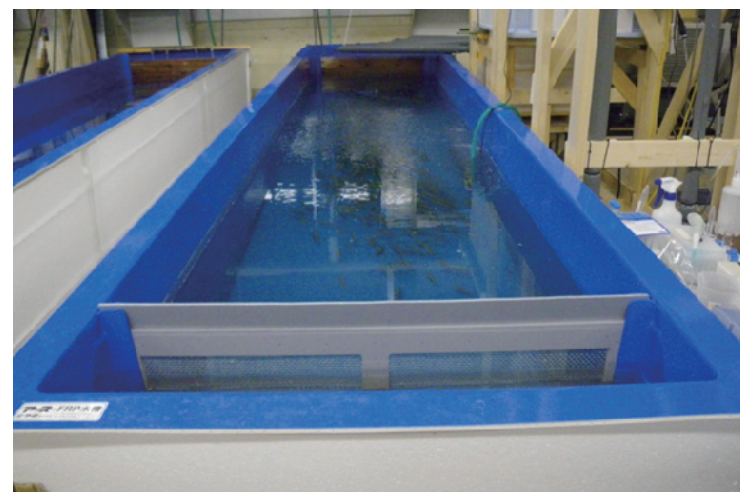


平成26年度農林水産技術会議 農林水産業の革新的技術緊急展開事業
環境変動に適応するための閉鎖循環システムを利用した、さけます種苗生産

閉鎖循環システムを使ったサクラマス飼育技術 (マニュアル編)



国立研究開発法人水産総合研究センター

東北区水産研究所・瀬戸内海区水産研究所・

日本海区水産研究所・研究推進部

地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所

山形県内水面水産試験場

公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会



はじめに



サクラマスは、富山県名物のます寿司として親しまれるなど、おいしい魚として知られています。しかし、本州では近年漁獲量の低迷が続いています。

サクラマスは、川で生まれてから約1年半を川で過ごし、その後海水適応能を獲得して、海に下り約1年間オホーツク海などを回遊したのち、生まれた川に帰ってきます。そのため、サクラマス資源を回復させるひとつの手段として、1歳まで育ててから放流する事が挙げられます。しかし、夏期の高水温や水不足などが種苗生産量を制限しています。

そこで今回、閉鎖循環システムを用いて飼育手法を改善し、コストを低減し、1歳魚の放流種苗増加を目指すプロジェクトに取り組む事といたしました。サクラマス種苗生産の難点である、夏期の飼育水温安定化と使用水量の削減によるコストダウンを、閉鎖循環システムを用いて実証するとともに、種苗生産初期にたびたび見られる大量減耗のリスクを低減するために、事業規模での採卵時の未受精卵洗浄技術の開発に取り組みました。今回の成果が、少しでも関係各位のお役に立てれば幸いと考えております。

本マニュアルは、現場作業時に役立てていただきたいため各ページを取り外せるようにしています。必要なページはファイルから取り出して、現場へ持ち出してください。また、理論等については、別冊の資料編を参照いただきたいと思います。

本技術開発に当たっては、農林水産技術会議による、平成26年度農林水産業の革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)によって実施しました。

研究総括責任者: 国立研究開発法人水産総合研究センター
東北区水産研究所沿岸漁業資源研究センター
センター長 黒川忠英

目 次

1. 閉鎖循環システムの構成と制作	4
• 千歳型*（シロサケ用）	6
• 青森型	8
• 山形型	12
2. 濾材の作成と熟成	15
3. 幼魚飼育	18
• 青森の事例	18
• 山形の事例	21
4. 洗卵	25
5. 機材リスト	29
• 千歳型*（シロサケ用）	29
• 青森型	30
• 山形型	31

* 千歳とは、国立研究開発法人水産総合研究センター千歳さけます事業所を指し、そこでの主にシロサケでの研究成果をここに記載します。以下千歳事業所とします。

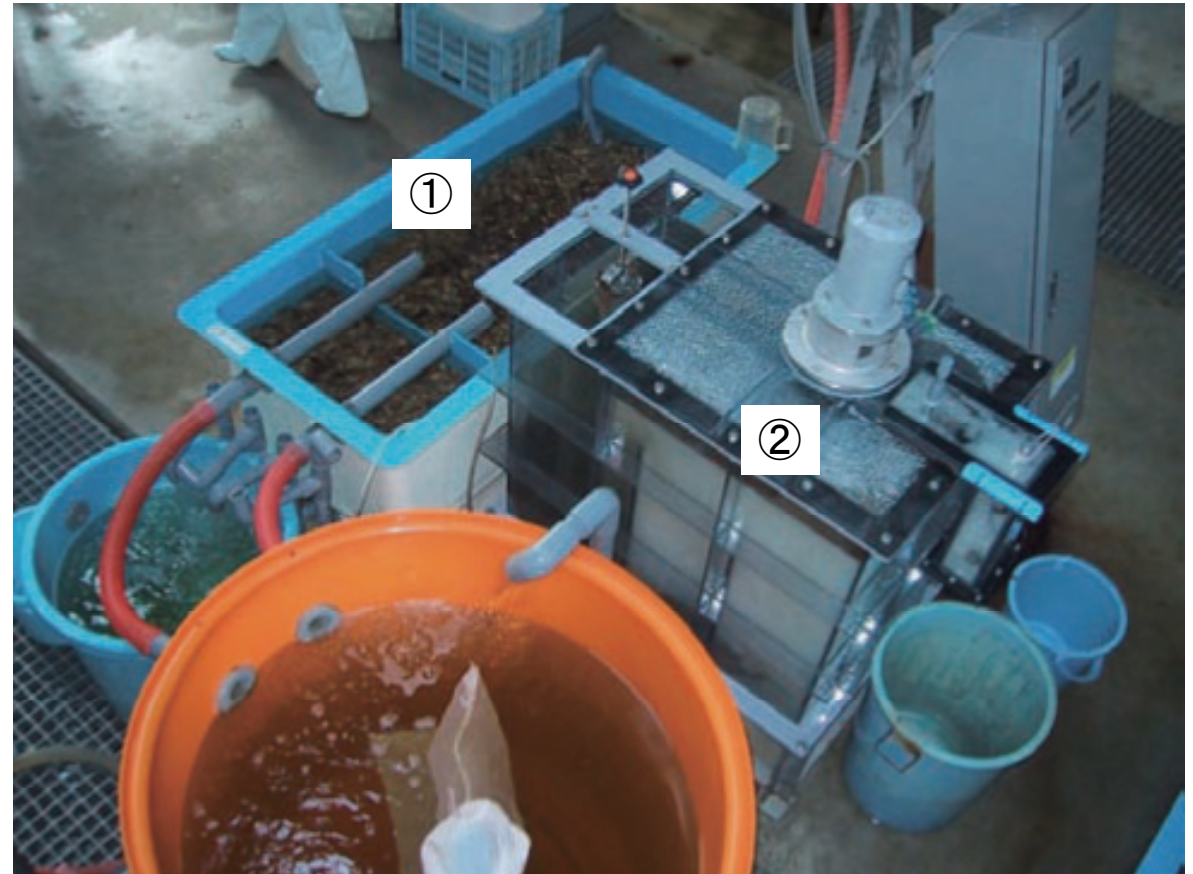
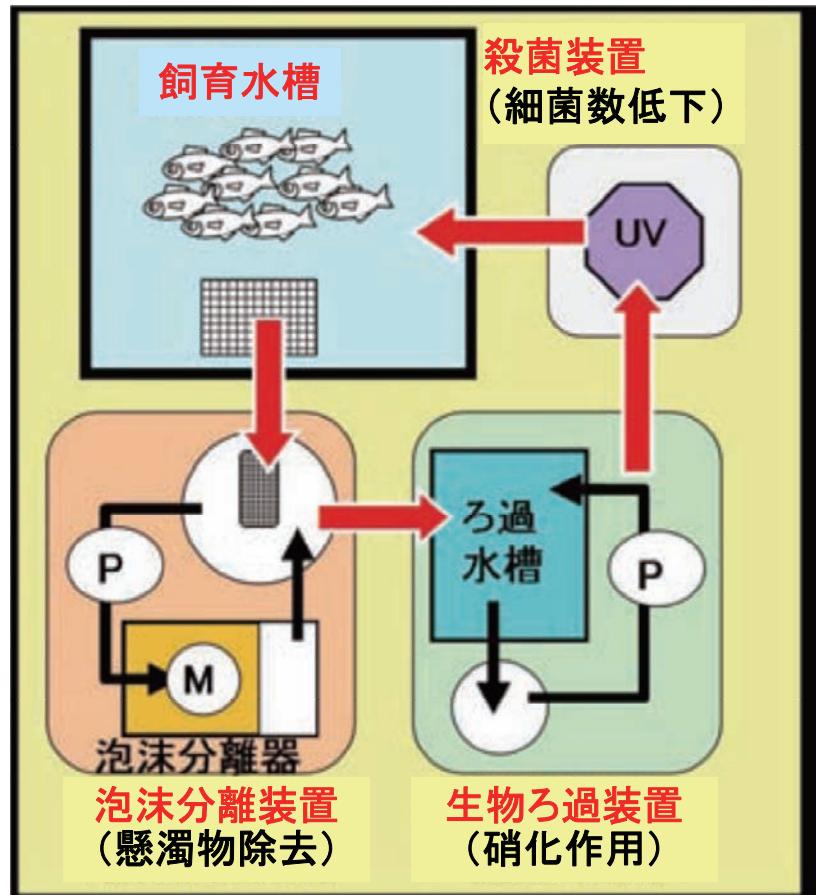
地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所 以下青森内水研とします。

