

本州日本海側における 放流適期・サイズ・省コスト増殖手法の検討

水温 $A^{\circ}\text{C}$ 体重 $B\text{g}$
で放流が良い？

経費が安い発眼卵放流
の効果？



水研機構資源研 飯田真也

本州日本海 ふ化場・放流数

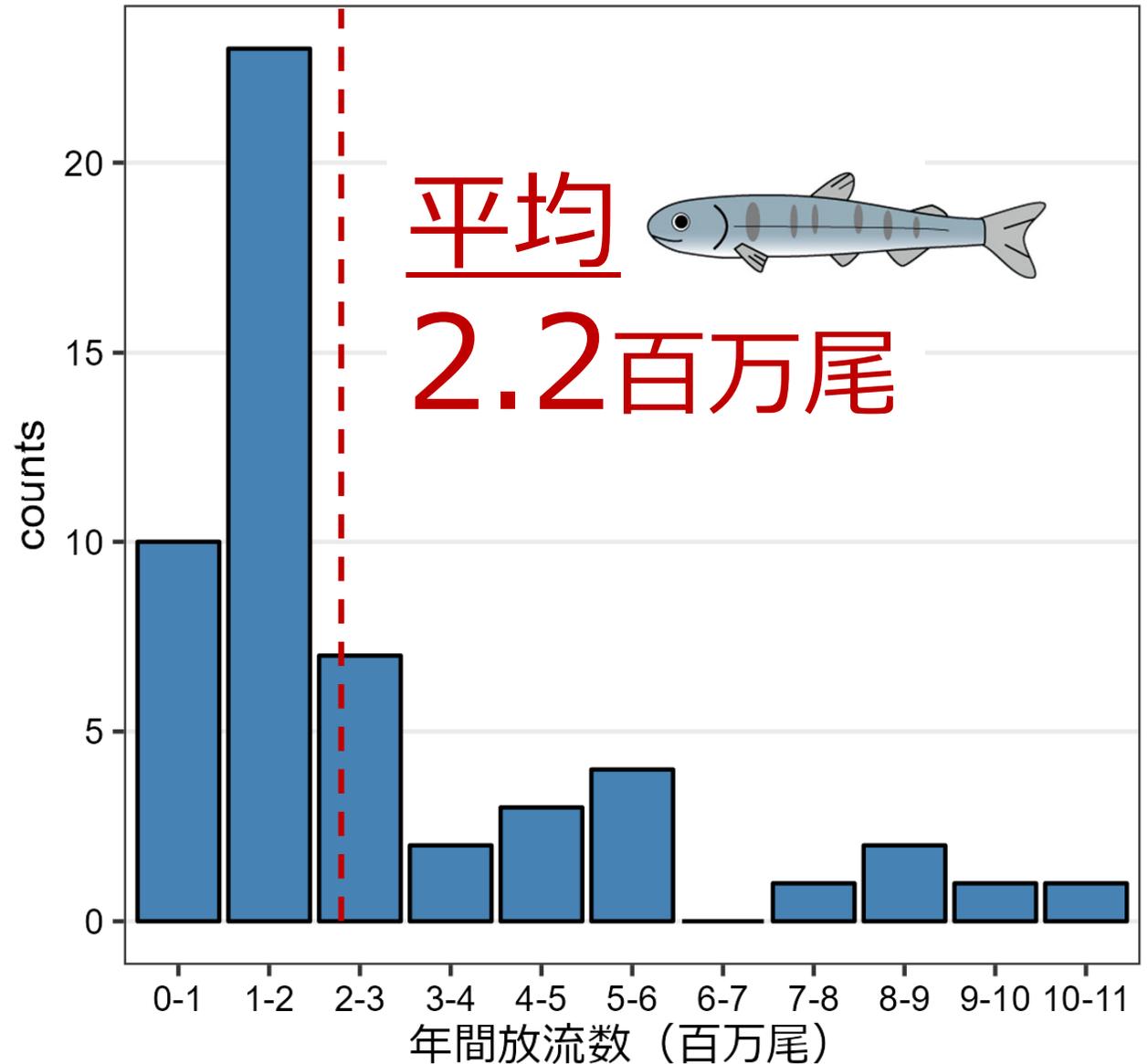
青森～石川 54ふ化場

小規模な
ふ化場 多い



Kitada et al. (2025) Fig.1を改変

2018年 ふ化場あたりサケ放流数

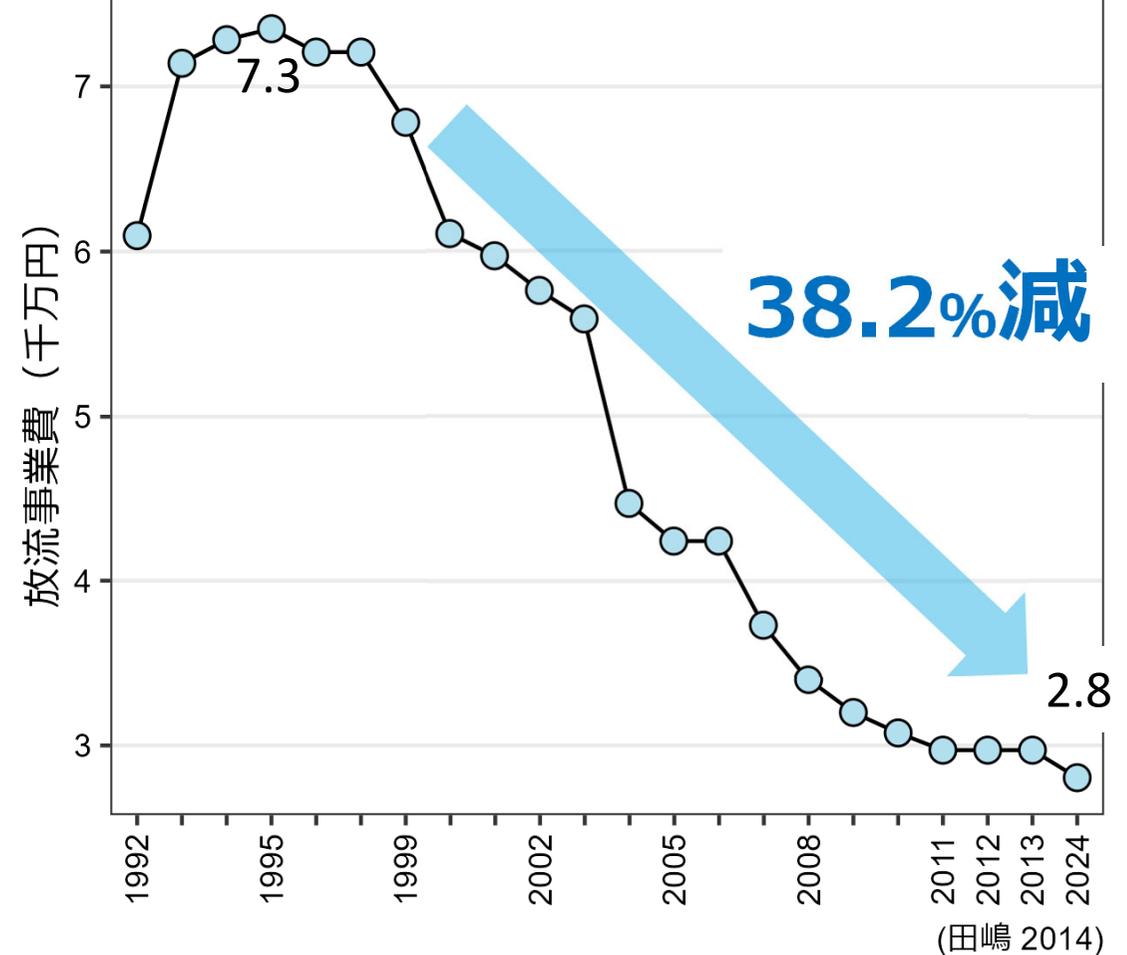


本州日本海 サケ増殖事業の課題

課題

- **増殖事業費 縮減**
(田嶋 2014)
- **電気・餌代 高騰**
(Misaka et al. 2014)
- **技術者 高齢化**
(徳原ら 2010)
- **跡継ぎ不足**

