



道総研

ISSN 0914-6849

北水試だより

HOKUSUISHI DAYORI

第104号
2022/3

～浜と水試を結ぶ情報誌～



目次

主登載文

- ・道央日本海～オホーツク海海域のホッケの近年における1歳での成熟率について……………1
- ・美味しいカキを、早くに美味しく食べてほしい！
—地場産人工種苗マガキの早期出荷技術開発— ……5

資源管理・海洋環境シリーズ

- ・日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴と変化……………10

資源増殖・水産工学シリーズ

- ・磯焼け研究のこれまで、これから……………14

さけます・内水面シリーズ

- ・潟湖を活用した新たなサケ放流技術の開発……………20

各水試発トピックス

- ・キツネメバル種苗生産マニュアルを公開します……………23

道央日本海～オホーツク海海域のホッケの 近年における1歳での成熟率について

キーワード：ホッケ、1歳成熟率、年級豊度、体サイズ

はじめに

北海道北部の道央日本海およびオホーツク海（後志～オホーツクの各振興局管内）に分布するホッケ *Pleurogrammus azonus* は重要な水産資源となっています。1985年の漁獲量は3.4万トンと少なかったですが、親のホッケから産み出された子が多く生き残り資源に加わること（加入）で、1993～2008年には10万トンを超える漁獲を維持してきました。2009年からは、加入が低迷し減少傾向となり、2016年には1.6万トンまで落ち込みました（図1）。

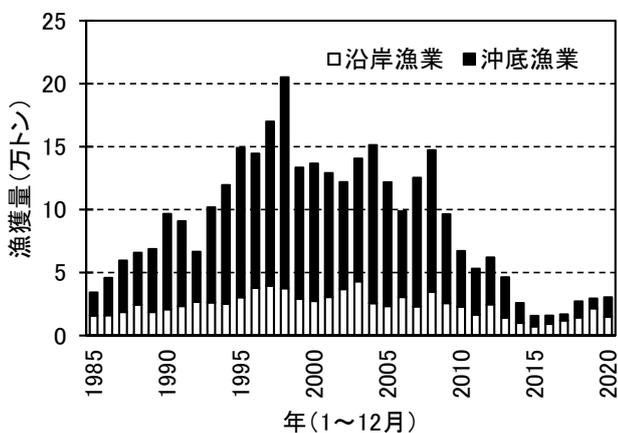


図1 道央日本海～オホーツク海海域のホッケの漁獲量の推移

水産試験場では漁獲量や漁獲物の調査結果をもとに毎年資源を評価しています¹⁾。資源評価では資源量（年齢別の尾数や重量）を計算し（図2）、年ごとに資源の状況の評価します。この資源評価の結果は資源管理を行う上では重要な資料となり

ます。特に2012年からは、資源を回復させるために、海域、漁業種ごとに各自で漁獲量や漁獲努力量を制限するホッケ資源管理が実施され²⁾、その管理の方法の検討や効果を確認するために必要不可欠になっています。

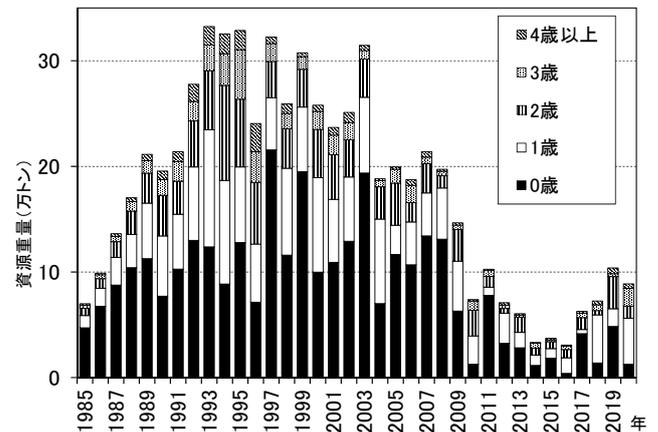


図2 道央日本海～オホーツク海海域のホッケの資源重量の推移

近年は親魚量も低迷していましたが、親魚を増やすために、比較的加入尾数の多かった2017年級を親になるまで獲り残す資源管理を強化した結果、獲り残した親から産み出された2019年級も2017年級をやや上回る水準で加入しました（図3）。

ホッケは1歳の秋には成長の良い個体から成熟し、2歳以上ではほぼすべての個体が成熟すると考えられています³⁾。資源管理では子を産み出す親魚量を残すことが基本となり、この産卵親魚量の推定は、年齢別の資源重量と成熟する割合（成熟率）の積により求めます。ここで、1歳の成熟

率は加入の多寡により変化することが知られ、水産試験場の資源評価では、加入尾数が8億尾以上と多い場合には0.75という低い値、それ未満では0.98という高い値を使っています。実際には、加入尾数の多かった2003～2008年級までの1歳の成熟率は、0.54～0.94でしたが、加入尾数が少なくなった2009～2015年級の1歳の成熟率はすべて0.98以上と高くなっています⁴⁾。

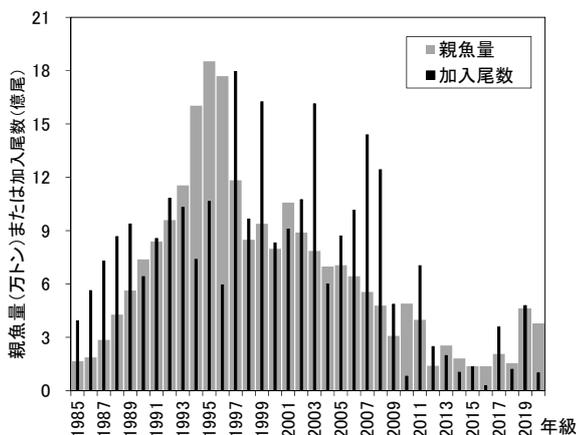


図3 道央日本海～オホーツク海海域のホッケの産卵親魚量と加入尾数の推移

しかしながら、最近の漁獲物調査で魚体測定していると、特に2019年級は1歳での体長が小さく、未成熟魚も多く見受けられたことから、上述したような高い成熟率であるか疑問が生じました。そこで、最近の2016～2019年級について、坂口ら⁴⁾の方法により1歳の成熟率を再確認することにしました。

1歳魚の成熟率の計算

計算には2017～2020年の9月に道北日本海において稚内港または小樽港に水揚げされた沖合底びき網漁業による漁獲物の1歳の雌を用いました(表1)。成熟率は体長組成の10 mm単位ごとの頻度分布と体長ごとの成熟率曲線で表したモデル(成熟モデル)⁴⁾を用いて計算しました。

表1 成熟率の推定に用いた1歳の標本の詳細

年	年級	標本数	体長範囲	採集月日
2017	2016	69	232 - 307	2017/9/22(47) 2017/9/27(22)
2018	2017	167	255 - 295	2018/9/10(89) 2018/9/20(78)
2019	2018	111	228 - 297	2019/9/17(65) 2019/9/17(46)
2020	2019	144	218 - 279	2020/9/17(33) 2020/9/23(67) 2020/9/24(44)

()内は個体数

1歳魚の体長組成と成熟率

各年級の1歳の体長組成と成熟曲線を図4に示します。曲線による成熟率は体長200 mmから上昇し、体長230 mmで約半数が成熟して、体長260 mmで1に近い値となります。体長組成を比べると2016年級でモード(最頻値)が290 mmと最も大きく、2019年級でモードが220 mmと次第に小さくなりました。

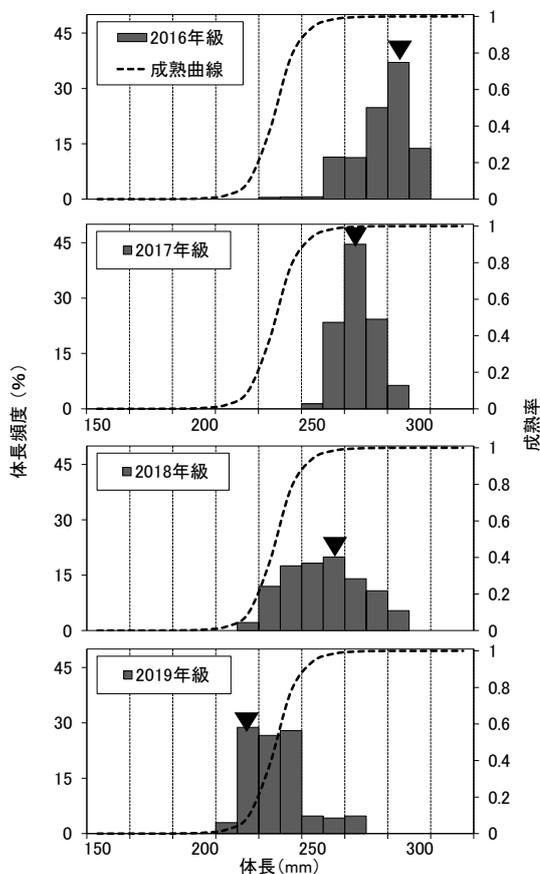


図4 2016～2019年級の9月におけるホッケの1歳の体長組成および成熟率曲線(▼はモードの位置)

次に、加入尾数と成熟率の関係をみてみました(図5)。図中の曲線は2004~2015年級の加入尾数と1歳の成熟率との関係から求めたモデル式です。2016年級の加入尾数が0.3億尾と過去最低で成熟率は0.99と高く、2017年級の加入尾数が3.6億尾で成熟率は0.99となり、どちらの年級も1歳でほぼ全数が成熟しモデル式に一致しました。

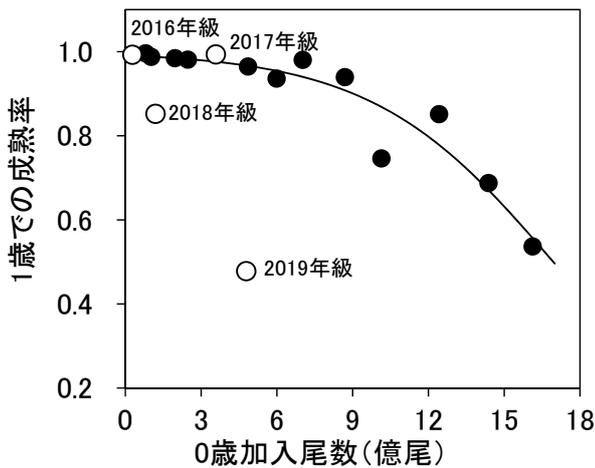


図5 加入尾数と1歳での成熟率の関係
(曲線は2003~2015年級に当てはめたロジスティック式, 坂口ら、2018のFig.7を改変)

