



社団法人

日本水産資源保護協会

季報

2009年 **春** 通巻520

第2巻 第1号

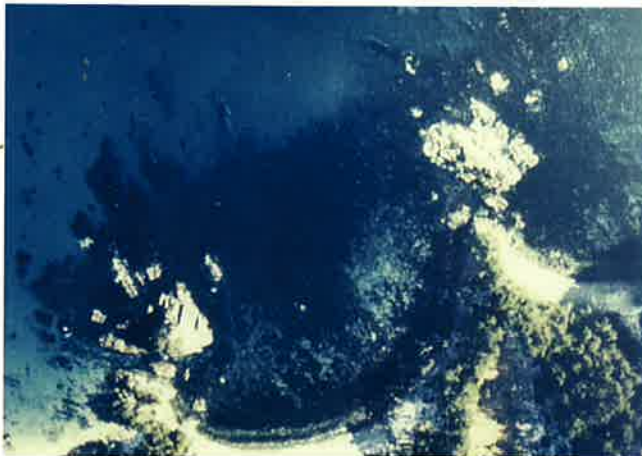
CONTENTS

- 燈火** 磯焼け—現状と海中造林技術—
東北大学大学院農学研究科 教授 谷口 和也……………3
- 話題の広場** 冷水病菌の卵内感染メカニズムとその防除法
および養魚場における本菌の蔓延状況
宮城県水産技術総合センター 熊谷 明……………8

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆理事会及び総会の概要……………17 ◆養殖と防疫……………18 ◆会議の報告等……………20 水産資源保護啓発研究事業 ●巡回教室の概要(2編) 養殖衛生対策センター事業 | <ul style="list-style-type: none"> ◆環境情報センター(EDC)ニュース……………32 平成20年度有明海等環境情報・研究
ネットワーク ホームページの利用
状況について ◆お知らせ……………34 |
|---|--|

第29回 全国豊かな海づくり大会 作文コンクール……………2

養殖魚の生産情報公表JASの登録認定機関として認定されました……………35



牡鹿半島泊浜で、1983年12月(左)と2008年4月(右)に撮影した航空写真
左の写真で黒く見える部分がアラメ海中林で、右の写真では消失している。潜水調査では海中林は水深1mに限定されている(写真は波のため見えにくい)。右の写真は朝日新聞社提供(『燈火』より)

第29回 全国豊かな海づくり大会

作文 コンクール

主催
豊かな海づくり大会推進委員会

後援
農林水産省・環境省(予定)

協賛
国立大学法人東京海洋大学

応募締切 **平成21年9月2日(水)必着**

全国豊かな海づくり大会は、魚や貝などの水産資源を保護し増やすことと、海の環境を守ることの大切さを皆さんに理解してもらうため毎年開催されているもので、魚の放流をはじめ、いろいろな行事が行われています。

今年の大会は、本年10月31日(土)に東京海洋大学(東京都港区)において「まもり育てる 豊かな海は みんなの未来」を大会テーマに開催します。児童・生徒の皆さんに大会の趣旨を理解してもらうために作文コンクールを行いますので、ふるって応募してください。

題材 海や渚で働く人々のこと、海や渚での楽しい思い出、食卓に上る海の幸、海的环境等について思うこと、豊かな海を守る活動など、海または水産業に関するもの

募集の対象 小学校、中学校、高等学校及び盲・ろう・養護学校の小学部、中学部、高等部の児童・生徒
①小学校低学年の部 (1年生から3年生)
②小学校高学年の部 (4年生から6年生)
③中学・高校の部(中学1年生から高校3年生)

原稿 400字詰め原稿用紙(B4横タテ書き)を用い、①小学校低学年の部は3枚以内、②小学校高学年の部は4枚以内、③中学・高校の部は4枚以内とします。原稿には、標題、学校名、学校所在地、学年、氏名(ふりがな)を明記してください。なお、筆記用具は鉛筆(HBより濃いもの)または、ボールペン(黒インク)を使用してください。

審査 豊かな海づくり大会推進委員会、水産庁及び学識経験者等で構成する中央審査委員会は、送付された作品を審査の上、入賞者・入選者を決定し、学校及び所属団体を通じて連絡する。

入賞及び入選 (入賞)
大会会長(衆議院議長)賞……………3名(各部門1名)
農林水産大臣賞……………3名(各部門1名)
環境大臣特別賞……………3名(各部門1名)
水産庁長官賞……………3名(各部門1名)
(入選)
推進委員会会長賞……………30名(各部門10名)

表彰及び発表 入賞者・入選者には学校及び所属団体を通じて賞状と副賞を、又全応募者には参加賞を贈ります。
なお、入賞者の内、大会会長賞を受賞した3作品のなかから最優秀作品に選ばれた作者を海づくり大会へ招待し、式典において受賞者を代表して表彰を行なうとともに、最優秀作品をご本人に発表していただきます。

応募方法 応募する作文は学校及び所属団体を通じて、一括して送付して下さい。

送付先 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町9-6 小伝馬町松村ビル6F(社)全国豊かな海づくり推進協会内
豊かな海づくり大会推進委員会作文コンクール係

※応募方法については<http://www.yutakanaumi.jp/>に応募要領が掲載されていますのでご参照下さい。

磯焼け—現状と海中造林技術—



東北大学大学院農学研究科 教授 谷口 和也

亜熱帯から寒帯にかけての沿岸岩礁域には、低潮線付近から水深数 10 m まで、海中林と呼ばれる大形多年生のコンブ目・ヒバマタ目褐藻群落が形成されている。海中林が光合成によって生産する有機物量は年間 1～8 kg (乾重) /m² で¹⁾、陸上の熱帯雨林と等しいか、またははるかに高い²⁾。このため、海全体の 0.1% に満たない岩礁海底の面積で、海全体の 10% 以上の生産量をもたらしている。進化論を提唱したチャールズ・ダーウィンは、広大な海中林を観察した結果、大量の無脊椎動物が生息し、多くの魚、海鳥、アシカなどが集まるので、海中林に匹敵する豊かさを持つのは熱帯のジャングルだけであり、海中林が消失すれば、多くの生物が失われる、そのような意味の感想を「ビーグル号航海記」で述べている。海中林は、高い生産力と生物多様性に富む地球上屈指の豊かな岩礁生態系を構成する。

海中林が何らかの原因で低潮線近くまで大きく縮小すると、海中林に生活を依存する動物もほとんど消失するので、沿岸漁業は大打撃を受ける。海中林が消滅した海底は、林床を占めていた炭酸カルシウムを多量に含有する紅藻無節サンゴモが現れ、白色または桃色となる。この現象は、日本では伊豆半島の方言から磯焼け³⁾、海外では荒地、海中林崩壊域、サンゴモ平原、桃色の岩、禿礁などとよばれる^{1, 4, 5)}。磯焼けの海底をなす無節サンゴモ群落には世界中共通してウニが多数生息するようになる。このため、ウニが優占する荒地、またはウニ-サンゴモ群集ともよぶ。

▶ 磯焼けの原因

磯焼けをもたらす環境変化は、海洋生物にとっては偶然的な要因と岩礁生態系の環境である必然的な要因に分けて認識する必要がある (表 1)。

陸上の道路・ダム建設、住宅地・ゴルフ場・スキー場の造成など森林伐採をとともなう大規模開発は海域に淡水と濁水の大量流入をもたらす。鉱山・工場排水は海水を汚濁して海洋生物の生存条件を奪う。紀伊半島西岸では、アラメ・カジメ海中林が 1980 年代までは水深 10 数 m まで形成されていたが、降雨時に河川から海

域へ大量の濁水が流入するようになってからは完全に消滅し、年間 20 トン前後であったアワビ漁獲量が皆無となった^{5, 6)}。人間活動の影響は、原因が持続する限り生物を死滅させるが、人間自身の手で原因を明確にして取り除くことによって海中林の回復が図られる。

津波、火山爆発、洪水、例外的な激浪や降雨などの一時的、激越な環境変化は、自然現象とはいえ未だ予測不可能な偶然的な要因である。海中林へ壊滅的な打撃を与えるが、環境が旧に復すれば海中林も回復する⁵⁾。

水温・栄養塩・波高は、長期データから平均値と偏差によって変化が定量的に把握できる。これらは岩礁生態系を構成する必然的な環境である。河尻ら⁷⁾ は、伊豆半島東岸において 1880 年から 1980 年まで、水温とアワビ漁獲量の長期データ、黒潮の流路など海洋学的情報にもとづいて磯焼けの発生年を明確に推定した。このように必然的な要因は、偏差値が高まるほど環境の異常性が高まり、その異常性を定量化できるので、磯焼け発生年におけるデータと長期データとの比較によって磯焼けの発生を予測することが可能である。

磯焼けは、高水温・貧栄養の海況条件で海中林が深所から死亡し、浅所へ縮小することによって発生する⁴⁻⁹⁾。海藻は、波動が弱ければ葉表面に境界層が形成され、栄養塩の吸収が困難になる¹⁰⁾。海中林が深所から死亡する原因は、高水温であれば波動が弱い深所ほど栄養塩吸収が困難になるためであることが、流速と水温との関係で実験的に証明された (図 1)⁵⁾。アラメは秒速 5 cm 以下の低流速では、水温 25°C であっても 11 日後には死亡する。

磯焼けの発生によって海中林から無節サンゴモ群落へ生態系の生産者が交代すると、動物群集も変化する。無節サンゴモ群落においては、無節サンゴモが常時多量に分泌する揮発物質ジプロモメタンによってウニ幼生が変態する^{11, 12)} ので、ウニの生息密度が著しく上昇する。キタムラサキウニは、幼生期に相当する 9 月の水温が 20°C 以上となる年の翌年には稚仔の加入量が多く、加入量と水温とは正の相関が認められる¹³⁾。高水温による浮遊期間の短縮が幼生の死亡率を低下させた

表 1 磯焼けの原因

I. 岩礁生態系の環境変化	
1. 海況条件	高水温、貧栄養、激波浪など；長期観測資料にもとづく平均値と偏差で把握。高い偏差値は環境の異常性をあらわす。
2. 生物群集の変化	温暖化にともなう植食魚類の摂食圧の上昇。 生産者の交代による無節サンゴモ型動物群集；ウニの増加。
II. 偶然的な環境変化	
1. 一時的、激越な環境変化	津波、火山爆発、例外的な大時化、洪水など。
2. 人間活動による破壊	海水汚濁による透明度の低下、淡水・無機懸濁粒子の流入、漂砂、鉱山・工場廃水、重油流出、生活廃水と界面活性剤の流入（？）、農薬の流入（？）。

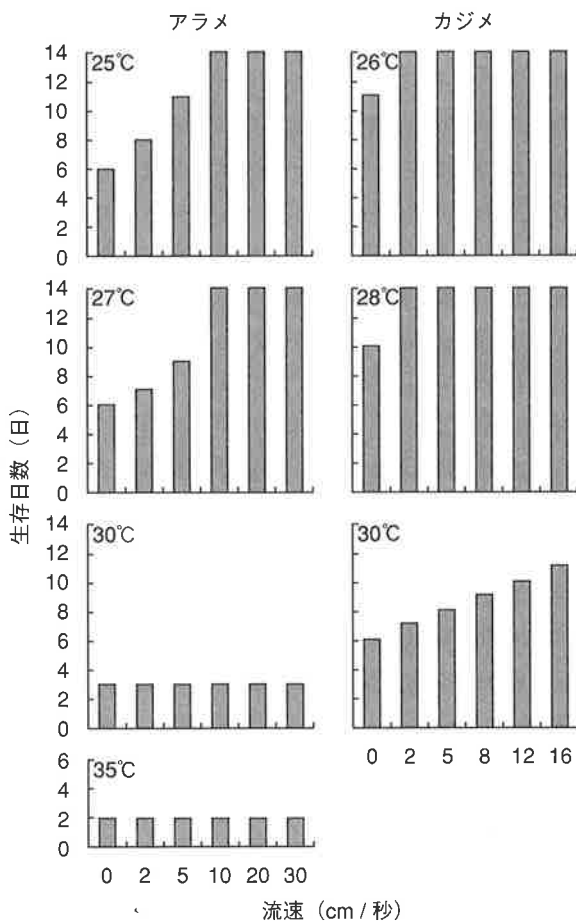


図 1 異なる水温、流速条件での褐藻アラメ・カジメの生存日数
アラメは水温 25、27、30、35°C、流速 0、2、5、10、20、30 cm/秒、カジメは水温 26、28、30°C、流速 0、2、5、8、12、16 cm/秒で測定された。

ためと考えられている。カナダのノバスコシア沿岸におけるホクヨウオオバフンウニの加入量も幼生期の春季水温に左右される。1960年代後半に起こったコンブ群落の崩壊原因は、1960年春の高水温によって大量加入した卓越年級群の食害であると考えられている¹⁴⁾。日本においてはウニの大きな加入が海中林を崩壊させた事実はないが、無節サンゴモ群落で増加するウニは

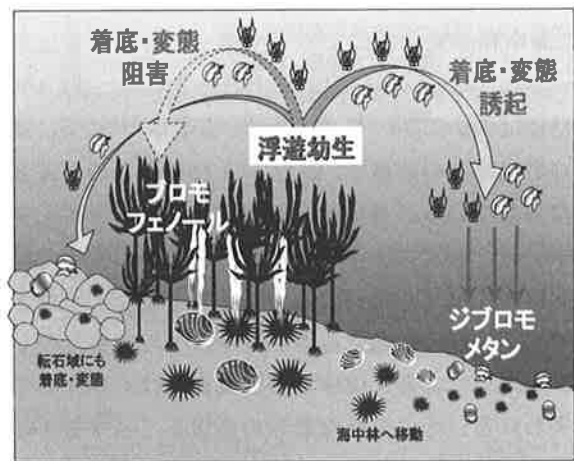


図 2 無節サンゴモ群落と海中林におけるウニ・アワビ幼生の着底・変態誘起と阻害の模式図

発芽する葉状海藻を摂食し、磯焼けを持続させると考えられる^{1, 4, 5)}。

一方海中林はプロモフェノールを常時多量に分泌し、1 ppm の低濃度でウニ幼生の変態阻害を起こし、5 ppm 以上では死亡させることが李・吾妻⁵⁾によって報告されている(図2)。海中林が健全に保たれている海域では、ウニは急激に増加することなく、バランスよく保たれていると考えられる。

地球温暖化の影響

海中林は、水温が低く、栄養塩が豊富な寒流や深層水が湧昇する海域に形成される。地球温暖化は、寒流を弱勢化する。また高い気温が海表面の水温を高め、降水量が増加して塩分濃度を低下させるので、比重の関係から寒冷で富栄養な深層水と表面水との混合を妨げる。こうして高水温・貧栄養の状態を持続させる。1990年代以降、日本の大部分の沿岸で水温が上昇傾向を示すようになっている。

高水温・貧栄養な黒潮の接岸によって磯焼けが周期的に発生する伊豆半島東岸⁷⁾では、1992年以降磯焼け

が高い頻度で発生するようになり、加えて海藻を主な食物とするアイゴ・イスズミ・ブダイなど亜熱帯性魚類の食害が問題化したことが特徴的である⁴⁻⁶⁾。地球温暖化によって日本沿岸の動物相が熱帯化しつつある深く憂慮すべき事態¹⁵⁾となっている。

牡鹿半島北岸の泊浜では、1983年12月に撮影した航空写真を見ると水深8mまでアラメ海中林が分布していたが、2008年4月現在では水深1m以浅まで縮小した(表紙写真)^{5, 6)}。拡大した無節サンゴモ群落にはキタムラサキウニが多数生息している。無節サンゴモが常時多量にジプロモメタンを分泌してウニ幼生を変態させ、ウニを増加させていることがわかる。地球温暖化による海中林の消滅は、ウニの発生を促進し、その食害によって海中林の形成を長期に阻害し、海中林の高い生産力にもとづく二酸化炭素固定量を著しく低下させる。そして地球温暖化をさらに促進するという負のスパイラルをもたらしている。

地球温暖化は、沿岸域を高水温・貧栄養化するだけでなく、低気圧を強大化する。強大化した低気圧による例外的な大時化は、通常動かない boulder (不動石) やもろい堆積岩に生育する海中林を、基質を不安定にして崩壊させる。カリフォルニア沿岸のジャイアント・ケルプ海中林は、ペルー沖で発生するエルニーニョの影響を受けると高水温・貧栄養の環境で死亡するだけでなく、強大化した低気圧による強い時化によっても破壊される⁸⁾。日本海沿岸の男鹿半島北岸では、2007年1月6～8日に通過した強力な爆弾低気圧による例外的な大時化によって、浅所の水深1～5mに形成されていたスギモク優占群落が大規模に崩壊した⁵⁾。この沿岸の海底は、100～400万年前の新生代第三紀鮮新世に成立したもろい泥岩である。爆弾低気圧と呼ばれ、例外とされていた強力な低気圧が高い頻度で発生すれば、海中林は回復できなくなる恐れがある。

地球温暖化は、磯焼けに至らなくとも海中林の組成をコンブ目からヒバマタ目褐藻へと暖流系化させる。先に紹介した牡鹿半島北岸では、残存する海中林の優占褐藻がアラメからエゾノネジモクへと変化している。優れたアワビ資源管理を実施している徳島県海部郡阿部沿岸¹⁶⁾においても1980年代にはアラメが優占していたが、現在ではアラメが著しく減少し、かわってヤツマタモクなどヒバマタ目褐藻が増加している⁹⁾。

