

島根県水産技術センター研究報告

第3号

2011年3月

目次

報 文

沿岸漁業の複合経営に関する研究－Ⅱ －島根半島沿岸域における「いわしすくい網漁業」及び「いわし浮しき網漁業」の操業実態と漁況－ 森脇晋平・開内 洋・中村初男・小谷孝治・竹森昭夫	1
秋季、日本海南西沿岸水域に流入する低塩分水の1990年代以降の出現特性 森脇晋平	15
隠岐島前海域におけるイワガキの天然採苗 寺門弘悦・石橋茂人	21
隠岐諸島・島前海域のイワガキ種苗生産における付着稚貝の沖出しサイズの検証 吉田太輔・常盤 茂	29
マダイ種苗生産におけるほっとけ飼育技術の有効性の検討 －島根県水産技術センター栽培漁業部での事例－ 栗田守人・近藤徹郎	33
ばいかご漁業におけるエッチュウバイ選別機の開発 向井哲也	41
釣獲されたメダイの鮮度実態と船上における致死方法の検討 岡本 満・森脇和也・清川智之・藤川裕司	47
日本海南西部島根県沖で漁獲された魚介類に確認された寄生虫 岡本 満	55

資 料

島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について－Ⅱ 高橋勇夫・寺門弘悦・村山達朗	69
漁獲管理情報処理システムの改良 向井哲也・村山達朗・林 博文・向井雅俊	85
LANによる情報共有システムの開発 向井哲也・若林英人・村山達朗・林 博文・向井雅俊	91
(寄稿) 宍道湖・中海水域の水産業振興に向けた調査研究等の課題 石飛 裕・平塚純一・桑原弘道	99
本号掲載要旨	111
他誌掲載論文の抄録	113

沿岸漁業の複合経営に関する研究－Ⅱ —島根半島沿岸域における「いわしすくい網漁業」及び 「いわし浮しき網漁業」の操業実態と漁況—

森脇晋平¹・開内 洋²・中村初男²・小谷孝治³・竹森昭夫⁴

Study of the multiple fishery-management of coastal fishery — II
Operations and fishing conditions of sardines-dip net/floating lift net
in the coastal waters off Shimane Pen.

Shimpei MORIWAKI, Hiroshi HIRAKIUCHI, Hatsuo NAKAMURA,
Koji KOTANI and Akio TAKEMORI

キーワード：いわしすくい網漁業，いわし浮しき網漁業，いわし類幼魚漁況，島
根半島沿岸水域

はじめに

この報告では、前報¹⁾に引き続き島根県における沿岸漁業のうち「いわしすくい網漁業」及び「いわし浮しき網漁業」を取り扱う。これら漁業の操業実態と主漁獲対象魚種であるカタクチイワシ及びウルメイワシ当歳魚の漁況について知見を整理した結果を述べる。

いわし類幼魚の漁況については、対馬海流流域では山口県長門沿岸におけるカタクチイワシの漁業生物学的調査研究²⁾はあるものの、島根県沿岸域での調査報告はほとんどない。今回、この調査研究を通じて島根県沿岸域、特に島根半島沿岸域における当該漁業の漁業実態及びそれらの漁獲対象魚種の漁況について解析を行ない、カタクチイワシ当歳魚の漁場形成について若干の考察を試みた。

資料と方法

漁況に関する資料は島根県水産技術センターが漁獲管理システム³⁾によって収集している県内の属人漁獲統計から該当する部分を抽出した。水温及びいわし類の卵・稚仔、カタクチイワシ幼魚に関する資料は「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」に

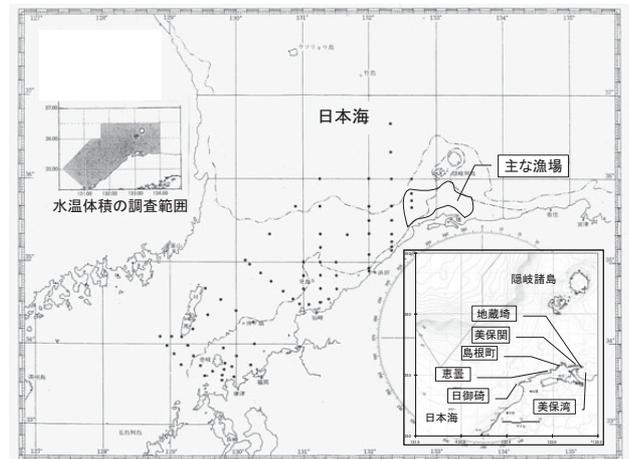


図1. 調査対象範囲. 黒丸は卵・稚仔採集点を示す

よって実施した調査から得られたものである。水温については、山口県～鳥取県の各水産研究機関が海洋観測の対象とした水域(図1)における1℃毎の水塊体積を森脇ら⁴⁾の方法によって求めた。漁況と海況パターンとの関係について検討したが、海況パターンは対象水域について日本海区水産研究所が発行している日本海漁場海況速報⁵⁾の100m深等温線図を用いて検討した。卵・稚仔の資料は佐賀県～島根県の各水産研究機関が担当の水域で採集した結果を用いた。また、カタクチイワシ幼魚の資料は同上の委託事業のうち「マアジ新規加入量調査」

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

³ 松江水産事務所 Matsue Regional Office of Fisheries Affairs

⁴ 島根県庁水産課 Department of Fisheries, Shimane Prefectural Government

のなかで島根県水産技術センターが担当した水域から得られた結果である。さらに、漁業の実態を把握するため該当する漁業種類について聞き取り調査を行うとともに、実地に当該漁業操業船に乗船して漁具や操業方法等の調査を実施した。

結果と考察

1. 漁業の実態

主に聞き取り及び乗船調査から得た結果である。

(i) いわしすくい網漁業

漁船：4トン～10トン未満の1隻，乗組員は2～3名で操業する。イカ釣り漁業や曳き縄釣り漁業との兼業がみられ，大型のクラスは後述するいわし浮しき網漁業と兼業することが多い。

漁具：1インチ（外径34mm）の鉄製パイプ（8～12m）と2本のグラスファイバー製パイプ（8～10m）で「コ」の字型に結合させた外枠に網を取り付ける。対象とする魚群の大きさに応じて3種類の網を使い分ける。

漁期・漁場及び漁獲物：

- ①漁期は5月下旬～6月上旬に始まり，年によって大きく変わることはない。イカ釣り船からの魚群の蝟集・出現状況の情報を参考にすることもある。対象魚種はカタクチイワシが主体で，体長は3cm程度。ウルメイワシは集魚灯の威嚇—後述の「操業-③」参照—により一斉に海底に向かうのでほとんど漁獲できない。
- ②漁場は漁期初めはごく沿岸（水深10m程度）に形成され，漁期が進むにつれて沖合（水深60～100m程度）に移動する。主漁場は出雲市小伊津沖合から松江市島根町沖合に形成され，かつては恵曇漁港根拠の漁船が美保湾まで出向いたこともあるという。
- ③漁期は7月下旬ぐらいまで続く。その時点では体長8cm程度まで成長する。魚体が大きくなるにつれ遊泳力が増し，すくい網での捕獲が難しくなるので操業を切り上げる。

操業（図2）：

- ①深夜（午後11時～午前0時頃）出港し，航行しながら魚群探知機により海中の汚れ（いわゆるレイヤー：魚群反応）を探す。
- ②漁場に着いたら錨をうち，水中灯（2～3個）で集魚を開始する。船上の集魚灯も2～3灯点灯する。午前2時半～3時くらいまで集魚を続ける。

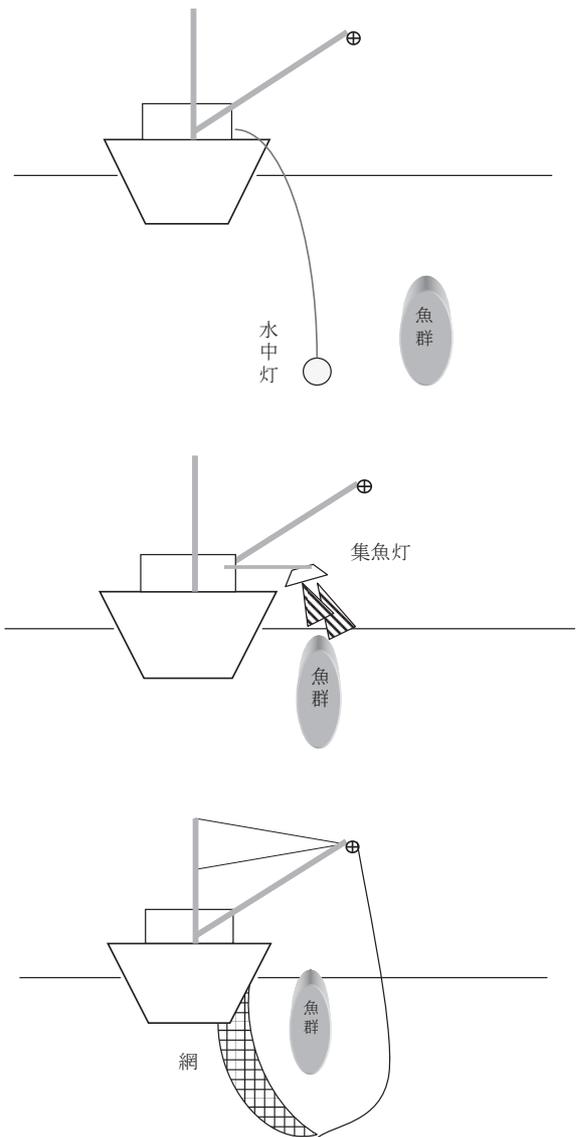


図2. すくい網の操業模式図

- ③水中灯をゆるやかに引き上げ海面直下に集魚する。船上の傘型の白熱灯火集魚灯を瞬時に点滅すると魚がパニック状態になり，魚群が水面上に盛り上がるような状態になる。魚群がパニック状態になったところで舷側から垂直に網を投入し，すくい獲る。

- ④捕獲した魚を収納する。魚の捕れ具合にもよるが，捕れるようならそのままの場所で直ちに次の操業に着手する。夜明け前（午前4時頃）までの1時間半の間に5～6回繰り返す。

(ii) いわし浮しき網漁業

漁船：9トンクラスの本船と6トンクラスの補助船（うら漕ぎ船と称する）の2隻で行う。本船に3名，うら漕ぎ船に1名の乗組員で操業する。

漁期・漁場及び漁獲物：

- ①漁期は7月下旬から9月で盛漁期は8月であ

- る。前項1-(i)のすくい網漁業からいわし浮しき網漁業に切り替える漁業者も多い。
- ②漁場は漁期の初めは沿岸（水深約60m）に形成され、魚体の成長につれてしだいに沖合化（水深約130m）する。主な漁場は、恵曇近海、地蔵崎～日御碕、かんなか、多古鼻、横瀬、隠岐島周辺（知夫里沖）の隠岐海峡周辺海域である。
 - ③漁獲物はウルメイワシが主体であり、9cm程度のものが価格が高い。マイワシ、カタクチイワシは初漁期の6cm程度から終漁期の15cm程度までを漁獲する。

操業（図3）：

- ①夕刻に本船，うら漕ぎ船ともに出港し，2隻で魚群を探査しながら航走する。
- ②漁場を選定したら投錨し（本船とうら漕ぎ船との間隔は約50m），水中灯で集魚を開始する。午前2時半くらいまで続ける。
- ③各船で集めた魚群を本船周辺にまとめるため，本船とうら漕ぎ船を合流させる。うら漕ぎ船の水中灯を消し，本船の水中灯も1灯にして魚群を集約する。
- ④本船が風や潮流で流されないよううら漕ぎ船

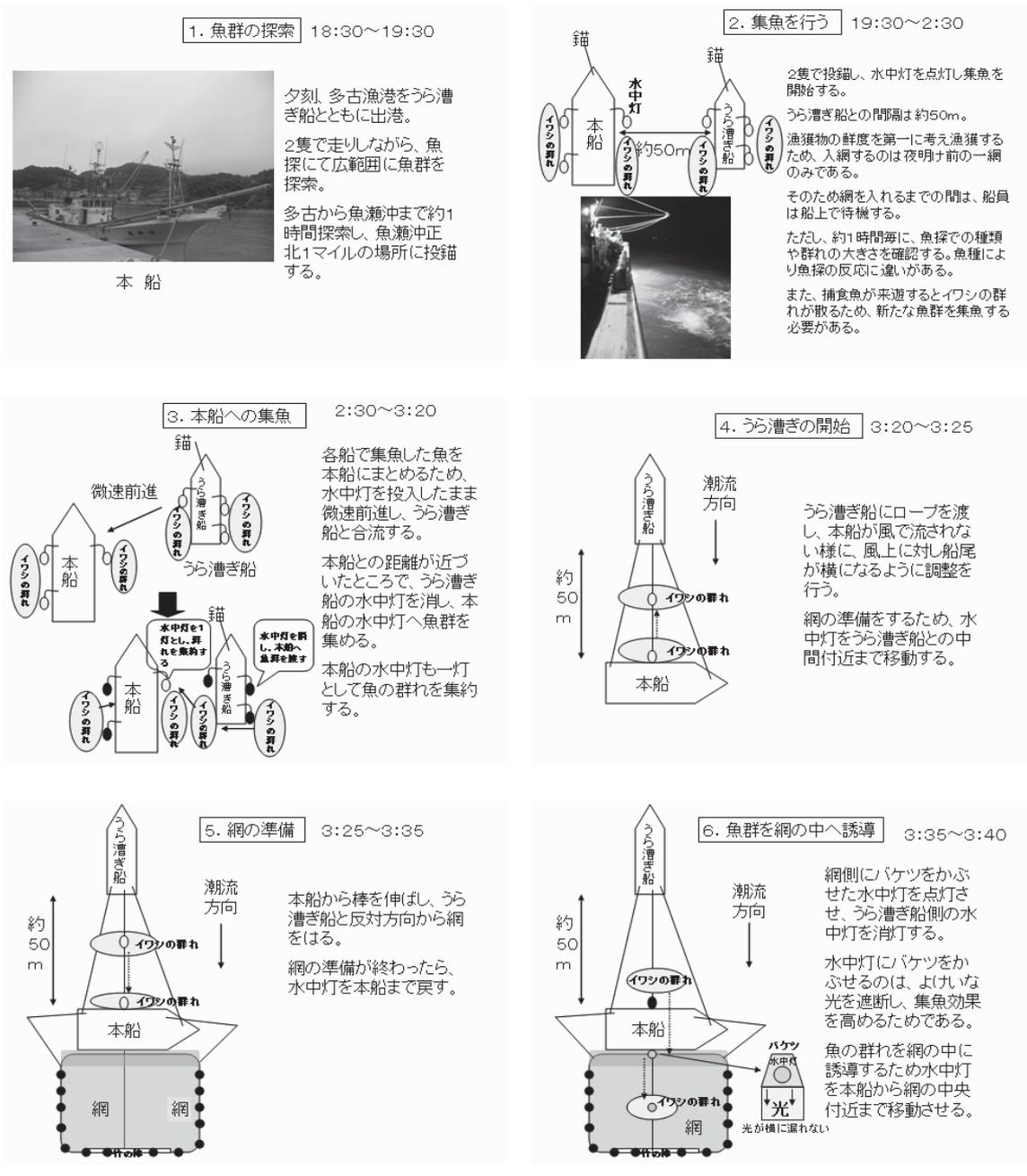


図3. 浮き敷き網漁業の操業模式図

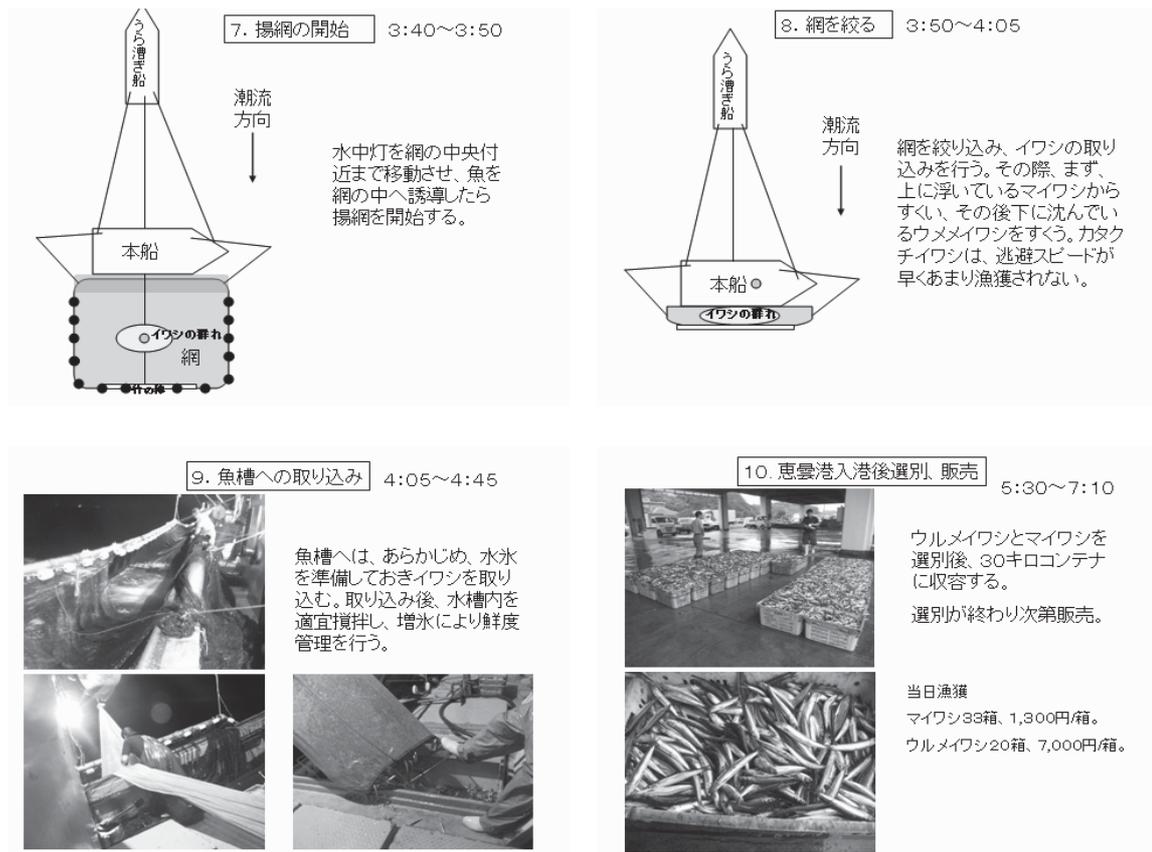


図3. 浮き敷き網漁業の操業模式図（続き）

で調整する。本船で網を張る準備をする。その間、魚群を移動させるため水中灯をうら漕ぎ船との中間付近まで移動させる。

- ⑤ 網の準備が終わったら網側にバケツをかぶせた水中灯を点灯させ、うら漕ぎ船側の水中灯を消灯する。水中灯を網の中央部まで移動させ魚群を網の中へ誘導したら揚網を開始する。
- ⑥ 日の出直前に1網だけの操業する。これには鮮度がよい状態で水揚げするためといわし類の消化管に内容物があると商品価値が下がるためそれを避けるためである。

2. 各漁業の漁況

(i) いわしすくい網漁業

この海域におけるいわしすくい網漁業の3地区（恵曇・島根町・美保関町）における漁獲量の経年変化を図4に示した。漁獲物のほとんどはカタクチイワシである。生物測定はしていないが、漁業者からの聞き取りによれば漁獲物の体長は約3cm~8cmである。出現時期や海域から判断して、この魚群は春季発生群⁶⁾に相当すると思われる。

カタクチイワシの漁況として3地区の1998年

~2009年の12年間の経年変動をみると、前半の1998年から2002年にかけては1999年を除き不漁であった。2003年から2008年の間は調査期間のうち最高の漁獲量を示す年があり、それ以前に比べ好漁で経過した。2008年は3地区とも豊漁であったが、翌年の2009年は3地区とも極度の不漁となった。カタクチイワシ以外でみると、マイワシが2009年に調査期間を通じて最も多く漁獲された。これは3地区とも共通している。

月毎の平均漁獲量の変化（図5）をみると、初漁は5月に始まり6月にピークを迎え、7月にやや低下した後、8月には大幅に減少して9月には終漁する。マイワシは6月のみにみられる。10~11月にもわずかに漁獲がみられる地区もあるが、6~7月のピークに比べると極めて小さい。

今回の調査対象海域でのいわしすくい網漁業によるカタクチイワシ漁況（3地区の合計）とカタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価調査⁶⁾から得られたカタクチイワシシラスの漁獲量及び当歳魚の推定資源尾数とを対比してみると、1998年~2008年の11年間でシラス漁獲量との関係では相関係数 $r=0.02$ 、当歳魚資源尾数とでは相関係

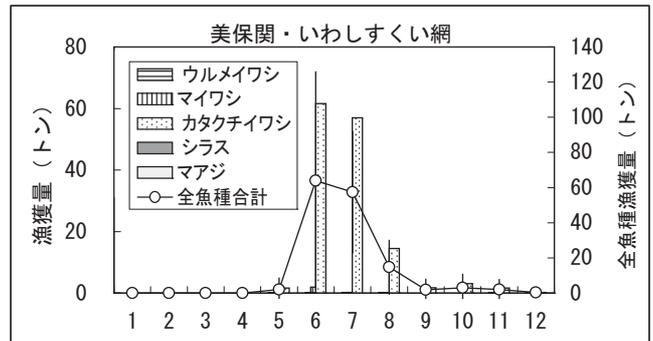
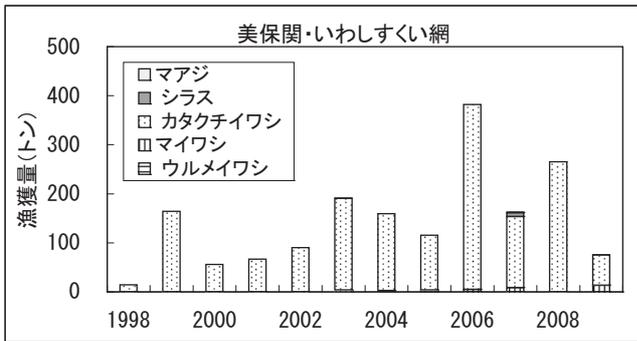
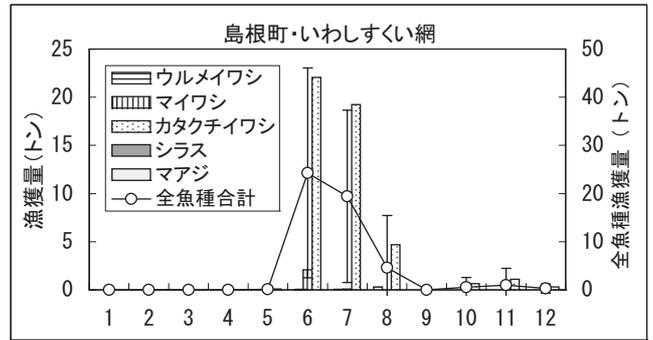
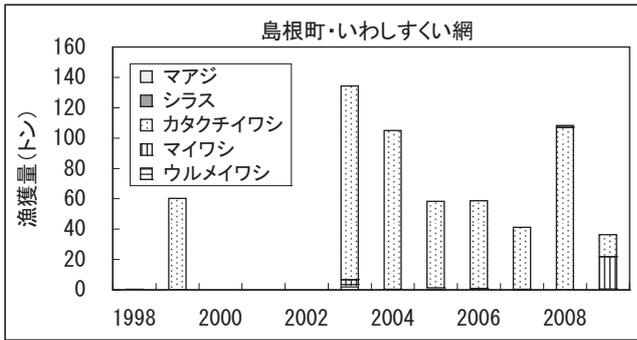
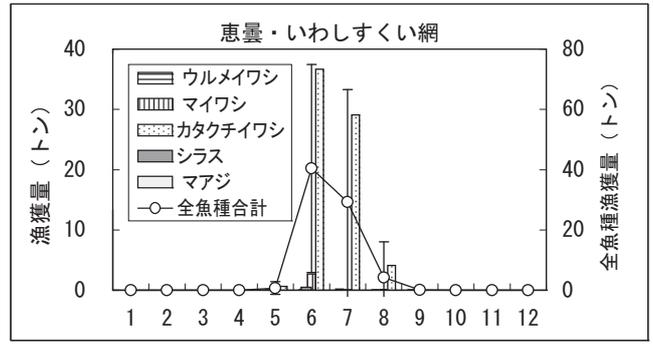
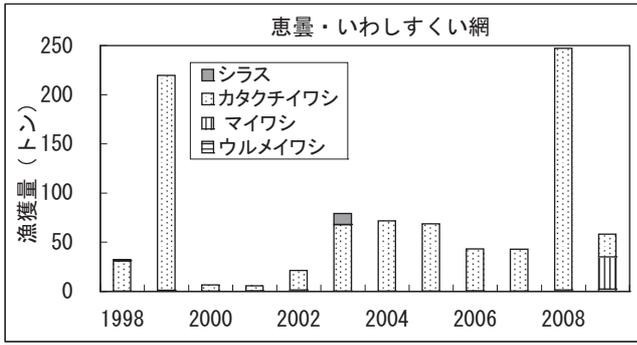


図4. すくい網による漁獲量の年変動

図5. すくい網による漁獲量の季節変動

数 $r = -0.07$ となり、それぞれの相関関係は指摘できない。また、日本海西部海域にけるカタクチイワシ漁獲量の経年変動をみると1998～2000年は6～7万トンを変動していたが2001年には19千トン弱と減少に転じ、その後は2万トン前後で推移しており⁶⁾、成魚を含めた漁獲量と対比しても両者の変動傾向の類似性を指摘することは困難である。このことは島根半島沿岸域を主漁場とするいわしすくい網漁業によるカタクチイワシ漁況は対馬暖流系群の資源変動パターンとは必ずしも一致せず、この周辺海域独自の変動要因で生起していることを示している。

なお、鳥取県側の漁獲統計として鳥取県漁業協同組合境港支所の6～7月のカタクチイワシ漁獲量と島根県側の統計資料（恵曇と島根町の2地区の合計値）とは有意な正相関があり（ $n=8:2002 \sim 2009$ 年 $r=0.74$; $p < 0.05$ ），最近の8年間では

島根半島部～鳥取県側の美保湾沿岸の漁況は共通の要因により変動していると思われる。

(ii) いわし浮しき網漁業

いわし浮しき網漁業の漁況（図6）をみると、調査期間内では漁獲量の1位（2005年）と2位（2002年）は2地区（恵曇・島根町）で共通している。2008年は極端な不漁であったが、2009年はほぼ平年並みの漁況に回復した。漁獲物はウルメイワシが主体でありカタクチイワシが10～30%程度占める。年によりマイワシが漁獲されることがある。変動傾向をみると2002年以降は2地区の漁況や魚種組成の量的変動傾向はよく一致している。季節変動をみると漁期は7月に始まり8月にピークを迎える。9月には漁獲量は減少し11月には終漁する（図7）。

聞き取り調査によると、主漁獲対象魚のウルメイワシは体長約6cm～15cmの範囲にあるので

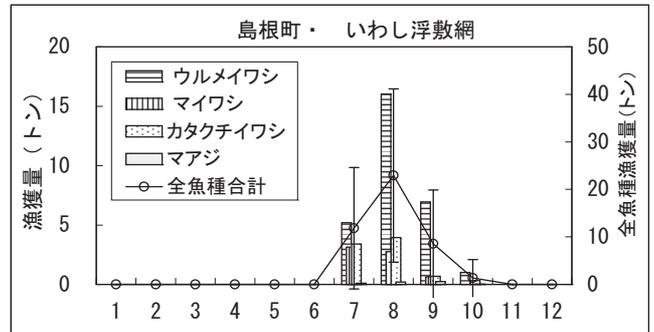
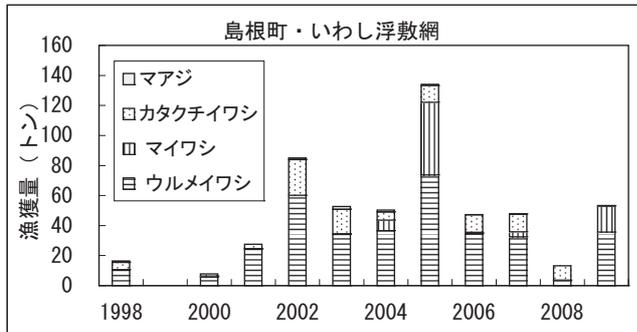
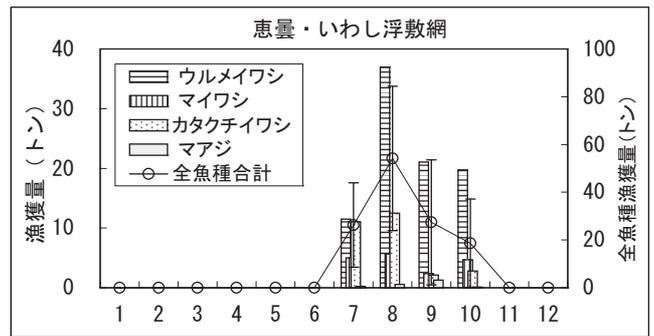
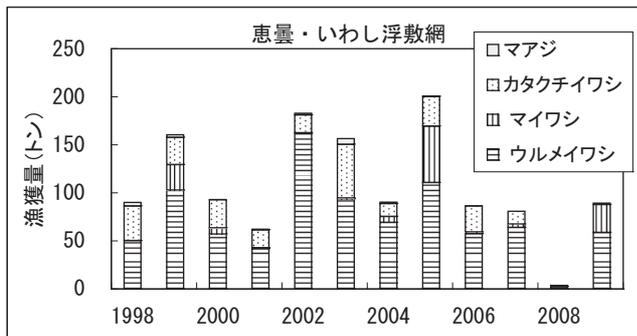


図6. 浮き敷き網漁業による漁獲量の年変動

図7. 浮き敷き網漁業による漁獲量の季節変動

当歳魚⁷⁾と思われる。2つの地区のウルメイワシ当歳魚漁況をウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価調査⁷⁾で得られた当歳魚資源尾数と対比してみると、有意な相関はみられない(図8)。

