

令和4年度さけ・ます放流体制 緊急転換事業講習会

サケの回帰率向上を目指して
水産庁事業
「さけ・ます不漁対策事業」の紹介

令和4年9月9日
国立研究開発法人
水産研究・教育機構
水産資源研究所 さけます部門
資源生態部 本田聡

これまでの事業の流れ (水産庁委託)

(先行事業)

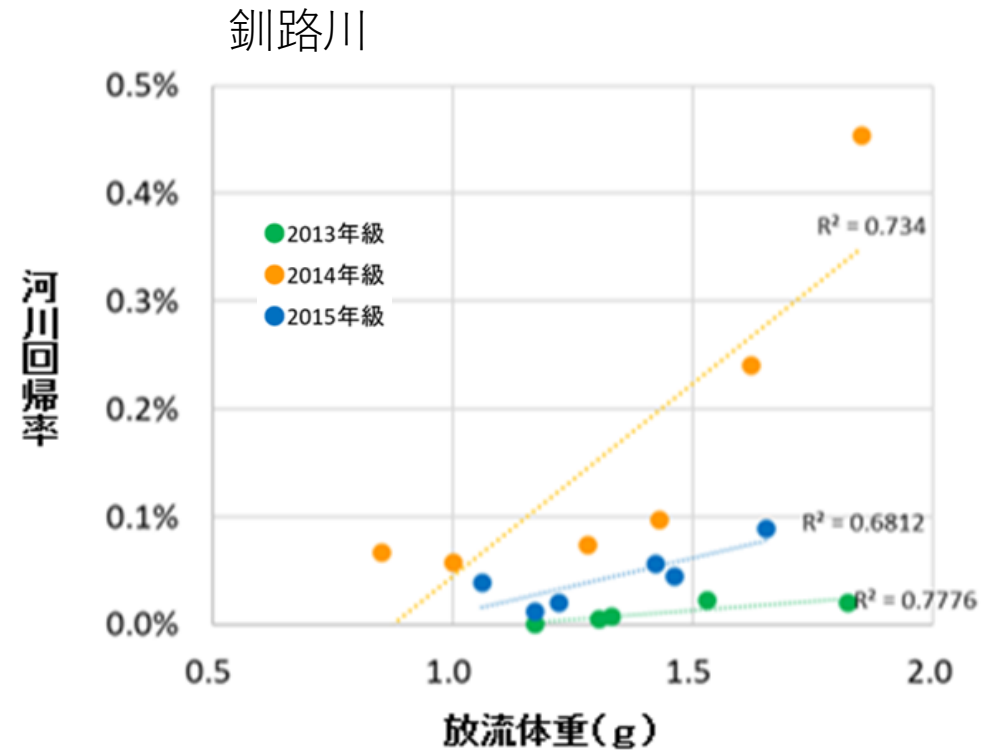
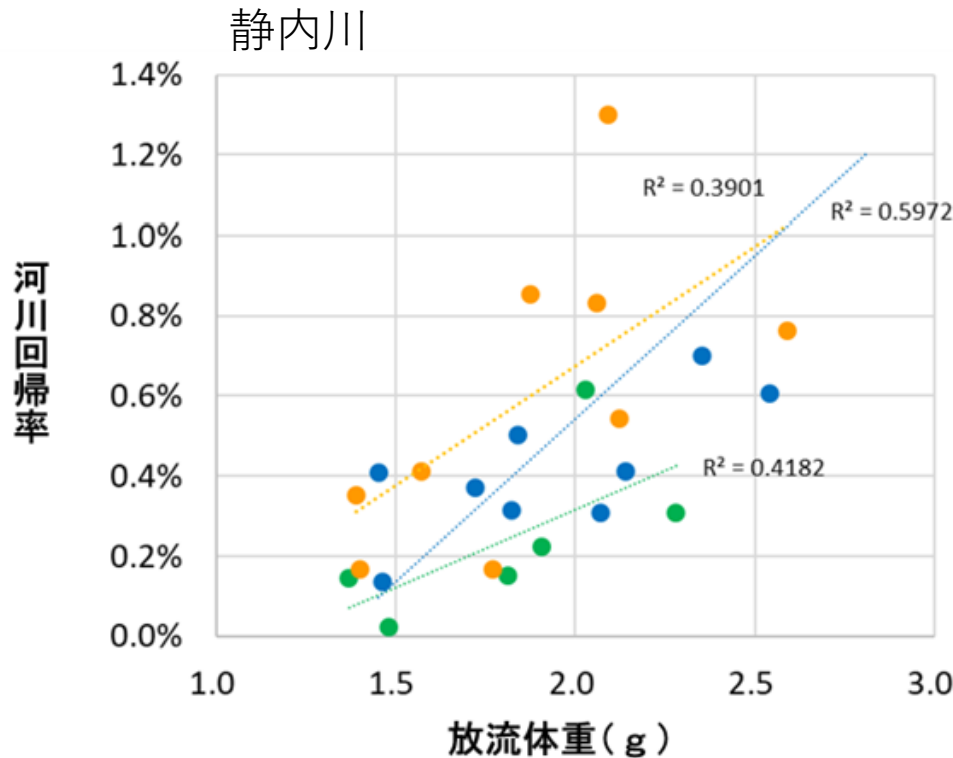
- 太平洋サケ資源回復調査事業 (2013-2015)
 - サケ稚魚動態調査
 - ふ化放流事業高度化試験
 - サケ稚魚被食実態調査
- サケ資源回帰率向上調査事業 (2016-2017)
 - 降海稚魚調査
 - 沿岸域幼稚魚調査
- さけ・ますふ化放流抜本対策事業 (2018-2021)
 - 健苗育成／放流手法技術開発
 - 幼稚魚追跡調査
 - 効率的／持続的なふ化放流事業の構築