海中林造成技術

人間活動の破壊的な影響を含めて、偶然的な要因による海中林の崩壊については、原因となる環境が取り

除かれれば比較的短期間に海中林の回復をみることが出来る。健全な沿岸環境を保全する努力を続ける必要がある。

生態学的にみた磯焼けは、偏差値の高い、異常な高水温・貧栄養の海況で発生する。海中林は低水温・富栄養な海況に転ずれば形成できるが、高水温・貧栄養の海況条件が長期に持続すれば形成できない。また、磯焼け域でウニが多量に増加すれば、その強い食害で海中林は形成できない。これまで、高水温・貧栄養の対策はまったくなされておらず、主に海底面の整備、海中林構成海藻の人工種苗生産と移植、ウニなど植食動物の食害を排除する技術が行使されてきた(表2)。磯焼けは岩礁生態系の変動の一過程なので、漁業の再生が可能な、実用的な規模で海中林を造成するためには、要素技術を総合的に行使しなければならない。

1. 植食動物対策と種苗移植

海中林を造成するためには、ウニの摂食量を海中林の年間生産量の3分の1から4分の1以下にする必要があると経験的に指摘されていた。北海道日高沿岸のミツイシコンブは、その生産量の2分の1がエゾバフンウニに消費され、ウニへの転換効率が乾燥重量で10%、窒素量で8%と計算されている¹⁷⁾。ミツイシコンブ群落は、生産量の10%のウニを収容できることを示している。

宮城県江の島においては、磯焼け域からのウニ駆除とマコンブ延縄養殖によって、以下のような経過で日本で初めて約1haの実用的な規模でマコンブ群落を形成させた¹⁸⁾。1971年にはウニなど植食動物を駆除し、マコンブ延縄養殖を実施した。1972年には養殖マコンブの遊走子によるマコンブ群落の形成が期待されたが、実際にはヒバマタ目褐藻アカモク群落が形成、1973年においても同様であった。マコンブ群落は1974年に初めて形成された。それまで30年間の平年水温からの偏差を見ると、1971～1973年は平年並みか、より高く推移し、1974年には東北太平洋沿岸を南下する低水温・貧栄養の親潮第1分枝が極めて強勢な、異常冷水現象の発生がみられたのである。つまりマコンブ群落の形成は、低水温・富栄養な海況条件に支配されていることを示している。

吾妻⁴⁾は、過去50年以上も磯焼けが持続している北海道日本海沿岸寿都湾の矢追と六条の各約1haの海底で、秋から冬に継続的にウニを駆除し、海中林へ至る遷移過程を観察した。矢追では最初に大量の付着珪藻がみられ、次いで緑藻エゾヒトエグサなど小形1年生海藻、褐藻ワカメやケウルシグサなど大形1年生海藻、さらに褐藻エゾヤハズなど小形多年生海藻が入植して

表2 海中林造成技術の要素

1. 植食動物の摂食圧の排除
1) 植食動物の駆除
2) 這い上がり防止（ウニ返し）による植食動物の排除
3) 囲い網による植食魚類（アイゴ・イスズミ・ブダイなど）の排除
4) ワカメ・コンブなど成長の速い大形1年生海藻の大量供与（移植、養殖）による摂食圧の吸収
5) 化学的防御物質を生産する海藻による植食動物の排除
2. 海藻種苗の生産と移植
1) 母藻移植
2) 遊走子・胞子・受精卵、配偶体、幼孢子体の大量散布
3) コンブの延縄養殖による食物供給と遊走子の散布
4) 弾性糸を用いた種苗の海底、海藻礁への移植
3. 新生面の作出
1) 投石、築磯、海藻礁の設置
2) ウニの移植による雑藻駆除
3) チェーン振りによる雑藻駆除
4. 栄養塩の添加による海中林の生育促進

優占種が交代し、約2年後には大形多年生褐藻で日本海特産種のフシスジモク海中林が形成された。一方、六条でも多くの海藻が入植したが、最終的には通常遷移の初期に見られる小形1年生緑藻アナアオサが周年生育するようになった。ともに当初期待されたコンブ群落は形成されなかった。矢追では対馬暖流が強勢な温暖化傾向が持続している海況であるため暖流系種が遷移の極相となったこと、六条では近隣の河川から流入する淡水の影響によって低塩分への耐性が高いアナアオサが優占する遷移の初期にとどまったと考察している。北海道では、これら寿都湾の経験にならって各海域でウニ駆除を実施しており、海中林造成に成功している。

四井⁴⁾は、長崎県対馬沿岸でも過去50年以上も磯焼けであった海域でムラサキウニや巻貝を駆除するとともに、子嚢斑を形成したアラメを延縄で中層に吊るし、海底へ遊走子の供給を図った結果、3年後にはアラメ海中林の造成に成功した。また徳島県沿岸では、アラメ・カジメの人工種苗を移植した海藻礁へ、ウニなどの這い上がりを防止するため、淡水魚の人工産卵巣を装着して効果をあげた¹⁹⁾。

松島湾では、海藻礁にアラメ種苗とともに成長が速いワカメとマコンブ種苗を移植し、マコンブの延縄養殖も行ってウニなど植食動物に大量の食物を供給した。その結果、アラメ種苗が食害から保護されて、アラメ海中林の造成に成功した¹⁾。海藻礁に移植したワカメとマコンブの揺れ動く藻体による掃き出し作用でウニなどの這い上がりが防止されたことも、造成の成功に寄与したと考えられている。

現在、アイゴ・イスズミ・ブダイなど植食魚類の食害

が愛知・静岡など太平洋中部海域まで顕著に認められるようになった。これら植食魚類の生態は明らかになりつつあるが⁵⁾、効果的な対策は未だ建てられていない。大変危惧すべき事態である。

2. 新生面の作出

海底が砂地や転石の海域では、古来投石や海藻礁の設置が行われてきた。江戸時代の1718年に青森県今別沿岸で貞伝上人がお経を墨書した石を海底に沈め、マコンブを生育させたことは有名である。1863年には北海道日高沿岸で山田文右衛門が投石を指導し、ミツイシコンブの増殖に成功した。

沢田ら¹⁹⁾は、青森県風間浦村沿岸で紅藻タンバノリ・マクサ・ツノマタが優占する海底に大量のキタムラサキウニを移植し、それら小形海藻が消滅するまで摂食させ、1年後にウニを収穫した結果、2年後にはマコンブ群落が形成された。この事例は、ウニの摂食圧を利用して新生面を作出し、同時にウニを商品化した優れた方法である。

北海道では、海面に浮かべた丸太にチェーンを取り付けて海底に這わせて、錨で固定するチェーン振りが考案された。波の力で丸太とチェーンが動くため、海底面が清掃される。

海水中に浮遊する多量な海藻の生殖細胞を着生させるために様々な構造の海藻礁が考案され、沿岸漁業整備に利用されている。生殖細胞を効率的に着生させ、海中林を早く形成させる目的で、海水を濾過する機能をもつポーラスコンクリート製海藻礁が開発された。表面に起伏を与えることで着生効果をより高めている²⁰⁾。

▶ 海域の肥沃化と循環型社会の構築

人間活動による海中林の崩壊は偶発的な環境変化によるので、原因を取り除けば短期間で修復される。また一時的、激越な環境変化による場合もその環境が連続して起こらない限り、短期間で修復される。岩礁生態系の環境としての海況変動による場合、高水温・貧栄養の海況で磯焼けは発生するが、低水温・富栄養の海況に転ずれば、海中林はいずれ修復される。海況変動には周期性があるからである。北海道・東北沿岸では、経験的に10～15年周期で温暖期と寒冷期が交代するとされていた。1980年代は寒冷期にあたり、1981年と1984年には親潮第1分枝が極めて強勢で、異常冷水現象が発生し、全域でコンブ目褐藻が大量に生育して海中林が深所まで拡大したことで知られている^{1, 4)}。

しかし、地球温暖化は海況変動の周期性をも破壊する。日本の沿岸水温は、1988年以来ほぼ継続的に上昇

している。現在では、これまで有効であったウニなど植食動物の駆除を行っても、海中林は造成できなくなっている。私たちは、宮澤賢治の「雨ニモ負ケズ」の一節、「ヒデリノトキハナミダヲナガシ、サムサノナツハオロオロアルキ」と同様、海況変動によって発生する磯焼けに何もできないのだろうか。

「ウニを駆除しても海藻は生えない」と相談された牡鹿半島狐崎では、2007年7月に海底を観察すると、確かに外洋域では低潮線まで真っ白で、キタムラサキウニが多数生息する典型的な磯焼けであった。しかし、漁港内の集落の排水溝には「帯のような海藻」が生育していた。マコンブであった。水温はマコンブの生育には不適な23°Cであった。同年9月、本吉町大谷漁港内の係留ロープに多数のマコンブが生育しているのが観察された。水温は25°Cに達していた。大谷漁港にはこの地域の終末処理した下水の排水口がある。これらの事実は、コンブ目褐藻は富栄養条件であれば高温水であっても生育が可能であることを示している。富栄養の効果は培養実験によっても確かめられた⁵⁾。

これまで、沿岸域を肥沃化するために深層水の利用が考えられた。今後は、陸上で有り余る農林水畜産廃棄物、生ゴミを無機化し、計画的、効率的に利用する技術を構築する必要がある。現在、それらをメタン発酵させ、エネルギーとして利用するプラントが確立している。福岡県大木町では、生ゴミ・尿尿・浄化槽汚泥をメタン発酵技術によりエネルギーと農業用液肥に利用する施設「おき循環センターくるるん」が平成18年度から稼働している。その結果、家庭のゴミ収集量はたった1年で半減し、資源化された。それら有機廃棄物をメタン発酵により液肥化、農地へ還元、得られた農産物を地産地消、廃棄物をメタン発酵という地域循環を支える社会システムの確立が必要となる。

私は、大木町が先駆的に実施しているようにメタン発酵を基軸とする社会システムを構築し、得られる液肥を海域の肥沃化に用い、他の要素技術を併用して海中林を造成することを提案したい。海中林の形成によってウニの周年商品化、アワビの肥育、健康・医療・化粧品素材、肥料・飼料の原料など新しいビジネスが成立するだけでなく、水質浄化、水産資源の育成、二酸化炭素の固定など地球環境に寄与できると考える。こ

のような産業の連関、循環型社会の構築によって海が豊かになり、次いで畜産業、農業、林業も活性化し、豊かな故郷としての地域経済圏が確立することを心から願っている。

文 献

- 1) 谷口和也(1998): 磯焼けを海中林へ-岩礁生態系の世界-, 裳華房, p. 196, 東京.
- 2) 有賀祐勝(1974): 資源としての海藻. 遺伝, 28, 49-54.
- 3) 遠藤吉三郎(1911): 海産植物学. 博文館, p. 748, 東京.
- 4) 谷口和也(1999): 磯焼けの機構と藻場修復. 恒星社厚生閣, p. 120, 東京.
- 5) 谷口和也・吾妻行雄・嵯峨直恆(2008): 磯焼けの科学と修復技術. 恒星社厚生閣, p. 136, 東京.
- 6) 谷口和也(2008): 海中林. 鷺谷いずみ編, 消える日本の自然. 恒星社厚生閣, 210-218, 東京.
- 7) 河尻正博・佐々木 正・景山佳之(1981): 下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源変動. 静岡水試研報, 15, 19-30.
- 8) Tegner, M. J. and Dayton, P. K. (1987): El Nino effects on southern California kelp forest communities. *Advances in Ecological Research*, 17, 243-179.
- 9) 津田藤典・吾妻行雄・谷口和也(2006): 北海道日本海沿岸における磯焼けの歴史と現状. 海洋, 38, 210-215.
- 10) Neushul, M.(1972): Functional interpretation of benthic marine algal morphology. *Contributions to the Systematics of Benthic Marine Algae of the North Pacific* (ed. by Abott, I. A. and Kurogi, M.) . *Jpn. Soc. Phycol.*, 44-73.
- 11) Taniguchi, K., Kurata, K., Maruzoi, K. and Suzuki, M. (1994): Dibromomethane, a chemical inducer on settlement and metamorphosis of the sea urchin larvae. *Fish. Sci.*, 60, 795-796.
- 12) Agatsuma, Y., Seki, K., Kurata, K. and Taniguchi, K. (2006): Instantaneous effect of dibromomethane on metamorphosis of larvae of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* and *Strongylocentrotus intermedius*. *Aquaculture*, 251, 549-557.
- 13) Agatsuma, Y., Nakao, S., Motoya, S., Tajima, K. and Miyamoto, T. (1998): Relationship between year-to-year fluctuations in recruitment of juvenile sea urchins *Strongylocentrotus nudus* and seawater temperature in southwestern Hokkaido. *Fish. Sci.*, 64, 1-5.
- 14) Hart, M. W. and Sheibling, R. E. (1988): Heat waves, baby blooms, and the destruction of kelp beds by sea urchins. *Mar. Biol.*, 99, 167-176.
- 15) 小林知吉・堀 成夫・土井啓行・河野光久(2006): 山口県の日本海沿岸域における海洋生物に関する特記的現象. 山口水研セ研報, 4, 19-56.
- 16) 小島 博(2005): クロアワビの資源管理に関する生態学的研究. 徳島水研報, 3, 1-120.
- 17) Fuji, A. and Kawamura, K. (1970): Studies of the sea urchin VII. Bio-economics of the population of *Strongylocentrotus intermedius* on a rocky shore of southern Hokkaido. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 36, 763-775.
- 18) 農林水産技術会議事務局(1979): 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究. 研究成果116, 1-224.
- 19) 日本水産学会(1981): 藻場・海中林. 恒星社厚生閣, p. 163, 東京.
- 20) 谷口和也・山根英人・佐々木国隆・吾妻行雄・荒川久幸(2001): 磯焼け域におけるポーラスコンクリート製海藻礁によるアラメ海中林の造成. 日本誌, 67, 858-865.

冷水病菌の卵内感染メカニズムと その防除法および養魚場における 本菌の蔓延状況

宮城県水産技術総合センター

熊谷 明



はじめに

細菌性冷水病は、北米やヨーロッパ諸国においてサケ科魚類の稚魚期の疾病として問題となっている (Bernardet *et al.*, 1989; Holt *et al.*, 1993)。国内では、1990年頃から内水面養魚場のギンザケ稚魚で発生して以来、全国的にニジマスを中心としたサケ科魚類稚魚で流行している。原因菌の遺伝子型は異なるものの、全国的に河川の天然アユでも発生しており、遊漁に深刻な影響を与えている (井上, 2000)。

著者はこれまでにギンザケ稚魚に発生した冷水病の感染源が輸入卵であることを明らかにし、冷水病に対し卵消毒が無効であるという養殖現場での状況から、病原体の卵内感染を疑い、卵内感染のメカニズムとその防除法について検討してきた。さらに、国内のサケ科魚類養魚場における冷水病菌の蔓延状況と垂直感染の可能性についても検討した。ここではそれらの概要について述べる。

ギンザケ冷水病

国内のギンザケ養殖は、1976年に宮城県志津川湾で開始されて以来、毎年1万t以上が生産されている。ギンザケ養殖用の発眼卵は、国内に天然魚が生息していないため、1993年までは全てを北米からの輸入卵に依存しており、1990年頃から複数の養魚場のギンザケ稚魚

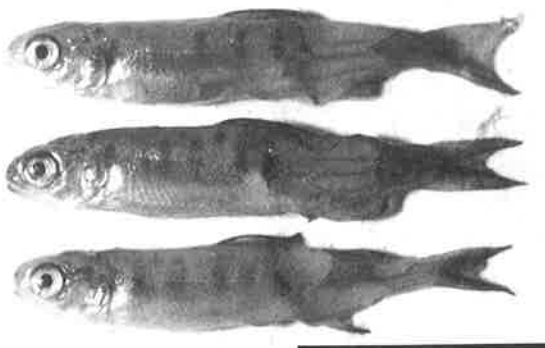


図1 ギンザケ冷水病魚 (バー: 2 cm)

(魚体重 0.5 ~ 2 g) で、これまで国内では見られなかった新しい疾病が発生した。この疾病は、尾柄部や体側のびらん、尾鰭の欠損を特徴的な症状とするもので (図1)、餌付け後の稚魚に大量斃死をもたらした。宮城県内水面水産試験場と東京大学が共同で原因究明にあたり、体表患部と腎臓から、北米で発見されているものと同じ冷水病菌を分離した。さらに、この分離菌を健康なニジマス稚魚に注射した結果、同様の病徴が再現され、この実験感染魚から接種菌が再分離された。以上の結果から、若林ら (1991) は、本疾病が日本のサケ科魚類では初めて確認された冷水病であり、おそらくギンザケの種卵とともに米国より持ち込まれたものであろうと報告した。その後、Wakabayashi *et al.* (1994) や Izumi and Wakabayashi (1999) が、国内と米国のギンザケ病魚から分離された冷水病が同一の血清型であることをつきとめ、Izumi and Wakabayashi (1997) や Kumagai and Takahashi (1997) の疫学調査によって、ギンザケ冷水病が輸入卵由来であることが確認された。

