形態異常防除等への関わりについて事前に内容を検討しておく必要がある。

4) 取り揚げと選別

① 着底した種苗の取り揚げ方法は各機関がそれぞれの実情に合わせ、工夫をこらして行っているが、取り揚げ時のスレ防止、酸欠防止、取り揚げに要する時間の短縮、種苗の簡易な計数法(自動化)等を考慮した取り揚げ方法の再検討が必要である。

また、着底期には種苗の大小差を生じ、噛み合いや共食いによる減耗、2次的疾病を招くことがあることから、各機関ともおおむね平均全長20mmで第1回目の選別を行っているが、効率よい簡易な選別方法の検討が求められている。いずれにしても、取り揚げから選別再収容までにかかる一連の作業時間の短縮を図った選別方法の検討が必要である。

5) 生残

種苗生産技術の進展に伴い、各機関における全長20~30mmまでの生残率は50%強にまで向上しているが、日裁協宮古事業場のように近年80%の好結果で推移している事例もある。

事業化に向けた種苗供給の必要条件是種苗の健苗性と種苗の生産コストの軽減である。後者に関しては生残率向上が大きな軽減要因であり、そのためには各機関の既存生産施設の効率的な利用を図りながら、種苗生産における飼育水の環境管理・飼育管理・疾病予防と対策等についての再検討を行い、さらに他機関の優良事例を参考にして、一貫した種苗生産技術の進展を図る必要がある。

6) 有眼側体色異常と形態異常

種苗の健苗性から有眼側体色異常(白化)と形態異常(椎骨異常)個体の出現は種苗生産過程での大きな問題となっている。

有眼側体色異常出現防除技術に関する取り組みは大学、水研、県、日裁協等の機関でみられ、飼育管理、仔稚魚の生理、餌料の栄養面等からの研究が進むとともに異常個体の出現率は低下する傾向にある。

有眼側体色異常はTL7mmから着底するまでの13mmの間に決定されると推察されており、この間の健全な育成技術の確立と生物餌料の栄養強化(DHA, EPA, ビタミン等)技術の確立が急務である。

近年、生産種苗に脊椎骨異常個体が高率で出現しているとの報告がみられる。外見的に明確

な異常は少ないが、種苗の健苗性からは重要な問題点であり、各関係機関の形態異常出現状況の実態調査ならびにその原因究明、防除対策等について早急に検討する必要がある。

7) 疾病と予防対策

種苗生産過程における生残率低下の原因には、親魚養成手法の健全性に由来する卵・ふ化仔魚の質の低下の他、飼育環境悪化、細菌性・ウイルス様疾病、大小差による噛み合い・共食い、生物餌料の栄養欠如等が上げられる。

特に、近年、ヘルペスウイルスによる表皮増生症の発現で仔魚期の大量斃死を生じる事例がみられ大きな問題となっている。

これらの防除対策として、外回りでは施設・設備・使用資材の事前消毒、部外者の生産施設への立入り禁止、種苗生産工程では健全な親魚の育成、卵消毒、適正な水質環境の把握、適正な飼育管理方法（サイズ別の飼育密度、底掃除、換水率、選別等）の確立、種苗の栄養要求に合わせた生物餌料の適正な栄養強化方法・強化素材等の検討が望まれる。

8) 省力化・低コスト化

作業労力・生産コストの軽減のための省力化・機械化は重要な課題である。

種苗生産期の餌料では、近年の配合飼料製造技術ならびにその利用技術が進歩し、これまでの生物餌料・魚肉ミンチから配合飼料に替わり、餌料系列の簡素化とともに省力化が可能となってきたが、仔魚期初期の重要餌料であるワムシ、アルテミアに完全に切り替わるまでには至っておらず、健全な種苗の生産を念頭に仔魚の消化器官形成、消化機能の発達に合わせた微粒子人工飼料の開発が期待される。

省力化を考えた機器開発では、水槽の底質環境浄化のため簡易な操作で、くまなく、一定の時間で清浄化できる自動底掃除機の開発、前述の配合飼料化に伴い種苗の成長に準じた粒径の異なる配合飼料を一定時に一定量を水槽に万遍なく散布する自動給餌機の開発、飼育水環境の恒常性を保つために飼育水の環境要因の自動測定装置の開発、生産種苗の計数にかかる労力・時間の省力化のための自動計数機の開発、生物餌料の自動収穫機の開発、生物餌料の自動給餌機の開発、換水量の把握に要する時間の省力化、ならびに決められた注水量の安定化のための流量計の開発等がある。

(3) 全長30mm 以降の飼育

放流技術開発さらには栽培漁業事業化のため使用する種苗について、健苗生産された種苗を、目的の放流サイズまで健全に、高い生残率で育成し、しかも低コスト化を図ることが重要な課題である。また、放流後の生き残りを良くするため「種苗性」、「種苗性強化手法」の問題もあわせて検討する必要がある。

1) 飼育方法

① 育成施設

太平洋北区では気候条件や地先の海面環境条件等から、種苗放流サイズまで海上筏を利用した小割網育成手法を採用している機関は少なく、大半の機関が陸上水槽そのものでの育成、同水槽内での小割育成、あるいは簡易なキャンパス水槽での育成を行っている。

この方法では、成長に伴う選別や適正な飼育密度調整のために、水槽容量（底面積）が拡大すると共に飼育水の使用量も増大する。したがって、放流種苗の大量生産には各機関とも

施設の効率的利用、ならびに地先海面を有効利用した育成手法等を再検討する必要がある。

② 飼育環境

30mm サイズ以降での飼育環境では残餌や糞等による水槽底の汚れを除去するため、あるいは高密度育成のため高い換水率となっている。陸上施設を利用した育成では、飼育水の換水量の過剰な増大が育成コストに大きく影響する要因となるので、育成密度、摂餌状況、DO の状況を見ながら、サイズ別の適正な育成密度の把握とそれに見合った換水量（率）の把握を行なう必要がある。

