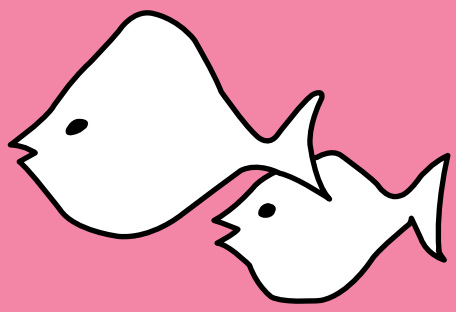
道総研

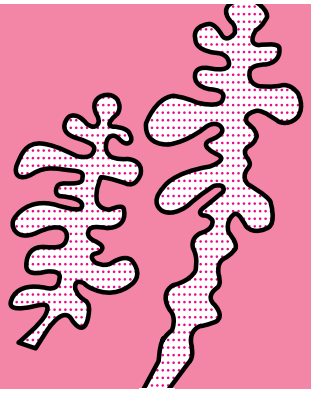
ISSN 0914−6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　　次／

・道産ホッケの高付加価値化について
＝魚臭くないフィッシュフライで魚離れに挑戦!!＝…… 1
・せたな町に放流されたキツネメバル人工種苗の
移動と放流効果について…… 5
資源管理・海洋環境シリーズ
・調査計画再構築への解析結果活用～北部日本海から
オホーツク海マガレイ資源の加入量予測を例に～……10
資源増殖・水工シリーズ
・マナマコの着底稚仔放流の可能性……14
さけます・内水面シリーズ
・サケ稚魚は長い川を降るのにどのくらい日数がかかるのか……18
各水試発トピックス
・平成26年度青函水産試験研究交流会議を開催……23
・試験調査船「北辰丸」竣工式を開催しました……24
・汽水域研究会2014年（第６回）網走大会に参加して……25
・「平成26年度水産試験研究プラザ」の開催……26

第90号
2015/3

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

道産ホッケの高付加価値化について
＝魚臭くないフィッシュフライで魚離れに挑戦!!＝

蛯谷　幸司

キーワード：魚臭低減、魚離れ、血合肉、ホッケ

はじめに

北海道の漁業生産（平成25年）は、1,288千トン（全国の27%）、2,479億円（同19%）で、国内における水産物の安定供給に重要な役割を果たしています。

一方、道内各地域では、水産物の高付加価値化に向けた取り組みや、海外への積極的な輸出が進められており、それらに対する技術的な支援が必要とされています。

北海道立総合研究機構（道総研）では、平成22年より、北海道を代表する農水産物（馬鈴しょ・小麦・ホッケ等）の安全、高品質、高機能性などの特性を活かした新しい食品を開発し、生産から加工・流通までの食産業の活性化を支援するための試験研究*1に取り組んでいます。

その中で、水産試験場では、工業試験場、食品加工研究センターと連携し、道産ホッケを対象にした①魚臭低減フィッシュフライの開発、②魚臭の少ないホエイ漬けフィレの開発、③近赤外分析による一夜干しの脂質選別技術の開発、④ジュール加熱等の利用による新食感かまぼこの開発の４課題に取り組んできました。

ここでは、「魚離れ」原因の１つと考えられている「魚臭」の低減化技術とそれを活用した①魚臭低減フィッシュフライの開発についてご紹介します。

＊１　戦略研究「北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進」（H22～26）

道産ホッケの高付加価値化

ホッケは北海道周辺のほぼ全域で漁獲され、ホタテガイやサケなどと並び、北海道の重要な水産資源の１つとなっています。ホッケ生息域は、茨城県以北から千島列島周辺の北太平洋、対馬海峡以北の日本海、オホーツク海まで広く分布していますが、全国のホッケ生産量は北海道の生産量とほぼ一致（99%）しており、ホッケは北海道特有の魚だといえます。

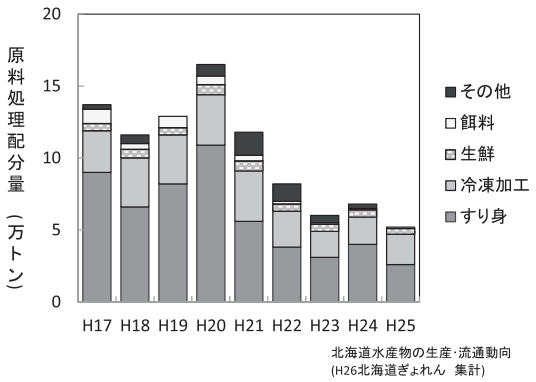


図１　道産ホッケの原料処理配分

近年、道産ホッケの生産量は大きく減少し、平成25年は平成20年（16.5万トン）の約70%減の5.2万トンとなりました。このため、各地域ではホッケ資源の早期回復に向けた自主的漁獲規制などの取り組みが行われています。

一方、ホッケの原料処理配分は、生産量の増減に関わらず、「すり身」と「冷凍加工（一夜干し原料等）」で全体の８～９割となっていますが、ホッケ資源が低迷する中、魚価は年々上昇し、特に、

低価格と生産量の多いことがセールスポイントであったすり身の生産は非常に厳しい状況になっています（図１）。

このため、製品価格を高く維持できるような新たな高次加工品の開発や、脂の乗りをアピールしたブランド化などの取り組みが必要と考えられます。

道産ホッケの魚臭低減化で魚離れ対策

平成25年12月、「和食（日本食）」はユネスコの無形文化遺産に登録されました。日本食は健康的、安全・安心、高品質として海外から高い評価を得ています。しかしながら、国内においては、若年層を中心に急速に「魚離れ」が進行しています。「魚離れ」は、魚臭い、骨があるため食べにくいなどの原因が考えられています。水産庁では魚離れ対策として、「ファスト・フィッシュ（手軽・気軽においしく、水産物を食べること及びそれを可能にする商品や食べ方）」を主唱し、様々な水産加工品が民間企業で開発され、大手量販店やコンビニで販売されています。

今回の道産ホッケの付加価値向上試験では、魚離れ対策と考えられる「魚臭低減」、「食べやすさ向上」を念頭において研究を進めました。

さて、皆さんは魚を食べた時に、血合肉に強い魚臭を感じたことがありませんか？

ホッケ（フィレ）に含まれる血合肉の割合を調べたところ、血合肉は約７％を占めていました。また、血合肉は尾部側④では約15％を占め、頭部側①、②の約３倍高いことがわかりました（図２）。

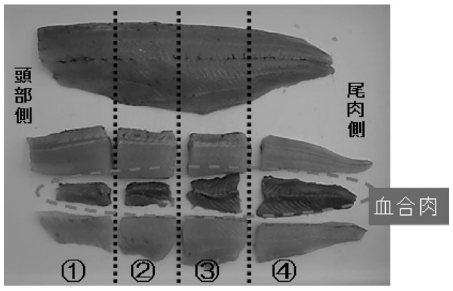


図２　ホッケ（フィレ）の血合肉

そこで、ホッケ血合肉の魚臭成分について調べました。一般的に魚の魚臭成分は脂質の酸化による成分（アルデヒド類など）と、トリメチルアミンオキシド（TMAO）*2の分解で生成するトリメチルアミンが知られています。

ホッケの血合肉は、これら魚臭のもとになる脂質とTMAOが、普通肉（血合肉を除いた肉）に比べて、脂質で約５倍、TMAO量で約２倍高く含まれていることがわかりました（図３）。

＊２　トリメチルアミンオキシド：魚類の浸透圧調整物質

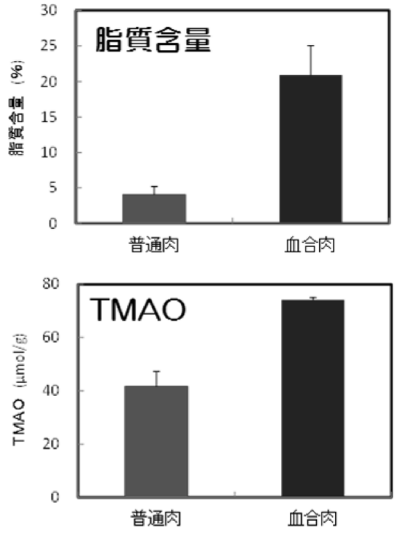


図３　ホッケの脂質含量とトリメチルアミンオキシド（TMAO）量

これらの結果、ホッケの魚臭低減化技術の開発では、２通りの方法について検討しました（図４）。

方法１：魚臭成分を「減らす」方法では、フィレから血合肉を取り除く技術を開発しました。血合肉の効率的な除去を図るため、工業試験場では皮・血合肉同時除去装置を開発しました。また、水産試験場では血合肉除去による魚臭低減フィレの品質評価を行いました。

方法２：魚臭成分を「覆う（マスキング）」方法では、血合肉の魚臭成分をチーズホエイ*3の成分で覆い（マスキング）、魚臭の低減を図る技術を開発

しました。この技術開発は食品加工研究センターが担当しました。

＊3　チーズホエイ：チーズ製造で生じる水溶性成分（乳清成分）

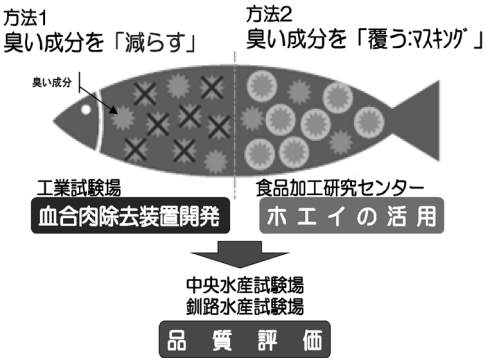


図4　ホッケの魚臭低減化技術

皮・血合肉同時除去装置の開発

皮むき・血合肉除去装置の開発では、市販の魚皮むき機の皮むき機構を参考に、皮と血合肉を同時に除去する小型装置を製作しました（図5）。

この装置の特長は、①溝付きコンベヤ：送りコンベヤの中央部の溝、②押えベルト：血合肉を溝に押し込むための押えベルト、③直刃カッターの往復動：送りコンベヤの上に設置した直刃カッターによる皮と血合肉の同時除去の3点です（図6）。

市販の魚皮むき機では、普通肉の内部に入り込んだ血合肉まで除去することは困難ですが、この装置では、ほとんどの血合肉を除去することが可能となりました。現段階の皮・血合肉除去成功率は92～95%で、処理後の歩留まりは約70%ですが今後、処理精度の向上とホッケ以外の魚種への活用について検討予定です。

