試 験 研 究 成 果 集

平成２１年１２月

秋田県農林水産技術センター水産振興センター

あ　い　さ　つ

秋田県農林水産技術センター水産振興センターは1900年（明治33年）に現在の秋田市土崎港に水産試験場として発足しました。その後、水産業に関する試験研究機関、あるいは漁業者等への普及指導機関として内水面水産指導所、沿岸漁民研修所、栽培漁業センター等を開設しました。さらに1985年(昭和60年)に水産試験場、栽培漁業センター及び沿岸漁民研修所を統合して秋田県水産振興センターが発足し、1991年(平成３年)には内水面水産指導所を統合して県内唯一の水産専門の試験研究機関となりました。

そして2006年には県内の農林水産系の試験研究機関の機構改革に伴い、秋田県農林水産技術センター水産振興センターと改称しました。

当センターでは、「秋田県農林水産技術センター中長期計画」に基づき、有用魚介類の資源管理や増殖、漁具・漁法の改良や漁業を取り巻く自然環境の保全について研究を進めております。

このたび、最近の研究成果の一端を皆様にお知らせすることとしました。御一読頂き、お気づきになった点やアドバイス等をお知らせ頂ければ幸いです。また、水産業界との連携や他の試験研究機関との共同研究を行うことにより、これまで以上に水産業振興のための取組を進めてまいりたいと考えておりますので、引き続き皆様の御指導と御協力をお願いいたします。

平成２１年１２月

秋田県農林水産技術センター水産振興センター
所 長　　遠 藤　　実

目　　次

【海洋資源部】

ハタハタの年級群豊度と発生量の変動　・・・・・・・・・・・・・・・　２

マダラの資源調査と漁獲状況の推移　・・・・・・・・・・・・・・・　４

底びき網におけるエチゼンクラゲ対策　・・・・・・・・・・・・・・・　６

秋田県沿岸域における底生動物　・・・・・・・・・・・・・・・・・　８

【資源増殖部】

イワガキ天然採苗技術の開発　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０

スポアバッグ方式によるアカモク海中林修復技術　・・・・・・・・・１２

ホンダワラの種苗生産におけるシャワー式育成法　・・・・・・・・・１４

ガザミ稚ガニ脚の脱落防止技術の開発　・・・・・・・・・・・・・・１６

ハタハタ稚魚へのアリザリン・コンプレクソン標識技術の開発　・・１８

【内水面利用部】

天然アユの親魚養成・採卵技術の向上　・・・・・・・・・・・・・・２０

八郎湖の漁業は湖をきれいにする　・・・・・・・・・・・・・・・・・２２

自然産卵の促進によるサクラマスの増殖　・・・・・・・・・・・・・・２４

十和田湖の動物プランクトンとヒメマスの食性　・・・・・・・・・・２６

表紙写真

孵化直後のハタハタ　　河川に回帰したサクラマス

天然イワガキ　　一般公開

ハタハタの年級群豊度と発生量の変動

1997～2008年度実施

水産資源変動要因調査

海洋資源部

【目的】

秋田県が漁獲するハタハタ資源量は1976年以降著しく減少したが、1995年以降は増大傾向に転じた。資源が近年増大した要因としては、本県が1992年から3年間実施した全面禁漁や、解禁後は漁獲枠を設けるなどの漁業管理を行ったことを含めいくつか考えられるが、数年おきに形成されている卓越年級群※1に負うところが大きい。ここでは、1997年以降のハタハタの年齢組成と、各年の稚魚密度調査の結果とを比較し、それらの関係から卓越年級群が形成される要因について検討した。

（※1　同一年に生まれた群（年級群）のうち、尾数が著しく多いもの）

【方法】

秋田沿岸を主な産卵場とするハタハタ系群を対象とし、1997年以降の日本海北部４県（新潟、山形、秋田、青森）の漁獲量および漁獲物の体長組成から、各年の年齢組成を調べた。稚魚の密度および成長については1996年以降に実施した開口板付曳き網調査結果を用いた。2003年以降は稚魚密度を水深別に比較した。

【成果】

1歳の漁獲尾数は年により大きな差があり、1歳が多い年の翌年は2歳が多く、2歳が多い年の翌年は3歳が多い傾向にあった（図1）。年齢別漁獲尾数から、2001、2003、2006年級群などの豊度※2の高い年級群が数年にわたって漁獲量を維持、増大させたことがわかった。一方、2005、2007年級群といった豊度が低い年級群は漁獲にほとんど寄与せず、年によっては漁獲量を大きく減少させる要因となっていた。各年級群の稚魚密度（図2）と漁獲尾数との関係を見ると、水深50～60m以浅での密度が高くても、翌年以降ほとんど漁獲されない年級群があるのに対し、成魚の分布水深である200～250mでの密度が高いと、漁獲尾数が多い傾向が認められた。従って、ふ化後に稚魚が深場に移動する過程で、各年級群の豊度を決める要因が働くと考えられた。また、稚魚の成長（図3）を年ごとに比較すると、深場での密度が低かった年は、少なくとも4月までの体長が他の年に比べ有意に小さかったことから、仔稚魚の成長速度が生残にも大きな影響を及ぼした可能性が考えられた。

（※2　尾数の多さ）

【今後の展望】

ハタハタ資源量は各年級群の豊度によって大きく変動することが明らかとなった。また、水深200m以深での稚魚密度は、1歳での漁獲加入量を示す指数として利用できる可能性が示された。従って、200m以深での稚魚調査の継続により、ハタハタ資源量予測の精度向上が期待できる。今後は、ふ化直後から水深200m以深に移行する過程における、仔稚魚の成長と生残の過程を、餌生物や水温条件などとの対応のもと明らかにし、各年級群の豊度を決める要因を解明する必要がある。

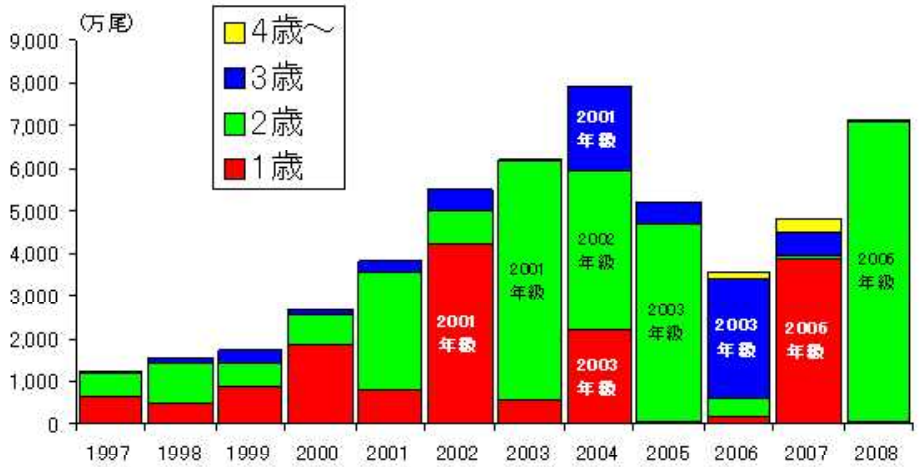


図1　日本海北部4県によるハタハタの年齢別漁獲尾数
(2002年までは1～3歳、2003年以降は1～4歳以上に区分)

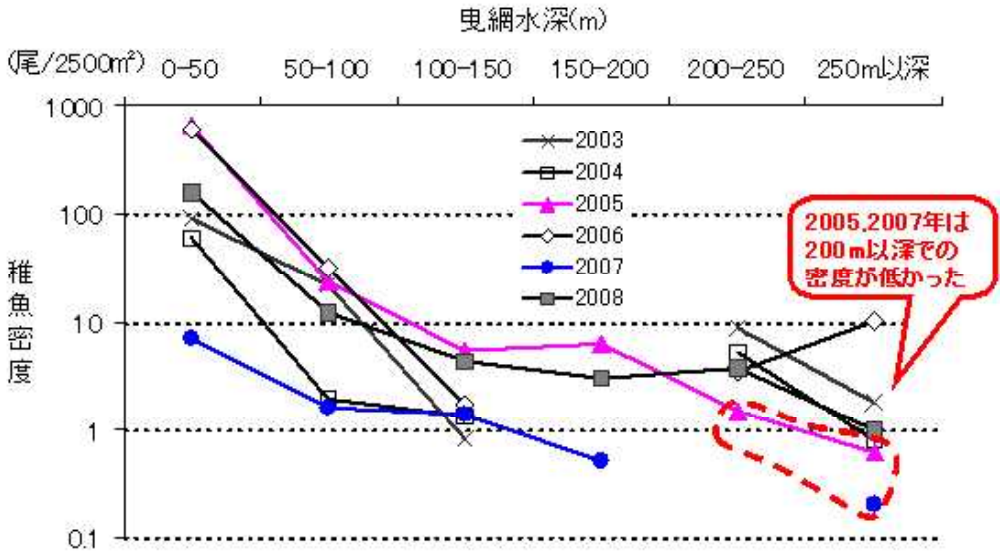


図2　秋田沿岸における水深別のハタハタ稚魚密度

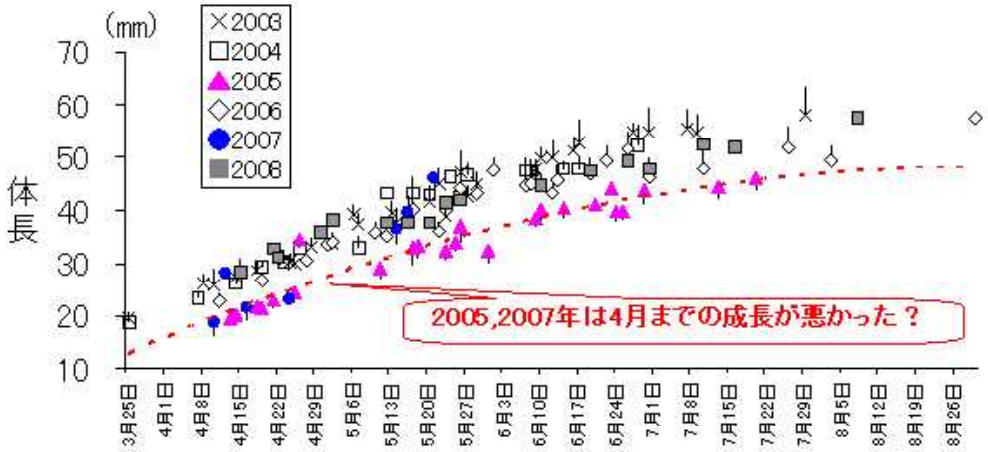


図3　採集日別のハタハタ稚魚の体長

マダラの資源調査と漁獲状況の推移

2001～2008年度実施

水産資源変動要因調査

海洋資源部

【目　的】

1972年以降の本県におけるマダラ漁獲量は年変動が大きく、近年では2004年までは400トン前後であったものが、2007年には約1,000トンまで増加した（図１）。この増加は2001年に発生した卓越年級群の漁獲加入によるものとされている。このようにマダラの漁獲量は卓越年級群の発生に大きく影響されることから、漁獲加入以前の稚魚・未成魚の資源状況を把握し、その後の資源の有効利用を図ることを目的とした。