新潟県サケ放流事業費



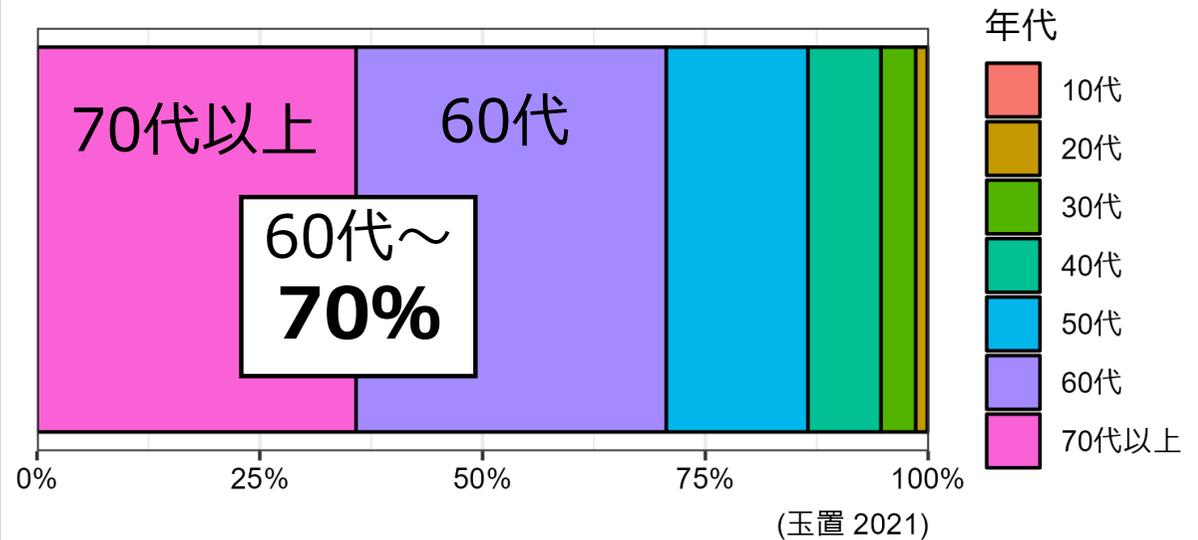
本州日本海 サケ増殖事業の課題

課題

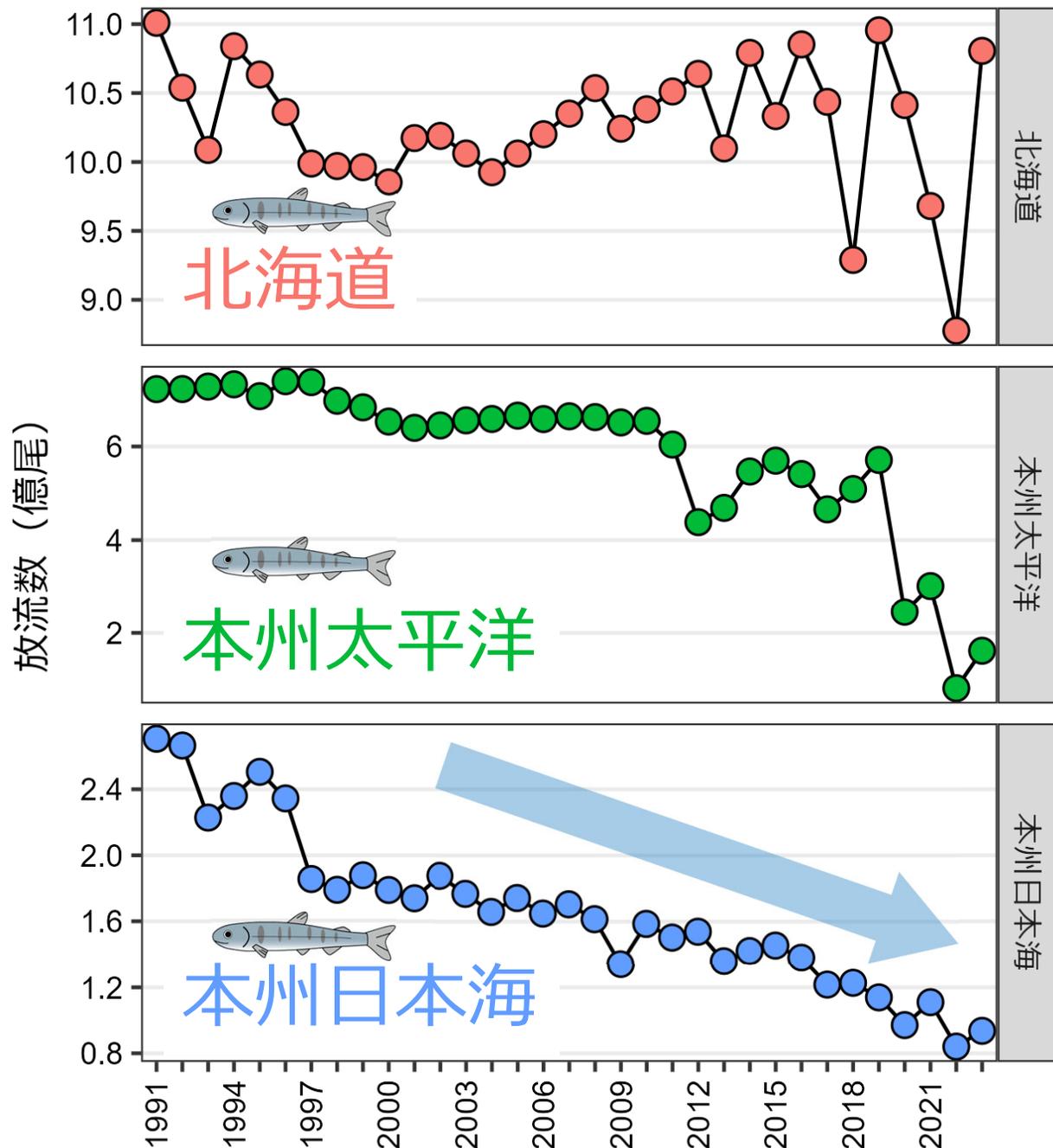
- 増殖事業費 縮減
(田嶋 2014)
- 電気・餌代 高騰
(Misaka et al. 2014)
- 技術者 高齢化
(徳原ら 2010)
- 跡継ぎ不足

30代以下
5.4%

2015年 内水面組合員 年齢構成



本州日本海 放流数 急減



2023年
本州日本海 放流数

対ピーク

35%

(2.7 → 0.9億尾)

サケ資源持続利用に向けて必要なこと

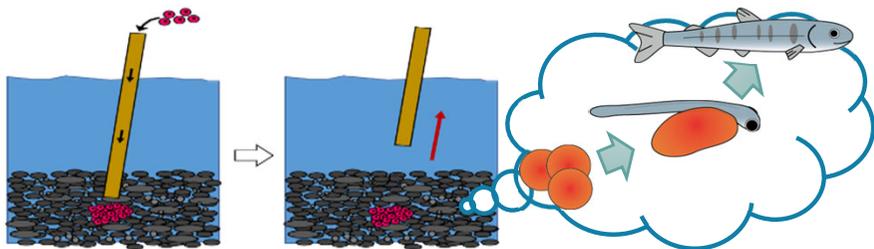
必要1: 放流サケ 回帰率をより高める

→ 放流適期・適サイズ 検討

極論 放流数が半減でも回帰率が2倍になれば資源は維持

必要2: 省コスト 発眼卵放流の導入

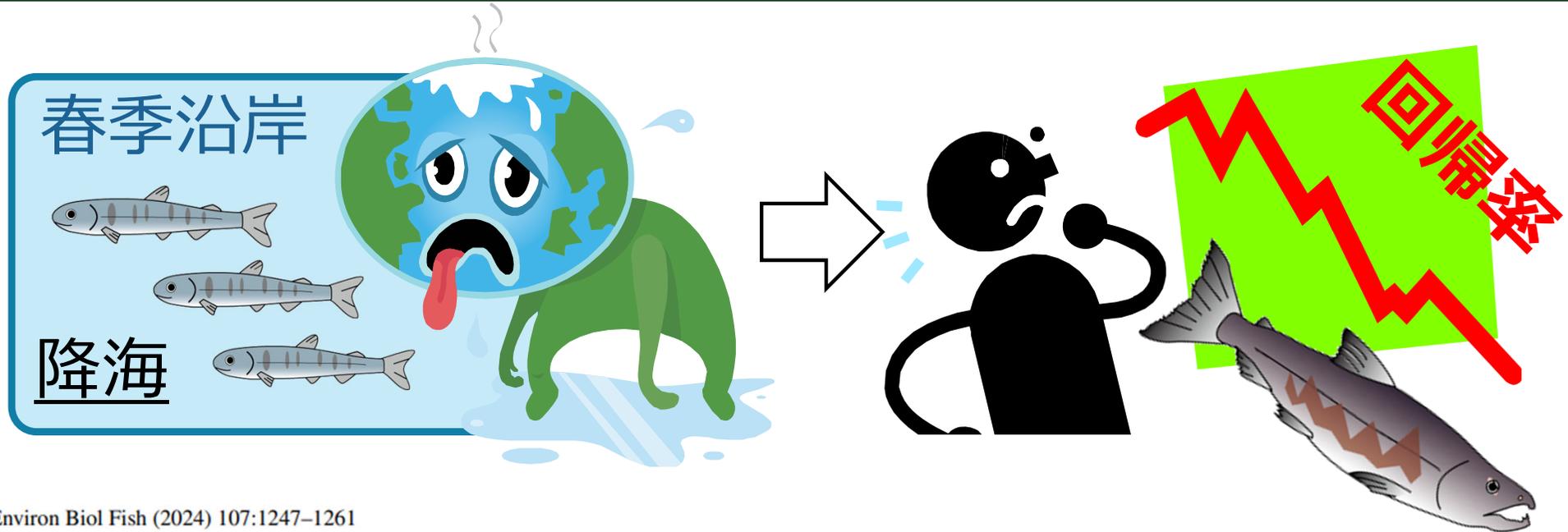
→ 浮上率・相対回帰率 検討



小規模ふ化場
と相性良い

希望 省コストな増殖事業を継続して資源維持を図る

本州日本海側 サケ回帰率と 放流時の体サイズ・沿岸水温の関係



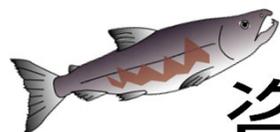
Environ Biol Fish (2024) 107:1247–1261
<https://doi.org/10.1007/s10641-024-01633-z>



Relationship between in-river return rate of hatchery-origin chum salmon *Oncorhynchus keta* and coastal water temperature and body weight at release on the Japan Sea side of Honshu, Japan

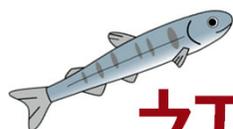
Masaya Iida

～背景～ サケ豊度は稚魚期に決まる



資源豊度

決定



初期生残

(Bax 1983, Mueter et al. 2002)

求 稚魚 生残を高める放流戦術

- ▶ 放流サイズ: 大きい方が良い?
- ▶ 放流時期: 適切な沿岸水温?