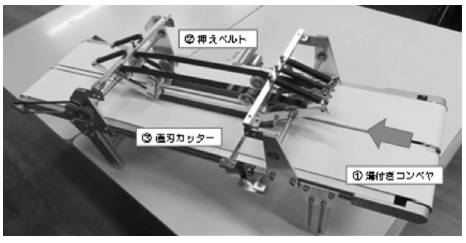


図5　開発した皮・血合肉同時除去装置

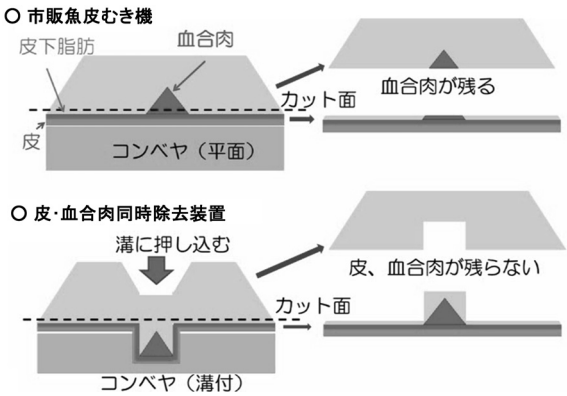


図6　皮・血合肉同時除去の原理

魚臭低減フィッシュフライの開発

魚臭低減フィッシュフライ（以下魚臭低減フライ）は、前述の皮・血合肉同時除去装置で処理したフィレを原料に、本研究の協力企業である㈲丸藤水産（小樽市）で試作製造しました（図7）。

一般に、フィッシュフライはフィレの形態で製品化されるため、重量や大きさの規格化が難しくなります。魚臭低減フライは、フィレを2～3段重ねた積層状の冷凍ブロック肉とし、それをカット成形することで、重量や大きさの調整を可能にしました（図7②参照）。この製法により、原料ロスが少なく、学校給食や施設等への対応が可能となりました。



図7　魚臭低減フィッシュフライ製造工程

魚臭低減フライの試食アンケート調査

今回、試作製造した魚臭低減フライの好ましさ（嗜好性）について、「2013アグリビジネス創出フェア」（主催：NPO 法人グリーンテクノパーク、農林水産省）に来場した292名に対して試食アンケート調査を行いました（図８）。

その結果、０～50歳までの回答者からは、対象の市販ホッケフライに比べ、魚臭さが少なく好ましいという評価が得られ、特に０～30歳までの若年層にその傾向が顕著でした。一方、51歳以上の回答者では、魚臭がなく物足りないといった評価も寄せられました。これらの結果から、血合肉除去による魚臭低減は、特に若い年齢層への水産物の消費に有効であると考えられました。

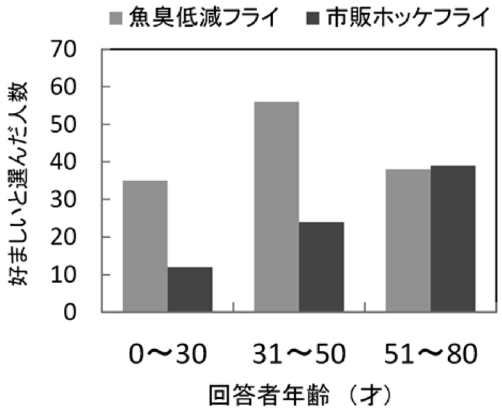


図８　試食アンケート調査の結果

学校給食への試験販売

上記の試食アンケート調査の結果から、学校給食用アイテムとしての活用を検証するため、余市町の小学校に試験販売（1000食）を実施しました。

魚臭低減フライは小学生の子供達にも好評で、学校給食を指導する栄養教諭達からも商品化を期待する沢山の声が寄せられました（図９）。



図９　小学生から届いた手紙と学校給食の様子

おわりに

道産ホッケの付加価値向上を目指し、「魚臭」の抑制と「食べやすさ」を求めた（追求した）技術開発を行いました。

これら技術開発により得られた魚臭低減フィッシュフライは、若い年齢層に対して好評であり、魚離れが進む国内において、道産ホッケの消費拡大だけでなく、食育支援にも繋がることが期待できます。

最後に、ホッケ原料の購入にご協力頂いた余市郡漁業協同組合、東しゃこたん漁業協同組合、寿都漁業協同組合、小樽機船漁業協同組合の皆様に心より厚くお礼申し上げます。

（えびたにこうじ　中央水試加工利用部

報文番号 B2383）

せたな町に放流されたキツネメバル人工種苗の移動と放流効果について

高畠　信一

キーワード：キツネメバル、標識、放流、移動、放流効果

はじめに

キツネメバルと言われてもどんな魚？と思われる方も少なくないでしょう。市場やスーパーマーケットでは、「まぞい」と呼ばれているカサゴ目フサカサゴ科の魚です。白身の魚で、脂の乗りが良くソイ類の中では最も美味であるとされ、高値で取り引きされる高級魚です。北海道では、檜山、後志地方を中心とした日本海沿岸で多く漁獲されています。しかし、近年の漁獲量の減少と沿岸の岩礁域に定着する根付き魚であることから人工種苗放流が強く望まれ、栽培水産試験場（以下栽培水試と呼ぶ）では開所当初の2006年から種苗生産技術開発を進めています。

キツネメバルはクロソイよりも成長が遅く、漁獲対象となる全長20cmになるまで３年以上、雌が成熟する全長30cmになるまで７年以上かかります。そのため、放流技術開発試験にかなりの時間を要することから、種苗生産試験や中間育成試験終了後の種苗を用いて、放流技術の開発を同時並行で進めています。放流する種苗の一部には、放流後の移動を調査するために外部標識を付けました。

最近、DNAによる親子鑑定を用いた放流効果調査がヒラメなどで行われています。キツネメバルは１個体で８万尾以上の仔魚を産むため、少ない親魚でたくさんの種苗を生産することが可能です。このメリットを活かして、キツネメバルでもDNAによる放流効果調査を試みています。ここでは、標識放流した種苗の再捕状況と放流効果調査の途中経過について報告します。

標識付け

標識付けは、栽培水試で産仔から約10か月間飼育した全長８cmから12cmの人工種苗に対して行いました。標識は長さ３cmのスパゲティータグで、背鰭基部付近にタグガンを用いて付けられました（図１）。標識付けする魚は麻酔で静かにしているため、作業に手間取ることはありませんが、標識尾数が多いことと麻酔による魚への負担を少しでも減らすために、15名前後で素早く作業しました。標識付けされた稚魚は、放流まで栽培水試の水槽内でダメージからの回復を図りました。

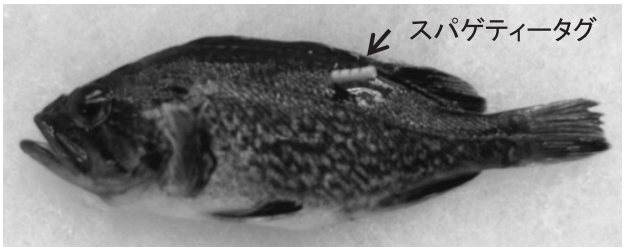


図１　標識された放流種苗

種苗放流

キツネメバル人工種苗放流試験は、せたな町大成区を試験海域として2006年10月から始められ（表１）、2007年からは標識魚を含めて、毎年少なくとも１万尾以上の人工種苗が放流されています。毎年10月には、産仔から約４か月飼育された平均全長43～55mmの種苗を放流し、４月には10か月飼育

表１　せたな町大成区におけるキツネメバル放流実績

生産年	放流年月	放流尾数	平均全長
2006	2006年10月	8万尾	43mm
	2007年 4月	1万尾(うち標識魚6千尾)	108mm
2007	2007年10月	8万尾	47mm
	2008年 4月	2千尾(全数標識魚)	106mm
2008	2008年10月	1.2万尾	54mm
	2009年 4月	8千尾(うち標識魚6千尾)	110mm
2009	2009年10月	12万尾	48mm
	2010年 4月	2万尾(うち標識魚8.3千尾)	110mm(標識)・79.8mm(無標識)
2010	2010年10月	4万尾	50mm
	2011年 4月	1.5万尾(うち標識魚1万尾)	97mm
2011	2011年10月	4万尾・2万尾	42mm・52mm
	2012年 4月	2万尾(うち標識魚8千尾)	85.2mm(標識)・77.5mm(無標識)
2012	2012年10月	6万尾	52mm
	2013年 5月	3万尾	97mm
2013	2013年10月	2万尾	55mm

された平均全長78～110mmの種苗も放流しました。４月放流群の一部には標識魚も含まれます。

放流用種苗を運搬用の0.67トン角型水槽８～16基に収容し、栽培水試からせたな町大成区の上浦漁港または長磯漁港までトラックで輸送し、港内に放流しました。

標識魚の再捕状況

2007年から始めた標識放流ですが、なかなか再捕されず、成長が悪いのか、放流場所が悪いのか、それともかなり移動しているのかといろいろなことを考える日々が続きました。そんな中、2010年11月17日に待ちに待った再捕報告が届きました。この１尾をきっかけに、再捕尾数は年々増加し、2013年には77尾もの報告がありました（表２）。再捕時期では、どの放流年級群とも11月から12月に集中しています。これは、放流場所であるひやま漁業協同組合大成支所（以下大成支所と呼ぶ）管内の漁業と関係します。大成支所では、キツネメバルを主に一本釣りで漁獲しています。１年を通して網による漁業をほとんど行っていませんが、11月に12月かけて水深30m前後にホッケ刺網が入れられます。この刺網にキツネメバルが混獲されるため、この時期に再捕が多くなっています。

表２　標識放流魚の再捕結果

再捕年月	2007年放流群	2008年放流群	2009年放流群	2010年放流群	2011年放流群
2010年11月	0	2	1	0	―
2010年12月	0	1	0	0	―
2011年 2月	0	1	0	0	―
2011年11月	0	0	4	0	0
2012年 8月	0	0	0	1	0
2012年11月	0	0	14	11	0
2013年11月	0	1	9	44	3
2013年12月	0	0	16	4	0
計(尾)	0	5	44	60	3

標識魚の移動と成長

標識魚はどこまで移動するのでしょうか。この課題は放流効果調査を進める上で重要です。市場に水揚げされた漁獲物から放流種苗を見つけ出し、どの程度漁獲に貢献しているかを把握する必要があるからです。図２に標識魚の再捕場所と再捕尾数を示しました。放流した上浦漁港の沖にある小歌岬沖でいずれの放流年級群も最も多く再捕され、これまでの累積再捕尾数は84尾になっています。これは再捕魚全体の74.1％を占めています。次に放流場所から約２km北にある富磯沖で23尾、20.5％の再捕があり、放流場所周辺で95％近くが再捕されています。また、放流場所から約20km南にある熊石沖で１尾が再捕され、今のところこれ以上遠い場所での再捕報告はありません。これらのことから、今のところ放流場所から比較的狭い範囲でしか移動していないことがわかってきました。しかしながら、キツネメバルは成長の遅い魚なので、さらに年月が経過したときの移動を把握していく必要があります。

2009年と2010年に標識放流された種苗の再捕尾数が多いので、この２群について再捕時全長を放流からの経過月数の時系列で図３に示しました。放流31か月後（満３歳）には２群ともおおよそ全長20cmになり、43か月後（満４歳）にはおおよそ22cmに成長していました。55か月後および56か月後（満５歳）の標識放流魚は2009年群しかありませんが、おおよそ全長26cmになっていました。ただし、ほとんどの標識魚が刺網で獲られているので、目合選択性により早く成長した大きい個体ほど漁獲されやすいという特性があることに注意が必要です。再捕魚の全長範囲は月数の経過とともに広がる傾向がみられ、個体による成長差が大きいのかもしれません。