【方　法】

調査船千秋丸によるかけ回し式底びき網により当歳の９月以降の稚魚・未成魚調査を実施した。主な調査海域は男鹿半島南西部の水深200～300mの海域である。漁獲状況については、秋田県漁業協同組合から送信される電子データから把握した。

【成　果】

2001年以降の千秋丸による10～12月の調査結果による年齢組成を図２に示した。当歳魚の割合は'01年、'06年、'08年が高く、１歳魚は'02年、'04年、'09年が高かった。これらの結果から、'01年級と'06年級が卓越年級群で、次いで03年級群の資源水準が高いことが想定される。'04年以降の底びき網漁業の主漁期である１、２月のＣＰＵＥを図３に示した。県内３地　区で最も漁獲量が多い船川地区の年変動が他地区に比較し大きいことが特徴的である。

特に06年の低下が顕著であるが、これは男鹿半島沖合の海況の変化が原因と推定されている。このように、産卵回遊群を漁獲対象とする漁業においては、漁獲量が資源量だけではなく、海況の変化など他の要因にも大きく影響されることに留意する必要がある。

【今後の展望】

卓越年級群で近年の比較的高い漁獲水準を支えてきた'01年級群の漁獲はピークを過ぎ、その後の卓越年級群である可能性の高い'06年級群はこれまでの卓越年級群の漁獲傾向から判断すると'11年漁期から主として漁獲対象となることが推定される。

なお、本調査は、本県で調査の主体としているハタハタ資源調査における結果であり、本種の生態に即した調査とはなっていないため、年変動の比較が困難な部分もある。また、調査船第二千秋丸で実施しているハタハタ稚魚調査においても本種の稚魚が多数採捕されることから、今後、稚魚・未成魚を合わせた連続した調査により、的確な資源状況を把握するための手法を確立することとしている。

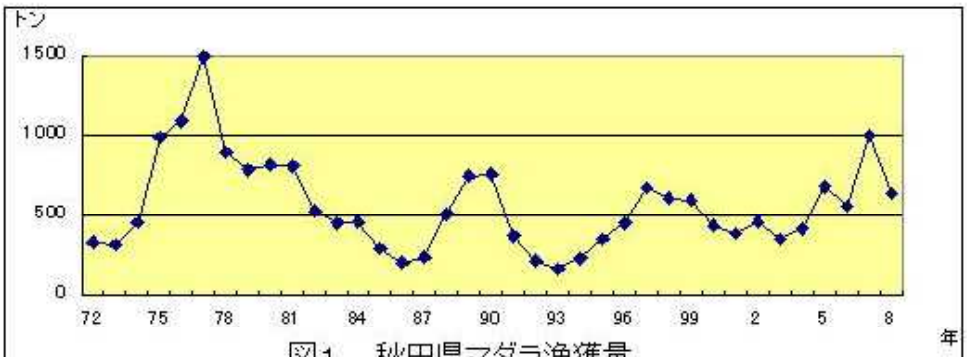


図1　秋田県マダラ漁獲量

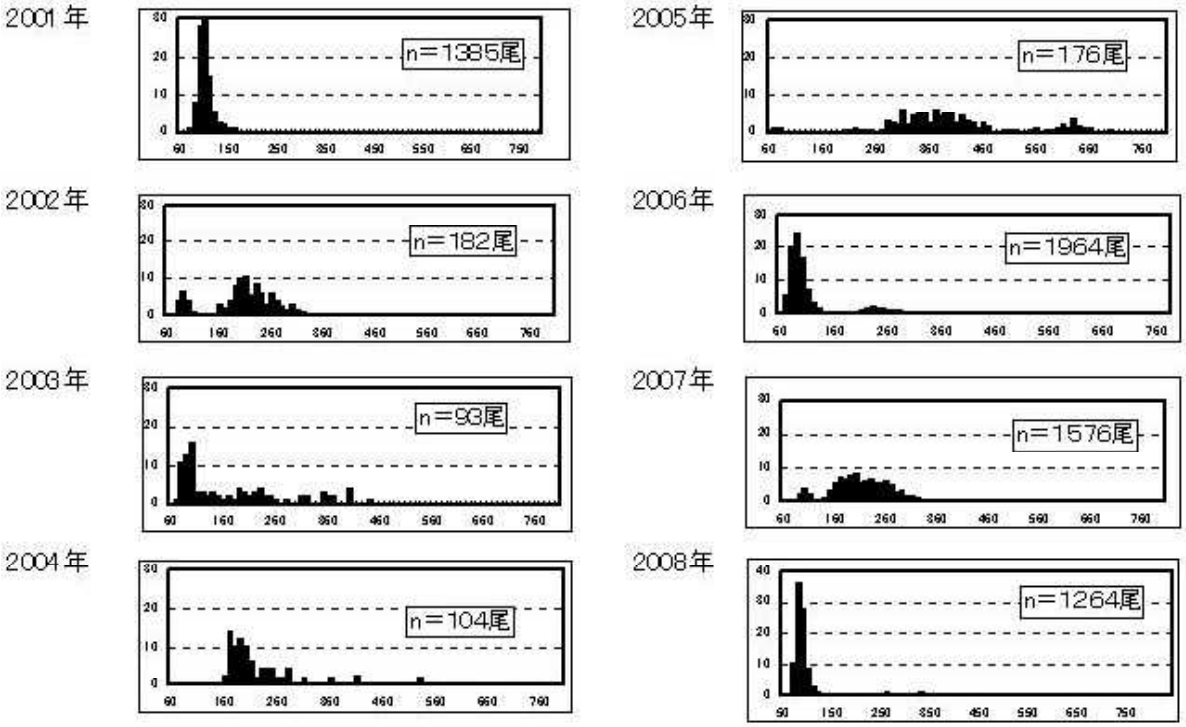


図2 マダラ体長組成(10～12月) %

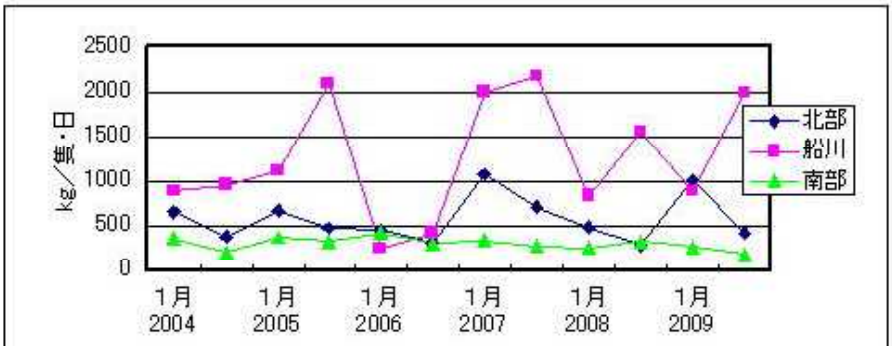


図3 底びき網地区別CPUEの推移

底びき網におけるエチゼンクラゲ対策

2005～2008年度実施

エチゼンクラゲによる被害軽減に関する研究

海洋資源部

【目　的】

近年、日本海沿岸各地に大量出現し、その恒常化が懸念されているエチゼンクラゲについて、底びき網漁業における被害軽減を図るための漁具改良を行う。

【方　法】

底びき網に入網したエチゼンクラゲを網外に排出するために、袋網の手前に設置した仕切網でエチゼンクラゲと漁獲物を分離し、エチゼンクラゲを網外に排出し、かつ、漁獲物を網内に残すための漁具改良を行い、漁業調査指導船千秋丸（187t）を使用した試験操業により、改良漁具の性能を評価した。仕切網の設置方法は次の３方法とし試験を実施した。

1　仕切網を上向きに設置し、クラゲを網の上部から排出する。（上抜き方式）

2　仕切網を下向きに設置し、クラゲを網の下部から排出する。（下抜き方式）

3　仕切網を上下両方に設置し、クラゲを筒状となった仕切網の内部を通過させ排出する。（JTN：（Jellyfish Through Net ）方式、図１）

【成　果】

仕切網の設置方法別の主な魚種及びエチゼンクラゲの減少率（排出重量／(入網重量＋排出重量×100)を表１に示した。主な魚種について上抜き方式と下抜き方式を比較すると、マダラ、スケトウダラでは下抜きが、他魚種では上抜きが減少率が低い結果であった。これは入網後の行動形態が異なることによるものと推定されるが、魚種全体ではいずれも20%程度の減少率であった。これに対し、ＪＴＮ方式では、マダイ、タラ類を除けばいずれも５%未満で全体でも2.8%と他の２方式よりも優れた結果であった。エチゼンクラゲについては下抜き方式が減少率が高く、上抜き、ＪＴＮ方式は同程度の減少率であったが、排出口を拡大した19年度の減少率は71%で、拡大前の41%から大幅に改　善され、下抜き方式と同程度の結果であった。

【今後の展望】

エチゼンクラゲの大量来遊は今後も継続することが予測されるが、本県の底びき網漁　業の操業実態は単一魚種を対象としたものではなく、一日の操業でも対象魚種を変えながら操業する事例も多いことから、入網後の行動形態による影響を受けないＪＴＮ方式の導入によりエチゼンクラゲによる被害を軽減することが可能と考えられる。

表1　魚種別減少率

kg、%

魚種	方式	入網回数	入網重量	排出重量	減少率
ハタハタ	上抜	21	285.5	36.4	11.3
	下抜	19	78.5	20.1	20.4
	JTN	121	17355.5	336.9	1.9
マダラ	上抜	22	711	340.6	32.4
	下抜	22	204.8	58.9	22.3
	JTN	75	1573.7	81.5	4.9
※タラ類	上抜				
	下抜				
	JTN	86	1,043.7	94.6	8.3
スケトウダラ	上抜	19	2249.8	1257.3	35.9
	下抜	22	611.5	98.4	13.9
	JTN	101	3728.2	140.6	3.6
ホッケ	上抜	17	13624	1490.2	9.9
	下抜	26	7034.5	1968.2	21.9
	JTN	117	5,170.2	132.6	2.5
カレイ類	上抜	29	149.5	8.7	5.5
	下抜	46	115.4	88.3	43.3
	JTN	145	1226	58.2	4.5
ホッコクアカエビ	上抜	8	89.5	0	0.0
	下抜	6	47.7	3.7	7.2
	JTN	48	763.6	12.2	1.6
ズワイガニ	上抜	22	22.5	0.2	0.9
	下抜	16	19.5	13.9	41.6
	JTN	107	448.9	14.1	3.0
マダイ	上抜	5	83.5	15.7	15.8
	下抜	11	108.3	129.2	54.4
	JTN	10	182.9	21.5	10.5
漁獲物計	上抜	29	18,454.00	3,778.10	17.0
	下抜	46	9877.8	2938.4	22.9
	JTN	146	36720	1055.2	2.8
ｴﾁｾﾞﾝｸﾗｶﾞ	上抜	15	981.5	1053.8	51.8
	下抜	6	135.5	380	73.7
	JTN	22	1,437.0	1,516.0	51.3