③ 餌料

30mm サイズではすでに配合飼料単独給餌による育成が可能であり、各機関とも生餌を調餌する手間等の省力化をかねて使用している。成長の面からは既存の市販配合飼料で問題はない。

生産コスト軽減の点から餌料費、作業賃金の節約を考え、成長に合わせた最適な給餌回数、日間給餌率についてサイズ別に再検討することも重要である。

④ 共食いと選別

育成過程で成長差を生じ、噛み合い・共食いによる生残率の低下を招くことから適度な選別が必須であるが、大型サイズになるほど手間、労力が必要となるので、簡易な形状で、省力化される、また魚体に損傷を与えない選別機器開発、選別手法開発が求められる。

2) 成長と生残率

成長に伴う大小差が生残率を低下させる減耗要因の一つであり、その防止対策として選別を実施している機関が多い。選別により大型群と小型群に分離されるが、その後の育成過程においても成長率、健全性が両群で異なる傾向があると思われる。選別が成長・生残率の向上、さらには放流後の生き残りを良くする上での種苗性とどう関わっているのか吟味する必要がある。

また、成長と生残率向上のためにはサイズ別の適正育成密度の把握、後述する疾病防除対策も重要な検討課題である。

3) 疾病と防除対策

30mm 以降の育成において疾病は大きな減耗要因であるが、この時期の疾病を誘因する要因として選別回数の不足、過密育成、換水量不足、小割網の汚れ、残餌・糞等による底の汚れ等が挙げられ、主に飼育管理の問題と思われる。それらの要因に対して適切な管理を行い、健全育成を心がける必要がある。

病魚の早期発見、迅速な対応が減耗防止のためには重要であり、担当者の徹底した育成魚の日々観察が求められる。

4) 体色異常個体（無眼側）

天然魚では無眼側の体色異常個体の出現は皆無に近いことから、人工種苗に高率で見られる体色異常を標識の代用として利用している。無眼側体色異常の有無について、TL 50mm 前後までは体幹部の識別は可能であるが、尾柄の一部あるいは尾鰭等については識別が難しい。しかし、70~100mm になるとおおむね識別が可能となり、現状では各機関とも放流種苗の大半に異常が見られる。従って、小型サイズで放流する場合は標識率の算出に注意を要する。また、小型サイズで出現した体色異常パターンが成長に連れ変化するものか、被覆面積が比例的に増

大するのか、あるいは放流前後の育成環境で体色異常の面積が変化するか等について検討する必要がある。

栽培漁業の事業化に当って、放流後の経済効果の点からは、体色異常の被覆面積の程度によって商品価値が低下するので逆に大きなマイナス要因となる。種苗生産段階で無眼側体色異常の出現防除技術を確立することが早急な課題である。

(4) 輸 送

各機関の中間育成施設、放流場所への種苗輸送、日裁協宮古事業場から各県への種苗配付の手段としてはトラックによる陸上輸送が多い。輸送方式としては活魚輸送車（海水循環ろ過・冷却水槽付き、純酸素通気）方式や単純な輸送タンクで止水・純酸素通気方式がある。今回、種苗の輸送事例、並びに全長と種苗輸送密度の関係について提示したが、大型魚（商品サイズ）の活魚輸送技術の発達に比較し、種苗の輸送技術について詳細に検討された例は少ない。

種苗輸送に関する基礎的な技術開発（輸送前の餌止め時間、輸送時間と海水の汚濁状況、種苗の酸素消費量、輸送後の育成・放流の生残に関わる健全な輸送密度、輸送水温と輸送密度等）の検討を行い、サイズ別の適正な輸送時間と輸送密度の関係について明確にする必要がある。

(付) 宮古事業場におけるヒラメ種苗生産技術の現状

宮古事業場では、ヒラメ種苗生産を昭和55年度より行ってきたが、昭和61年度までは安定生産するに至らなかった。しかし、62年度2回の生産において、TL 20～30mmの稚魚260万尾、平均生残率67.1%の好結果が得られた。それ以降、62年度の生産方法を基に飼育を行ったところ、63年度では疾病が発生した2回次を除いて、生産尾数180万尾、生残率72%、平成元年度においては、生産尾数300万尾、平均生残率82.3%と、成長、生残率とも良好な成績が期待できるようになった。また白化率においても数%程度の低率で推移するようになっている。

そこで、過去3カ年間の飼育技術開発の成果と61年度以前の飼育から得られた知見とを併せて検討し、宮古事業場におけるヒラメ種苗 (TL 30mm) 生産の技術の現状を以下のようにまとめた。

1. 親魚と採卵

(1) 親魚の由来

昭和55年度および58年度に当事業場で生産した人工魚 (6～9才) および天然魚 (養成2～9年) を使用。

(2) 年齢、大きさ、性比、尾数

平成元年度の概要を表1に示した。

表1 ヒラメ使用親魚の概要 (平成元年度)

水槽区分	由来	年齢 (養成年数)	大きさ (kg)		性比 (♀:♂)	尾数
			♀	♂		
A-1	人工・天然	6～9(2～9)	3.88	1.72	17:56	73
			(2.65～5.31)	(1.74～2.80)		
A-2	人工・天然	6～9(2～9)	2.17	1.54	25:77	102
			(1.16～3.70)	(0.89～3.78)		

注：天然魚は養成年数を示す。

(3) 飼育管理

- 1) 水槽容量……60m³円形コンクリート水槽 (φ9.8×0.75m) 2面使用
- 2) 飼育密度……A-1区 (2.17kg/m²), A-2区 (2.88kg/m²)
- 3) 換水率……5回転/日, 循環ろ過方式
- 4) 産卵期の調整……水温が低下した1月中旬から11℃まで加温した後, 2月から3月1日にかけて12～14℃に徐々に昇温し, 3月中旬には15℃に調節する。
- 5) 遮光等……遮光率90%程度の寒冷紗で水槽上面及び側面を覆う。

