

海洋環境変動下における本州太平洋側のサケ資源生態について

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門

佐々木 系

ここ数年の本州太平洋側のサケ回帰数の減少は一段と著しい状況になっています。近年は、春季の平均的な親潮南限位置（緯度）が岩手県沿岸域で変動しながら、徐々に北偏する傾向にあります。そこで、近年の岩手県のサケの回帰率の変動を説明する統計モデル分析を行ったところ、親潮南限緯度が岩手県の普代村周辺より北偏すると回帰率の低下が顕著になることが示唆されました。加えて、親潮（南限）が普代村以南に到達した年（2013、2014、2015年）と到達しなかった年（2016年）で、沿岸滞泳中のサケ幼稚魚の成長速度とその後の親魚の回帰率の関係を岩手県の山田湾で調べました。その結果、親潮が普代村以南に到達した年では、湾内での稚魚の成長速度が高い個体ほど高い回帰率を示しました。一方、親潮が到達しなかった2016年は様子が異なっており、湾内での成長速度が高い個体も成長速度の低い個体と同様に回帰率が低くなっていました。2016年は降海後のサケ幼稚魚の主要な餌である親潮系動物プランクトン量が沿岸域に極端に少なかったことが知られています。山田湾で採捕されたサケ幼稚魚は、親潮系動物プランクトンの代わりに十脚類幼生を食べていました。残念ながら、その後の追跡はできていませんが、湾外へと移動した後に餌不足の状況になり、成長速度もある時点で低下したのではないかと疑っています。このように春季に親潮が到達しにくくなってしまったことで、サケ稚魚の生残に深刻な問題が生じていることが心配されます。

関連して、親潮南限緯度の北偏傾向が強まった時期を境にサケ稚魚の沿岸滞泳期である春季にサバ類（主にマサバ）成魚がまとまって沿岸に来遊するという変化がありました。サバ類は魚食性魚類であることに加え、個体数が多いため、放流されたサケ稚魚の多くが食べられていないか心配されました。そこで、サバ類によるサケ稚魚の捕食実態を調べるため、岩手県の宮古湾において、釣獲により採集したサバ類の胃内容物を分析するとともに、環境DNAを用いて両種の分布の重複がどのような時期に生じているかを調べました。その結果、分布の重複は5月上～中旬に見られ、その際には、サケ稚魚を捕食した個体がほぼ例外なく釣獲されましたが、全体に占める数は多くないことが分かりました。サバ類は、魚類ではサケよりもカタクチイワシを多く捕食していました。また、端脚類を中心とした体長数mmの動物プランクトンを効率よく捕食していました。サバ類は魚類から動物プランクトンまで幅広い生物種を餌として利用できるため、特定の種に対する捕食圧は高くなりにくいかもしれません。

また、自然産卵を行う野生サケの個体群の変動について、サケの放流が行われていない岩手県の音部川および松前川で、野生サケの産卵床数を2016～2021年にかけて調査しました。その結果、両河川ともに人工ふ化放流河川と同様の年変動パターンを示し、2019年以降の減少が顕著で、2021年にはピーク年のわずか数%にまで減少していることが分かりました。野生サケにとっても海洋での生残が厳しくなっているのではないかと考えています。

今後、さらに温暖化が進行すれば、主産地の北海道にも同様の影響が生じる可能性があるため、分布南限域のサケに起きていることを継続して観察していくことが重要です。

海洋環境変動下における本州太平洋側の サケ資源生態について



佐々木 系

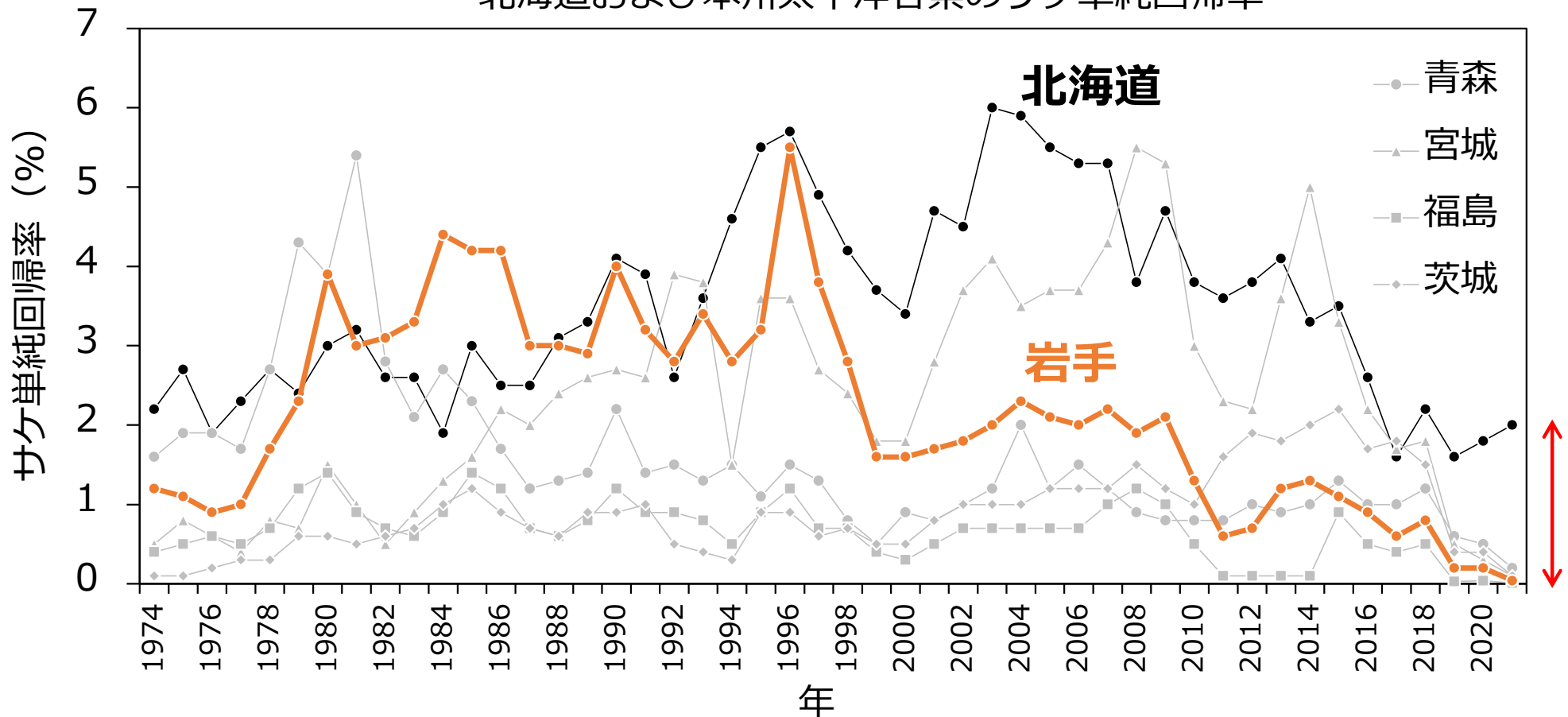
水産研究・教育機構 水産技術研究所
環境・応用部門 沿岸生態システム部

令和6年8月8日 令和6年度さけます報告会

サケ単純回帰率の変化

$$\text{単純回帰率} = \frac{\text{来遊数 (沿岸漁獲数 + 河川捕獲数)}}{\text{4年前の年級の放流数}} \times 100$$

