

(2) 放流手法技術開発

① 北海道における輸送放流、海中飼育放流試験

実施機関及び担当者：

根室管内さけ・ます増殖事業協会： 蠣崎宏、平澤勝秋、戸田喜巳、川上仁

十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会： 成田伝彦、新出幸哉、林紀幸、前畑一茂

北海道区水産研究所 さけます生産技術部： 福澤博明、栗林誠、高橋悟、佐田巖、大本謙一、矢部貴大、八重樫博文、渡邊勝亮、箕輪ゆい

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部： 石田良太郎、神力義仁、實吉隼人、虎尾充、渡辺智治、中村太朗

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 道東センター： 小山達也、橋本龍治

【目的】

北海道東部において耳石標識サケ幼稚魚を河川下流域への輸送放流や海中飼育放流し、沿岸等における採集調査により追跡して、その後の成長、回遊などをふ化場から直接河川に放流した群と比較する。

【方法】

a. 海中飼育放流

本別ふ化場において耳石温度標識を付けた 2018（平成 30）年級サケ稚魚 1,500 千尾を西別ふ化場で生産し、西別川河口周辺に設置した生簀に稚魚を移し、1 カ月程度海中飼育した後に放流する。また、対照群として、別の標識を付けた同数の稚魚を西別ふ化場で生産し、海中飼育稚魚の放流時期に同程度のサイズで西別川に放流する。放流時には海中飼育群と河川放流群の栄養状態や遊泳力等を測定する。2019（令和元）年級についても同様の放流試験を実施するために本別ふ化場で発眼卵に耳石温度標識を付け、西別川水系ふ化場において 1,500 千尾の稚魚生産を行う。

b. 下流域輸送放流

芦別ふ化場において、耳石温度標識を付けた 2018（平成 30）年級サケ稚魚 1,200 千尾を生産し、雪裡川の下流部に輸送放流する。また、対照群としては（1）① 油脂添加による健苗性向上試験の標識群を利用する。放流後には釧路川河口において稚魚採集を行い、稚魚の降下状況を把握する。2019（令和元）年級についても同様の放流試験を実施するために芦別ふ化場において発眼卵に耳石温度標識を付け、1,200 千尾の稚魚生産を行う。

【結果】

2018（平成 30）年級の放流

a. 海中飼育放流

当幌川および風蓮川で捕獲したサケ親魚から 10 月 6 日に 1,884 千粒、西別川で捕獲したサケ親魚から 10 月 23 日に 1,800 千粒を採卵、受精し、本別ふ化場に収容し、10 月 6 日採卵群は海中飼育群として 2,3,6H、10 月 23 日採卵群には河川放流群として 2,3,5H の耳石標識コードを施した。

両群とも西別ふ化場において、仔稚魚管理を行い、海中飼育群は 4 月 11-12 日に西別川河口近くの風蓮湖内に設置した海中飼育生簀に移した（図 1）。海中飼育への移行は稚魚輸

送用タンク内を塩分濃度 1.5%にし、塩分馴致させながら 80 分ほど運搬し、幅 5m×10m、水深 4m、目合い 2mm の網生簀 2 基へ収容した(図 2)。移行時の稚魚サイズは平均尾叉長 4.8cm、平均体重 0.92g であり、海水温は 5.8～6.6℃、塩分濃度は 30psu であった。

海中飼育開始 14 日後の 4 月 26 日に、海中飼育群は生簀を解放して放流、河川放流群は西別ふ化場の放水路から放流した。放流数とサイズ(平均尾叉長、平均体重)は海中飼育群で 1,616 千尾、5.1cm、1.11g、河川放流群は 1,620 千尾、5.1cm、1.06g であった(表 1)。