山形県内水面水産試験場 以下山形内水試とします。



1. 閉鎖循環システムの構成と制作

海産稚魚の種苗生産用閉鎖循環システムの概略

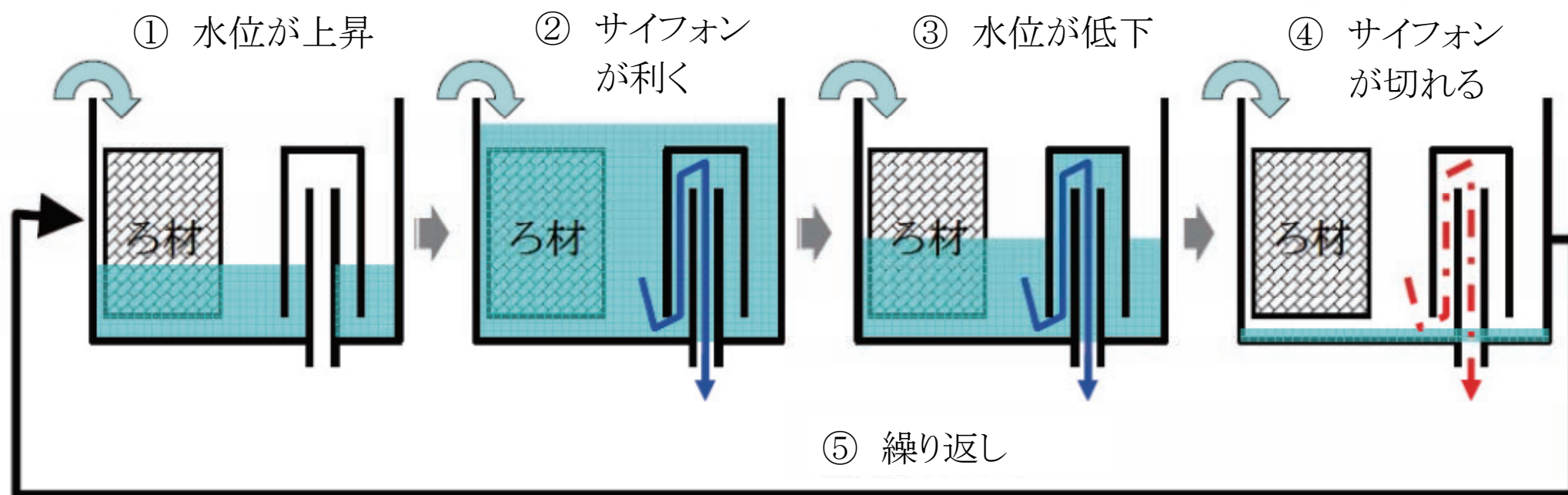


- ① アンモニアを分解するための濾過槽
- ② ゴミを取り除くための装置 (泡沫分離装置は、淡水では使いにくい) これらを準備します。
(水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所屋島庁舎)

1. 閉鎖循環システムの構成と制作



間欠濾過



間欠濾過システムの作動概念図

間欠濾過システムを使用することで、以下のメリットが考えられます。

- ① 濾材に付着した細菌への酸素供給
- ② 濾材表面に発生するバイオフィルム発生の防止
- ③ 濾材の洗浄効果

1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 千歳型(シロザケ用)



飼育水槽内の設備

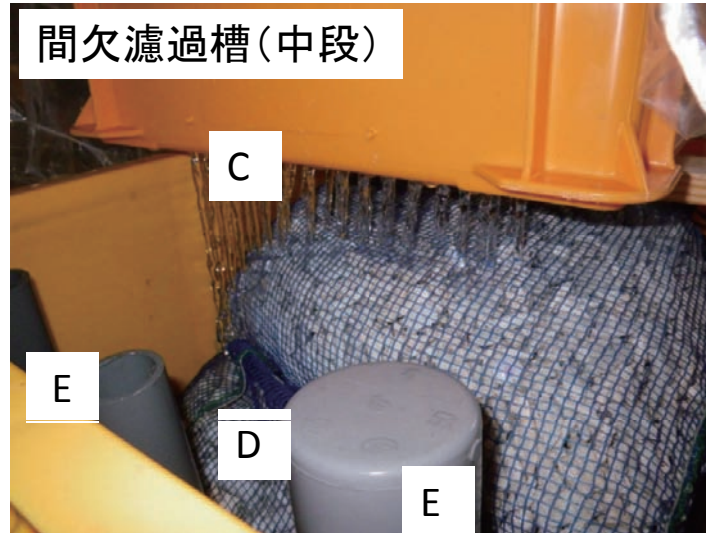
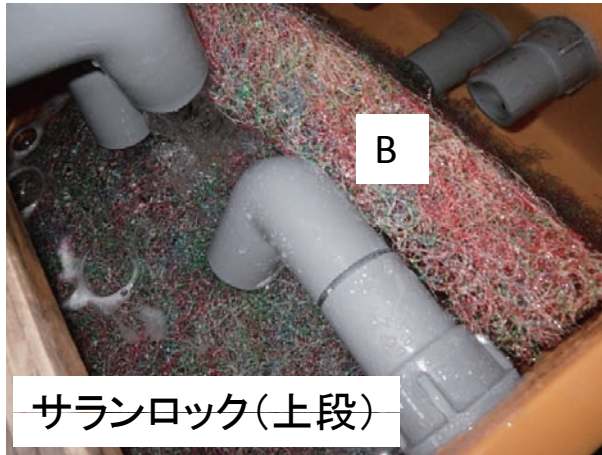
- ① 水槽は4×1×0.6mで、飼育水深は0.3m(水量1200L)としました。
- ② 標識装着の終わった発眼卵を閉鎖循環水槽へ散布しました。
- ③ 仔魚期は、ネットリングをシェルターに使用しました。
- ④ 発眼卵～仔魚期は水槽上面は蓋をして暗所としました。
- ⑤ 循環水の量は、仔魚期48L/分、稚魚期144L/分としました。
- ⑥ 仔魚期はマグネットポンプ1台で飼育水を循環しました。
- ⑦ 稚魚期には水中ポンプを追加して飼育水の循環量を増やしました。
- ⑧ ポンプの稼働時間をタイマーで制御しました(5分運転、2分停止)。
- ⑨ 水位は仔魚期 7cm、稚魚期 30cmに設定しました。(空気の吸い込みに注意する)
- ⑩ 停電時の対策として、水槽横に自家発電機と酸素ポンプを設置しました。



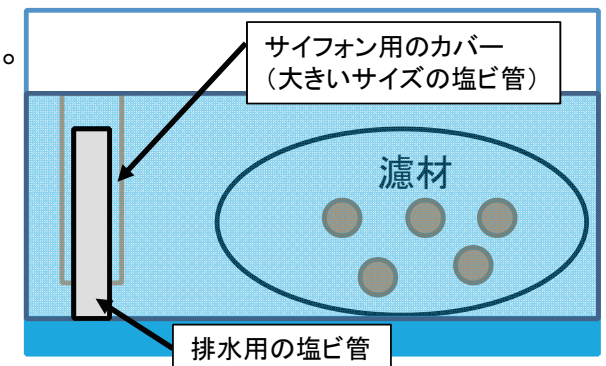
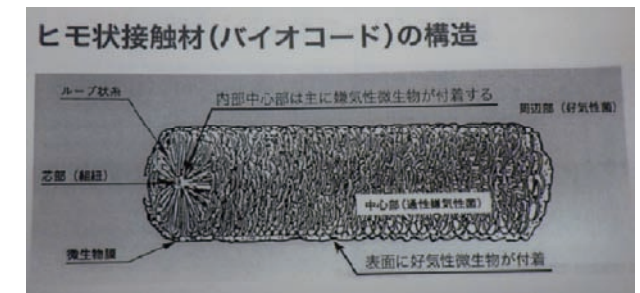
1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 千歳型(シロザケ)