※　マダラのうち体長50cm以下のもの。上抜き、下抜きではマダラに含まれる。

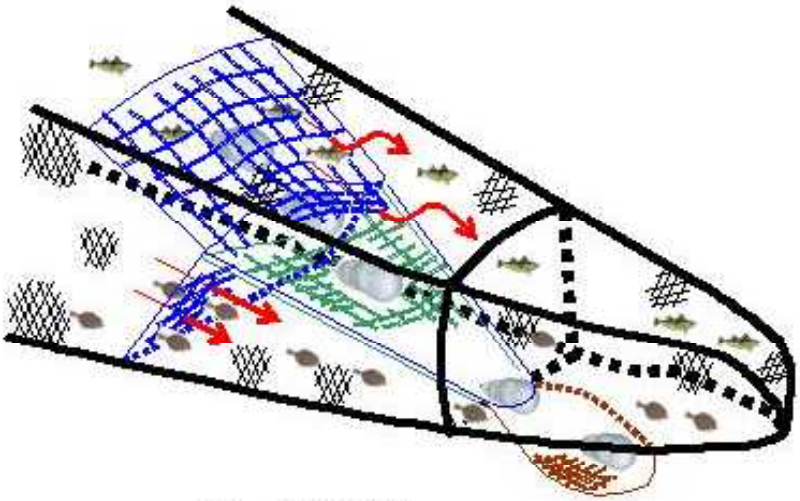


図1　JTN改良漁具

秋田県沿岸域における底生生物

2005～2008年度実施

海域環境調査

海洋資源部

【目　的】

海域における富栄養化の進行は、貧酸素水塊の形成や赤潮の発生を引き起こし、漁業・養殖業に多大な被害を与えるため、従来から大きな問題となっている。このため、秋田県においても、沿岸に流入する河川水や産業排水等から水生生物をとりまく環境保全を図ることを目的として、水質、底質及び生物相に関するモニタリング調査が実施されている。ここではこれらの調査項目のうち、生物相、特に底生動物について1987年以降のデータをとりまとめ、長期的な出現動向を検討した。

【方　法】

秋田県沿岸域においてB～Rまで11本の定線を設け、各定線上に海岸線から0.5、2.5、5カイリの最大3定点ずつ、合計22定点を調査定点とした（図１）。毎年６月にこれらの定点から1回ずつ底質の採泥を行い、底生動物を採集した。得られた底生動物は、種類別に出現個体数を計数した。

【成　果】

秋田県沿岸域では、環形動物と節足動物を主体として底生動物群集が構成され、これに軟体動物や棘皮動物、紐形動物などが加わっていた（図２）。種類数は、1990年代半ばまで120種前後と比較的安定して推移していたが、これ以降は120～200種程度の範囲で増減を繰り返していた（図３）。分布密度は年変動が大きいが、1990年代後半から1,000個体/㎡を下回るような分布量のやや少ない年が見られ始め、'08年には500個体を下回る最低値を記録した（図４）。一方、有機汚染・貧酸素域指標種として知られる多毛類のヨツバネスピオA型、二枚貝類のシズクガイ及びチヨノハナガイ出現個体数は、一時的にやや多かった年があるものの、おおむね低い値で推移していた(図５)。

富栄養化が進行した場合には、底生動物の種類数や分布密度が減少することが知られている。今回の結果では、底生動物の群集構成の割合に大きな変化はなく、種類数の減少は認められなかった。有機汚染・貧酸素域指標種の出現もごく少数に留まっている。しかし、分布密度についてはやや低い値を示す年が見られるようになってきたことや、'08年に最低値を示していることなどから、調査を継続して今後に動向を把握していく。

【今後の展望】

今回は底生動物に限った検討であるが、水質や底質等の結果も合わせた総合的な解析は今後の課題である。

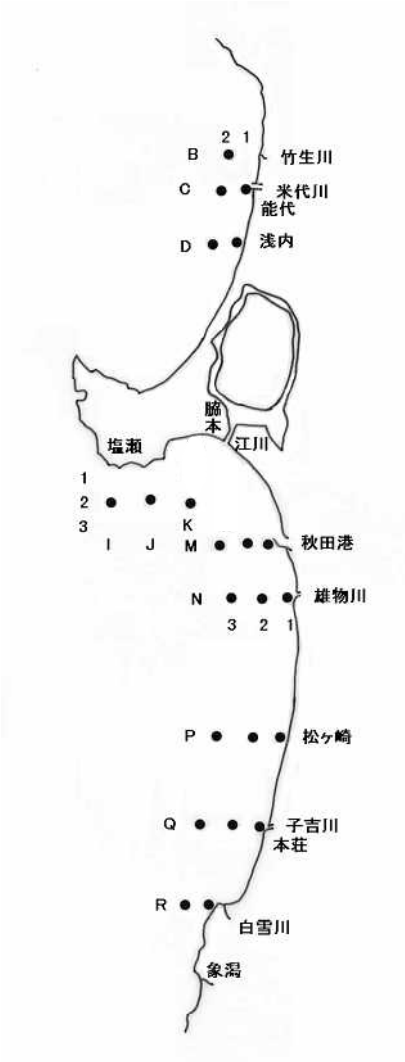


図1　調査定点

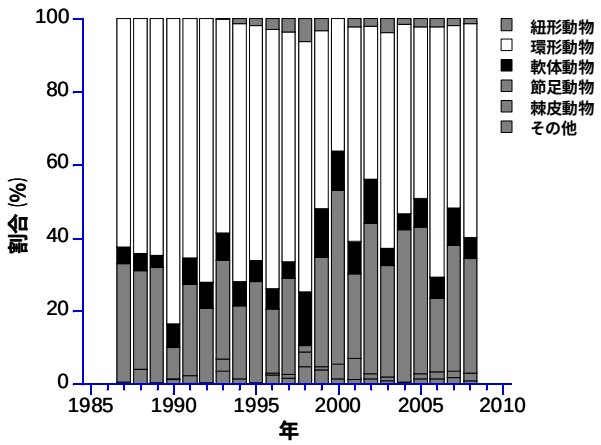


図2　底生動物の分類群ごとの出現割合

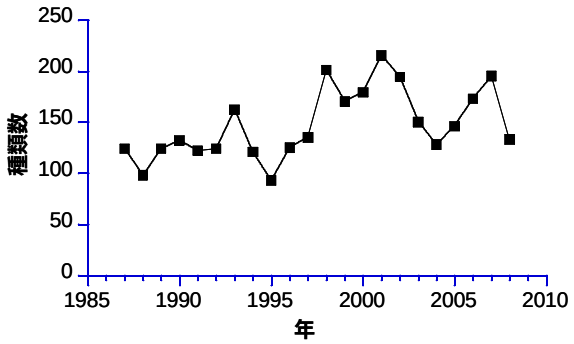


図3　底生動物の種類数の経年変化

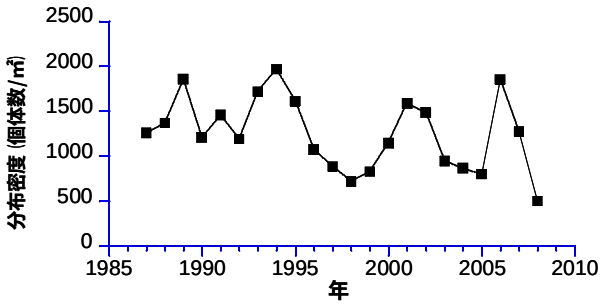


図4　底生動物の分布密度の経年変化

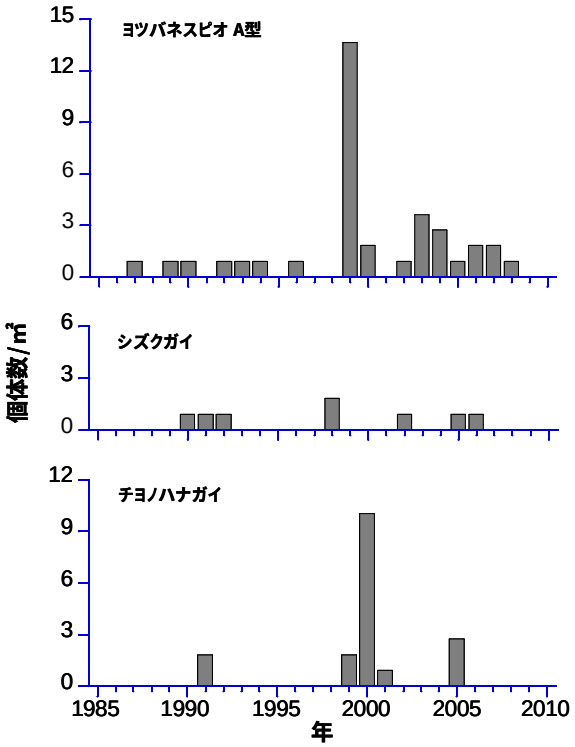


図5　汚染指標種の出現数の経年変化

イワガキ天然採苗技術の開発

1995～2002年度実施

イワガキ養殖技術開発試験

資源増殖部

【目　的】

夏が旬である本県のイワガキ漁獲量は、300～400トンで全国でもトップクラスである。近年、需要が増加しているものの、イワガキは成長が遅く幼生が岩盤に着底してから漁獲サイズに達するまで５～８年以上要することから、資源の減少が危惧されている。このため、イワガキの増養殖の推進を目的として、全国に先駆けて天然採苗の技術開発を実施した。

【方　法】

戸賀湾において、８～10月に天然イワガキの成熟度の推移を把握するとともに、プランクトンネットの垂直曳き(10m)を行ってイワガキ幼生の出現状況を把握した。また、湾内の筏にホタテ貝殻を定期的に垂下し、イワガキ稚貝の着生状況を把握することにより、天然採苗技術を確立した。

【成　果】

採苗適期：　10月上旬頃（イワガキ卵は、放卵後３～４週間後の浮遊期を経て着底する。放卵の時期は、水温・波浪等の影響で変動するので注意）

採 苗 器：　ホタテ殻80～100枚を１連とし、ホタテ殻の間隔は1.5～２㎝とする。ホタテ殻は内側を下に向けて垂下する（模式図参照）。

採苗水深：　採苗器の設置水深は、２～４ｍとする。

着生確認：　採苗器設置の２週間後に、イワガキの付着数を確認する。翌年１月には殻高が５～10㎜となり肉眼で観察可能。ホタテ貝殻１枚当たりの稚ガキ付着数は30個程度が適当(写真１)。