これまでの調査研究で得られた 注目すべき成果の紹介

- 1. 放流サイズと河川回帰率**
- 2. サケ幼稚魚のサイズ・成長速度と生残**

1. 放流サイズと河川回帰率

(令和2年度さけますふ化放流抜本対策調査報告書)



北海道太平洋岸の2河川において、サケ稚魚をサイズを変えて放流

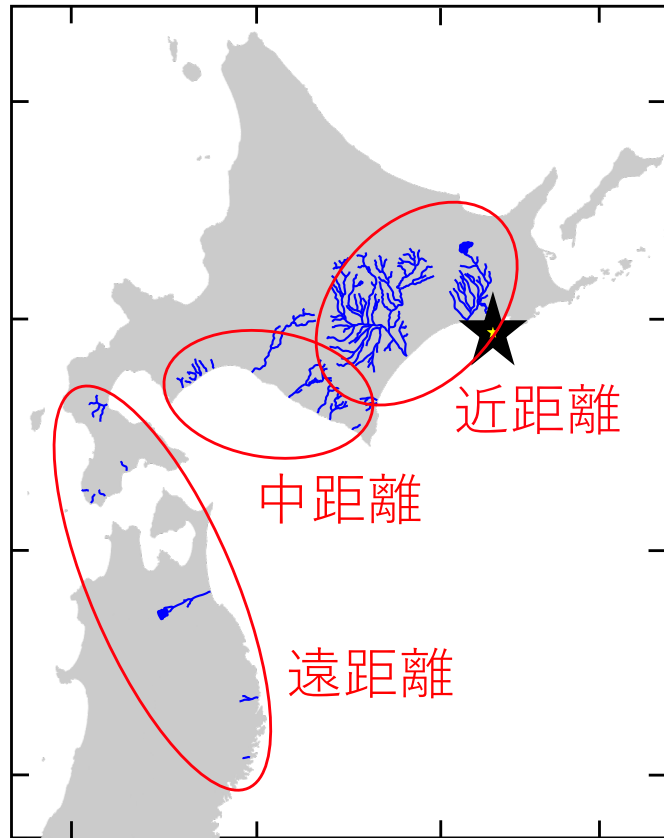
- ・ 比較的好調な回帰を保っている静内川（左図）
- ・ 資源の落ち込みが激しい釧路川（右図）