生物濾過槽

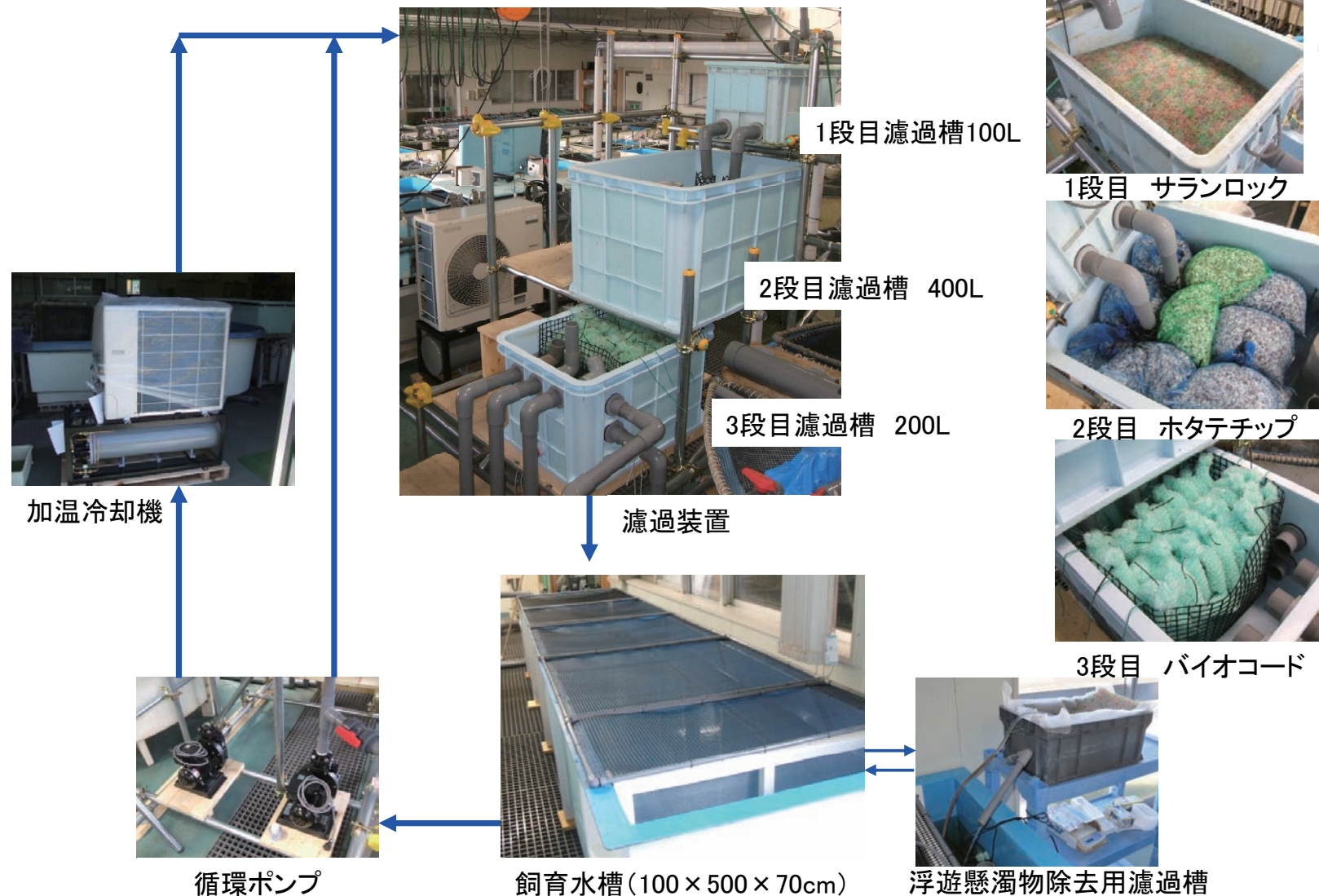


- A) 上下3段の生物濾過槽としました。
- B) 上段はサランロックによるゴミ(粒状有機物)取り槽としました。
- C) 上段の底面からシャワー状に中段へ排水します。
- D) 中段にはガラスリングと粉碎サンゴの濾材を設置しました。
- E) 中段から下段へサイフォンの底面排水と 立て管による上面排水方式で排水しました。
- F) 下段にはガラスリング濾材とバイオコードを設置しました。
- G) 中段と下段に、枝サンゴ合計40kgとガラスリング合計30kgを設置しました。
- H) バイオコードの総延長は35.2m(1本を二つ折り80cm×44本)です。
- I) 千歳事業所の飼育水槽(水量1200L)での使用例です。



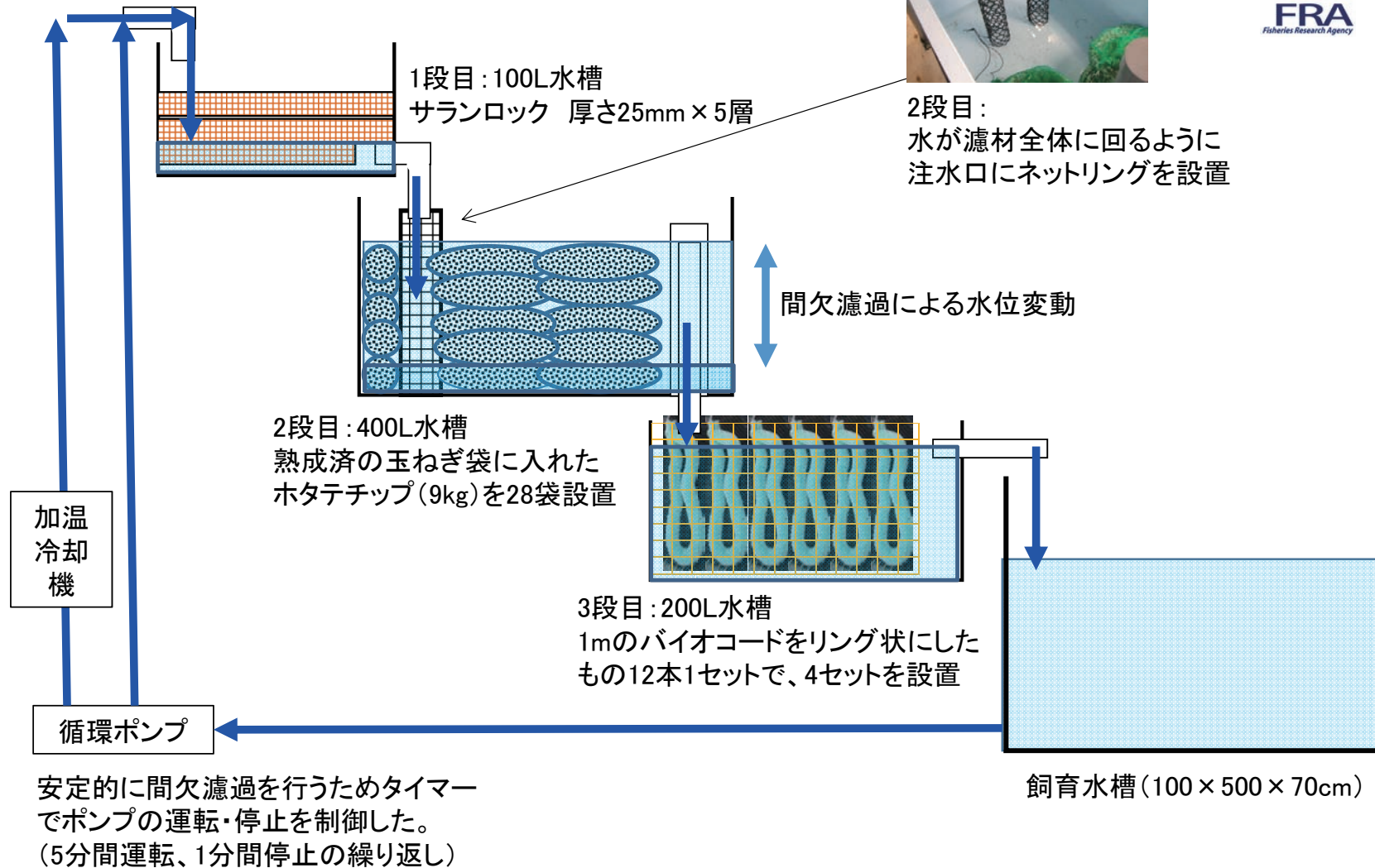
1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 青森型(概要写真)



1. 閉鎖循環システムの構成と制作

・ 青森型(概要図)



1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 青森型(浮遊懸濁物除去用濾過槽)



水槽排水部への設置状況



注水による砂洗堀防止のためのサランロックと砂



濾過槽排水用管と球形セラミック濾材(砂による目詰まり防止のため使用)

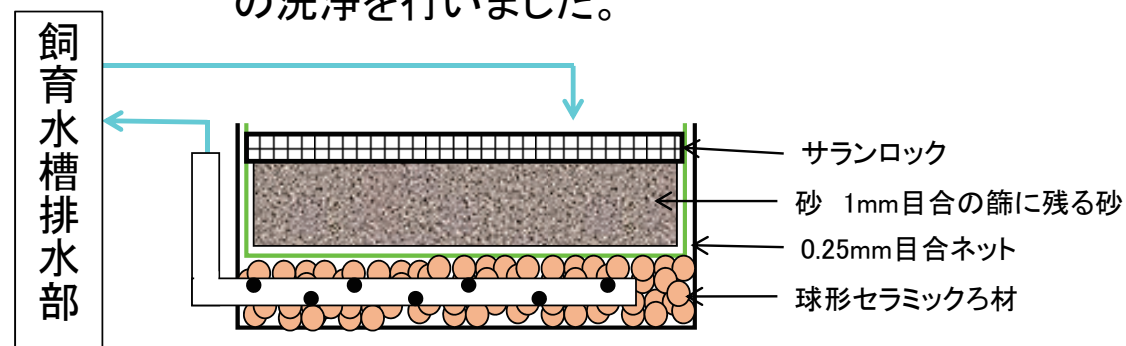
閉鎖循環飼育開始から6日目に飼育水中の濁りが増加したため、浮遊懸濁物除去を目的に簡易砂濾過槽を設置しました。約35Lコンテナ(33×50×22cm)の底に排水用の穴をあけた塩ビ管を付けました。

排水の目詰まりを防ぐため、球形セラミック濾材で塩ビ管を覆って、その上に0.25mm目合いのネットを敷き、更にその上に粒径1～2mmの砂を6cm程度敷きました。

上面からの注水により砂が動かないようにサランロックを置きその上から注水しました。

濾過槽への水は、飼育水槽の排水部から1.9L/分(2.7kL/日)汲み上げ、濾過後同排水部へ戻しました。

砂層表面に綿状の有機物がたまるため2週間に1回程度濾材の洗浄を行いました。

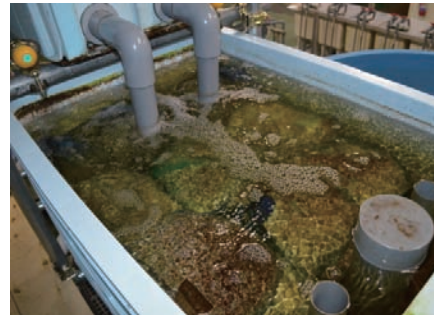
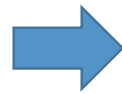