ただ、各点の分布をみると、今回の調査期間で最も漁獲量の多かった2002年にはそれに見合う0歳魚資源尾数は少なかったという点で、他の年の分布パターンとは異なっている。2002年の特異年として積極的に除く理由は見いだせないが仮にこの点を除くと両者の間には有意な正相関が存在する。これは両者の量的関係を暗示しているようにも思われるが、得られた資料の範囲内では推測の域をでない。

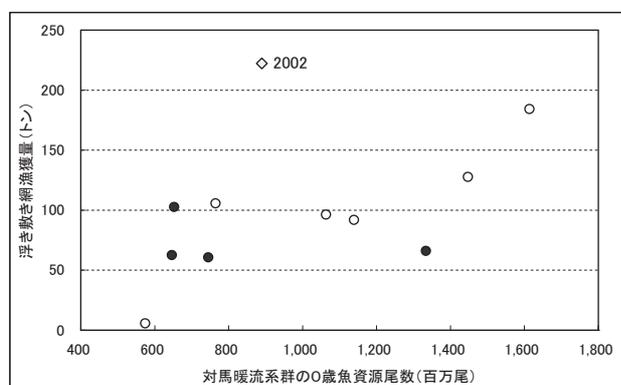


図8. ウルメイワシ0歳魚資源尾数と浮き敷き網漁業による漁獲量との関係。白丸は最近の6年間(2003~2008)

3. 漁況に及ぼす要因

2008年と2009年の各漁業種におけるいわし類幼魚の漁況(図4と6)をみると以下の特徴的なことを指摘できる;①カタクチイワシは2008年は豊漁であったのに対して翌年の2009年は不漁であった。②ウルメイワシは2008年は極端な不漁であったが、翌2009年はほぼ平年並みの水準に回復した。③2009年はマイワシの漁獲が目だった。

前節で述べたように島根半島沿岸域~沖合域を漁場とするいわしすくい網漁業から得られたカタクチイワシ当歳魚漁況は対馬暖流系群全体としてのその漁獲量や資源変動と連動している可能性は低いと判断できる。そこでカタクチイワシ幼魚漁況と地域的な環境変動や生物情報との関連性について検討するため、上述したカタクチイワシ漁況にみられた2008年と2009年に生じた豊凶に注目して事例解析を行った。

(i) 水温環境

水温は水生生物の分布を検討する際の重要な環境情報と思われる。ここでは鳥取県西部から山口県沖合に至る日本海西部沿岸域(図1)における3月~5月の水温環境について両年の高水温部を比較検討した。この海域及び期間は今回調査対象とした2つの漁業種の主な漁場となる島根半島から隠岐海峡をふくみ、対象としたいわし類の主要な産卵場・産卵期のひとつと考えられる。

3月～5月を通じて水温は2009年が高い傾向にあった(図9)。3月では14℃の水塊体積の占める割合は2008年ではほとんど無かったが、2009年では17%を示した。13℃水塊体積の比率も2009年が高い。4月でもこの傾向は持続しており14℃以上の水塊体積の占有率は2009年が約2.6倍高い。5月になると両年の差異は縮まるが、15℃以上の水塊体積占有率をみると2009年が約1.5倍高い。

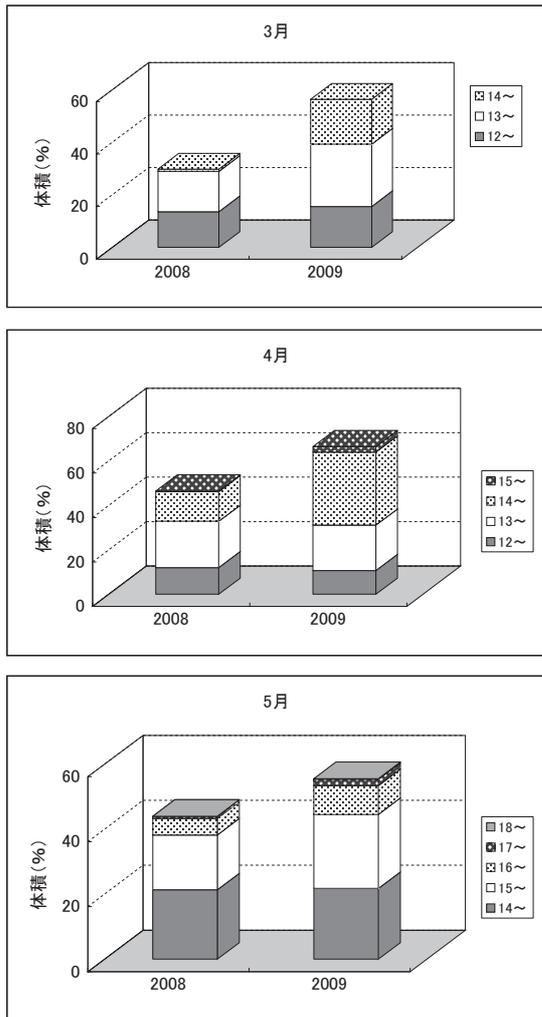


図9. 2008年と2009年の3月～5月の水温体積の割合

(ii) 卵・稚仔

日本海南西部沿岸域の島根県及び山口県沖～対馬海峡の東水道水域にかけて行われた卵・稚仔の採集結果から2008年と2009年の結果(図10)を対比すると次のようになる；①カタクチイワシ卵の調査期間の合計では2009年が2008年の約2.1倍の採集量であった。これは島根沖での1定点で集中的に大量採集があったためである。一方、カタクチイワシ稚仔量合計値は4月に最低でその

後増加し、2008年では6月に最大値を示したが、2009年では5月にピークを示した。期間中の総計を比較すると2008年の結果は2009年の約1.3倍であった。

また、ウルメイワシ卵は2008年は5月に、2009年は4月にそれぞれピークがあったが、4月～6月の総計には大きな差異はなかった。ウルメイワシ稚仔については2009年が2008年の約1.6倍の採集量であった。

(iii) マアジ加入量調査から得られたカタクチイワシ幼魚の出現状況

島根県水産技術センターでは他機関と共同でマアジ新規加入量調査⁸⁾を実施している。この調査は日本海西部海域へのマアジ当歳魚の加入量を推定するために設計・実施された調査ではあるが、混獲されたカタクチイワシを2008年と2009年とで比較検討した。2年とも調査点数、調査範囲は同じで調査期間も5月下旬～7月初めではほぼ同時期である(図11,12)。

対象とした两年には採集個体数の差がみられた。採集数を単純に合計して比較すると2008年は約5万5千尾余り、2009年は203尾である。このような大きな差異が生じたのは、2008年には1調査点で5万尾余りと4千尾余り採集された事例があったのに対して2009年ではそのような大量採集はみられず、最高でも1調査点当たり100尾余りであった。九州北部を除いた131°E以東の海域を比較すると2008年は4,698尾、2009年は203尾で大きな差があった。なお採集されたカタクチイワシの体長は約2～5cmの範囲にあった。

(iv) 水塊配置

すくい網漁業と浮きしき網漁業のそれぞれの盛漁期である6月及び8月を中心に4月～9月について漁場周辺海域の水塊配置を100m深の等温線で比較検討した(図13,14)。

2008年4～5月には島根沖冷水が発達し、隠岐諸島の沖合にも冷水の出現がみられる。このため隠岐諸島～山口沖にかけて顕著な前線帯がみられる。この海況パターンは7月まで継続し、特に5月～6月には前線帯は本土側の日御碕や隠岐北方に接近した。8月には前線帯はいったん離岸傾向を示し、日御碕～隠岐諸島の西方水域の前線帯と陸岸との幅は拡大した。9月には再び島根沖冷水の発達/接岸が認められた。一方、2009年では前年とは逆に島根沖冷水は著しく北退している

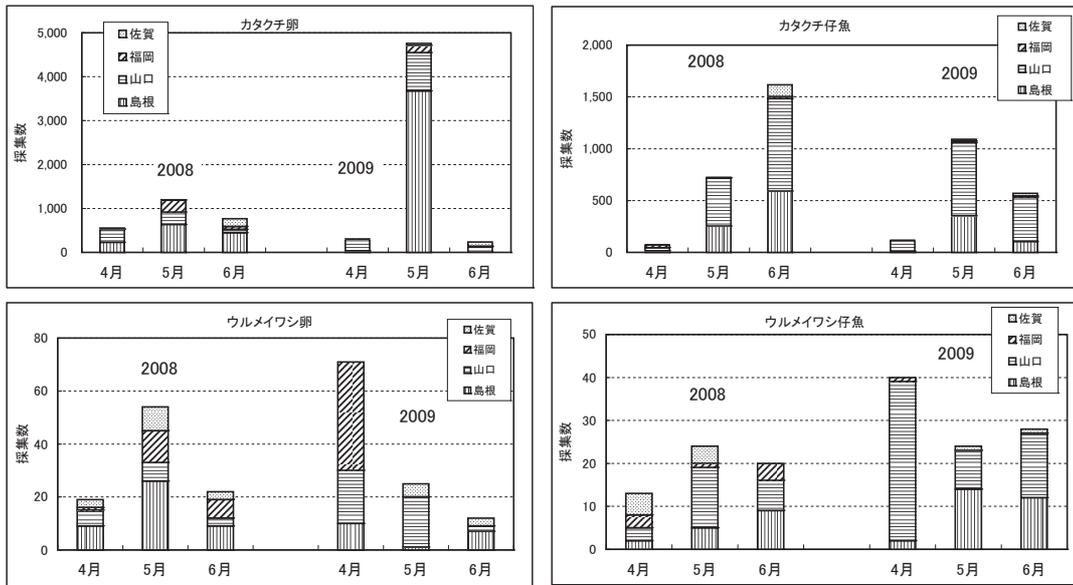


図10. 佐賀～島根における卵・稚仔採集の比較

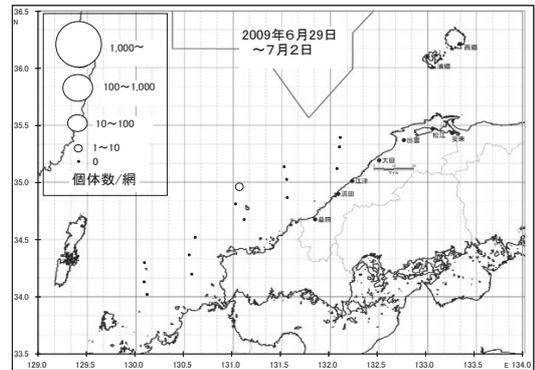
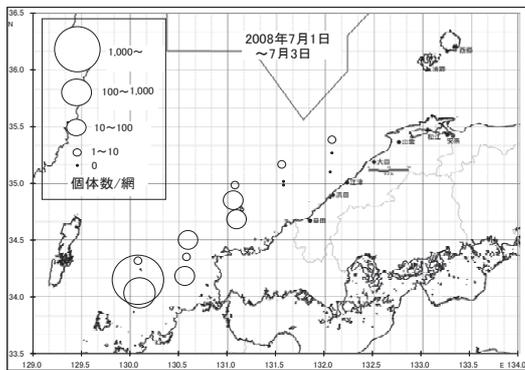
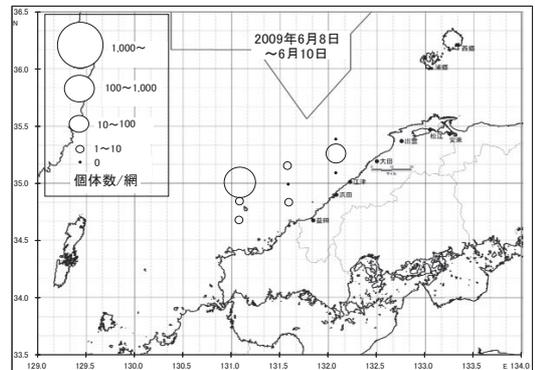
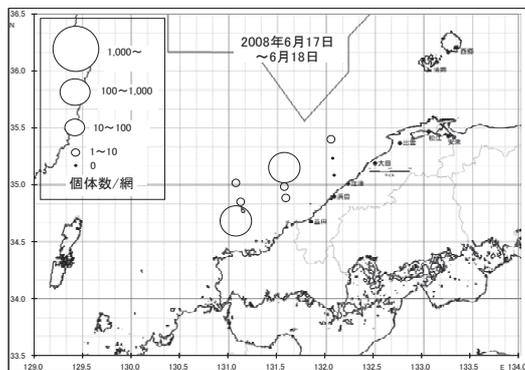
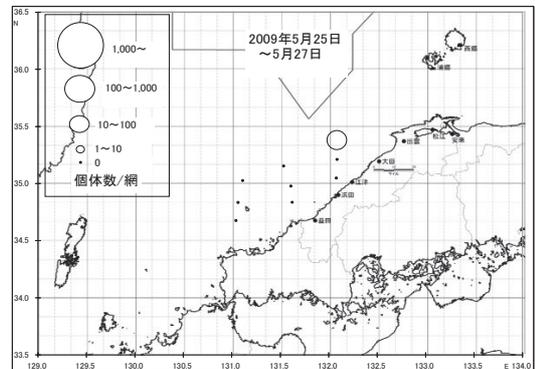
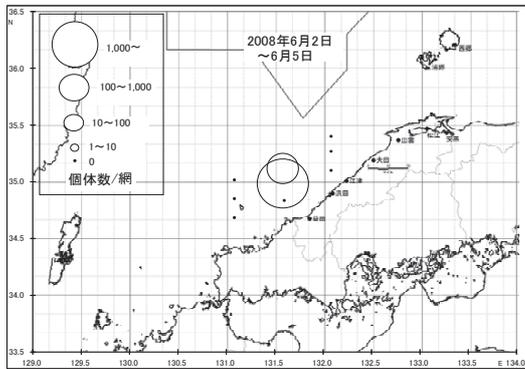


図11. 中層トロールによるカタクチイワシの採集状況 (2008年).

図12. 中層トロールによるカタクチイワシの採集状況 (2009年)

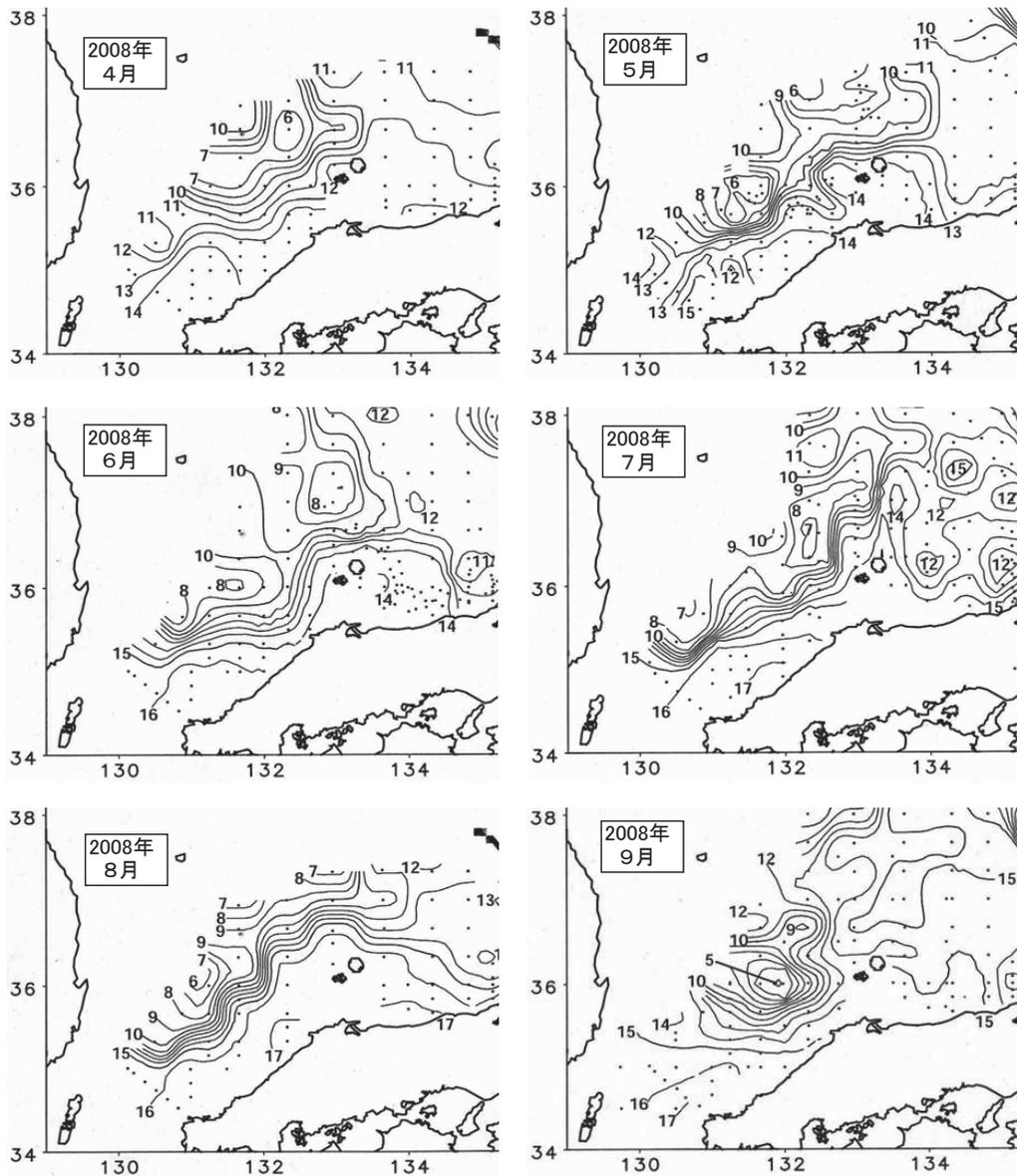


図13. 2008年の日本海南西沿岸域の海況の変化. 100m深の等水温線図（日本海区水産研究所ホームページより）

のが特徴的である。その勢力の中心は5月～6月は西方に大きく偏っているように見え、そのため前線帯は不明瞭である。7月にはやや接岸傾向が見られたものの8月には大きく離岸した。

4. 若干の議論

日本海南西沿岸域の島根半島沿岸部～隠岐海峡の水域にいわし類当歳魚を対象とする漁場が形成され、その漁獲量は年により変動はあるが年間700トン近くに達する年もある。最近の5年間の平均漁獲量は約520トンである。シラス船曳網⁹⁾や鳥取県側の漁獲量を加算すれば1千トンレベルに及ぶであろう。日本海南西部沿岸域では山口県沖に同様ないわし類当歳魚を対象とした漁場が形成され²⁾、最近の漁獲量は2千～3千トンの範囲

を変動している。このように対馬海流域では山口沖だけでなく隠岐海峡の本土側を中心とした陸棚の広い海域にいわし類当歳魚を対象とした優良な漁場が形成されている。

次にカタクチイワシが豊漁であった2008年と不漁であった2009年を比較することにより、漁況に及ぼす種々の要因について検討を加えた。まず、水生生物の生育環境を第一義的に支配するであろう水温条件を比較したところ、対象とした2カ年の水温状態は2008年が相対的に低く2009年の方が高かったが、月を経るにつれてその差は小さくなった。カタクチイワシの資源への新規加入量は成長速度と密接に関連していることが指摘されており¹⁰⁾、黒潮続流域、東シナ海及び相模湾でカタクチイワシ仔魚の成長速度を環境要因と比

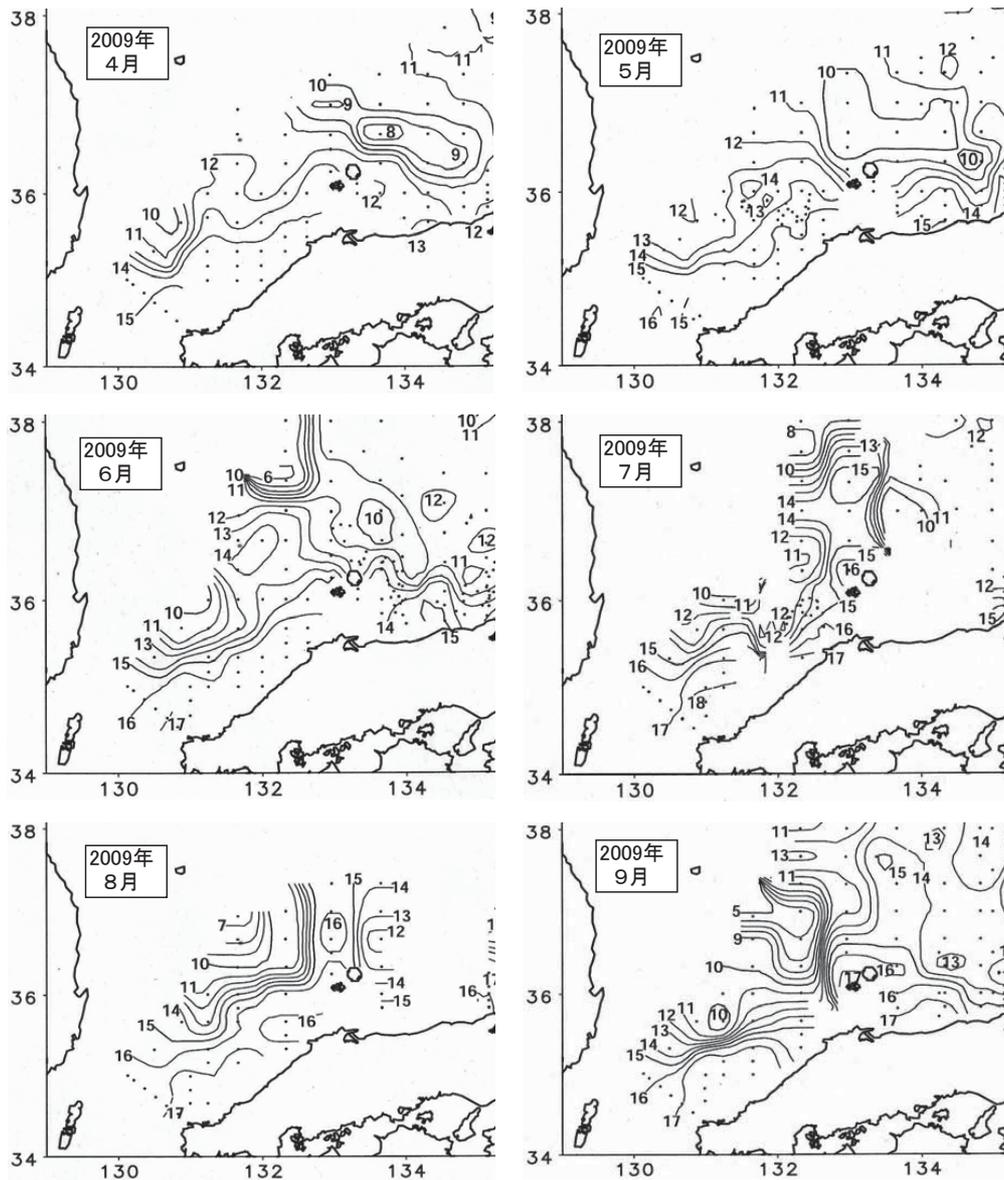


図14. 2009年の日本海南西沿岸域の海況の変化. 100m深の等水温線図（日本海区水産研究所ホームページより）

較した結果によれば仔魚に影響する環境要因は水温が一次要因である¹¹⁾。カタクチイワシは温暖な水塊に適応した魚種¹²⁾であるのでカタクチイワシにとって水温の高かった2009年の方が成長速度も早かったと思われるが、新規加入にとっては好条件であったと思われるが、カタクチイワシ当歳魚を主対象とするすくい網漁業は2009年は実際には不漁であった。これに関して鳥取沖のカタクチイワシの産卵生態について検討した志村ほか¹³⁾によると、この海域のカタクチイワシは約12°Cで産卵可能であり、低水温ではあるが餌料環境のよい時期に産卵するという戦略をとっているの、今回比較対象とした水温環境（図9）では生残—新規加入—に影響をあたえるような差はなかったのかもしれない。

得られた結果からカタクチイワシについて、卵・仔魚・幼魚期の一連の成長過程における現存量指数を2008年と2009年とで比較したが、卵・仔魚期ではすくい網漁獲量（図4）にみられたような顕著な現存量の差異は認められなかった。幼魚期については中層トロールでの採集結果（図11,12）によると、東経131度以東の山口～島根沖では2009年の現存量の方が少ないように見えるし、2008年7月上旬に玄界灘沖でみられたような大量の採集がなかったのは、2009年は現存量が低かったことによるのかもしれない。これが2009年の漁獲量の急減に反映されたとすると漁獲量に反映されるような現存量の差異が生じたのは卵・仔魚期ではなく、幼魚（体長2～5cm）以降と推測される。

カタクチイワシ産卵量の多寡が必ずしも漁獲の向上につながらず、産卵量もしくは摂餌開始仔魚の分布量のみから漁獲加入サイズの資源量を予測することは困難であることが報告されている¹⁴⁾。また、山口県日本海側で漁獲されるカタクチイワシ春生まれ当歳魚漁獲量と漁場の沖合側北緯35°以南の水域における産卵量及び仔魚現存量との間には相関は認められない¹⁵⁾。これらの知見と2008年と2009年に見られた卵、稚仔、幼魚の一連の量的変動を考慮すると、中層トロール調査でみられた幼魚期以降の現存量の差異が島根半島沿岸部～隠岐海峡の漁場への加入量変動に影響を与えている可能性が示唆される。

水塊配置パターンには両年で顕著な差異がみられた。2008年春季には島根沖冷水塊が接岸したのに対して2009年には冷水塊は北退していた。このため2008年には前線帯が日御碕沖～隠岐諸島にかけて接岸していたのに対して、2009年春季では冷水塊は後退し隠岐諸島以西の本州側の水域は広く暖水に覆われて沿岸域には顕著な前線帯は存在しなかった。この事実を流動場の視点からみると、2008年春～初夏にかけては沖合分枝と沿岸分枝が合流して¹⁶⁾、陸棚沿いに北上したと考えられる。5～6月に冷水が沖合から沿岸に接岸したときには日御碕沖の流量が増大することも指摘されている¹⁷⁾。

ところで陸棚の幅が急変している場所では陸棚捕捉流が剥離して過流域を生じやすい¹⁸⁾。このような地形的特徴を有する日御碕沖合海域では、卓越沿岸流が剥離して接岸反流が発達することが予想される。そして、このことは沿岸流に運ばれてきた仔稚魚がこうした海域の沿岸域に到達しやすくなると考えられる。対馬海流域では沿岸の方が沖合側より水温が高く、クロロフィル量が大きい海域がみられる¹⁹⁾ことから、仔魚が接餌可能な餌料生物密度も高く仔魚にとって好適な生育場であると考えられる。このように沿岸域は安定した好適な環境条件にあるといえ、沿岸域で仔稚魚から若魚に成長しながらしだいに漁場に参加してきてくれると思われる。逆に沿岸域に到達できない仔魚は低水温や餌不足によって成長が抑制され漁獲加入する確率が低くなると推測する。まき網漁業によるカタクチイワシ漁場分布の移動をみると、当歳魚が漁獲され始める7月～8月では漁場は沿岸に形成され²⁰⁾、これを魚群の移動ととらえると、加入魚群は沖合や西からの加入ではなくむしろ沿岸

から加入しているようにみえる。このことは沿岸域が生育場となりそこから沖合へ移動していることを暗示しているように思われる。事実、6月のこの近隣沿岸域はいわし類幼魚と推定される魚群が濃密に分布することが分かっている^{21, 22)}。

このように考えると、好・不漁と海況パターンとの関係は海況条件の変化に伴ってどのような補給輸送・接岸経路が形成されるかという問題として解釈できる。2008年は①春季の冷水塊が出現したため沿岸流が卓越し、そのため②発達した接岸流にとらえられた稚仔が多量に接岸したため、③幼魚としての加入が促進され豊漁となった、とも考えられる。

すでに指摘したように日本海南西部沿岸海域でいわし類当歳魚を対象とした漁場が形成されるのは山口県沖と隠岐海峡周辺海域である。これら2つの漁場では海底地形の状況からみると陸棚域が発達している海域であり、特に100m等深線を指標とすると、それ以浅の陸棚域の幅が急にならなっている海域(図1)とほぼ符合するようにみえる。

このように海況条件と地形的条件とに駆動された生物の輸送・補給過程が加入量変動に大きく関与してカタクチイワシ当歳魚漁況に影響を与えている可能性を示した。ここで「卵・稚仔と流れとの関係を無生物粒子と流れとの関係」におきかえてはいけない、という指摘²³⁾は重要である。同じ海況の変化であっても異なる側面が例えばカタクチイワシとウルメイワシの初期生残過程に違った影響を与えているのかもしれない。環境が与える影響は生物側の条件によって異なることを十分に認識する必要がある。今回取り扱ったウルメイワシ当歳魚漁況が海況よりも資源水準に規定される比重の大きい可能性が暗示されたのもこの一例である。ここでは「人間の目で理解した海の状態－海況－をサカナの立場で見直す」²⁴⁾という視点を強調しておきたい。この主張は、二十世紀はじめにユクスキュル²⁵⁾が生物独自の世界を解説したが、「外部環境の多用な情報のなかから独自の情報にのみ反応するといった行動を詳しく観察することによって、彼らの世界を推測することは可能であろう」²⁶⁾と基本的に同義であろう。

謝 辞

JFしまね恵曇支所所属第三康洋丸山本康廣氏

及び山本重信氏には操業実態の聞き取りにご協力いただき、貴重な情報を提供いただいた。また、JF しまね島根町支所所属明神丸小川満治氏には乗船の許可をいただき、現場の操業について実態調査にご協力いただいた。ここに記して謝意を表します。

ここで使用した資料の一部は「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」で得られたものである。日水研及び各県の担当職員に感謝します。

