

放流技術開発事業（クロソイ）

松坂 洋・山田 嘉暢

本事業は平成6年度までの放流技術開発事業を引続き平成7年度から5ヶ年間行い、今年度で最終年度となったものである。

事業内容としては当所が担当する種苗生産技術を中心とした種苗性向上技術開発と水産試験場が担当する放流技術を中心とした環境収容力調査の2重点課題として取組んでおり、前者は主に「種苗性のある種苗生産」、後者は主に「放流効果の把握」を重点に検討を進めてきた。

すでに平成11年度の事業結果の概要は、「平成7～11年度放流技術開発事業総括報告書（底棲種グループ、クロソイ）」（平成12年2月、青森県、北海道、宮城県）で報告されているが、本報告では、さらにその詳細について報告する。

1. 生物餌料の栄養改良による種苗性強化試験

(1) 目的

生物餌料の系列と栄養強化方法によって、種苗性の1指標項目と推定される生残率と成長への影響を把握することを目的とし、放流用種苗の生産を行った。

(2) 材料及び方法

1) 親魚養成

使用した親魚（正確な年齢は不明）は当所前の網生簀（5.0×5.0×4.0m）に収容し、イカナゴとスルメイカを給餌して周年養成したもので、交尾後の秋～冬はビタミン（商品名：ネオマリネードスーパー）を添加して飼育した。平成11年3月30日に成熟した雌のみ28尾を生簀より取上げ、1㎡パンライト水槽に2尾ずつ合計14水槽に収容した。

水槽は側面を黒色シートで覆い、上部は遮光シートを掛けて、親魚への刺激を極力減らすようにした。注水は濾過海水を約6ℓ/minの量で掛け流し、5月18日からは12℃に加温した。

水槽収容以降は無給餌で飼育し、産仔を待った。

2) 産出仔魚の収容

産仔は5月22日～6月5日（水温：12.8～14.3℃）の期間見られ、その中で平成9年度当該報告書に記載した点¹⁾に留意して、良好と思われる仔魚群を飼育に用いた。種苗生産用仔魚は30ℓ及び10ℓの円形水槽2面ずつに、それぞれ25万尾及び5万尾ずつ、合計60万尾の仔魚を収容して飼育を開始した。なお、収容した仔魚の平均全長は6.6～6.7mmであった。

3) 餌料

生物餌料の栄養強化方法、餌料の給餌量及びその系列を表1、2、3に示した。

ワムシはアクアラン、アルテミアはパワッシュAと脂溶性ビタミンで栄養強化して与えた。配合餌料は自動給餌器と手撒きによる給餌を併用した。

4) 飼育管理

飼育水は産仔時の濾過海水を徐々に昇温し、最終的に17℃の調温海水の掛け流しとした。なお、飼育水は給水量に応じて紫外線殺菌海水（使用可能量5ℓ/h）及びオゾン殺菌海水（使用可能量10ℓ/h）を用いた。

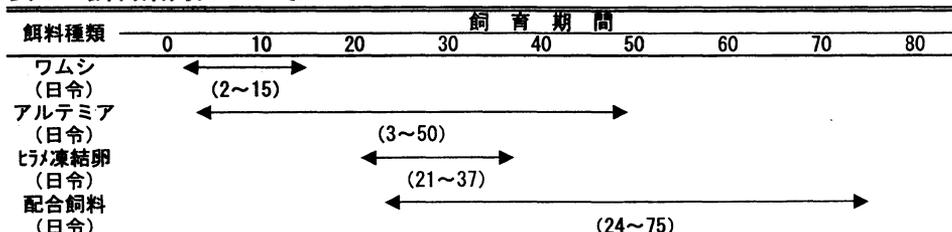
表1 生物餌料の栄養強化方法について

区 分	ワムシ	アルテミア
水温 (°C)	20	20
密度 (個体/ml)	60~70	40~70
アクアラン (g/m ³)	200~300	
パウッシュA (ml/m ³)		100~120
脂溶性ビタミン (ml/m ³)		60
強化時間 (時間)	7及び24	17及び24

表2 各餌料の給餌量について

餌料の種類	給 餌 量	給餌回数
ワムシ	0.33~0.50個体/ml	2回/日
アルテミア	0.10~1.17個体/ml	2回/日
ヒラメ凍結卵	250~500g	3回/日
配合飼料	20g~	5~7回/日