海中飼育の水温は、飼育期間の前半は概ね 5～8℃、後半は 7～10℃の範囲で推移した(図 3)。餌は一般のふ化場で使用している乾燥配合飼料を与え、1 日の給餌率は体重の約 2%、自動給餌機により給餌した。放流時に稚魚の胃内容物を調べたところ、30 個体中 19 個体が天然餌料を摂取していたが、稚魚 1 個体中に橈脚類が 2、3 個体観察される程度であった。また、海中飼育期間中の稚魚の総増重量は給餌量をやや上回る程度であったことから天然餌料の利用は少なかったと考えられた。

放流時に各群 30 尾の肝臓糖分量や筋肉脂肪量等の体成分とともに遊泳力を測定した(図 4)。遊泳力は北水産業製の遊泳力測定装置を用い、水温約 8℃で瞬発遊泳速度を測定した。両群とも肥満度、筋肉脂肪量では差が無かったが、肝臓糖分量では河川放流群の方が有意に高く(t 検定、 $P<0.01$)、瞬発遊泳速度では海中飼育群の方が遊泳力は有意に小さかった(t 検定、 $P<0.05$)。ただし、遊泳力を測定した個体の平均尾叉長は海中飼育群 5.1cm、河川放流群 4.8cm で、海中飼育群がやや大型であった。

b. 下流域輸送放流

釧路川で捕獲したサケ親魚から、9 月 24 日に 1,540 千粒、9 月 29 日に 1,530 千粒を採卵、受精し、芦別ふ化場に収容し、9 月 29 日採卵群に輸送放流群として 2n-2n,3H、自然放流群として 9 月 24 日採卵群に 2n-2n,2H の耳石標識コードを施した。両群とも芦別ふ化場において、仔稚魚管理を行い、自然放流群は芦別ふ化場から 3 月 26 日に 5.5cm、1.35g の稚魚 1,372 千尾を通常の放流と同様に放水路から自然放流し、輸送放流群は 4 月 3 日に 5.1cm、1.09g の稚魚 1,348 千尾を釧路川本流との合流点付近の支流雪裡川へ輸送放流した(表 2)。なお、この自然放流群は(1)①の「油脂添加による健苗性向上試験」も兼ねており、自然放流群、輸送放流群ともに油脂添加された飼料が与えられた。また、油脂添加試験の対照群(油脂無添加)も自然放流群と同日に自然放流された。

輸送放流した場所は芦別ふ化場から約 25km 下流、河口から上流約 10km の支流雪裡川の下流部であり(図 5)、輸送は 4t 活魚タンクへ 300～350kg の稚魚を収容し、2 回運搬した(延ベタンク 5 基)。放流時の河川水温は 3.1～4.1℃であった。1 回目の輸送では、稚魚の積み込み開始から放流終了までは約 120 分を要したが、輸送の前と後に稚魚 30 尾ずつ瞬発遊泳速度を測定したところ、差は無かったことから、稚魚へのダメージが少なく良好な状態で河川へ放流されたものと思われた。

釧路川河口における稚魚採集は、輸送放流から 5 日後の 4 月 8 日から毎旬 1 回、6 月中旬まで釧路川河口右岸において曳網により実施した(図 7)。採集された稚魚の耳石温度標識分析により、本委託事業における各試験群の標識魚ほか、北海道区水産研究所鶴居さけます事業所から放流された 4 つの耳石標識放流群も確認された(表 3)。無標識魚には芦別ふ化場や釧路川本流の 3 カ所のふ化場からの放流魚が多く含まれると考えられた。輸送放流群は輸送放流された 4 月上旬に多くが河口域まで到達している様子がうかがわれた。自然放流群の確認数は少なく、初回の調査前に調査地点を通過してしまった可能性があるが、先行事業における降下状況調査では、4 月下旬以前の芦別ふ化場からの自然放流魚は河口まで平均 31 日(範囲 17～44 日)を要していることから、その可能性は低いと考えられた。採集された輸送放流群と自然放流群の採集日毎の大きさの分布から、放流されてから河口に到達するまでの成長の度合いは小さいように思われた(図 8)。