出　　荷：　稚ガキの出荷は翌年１～５月（殻高10～30㎜）が適当。なお、５月下旬～７月上旬には、ムラサキイガイが付着するため、この間は採苗器を水深７ｍ以深の底層へ垂下するとムラサキイガイの付着は減少した。

（図１に生殖腺指数と幼生出現数の推移を、図２及び３にカキ類付着数を示す）

【今後の展望】

天然採苗した稚ガキを利用して、県内漁場へ資源添加可能な新たな増養殖技術を開発し、県内資源量の維持・増大を目指す。

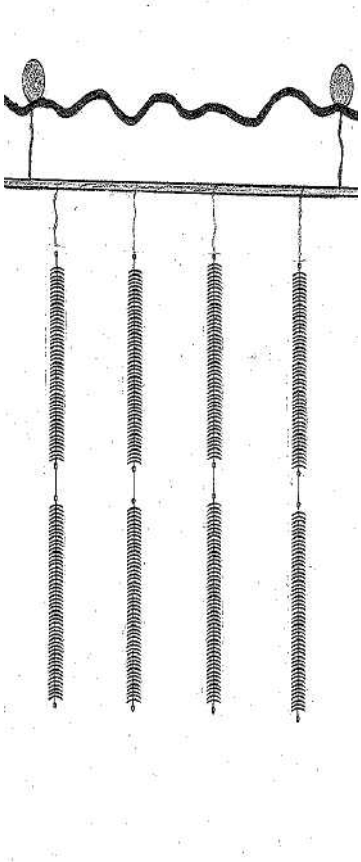


図１　採苗器設置模式図

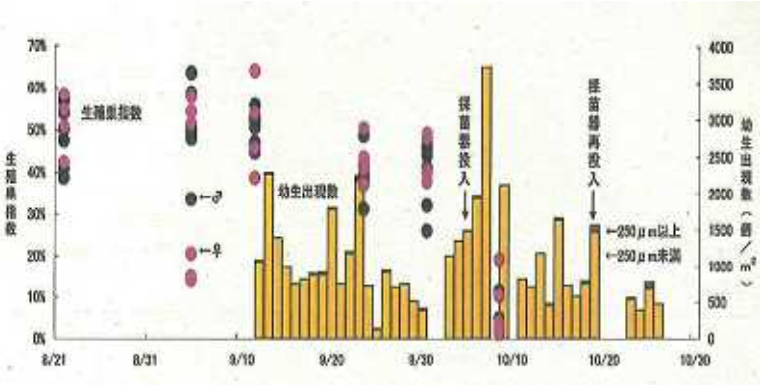


図２ 戸賀地区におけるイワガキの生殖腺指数と幼生出現数の推移(2001年)

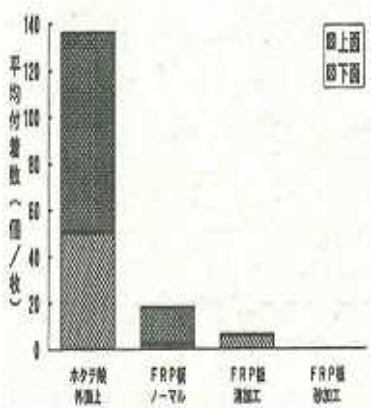


図３ 基質別のカキ類付着数の比較

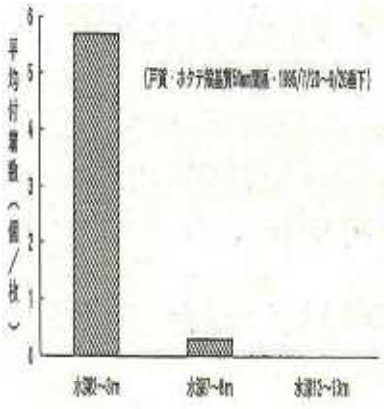


図４ 水深別のカキ類付着数の比較

写真１　天然採苗したイワガキの稚貝

スポアバック方式によるアカモク海中林修復技術

2004年度実施

海の森健全化技術の確立研究（緊急磯焼け対策モデル事業）

資源増殖部

【目　的】

沿岸岩礁域には、ハタハタやアワビ、ウニをはじめとした多くの魚介類が生活を依存する海中林が発達し豊かな漁場が形成されている。年あるいは地区によって海中林が大規模に消失すると、それらの有用な魚介類も減少するため、沿岸漁業は甚大な被害を受ける。消失した海中林を人為的に修復する手法の一つにスポアバッグ（幼胚供給）法があるが、効率的な修復に必要な母藻量が不明であったため普及には至っていない。そこで、食用としても利用されるホンダワラ科の大形一年生褐藻アカモクを使用し、その海中林修復のためのスポアバッグ法の行使基準を検討した。

【方　法】

母藻量について、八森町岩館チゴキ崎地先に袋網に0.5, 2.5, 5.0kgの母藻を入れた３段階の実験区を設け試験した。また、海中林の回復を遅延させると想定された植食動物キタムラサキウニを潜水により適宜除去した。なお、キタムラサキウニを除去しない実験区（同様の３段階）も設け比較した。試験はアカモクの卵放出を確認した後、2004年６月に開始した。効果の比較は、試験開始から約７か月後の'05年１月にライントランセクト法により分布密度を調べた結果に基づいた。

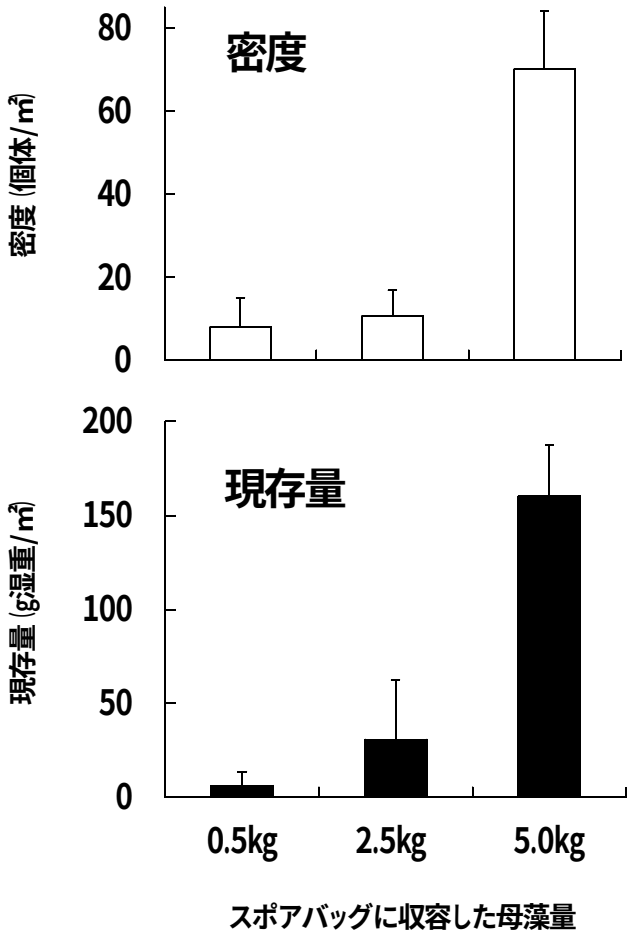
【成　果】

試験開始から約７か月経過した'05年１月において、キタムラサキウニを除去しない実験区では母藻量によらずアカモクを認められなかった。ウニを除去した実験区において、母藻量5.0kg区でのアカモクは0.5kgおよび2.5kg区のいずれよりも密度は極めて高く、現存量も多かった（図1）。

母藻量5.0kg・ウニ除去併用区では、スポアバッグの設置地点を中心に直径約６mの範囲（約28㎡）にアカモク海中林を修復できた（写真１）。

【今後の展望】

本技術は母藻・母藻収容袋・係留ロープ類・固定資材（アンカーなど）により行使でき、古網、古ロープ類も活用可能である。海底に設置する期間は１～２週間で良いと考えられるが、卵（幼胚）の順調な発生のためには、期間中にバッグに付着・混入する雑海藻を除去する必要がある。なお、植食動物の除去については、現場の状況にあわせて考慮する。今後は、より効果的な行使に向けて、アカモクのほか有用ホンダワラ類の母藻量と放卵量を把握する必要がある。



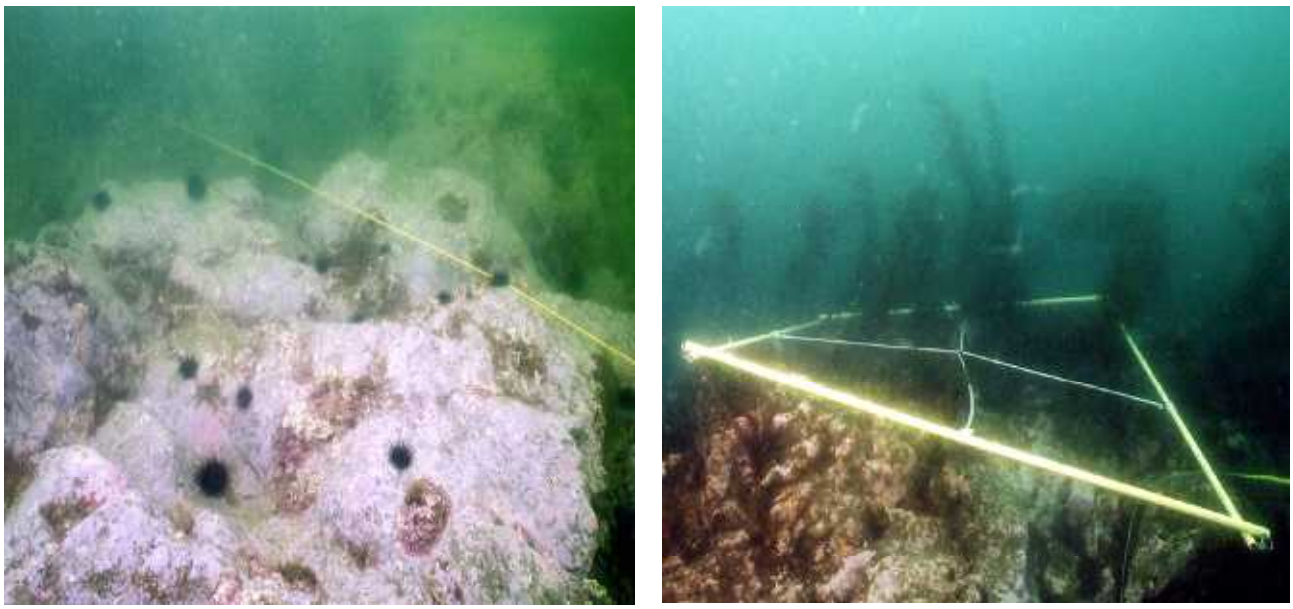


写真１　試験開始前（左）と修復されたアカモク海中林

ホンダワラの種苗生産におけるシャワー式育成法

2005年度実施

海の森健全化技術の確立研究（地域特産藻類増養殖技術開発）

資源増殖部

【目　的】

ホンダワラは秋田県内でも特に男鹿半島周辺で食用海藻として古くから利用されてきた重要な水産資源であるが、その漁獲量は不安定である。このため、本種の増養殖技術の確立が求められている。しかし、技術の基礎となる種苗生産においては、採苗後の付着基質を流海水中のみで管理する従来の方法の場合、生産回次によって種苗の成長速度及び密度に著しい差を生じる。そこで、付着基質を水中から露出させ、上方からシャワー状に海水を滴下させることにより、従来法に比べて成長速度及び密度を高める方法を開発した。