表3 餌料系列について



飼育水には35日令までナンノクロロプシスまたは濃縮淡水クロレラを飼育水中に50~100万細胞/mlの濃度になるように添加した。

また、飼育後5日目以降より、毎日サイフォン方式により底掃除を行った。その際、飼育魚のへい死状況を確認するとともに、10日間隔で魚体測定を行い、その成長を追跡した。

飼育40日目以降は随時、4mm角以上のナイロンモジ網を用いて選別を行い、飼育魚のサイズをそろえながら飼育を行った。

(3) 結果及び考察

種苗生産結果は表4のとおりで、最終的な取揚げ時の平均全長は36.0~53.0mm、取揚げ尾数は157.0千尾で、その生残率は26.2%であった。

この生残率の低さは、飼育初期の減耗が大きかったことに起因している。それ以降にはほとんど減耗が認められなかったが、配合飼料給餌期には例年どおり共倒れが見られ、出荷直前にはピブリオ病が発生して若干のへい死が見られた。

今年度の初期減耗は、過去の飼育例から生物餌料の栄養強化方法に問題があったとは考えられず、クロソイ親魚が産仔期前後に低水温が続いて産仔が遅れたことと産仔時に親魚のへい死や死産も多く見られたことから、親魚の高齢化と親魚養成(交尾期以降の給餌量不足)に起因して良好な仔魚が得られなかったことに原因があったものと考えられる。

このことから、安定した種苗生産を行うには親魚の年齢構成を考慮するとともに、十分な給餌によって良好な仔魚を産出できる雌親魚を養成することが重要であることを再認識した。

表4 種苗生産結果の概要について

年 度	収容年月日	生産期間	使用水槽 (m ³)	収容尾数 (千尾)	収容時全長 (mm)	取揚げ尾数 (千尾)	取揚げ時全長 (mm)	生残率 (%)
10	H 11. 5. 22		10×2面	100.0	6.7			
	H 11. 5. 25	H11. 5. 21~8. 4	30×1面	250.0	6.6	157.0	36.0~53.0	26.2
	H 11. 5. 31		30×1面	250.0	6.7			

2. 飼育環境による種苗性強化試験

(1) 目的

放流前の飼育魚に「食害に対する危険性の認識」という種苗性の向上につながるかどうか確認することを目的に、今年度は実際の中間育成時に食害魚と同居経験させた種苗を用いて食害試験を実施し、

その効果の有無について検討した。

(2) 材料及び方法

供試魚は当所で種苗生産し脇野沢村地先に設置した網生簀(5.0×5.0×3.0 m)で7~10月まで中間育成したクロソイ種苗群で、飼育中の網生簀の中に食害魚(養殖中のクロソイ成魚23cm前後のもの)を1網当たり5尾投入し、5日間食害魚と同居を経験した魚(以降経験魚とする)と食害魚との同居が未経験魚(以降未経験魚とする)を当所に搬入して、所内の10ℓコンクリ

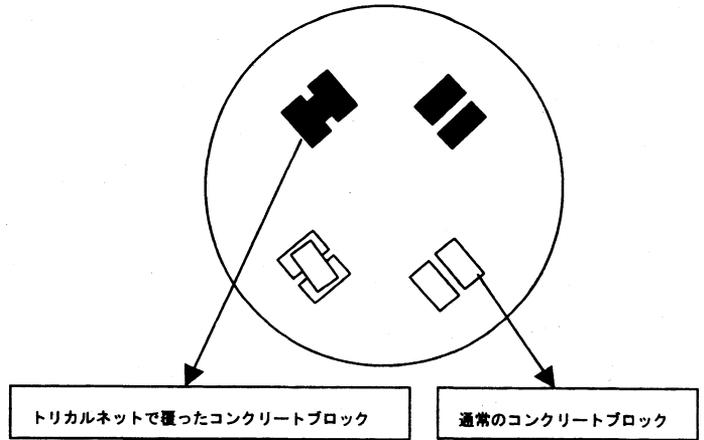


図1 食害試験のフローチャート及び食害用水槽の設定の概略図

ト水槽で食害試験を試みた。試験水槽の概要は図1に示した。試験は供試魚の母集団である放流群の放流日を基準にして、同居経験終了後4日目(放流後4日目)、11日目、18日目及び25日目の7日間隔で4回の食害試験を実施した。