2019(令和元)年級の放流

a. 海中飼育放流

風蓮川で捕獲したサケ親魚から 10 月 11 日に 1,903 千粒、西別川で捕獲したサケ親魚から 10 月 25 日に 1,718 千粒を採卵、受精し、本別ふ化場に収容し、10 月 11 日採卵群は海中飼育群として 2,3,6H、10 月 25 日採卵群には対照群として 2,3,5H の耳石標識コードを施した。両群とも本別ふ化場において、仔稚魚管理を行い、海中飼育群は 4 月上旬に西別川河口近くの風蓮湖内に設置した海中飼育生簀に移し、4 月下旬に放流予定である。対照群は 4 月下旬まで本別ふ化場で継続飼育し、海中飼育と同サイズで自然放流する予定である。

b. 下流域輸送放流

釧路川で捕獲したサケ親魚から、9 月 18 日に 1,500 千粒、9 月 23 日に 1,500 千粒を採卵、受精し、芦別ふ化場に収容し、9 月 23 日採卵群に輸送放流群として 2n-2n,3H、その対照群として 9 月 18 日採卵群に 2n-2n,2H の耳石標識コードを施した。なお、この芦別ふ化場の標識放流魚は(1)①の「油脂添加による健苗性向上試験」も兼ねており、両群の稚魚の餌に油脂を添加する。両群とも 4 月の下旬の放流に向けて芦別ふ化場において飼育中である。



図 1. 西別川と風蓮湖海中飼育地点



図 2. 海中飼育生簀(1 基)

表 1. 海中飼育放流試験の放流結果

試験群	採卵日	捕獲 採卵場	採卵数 (千粒)	飼育開始日	放流日	放流数 (千粒)	尾叉長 (cm)	体重 (g)	耳石標識 ハッチコード
海中飼育群	2018/10/6	風蓮・ 当幌	1,844	2019/3/1 (海中:4/12~)	2019/4/26	1,616	5.1	1.11	2,3,6H
河川放流群	2018/10/23	西別	1,800	2019/3/19	2019/4/26	1,620	5.1	1.06	2,3,5H