適切な放流 実行出来れば



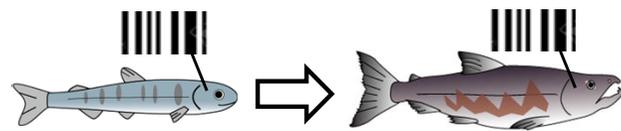
目的

本州日本海

- ▶ 初期生残を高める放流戦術を検討
- ▶ 放流時 体重・水温と回帰率の関係を調べる

行ったこと

統計モデルによる回帰率への要因検討



回帰率

標識放流調査で推定

放流時水温

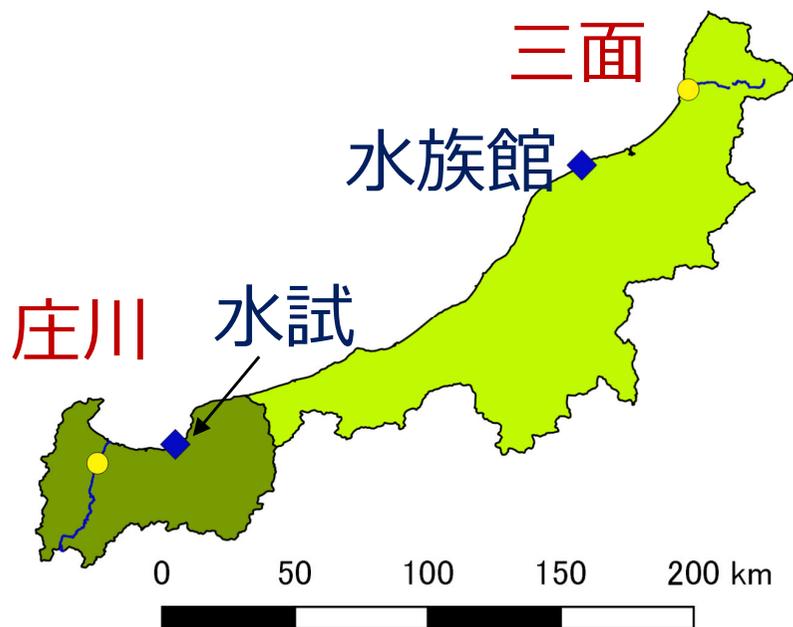
放流時体重

モデリング

～方法～

耳石温度標識魚の放流

耳石温度標識 施標

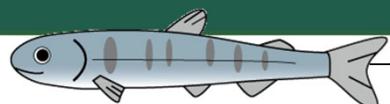


2011～2016年級
三面
庄川 } 標識放流

新潟水族館 } 水温観測
富山水技 }

～方法～

三面川 耳石温度標識 放流履歴



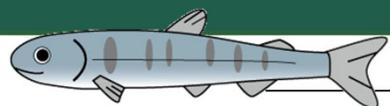
	年級	Hatch code	採卵		放流		尾数 (千尾)	体重 (g)
			開始	終了	開始	終了		
1群/年級	2011	2,1,2H	10/25	12/4	2/21	3/24	4059	0.86
	2012	2,1,2H	10/21	12/4	2/8	3/20	3679	0.9
	2013	2,1,2H	11/1	11/29	2/12	3/17	4113	1.01
	2014	2,1,2H	10/25	12/1	2/13	3/6	4105	0.9
2群/年級	2015	2,1,2H	11/8	11/20	3/2	3/9	1933	0.94
	2015	2,7nH	11/29	12/2	3/24	3/24	1933	1.16
	2016	2-3H	11/8	11/20	3/2	3/9	1933	0.94
	2016	2,7nH	11/29	12/2	3/24	3/24	1933	1.16

時期：2月上旬～3月下旬 サイズ：0.9～1.2 g

放流時期・放流サイズ 年級間で異なる

～方法～

庄川 耳石温度標識 放流履歴



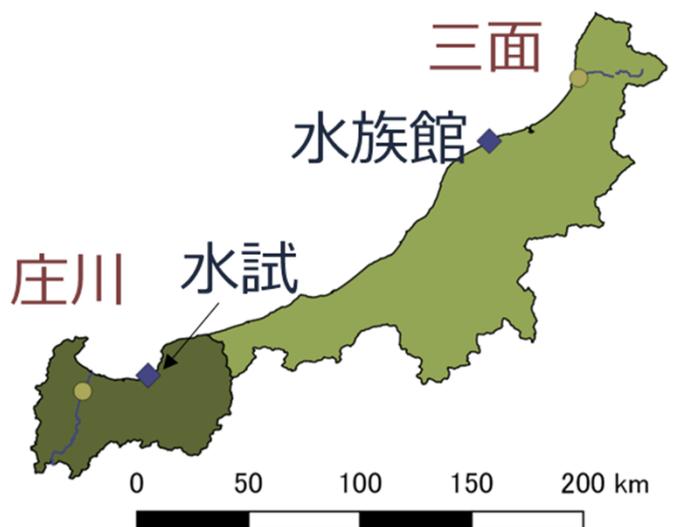
	年級	Hatch code	採卵		放流			
			開始	終了	開始	終了	尾数 (千尾)	体重 (g)
1群/年級	2011	2,1,3H	11/7	12/9	2/16	3/13	4155	0.72
	2012	2,1,3H	11/8	11/27	2/20	3/7	3394	0.69
	2013	2,1,3H	11/5	12/3	2/18	3/18	1876	0.65
	2014	2,2n-3nH	11/4	11/26	2/9	3/3	2841	0.75
2群/年級	2015	2,1,2H	11/4	11/5	1/29	1/30	1462	0.37
	2015	2,4nH	11/16	11/17	2/16	2/17	1269	0.43
	2016	2,1,2H	11/4	11/5	1/29	1/30	1462	0.37
	2016	2,4nH	11/16	11/17	2/16	2/17	1269	0.43