(4) 飼育餌料

餌料として冷凍及び鮮魚のマアジ, チカを給餌し, 特に産卵開始前から初期にかけては卵持ちチカの鮮魚を与えている。

(5) 産卵期間, 産卵盛期, 産卵量, ふ化率

平成元年度の結果の概要を表2に示した。

表2 ヒラメ親魚の採卵概要 (平成元年度)

試験区	産卵期間 (日間)	産卵盛期 (日間)	産卵量 (万粒)	ふ化率 (%)
A-1	3.31~7.31 (123)	4.29~7.17 (80)	15,500	81.8(56.2~100)
A-2	4.7~7.31 (116)	4.29~7.17 (80)	22,400	76.8(20.0~100)

(6) 疾病対策

- 1) 寄生虫症 (イクチオボド症等) の対策として, ホルマリン薬浴 (100ppm)
- 2) 親魚水槽の塩素消毒
- 3) 部外者の親魚棟内の立入りの規制

2. 卵管理

- 1) 採卵後, 浮上卵 (受精卵) と沈下卵 (未受精卵) を分離し, 浮上卵は計量を行い, 卵数 (1g 当たり1,500~2,000粒) を求め, 受精率をチェックする。
- 2) 分離した浮上卵は1/200イソジン海水溶液 (有効ヨウ素50ppm) で10分間の薬浴を行いふ化水槽に收容する。薬浴の際はエアレーションにより攪拌する。
- 3) ふ化には0.5m³ のアルテミアふ化器を使用する。100ℓ/h の流水管理を行うと1槽当たり100~150万粒の收容でもふ化率 (80%) には影響ない。止水管理の場合では20万粒程度とする。なお, 通気は少し弱めにする。
- 4) 卵管理水温は親魚水槽の水温に合わせる (ふ化日数は15~18℃で2~3日)。
- 5) ふ化槽に浮上卵を收容した翌日には, 沈下卵を除去するが, ふ化直前には, 正常卵も沈下するので注意を要する。
- 6) ふ化が終了したら, 通気を少し強めにして, 容量法でふ化仔魚を計数する。
- 7) 通気を止め浮上したふ化仔魚をバケツ等ですくい, ショックを与えないように飼育水槽に收容する。
- 8) ふ化仔魚の收容が終了したら, ふ化水槽に残ったふ化仔魚を計数し, 收容尾数を決定する。

3. 種苗生産 (TL 30mm まで)

(1) 飼育水槽

屋内50m³ コンクリート水槽 (4.8×8.0×1.6m) を用いる。遮光率90%程度の遮光幕で水槽上面を覆い, 照度に配慮する。

(2) 飼育時期

宮古事業場では5月中旬 (1回次), 6月上旬 (2回次) の2回生産を行っている。62年度以降の收容時期と尾数を表3に示した。

表3 収容時期と収容尾数

年 度	収 容 日		収容尾数(万尾)	
	1回次	2回次	1回次	2回次
昭和62	5.19	6.10~12	230	145
63	5.19	6.10	250	100
平成元	5.18~20	6.10	260	100

(3) 収容尾数

ふ化仔魚の収容は1面に100~130万尾(密度2.0~2.6万尾/m³)を基準として行い、計画生産尾数に応じて1~2面の水槽を使用して生産を開始する。なお、原則として、ふ化仔魚は1槽当たり1日に産卵したものを使用するが、予定尾数より少ない場合には2日間に分けて収容してもかまわない。