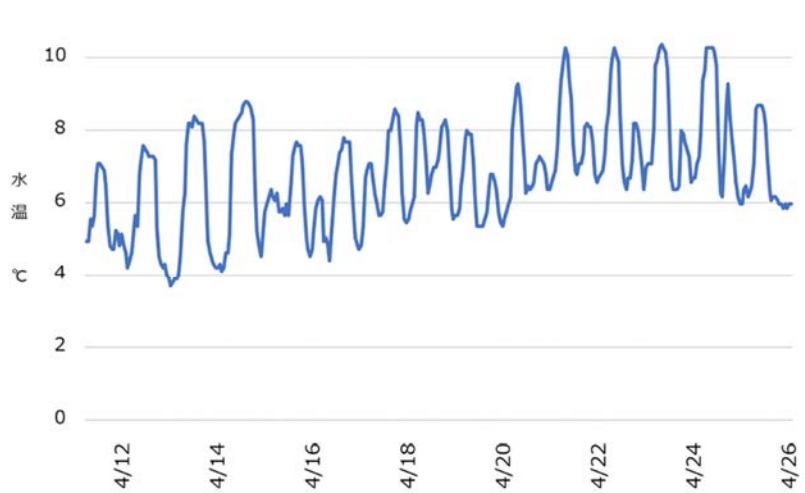


図 3. 海中飼育生簀内の水温推移

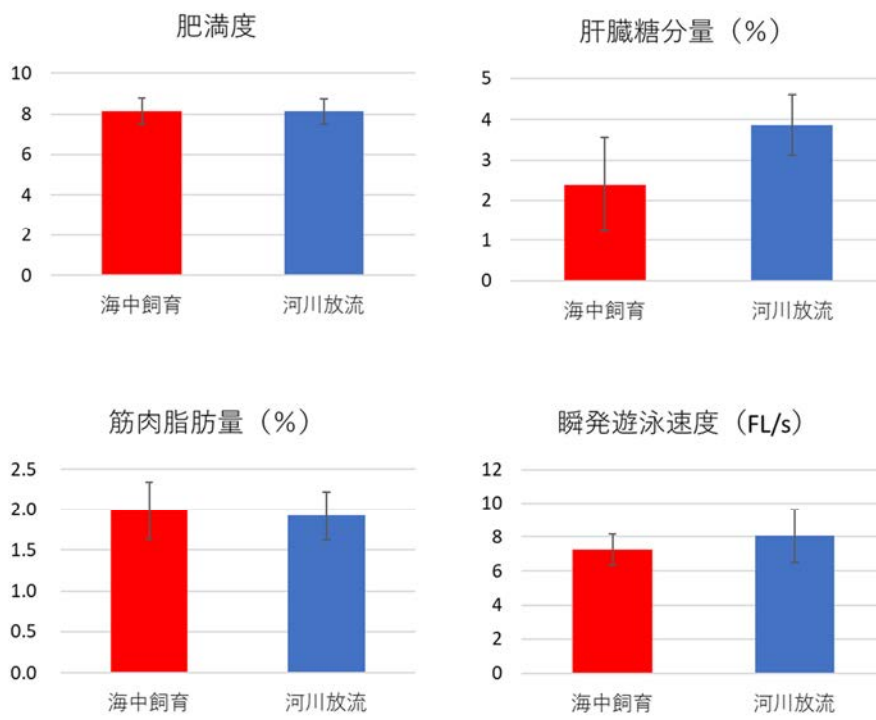


図 4. 海中飼育群と河川放流群の栄養状態と瞬発遊泳速度(バーは標準偏差)

表 2. 下流域輸送放流試験の放流結果

試験群	採卵日	捕獲 採卵場	採卵数 (千粒)	飼育開始日	放流日	放流数 (千粒)	尾叉長 (cm)	体重 (g)	耳石標識 ハッチコード
輸送放流群 (油脂添加)	2018/9/29	釧路	1,530	2019/2/5	2019/4/3	1,348	5.1	1.09	2n-2n,3H
自然放流群 (油脂添加)	2018/9/24	釧路	1,540	2019/2/5	2019/3/26	1,372	5.5	1.35	2n-2n,2H
(油脂無添加・ 自然放流)	2018/9/19	釧路	1,500	2019/1/28	2019/3/26	1,256	5.9	1.66	2n,2n-2H