Kumagai and Takahashi (1997) は、1995年12月に宮城県内の内水面養魚場に搬入された輸入卵と国産卵の冷水病菌の汚染状況、ならびにそれらの卵から得た稚魚について冷水病の発生状況を調査した。その結果、一部の輸入卵が冷水病菌陽性を示し、これら由来の稚魚は発症したが、国産卵とその稚魚はいずれも陰性であったことから、ギンザケ冷水病の主な感染源は輸入卵であると報告した。また、冷水病菌に汚染された卵をヨード剤消毒 (50 ppm, 15 分間) したにもかかわらず発病し、これは卵内感染を示唆していると思われる。なお、1997年に初めて米国の河川に回帰したスチールヘッドの卵において冷水病菌の卵内感染が報告された (Brown *et al.*, 1997)。

ギンザケ発眼卵の輸出国であるアメリカのふ化場では冷水病が多発しており、卵のヨード剤消毒が無効な現状では、輸入卵に依存している限り、本病の国内発生は避けられない。これに対し、国産卵からは冷水病菌が検出されず、それらの稚魚においても発病していないことから、国産卵の導入は冷水病の防疫対策上極

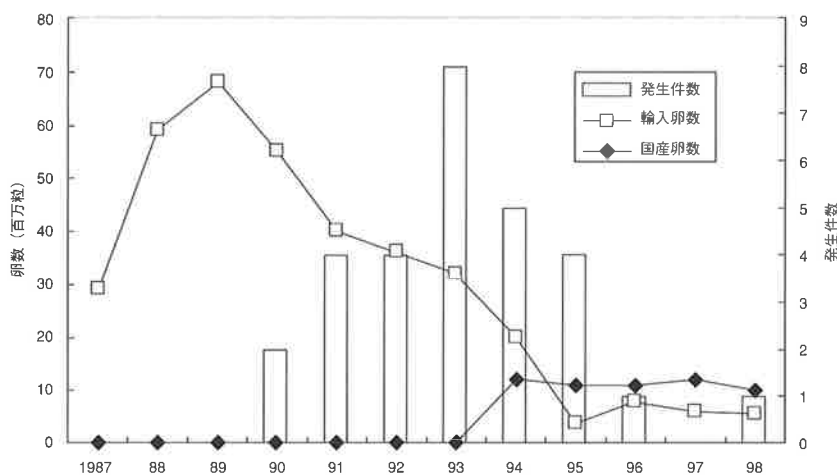


図2 宮城県における輸入卵・国産卵導入数と冷水病発生件数の推移

めて有効である。これらの知見から国産卵の評価が高まり、宮城県内の種苗生産用ギンザケ発眼卵は、1995年以降国産卵の割合が70%に増加した。これに伴って、ギンザケ稚魚における冷水病の被害も減少した(Kumagai, 2001) (図2)。

● 冷水病菌の卵内感染方法の確立と卵消毒の無効性の証明

冷水病に対し卵消毒が無効であるという養殖現場での状況から、菌が消毒剤の届かない卵内に感染している可能性が考えられた。次に、実験的に冷水病菌を卵内感染させることが可能かどうか、さらに、得られた実験感染卵に対するヨード剤消毒の有効性を検討した。

(1) 菌液吸水法による卵の実験感染

媒精直後のギンザケ受精卵(吸水前)、吸水後の受精卵および発眼卵をそれぞれ 10^8 、 10^6 、 10^4 CFU/mL (CFU:コロニー形成単位) の菌液(改変サイトファガ液体培地)に30分間浸漬した後、個別に収容した。1週間ごとに10粒ずつサンプリングし、ヨード剤消毒した後、プールした卵全体のホモジネートを AOAE (AOAE: Anacker & Ordals agar enriched) 寒天培地(Lorenzen and Karas, 1992)に接種して 15°C で1週間培養する方法により、実験感染の成立の有無を検討した。その結果、吸水前の受精卵を 10^8 CFU/mL の菌液に浸漬した場合に感染が成立し、7日目以降 $10^4 \sim 10^6$ CFU/g の生菌が確認されたが、同じ卵を 10^4 、 10^6 CFU/mL の菌液に浸した場合は、吸水後の卵や発眼卵を 10^8 CFU/mL の菌液に浸漬した場合には感染が成立しなかった(表1)。吸水に使用した菌培養液は卵内容物に比べて低張であると考えられ、実際に吸水前の卵をこの菌培養液に30分間浸漬すると、浸漬前より卵表

面が硬化し、卵重も増加したことから、菌液で吸水されたと判断された。次に、前述の媒精したギンザケ卵を菌液で吸水する方法で作出した陽性卵を材料とし、卵を部位別に培養する方法ならびに凍結切片標本の蛍光抗体法により、卵内における菌の存在を検討した結果、菌の卵内侵入が確認された。以上の結果から、吸水前の卵を冷水菌が高濃度に含まれる低張な培養液に浸漬させると吸水が起こり、その過程でこれらの菌が受動的に卵門を経由して侵入することが考えられた(Kumagai *et al.*, 2000)。

(2) 表面が菌に汚染された未受精卵の実験感染

冷水病菌が成熟期に親魚の体腔液または精液中に存在することは、マスノスケ、ギンザケ、ニジマス、タイセイヨウサケで報告されている(Holt *et al.*, 1993; Rangdale *et al.*, 1996; Ekman *et al.*, 1999; Madetoja *et al.*, 2002)。このことから、媒精前後の卵表面は冷水病菌で汚染されていることが考えられる。次に、このように表面が冷水病菌に汚染されている卵を通常の方法で受精・吸水させた場合、卵内感染が起こる可能性について、実験的に検討した。

実験1として、PBS(リン酸緩衝生理食塩水)で調整した $10^0 \sim 10^3$ CFU/mL の5段階濃度の菌液をそれぞれニジマス未受精卵に少量添加して卵表面を冷水病菌で汚染した後、定法により媒精・吸水させ、個別に収容した。そして、感染2~3週間後に60粒ずつ正常卵を採取し、卵内の冷水病菌の有無を培養法で確認した。その結果、各菌濃度での陽性率は 10^0 区で27%、 10^1 区では12%、 10^2 区で2%であり、菌濃度が高いほど陽性率が高くなること、および卵表面が 10^2 CFU/mL 以上の菌液で汚染されていると、卵内感染が成立することが明らかとなった(表2A)。また、対照区、 10^0 区、 10^3 区

表1 実験感染したギンザケ受精卵および発眼卵における生菌数の経時変化

卵	感染菌濃度 (CFU/mL)	試験区	感染後の日数			
			7	14	21	28
受精卵 (吸水前)	1.0×10^8	I	$1.3 \times 10^{6^{*1}}$	7.7×10^5	1.6×10^4	3.2×10^5
		II	2.4×10^5	8.0×10^5	3.3×10^5	2.6×10^6
	1.0×10^6	I	- ²	-	-	-
		II	-	-	-	-
	1.0×10^4	I	-	-	-	-
		II	-	-	-	-
0	I	-	-	-	-	
	II	-	-	-	-	
受精卵 (吸水後)	1.0×10^8	I	-	-	-	-
		II	-	-	-	-
	0	I	-	-	-	-
		II	-	-	-	-
発眼卵	1.0×10^8	I	-	-	-	-
		II	-	-	-	-
	0	I	-	-	-	-
		II	-	-	-	-

¹ 生菌数 (CFU/g)

² 非検出, 検出限界: 4.0×10^3 CFU/g

表2 卵表面の菌濃度と卵内感染成立の有無

A 未受精卵表面の菌液汚染による感染

試験区	菌濃度	感染から検査 までの日数	検体数	陽性 検体数	陽性率 %
1	5.0×10^9	14 ~ 21	60	16	26.7
2	5.0×10^8	14 ~ 21	60	7	11.7
3	5.0×10^7	14 ~ 21	60	1	1.7
4	5.0×10^5	18 ~ 21	60	0	0
5	5.0×10^3	18 ~ 21	60	0	0
Cont	0	23	60	0	0

B 親魚への菌液注射による感染

親魚注射か ら受精まで の日数 ¹	Lot	雌親魚数	体腔液の生菌数 (CFU/mL)	受精から 検査まで の日数	検体数	陽性 検体数	陽性率 %
5	E1	2	$2.4 \times 10^7 \sim 1.4 \times 10^8$	21 ~ 25	60	2	3.3
	E2	2	$6.6 \times 10^6 \sim 1.1 \times 10^7$	21 ~ 25	60	2	3.3
	E3	2	$1.5 \times 10^5 \sim 4.2 \times 10^6$	21 ~ 25	60	0	0
	E4	2	$1.0 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^4$	21 ~ 25	60	0	0
	C1	2	ND ²	21 ~ 25	60	0	0
	C2	2	ND	21 ~ 25	60	0	0
	C3	2	ND	21 ~ 25	60	0	0
	9	E5	1	1.2×10^6	21 ~ 25	60	1
B6		1	1.5×10^5	17 ~ 20	60	0	0
E7		1	2.0×10^5	17 ~ 20	60	0	0
C1		1	ND	21 ~ 25	60	0	0
C2		1	ND	21 ~ 25	60	0	0
C3		1	ND	21 ~ 25	60	0	0

¹ 雌親魚に 6.5×10^8 CFU/mL の菌液を腹腔注射

² 検出限界 (10 CFU/mL) 以下

の発眼率はいずれも 90 ~ 94% で、有意差はなかった。

実験 2 として、未成熟の雌親魚 15 尾に PBS で調整した菌液 (6.5×10^8 CFU/mL) を 5 mL ずつ腹腔注射する方法で卵表面を汚染した後、成熟時 (注射 5、9 日後) に体腔液中の冷水病菌数を測定するとともに採卵し、そのまま洗卵せずに、定法により媒精・吸水・収容し、同様の方法で検査した。その結果、得られた合計 7 ロッ

トの試験区のうち体腔液中の菌濃度が 10^6 CFU/mL のオーダー以上の 3 ロットで卵内感染が成立し、感染率は 1.7 ~ 3.3% であった (表 2 B)。

以上、実験 1 と 2 により、未受精卵の表面が高濃度 (10^6 CFU/mL 以上) に汚染された状態のまま受精すると卵内感染が起こるといふ、卵内感染の 1 つのメカニズムが明らかとなった (熊谷・縄田, 2007)。なお、

表3 サケ科魚類親魚の冷水病菌保菌状況

魚種	陽性/調査県数	陽性/調査ロット数	陽性/調査個体数	平均生菌数 (logCFU/mL) (最小~最大)
ニジマス	6/8	12/18 (67%)	133/1162 (11%)	2.3 (1 ~ 7.0)
ヤマメ、サクラマス	4/4	9/10 (90%)	221/873 (25%)	1.7 (1 ~ 7.7)
イワナ	4/8	10/18 (56%)	66/1441 (5%)	1.8 (1 ~ 3.2)
アマゴ	1/3	1/4 (25%)	2/242 (1%)	1.2 (1 ~ 1.3)
ギンザケ	1/1	9/9 (100%)	358/828 (43%)	2.0 (1 ~ 7.0)
ヒメマス	2/2	2/3 (67%)	12/164 (7%)	1.2 (1 ~ 1.9)
シロサケ	1/1	3/4 (75%)	140/450 (31%)	1.6 (1 ~ 3.2)
合計 (6魚種)	11/13	46/66 (70%)	932/5160 (18%)	1.9 (1 ~ 7.7)

調査県：宮城、北海道、青森、岩手、秋田、山形、栃木、静岡、山梨、長野、岐阜、愛知、岡山

表4 卵内感染成立する可能性のある、10⁶CFU/mL以上の菌濃度の個体の出現状況

魚種	10 ⁶ CFU/mL以上の生菌数の個体 を含むロット (%) / 陽性ロット数 (%)	10 ⁶ CFU/mL以上の生菌数の 個体数 / 陽性個体数 (%)	10 ⁶ CFU/mL以上の生菌数の 個体数 / そのロットの個体数 (%)
ニジマス	1/12 (8)	1/133 (0.1)	1/60 (1.7)
ヤマメ、サクラマス	2/9 (22)	8/221 (4)	1/89 (1.1) ~ 5/120 (4.2)
イワナ	0/10 (0)	0/66 (0)	0
アマゴ	0/1 (0)	0/2 (0)	0
ギンザケ	2/9 (22)	3/358 (0.8)	1/171 (0.6) ~ 2/55 (3.7)
ヒメマス	0/2 (0)	0/12 (0)	0
シロサケ	0/3 (0)	0/140 (0)	0
合計 (6魚種)	4/46 (9)	12/932 (1.3)	0.6 ~ 4.2

この 10⁶ CFU/mL の菌濃度は、60 粒を調べた場合の感染成立条件であり、10 万粒や 100 万粒を生産する養魚場の現場では、さらに低い菌濃度条件であっても、生産した卵の中に陽性卵が含まれる可能性が考えられる。

(3) 卵内における菌の増殖と卵の生存性

表面を約 10⁸ CFU/mL の菌液で汚染した卵を受精する方法により得られた、生きた感染卵内における冷水病菌の生菌数を測定した結果、感染 1 日目には検出限界以下であったが、4 日目には約 10² CFU/粒、8 日目には約 10³ CFU/粒、14 日目以降には約 10⁶ ~ 10⁷ CFU/粒と経時的に増加した (図3)。本実験では、正常に発生している卵の 10 ~ 30% から冷水病菌が分離され、また、実験感染区と対照区の発眼率に差がなかったことから、1 粒当たり 10⁷ 程度の冷水病菌の感染は卵の発生に影響を与えないと考えられた (熊谷・縄田、2007)。実験感染卵の組織切片を観察した結果、菌は主に卵腔内に存在している可能性が高いことから、吸水時に卵門を経由して少数の菌が卵腔に侵入し、そこで胚に影響を与えずに増殖していると考えられる (熊谷・縄田、2009)。IHN (伝染性造血器壊死症) の場合は、人為的に IHN ウイルスを卵内に感染させると、ウイルスは不活化され胚も全て死ぬことから、検卵と卵消毒を完璧に行えば垂直感染を防除できると考えられている (Yoshimizu *et al.*, 1989)。冷水病菌の場合は、菌が卵内に侵入しても卵は死ぬことがないため、陽性卵が流通している可能性が考えられる。

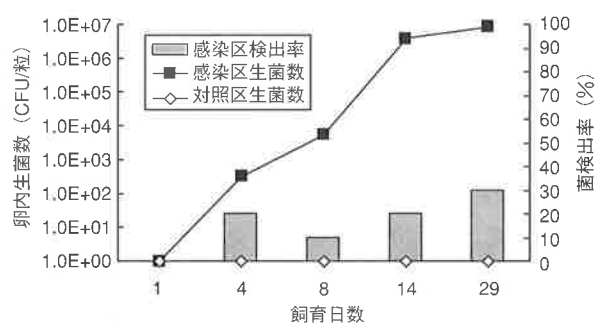


図3 実験感染卵内における冷水病菌の生菌数の経時変化

(4) 実験感染卵における卵消毒の無効性

冷水病菌自体は *in vitro* の試験でヨード剤 20 ppm・1 分以上、40 ppm・30 秒の作用で完全に殺菌されることがわかっているが、上記の方法で得られたギンザケ等の実験感染卵を 1,000 ppm・15 分または 200 ppm・120 分作用させても、消毒後の卵から 10⁴ ~ 10⁶ CFU/g の生菌が分離され、ヨード剤の消毒効果は認められなかった (Kumagai *et al.*, 1998)。一般的に養魚場では、防疫対策として 50ppm、15 分間のヨード剤消毒が励行されているが、卵内に侵入している菌に対してはこの 20 倍の濃度のヨード剤でも消毒効果がないことが実験的に証明された。

● ギンザケ以外のサケ科魚類等の冷水病

1990 年代後半からは養魚場のニジマスを中心としたサケ科魚類稚魚でも冷水病が多発しており、全国のサ

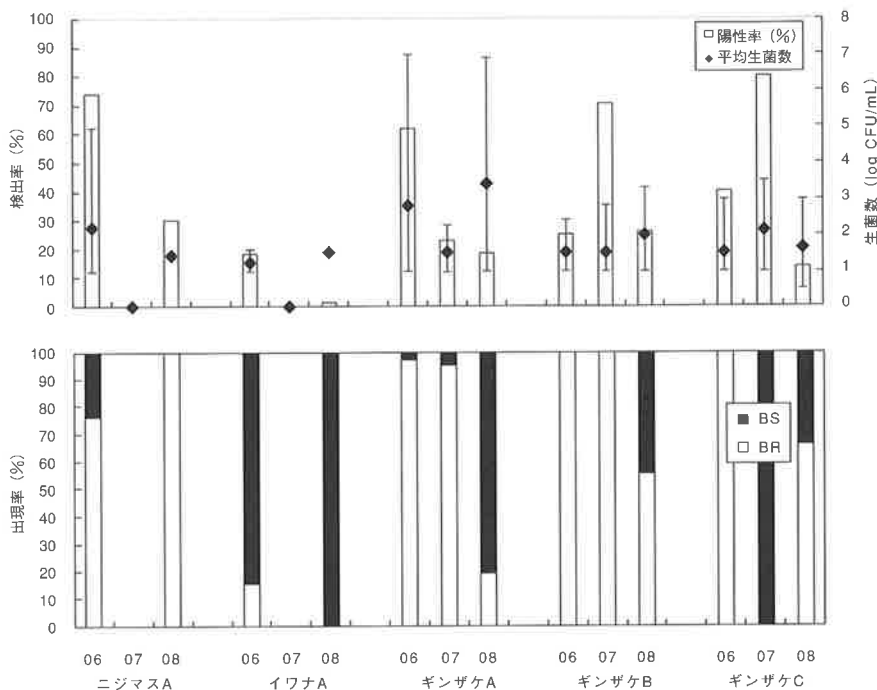


図4 2006～2008年の同一養魚場、同一魚種における冷水病菌検出状況

ケ科魚類の細菌性疾病の総診断件数ではせつそう病とならんで多くなっている。また、本病の症例では混合感染が多いことが特徴的で、全体の50～60%を占める(青島, 2007)。特にニジマスではIHNとの混合感染が全体の90%を超えており、大型魚の死亡が問題となっている。現在の冷水病の多発に垂直感染が関与しているかどうかを明らかにするために、親魚の保菌状況と卵内感染の有無を調べた。