1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 青森型（濾材と飼育水の開始時及び終了時の状況）



開始時



2段階ホタテチップ

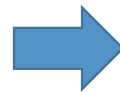
80日目

80日間の飼育期間を通して濾材の洗浄は行ないませんでした。

写真のようにホタテチップ表面の一部とバイオコードは茶色く変色し、やや汚れが目立ちますが、硝化作用への影響はありませんでした。



開始時



3段階バイオコード

80日目

飼育水は写真のように薄い緑色に着色していましたが、飼育魚の動きや餌食いに問題は見られませんでした。



開始時



飼育水槽

80日目



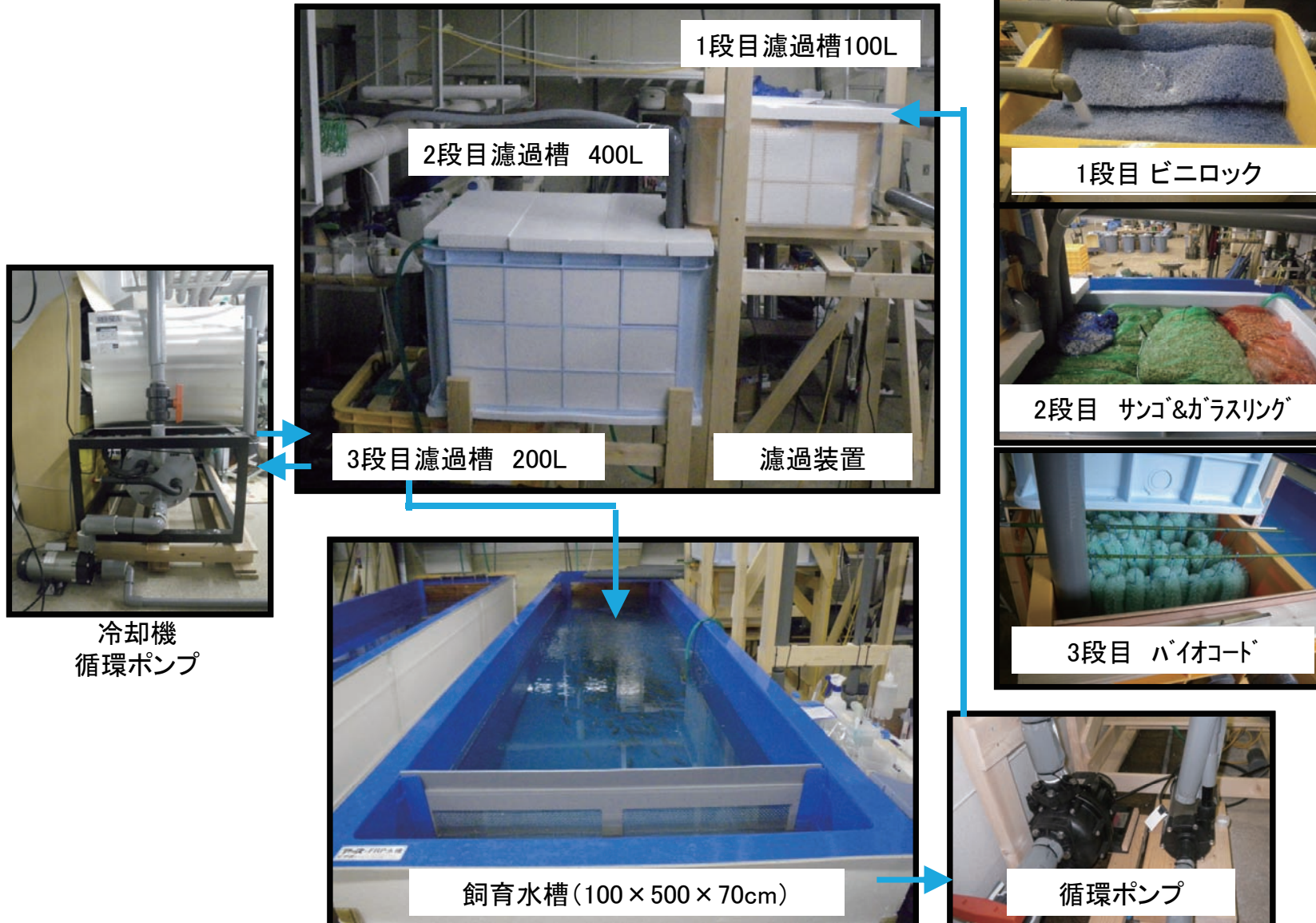
湧水



飼育水 80日目

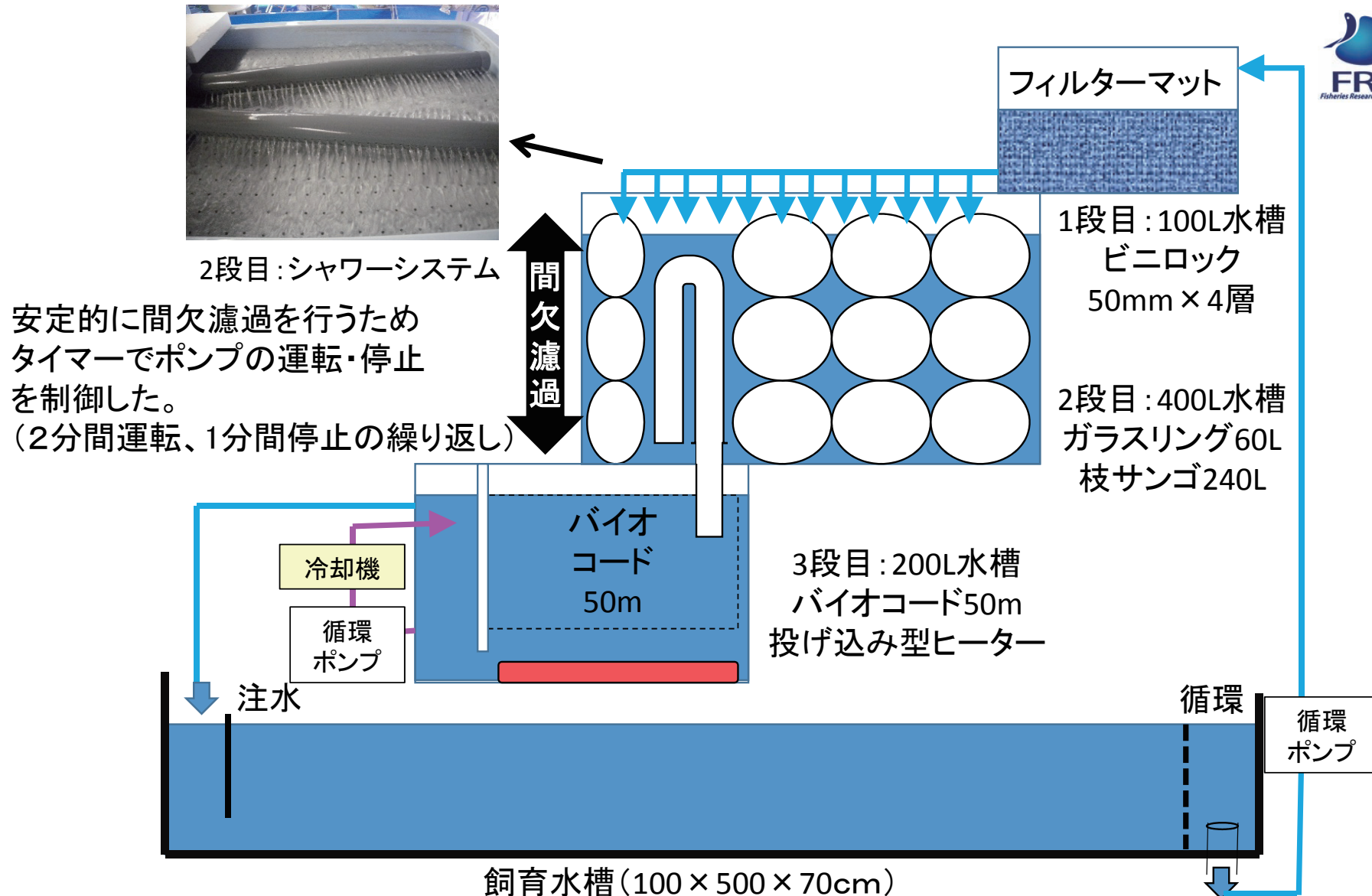
1. 閉鎖循環システムの構成と制作

- 山形型(概要写真)



1. 閉鎖循環システムの構成と制作

山形型(概要図)



1. 閉鎖循環システムの構成と制作

・山形型(保温対策)



水温調節システムと保温

- ① サケマス類飼育は低温なので夏季の水温上昇、また、冬季の極端な水温低下に注意が必要となります。
- ② 適正な水温を保つためヒーター、冷却装置、保温材が必要となります。
- ③ 保温材には発泡スチロールやエアキャップを利用しました。
- ④ 冬期凍結の恐れがあるため配管周りも断熱材で覆いました。