しかしながら、2018、2019年級は少し様子が違い、曲線から外れて下の方に点があります。体長組成(図4)をみると、2018年級は加入尾数が1.2億尾と2017年級よりも少ないにもかかわらず体長が小さく、成熟率は0.85と計算されました。2019年級は加入尾数が4.8億尾とやや多いですが、体長は2017年級と比べるとモード位置で60 mmも小さく、成熟率は0.48と2003年級以降で最も低く計算されました。

2019年級の1歳魚のGSI

実際の漁獲物の測定データがありますので、2019年級の成熟率について、卵巢重量の体重に占める割合(以下、GSI)と成熟度合の観察結果から考察してみます(図6)。GSIは0.3~2.0の範囲

の値となり、その頻度は0.3~0.5と0.7~2.0の2つの山の分布となりました。過去の研究では、8~11月までの測定データにおいてGSIの分布が2つに分かれ(それらの境界はGSI=1.32)、卵巢細胞の組織観察からGSIが大きいグループはその年に成熟し産卵することが確認されています³⁾。そこで、GSIが1.32を境界に成熟・未成熟を判別したところ、成熟率は0.14と非常に低い値となりました。次に、その頻度分布の形の特徴からGSIの境界を0.7とすると、成熟率は0.62と体長組成と成熟曲線から計算した結果(0.48)と近い値となりました。

卵巢の観察によってその年に産卵する成熟度「22」と判断した個体は全体の0.29、「22」に加えて初回産卵前の未成熟魚の成熟度「20」を加えると全体の0.75となりました。いずれにしても、2019年級は1歳でほぼ全数が成熟するほど成熟率は高くはなく、これまで想定した加入尾数と成長、加入尾数と成熟率の関係が成り立たないと考えられました。

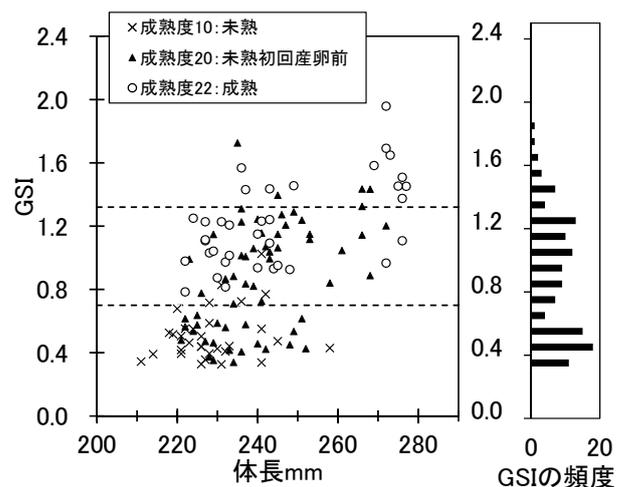


図6 2020年9月における雌1歳の体長とGSIの関係
右: GSIの頻度分布

加入直前の体長

2018、2019年級の加入尾数が多くないにもかかわらず産卵期前の体長が小さい原因はよくわかっていません。そこで、産卵期より1年前の0歳の11月時点での体長の調査結果がありますので確認してみました。この調査では、試験調査船北洋丸によりトロール調査で0歳のホッケを採集し、その体長と加入尾数の関係をみています(図7)。これをみると、体長が大きいと加入尾数が少ない傾向がみられており、この関係は稚魚期における密度効果(分布密度が低いと餌を十分に摂ることができ高成長となる)と考えられてきました。しかしながら、2012年以降では体長が小さくても加入尾数が過去のように多くならない年がみられるようになってきました。

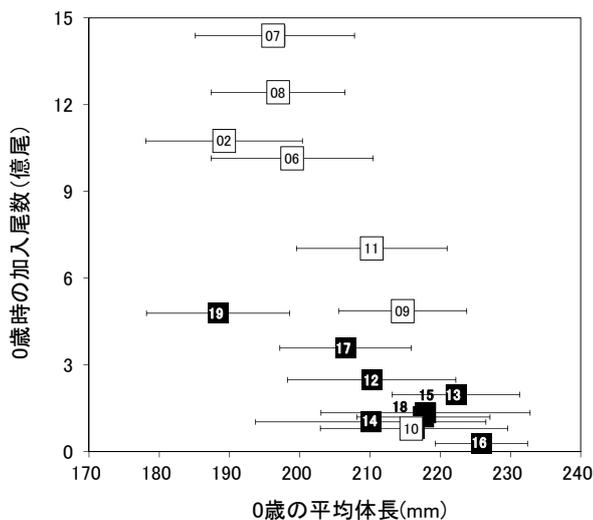


図7 試験調査船北洋丸のトロール調査(11月)で採集された0歳のホッケの平均体長と加入尾数の関係

この調査で2018年級は0歳時点では平均体長が218 mmと大きいですが、産卵期前の1歳の9月には2017年級よりも小さく、0歳から1歳までの成長が悪いことがわかりました。2019年級の平均体長は188 mmと最も小さいですが、加入尾数は過去の非常に多い年級の半分以下となっています。

(図4)。2019年級はその後の1歳の産卵期前においてもこの4年間では体長が最も小さくなりました。これらのことから、近年の2つの年級の成熟率が想定よりも低くなったのは、漁獲加入後の翌年1歳の産卵期までの成長が悪いことが要因として考えられます。さらに2019年級では、漁獲加入までの稚魚から若魚期の成長も悪く、この時期の餌環境や分布水温の変化などが要因として疑われます。資源管理を考える際にこのような環境変化、それに応答する生態特性変化も把握して、管理に活用することも必要になってきそうです。

参考文献

- 1) 板谷和彦, 鈴木祐太郎, 秦 安史 (2021) ホッケ (道央日本海～オホーツク海域), 2020年度資源評価書, 北海道周辺における主要魚種の資源評価, <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>
- 2) 星野 昇, 坂口健司, 鈴木祐太郎 (2017) ホッケの生態に応じたサイズ選択漁獲の可能性と問題点, 月刊海洋, Vol.49, No.9, 497-503.
- 3) Takashima T., Okada N., Asami H., Hoshino N., Shida O., Miyashita K (2016) Maturation process and reproductive biology of female Arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* in the Sea of Japan, off the west coast of Hokkaido, Fish.Sci.,82, 225-240.
- 4) 坂口健司, 鈴木祐太郎, 秦 安史, 浅見大樹, 高嶋孝寛 (2018) 北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響, 北水試研報, 93, 51-57.

(板谷和彦 函館水試調査研究部,
鈴木祐太郎 水産研究本部 報文番号B2460)

美味しいカキを、早くに美味しく食べてほしい！ —地場産人工種苗マガキの早期出荷技術開発—

キーワード：マガキ、養殖、技術改良、早期出荷

はじめに

マガキは、全国で16万トン前後（殻付き・農林水産省海面漁業生産統計）が生産されている重要な養殖対象種のひとつです。北海道内では、16の漁協でマガキ養殖が行われており、年間生産量756トン（むき身）、生産額18.6億円（2019年北海道水産現勢）と重要な産業となっています。道東に位置する厚岸町は主要産地であり、複数のブランド養殖ガキが生産されています。その中でも「カキえもん」¹⁾は、厚岸町のカキ種苗センター（平成11年開所）で国内初のシングルシード方式により、「厚岸生まれ厚岸育ち」として生産されています。

厚岸町には厚岸湖と厚岸湾の2つの漁場があります（写真1）。厚岸湖は水深が浅く水温が高いため成長・産卵の場として、厚岸湾は親潮の影響

を受けて夏場でも水温が低いので身入りを回復させる場として利用されています。カキえもんは、これらの漁場を活用し、5月頃に5mm程度に成長した種苗が漁業者へ引き渡され、約2年間かけて養殖されます。生まれてから3年目となる夏の産卵後、身入りが回復した秋頃から出荷するのがカキえもんの養殖サイクルです。

近年、冷涼な気候の厚岸町でも、温暖化により水温が上昇傾向にあります（図1）。その影響を受けてマガキの産卵期の長期化とその後の身入り回復の遅れが生じ、出荷開始時期が遅くなる傾向がみられます。そのため、秋の出荷開始時期が遅くなり、単価の高い「はしり」の時期の出荷が難しくなりつつあるという問題が生じています。

そこで本研究では、その対策として、「カキえもん」を材料にマガキの性成熟機構を調べ、厚岸湖と厚岸湾の特徴を最大限に活用して、産卵後

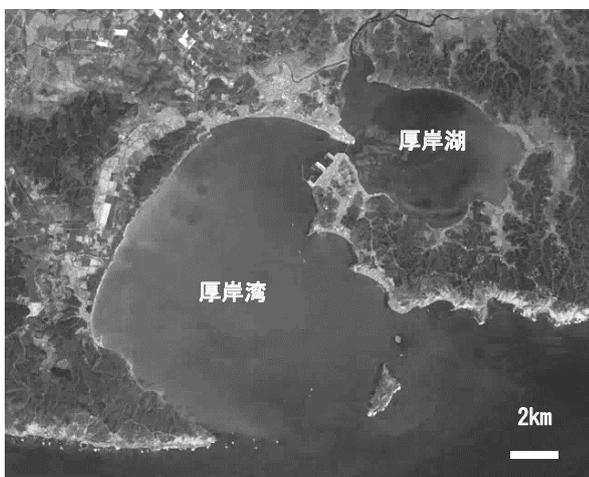
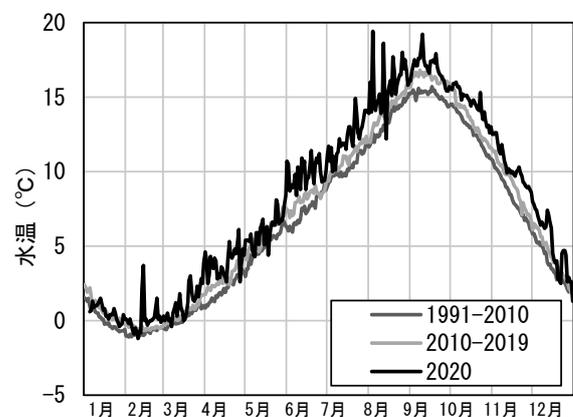


写真1 厚岸湖と厚岸湾
衛星画像はLandsat 8 (USGS) のデータからAISTが作成・配布



公益社団法人 北海道栽培漁業振興公社より

図1 厚岸町の水温

の出荷時期を早期化する養殖技術を開発しましたので、ご報告します。

なぜ産卵期が長期化するのか

マガキの成熟と産卵は、水温環境でよく説明できます。マガキは、水温が10℃を超えると成熟を開始します。10℃を超えてから、毎日の平均水温から10℃を引いて積算した水温が、600℃に達すると産卵するとされています²⁾(図2)。