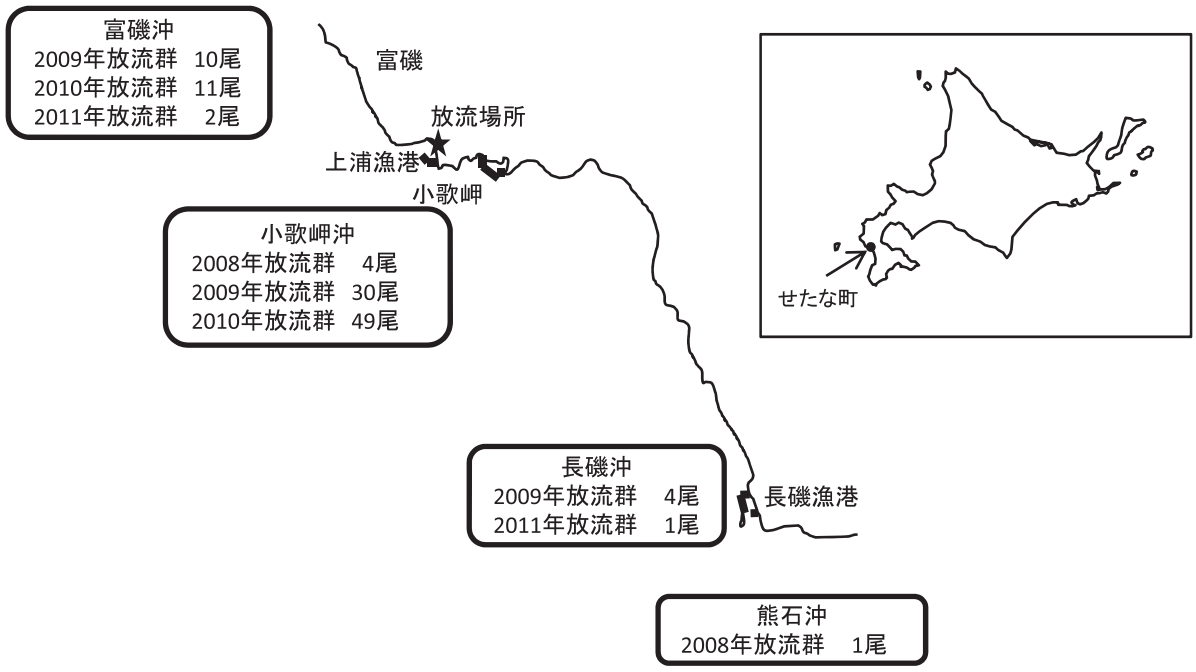


図２　再捕場所と再捕尾数

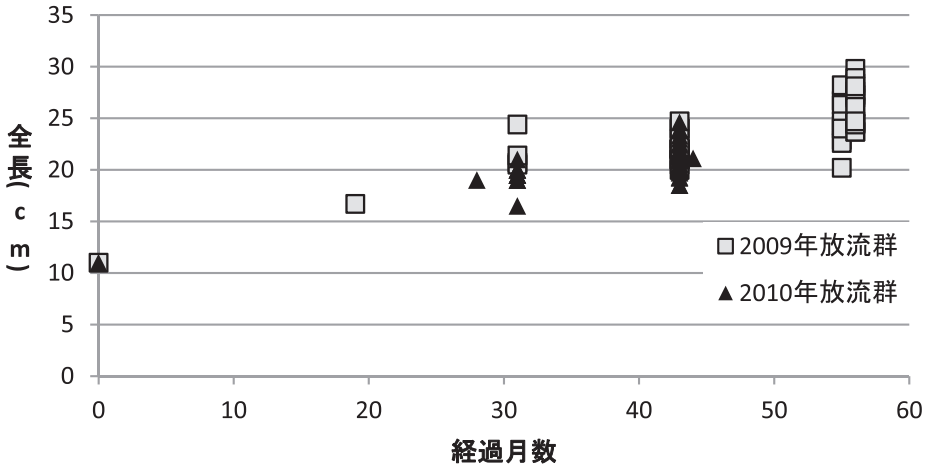


図３　せたな町大成区で放流された標識魚の再捕時全長と経過月数

DNA 標識による判別

最近、テレビや新聞などで DNA による親子判定という言葉を見たり聞いたりすることがあると思います。この技術をキツネメバルにも活用して、漁獲物を人工種苗と天然魚に判別しています。

キツネメバルの細胞の中には、核とミトコンドリアという細胞内小器官があります。それぞれの中には、核 DNA とミトコンドリア DNA（以下 mt–DNA と呼ぶ）が含まれ、DNA にはいろいろな情報が含まれています。mt–DNA は必ず母親から子供に遺伝するので、この特徴を利用して母子判別をします。しかしながら、母親の姉妹から生まれた子供も同じ mt–DNA 情報を持っているので、さらに母親を確実に特定するために核 DNA のマイクロサテライト領域と呼ばれる部分の遺伝子情報も用いて解析を行い、mt–DNA に加えこの部分も一致すれば親子であると判定しています。

DNA 標識のメリットとデメリット

スパゲティータグやアンカータグなどの外部標識や ALC（アリザリンコンプレキソン）などの内部標識に比べて DNA 標識のメリットは、①単年度に母親をかえて生産することで放流条件の異なる多くの放流群をつくれること、②標識作業が必要ないこと、③放流後の経過年数にかかわらず標識判別率が変わらないこと④鰭など魚体の一部が入手できれば、漁獲物を大量に調査できることなどがあります。

一方、デメリットは、①DNA 分析に高額の費用と時間がかかること、②標識が目視で確認できないので、漁業者に結果が伝わりづらいことなどがあります。

人工種苗放流の効果は？

2006年に初めて種苗を放流してから４年後の2010年から DNA 標識による放流効果調査を始めました。これは、標識放流試験の結果から、放流種苗は４歳頃から漁獲加入すると考えたからです。また、漁獲の多い11月から12月に上浦漁港と長磯漁港に水揚げされた漁獲物を調査標本として確保しましたが、2012年の11月と12月は時化が非常に多く、標本を確保できませんでした。

表３に放流効果調査の結果を示しました。ここで、混入率とは調査した漁獲物標本中に含まれた人工種苗の割合のことです。2010年と2011年の混入率は、12.1％から27.8％と調査開始当初から高い数値を示していました。2013年３月の標本では、4.2％と低い値になりましたが、11月と12月の標本

表３　キツネメバル放流効果調査結果

採集年月	採集場所（漁港）	調査尾数（尾）	人工魚の尾数（尾）	混入率（%）
2010年11月	上浦	116	14	12.1
	長磯	79	22	27.8
2011年11月	上浦	52	9	17.3
	長磯	128	18	14.1
2013年 3月	長磯	48	2	4.2
2013年11月	上浦	50	19	38.0
	長磯	66	21	31.8
2013年12月	上浦	50	20	40.0

では31.8%から40.0%と非常に高い値になりました。漁獲物中の最低３割は放流種苗ということですので、天然での再生産が心配になるほどの数字です。

では、何年に生産した種苗が漁獲されているのでしょうか。2013年11月と12月に上浦漁港と長磯漁港で採集した標本の年齢とその中の人工種苗の個体数を図４に示しました。標本中には３歳魚から７歳魚までが含まれており、各年齢で人工種苗が確認されました。このことから、放流した人工種苗は、３歳から漁獲に加入し、2006年から2010年に放流された種苗はすでに漁業生産に貢献していることがわかりました。

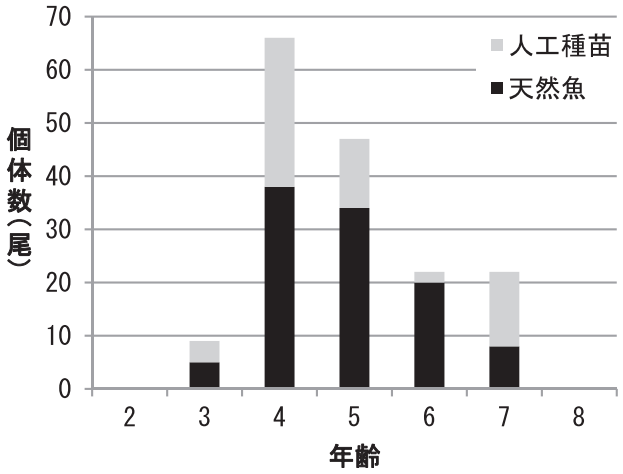


図４　2013年11月と12月に採集した標本の年齢と人工種苗の個体数

おわりに

まだ放流技術開発の途中ですが、放流されたキツネメバル人工種苗がすでに漁獲物として放流海域周辺の漁業で利用されていることがわかってきました。しかし、どの程度貢献しているかを精度高く解析するためには、標本数の増加や調査データの蓄積のほか年級群別の分析が必要になります。残された課題を一つずつ解決し、キツネメバルが栽培漁業の優等生になれるように研究を進めていきたいと考えています。キツネメバルが栽培漁業の優等生といわれるようになるためには、自立した種苗放流事業が継続されることが必要です。言い換えると、人工種苗放流を儲かる漁業に結びつけてゆく工夫が必要です。そのためには、いまから種苗生産・放流のみならず、育成環境整備、儲かる漁業のあり方など、行政から漁業者の皆さんまでを巻き込んだ知恵を出し合い、将来を考えることが重要です。

最後に、標識作業や標本採集にご協力頂いているひやま漁業協同組合、ひやま漁業協同組合大成支所小型一本釣り部会、せたな町、檜山地区水産技術普及指導所の皆様に心より厚くお礼申し上げます。

（たかばたけしんいち　栽培水試栽培技術部

報文番号 B2384）

資源管理・海洋環境シリーズ

調査計画再構築への解析結果活用

～北部日本海からオホーツク海マガレイ資源の加入量予測を例に～

キーワード：GLM、マガレイ、幼魚調査

はじめに

マガレイは日本海では朝鮮半島からサハリン西方のタタール海峡北部まで、オホーツク海ではサハリン南東岸から北海道北東岸に沿って南千島まで広く分布しています[1)]。北海道北部日本海からオホーツク海にかけて分布するマガレイは、日本海沿岸で産卵し、宗谷暖流によって卵や仔魚がオホーツク海へ運ばれ、底棲生活へ移行し、２から３年をオホーツク海で過ごし、その後産卵のため日本海に回遊することが知られています[2),3)]。資源は沿岸漁業の刺網や定置網及び沖合底曳網で漁獲されます[1)]。

北海道では23魚種47海域の資源を対象に資源評価のもと資源管理を目指しており、日本海北部からオホーツク海のマガレイ資源もこの資源管理対象種となっています[4)]。