時期：1月下旬～3月中旬 サイズ：0.4～0.8 g

放流時期・放流サイズ 年級間で異なる

～方法～ 親魚の標識確認・回帰率推定

耳石温度標識 施標



2011～2016年級
三面
庄川 } 標識放流

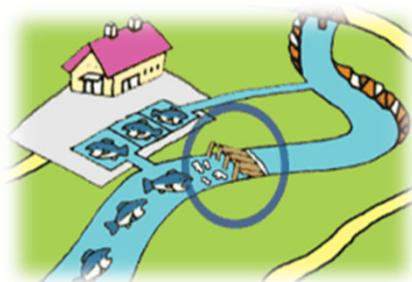
新潟水族館 } 水温観測
富山水技 }

3～5年

母川回帰

三面・庄川

親魚 標識混入率 確認



2014～2021年

10～12月

雌雄 50尾

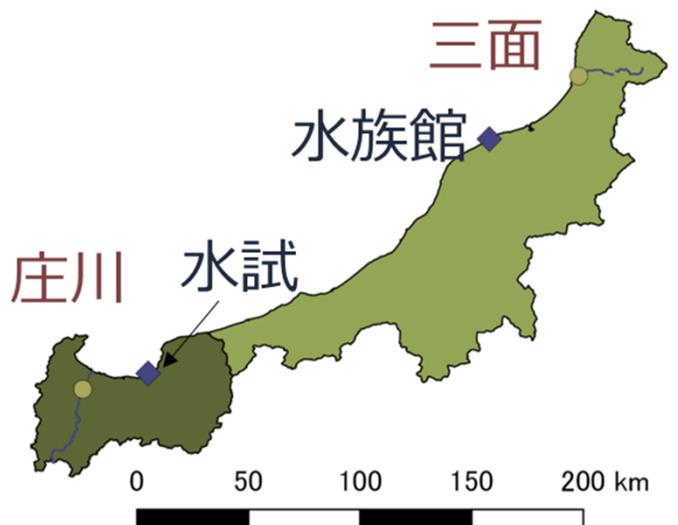
サンプリング



回帰率 推定

～方法～ 親魚の標識確認・回帰率推定

耳石温度標識 施標



2011～2016年級
三面
庄川 } 標識放流

新潟水族館 } 水温観測
富山水技 }

3～5年

母川回帰

三面・庄川

親魚 標識混入率 確認



2014～2021年

10～12月

雌雄 50尾

サンプリング



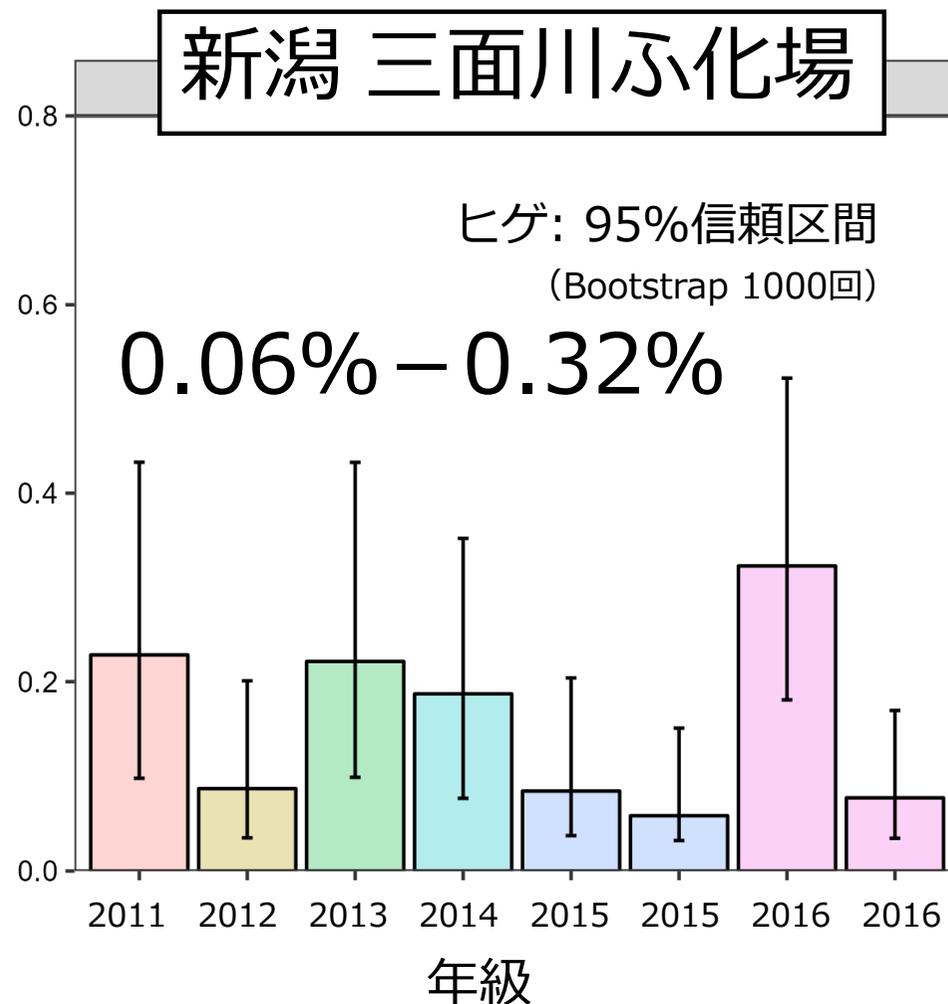
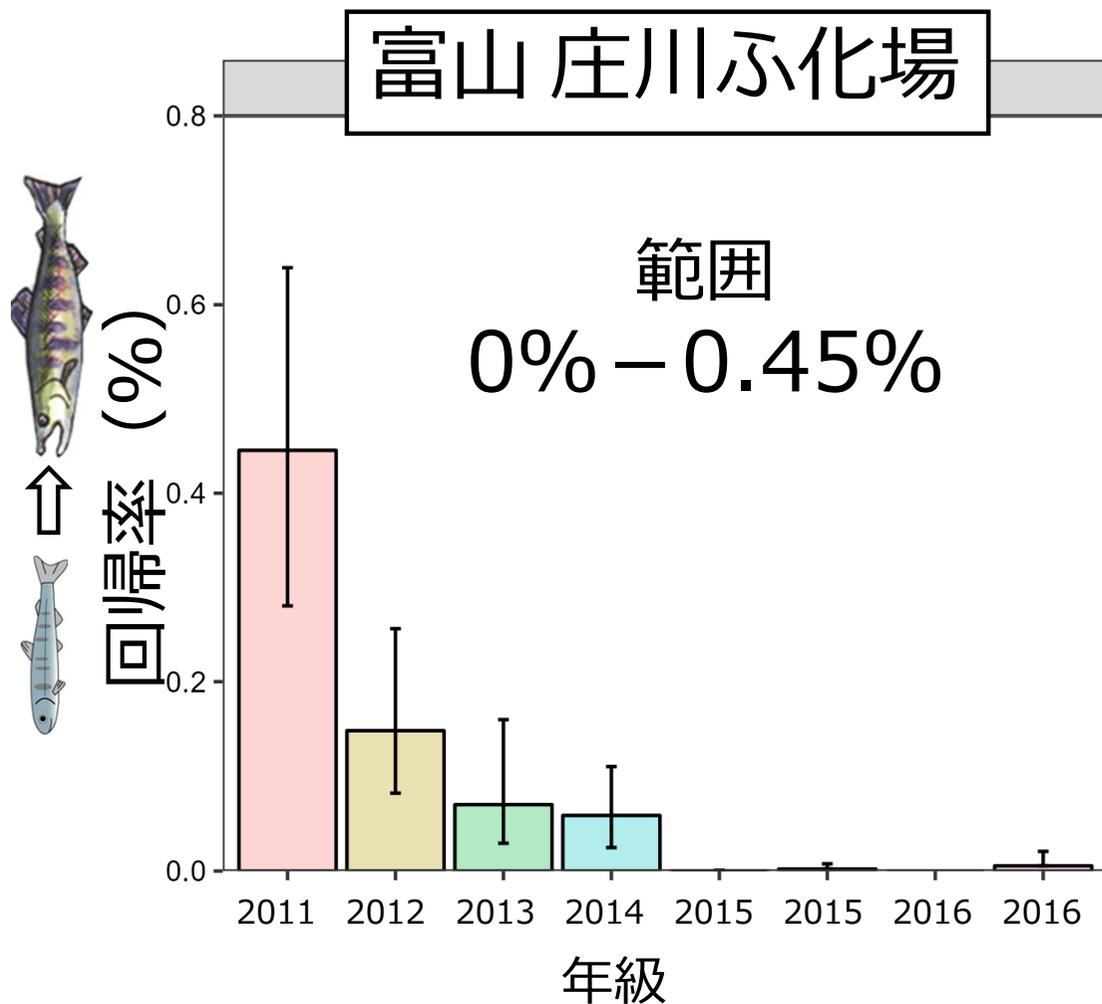
回帰率 推定

統計モデル構築

回帰率 変動要因^{検討}

沿岸水温・放流サイズとの関係

サケ標識魚 回帰率



回帰率の範囲 (0% - 0.45%) は先行研究の範囲内

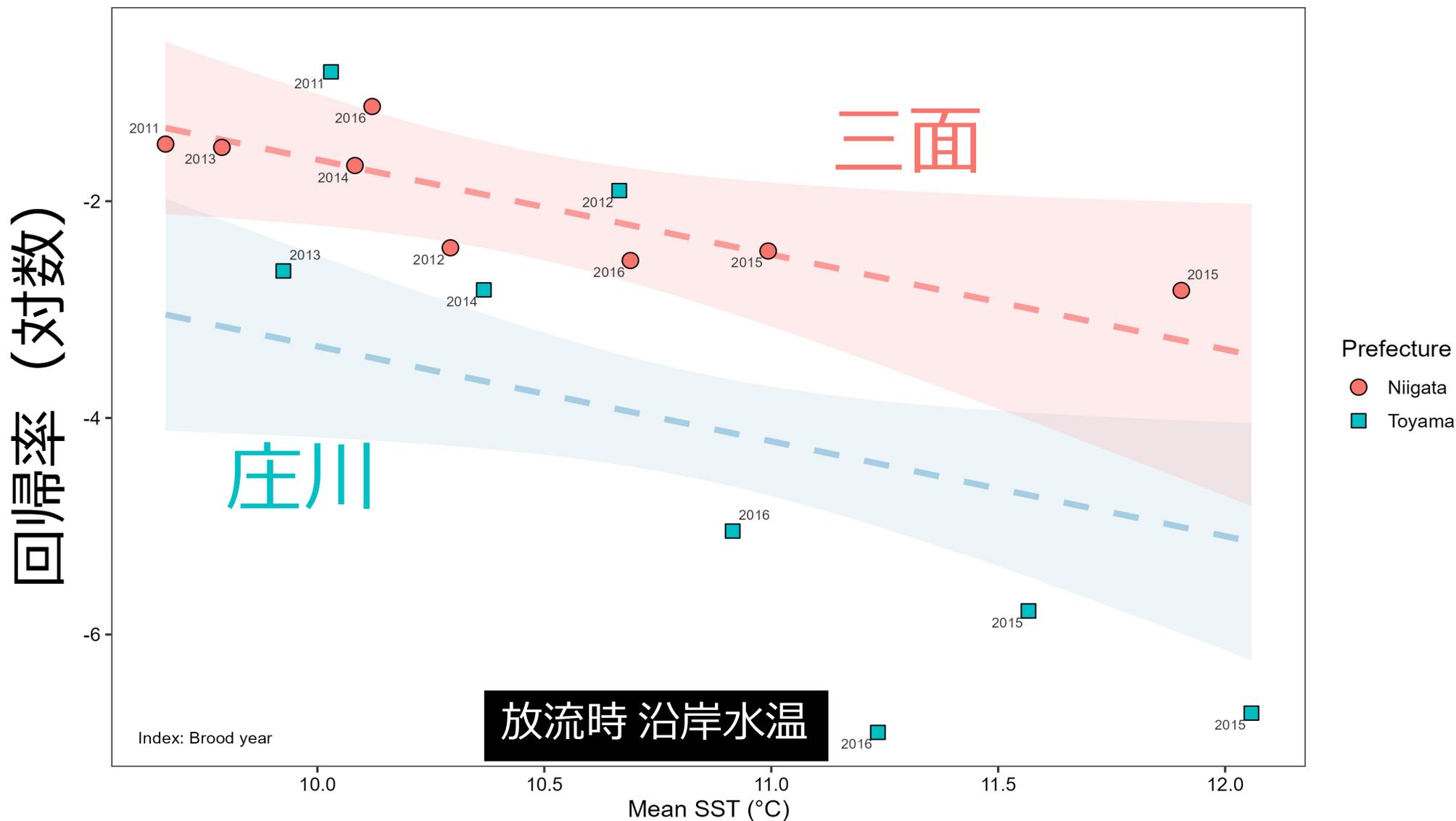
- 北海道 : 0.01% - 0.14% (實吉ら 2013、Nagata et al. 2016)
- 本州太平洋 : 0.03% - 0.10% (佐々木ら 2018)
- 本州日本海 : 0.37% - 1.02% (飯田ら 2018)