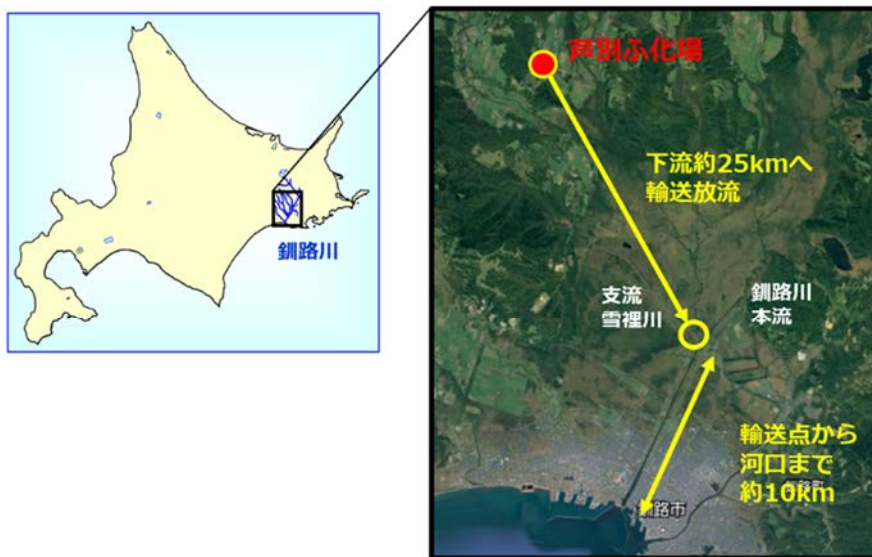


図 5. 釧路川と下流域輸送放流地点



図 6. 支流雪裡川の下流域への輸送放流の様子



図 7. 釧路川河口稚魚採集調査地点

表 3. 釧路川河口における各標識群別の稚魚採集数

	4/8	4/16	4/25	5/7	5/16	5/27	6/6	6/18	計
輸送放流群	170	39	3						212
自然放流群	1	1	4	2					8
自然放流・油脂無群		1	1	2					4
鶴居標識群（4群）	6	2	10	11	7	47	13	1	97
無標識魚	39	28	180	95	116	53	91	1	603

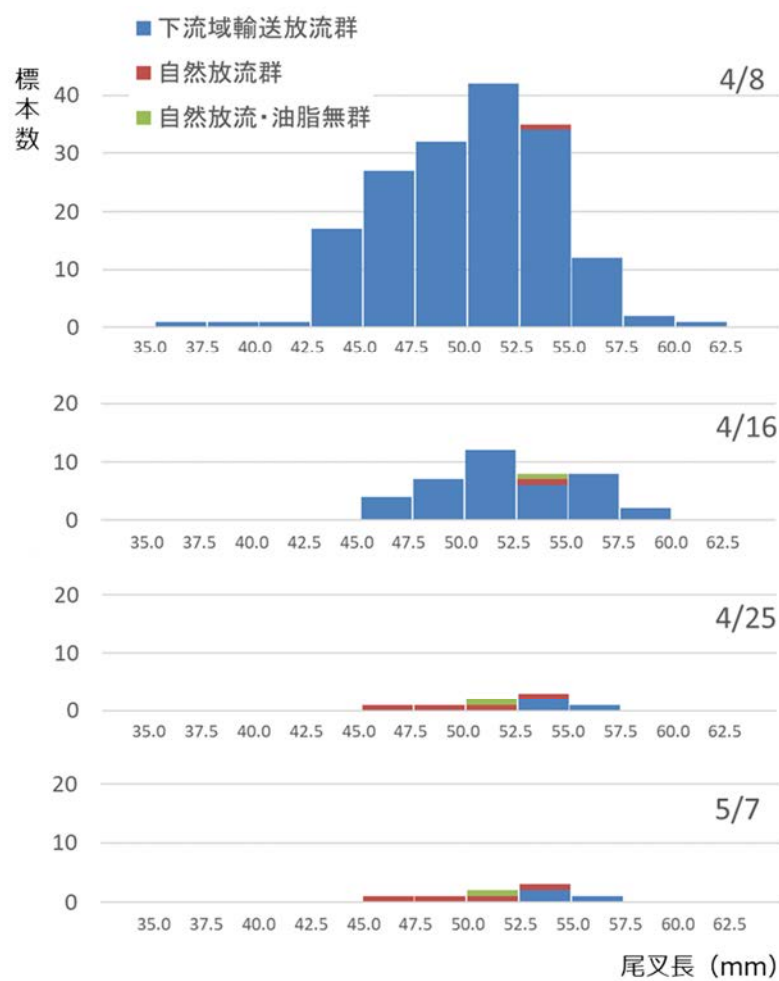


図 8. 釧路川河口採集稚魚の調査日毎の尾叉長分布

② 岩手県山田湾海中飼育試験、沿岸環境・稚魚追跡調査

実施機関及び担当者：

岩手県水産技術センター： 清水勇一、長坂剛志

水産工学研究所： 澤田浩一、松裏知彦

北海道大学： 向井徹、長谷川浩平

北里大学： 笠井宏朗、清水恵子

東北区水産研究所： 八谷三和、佐々木系

【目的】

沿岸でのサケ稚魚の減耗を回避するため、海中飼育放流技術を改良することを目的とする。また、放流した稚魚を追跡調査するとともに、水温、塩分、動物プランクトン量をモニタリングし、サケ幼稚魚の分布様式や適正な放流時期を検討する。