幼魚分布調査

水産試験場では、このマガレイ資源の動向を早期に把握しようと、石狩湾（道中央水試）、日本海：小平沖（稚内水試）、オホーツク海：雄武沖（網走水試）で０歳ないし１歳の幼魚分布量把握をめざした小型桁引き網による調査を実施しています。

調査は雄武沖と小平沖は８月に実施しており、石狩湾では５月に実施しています。また、資源量の大きさを把握するための指標となる対象魚の年齢も実施時期と場所の違いから、雄武沖では１歳２ヶ月時点、小平沖では０歳２ヶ月時点、石狩湾では１歳10ヶ月時点を対象としています。さらに、調査船の規模も雄武沖では9.4トン、小平沖では4.9トンの用船、石狩湾では水試調査船237トンとかなり規模も異なります。

資源量の大きさを予測する（これまでの解析）

先に述べたように、幼魚調査ではその実施規模や対象年齢が異なります。そこでこれまでは、各海域で採集された幼魚の数を調査海域あたりの面積で引き伸ばす、密度面積法と言う方法で密度指数を算出し、さらに、各海域の過去の密度指数の平均で、各年の密度指数を割って標準化しました。

これら、３海域で求めた標準化された密度指数の和をその年の資源の大きさをあらわす指標（幼魚密度指数）だと考え、漁獲尾数をもとに資源尾数を推定する計算方法であるVPA（Virtual Population Analysis）で求めた１歳資源尾数との間で回帰分析をおこない、幼魚調査の幼魚密度指数と資源尾数との関係式を算出し、最近年の幼魚調査の結果から、１歳資源尾数を推定しようと試みていました（図１）。

この方法は2009年度の資源評価から、採用されていますが、それ以前は、１海域や２海域のみの結果を用いたり、密度面積法を用いたり平均値をそのまま使用したりと試行錯誤の連続でした。

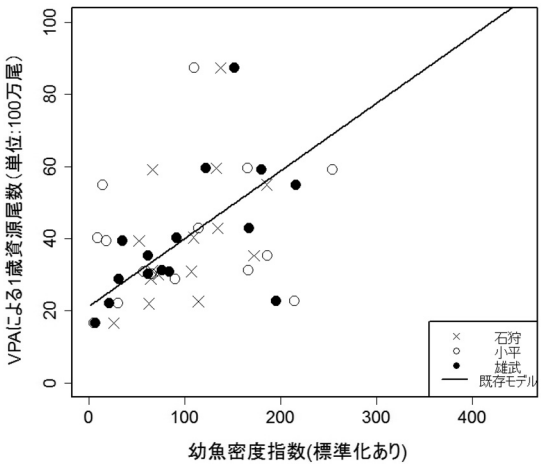


図１　マガレイ幼魚密度指数と VPA による１歳資源尾数との関係

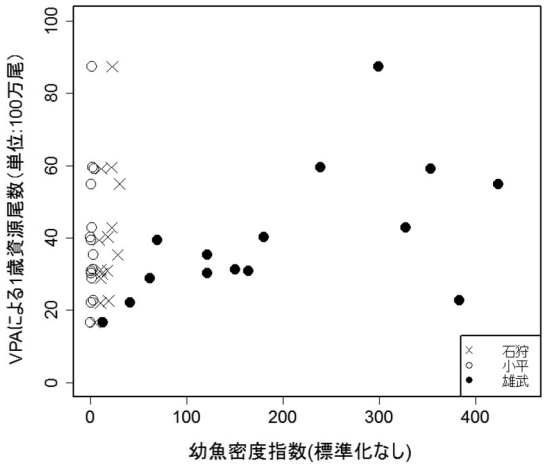


図２　マガレイ幼魚密度指数（標準化なし）と VPA による１歳資源尾数との関係

さらなる解析の試み

図２に、標準化しない（各海域の過去の密度指数の平均で、各年の密度指数を割らない）密度指数数と１歳資源尾数の関係を図示しました。図１と図２を比較してみると、図２のデータを標準化（各海域の過去の密度指数の平均で、各年の密度指数を割る）することで、無理やり図１で回帰式をあてはめているようにも見えます。

これまでの方法は１歳の資源尾数（応答変数）を３海域の指数の和＝幼魚密度指数という１つの値（説明変数）で説明しようとした、数学的に言うと単回帰という推定方法でした。一方重回帰分析という手法は１つの応答変数を複数の説明変数で説明しようとする方法で、この重回帰分析を使えば、図１に示したような、標準化して３海域のデータを無理やり使えるようにする必要はなくなります。ところが、重回帰分析を実施した結果は有意な関係は得られませんでした。

GLM による解析

GLM（generalized liner model）は一般化線形モデルと呼ばれ誤差構造が正規分布するという前提条件を取り払い、誤差構造を任意の確率分布として扱うことが出来、自然科学の分野で近年盛んに利用されるようになった解析方法です[6),7)]。さらに、無料の統計ソフトウェアである R は近年学術分野において急速に普及しつつあり、様々なデータ解析を容易に行える強力なツールの一つです[8)]。

本稿では、統計パッケージ R を用いて、GLM による解析を行った結果を紹介します。用いたデータは1993年から2007年の幼魚調査の密度指数と、対応する VPA によって計算された2004年から2008年の１歳資源尾数です。

考慮したモデルは誤差分布に対数正規分布を仮定しました。

$$Log(VPA) = \beta_0 + \beta_1 Log(OHM) + \beta_2 Log(OBI) + \beta_3 Log(ISH) + \in \quad (1)$$

ここで *VPA*：VPA による１歳資源尾数、*OHM*：雄武沖での幼魚密度指数、*OBI*：小平沖での幼魚密度指数、*ISH*：石狩湾での幼魚密度指数、∈：誤差項　β_0～β_3：各説明変数のパラメータ推定値です。

解析では、３つの説明変数の交互作用も考慮しました。さらに、ステップワイズ法を用いて１歳資源尾数を説明するのに最適な変数選択を行い、最良のモデルを探索しました[9)]。

その結果を示したのが表１です。ステップワイズ法では、AIC（Akaike's information criterion）赤

表1　スッテプワイズ法による変数選択

取り除いた変数	AIC
なし	139.53
log(ISH):log(OHM):log(OBI)	137.65
log(ISH):log(OHM)	135.65
log(OHM):log(OBI)	133.78
log(ISH):log(OBI)	131.84
log(OBI)	129.84
log(ISH)	128.03

: は説明変数間の交互作用を表す

池情報量基準と呼ばれる、簡単に言うと手持ちのデータで将来をうまく予測できるモデル（AICが小さい）が最良のモデルであると考える基準[10]を基に、モデル選択を行う方法です。この方法によりモデルを評価した結果、雄武沖の幼魚密度指数のみを説明変数にしたモデルが最良とされました。

そのモデルは次のように表されます。

$$\mathrm{Log(VPA)} = 2.008 + 0.3317\mathrm{Log(OHM)} \qquad (2)$$

$$(P<0.05)$$

その結果を図示したのが図3です。

調査体制の再構築

今回の解析では、雄武沖の幼魚調査の結果が最もよく1歳資源尾数を予測するという結果が得られました。大きな外れ値が見受けられることから、

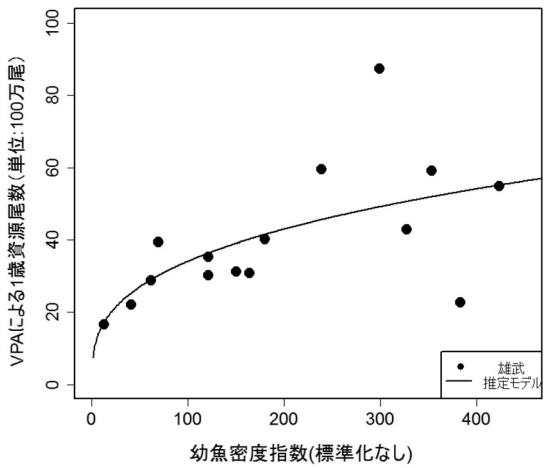


図3　GLMによって推定された予測モデル

今回の推定モデルにも改良の余地はまだまだあると思います。また、マガレイ資源には日本海で誕生後、オホーツク海へ移動せずそのまま日本海に留まり成長する群れの存在も指摘され現在も研究が進められており、近々その成果が公表されるものと思います。この日本海育ち群の存在をどのように今後の資源研究に活用するかも今後の課題のひとつと言えるとも思います。しかしながら、今回の解析結果を受け、本年（2014年）8月の小平沖での幼魚調査を休止し、雄武沖の調査に稚内水産試験場から調査員を派遣し、網走水産試験場と共同で調査を行いました。昨今の財政事情から、限られた予算や人員の中で、必要な調査研究の選択は余儀なくなってきており、今回紹介したような、新しい解析方法を導入し、手持ちのデータから結果を導き、調査体制などの再構築を模索して行くことは、道民の皆さんや、漁業者の皆さんへ必要な情報をお届けする私たち水産試験場の研究員には重要な役割であると考えています。

参考文献

1）渡野邉雅道．マガレイ．「新北のさかなたち」（上田吉幸，前田圭司，嶋田宏，鷹見達也編）北海道新聞社，札幌．2003；272–277.

2）山本正義，佐々木昭，黒島和夫．網走海域のマガレイについて．北水試月報　1963；20：293–302.

3）福田敏光．枝幸地方におけるカレイ底刺網漁業試験について．北水試月報　1963；20：337–355.

4）北海道水産林務部漁業管理課．「北海道水産資源管理マニュアル2012年度」北海道水産林務部漁業管理課．札幌.2013.

5）大東健太郎．線形モデルから一般化線形モデル（GLM）へ．雑草研究2010；55(4) 268–

274.

6）R Core Team. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. URL http : //www.R-project.org/.

7）ドブソン AJ.「一般化線形モデル入門，原著第２」版（Dobson AJ, 2002. An introduction to generalizedlinear models-2nd edition. Chapman & Hall. 田中豊・森川敏彦・山中竹春・冨田誠訳）．共立出版．東京.2008.

8）久保拓弥.「データ解析のための統計モデリング入門」岩波書店．東京．2012.

9）Alan Grafen, Roise Hails「一般化線形モデルによる生物科学のための現代統計学」（野間口健太郎・野間口慎太郎訳）共立出版．東京．2007.

10）Akaike, H. “Information theory and an extension of the maximum likelihood principle.” Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory. (Petrov, B. N. and Caski, F. eds.). Akadimiai Kiado.Budapest. 1973 ; 267-281.