【方　法】

シャワー区と浸水区（対照区：従来法）を設けて、採苗（５月）から約１年間、「浸水区」、「シャワー区」、「浸水→シャワー区（９月以降）」並び「シャワー→浸水区（９月以降）」の組合せにより、ホンダワラの成育に良好な条件を比較した。また、沖出し時期の検討を行った。さらに、ホンダワラ類採苗技術の基礎となる放卵数について４種を比較した。

【成　果】

シャワー区と浸水区との組合せ育成の結果、採苗から１か月間は浸水した条件で流水管理して種苗を基質に固着させ、その後は葉状部が展開する８月までシャワー（写真１）により管理する。９月以降、再び浸水した条件で管理することにより、密度を均一に保ちながら、より大型個体の割合を高めることが可能であることが分かった（図１）。次いで、採苗から１年３か月以降の翌年８月と、11月とに沖出しして成長を比較した結果、水温下降期の11月沖出しで成長、生残も良く収量を高めることが出来た（図2）。また、ホンダワラ類４種の重量と放出卵数を明らかにすることが出来た。

【今後の展望】

本技術の開発によって、安定的に大量のホンダワラ種苗を生産することが可能となり、この技術を用いて一部地域でホンダワラの養殖試験を実施している。この技術は他のホンダワラ類にも応用可能であり、アカモクによる養殖事業も検討されている。今後は、循環式飼育方法の導入による飼育水量の低減を目指した技術の開発を目指したい。

写真１　シャワー式水槽によるホンダワラ種苗の培養状況

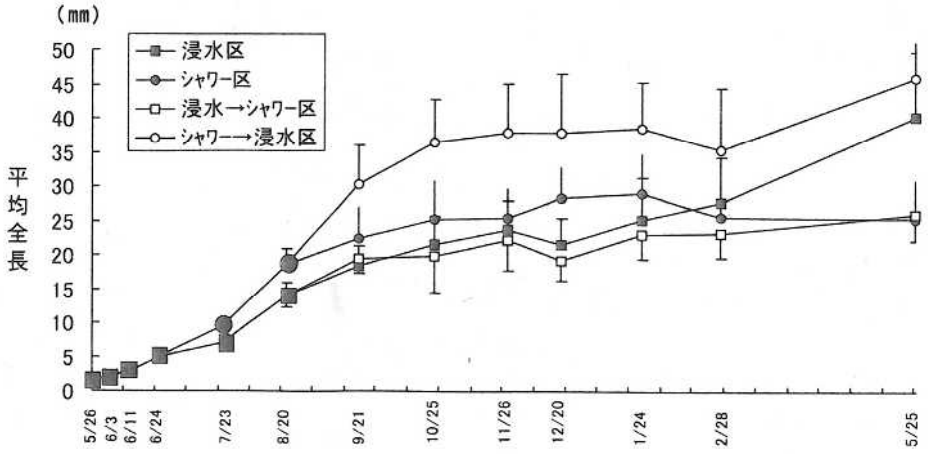


図１　各試験区におけるホンダワラの平均全長の推移

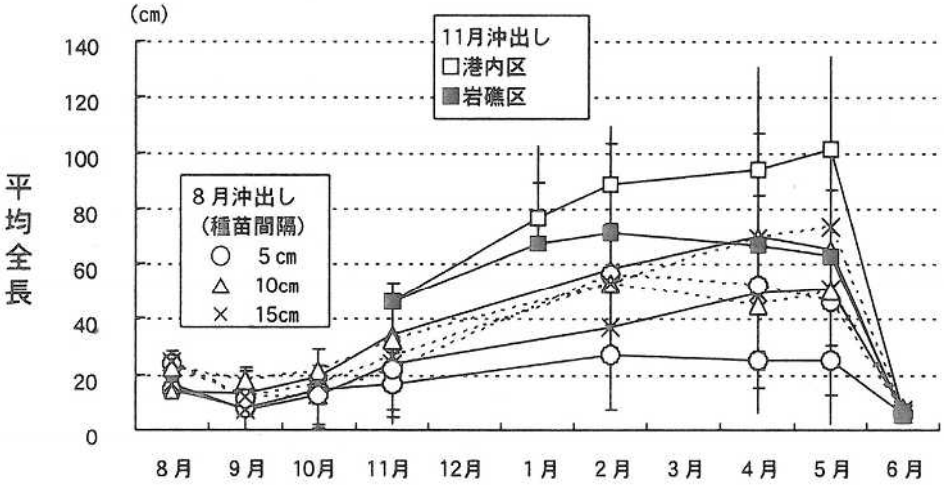


図２ ホンダワラにおける沖出し後の全長変化

ガザミ稚ガニ脚の脱落防止技術の開発

2006年度実施

種苗生産技術開発（ガザミ）

資源増殖部

【目 的】

ガザミの種苗において脚の脱落は、放流後の摂餌行動や外敵からの逃避行動などを妨げ、種苗の生残に悪影響を及ぼす。種苗の脚の脱落は、主に輸送中に稚ガニが挟みあうことにより起こることから、これを防ぐ輸送技術の開発が必要である。本研究では、海岸に漂着した海藻類とともに種苗を輸送することで、脚の脱落を大幅に軽減できる技術開発を目的とした。

【方 法】

試験には水産振興センターで生産した１～３齢のガザミ種苗を用いた。輸送は、海水を20ℓ入れたナイロン袋に、１齢は約2.5万尾、２齢は約２万尾、３齢は約0.5万尾を収容し、各齢について、海藻（ホンダワラ類）を入れない区と、海藻を500ｇ、1000ｇ入れる区の３条件を設けた(図１)。脚の脱落は、輸送の前後に種苗の脚を観察し、鋏脚(２本)、歩脚(６本)、遊泳脚(２本)のうち、脱落した数を計数した。

【成 果】

輸送後の脚数は、海藻を入れなかった区では、１齢～３齢において歩脚が全て脱落した個体が認められるなど、脚数が著しく減少した。また、脱落本数は齢期が進むほど多くなる傾向が見られた。一方、海藻を入れた区では、入れなかった区に比べて脱落数が有意に減少し、特に歩脚と遊泳脚の脱落を抑制する効果が顕著だった。脱落数が減少した要因としては、海藻を入れた区で多くの稚ガニが藻体に付着し、遊泳する稚ガニが著しく減ったことから、稚ガニが遊泳中に挟みあう機会が減ったためと考えられた。また、海藻の量は海水20ℓに対し500ｇ以上あれば、脚の脱落を抑える効果は十分であると考えられた(表１)。

【今後の展望】

稚ガニを高密度で輸送する際に、ホンダワラ類を主体とする漂着海藻を入れることで、放流直後の稚ガニの潜砂や逃避行動を阻害する脚の脱落を防ぐことができた。天然海域において流れ藻上には、１～３齢のガザミ稚ガニが高密度に分布する例が知られており、ホンダワラ類の藻体は稚ガニにとって隠れ場所や摂餌場所として好適であると考えられる。従って、放流時に回収する必要がないホンダワラ類とともに稚ガニを輸送、放流することで、放流直後の稚ガニの生残率を高めることができる可能性もあり、ガザミ類種苗の放流技術への応用も期待できる。

図1　ビニール袋に海水20ℓとともに
漂着海藻を入れる

図2　漂着海藻に付着したガザミ稚ガニ

図3　ガザミ稚ガニ（左；脚の脱落なし、右；脱落した鋏脚、歩脚、遊泳脚が再生しつつある例）

表1　ガザミ種苗の輸送後における脚別の脱落本数別個体数（1回目）

齢期	輸送密度（尾/ℓ）	試験区	脚	脚脱落本数別の個体数 0	1	2	3	4	5	6本
1齢	1,250	付着基材なし	鋏脚	60	2	0	−	−	−	−
			歩脚	49	12	1	0	0	0	0
			遊泳脚	59	3	0	−	−	−	−
		付着基材あり　500g	鋏脚	82	1	0	−	−	−	−
			歩脚	72	9	1	0	1	0	0
			遊泳脚	80	3	0	−	−	−	−
		付着基材あり　1000g	鋏脚	75	1	0	−	−	−	−
			歩脚*	71	4	1	0	0	0	0
			遊泳脚	74	2	0	−	−	−	−
2齢	1,000	付着基材なし	鋏脚	68	13	1	−	−	−	−
			歩脚	37	24	8	5	3	2	3
			遊泳脚	60	17	5	−	−	−	−
		付着基材あり　500g	鋏脚	71	9	0	−	−	−	−
			歩脚**	65	10	4	1	0	0	0
			遊泳脚**	73	6	1	−	−	−	−
		付着基材あり　1000g	鋏脚*	73	3	0	−	−	−	−
			歩脚**	60	14	2	0	0	0	0
			遊泳脚*	68	8	0	−	−	−	−
3齢	250	付着基材なし	鋏脚	66	13	0	−	−	−	−
			歩脚	2	5	11	17	19	17	8
			遊泳脚	16	41	22	−	−	−	−
		付着基材あり　500g	鋏脚**	76	2	0	−	−	−	−
			歩脚**	47	19	7	4	1	0	0
			遊泳脚**	53	23	2	−	−	−	−
		付着基材あり　1000g	鋏脚**	73	1	0	−	−	−	−
			歩脚**	52	13	7	1	1	0	0
			遊泳脚**	60	14	0	−	−	−	−

ハタハタ稚魚へのアリザリン･コンプレクソン標識技術の開発

ハタハタ資源増大技術開発事業　　2003～2008年度実施

資源増殖部

【目　的】

あらゆるサイズの種苗に大量、かつ効率的に標識する手法として、アリザリン・コンプレクソン（蛍光物質（以下、ＡＬＣ））による耳石（魚体内部の硬組織の一つ）への染色標識がある。本標識の利点として、タグ標識などの外部標識に比べ、装着に係る労力を大幅に軽減できること、標識の脱落が無いこと、小型個体への装着が可能であることが挙げられる。このため、ハタハタ稚魚へのＡＬＣ標識技術の開発を目的に試験を行った。