(1) 冷水病菌の蔓延状況

2006～2008年に合計13道県でサケ科魚類7種、66ロット、5,160尾の体腔液と精液から可及的無菌的に体腔液または精液を採取し、培養法により生菌数を測定した。その結果、11道県、46ロット(70%)、932尾(18%)が陽性で、冷水病は国内に広く蔓延していることが明らかとなった。魚種別の陽性ロットの出現割合はアマゴを除きいずれも50%以上で、特にギンザケとヤマメがそれぞれ100%と90%と高かった。また、魚種別の陽性率でもギンザケが43%、シロサケが31%、ヤマメが25%と高かった。魚種別の平均生菌数は、 $10^{12} \sim 10^{23}$ CFU/mLと低く、卵内感染が成立する可能性のある、 10^6 CFU/mL以上の菌濃度の個体が、陽性ロットの9%、陽性個体の1.3%と低率ながら出現した(表3, 4)。

932尾の陽性サンプルから分離した932株のうち471株について、Izumi *et al.* (2002) および吉浦ら(2006)の方法によりPCR-RFLP解析を行い、遺伝子型を判定し

た結果、全てBR型(62%)かBS型(38%)であった。魚種別では、ニジマス、ヤマメ、ギンザケ、ヒメマスはBR型が60%以上、イワナとシロサケではBS型が70%以上を占めた(熊谷・縄田, 2007, 2008, 2009)。また、宮城県内の同一施設の同じ魚種を3カ年調査した結果、検出率、生菌数および遺伝子型は年によって大きく変化し、これらは飼育期間中の冷水病の罹病歴に左右されると考えられる(図4)。

(2) 卵内感染の可能性

2006～2009年に国内の養魚場のサケ科魚類6種の未受精卵合計28ロット、1,680粒の卵内容をシリンジで無菌的に採取し、改変サイトファガ液体培地で培養する方法で卵内における冷水病菌の有無を検査した結果、いずれも陰性であった(表5A)。サケ科魚類のBKD(細菌性腎臓病)の場合、雌の体内ですでに病原菌が卵内感染していることが報告されており、その感染様式として、腹腔内に排卵された卵が高濃度の病原菌を含む体腔液に接触した場合に受動的に菌が卵内に侵入する、あるいは、排卵以前の卵形成時に侵入することが考えられている(Evelyn *et al.*, 1984, 1986; Lee and Evelyn, 1989)。一方、冷水病では未受精卵内からは菌が検出されなかったことから、この可能性は低いと考えられる。また、国内で生産された同5種の発眼卵69ロット、4,173粒の卵内容をAOAE培地で培養して調べた結果も同様であったことから、国産卵における卵内感染の可能性は非常に低いと考えられる

表5 サケ科魚類卵内からの冷水病検出結果

A 未受精卵					
魚種	養魚場数	検体数	検査卵数	陽性卵数	備考
ニジマス	8	8	480	0	県内2カ所、県外6カ所
ヤマメ	4	4	240	0	県内3カ所、県外1カ所
イワナ	8	8	480	0	県内4カ所、県外4カ所
ギンザケ	4	4	240	0	県内産
アマゴ	2	2	120	0	県外産
ヒメマス	2	2	120	0	県外産
合計	28	28	1680	0	

B 発眼卵					
(1) 国産卵					
魚種	養魚場数	検体数	検査卵数	陽性卵数	備考
ニジマス	1	10	600	0	県内
ヤマメ	3	7	420	0	県内
サクラマス	1	2	120	0	県外
イワナ	3	10	600	0	県内
ギンザケ	5	32	1953	0	県内3カ所、県外2カ所
シロサケ	2	8	480	0	県内産
合計	15	69	4173	0	

(2) 輸入卵					
魚種	養魚場数	検体数	検査卵数	陽性卵数	備考
ニジマス	1	1	60	0	アメリカ
ギンザケ	1	12	939	4	アメリカ
合計	2	13	999	4	

(表5 B)。一方、アメリカから輸入されたギンザケ・ニジマスの発眼卵は13ロット、999粒のうち1ロット、4粒の卵内から冷水病菌が分離され、米国産卵における冷水病菌の卵内感染が再確認された(表5 B)。Brown *et al.* (1997) は米国の母川に回帰したスチールヘッドから得られた受精直後の卵の13%、発眼卵の7%に卵内感染を確認している。さらに、Cipriano (2005) は米国の7河川に遡上したタイセイヨウサケ親魚を雌雄一対一で受精させ、親魚ペアごとに卵内感染の発生率を調査した結果、河川別のロット(親魚1ペアの卵を1ロットとする)ごとの陽性率が33~100%であった。このように、米国のサケマスふ化放流現場では卵内感染が高率に発生していると考えられるが、使用している親魚の保菌状況(体腔液中の菌濃度等)については報告されていない。

発眼卵における冷水病菌の感染率が低い場合、1ロットあたり60粒程度の検査では検出できないことも十分に考えられることから、2006年に単一の遺伝子型(BR)の冷水病菌が検出された養魚場2カ所のギンザケ親魚から生産した稚魚における冷水病の発生状況とその遺伝子型を親魚のものと比較した結果、両養魚場ともに稚魚に冷水病が発生したが、遺伝子型はBS型であり、親のものとは異なった(表6)。2008年にも前年に単一の遺伝子型の冷水病菌のみが検出された親魚由来の稚

魚を追跡調査したが、冷水病の発生はなく、これまでに垂直感染が起きていることは証明されていない(熊谷・縄田、2008、2009)。

●卵消毒によるサケ科魚類の冷水病菌の垂直感染の防除法

体腔液に高濃度の冷水病菌が含まれる親魚から得られた卵の表面は冷水病菌に汚染されており、これら卵を消毒することなく受精した場合には、卵内感染が起こる可能性が考えられる。養殖現場において、体腔液由来の卵の表面の菌を殺菌するために、媒精前に未受精卵をヨード剤消毒すること、さらに、未受精卵の消毒後に感染する可能性のある精液由来の冷水病菌を消毒するために、ヨード剤で吸水することにより、親魚由来の菌による卵内感染を防除できる可能性が考えられる。このことを明らかにするために、未受精卵のヨード剤消毒と受精卵のヨード剤吸水の安全性を検討し、さらに、実験感染卵における両消毒方法の有効性を検討した。

(1) ニジマス卵のヨード剤消毒の安全性

ニジマスの未受精卵(約1,500粒/区)をPBSで調整したヨード剤液(50ppm)で15分間消毒した後、定法により媒精、吸水させ、発眼期まで管理し、発眼率を求めた。その結果、消毒区と対照区の発眼率の差はい

表6 陽性親魚から生産した稚魚における冷水病の発生状況と分離菌株の遺伝子型

魚種	養魚場	2006年 親魚検査		2007年 稚魚検査		
		BR株数	BS株数	冷水病発症の有無	BR株数	BS株数
ギンザケ	A	30	0	+ (4~7月に発症)	0	55
ギンザケ	B	22	0	+ (8月にEIBSとの混合感染症として発症)	0	1

表7 卵内感染防除試験卵の追跡調査結果

試験区			発眼率 (%)	発眼卵菌検出率 陽性/検体数 (%)	ふ化率 ² (%)	浮上率 (%)	稚魚生残率 (%)	死魚菌検出率 陽性/検体数 (%)	
感染 ¹	未受精卵消毒	ヨード剤吸水	200 ppm	30	0/60 (0)	98	99	97	0/3 (0)
〃	〃	〃	150 ppm	40	0/60 (0)	100	97	94	0/10 (0)
〃	〃	〃	100 ppm	37	0/60 (0)	100	97	95	0/5 (0)
〃	〃	〃	50 ppm	21	0/60 (0)	98	96	95	0/1 (0)
〃	〃	水吸水		30	0/60 (0)	99	99	97	0/3 (0)
〃	PBS洗浄区	〃	-	39	0/60 (0)	99	97	92	4/12 (33)
〃	未処理区	〃	-	36	1/60 (1.7)	99	99	93	5/11 (45)
未感染	〃	〃	-	54	0/60 (0)	100	89	79	0/22 (0)

¹ 感染菌濃度：7.0 × 10⁷ CFU/mL

² 発眼卵約300粒で試験開始

ずれでも1~2%で、有意差はみられず、未受精卵消毒の安全性が確認された(熊谷・縄田, 2007)。同じ手法による未受精卵の消毒については、長野県水産試験場がIHN対策として試験を実施し、同様の結果を得ている(長野県, 1975)。

ニジマス卵(約1,500粒/区)を媒精した後、飼育水で調整した50~400ppmのヨード剤で吸水させ、浮上期まで個別に管理し、発眼率、ふ化率、および浮上時に正常稚魚の割合を調査した。その結果、200ppm以下のヨード剤であれば、ニジマス卵の吸水に使用しても、発眼率、ふ化率、奇形魚等の出現に影響を与えなかった(熊谷・縄田, 2007)。

(2) 卵消毒による垂直感染の防除

人為的に表面を約10⁸ CFU/mLの冷水病菌で汚染した卵を、ヨード剤で消毒や吸水させることにより卵内感染の防除が可能かどうかを、4種のサケ科魚類の卵を用いて検討した。その結果、媒精前のヨード剤消毒と媒精後のヨード剤吸水を行わなかった感染未処理区(陽性対照区)では卵内感染が成立したが(検出率:5~17%)、媒精前にヨード剤消毒し、ヨード剤吸水を行わなかった区、媒精前にヨード剤消毒し、さらに50、100ppmのヨード剤で吸水した区および対照区では、全く感染が確認されなかった。また、媒精前にPBSで洗浄した区および媒精前の消毒を行わずにヨード剤で吸水させた区では、卵内感染を防除できず、それぞれ2~18%および0~3%の感染率であった(図5)。すなわち、媒精前にヨード剤消毒を行った実験区では、ヨ-

ード剤で吸水させなくても卵内感染の防除が可能であったが、逆にヨード剤吸水だけでは防除できなかった。Brown *et al.* (1997) および Cipriano (2005) によると、米国のふ化場では、事業規模で媒精後にヨード剤(100ppm)吸水を行っている(媒精前の卵消毒は実施していない)にもかかわらず卵内感染が起きており、本研究の結果は米国の状況を裏付けている。さらに、媒精前のヨード剤消毒のかわりにPBSで洗浄するだけでは卵内感染を防除できず、この理由として、洗浄しても卵表面の冷水病菌濃度が1/100~1/1,000に低下するだけで、卵内感染が成立する濃度条件以上の菌が残っていることが考えられる(熊谷・縄田, 2008)。

ヨード剤で消毒や吸水させて卵内感染と同様に垂直感染を防除できるかどうかを明らかにするために、ヨード剤で処理した卵を稚魚期まで飼育して観察した結果、いずれの実験区でも有意な生残率の低下はなく、明確な冷水病の発生も確認できなかった。しかしながら、感染後に媒精前のヨード剤消毒を行わなかった2区では死亡した稚魚から冷水病菌が検出されたが、一方、ヨード剤で消毒した各実験区では冷水病菌が検出されなかった(表7)。以上の結果から、未受精卵のヨード剤消毒は、冷水病菌の垂直感染を防除できると判断された(熊谷・縄田, 2008)。なお、米国では冷水病菌が感染した卵では、ふ化率や浮上前後の死亡が問題になっている(Cipriano *et al.*, 1995; Cipriano, 2005)。本試験において、おそらく10⁷ CFU/mL程度のオーダーの冷水病菌が感染した卵が数%混じっていても、

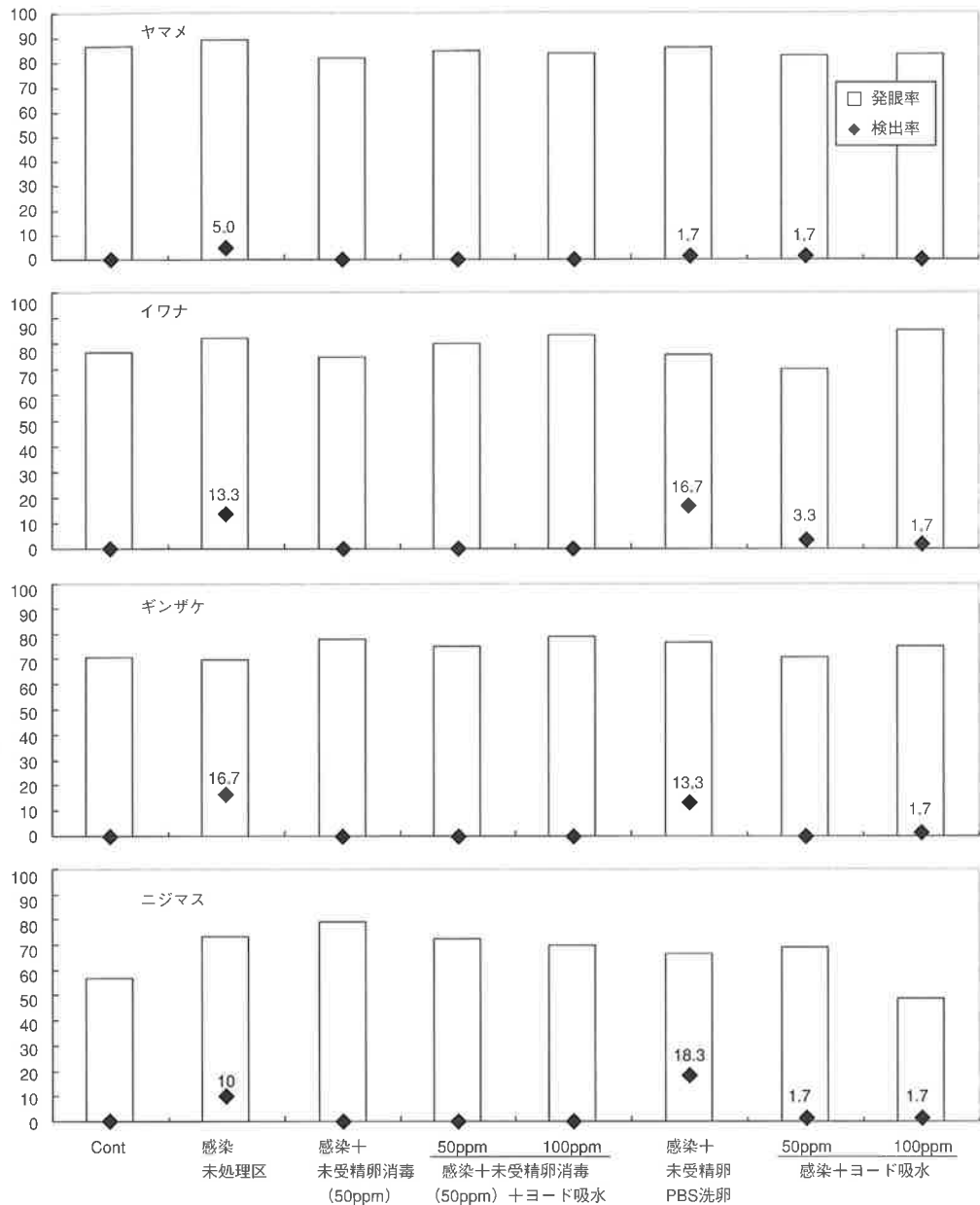


図5 ヨード剤消毒と洗卵による卵内感染防除効果 (数字は陽性率)

ふ化率、浮上率や稚魚生残率に差がなかったことは、陽性卵がふ化した後に水槽内での水平感染がなかったことが考えられるが、詳しい機序は不明である。

以上のように、国内において冷水病の垂直感染が起きている可能性は低いことが明らかとなり、この原因として卵内感染が成立する可能性のある高濃度の冷水病菌を保菌した親魚が少ないことが考えられる。一方、媒精前のヨード剤消毒により冷水病菌の卵内感染を防除できることが明らかとなったことから、稚魚期に冷水病が発生している養魚場では、従来から実施しているふ化場収容時の卵消毒に加え、媒精前に卵消毒を行うことにより、親魚由来の菌の感染リスクを軽減できると考えられる。

文献

- 青島秀治 (2007) 水産試験場等の診断記録からみた我が国における養殖サケ科魚類の疾病問題 (1978 ~ 2002年). 魚病研究, 42: 119 - 122.
- Bernardet J. F., Kerouault B. (1989) Phenotypic and genomic studies of 'Cytophaga psychrophila' isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in France. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55: 1796 - 1800.
- Brown LL, Cox WT, Levine RP. (1997) Evidence that the causal agent of bacterial cold - water disease *Flavobacterium psychrophilum* is transmitted within salmonid eggs. *Dis. Aquat. Org.*, 29: 213 - 218.
- Cipriano R, Ford LA, Teska JD. (1995) Association of *Cytophaga psychrophila*, with mortality among eyed eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Wildl. Dis.*, 31: 166 - 171.
- Cipriano R.C. (2005) Intraovum infection caused by *Flavobacterium psychrophilum* among eggs from captive atlantic salmon broodfish. *J. Aquat. Anim. Health*, 17: 275 - 283
- Ekman E, Borjeson H, Johansson N. (1999) *Flavobacterium*