（山口宏史　稚内水試　調査研究部

報文番号 B2385）

資源増殖・水工シリーズ

マナマコの着底稚仔放流の可能性

キーワード：マナマコ、着底稚仔放流、親子鑑定

はじめに

北海道ではナマコの単価の高騰に伴い、年々マナマコの種苗生産に取り組む機関が増えています（図１）。平成25年には35機関で805.5万個体の種苗を放流しましたが、このうちの16機関は漁協の荷さばき所などの空きスペースを利用した種苗生産で、着底したばかりの体長わずか0.4mmの着底稚仔を放流し、その数は598.3万個体でした。クビフリンという産卵刺激ホルモンの開発や、水試で開発した孵化幼生の簡易な育成技術の普及もあり、着底稚仔の放流に取り組む機関は増加する傾向にあります。

この着底稚仔の生産は、１ヶ月弱の短期間、狭いスペースを使うことで量産でき、その分種苗の単価も安くなるメリットがあります。一方、マナマコの放流効果については、放流種苗の大きさにかかわらず分かっていません。ましてや着底直後の0.4㎜の種苗の放流効果に至っては、生き残るのかどうかさえも分かっていませんでした。

今回は、いぶり中央漁協白老支所の潜水部会、白老町、そして胆振地区水産技術普及指導所と共同で行っているマナマコの着底稚仔放流の概要と、これまでに明らかになってきたことを紹介します。

なお、この着底稚仔の放流に当たり、人工種苗と天然個体の判別は、msDNA（マイクロサテライトDNA）による親子鑑定※を利用しました。この方法ならば、種苗の大きさにかかわらず、放流から何年たっても、体の一部を採取して、親子鑑定するだけで自分たちが作って播いた人工種苗と天然個体とを判別することができます。

※親子鑑定：子供は親からDNAを受け継ぐので、このDNAの型を元にして、親子であるか、そうでは無いかを判別します。今回の試験では８つのマイクロサテライトDNAの遺伝子型を元にPARFEXというソフトを利用して親子鑑定しました。

着底稚仔の生産

着底稚仔は、産卵期に採卵し、その後市販の浮遊珪藻（キートセラス・グラシリス）を給餌して、３週間程度と短期間で生産できます。

平成22年から白老で行っている種苗生産では、表１のように初年度は温度刺激、平成23年度からはクビフリンを投与して採卵しています。この種苗生産にかかる経費は、既存の活魚水槽から海水を引く配管、濾過用フィルター、そして水槽などの「設備費」と、クビフリン（マナマコの放卵と放精を促す神経ホルモン）や餌（キートセラス）

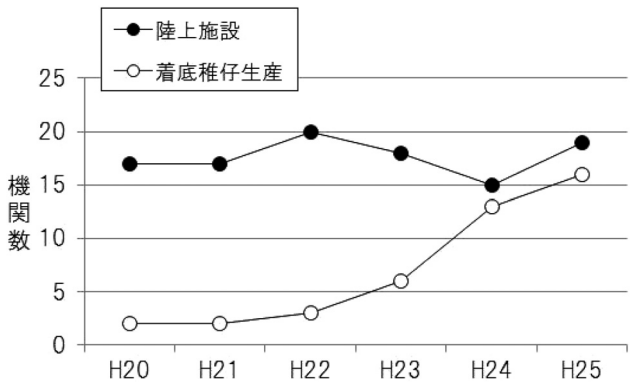


図１　北海道での種苗生産機関数の推移

等の「消耗品費」です。ここでは通常必要な「人件費」は、自分たちで生産するため計上していません。このうちの「設備費用」は10年で償却するとして、各年の着底稚仔の生産数で割り返して求めた種苗の単価は表２のようになります。

こうして生産した着底稚仔は、海中で大きくしてから回収して、改めて適当な漁場へ放流する方法（これを海で粗放的に育てることから「粗放的育成」と呼ぶことにします）と、漁獲までそのままにしておく方法（「直接放流」と呼ぶことにします）の大きく２通りの利用が考えられます（図２）。

白老では、あらかじめ放流地先の海底面に写真１上のような施設を設置しておき、中心の篭の中に着底稚仔を採苗した基質（採苗器）を、潜って固定しました（写真１下）。

粗放的育成の検討

この方法は、通常陸上で人が管理して行う育成を、海中で自然に任せて行うことになります。海に広がってしまった種苗を回収するのは困難なので、採苗器自体を取り上げて、ここに着いている種苗を回収するのが効率的です。

そこで、平成22年に写真１に示した海底施設に収容した採苗器を、定期的に回収して、採苗器１基当たりどういった大きさの個体がいくつ付着していたのかを調べました（図３）。採苗器上の個体

表１　白老での種苗生産

年度	H22	H23	H24	H25
水槽容量(L)	400	1,100	1,100	1,100
産卵誘発方法	加温刺激	クビフリン	クビフリン	クビフリン
幼生飼育数(万)	18.7	193.4	96.0	174.0
着底稚仔生産数(万)	5.8	47.0	27.4	17.6
採苗率(%)[1)]	31.0	24.3	28.5	10.1
採苗器質	遮光幕	遮光幕	遮光幕	生分解性プラスティック

1）飼育開始時の幼生数に対して、採苗した稚仔数の割合

表２　種苗生産に関わる経費と種苗単価（人件費含まず）

	年度	H22	H23	H24	H25	平均値
支出（経費）	水槽・配管など	226,349		0	0	
	追加水槽		97,650	0	0	
	10年償還時の経費[1)]	22,635	32,400	32,400	32,400	32,400
	クビフリン		21,000	10,500	10,500	14,000
	餌料(濃縮キートセラス)	39,630	39,630	39,630	39,630	39,630
	採苗器(1器365円)	5,110	19,345	26,645	0	12,775
	電気代	2,986	2,865	0	0	1,463
	合計(円)	70,361	115,240	109,175	82,530	100,268
着底稚仔生産数		58,000	470,000	274,000	202,800	251,200
種苗単価(円/個体)		1.21	0.25	0.40	0.41	0.40

1）飼育設備は 10 年で償還するとして毎年の経費には 1/10 の設備費を計上した

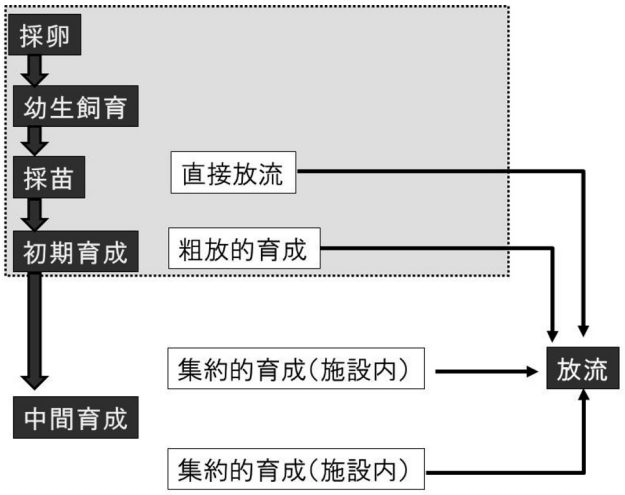


図２　種苗生産工程と着底稚仔の活用
網掛け部は荷さばき所を利用した小規模施設で生産できる工程

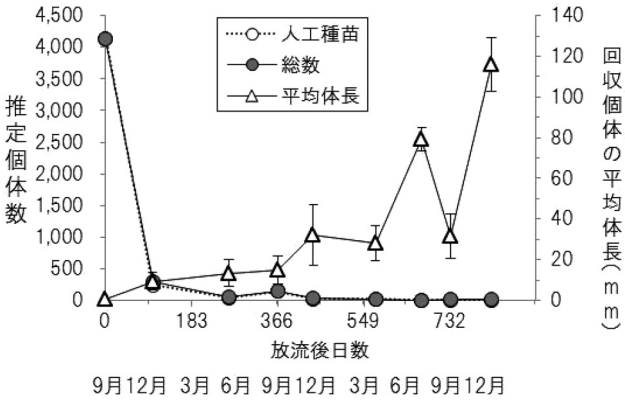


図３　採苗器上の稚ナマコ個体数と平均体長の推移

数は時間が経つ程減少しました。また、採苗器設置当初から２年間は、９月～12月に成長し、それ以外の期間はあまり成長しなかったようです。最も効率よく、稚ナマコを回収出来る時期は、採苗器を設置してから３ヶ月目の12月でした。そこで平成23年と24年には、この時期（採苗器を設置してから３ヶ月前後）に採苗器上の残留個体数とサイズを測定して、「粗放的育成」後に回収できる種苗の単価（期待値）を計算しました（表３）。この結果、採苗器への残留数が少なかった平成24年は73.0円/個体と、平成22年の17.5円/個体、5.6円/個体に比べ高くなりました。

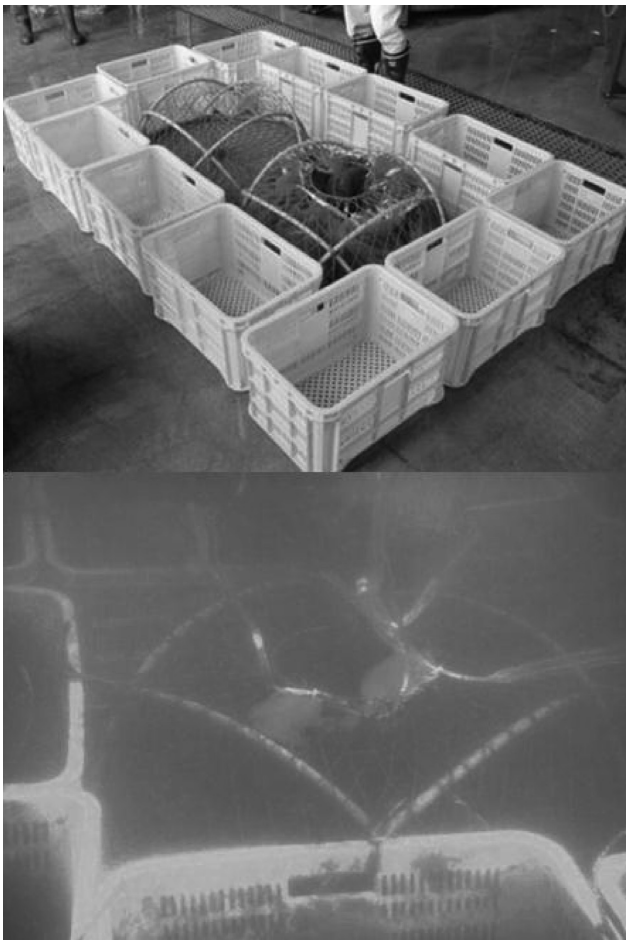


写真１　海底に設置した篭のイメージ（上、篭を囲むコンテナボックスの中に石を積めて固定）と採苗器を設置した様子（下）

表３　粗放的育成した場合の種苗単価（試算値）

	H22	H23	H24
稚ナマコ体長	9.4	5.6	13.2
推定回収可能数[1)]	4,032	20,656	1,497
抽出率（%）[2)]	12.5	34.0	2.7
個体当たり単価[3)]	17.5	5.6	73.0
ミリ単価[4)]	1.9	1.0	5.5

1）回収した採苗器当たりの個体数からの推定値
2）投入した採苗器数に対して調べた採苗器の割合
3）種苗生産経費を３ヶ月前後に回収が期待できる個体数で割り返した値
4）１㎜当たりの生産単価