のいずれにおいても、

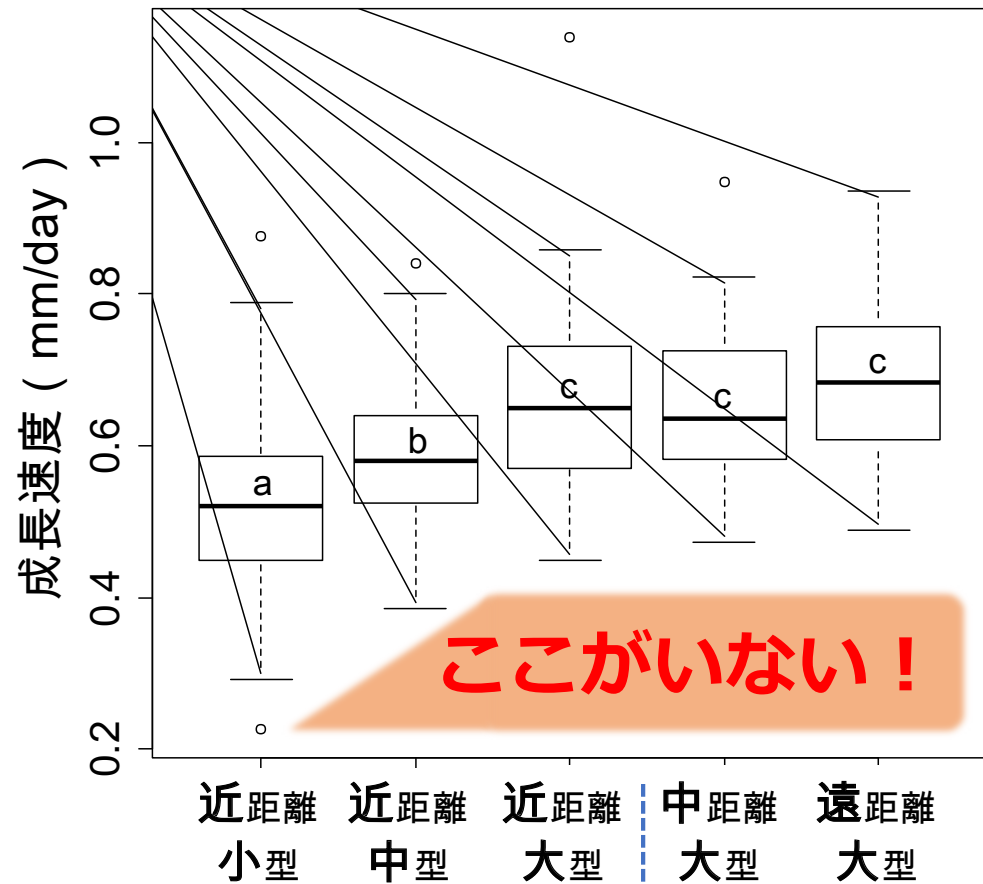
同一年級内では大型種苗の方が回帰率が高い傾向

2.サケ稚魚のサイズ・成長速度と生残

SALMON情報No13 (2019年3月)



初夏の昆布森★で採集したサケ
幼稚魚の放流河川を特定



母川から昆布森までの距離とサイズで
グループ化、降海後の成長速度を解析

近距離では、小型～大型まで各サイズ揃う (大型ほど成長速度大)
中・遠距離では、大型で成長速度も速い個体のみ採捕される
→ 中・遠距離になると、成長速度の遅い小型個体は、道東まで
到達していない!

サケ稚魚の放流サイズに着目

- 放流サイズと河川回帰率
- サケ幼稚魚のサイズ・成長速度と生残



いずれも、サケ幼稚魚のサイズに関するトピック
「幼稚魚のサイズが大きいほど、回帰率/幼稚魚の生残が良い」

サケ稚魚をもっと大きく育ててから
放流すれば良いのでは？

令和4年度さけ・ます不漁対策事業

事業の目的：

記録的不漁が続いている本邦系サケの資源回復を目指し、現時点で効果がある手法と考えられる「**サケ放流種苗の大型化**」をメインテーマとして、それを実現し、社会実装するための技術開発・技術の改善及び大規模実証試験に取り組む。