【方法】

岩手県山田湾を調査海域として、織笠川河口付近に海中飼育施設を設置して実験を行った。平成30年度は、通常海中飼育(約1ヶ月で4.0gを目標に飼育)を対照群として、短期海中飼育群(1～2週間の飼育期間に短縮)、大目網(1寸目)による海中飼育を実施する大目網群(一部稚魚を逃避させ、適正密度を保つとともに潮通しの改善を図り、約1ヶ月で、4.0g以上を目標に飼育)の2試験群を設定した。

平成30年度(2019年春実施)の各試験群350千尾には、通常海中飼育群2-2,2H、短期海中飼育群2,2nH、大目網群2,5Hの異なる耳石温度標識を施標した。飼育試験中(ふ化場での飼育期間を含む)は、定期的にサンプリングを行い、尾叉長と魚体重、遊泳力を測定した。また、サンプリングした稚魚のうち20尾は、冷凍後実験室に持ち帰り、筋肉中のグリコーゲンとトリグリセリド、肝臓におけるグリコーゲンの測定を行い、各組織における含有率を算出した。

飼育試験終了後は、海中生簀から放流し、漁業指導調査船「北上丸」による追跡調査を行った。採捕した稚魚からは耳石を摘出し、耳石温度標識を確認することで各試験群の採捕率を算出した。また、放流後の稚魚の分布を推定するため、山田湾内においてマルチビームソナーによる音響観察を行った。

令和元年度は、稚魚の逃避を抑制する目的で大目網にイセをいれて目合いを改良した。また、試験用卵800千粒を確保し、各試験群に異なる耳石温度標識を施標した。さらに、昨年度と同様にプロファイラーの設置を行い、モニタリングを開始した。

【結果】

各試験群は2019年3月6日から9日にかけて海中生簀に収容した。大目網群では、収容直後から生簀内外を自由に行き来する稚魚が観察された。収容後は、生簀内に残っている稚魚が観察されたが、プロファイラーにより観察される稚魚の反応は徐々に無くなり、1日経過すると生簀内に稚魚は確認できなかった(図1)。試験中の成長は、各試験群同程度であった(図2)。一方で遊泳力は、同時期にふ化場から河川に放流した群と比べて、海中飼育後で低い傾向が見られた(図3)。また、筋肉中のグリコーゲンとトリグリセリド、肝臓中のグリコーゲンの含有率は、海中飼育期間の経過とともに減少する傾向が見られた(図4)。

放流後の追跡調査は、6回実施し881尾の稚魚を採捕した。各試験群の採捕率は、高い順に短期海中飼育群0.0309%、通常海中飼育群0.0149%、大目網群0.0066%であった。マルチビームソナーによる音響観測は、2019年5月17日から19日に行った。夜間に多く魚群反応が得られ、夜間の氷場定点観測中にサケ稚魚を表層で目視観察し、マルチビームソナーでも魚群を観測した(図5)。プロファイラーによるモニタリングでは、2019年春の山田湾は、2月と

3月に親潮の接岸による低水温期が観測された。また、小型のプランクトンが主体の海洋環境であった。

以上から海中飼育期間の長期化に伴い、遊泳力、トリグリセリドやグリコーゲン等の体成分が低下する傾向が見られたことから、稚魚が十分に摂餌出来ていない可能性が考えられた。したがって適切な給餌タイミングや給餌回数を検討する必要がある。また、大目網群では、投入後に稚魚が観察されなくなったが、投入から1ヶ月経過時点の大目網は、通常の中飼育網よりも付着物が少なかった(図6)。