北海道および本州太平洋各県のサケ単純回帰率



- ・ 日本国内でも南の地域で減少
- ・ 岩手県の減少が著しい

南限域のサケに何が生じているのか

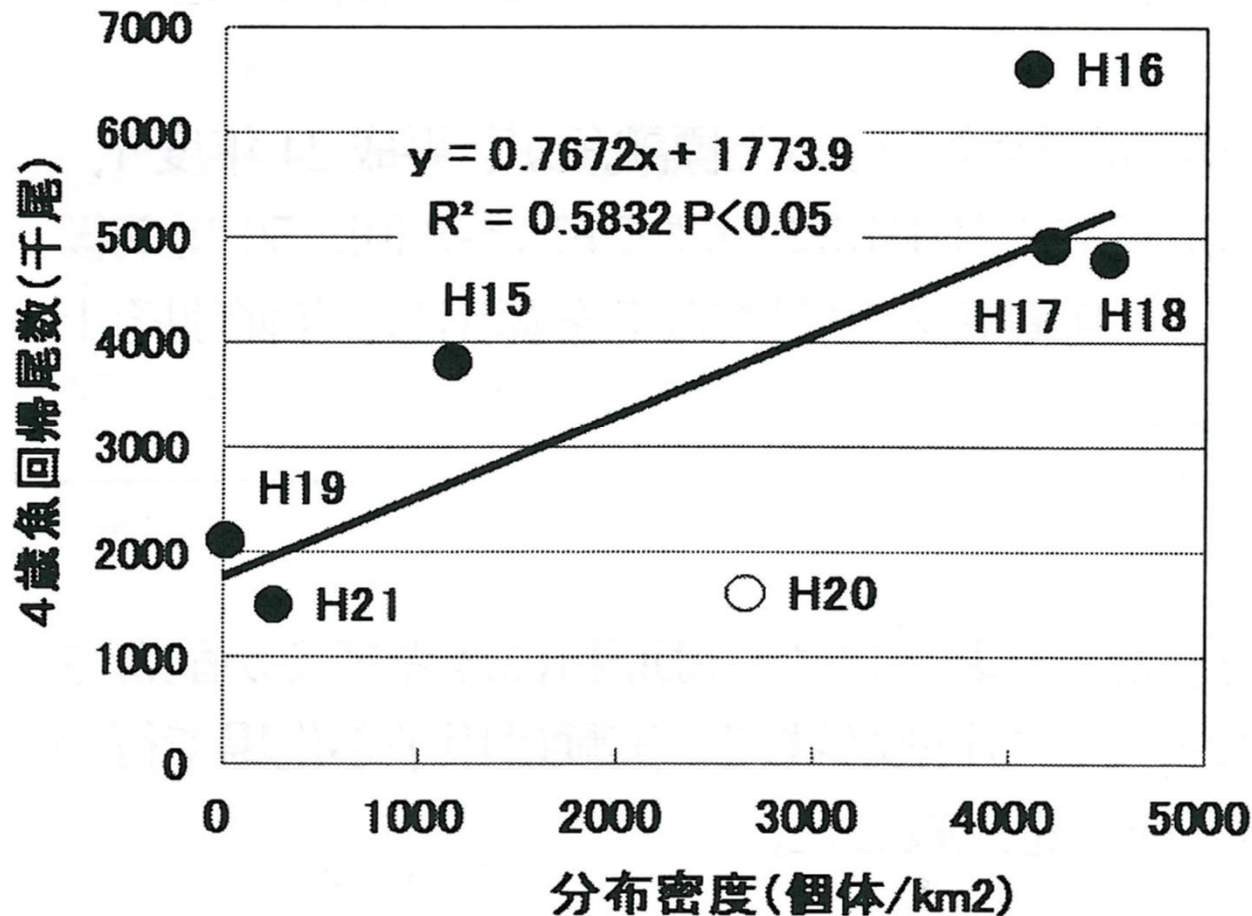
岩手県沿岸域における 環境変動下のサケ資源生態の把握

本日の話題

- **1 岩手県のサケ資源に影響を及ぼす要因の探索**
- **2 サバ類による降海直後のサケ幼稚魚の捕食**
- **3 野生サケの産卵床数の変化**

沿岸域の重要性

岩手県沿岸におけるサケ稚魚の分布密度と4歳魚回帰数の関係

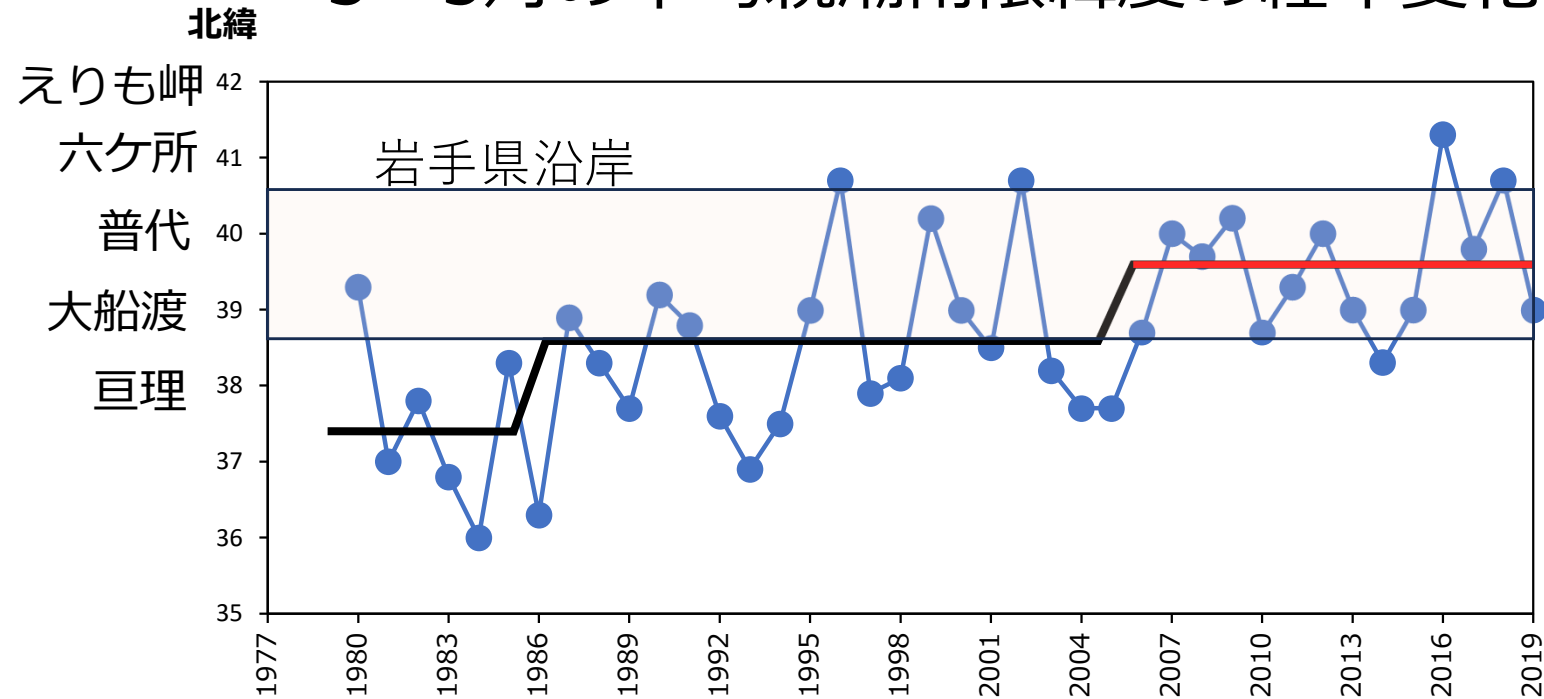


(岩手県水産技術センター2021)