2つの大きな課題

ア：大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

イ：沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

ア：大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

サイズの大型化や遊泳力の強化、高温耐性の向上等、サケ稚魚の放流後の生残率を高めるために必要な種苗生産・放流技術の開発・改善に取り組むべく、（省略）各種試験を実施する。

4つの小課題：

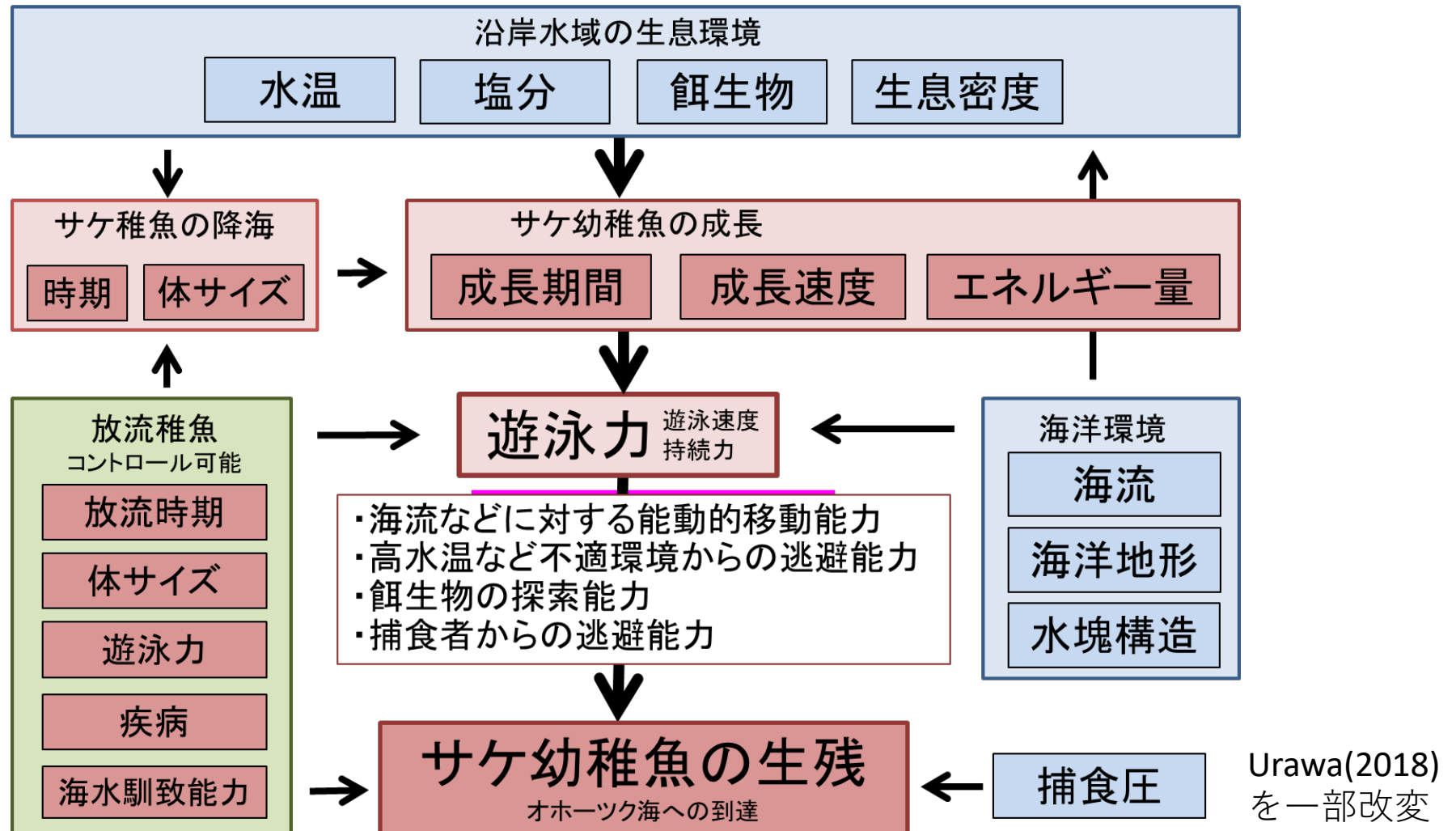
- 1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善
- 2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証
- 3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流
- 4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証