水槽側面は発泡スチロール、
上部はエアークャップで覆う



左:3段目濾過槽にヒーター
右:循環クーラー



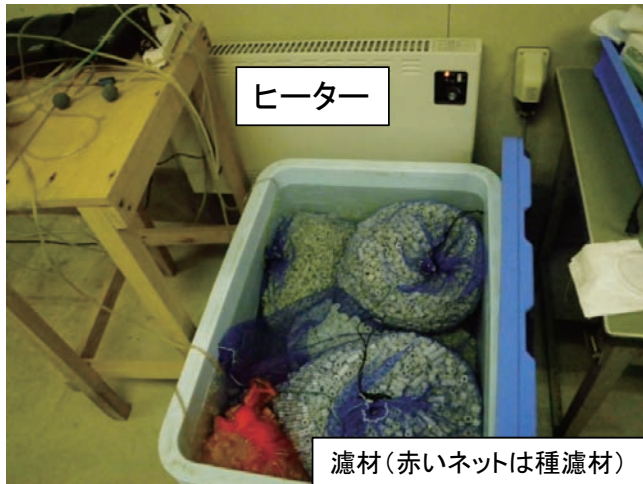
2段目濾過槽は発泡スチロールで保温



配管も断熱材で覆う

2. 濾材の作成と熟成

細菌の熟成（アンモニア分解に特化した細菌相を作る）



千歳事業所の細菌熟成水槽

青森内水研の細菌熟成水槽

- ① 濾材が充分に入る容器を用意します。
- ② エアーストーンを設置して、エアレーションを行います。
- ③ 水を入れ塩素消毒を行います。
- ④ チオ硫酸ナトリウムで中和します。
- ⑤ 塩素消毒し、充分に洗浄した濾材を入れます。
- ⑥ 種菌のついた濾材を入れます。（種菌はあらかじめ淡水魚の飼育水槽へ1～2週間濾材を入れ、採取します。）
- ⑦ 塩化アンモニウム5gを湯冷ましで溶いて培養水へ入れます。
- ⑧ 1日でアンモニアがなくなるようになったら、順次塩化アンモニウムを増やします。
- ⑨ 3～4日でアンモニア濃度が0mg/Lになる程度の投与量を把握します。
- ⑩ 投与量を把握したら、1週間に1回の投与へ切り替えます。
- ⑪ 水温は、12℃を下回らないように維持します。

2. 濾材の作成と熟成

濾材について



サンゴ砂とガラスリングの濾材設置状況
(千歳事業所)

- ・使用する濾材は、水質に影響がなければ種類の限定はありません。
- ・細菌が付着しやすい多孔質のものが良いと思われます。
- ・間欠濾過の効果を期待する場合、水通しが良いものを選びます。
- ・できるだけ軽いものがハンドリングしやすいです。



バイオコード(紐状接触材)

2. 濾材の作成と熟成



濾材の熟成スケジュールについて

- ① 最低1ヶ月の閉鎖循環飼育システム(以下飼育システム)内熟成を行います。
- ② 10月に卵を収容するならば、8月下旬に飼育システムの制作を終えます。
- ③ 飼育システムに飼育用水を入れ、循環運転をしながら塩素消毒を行います。
- ④ 使用する配管、器材は全て塩素消毒し、飼育水をチオ硫酸ナトリウムで中和します。
- ⑤ 塩素の中和は、分析機器を使って完全な中和を確認します。
- ⑥ 中和後、1日以上あけ、種菌のついた濾材を入れます。(この時点で9月上旬であること)
- ⑦ 種菌の増殖用に塩化アンモニウム5gを飼育システムへ入れます。
- ⑧ 1日でアンモニアがなくなるようになったら、添加する塩化アンモニウム量を順次増やします。
- ⑨ 3～4日でアンモニア濃度が0mg/Lになる程度(消費する量)の投与量を把握します。
- ⑩ 水温は、12℃を下回らないように、同時に上限も20℃程度として水温制御します。
- ⑪ 魚の飼育開始5日前には、飼育予定水温に設定し、アンモニアの分解状況を把握します。

注意: 10月上旬に卵を収容するとして、逆算したスケジュール

3. 幼魚飼育

・ 青森内水研の事例

青森内水研では、閉鎖循環システムと掛け流しにより、サクラマス幼魚1,550尾の飼育試験を8月7日から10月26日までの80日間行いました。

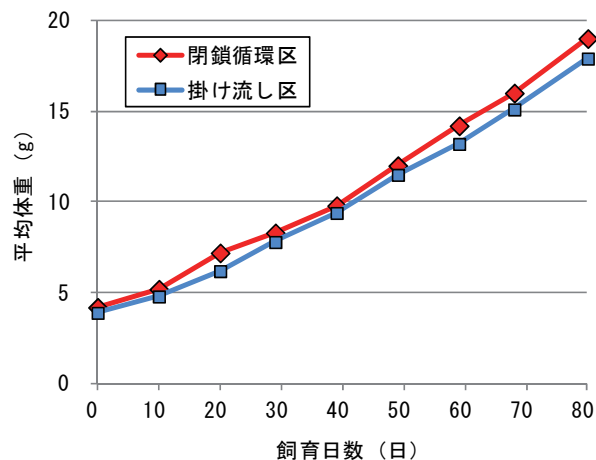
飼育は100×500×70cmの水槽を使い水深を50cm(水量2,500L)としました。閉鎖循環システムの総水量は、濾過槽等の約700Lを含めて約3,200Lになります。

閉鎖循環区では、連続的な注水は行わず、200L/分のポンプ2台で飼育水を循環させました。また、糞等の掃除のため、排出した水と同量の湧水を加えました。

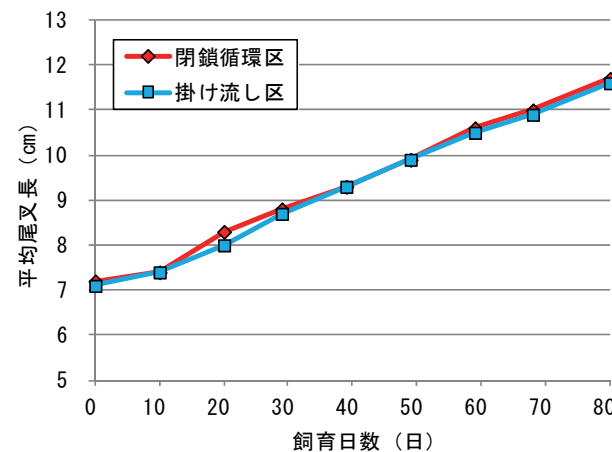
掛け流し区は1時間に水槽1回転を目安とし、注水量を40L/分としました。

飼育期間中の総給水量は、閉鎖循環区で3.8kL、掛け流し区で4,600kLとなり、閉鎖循環区の使用水量は掛け流し区の0.08%となりました。

80日目の閉鎖循環区での平均体重は19.0g、生残率は99.0%となり、掛け流し区の17.9g、99.7%と同等の成長と生残率を示し、閉鎖循環によるサクラマスの幼魚飼育が可能であることが示されました。



サクラマス平均体重の推移



サクラマス平均尾叉長の推移

サクラマス幼魚の閉鎖循環及び掛け流し飼育結果

	閉鎖循環区		掛け流し区	
	開始時	80日目	開始時	80日目
平均FL(cm)	7.2	11.7	7.1	11.6
平均BW (g)	4.2	19.0	3.9	17.9
尾数(尾)	1,550	1,534	1,550	1,545
生残率(%)		99.0		99.7
収容量(kg/m ³)※	2.8	12.7	2.6	12.0

※水槽水量2.3m³で換算

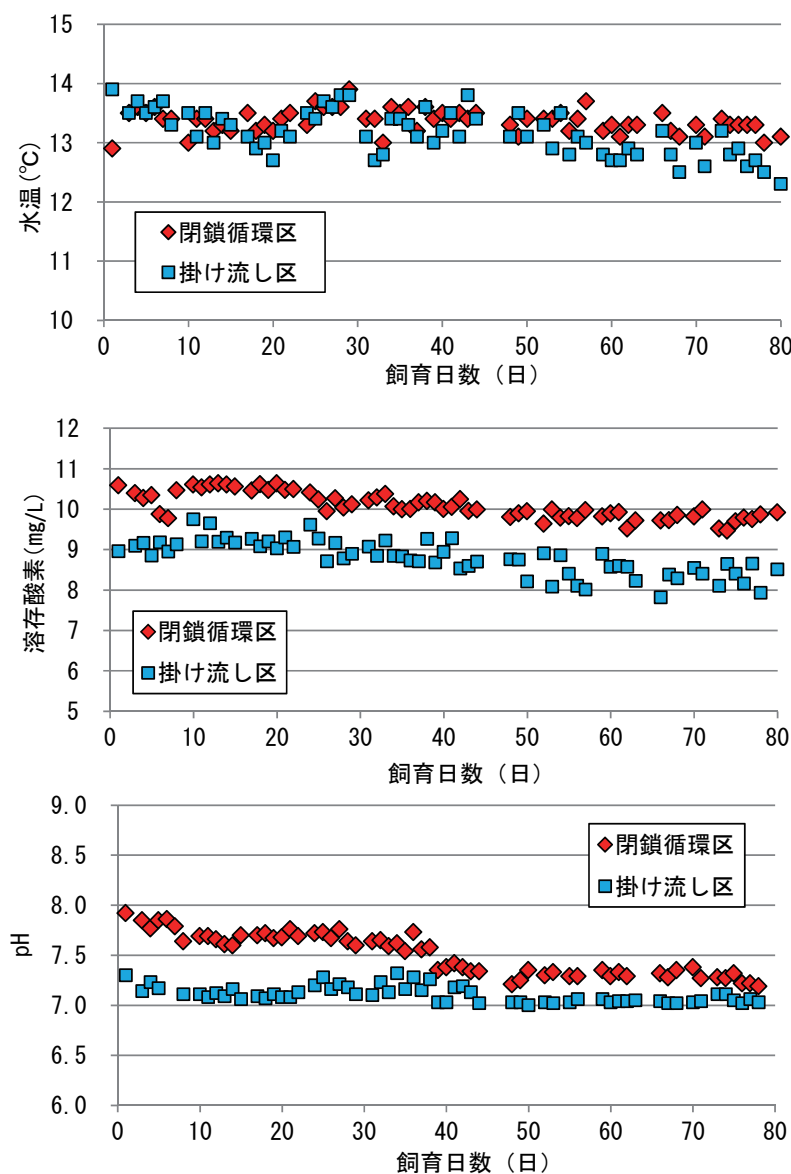
3. 幼魚飼育

- 青森内水研の事例

閉鎖循環区では調温装置を13.5℃に設定し、飼育期間中の水温は、12.9～14.0℃でした。また掛け流し区では、12.3～13.9℃で推移しました。掛け流し区では、期間後半に気温の低下に伴う水温の低下傾向が見られました。