資源豊度を左右する減耗は、沿岸域で生じている可能性がある
(川島ほか2018)

背景

3-5月の平均親潮南限緯度の経年変化



データ：気象庁

2006年以降の親潮南限緯度の北偏レジームを検出
親潮南限緯度が岩手県沿岸で大きく変動

目的

サケ回帰数と親潮南限緯度の関係の解明

回帰数の変動を説明する統計モデル

2006～2016年放流群を解析対象とした統計モデルの構築

統計モデル：一般化加法モデル（GAM）

応答変数 岩手県サケ4歳魚までの回帰数（2006～2016年放流群）

説明変数の候補

親潮南限緯度：3～5月親潮平均南限緯度

放流時期：岩手県サケの放流時期の加重平均

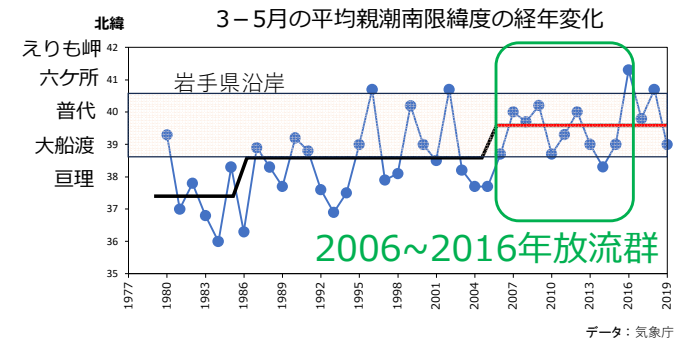
体サイズ：岩手県サケの放流時の平均体サイズ

沿岸水温：4月の岩手県沿岸の月平均水温

フルモデル

$$\text{回帰数} = \text{切片} + s(\text{親潮南限緯度}) + s(\text{放流時期}) + s(\text{沿岸水温}) + s(\text{体サイズ}) + \text{offset}(\log(\text{放流数}))$$

AICによる変数選択

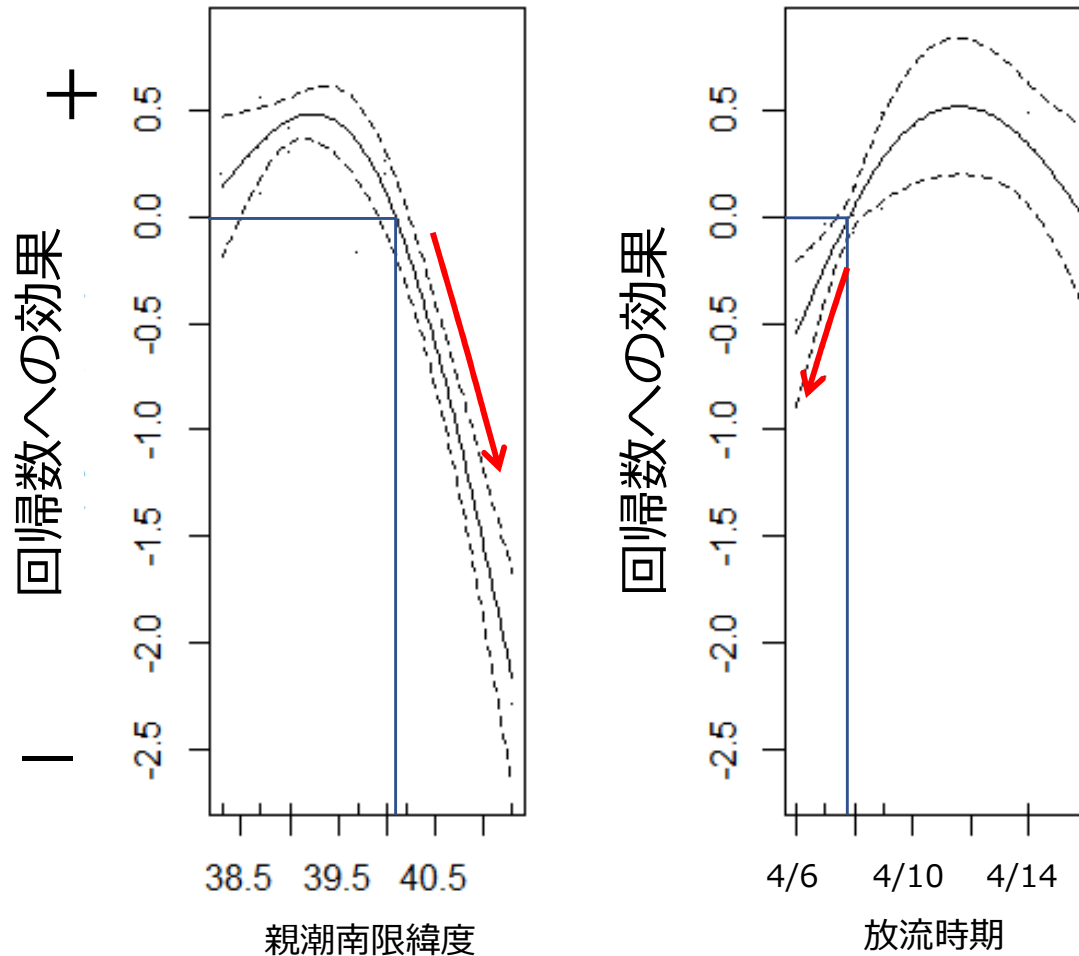


選択された変数と回帰数への効果

ベストモデル

回帰数 = 切片 + s(親潮南限緯度) + s(放流時期)