文 献

- 1) 村山達朗・沖野 晃・石田健次・若林英人・由木雄一 (2006) 沿岸漁業の複合経営に関する研究-I, 一島根県におけるいか釣り漁業とはえ縄漁業の実態調査結果-I. 島根水試研究報告13, 1-10.
- 2) 中原民男 (1974) 日本海の山口県産カタクチイワシの生物学的諸特性と漁況変動. 山口県外海水試研究報告, 14, 41-61.
- 3) 村山達朗・若林英人・安木 茂・沖野 晃・伊藤 薫・林 博文 (2005) 漁獲管理情報処理システムの開発. 島根水試研究報告, 12, 67-78.
- 4) 森脇晋平・向井哲也・佐々木正 (2009) 日本海南西沿岸水域における長期的な海況変動-I出現する水塊体積の経年変動-I. 島根水技セ研報, 2, 1-6.
- 5) 日本海区水産研究所 (2008/2009) <http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/cgi-bin/sokuho.cgi?pdf+t2009+> 日本海漁場海況速報.
- 6) 大下誠二・田中寛繁 (2010) 平成21年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 「我が国周辺水域の漁業資源評価」水産庁・独立行政法人水産総合研究センター, 775-793.
- 7) 大下誠二 (2010) 平成21年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価. 「我が国周辺水域の漁業資源評価」水産庁・独立行政法人水産総合研究センター, 677-694.
- 8) 志村 健・大下誠二・寺門弘悦・田 永軍 (2009) 日本海南西海域における中層トロールと面積密度法を用いたマアジ当歳魚の現存量推定手法の開発. 日本水産学会誌, 75, 1042-1050.
- 9) 佐々木正・村山達朗・福井克也 (2009) 沿岸イワシ類資源有効利用調査. 島根県水産技術センター研究報告, 2, 65-70.
- 10) 渡邊良朗 (2003) カタクチイワシの新規加入量決定のしくみ. 西海区ブロック漁海況研報10, 1-5.
- 11) Akinori Takasuka and Ichiro Aoki (2006) Environmental determinants of growth rates for larval Japanese *Engraulis japonicus* in different waters. *Fish. Oceanogr.* 15 (2), 139-149.
- 12) 小川嘉彦・中原民男 (1979) 浮魚類における卓越種の交替-II, 浮魚類分布域の海況特性とその変動. 水産海洋研究会報, 35, 1-13.
- 13) 志村 健・山本 潤・森本晴之・大下誠二・下山俊一・桜井泰憲 (2008) 春季の日本海鳥取沖におけるカタクチイワシの成熟と産卵. 水産海洋研究, 72, 101-106.
- 14) 銭谷 弘・河野悌昌・塚本洋一 (2005) 夏秋季に瀬戸内海に分布するカタクチイワシの産卵間隔および産卵数に及ぼす水温, 肥満度の影響. 日本水産学会誌71(5), 821-823.
- 15) 河野光久 (2007) 山口県日本海沿岸域で漁獲されるいわし類当歳魚の漁況予測に関する研究-II, いわし類当歳魚漁獲量の変動要因. 山口県水産研究センター研究報告5, 9-14
- 16) 加藤 修・山田東也・渡邊達郎 (2004) 日本海西部における対馬暖流沿岸分枝の構造と変動. マアジの産卵と加入機構-I東シナ海から日本沿岸へ- (水産学シリーズ139), 40-51.
- 17) 志村 健・下山俊一・増田紳哉・加藤 修 (2006) 出雲沖における夏季の対馬暖流の流動変化. 日本海ブロック試験研究集録, 42, 59-63.
- 18) 川合英夫 (1986) 単調海岸における沿岸流の剥離に関する研究. ランドサットデータ研究解析成果論文集 (宇宙開発事業団編), 2, 155-158.
- 19) 渡辺俊輝・中川倫寿・斉藤秀郎・繁永裕司 (2008) 日本海南西海域におけるクロロフィルの季節・経年変動. 西海区ブロック漁海況研報, 15, 37-48.
- 20) 志村 健・下山俊一・桜井泰憲 (2005) 日本海西部海域におけるカタクチイワシ春季産卵群の成熟特性と漁場分布. 西海区ブロック漁海況研報13, 13-21.
- 21) 村山達朗 (1986) 科学魚探によるイワシ類

- 幼魚分布量の推定. 日本海ブロック試験研究集録, 7, 37-44.
- 22) 森脇晋平・小川嘉彦 (1986) 餌生物としてのいわし類の変動が“シロイカ”の漁場形成と漁況変動に及ぼす影響. 水産海洋研究会報, 50, 114-120.
- 23) 田中祐志 (1991) 魚卵・仔魚の比重変化と流れの構造に関連した分布・移動. 流れと生物と一水産海洋特論一, 川合英夫編著, 60-78. 京都大学学術出版会.
- 24) 小川嘉彦 (2002) 水産技師のための海況学入門. 第2版 海洋水産資源開発センター, 292pp.
- 25) ユクスキュル・クリサート (2009) 生物から見た世界. 日高敏隆・羽田節子 訳 (第9刷), 岩波書店.
- 26) 日高敏隆 (2007) 動物と人間の世界認識. 筑摩書房 (ちくま学芸文庫).

秋季, 日本海南西沿岸水域に流入する低塩分水の 1990年代以降の出現特性

森脇晋平¹

Characteristics of low salinity water flowing into the Southwestern
Japan Sea in autumn since 1990s

Shimpei MORIWAKI

キーワード: 日本海南西部沿岸水域, 低塩分水

はじめに

対馬海峡を通過して日本海に流入する対馬海流水の塩分は7月以降急激に低下することが報告されている^{1~4)}。この低塩分水は対馬海流表層水と呼ばれているもので⁵⁾、主として大陸河川系の淡水の影響を強く受けた海水である。

近年この海水については、中国・長江からの流入水が東シナ海や日本海に及ぼす影響についてとりわけ長江大洪水に関連して報告がなされている^{6~10)}。さらに、これに由来する流入水は特に低塩分であるため漁況や海洋生態系に与える影響は無視できないことが指摘されている^{11,12)}。

しかしながらこれまでこの海水の塩分変動に関する報告は絶対数値で評価したものに限られており、低塩分水の総量で検討した事例はない。今回、日本海南西沿岸海域に流入する低塩分水塊の量的変動に焦点をあてて検討し若干の知見を得たので報告する。この手法で得られる指標を用いれば例えば大陸河川由来と予想される栄養塩補給の変動を定量的に把握できる可能性もある。

資料と方法

ここで用いた塩分値は山口県～兵庫県の日本海側の各水産試験研究機関が「漁海況予報」事業の一環として1990年～2009年の9月, 10月, 11月に実施した海洋観測で得られたものである。対象とする範囲と塩分分布の一例を図1に示した。こ

の海域(図1)に出現する海水の塩分変動を高塩分水塊の基準である34psu¹³⁾(以下, psuは省略する)をひとつの区切りとし, 高塩分水(34.0以上)及び低塩分水を3つ(①34~33.0 ②33~32.0 ③32未満)に区分して解析を行った。塩分34未満の海水は11月に最も深く約75m深に到達する^{1~3)}ので調査深度は表層から100mまでとした。したがって, 調査対象とした容積は図1に示した範囲の表面から100m深までとなり, その空間における各海水の占有する割合を求めた。

最初に海洋観測データ処理ソフト(応用技術)を用いて100m深までの基準水深別に図1に示した塩分区分毎の等塩分分布図を作成し, 次に面積計測処理ソフト(Area Measure)を使用して各塩

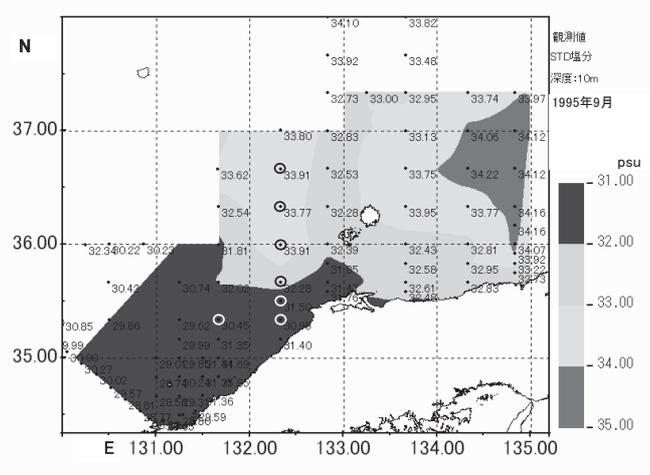


図1. 調査対象範囲と塩分分布の一例. 丸(7点)は卵・稚仔採集点を示す

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

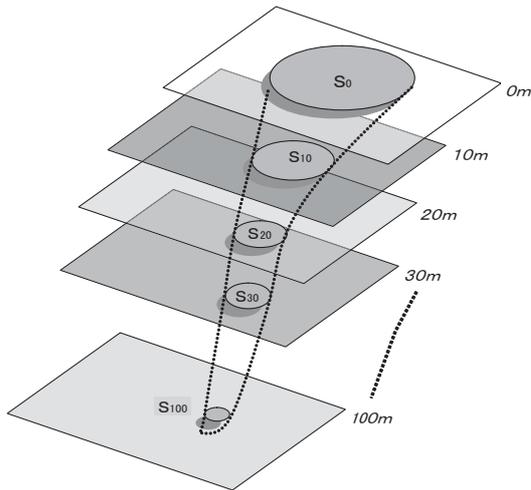


図 2. 水塊体積の計算方法: $V = \{ (S_0 + S_{10}) / 2 \times 10 + (S_{10} + S_{20}) / 2 \times 10 + \dots + (S_{75} + S_{100}) / 2 \times 25 \}$
 ここで、 V (体積), S_0 (0m深の面積), S_{10} (10m深の面積) \dots , S_{100} (100m深の面積) を表す

区分に対応した色ドット数を計測した. この数値を各塩区分帯の相対的な面積として区分求積法により各塩区分帯毎の相対的な体積を推定した (図 2).

また, 栄養塩補給源としての低塩分水塊が低次生物生産に与える影響を検討するため, 図 1 に示した 7 測点の卵・稚仔採集における湿重量の平均値を用いた.

結果と考察

低塩分水塊の出現状況 図 3 に出現するそれぞれの低塩分水の体積割合の経年変動を月別に示した. 調査対象とした 9 月, 10 月, 11 月のうちで塩分 32 未満の低塩な海水の出現は 9 月が多く, 10 月では 1995 年に約 10% の出現がみられたのみである. 11 月には 32 未満の海水の出現はみられず, 33 未満の海水が出現したのも 1990, 1995, 1998 年の 3 ヶ年だけであった. 経年的にみると 32 未満の海水の出現は 1990 年代での頻度が高く, 2001 年以降である程度まとまった出現は 2006 年にみられたのみである. 同様の傾向は 10 月, 11 月にも指摘でき, 10 月では 2000 年以前の 33 未満の海水の出現量はそれ以後に比較して多かった. 11 月においても 33 未満の海水が出現したのは 1990 年代に限られ 2000 年代での出現はなかった. このように, 9 月は 2001 年以降, 32 未満の低塩分水塊の出現割合は低くなっている. 10 月, 11

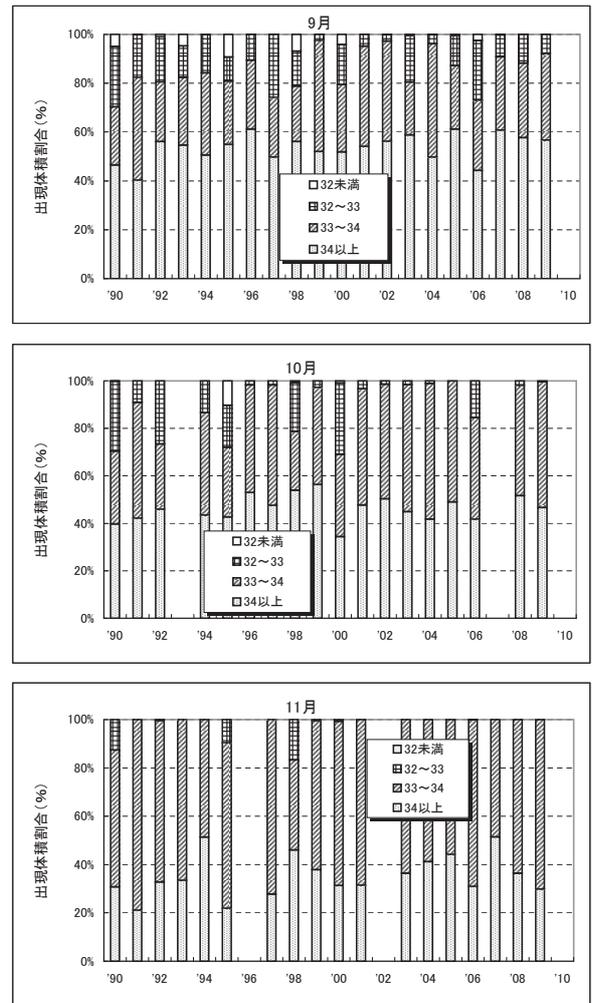


図 3. 各低塩分水塊の体積割合の経年変動

月においても 2000 年代に入り 33 未満の海水の出現は量・頻度とも減少した.

次に塩分 34 未満の海水の月別出現状況を示した (図 4). 33 ~ 34 の海水は 9 月には約 30% であったが, 月を経るにつれて上昇し 11 月には 60% 以上を占めるようになった. 逆に 33 未満の海水は減少していき, 32 未満の海水は 11 月には出現しなかった. このため 11 月には 34 未満の海水体積が調査対象空間で最も大きくなる. このことは季節が進むにつれて表層の低塩分水相互及びそれらと低層にある高塩分水との鉛直混合が促進され 33 ~ 34 の海水に均質化されることを示唆している.

3 つのレベルに区分した低塩分水体積の変動係数を表 1 に示した. それぞれの変動係数を比較してみると 33 ~ 34 の海水の変動係数は他の 2 つの海水のそれに比べ小さく, 月を経るにつれて小さくなっているが, 32 ~ 33 の海水及び 32 未満の海水の変動係数は相対的に大きい. このことは低塩な海水ほど年による出現の変動が大きいことを示

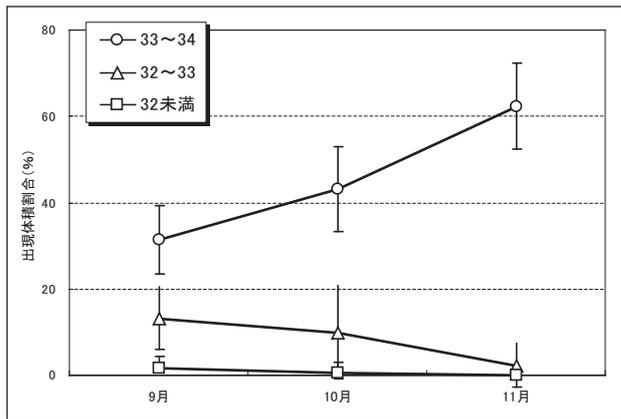


図4. 塩分34未満の海水の月別出現状況. 縦線は標準偏差を示す.

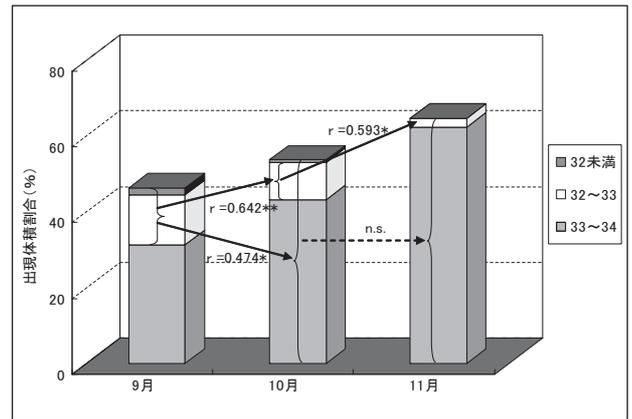


図5. 各低塩分水塊の量的変化と相関. n. s. は相関なし

している. また33~34の海水は月を経るにつれて体積を増大していくが(図4), 変動係数は安定していく. 対馬海峡からの低塩水の流入は夏季に限られているので, 晩秋に鉛直混合のため生じる均一な海水(33~34)の体積の年々の変動は小さいとみなされる.

表1. 各低塩分水出現体積の変動係数

psu / 月	9月	10月	11月
32未満	1.55	3.58	-
32~33	0.54	1.09	2.23
33~34	0.25	0.23	0.16

低塩分水塊の混合過程 前節で33未満の海水出現量の年変動の大きいことが分かった. これは9月に出現する33未満の水塊の出現量がその後の水塊の出現状況に影響を与えている可能性を示唆する. そこで, 9月の33未満の海水体積と10月の33未満, 34未満のそれぞれの海水体積の量的変動の相関をみると, 有意な正相関関係が認められる. 次に10月の33未満, 34未満と11月のそれらどうしとの関係をみると, 33未満の海水間では有意な関係がみられたが, 34未満の海水相互では相関関係はみられなかった. これらの関係を各海水の各月の平均的な量的変化(図4)もあわせて図5に示した.

このこと(図5)は9月に流入してくる33未満の低塩分水はその後の10月の海水体積に量的に影響を与えているといえる. 換言すれば, 33未満の海水が鉛直混合の過程を通じて体積を減少させながら34未満の海水に置換していることを示している. 一方10月から11月への移行では33

未満の海水間には量的関係がみられたが, 10月の34未満の海水と11月の34未満の海水との間には密接な関係はなかった. これらのことから, 9月に表層に出現した顕著な低塩な海水は10月ではそれ以前に流入していた34未満の海水に影響を及ぼすが, 11月になると海水に与える量的な変動の影響は少なくなっていくと思われる.

低塩分水塊が生物生産に与える影響 夏~秋季, 対馬海峡を通じて日本海に流入する低塩分水は大陸の河川水に由来するため豊富な栄養塩を多量に含んでいることが予想され, 実際に生態系モデルを日本海に適用した結果によると日本海南部海域では対馬海峡からの栄養塩の供給に依存する割合が高いことが報告されている¹²⁾. そこで, 低塩分水塊に含まれるとされる豊富な栄養塩類が基礎生産から一次生産にあたる影響を評価するために低塩分水体積の変動と生物生産との関係を検討した. 生物生産の指標として図1に示した定点における卵・稚仔分布調査時におけるプランクトン湿重量を用いた. ここで, 湿重量は大型プランクトンの現存量を指標しているとみなしてもいいであろう.

両者の関係を図6に示した. 9月の低塩分体積と10月の湿重量との間には有意な関係がみられたが, 9月と11月及び10月と11月のそれらとの関係には有意な関係はみられなかった. また11月の低塩分体積と同月の湿重量との間には有意な関係が認められた.

若干の議論とまとめ 日本海南西部沿岸水域における9~11月の低塩分水の長期的な出現状況を量的に検討したところ1990年代に比べ2000年代に入り, 低塩分水の出現は量的に減少したよう

にみえる。ただ、今回の調査対象海域（図1）は日本海南西海域の沿岸部に限定されているため、得られた結果は対馬海峡を通過して日本海へ輸送される全体の海水を捕捉したものではない。対馬海峡では西水道の流量は東水道のその数倍と試算されており^{14,15)}、量的に多い西水道を通過した海水は朝鮮半島東岸を北上していくと推定される。したがって、今回の得られた結果は大部分が東水道を通過してきた海水の変動とみなすべきであろう。

中国大陸の大河川水が流入する沿岸域から外海域への物質輸送機構が重要な研究課題のひとつとなっている^{12,16)}。東シナ海の海水が対馬海峡を通じて流入している日本海においてもその影響は無視できないであろう。今後も海洋観測によるモニタリングを継続していく必要がある。

9月の33未満の低塩分は10月の低塩分水と量的に関連が認められた。10月と11月の海水の量的関係には33未満の海水間では相関がみられたが、10月の低海水と11月の大部分を占める34未満の海水との間には量的な変動関係はみられなかった。流入した低塩分水は鉛直混合しながら均質化される。鉛直混合は基本的には熱塩対流による作用であるが、この過程は水温、気温、湿度、風速、降雨等の複数の要因が複雑に組み合わせられて起きる現象であり、対馬海峡を通じての低塩分水の補給は夏季に限られるので、時間が経過するほど低塩分水がその後の海水に与える影響は明瞭には現れにくいことを反映したものである。

最後に、低塩分水の量的変動と低次生物生産との関連について検討した。生物生産量の指標とした湿重量との間に相関がみられる事例もあったが、認められない事例もあった。

有光層への栄養塩の添加に対する各生物群の現存量のピーク出現のタイム・ラグは植物プランクトンで1～2週間、植食性動物プランクトンで約1ヵ月、肉食性動物プランクトンでは1～2ヵ月である^{17,18)}ことを考慮すると、この相関（図6）は低塩水の流入量の変動に伴う栄養塩類の多寡が生物生産に関与している状態を捉えている可能性もまったく否定できない。ただ低次生産といえども栄養塩だけで決定されるわけではなくさまざまな過程・条件が組み合わさった結果である。今後さらに事例解析や検証が必要である。

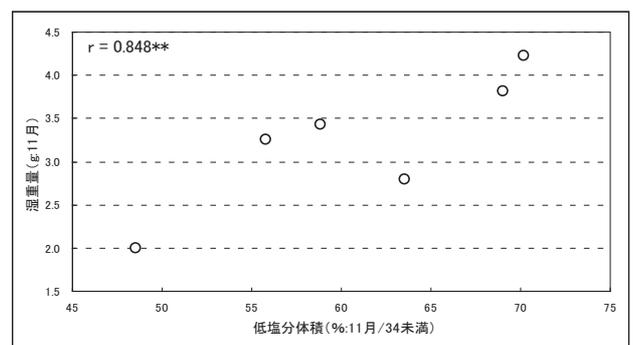
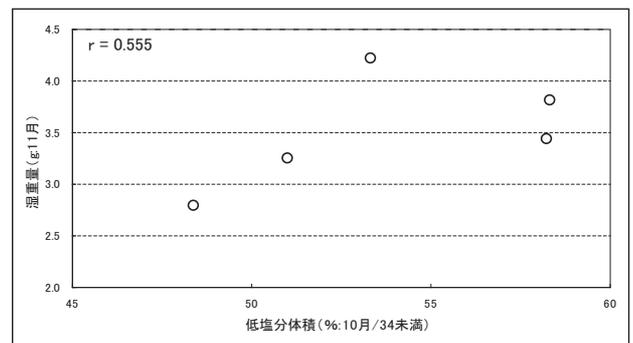
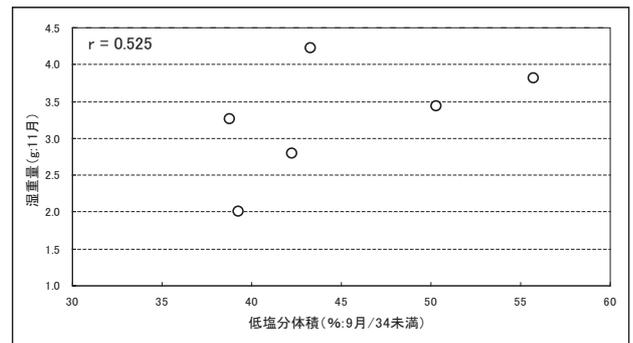
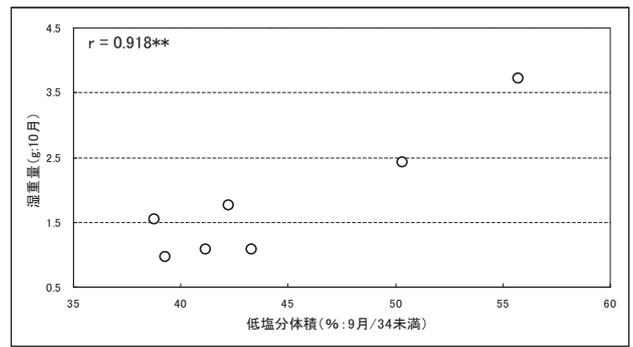


図6. 低塩分水塊体積とプランクトン湿重量との関係

謝 辞

ここで使用した資料は「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」で得られたものである。日本海区水産研究所及び各県の担当職員に感謝します。

文 献

- 1) 小川嘉彦 (1981) 日本海南西沿岸水域の海況特性とその漁業生物学的意義. 山口県外海水産試験場研究報告, 18, 1-96.
- 2) 小川嘉彦 (1983) 対馬海峡から日本海へ流入する海水の水温・塩分の季節変動. 水産海洋研究会報, 43, 1-8.
- 3) 森脇晋平・小川嘉彦 (1988) “底部冷水”の海況学的特性. 東北水研研報, 50, 25-47.
- 4) 金子 新・高橋 実・細山田得三 (1987) 夏季に東シナ海から対馬海峡に流入する低塩分水の挙動. 1987年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 19-20.
- 5) 宮崎道夫 (1953) 日本海の水塊に就いて (海況予想の研究Ⅱ). 北海道水研研報, 7, 1-65.
- 6) 木谷浩三・清本容子・長田 宏 (2003) 東シナ海における近年の海況変動の特徴, 特に長江大洪水を起源とする水の挙動に関して. 長江大洪水と東シナ海等の海洋環境 (西海区水産研究所) 59-68.
- 7) 黒田一紀・平井光行 (2003) 1990年代の日本海における海況の特徴, 特に低塩分現象について. 長江大洪水と東シナ海等の海洋環境 (西海区水産研究所) 93-102.
- 8) 木谷浩三 (1998) 陽光丸が東シナ海で観測した異常低塩分水. 西海区水研ニュース 95号, 9-11.
- 9) 松岡雄二・中田英昭・田中勝久・清本容子・岡本和磨 (2007) 長江流入が東シナ海の表層塩分・栄養塩濃度に及ぼす影響について. 水産海洋研究, 71(4), 302-303.
- 10) 松野 健・千手智晴・広瀬直毅 (2007) 対馬海峡周辺域の塩分変動と長江起源水との関係. 水産海洋研究, 71(4) 303-305.
- 11) 渡辺俊輝・吉田幹英・秋元 聡・廣田健一郎 (2003) 対馬海峡周辺域における近年の海況変動特性と漁況について. 長江大洪水と東シナ海等の海洋環境 (西海区水産研究所), 79-84.
- 12) 鬼塚 剛・柳 哲雄・鶴野伊津志・伊 宗煥 (2010) 日本海低次生産モデリング. 沿岸海洋研究, 47(2) 147-154.
- 13) 小川嘉彦 (1974) 日本海の高塩分水と対馬暖流. 水産海洋研究会報, 24, 1-12.
- 14) 俵 悟・三井田恒博・藤原建紀 (1984) 対馬海峡の海況とその変動特性. 沿岸海洋研究ノート, 22(1) 50-58.
- 15) 河野光久 (1993) 対馬海峡における流速および流量の経月変動. 水産海洋研究, 57(3) 219-230.
- 16) 柳 哲雄 (1994) 黄海・東シナ海の物質輸送. 沿岸海洋研究ノート, 31(2), 239-256.
- 17) 高橋正征 (1988) 低次生産過程と生産力. 21世紀の漁業と水産海洋研究, 51-58.
- 18) 上 真一 (1993) 低栄養段階における生物過程の時間的変動. 沿岸海洋研究ノート, 30(2), 165-176.