試験により、水温が高い状態で餌をたくさん食べて栄養状態がよくなったマガキは、産卵後もすぐに次の産卵ができる状態になる「再成熟」が生じやすくなることが明らかとなりました³⁾。このことが産卵期の長期化の原因と考えられます。

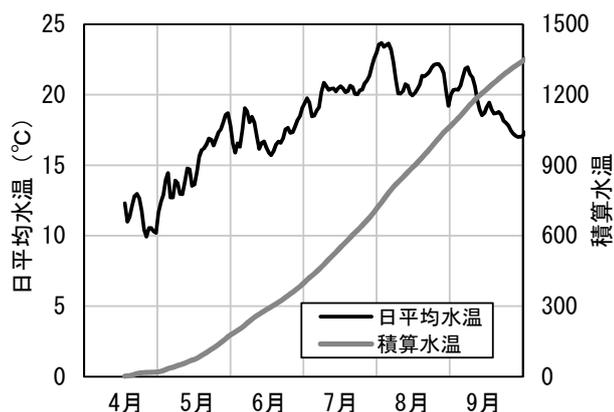


図2 水温と積算水温の例

餌量制限による成熟抑制

再成熟の対策として、春の成熟期から夏の産卵期にかけて、マガキを市販の野菜出荷用網袋(以下、網袋)で覆い、マガキが餌(植物プランクトン)を食べにくくする「餌量制限」を行います(写真2、図3)。

マガキを網袋で覆うことで水の通りが悪くなると、流れてくる餌の量が少なくなり、結果的にマガキの食べられる餌の量が少なくなります。餌量制限の結果、生殖巣で使用できる栄養が減少し、

生殖巣の発達が抑えられ、産卵後に再成熟が生じにくくなることがわかりました。

試験では、網袋を3枚重ねた試験区では制限が足りず、5枚重ねた試験区で最も良好な結果が得られました。実際には、養殖を行う場所によって餌の量に差があるので、マガキの様子を見ながら、その場所に合わせた網袋の枚数に調節する必要があります。また、餌量制限を行うと成長も止まるため、制限を行う時点でほぼ出荷サイズに達しているマガキを用います。

餌量制限を行うタイミング

餌量制限を開始する時期を変えた実験を行ったところ、餌量制限開始時期の積算水温が0℃と85℃では生殖細胞残存率や産卵2ヶ月後の再成熟率が低かったのに対し、327℃では再成熟率が高くなることがわかりました(図4)。以上のことから、水温が10℃を大きく超える時期が続いて成熟が進んでしまってから網袋での餌量制限を行っても、餌量制限の効果はあまり得られず、産卵後も生殖巣が残存して再成熟してしまうため、遅くとも積算水温が300℃に達する前には餌量制限を開始する必要があると考えられました。



写真2 市販の野菜出荷用網袋に入れた様子

● 通常の養殖（対照群）



● 早期出荷技術

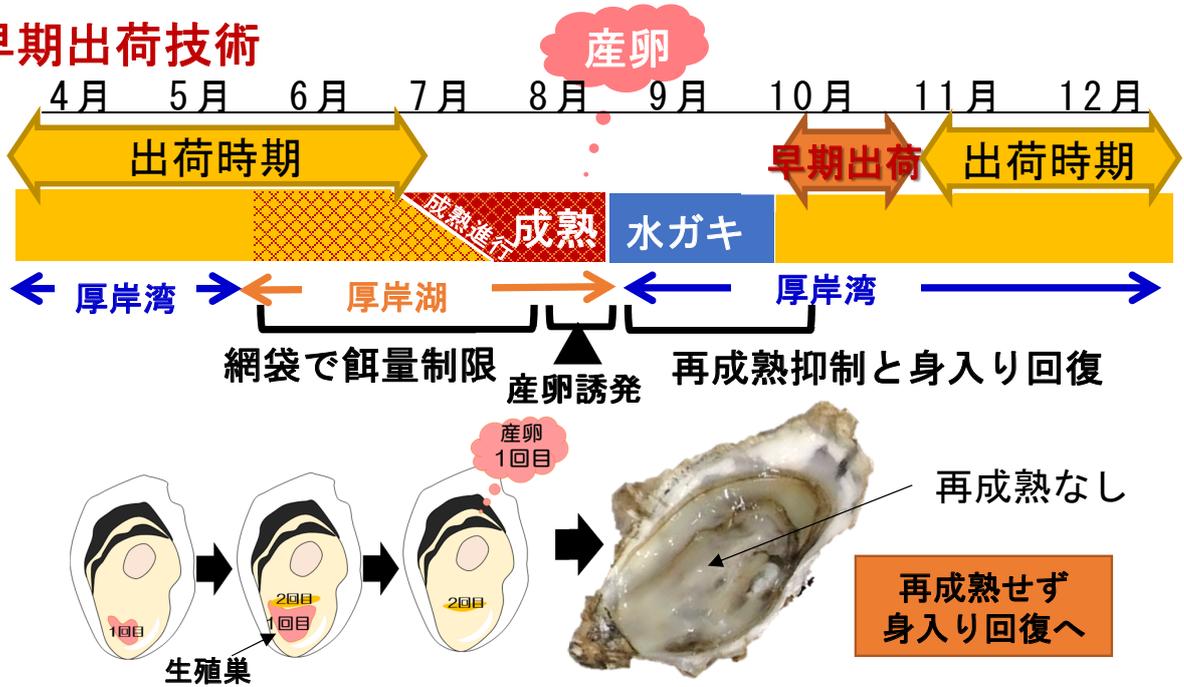


図3 網袋を用いた餌量制限による早期出荷技術の概要
 上段：通常の養殖
 下段：早期出荷技術

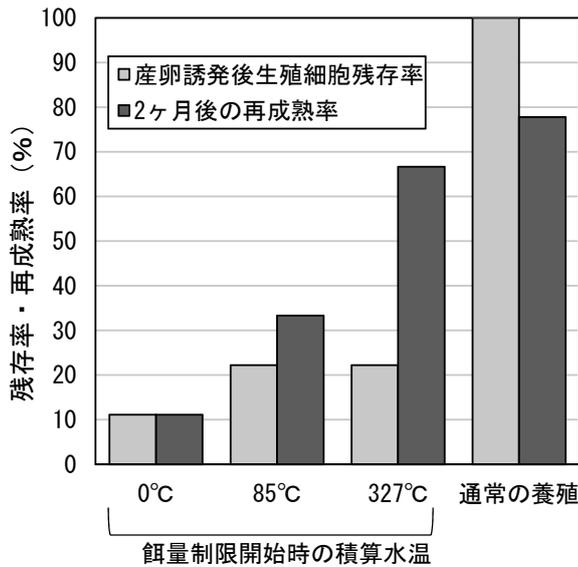


図4 餌量制限開始時の積算水温の違いによる産卵誘発後の生殖巣残存率と産卵2ヶ月後の再成熟率

産卵誘発

餌量制限だけでは完全には産卵をコントロールできないことから、網袋による餌量制限を行ったあと、積算水温が600℃を超える少し前に網袋から取り出し、人為的な刺激により、産卵させます。

養殖中に網袋の中で放卵・放精がおこると、生み出された卵や精子により網袋の中の環境が悪化してしまい、マガキのへい死につながる恐れがあります。そのため、網袋を用いた餌量制限を行う場合は、予測される産卵時期よりも少し前に網袋から取り出して産卵させます。十分に成熟したマガキは、数時間の干出や、紫外線照射海水での蓄養で、放卵と放精を誘発することができます。今回の試験では、日陰で5～7時間程度干出させた後、紫外線照射海水の掛け流し水槽に収容しました。誘発に反応して卵や精子が放出されると、水槽内が泡立ちます(写真3)。このように、人為的に誘発し、産卵と放精をしっかりと終了させることが、本技術の重要な要素の一つと言えます。



写真3 紫外線照射海水による産卵誘発の様子
放出された卵や精子で泡立つ

身入り回復

産卵後は、網袋に入れずに通常の養殖カゴで水温の低い厚岸湾に垂下し、餌をしっかりと食べさせ、産卵で疲弊した「水ガキ」の状態から身入りを回復させます。このとき、水温が高い海域に垂下すると、再び成熟する可能性があります。また、垂下再開の時期が早すぎて、水温上昇が続くと、再成熟してしまうため、水温の上昇が終わる時期から垂下を開始することも重要です。

春の早い時期から水温が上昇する厚岸湖で、4月下旬からマガキを垂下すると、産卵の目安となる積算水温600℃に達する時期が7月中旬になります。この時期に産卵させて厚岸湾へ垂下しても、厚岸湾の水温はまだ上昇途中であるため、身入り回復ではなく再成熟に向かう可能性が高くなります。そこで、春先は冷たい厚岸湾に垂下しておき、5月下旬頃から暖かい厚岸湖で網袋による餌量制限を開始すると、ちょうど産卵後には厚岸湾の水温も上げ止まり、再成熟せずに身入り回復へと向かいやすくなります。海域の餌環境にもよりますが、1ヶ月半～2ヶ月程度で身入りが回復し、「はしり」の時期にマガキ本来の美味しさがつまった状態で出荷可能となります。

おわりに

今回ご報告した、網袋を用いた餌量制限による成熟抑制、産卵誘発および身入り回復技術により、美味しいマガキを早期出荷することが可能となりました。この技術は、各漁業者が行っている養殖作業の全量に対して取り組む必要は無く、「はしり」の時期に出荷するマガキへの導入が適していると考えています。

2020年10月9日に、厚岸漁協カキえもん養殖協議会のシングルシードカキ養殖勉強会の場で、この技術を紹介させていただきました(写真4)。興味を持たれた方は2021年の養殖作業で試験的に導入していただき、手応えを感じられたと聞いています。今後もこの技術が広がり、マガキ養殖を行う上で選択肢の一つとなるよう、普及に努めます。



写真4 シングルシードカキ養殖勉強会の様子

本研究は、生物系特定産業技術研究支援センターが委託元のイノベーション創出強化研究推進事業「地場種苗・健康診断・経営戦略でピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システム」の一環で行いました。事業の成果普及資料が「地場種苗を活かしたマガキ養殖のすすめ～その理論と実践～」としてまとめられ、国立研究開発法人水産研究・

教育機構のホームページでウェブ公開されておりますので、ご覧いただければと思います(図5)。



http://www.fra.affrc.go.jp/kseika/guide_and_manual/magaki_youshoku/magaki_youshoku_low.pdf

図5 事業の成果普及資料集掲載ウェブのQRコードとウェブアドレス

引用文献

- 1) 武山悟 (2016) シングシードのパイオニア 北海道の「カキえもん」, 月間養殖ビジネス, 53 (11), 42-43.
- 2) 大泉重一, 伊藤進, 小金沢昭光, 酒井誠一, 佐藤隆平, 菅野尚(1971) 第2章カキ養殖の技術, 「浅海完全養殖-浅海養殖の進歩」 今井丈夫(監修), 恒星社厚生閣, 153-189.
- 3) 長谷川夏樹, 東屋知範, 鶴沼辰哉, 近田靖子, 武山悟 (2020) マガキDEBモデルの改良による餌料環境に応じた産卵量変化と多回産卵の再現, 2020年度水産海洋学会研究発表会(オンデマンド)講演要旨集, 42.