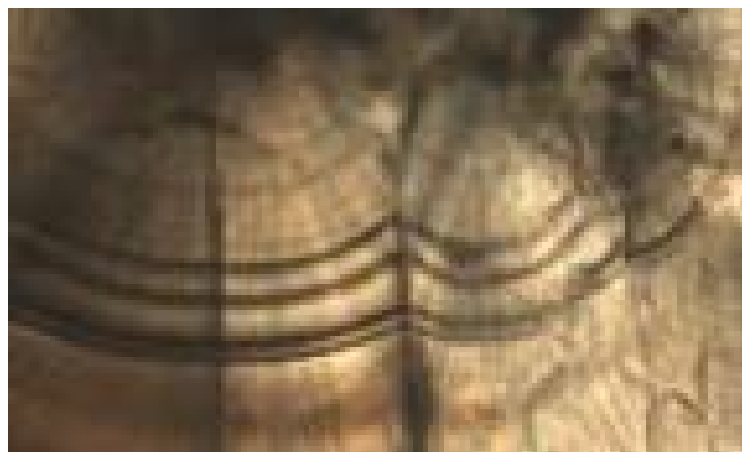
説明変数の回帰数への効果



- ・ 親潮平均南限が北緯40度（岩手県普代村）以北でマイナスの効果
- ・ 平均放流時期が4/8より早まるとマイナスの効果

稚魚の成長速度と親魚の回帰率

放流年
2013年
2014年
2015年
2016年

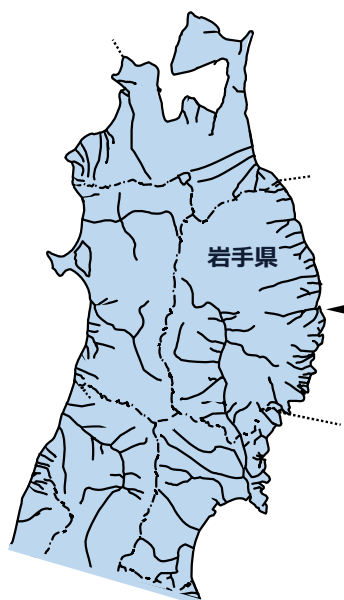


耳石温度標識を施した稚魚を放流

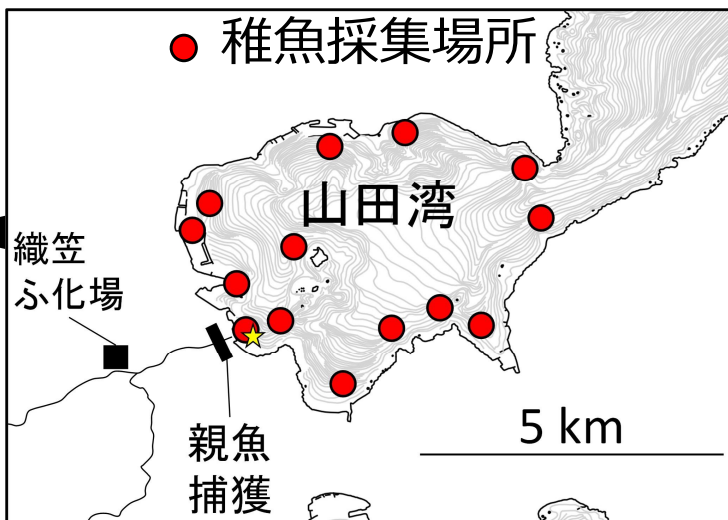


3~5歳魚

回帰した標識親魚数を調べる



岩手県



● 稚魚採集場所

山田湾

織笠
ふ化場

親魚
捕獲

5 km

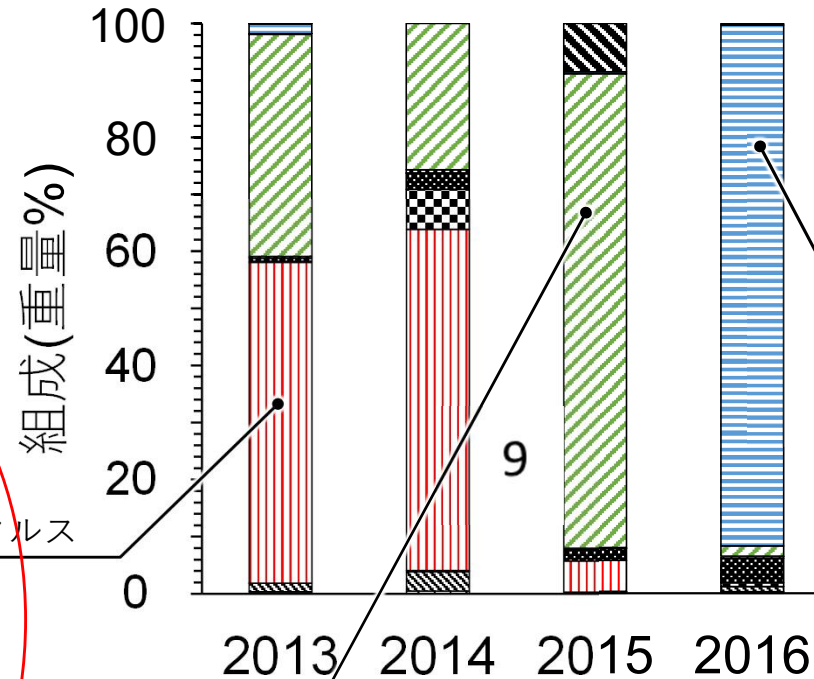


沿岸で採捕した標識稚魚の
降海直後の成長速度を調べる

サケ稚魚の餌生物

採捕したサケ稚魚の胃内容物

5月



親潮系
動物プランクトン



ネオカラヌス プルムクルス

テミスト ジャポニカ



十脚類幼生

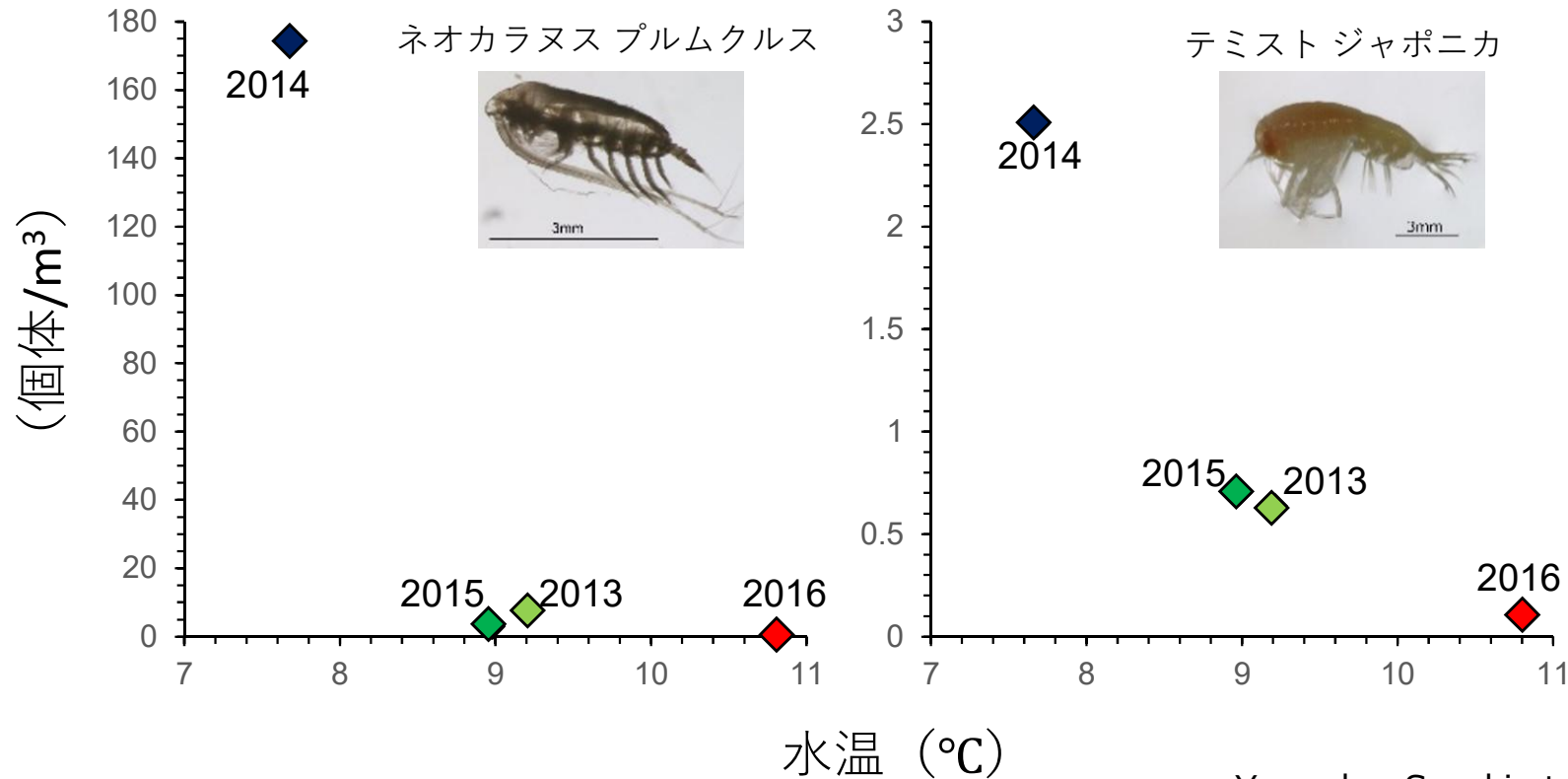
栄養価が低い
(Davis, 1993)