隠岐島前海域におけるイワガキの天然採苗

寺門弘悦¹・石橋茂人²

Natural spat collection of the Iwagaki oyster *Crassostrea nippona*
in Oki Islands, Shimane Prefecture

Hiroyoshi TERAKADO and Shigehito ISHIBASHI

キーワード：イワガキ，天然採苗，生殖巣指数，浮遊幼生，隠岐島前海域

はじめに

イワガキ *Crassostrea nippona* の養殖は，1992年に島根県隠岐島でその人工種苗生産技術が開発¹⁾されて以降，島根県内のみならず全国各地に広まった．島根県内のイワガキの養殖用種苗の大部分は島根県水産技術センター栽培漁業部（以下，栽培漁業部）で人工種苗生産されているが，近年のイワガキ養殖業者の増加に伴い，養殖用種苗の要望数は増加している．

人工種苗生産以外の養殖用種苗の生産方法として秋田県戸賀湾²⁾及び三重県的矢湾³⁾ではイワガキの天然採苗技術が実用化されている．天然採苗は浮遊幼生の発生量やその後の付着までの浮遊期間における周辺の流れなど海況等の環境要因による影響を受けやすく，安定的な生産には採苗器を垂下する最適な時期，場所を検討する必要がある．

そこで予備調査として2002～2003年，イワガキの養殖施設に採苗器を垂下したところ，イワガキ稚貝の付着が確認され，天然採苗の可能性が示唆された．本稿では，2004～2006年に隠岐島前海域において，天然採苗技術の実用化を目指してその基礎的知見となるイワガキの産卵期及び浮遊幼生の出現・付着状況を調査し，得られた結果を基に採苗器の最適な垂下時期・場所を検討したのでその結果を報告する．

方 法

調査海域の概要 調査対象とした隠岐島前周辺の海域を図1に示す．調査海域は十分な母貝が存

在すると考えられることからイワガキが養殖されている西ノ島の波止地先及び物井地先，知夫里島の郡・仁夫地先，中ノ島の保々見・豊田地先の4海域とした．これらの海域をそれぞれ波止海域 (st.1～5)，物井海域 (st.6～7)，知夫海域 (st.8～16) 及び海士海域 (st.17～24) とする．

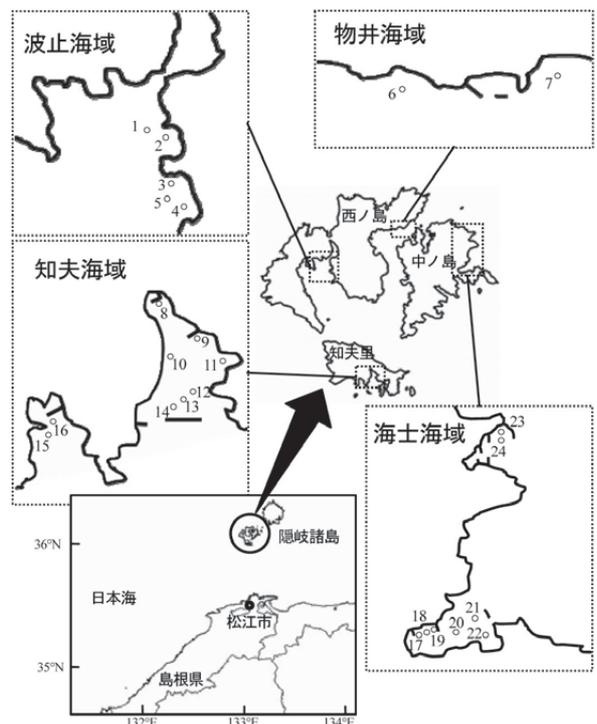


図1．調査海域（図中の番号は調査定点を示す）

調査方法 2004年～2006年の3ヶ年，イワガキの産卵期を推定するための成熟度調査，浮遊幼生の出現・付着時期を推定するための幼生量調査及び付着量調査を行った．ただし，海士海域のみ

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 現所属：水産庁増殖推進部漁場資源課 Resources and Environment Research Division, Resources Enhancement Promotion Department, Fisheries Agency

2006年の調査は実施しなかった。

(1) **成熟度調査** 調査に供したイワガキは栽培漁業部もしくは養殖業者により人工種苗生産され島内の養殖業者が養殖した2～4歳貝で、全高は58～172mm、全重量は28～501g、軟体部重量は3～65gの範囲であった(付表1)。2004年～2006年の8月～11月に原則として週1回、毎回7～25個のイワガキを採集し、水揚後の放卵・放精を防ぐため測定時まで海水につけずに保管した。イワガキは全高、全重量、軟体部重量を測定した後、秋田県ら⁴⁾の方法に準じて、目視によりイワガキ軟体部の中央部をカッターナイフで切断し、図2に示した軟体部の直径(A)及び消化盲嚢部の直径(B)をノギスで測定し、以下の式により生殖巣指数(以下、GIとする)を算出した。

$$\text{生殖巣指数(GI)} = (A - B) / A \times 100(\%)$$

GIは長径及び短径でそれぞれ算出し、それらの平均値とした。

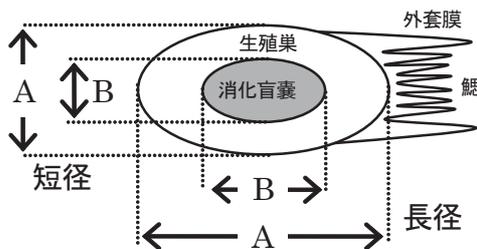


図2. イワガキの軟体部断面

(2) **幼生量調査** 実施状況を付表2に示した。浮遊幼生の採集は2004年～2006年の8～12月にかけて原則として週1回行った。試料は北原式定量プランクトンネット(目合100 μm)を用い水深10mから(水深10m以浅では底層から)垂直曳きにより採集し、500ml容サンプル瓶に海水ごと入れ、濃度約5%となるよう中性ホルマリンで固定した。試料の観察は原則として採集日当日に行った。攪拌によりサンプル瓶中央部に集積した幼生を含む沈積物をピペットで採取し、光学顕微鏡下でイワガキ浮遊幼生を計数するという操作を3回繰り返した。イワガキ浮遊幼生は外部形態の特徴⁵⁾により種を判定した。また、大型の浮遊幼生(殻長250 μm 以上)のみを計数の対象とした。計数値はプランクトンネットの濾過率を1とし、口径に曳網距離を乗じた濾水量から1 m^3 あたりの浮遊幼生量(以下、出現密度という)に換算した。

(3) **付着量調査** 実施状況を付表3に示した。2004年～2006年の9～11月に、2004年は毎月、

それ以外の年は原則毎週採苗器を海中に垂下した。垂下した採苗器はそれぞれ翌年の2～5月に回収し、付着したイワガキ稚貝を計数した。採苗器は付着基質としてホタテガイの貝殻(殻高111 \pm 3.6mm、殻長109 \pm 3.8mm、平均 \pm 標準偏差)の中央部に電動ドリルで穴を開け、貝殻の凸面を上にしてポリプロピレン製パイプ(長さ約15mm)を貝殻間に挟み込むようにポリプロピレン製ロープ(ϕ 5mm)に10枚(2004年のみ30枚とした)重ねたものを使用した。採苗器はイワガキ養殖用の筏あるいは延縄(知夫海域のSt. 8及びSt. 9のみ岸壁)に水深が3～5mとなるよう垂下した。

結 果

生殖巣指数の推移 年別海域別のGIの推移を図3に示した。

2004年は物井海域で9月上旬まで50～60%台あったGIが9月中旬には20%台に急激に低下し、以後10%台まで緩やかに低下した。知夫海域も9月中旬にGIが急激に低下するまで同様の推移を示したが、その後10月上旬～中旬と10月下旬～11月上旬にGIの上昇と低下を繰り返した。海士海域では40%台あったGIは8月下旬に20%台まで急激に低下し、9月下旬に40%台まで上昇した後緩やかに低下し、10月下旬に20%台になった。一方、波止海域では調査を開始した8月下旬時点で20%台であったGIは9月中旬に50%台に上昇し、9月下旬には再び急激に20%台に低下した。

2005年は海士海域で9月中旬に50%台あったGIが9月下旬に10%台に急激に低下した。知夫海域では9月中旬に50%台あったGIは緩やかに低下し、10月下旬には20%台になった。物井海域では9月下旬まで50%台であったGIは10月上旬に30%まで急激に低下した後、再び40%台まで上昇し、以後緩やかに低下し11月上旬に20%台になった。一方、波止海域では調査を開始した9月中旬のGIは20%台であり、以後同様の傾向が継続し10月下旬に10%台に低下した。

2006年は波止海域で9月中旬に50%台あったGIは9月下旬に急激に低下し、以後10～20%台で推移した。物井海域では50%台あったGIは9月中旬に10%台まで急激に低下した後、20～30%台で推移した。知夫海域では50%台あったGIは10月上旬以降緩やかに低下し、10月下旬に20%台となった。

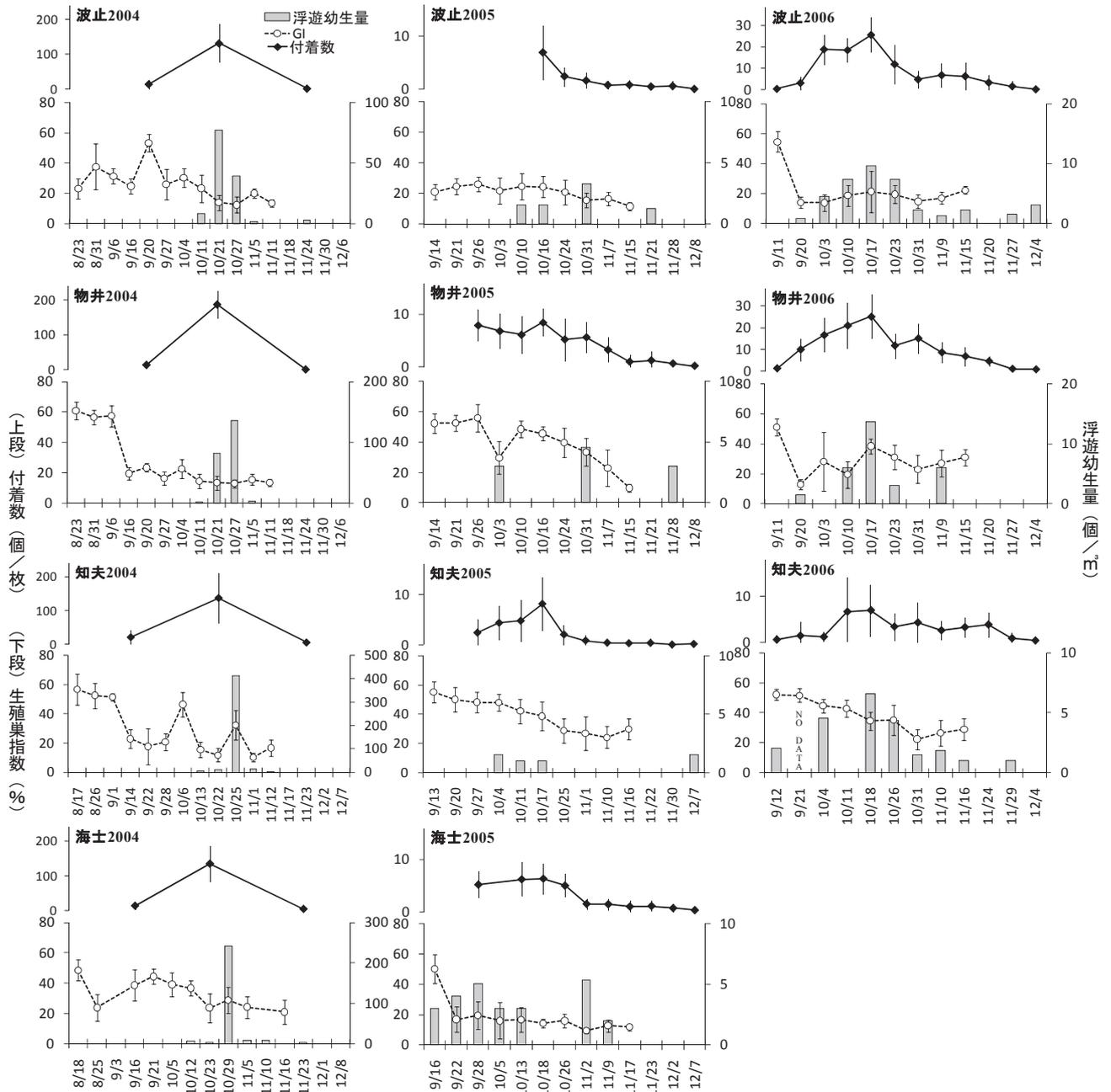


図3. 年別海域別のイワガキの生殖巣指数, 浮遊幼生量及び付着数の推移

図中の棒グラフは浮遊幼生量, プロット(○)は生殖巣指数(波線), プロット(◆)は付着数(実線), それぞれのバーは標準偏差, 横軸は採集日・垂下日を示す。

浮遊幼生量の推移 年別海域別の浮遊幼生量の推移を図3に示した。2004年は10月中旬から浮遊幼生(殻長250 μm 以上)が出現し, その平均値のピークは全海域において10月下旬であった。出現密度は波止海域で6~152個/ m^3 , 物井海域で67~206個/ m^3 , 知夫海域で0~1,431個/ m^3 , 海士海域で0~770個/ m^3 であった。

2005年は海士海域では9月中旬に浮遊幼生が出現したが, 他の海域では10月に入ってから出

現した。出現ピークは海域毎に異なり, 知夫海域で10月中旬, 波止海域及び物井海域で10月下旬, 海士海域で11月上旬であった。出現密度は波止海域で0~13個/ m^3 , 物井海域で3~6個/ m^3 , 知夫海域で0~9個/ m^3 , 海士海域で0~14個/ m^3 であった。

2006年は9月中旬から浮遊幼生が出現し, そのピークは全海域において10月中旬であった。出現密度は波止海域で0~24個/ m^3 , 物井海域で

6～21個/m², 知夫海域で0～12個/m²であった。

浮遊幼生の出現密度及びピークの出現時期は年により変動した。2004年, 2006年, 2005年の順に出現密度が高く, 調査期間の3年間で最も高密度であった2004年のピークの出現時期は10月下旬であったが, 2番目に高密度であった2006年は10月下旬であり, 最も低密度であった2005年はピークの出現時期は明確でなかった。

稚貝付着量 年別海域別のイワガキ稚貝の付着数の結果を図3に示した。

2004年は9月中旬, 10月下旬, 11月下旬に採苗器を垂下し, イワガキ稚貝の付着は全海域において10月下旬が最も多く, 付着基質1枚あたりの平均付着数は波止海域で131±56個(平均±標準偏差, 以下同様), 物井海域で187±39個, 知夫海域で137±73個, 海士海域で135±51個であった。なお, 知夫海域のst. 8及びst. 9の岸壁に垂下した採苗器は, レシガイによると思われる被害により大半が死滅していたため集計から除外した。

2005年は9月下旬～12月上旬に毎週採苗器を垂下し, イワガキ稚貝の付着は全海域において10月中旬が最も多く, 付着基質1枚あたりの平均付着数は波止海域で6.9±5.2個, 物井海域で8.5±2.6個, 知夫海域で8.1±5.3個, 海士海域で6.3±2.9個であった。

2006年は9月中旬～12月上旬に毎週採苗器を垂下し, イワガキ稚貝の付着は全海域において10月中旬が最も多く, 付着基質1枚あたりの平均付着数は波止海域で26±8.0個, 物井海域で25±10個, 知夫海域で7.0±5.7個であった。いずれの年も10月中旬～下旬に垂下した採苗器に最も多く確認された。また, 付着数の最大数は年により大きく変動し, 2004年, 2006年, 2005年の順に多かった。なお, イワガキ以外の付着生物として主にフジツボ類, アコヤガイが付着した。

考 察

天然採苗の適地 本調査ではイワガキ養殖場である4海域で同時に調査を実施した結果, すべての海域でイワガキ稚貝の付着が確認され, 十分な母貝が存在する養殖海域であれば天然採苗は可能と考えられた。

浮遊幼生の出現と付着の関係 今回の調査結果から得られた浮遊幼生の出現と付着状況(図3)とを対比してみると, 浮遊幼生の出現と採苗器へ

の付着時期のピークは10月中旬～下旬であり概ね一致している。このことから, 浮遊幼生が多く出現する時に採苗器を垂下することで最も効率的な採苗が可能であると考えられる。ただし, 付着数には年変動があり, 同様の事例として秋田県戸賀湾でも本調査と同様にホタテガイの貝殻を付着基質とした1999～2004年の天然採苗結果は10～272個/枚と年変動が大きいと報告されている²⁾。付着数の年変動の順位は, 浮遊幼生の出現密度のそれと一致することから, これらの間には量的な相関関係があると考えられる。実際に各年のピーク時の浮遊幼生の平均出現密度(X)と平均付着数(Y)との関係を見ると正の相関(図4, $Y = 3.33 \cdot X^{0.71}$, $R^2 = 0.90$)が認められ, 付着数は浮遊幼生の出現密度に大きく依存していると考えられる。

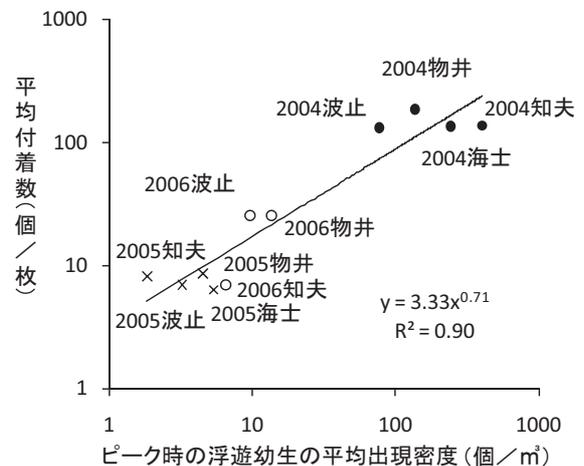


図4. ピーク時の浮遊幼生の平均出現密度と平均付着数の関係

産卵期と浮遊幼生の出現時期との関係 天然採苗技術の実用化で最も重要な課題は採苗器の垂下時期の判定であろう。前項で浮遊幼生の出現ピーク時に採苗器を垂下すれば効率的な採苗が可能であることが明らかになったが, そのためには浮遊幼生の出現ピークをあらかじめ知ることが必要である。そこでイワガキGIの変化がそれに用いることが可能か検討した。イワガキは受精後一定の浮遊期間を経て特定の基質に付着する。従って, 予めイワガキの産卵期を推定することで浮遊幼生の出現ピークが予測できれば, 採苗器を垂下する適期が予測できる。人工飼育下(9月採卵, 水温25-22℃)では受精後20日で殻長253μm, 25日で319μmに成長する⁵⁾と報告されていることから, 本調査で計数対象とした殻長250μm以上の浮遊幼生は産卵後2～3旬として, 出現ピーク時の浮

遊幼生の産卵期を逆算すると、2004年は9月下旬～10月上旬、2005年は9月下旬～10月中旬、2006年は9月中旬～下旬と推定される。一方、隠岐島の養殖イワガキではGIがピーク値から20%程度低下した時期が産卵期と推定されている⁴⁾。これに従って推定した産卵期は、2004年と2005年の波止海域では調査開始時点ですでに放卵放精していたと考えられるが、それら以外では2004年は8月下旬～10月下旬、2005年は9月中旬～11月上旬、2006年は9月中旬～10月下旬であった。これはイワガキの生殖細胞の発達の同調性が低く、放卵放精は長期にわたり繰り返される⁶⁾ためと考えられる。従って、GIの推移から推定される産卵期は長期間に及ぶため、産卵盛期の予測、つまりは浮遊幼生の出現ピークの正確な予測は難しいと考えられる。しかしながら、2004年の波止海域、物井海域、知夫海域、2006年の波止海域、物井海域で見られたように、GIが急激に低下した1ヶ月後に浮遊幼生の出現ピークが現れており、GIの推移を把握しておくことは出現ピーク時期の有効な指標になり得る可能性がある。実際これらの5事例では、GIが急激に低下した1ヶ月後の浮遊幼生の出現ピーク時に垂下した採苗器への平均付着数は、栽培漁業部での出荷規格⁷⁾を満たす10個以上であり養殖用種苗として利用できるものであった。

天然採苗の実用化に向けて 今回の調査により隠岐島前のイワガキ養殖海域で、付着前の浮遊幼生量をモニタリングすることで効率的な天然採苗が可能であることが明らかとなった。期待する稚貝付着数を10個/枚以上として、ピーク時の浮遊幼生の出現密度と平均付着数の関係式から浮遊幼生の出現密度は20個/m³以上が目安となる。ただし、同一海域でも浮遊幼生は散在するため、できる限り多くの地点を設けたモニタリングが必要であろう。漁業者を主体とした採苗海域における浮遊幼生量のモニタリング体制を整備し、漁業者相互で必要な情報を共有することで安定した天然採苗が可能になると考えられる。

謝 辞

漁業協同組合 JF しまね浦郷支所、知夫出張所及び海士町漁業協同組合所属のイワガキ養殖業者の皆様には現地での試料採集に多大なるご協力いただいた。勢村均氏（現・内水面浅海部）には、イワガキ浮遊幼生の同定に関し丁寧にご指導いただいた。また、栽培漁業部の山根恭道氏（現・内水面浅海部）、常盤茂氏（現・島根県水産振興協会）、細田昇氏（現・農林水産部農林水産総務課）には調査に際してご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 中上 光, 勢村 均, 沖野 晃: 島根県隠岐島島前湾における養殖イワガキの成長 (予報). 日本海ブロック試験研究集録, 33, 71-74(1996).
- 2) 秋田県漁業協同組合北浦総括戸賀支所戸賀湾養殖研究会: 研究報告・技術と経営 イワガキの天然採苗—種ガキの生産を目指して—. 漁村, 72(3), 16-25(2006).
- 3) 鳥羽磯部漁業協同組合畔蛸支所の矢湾畔蛸岩ガキ研究会: 研究報告・技術と経営 こだわりが育てた新ブランド「アダコ産養殖イワガキ」. 漁村, 72(10), 24-31(2006).
- 4) 秋田県, 山形県, 鳥取県, 島根県: イワガキの再生産機構の解明と増養殖技術の開発に関する研究総括報告書 (平成7～11年度). 8-40(2000).
- 5) 勢村 均: 飼育したイワガキ幼生の形態と成長. 日本海ブロック試験研究集録, 30, 7-16(1994).
- 6) 松浦裕幸, 森 勝義: イワガキ, 「水産増殖システム3貝類・甲殻類・ウニ類・藻類」(森勝義編), 恒星社厚生閣, 東京, 2005, pp. 269-278.
- 7) 吉田太輔, 常盤 茂: イワガキの種苗生産. 島根県水産技術センター平成19年度 (2007) 年報. 94(2008).

付表1 成熟度調査に供したイワガキ

調査年	2004						2005						2006							
	海域名	採取日	供試数 (個)	全高 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	年齢 (歳)	採取日	供試数 (個)	全高 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	年齢 (歳)	採取日	供試数 (個)	全高 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	年齢 (歳)	
波止		8月23日	10	110±9	142±19	15±4	2	9月14日	10	95±22	119±44	15±6	2	9月11日	10	125±17	200±33	40±8	3	
		8月31日	9	111±11	226±31	29±10	3	9月21日	7	106±15	134±48	21±7	2	9月20日	10	118±10	190±20	20±5	3	
		9月6日	10	115±9	231±38	31±4	2	9月26日	9	101±12	139±43	19±4	2	10月3日	10	120±9	195±16	22±6	3	
		9月16日	12	104±11	183±41	19±4	3	10月3日	10	100±9	121±29	17±4	2	10月10日	9	115±13	180±23	21±5	3	
		9月20日	16	93±13	134±46	30±10	2	10月10日	10	109±9	162±38	21±5	2	10月17日	10	112±13	185±25	23±4	3	
		9月27日	10	111±16	214±51	24±6	3	10月16日	13	100±20	127±61	19±9	2	10月23日	9	115±9	205±31	26±7	3	
		10月4日	24	104±15	164±47	18±6	2	10月24日	13	106±8	161±51	21±8	2	10月31日	7	126±15	190±17	30±2	3	
		10月11日	11	114±13	249±75	28±8	3	10月31日	11	117±9	218±56	33±9	2	11月9日	10	120±18	202±26	28±4	3	
		10月21日	14	97±9	148±30	20±5	3	11月7日	10	117±9	207±52	28±8	2	11月15日	9	113±14	207±26	30±6	3	
		10月27日	9	109±19	193±41	20±4	3	11月15日	7	125±14	225±50	33±11	2							
		11月5日	11	113±9	236±55	28±7	2													
		11月11日	10	110±21	222±105	26±13	3													
物井		8月23日	10	113±10	248±31	46±8	3	9月14日	10	132±22	207±29	37±11	4	9月11日	9	111±16	148±29	26±8	4	
		8月31日	10	120±7	244±17	42±8	3	9月21日	9	127±13	186±48	36±10	4	9月20日	9	98±17	126±38	13±5	4	
		9月6日	10	124±11	245±21	44±14	3	9月26日	10	121±19	191±69	37±16	4	10月3日	9	99±11	132±23	21±9	4	
		9月16日	10	124±8	232±32	22±3	3	10月3日	9	118±16	204±37	26±8	4	10月10日	7	110±26	156±52	22±6	4	
		9月20日	9	120±10	233±25	26±3	3	10月10日	10	124±13	200±47	37±9	4	10月17日	7	96±16	122±45	22±7	4	
		9月27日	11	119±8	247±20	29±5	3	10月16日	14	123±17	216±46	39±10	4	10月23日	9	90±16	113±39	18±8	4	
		10月4日	10	126±9	255±13	26±3	3	10月24日	10	130±19	257±37	41±10	4	10月31日	10	103±18	148±44	24±9	4	
		10月11日	10	121±8	246±19	26±7	3	10月31日	10	114±10	222±48	40±12	4	11月10日	9	110±15	220±15	31±6	4	
		10月21日	10	120±12	249±21	25±4	3	11月7日	10	122±11	244±57	36±14	4	11月15日	9	111±9	209±28	35±7	4	
		10月27日	10	120±11	254±15	27±5	3	11月15日	9	143±12	286±31	38±3	4							
		11月5日	10	119±8	258±30	25±4	3													
	知夫		8月17日	10	127±12	305±38	44±7	3	9月13日	10	109±12	158±32	31±8	2	9月12日	10	115±12	201±42	32±11	3
		8月26日	10	109±11	244±56	34±10	3	9月20日	12	92±19	122±56	25±13	2	9月21日	10	105±8	140±26	34±8	3	
		9月1日	10	115±8	297±23	41±6	3	9月27日	12	97±14	133±53	24±10	2	10月4日	9	114±12	153±35	29±6	3	
		9月14日	10	112±10	205±45	18±3	3	10月4日	14	103±9	147±44	26±10	2	10月11日	8	99±11	149±27	26±5	3	
		9月22日	21	107±16	230±74	21±9	3	10月11日	14	103±12	161±50	27±9	2	10月18日	8	105±8	148±37	27±5	3	
		9月28日	10	122±7	311±35	28±4	3	10月17日	19	104±19	150±62	25±11	2	10月26日	7	97±12	134±35	24±8	3	
		10月6日	18	108±11	241±72	30±11	3	10月25日	12	94±16	139±52	22±10	2	10月31日	8	104±17	141±29	27±4	3	
		10月13日	9	112±12	250±13	25±5	3	11月1日	12	98±14	156±43	29±12	2	11月10日	8	106±9	184±23	33±9	3	
		10月22日	10	116±14	247±28	21±5	3	11月10日	12	105±11	163±45	26±7	2	11月16日	7	125±10	257±46	42±6	3	
		10月25日	13	94±7	112±37	20±7	2	11月16日	9	103±13	182±42	35±9	2							
		11月1日	10	113±8	282±48	22±4	3													
		11月12日	13	87±8	98±34	15±6	2													
海士		8月18日	10	105±8	133±29	17±5	2	9月16日	12	110±18	157±57	25±9	2							
		8月25日	10	107±9	158±21	12±2	2	9月22日	14	98±25	133±66	15±7	2							
		9月16日	19	90±17	122±52	19±10	2	9月28日	11	132±20	234±69	23±7	2							
		9月21日	23	100±21	166±52	25±8	2	10月5日	11	115±18	209±76	23±8	2							
		10月5日	25	85±10	96±18	15±5	2	10月13日	11	99±12	142±65	13±7	2							
		10月12日	16	86±16	116±44	17±9	2	10月18日	8	98±16	172±74	19±9	2							
		10月23日	19	76±10	81±39	11±6	2	10月26日	11	113±12	225±85	25±8	2							
		10月29日	12	103±11	172±46	24±6	2	11月2日	8	116±14	221±76	26±8	2							
		11月5日	12	111±14	197±50	24±5	2	11月9日	12	115±16	209±94	24±10	2							
		11月16日	15	102±16	164±61	24±10	2	11月17日	9	122±19	233±99	25±9	2							

全高, 全重量, 軟体部重量は平均値±標準偏差で示す

付表2 幼生量調査の調査定点と調査期間

調査年	波止海域		物井海域		知夫海域		海士海域	
	調査定点	調査期間	調査定点	調査期間	調査定点	調査期間	調査定点	調査期間
2004	st.1, st.2, st.3, st.4	8/23-12/6	st.6, st.7	8/23-12/6	st.8, st.9, st.10, st.11, st.12, st.14, st.15	8/17-12/7	st.17, st.18, st.20, st.21, st.23, st.24	8/18-12/8
2005	st.1, st.2, st.3, st.4	9/14-12/8	st.6, st.7	9/14-12/8	st.10, st.11, st.12, st.13, st.14, st.15	9/13-12/7	st.17, st.18, st.19, st.20, st.21, st.22	9/16-12/7
2006	st.1, st.2, st.3, st.4	9/11-12/6	st.6, st.7	9/11-12/4	st.10, st.11, st.12, st.13, st.15, st.16	9/12-12/5		

付表3 付着量調査の実施状況

調査年	調査海域	調査定点	垂下日	回収日	垂下期間	備考
2004	波止	st.1, st.2, st.3, st.4	9/20 ^{*1} , 10/21, 11/24	4/13-4/26	140-217	*1 st.4流失
	物井	st.6, st.7	9/20, 10/21, 11/24	3/5	101-166	
	知夫	st.8, st.9, st.10, st.11, st.14	9/17, 10/22, 11/23	4/20-4/22	148-217	
	海士	st.17, st.18, st.20, st.21, st.23, st.24	9/23, 10/23, 11/23 ^{*2}	4/27-5/2	160-221	*2 st.24以外流失
2005	波止	st.4, st.5	9/26 ^{*3} , 10/3 ^{*3} , 10/10 ^{*3} , 10/16 ^{*5} , 10/24 ^{*4} , 10/31, 11/7, 11/15, 11/21, 11/28, 12/8 ^{*5}	4/21	134-187	*3 st.4, st.5流失 *4 st.4流失 *5 st.5流失
	物井	st.6, st.7	9/26, 10/3, 10/10, 10/16, 10/24, 10/31, 11/7, 11/15, 11/21 ^{*6} , 11/28 ^{*6} , 12/8, 12/16, 12/21	4/19	119-206	*6 st.7流失
	知夫	st.11, st.13, st.15	9/27 ^{*7} , 10/4, 10/11, 10/17 ^{*8} , 10/25, 11/1, 11/10, 11/16, 11/22, 11/30, 12/7	5/12	156-227	*7 st.15流失 *8 st.13流失
	海士	st.19	9/28, 10/5 ^{*9} , 10/13, 10/18, 10/26, 11/2, 11/9, 11/17, 11/23, 12/2, 12/7	5/11	155-255	*9 st.19流失
2006	波止	st.2, st.5	9/11, 9/20, 10/3, 10/10, 10/17, 10/23, 10/31, 11/9, 11/15, 11/21, 11/27, 12/6	3/15	99-185	
	物井	st.6, st.7	9/11, 9/20 ^{*10} , 10/3, 10/10, 10/17, 10/23, 10/31, 11/10, 11/15, 11/20, 11/27, 12/6	3/17	103-187	*10 st.7流失
	知夫	st.11, st.13	9/12, 9/21, 10/4, 10/11, 10/18, 10/26, 10/31, 11/10, 11/16, 11/24, 11/29, 12/4	4/4	121-204	

隠岐諸島・島前海域のイワガキ種苗生産における 付着稚貝の沖出しサイズの検証

吉田太輔¹・常盤 茂¹

Inspection of optimal size of spat of hanging culture in the sea
in seedling production of “Iwagaki” *Crassostrea nippona*,
in Douzen sea area, Oki Islands

Daisuke YOSHIDA and Shigeru TOKIWA

キーワード：イワガキ，付着稚貝，種苗生産，初期成長，生残率，沖出しサイズ

はじめに

イワガキ (*Crassostrea nippona*) は、イタボガキ科に分類され、北海道南部から九州までの日本各地の潮間帯以深に分布し、夏期に食用とすることが可能なカキとして流通している¹⁾。島根県では平成6年に隠岐郡西ノ島町の漁業者がイワガキ養殖を始め、平成10年度から島根県栽培漁業センター(当時)でイワガキ種苗の量産が開始され、平成21年度の稚貝要望数量は100万個以上となった。成貝の販売生産額は平成19年度に1億円を超え²⁾、隠岐地域では重要な産業となっている。