(近田靖子 釧路水試調査研究部 報文番号B2461)

資源管理・海洋環境シリーズ

日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴と変化

キーワード：日本海、北海道西岸域、対馬暖流、日本海固有水、気候変動

日本海の海洋環境

日本海はユーラシア大陸と日本列島に挟まれ、内部に海底水深3000 m以上の海盆をもちながら、外部とは浅い海峡（最深部で海底水深200 m前後）でつながっている半閉鎖的な海域です（図1左）。日本海の海洋環境はその地理的な特徴から、外海の影響を受ける表層（水深200 m以浅）と、日本海独自の循環の影響を受ける中深層（水深300 m以深）の2層に分かれています。例えば、表層は対馬海峡から流入する東シナ海由来の対馬暖流の影響が強く、日本列島に沿って南からの暖かい水が北まで運ばれるため、列島側では大陸側に比べて北まで水温が高くなっています。一方、中深層は日本海固有水と呼ばれる水温0～1℃の鉛直的に一様な水が分布しています¹⁾。これらはロシア沿岸で冬季に冷却された水が起源とされており、中深層に分布しながら大気の影響を強く受けています。日本海で漁獲される水産資源はこういった2層構造の海洋環境をうまく利用しており、表層では暖水性のスルメイカやブリが広く回遊し、中深層では冷水を好むエビやカニ、タラ類などが分布しています。

2層構造で特徴づけられる日本海の海洋環境ですが、その構造故に気候変動や外海などの影響を他の海域に比べて受けやすい事が指摘されています。例えば、対馬海峡から日本海に流入する対馬暖流の流量が、1995年以降増加傾向にある事が報告されており、これには源流域にあたる東シナ海

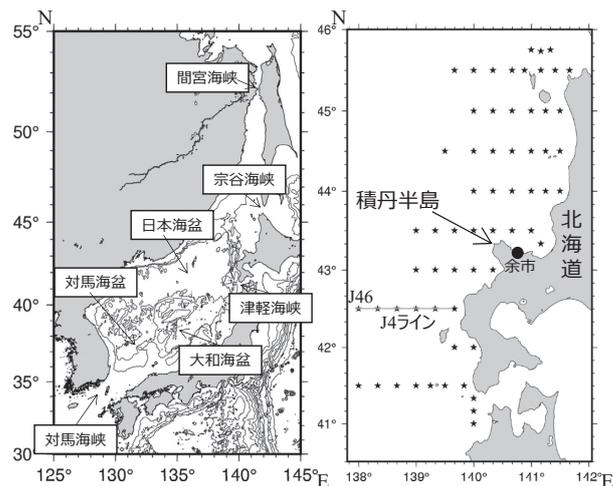


図1 日本海周辺の海底地形図（左）と北海道西岸域の観測点図（右）

及び太平洋の海況変化との関連が示唆されています²⁾。また日本海固有水の水温は、ロシア沿岸での冷却が弱まったことにより、20世紀半ばから他の海域よりもかなり早い速度で上昇していることも分かっています³⁾。

では環境が大きく変化する日本海の中で、我々が身近に接している北海道西岸域はどうなっているのでしょうか？北海道西岸域は日本海の北側に位置しており、太平洋とつながる津軽海峡、オホーツク海とつながる宗谷海峡が存在する事から、日本海の出口にあたる海域です。また表層には対馬暖流が流れ、中深層には日本海固有水も分布しており、日本海の特徴である2層構造も見られます。道総研水産試験場では、この海域で試験調査船による定期的な海洋観測を30年間にわたって実施し、環境変化をモニタリングしてきました

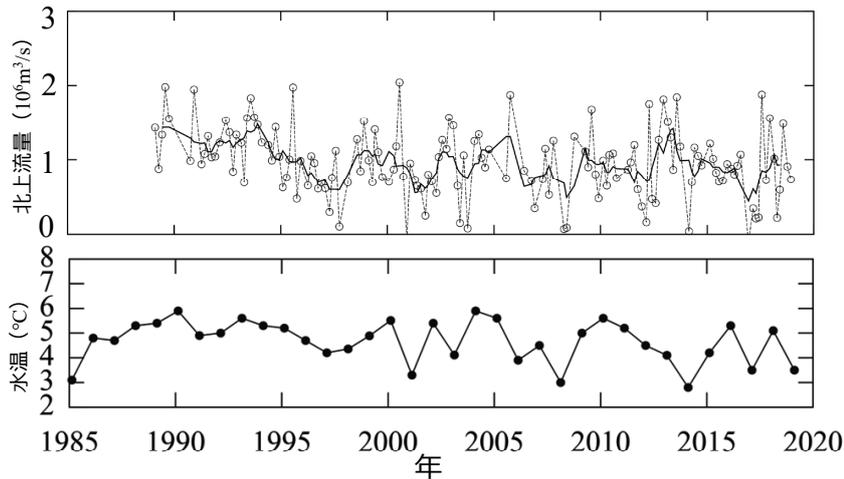


図2 (上) 北海道西岸(J4ライン)を北上する対馬暖流の流量(点線は2ヶ月おきの実測値、実線は1年間の移動平均)(下)余市前浜での年の最低旬平均水温

(図1右)。今回はその中から分かってきた、日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴と変化についてご紹介します。

北海道西岸域における表層環境の変化

北海道西岸域は対馬暖流の流域下にあり、沿岸では表層から水深200 m付近まで水温の高い対馬暖流水が分布しています⁴⁾。この水の水温や層の厚みは北上する流量に大きく左右されるため、表層の環境を把握するためには、北上流量とその経年変化を知る事が重要となります。対馬暖流の流量は上流域にあたる対馬海峡付近では1995年以降増加傾向にあると言われてしています²⁾。この流れは本州沿岸を北上したのち、一部が津軽海峡を抜けて太平洋に流出し、残りが北海道西岸域を北上します。このため北海道西岸域における北上流量は対馬海峡付近の変化とは異なると考えられます。

そこで、道総研水産試験場の試験調査船で観測されたデータから北海道西岸域を北上する流量を調べてみました(図2上)。これを見ると、北上する流量は1990年代前半に比較的安定して多く、2000年以降は増減を繰り返しながら少なく推移しています。また2000年以降では、流量がほとんど

0となるような極端に流量の少ない時期も複数回観測されています。この観測結果は近年増加傾向にある上流域の状況とは一致しておらず、むしろこの30年間では流量が少なくなっているように見えます。

こういった流量の低下は北海道西岸域の水温環境に大きな影響を及ぼします。例えば、北海道余市町で観測されている沿岸水温と対馬暖流の流量を比較すると、冬季に流量が低下した年(2001、2008、2014年)(図2下)には年最低水温が他の年に比べて大きく低下している事が分かりました。

このように北海道西岸域を北上する流量は、上流域での変化と対応しておらず、沿岸の環境にも大きな影響を及ぼしている事が分かりました。そのため今後もモニタリングを続けると共に、変化の要因について詳しく調べて行く必要があります。

北海道西岸域における中層環境の変化

北海道西岸域の積丹半島以南には3000 m以上の水深をもつ日本海盆が存在しており(図1左)、深層には日本海固有水が分布しています。この日本海固有水は気候変動の影響で昇温している事が

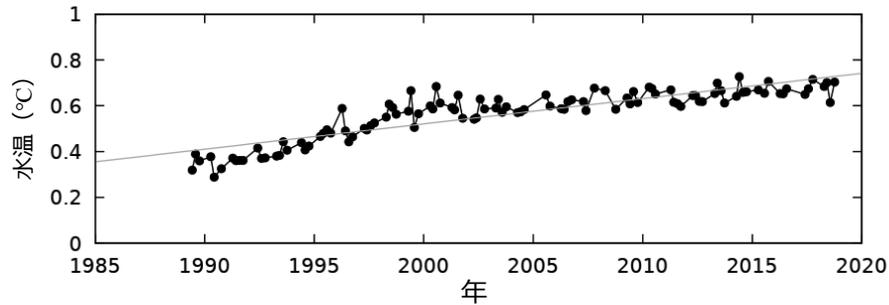


図3 日本海沖合の中層（J46：500 m深）における水温の時系列（灰色線は回帰直線を示す）

報告されていますが、それらは主に深層（水深1000 m以深）水温に関する報告がほとんどで³⁾、漁業が行われる中層（水深300～500 m）の水温については、本州の福井県沖の1点で500 m深の水温が上昇している事が報告されているのみです⁵⁾。

そこで試験調査船のデータから、北海道西岸域の500 m深水温がどのような傾向にあるか見てみました。例として、積丹半島以南の観測点（J46）での水温の変化を見てみると、右肩上がりに昇温していることが分かります（図3）。その速度は、年代によって上昇幅が多少異なりますが、30年間でおおよそ1°C /100年の速度で昇温しているのが分かりました。

さらに、この昇温傾向が観測範囲内のどこで起こっているかを見てみると、沿岸の一部の点を除く、全ての点で同じような速度で昇温している事が分かりました。この昇温速度は福井県沖で観測された速度の2倍程度の速さです。この昇温速度の違いが海域の違いなのか年代の違いなのかは、まだ分かっていませんが、少なくとも北海道西岸域では気候変動の影響が強く表れている事が明らかになってきました。

今後の課題

日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴や変化を見てみると、日本海全体の変化と連動し

ている所もある一方で、傾向や速度が一致しない変化があることが分かりました。このような局所的な違いは、今後気候変動など地球規模の環境変化が北海道沿岸の海洋環境、ひいては北海道の水産業へ与える影響を考える上では重要な知見となります。