(4) 飼育水温

ふ化仔魚収容時に16℃前後に加温し、その後は、飼育5日目までに水温17.5℃前後に徐々に昇温し、それ以降は取り揚げまで18℃前後に維持する(図1)。

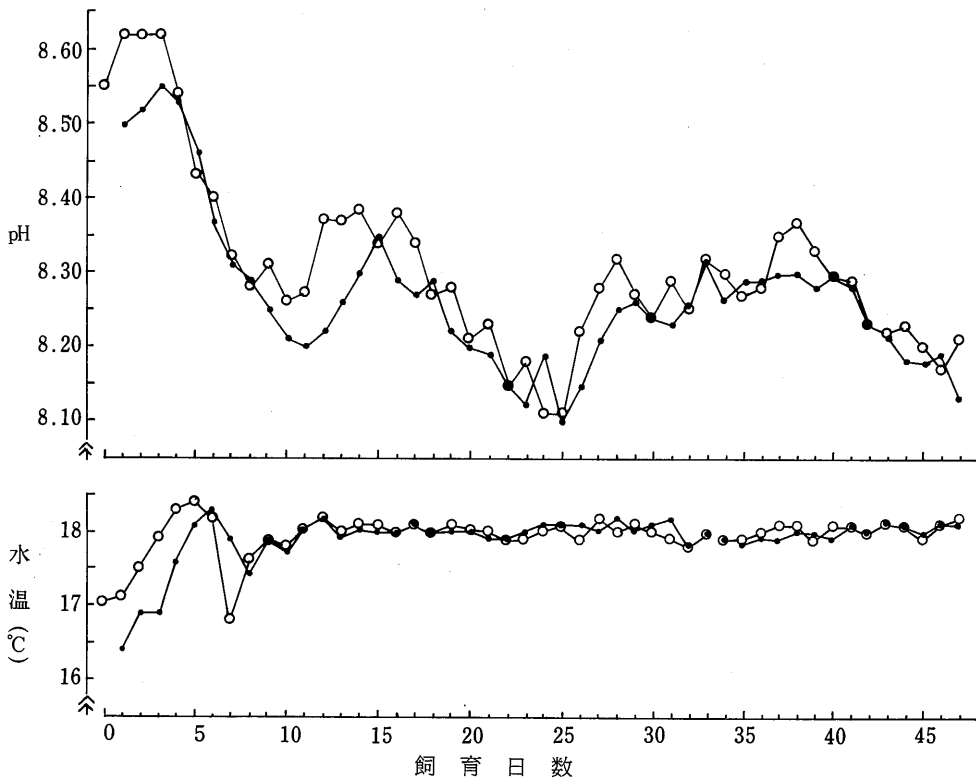


図1 1回次生産における飼育環境の変動(平成元年度)
午前 ● 午後 ○

(5) 注・排水

飼育開始時の飼育水量は35～40m³程度とし、5日間かけて50～55m³まで徐々に増水する。その後、排水用アンドン及びサイフォンを設置し、昼間のみ流水飼育とし、14日齢(TL 8.1mm)以降は終日流水とする。換水基準は表4の通りである。注水温が飼育水温と比較して著しく低い場合は加温海水を注水する方が良い。28日齢以降(TL 13.9mm)は無加温海水でも差支えない。注水部は、注水量調節操作が容易にできるように流量コントロールバルブを用いる。注水口には、注水袋(63μm)、注水アンドンを設置する。排水ネットは、成長に伴ない70目(6日齢)、30目(17日齢)、260径(27日齢)、180径(37日齢)に交換する(図2)。

表4 換水量の基準

日 齢	換水率 (%)	備 考
0～5	0	1日齢から徐々に2, 3, 4m ³ と増水し、50m ³ にする(開始時水量35～40m ³)。
6～10	14～45	昼間 20～60ℓ/分
10～13	40～60	昼間 40～60ℓ/分
14～25	90～120	昼間 60ℓ/分, 夜間 20ℓ/分
26～30	120～180	昼夜間 60ℓ/分
31～50	180～360	昼夜間 70～120ℓ/分

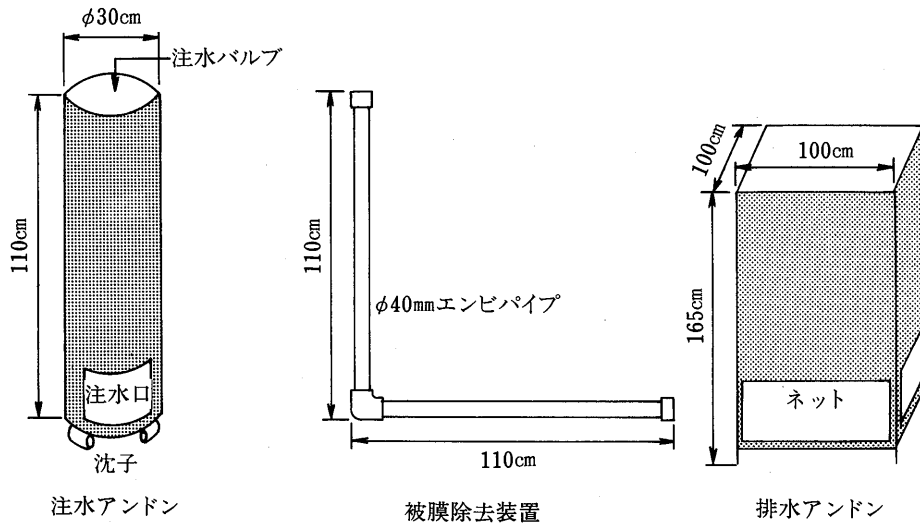


図2 飼育器材類

(6) ナンノクロロプシス添加

ふ化仔魚収容時から30日齢までナンノクロロプシスを飼育水に添加し、その濃度を50～200万セル/mlに調整する。特にワムシの摂餌が活発でない飼育初期(0～10日)は、150～200万セル/mlの濃度を維持する。その後、徐々に濃度を薄くし、着底期頃は水槽底が観察でき

るようにする (図 3)。

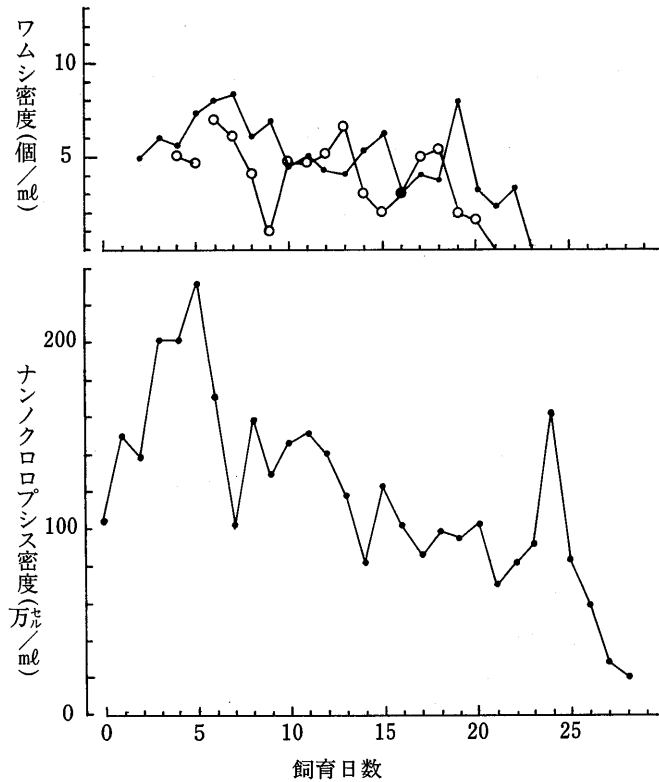


図 3 1 回次生産でのナンクロロプシス及びワムシ密度の推移(平成 2 年度)
午前:●, 午後:○

(7) 通気・底掃除

通気は飼育初期から図 4 のようなエアブロックを用い、飼育水の攪拌と環流を行う。なお、30日齢までは中央部にエアブロックを 1 本追加する。また飼育水面被膜除去装置 (図 2) を設置し、配合飼料を投餌する時期には頻繁に被膜を除去するように留意する。底掃除は、5日齢より着底期 (30日齢) 頃まで、水槽全面を毎日行う。着底期以降は、水槽中央部に集積している沈殿物のみを除去する。