- ・ 「餌」に関する課題（何を加えるか、どの様に喰わせるか）
- ・ 「育て方」に関する課題（如何に早く、強く/大きくするか）
- ・ 「放し方」に関する課題（いつ、どの様に放流するか）

稚魚の「トレーニング」による遊泳力の強化

(岩手水技セ)

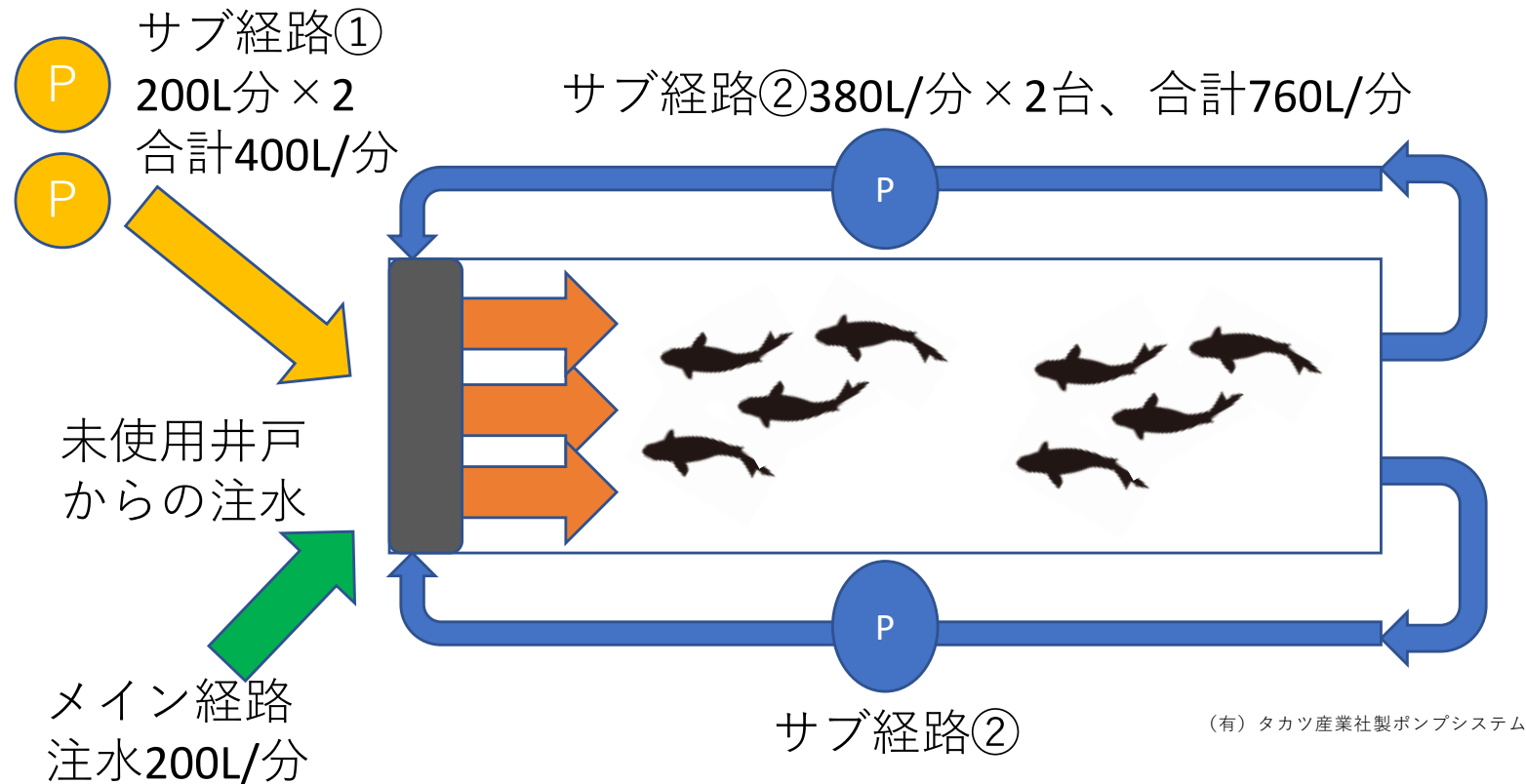
なぜ遊泳力なのか？



遊泳力が高い魚は、逃避力、索餌力、移動力が高い

稚魚の「トレーニング」による遊泳力の強化

流速の強化方法

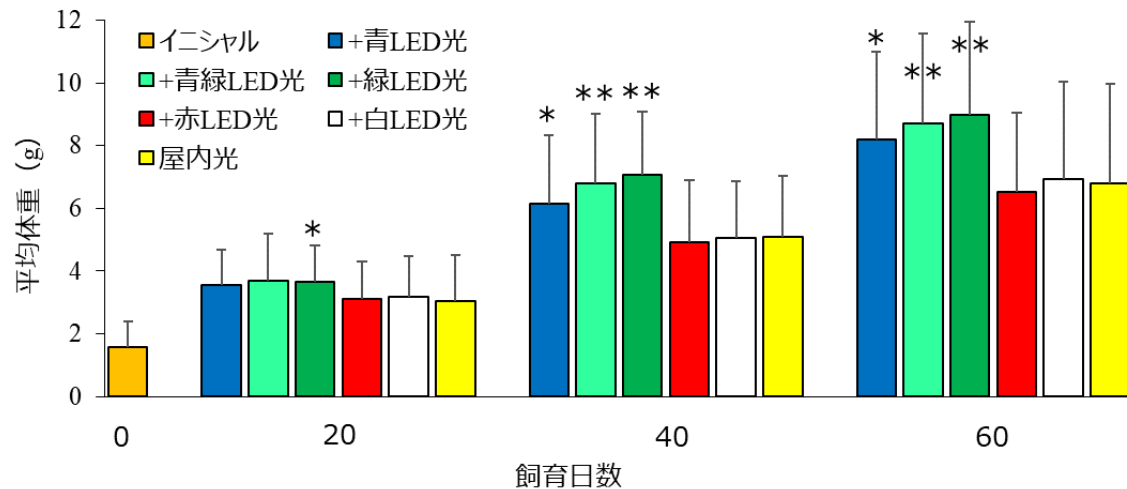


試験区	流速(cm/秒)	換水率(回転/時)	流量 (L/分)	強化時間(時間)
流速強化区	3.0~5.0	5以上	600~1560	1~2
対照区	0.5	1~2	200~400	0

稚魚の成長を促進させる環境条件探索 (技術研宮古)

[目的]

飼育水槽に当てる光や水温をコントロールすることで、成長をコントロールできないか？ホシガレイでは、水槽に当てる光の色（波長）で飼育が促進される効果あり。シロザケ稚魚でも、光の波長、強さや日長（光を当てる時間）、更に水温や塩分等の環境条件の組み合わせにより**成長をコントロールする技術**を探索する。



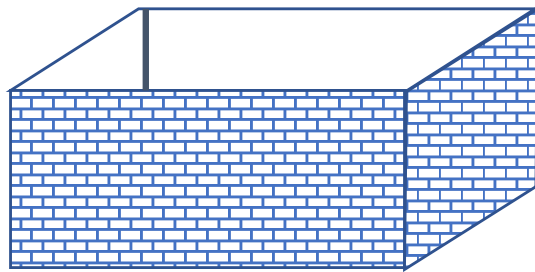
ホシガレイの成長促進に
有効な波長の探索

海中飼育により、稚魚をより大型化させて放流

(岩手水技セ)

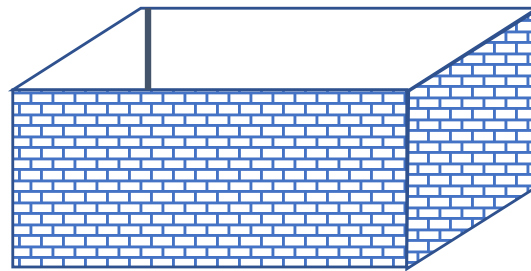
ふ化場での飼育後、サケ稚魚を更に海面で飼育することにより、北上回遊に有利と考えられる**4g**を**目標に飼育**する（ふ化場の補完）