陸上で育てた着底期の幼生は、同じ水槽で採苗器に付けますが、この水槽の容量により、自ずと入れられる採苗器の数が限られるため（1tに35基程度)、10㎜程度の種苗を数万個単位で確保するためには、種苗生産施設から購入した方が、有利な場合もあります。今後、粗放的な育成を行う場合は、採苗器に残留しやすい条件（場所や水深帯、収容密度など）の検討も必要になります。

「直接放流の検討」

0.4㎜の着底稚仔放流で、最も懸念されるのは、果たしてこんな小さい種苗が漁獲まで生き残るかどうかではないでしょうか。これまでの調査では、平成22年に放流した着底稚仔が、平成25年４月に放流区周辺で２個体（４ｇと58g)、平成25年12月に放流区周辺の漁獲物から２個体（61gと80g）の計４個体が確認され、着底稚仔で放流した場合でも、放流から３年は生き残っていることが分かりました（図４)。これは表題にある着底稚仔放流の可能性を示す最初の一歩であると思います。

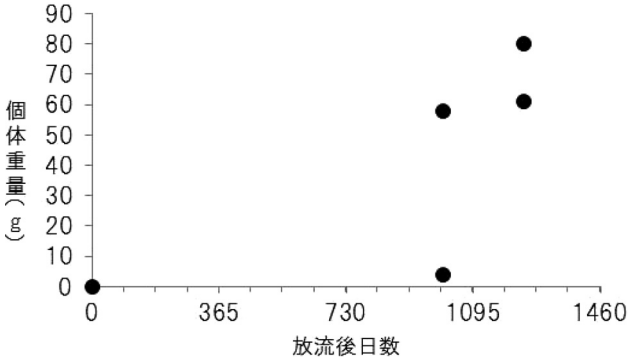


図４　漁獲調査で回収されたＨ22年産人工種苗のサイズ

おわりに

これまでに、放流した８㎜種苗が５年後の調査でも確認できることを報告しています（試験研究は今767号)。

この着底稚仔の放流を調べる場合も、こうした長い期間の調査が必要になります。これまでアワビなどで言われているように、大型種苗の放流がよいのか、それとも今回のように極小さい種苗であっても、漁獲資源として添加する効果があるのかは未だ十分に分かっていません。

受益者負担を謳う種苗放流事業ですが、漁獲する人が、人工種苗の回収により漁業を維持できるだけの収益を上げられてこそ、続けられるのが栽培漁業事業です。入り会いで取る漁場では、利用する人の数が増える程、種苗放流による収益も上がらなければならなくなりますが、そのためには大量の種苗放流が必要になります。

私たちは、寿命が少なくとも５年以上あるマナマコの効果を論じるために、この間脱落することのない標識を手に入れました。

今後この技術を利用して、いろいろな地先で、いろいろなサイズの種苗を用いた放流効果を調べ、資源を増やす努力を結果に結びつけたいと考えています。

（酒井勇一　函館水試調査研究部

報文番号 B2386）

さけます・内水面シリーズ

サケ稚魚は長い川を降るのに どのくらい日数がかかるのか

キーワード：降河速度、サケ稚魚、西別川、放流時期

はじめに

北海道東部、根室管内の西別川は昔からサケが多く遡上することで知られ、献上鮭として江戸幕府に献上されてきました。この西別川が注ぐ根室湾を中心とする根室南部地区はサケの回帰が不振で、地元からの要請を受けて沿岸域の調査を2007年から始めました。

サケはふ化場から放流されて、川を降って海に入り、北太平洋で２～５年過ごして成長した後、産卵のために帰ってきます。北海道におけるサケの回帰率はおおよそ４％くらいなので、100尾を放流しても96尾が死ぬことになります。サケが多く死ぬ時期は海に入った直後と北太平洋での１冬目だと言われています。そこで、サケの回帰不振はサケ稚魚が海に入る時期に問題があるのではないかと考えました。

西別川は摩周湖を抱える西別岳の麓から湧き出た水を水源としており、この水を使ってふ化放流事業を行っています。このため、ふ化場は最上流にあり、河口からの流路延長は100km に及びます。長い川なのでふ化場から放流されたサケ稚魚が沿岸域にたどり着くまで長い時間がかかることが予想されます。サケ稚魚が沿岸域に入る時期に問題があるのであれば、川を降る間の時間を把握することが重要になります。1960年代に虹別ふ化場（現北海道区水産研究所 虹別さけます事業所）から標識したサケ稚魚を放流して調査を行っています（小林ら、1966）。この時代はサケ稚魚がおなかの栄養を使い切って泳ぎ始めて（浮上）すぐに放流していたので、放流時のサケの体重は0.3g 程度でした。また、放流は１月の厳冬期から始められていました。しかし、現在では浮上後に餌を与え１g 程度まで成長させてから、３月以降に放流しています。このように過去と現在とでは放流しているサケ稚魚の大きさ、放流時期が異なっているので、過去の知見はそのまま使えません。そのため、現在のふ化放流事業ではサケ稚魚がどのくらいの時間がかかって降河してくるのかを調べることにしました。

試験方法

2008～2010年の３年間、降河にかかる時間を調べるためにサケ稚魚を標識して放流し、それを下流で捕まえることにしました。標識は卵の時期にアリザリンコンプレクソン（ALC）という溶液の中に24時間浸して、頭の中の耳石と呼ばれる硬組織を着色しました。標識した耳石に蛍光を当てるとALC がリング状に赤く発光します。このような標識魚を時期を変えて放流しました（表１）。下流で降河してきた稚魚を捕まえるためには、ロータリー式スクリュートラップ（以下、トラップ）という道具を使いました（図１）。トラップは川の流れで動き、連続的に稚魚を採集することができます。トラップを河口から12km 上流に位置する捕獲場に設置し（図２）、４月上旬から６月中旬までの毎日、採集された稚魚を計数し、その内週３回稚魚を取

表１　標識魚の放流尾数、体サイズ

年	放流日	放流尾数	尾叉長 (mm)		体重 (g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差
2008	4月3日	1,057,000	52.26	3.32	1.279	0.282
	4月17日	1,018,000	50.58	3.90	1.172	0.354
	5月3日	1,017,000	50.76	3.41	1.197	0.270
2009	3月26日	862,000	51.78	3.83	1.329	0.343
	4月17日	1,037,000	50.88	4.22	1.179	0.324
2010	4月16日	1,085,000	49.98	3.17	1.137	0.236

(Kasugai *et al*., 2013, Fisheries Science より改変)

り上げて標本としました。標本からは耳石を取り出して標識を確認しました。

トラップによるサケ稚魚の採集

トラップでは設置から撤去までほぼ毎日サケ稚魚が採集されました。３年間では6,230～12,098尾の稚魚を採集し、その内2,350～4,456尾を取り上げて標本としました。標本の耳石をすべて観察した結果、各年で139～242尾の標識魚が確認されました。各標識群の100万尾当たりの再捕尾数は23～132尾でした。

標識魚の再捕状況

標識魚は、2008年では４月下旬～５月中旬に、2009年では４月上旬～５月上旬に、2010年では５月上旬に多く再捕され、その後再捕尾数が少なくなりました（図３）。標識魚が確認された期間は、それぞれの年内では４月上旬以前に放流された群は４月中旬以降に放流された群より長い傾向がありました。標識魚の再捕状況を見てみると、４月下旬～５月上旬に多く再捕されていることが分かります。

標識魚各群で降河に要した日数を計算すると、降河日数は早い時期に放流された標識魚が遅い時期に放流された標識魚より長いことが分かりまし



図１　ロータリー式スクリュートラップ

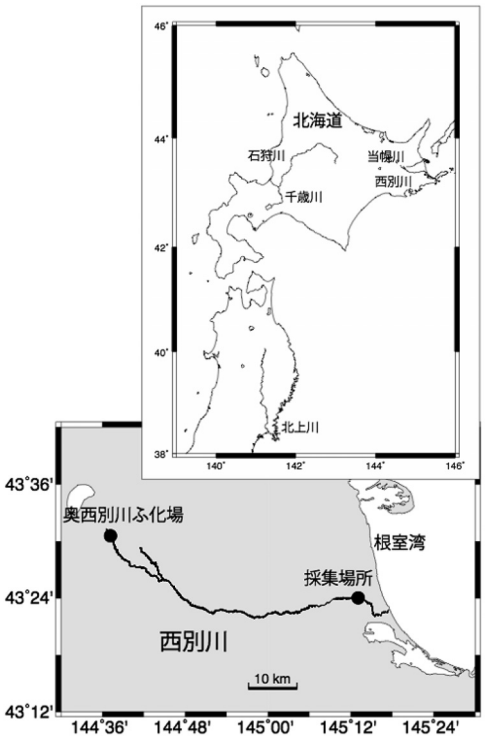


図２　西別川の調査場所

(Kasugai *et al*., 2013, Fisheries Science より改変)

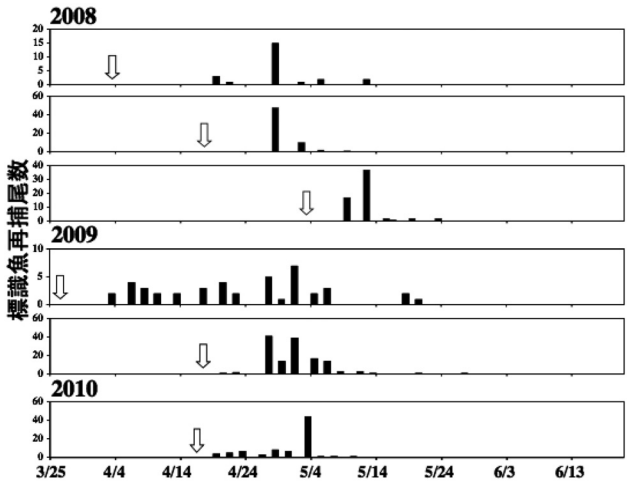


図３　標識魚の再捕状況

（Kasugai *et al*., 2013, Fisheries Science 改変）

た（表２）。降河した距離を降河日数で割った降河速度は、放流時期が早いほど遅く、放流時期が遅いほど速いことになります。降河速度に影響を及ぼす要因を特定するため、降河速度と体サイズ（体長）、放流時期、水温、流量との関係を調べました。その結果、放流時期が有意な関係であることが分かりました。

なぜ放流時期によって降河速度が違うのか

実は、西別川では1960年代の試験においても同じような現象、放流時期によって降河速度が異なり、遅く放流した群の降河速度が速いこと、が報告されていました（小林ら、1965；表３）。このときの試験では２月中下旬と３月下旬－４月上旬に浮上直後の体長34mm、体重0.3g の稚魚を放流していますが、多くが下流に到達したのは４月中下旬と、私たちが行った試験とほぼ同じ結果でした。