- psychrophilum* in Baltic salmon *Salmo salar* brood fish and the offspring. *Dis. Aquat. Org.*, 37: 159 - 163.
- Evelyn T.P.T., Ketcheson J.E., Prosperi - Porta L. (1984) Further evidence for the presence of *Renibacterium salmoninarum* in salmonid eggs and for the failure of povidone - iodine to reduce the intra - ovum infection rate in water - hardened eggs. *J. Fish Dis.*, 7: 173 - 182.
- Evelyn T.P.T., Prosperi - Porta L., Ketcheson J.E. (1986) Experimental intra - ovum infection of salmonid eggs with *Renibacterium salmoninarum* and vertical transmission of the pathogen with such eggs despite their treatment with erythromycin. *Dis. Aquat. Org.*, 1: 197 - 202.
- Holt R.A., Rohovec J.S., Fryer J.L. (1993) Bacterial cold - water disease. In: Inglis V., Roberts R.J., Bromage N.R. (eds) Bacterial diseases of fish, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 3 - 23.
- 井上 潔 (2000) アユの冷水病. 海洋と生物, 126: 35 - 38.
- Izumi S, Wakabayashi H. (1997) Use of PCR to detected *Cytophaga psychrophila* from apparently healthy juvenile ayu and coho salmon eggs. *Fish Pathol.*, 32: 169 - 173.
- Izumi S, Wakabayashi H. (1999) Further study on serotyping of *Flavobacterium psychrophilum*. *Fish Pathol.*, 34: 89 - 90.
- Izumi S, Aranishi F, Wakabayashi H. (2002) Genotyping of *Flavobacterium psychrophilum* using PCR-RFLP analysis. *Dis. Aquat. Org.*, 56: 207 - 214.
- Kumagai A, Takahashi K. (1997) Imported eggs responsible for the outbreaks of cold - water disease among cultured coho salmon in Japan. *Fish Pathol.*, 32: 231 - 232.
- Kumagai A, Takahashi K, Yamaoka S, Wakabayashi H. (1998) Ineffectiveness of iodophore treatment in disinfecting salmonid eggs carrying *Cytophaga psychrophila*. *Fish Pathol.*, 33: 123 - 128.
- Kumagai A, Yamaoka S, Takahashi K, Fukuda H, Wakabayashi H. (2000) Waterborne transmission of *Flavobacterium psychrophilum* in coho salmon eggs. *Fish Pathol.* 35: 25 - 28.
- Kumagai, A. (2001) Cold - water disease of coho salmon in Japan. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. Suppl.*, 5: 45 - 48.
- 熊谷 明・縄田 暁 (2007) サケ科魚類冷水病の垂直感染防除に関する研究. 平成 18 年度養殖衛生管理技術開発研究報告書, 社団法人日本水産資源保護協会: 3 - 15.
- 熊谷 明・縄田 暁 (2008) サケ科魚類冷水病の垂直感染防除に関する研究. 平成19年度養殖衛生管理技術開発研究成果報告書, 社団法人日本水産資源保護協会: 203 - 215.
- 熊谷 明・縄田 暁 (2009) サケ科魚類冷水病の垂直感染防除に関する研究. 平成20年度養殖衛生管理技術開発研究成果報告書, 社団法人日本水産資源保護協会: 28 - 40.
- Lee E.G.H., Evelyn T.P.T. (1989) Effect of *Renibacterium salmoninarum* levels in the ovarian fluid of spawning chinook salmon on the prevalence of the pathogen in their eggs and progeny. *Dis. Aquat. Org.*, 7: 179 - 184.
- Lorenzen E, Karas N. (1992) Detection of *Flexibacter psychrophilus* by immunofluorescence in fish suffered from fry mortality syndrome: a rapid diagnostic method. *Dis. Aquat. Org.* 13: 231 - 234.
- Madetoja J, Dalsgaard I, Wiklund T. (2002) Occurrence of *Flavobacterium psychrophilum* in fish - farming environments. *Dis. Aquat. Org.*, 52: 109 - 118.
- 長野県 (1975) 指定調査研究総合助成事業「病害研究」報告書: 21 - 22.
- Rangdale RE, Richards RE, Alderman DJ. (1996) Isolation of *Cytophaga psychrophila*, agent of rainbow trout fry syndrome (RTFS) from reproductive fluids and egg surfaces of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 16: 63 - 67.
- 若林久嗣, 堀内三津幸, 文谷俊雄, 星合愿一 (1991) 日本で発生したギンザケ稚魚の冷水病. 魚病研究, 26: 211 - 212.
- Wakabayashi H, Toyama T, Iida T. (1994) A study on serotyping of *Flavobacterium psychrophilum* isolated from fishes in Japan. *Fish Pathol.*, 29: 101 - 104.
- Yoshimizu, M., M. Sami, T. Kimura (1989) Survivability of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) in fertilized eggs of masu (*Oncorhynchus masou*) and chum salmon (*O. keta*). *J. Aquat. Anim. Health*, 1: 13 - 20.
- 吉浦康寿・釜石 隆・中易千早・乙竹 充 (2006) Peptidyl - prolyl cis - trans isomerase C 遺伝子を標的とした PCR による *Flavobacterium psychrophilum* の判別と遺伝子型. 魚病研究 2006, 41: 67 - 71.

理事会及び総会の概要

平成 20 年度第 3 回理事会

1. 日時：平成 21 年 3 月 24 日（火）14：30～14：57
2. 場所：東京都千代田区平河町 2 丁目 麴町会館（ホテル・ルポール麴町）
3. 開会及び挨拶
事務局が開会を宣した後、川本会長から開会の挨拶及び大角水産庁栽培養殖課長から来賓の挨拶があった。
4. 出席理事数の報告
事務局より、出席者数が委任状を含め 33 名で、定款に定める定足数を満たしており、理事会は成立している旨報告した。
5. 議事の概要
 - (1) 定款の定めに従い川本会長が議長となり、議事録署名人に次の 3 理事を指名した。
鹿田正一理事、佐藤安男理事、谷川洋司理事
 - (2) 議事
第 1 号議案「第 55 回通常総会の招集及び総会に付議すべき事項」
 - (1) 平成 21 年度事業計画及び収支予算決定の件
 - (2) 平成 21 年度会費賦課額及び徴収方法決定の件
 - (3) 平成 21 年度借入金最高限度額決定の件
 - (4) 役員報酬決定の件
議長が第 1 号議案を上程、下村専務理事が説明を行い、全会一致で可決承認され、通常総会に付議されることになった。
 - (3) その他
下村専務理事から農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律に基づく養殖魚の生産情報公表 JAS の登録認定機関として当協会の認定作業進捗状況の説明及び水産エコラベル（MEL）ジャパンの審査機関としての当協会の認証審査状況の説明がされた。
6. 閉会
議長より議事が全て終了したことを告げ、閉会を宣した。

第 55 回通常総会

1. 日時：平成 21 年 3 月 24 日（火）15：00～15：28
2. 場所：東京都千代田区平河町 2 丁目 麴町会館（ホテル・ルポール麴町）
3. 開会及び挨拶
事務局が開会を宣した後、川本会長から開会の挨拶及び山下水産庁次長から来賓の挨拶があった。
4. 出席会員数の報告
下村専務理事から、会員数 256 のところ、出席会員数 44、委任状提出会員数 195、合計 239 会員で、定款に定める定足数を満たしており、総会は成立している旨報告した。
5. 議事の概要
 - (1) 議長選出
議長に水谷宏氏（社団法人マリノフォーラム 21 理事長）を選出した。
 - (2) 議事録署名人の選出
議長は次の 3 氏を議事録署名人として指名した。
水産土木建設技術センター 鹿田正一氏
日本かつおまぐろ漁業協同組合 佐藤安男氏
全国豊かな海づくり推進協会 谷川洋司氏
 - (3) 議事
議案の件
議長が議案を上程、下村専務理事が説明を行った後、全会一致で可決承認された。
6. その他
下村専務理事から農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律に基づく養殖魚の生産情報公表 JAS の登録認定機関として当協会の認定作業進捗状況の説明及び水産エコラベル（MEL）ジャパンの審査機関としての当協会の認証審査状況の説明がされた。
7. 閉会
予定の議事は全て終了、下村専務理事が第 55 回通常総会の閉会を宣した。

魚病関連会議の報告

I. 平成 20 年度南中九州・西四国水族防疫会議及び地域魚類防疫検討会

日時：平成 21 年 2 月 19 日（木）10：30～16：00
 場所：鹿児島県水産技術開発センター（鹿児島県指宿市岩本字高田上 160 - 10）

出席：鹿児島県林務水産部水産振興課、鹿児島県水産技術開発センター、愛媛県魚病指導センター、高知県水産試験場、高知県海洋部宿毛漁業指導所、熊本県水産研究センター、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場、愛媛県愛南町水産課、高知県すくも湾漁業協同組合、東町漁業協同組合、日本水産株式会社大分海洋研究センター、中谷水産株式会社、黒瀬水産株式会社、有限会社丸栄水産、株式会社桜島養魚、宮崎大学、鹿児島大学、日本獣医生命科学大学、農林水産省消費・安全局水産安全室、(独)水産総合研究センター養殖研究所病害防除部、同魚病診断・研修センター、(社)日本水産資源保護協会

議事次第：

1. 開会・挨拶
2. 平成 20 年度魚病発生状況、試験研究内容及び平成 21 年度試験研究計画（各県報告）
3. 話題提供
 - (1) 高知県中央部漁場におけるカンパチおよびマダイの白点虫対策
高知県水産試験場 黒原健朗
 - (2) 1993～2008 年の熊本県における PAV 発生状況
熊本県水産研究センター 中野平二
 - (3) 2007 年に確認された天然マダイの体色赤化
熊本県水産研究センター 中野平二
 - (4) ニジマス病魚より分離された *Bacillus* sp.
宮崎大学農学部 西木一生
 - (5) 養殖ブリの不明病
愛媛県水産研究センター 平井真紀子
 - (6) 養殖クロマグロで見られたスレを伴うへい死について
高知県海洋部宿毛漁業指導所 青野怜史
 - (7) カンパチに寄生するハダムシ防除対策試験
宮崎県水産試験場 米村輝一郎

- (8) カンパチ腎腫大症の感染試験結果
宮崎県水産試験場 中西健二
- (9) 0 歳カンパチの腎臓で観察された不明構造物
宮崎県水産試験場 岩田一夫
- (10) 養殖カンパチで発生した腎腫大症について
愛媛県水産研究センター 山下重純
- (11) 養殖ブリ類の腎腫大症（過去の研究とアンケート結果まとめ）
鹿児島県水産技術開発センター 平江多績

4. その他

- (1) 総合討議
- (2) 次期開催について

5. 閉会

II. アユ疾病対策協議会全国会議

日時：平成 21 年 3 月 12 日（木）14：00～17：00
 場所：合同庁舎 4 号館 12 共用会議室

出席：都道府県養殖衛生対策担当者、水産庁沿岸沖合課、(独)水産総合研究センター業務企画部、同養殖研究所病害防除部、同札幌魚病診断・研修センター、全国内水面漁業協同組合連合会、(社)日本水産資源保護協会、(財)日本釣振興会、農林水産省消費・安全局水産安全室

議事次第

1. 開会
2. 挨拶
3. 議題
 - (1) 平成 20 年度の取り組み状況報告について
 - (2) 平成 21 年度以降の取り組みについて
 - (3) その他
4. 閉会

III. 平成 20 年度魚類防疫士連絡協議会理事会

日時：平成 21 年 3 月 12 日（木）15：30～17：30
 場所：社団法人日本水産資源保護協会 研修室

出席：北海道ブロック理事、東北ブロック理事、東海・北陸ブロック理事、近畿・中国ブロック理事、四国ブロック理事、九州ブロック理事

協議事項：

- (1) 第 22 回総会に向けた打ち合わせ
- (2) その他
- (3) 各ブロックの現状について情報交換

IV. 第23回 魚類防疫士連絡協議会通常総会会議(平成20年度 魚類防疫士連絡協議会通常総会)

日時:平成21年3月13日(金)10:30～12:00

場所:日本自転車会館ホール

議事次第:

1. 開会
2. 会長挨拶
3. 議長選出
4. 議事
 - 1) 議事録署名人氏名の選出
 - 2) 第1号議案 平成20年度 事業報告および会計報告
 - 3) 監査報告
 - 4) 第2号議案 平成21年度 事業計画および予算案について
 - 5) その他
5. 講演
「感染防御機構の高次機能的解析」
日本獣医生命科学大学 倉田 修先生
6. 閉会

水産資源保護啓発研究事業

巡回教室の開催

回	開催日	派遣依頼機関	開催場所	課 題	内 容	講師氏名 (敬称略)
15	10月17日	新潟県	新潟市	魅力ある溪流漁場の創出	近年の溪流魚を取り巻く諸問題や、多様化する遊漁者のニーズについて解説を受け、これらの問題解決に向けて水産総合研究センターが水産庁と共に考案した漁場管理手法である「ゾーニング管理」について学び、全国の優良事例について紹介を受ける。	(独) 水産総合研究センター中央水産研究所内水面研究部主任研究員 中村 智幸
16	11月11日	新潟県	新潟市	水産物の高付加価値化による水産資源の有効利用について	水産資源を含めた地域資源の価値創造と水産資源の有効利用について、具体的な事例の紹介を受け、漁村地域経済の活性化と地域産業振興の方策について学ぶ。	東京海洋大学海洋科学部海洋政策文化学科教授 婁 小波
17	11月12日	群馬県	前橋市	カワウの生態に学ぶ～個体管理と被害防除～	近年増加しているカワウ被害について、カワウの生態や科学的調査に基づくデータを交えながら、これまでのカワウ対策の問題点について考え、新たな被害防除対策を講じる上で重要となるポイントについて学ぶ。	長岡技術科学大学生物系助教 山本 麻希
18	11月19日	福岡県	朝倉市	近年の内水面有用魚種の疾病とその対策について	広島県の内水面漁業・養殖業の概要について解説を受けたのち、サケ科魚類。アユおよびコイ（ニシキゴイ）の疾病について、その症状や対応策について解説を受ける。	広島県立総合技術研究所食品工業技術センター研究員 永井 崇裕
19	11月20日	山形県	天童市	アユ適正増殖手法について	アユ資源および種苗放流の現状、資源管理手法等について解説を受けたのち、調査事例として山形県内水面水産試験場と共同で行われたアユ調査の結果と、今後のアユ資源管理への応用について紹介を受ける。	(独) 水産総合研究センター業務企画部研究開発コーディネーター 内田 和男
20	11月29日	青森県	青森市	持続的な水産業に対する試験研究の役割	青森県の重要な漁業資源である浮魚類、タラ類およびイカ類などを中心に、過去の資源動向と現在の資源状態、さらに温暖化による水産資源への影響などについて学び、これからの水産試験研究が担うべき役割について解説を受ける。	北海道大学大学院水産科学研究院教授 桜井 泰憲

回	開催日	派遣依頼機関	開催場所	課題	内容	講師氏名(敬称略)
21	12月4日	山梨県	富士吉田市	新潟県の養鱒事情と販売方法	新潟県のマス類生産に関して、技術研究開発の歴史や、新しい魚作りを目標に作出された「魚沼美雪ます」など、これまでの取り組み事例に今後の課題などを交えて紹介を受ける。	新潟県内水面水産試験場魚沼支場専門研究員 井熊 孝男
22	1月19日	茨城県	ひたちなか市	種苗放流による水産資源の増殖と管理について	瀬戸内海におけるサワラの資源管理計画への取り組み事例を中心に、国の栽培漁業センターで行われている種苗生産、放流技術開発のほか、漁獲努力量の削減措置など、サワラ資源の増殖と管理の現状について講演を受ける。	(独)水産総合研究センター玉野栽培漁業センター主任技術開発員 小畑 泰弘
23	1月21日	埼玉県	さいたま市	水産資源と河川生態系の順応的管理について	クジラ管理に用いられた先駆例から順応的管理について学び、カワウ対策案としての順応的リスク管理方策について考える。さらに、順応的管理の鉄則について解説を受け、自然再生事業指針等への活用状況等について紹介を受ける。	横浜国立大学環境情報研究院教授 松田 裕之
24	3月6日	栃木県	宇都宮市	アユの資源保全への取り組み(矢作川の事例)とダムの河川生態系に及ぼす影響について	これまでに矢作川研究所が矢作川天然アユ調査会と共同で行った、矢作川におけるアユの生育上の問題点を探る調査の具体的な取り組み内容について解説を受ける。	豊田市矢作川研究所研究員 山本 敏哉

コンサルタントの派遣

回	開催日	派遣依頼機関	開催場所	課題	内容	講師氏名(敬称略)
6	2月4日	埼玉県	加須市	魚のウイルス病について	埼玉県の漁業共同組合員および観賞市場関係者等を対象に、我が国ではコイ科魚類の特定疾病に指定されているコイヘルペスウイルス病およびコイ春ウイルス血症について解説を受ける。	東京海洋大学海洋科学部生物資源学科教授 福田 穎穂