海中飼育群は、河川放流群に比べ
稚魚採捕率：0.8～2.2倍
河川回帰率：1.1倍
と好成績



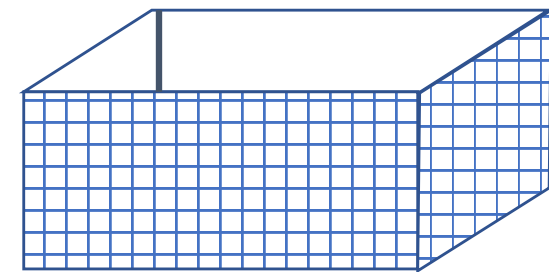
通常群
通常網・1ヶ月飼育
40万尾

海中飼育群同士で比べると、
短期群の方が通常群よりも
成長、遊泳力ともに好成績



短期海中飼育群
通常網・1週間飼育
40万尾

H30年級より試験を追加開始



大目網群
大目網・1ヶ月飼育
40万尾

課題：

なぜ通常群が短期飼育に劣ったのか？

1週間飼育による効果の理由は？

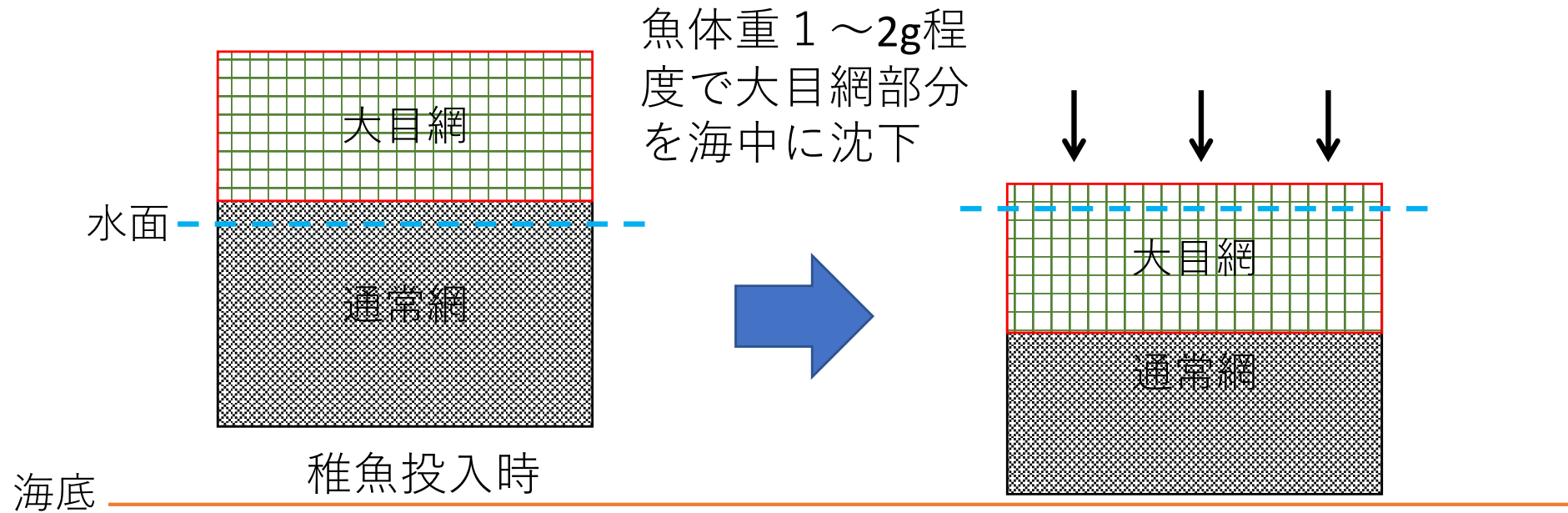
どのように**4g**まで成長させるか？

(短期群の成績が良くても、1週間では**4g**まで成長しない)

仮説 通常群は、過密飼育となり生理的な障害が生じた。

ねらい 大目網を用いることにより一部の稚魚を逃避させ、適正密度で目標サイズまで飼育する。

方法（大目網海中飼育）



- 密度の軽減、潮通し改善による成長促進を期待
- 生簀内環境の測定を実施
- サケ稚魚のサイズと網目の切り替えタイミングの検討

さけ・ます不漁対策事業の課題構成

課題ア： 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

- 1) 成長促進効果等をも高めるための管理技術の開発ならびに改善
 - a. 流速管理による健苗生産技術の検討
 - b. シロザケの成長が最大となる環境条件の把握
 - c. 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善
- 2) 成長促進効果等をも高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証
 - a. ビタミンC添加等による高温耐性向上効果の検証
 - b. サケ稚魚の成長・代謝特性の解明と魚油添加の効果検証
- 3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流
 - a. 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発1：北海道
 - b. 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発2：本州太平洋
- 4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証
 - a. 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証
 - b. 北海道根室地区における最適な放流時期の検証
 - c. 北海道東部における放流サイズや放流時期等の適正化の検討
 - d. 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

イ：沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の 解明調査

(大型) 種苗等の沿岸での移動実態や成長履歴等を明らかにするため、沿岸域等における採集調査を用いて耳石標識幼稚魚を追跡する。

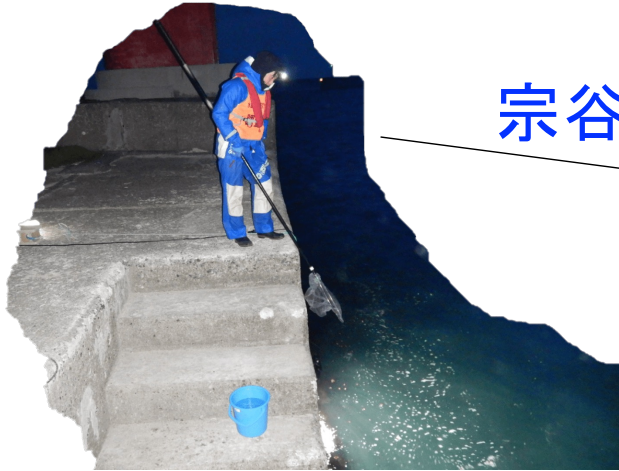
2つ (+1) の小課題：

- 1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査
- 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証
- 3) 回帰親魚の標識確認調査 (先行事業で放流された個体の回帰状況把握)