	沿岸 水温	放流 体重	放流 河川	河川: 水温	河川: 体重	水温: 体重	AIC
1	+	+	+		+		36.5
2	+	+	+		+	+	37.8
3	+	+	+	+	+		38.3
4	+	+	+				38.9
5	+	+	+	+	+	+	39.5

ベストモデルのメッセージ

- ▶ 回帰率は放流時の**沿岸水温**と**放流体重**で説明可能
- ▶ 回帰率と**放流体重の関係性**は河川間で異なる

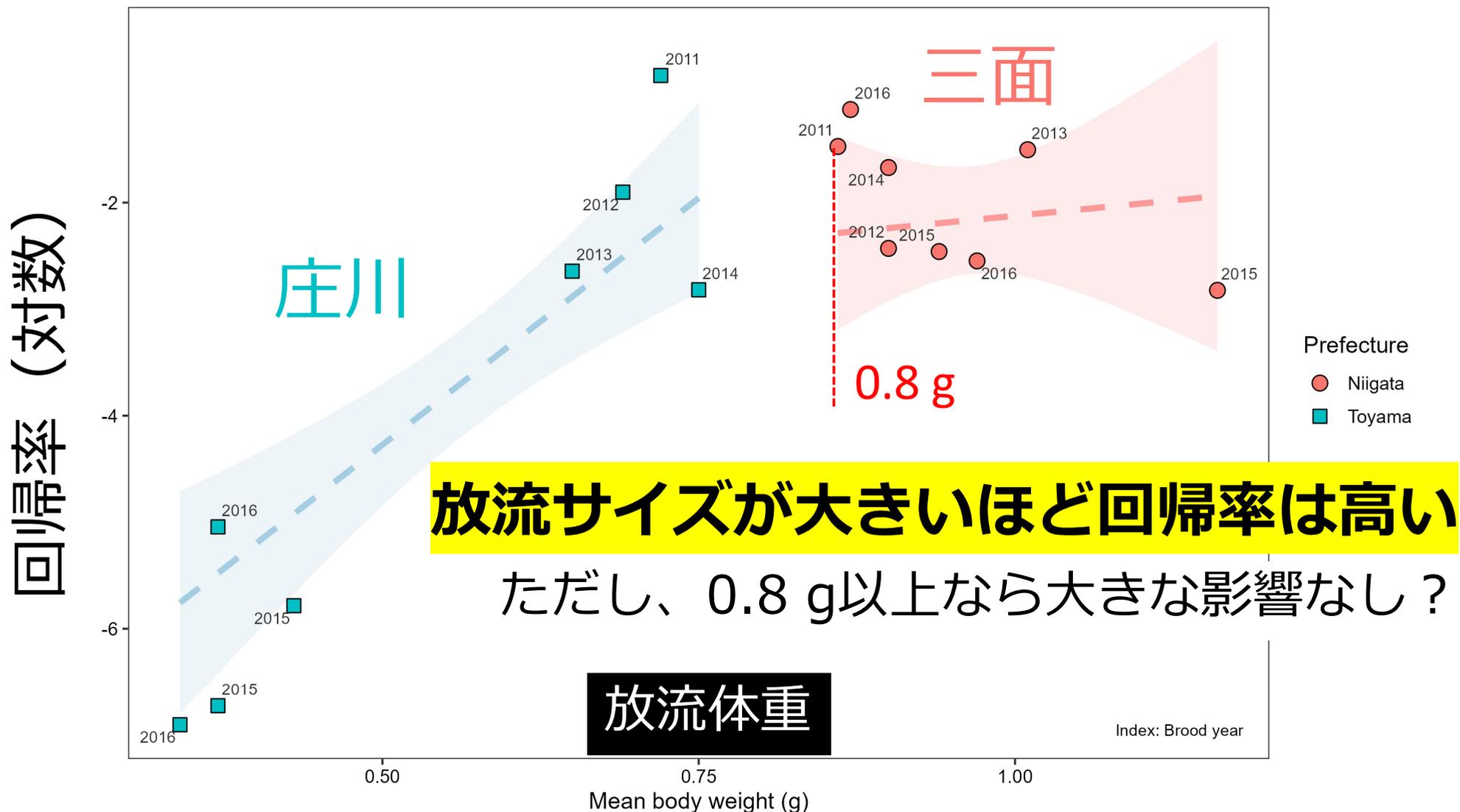
回帰率低下に関する要因検討



放流後のSSTが低いほど回帰率は高い

➡ サケは冷水性、生息環境の昇温は生残にマイナス要因

回帰率低下に関する要因検討

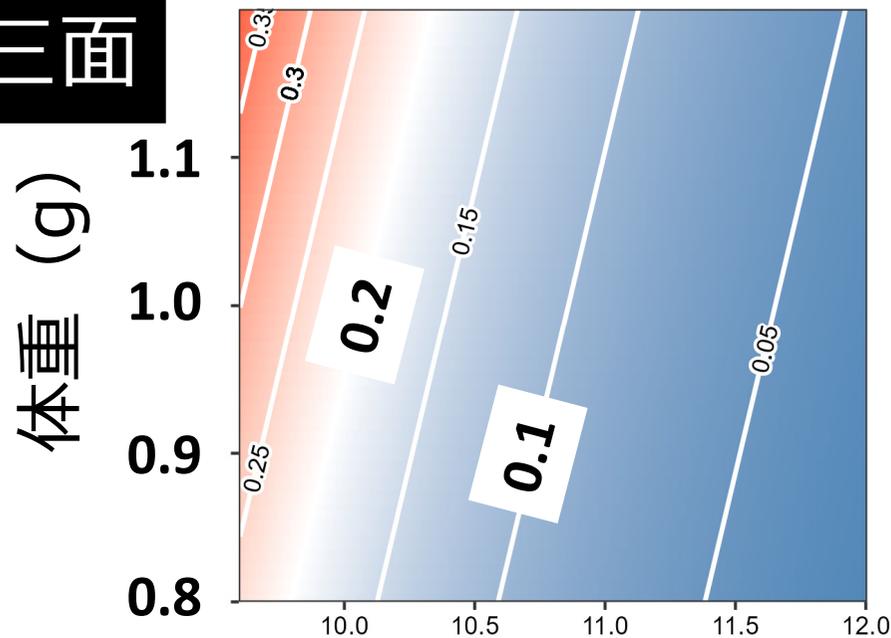


✓ 小型サケほど捕食されやすい (Hasegawa et al. 2021)

✓ 放流サイズの大型化⇒被食率低下⇒回帰率向上!?

回帰率を高める放流戦術 検討

三面



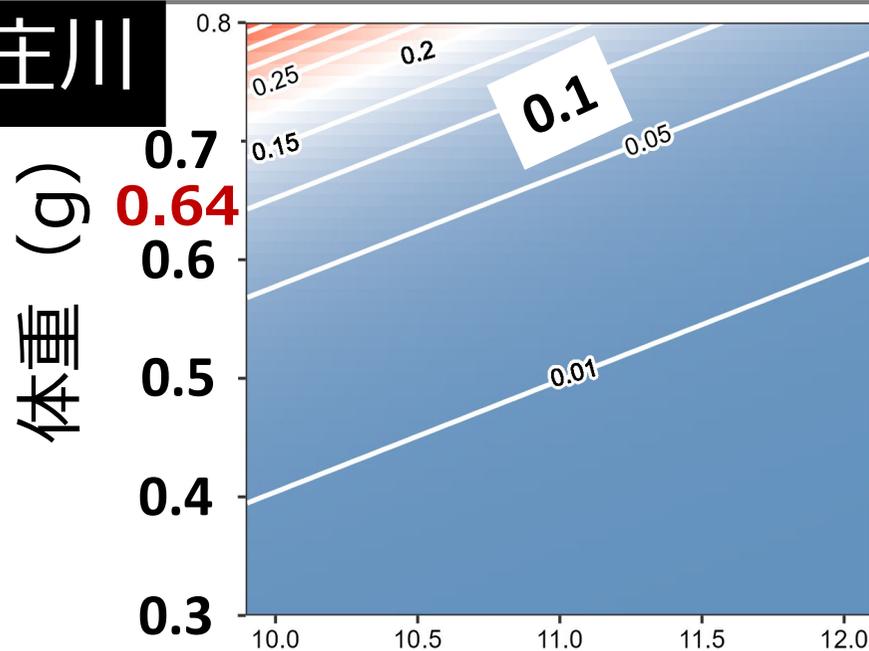
回帰率
(%)



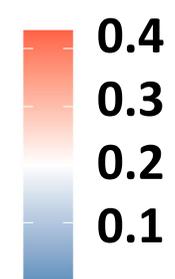
推奨 戦術

- ▶さらなる大型化 (0.8 g~) に効果は認められない
- ▶0.8 g~ならば **水温が高まる前に放流**

庄川



回帰率
(%)