Yamada・Sasaki et al. (2019)
Regional Studies in Marine Science,
Table 3から作図

2016年は餌の組成が大きく異なる

環境中の餌生物量

山田湾における親潮系動物プランクトン量



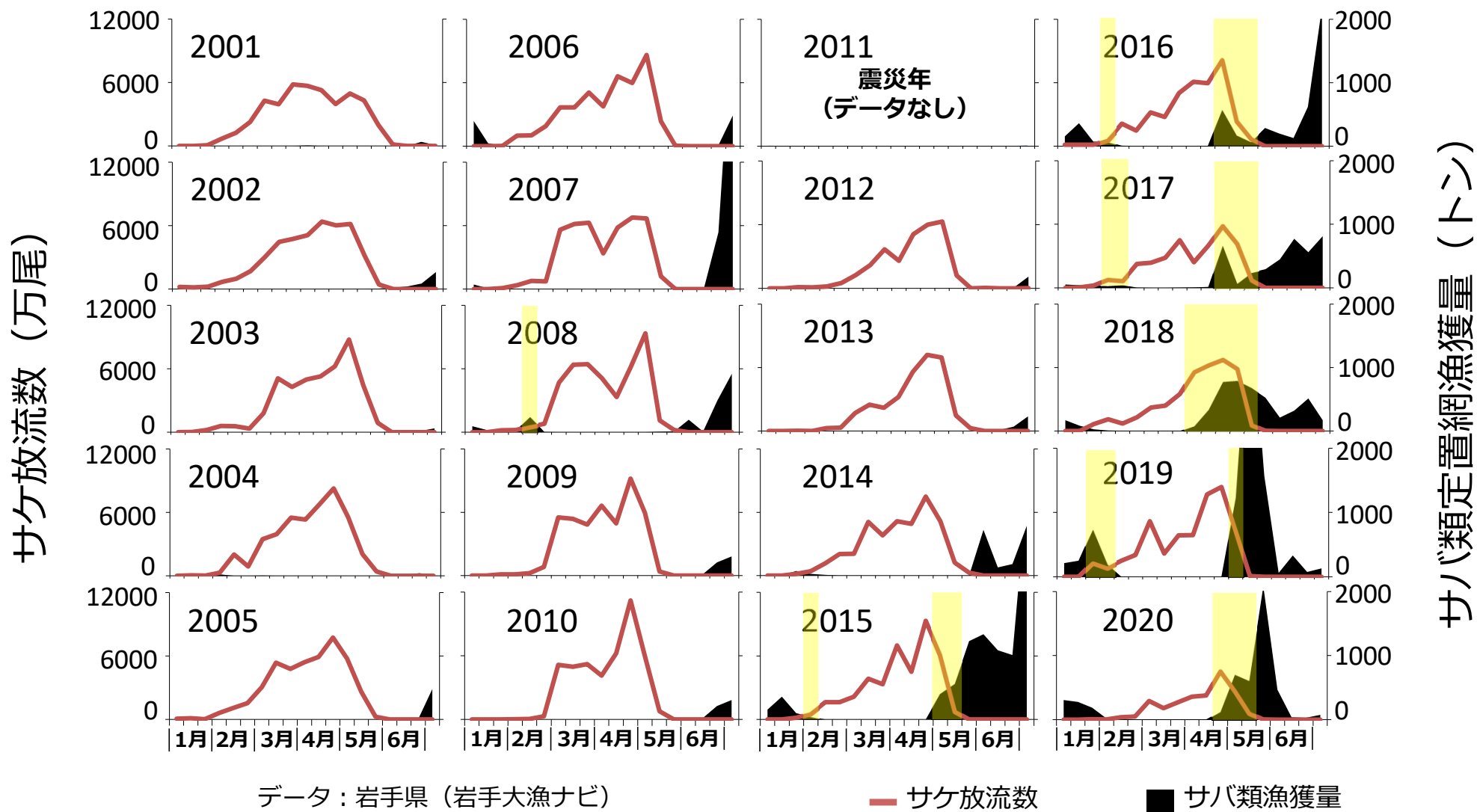
Yamada · Sasaki et al. (2019)
Regional Studies in Marine Science,
29: 100633 Table 6から作図