しかし、北海道西岸域のような狭い海域に限っても、まだ分かっていない事が多くあります。例えば、今回は積丹半島以南における対馬暖流の流量変化についてご紹介しましたが、実は積丹半島以北では暖流がどこを通過して北上し、宗谷海峡からオホーツク海に抜けているかについては、よく分かっていません。この流路に沿って高温・高塩分な水が輸送されるため、表層の水温変化はもとより、冬季の冷却を通して中層の水温変化にも影響を及ぼすと考えられており、解明が待たれています。

流路の変化を調べるためには、既存の水温塩分の調査に加え、流れを正確に測る必要があります。現在、北海道西岸域では道総研稚内水試所属の試験調査船「北洋丸」が主に積丹半島以北を、函館水試所属の試験調査船「金星丸」が積丹半島以南を担当して調査を実施しています。金星丸にはADCP（音響式多層流向流速計）という表層から中層までの流れを正確に測る機械が搭載されており、津軽海峡の流量調査などで成果を上げています⁶⁾。一方で北部を担当する北洋丸も2022年2月

に新造船となり最新のADCPが搭載され、これにより日本海の北海道西岸域全体で流れを測ることが可能になりました。今後もこういった新しい機器を使って、身近だけどよく分かっていない日本海の海洋環境をしっかりと調べていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 宇田道隆 (1934) 日本海及び其の隣接海区の海況, 水産試験場報告, 5, 57-190.
- 2) Kida, S., Takayama, K., Sasaki Y., Matsuura, H. and Hirose, N. (2021) Increasing trend in Japan Sea Throughflow transport, *Journal of Oceanography*, 77, 145-153.
- 3) Gamo, T., Nozaki, Y., Sakai, H., Nakai, T. and Tsubota, H. (1986) Spacial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. *Journal of Marine Research*, 44, 781-793.
- 4) 中多章文, 田中伊織 (2002) 北海道西岸における対馬暖流傾圧流量の季節および経年変化, 北海道立水産試験場研究報告, 63, 1-8.
- 5) Cui, Y., Senjyu, T. (2012) Has the upper portion of the Japan Sea Proper Water formation really been enhancing?, *Journal of Oceanography*, 68, 593-598.
- 6) 西田芳則, 鹿又一良, 田中伊織, 佐藤晋一, 高橋進吾, 松原久 (2003) 津軽海峡を通過する流量の季節・経年変化, *海の研究*, 12, 487-499.

(佐藤政俊 稚内水試調査研究部 報文番号B2462)

資源増殖・水産工学シリーズ

磯焼け研究のこれまで、これから

キーワード：磯焼け、ホソメコンブ、群落形成

はじめに

北海道日本海南部の磯焼けは、1950～1960年頃に顕著になったとされています¹⁾。北水試では、1980年代から本格的に磯焼け研究に取り組み始め、研究の概要はいったん本誌31号²⁾にとりまとめられています。その後も研究は継続され、最近では、いろいろな技術革新によって、以前はわからなかったこともわかるようになってきた一方で、磯焼けの海の様子も変わってきています。ここでは、最近の知見も踏まえて、これまでの磯焼け研究でわかってきたことと、これからについて考えてみたいと思います。

冬季の海洋環境

磯焼けを引き起こす要因については、いろいろなことが言われてきました。磯焼けは、一つ、二つの原因ではなく、多くの複合した要因で起こっていると考えられるため、どれも間違いとはいえません。しかし、大きな原因のひとつとして、冬期間の水温上昇とこれに伴う栄養塩の変動があると考えられます²⁻⁴⁾。

冬の北海道日本海南部の海では、どのようなことが起きているのでしょうか。冬になると、気温が低下して海の表面が冷やされます。水温が下がった海水は重くなるので、海の表層から深いところへ沈んでいきます。同時に、深いところにあった栄養塩の豊富な海水が表面に持ち上げられる「鉛直混合」が起これ、表層に栄養塩が供給されます。

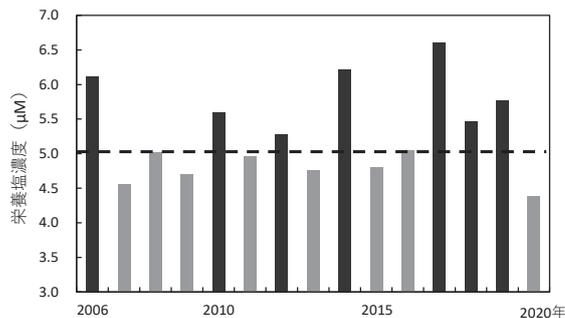


図1 泊沿岸の冬季栄養塩濃度
「温排水 泊発電所温排水影響調査報告書」(北海道)平成18年度～令和2年度第4四半期の硝酸態窒素の平均値(一部データは除外した)。

この栄養塩値の上昇は、水温が下がる11月中～下旬頃から始まり、厳冬期の1～2月にピークとなります。表層の栄養塩濃度がどのくらい高くなるかは、対馬暖流の流量、鉛直混合の深度なども関係し、これらの要因は毎年異なるため、表層の栄養塩濃度も年変動します。

近年の冬季栄養塩濃度の推移を見てみます。図1に、北海道原子力環境センターと北海道電力で調べた、泊海域の冬季の栄養塩濃度を示しました。室内培養実験から、コンブ配偶体の成熟・発芽に必要な栄養塩濃度は、 $5 \mu\text{M}$ が目安になることがわかっています⁵⁾ので、これを指標にしてみます。過去15年のうち、栄養塩濃度が $5 \mu\text{M}$ を超えたのは7年、ギリギリか下回ったのが8年ありました。したがって、2年に1回は、配偶体の成熟に必要な栄養塩が供給されなかったことになります。ただし、この栄養塩濃度の測定は、冬の間の1回もしくは2回の観測によって得られたも

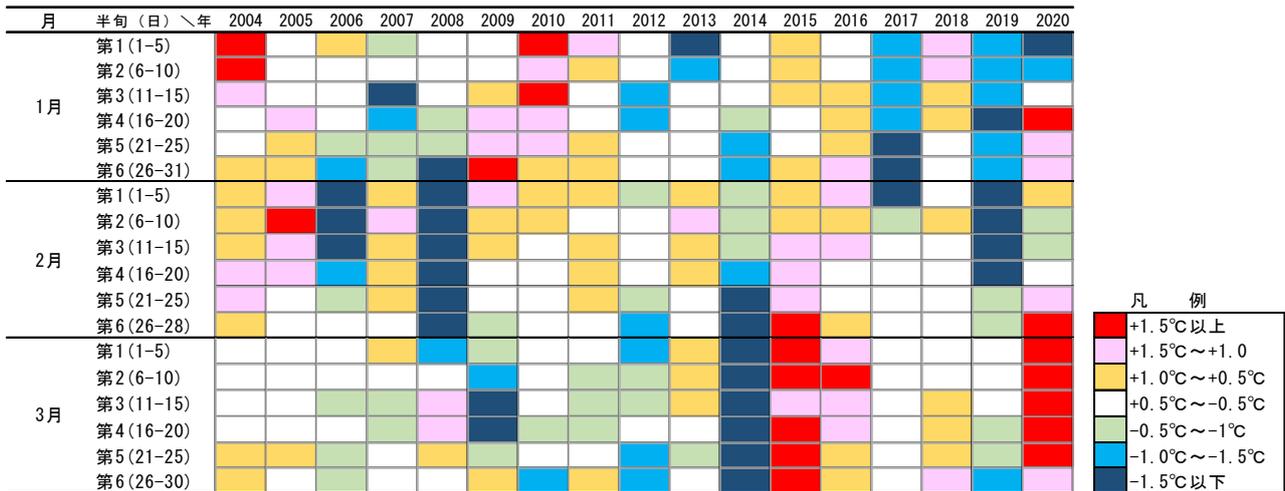


図2 寿都町矢追地区水深2mの冬季水温偏差
各月半月毎に2004~2020年の平均値からの偏差を示した。

のですから、必ずしもその年の栄養塩の多寡を代表している数値ではないことに注意が必要です。また、2月下旬から3月頃には植物プランクトンが大発生(ブルーミング)して、栄養塩が消費されてしまいますので、コンブが利用できる栄養塩は、初冬からブルーミング時期までとなりますが、年によってこの期間の長さが異なります。コンブが利用できる栄養塩は、期間の累積量となりますので、連続したデータがほしいのですが、栄養塩を連続して測定する実用的な測器は今のところありません。ただし、栄養塩濃度と水温は基本的に逆相関関係にあります^{3), 6)}から、連続観測が行われている水温のデータから冬期間中の栄養塩値を類推することはできます。

図2に、当水試が観測している寿都町矢追地区の冬季水温偏差を示しました。1月から3月にかけての水温は、温暖な年や寒冷な年があることがよくわかりますし、時期別に詳しく見ると、寒冷な年の中でもいろいろなパターンがあることがわかります。たとえば、2008年のように2月は冷たいのですが3月には急速に暖かくなる年、2009年のように2月まで温暖なのに3月に急激に寒冷になる年、また期間を通じて全体に寒冷な年でも

2014年のように2月下旬から3月に極めて寒冷になる場合と、2017年や2019年のように1月から2月上旬を中心に低水温になる年、などの違いがあります。

忍路湾で6月のコンブ生育状況を調べた結果⁴⁾からは、2008年はコンブが大きく密度が高いこと、2014年はコンブの密度は高かったもののサイズはあまり大きくなかったことがわかっています。コンブの生活史を見ると、1月前半は配偶体の成熟期から幼胞子体の発芽期、1月後半以降は胞子体の成長期にあたりますので、成長段階と水温(栄養塩)との関連がありそうです。また、最近では、ドローンによる空撮画像から、各地のコンブ群落の形成状況が比較的容易にわかるようになり、2017年と2019年にはコンブ群落が広範囲に形成されたことがわかっています⁷⁾。このように広範囲にコンブ群落が形成された年の海洋環境が、どのようになっていたのかを総合的に解析し、群落形成との関連性を明らかにするための研究を現在実施中です。

水温・栄養塩といった冬の海洋環境は、広範囲な春のコンブ群落形成に影響を及ぼしますが、一方で河口周辺や岩礁頂部、破碎帯などの浅所にも

コンブ群落が形成されます⁸⁾。このうち、河口周辺は、河川を通じて常時供給される陸域由来の栄養塩が群落形成に関与していると考えられます。一方、浅所に形成されるコンブが利用する栄養塩は、前述の沖合から供給されるものに加えて、その場所の海水の流れが関与します。コンブが吸収できる栄養塩は、単純な海水中の濃度だけでは評価できず、単位時間あたりに藻体表面にあたる栄養塩量で評価の方が適切です。これは「栄養塩フラックス」と呼ばれ、「濃度×流速」であらわすことができます。つまり、環境中の栄養塩濃度が低くても、流れが強ければ単位時間に藻体表面にあたる栄養塩は多くなり、逆に濃度が比較的高