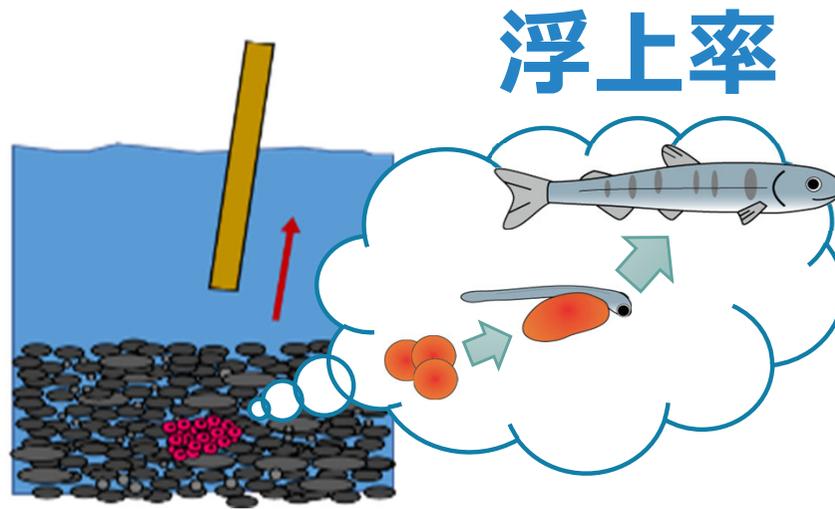
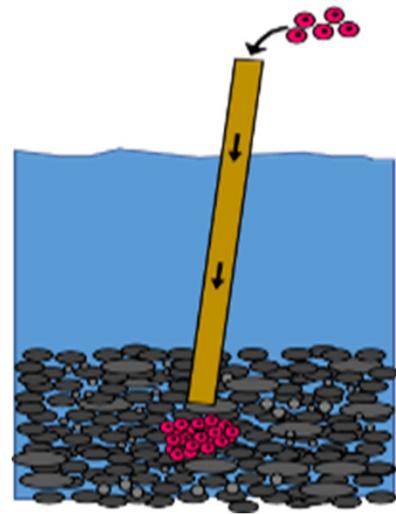


推奨 戦術

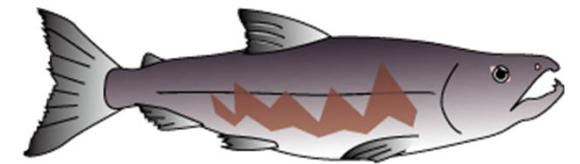
- ▶より大型魚を低い水温で放流する必要がある
- ▶**大型化⇒飼育延長**
沿岸高水温 トレードオフ
- ▶0.6g~を第一目標とし水温が高まる前に放流

省コストな発眼卵放流の 稚魚放流に対する相対放流効果

必要2



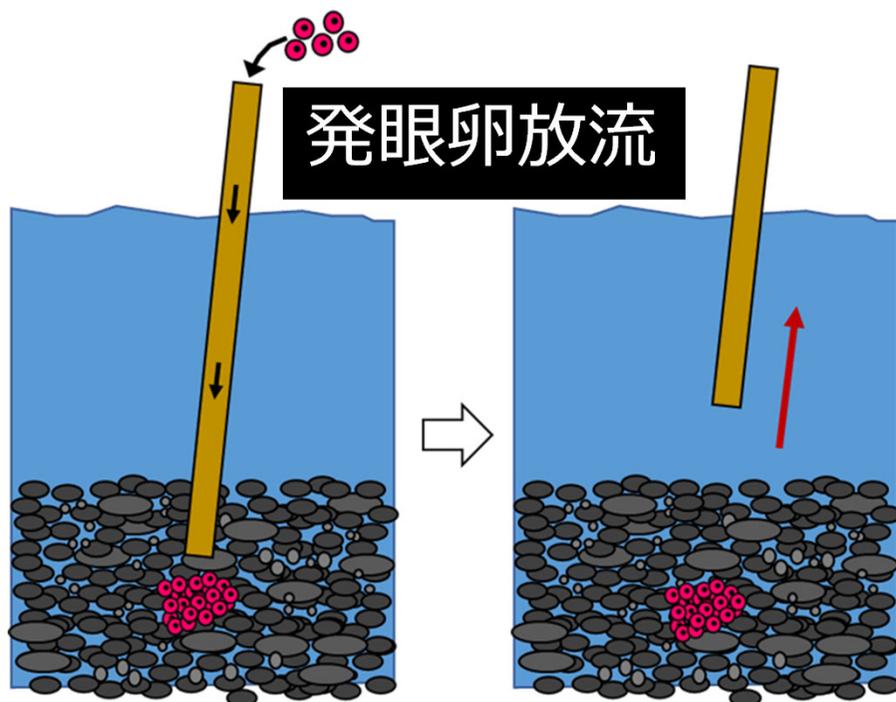
回帰率



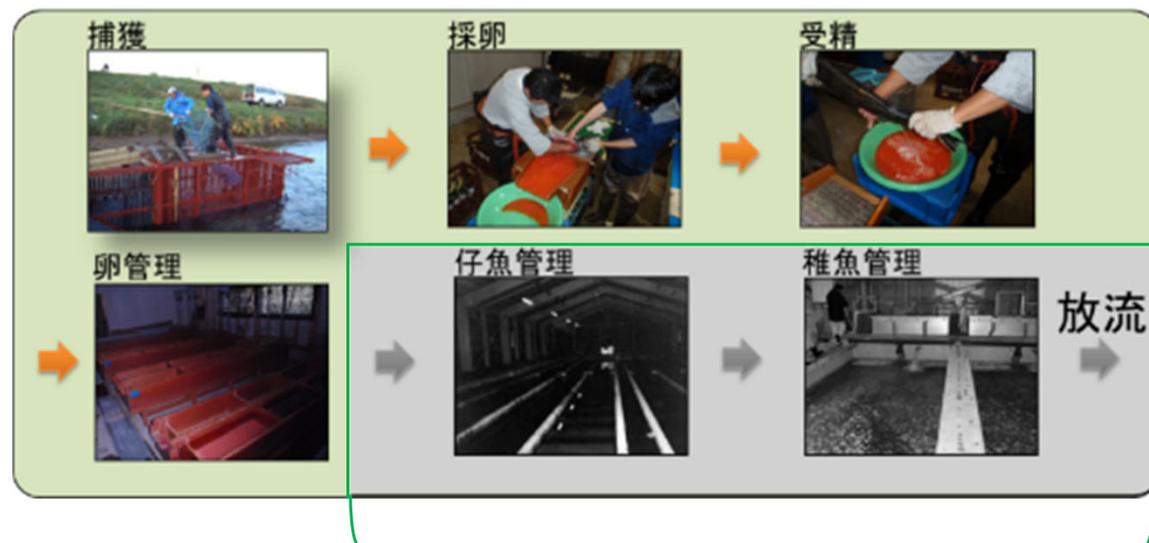
稚魚放流より
低い？高い？



省コストな発眼卵放流



(中村 2008)



自然界



飼育期間
稚魚放流に比べて・・・

約 2ヶ月短縮

(飯田 2018)

~~電気代~~ ~~餌代~~

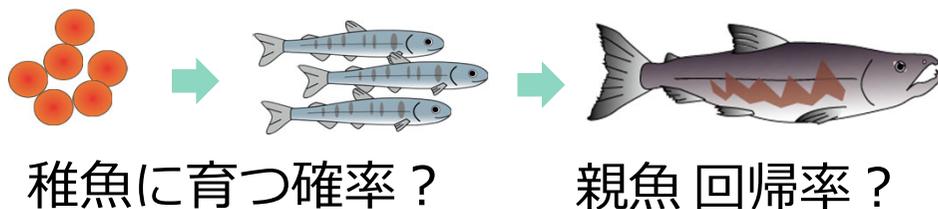
削減



省コストな発眼卵放流

サケ発眼卵放流

■ 放流効果 把握



■ 大量放流手法 開発

回帰率

稚魚放流 ~1.0%

(飯田ら 2018、Iida 2024)

より 高い? 低い?