(8) 計数

収容時から 20 日齢までは 5 日毎に、 $\phi 50\text{mm}$ エンピパイプを用いて柱状サンプリングによる容量法で夜間計数を行う。それ以降の現存尾数は、底掃除の斃死尾数から押えておく。取り揚げ時の計数は重量法で行う。なお、重量法の計数では稚魚の大小差がないことが大切なので、選別を行って大きさを揃える。

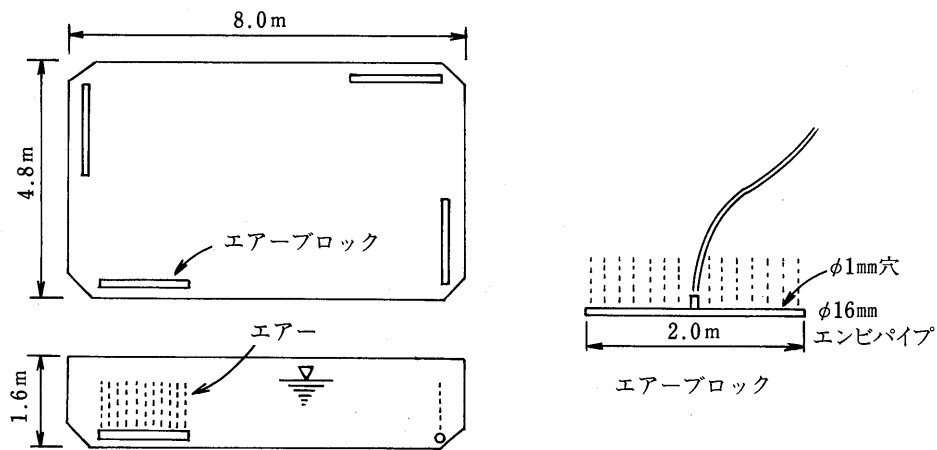


図4 通気方式の模式

(9) 分槽

図5に飼育系統を示す。

第1回目の分槽は13～15日齢頃 (TL 7.0～8.0mm) 行い、仔魚は夜間灯火で集め、 $\phi 50\text{mm}$ サイフォンホースを用いて2分槽 (50～65万尾/槽, 1.0～1.3万尾/ m^3) する。その時の水槽間の落差は10～20cm位を保つ。なお、その時急激に水変りしないように分槽先の飼育水を水中ポンプで元水槽へ環流させる。第2・3回目の分槽は、26～31日齢頃 (TL 13.0～15.1mm) に行う。この時の分槽は元水槽および第1回目の分槽水槽から表層魚を $\phi 50\text{mm}$ のサイフォンホースで、昼間新水槽へ分槽する (0.6～0.7万尾/ m^3)。

これまでの宮古事業場での平均的な取り揚げ密度は20～35万尾/槽 (5,700～7,000尾/ m^3) である。

(10) 取り揚げ・選別

選別は、取り揚げと同時に行う。第1回目の取り揚げは46～50日齢頃を目安とし、水槽の水位を40～60cmまで下げた後、ドレンから抜き取る。その際、ドレンに接続した取り揚げ容器 (図6) に稚魚を濃縮し、漸次出てきた稚魚を手網ですくい、選別器である90径 (目合5mm) の小割網に収容していく。

90径の小割網 (3.5×3.0×1.0m) は50 m^3 水槽に2面設置し、その中に取り揚げた稚魚を均等に入れる。90径に止った大型魚は計数を行い、用意した水槽あるいは小割網に収容する。抜けた小型魚はそのまま飼育を継続し、前記の取り揚げ選別を2～3回繰り返す。90径小割網に止まった大型個体の平均全長は26～27mmで、抜けた小型個体は平均全長20mm程度である (図7)。