今後は、改良した大目網の効果の把握と海中飼育方法のさらなる改善を検討する必要がある。

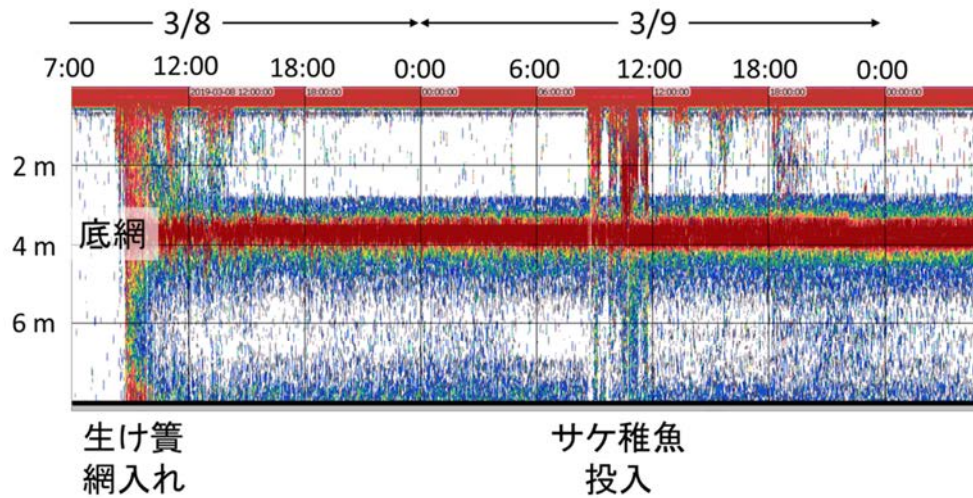


図1 プロファイラーによる大目網群投入時からの反応の推移

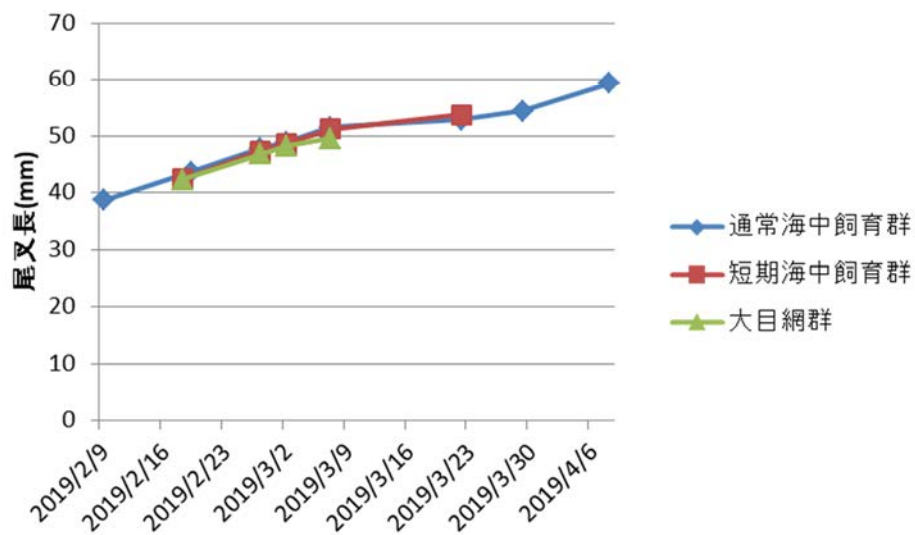


図2 各試験群における尾叉長の推移

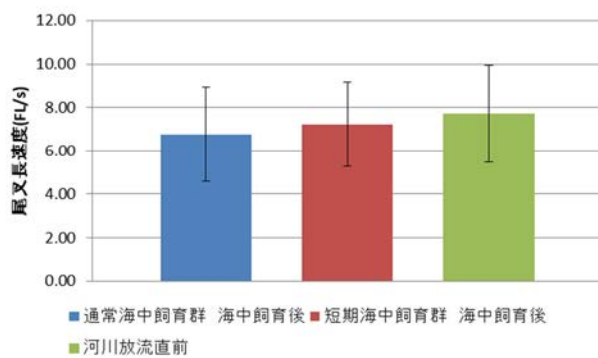


図3 各試験群における海中飼育後と同時期の河川放流直前群の遊泳力