↓
発眼卵放流の有効性を検討

～方法～ ALC標識 発眼卵放流

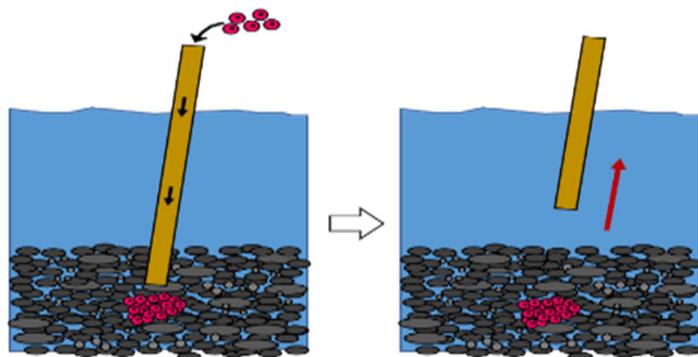
富山県庄川 2018-2020年級

・ 発眼卵放流

└ ALC標識



2018-19年級 河川に直まき

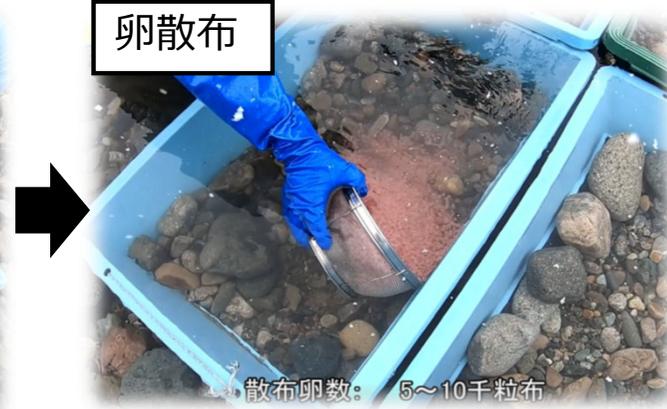


20万粒

2020年級 人工水路に放流



フレーム配置



卵散布

散布卵数: 5~10千粒布

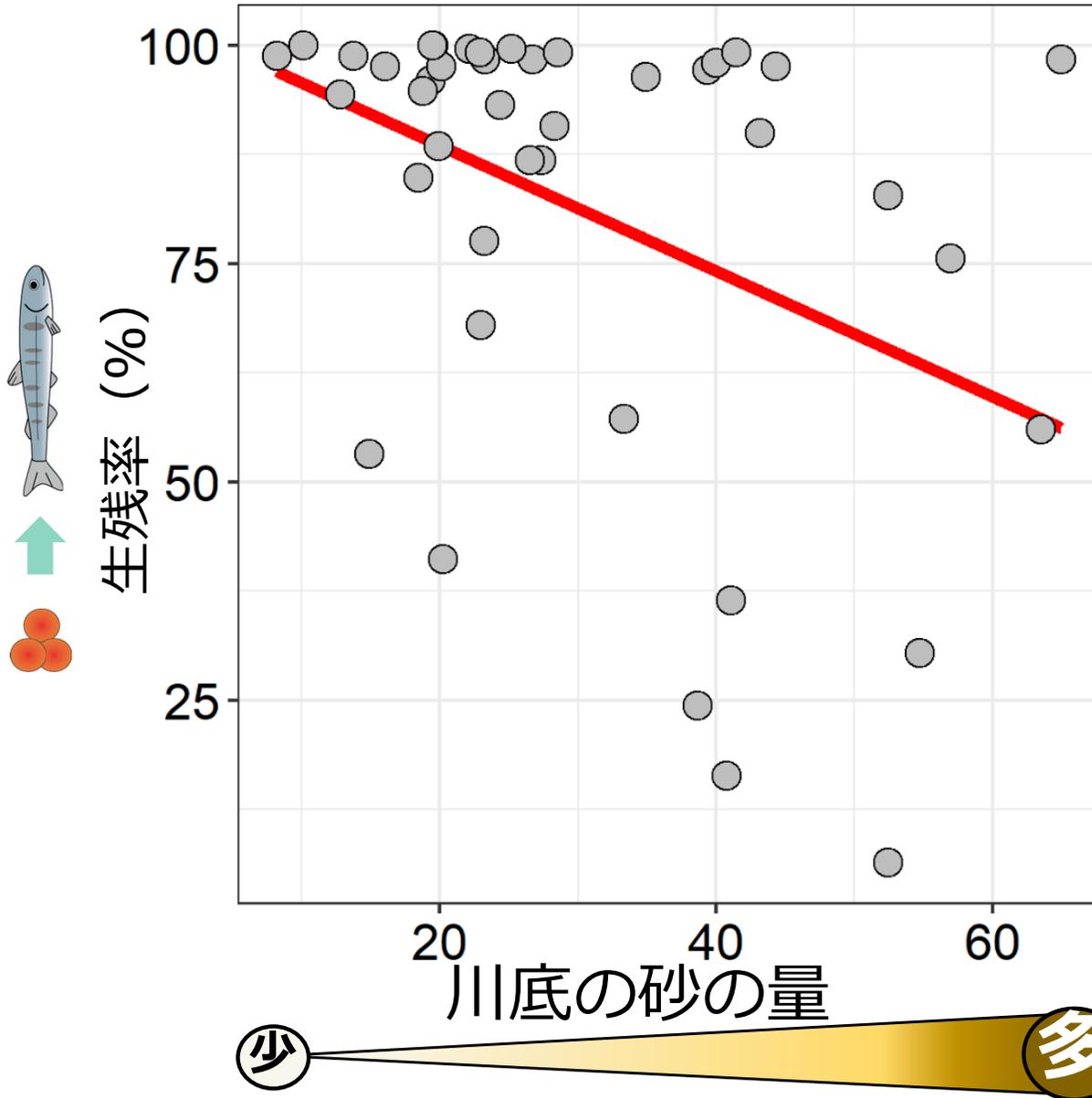


卵埋設

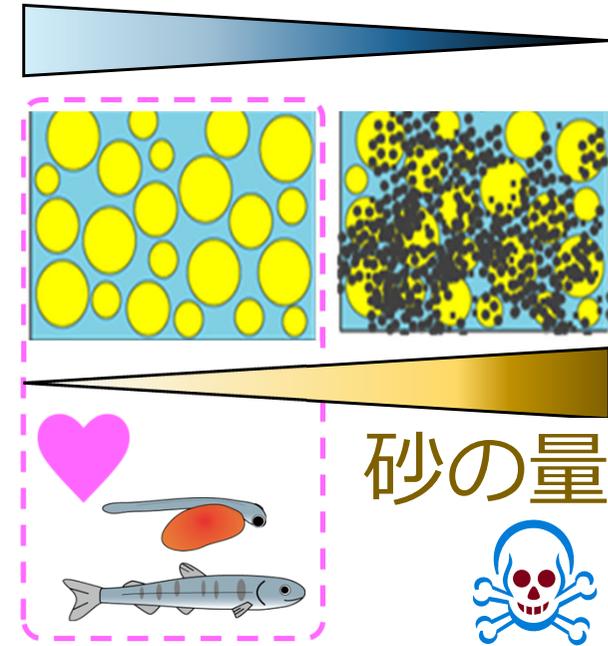
54万粒

～方法～ 砂が少ない河床に発眼卵放流

稚魚に育つまでの生残率と河床の砂量の関係



水どおし



発眼卵放流は
砂が少ない河床 選択！

(Iida et al. 2017)

～方法～ 発眼卵放流 浮上率の確認

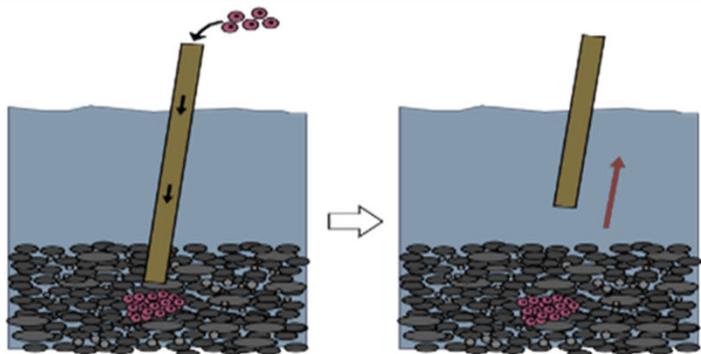
富山県庄川 2018-2020年級

・ 発眼卵放流

└─ ALC標識



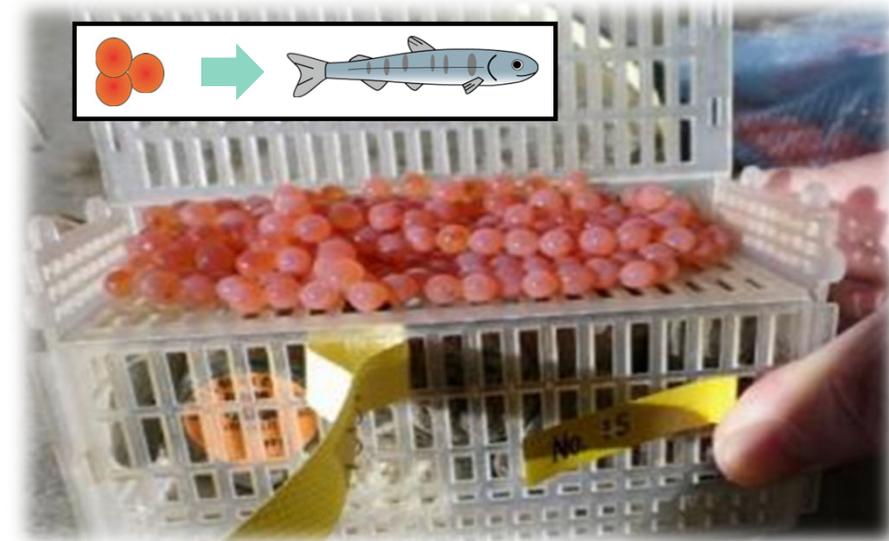
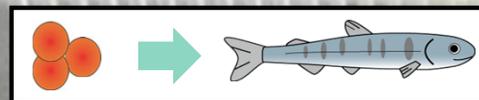
2018-19年級 河川に直まき