飼育水槽排水部の溶存酸素量は、閉鎖循環区で9.5～10.6mg/L、掛け流し区で7.8～9.8mg/Lで推移し、期間を通して十分な溶存酸素量が維持されました。

pHは、閉鎖循環区で7.2～7.9、掛け流し区で7.0～7.3の範囲でした。閉鎖循環区では、飼育開始当初のpHは7.5を超えやや高めでしたが、30日頃から緩やかに低下し、40日目以降7.5未満に低下しました。



サクラマス幼魚飼育期間中の水温、溶存酸素、pHの推移



3. 幼魚飼育

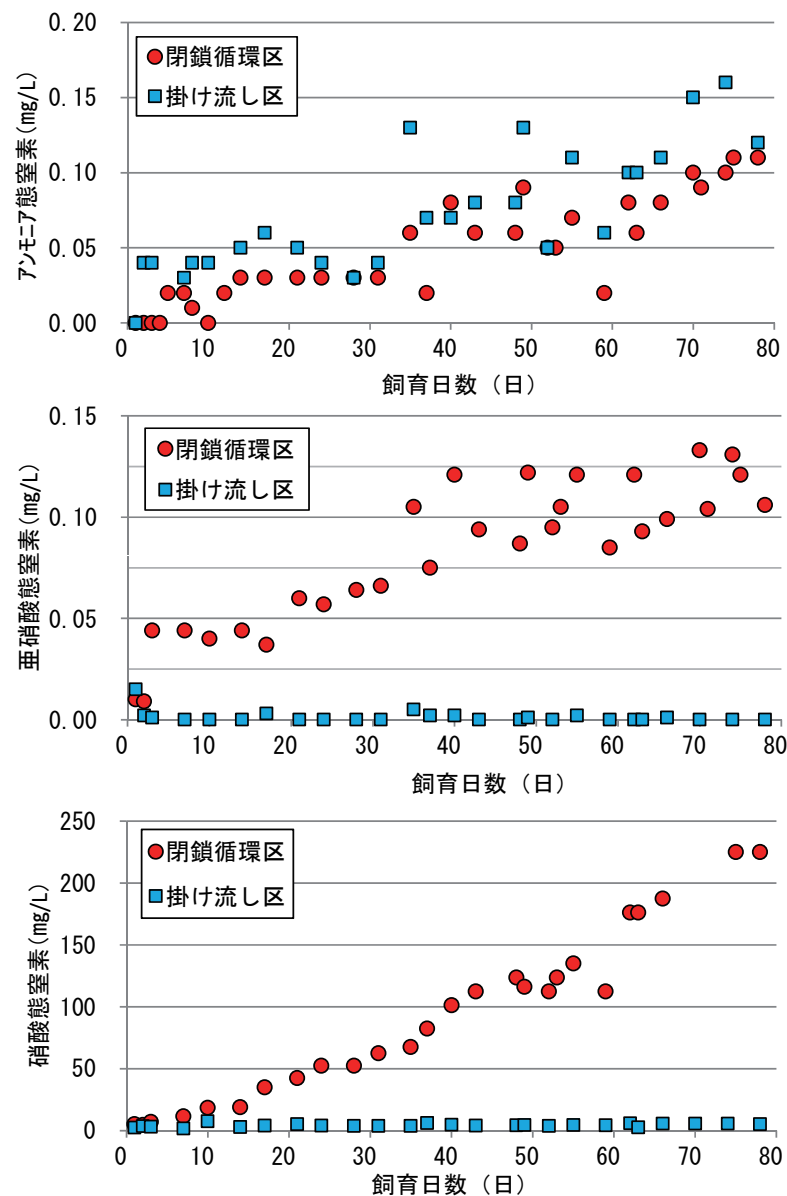
・ 青森内水研の事例

飼育水中のアンモニア態窒素は、給餌量の増加に伴い濃度が上昇し、閉鎖循環区、掛け流し区とも増加しましたが、水産用水基準である0.2mg/Lを超えることはありませんでした。

亜硝酸態窒素は、閉鎖循環区では0.05mg/Lから0.13mg/Lに増加しました。また、掛け流し区では、試験期間を通して0.015mg/L以下の低い水準で推移しました。

硝酸態窒素は、閉鎖循環区では試験期間中増加傾向を示し、飼育終了時には200mg/Lを超えましたが、掛け流し区では1.75～7.50mg/Lと低い水準で推移しました。

これらの結果から、閉鎖循環区では飼育魚から排泄された有害なアンモニア態窒素が硝化細菌により、毒性の低い亜硝酸態窒素、硝酸態窒素へ順調に硝化されていたと考えられます。



サクラマス幼魚飼育期間中のアンモニア態窒素、
亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の推移



3. 幼魚飼育

・ 山形内水試の事例

山形内水試では、9月1日から10月29日までの59日間、閉鎖循環システムと掛け流しにより、1,500尾のサクラマス幼魚の飼育試験を実施しました。

飼育は100×500×70cmの水槽を使い水深は50cmで水量2,500Lで飼育しました。濾過槽の水量約700Lと合わせ全体で約3,200Lの水量となります。閉鎖循環区では300L/分のポンプで飼育水を循環して再利用しました。また、糞掃除などで減った飼育水を補充するため200ml/分の水を注水しました。

掛け流し区は毎分40L/分の地下水を注水して飼育しました。試験に使用した地下水量の合計は、掛け流し区が約3,400kL、閉鎖循環区は約17kLの使用水量でした。

59日間の飼育で生残率は掛け流し区89.7%に対して閉鎖循環区が83.5%とやや低い値となりましたが、平均体重は両区とも19.0g、平均尾叉長もほぼ同じ結果となり、閉鎖循環飼育でも掛け流し飼育と遜色ない成長をすることが示されました。



1日目

15日目

28日目

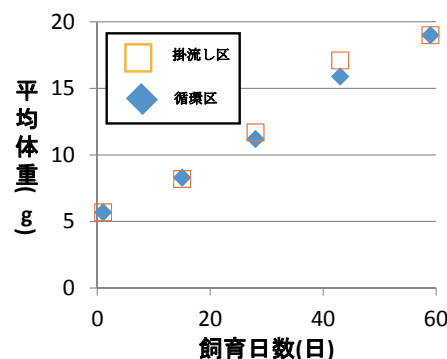
43日目

59日目

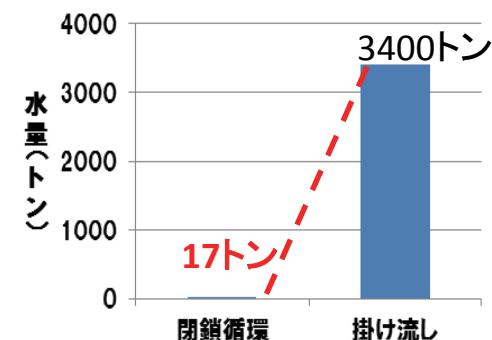
閉鎖循環区における成長過程

サクラマス幼魚試験の飼育結果				
	閉鎖循環区		掛け流し区	
	開始時	59日目	開始時	59日目
平均FL (cm)	8.4	11.9	8.4	12.0
平均BW (g)	5.7	19.0	5.7	19.0
尾数 (尾)	1,500	1,252	1,500	1,345
生残率 (%)		83.5		89.7
収容量 ※(kg/m ³)	3.7	10.3	3.7	11.1

※水槽水量2.3m³で換算



サクラマス平均体重の推移



試験に使用した地下水量の比較

3. 幼魚飼育

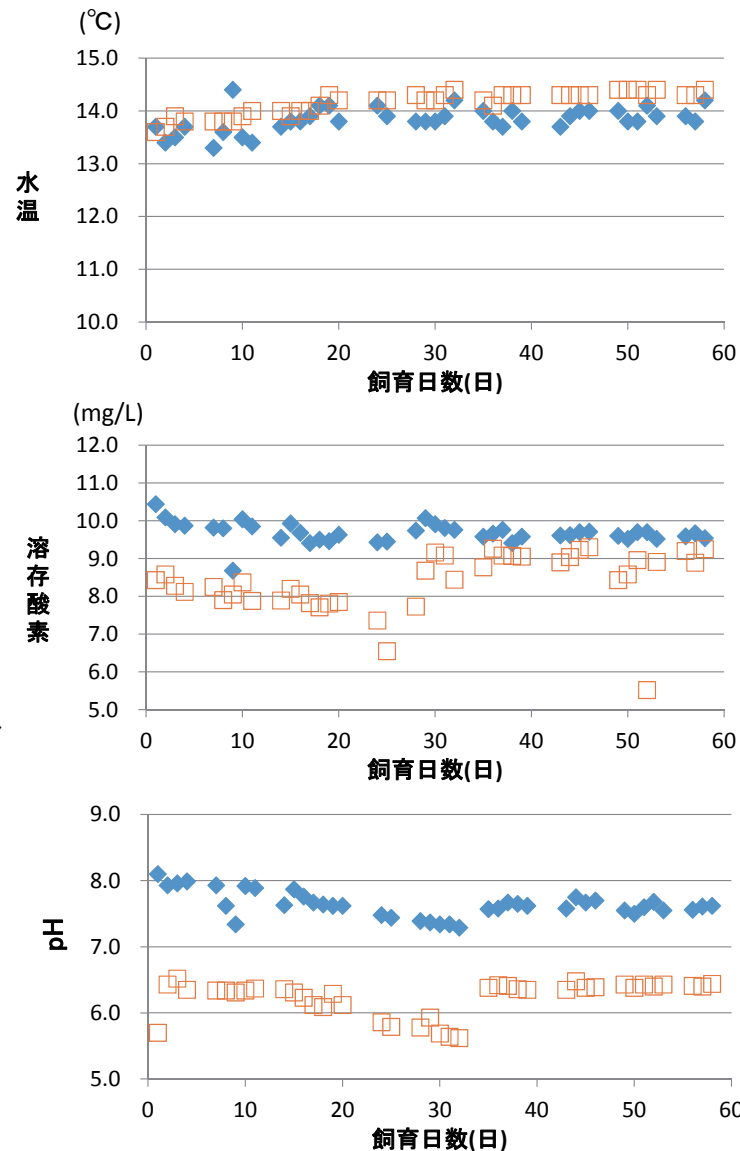
・ 山形の事例(水質の状況①)