【方　法】

2004年から2009年の４～５月に男鹿市椿地先の海上筏１基にキャンバス水槽（4.8×4.6×2.5m）を設置し、それぞれに稚魚４～21万尾を収容した。ここに、あらかじめ水酸化ナトリウムを用いてＡＬＣを海水に溶解した溶液を注入し、濃度を40ppmに調整した。浸漬時間は６～25時間とし、浸漬中は容存酸素量を飽和状態に保つようにした。浸漬終了後は稚魚を海上筏に設置している網生け簀に収容した後、生物顕微鏡（蛍光下）でＡＬＣ標識の確認及びその明瞭さを比較した。

【成　果】

試験に用いた稚魚の平均体長は18.3～31.4㎜（写真１）で、ＡＬＣ溶液への浸漬時間は６～25時間の範囲であったが、全ての区においてＡＬＣ標識が明瞭に確認された（表１、写真２）。また、標識翌日から20日後における稚魚の生残率は、浸漬時間６時間の区おいては73.3～96.6%で、他区（19～25時間：0～13.1%）と比較してかなり高い結果となった（表１）。これらのことから、濃度を40 ppmに調整したＡＬＣ溶液を用い、人工種苗にＡＬＣ標識を施す場合、平均体長20㎜以上で、浸漬時間が６時間あれば十分可能であると考えられる。なお、試験中の水温は10～14℃であったが、本県では沿岸水温が14℃に達するのは５月上旬であることから、この時期までは標識作業が可能であると考えられる。

【今後の展望】

研究結果から、平均体長20㎜以上の種苗であれば、浸漬時間を６時間に設定することにより、高い生残率で標識を施すことができることが明らかとなった。今後は種苗の収容密度をより高密度に、また、浸漬時間をより短くすることで更なる効率化を目指したい。

写真1　ALC標識前のハタハタ稚魚（全長25㎜）

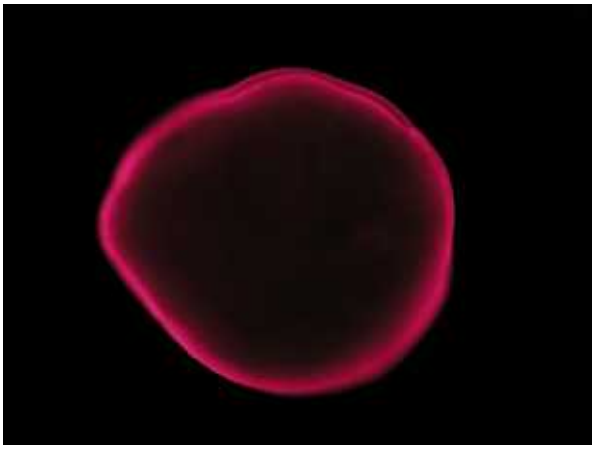


写真2　生物顕微鏡下で確認されたALC標識

表1　ALC標識試験結果

実施年	試験区	標識装着時の条件 浸漬時間	水温（℃）	pH	平均体長（㎜）	収容尾数（万尾）	収容密度（万尾/ﾄﾝ）	標識の明瞭さ（蛍光下：○明瞭、△不明瞭）	生残率（%）（標識後の日数）
2004	1	23	10.0	8.0	26.3	4.0	1.0	○	67.5（7日）
2005	1	24	9.2～10.1	7.2～7.3	20.2～20.4	20.9	1.5	○	0.0（-日）
	2	25	9.6～9.7	7.1～7.3	20.7	20.6	1.5	○	10.3（13日）
	3	19	10.3～10.6	7.1～7.2	20.0	10.9	0.7	○	12.0（14日）
	4	24	9.8～10.7	7.0	20.5	10.0	1.0	○	13.1（15日）
	5	24	12.0～12.6	7.2～7.3	24.2	6.0	0.6	○	6.3（20日）
	6	6	14.0～14.2	7.6～7.8	27.1	3.0	0.3	○	73.3（15日）
	7	6	13.0～13.6	7.4～7.6	31.4	2.4	0.3	○	83.3（8日）
2006	1	6	9.2～9.7	6.8	―	5.1	0.5	○	83.8（7日）
		6	8.9～9.3	6.8～7.1	―	10.9	1.1	○	
	2	6	9.9	6.9～7.2	―	7.7	0.8	○	99.2（7日）
		6	10.0～10.3	7.2～7.3	―	8.3	0.8	○	
	3	6	12.9～14.0	7.1～7.6	―	5.8	0.6	○	93.2（7日）
		6	13.8～14.7	7.2～7.6	―	8.8	0.9	○	
2007	1	6	10.0	7.9～8.0	27.8	(5.5)＊	(0.3)＊	○	―（9日）
		6	9.4～10.2	7.9～8.0			(0.3)＊	○	―（8日）
	2	6	11.2～11.6	7.8	29.5	(7.4)＊	(0.5)＊	○	―（7日）
		6	10.0～10.3	7.8			(0.2)＊	○	―（6日）
2008	1	6	10.8～11.0	7.0	26.7	(3.4)＊	(0.1)＊	○	―（4日）
	2	6	11.0	7.2～7.3	26.5	(6.0)＊	(0.2)＊	○	―（3日）
	3	6	11.1～11.6	7.3～7.5	25.8	(5.3)＊	(0.2)＊	○	―（5日）
	4	6	11.8～12.4	7.3～7.5	30.7	(5.4)＊	(0.2)＊	○	―（4日）
2009	1	6	11.6～11.8	7.3	18.3	8.2	0.3	○	90.1（4日）
	2	6	11.7～11.8	7.4	18.4	4.3	0.1	○	93.2（3日）
	3	6	11.6～11.9	7.4	18.5	10.1	0.3	○	93.0（2日）
	4	6	11.0	7.4～7.5	18.6	3.8	0.1	○	96.6（1日）

＊取り上げ時の尾数、密度を記載した。

天然アユの親魚養成･採卵技術の向上

2008年度実施

アユ固有遺伝資源増大技術開発試験

内水面利用部

【目　的】

アユは、古くから全国的に親しまれ、遊漁では、ナワバリを持つ性質を巧みに利用した友釣りにより採捕され、その遊漁料収入が内水面漁協の経営上、最も重要な魚種となっている。

アユの放流種苗は、水産振興センターで生産された人工種苗で、内水面漁協等により、毎年約200万尾放流されているが、人工種苗は、継代を重ねるとナワバリの形成能が弱まり、闘争心が薄れ、放流後群れアユとなることが多く、友釣りでは釣れにくくなる。また、継代を重ねると、冷水病に対する耐性も弱くなることなどから、放流種苗としては、継代を重ねない野性味の強いＦ１に近い種苗のメリットが大きい。

従って、天然遡上アユを採捕、育成後、秋季に採卵し、継代の重ねない放流用種苗の生産に供することを目的とした。

【方　法】

遡上初期に相当する6月中・下旬に米代川水系阿仁川の米内沢頭首工から天然遡上アユを採捕し、内水面試験池の10トン円型水槽で養成し、秋季に採卵した。卵はふ化直前まで卵管理水槽で養成し、ふ化直前の発眼卵を水産振興センターに運搬し、種苗生産に供した。

【成　果】

以下のような改良を重ねた結果、秋季にほぼ安定的に採卵できるようになり、継代を重ねない種苗を恒常的に供給できる目処がたった。

１）　天然遡上アユを採捕後、活魚車に収容するまで、容器側壁への突進などで、魚体が傷つくため、採捕後直ちに麻酔してから活魚車に収容することにより、魚体の損傷が少なくなり、収容直後の生残率が70％まで大幅に向上した。

２）　自動給餌器を用い、こまめに給餌したことにより、餌付けが容易となり、その後の成長が良好となった。

３）秋季に頻繁に鑑別することにより雌の斃死魚が少なくなり、まとまった数の熟卵も得やすくなった。

４）内水面試験池で湧水を用い、卵を半循環式でふ化直前まで管理することにより、生残率も向上し、種苗生産用発眼卵を安定的に供給できるようになった。

【今後の展望】

天然遡上アユを用いた親魚養成・採卵技術が確立され、水産振興センターにおいてＦ１稚魚の種苗生産か可能となった。一方、採卵時期が継代飼育魚より２旬ほど遅れるため、今後は採卵時期の早期化について検討する。

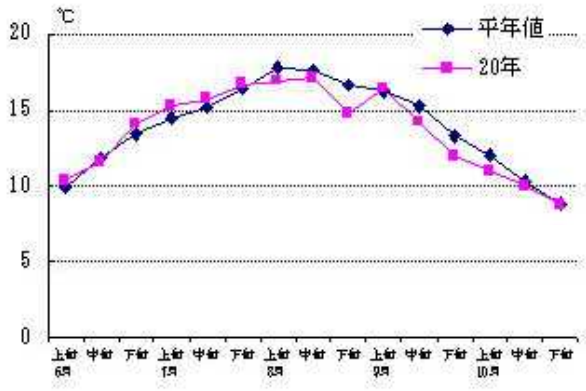


図１　旬別平均飼育水温

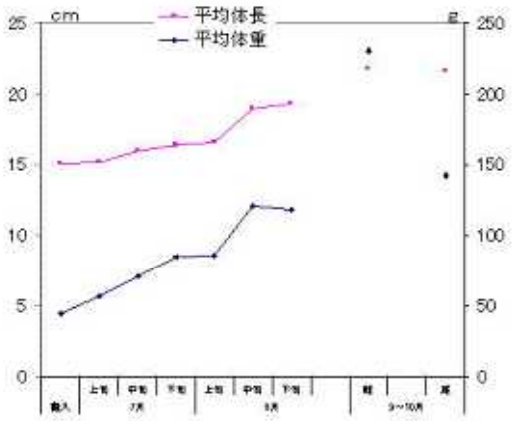


図２　養成アユの成長

写真１　飼育水槽

写真２　親魚の鑑別

写真３　雌親魚

写真４　採卵

写真５　卵と精子

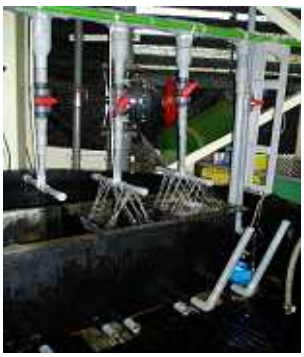


写真６　卵管理

八郎湖の漁業は湖をきれいにする

2007年度実施

八郎湖水産資源調査

内水面利用部

【目　的】

八郎湖は、国営八郎潟干拓事業により防潮水門で昭和38年に日本海と遮断され淡水化した。湖水は大潟村などの農業用水として利用され、湖内ではワカサギなどを対象とした漁業が営まれているが、富栄養化が徐々に進行し、2007年に湖沼法の指定湖沼となった。

湖では、知事許可漁業によりワカサギ、シラウオなどが毎年約300～400トン漁獲されているが、近年、アオコに起因する漁獲物への異臭の付着などにより、操業期間の変更などが余儀なくされている。本報告では、アオコの経年的な発生状況、漁獲物による窒素とリンの回収状況などについて整理し、漁業の水質改善への寄与状況などを検討した。