(11) 餌料

1) 餌料の種類

餌料には、ワムシ、アルテミアノープリウス、配合飼料の3種類を用いる。各種餌料の給餌方法等については、以下のとおりである。

第2回目取り揚げ

第1回目取り揚げ

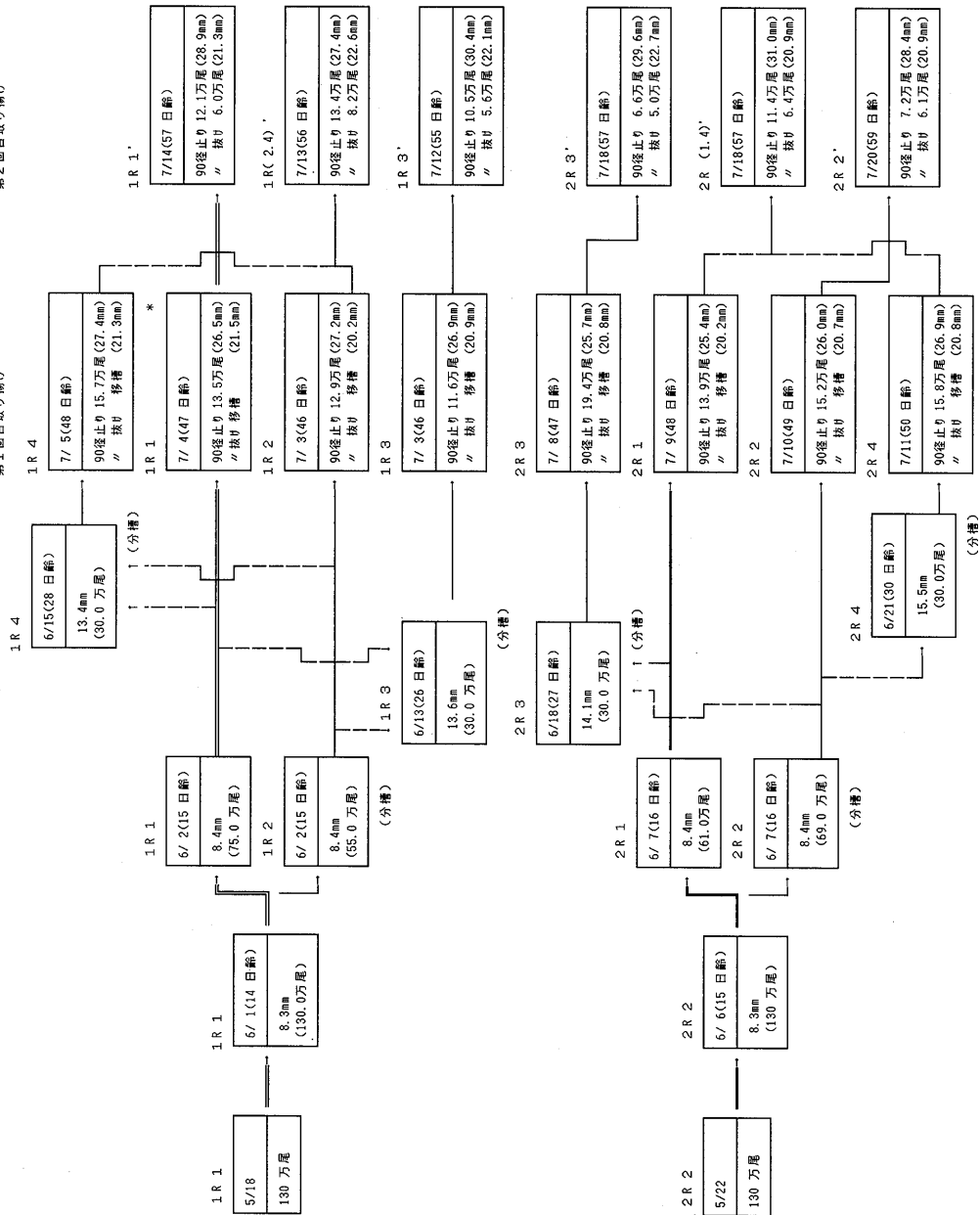
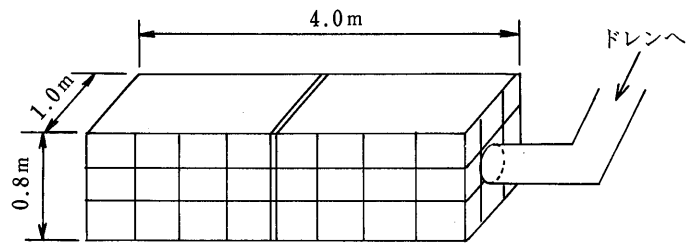


図 5 1, 2 回次生産での飼育系統図(宮古事業場)



2分割できるステン棒にキャンバスを張る

図6 取り揚げ容器

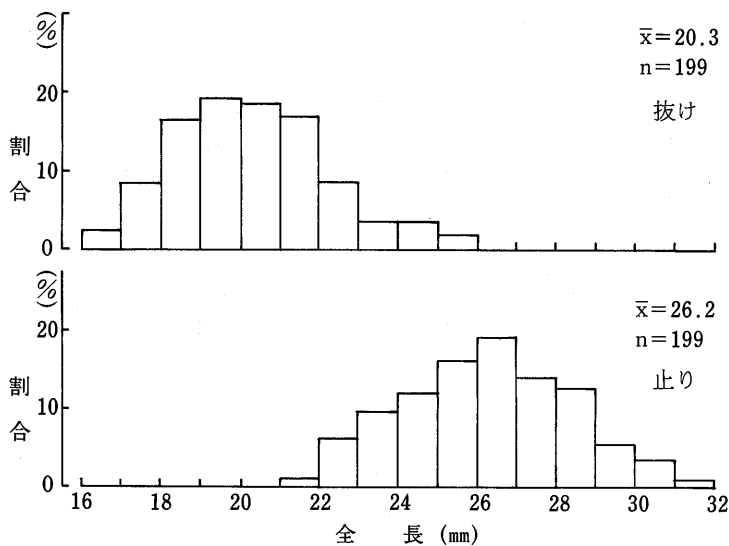


図7 90径で選別したヒラメ稚魚の全長組成

①ワムシ

ワムシの単独給餌期間中は、飼育水中のワムシの密度を4～8個体/ml程度に保つようにする。特に10日齢以降摂餌が活発になるので給餌量に注意する。ワムシの摂餌は25日齢前後から急激に悪くなる傾向があるが、ナンノクロプシスを添加すると30日齢頃まで摂餌させることができる。

②アルテミア

アルテミアの給餌は、12～13日齢から開始する。当初はアルテミアが飼育水中に翌日まで残存しないように給餌量に留意する。

③配合飼料

配合飼料の給餌は17日齢から開始し、適宜増減する。配合飼料への餌付けは、給餌開始当初は慣れさせる目的で極少量ずつ細心の注意を持って行う。配合飼料が餌料の主体となるまでは生物餌料の給餌の間に1日分を7～10回に分けて与える。餌付きが良いからといっ

て当初から大量に給餌すると消化不良を起こすことがあるので、きわめて短期間のうちに配合飼料に切り替えるような飼育方法はとらない。

2) 給餌量

餌料の給餌基準，使用期間及び給餌時刻については表5，図8のとおりである。

表5 配合飼料の種類例と給餌量 (g) の基準 (生産尾数 180 万尾の場合)