くても、流れが弱い場所では吸収できる栄養塩は少なくなります。

磯焼けが進んだ現在でも、浅い場所でコンブ群落が残っているのはこのためですが、このような場所を細かく見ると、毎年コンブが生える場所がある一方、年によって生えたり生えなかったりする場所があることがわかります。ある場所で、コンブが「生えた年」と「生えなかった年」の冬期間の流動の変化を波向きや地形を考慮して底面流速に置き換え、栄養塩フラックスとコンブ群落形成との関係を調べる研究も進行中です。これが解れば、どのような条件が揃えばコンブ群落が形成されるかが判断可能となるでしょう。

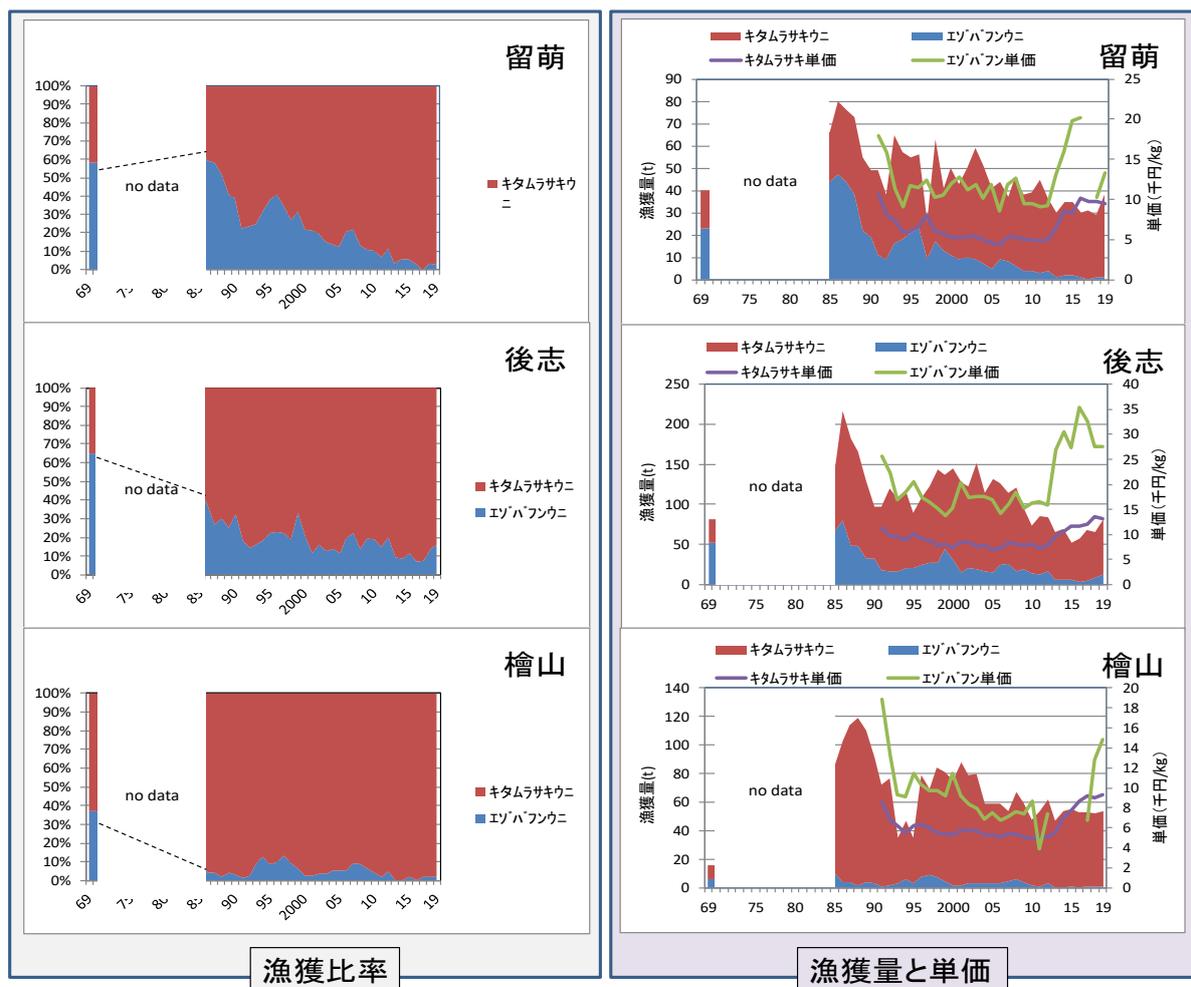


図3 日本海側における主要ウニ2種類の漁獲比率と漁獲量および単価の経年変化
1969年、1985～1989年は水島¹²⁾を用いた。1990～2019年までは北海道水産現勢またはマリネット北海道 (<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/index.html>) の集計機能を用いた。

植食動物による食害

環境変動によって減少した海藻群落は、ウニなどの植食動物によって食害されることが磯焼けの回復をより困難にしています²⁾。ウニはコンブを食べることで磯焼けを持続させますが、一般には「食う・食われる」の関係から、海藻群落が減少して餌が少なくなるとウニの個体数が減って食圧が軽減され、その結果、再び海藻群落が増大するという関係が成り立つはずですが、しかし、現状で“ウニは多いまま”、“海藻は少ないまま”の状態が続いています。

実は、ウニと一口で言っても、この海域ではエゾバフンウニとキタムラサキウニの両種が生息しており、前者は海藻しか食べないのに対して、後者は海藻はもちろんですが、雑食性で何でも食べるといったように食性が異なります。このため、エゾバフンウニでは海藻との間に被捕食関係が成立しますが、キタムラサキウニについてはこれが成立しません。また、両種では至適水温も異なっており、比較的低水温を好むエゾバフンウニに対してキタムラサキウニは高温でも生育可能なので、海水温の上昇はキタムラサキウニの生息に働くものと思われます。さらに、1983年にキタムラサキウニの大発生があり、これを機会に当海域のウニはキタムラサキウニの比率が高くなりました(図3左)。そのため、海藻類が激減してもウニによる食害がずっと続いて、磯焼けがなかなか解消しない状況になっています。

最近「ウニブーム」となり、漁獲圧が高まっていることから、ウニの個体数も減少して、食圧も以前に比べれば軽減されていると思われますが、やはり「ウニ除去による密度管理」が磯焼け対策の大きな柱です。しかし、現在の磯焼けの海では、これだけでは不十分かも知れません。

母藻の重要性

磯焼け対策として各地で取り組まれている「ウニの密度管理」ですが、最近ウニを除去しても海藻群落は回復しない事例が見られています⁹⁾。

最初に述べたように、冬の環境がコンブの生育にとって不利な状況が続く現在では、海域全体に広くコンブ群落は形成される年は限られ、多くの年で栄養塩フラックスが高い場所にだけ小規模な繁茂が見られるに過ぎません。コンブは成熟すると葉面に形成された子嚢斑から遊走子を放出します。遊走子は海中に拡散しますが、その範囲は群落規模に比例し、比較的大きな群落からでも数百m程度しか広がりにません⁷⁾。そのため、小規模な群落は点在する状況では、周辺から遊走子が来ない場所が多くなっていると推察されます。こうなると、ウニなどの食害動物がいなくても、タネがないためにコンブ群落は形成されません。また、環境変化等でいったんコンブ群落がなくなってしまうと、すぐには回復しないことがあります。次に、その事例を紹介します。

積丹半島の先端近くに、磯焼けが広がっている場所があります。ここでは、これまでウニ除去などの対策が実施されてきましたが、効果が見られませんでした。磯焼けしている場所から東に400m、西に1km程度離れた場所にはコンブ群落がありますが、海水の流れをシミュレーションした結果、これらの群落で放出された遊走子は、この場所には到達しづらいことがわかりました⁷⁾。また、実際に現場の海水を調べてもコンブの遊走子はほとんど出現しませんでした。この海底に、人為的にコンブのタネを付けたプレートを設置したところ、翌春には小規模ながらコンブが生育しました。このことは、ここで磯焼け状態が継続しているのはタネ不足が主な原因であること、また、地形的に周辺のコンブ群落から遊走子が供給され

づらい場所があることを示しています。ここで形成されたコンブ群落については、その後の顛末があるのですが、紙面の都合上、割愛します。詳しく知りたい方は既報^{10,11)}をご覧ください。

寿都町には、ウニの食圧を防ぐ目的で水深を浅くした施設（以下、「かさ上げ礁」）があります。ここでは、ウニの食圧は制御されており、礁の設置当初には大規模なコンブ群落が形成されました。しかし、徐々に群落規模が小さくなり、2015年には礁上のコンブは枯渇してしまいました。この状態は2016年も継続し、礁上には母藻となるコンブは存在していませんでした。2017年は冬の栄養塩環境が極めて良く、広い範囲でコンブ群落が形成された年です。ウニの影響がないかさ上げ礁では、冬の環境がダイレクトに春のコンブ繁茂に反映されるはずですから、この年は濃密な群落形成されるはずでした。ところが、かさ上げ礁上にはわずかなコンブ繁茂が見られたのみでした。これは前年秋の母藻が皆無だったためにタネ不足が大きな障害となり、2017年の好環境でも群落形成がされなかったものと思われます。それでも、この年の環境が“極めて”良かったことから、かさ上げ礁から300 mほど離れた場所にあるコンブ群落から供給されたタネが、わずかながらのコンブ生育に寄与したのでしょう。この群落は、小さいながらも秋まで残存したため、これが母藻となり2018年以降のかさ上げ礁は濃密なコンブ群落が形成され続けています。

母藻の存在と翌春のコンブ群落形成について検討するため、かさ上げ礁で2006～2020年まで蓄積したデータを使って「決定木分析」を行ってみました。決定木分析というのは、結果に対して、解析に用いた因子がどのように関与しているかを樹状の図で表したもので、各因子の関与度合いや関係を視覚的にわかりやすく示すことができるもの