イワガキ種苗生産の工程は、採卵し浮遊幼生を採苗器に付着させて室内の水槽で飼育する「室内飼育」と、付着稚貝を海上の生け簀で垂下して出荷サイズ(殻高約10mm)まで飼育する「海面飼育」に大きく分けられる。この室内飼育から海面飼育へ付着稚貝を移す過程を「沖出し」と呼んでいる。沖出し後の稚貝は天然プランクトンを餌料とするため、室内飼育と異なり飼育管理コストが掛からない。そのため、稚貝が生理的に自然環境に適應できる範囲内であるべく早く沖出しすることが望ましい。

沖出し後の稚貝の生残・成長については各海域で報告があり、沖出しサイズの検討も行われている³⁻⁷⁾。沖出し後の生残率は海域ごとに大きく異なっており、大分県沿岸域では中川ら⁶⁾が殻高0.5mmからの沖出しが可能としているのに対し、京都府沿岸域では藤原⁷⁾が殻高2.0mm前後が適

当としている。

これまで、島前海域(図1)では平均殻高1~2mmで沖出しを行い、その後の大きな減耗もなく、比較的安定した生残率を保ってきたが、今後一層の生産コスト削減を図るため、付着稚貝の沖出しサイズ別の成長、生残の関係から沖出しサイズについて検討したので報告する。

材料と方法

供試貝の準備 採卵は平成21年10月1日に行い、室内飼育及び海面飼育の一連の作業は、種苗生産マニュアル⁸⁾に準じて従来通り行った。20日間の浮遊幼生飼育を行った後、採苗器(付着基質としてホタテガイの空殻35枚をロープに通

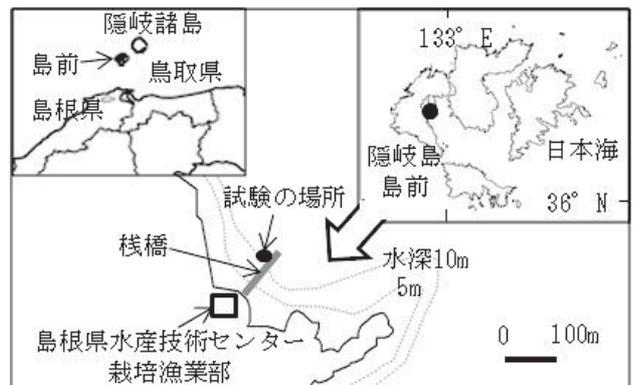


図1. イワガキ種苗生産の室内及び海面飼育場所(試験の場所)

¹総合調整部 General Coordination Division

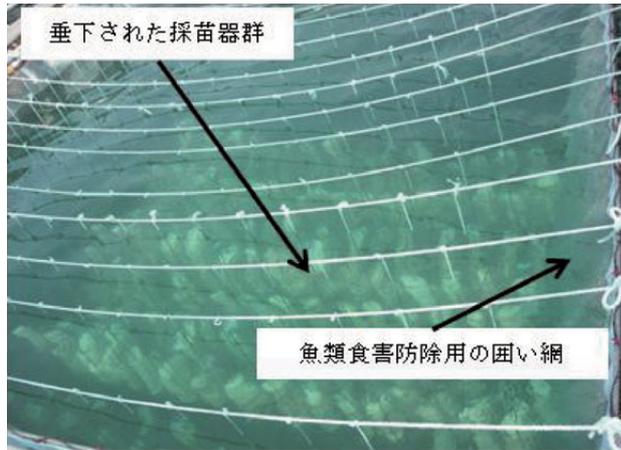


図2. 海面飼育の様子

し、1連としたもの)に付着させたイワガキ稚貝を用いた。室内飼育時の餌料は(株)日清マリンテック製の商品名「サンカルチャー」(*Chaetoceros calsitrans*)を使用し、給餌量は成長に応じて2万～9万 cells/mlまで徐々に増加させた。飼育水温は約26℃とほぼ一定で推移した。

試験区の設定 沖出し時の付着稚貝の平均殻高はA区 0.5 ± 0.1 mm(平均±標準偏差;以下同じ)、B区 1.9 ± 0.3 mm、C区 3.4 ± 0.4 mmとし、同一水槽で飼育し、採苗器に付着した稚貝がそれぞれの試験区として設定した殻高となった時点で採苗器1連を沖出しした。沖出し時期はA区:10月22日(日令22日)、B区:11月4日(日令35日)、C区:11月25日(日令56日)であった。沖出し場所は当部の沖合(水深10m)に設置した生け簀で(図1)、水深3～4m層に垂下し、魚類による食害を防ぐため目合い4mmの網(4×4×4m)に採苗器を入れ(図2)、平成21年12月16日まで試験を行った。

試料の測定 測定は各試験区とも10月22日、11月4日、11月25日、12月16日に行い、採苗器の上・中・下部のホタテ殻1枚ずつを無作為に抽出し、各ホタテ殻について、稚貝の付着数と殻高を測定した。付着した稚貝の全数を数え、そのうち30個体について殻高を0.1mm単位まで計測した。上・中・下部のホタテ殻の測定値を平均して、生残率と成長を表した。なお、生残率(%)は(10月22日の平均付着稚貝数)/(測定日の平均付着稚貝数)×100とした。

結 果

水温と生育環境 図3に海面飼育期間中の飼育

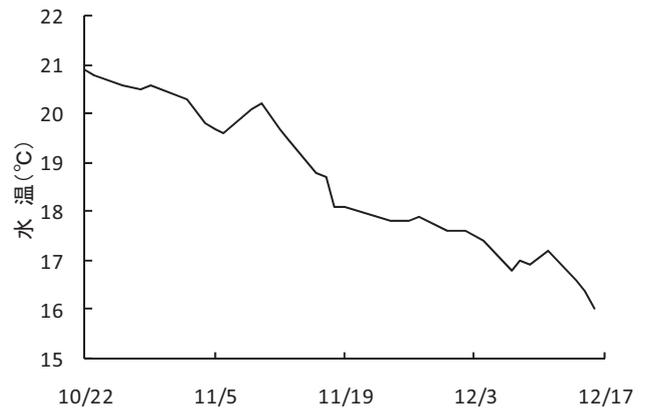


図3. 海面飼育時における水温の推移

場所直近の水温の推移を示した。水温は20.9～16.0℃と漸次降温傾向にあり、例年並みであった。また、試験期間を通して注意報・警報となるようなまとまった雨は降っておらず⁹⁾、採苗器上部にはほとんど浮泥が見られなかった。また、全採苗器で食害生物であるヒラムシ類(扁形動物)の付着や、魚類による食害の痕跡も見られなかった。

生残率 図4に生残率の推移を示した。A区は、10月22日の試験開始時にホタテ殻への稚貝平均付着数 229.2 ± 21.2 個/枚であった。沖出し13日目の11月4日には約6割の稚貝が斃死し、生残率43.0%(稚貝平均付着数 98.5 ± 14.4 /枚)となったが、その後は斃死が少なく、沖出し55日目の12月16日には生残率36.4%(83.4 ± 16.6 個/枚)であった。B区は、10月22日に稚貝平均付着数 157.3 ± 37.4 個/枚であった。室内飼育を継続していた10月22日から11月4日まではほとんど斃死せず、生残率は91.4%(143.8 ± 36.8 個/枚)であった。11月4日の沖出し後は緩やかに生残率が

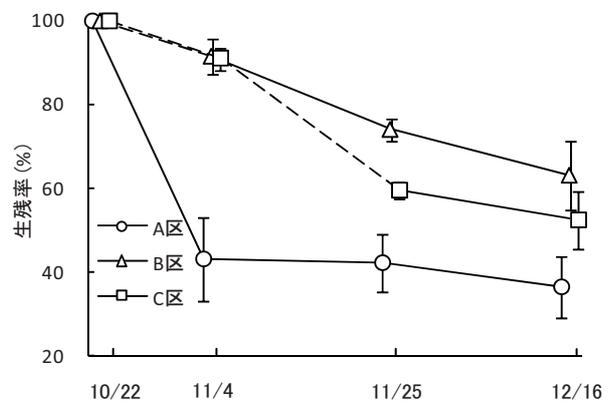


図4. イワガキ稚貝の生残率の推移

(図中の破線は室内飼育期間を、実線は海面飼育期間を示す。縦線は標準偏差の範囲を示す)

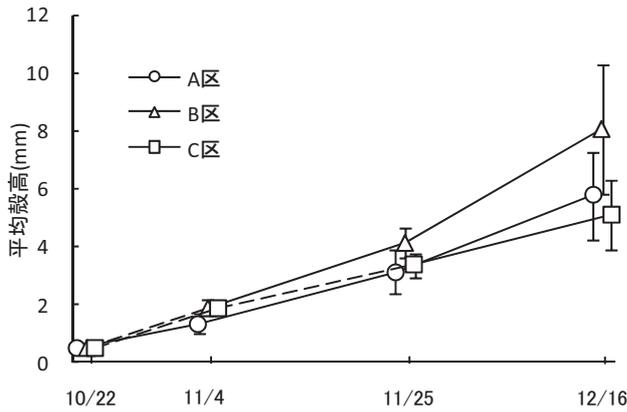


図5. イワガキ稚貝の平均殻高の成長の推移

(図中の破線は室内飼育期間を、実線は海面飼育期間を示す。縦線は標準偏差の範囲を示す)

低下し、11月26日に74.0% (116.4 ± 27.3個/枚)、12月16日には63.1% (99.3 ± 14.3個/枚)となった。C区は、10月22日に稚貝平均付着数174.8 ± 23.2個/枚であった。11月4日までの室内飼育では、B区と同様、90.8% (158.7 ± 19.8個/枚)と高い生残率であったが、11月26日の沖出し前には軟体部がなくなり殻を開いた斃死稚貝の貝殻が目立ち、生残率も59.6% (104.2 ± 11.4個/枚)まで低下した。その後は目立った減耗はなく、12月16日には生残率52.4% (91.6 ± 9.9個/枚)となった。

成長 図5に平均殻高の成長の推移を示した。10月22日の試験開始時点では各区共に平均殻高0.5 ± 0.1mmであった。A区は沖出し13日目の11月4日には1.3 ± 0.3mmと、室内飼育を継続していたB区、C区の1.9 ± 0.3mmに比べて成長が停滞した。その後はほぼ一定の割合で成長し、11月26日に3.1 ± 0.6mm、12月16日に5.8 ± 1.5mmとなった。B区は室内飼育を継続していた11月4日では平均殻高1.9 ± 0.3mmであり、沖出し後は最も成長が著しく11月26日に4.1 ± 0.5mm、12月16日に8.1 ± 2.2mmとなった。C区では10月22日から11月4日までの室内飼育では、B区と同様に平均殻高1.9 ± 0.3mmであったが、11月4日以降の室内飼育ではB区に比べ成長が停滞し、11月26日の沖出し時点で3.4 ± 0.4mmであった。沖出し後も最も低い成長を示し12月16日には5.1 ± 1.2mmであった。

考 察

試験期間中を通して河川水及び浮泥の堆積による稚貝への影響や、食害種のヒラムシの付着はなく、

また魚類による食害の痕跡も見られなかったことから、得られた実験結果は稚貝の生理状態の環境への適応状況を反映しているものと考えられる。

生残率は、各試験区の間で有意差が認められ (t-検定, $p < 0.05$)、最も早く沖出したA区が最も低く、最も遅く沖出したC区がそれに次ぎ、B区は最も高かった。また成長については、各試験区の間で有意差が認められ (t-検定, $p < 0.05$)、C区、A区、B区の順に成長が悪かった。また、日令35日で沖出したB区が最も生残率が高く、成長も良い結果であった。最も早く沖出したA区では沖出し直後に生残率が大きく低下したことから、殻高0.5mmサイズでの沖出しは、斃死の可能性が高いと考えられる。藤原⁷⁾も沖出し時の稚貝サイズと沖出し後の生残との関係を調べた結果、殻高2mm前後で沖出した稚貝の生残率が88.5%であったのに対し、殻高0.5mm前後で沖出した稚貝では35.3%であったと報告している。また、C区については、11月4日以降の室内飼育途中から成長が滞り、生残率も低下した。さらに、沖出し時に斃死稚貝が確認されただけでなく、稚貝の殻の色が他の試験区に比べて顕著に薄くなっていた。室内飼育では水温はほぼ一定であり換水も十分に行っていたことから、斃死要因としては餌環境に問題があったと考えられた。給餌量は11月4日以降4万～9万 cells/mlを1日2回与えていたが、(1) 一度に給餌する量が多すぎた¹⁰⁾、(2) 総量が不十分であった、(3) ある程度以上成長すると *Chaetoceros calsitrans* の単一給餌のみでは必要とする栄養成分が十分得られなかった、あるいは(4) これらの複合的な要因が可能性として考えられた。

また、今回の試験で採苗器1連当たりの餌料コストを試算すると、A区沖出し(殻高0.5 ± 0.1mm)までで152円、B区沖出し(殻高1.9 ± 0.3mm)までで334円、C区沖出し(殻高3.4 ± 0.4mm)までで1,138円を要した。B区の殻高1.9mmサイズまでは334円と比較的安価なのに対し、C区の殻高3.4mmサイズでは1,138円と3倍以上のコストが必要であった。これに対しA区では、最も低コストであり、試験終了時の平均稚貝付着数はA区83.4 ± 16.6個/枚、B区99.3 ± 14.3個/枚、C区91.6 ± 9.9個/枚と各試験区ともほぼ変わらない。また、最適付着稚貝数が約60～80個/枚¹¹⁾であることから、コスト面ではA区の殻高0.5 ± 0.1mmサイズでの沖出しが最適と思われた。しかし、成

長は A 区, C 区共に B 区に比べて悪く, 試験終了時の殻高は B 区 $8.1 \pm 2.2 \text{mm}$ であったのに対して A 区 $5.8 \pm 1.5 \text{mm}$, C 区 $5.1 \pm 1.2 \text{mm}$ と, B 区に比べそれぞれ 2.3mm , 3.0mm 小さかった. さらに, 生残と成長の関係を見ると, A 区では 10 月 22 日の沖出し直後の大量斃死以降 B 区に比べ成長が停滞したこと, C 区でも 11 月 25 日の生残率の低下と成長の停滞時期が一致し, それ以降も成長が滞っていたことから, 付着稚貝初期の海面での餌環境への不適応, 或いは生理的ストレスが, その後の成長阻害を及ぼす可能性が示唆された. 一般的に, 生育初期に障害を受けた個体はその後生残率の低下, 生育不良などの悪影響が現れやすいことから, 養殖用種苗としては B 区の稚貝が適していると考えられた.

以上のことから, 従来から行ってきた B 区が最も生残率が高く成長も良いこと, またコスト面でも稚貝の生育に悪影響を及ぼさない範囲で安価であったことから, 従来通り殻高 $1 \sim 2 \text{mm}$ サイズでの沖出しが最適と考えられた.

謝 辞

本報告書を取りまとめるに当たり, 御指導・助言を頂いた島根県水産技術センター内水面浅海部部長 勢村均氏, 並びに資料の採取に御協力頂いた当部職員には厚くお礼申し上げます.

文 献

- 1) 松浦裕幸・森 勝義: イワガキ, 「水産増養殖システム 3 貝類・甲殻類・ウニ類・藻類」(森勝義編), 恒星社厚生閣, 東京, 2005, pp. 269-278.
- 2) 島根県水産技術センター: 養殖イワガキ種苗

の歩留まり向上を目指して. 島根県水産技術センタートビウオ通信, 号外, とびっくす, No.33 (2008).

- 3) 水産庁・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: 平成 20 年度二枚貝飼育技術研究会会議資料 2, 各機関の餌料培養・対象種と飼育技術の現状調査回答結果 (2008).
- 4) 水産庁・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: 平成 21 年度二枚貝飼育技術研究会会議資料 1, 各機関の餌料培養・対象種と飼育技術の成果及び問題点アンケート結果 (2009).
- 5) 志田安雄: 養殖イワガキの適正管理試験. 漁協等実践活動助成事業報告書, 14-24 (2007).
- 6) 中川彩子・平川千修・林 亨次: 浅海増養殖に関する研究事業 (4) イワガキ養殖研究. 大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告, 165-167 (2006).
- 7) 藤原正夢: イワガキの沖出し方法の検討 (短報). 京都府立海洋センター研究報告, 19, 73-75 (1997).
- 8) 島根県水産技術センター栽培漁業部 (現: 島根県栽培漁業センター): イワガキ種苗生産マニュアル. 種苗生産及び施設管理マニュアル, 57-76 (2009).
- 9) 気象庁: 気象庁 HP, 気象統計情報, 過去の気象データ検索 (2009), <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.
- 10) 千葉健治・大島泰雄: アサリを主とする海産二枚貝の濾水・摂餌に及ぼす濁りの影響. 日水誌, 23, 348-353 (1957).
- 11) 藤原正夢: イワガキ養殖における開始時最適付着数と最適養殖水深について. 京都府立海洋センター研究報告, 20, 13-19 (1998).

マダイ種苗生産におけるほっとけ飼育技術の有効性の検討

—島根県水産技術センター栽培漁業部での事例—

栗田守人¹・近藤徹郎²

Study for availability of Hottoke breeding system to seed production of red sea bream *Pagrus major*
—a case of sea farming division on Shimane prefectural fisheries technology center—

Morihito KURITA and Tetsuro KONDO

キーワード：マダイ種苗生産，ほっとけ飼育，健苗性，省力化

はじめに

マダイ *Pagrus major* の種苗生産は秋田県から鹿児島県までの21府県で行われ，そのうち，9県では1施設当たり年間100万尾以上の種苗が生産される主要な栽培漁業対象種である¹⁾。しかし，近年は生産数量のみでなく，より効率的な種苗生産技術が求められている。種苗生産の効率性を目的に開発された種苗生産技術に「ほっとけ飼育」がある。当初は，ヒラメの種苗生産技術として報告され²⁾，それ以降はマダイを含むいくつかの魚種についても飼育作業の軽減化に有効であることや初期の生残率の向上に効果があること等が報告³⁾されている。

今回，筆者らは島根県水産技術センター栽培漁業部（現（社）島根県水産振興協会栽培漁業センター）において，従来行ってきた生産方法⁴⁾（以下従来式）と併用してほっとけ飼育⁵⁾に準じた生産方式（以下ほっとけ式）の両方で種苗生産を行い，その有効性を比較検討したので報告する。

実験方法

飼育に用いた卵及び水槽 2008年5月27日に当部で採卵したマダイ受精卵を用いた。親魚水槽からサイフォン方式により回収した受精卵を200lパンライト水槽に收容し，浮上卵と沈下卵を分離

させた。その後，浮上卵のみを必要量計量し，各試験水槽に收容した。このときの卵の単位重量当たり個数は1,500粒/gであった。收容した受精卵はふ化が始まるまで止水・微通気とし，ふ化を開始した時点から微流水・微通気とした。ふ化率は概ね100%であった。

試験区はほっとけ式飼育区と従来式飼育区を設けた。使用した水槽は両試験区とも110t水槽（実水量100t，八角形，水深1.6m）を各1水槽ずつ用いた。飼育水は飼育開始時のみ砂濾過海水を用い，その後は全て生海水を用いた。飼育水温は無加温（17.4～17.8℃）でふ化させた後に徐々に加温し，日齢8からは22℃を維持した。通気には直径50mmの球形エアストーン12個を使用した。

餌料と給餌期間 餌料として使用したシオミズツボワムシ *Brachionus rotundiformis*（以下ワムシ）はS型ワムシである。ワムシの培養は粗放連続培養法⁶⁾で行った。その培養には30t水槽（水量27t）2基を培養槽，1基を回収槽とする3水槽を用いた。ワムシの培養条件は，飼育水は70%に希釈した海水を24℃に保ち，かん水率は35%/日とした。ワムシの餌料は淡水濃縮クロレラ（生クロレラV12，クロレラ工業株式会社製）を用い，給餌量は10l/日とした。回収槽の水温は22℃とした。

与えた餌料系列は原則として日齢5～23まではワムシ，日齢21～33まではアルテミアふ化幼

¹現所属：島根県松江水産事務所 Matsue Regional Office of Fisheries Affairs, 1741-1 Tsuda, Matsue 690-0011, Japan

²総合調整部 General Coordination Division

生、日齢23から取り上げ時までを配合飼料とし、当部規定の投餌量⁴⁾をそれぞれ給餌した。アルテミア・配合給餌期間以降は稚魚の成長や飼育水の汚れ具合に応じ注水量を増やし、取り上げ直前には最大6回転/日とした。なお、飼育期間中は選別・分槽は行わなかった。

2つの試験区とそれぞれの飼育方法

1. ほっとけ式飼育区 日齢1にナンノクロロプシス *Nannochloropsis oculata* (以下ナンノ)を80万細胞/mlになるように添加した。日齢7からはDHA含有淡水濃縮クロレラ(スーパー生クロレラV12, クロレラ工業株式会社製, 以下DHAクロレラ)を飼育水槽中に10~50万細胞/ml程度になるように添加した。ワムシは栄養強化を行わずに、日齢5に5億個体, 日齢6に10億個体を給餌した。日齢8に20%の換水を行った以外は日齢21までを止水とし、それ以降は徐々に換水率を高め日齢29に100%換水を行った。水槽の底掃除はワムシの給餌期間中は一切行わず、日齢29から開始した。エアストーンを水槽底面から約10cmつり上げて設置し、飼育水全体に回転流を起こすために水槽壁面に設置した4基のエアリフトを併用した。通気量は、飼育初期は微通気とし、仔稚魚の成長に従って漸次強めた。

2. 従来式飼育区 ワムシ給餌期間中はワムシの飢餓防止と制菌作用を期待してナンノを30~60万細胞/ml程度になるように飼育水中に適宜添加した。日齢5から栄養強化したワムシをほぼ毎日必要量給餌した。なお、栄養強化方法は、1tアルテミアふ化水槽にワムシを収容し、ワムシ10億個体当たりDHAクロレラを1l添加し、6時間後に回収し給餌した。飼育水の換水は、日齢5に換水率5%から開始し、日齢29には換水率が100%に達した。飼育水の底掃除は日齢16から開始し、以後汚れ具合に応じて適宜行った。

水質環境の測定 毎朝9時に各水槽の水温、pH、溶存酸素量を測定した。飼育水槽中のナンノおよびDHAクロレラ密度はトーマ氏血球計算盤を用い、ワムシ密度および携卵率は時計皿に飼育水1mlを入れ、ルゴール液で固定後に検鏡した。

ワムシの脂肪酸分析 両試験区のワムシ栄養価を比較するため、ワムシ中に含まれる高度不飽和脂肪酸組成を分析した。ほっとけ式飼育区は日齢6および日齢22のマダイ飼育水中のワムシを、従来式飼育区は6時間DHAクロレラで栄養強化したワムシをそれぞれ試料として分析した。また、

両試験区の比較対照のため、粗放連続培養法により培養したワムシも併せて分析した。各サンプルとも水道水で1分間程度洗浄した後、水分を十分切り湿重量100g程度をフリーザーバックに入れて-40℃凍結保存した。ワムシの脂肪酸分析は、試料を凍結乾燥した後、内部標準法により、総脂質含量と脂肪酸組成を分析し、ワムシ乾燥重量当たりのDHAおよびEPA含量の割合を求めた。なお、これらの分析は、クロレラ工業株式会社に依頼した。

健苗性の検討

1. 干出耐性試験 両試験区のマダイ種苗の健苗性を比較するため、干出耐性試験⁷⁾を実施した。両試験区の取り上げ時に全長20~30mmのマダイ種苗をそれぞれ70尾程度手網に収容し、手網の外側から吸水紙で水分を適宜吸収後、手網のなかでマダイ種苗を90秒から30秒間隔で210秒まで空气中に晒した。その後、各供試魚を干出時間別に水槽に収容し、24時間後の生残率を調べた。各供試魚を収容した水槽は流水式とし、水温は23.1~23.5℃、溶存酸素量は6.6~7.3mg/lとした。なお、供試魚数は干出時間別にほっとけ式飼育区では18~60尾、従来式飼育区では11~39尾であった。

2. 形態異常の検討 両試験区のマダイ種苗の鼻孔隔皮の形態異常について調査した。サンプルは両試験区からそれぞれ200尾程度を取り上げ70%アルコールで固定した。後日、100尾程度を抽出し、マダイ種苗の鼻孔隔皮連結の有無について観察した。

表1. 飼育期間中における作業内容の分類

期間	作業名	作業内容
ワムシ給餌	回収	粗放連続培養ワムシの管理, ワムシ回収
	栄養強化	強化水槽に収容, 栄養強化剤の添加
	給餌	強化水槽から回収, 仔稚魚への給餌, 後片付け
	DHAクロレラ添加	添加作業, 水槽洗浄等
	底掃除	飼育水槽の底掃除
	飼育水管理	注水・排水作業
アルテミア・配合給餌	アルテミア培養	ふ化水槽貯水, 卵洗浄・消毒, 卵殻分離等
	アルテミア給餌	ふ化幼生収容, 栄養強化・回収, 仔稚魚への給餌
	配合給餌	配合飼料の給餌
	底掃除	飼育水槽の底掃除
	飼育水管理	注水・排水作業

表2. 飼育方法の違いによるマダイ種苗生産結果

試験区	収容時		取り上げ時			
	水槽容量 (t)	尾数 (万尾)	日齢	尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	生残率 (%)
ほっとけ式飼育	100	170	43	52.3	24.7	31
従来式飼育	100	168	50	35.0	32.1	21

延べ作業時間の算出 飼育期間のうち、便宜上、日齢1から20までのワムシ単独給餌期間をワムシ給餌期間、日齢21から日齢43までをアルテミア・配合給餌期間とした。その上で、ワムシ給餌期間およびアルテミア・配合給餌期間の作業内容を表1のとおり分類した。これをもとに、それぞれの作業時間および人数で延べ作業時間（作業時間×人数）を算出した。なお、従来式飼育区はほっとけ式飼育区に比べ、アルテミア・配合給餌期間をさらに7日間要した。そこで、従来式飼育区のアテミア・配合給餌期間をほっとけ式飼育区のアテミア・配合給餌期間と同様に日齢43までと仮定し、同一の期間に補正した上で両試験区の延べ作業時間を比較検討した。

全長測定および生残尾数の推定 全長測定は取り上げ時までおよそ6日間隔で計6回、両試験区で仔稚魚を無作為に30尾抽出して行った。一方、生残尾数の推定は日齢1からほぼ6日間隔で日齢20までと、取り上げ時の計4回実施した。夜間に塩ビ管を用いて柱状サンプリングを行い、1水槽当たり5定点から合計10 l採水し、計数値から生残尾数を推定した。

結果

飼育結果及び水質環境の変化 両試験区の飼育結果の概要を表2に示した。ほっとけ式飼育区は、ふ化仔魚の収容尾数が170万尾、日齢43で平均全長24.7mmの稚魚52.3万尾（生残率31%）を取り上げた。一方、従来式飼育区は、ふ化仔魚の収容尾数が168万尾、日齢50で平均全長32.1mmの稚魚35万尾（生残率21%）を取り上げた。図1に示した日齢26までのマダイ仔稚魚の成長をみると、日齢12ではほっとけ式飼育区は4.7mm、従来式飼育区は5.0mm、日齢19ではほっとけ式飼育区は7.2mm、従来式飼育区は6.0mm、日齢26ではほっとけ式飼育区は9.0mm、従来式飼育区は8.2mmとなり、仔稚魚の成長はほっとけ式飼育区の方が従来式飼育区より優れていた。また、図2に示した生残率をみると、日齢20ではほっとけ式飼育区は59%（100万尾）、従来式飼育区で64%（107万尾）であった。両試験区が生残率は、日齢12ではほっとけ式飼育区は84%（142万尾）、従来式飼育区は65%（110万尾）と差が見られたが、それ以外の調査した日齢では、生残率に大きな差は見られな

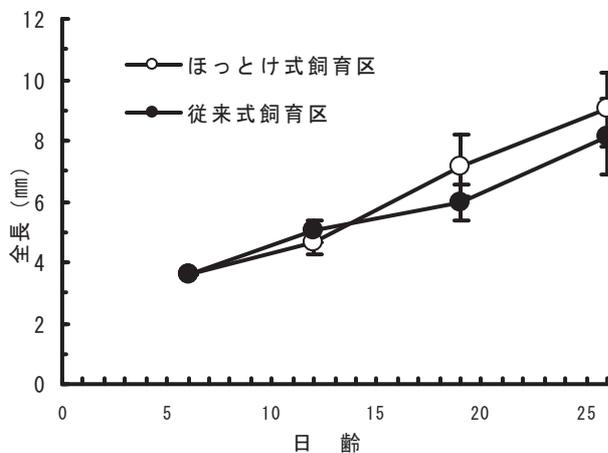


図1. マダイ仔稚魚の成長の比較（平均全長±標準偏差）

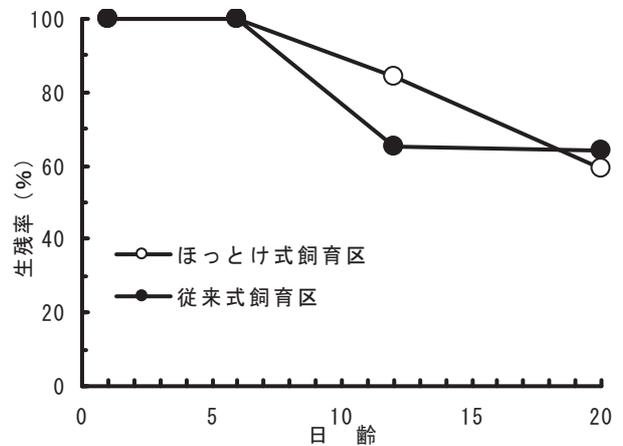


図2. マダイ仔稚魚の生残率の比較

表3. 飼育期間における飼餌料の種類と各給餌量

試験区	DHA クロレラ (L)	ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	配合飼料 (kg)	飼育期間 (日)
ほっとけ式飼育	99	145	25	47.5	43
従来式飼育	38	228	19	82.8	50