食害試験の設定は昨年度実施した方法に準じ2)、同一水槽内の経験魚(腹鰭切除標識あり)と未経験魚(無標識)を20尾ずつ収容して、2日後に10尾のクロソイ成魚(平均全長37.4cm、平均体重914.4g)を入れて行った。食害試験終了は稚魚収容から7日間とした。なお、食害魚に使用したクロソイ成魚は試験に使用するまで主に配合飼料で飼育していたもので、使用前は20ℓコンクリート水槽に30尾をプールで収容し、試験開始時に無作為に10尾ずつ各水槽に収容した。試験終了後はまたプールとし、次の試験開始時にまた10尾ずつ収容した。

また、水槽内には稚魚の退避場所としてブロックを重ねたものを設置した(半数は稚魚だけが入りできる目合いのトリカルネットで覆ったもの)。

各食害試験時には同一設定で3水槽行い、試験期間中は無給餌とした。飼育水は濾過海水を掛け流しとした。

表5 クロソイ食害試験結果

試験月日	水槽No.	区分	試験開始時			試験終了時			被食害率(%)
			収容尾数	全長(mm)	体重(g)	生残尾数	全長(mm)	体重(g)	
H11. 10. 25	1	経験魚	20	82.9	10.8	16	85.1	9.9	20.0
		未経験魚	"	80.4	9.5	10	79.2	8.6	50.0
	2	経験魚	"	81.4	9.8	16	83.9	9.1	20.0
		未経験魚	"	80.3	9.3	13	83.9	9.1	35.0
	3	経験魚	"	81.0	9.4	17	81.9	8.4	15.0
		未経験魚	"	80.7	9.3	13	81.0	8.1	35.0
H11. 11. 1	1	経験魚	"	84.3	11.0	13	86.2	11.2	35.0
		未経験魚	"	82.3	10.2	10	82.4	10.0	50.0
	2	経験魚	"	82.6	10.4	17	82.9	9.9	15.0
		未経験魚	"	82.0	10.0	13	81.5	9.7	35.0
	3	経験魚	"	83.1	10.2	6	81.5	9.7	70.0
		未経験魚	"	82.3	10.2	5	83.2	10.9	75.0
H11. 11. 8	1	経験魚	"	83.5	11.4	9	86.7	10.9	55.0
		未経験魚	"	82.1	10.5	9	83.6	9.8	55.0
	2	経験魚	"	82.6	11.2	14	82.6	9.8	30.0
		未経験魚	"	83.5	10.9	4	82.8	9.7	80.0
	3	経験魚	"	84.0	11.7	10	84.8	10.3	50.0
		未経験魚	"	84.1	11.4	2	77.5	8.7	90.0
H11. 11. 15	1	経験魚	"	85.5	11.2	6	84.7	10.1	70.0
		未経験魚	"	85.0	10.3	7	82.6	9.1	65.0
	2	経験魚	"	83.3	10.7	7	83.7	10.0	65.0
		未経験魚	"	85.2	10.5	7	85.7	9.7	65.0
	3	経験魚	"	85.0	11.2	9	84.6	10.0	55.0
		未経験魚	"	84.9	10.6	5	86.8	10.5	75.0

(3) 結果及び考察

食害試験結果は表5のとおりで、食害経験終了後4日目(H11. 10. 25)では、経験魚の被食率は15.0~20.0% (平均18.3%) であるのに対し未経験魚のそれは35.0~50.0% (平均40.0%) で、明らかに経験魚の方の被食率が低かった。食害経験終了後11日目の試験での被食率は経験魚が平均40.0%、未経験魚が平均53.3%、18日目の食害試験においても被食率は経験魚、未経験魚がそれぞれ平均45.0%、75.0%で経験魚の方が低いが、食害経験終了後25日目(H11. 11. 15)では経験魚の被食率が55.0~70.0% (平均63.3%)、未経験魚が65.0~75.0% (平均68.3%) でほとんど差が見られなくなった。