【方　法】

八郎湖におこる水質、漁獲量、アオコの構成種であるミクロキスティス属とアナベナ属の出現状況についてとりまとめ、ヤマトシジミ大量発生状況などから、漁獲物による窒素とリンの回収状況と漁業の湖内の水質改善に果たす役割などについて検討した(図１に調査定点)。

【成　果】

1988年以前の漁獲量は、年間約500～1,000トンで、顕著な減少傾向を示していたが、'87年の海水流入によりヤマトシジミが大量に沈着し、1989年から漁獲され、'90年の総漁獲量は10,899トン（うちシジミ漁獲量は10,750トン）となった。発生したシジミは単一年級群であったことから消失し、近年の総漁獲量は300～400トン程度となっている。

アオコの原因種は以前からほぼ毎年出現していたが、海水が流入した'87年にはほとんど出現せず、塩素量が低下した翌年の'88年には両属ともに多く出現した。'89年からはヤマトシジミの増殖が強く影響し、アオコの原因種は'91年まで全く確認されず、湖内の透明度は高くなり、水質も良好となった。その後、シジミ資源の衰退とともに、アオコ原因種は毎年確認されるようになり、発生時期も長期化し、魚類への異臭の付着など深刻な問題が生じている。（図２、３に透明度及びＳＳの変遷を、表１にアオコの原因プランクトンの状況、漁獲量等の推移を示す）

シジミの漁獲ピークの'90年には、漁獲物により窒素が54トン、リンが6トン程度回収され、シジミ資源が衰退した近年でも漁業により窒素が約11トン、リンが1.5トン除去されたと推定され、漁業による生産は、湖内の水質保全に大きく寄与した。下水道処理施設における窒素とリンの除去には莫大な経費を要するが、漁獲物による回収には、経費がかからず、漁労行為による湖底耕耘、外来魚の漁獲なども期待され、漁業の果たす役割は大きい。

【今後の展望】

現状における生産力では急激な水質改善は期待できないが、シラウオ、ワカサギの産卵親魚の保護、ふ化放流技術の改善などによる漁業の振興、外来魚の積極的な駆除、未利用魚の活用等を行うことにより、八郎湖の漁業は水質改善にさらに寄与することとなる。

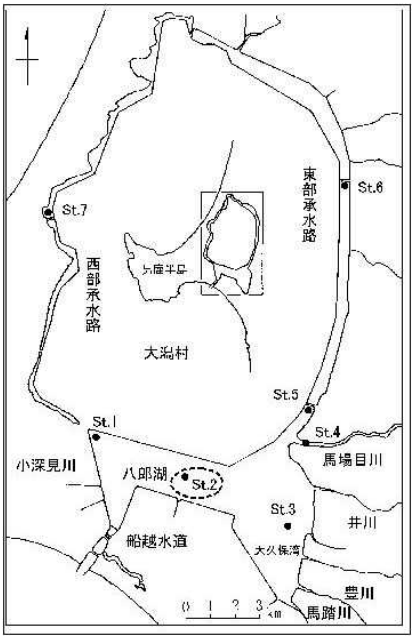


図１調査定点（St.2）

写真１ワカサギの水揚げ

写真２ アオコの状況

写真３ミクロキスティス属

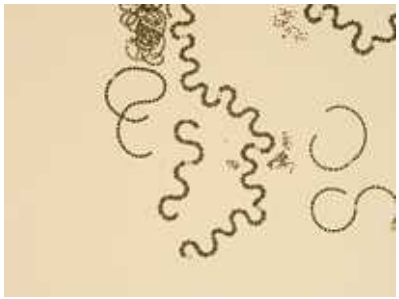


写真４ アナベナ属

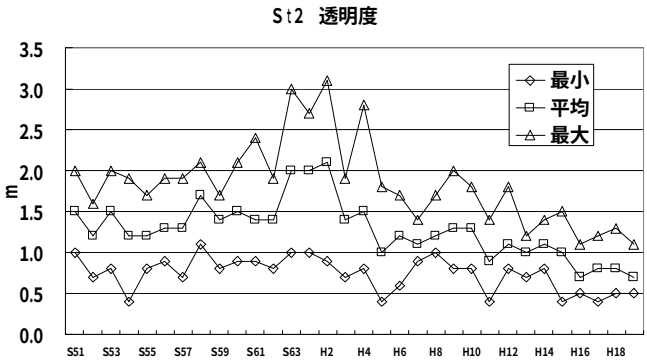


図２ 透明度の変化

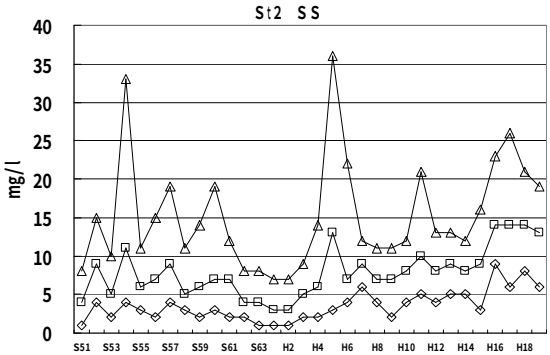


図３ SS（懸濁物質量）の変化

表 アオコの原因種の出現状況、漁獲量、窒素、リンの回収量

年		St.2(ミクロキスティス属)									St.2(アナベナ属)									漁獲量(トン)		回収量(kg)		備考
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計	うちシジミ	窒素	リン	
1979	54				1	2								4	3	1				992	295	22,358	3,686	
1980	55						5	3					1		1					833	93	23,185	3,672	
1981	56				1	2	4	2						1	5	2	5			959	208	24,504	3,742	
1982	57					2	3							3	2	4	1			889	143	24,096	3,563	
1983	58														5	1			1	497	81	13,331	1,972	
1984	59							1	2							1				646	98	17,828	2,614	
1985	60					1									3					648	108	17,500	2,595	
1986	61						5			3					5	4	3			574	93	15,584	2,320	
1987	62																2			494	52	14,183	2,109	海水流入
1988	63				3	4	4	5	5	4			4		4					461	47	13,089	1,972	シジミの大量発生確認
1989	1																			1,944	1,755	13,967	1,784	シジミの漁獲開始
1990	2																			10,899	10,750	54,403	5,849	シジミの漁獲ピーク
1991	3																			8,419	8,260	43,166	4,714	
1992	4													4		2				4,545	4,320	26,768	3,142	
1993	5		1			1										1				1,752	1,490	15,206	1,951	
1994	6						5	5	1	1			1	5	3	5	5	1		641	281	12,619	1,844	
1995	7		2												1	1	2			674	58	10,488	1,491	
1996	8				1	1	1				1	2	1	5	5	1	4		1	410	19	12,802	1,809	
1997	9	2				5	1				2			5	5	5	1	1	5	362	7	11,441	1,648	
1998	10				1	4	4	2						2	2	2	1			419	7	13,466	1,871	
1999	11					5	3	4						5	5					340	4	10,915	1,535	
2000	12	2	3	1	3	5	1		1		2			5	3	1	1			315	3	10,107	1,469	
2001	13					3	2	3	2					3	4	3	2			364	2	11,793	1,627	
2002	14				2	4	4	5	1	3			2	4	4	5				404	1	13,143	1,840	
2003	15				3	3		3	3				3	5	4	5	5	3		346	1	11,249	1,554	
2004	16				1	1	1	1		1				1	5	1	1		1	356	2	11,446	1,588	
2005	17				1	1	1	1		1				1	3	1				368	1	11,962	1,636	
2006	18	1	1	1	1	1	4	1	1					1	2	1	1	1		285	1	9,361	1,304	

cc:5(非常に多い) c:4(多い) +:3(普通) r:2(少ない) rr:1(希) 調査なし
※ 昭和62年に海水が流入し、ヤマトシジミが大量に発生、生育、漁獲
※ 窒素とリンの回収量は宍道湖の試算を参考

自然産卵の促進によるサクラマスの増殖

2007～'08年度実施

サクラマス産卵場の保全と回復に関する研究

内水面利用部

【目　的】

サクラマスは、海面では漁獲対象種として、河川においては遊漁対象種として、有用な魚種である。しかし、近年、漁獲量は減少しており、その対策として種苗放流による資源増殖手法等について試験を行っているが、有効な手法が確立しているとは言い難い。サクラマスの減少に関しては多くの要因が考えられているが、その一つに、遡上の不可能な河川横断工作物により上流域における産卵機会の喪失があげられる。そこで、自然産卵機会を増やすため、遡上を促進させる簡易魚道の設置と、人工的な産卵環境の整備について検討した。

【方　法】

米代川支流阿仁川において、サクラマスの産卵生態を調査し、産卵床の大きさ、産卵場として選択される場所の条件等について把握した。

一方、軽易な作業による設置・撤去の可能な簡易魚道を設計するため、木製の簡易魚道モデルを作成し、人工河川及び天然河川において、流況等の確認と、大型魚の遡上可能性に関する検討を行った。また、サクラマス親魚の遡上実態はあるものの、産卵適地が少ないと考えられる小支流において、天然におけるイワナ・ヤマメの産卵場を参考にして人工産卵場造成試験を実施した。（図１及び２に簡易魚道の概況を、図３及び４に人工産卵場の概況を示す）

【成　果】

サクラマス産卵床のほとんどは、淵から瀬への移行部の、いわゆる「かけあがり（水深が徐々に浅くなる場所）」に形成され、付近には逃避可能な淵、樹木等が存在した。

人工河川における魚道試験では、使用できる水量の制約から、流速は遅めで、越流部の水深は浅かったが、体長約４０ｃｍのイワナの遡上を確認した。実際の河川における設置試験による流況等に関する測定結果は、サクラマスが十分に遡上可能と考えられるものであった。また、設置にかかる手続き等の手順や作業上の問題点等について確認できた。人工産卵場の造成試験については、２か所のうちの１か所は１ヵ月ほどで造成前の河川形状に戻っていた。もう１か所についても産卵は確認できなかったが、人工採卵し養成していた発眼卵を埋設したところ、翌春、浮上直前まで発育した仔魚を確認した。

【今後の展望】

簡易魚道については、様々な河川や工作物の形態等に対応できるように、さらに汎用性の高い手法を目指して試験を継続する。人工産卵場については、造成に適した河川の条件の絞り込みを行う。

※この研究は、「河川の適正利用による本州日本海サクラマス資源管理技術の開発」（2007～'09年度）の一部として、独立行政法人水産総合研究センターからの委託事業として実施した。なお、河川において工事・作業を行う場合には、河川管理者や工作物管理者等の許可が必要となる。