2020年級 人工水路に放流



稚魚に育つ生産率 確認



浮上期回収⇒斃死魚 計数

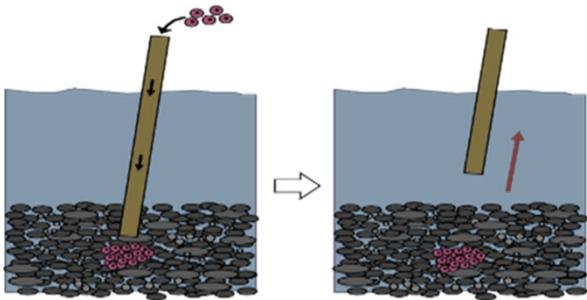
～方法～ 発眼卵放流 回帰率 推定

富山県庄川 2018-2020年級

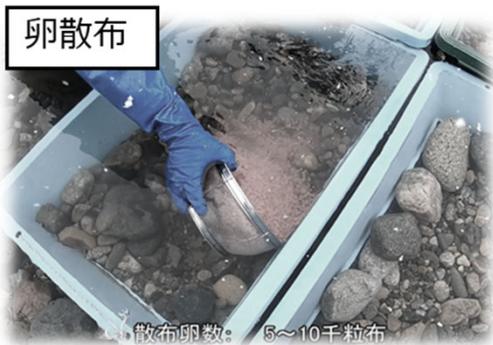
・ 発眼卵放流

ALC標識

2018-19年級 河川に直まき



2020年級 人工水路に放流



3~5年後
⇒

母川回帰



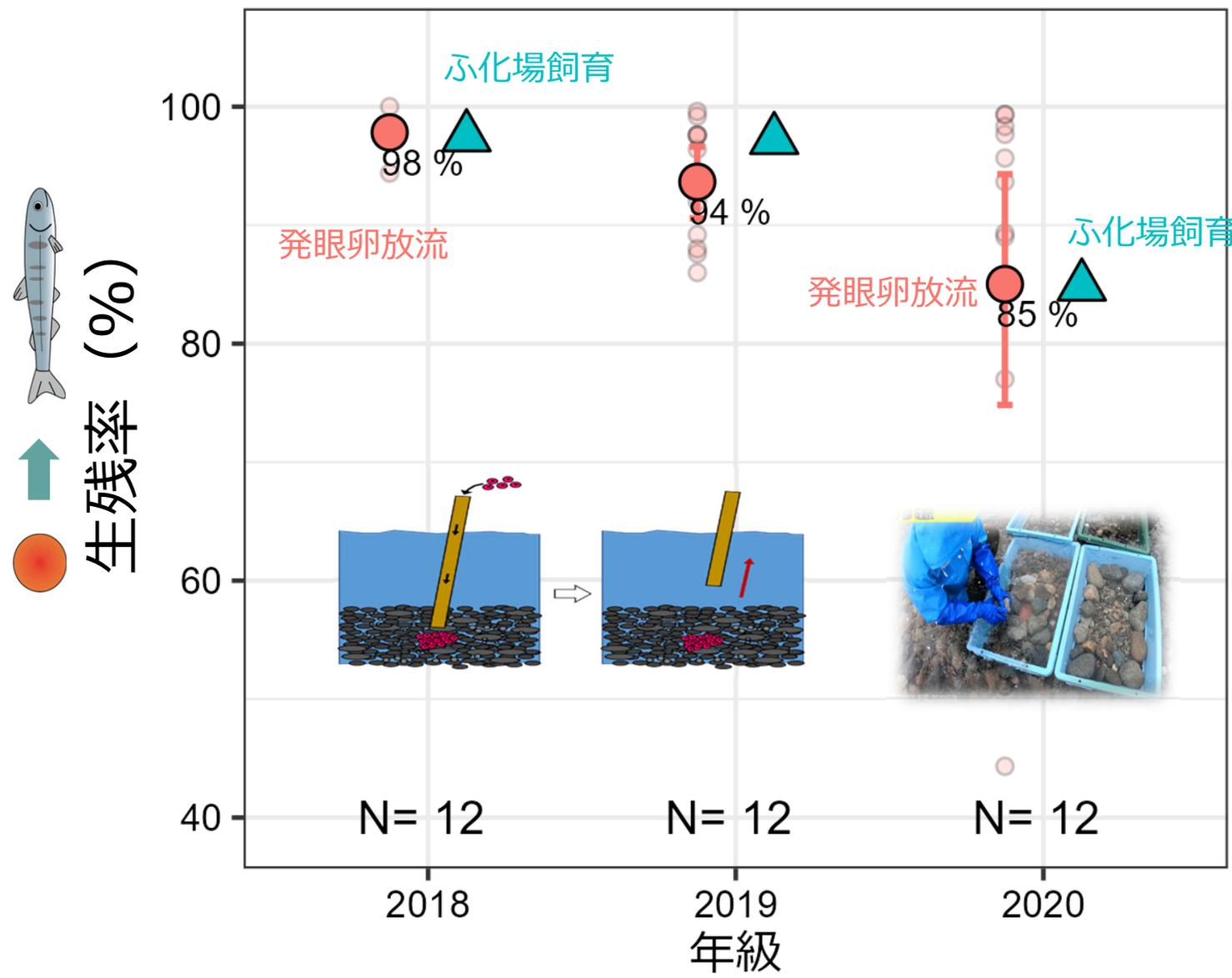
サンプリング

- ✓ 標識混入率の確認
- ✓ 回帰率の推定



～結果
考察～

発眼卵放流 浮上まで生残率

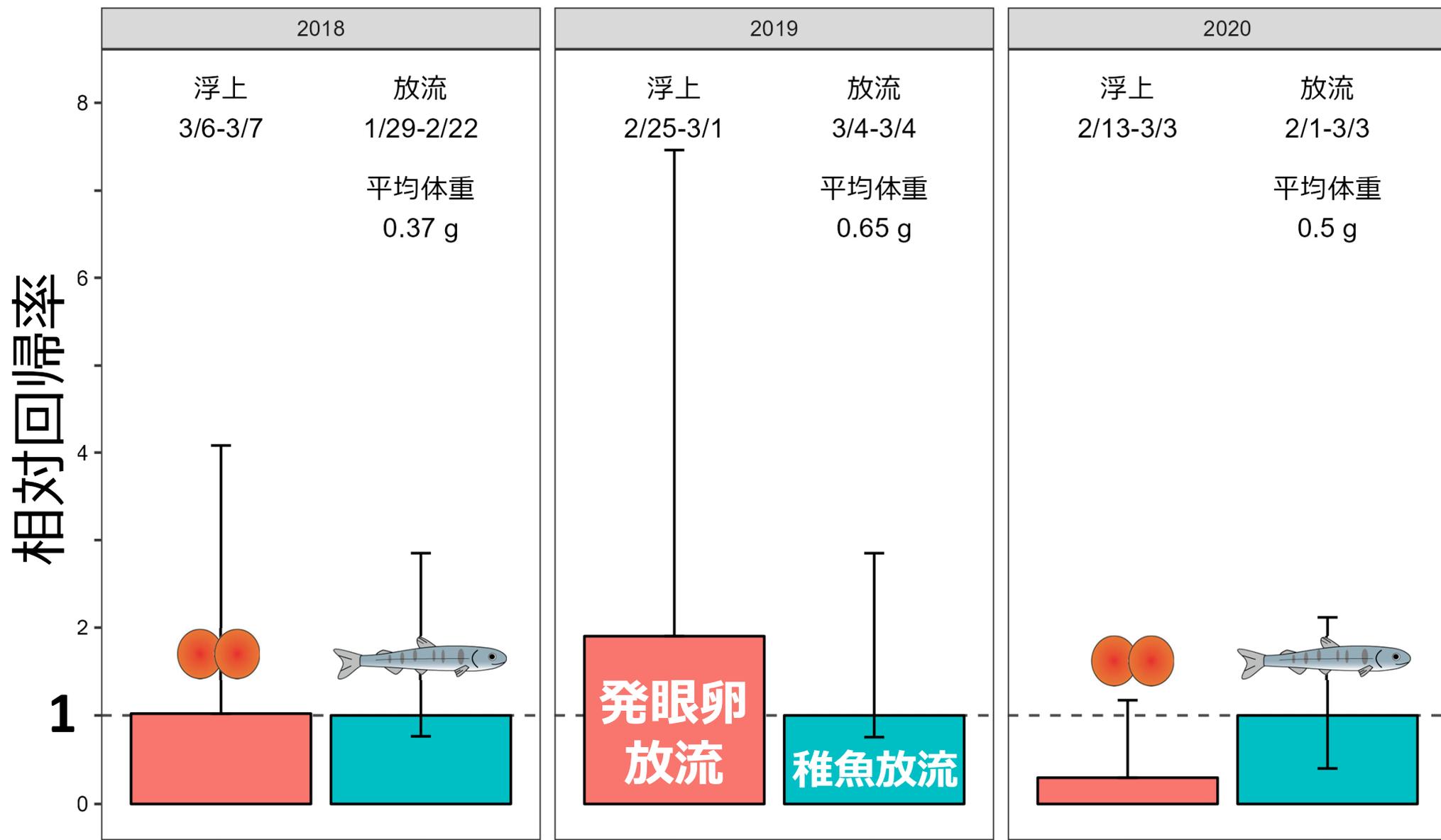


稚魚に育つ生産率 確認



発眼卵放流でもふ化場飼育と大差なく浮上稚魚を生産！

発眼卵放流の相対回帰率



(Iida unpublished data)

発眼卵放流
相対回帰率 平均1.07 (範囲: 0.3 - 1.9)

まとめ

本州日本海 増殖事業課題

- ▶ 放流数が減少 ⇒ **回帰率 向上** ・ **省コスト増殖 導入**

放流適期 ・ 適サイズ

- ▶ **沿岸水温が低い時に体重0.8 g~で放流を推奨**
- ▶ **大型化 (0.8 g ~) は飼育延長、高水温リスクも！**

発眼卵放流効果

- ▶ **稚魚放流に対する相対回帰率は平均1.07**
- ▶ **放流効果は決して低くなさそう**