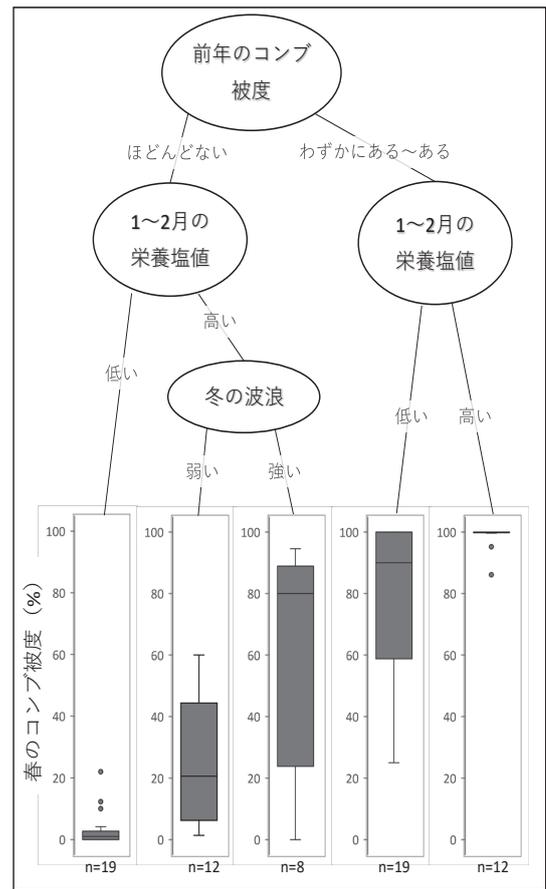


図4 かさ上げ礁での調査結果を用いた決定木分析 2006～2020年の調査結果等（本文参照）を用いた。フリー統計ソフトRによる。

です。結果となる「春のコンブ被度（海底面のうち、コンブが占める割合）」に影響を与える要因として、1～2月の「水温実測値」、「水温から換算した栄養塩値」、「波浪推計値から計算した波浪強度」と「前年秋のコンブ被度」を因子として用いました。その結果、「春のコンブ群落被度」に最も影響を与える（決定木では一番上の分岐）のは、「前年秋のコンブ被度」となりました。これがわずかながら（被度3.4%以上）でもあり、かつ「栄養塩」が高ければかなりの確率で「春のコンブ被度」が高くなります（決定木の一番右の系）。逆に、「前年秋のコンブ被度」がほとんどない場合に「栄養塩」が低いと春の群落はほとんど形成されていない（決定木の一番左の系）ことがわかりました（三好、未発表、図4）。この結果は、

各因子の与え方などにまだ検討の余地がありますが、かさ上げ礁のコンブ群落の形成はまず「前年秋のコンブ被度」が必要で「栄養塩」や「波浪」はその次に必要な因子であり、これらの影響を受けて最終的な「春のコンブ群落被度」が決まっている可能性を示しています。

「前年秋のコンブ被度」は「母藻の有無」を表しています。コンブの遊走子は、1本の母藻から膨大な量が産出されますが、一方で、前述の通り、遊走子の拡散範囲はそれほど広くありません。群落形成のためには、わずかな量でも“近く”に母藻があることが重要だと考えられます。今後は、群落維持のための母藻の役割について、多角的な研究を進めていきたいと考えています。

磯焼け研究のこれから

北海道日本海南部の磯焼けは、発生から50年以上経過しました。磯焼けの大きな原因の一つが長期的な海洋環境の変化にあるとすれば、私たちの力で全面的に解消するのは難しいでしょう。一方で、小規模な群落は、まだあちこちに見られますから、その形成条件を詳細に調べることで、どのような条件が揃えばコンブ群落が形成されるのか？欠けている条件をどう補えば群落を形成させることができるのか？を検証していきます。これらがわかってくると、すべての場所で同じメニューの磯焼け対策を実施するのではなく、その場所に最も適した対策を立てることが可能になります。また効果の期待度を事前に示すことができるようになり、投資と経済効果の観点から、対策を実行すべきかどうかの判断もできるようになり、これまでよりも効率的かつ経済的に施策を進めていけるようになるでしょう。水産試験場では、これまでも、そしてこれからも海の環境変化に対応した研究を進めていきます。

参考文献

- 1) 藤田大介 (1987)北海道大成町の磯焼けに関する聞き取り調査, 水産増殖, 35 (3), 135-138.
- 2) 吾妻行雄 (1995)北海道南西部沿岸の磯焼け, 北水試だより, 31, 3-9.
- 3) 飯泉 仁 (2000) 2. 北海道日本海沿岸の磯焼け, 「水産業の再生戦略」, 恒星社厚生閣, 東京, 27-48.
- 4) 干川 裕, 秋野秀樹, 高橋和寛, 津田藤典 (2018) 北海道忍路湾における6月のホソメコンブ現存量と密度に及ぼす秋季から春季の水温の影響について, 水産工学, 55 (2), 123-133.
- 5) Mizuta M, Narumi H, Yamamoto H (2001) Effects of nitrate and phosphate on the growth and maturation of gametophytes of *Laminaria religiosa* Miyabe (Phaeophyceae), *Suisanzoushoku*, 49, 175-180.
- 6) 中多章文, 八木宏樹, 宮園 章, 安永倫明, 川井唯史, 飯泉 仁 (2001)忍路湾における沿岸水温と栄養塩の関係, 北海道水産試験場研究報告, 59, 31-41.
- 7) 高谷義幸, 川井唯史, 秋野秀樹, 三好晃治, 福田裕毅, 安永倫明, 栗林貴範, 園木詩織, 合田浩朗 (2021) 4. ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究 (経常研究), 北海道立総合研究機構中央水産試験場事業報告書, 印刷中.
- 8) 高谷義幸 (2021)磯焼け海域におけるコンブ群落規模の年変動-地形によるちがいは-, 試験研究は今, 934, <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/work1/ima934.html>.
- 9) 干川 裕 (2016)ホソメコンブ遊走子を付けた石材による新たな藻場造成手法の取組, 北水試だより, 93, 19-21.
- 10) 高谷義幸, 秋野秀樹 (2018)磯焼けが回復しない! -要因の一つはコンブのタネ不足?- , 育てる漁業 (北海道栽培漁業振興公社), 481, 3-7.
- 11) 高谷義幸 (2020)磯焼け海域での小規模コンブ群落形成実験とその消長, 北水試だより, 101, 3-6.
- 12) 水島敏博 (1992)日本海のウニ漁業と資源の動向, 北水試だより, 18, 1-13.

(高谷義幸 中央水試資源増殖部 報文番号B2463)

さけます・内水面シリーズ

潟湖を活用した新たなサケ放流技術の開発

キーワード：サケ、潟湖、沿岸水温、初期成長

はじめに

北海道におけるサケの来遊数（沿岸での漁獲数と河川での捕獲数の合計）は2004年の6,058万尾をピークに減少を続け、2020年には1,833万尾にまで落ち込みました（図1上）。中でも、道東太平洋域（えりも以東東部地区）における落ち込みは激しく、2020年の来遊数はピーク時（2003年）の7%にまで低下しました（図1下）。

北海道太平洋地域におけるサケの来遊数は稚魚期（降海時期）に経験した沿岸水温が高いほど多くなることが知られています¹²⁾。その理由については、沿岸水温が高いと活発に餌を食べることができ十分に成長できるためだと考えられています。しかし、2000年代後半以降、太平洋地域における降海時期の沿岸水温は低めに推移してきました。中でも、道東太平洋域は寒流（沿岸親潮）の影響を受けるため、他の地域に比べて降海時期の沿岸水温が低く、これが道東太平洋沿岸域のサケ来遊数が道内の他地域に比べて大きく減少した原因だと考えられています。

つまり、道東太平洋地域のサケ稚魚はただでさえ寒冷な沿岸環境にさらされやすく沿岸域での生き残りに不利であるのに、近年の沿岸水温の低下がサケ資源の減少に拍車をかけたということです。私たちは、この地域のサケ資源回復に向けて様々な検討を行ってきましたが、沿岸水温は人の力ではコントロールできるものではないため対策をなかなか見いだせずにいました。万事休す、降海時

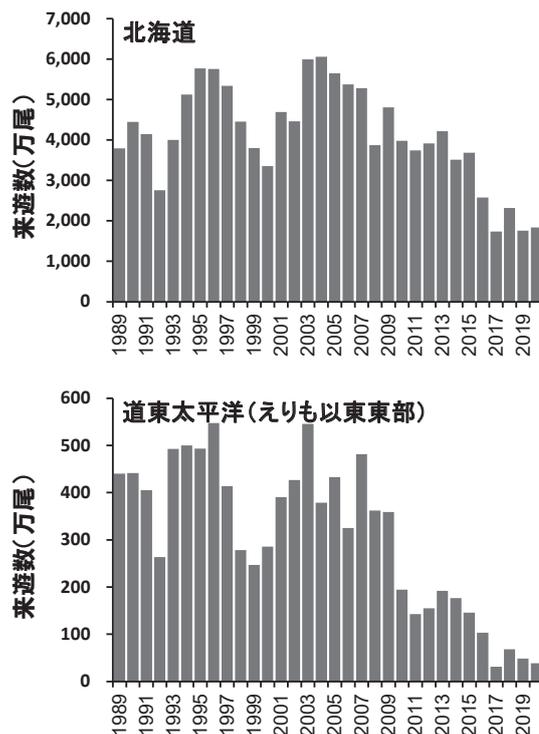


図1 北海道（上図）および道東太平洋域（下図）におけるサケ来遊数の推移

期の沿岸水温が上昇に転じるまで待つしか方法はないのかもしれないと思われつつあった頃、この地域に多く分布する潟湖（せきこ）を活用することで放流効果を向上させられるかもしれないというアイデアが浮かんできました。

潟湖とは内湾が砂洲などによって隔離されて形成された湖沼のことを指します（図2）。一般に潟湖は浅いため大気や太陽光により温められやすく、沿岸域に比べて高い水温が維持されやすいと考えられます。また、潟湖は淡水と海水が交じり合った汽水湖になる場合が多いのですが、一般に