図１　簡易魚道モデル設置試験の状況

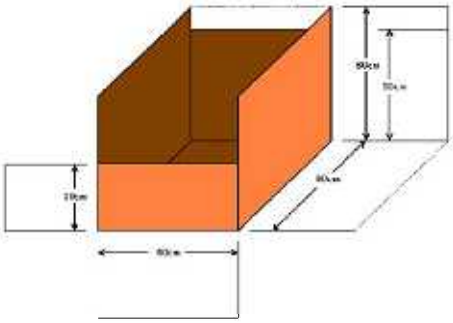


図２　簡易魚道モデルの構造

図３　人工産卵場造成試験の状況
（上：造成前、下：造成後）

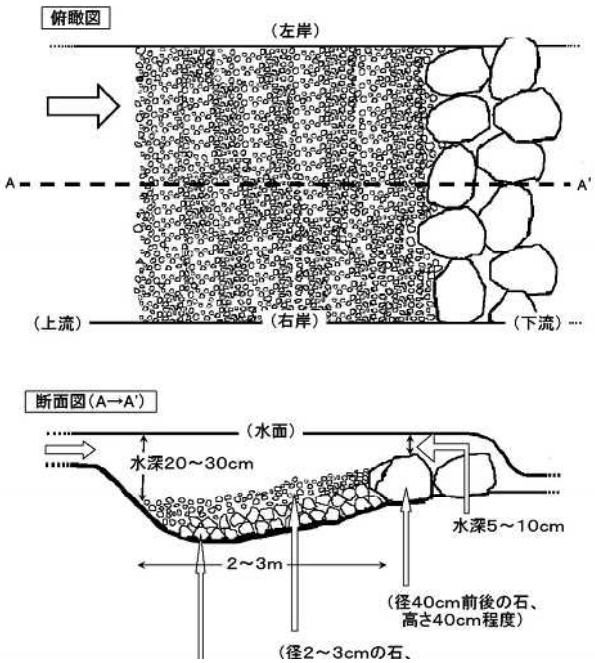


図４　人工産卵場の構造

十和田湖の動物プランクトンとヒメマスの食性

2008年度実施

内水面水産資源調査

内水面利用部

【目　的】

十和田湖のヒメマスは、希少性の高さと、姿形の良さ、おいしさから、地域の重要な観光資源となっている。しかし、その漁獲量は近年減少傾向にあるうえ、年変動も激しい。そこで、ヒメマス資源の変動要因として最も重要と考えられる餌料環境について把握することを目的として調査を実施している。

【方　法】

毎年、６、８、10月の３回、湖内の10定点において、北原式定量プランクトンネットを用いてプランクトンを採集し、種組成を確認するとともに、それぞれの個体数を計数した。

ヒメマスの食性については、青森県水産総合技術技術センター（現・地方独立行政法人青森県産業技術センター）内水面研究所が試験さし網を用いて採捕した個体、または、漁業者が漁獲した個体から採取した消化管の提供を受け、内容物の組成と、種類別の重量を調査した。

【成　果】

大型の動物プランクトンの出現量は年によって大きく変動するが、1970年代半ば以前に優占していたハリナガミジンコ、ヤマヒゲナガケンミジンコは、近年、低水準の出現状況が続いている。一方、ゾウミジンコやワムシ類といった比較的小型の動物プランクトンの出現水準は、'1980年代以降高くなっている。'03年頃からは、これまで稀に確認されるのみであった動物プランクトンや原生動物が大量に出現するなど、さらに特異な状況が続いている。

年別のヒメマス漁獲量と、同年の大型動物プランクトン出現量の間には相関が認められ（ピアソンの相関分析、ｒ＝0.677、Ｐ＜0.01)、これらのプランクトンの出現が直接漁獲量の増加につながっていることが示唆された。また、消化管内容物調査結果からも、これらのプランクトンが湖内に高水準で出現しているときは、ヒメマスはこれらを選択的に捕食していることが裏付けられ、２種の大型動物プランクトンの出現水準が、ヒメマス漁獲量と密接に関連していることが明らかになった。(図１に主要大型動物プランクトンの出現量と漁獲量を、図２に主要動物プランクトンの出現数の推移を示す)

【今後の展望】

ヒメマスの漁獲量を安定化させるためには、餌料として有用な動物プランクトンの出現水準を高位に安定させることが、最も有効であることは間違いない。しかし、プランクトン組成が変化する根元的な原因については未だに明らかになっておらず、従って、湖内で特定のプランクトンを人為的に増やすことは不可能である。そこで、現段階では、その時々の湖内の餌料環境について正確に把握し、その状況に応じた種苗放流や漁業活動等により、無駄の少ない増殖行為や資源利用に努める以外に方策はない。今後は、栄養塩からヒメマスに至る十和田湖の生態系を総合的に考察して、大型動物プランクトンが優占しヒメマスの資源水準が高かった、かつての十和田湖に近づけるための方法について多面的に検討する必要がある。

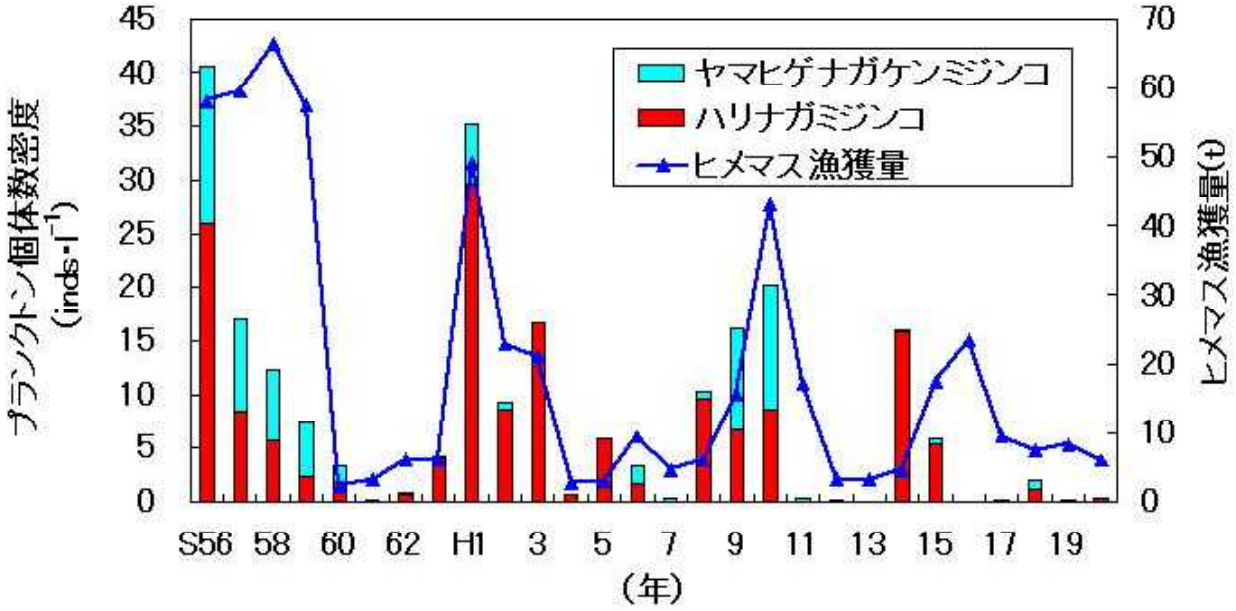


図1　年別の主要大型動物プランクトンの出現量とヒメマス漁獲量

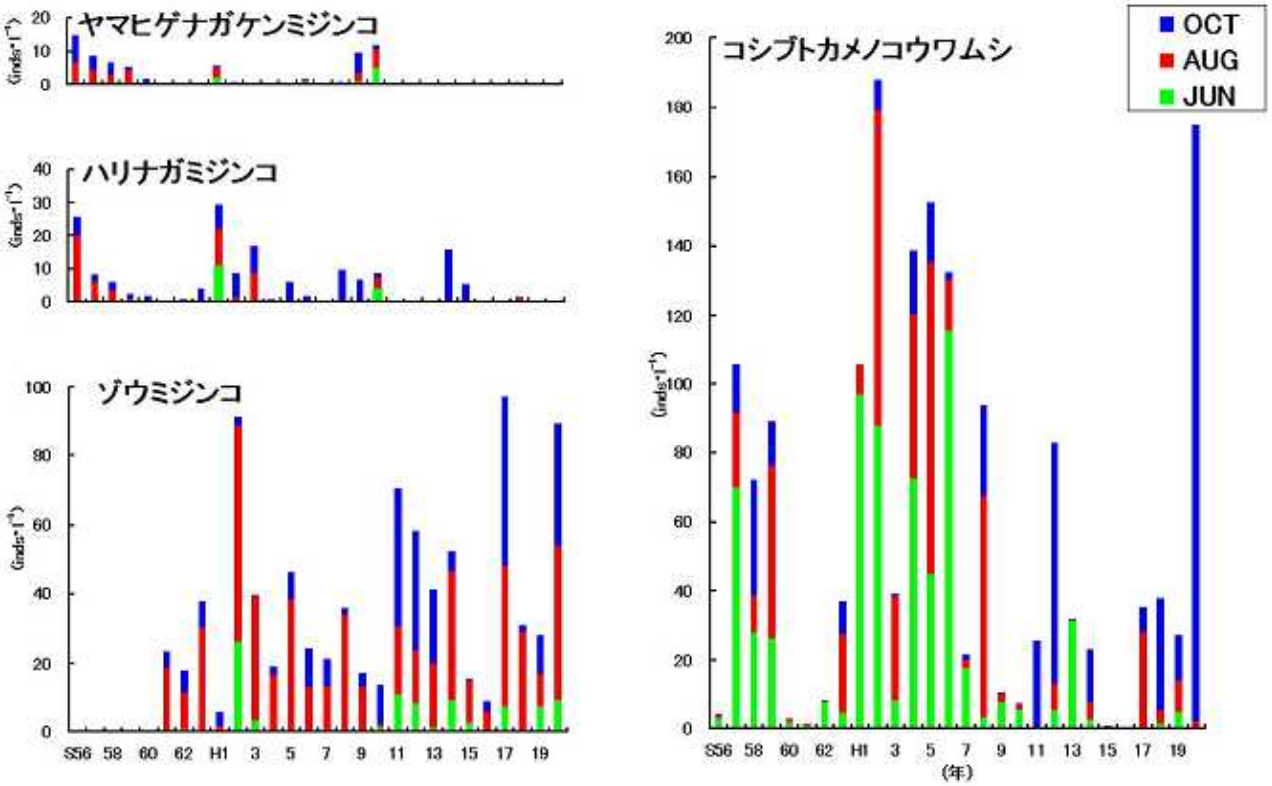


図2　主要動物プランクトンの年別個体数密度

漁業調査指導船“千秋丸”

沿岸調査船“第二千秋丸”

秋田県農林水産技術センター水産振興センター

０１０－０５３１
秋田県男鹿市船川港台島字鵜ノ崎８－４
電話　０１８５－２７－３００３
ＦＡＸ　０１８５－２７－３００４
E-mail　akisuishi@pref.akita.lg.jp