また、放流時期による降河速度の違いは、西別川だけではなく、他の河川でも報告されています（図２、表３、当幌川：虎尾ら、2010；石狩川：

表２　標識魚の降河日数と降河速度

年	放流日	標識魚再捕尾数	再捕率(%)	降河日数の範囲（日）	降河の期間（日）	降河日数 平均	降河日数 標準偏差	降河速度（km/日） 平均	降河速度（km/日） 標準偏差
2008	4月3日	24	0.0023	16 — 39	24	25.5	5.7	3.99	0.95
	4月17日	61	0.0060	11 — 22	12	12.1	2.3	8.22	1.13
	5月3日	61	0.0060	6 — 20	15	8.9	2.9	11.75	3.05
2009	3月26日	43	0.0050	8 — 55	48	27.7	12.4	4.54	2.67
	4月17日	137	0.0132	3 — 40	38	14.1	4.8	7.68	3.15
2010	4月16日	81	0.0075	3 — 24	22	13.9	4.8	8.99	6.51

（Kasugai *et al*., 2013, Fisheries Science より改変）

表３　これまでに報告された放流時期が異なるサケの降河に要する期間

河川	距離(km)	放流時体長(mm)	放流時体重(g)	放流時期	下流への到達時期	降河に要した期間	降河速度	出典
西別川	97	34	0.3	2月中下旬	4/15-4/30	約2ヶ月	< 2 km/d	小林ら（1965）
		34	0.3	3月下旬-4月上旬	4/15-4/30	20-30 日	3.2-4.9 km/d	
当幌川	72	48-53	0.90-1.27	4月中下旬	5月上旬	7-10 日	7.2-10.3 km/d	虎尾ら（2010）
		48-52	0.93-1.28	5月中旬	5月下旬	4-5 日	14.4-18.0 km/d	
千歳川	約80	45.5	0.8	3月上旬		1-2ヶ月		真山ら（1983）
		42.1	0.71	4月中旬		10 日		
北上川	約60	51		3月上旬		約1ヶ月		帰山（1986）
		53		4月中旬		10 日		

（Kasugai *et al*., 2013, Fisheries Science より改変）

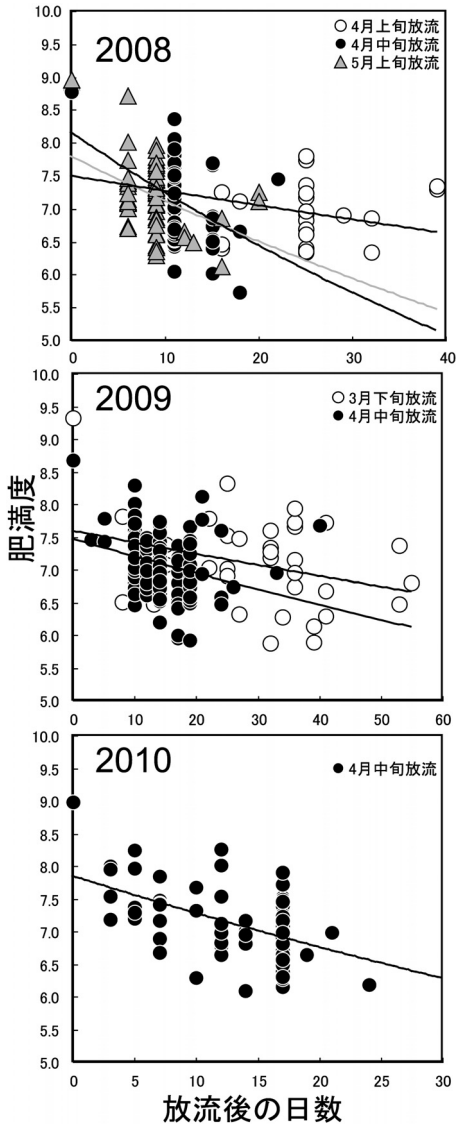


図４　西別川下流で再捕された標識魚の肥満度の変化

真山ら、1983；北上川：帰山、1986)。

この結果を解釈するためのヒントは野生魚にありそうです。西別川では自然産卵するサケについてのデータはありませんが、カラフトマス稚魚では降河時期は４月下旬～５月上旬との報告があります（小林ら、1965；小林・原田、1966)。カラフトマスは降海後の沿岸域ではサケとほぼ同じ時期に出現します。自然産卵されたサケマス稚魚が下流に到達する時期は沿岸域において生き残りが多くなる時期であると考えられていることから（Holtby et al., 1989)、根室湾における４月下旬から５月上旬という時期は、サケマス稚魚にとって好適になり始める時期だと考えられます。この時期に当たるように下流へ降河してくるとすれば、それは降河のタイミングを調節している可能性があります。根室湾以外でも降河速度が放流時期によって異なると言うことは、その地域の沿岸域の環境がサケ稚魚に好適になった時期に合わせて降河速度を調節していると考えられないでしょうか。

いつ放流すればいいのか

放流時期に関わらず、沿岸域には同じ時期に到達するのであれば、いつ放流しても変わらないと思うかもしれません。早い時期に放流した稚魚は長い期間を川の中で過ごしますが、ここには問題がありそうです。標識魚を下流で再捕した時、肥満度（太り方の指標）は放流してから日が経つほど小さくなっているのが分かります（図４)。また、上流と下流で採集された稚魚の肥満度を比べると、下流では常に上流より低く推移しています（図５)。つまり、下流に降ってくる間に体重が減って、痩

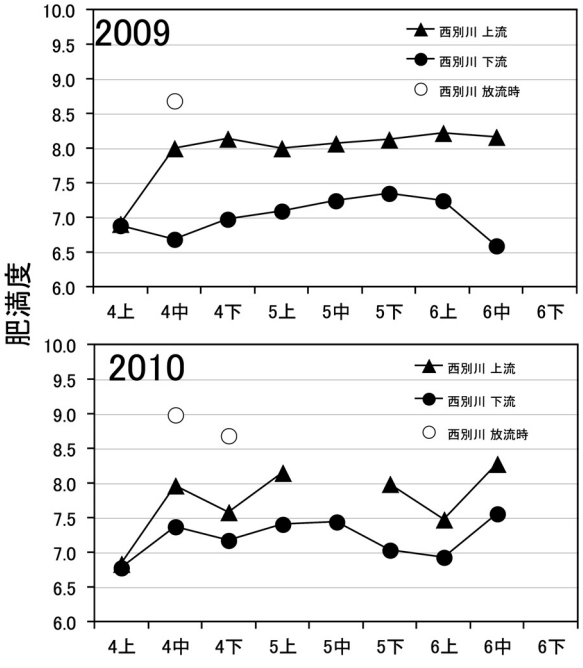


図５　西別川上流と下流の肥満度の変化

せてしまったのです。このことは、体の中に蓄えている炭水化物や脂肪を調べた結果でも示されています。栄養不足になると、最大限の力で泳ぐ時間が短くなることが報告されており、他の大きな魚に食べられやすくなることが予想されます。表２の標識魚の再捕尾数を見ても、同じ年の早い時期に放流した標識魚は遅い時期に放流したものより少なくなりました。川の中で長く過ごすことによって餌不足に陥り、死ぬ可能性が高くなるのではないかと思われました。西別川では1960年代から餌不足が指摘されていたので（小林ら、1965)、西別川は元々サケの餌となる生物がそれほど多くないのかもしれません。このような降河中の減耗を減らすために、放流時期を遅くしたり、下流に輸送して放流することに取り組み始めています。

サケ稚魚の放流時期が異なると降河速度が異なることは流程の長い河川では当てはまりそうです。しかし、河川ごとに餌環境は異なっているので、降河中の減耗の程度は異なるでしょう。沿岸域におけるサケ稚魚の減耗の評価とともに、河川内における減耗の評価も取り組んで行くべき課題であるでしょう。

引用文献

１）小林哲夫・原田滋・阿部進一（1965）西別川におけるサケ・マスの生態調査 I．サケ稚魚の降海移動並びに成長について．北海道さけ・ますふ化場研究報告、19、1–10.

２）Kasugai K, Torao M, Nagata M, Irvine JR (2013) The relationship between migration speed and release date for chum salmon *Oncorhynchus keta* fry exiting a 110-km northern Japanese river. Fisheries Science, 79, 569–577.

３）虎尾充・竹内勝巳・佐々木義隆・春日井潔・村上豊・永田光博（2010）当幌川におけるカラフトマス放流魚と野生魚の降河生態．北海道立水産孵化場研究報告、64、7–15.

４）真山紘・関二郎・清水幾太郎（1983）石狩川産サケの生態調査－II．1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊．北海道さけ・ますふ化場研究報告、37、1–22.

５）帰山雅秀（1986）サケ *Oncorhynchus keta*（Walbaum）の初期生活に関する生態学的研究．北海道さけ・ますふ化場研究報告、40、31–92.

６）小林哲夫・原田滋（1966）西別川におけるサケ・マスの生態調査 II．カラフトマス稚魚の降海移動、成長、食性．北海道さけ・ますふ化場研究報告、20、1–10.

７）Holtby LB, McMahon TE, Scrivener C（1989）Stream temperatures and inter-annual variability in the emigration timing of coho salmon（*Oncorhynchus kisutch*）smolts and fry and chum salmon（*O. keta*）fry from Carnation Creek, British Columbia. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46, 1396–1405.

（春日井　潔　さけます内水試さけます資源部

報文番号 B2387）

各水試発トピックス

平成26年度青函水産試験研究交流会議を開催

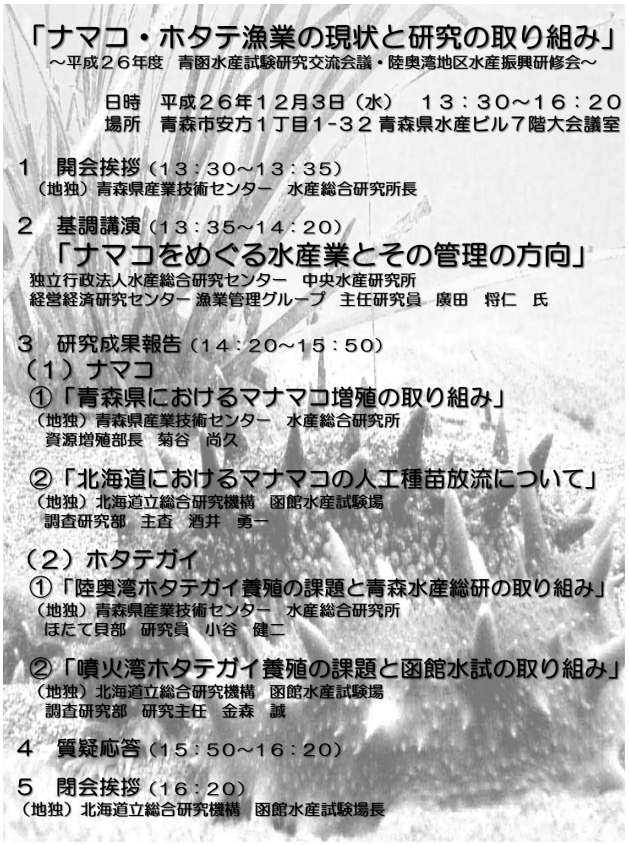
平成26年12月３日、青森県水産ビル（青森市）で「平成26年度青函水産試験研究交流会議」を開催しました。この「会議」は、津軽海峡を挟んだ函館水産試験場と（地独）青森県産業技術センター・水産総合研究所が主催する水産関係者向けの講演会で、平成９年度から隔年で開催しています。