配合飼料 粒子径 (タイプ)	全長(mm)	9.7	12.2	15.4	17.2	18.5	22.4	27.8	合計
日 齢		16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	
250 μm (A-1)		1160	3280	1640					6080
400 μm (A-2, B-1)			2100	5400	9525	4365			21390
700 μm (B-2)					1940	12295	24450	31900	70590
合 計		1160	5380	12480	4900	55600	24450	31900	98060

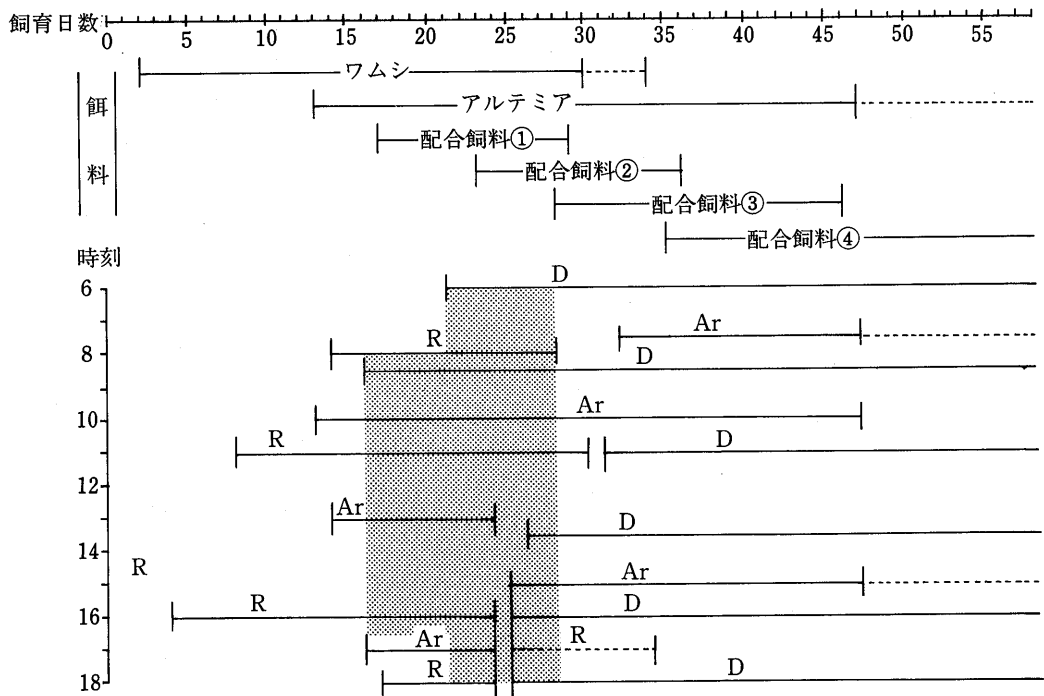


図8 飼料系列と給餌時刻

R: ワムシ, Ar: アルテミア, D: 配合飼料

配合飼料①: 250 μm (A-1), 配合飼料②: 400 μm (A-2)

配合飼料③: 400 μm (B-1), 配合飼料④: 700 μm (B-2)

配合飼料を頻繁に給餌する

3) 生物餌料の栄養強化

生物餌料の栄養強化は成長、生残率、白化率等の良否に関係してくるために、特に留意する。栄養強化方法の基準は表6の通りである。

表6 生物餌料の栄養強化方法

	ワ ム シ	アルテミア
密度 (個体/ml)	400~1600	100~120
ナンノクロロプシス (万セル/ml)	2000	—
フェオダクチラム (%)	—	50~100
乳化オイル (ml/m ³)	—	30
脂溶性ビタミン (ml/m ³)	100	60
強化時間	1次 6~15時間 2次 1~2時間	24時間 2~8時間

注：平成3年度以降、形態異常防除のためにワムシへの脂溶性ビタミン添加は行わず、アルテミアへの添加量も40ml/m³に軽減した。

ワムシは給餌前に再度1~2時間強化する。強化は、原則として生ナンノクロロプシスを使用するが、確保が困難な場合冷凍ナンノクロロプシスでもよい。アルテミアの強化はフェオダクチラム主体に乳化オイルと脂溶性ビタミンを併用する。

(12) 成長と生残

以上のような飼育方法で種苗生産を行うと、特別な事故や疾病が発生しない限り、表7に示すような成長と生残が見込める。

着底期までの生残率は概ね90%以上を確保できる。この数値を下回った場合には、飼育方法に問題があるか、あるいは疾病の発生が考えられる。平成元年度の成長と生残率の推移を図9に示した。

表7 見込み成長及び生残率の推移

全長(mm)	日 齢	生残率(%)
10	20	95~100
15	27~32	90~95
20	40~42	70~90
25	43~46	65~85
30	50~57	60~80