ブロック研修会の開催

回	開催日	派遣依頼機関	開催場所	会議名称	課題	講師氏名(敬称略)
4	1月22日	山梨県	南都留郡河口湖町	第11回全国観賞魚養殖技術連絡会議	コイヘルペスウイルス病およびコイ春ウイルス血症等の観賞魚に関わる疾病の最新の知見について	(独)水産総合研究センター養殖研究所魚病診断研修センター魚病診断研究グループ長 湯浅 啓

巡回教室：茨城県ひたちなか市・平成 21 年 1 月 19 日開催

種苗放流による水産資源の増殖と管理について —瀬戸内海におけるサワラの資源回復計画への取り組み—



独立行政法人水産総合研究センター 玉野栽培漁業センター 小畑 泰弘*

サワラは東シナ海から渤海、黄海及び北海道以南の日本海、太平洋沿岸と瀬戸内海に分布する、表層性の魚食性魚である。瀬戸内海において、サワラは産卵のために回遊してきた成魚とそこで成長した未成魚の漁獲が盛んで、漁価が高いことから重要な漁業資源となっている。瀬戸内海におけるサワラの漁獲量は、漁具の改良などにより 1986 年には 6,255 トンまで増加したが、その後、過剰な漁獲圧や餌料環境の悪化などが原因で、1998 年には 196 トンまで減少した（図 1）。この対策として、1998 年から国の栽培漁業センターにおいてサワラの種苗生産、放流技術開発が行われるとともに、漁業者による未成魚の漁獲規制が行われるようになった。その後、2002 年から国はサワラの資源回復計画を実施し、資源回復のための対策を行っている。

「サワラ瀬戸内海系群資源回復計画」では、減船・休漁等による漁獲努力量の削減、資源の積極的培養、漁場環境の保全等の資源回復措置が総合的に実施されている。2002～2006 年度の第 1 期計画では、資源量を 1.2 倍へ回復させる目標は達成されたものの、天然 0 歳魚の加入が不安定であるなど予断を許さない状況であることから、新たに 2007 年度から種苗放流の強化などを盛り込んだ 2 期目の資源回復計画（2007～2011 年度）が実施されている。漁獲努力量の削減措置では、サワラを主な漁獲対象とするサワラ流し網、ひき縄等の漁業を対象に、漁期の削減、網目の拡大などが実施されている。資源の積極的培養措置では、受精卵放流が漁協により行われるとともに種苗放流のための人工種苗の中間育成も漁協が担っている。

種苗放流では、まず種苗生産された全長約 40 mm の種苗と、種苗生産後に全長約 100 mm まで海上小割り生け簀などで中間育成した種苗を、放流後の漁獲加入までの生残率（添加効率）及び漁獲回収結果により比較した。その結果、両放流群の資源への添加効率の

比は、2002 年が 4.10、2003 年が 3.13 となり、100 mm 放流群の方が高かった。この結果を受けて、サワラの種苗放流のほとんどが中間育成放流へ移行し、漁協は中間育成事業の中核となっている。資源への添加が有効であった 100 mm 放流群の 0～3 歳における漁獲への貢献等を推定した結果、2002 年及び 2003 年の放流種苗 1 尾からの漁獲回収重量（YPR）はそれぞれ 196 g 及び 777 g、種苗放流の経済効率は 1.6 及び 7.5 となった。YPR の平均値 486 g/尾を用いた 10 万尾の種苗放流から得られる漁獲回収効果は、約 49 トン、約 6,300 円と試算された。

瀬戸内海のサワラの漁獲量は、2004 年には 1,494 トンまで回復したものの、2005 年以降は 1,200 トン台へ減少した。第 2 期計画で目標とされている 20 万尾の種苗放流から期待される漁獲量は 100 トン程度である。このため、サワラの資源回復にあたっては、種苗放流によって漁獲の上積みを図る一方、天然魚の加入を改善させる方策を実施する必要があると考えられる。

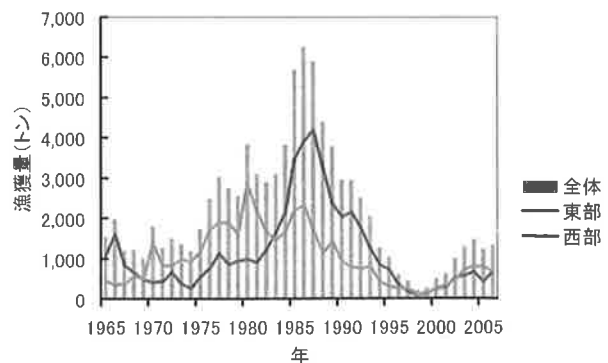


図 1 瀬戸内海におけるサワラの漁獲量の推移

* 現所属：独立行政法人水産総合研究センター
瀬戸内海区水産研究所栽培資源部

巡回教室：栃木県宇都宮市・平成 21 年 3 月 6 日開催

アユの資源保全への取り組み(矢作川の事例) とダム of 河川生態系に及ぼす影響について



豊田市矢作川研究所 研究員 山本 敏哉

はじめに

矢作川は愛知県内でも有数のアユ釣りができる河川として知られ、毎年シーズンになると川は多くの釣り人で賑わう。この川で獲れたアユは美味であることから、かつては高級品として出荷もされていた。しかしながら、高度経済成長期にかけて複数のダムの建設、人口増加にともなう富栄養化等により、アユをとりまく河川環境や内水面漁業は様々な影響を受け、その保護がさげばれてきた。矢作川研究所ではこの貴重な水産資源であるアユを対象に、1996 年より矢作川天然アユ調査会（図参照）と協働して、その生育上の問題点を具体的に探る調査を開始した。

まず、1996 年から 1997 年にかけて河川におけるアユの生活史調査を、2000 年から 2004 年にかけては海域における生活史調査を網羅的に実施し、生息上の問題点を明らかにした。その結果を受けて取り組むべき項目を抽出し、前者では 16 項目に（表参照）、後者では 10 項目の課題にとりまとめた。この中には河川管理上の事業として取り組む課題に加え、アユ生息上の問題点の究明のためにさらなる調査が必要な項目も含まれている。

具体的な取り組みの紹介

1) アユが夏期に釣れない問題 矢作川では平成に入ってから以降、友釣りによるアユの不漁が顕著となった。アユ釣り日記からたどった釣果の変遷を調べた結果、釣

果が以前の 3 分の 2 に減少し、そのタイミングと対応して河床の変化と藻類の変化がみられたことをとりまとめた。現在、その要因としてダムの影響、冷水病の影響を視野に調査を継続している。

2) 矢作川河口周辺海域でのアユの生態 矢作川河口周辺の海域でアユの仔稚魚の調査を行った結果、「矢作川に近いほど少なく、さらに河口に一番近い場所にアユがない傾向がみられた。これは底質のヘドロ化との対応が疑われており、河川に由来するヘドロがアユへ及ぼす懸念を指摘した。

3) 産官学民の連携した事業化 アユの遡上とふ化した仔魚の流下を助けるために、アユのために河川流量を確保する流量の弾力的運用が実施されている。また漁協によって、ダムの魚道で稚アユを採捕し上流へ汲み上げ、逆にダムから分派する水路に迷入したアユを汲み下げる事業もおこなわれている。さらには、ダムに堆積した砂利を下流に運搬し、河床と生物群集の回復に貢献するかどうかを試験されている。

今後の展望

矢作川での地域密着型の研究の強みは、研究機関と天然アユ調査会のような市民グループと連携することにより遡上調査や流下仔魚調査等の人的な負担の大きいモニタリング調査が実施できることである。複数のダムを擁し、様々な生態系への影響が見られる矢作川で、環境、利水、治水がより高次のレベルで折り合いをつけられるよう努力していきたい。

表 アユに関わる 16 項目の保全対策（1999）

《短期的保全策》	《長期的保全策》
1 明治用水への親アユの迷入防止	11 流量の確保
2 産卵期の保護	12 水質の保全
3 産卵場の造成	13 上流からの砂礫の供給確保
4 産卵親魚の放流	14 水位日変動の軽減
5 発電所温排水が仔アユへ与える影響の解明	15 低水温化の実態把握
6 温排水が遡上前の稚アユへ与える影響の解明	16 カワシオグサ・水草の異常繁茂の制御
7 遡上期の密漁対策	
8 魚道の改善	
9 夏期のアユの生態解明	
10 流域住民への啓蒙	

平成 8 年 9 月発足

矢作川研究所の調査の実働部隊を担う



我ら「市民研究者」現在、正会員約 30 名、準会員約 40 名

図 矢作川天然アユ調査会

平成 21 年度漁村研究実践活動事業・審査結果について

漁業関係団体・青年部が主体となって取り組む研究・実践活動を対象とする助成事業は、当協会が水産資源保護啓発事業の一環として実施する独自事業であり、水産業に携わる若手従事者を支援することにより、

水産資源の維持増大を図り漁業生産の安定に寄与することを目的とする。

平成 21 年度については、本年 4 月に行われた審査の結果、助成対象として 12 課題が採択された。各課題の概要は、以下の通り。

平成 21 年度漁村研究実践活動交付決定課題

No.	府県名	申請団体名（申請代表者）	課題名	実施期間
1	宮城県	宮城県漁業協同組合 北上町十三浜支所青年研究会 (青山 健一)	ヒジキの増養殖試験	平成 21 年 4 月 ～ 平成 22 年 3 月
2		宮城県漁業協同組合 石巻地区支所小竹浜女性部 (阿部 明子)	有用海藻の増殖試験	平成 21 年 4 月 ～ 平成 22 年 3 月
3	福島県	相馬双葉漁業協同組合 相馬原釜支所ナマコ会 (石橋 秀夫)	海中飼育によるナマコ中間育成手法の検討	平成 21 年 5 月 ～ 平成 22 年 3 月
4	茨城県	川尻漁業協同組合 (坂本 亮一)	沖合の磯に於けるアワビ種苗放流による漁場開発の有効性	平成 21 年 5 月 ～ 平成 22 年 3 月
5	石川県	七尾湾漁業振興協議会 (西崎 繁男)	アカガイ種苗中間育成・放流及び生息域調査	平成 21 年 6 月 ～ 平成 22 年 10 月
6	島根県	浜田の海で生活する会 (笹田 卓)	陸上水槽によるフサイワヅタの増養殖技術の開発	平成 21 年 4 月 ～ 平成 22 年 3 月
7	広島県	音戸漁業協同組合 (中島 克之)	ネット設置等によるかき食害対策試験	平成 21 年 4 月 ～ 平成 21 年 9 月
8	徳島県	里浦漁業協同組合 青壮年部 (後藤 昭重)	鳴門市里浦地先におけるマガキ養殖試験	平成 21 年 10 月 ～ 平成 22 年 3 月
9	福岡県	奈多フトモズク部会 (須藤 鹿之助)	フトモズク養殖施設に関する研究	平成 21 年 4 月 ～ 平成 22 年 3 月
10		志賀島カキ養殖部会 (小林 勇)	志賀島地先でのカキ養殖に関する研究	平成 21 年 4 月 ～ 平成 22 年 3 月
11	鹿児島県	錦江漁業協同組合 青壮年部 (安木 高治)	アマモ場造成試験	平成 21 年 5 月 ～ 平成 22 年 3 月
12		枕崎水産振興会 青年部 (松永 真二)	ホンダワラの藻場造成技術の開発と核藻場の造成	平成 21 年 5 月 ～ 平成 22 年 3 月

平成 21 年度巡回教室の開催・コンサルタントの派遣等事業・審査結果について

漁業者を対象とする巡回教室への講師およびコンサルタントの派遣を助成する本事業は、当協会が水産資源保護啓発事業の一環として実施する独自事業であり、漁業者および漁業関係団体職員等に対し、水産資源の保護、培養、管理および漁場環境等に関する一般的あ

るいは具体的な知識・技術について教育普及等を行うことにより、水産資源の維持増大を図り漁業生産の安定に寄与することを目的とする。

平成 21 年度については、本年 4 月に行われた審査の結果、助成対象として巡回教室 28 課題およびコンサルタント派遣 3 課題が採択された。各課題の概要は、以下の通り。

(1) 平成 21 年度巡回教室の講師派遣決定課題

派遣依頼機関	開催予定月	開催予定地	課題名
北海道	3 月 (H 22)	北斗市	北斗市の海藻について
山形県	11 月	山形市	安価な魚道の設置について
福島県	9 月	郡山市	簡易魚道の施工及び管理方法
	6～8 月	相馬双葉漁業協同組合 松川浦支所	アサリの増殖手法とその適用事例の紹介
茨城県	8～10 月	行方市、かすみがうら市他	魚病の現状と対策～特にコイに関する病気について～
	9 月	水戸市、ひたちなか市	実践的な外来魚の駆除手法（課題）
栃木県	3 月 (H 22)	宇都宮市	(仮) 富山県におけるアユ漁業の現状と増殖への取り組み
埼玉県	9～11 月	さいたま市	これまでの川づくり、これからの川づくり
新潟県	2～3 月	小千谷市	水産資源の培養・管理（魚類防疫）コイヘルペスウイルス病の現状について
山梨県	11 月	富士吉田市	平成 21 年度養殖技術講習会 魚病対策の基本を見直そう
長野県	10 月	安曇野市	養殖漁業の活性化
静岡県	7 月	加茂郡河津町	アユ漁場の価値と利用方法
愛知県	7 月	半田市	千葉県ののり養殖について
兵庫県	6～9 月	明石市	資源保護と魚場利用について
鳥取県	5 月	鳥取市	汽水湖の管理方法、水産資源増殖
島根県	8～9 月	松江市	メダイの資源生態について
	6 月	益田市	アユ産卵床造成の実態について
広島県	9 月	呉市	汽水産ミジンコの培養と海産仔魚への餌料価値について
福岡県	4～5 月	柳川市	海域環境の改善効果が期待される干出海域におけるカキ養殖について
	7 月	福岡市	里海について
	11 月	朝倉市	河川環境改修と水産生物－水辺の小わぎを中心として－
佐賀県	10 月	唐津市	いか類の生態と資源の利用
長崎県	9～12 月	長崎市	磯焼けの実態と海藻の再生について
大分県	7 月	中津市	水辺の小わぎ（特に魚道）を使う内水面漁場の保全（仮題）
宮崎県	11～12 月	宮崎市	栽培漁業における、より効果的な放流方法について
鹿児島県	7 月	大島郡和泊町	資源回復計画の成功事例
	6 月	鹿児島市	ナルトビエイの生態・食害対策について
	9 月	肝属郡肝付町	水産資源の保護と漁業・漁村の活性化

(2) 平成 21 年度コンサルタント派遣認定課題

派遣依頼機関	開催予定月	開催予定地	課題名
青森県	5 月	東津軽郡	マナマコ種苗生産におけるコペボータ食害の防除手法およびマナマコ苗生産の効率化について
山梨県	7 月	甲斐市	平成 21 年度増殖技術講習会 新潟県におけるカワウ対策の現状と課題
広島県	5 月	広島市	①カワウ被害対策 ②効果的な被害防除方法

平成 21 年度ブロック研修会および全国研修会における講師派遣の審査結果について

主として都道府県職員を対象とするブロック研修会、全国研修会の開催を助成する本事業は、当協会が水産資源保護啓発事業の一環として実施する独自事業であり、当協会が水産資源保護啓発研究活動推進委員として委嘱した専門家を地域ブロック単位または全国単位

の研修会に派遣し、各都道府県において共通の関心を有する専門分野における技術的問題について教育普及等を行うことを目的とする。

平成 21 年度については、本年 4 月に行われた審査の結果、助成対象として 4 課題が採択された。各課題の概要は、以下の通り。

平成 21 年度ブロック研修会および全国研修会における講師派遣決定課題

派遣依頼機関	開催予定月	開催予定地	課題名
山形県	11 月	米沢市	コイ科魚類のウイルス病について（現状と将来・対策）
新潟県	9 月	佐渡市	閉鎖循環飼育システムを用いた種苗量産技術開発
岐阜県	9 月	岐阜市	第 82 回全国湖沼河川養殖研究会
愛知県	1 月（H 22）	名古屋市	第 12 回全国観賞魚養殖技術連絡会議

養殖衛生対策センター事業

I.平成20年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告会ならびに評価検討委員会

日時：平成21年1月20日（火）13:00～17:20

21日（水）10:00～14:00

場所：中央区立月島区民館（東京都中央区月島）

出席：平成20年度養殖衛生管理問題への調査・研究担当者、同評価検討委員、都道府県防疫担当者、（独）水産総合研究センター養殖研究所、農林水産省消費・安全局水産安全室、（社）日本水産資源保護協会

要旨：

1. ホヤの新疾病（被囊軟化症）の疫学的研究

宮城県水産技術総合センター・
宮城県水産技術総合センター気仙沼水産試験場

2007年冬季から宮城県内のマボヤ養殖で発生している被囊軟化症の原因究明と防疫対策の確立を目的として、本病の発生状況を調査し、感染性を検討した。2007年と2008年にそれぞれ3地点と6地点（うち2地点は2年連続）で発症が確認された。6月以降急速に病勢が拡大し、7～8月には全滅した群もあった。発症個体は回復せずに死亡したが、8月下旬にはほぼ終息した。軟化被囊を水槽に垂下する方法により実験感染が成立し、感染症であることが確認された。感染実験の結果から、凍結やホモジナイズにより感染性を失うこと、病原体は0.45 μmを通過しないが1 μmのメッシュを通過すること、15°Cで病原性が高くなること等が明らかになった。