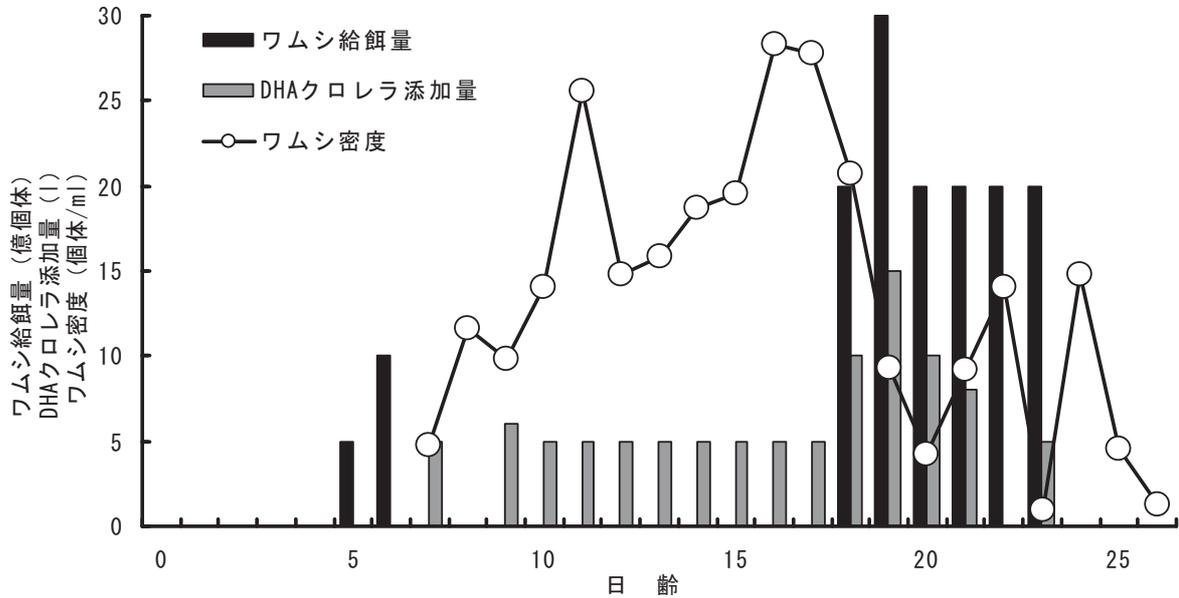


図3. ほっとけ式飼育区におけるワムシ給餌量とワムシ密度およびDHAクロレラ添加量の推移

かった。

表3に両試験区における、飼餌料の種類と各給餌量を示した。ほっとけ式飼育区のワムシ給餌量は、従来式飼育区の約半分であった。これは日齢5および6に給餌したワムシがその後順調に水槽中で増殖し、日齢18まで十分なワムシ密度を維持し、追加給餌する必要がなかったことが要因であった。また、従来式飼育区はほっとけ式飼育区に比べて配合給餌量が約2倍となった。これは取り上げ時までの飼育期間が長引き、マダイ種苗の摂餌量が急増したことが要因であった。

図3にほっとけ式飼育区におけるワムシ給餌量、飼育水中のワムシ密度およびDHAクロレラの添加量の推移を示した。日齢5および6にワムシを計15億個体給餌した後は日齢17まで無給餌とした。日齢16には飼育水中のワムシ密度が28.3個体/mlに達した後急減し、日齢19にはワムシ密度が9.3個体/mlとなった。このため、仔稚魚の摂餌がワムシの増殖を上回り餌不足になると判断し、日齢18～23に20～30億個体/日のワムシを追加給餌した。

図4に飼育水のpHの推移を示した。ほっとけ式飼育区は日齢19で7.54まで低下したが、その後止水飼育から流水飼育に変更したため徐々に回復し、8.2～7.6の範囲を推移した。一方、従来式飼育区は日齢19に7.5まで低下したが、その後適宜かん水を行った結果、徐々に回復し7.5～8.2の間を推移した。両試験区とも、pHが低下した場合、飼育水のかん水によりpHの改善が図られた。

図5に溶存酸素量の推移を示した。ほっとけ式飼育区では日齢22に4.0mg/lに低下したが、流水飼育に変更後徐々に回復し4.0～6.7mg/lの範囲を推移した。一方、従来式飼育区では5.3～6.5mg/lの間を推移し、ほっとけ式飼育区の溶存酸素量の変化と比較するとほぼ一定で安定していた。

ワムシの脂肪酸分析結果 表4にワムシのDHAおよびEPA含量の割合を示した。粗放連続培養したワムシにはDHAが0.016%、EPAが0.005%と必須脂肪酸はほとんど含まれていなかった。ほっとけ式飼育区のワムシはDHAが日齢10で0.52%、日齢22で0.33%、EPAが日齢10で

0.36%, 日齢22で0.54%と、従来式飼育区に比べてそれぞれ約2倍程度のDHAおよびEPAが含まれていた。しかし、いずれのワムシも、マダイ仔稚魚の必須脂肪酸要求量⁸⁾であるDHAが1.0~1.6%, EPAが0.5%をほとんど満たさなかった。

健苗性の検討 図6に両試験区におけるマダイ種苗の干出耐性試験の結果を示した。全長20~25mmの種苗の場合、ほっとけ式飼育区では干出時間90秒で生残率91%, 210秒で39%であり、従来式飼育区では干出時間90秒で63%, 210秒では

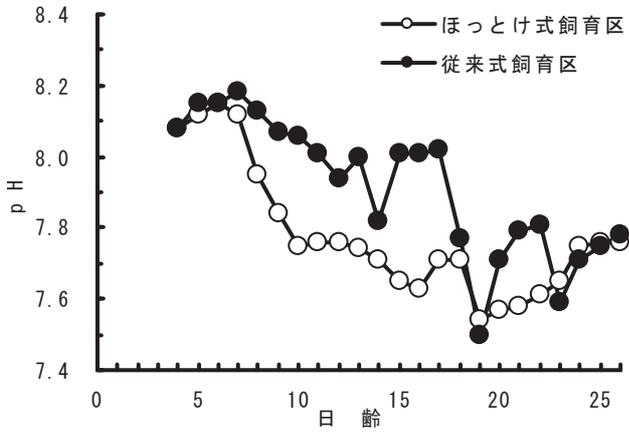


図4. 飼育水のpHの推移

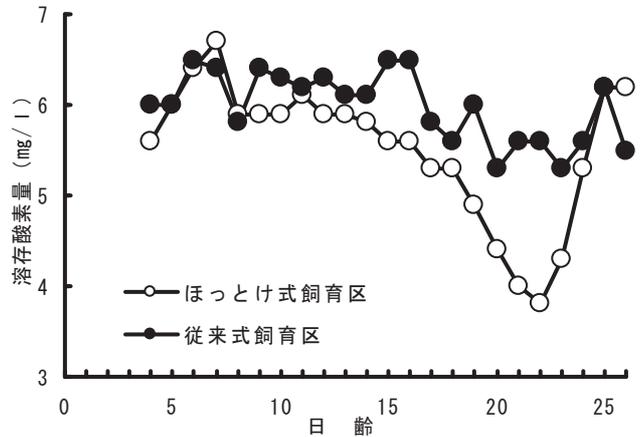
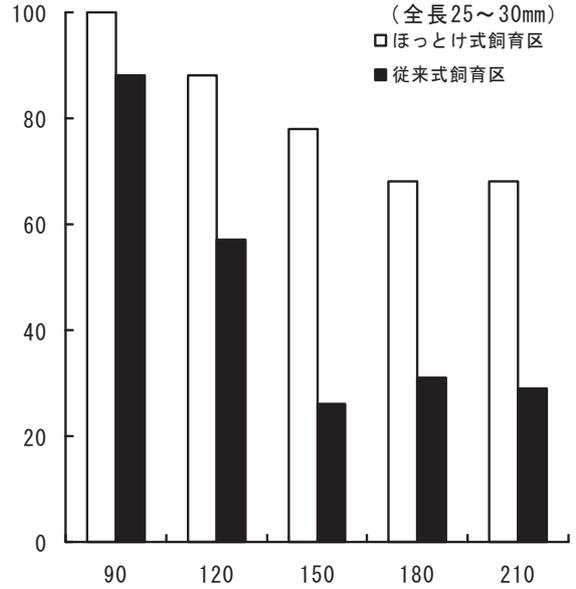
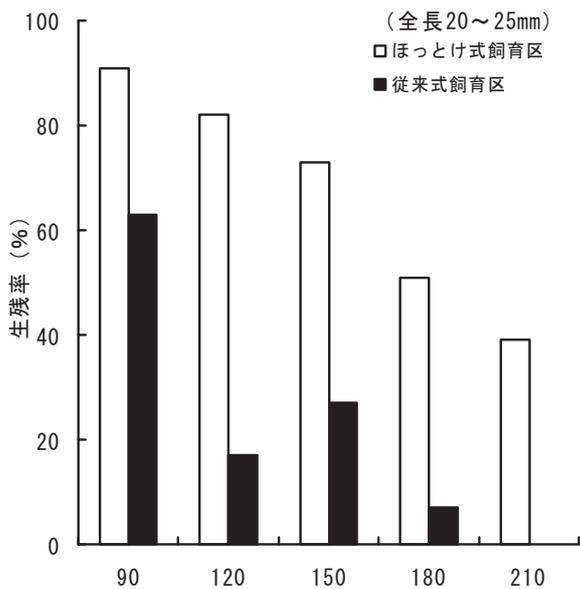


図5. 飼育水の溶存酸素量の推移

表4. ワムシのDHAおよびEPA含量の割合 (ワムシ乾燥重量当たり)

試験区	DHA (%)	EPA (%)	備考
ほっとけ式飼育 (日齢10)	0.52	0.36	飼育水中のワムシ
ほっとけ式飼育 (日齢22)	0.33	0.54	〃
従来式飼育	0.21	0.25	栄養強化したワムシ
粗放連続培養ワムシ	0.016	0.005	培養槽のワムシ



干出時間 (秒)

図6. マダイ種苗の干出時間別の生残率

0%であった。一方、全長25～30mmの種苗の場合、ほっとけ式飼育区では干出時間90秒で生残率が100%、210秒で68%であり、従来式飼育区では90秒で88%、210秒には29%であった。同じ全長の範囲で比べた場合、ほっとけ式飼育区のマダイ種苗の方が従来式飼育区に比べて干出耐性に優れていた。また、同じ試験区内で比較した場合、全長が大きいマダイ種苗の方が干出耐性に優れていた。

表5に両試験区におけるマダイ種苗の鼻孔隔皮の連結割合の違いを示した。左右とも正常な個体の割合は、ほっとけ式飼育区では49%、従来式飼育区では38%、また左右いずれかが連結した個体の割合は、ほっとけ式飼育区では51%、従来飼育区では62%であり、両試験区とも鼻孔隔皮連結の割合に大きな違いは見られなかった。

表5. マダイ種苗の鼻孔隔皮連結割合の違い

試験区	左右とも正常 (%)	左右いずれかが鼻孔連結 (%)
ほっとけ式飼育	49	51
従来式飼育	38	62

飼育作業時間の比較 図7に日齢43までの両試験区のワムシ給餌期間およびアルテミア・配合給餌期間の延べ作業時間について示した。ワムシ給餌期間の延べ作業時間は、ほっとけ式飼育区が36.0時間、従来式飼育区が77.8時間であり、ほっとけ式飼育区の延べ作業時間は従来式飼育区に比

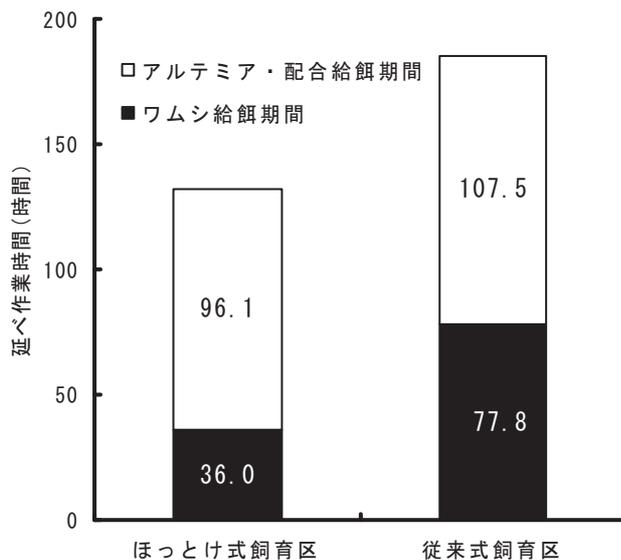


図7. 日齢43日までの延べ作業時間の比較

べて約半分であった。一方、アルテミア・配合給餌期間の延べ作業時間は、ほっとけ式飼育区が96.1時間、従来式飼育区が107.5時間とほぼ同等であった。

考 察

本研究は、マダイ種苗生産にほっとけ飼育技術導入による有効性を期待して比較試験を実施したが、生産過程におけるマダイ仔稚魚の成長(図1)や生残率(図2)について従来式と比較して遜色ない結果を得ることができた。

飼育作業の軽減化について、アルテミア・配合給餌期間では両試験区ともほぼ同様の飼育方法でありその有効性は確認できなかったが、ワムシ給餌期間ではほっとけ式飼育区は従来式飼育区と異なるワムシ給餌方法や飼育管理を行うことから、その有効性を確認することができた。本研究ではほっとけ飼育技術の導入により従来式飼育に比べて、①底掃除や飼育水管理をほとんど行わないことから、ワムシ給餌期間中の延べ作業時間を大幅に削減できること(図7)、②飼育水槽にワムシ餌料となるDHAクロレラを添加することにより、ほぼ毎日ワムシをマダイ仔稚魚に給餌するために必要なワムシ回収槽からの回収作業やワムシ栄養強化といったワムシ給餌に関連する作業を大幅に軽減できることが示され、さらに、③ワムシ給餌量の大幅な削減によるワムシ培養期間の短縮も期待できると考えられる。また、これまで当部ではワムシ供給能力から、生産回次毎に一定間隔を空けてマダイ種苗生産を開始してきた⁴⁾が、③により、④複数の水槽により同時に生産開始することが可能となり、ワムシ培養期間の短縮のみならずマダイ種苗生産期間の短縮、さらには種苗生産経費の削減も期待できるものと考えられる。

今回の研究ではほっとけ式飼育区に日齢1にナンノを添加したが、全てDHAクロレラで代用する飼育技術⁹⁾を採用することで、ナンノ培養やそれに付随する作業の削減が可能となり、更なる飼育作業の省力化が期待できる。ほっとけ式飼育区では、ワムシ給餌期間は常に飼育水槽の水面に泡が浮き透明度が低いなど水質悪化が懸念されたが、仔稚魚の観察やpH³⁾を参考に水質管理を行った結果、大幅な生残率の低下は見られず仔稚魚の飼育は順調に推移した。

一方、両試験区で生産したマダイ種苗の健苗性

を比較・検討した結果、一定の知見が得られた。健苗性とは形態的・生理・生化学的健全性と定義され¹⁰⁾、種苗生産成績や中間育成および放流効果などにも影響を及ぼすものと考えられ、種苗生産機関においては種苗の質の確保の観点から、健苗性の評価は重要な課題の一つであり、これまでにヒラメ¹¹⁾ やクロアワビ¹²⁾ 等で健苗性に関する報告がある。またマダイの健苗性については、粗放的に生産したマダイと集約的に生産したマダイの空中干出時の生化学的差異に関する研究¹³⁾ によると、干出時のマダイ種苗の代謝は魚が突進する際の代謝や低酸素下における代謝に似ており、干出耐性に優れている種苗は低酸素状態下での運動能力や低酸素に対する耐性などエネルギー負荷に抵抗性を持つことや、干出耐性の差異は飼育環境の違いにより生じることが報告されている。

放流用種苗が干出耐性を具備することは、放流後の天然海域での生き残りを考える上で重要であると考えられる。また、干出耐性試験はマダイ種苗の健苗性の評価手法として有効¹³⁾ であることや、マダイ健苗性の相対的評価が可能¹⁴⁾ であることが報告されている。本研究の干出耐性試験の結果(図6)においても、ほっとけ式飼育区で生産したマダイ種苗は従来式飼育区で生産した種苗より、干出耐性に優れていることが認められた。これらのことから、ほっとけ式飼育は従来式飼育に比べて、より健苗性に優れたマダイ種苗を生産できる可能性を示すものであると考えられる。

これらの差異が生じた要因として、両試験区の飼育環境の大きな違いであるワムシ給餌期間におけるマダイ仔稚魚の飼育水中のワムシ密度、その活力、栄養価が考えられる。ワムシは培養法や環境に応じて増殖特性や摂餌能が変化する生物⁶⁾ であり、これらの栄養価や活性といったワムシの質的な制御は捕食者としての仔魚の成長・生残、ひいては健苗性を左右する因子となりうることにマダイ¹⁵⁾ やヒラメ¹⁶⁾ で報告されている。今回の研究では、ほっとけ式飼育区のマダイ仔稚魚は、増加傾向で活力があり DHA 等の栄養価を備えたワムシを常に摂餌できる飼育下にあったことが、仔稚魚の成長や健苗性に優れた種苗となった一因であると考えられる。本研究では、これらの因果関係については解明できなかったため、今後さらに検討が必要である。また、今回の研究では、両試験区で給餌に供したワムシの DHA および EPA の割合はいずれもマダイ仔稚魚の栄養要求量⁸⁾

をほとんど満たさなかった(表4)。今後より健苗性に優れたマダイ種苗生産技術の確立のためには、今回の研究を参考に、ほっとけ式飼育区では添加する DHA クロレラ等の種類やその添加方法、従来式飼育区では最適なワムシ培養方法と栄養強化方法の検討が必要である。なお、鼻腔隔皮連結状況については、両試験区とも大きな差は見られなかったが、その連結異常の有無にかかわらず、臭覚機能に差がない¹⁷⁾ とされているため、健苗性への影響は少ないと考えられる。

以上のことから、ほっとけ飼育技術をマダイ種苗生産に導入することにより、従来式飼育に比べて健苗性のより優れたマダイ種苗を生産できる可能性があることや、飼育作業の軽減化が見込まれること等が示され、本技術の量産種苗生産現場への積極的な導入は有益であると考えられる。

文 献

- 1) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会：平成20年度栽培漁業種苗生産入手・放流実績(全国)，pp.15-19 (2009)。
- 2) 高橋庸一：ヒラメの種苗生産マニュアル「ほっとけ飼育」による飼育方法－栽培漁業技術シリーズ，4，1-57(1998)。
- 3) 島 康洋：マダイ・トラフグの「ほっとけ飼育」－手間をかけずに仔稚魚を飼おう－。平成18年度栽培漁業技術中央研修会テキスト集，1-11(2006)。
- 4) 栗田守人・大濱 豊：マダイ種苗生産，「種苗生産マニュアル改訂版－」(島根県水産技術センター栽培漁業部)，島根，2007，pp. 33-60。
- 5) 島 康洋・高橋誠：「ほっとけ飼育」によるマダイの種苗生産事例。栽培漁業センター技報，4，14-17 (2005)。
- 6) 桑田 博・山下貴示・藤波祐一郎・小磯雅彦・日野明德：海産ワムシ類の培養ガイドブック，栽培漁業技術シリーズ6，(社)日本栽培漁業協会，東京，2000，pp. 43-118。
- 7) 丸山敬悟・津村誠一・森岡泰三：マダイの健全性に関する試験－I 粗放的生産魚と集約的産魚の比較。栽培技研，15，157-167 (1986)。
- 8) 竹内俊郎：魚類における必須脂肪酸要求の多

- 様性. 化学と生物, 29, 571-580(1991).
- 9) 島 康洋・小磯雅彦・友田 努・手塚信弘・荒井大介：市販の濃縮淡水クロレラを用いたマダいの「ほっとけ飼育」. 栽培漁業センター技報, 27-30(2008).
 - 10) 中野 広：健苗性とその基準, 「水産学シリーズ 93放流魚の健苗性と育成技術」(恒星社厚生閣), 東京, 1993, pp. 9-18.
 - 11) 反田 實：人工生産ヒラメの潜砂能力. 水産増殖, 36, 21-25(1988).
 - 12) 高見英輝：生化学的分析からみたクロアワビ人工稚貝の生理・生態学的特徴. 平成3年度東京水産大学修士論文, 1-36(1992).
 - 13) 中野 広・小野木博一・大橋誠之・丸山敬悟：マダいの空中干出時の生化学的変化に関する研究 粗放的生産魚と集約的生産魚との比較－I. 栽培技研, 17, 107-113(1989).
 - 14) 津村誠一：2干出耐性, 「生産力応用技術開発報告書〔V〕－放流用マダいの種苗性強化技術開発－」((社)日本栽培漁業協会), 東京, 1996, pp. 24-27.
 - 15) 友田 努・小磯雅彦・桑田 博・陳 昭能・竹内俊郎：増殖ステージの異なるシオミズツボウムシのマダイ仔魚に対する餌料価値. 日水誌, 70, 573-582(2004).
 - 16) 友田 努・小磯雅彦・桑田 博・陳 昭能・竹内俊郎：増殖ステージの異なるシオミズツボウムシのヒラメ仔魚に対する餌料価値. 日水誌, 71, 573-582 (2005).
 - 17) 小林真人：3形態異常防除技術開発 (マダイ), 「日本栽培漁業協会事業年報平成13年度」((社)日本栽培漁業協会), 東京, 2001, pp. 246-249.

ばいかご漁業におけるエッチュウバイ選別機の開発

向井哲也¹

Development of a sorter of Whelk *Buccinum striatissimum*
for the Whelk basket net fishery

Tetsuya MUKAI

Abstract: We developed a sorter for efficient selection of whelks of various sizes caught by whelk basket fishery. The sorter can sort out whelks to 5 steps by rotating rollers side by side. Sorting tests by fishermen were carried out during three months and there was little difference in selecting accuracy between the machine and manual selection. The time of selection by the sorter was reduced to 1/3 compared with manual selection.

キーワード：エッチュウバイ，ばいかご漁業，選別機

はじめに

島根県西部におけるばいかご漁業はエッチュウバイ *Buccinum striatissimum* を主な漁獲対象とし、小型底びき網漁業の休漁期の漁業として6～8月に操業されている。ばいかご漁業の主漁場は島根県西部沖の水深180～200mの水域であり、平成21年現在で5経営体が操業している。

ばいかご漁業により漁獲されたエッチュウバイは島根県西部の市場ではサイズにより5段階の銘柄（豆・小・中・大・特大）に選別されて出荷されている。ばいかご漁業では1航海で数百キロのエッチュウバイが水揚げされるが、選別作業では、水揚げされたエッチュウバイをトロ箱に開け人の手で貝を1個ずつ銘柄別に分けている（図1）。作業は船員およびその家族により行われているが、5～6人で1～2時間程度を要し、労力的負担は大きい。また、エッチュウバイの操業時期は夏季の高温時であり、選別時に貝が長時間外気に曝されることによる活力・鮮度の低下が懸念される。

これらのことから、エッチュウバイ選別作業の迅速化と省力化を目的に選別機の試作と現場への普及を試みたので報告する。



図1. エッチュウバイの選別作業 (JFしまね久手市場)

材料と方法

基準となるエッチュウバイの規格 選別の基準となるエッチュウバイの各銘柄のサイズ（殻高）については、表1に示す数値を採用した。これは島根県浜田水産事務所より提案された規格であり、各市場で用いている各銘柄のサイズはこれに準じたものとなっている。

選別機の設計 選別機は低コストで作成できるようにできるだけ単純な構造を採用した。選別機の基本原理は、隙間を空けて並べた回転ローラーを

¹現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

表1. 島根県西部の市場におけるエッチュウバイの銘柄とサイズ（殻高）

規格	殻高
豆	60mm未満
小	60～75mm
中	75～90mm
大	90～100mm
特大	100mm以上

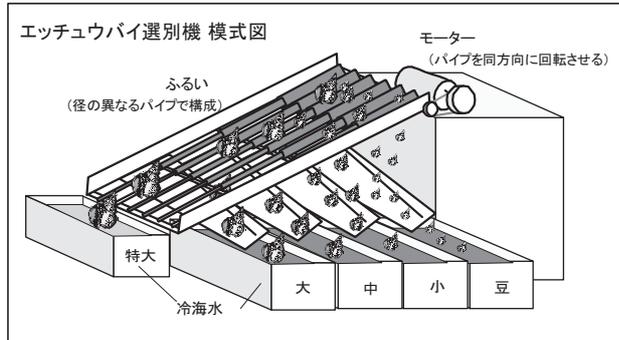


図2. エッチュウバイ選別機の基本原理

並べてふるいとし、各ローラーの直径を段階的に変えることにより、隙間から落下する貝がサイズ別に選別されるものとした（図2）。ふるい部分の設計においては、為石ら¹⁾によるエッチュウバイの殻高-殻幅関係式から各銘柄の境界にあたる殻幅を推定し、それを基本に各銘柄に対応したローラー隙間間隔を設定してそれに応じた径のローラーを採用した。その他、ローラーの勾配や回転数などの設定は試行錯誤を繰り返し最適な選別ができるよう試作機を作成した。

試作機による室内試験 まず室内試験により選別機の性能を確認した。室内試験においては、JFしまね久手市場で購入したエッチュウバイ各銘柄60個の殻高を計測し、それらを混合し選別機で選別した。選別された各銘柄のエッチュウバイの殻高を測定し、人手により選別されたサイズと比較した。

実証試験 室内試験により性能が確認されたため、市場で実際に試作機を持ち込み、選別機の性能、作業性、作業効率および耐久性について検証した。実証試験では、平成19年6月～8月の間、ばいかご漁業を営むJFしまね和江支所所属の海新丸に選別機の使用を依頼した。実証試験では、大量のエッチュウバイを処理するための効率的な作業手順について検討した。作業効率を調べるため選別作業に要する時間の計測の他、選別精度を確かめるため選別機で選別された各銘柄60個のエッチュウバイについて殻高を測定し、同時期にJFしまね久手市場で購入したエッチュウバイの殻高組成と比較した。さらに試験終了後、漁業者および漁協販売担当者に選別機使用の感想について聞き取りを行った。また販売データからエッチュウバイの単価を調べ、選別機により選別されたエッチュウバイの評価について検証した。

結 果

選別機の仕様 作成した試作機の構造図を図3に、作成した選別機と作業風景を図4にそれぞれ示す。ふるい部分のローラーの長さは2.5m、本数は12本とし、9.0°の勾配をつけて同方向に回転させることにより貝を送る仕組みとした。各ローラーの径を上から5段階で細くしていくことにより、隙間間隔が順に広がり、サイズの小さな貝から順に落下するよう設計した。各銘柄の貝に対応するローラーの隙間間隔やローラー径の設計値は表2に示した。ローラーの材質は耐磨耗性に優れたソリジュール樹脂を採用した。ローラーを回転させる動力は0.4KW（AC100V）のモーターを用い、動力はベルトとギアで減速した後チェーンとスプロケットで各ローラーに伝達する仕組みとした。選別機のフレーム等の基本部分は鉄材を使用した。

表2. 選別機のローラー隙間間隔等の設計値

エッチュウバイの殻高・殻幅		設計値		
各銘柄の境界となる殻高(mm)	殻高から導き出される殻幅(mm)*	ローラー間の隙間間隔(mm)	ローラー径(mm)	ローラーの間隔(mm)
豆-小	60	24.6	24.0	41.0
小-中	75	29.9	30.0	35.0
中-大	90	35.3	35.0	30.0
大-特大	100	38.8	40.0	25.0
特大-	—	—	47.0	18.0