食害経験の後の経過日数に関係なく4試験で行った12水槽間での経験魚と未経験魚の生残率を分散分析法による検定及び平均値の差の最小二乗法による検定を行った結果、経験魚が1%水準で有意に生残率が上回った。しかし、食害経験をした後の経過日数別に経験魚と未経験魚の被食率について同様の検定を行ったところ、食害経験終了後4日目では1%水準で有意差が認められ、明らかに経験魚の生残率が高く、食害魚との同居経験で食害回避能力が高まっており、過去の室内実験と同様に¹⁾、²⁾、実際の中間育成施設での食害経験でも食害回避能力を強化できることが示唆された。

しかし、それ以降の食害試験では、経験魚の方の被食率は高いものの同じ試験において水槽間ではばらつきが大きくなり、検定による有意差は認められなくなった。このことは食害経験直後には明らかに食害の危険を回避するという種苗性が向上しているが、食害経験後の時間経過とともにその能力が低下していくものと考えられる。また、本試験で用いた食害魚(クロソイ成魚)が配合飼料を給餌したものであり、後半の試験では対照区の未経験魚の被食率が高まることから、クロソイ稚魚を餌料として認識するのに時間を要した可能性も否定できない。

しかし、食害経験後18日目までの食害試験では18日目の1水槽で被食率が同じであった以外は、すべての水槽で経験魚の被食率が低いことから、少なくともこの時期までは食害回避能力が存在するものと考えられる。

このことから、食害経験後速やかに放流することが食害を回避する上で重要であるものと考えられる。

実際の放流群は食害経験直後に放流していることから、最も食害回避能力が高い状態で放流されており、その意味では今後の放流魚回収率の向上が期待できよう。

3. 中間育成及び放流

(1) 材料及び方法

今年度生産した種苗157千尾のうち12.5千尾及び日本栽培漁業協会宮古事業場の種苗20千尾を放流のために中間育成に供した。なお、日裁協宮古事業場の種苗は平成11年7月14日に北金ヶ沢に搬入して中間育成を開始した。

中間育成用種苗は5.0×5.0×3.0mの網生簀に収容し、配合飼料のみで中間育成した。

北金ヶ沢については放流直前に右腹鰭抜去の標識を施した後放流した。脇野沢についても右腹鰭抜去の標識を施した後、食害魚との6日間の同居による食害経験をさせた後に放流した。

(2) 結果及び考察

中間育成結果は表6のとおりで、中間育成終了時の生残率は32.3~78.2%で、日裁協宮古事業場より搬入した種苗の生残率が32.3%と低かった。

中間育成後には平均全長で83.2~84.7mm、平均体重11.4~12.1gのサイズに成長した。

中間育成した種苗は、北金ヶ沢では平成11年10月7日に漁港前沖周辺、脇野沢では平成11年10月21

日に牛の首地先に例年どおり放流した。

表6. 中間育成及び放流

場 所	育成期間	開始時			終了時			生残率 (%)	放流日	放流数	標識尾数 (千尾)	標識の種類
		尾 数 (千尾)	全 長 (mm)	体 重 (g)	尾 数 (千尾)	全 長 (mm)	体 重 (g)					
北金ヶ沢	7.14~10.7	20.0	48.4	—	6.5	83.2	11.8	32.3	10.7	6.5	0.0	
	8.3~10.7	20.0	53.0	—	23.5	84.7	12.1	78.2	10.7	23.5	21.0	右腹鱗抜去
	8.3~10.7	10.0	48.8	—								
脇野沢	7.23~10.21	38.0	43.6	—								
	8.6~10.21	21.0	49.0	—	68.0	84.4	11.4	71.6	10.21	68.0	60.0	右腹鱗抜去
	8.6~10.21	36.0	52.8	—								
合 計		145.0								98.0	81.0	

脇野沢では今年度初めて中間育成した種苗に食害経験をさせたが、過年度放流群の標識の兼合いから同一年級群での食害経験魚と食害未経験魚の標識の区別が難しいため、食害経験種苗の対照群として食害未経験魚を放流できず、同一年級群での回収率の比較ができないという課題が残った。

これについては、今後使用する標識も考慮しながら、同一年級群での追跡調査ができるような方向で進めていく必要がある。

引用文献

- 1) 兜森 良則・松坂 洋 (1999) : 平成9年度放流技術開発事業 (クロソイ)、青森県水産増殖センター事業報告、第28号、299-302.
- 2) 兜森 良則・松坂 洋 (2000) : 平成10年度放流技術開発事業 (クロソイ)、青森県水産増殖センター事業報告、第29号、244-246.