- ・ サケ稚魚の移動・成長・減耗過程の追跡と把握
- ・ モデルを用いたサケ稚魚の移動過程と環境条件 (流れ、水温) とのシミュレーション

放流された稚魚の捕捉調査 (各調査機関で実施、下の図は一例)

港湾・たも網

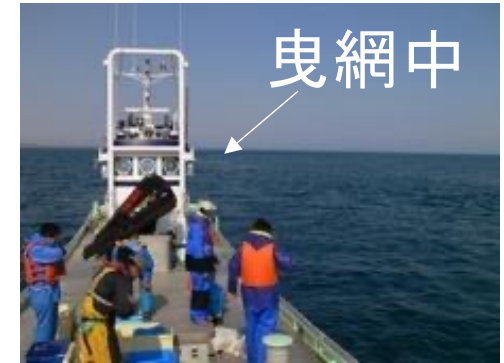


宗谷港

日本海

厚田沿岸

傭船・曳網



曳網中

春定置・たも網



虎杖浜

太平洋

昆布森沿岸

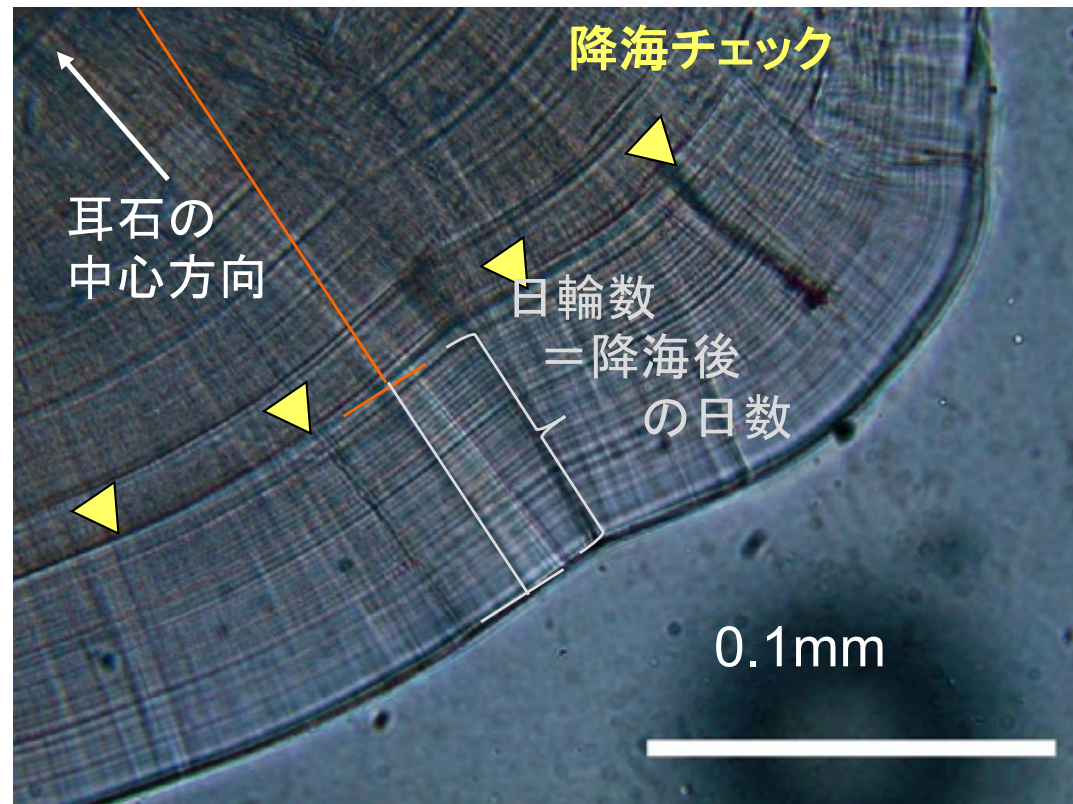
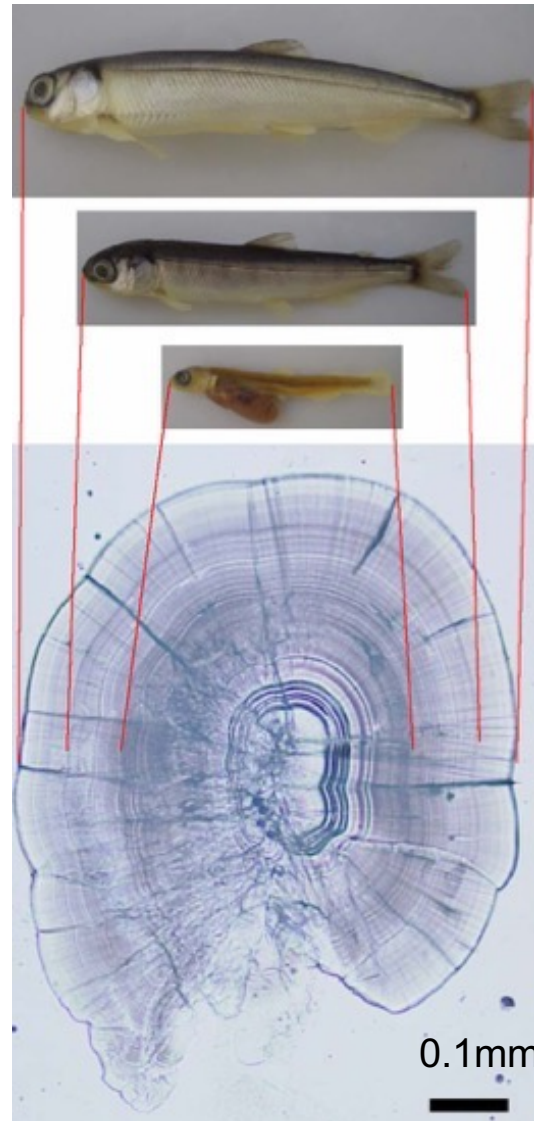
春立