* 殻幅の推定は為石らによる殻高-殻幅関係式 $x=0.356y + 3.22$ (x : 殻幅、 y : 殻高)を用いた

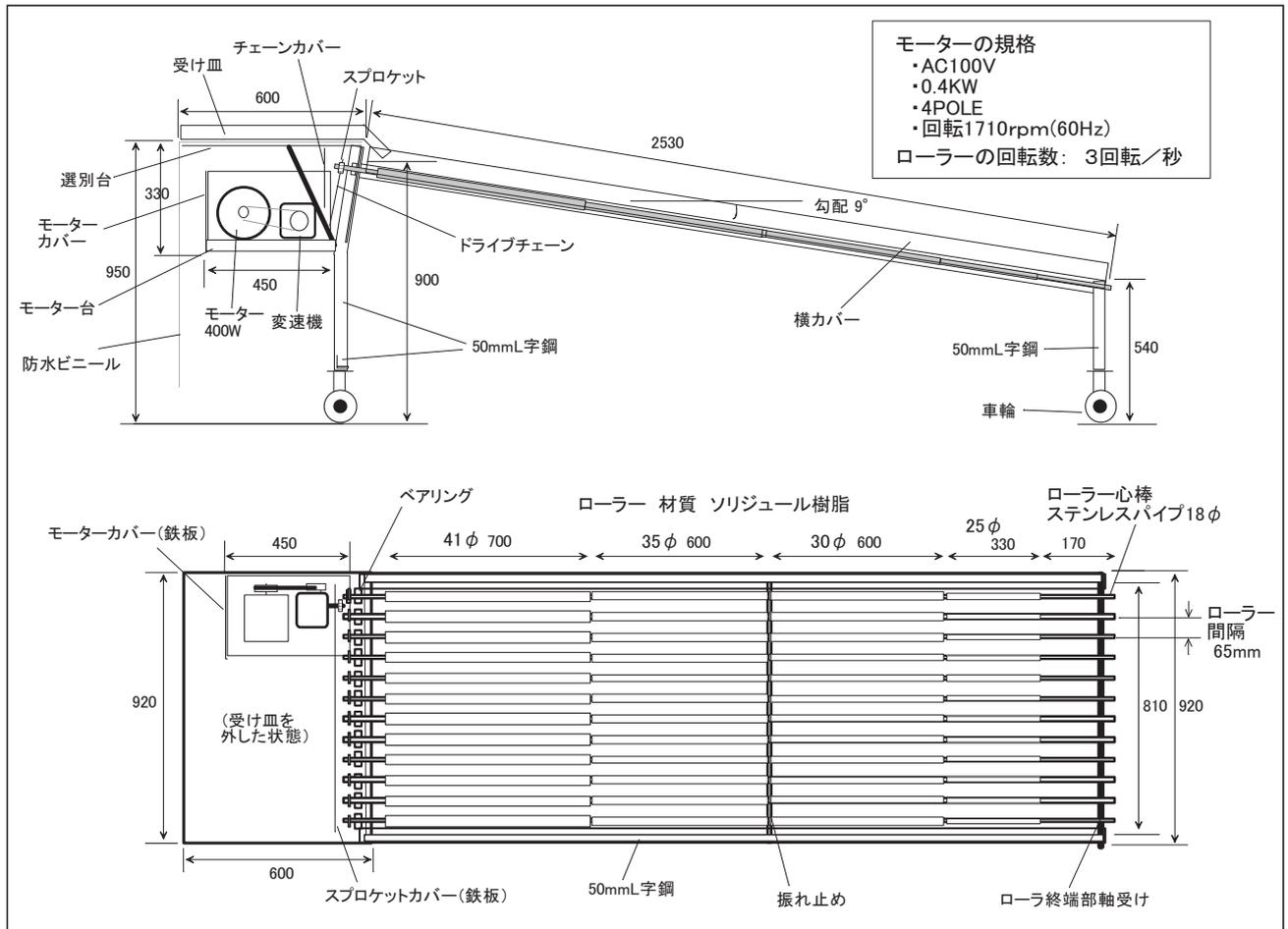


図3. エッチュウバイ選別機（試作機）の構造図

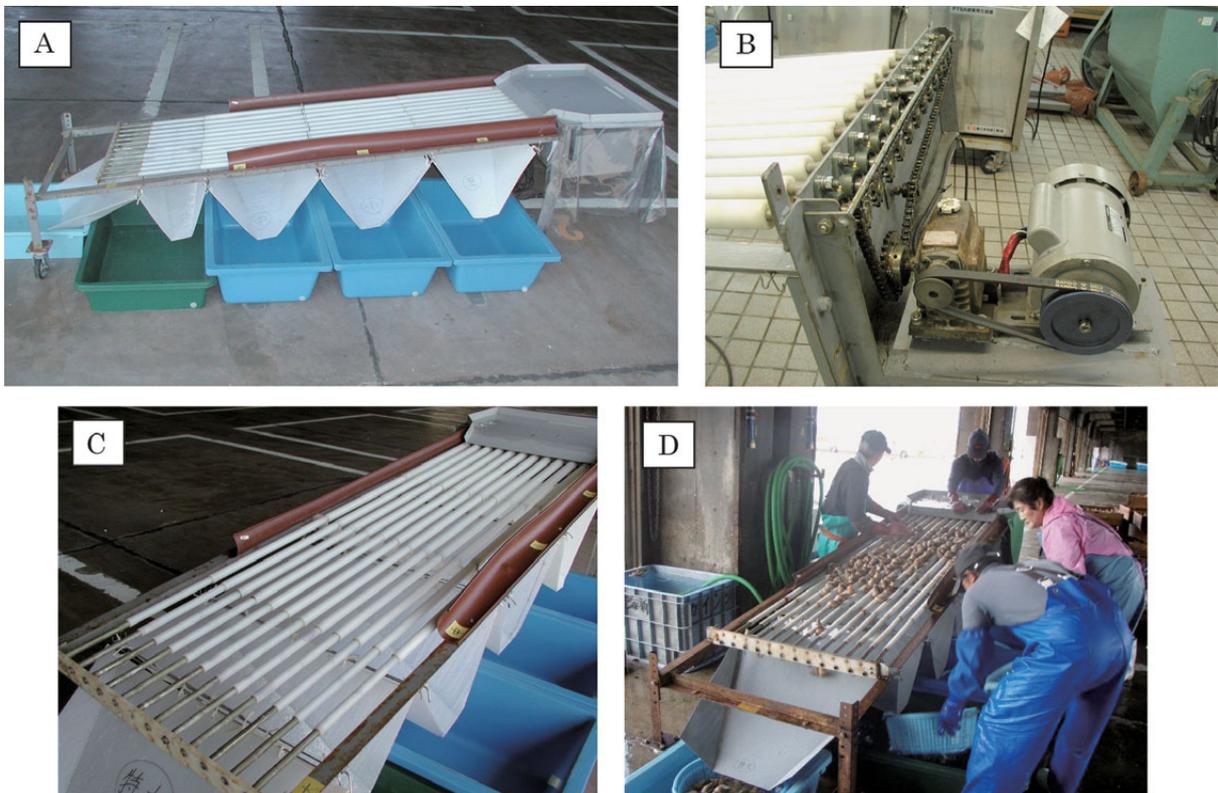


図4. エッチュウバイ選別機（試作機） 全体 (A), 駆動部 (B), ふるい部分 (C), 実証試験における作業風景 (D)

室内試験の結果 市場で購入した各銘柄のエッチュウバイと、室内試験において選別機により選別されたエッチュウバイの殻高の組成を図5に、各銘柄の殻高の平均値と標準偏差を表3にそれぞれ示す。また選別精度の尺度として、選別された各銘柄の貝のうち表1に示した本来の銘柄サイズに合致している個数の割合を図6に示す。選別機では人手による選別に比較してばらつきが見られるものの、人手による選別に準ずる選別精度が得られた。

実証試験の結果

1. 作業手順

作業手順は下記のとおりである。(作業は通常4～5名で行う。図4(D)参照)

(1) 漁獲されたエッチュウバイは網袋(約10kg)に入れて冷海水を満たした大水槽に入れておく。

(2) 選別機の下にはプラスチック水槽を並べ、水槽には冷海水を満たす。水槽にはカゴを入れておく。

(3) 選別機の電源を入れ、大水槽から1袋ずつ貝を出し、選別機上部の受け皿に貝をあけ、選別機のふるい部分に少しずつ落としてゆく。

(4) 回転するローラーの隙間から落下したバイは銘柄別に斜路から水槽のカゴに落ちる。カゴには作業員が付き、ある程度貝がカゴに貯まった段階で貝を銘柄別のトロ箱に移す。明らかに規格から外れた貝があれば、カゴに入った時点もしくはトロ箱に移す時点で取り除く。

(5) 選別が完了すると、バイを殺菌海水で洗浄した後トロ箱に詰め、氷を入れて出荷する。

2. 作業効率

ばいご漁業における1航海の平均的な漁獲量約500kgを選別するのに、従来は5～6名で約1時間30分を要していたが、選別機の使用により30分以内で選別が完了できることが分かった。また、選別機では貝は選別と同時に冷海水に投入されるため、効率的な鮮度保持が図られた。

3. 選別精度

実証試験における各銘柄の殻高組成を図7に、各銘柄の殻高の平均値と標準偏差を表4にそれぞれ示す。また、選別された各銘柄の貝のうち本来の銘柄サイズに合致している個数の割合を図8に示す。選別機では少数だが規格から大きく外れたものが混じる。しかし、作業手順の項で示したとおり、実証試験では規格外のものが選別機から出てきた時点で作業員が人手でそれを除去すること

で、人手で行った場合と遜色ない精度で選別を可能とすることができた。

4. 耐久性

実証試験においては、3ヶ月間で37航海分、約19トンのバイを選別機で処理したが、ローラー・

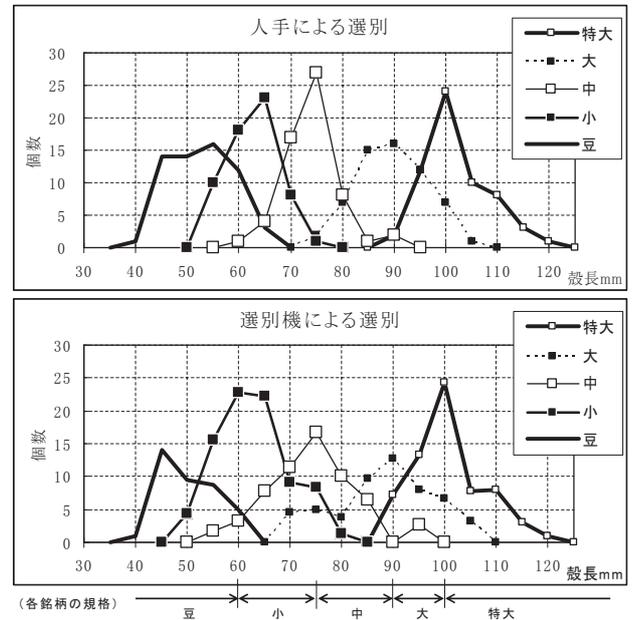


図5. エッチュウバイ選別機の室内試験の結果
上段：人手による選別（市場で購入）による各銘柄の殻高組成，下段：選別機で選別した各サイズの殻高組成

表3. 室内試験における選別後の各銘柄のエッチュウバイの殻高の平均値（括弧内は標準偏差）(単位 mm)

銘柄	豆	小	中	大	特大
選別機	52.9 (5.3)	65.2 (6.4)	76.8 (8.2)	90.6 (9.5)	103.4 (6.8)
人手	55.3 (5.9)	65.3 (4.6)	76.5 (5.2)	91.9 (6.8)	104.4 (6.4)

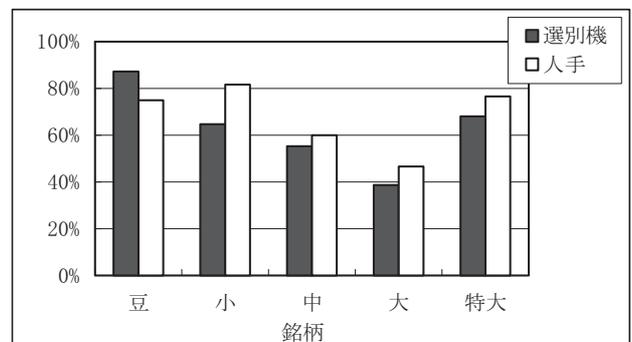


図6. 室内試験において選別した各銘柄のエッチュウバイが本来の銘柄サイズに合致した割合（個数割合，単位%）

駆動部などに目立った摩耗や損傷は見られなかった。3ヶ月中の不具合は電源ケーブルの接触不良のみであり、耐久性に問題はないと考えられた。

5. 聞き取り調査結果と品質の評価

漁業者からは選別機使用により選別作業が早く

終わるということで良い評価が得られた。特に「漁獲量の多い場合は効率的」との意見があった。また、「人手による選別では選別時に貝を投げていたが、選別機の使用により殻の破損が少なくなった」とのことであった。

販売担当者によると、試験開始当初、仲買業者から「小銘柄のサイズがこれまでより大きい」という声が聞かれたが、以後は特に意見や苦情はないとのことであった。表5に平成19年のJFしまね大田支所の和江市場および隣接する久手市場のエッチュウバイの各銘柄の単価を示す。和江市場は選別機使用の1漁業者のみであり、久手市場は人手による選別をしている3漁業者の平均単価である。和江市場の各銘柄の単価は、久手市場と比較して同等以上を維持しており、選別機使用による品質的な問題はなく、価格の向上に寄与した可能性もある。

表5. エッチュウバイ各銘柄の単価の比較 (単位:円/kg)
和江市場: 1隻 (選別機使用)
久手市場: 3隻の平均 (人手による選別)

銘柄	豆	小	中	大	特大
和江市場	982	751	511	286	304
久手市場	735	637	467	269	287

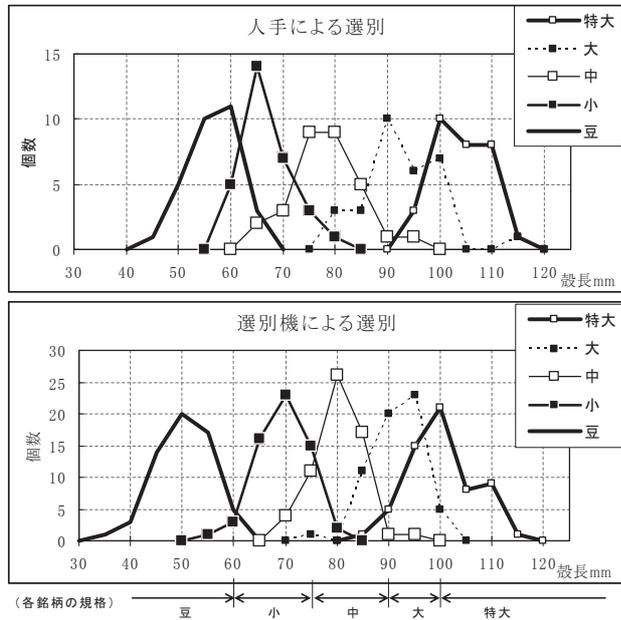


図7. エッチュウバイ選別機の実証試験の結果
上段: 人手による選別 (市場で購入) による各銘柄の殻高組成、下段: 現地で漁業者が選別機で選別した各銘柄の殻高組成

表4. 実証試験における選別後の各銘柄のエッチュウバイの殻高の平均値 (括弧内は標準偏差) (単位 mm)

銘柄	豆	小	中	大	特大
選別機	59.2 (5.1)	69.1 (4.7)	80.6 (6.7)	95.1 (7.3)	107.0 (5.4)
人手	52.9 (5.3)	71.9 (5.0)	82.3 (4.6)	93.8 (4.6)	102.5 (6.1)

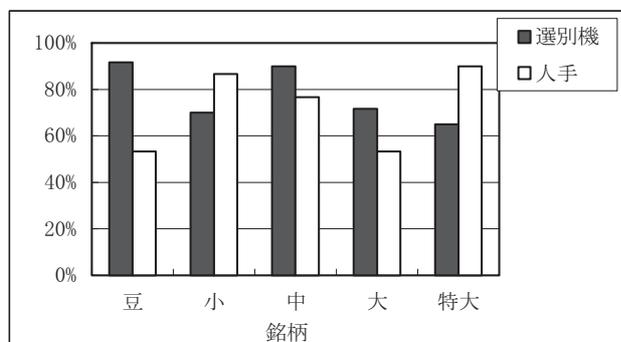


図8. 実証試験において選別した各銘柄のエッチュウバイが本来の銘柄サイズに合致した割合 (個数割合, 単位%)

考 察

実証試験の結果から、選別機により選別された各銘柄のエッチュウバイのサイズは人手による選別とほとんど変わりがなく、品質的にも問題が無いことが明らかになった。そして作業時間については人手による選別の1/3程度に短縮が可能であった。試作機は1漁期の連続使用においても耐久性に問題は発生せず、駆動部の給油などのメンテナンスを適正に行うことで現場での長期間使用が可能である。この選別機の普及によりエッチュウバイ選別作業は大きく迅速化されると考えられる。

本機は機体をステンレス材 (ローラー部分はソリジュール樹脂) で作成するとおよそ50万円程度の制作費が見込まれる。製作工程の中では、ローラー部分の作成過程が複雑であるため多くの経費が必要となる。機械の普及については水揚げ港の集約化などにより、選別機を複数の経営体で使用するなどの工夫も必要と思われる。

謝 辞

開発にあたっては海新丸を始め島根県小型機船

漁業協議会ばいかご部会の方々およびJFしまねの職員の方々に多大な協力を頂いた。選別機の駆動部分は仲村鉄工所（浜田市瀬戸ヶ島町）に設計いただいた。株式会社小川商会浜田営業所（浜田市殿町）ではローラー部分の製作について多くの助言をいただいた。心からお礼申し上げます。

文 献

- 1) 為石起司・村山達朗：ばいかご漁業における選択漁具の開発。島水試研報, 12, 43-48 (2005).

釣獲されたメダイの鮮度実態と 船上における致死方法の検討

岡本 満¹・森脇和也²・清川智之³・藤川裕司⁴

The freshness actual condition of Japanese butterfish *Hyperoglyphe japonica* by angling and examination of various killing procedures on board of Japanese butterfish

Mitsuru OKAMOTO, Kazuya MORIWAKI, Tomoyuki KIYOKAWA
and Yuji FUJIKAWA

Abstract: We examined the proper procedure of Japanese butterfish on board. Japanese butterfish were killed by six different procedures, i.e, bleeding division (contain group of cutting brain and bleeding, cutting spiral cord and bleeding, bleeding, and leaving in the air for 15 minutes after cutting gill) and non-bleeding division (contain group of dipping in cold sea water (temperature shock) and leaving in the air for 60 minutes (struggled killing)). The a* values of muscle of the struggled killing group was higher than that of the other group. Degrees of bleeding in muscle of bleeding division were less than that of non-bleeding division. These results indicated that a bleeding can keep muscle white. However, breaking strengths and K values were independent of killing procedures. The differences of breaking strengths and K values depended on causes except killing procedures such as temperature management.

キーワード：活けしめ，K値，鮮度保持，脱血，破断強度，メダイ

はじめに

メダイ *Hyperoglyphe japonica* の島根県における2009年の年間漁獲量は326 トンで，県内釣漁業における重要な対象魚種になっている．県内の一部地域では，釣漁業で漁獲されたメダイの付加価値向上を目指して，延髄刺殺と脱血によるいわゆる“活けしめ”が行われるようになった．しかし，死後変化に及ぼす致死条件の影響が明らかになっていないことから，適正な致死方法の検討と普及が求められている．海産魚の死後変化に及ぼす致死条件の影響については，ヒラメ^{1,2)}，養殖ハマチ³⁾，マアジ^{4,5)}，マルアジ⁷⁾，マサバ⁷⁾，カツ

オ^{8,9)}，イサキ¹⁰⁾などで報告されているが，メダイに関しては簡易的な試験による知見¹¹⁾はあるものの，詳細な検討は行われていない．

そこで，釣で漁獲されたメダイの鮮度実態を調査するとともに，致死方法との関係を調べた．また，その結果を踏まえ，メダイ釣漁業において漁獲されたメダイを異なる致死方法で処理し，致死方法と鮮度指標との関係について検討した．

試料と方法

鮮度実態調査 2007年2月に大田市仁摩地区のメダイ釣漁船4隻(A, B, C, D)が漁獲した

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 現所属：総合調整部 General Coordination Division

³ 現所属：島根県庁しまねブランド推進課 Shimane Brand Promotion Division, Prefectural Shimane Government, Matsue 690-8501, Japan

⁴ 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

メダイを5尾ずつ供試魚とした。研究室への搬入後、側頭部及び鰓蓋内部を観察し、即殺処理がどのようにされているかを確認した。経時的に背部筋肉の a^* 値、破断強度を測定するとともに ATP 関連化合物を定量分析した。

致死条件試験 2007年11月にメダイ釣漁船に乗船し漁獲されたメダイ18尾を、①延髄刺殺・脱血、②脊髓切断・脱血、③脱血、④温度ショック（水氷じめ）、⑤鰓切断後15分間甲板放置、⑥苦悶死（60分間甲板放置）、の6試験区で、試験区①に4尾、他の試験区に各3尾を処理した。試験区は鮮度実態調査と漁業者からの聴き取りを参考に設定した。なお、試験区⑤は、操業の効率化のために漁獲されたメダイの鰓基部のみを切断し甲板に放置したまま次の漁労作業に移る可能性を推測して設定した。

処理には全て出刃包丁を用い、延髄刺殺は延髄位置の側頭部から、脊髓切断は頭部後方の脊髓位置に包丁を差し入れ切断した。脱血は鰓蓋から包丁を差し入れ入鰓動脈を切断した（図1）。温度ショックは漁獲されたメダイをそのまま水氷に浸漬した。いずれも処理後は直ちに水氷に浸漬した。帰港後直ちに下氷を施したクーラーボックスに並べ、実験室に持ち帰り供試魚とした。経時的に背部筋肉の a^* 値、破断強度を測定するとともに ATP 関連化合物を定量分析した。供試魚は下氷をしたクーラーボックスに入れ5℃で貯蔵した。貯蔵中の供試魚体温の平均値と標準偏差は $0.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$ だった。

測定・分析方法 a^* 値は背部筋肉を厚さ1cm

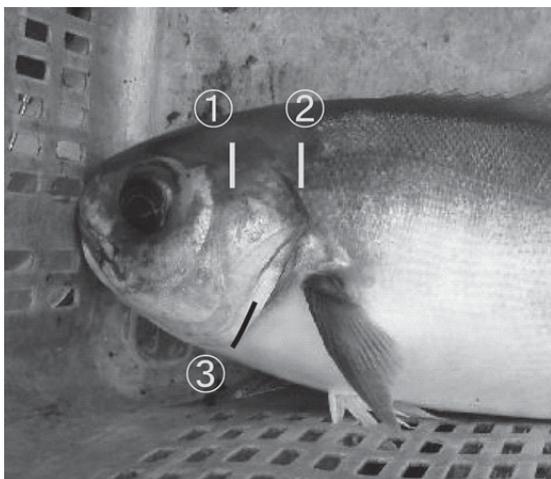


図1. 各処理の位置

①延髄刺殺, ②脊髓切断, ③脱血

に切り出し、黒色のゴム板の上に乗せ色差計（日本電色 NF333）で4ヶ所を測定し平均値を算出した。破断強度は Ando *et al.*¹²⁾ の手法に準じ、 a^* 値の測定に用いた筋肉をレオメーター（サン科学 R-UDJ-DM II, 測定条件 プランジャー：直径10mm円形, 試料台速度：毎秒1mm, クリアランス：1mm）で筋繊維に対して垂直方向に測定した。ATP 関連化合物は、血合筋を除去した背部筋肉2gを10%過塩素酸でホモジナイズした後、遠心分離により除タンパクした上澄みを pH7 前後に調整し、高速液体クロマトグラフ（島津製作所 10Avp, 分析条件 移動相：100mM りん酸-トリメチルアンモニウム緩衝液/アセトニトリル=100/1, カラム：信和化工 STR-ODS II (150L×4.6mm I.D), 移動相流速：1ml/min, カラム温度：40℃, 検出波長：254nm, 装置制御及びデータ処理ソフト：島津製作所 CLASS-VP) で定量分析した。K 値は定量した ATP 関連化合物のうち、イノシン (HxR) およびヒポキサンチン (Hx) の化合物総量に対する百分率として算出した。

また、脱血の効果を確認するため、測定最終日に採材しなかった側の片身をフィラーにして、筋肉の色調を目視確認した。

試験区ごとの比較における統計処理は t-検定を用い、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

結 果

鮮度実態調査 供試魚の概要を表1に示した。外部観察では A 船は全ての個体に延髄切断及び鰓からの脱血が別々に施されていた。B 船と C 船は延髄ではなく頸部の脊椎を切断し脊髓切断と腹大動脈切断による脱血を兼ねていた。D 船は5尾中3尾で刃物は延髄に届いておらず、脱血も施されていなかった。他の2尾は何の処理もされていなかった。全ての供試魚は水揚時には完全硬直に達していた。

a^* 値は漁獲から12時間後、24時間後までは4船ともほぼ同じ数値を示したが、48時間後、72時間後には船間差が大きくなり、96時間後にはふたたび船間差がなくなった（図2）。破断強度は経時的に低下した。A 船が48時間後までは B 船、C 船、D 船に対して有意に高く変化した（図3）。

K 値は漁獲12時間後ではほぼ同じ値だったが、24時間後以降経時的に差が広がり始めた（図4）。有意差は48時間後、72時間後で A 船と D 船の間

表 1. 鮮度実態調査における供試魚の概要

船名	尾叉長 (mm)	体重 (g)	活けしめの有無と方法
A船	429	1,480	延髄刺殺・脱血
	433	1,430	〃
	442	1,350	〃
	448	1,640	〃
	421	1,290	〃
B船	408	1,020	脊髓切断・脱血
	374	830	〃
	418	1,160	〃
	407	1,020	〃
C船	404	950	〃
	390	970	脊髓切断・脱血
	357	800	〃
	398	1,070	〃
	401	1,050	〃
D船	386	910	〃
	396	930	なし
	388	970	なし
	378	850	延髄刺殺*
	382	900	なし
	390	930	延髄刺殺*

*刃物が延髄に達していなかった。

に、96時間後でA船、B船、C船とD船の間に、102時間後でA船とB船、C船、D船の間に、B船、C船とD船の間に認められた。

筋肉の色調は貯蔵期間を通じて、D船がA船、B船、C船に比べて全体的に赤みが強く、部分的な出血も多く見られ、72時間後では鰓や内臓が赤黒く変色し異臭が強かった。

致死条件試験 大田市仁摩漁港を4時35分に出港し14時20分に帰港した。漁場は浜田市三隅町北方沖、試験実施時の表層水温21.7℃、外気温16.2℃だった。供試魚の漁獲時間帯は午前7時15分から10時40分だった。延髄刺殺及び脊髓切断では処理の瞬間に体色が黒変したが、他の処理では黒変しなかった。帰港時には全ての供試魚が完全硬直に達していた。供試魚の概要を表2に示した。a*値について、脱血後速やかに水氷浸漬した試験区(①②③)、脱血することなく水氷浸漬(④)、鰓切断後15分間甲板に放置(⑤)、苦悶死(⑥)それぞれの試験区ごとに比較した(図5)。⑥が、30時間後で①②③に対して、54時間後で⑤に対して、78時間後で①②③、④、⑤に対して、それぞれ有意に高く変化した。

破断強度は、10時間後で⑤が⑥に対して、有意に高かったが、30時間後では延髄刺殺と脱血(①)、脊髓切断と脱血(②)、脱血(③)が鰓切断後15分間放置(⑤)、苦悶死(⑥)よりも有意

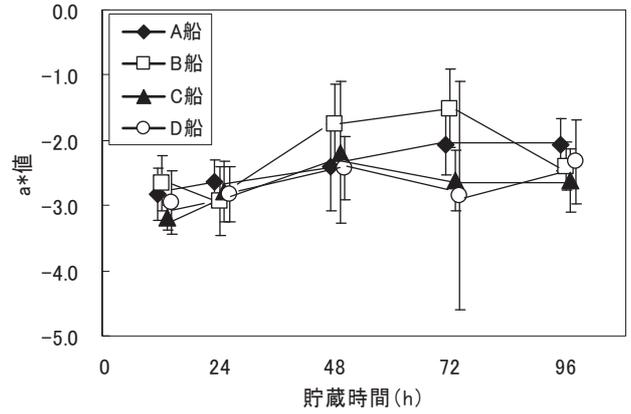


図 2. 鮮度実態調査におけるa*値の経時変化 上下に伸びる線分は標準偏差を示す (n=5)

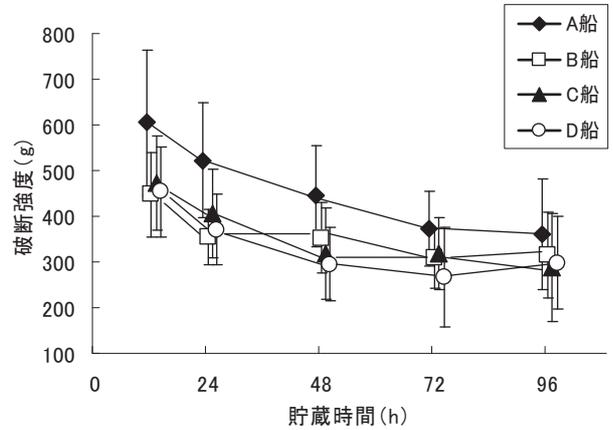


図 3. 鮮度実態調査における破断強度の経時変化 上下に伸びる線分は標準偏差を示す (n=5)

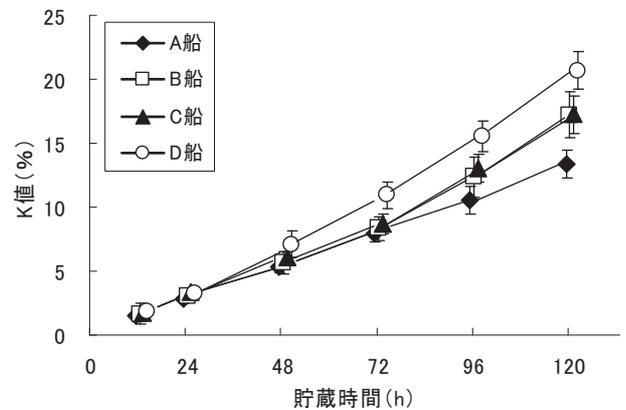


図 4. 鮮度実態調査におけるK値の経時変化 上下に伸びる線分は標準偏差を示す (n=5)

表 2. 致死条件試験における供試魚の概要

試験区	処理方法	供試尾数	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	水氷水温 (°C)		魚体温 (°C)	
					浸漬直前	帰港時	漁獲時	帰港時
①	延髄刺殺・脱血	4	47.7~52.9	1.7~2.6				
②	脊髓切断・脱血	3	48.2~50.1	1.8~2.1				
③	脱血	3	46.2~48.6	1.7~2.1	-1.6	-1.0	18.2	-0.7
④	温度ショック	3	47.9~52.8	1.9~2.4			~20.1	~4.0
⑤	鰓切断後15分間放置	3	48.9~52.0	1.9~2.3				
⑥	苦悶死	3	48.7~51.8	2.0~2.2				

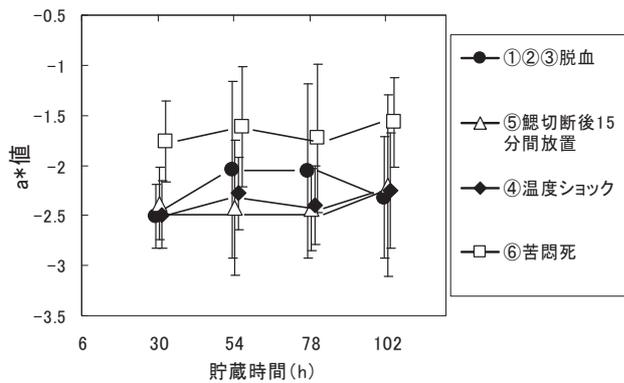


図 5. 致死条件試験における a* 値の経時変化. 脱血の効果を確認するため, 脱血した 3 試験区をまとめ (n=10), 鰓切断後 15 分間放置した試験区 (n=3) と脱血しなかった 2 試験区 (各 n=3) と比較した. 上下に伸びる線分は標準偏差を示す.