図2 浜中町周辺に分布する潟湖群

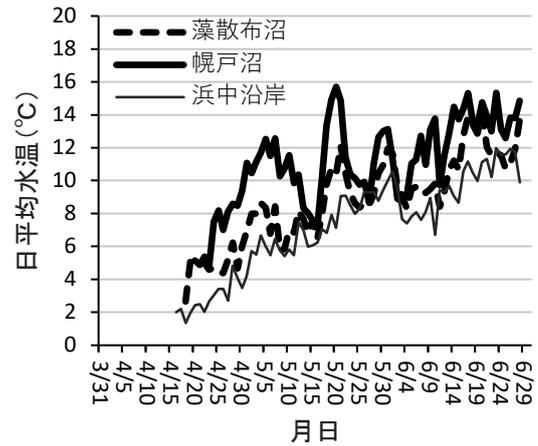


図3 潟湖と沿岸域の水温

汽水域は生物生産が盛んであることから、潟湖にはサケ稚魚の餌生物も豊富に存在しているであろうと考えられます。

そこで、私たちは潟湖の水温特性を調べるとともに、サケ稚魚を潟湖に放流することで成長が高まるか、その結果として回帰率の向上につながるかについて調査を行いました。

潟湖の水温特性とサケ稚魚の成長

まず、私たちは潟湖と沿岸域の水温を調べることから開始しました。調査対象とする潟湖には、浜中町にある幌戸沼と藻散布沼の2潟湖を選びました(図2)。2つの潟湖で水温やその変化傾向は異なりましたが、両潟湖ともに常に沿岸よりも高い水温が維持されていることが明らかになりました(図3)。次に、両潟湖にサケ稚魚を放流し、その後の成長を追跡したところ、対照群として設定した沿岸の生簀で飼育されているサケ稚魚に比べて高成長であることが明らかになりました(図4)。このような調査を4年間にわたって繰り返したところ、毎年同様の結果が得られることが明らかになりました。このことから、潟湖は沿岸域に比べて温暖な環境が整っており、サケ稚魚が成長するために必要な餌生物も十分に存在することが確かめられました。2020年には、放流試験初

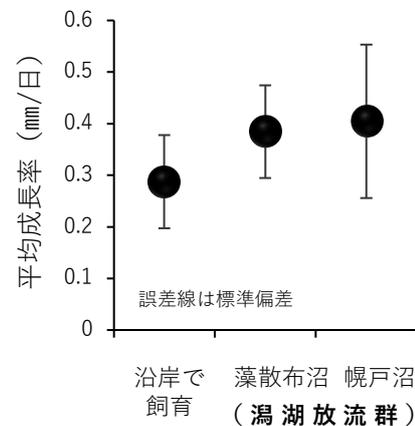


図4 沿岸の生簀で飼育されたサケ稚魚と潟湖に放流されたサケ稚魚の成長率

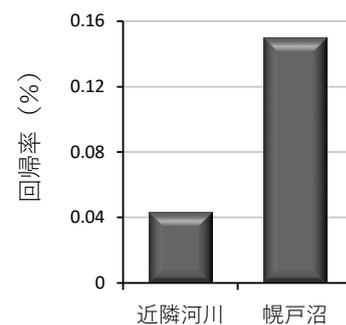


図5 幌戸沼およびその近隣河川に放流されたサケの回帰率

年度に幌戸沼に放流したサケが4年魚として回帰しました。その回帰率は、近隣河川に放流されたサケの回帰率の3.5倍に及ぶことが明らかになりました(図5)。

以上のように、サケ稚魚の放流場所として潟湖を活用することで、サケの回帰率の大幅な向上につながる事が明らかになりました。この成果については、水産研究本部の成果発表会でご紹介しており、既に複数の地区から潟湖を活用したサケ放流技術の普及についての相談が寄せられています。今後は道東太平洋域に広く分布する潟湖を活用して、広域的な資源の回復を進めるべく、技術の普及を図っていく予定にしています。

おわりに

ご紹介した研究結果から、道東太平洋域におけるサケ資源の回復を進めるうえで、潟湖の活用が有力であることをご理解いただけたと思います。しかし、潟湖は道内のどこにでもあるわけではありませんので、この技術は道東地域での活用に限られてしまいます。一方、サケ資源の減少は道東域に限らず全道各地でも大きな問題となっています。今回の研究では、「放流後の高い成長率」が回帰率向上につながる事が示唆されました。今後はこの知見をもとに、全道各地で放流されるサケ稚魚について、放流後の成長率を向上させるための手法開発が必要と考えています。

最後になりますが、この研究には浜中町さけます振興事業協会の高野利広様、浜中漁業協同組合、散布漁業協同組合の皆様、十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会の皆様から大変多くのご協力をいただきました。全ての方のお名前を挙げることは出来ませんが、ここに感謝の気持ちを記します。

参考文献

- 1) Nagata M, Miyakoshi Y, Fujiwara M, Kasugai K, Ando D, Torao M, Saneyoshi H, and Irvine JR (2016) Adapting Hokkaido hatchery strategies to regional ocean conditions can improve chum salmon survival and reduce variability altered

release strategies, North Pacific Anadromous Fish Commission Bulletin No. 6: 73-85.

- 2) Urabe H (in press) Recent trend in chum salmon stock decline and its potential mechanisms in Hokkaido, Japan. Proceeding of the Pacific salmon conference.

(卜部浩一 さけます・内水試さけます資源部
報文番号B2464)

各水試発
トピックス

キツネメバル種苗生産 マニュアルを公開します。

道総研栽培水産試験場栽培技術部では、平成16年から種苗生産・放流による日本海域におけるキツネメバル資源造成に向けた研究を行ってきました。本研究がいったん区切りとなったこの機に、これまでの種苗生産試験の結果をもとに、体長40 mm程度の種苗を安定して生産する手法を種苗生産マニュアルとしてとりまとめましたので、Web上に公開します。

キツネメバルはスズキ目メバル科の魚で、北海道では「まぞい」の名で親しまれる魚であり、ソイ類の中では最も高値で取引される魚種です。北海道では主に後志、檜山海域などの日本海で多く漁獲され、太平洋側ではほとんど漁獲されません。

キツネメバルをはじめとしたソイの仲間の多くは、卵を海中に産むのではなく、母親がお腹から直接小さな仔魚を出産する「卵胎生」という他の魚と異なる繁殖形態をとります。種苗生産マニュアルでは、親魚の採集から管理、産まれた仔魚を回収、収容して育てていくための方法とポイントをわかりやすくまとめてあります。

また、これまでの標識放流や遺伝子解析を用いた放流効果調査の結果からキツネメバルの種苗は放流地域周辺への定着率が非常に高いことが分かっています。成長は遅いものの、寿命は非常に長く、標識を付けて放流された魚が10年以上たった後に漁獲されることがあります。

種苗生産・放流コストや回収率についてはまだまだ知見不足の部分がありますが、キツネメバルは海産魚の中では、比較的種苗生産しやすく、ま

た年数はかかりますが種苗放流によって資源造成につながる可能性が高い魚種です。

ご興味をもたれましたら、栽培水産試験場のホームページからアクセスしてください。(https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/saibai/index.html)。キツネメバルの種苗生産、種苗放流をお考えの際は、栽培水試栽培技術部にご相談ください。

(田園大樹 栽培水試栽培技術部)

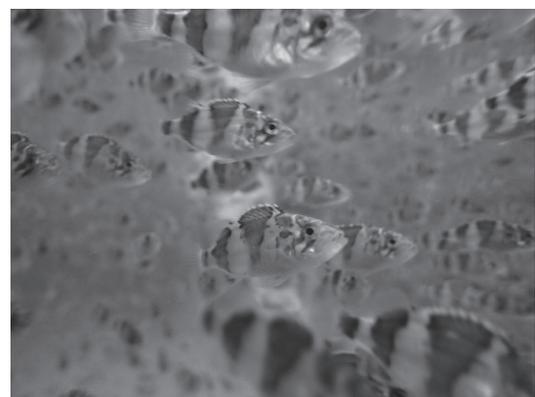
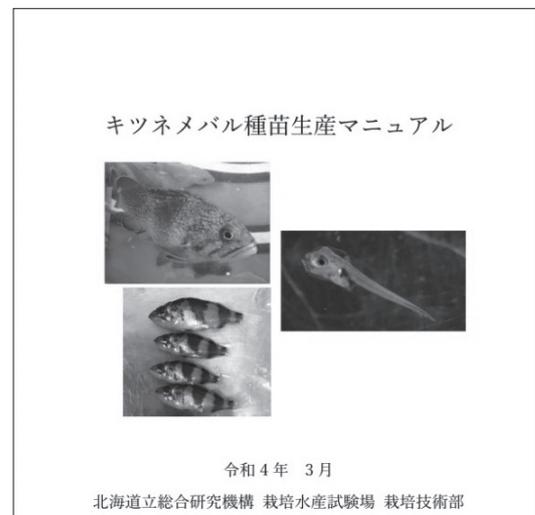


写真 種苗生産マニュアルの表紙(上)と種苗生産されたキツネメバル稚魚(下)

水産研究本部図書出版委員会

委員長 中多 章文

委員 板谷 和彦 美坂 正 奥村 裕弥

高畠 信一 清水 洋平 浅見 大樹

事務局 山口 幹人 小宮山健太 中明 幸広

水産研究本部出版物編集委員会

委員長 山口 幹人

委員 高嶋 孝寛 山口 浩志 萱場 隆昭 吉村 圭三

蛸谷 幸司 渡邊 治 隼野 寛史 下田 和孝

浅見 大樹 水野 伸也

事務局 小宮山健太 中明 幸広 (作業補助：鈴木 裕)

* * * * *

本誌の内容の一部、あるいは全部を無断で複写複製（コピー）することは、法律で認められた場合を除き、著者の権利の侵害となる恐れがありますので、必要な場合には、あらかじめ北海道立総合研究機構水産研究本部企画調整部あて、ご連絡くださるようお願いいたします。

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

本誌は、下記の水産試験場の広報誌です。本誌に対するご質問、ご意見がありましたら最寄りの水試までお寄せ下さい。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

中 央 水 産 試 験 場

046-8555 余市郡余市町浜中町238
電 話 0135 (23) 7451
F A X 0135 (23) 3141

函 館 水 産 試 験 場

040-0051 函館市弁天町20-5
函館市国際水産・海洋総合研究センター内
電 話 0138 (83) 2892
F A X 0138 (83) 2849

釧 路 水 産 試 験 場

085-0027 釧路市仲浜町4-25
電 話 0154 (23) 6221
F A X 0154 (24) 7084

網 走 水 産 試 験 場

099-3119 網走市鱒浦1-1-1
電 話 0152 (43) 4591
F A X 0152 (43) 4593

稚 内 水 産 試 験 場

097-0001 稚内市末広4-5-15
電 話 0162 (32) 7177
F A X 0162 (32) 7171

裁 培 水 産 試 験 場

051-0013 室蘭市舟見町1-156-3
電 話 0143 (22) 2320
F A X 0143 (22) 7605

さ け ます・内水面水産試験場

061-1433 恵庭市北柏木町3-373
電 話 0123 (32) 2135
F A X 0123 (34) 7233

北 水 試 だ よ り 第 104 号

令和4年3月4日発行

編集・発行 北海道立総合研究機構水産研究本部

ホームページアドレス <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/index.html>

印刷 株式会社 総北海札幌支社