大樹

昆布森

採捕されたさけ稚魚の耳石から成長速度を推定

Saito et al., 2007, 2009, 2013; Sasaki et al., 2013; Honda et al., 2017, 2019, 2020;
佐々木ら 2018; Saito, 2022



降海チェックの耳石径 → 降海時の体サイズ
降海チェック以降の輪紋数 → 降海後の日数
成長速度(mm/日) = 再捕FL - 降海FL / 降海後日数

さけ稚魚の耳石標識や遺伝分析で由来を推定

【方法】

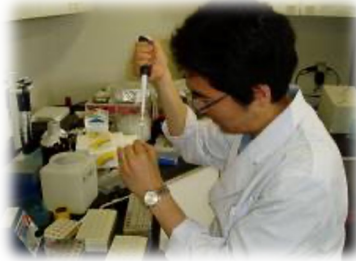
- 北海道えりも以西(虎杖浜・春立)
- 北海道えりも以东(大樹)
- 昆布森

サケ幼稚魚
標本採集

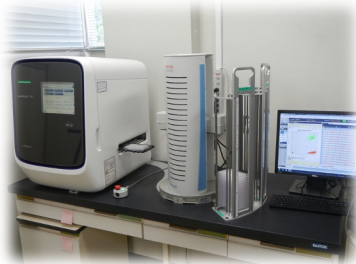
- 尾叉長、体重測定
- 遺伝標本、耳石採集

<遺伝標本>

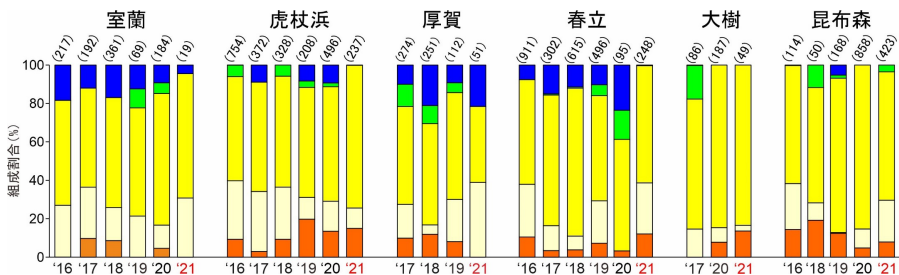
DNA抽出



遺伝子型決定
(SNP45遺伝子座)

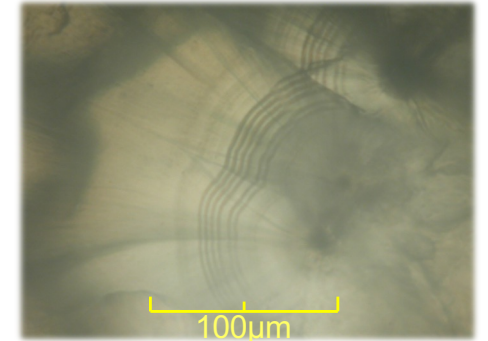


系群組成推定: 条件付き最尤法



<耳石>

耳石標識確認



放流されたふ化場の
場所特定

サケ幼稚魚の
• 移動時期
• 経路
• 魚体サイズ
などを把握

さけ・ます不漁対策事業の課題構成

課題イ：沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

- 1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境観測及びサケ幼稚魚追跡調査
 - a. 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査1
 - b. サケ幼稚魚の地理的起源推定
 - c. サケ幼稚魚の耳石日周輪解析
 - d. 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査2
 - e. 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査
 - f. 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析
- 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証
 - a. 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション
- 3) 回帰親魚の標識確認調査
 - a. 北海道（釧路川（雪裡川）、静内川、知内川、余市川）
 - b. 東北太平洋（織笠川、熊野川）
 - c. 東北日本海（最上川（鮭川、最上小国川、寒河江川）ほか河川）
 - d. 本州日本海（富山県神通川水系）

まとめ

令和4年度さけ・ます不漁対策事業

目的：

記録的不漁が続いている本邦系サケの資源回復を目指し、現時点で効果がある手法と考えられる「**サケ放流種苗の大型化**」をメインテーマとして、それを実現し、社会実装するための技術開発・技術の改善及び大規模実証試験に取り組む。

2つの大課題

ア：大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

- ・「餌」に関する課題
- ・「育て方」に関する課題
- ・「放し方」に関する課題

イ：沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

- ・サケ稚魚の移動・成長・減耗過程の追跡と把握
- ・モデルを用いたサケ稚魚の移動過程と環境条件（流れ、水温）とのシミュレーション