2016年は親潮系動物プランクトンが少ない

➡ 餌不足を通じて生残に悪影響が生じた可能性

背景

岩手県における時期別のサケ放流数とサバ類漁獲量



**2015年以降、サケ放流時期とサバ漁獲時期が重複
親潮南限の北偏が強まった年と概ね一致**

サバ類によるサケ幼稚魚の捕食の発生が懸念された

サバ類は多獲性の魚食性魚類

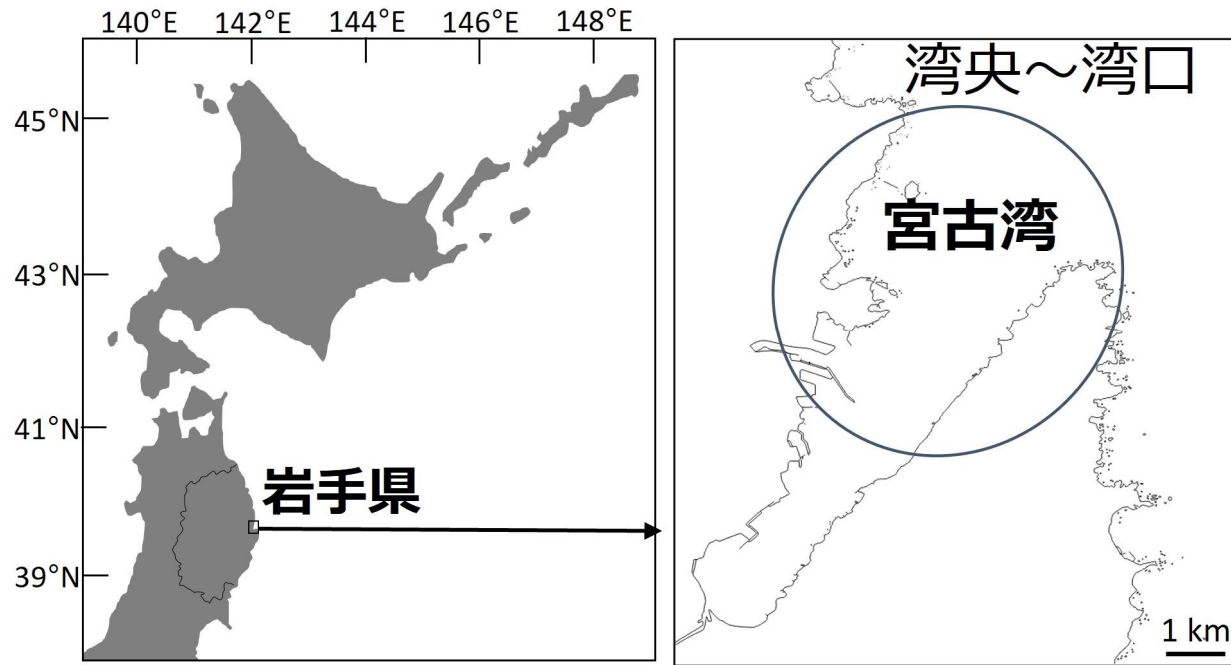


目的

捕食が野外で生じているのか調べる

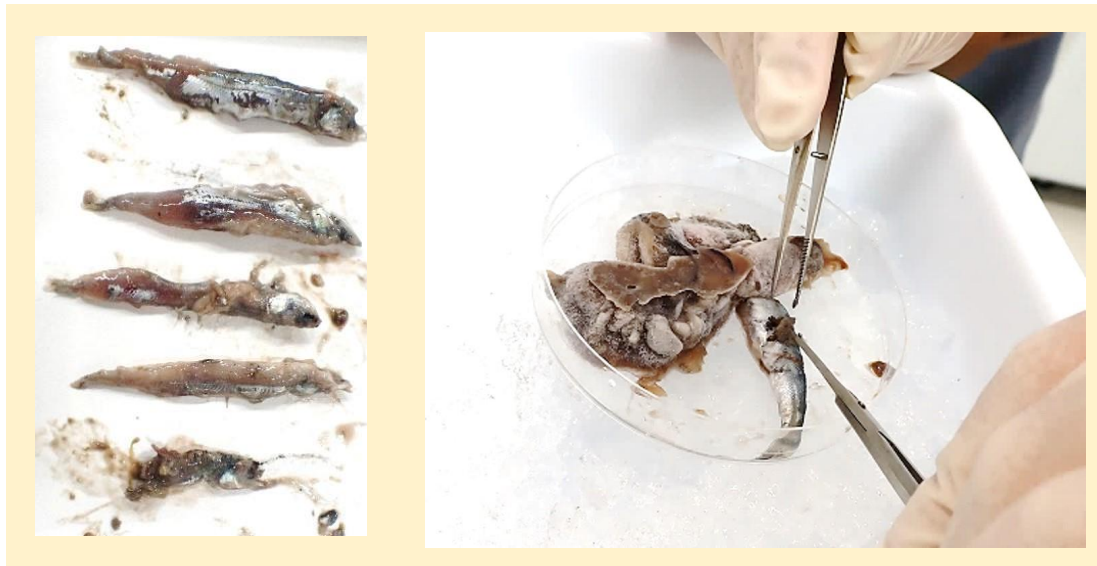
サケ幼稚魚とサバ類の分布の重複がいつ生じているか

サバ類の採集と胃内容物の確認



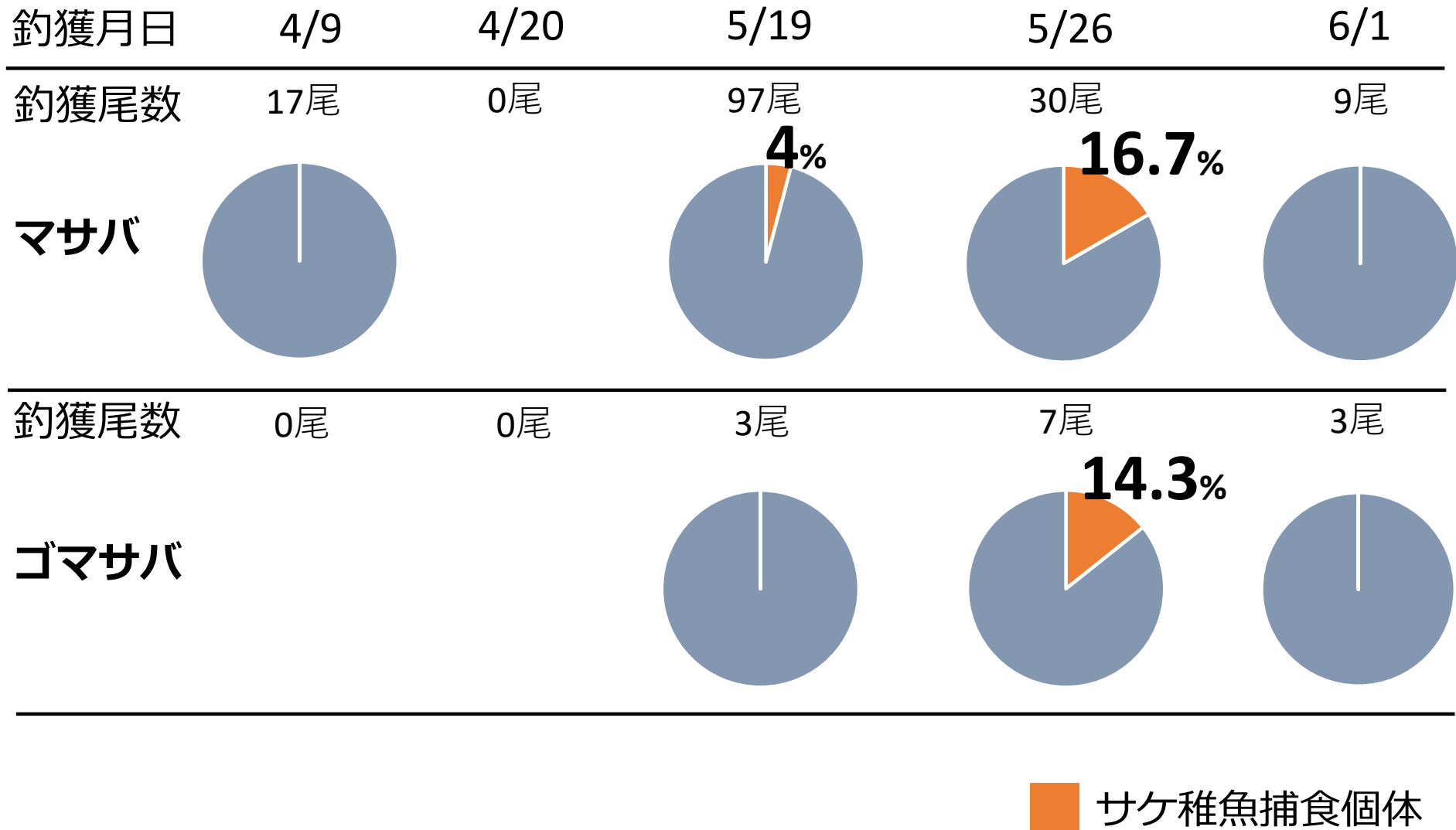