2. ホヤの新疾病（被囊軟化症）の病因及び診断方法に関する研究

北海道大学大学院薬学研究院

ホヤの被囊軟化症の原因の解明と診断法の確立をめざして本年度は以下の解析を行い、成果を得た。電子顕微鏡を用いて宮城県の病気および健常被囊の構造の比較を行ったところ、病気被囊は健常被囊に比べ被囊繊維が粗く、不均一であり、部分的に繊維構造が壊れている部位があることが明らかになった。一方、表皮細胞や被囊細胞の形態には大きな違いはなく、微生物や寄生虫はいずれの被囊でも観察されなかった。同様に韓国の病気被囊の電子顕微鏡観察を行ったところ、

韓国と宮城県の病気被囊の構造はよく似ており、両海域で発生している病気は同じ被囊軟化症である可能性が高いと考えられた。また、宮城県の病気被囊を用いた感染実験を行い、病気の発症過程の観察とサンプリングを実施した。宮城県の病気被囊を健常ホヤの水槽に1週間垂下したところ健常個体に被囊軟化症が発生した（発生率26%）。被囊の軟化は口から始まり、短時間（1日程度）で被囊全体が軟化し、数日で死亡した。本疾病が感染症であることが確認された。さらに、被囊軟化症の簡便な診断方法の開発を行い、被囊の厚さおよび被囊の破けやすさ（張力測定値）の数値を用いることにより、病気被囊の診断法が確立できた。病気被囊および健常被囊の成分分析（水分、蛋白質、脂質、炭水化物、灰分、食物繊維、セルロース）を行ったところ、被囊100gあたり（健常2.5個体、病気4個体分）の成分組成に大きな違いは見いだされなかった。

3. サケ科魚類冷水病の垂直感染防除に関する研究

宮城県水産技術総合センター・
宮城県水産技術総合センター内水面水産試験場

実験感染における冷水病菌の卵内への侵入条件、卵消毒による垂直感染の防除方法を検討するとともに、養魚場の親魚や発眼卵における冷水病菌の汚染状況を調査した。その結果、 10^6 CFU/mL以上の菌濃度で人為的に表面を汚染した未受精卵を定法により受精・吸水することで卵内感染が成立した。その後、卵内の生菌数は 10^7 CFU/mLまで経時的に増加したが、実験感染卵は死亡しなかった。冷水病菌の増殖部位は主に卵膜の内側（胚卵腔）であった。実験的には、媒精前に卵表面の冷水病菌をヨード剤（50 ppm）で消毒する方法により、卵に影響を与えることなく垂直感染を防除することが可能であったが、媒精前のPBSによる洗卵やヨード剤吸水のみでは防除できなかった。

2006～2008年に合計13道県のサケ科魚類7種、66ロット、5160尾の体腔液と精液から、冷水病菌の分離を試みた結果、11道県、46ロット（70%）、932尾（18%）が陽性であった。体腔液中の生菌数は平均 $10^{1.9}$ CFU/mL（ $10 \sim 10^{2.7}$ CFU/mL）と低く、 10^6 CFU/mL以上の個体は陽性個体の1%と少なかった。また、サケマス類の未受精卵約1700粒、発眼卵約6900粒の卵内容物を検査した結果、一部の輸入卵を除き、冷水

病菌は分離されず、国産卵における卵内感染の可能性は非常に低いと考えられる。この原因として卵内感染が成立する可能性のある高濃度の冷水病菌を保菌した親魚が少ないことが考えられる。

4. アユ「ボケ病」の病態生理および診断技術に関する研究

日本獣医生命科学大学獣医学部

昨年度に引き続き、養殖アユの「ボケ病」の病態生理を検討し、簡便な診断法を開発するために以下の研究を実施した。1) 199尾の養殖アユの鰓パラフィン切片にH&E染色等を施し、光学顕微鏡下で病型判定した結果、細菌性鰓病型が12尾、異型細胞型が40尾、混合型が68尾であった。199尾中、*Plecoglossus altivelis* Poxvirus-PCR (PaPV-PCR) に陽性を示したのは146尾であり、それらのうち異型細胞が観察されたのは108尾であった。2) 1.0%塩水浴を健常アユに施し、血清電解質(Na⁺、K⁺、Cl⁻)、アンモニア(NH₃)、血中尿素態窒素(BUN)、尿素(UA)を経時的に測定したが有意な結果が得られず、塩水浴中の累積死亡数等の変化等から供試魚の健康状態に問題があったと考えられた。3) 病型判定に供試したものと同一アユの鰓エタノール固定標本および健常アユの生鮮鰓組織に種々の染色を直接的に施し、異型細胞が検出可能か検討した。エタノール固定標本では0.05~0.1% Toluidine blue 染色、Acetocarmine 染色および0.5% Giemsa 染色で異型細胞が検出された。また、生鮮鰓組織では0.1% Toluidine blue 染色およびAcetocarmine 染色で呼吸上皮細胞が明瞭に検出されたことから、異型細胞の検出も可能と考えられた。

5. アユ「ボケ病」の細菌学的研究

栃木県水産試験場

県内アユ養殖7経営体で47症例のボケ病を確認した。その内訳は異型細胞型38症例、細菌性鰓病型3症例、混合感染型6症例で、BGDの関与なき症例が多かった。1経営体の飼育施設でPaPVとBGD原因菌の消長を2ヶ月間追跡したところ、6面で異型細胞型、5面で混合感染型のボケ病が発生したが、物理的に離れた飼育池で散発的に発症した。塩水浴では、一時的にアンモニア態窒素濃度は高くなるが、数時間後には減少する。塩水浴時に水面上には多量の泡が発生するが、この泡のアンモニア態窒素濃度はきわめて高く、水面上の泡除去で塩水浴中のアンモニア態窒素濃度上昇を抑制できる可能性が示唆された。

6. アユ「ボケ病」のポックスウイルスとの関連に関する研究

東京海洋大学海洋科学部

感染実験、野生生物や親魚等のPaPV保有検査、ボケ病全国調査などを実施した。その結果、大量死の再現や感染源の特定には至らなかったが、PaPVがアユ個体間で水平感染し、親子感染の可能性があり、河川棲息のアユからも検出され、日本の広範囲に分布することが明らかになった。また、ボケ病は水温16°Cから25°Cで発生し、魚体サイズや収容密度に無関係に発生し、病魚の特徴として体を斜傾させ、水面付近を遊泳する傾向にあることが判明した。養魚場では塩水浴処理がしばしば行われ、死亡率全体の平均を見ると処理した方が低かったが、処理を行っても70%程度の死亡率になる場合もあり、その効果は判然としなかった。

7. アユのエドワジエラ・イクタルリ感染症の疫学的研究

広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター

2008年7~11月、アユおよびその他9魚種を対象に*E. ictaluri*の保菌検査を行った。その結果、*E. ictaluri*は5回全ての検査でアユから検出され、9月には67.2%の保菌率であった。また、ギギ1尾からも同菌が検出された。ナマズ、ギギ、アユ、オイカワへの感染実験の結果、ナマズの感受性が高く、これと比べてアユやオイカワの感受性は低いことが明らかとなった。さらに、アユへの同居感染、浸漬感染実験の結果、死亡が見られず感染も成立しなかった。

8. アユのエドワジエラ・イクタルリ感染症の細菌学的研究

広島大学大学院生物圏科学研究科

2007年および2008年に全国各地の河川アユから分離された菌株について、それらの細菌学および遺伝学的特性を検討した。供試した106株はすべて、グラム陰性の微弱な運動性を有する短桿菌で、チトクロム・オキシダーゼおよびインドールを産生せず、その他、糖分解能などの生化学的性状において既報の*E. ictaluri*の性状と一致した。また、16S rDNA、Type I 線毛遺伝子、および*dnaJ*の塩基配列においても既報の*E. ictaluri*株と99.7~100%の相同性を示した。一方、近縁種である*E. tarda*とは、遺伝学的にも血清学的にも区別された。

9. 養殖ブリの不明病の病理組織学的研究

東京海洋大学海洋科学部

2003年以降、愛媛県宇和海の養殖ブリに異常遊泳・脳に発赤を伴う原因不明の死亡が発生している。病理組織学的検査を行ったところ、病魚の脳および脊髄にグリオシスおよびグリア結節、うっ血または出血、神経細胞の変性、神経線維の膨化を特徴的な症状とする高度な病変が認められた。さらに、脊髄からは寄生虫シストが確認された。また、5月から定期的に宇和海より、加えて四国、九州から病魚を集め病理組織学的な検査をした結果、本寄生虫はすでに四国、九州に広く存在していること、発病は8月の高水温期からピークを迎えるが、病変や寄生虫シストは7月中旬から認められることが明らかとなった。さらに、*in situ* hybridization (ISH) を行い、H-E染色で確認されていた寄生虫シストを組織切片上で特異的なシグナルとして検出することができた。PCR診断によって増幅した断片が、この寄生虫を増幅したものであり、それは粘液胞子虫であろうと強く示唆された。H-E染色を用いた病理組織学的検査では、寄生虫シストを見るだけであったが、シスト形成前あるいはシストが崩壊した後と考えられる単一細胞の存在も明らかにすることが出来た。また本病寄生虫は、ISHの特異的なシグナルから脊髄・延髄・中脳被蓋に存在することが明らかとなった。

10. 養殖ブリの不明病の疫学的研究

愛媛県農林水産研究所水産研究センター

愛媛県の養殖ブリでは脳の発赤、異常遊泳、吻端部や体表のスレ、肥満度の低下などを特徴とする死亡が発生している。本病の発生状況等を調べるため、養殖ブリ全小割を対象にアンケート調査を行った。本病の原因とされる粘液胞子虫 *Myxobolus spirosulcatus* の感染状況を調べるため、特定小割の種苗を定期的にサンプリングし、PCR検査と病理組織学的検査を行った。本病は脳の発赤や異常遊泳に伴って吻端や腹部にスレの症状を呈し、夏の高水温期に発症し、水温の低下とともに死亡は終息するが、感染耐過魚の肥満度は低く推移し、翌年の高水温期に再度発症しやすいことが分かった。PCR検査では、流れ藻から採捕した種苗では陰性であったが、漁場導入約1ヶ月後には陽性になり、高水温期に向かってPCR陽性率や病理組織学的検査による神経病変のスコアが高まる傾向にあり、本病の発生時期とも合致した。漁場の付着生物やプランクト

ンのPCR検査でも陽性となり、漁場内で感染が起きている可能性が示された。

11. 養殖ブリの不明病の遺伝子解析およびPCR診断法に関する研究

東京大学大学院農学生命科学研究科

近年、愛媛県等の養殖ブリにおいて異常遊泳や脳脊髄炎を特徴とする不明病が問題になっている。その原因体と示唆されている粘液胞子虫 *Myxobolus spirosulcatus* の疫学調査をPCR法により行うことを目的とした。西日本各地の養殖ブリとカンパチを調べた結果、この寄生虫は四国、九州地方に幅広く分布しており、外観的に発病していない健康魚からも高率で検出される場合があった。ただし、解剖所見とPCRの診断結果を個別別に照合すると、脳の発赤と寄生との相関関係は高かった。採集された寄生虫株のSSUrDNAを系統解析したところ、2つの遺伝子型があるように見えたが、ITS領域の解析結果からは種苗の由来や養殖場との関連は認められなかった。病ブリ脊髄組織に対してDIG標識オリゴヌクレオチド・プローブを用いた迅速 *in situ* ハイブリダイゼーションを試みた結果、栄養体に陽性反応が見られたことから、今回得られた粘液胞子虫のDNAは組織学的に検出される栄養体由来のものであることが確認された。2年間の全体成果としては、不明病の原因が *M. spirosulcatus* であることが強く示唆され、現場的に応用できるPCR診断法が開発された。しかし、異常遊泳するほどの発病に至るにはさらにまた別の要因が関与すると思われる。

12. 養殖ブリの抗酸菌症に関する研究

鹿児島県水産技術開発センター

Mycobacterium marinum を原因菌とする養殖ブリ類の抗酸菌症は南日本の養殖場で発生が確認されており、2004年以降は増加傾向にある。本研究では実態調査、菌株同定、MIC測定による薬剤感受性試験、エライザ法と蛍光抗体法を用いた感染時期の推定を行った。養殖ブリでは9月～11月に1才魚以上での発生が多く、菌株は性状試験から全て *M. marinum* に同定され、MIC値はストレプトマイシンが他の薬剤と比べて低い値を示した。抗体価と菌体観察からブリは0才魚の種苗導入直後には *M. marinum* に感染し、翌年までの長い感染期間を経て1才魚で発病することが推測された。

13. 魚類病原性ウイルスの防除技術に関する研究

広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター

種苗生産過程での病原性ウイルス病（ウイルス性表皮増生症およびウイルス性神経壊死症）の発生を防除する目的で、吸着体によるウイルスの感染防除効果についての技術開発を行った。原因ウイルスの検出系を準備した後、特にウイルスの体内増殖や放出に関する知見に乏しい表皮増生症ウイルス（FHV）についての実験を行い、感染3日目には 10^{10} copies/尾にFHVが増殖し、その1%程度（ 10^8 copies/尾）が体外に放出されることを明らかにした。また、垂直感染防除の観点から、罹患魚のウイルス保有量を追跡し、180日後には体内からウイルスが検出されなくなることを明らかにした。FHVは、植物性多糖類（フコイタン5.0g/L）に吸着し、感染性がなくなった。また、同様に粉体（カオリン、ハイドロキシアパタイト）にも吸着性を示し、ヒラメに対する感染性がなくなった。一方、神経壊死症ウイルス（NNV）は、一部がフコイタンや吸着体に結合するものの、感染力価は若干低下するにとどまった。多糖類や粉体のウイルス吸着効果を説明するために、表面電位（ゼータ電位）を測定したところ、ほとんどの粉体が負に帯電しており、その絶対値が大きいほどウイルス吸着効果が大きい傾向がみられた。これらのことから、種苗生産水槽に吸着体を投入することは、積極的な疾病防除策とは言えないが、感染症リスクの低減に繋がると考えられる。

14. 養殖ヒラメの新型レンサ球菌症（*Streptococcus parauberis* 感染症）に関する研究

大分県農林水産研究センター水産試験場

養殖ヒラメの *S. parauberis* 感染症の発生状況、薬剤感受性を調査し、実験感染法の検討を行った。本症は、大分県では2005年に顕在化し、日間死亡率は0.1～1.8%、発生時水温は14～25°Cであった。罹病魚の主な症状は、鰓の退色やくされ、肝臓の退色や肥大、腎臓の腫大であった。薬剤感受性試験の結果、供試菌株の41.5%がOTCに対して低感受性～耐性であった。その他の供試薬剤に対しては、比較的感受性が高かった。実験感染法の検討の結果、腹腔内接種法および浸漬法ではヒラメの死亡を再現できなかったが、背鰭基部付近皮下に接種した際に、接種菌量に応じた死亡がみられ、自然感染魚と類似した症状が再現された。

II. 養殖衛生対策コンサルタント派遣事業

日時：平成21年2月20日（金）9:00～11:30

場所：鹿児島県水産技術開発センター（鹿児島県指宿市岩本字高田上160-10）

招聘コンサルタント：和田新平准教授（日本獣医生命科学大学獣医学部）

課題項目：「カンパチにおける通称“腎腫大症”の現状およびその調査手法について」

出席：鹿児島県林務水産部水産振興課、鹿児島県水産技術開発センター、愛媛県魚病指導センター、高知県水産試験場、高知県海洋部宿毛漁業指導所、熊本県水産研究センター、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場、愛媛県愛南町水産課、高知県すくも湾漁業協同組合、東町漁業協同組合、日本水産株式会社大分海洋研究センター、中谷水産株式会社、黒瀬水産株式会社、有限会社丸栄水産、株式会社桜島養魚、農林水産省消費・安全局水産安全室、（独）水産総合研究センター養殖研究所病害防除部、同魚病診断・研修センター、（社）日本水産資源保護協会

概要：昨年春から夏にかけて、輸入カンパチ種苗において大きな被害をもたらした「腎腫大症」について、コンサルタントの和田准教授から本疾病の病理組織学的知見等の報告や、カンパチ養殖主産県の魚病担当者から収集したアンケート結果を基に、症状や疫学情報の整理を行った。また、都道府県、養殖研、漁協、養殖業者により活発な情報・意見交換を行い、輸入種苗の疾病という性格上、不明な点が多い疾病であるが、来シーズンに向けて関係者間での情報の共有化を図った。

III. 平成 20 年度養殖衛生管理技術者養成研修 特別コース「DNA チップを用いた魚病診断手法」

日時：平成 21 年 2 月 24 日（火）13：30～25 日（水）12：00

場所：（独）水産総合研究センター養殖研究所上浦栽培技術開発センター（大分県佐伯市上浦大字津井浦）

概要：都道府県の魚病担当者を対象に、新診断技術の普及を目的とした「DNA チップを用いた魚病診断手法研修」を（独）水産総合研究センター養殖研究所上浦栽培技術開発センターの協力の下、開催した。本研修は「現地研修」として位置づけ、実際に受講者持参の細菌を用いて、細菌 16S 用チップ・Vibrio 属細菌用チップにより診断を行う実技研修や、PCR 手法に関する講義が行われた。