短期海中飼育群 通常海中飼育群

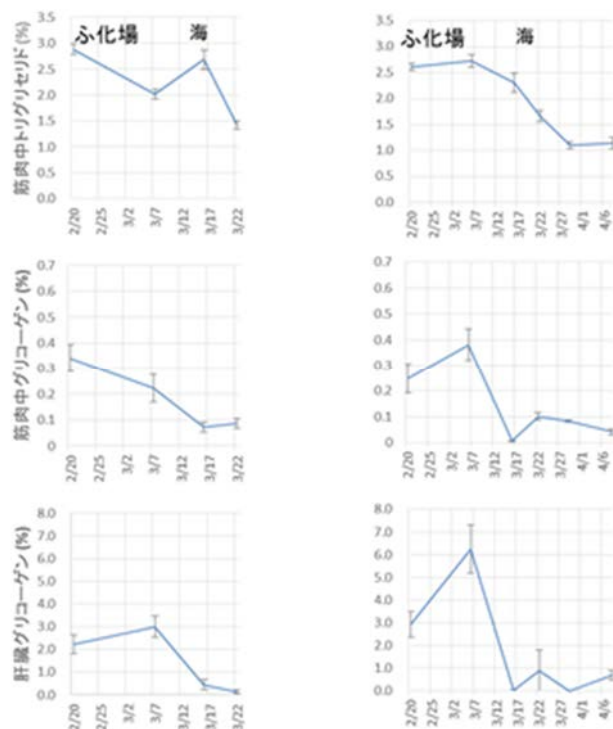


図4 筋肉中のグリコーゲンとトリグリセリド、肝臓中のグリコーゲンの含有率の推移

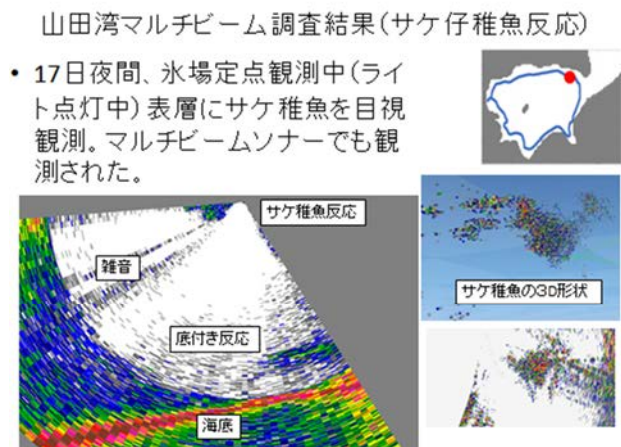


図5 マルチビームソナーで観測した魚群の反応

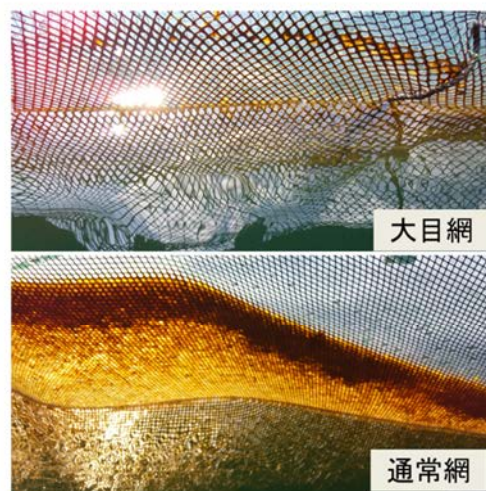


図6 1ヶ月経過後の大目網と通常網の付着物の状況