閉鎖循環区では調温装置を13.8℃に設定し、飼育期間中の水温は13.3～14.4℃(平均13.8℃)でした。掛け流し区では13.6～14.4℃(平均14.1℃)になりました。飼育期間を通して14℃前後と安定していました。

飼育水槽排水部での溶存酸素量は、閉鎖循環区で8.7～10.4mg/L(平均9.7mg/L)、掛け流し区で5.5～9.3mg/L(平均8.4mg/L)となり、閉鎖循環区の溶存酸素量が多い傾向が見られました。

pHは、閉鎖循環区で7.3～8.1(平均7.6)、掛け流し区で5.6～6.5(平均6.2)でした。閉鎖循環区では、飼育開始時は8以上と高い値でしたが、飼育日数の経過と共に減少傾向が見られました。

閉鎖循環区では9日目にポンプの動作をコントロールするタイマーの不調によりポンプが停止することがありました。エアレーションによる酸素供給により魚への悪影響はありませんでしたが、水温が14.4℃に上昇、溶存酸素が8.7mg/Lに低下、pHが7.3に低下することがありました。



サクラマス幼魚飼育期間中の水温、溶存酸素、pHの推移



3. 幼魚飼育

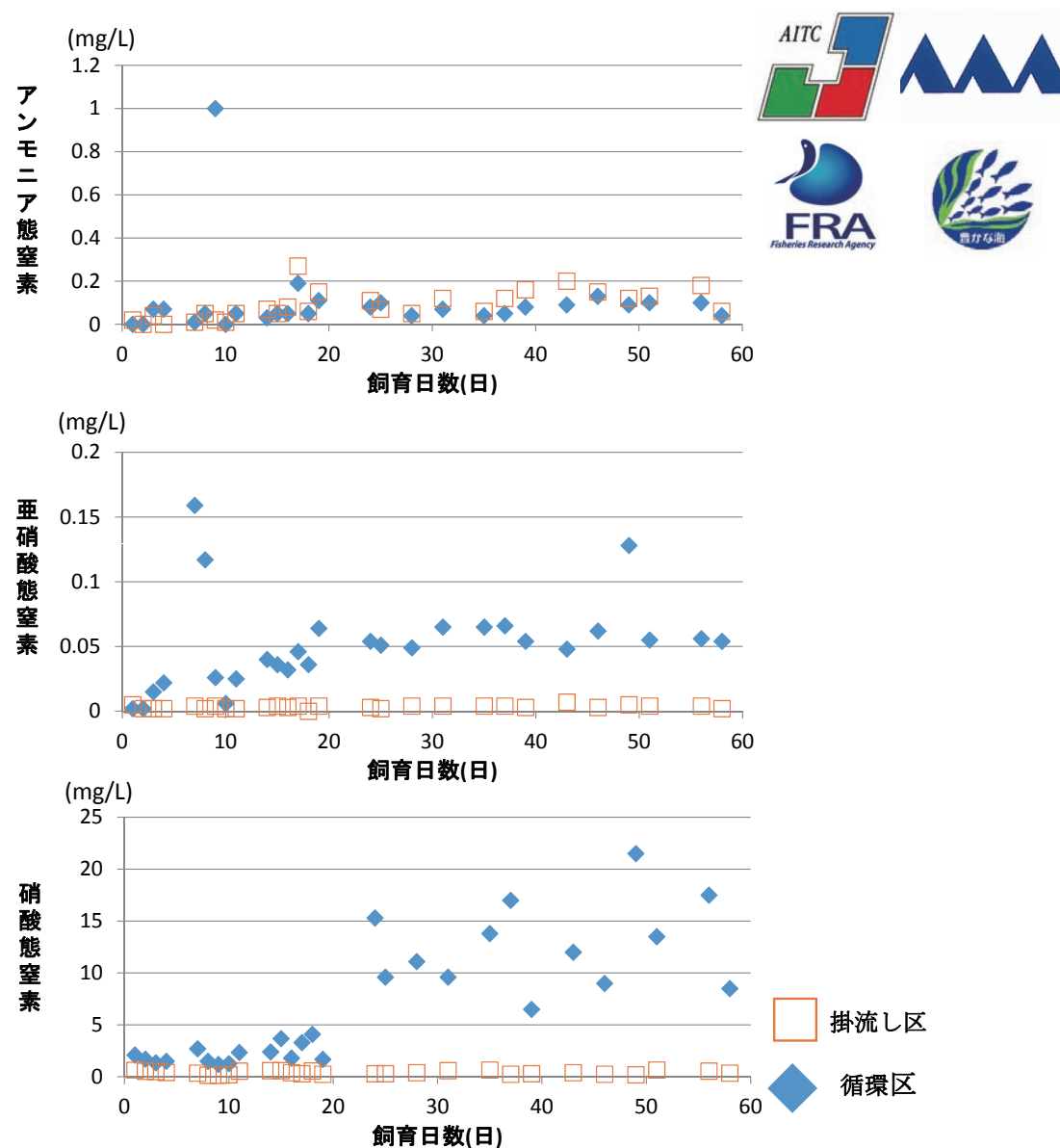
・ 山形の事例(水質の状況②)

飼育水のアンモニア態窒素は、閉鎖循環区で0.00～1.00mg/L(平均0.10mg/L)、掛け流し区で0～0.27mg/L(平均0.09mg/L)でした。ポンプ停止があった9日目は1.00mg/Lと高い値になりましたが、餌止めて1日後には分解され0mg/Lとなりました。

亜硝酸態窒素は、閉鎖循環区で0.002～0.159mg/L(平均0.051mg/L)、掛け流し区では0.000～0.007mg/L(平均0.003mg/L)で推移しました。閉鎖循環区では9～10日目に0.1mg/Lを超えましたが、11日目には0.05～0.08mg/Lの間に低下し、安定しました。

硝酸態窒素は、閉鎖循環区で1.2～21.5mg/L(平均7.1mg/L)、掛け流し区では0.2～0.7mg/L(平均0.4mg/L)となりました。閉鎖循環区では飼育日数が進むのと共に値が上昇しましたが、40日目に魚病の発生で注水量を一時的に増やしたこともあり、最大でも21.5mg/Lでした。

閉鎖循環区ではポンプ停止などで循環が止まると、有害なアンモニア態窒素や亜硝酸態窒素が急激に上昇することがありますが、復旧後は硝化細菌の働きにより速やかに分解されていると考えられます。



サクラマス幼魚飼育期間中のアンモニア態窒素、
亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の推移

3. 幼魚飼育

- 山形内水試の事例(病気の発生と注意点)

9月29日から10月11日にかけて(飼育開始後40日目付近)右図のように尾鰭が欠損し、幼魚が25尾斃死しました。

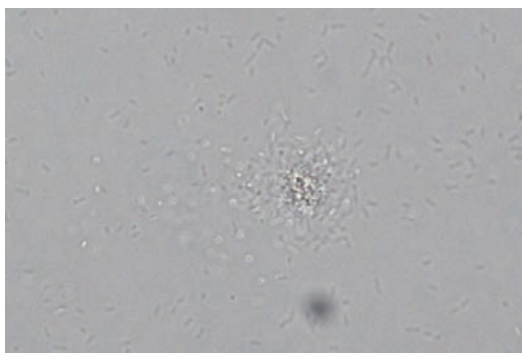
保菌検査の結果、カラムナリス病と冷水病の原因菌が見つかり、鰭の検鏡からは寄生虫のギロダクチルスが見つかりました。10月10日より注水量を増やし、水槽の飼育水を入れ替えたところ症状は治まりました。

試験では幸い症状が治まりましたが、飼育水を浄化しながら繰り返し再利用する閉鎖循環飼育では、外部から病気が入ると飼育魚全体に感染が広がります。

外部からの病気の持込を防ぐためには、消毒済みの発眼卵から飼育を開始する。もしくは病気の発生が無い信頼できる供給元から種苗を導入する必要があります。また、普段からの心構えとして、飼育に使う道具は確実に消毒して、他の池とは共用しない。飼育員自身も魚を取り扱う前には、手足の消毒を行うことが重要です。



寒天培地による保菌検査



カラムナリス病と考えられる長桿菌の凝集



尾鰭が欠損した死亡個体



鰭の検鏡により見つかったギロダクチルス
(矢印で示し、赤線で囲った部分)