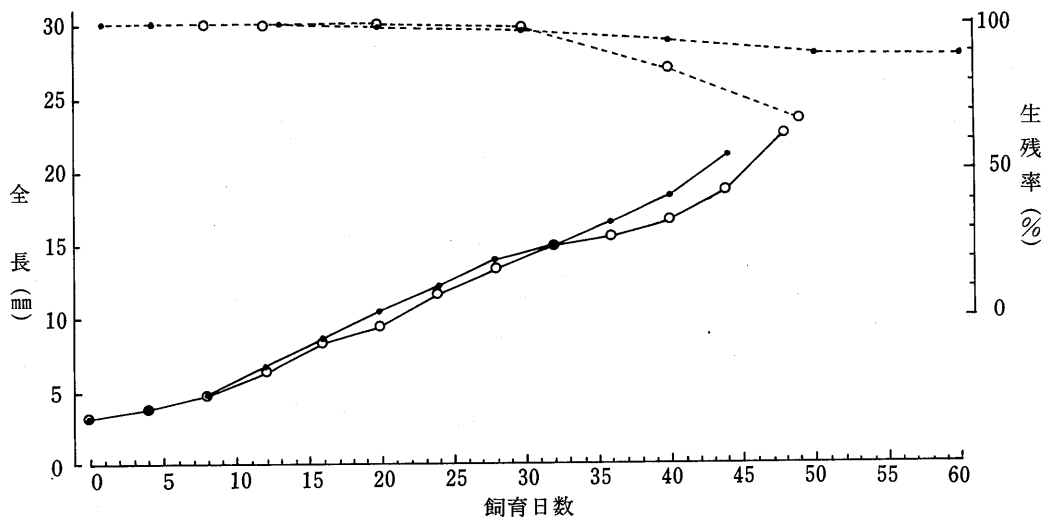


図9 ヒラメ種苗生産における成長及び生残率の推移(平成2年度)

成長—— 生残率-----
 1回次 ● 2回次 ○

(13) 疾病予防対策

- 1) ヒラメ卵の消毒
- 2) 飼育水槽，飼育器具の塩素消毒（有効塩素48ppm，24時間以上），使用器具専用化の徹底
- 3) 仔稚魚の観察の徹底
- 4) 部外者の飼育棟内への立入り禁止等

表8 宮古事業場でのヒラメ種苗生産実績

年 度	生産量 (万尾)	全 長 (mm)	生残率 (%)	体色異常の出現状況	
				有眼側 (%)	無眼側 (%)
昭和55	107.3	15~20	23.1	*	*
56	92.7	15~50	24.1	*	*
57	250.5	15	74.5	*	*
58	147.3	20	64.3	45~56	*
59	128.9	20	61.4	51~87	*
60	34.1	30	6.6	60~90	*
61	94.9	30	26.7	30	74.3~98.0
62	257.4	20~31	67.1	8 ~21	21.1~46.7
63	196.3	20~36.3	56.1	4.8~54	13.3~100
平成元	296.7	20~31.9	82.5	5.5~ 9	50.9~54.1

注：*は未計測

(14) 体色異常個体出現防除対策

昭和61年度より、量産レベルで白化率を低減させるために、親魚の餌料の改良（主な餌料としてアジ、アミ、イカの他に総合ビタミン等の強化）、仔魚期に与える生物餌料の栄養強化（脂溶性ビタミンによる強化、珪藻による強化）、飼育条件の改良（飼育水中でのワムシの栄養強化、飼育水を安定させるため長期に渡るナンノクロロプシスの添加）を実施している。

(15) 省力化、機械化

- 1) 自動環境測定器の導入
- 2) 自動底掃除機の利用
- 3) 給餌の機械化（今後の課題）
- 4) 流量コントロールバルブによる流量調整の簡素化

(16) 低コスト化の工夫

- 1) 配合飼料の利用による養成アルテミア投餌の削除（表9）
- 2) 単位生産量の増大と生残率の向上

表9 各餌料の年度別総投餌量

	昭和60	昭和61	昭和62	昭和63	平成元
30 mm 生産尾数 (万尾)	34.9	94.9	231.5	178.7	264.1
生残率 (%)	7.7	29.5	68.7	56.1	82.5
ワムシ					
L型 (億個体)	266.5	417.4	724.8	651.4	878.9
S型 (億個体)	185.5	331.7	0	0	0
アルテミアノープリウス (億個体)	215.2	201.3	165.6	180.4	248.6
養成アルテミア (億個体)	19.2	112.6	0	0	0
配合飼料 (kg)	187.8	97.8	125.0	119.0	136.1
	(5.37)	(1.03)	(0.54)	(0.67)	(0.52)

注：() は生産尾数1万尾当りの使用量

「太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集」

執筆 者

(順不同, 略敬称)

北海道立栽培漁業総合センター 沿岸部長	鳥 居 茂 樹
青森県水産増殖センター 魚類部長	塩 垣 優
青森県水産試験場 総括研究管理員	早 川 豊
社団法人 青森県栽培漁業振興協会 技師	福 田 慎 作
岩手県南部栽培漁業センター 専門研究員	五 十 嵐 和 昭
岩手県内水面水産試験場 専門研究員	久 慈 康 支
宮城県栽培漁業センター 研究員	佐 藤 金 三
宮城県栽培漁業センター 生産科長	伊 藤 章
福島県農政部水産課 副主査	涌 井 邦 浩
茨城県水産振興課 技師	川 野 辺 誠
社団法人 日本栽培漁業協会宮古事業場 場長	岩 本 明 雄
社団法人 日本栽培漁業協会伯方島事業場 場長 (*平成3年まで宮古事業場長)	福 永 辰 廣

〈指導・執筆協力〉

東北区水産研究所 資源増殖部長	三 本 菅 義 昭
東北区水産研究所 魚介類増殖研究室長	山 下 洋
岩手県南部栽培漁業センター 上席専門研究員	長 洞 幸 夫
宮城県栽培漁業センター 次長	及 田 貞 五 郎
福島県農政部水産課 資源増殖係長	石 川 幸 児
福島県水産種苗研究所 研究員	秋 山 雅 浩
財団法人 福島県栽培漁業協会 副長	阿 部 祐 之
茨城県水産試験場 主任	喜 多 明

(注) 所属・職名は平成6年3月現在

栽培漁業技術シリーズ No. 1
太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集

平成6年3月25日発行

編集 太平洋北区栽培漁業協議会技術部会
ヒラメ作業部会

発行 社団法人 日本栽培漁業協会
〒116 東京都荒川区荒川2-1-5
セントラル荒川ビル6階
電話 (03) 3802-6061

印刷所 日昇印刷株式会社
〒116 東京都中央区湊1-14-14
電話 (03) 3553-3161