平成 20 年度 DNA チップを用いた魚病診断手法研修時間割

	9:30～12:00	13:30～17:00
平成 21 年 2 月 24 日（火）		講義 実技(DNA 抽出～ハイブリ)
25 日（水）	実技（判定） 質疑	

平成 20 年度 DNA チップを用いた魚病診断手法研修講師

講師氏名	所属
釜石 隆	（独）水産総合研究センター 養殖研究所
松山 知正	（独）水産総合研究センター 養殖研究所

（敬称略）

受講者

都道府県	氏名	所属
三重県	西川 久代	三重県水産研究所
鳥取県	福本 一彦	鳥取県栽培漁業センター
広島県	川口 修	広島県立総合技術研究所 水産海洋技術センター
高知県	土居 聡	高知県内水面漁業センター
長崎県	宮原 治郎	長崎県総合水産試験場

（敬称略）

IV. 平成 20 年度第 2 回全国養殖衛生管理推進会議

日時：平成 21 年 3 月 13 日（金）13：30～17：00

場所：日本自転車会館ホール（東京都港区赤坂）

出席：都道府県養殖衛生対策担当者、農林水産省消費・安全局水産安全室、農林水産省近畿農政局、水産庁栽培養殖課、内閣府沖縄総合事務局、（独）水産総合研究センター養殖研究所病害防除部、広島大学大学院生物圏科学研究科、（社）日本水産資源保護協会調査部

議事次第

1. 開会
2. 挨拶
3. 議題
 - (1) コイヘルペスウイルス（KHV）病への対応について
 - (2) コイ春ウイルス血症（SVC）への対応について
 - (3) 特定疾病等対策ガイドラインについて
 - (4) 水産防疫対策について
 - (5) 平成 21 年度予算について
 - (6) 平成 20 年度養殖衛生対策関連事業について
 - (7) 話題提供
「海産魚のウイルス性神経壊死症のワクチン開発」
広島大学大学院 中井敏博教授
 - (8) その他
4. 閉会

平成 20 年度有明海等環境情報・研究ネットワーク ホームページの利用状況について

有明海等環境情報・研究ネットワークのホームページでは、有明海・八代海における漁場環境情報を、リアルタイム情報、速報および予報に区分し、主に漁業者向けの情報としてインターネットを介して携帯電話およびパソコンで提供しています。また、一般および研究者向けの環境データ情報として、平成 14 年度から収集・蓄積してきた有明海・八代海の水質、プランクトン、赤潮、貧酸素、底質、底生生物等の自然情報および農林水産統計等の産業情報を一般会員と数値データのダウンロードが可能な登録会員のページに区分してパソコンで提供しています。本号では平成 20 年度における有明海等環境情報・研究ネットワークのホームページの利用状況を取りまとめた結果について、平成 18 年度、19 年度の利用状況と比較しながら紹介します。

1. 集計方法

平成 20 年度におけるホームページの利用状況を詳細に把握するため、平成 20 年 4 月 1 日～平成 21 年 2 月 10 日の期間を対象として、アクセス解析ソフトを用いて各ページへのアクセス数を集計しました。また、利用状況の経年的な推移をみるために、平成 18 年度(平成 18 年 4 月 1 日～平成 19 年 2 月 28 日)、平成 19 年度(平成 19 年 4 月 1 日～平成 20 年 2 月 14 日)の集計結果も図表中に併記しました。

2. ホームページの利用状況

1) 情報の提供形態別利用状況

情報の提供形態(パソコンと携帯電話)で区分した閲覧ページ数は表 1 のとおりで、平成 20 年 4 月 1 日以降の 11 ヶ月間で閲覧された総ページ数は、パソコンでは約 26 万ページ、携帯電話では約 7 万ページでした。昨年度の利用状況と比較すると、本年度は携帯電話、パソコンともに昨年度の 7～8 割増となりました。

2) 情報の種類別利用状況

(1) 速報

平成 20 年度の速報ページの閲覧回数は、携帯電話が約 26,000 回で平成 19 年度の約 1.7 倍となり、昨年度を大きく上回りました(図 1)。特に、平成 19 年度から運用を開始した鹿児島県東町の自動観測ブイのリアルタイム情報および八代海における赤潮情報(天草市水産研究センター)の閲覧回数がそれぞれ 1 万回を超え、昨年度の約 6,000 回から増加しています。また、パソコンに比べて携帯電話での利用が圧倒的に多く、漁業者による利用を反映していると考えられ、魚類養殖が盛んな八代海において水温のリアルタイム情報、赤潮の速報が有益であることがうかがわれます。

表 1 情報の提供形態別利用状況(閲覧ページ数)

提供形態	区分	閲覧ページ数		
		H18	H19	H20
パソコン	登録会員ページ	10,768	5,906	4,418
	一般会員ページ	139,683	148,949	257,688
	(小計)	(150,451)	(154,855)	(262,106)
携帯電話	一般会員ページ	10,058	39,986	72,200
	合計	160,509	194,841	334,306

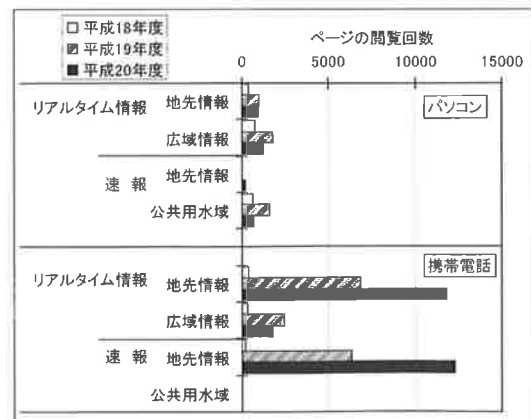


図 1 速報ページの閲覧回数(情報の提供形態別)

(2) 予報

平成 20 年度の予報ページの閲覧回数はパソコンが約 3,000 回、携帯電話が約 4,000 回で平成 19 年度とほぼ同じ回数でした (図 2、図 3)。予報については、携帯電話と同様にパソコンでの利用も多く、漁業者と共に関係者 (行政、漁連、試験研究機関等) においても広く利用されたことを反映していると考えられます。また、ノリ養殖に向けた水温予報 (採苗期、冷凍網出庫期) の閲覧回数は、福岡県、佐賀県および熊本市の各地先とも、水温予報 (日平均水温) よりも多く、養殖工程に基づく情報の提供が漁業者及び関係者に対して広く利用されていると言えます。

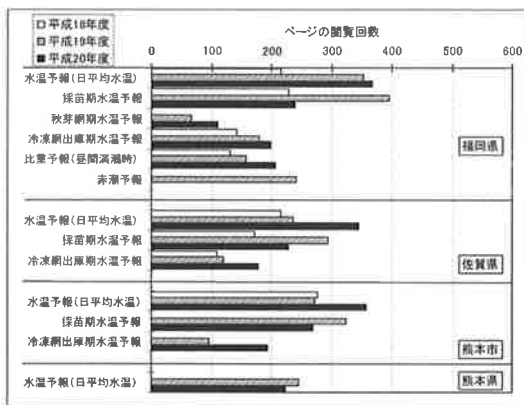


図2 予報ページの閲覧回数 (パソコン)

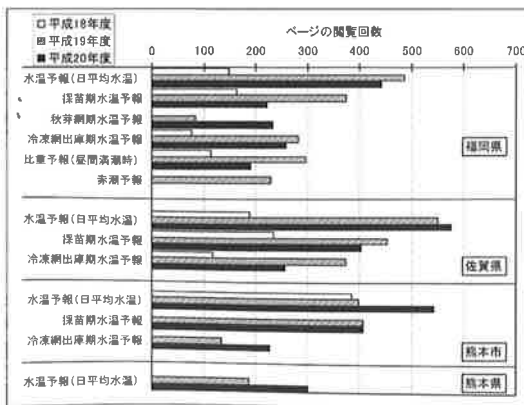


図3 予報ページの閲覧回数 (携帯電話)

(3) 環境データ情報

平成 20 年度における自然情報の情報別メニューページの閲覧回数は、平成 18 年度、19 年度と同様に、水質が 1,190 回と最も多く、次いで赤潮が 879 回でした (図 4)。産業情報では、農林水産統計のメニューページの閲覧回数が 1,000 回を超え、平成 18 年度、19 年度の約 2 倍となり、漁獲量の統計情報への関心が高いことがうかがわれます。

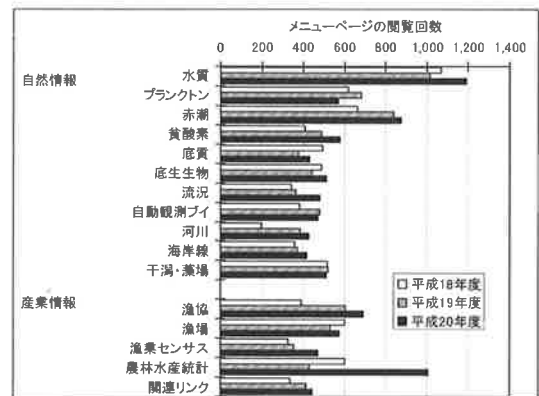


図4 環境データ情報のメニューページの閲覧回数 (パソコン)

(4) 研究関連情報

研究関連情報では、平成 18 年度、19 年度と同様に、平成 20 年度においても文献情報の検索が 2,850 回と最も多く利用されました。また、生物情報のメニューページの閲覧回数は 445 回で、魚類に関するページへの閲覧が多い結果となりました。

3. アクセス先

有明海等環境情報・研究ネットワーク

携帯電話 <http://ay.fish-jfrca.jp/ariake/i/index.html>

パソコン <http://ay.fish-jfrica.jp/ariake>

社団法人日本水産資源保護協会

「設立趣意書」

漁業生産の恒久的発展の基礎は、水産資源の維持増大にあることは論をまたないところであります。

近時、水産物に対する需要の増大、漁業技術の向上、漁業設備の近代化に伴って、漁場の開発は著しく進展し、わが国は勿論のこと世界の諸国においても沿岸ならびに沖合、遠洋漁業の振興は重要問題として取上げられ、国際間において水産資源の管理と合理的利用について重大なる関心が高まりつつあります。

一方国内では、漁業法の改正、沿岸漁業等振興法案の国会提案を契機として漁場及び水産資源の効率的な利用方を基礎にして、漁業構造を改善するという画期的施策が講じられつつあります。

ひるがえって、水産資源保護対策の現状をみますと、国においては、瀬戸内海栽培漁業センターの設置、漁場造成事業の推進、増養殖技術の開発、さけ・ます資源対策の強化、内水面における種苗の放流、漁獲努力に対する規制措置等水産資源の保護培養と維持管理に関する各般の施策を講じられてはいるものの、この対策は資源保護に対する国民の認識が浅く、また資源についての調査研究の困難性等のため、漁業技術の発展に比して著しい立ち後れを見せております。

加えて、近時海岸河川附近において急激に発展しつつある他産業の影響と、し尿の海中投棄等による水質汚濁のため漁場価値の低下を招来し、漁業を近代的産業に育成するための諸施策を進める上に大きな障害となっております。

水産資源の公共性からみて、その保護培養は、国家的事業であることは勿論であります。たんに国や地方公共団体の努力や、法的規制のみで目的を達しうるものではなく、直接の受益者であるわれわれ漁業関係者自らが関心をたかめ、漁業経営の安定と発展のため資源維持に積極的な努力をはらうことは勿論、国民の財産としての水産資源保護の重要性を広く水産関係各団体によびかけて恒久的な運動にまで進展することが極めて緊急時であると考えます。

国においても、本年度新たにこの事業に対し助成を図ることになりましたが、これを契機としてわれわれ漁業関係者がうって一丸となり、政府等の施策に協力しつつ、水産資源の保護を強力に推進しうる体制を速やかに確立せんとするものであります。

昭和 38 年 4 月

設立発起人代表

社団法人 大日本水産会会長

高 碓 達 之 助



● お知らせ ●

「(社)日本水産資源保護協会・受託検査について」

当協会では、以下の検査を受託しています。検査の申し込み・詳細は下記までお問い合わせ下さい。

●検査内容

- ・コイヘルペスウイルス (KHV) PCR 検査および KHV Nested PCR 検査
- ・錦鯉特定疾病検査：KHV およびコイ春ウイルス血症 (SVC) 対象
- ・ロシア向け輸出水産食品魚病検査 (活魚介類検査)

●検査方法

農林水産省「特定疾病等対策ガイドライン」、国際獣疫事務局 (OIE) 監修の疾病診断マニュアルなどに準拠した方法を用います。検査結果は、英文表記あるいは日英文併記の結果報告書を発行します。

●受託検査に関するお問い合わせ・資料請求

社団法人 日本水産資源保護協会 受託検査担当
TEL : 03-6680-4277 FAX : 03-6680-4128
E-mail : kensa-jfrc@mb.sphere.ne.jp
ホームページ : <http://www.fish-jfrc.jp/>

「会員の窓へのご寄稿について」

日頃の活動、地域の特色や最新情報などをご紹介します「会員の窓」は、掲載開始から大好評をいただいているコーナーです。本誌に掲載された記事は、当協会ホームページでもご覧いただけます。皆様のPR 活動の場としてご寄稿お待ちしております。

○ご寄稿方法

- ・掲載は無料 (ただし当協会会員団体に限る)
- ・必要書類：1,200 字程度の紹介文と写真 3 ~ 5 葉

○ご寄稿に関するお問い合わせ

社団法人 日本水産資源保護協会 企画情報室
担当：遠藤 進
TEL : 03-6680-4277 FAX : 03-6680-4128
E-mail : en-jfrc@mb.sphere.ne.jp
ホームページ : <http://www.fish-jfrc.jp/>

養殖魚の生産情報公表 JAS の 登録認定機関として認定されました



当協会は平成 20 年 6 月 16 日に開催された理事会、総会での決定を受け、農林水産大臣へ「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」に基づく養殖魚の生産情報公表 JAS の登録認定機関としての申請を行っていましたが、平成 21 年 3 月 26 日付けで登録認定機関として登録されました。

当協会が認定を行う農林物資の種類は生産情報公表養殖魚で、認定を行う対象は生産工程管理者及び小分け業者です。



JAS「生産情報公表 JAS」制度とは？

消費者が生産履歴が明らかな食品を安心して購入できるように、食品の生産情報が正確に記録・保管・公表されているかどうかを農林水産大臣に登録された第三者機関（登録認定機関）が生産者等を認定し、その生産者等自らが JAS 規格に適合しているか検査を行い、検査に合格したものに JAS マークを添付して販売することができるようにした制度です。

本制度により、JAS マークによって生産履歴が明らかな食品であることを消費者が容易に識別できるようになり、また、生産者等も、JAS マークによって、そのような食品であることを消費者に付加価値としてアピールできるメリットが期待されます。

「養殖魚の生産情報公表 JAS」に関するお問い合わせは
(社) 日本水産資源保護協会 企画情報室まで、ぜひどうぞ。

☎ 03-6680-4277
✉ jfrca@fish-jfrca.jp

企画情報室
担当：小林・遠藤・山口

さかたの
エピソード

5

後方に延長する鰾

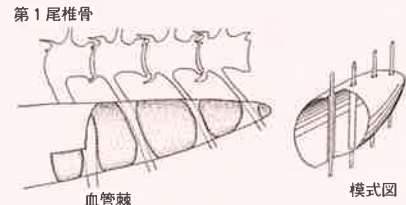
坂本一男
おさかな普及センター資料館館長
水産学博士



イスズミ科 *Neatybus obliquus*: 鰾は腹腔の後縁を超えて後方に延長する

鱈の開き干し（マアジ）をみると、前部の血管棘の間に隙間がある。これは鰾で、ふつう腹腔に収まっているが、種によっては腹腔の後縁を超えて後方に延長する。これに興味を覚えたのが富永義昭博士（元東京大学講師、1936～94）である。スズキ亜目魚類の比較形態と類縁関係の研究を続けるなかで、この形質は検討してみる価値があると直感した。そこで、亜目全体（科レベルあるいは科によっては属レベルで）の鰾を調べることを思い立ったのだが、一人で研究するにはスズキ亜目はあまりにも大きすぎた。そこで松浦啓一博士と共同研究を始め、最後に筆者も加わった。

この研究では、スズキ亜目を中心に300種以上の真骨類の鰾の後部の形態を観察した。その結果、想像以上に様々なグループで、この延長部をもつ鰾が見つかった。しかも、単純に伸びる（シロギスなど）、血管棘が鰾を貫通する（マアジ属（図参照）など）、中央隔壁の左右に延びる（イスズミ科など）ほか、延長の様相は実に多様性に富んでいた。鰾の後方への延長という現象は、様々なグループで独立に、何度も生じたようである。



アジ科マアジの鰾の後部

(Suda (1996) p. 445, fig. 7 より)



イスズミ
(写真提供: かごしま水族館)

参考資料

- Suda, Y. 1996. Osteology and muscular attachments of the Japanese jack mackerel, *Trachurus japonicus*. Mar. Sci. 58 (2) : 438-493.
- Tominaga, Y., K. Sakamoto and K. Matsuura. 1996. Posterior extension of the swimbladder in percoid fishes, with a literature survey of other teleosts. Univ. Mus., Univ. Tokyo, Bull. 36, 73 pp.
- 矢部 衛 (2006) 「魚類の多様性と系統分類」裳華房, pp.49-93 【松井正文編. 脊椎動物の多様性と系統.】



平成 21 年 5 月 15 日発行

発行——社団法人 日本水産資源保護協会

●連絡先

〒104-0044
東京都中央区明石町1-1
東和明石ビル5F
TEL 03(6680)4277
FAX 03(6680)4128
【振替口座】00120-8-57297

企画・編集——社団法人 日本水産資源保護協会

制作——株式会社 生物研究社

印刷——株式会社 技報堂