調査年：2021年
サバ類を釣獲

サバ類の胃内容物



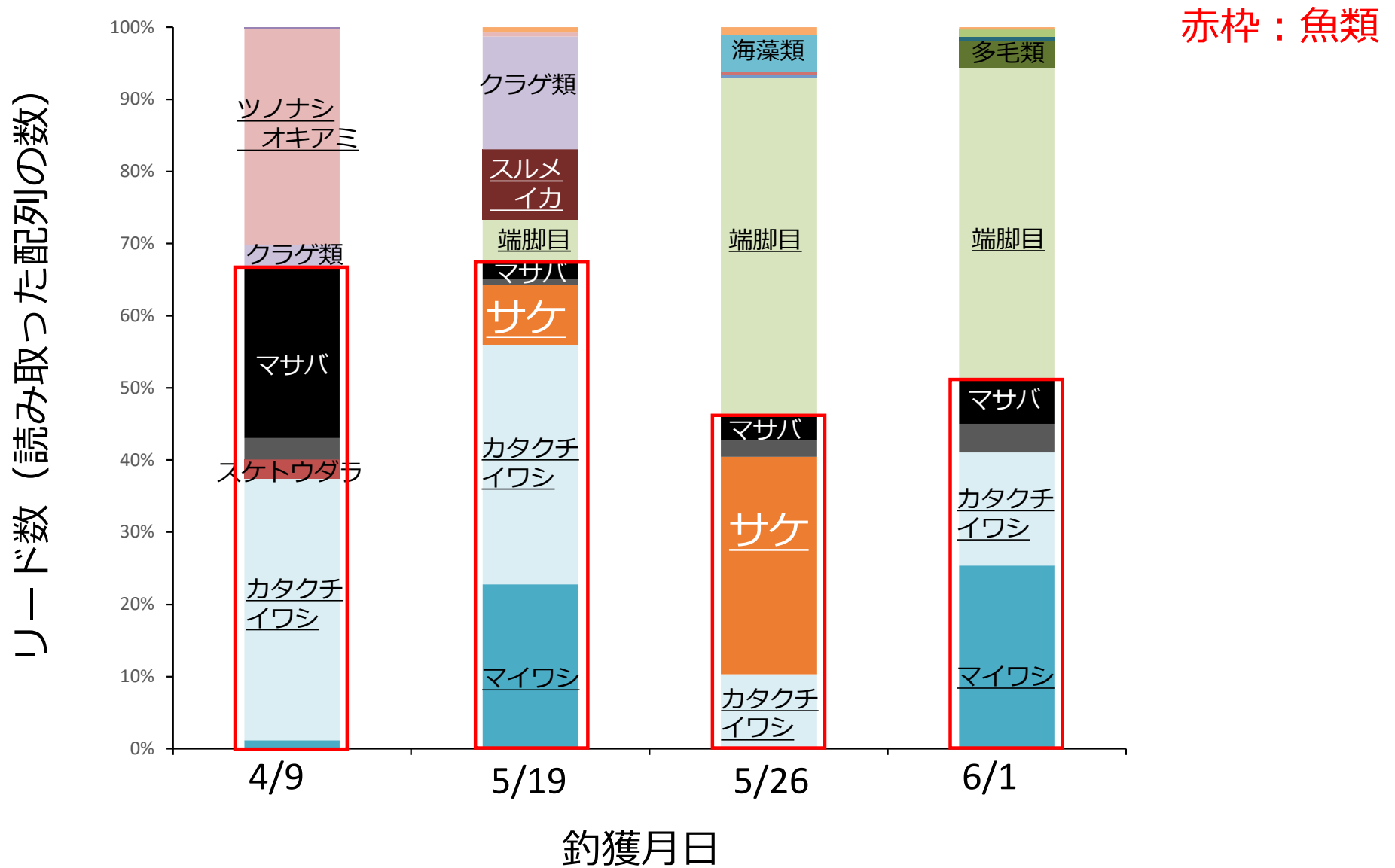
DNAによる魚種鑑定
と食性分析

サケを捕食していたサバ類の割合と時期



サバ類の食性

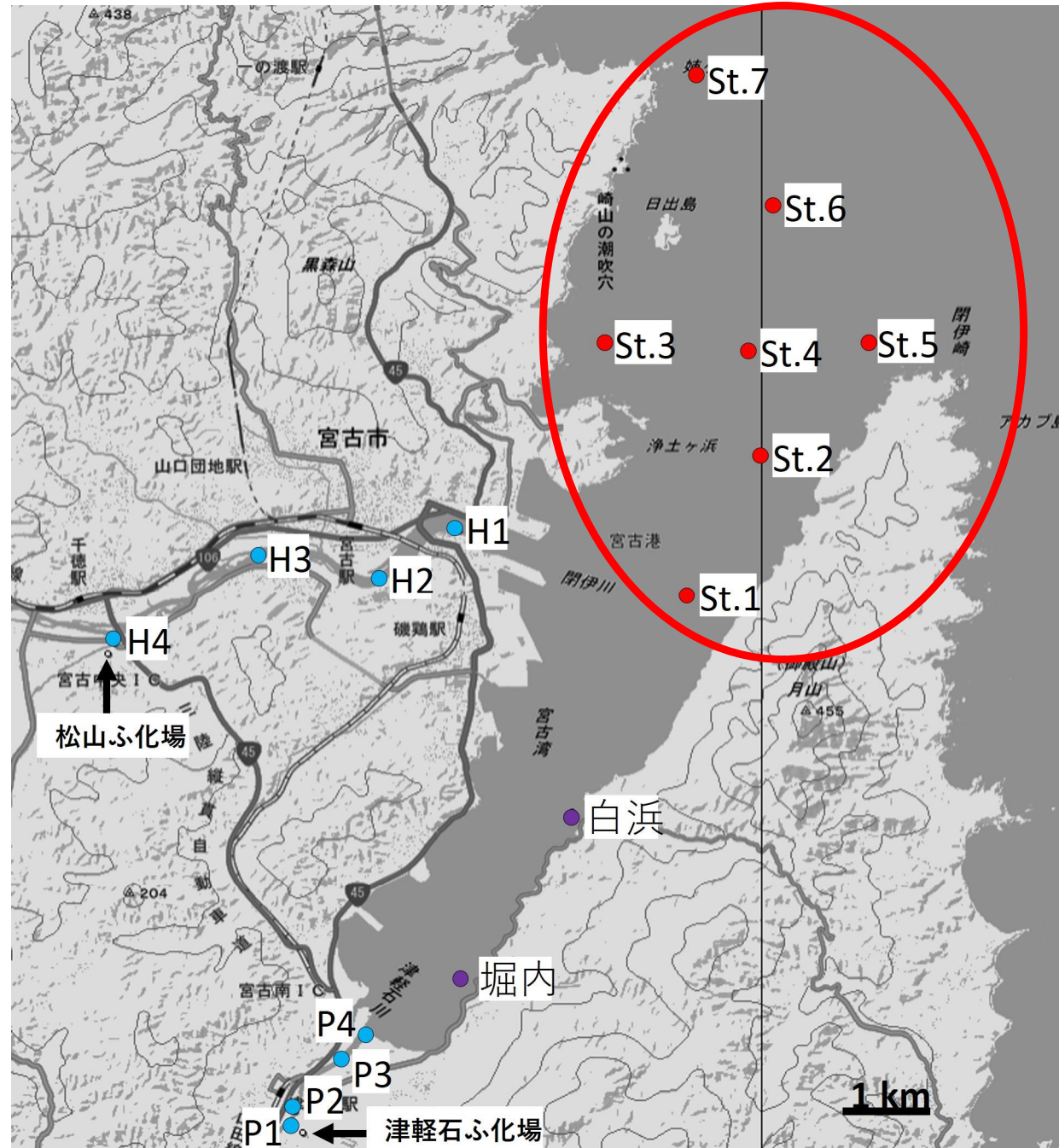
サバ類の胃内容物における生物組成



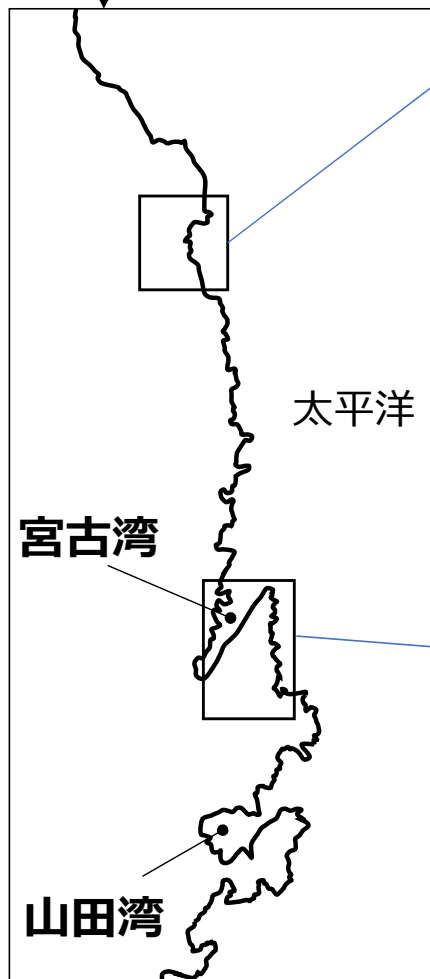
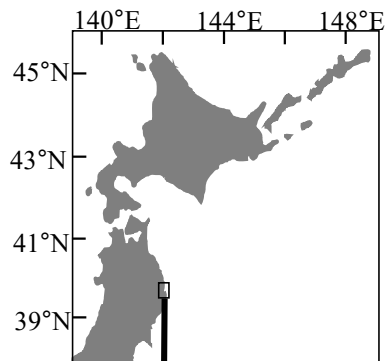
サケ以外にも多くの生物種を餌として利用

環境DNAサンプル採集場所

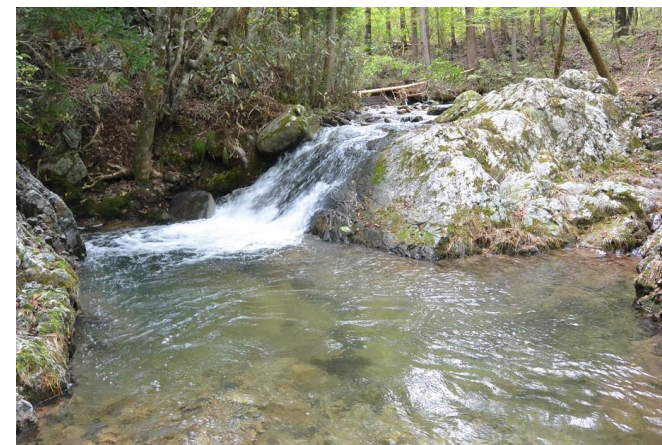