今回のテーマは「ナマコ・ホタテ漁業の現状と研究の取り組み」で、函館水試からは「北海道におけるマナマコの人工種苗放流について」（酒井主査）と「噴火湾ホタテガイ養殖の課題と函館水試の取り組み」（金森研究主任）の２題の講演を行いました。ほかに「ナマコをめぐる水産業とその管理の方向」と題した基調講演（水産総合研究センター中央水産研究所・廣田主任研究員）や青森からのホタテガイとマナマコに関する研究の取り組みの講演がありました。参加されたのは、青森、北海道の漁業者、漁業団体、関係行政機関など100名を超す方々で、とくにナマコついての関心が高く、質疑も盛況でした。

講演会に先だち、試験研究機関だけの「機関連絡会議」も開催しました。道総研からは函館水試のほか中央水試と栽培水試も参加し、主な実施事業の概要紹介や、最近のトピックスについての情報交換を行いました。

また、これとは別に、交流会議の分科会であるホタテガイ部会を12月11日・12日の２日間にわたって、函館水試が入居している函館市国際水産・海洋総合研究センターで開催しました。北海道・青森の研究機関のほか岩手、宮城の各県、北海道大学、東北大学からも参加があり、各県のホタテガイ養殖の現状と課題の取り組みについての報告や数多くの研究発表があり、懇親会も含め熱心な討論がありました。

（佐藤　一　函館水試調査研究部）





各水試発トピックス

試験調査船「北辰丸」竣工式を開催しました

平成26年11月19日(水)に釧路市において、釧路水産試験場の試験調査船第三代北辰丸の竣工式を開催しました。

これまでの北辰丸は、主に太平洋海域において、サケマス、サンマ、イカ類等の資源調査や海洋観測に従事してきました。

第三代北辰丸は、新たに表中層トロール網を装備して、サンマ等の浮き魚資源調査の効率化を図るとともに、着底トロール網は、従来よりも深い海域での調査が可能となり、スケトウダラ等の底魚資源調査機能が強化されます。また、多層式超音波流速計や計量魚群探知機、全周ソナー等の音響機器を用いることにより、海洋環境調査や水産資源調査が拡充されます。

竣工式は、道内の水産関係者約120名が出席され、盛大に挙行されました。最初に道総研丹保理事長から式辞が述べられ、釧路水試髙柳場長から工事経過の報告がありました。また、来賓の北海道知事、北海道議会議長及び北海道漁業協同組合連合会会長からのご祝辞をいただき、祝電披露、北辰丸乗組員の紹介もありました。さらに、竣工式に引き続いて新船披露と船内公開も行われました。

今後も、新北辰丸を活用した調査研究に取り組み、本道水産業の発展に努めていく所存です。

(中明幸広　釧路水試調査研究部)



写真１　岸壁に接岸した北辰丸



写真２　式辞を述べる丹保理事長



写真３　新船披露のテープカット



写真４　船内公開で乗船する出席者

各水試発トピックス

汽水域研究会2014年（第６回）網走大会に参加して

平成26年10月４～５日に網走市の東京農業大学で本研究会が開催されました。この会は比較的新しい研究会で、開催地が島根県から徐々に北上し、ついに道内の「汽水」の本場である網走市で行われたものです。「汽水」とは、沿岸や河口域の淡水と海水の混じり合うところです。「汽水」の水辺は、国内外問わず、古くから人々が生活する身近な場所です。それゆえ、汽水域は、近代の市街地化や工業化といった人為的な影響を強く受け、環境が大きく変化してきました。国内の汽水域は各地で地域の特色ある漁業が営まれていますが、いずれの漁場も人為的な要因による環境負荷が問題とされています。本研究会の趣意には、関連する研究者や研究機関等が連携し、全国の陸水や内湾を含めた汽水域で総合的な分野としての汽水域研究を推進するとあります。汽水の水産資源を維持するためにも、漁場の状況を詳しく知る必要があり、地学や古環境学等の情報は重要な資料となります。

さて、４日の研究会では、２つのセッションの講演とポスターによる一般発表がありました。講演では、「網走の汽水湖の生い立ちと年縞堆積物」セッションでTimo J. Saarinen博士（トゥルク大学、フィンランド）が基調講演を行い、他に３名が湖沼の堆積物と過去の環境変動の話題を提供しました。「二枚貝からみた沿岸汽水域の環境」セッションでは４名が登壇し、そのうち、渡辺智治研究主任（道東内水面グループ）が「網走湖のシジミ資源と変動要因」を、門谷茂教授（北海道大学大学院）がサロマ湖のホタテを巡る物質循環を講演しました。24題のポスターでは、島根大学や東京農業大学による汽水域の生物に関する研究事例が多く、網走市と網走漁業協同組合が研究支援や流域連携の取り組みを紹介しました。このポスター発表では、安富亮平主査（内水面研究グループ）が「天塩パンケ沼の基礎生産の特徴について」を、また、中島が「天塩川水系パンケ沼での覆砂とシジミの人工種苗の成長」を発表しました。

５日の巡検（野外視察）には加わりませんでしたが、晴天の下で網走湖にて行われたとのことです。本会では参加者が約80名と少人数のため、より親密な意見交換ができました。このような研究交流の場が、研究課題の実施と成果の普及に役立つと実感した一日でした。

（中島美由紀　さけます内水試内水面資源部）

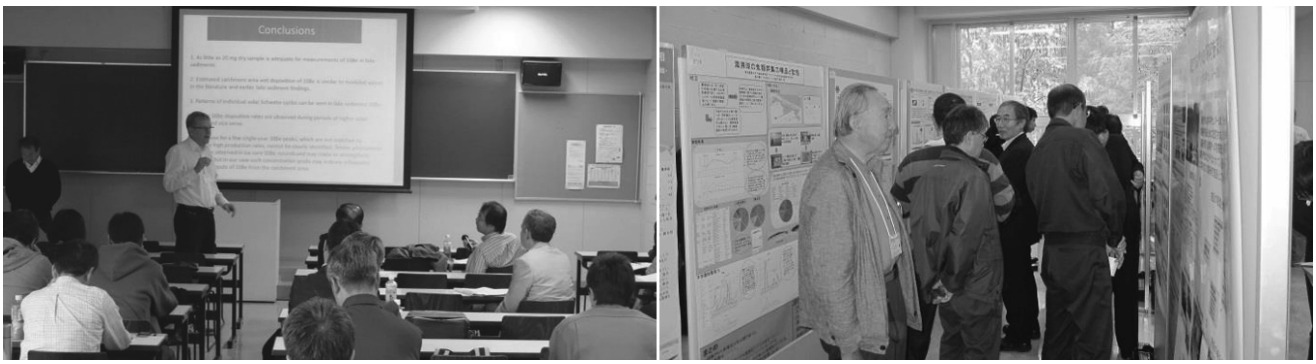


写真　左：講演会場、右：ポスター発表会場（いずれも東京農業大学園田武大会幹事提供）

各水試発トピックス

「平成26年度水産試験研究プラザ」の開催

平成26年11月26日岩内地方文化センター、12月８日石狩湾漁業協同組合（以下「漁協」とする）の旧浜益支所、平成27年２月13日島牧村ふれあい交流センターで「平成26年度水産試験研究プラザ（以下「プラザ」とする）」を開催しました。当日は岩内郡漁協、古宇郡漁協、寿都町漁協、島牧漁協、石狩湾漁協及び北海道漁業協同組合連合会の漁業関係者や市町村役場及び北海道の水産担当職員の方々ら116名（岩内56名、浜益30名、島牧30名）に参加いただきました。事前に漁協からいただいた要望に応じて、ナマコの資源増殖、ホッケ、コウナゴ、ウニ、アワビ及びニシンの生態と資源状況、最近の鮮度保持技術など調査研究の成果を紹介しました。

意見交換では、漁獲量の回復に向けた資源保護と資源増殖に関して多くのご意見を賜りましたので、そのひとつを紹介します。浜益の漁業者は、刺し網で漁獲した大型の雄ニシンを船上で活け締めし、刺身用として主に本州へ出荷しています。また、販売価格を維持するために、出荷数の上限を決めています。これに取り組む漁業者から、目合２寸１分の刺し網を用いて４年魚以上の大型のニシンのみを漁獲し、３年魚の多くは産卵させることで、資源の持続的利用を考えるよう提案がありました。また、各漁協が上述の網目サイズに揃えた場合、小型の３年魚の出荷数が減少し、販売価格が安定するという意見もありました。残念ながら、近年のニシン資源は安定しておらず、今年度は３年魚も漁獲対象とせざるを得ないようですが、漁業者によるニシンの資源保護や高付加価値の意識がかなり高いことが伺えました。

参加された方々に記入していただいたアンケートの結果から、次回開催や毎年開催の要望を多数いただきました。また、中央水産試験場でプラザを開催して欲しいというご意見も賜りました。試験場でのプラザ開催を検討いたしますので、その際は是非試験場へお越し下さい。お待ちしております。

（楠田　聡　水産研究本部企画調整部）



水産研究本部長の挨拶（上）と発表の様子（下、岩内）



意見交換の様子（上：浜益、下：島牧）

水産研究本部図書出版委員会

委員長　斉藤　幸雄
委　員　佐藤　　一　中明　幸広　森　　立成
　　夏目　雅史　前田　圭司　大久保進一
事務局　上田　吉幸　中野　　薫　吉田　英雄

水産研究本部出版物編集委員会

委員長　上田　吉幸
委　員　三宅　博哉　丸山　秀佳　田中　伊織　宮園　　章
　　奥村　裕弥　飯田　訓之　蛯谷　幸司　鈴木　邦夫
　　中島美由紀　宮腰　靖之　隼野　寛史
事務局　中野　　薫　吉田　英雄　（作業補助：矢部　康子）

＊　　＊　　＊　　＊　　＊

表紙右上記号　ISSN　0914−6849の説明

ISSN は、International Standard Serial Number（国際標準逐次刊行物番号）の略です。逐次刊行物に付与される国際的なコード番号で、ISDS（International Serials Data Systems；国際逐次刊行物データシステム）という組織のもとで逐次刊行物の組織や検索に利用されます。

この番号は、国立国会図書館 ISDS 日本センターから割り当てられるものです。

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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 0138（83）2849

釧　路　水　産　試　験　場
085-0024　釧路市浜町２－６
電　話 0154（23）6221
ＦＡＸ 0154（23）6225

網　走　水　産　試　験　場
099-3119　網走市鱒浦１－１－１
電　話 0152（43）4591
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 0162（32）7171

栽　培　水　産　試　験　場
051-0013　室蘭市舟見町1－156－3
電　話 0143（22）2320
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 0123（34）7233

北水試だより　第90号

平成27年３月25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　http : //www.fishexp.hro.or.jp
印刷　岩橋印刷株式会社