4. 洗 卵



洗卵で使用する器具・機材など

- ・塩(0.9～1.0%の食塩水を等張液として使用)
- ・塩分計
- ・コンテナ(等張液を作り置くため、また、廃液を受け貯蔵します。
100L程度のものが使いやすい、採卵量によっては数を増やす)
- ・タライ (ザルが入る大きさ)
- ・ステンレス製のザル
(底面が平らで、ワイヤーが細く、目の粗いものが良い)
- ・タライとザルを置く台(ベニヤ板と一寸角で作成)
- ・シャワーノズル
(ヘッドの面積が広く噴出量の多いものが好ましい)
* 採卵規模が小さい場合は園芸用ジョーロが良い
- ・毎分35Lの水中ポンプ
(ジョーロを使用する場合は不要)
- ・水産用イソジン
- ・塩素 (採卵時に出る体腔液、洗卵廃液を消毒するため)
- ・残留塩素計
- ・チオ硫酸ナトリウム・5水和物 (塩素を中和するため)



4. 洗 卵

洗卵の手順(通常の工程)



採卵



等張液での濯ぎ洗卵
(1回)

(攪拌しないこと、ザルの下には廃液
用コンテナを置く)

※卵がひたひたになる程度の量



等張液でのシャワー洗卵 1分
(攪拌しないこと、ザルの下には
廃液用コンテナを置く)

※卵1万粒当たり2L以上



媒精
(雄から採取した精子をかける)



受精 & 洗浄(通常の水)

4. 洗 卵

洗卵の手順（イソジンを使用した場合）



採卵 →



等張液でのシャワー洗卵 1分
(攪拌しないこと、ザルの下には
廃液用コンテナを置く)

※卵1万粒当たり2L以上



媒精
(雄から採取した精子をかける)



受精 & 洗浄(通常の水)

等張液での
シャワー洗卵 1分
(攪拌しないこと)

イソジンを洗い流すため



イソジン+等張液に15分浸漬
(1/200)



4. 洗 卵



塩素による体腔液、廃液の消毒について ～ふ化場に病原体をとどめないために～

- ・体腔液、洗卵廃液は塩素(次亜塩素酸ナトリウム)で**10分間** 消毒し、ハイポ(チオ硫酸ナトリウム)で中和する。
- ・塩素の濃度は 100 ppm (原液の有効濃度 10%の場合)
(体腔液・洗卵**廃液 100L** に **塩素 100ml** を入れる)

$$\text{液量(トン)} \times \text{目標塩素濃度(ppm)} / \text{有効塩素濃度(ppm)} \\ = \text{〇〇ml}$$

- ・中和するハイポの濃度は塩素 1ppm 当たり 0.9 ppm

塩素消毒した洗卵廃液 の残留塩素濃度100ppmとすると、
 $0.1\text{トン}(100\text{L}) \times 100\text{ppm} \times 35.5/248 = 1.43\text{g}$
もっと簡単にすると、

残留塩素**1ppmの水100リットル**を中和するために必要なパイポの量は**約0.12g**

5. 機材リスト

• 千歳型



千歳事業所:閉鎖循環飼育システムの器材一覧

2013年の価格

	品名	製品名	規格	単価
1	1段目濾過槽	サンボックス #45	オレンジ 520×440×230Hmm	4,840
2	2段目濾過槽	サンボックス #100	オレンジ 703×503×411Hmm	14,444
3	3段目濾過槽	サンボックス #200	オレンジ 883×642×517Hmm	33,875
4	1段目濾材	サランロックフィルター	OM-150, 50mm厚, 2m×1m	36,120
5	2段目濾材①	枝サンゴ	AQUA-LABO 20KG(20番) s20	2,100
6	2段目濾材②	ガラスリング	AQUA-LABO 15kg gr-15	8,820
7	3段目濾材	バイオコード	MK-N50 1mあたり	550
8	循環用ポンプ①	三相電機マグネットポンプ	PMD-1561B 単相100V	30,000
9	循環用ポンプ②	ファミリー水中ポンプ	FP-15s(50Hz)	28,500
10	タイマー	プログラムタイマー	KS/KN3311080	5,800
11	エアーポンプ	安永エアーポンプ	AP40	9,400
12	分散器	ユニホース(活魚輸送用)	FP-500	8,800
13	飼育水槽	不明	4.0×1.0×0.6m, FRP	不明
14	温度制御器	玄海Ⅳ型	冷却装置, 加温装置付	不明

5. 機材リスト

・ 青森型



青森内水研：閉鎖循環飼育システムの器材一覧

	品名	製品名	規格	単価
1	1段目濾過槽	ジャンボックス	#100:643×443×381mm	17,000
2	2段目濾過槽	ジャンボックス	#400:1006×703×603mm	45,000
3	3段目濾過槽	ジャンボックス	#200:803×562×482mm	28,000
4	1段目濾材①	サランロック	OM-150 10mm	9,300
5	1段目濾材②	サランロック	OM-150 25mm	12,200
6	2段目濾材	ホタテチップ	20kg入り	1,000
7	3段目濾材	バイオコード	MK-N50 50m×2巻	51,000
8	循環用ポンプ	自給式 ヒューガルポンプ	40PSPZ-4031A	100,000
9	流量計	フロートメーター	最大6トン/時	40,000
10	タイマー	カスタムウィークリータイマー	WT-03N	2,400
11	UV殺菌灯	UVF-1000		60,000
12	加温冷却機	REI-SEA RXC-2200AS	サーモコントローラー付属	1,200,000
13	飼育水槽	FRP製水槽	内寸法1.0×5.0×0.7m	400,000



5. 機材リスト

• 山形型

山形内水試：閉鎖循環飼育システムの器材一覧

	品名	製品名	規格	単価
1	1段目濾過槽	ジャンボックス	#100:643×443×381mm	9,500
2	2段目濾過槽	ジャンボックス	#400:1006×703×603mm	55,500
3	3段目濾過槽	ジャンボックス	#200:803×562×482mm	23,650
4	1段目濾材	ビニロック	FA-50 50mm	10,185
5	2段目濾材①	枝サンゴ	15番 20kg	4,000
6	2段目濾材②	ガラスリング	ハードL	29,629
7	3段目濾材	バイオコード	MK-N50 50m×2巻	50,925
8	循環用ポンプ①	マグネットポンプ	RMD-1001	47,000
9	循環用ポンプ②	自給式 ヒューガルポンプ	40PSPZ-7533-E3	105,555
10	タイマー	タイムスイッチ	TB201KP	6,459
11	UV殺菌灯	ブルーライト	15W	28,601
12	冷却機	循環式クーラー	RX-2200AS	945,601
13	加温機	チタンヒーター	SHI-3KW-200V3	46,990
14	ヒーターガード	SHIヒーターガード	HG3-30	26,620
15	飼育水槽	FRP水槽	内寸法5m×1m×0.7m	446,759
16	温度調節器	TC-101		18,750

研究実施担当者



研究総括責任者: 国立研究開発法人水産総合研究センター 東北区水産研究所沿岸漁業資源研究センター長	黒川 忠英
コーディネーター (兼マニュアル編集): 国立研究開発法人水産総合研究センター 研究推進部	清水 智仁
閉鎖循環技術指導: 国立研究開発法人水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所増養殖部閉鎖循環システムグループ長	山本 義久
洗卵技術指導: 国立研究開発法人水産総合研究センター 東北区水産研究所沿岸漁業資源研究センター主任技術員	大本 謙一
飼育(青森県): 地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所調査研究部長	長崎 勝康
内水面研究所調査研究部研究員	静 一徳
内水面研究所調査研究部技能技師	松田 忍
飼育(山形県): 山形県内水面水産試験場生産開発部長	阿部 信彦
山形県内水面水産試験場生産開発部研究員	工藤 創
普及業務: 公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会課長役	藤田 智也
技術協力: 国立研究開発法人水産総合研究センター 日本海区水産研究所資源管理部さけます調査普及グループ長	水澤 亮馬
日本海区水産研究所資源管理部さけます調査普及グループ主幹技術員	阿部 邦夫

連 絡 先



国立研究開発法人水産総合研究センター
東北区水産研究所沿岸漁業資源研究センター(宮古庁舎)
〒027-0097 岩手県宮古市崎山4-9-1 TEL:0193-63-8121(代)

国立研究開発法人水産総合研究センター 研究推進部(本部)
〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3クイーンズタワーB15階 TEL:045-227-2600(代)

国立研究開発法人水産総合研究センター
瀬戸内海区水産研究所増養殖部閉鎖循環システムグループ(屋島庁舎)
〒761-0111 香川県高松市屋島東町234 TEL:087-841-9241(代)

国立研究開発法人水産総合研究センター
日本海区水産研究所資源管理部さけます調査普及グループ(新潟庁舎)
〒951-8121 新潟県新潟市中央区水道町1丁目5939-22 TEL:025-228-0451(代)

地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所
〒034-0041 青森県十和田市大字相坂字白上344-10 TEL:0176-23-2405

山形県内水面水産試験場
〒992-0063 山形県米沢市泉町1-4-12 TEL:0238-38-3214

公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会
〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町9番6号 小伝馬町松村ビル6階 TEL:03-5651-3501



閉鎖循環システムを使ったサクラマス飼育技術(マニュアル編)

平成28年3月16日発行

編集・発行 閉鎖循環システムを利用したサクラマス種苗生産共同研究機関
国立研究開発法人水産総合研究センター
〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらいクイーンズタワーB 15階
電話:045-227-2600(代)