調査年：2023年



野生サケの産卵床数の変化



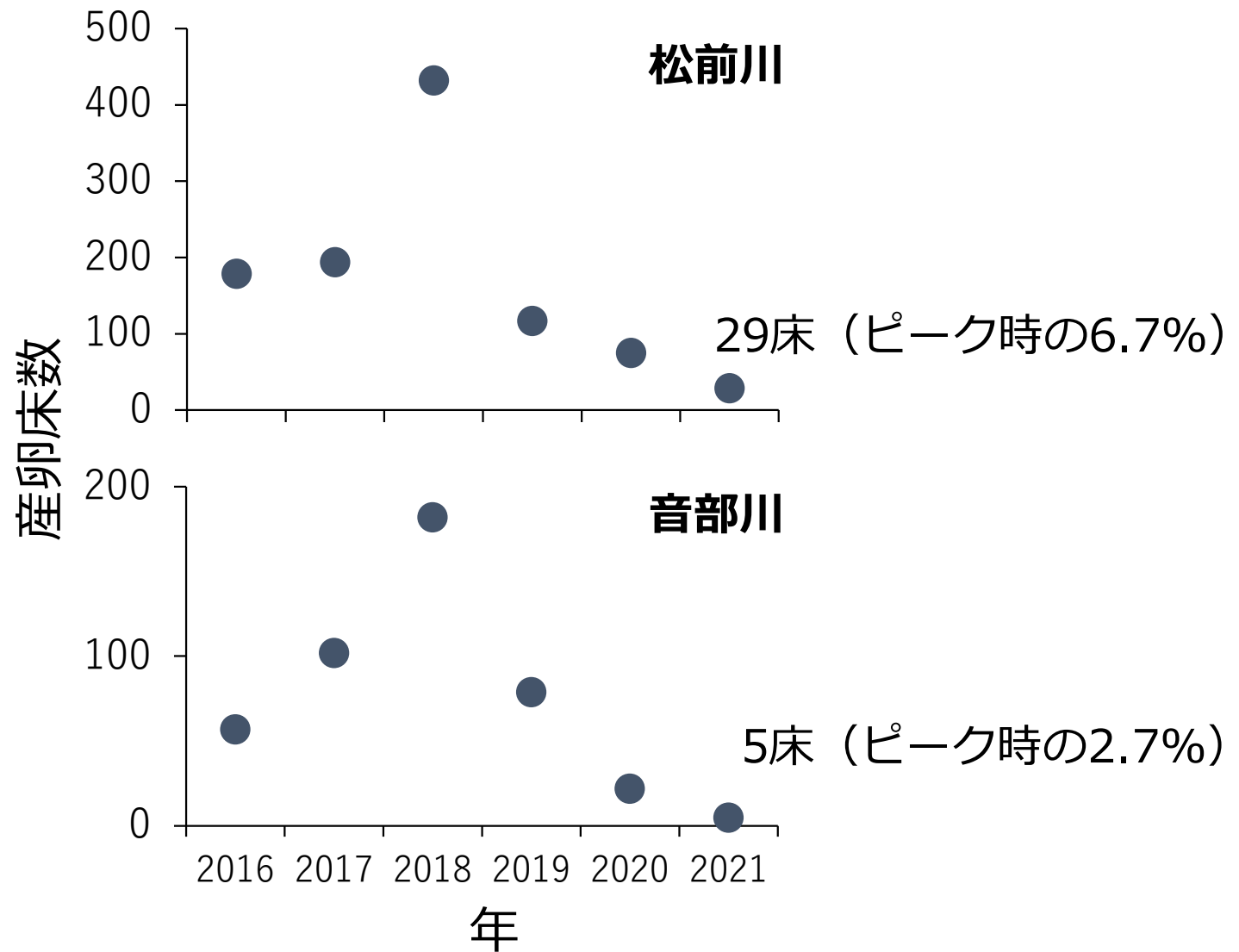
サケ遡上限界：4.6 km



サケ遡上限界：2.0 km

産卵床数

産卵床数の経年変化（AUC法により推定）



2021年は壊滅的な状況

まとめ

本州太平洋側のサケ

- ・ 親潮南限の北偏の影響を受けて減少している可能性がある
- ・ 新たな捕食者（サバ類）との遭遇・捕食が観察された
ただし、サバ類による大規模なサケ稚魚の捕食は観察されなかった
- ・ 野生サケも減少が顕著

今後、洋温暖化が進行すれば、サケ主産地の北海道にも同様の影響が生じる可能性がある



重要

南限域のサケ資源生態のモニタリングの継続