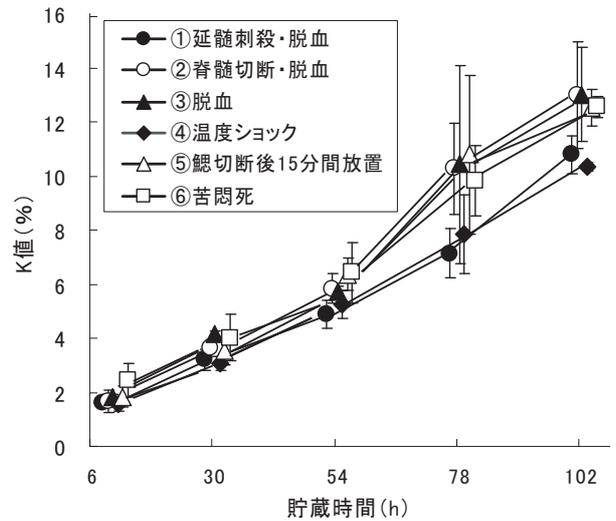


図 7. 致死条件試験における K 値の経時変化. 上下に伸びる線分は標準偏差を示す (n=5)

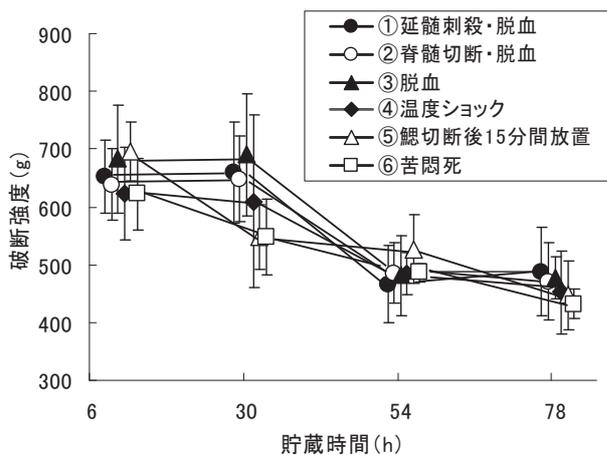


図 6. 致死条件試験における破断強度の経時変化. 上下に伸びる線分は標準偏差を示す (①: n=4, ②~⑥: 各 n=3)

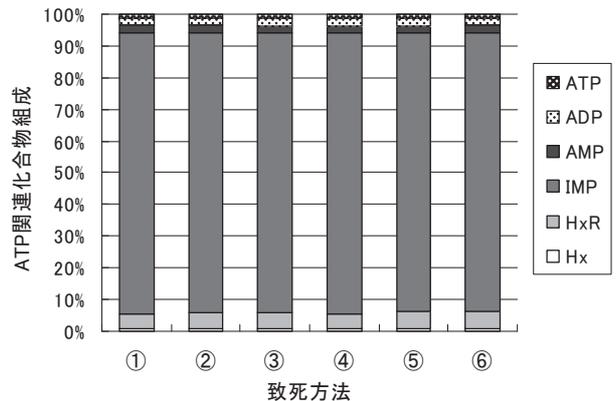


図 8. 致死条件試験における漁獲後 54 時間後における ATP 関連化合物組成
致死方法: ①延髄刺殺・脱血, ②脊髓切断・脱血, ③脱血, ④温度ショック, ⑤鰓切断後 15 分間放置, ⑥苦悶死

に高くなった。54時間後で試験区ごとの有意差はなくなった(図6)。

K値は試験区ごとの有意差は認められなかった(図7)。一般的に鮮魚として消費されると考えられる54時間後のATP関連化合物組成における、

主要な旨み成分であるIMP(イノシン酸)はATP関連化合物中約88%で、試験区ごとの明らかな違いは認められなかった(図8)。IMPの54時間後の蓄積量は4.6~7.8 $\mu\text{mol/g}$ だった。

筋肉の色調の目視確認においては、脱血をした試験区(①, ②, ③, ⑤)では筋肉が均質に白色を帯びていたが、脱血をしなかった試験区(④, ⑥)で腹腔と背骨周辺を中心として、点状出血及び鬱血が認められた(図9)。

鰓や内臓は、苦悶死した個体がやや赤黒く、臭いは他の試験区の供試魚と変わらなかった。

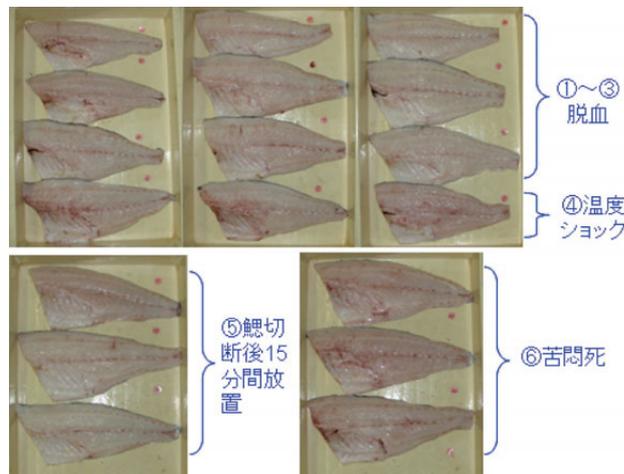


図9. 致死条件試験における筋肉の色調. 脱血処理をしていない試験区④と⑥には点状出血や鬱血が確認された

考 察

鮮度実態調査 鮮度面においてA船が最も優れ、B船、C船が続いてほぼ同等、D船が最も劣っていることが分かった。これは外部観察における活けしめ処理の徹底とほぼ対応していた。すなわち、延髄刺殺と脱血処理が確実にされているメダイほど高鮮度であることが推察された。これは産地市場における各船の評価とも符合していた。

致死条件試験 破断強度は30時間後において一時的に延髄刺殺と脱血処理、脊髄切断と脱血処理、脱血処理の、いわゆる活けしめをした試験区が高くなったが、これら3試験区は脱血処理が共

通していた。脱血処理と破断強度の関係について、安藤¹³⁾は、回遊性の魚種であるブリ、マアジ、シマアジについては脱血による魚肉軟化の遅延効果が認められたが、底生性の魚種であるメダイ、ヒラメ、メジナについては脱血の遅延効果は認められなかったことを報告している。生態学上ここでの「回遊性」の反語は「定着性」、「底生性」の反語は「表中層性」に当たると思われるが、メダイがどちらに該当するのかは不明である。一方で望月ら⁵⁾は、延髄刺殺し脱血したマアジの破断強度が、延髄刺殺単独のマアジと顕著な差がなく、その原因が延髄刺殺時の一定量の出血によることを示唆しており、今回の試験においても延髄刺殺による出血が認められた。以上の知見と今回の結果は、脱血処理が破断強度に及ぼす影響を示唆している。また、養殖ハマチ³⁾、マアジ⁴⁾では苦悶死させた個体の破断強度が著しく低下することが報告されているが、今回の試験では苦悶死させた供試魚の破断強度がもっとも低く推移したものの、54時間後にはほぼ同じ値になった。全体として破断強度に及ぼす致死条件の影響が少ないのは、メダイの特性であると考えられた。

K値について、ヒラメ¹⁾、マアジ^{4, 6)}では致死条件による明らかな差は認められなかったこと、イサキでは苦悶死よりも延髄刺殺、温度ショック処理が低かったことが報告されている⁸⁾。また、マアジでは延髄刺殺単独に対して延髄刺殺に加え脱血処理を行うことでK値が低くなったことが報告されている⁵⁾。他魚種での致死条件がK値に明らかな影響を及ぼすという報告は少なく、今回のメダイについても明らかな関係を認めることはできなかった。

一方でヒラメ²⁾、メダイ¹⁴⁾では0℃貯蔵よりも10℃貯蔵の方が、マアジ⁴⁾では0℃貯蔵よりも8℃貯蔵の方が経時的にK値が高く変化することが報告されている。また、底びき網漁業で漁獲されたソウハチ、ニギス、アカムツ、キダイを用いた試験では、漁獲直後の水氷浸漬による予冷処理を加えることにより、従来法の上氷処理に比べてK値が低くなったことが報告されている¹⁵⁾。メダイについて貯蔵温度とK値の関係を検討した報告はないが、鮮度実態調査ではK値に明らかな差が認められ、市場担当者の聴き取りからも漁業者によって温度管理に差がある可能性があったことから、致死条件とともに貯蔵温度がK値に影響を与えることも考えられる。

魚肉の赤みを示す a^* 値に関しては、脱血処理しなかった試験区の中で、苦悶死のみが高い値を示し、温度ショック処理は脱血処理とほぼ同程度の値を示した。寺山、山中⁸⁾はカツオを用いた試験で、温度ショック処理のほうが打撃処理よりも a^* 値が高かったことを報告していることから、致死までの苦悶が長く続くほど筋肉内に血液が回ることが原因と推察されるが、詳細は不明である。一方、目視観察では、明らかに脱血した試験区で筋肉からの出血が少なかった。鰓切断後空气中に放置することで脱血することも分かった。油野、廣田¹⁶⁾はサクラマス、油野、浜田¹⁷⁾は海峡サーモン（青森県の北彩漁業生産組合が海中飼育を行っているドナルドソン系ニジマス）を用いた試験で、活けしめ脱血処理により、筋肉や内臓内の血液を減少させ腐敗の進行や血生臭さを抑えられると推測している。このことは、脱血処理がされていない供試魚の鰓や内臓が赤黒く変色し、異臭を放ったという今回の試験結果と共通している。

以上から、 K 値を低く維持するためには延髄刺殺と温度ショック処理が有効であり、破断強度を高く維持するためには苦悶死を防ぐことが有効であることが示唆された。メダイの品質を維持するためには、脱血処理が最も重要であることが明らかとなった。今回の致死条件調査では、延髄刺殺の優位性が明確に認められなかったものの、 K 値では優位性が示唆されており、延髄刺殺・脱血がメダイの鮮度保持技術の指針になると考える。

今後は、貯蔵温度と鮮度指標の関係について明らかにしていく必要がある。

謝 辞

本報告のデータを取得するにあたり、試験操業を快諾いただいた漁業協同組合 JF しまね仁摩支所の筑後修氏に厚くお礼申し上げる。また、調査に際して多大なご協力をいただいた島根県水産技術センター 大賀悦子職員、島根県浜田水産事務所 石橋茂人主任（現水産庁増殖推進部漁場資源課資源管理調査係長）、本報告をまとめるに当たって有益なご批判、ご助言をいただいた、島根県農林水産部水産課 井岡 久グループリーダー（現水産技術センター漁業生産部利用化学グループ科長）を始め、関係者の皆様に感謝する。

文 献

- 1) 岩本宗昭：魚類の“生き”の保持に関する研究。島水試研報，6，1-59(1989)。
- 2) 岩本宗昭，山中英明，渡部終五，橋本周久：天然および養殖ヒラメの死後硬直の進行の比較。日水誌，56，101-104(1990)。
- 3) 岡 弘康，大野一仁，二宮順一郎：養殖ハマチの致死条件と冷蔵中における魚肉の硬さとの関係。日水誌，56，1673-1678(1990)。
- 4) 望月 聡，佐藤安岐子：マアジ筋肉の死後変化に及ぼす致死条件と貯蔵温度の影響。日水誌，60，125-130(1994)。
- 5) 望月 聡，乗田嘉子，前野久美子：マアジ筋肉の死後変化に及ぼす脱血の影響。日水誌，64，276-279(1998)。
- 6) 望月 聡，前野久美子，乗田嘉子：首折りによって致死させたマアジ筋肉の死後変化。日水誌，63，396-399(1997)。
- 7) 望月 聡，佐藤安岐子：マサバおよびマルアジ筋肉の死後変化に対する致死条件の影響。日水誌，62，453-457(1996)。
- 8) 寺山誠人，山中英明：カツオの品質に及ぼす脱血の効果。日水誌，66，852-858(2000)。
- 9) 寺山誠人：活けしめ脱血によるカツオなどの品質向上に関する研究。日水誌，70，678-681(2004)。
- 10) 岡本 昭，濱田友貴，三浦勝貴，野中 健，桑原浩一，大迫一史，三嶋敏雄，橘 勝康：養殖イサキの死後変化に及ぼす刺殺条件と保存温度の影響。日水誌，72，918-923(2006)。
- 11) 清川智之，開内 洋，石原成嗣，井岡 久：釣獲したメダイの高品質化に向けての取り組み。水産物の利用に関する共同研究，45，47-50(2005)。
- 12) M. Ando, H. Toyohara, Y. Shimizu, and M. Sakaguchi: Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1165-1169 (1991)。
- 13) 安藤正史：魚類筋肉の死後における軟化機構に関する研究。日水誌，62，555-558(1996)。
- 14) 岩本宗昭，井岡 久，斉藤素子，山中英明：マダイの死後硬直と貯蔵温度との関係。日水誌，51，443-446(1985)。
- 15) 石原成嗣：底びき網漁獲物の鮮度保持技術

- の向上試験. 島水試研報, 13, 45-48(2006).
- 16) 油野 晃, 廣田将仁: サクラマス (*Oncorhynchus masou*) 筋肉の死後変化に及ぼす致死条件と貯蔵温度の影響 (II). 下北ブランド研究開発センター試験研究報告, 4, 53-58, (2005).
- 17) 油野 晃, 浜田勇一郎: 海峡サーモンの活けしめ脱血処理による鮮度保持効果. 下北ブランド研究開発センター試験研究報告, 4, 59-62(2005).

日本海南西部島根県沖で漁獲された魚介類に 確認された寄生虫

岡本 満¹

The parasites of fishes and shellfishes caught
in the south-western Sea of Japan off Shimane Prefecture

Mitsuru OKAMOTO

Abstract: In Shimane Prefecture, with the recent growing interest in food safety, the number of consultations on the foreign substances in fishes and shellfishes has been increasing. Most of these cases are related to parasites. The example of the parasites in wild fishes and shellfishes causing fish disease are rather rare. However, risks of the food safety of these parasites need to be properly evaluated. In Addition, keeping records of parasites in fishes and shellfishes is considered to have the significance in terms of fishery resource and ecology study. This paper reports 13 cases of parasite infections from fishes and shellfishes caught in the south-western Sea of Japan off Shimane Prefecture from 2004 to 2009.

キーワード：安全・安心，異物混入，寄生虫，天然魚介類

はじめに

島根県は1,027kmにもおよぶ東西に長大な海岸線を有し，県下全域の沿岸域や沖合域で多種多様な漁業が営まれており，水揚げされる魚介類も多種にわたっている。

近年，漁業者，水産加工業者，流通業者，消費者，遊漁者から，「魚介類の体表や筋肉に異物がある」という相談事例が増えてきた。これらを検査すると，流通段階で付着したと思われる異物も稀にあるが，多くは寄生虫によるものである。天然魚介類の寄生虫は，宿主に対して重篤な被害をもたらすことは少ない。しかし，昨今の食品の安全・安心への関心の高まりを背景として，今後も問い合わせや持ち込みが増えてくると予想される。これらに適切に対応していくためにも，島根県沖における魚介類寄生虫に関する正確な情報を把握しておく必要がある。また，天然魚介類の寄生虫に関する知見を整理しておくことは，水産資源学上や

水族生態学上においても有意義である^{1,2)}と考える。

本報では，2004年～2009年の間に当センターに相談のあった事例及び天然魚介類において原因となった寄生虫の概要について報告する。また，当センターが独自に確認した寄生虫についても併せて報告する。

試料と方法

検査した魚介類は，相談のあった漁業者，流通業者，水産加工業者，消費者から提供を受けたもの（表1）と，当センターが漁獲物調査等で入手したもの（表2）で，相談事例33件のうち20件（約60.6%）が寄生虫によるものであった。

検体は鮮魚，フィレー，凍結解凍魚，加熱調理後の加工品などであった。検査は，可能な限り肉眼による寄生状態及び顕微鏡による細部の観察を行い，大きさや画像のデータを記録した。

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

表 1. 水産技術センターに相談のあった魚介類の異物 (2004~2009年)

年	月日	相談者	魚種	異物の状況	異物の検査結果	
2004	10/8~	漁業者	キジハタ・アオハタ・マハタ・アカハタ	体表に黒色の紐状の異物が付着	甲殻類 (カイアシ類)	症例9
2005	10/25	漁業者	クロマグロ (蓄養)	蓄養中に斃死. 鰓に黄色球形の異物	吸虫 (ディディモゾーン)	症例5
	2/10	流通業者	マハタ	筋肉中に黒色の異物	不明 (血液が凝固したもの?)	
	3/3	加工業者	輸入冷凍カレイ (アトランティック・ダブ)	体表に白色の細長い虫が付着	不明	
	4/5	加工業者	マアジ	味醂干し製品に異物	楯状鱗 (ゼイゴ) の混入	
2006	8/25	消費者	アジ	刺身から虫が出た	線虫 (アニサキス)	
	9/4	流通業者	キアンコウ	脊椎骨のまわりに白い塊状の異物	微胞子虫	症例1
	10/16	加工業者	キダイ	口腔内に白色の異物	甲殻類 (等脚類)	症例13
	12/21	加工業者	スルメイカ	外套膜内側に米粒状の異物	条虫プレロセルコイド (ニベリン条虫)	症例7
	3/6	流通業者	スルメイカ	外套膜内側に米粒状の異物	条虫プレロセルコイド (ニベリン条虫)	症例7
	6/8	漁業者	ウマヅラハギ	体表にスス状のただれ	不明	
	6/27	流通業者	ケンサキイカ	外套膜外側に毛のような付着物	人工繊維	
2007	7/23	遊漁者	ヒラマサ	筋肉中に黄色の異物	微胞子虫	症例2
	8/2	消費者	ヒラマサ	筋肉中に黄白色の異物	微胞子虫	症例2
	9/20	流通業者	ブリ (養殖)	筋肉中に白色の異物	微胞子虫	
	11/5	流通業者	キアンコウ	脊椎骨のまわりに白い塊状の異物	微胞子虫	症例1
	12/12	消費者	スズキ	筋肉中に白色と褐色の異物	粘液胞子虫	症例4
	4/18	流通業者	ブリ (養殖)	筋肉中に白色の異物	微胞子虫	
	5/2	漁業者	ウマヅラハギ	体表にスス状のただれ	不明	
	5/16	漁業者	ケンサキイカ	外套膜にリング状の隆起	不明	
	6/11	消費者	タチウオ	腹の中から硬い異物	良性の骨腫瘍	
	6/12	漁業者	トビウオ	背中に異物	甲殻類 (スジエボシ)	症例11
	6/26	加工業者	輸入冷凍カレイ (イエローテールフラウンダー) 塩干品	筋肉中に球形の白い異物	吸虫メタセルカリア	
2008	6/30	加工業者	イカ加工品	異物が混入	不明 (甲殻類の破片?)	
	7/11	消費者	キダイ塩干品	口腔内に白色の異物	甲殻類 (等脚類)	症例13
	7/29	流通業者	ヒラマサ	筋肉内に白色の異物	微胞子虫	症例2
	8/29	加工業者	輸入冷凍カレイ (イエローテールフラウンダー) 塩干品	筋肉中に紐状の異物	不明	
	9/4	流通業者	キアンコウ	腹の青い個体が見られる	不明	
	9/24	加工業者	ケンサキイカ	体表が黄色く着色	漁獲時にカシパン類の色素が付着	
	12/10	加工業者	イワシすり身 (千葉県産)	すり身に異物の混入	鱗の混入	
	2/17	加工業者	マアジ (鹿児島県産)	筋肉中に白色の異物	粘液胞子虫	
2009	8/20	加工業者	マアジ	筋肉中に白色の異物	条虫プレロセルコイド (テンタクラリア)	症例8
	12/28	流通業者	マダイ	筋肉中に橙色の異物	吸虫 (ディディモゾーン)	症例6

表 2. 水産技術センターが調査目的で入手した魚介類の異物(2004~2009年)

年	月日	漁場	漁業種類	魚種	異物の状況	異物の検査結果	
2004	11/10	浜田沖	トロール試験操業	ケンサキイカ	外套膜にリング状の隆起	不明	
2007	2/15	山口沖	沖合底びき網	キアンコウ	脊椎骨のまわりに白い塊状の異物 口腔内に異物	微孢子虫 甲殻類(トゲナシツブムシ)	症例1 症例10
2008	8/28	山口沖	沖合底びき網	アカムツ	口腔内に異物	甲殻類(ソコウオノエ)	症例12
2009	5/29	中海	ます網	メダイ	筋肉中に白い異物	微孢子虫	症例3

島根県沿岸域および沖合域で漁獲された天然魚に見られた寄生虫について結果に示す。掲載順は「岩波生物学事典 第4版」³⁾の分類に従った。ただし、粘液胞子虫類に関しては近年の魚類寄生虫学研究者の慣例²⁾に従い、ミクソゾア門粘液胞子虫綱として扱った。

結 果

微孢子虫門

微孢子虫綱

症例1 キアンコウの中樞神経寄生微孢子虫 2006年9月に、浜田市内の流通業者から、キアンコウ *Lophius litulon* の脊椎骨付近に白い塊状の異物があると相談があった。続けて、2007年2月に山口県萩市北西沖で浜田市の沖合底びき網漁船により漁獲されたキアンコウの脊椎骨の周りに同じ白い塊状の異物を確認した。異物は不定形で、脳周辺の脊椎骨腹側で最も大きな塊を形成しており、その長さは10cmに及ぶものもあった(図1-A)。また、脊椎骨側面(図1-B)、脳周辺(図1-C)にも確認された。異物は直径1~2mmの球状の構造物が集積しており、一見すると魚卵のようにも見えた。異物のスメアを顕微鏡で確認したところ、長径約3.5 μ mの楕円形の胞子を多数確認した(図1-D)。

以上の寄生状態及び形態的特徴から、本症は微孢子虫 *Spraguea americana* の中樞神経への寄生^{4,5)}によるものと判断した。2007年2月に測定した54尾ほぼ全てに確認されたことから、寄生率は極めて高いと考えられた。部位ごとのシストの量や比率は個体差が認められた。2010年1月に浜田市の沖合底びき網漁船により漁獲されたキアンコウ5尾と、同年4月に大田市の小型底びき網漁船により漁獲されたキアンコウ7尾を調査したところ、全ての個体に寄生が確認されたことから、現

在も高率に寄生していると推測される。

Freeman *et al.*⁴⁾は2002~2003年に日本海産と太平洋産のキアンコウから本種を確認している。小川⁵⁾によると、キアンコウは加熱して食べることから、人体に影響はないとされている。

症例2 ヒラマサの筋肉寄生微孢子虫 ヒラマサ *Seriora lalandi* の筋肉内に直径1cm程度の黄色味を帯びた白色の異物が見られた(図2-A)。異物のスメアを顕微鏡で確認したところ、長径3 μ m程度の卵円形の胞子を多数確認した(図2-A枠内)。桃山・天社⁶⁾の報告におけるヒラマサの症例とシスト及び胞子の形態や大きさが共通していたことから、微孢子虫 *Microsporidium seriolae* の寄生によるものと考えられた。シストの数はまばらであることが多いが、2008年7月の症例では、片身全体に極めて高密度にシストが分布していた(図2-B)。シストの大きさ、色及び寄生数は症例によって違いがある。

本症に関しては、持ち込み以外にも夏季に島根県でヒラマサを釣った県外の釣り客などからも電話で問い合わせがあったことから、珍しい症例ではないと考えられる。

分布域は不明である。

症例3 メダイ幼魚の筋肉寄生微孢子虫 中海のます網(小型定置網)によって漁獲されたメダイ *Hyperoglyphe japonica* 幼魚(尾叉長約90mm)の筋肉内に多数の白色の異物を確認された(図3)。異物のスメアを検鏡したところ、多数の楕円形の胞子を確認(図3枠内)したことから、微孢子虫症と判断したが、シストや胞子の大きさを測定しなかったため、暫定的に *Microsporidium sp.*^{2,7)}として扱う。メダイ3尾中1尾に寄生が見られた。分布域は不明である。

ミクソゾア門

粘液胞子虫綱

症例4 スズキの筋肉クドア 浜田市沖でまき網漁船により漁獲されたスズキ *Lateolabrax japonicus* の筋肉中にわずかに黄色みを帯びた球形の異物が散在していた (図4). 異物は微胞子虫シストとは異なり, 滑らかな質感を呈していた. また, 褐色の不定形な異物も確認された. 異物のスメアを鏡したところ, 直径7~11 μ mで4個の極嚢を有するニンニク型の胞子を多数確認した (図4 枠内) ため, 粘液胞子虫 *Kudoa* 属の寄生によるものと判断した. スメアをメイグリュンワルド・ギムザ染色して鏡したところ, 典型的な4個の極嚢を有する胞子とは異なる構造物も見られた. シストや胞子の外部形態が, 桃山・天社⁶⁾が報告している「コイチの筋肉寄生クドア」(周防灘), 「クロダイの筋肉寄生クドア」(周防灘), 「マゴチの筋肉寄生クドア」(伊予灘) に似ていることから, *Kudoa* sp. として扱う. 褐色の異物は胞子形成終了後に宿主反応により萎縮したシストと考えられた.

2009年末現在, 島根県沖で漁獲された天然魚介類に粘液胞子虫の寄生が確認された事例は, 本症例のみである. 国内で類似の形態を呈する魚類筋肉内寄生粘液胞子虫は, 前述のほかにも南九州での養殖マダイとイシガキダイからの *Kudoa iwatai* の報告^{8,9)}がある.

扁形動物門

吸虫綱

症例5 クロマグロ幼魚の鰓寄生ディディモゾーン 隠岐島前で漁獲され, 養殖用種苗として蓄養されていたクロマグロ *Thunnus orientalis* 幼魚 (ヨコワ) の鰓弁表面に直径1~2mm程度の黄

色~透明な碁石状の異物が集積していた (図5-A). 異物を鏡したところ, ヒトの胃か勾玉を思わせる虫体が上下逆さまに抱き合うように収まっていた. 虫体の前端部にはゾウの鼻を思わせる吻部があり, ゆっくりと伸縮するように動いていた (図5-A 枠内上). 虫体のほとんどを占める後端部には細管が折りたたまれるように収まっており, 内部にはソラメ状の虫卵が充満していた (図5-A 枠内下). 以上の寄生状況及び外部形態から, ディディモゾーン科 (*Didymozooiidae*) 吸虫 *Didymocystis wedli*^{6,10,11)} と同定した. 黄色味が強いシストは成熟しており, 透明なシストは未成熟であると考えられた.

このクロマグロ幼魚は生簀内で斃死が多く魚病検査のため持ち込まれたことから, 本症の斃死への関与について検討を行った. 検査した8尾全てに寄生が確認され, シスト数は第1鰓弓が最も多く, 第2鰓弓, 第3鰓弓, 第4鰓弓と体幹部に近づくにつれ少なくなった. 肥満度と寄生数の間に明らかな関係は認められなかった (表3). 江草ら¹²⁾に従い寄生部位の組織切片を作製し, ヘマトキシリン・エオジン染色を施し鏡したが, シストが接している鰓組織表面には炎症, 崩壊, 棍棒化などの病変は認められなかった (図5-B). 以上から本症がクロマグロの斃死に直接関与している可能性は少ないと考えられた.

本種は島根県以外では山口県日本海沖のクロマグロ幼魚に確認されている¹⁰⁾が, 他の分布域は不明である.

症例6 マダイの筋肉寄生ディディモゾーン 浜田市の沖合底びき網漁船により漁獲されたマダイ *Pagrus major* の筋肉中に, 直径2cm程度の濃い黄色の異物がフィレー片身の3~4ヶ所

表3. クロマグロ幼魚の概要及び *Didymocystis wedli* の寄生状況

個体番号	尾叉長 (mm)	体重 (g)	肥満度*	シスト数				
				総数	第1鰓弓	第2鰓弓	第3鰓弓	第4鰓弓
1	340	914	0.233	21	21	0	0	0
2	325	785	0.229	10	10	0	0	0
3	334	828	0.222	35	35	0	0	0
4	332	694	0.190	10	10	0	0	0
5	338	753	0.195	123	94	29	0	0
6	312	670	0.221	125	90	30	4	1
7	327	832	0.238	98	55	34	8	1
8	314	595	0.192	89	80	9	0	0

* 体重/尾叉長³×10,000

に確認された (図 6-A). 異物は直径0.3 ~ 0.5mm 程度の紐状の構造物が幾重にも折りたたまれた状態になっていた (図 6-A 枠内). 異物を切断して検鏡したところ, 内部に長径約40 μ m, 短径約16 μ m のソラマメ状の虫卵が充満していた (図 6-B). 以上の寄生状況及び外部形態が, 桃山・天社⁶⁾ が下関の魚市場で入手したマダイからの報告と共通していたことから, ディディモゾーン科 (Didymozoidae) 吸虫 *Gonapodasmius* sp. の寄生によるものと考えられた. また, 中島ら¹³⁾ は備後灘産マダイの筋肉から類似した吸虫を報告しており, *Gonapodasmius okushimai* としている.

条虫綱

症例7 スルメイカのニベリン条虫 スルメイカ *Todarodes pacificus* の腹腔や外套膜内側筋肉に四吻目条虫 *Nybelinia surmenicola* のプレロセルコイド幼虫 (擬充尾虫, 以下「ニベリン条虫幼虫」)^{1,14,15)} が寄生する (図 7-A). 虫体は長さ1 cm弱の米粒状. 前端に4本の吻を持ち (図 7-A 枠内). かえしのある鉤が密生した吻を宿主組織にしっかり食い込ませていた. 摘出した虫体は良く伸縮し, スルメイカの筋肉の上に置くとすぐに吻を食い込ませて付着した.

本症例は, スルメイカ生鮮品のみならず, 一夜干しなどの加工品においても相談やクレームが寄せられている. 水産加工業者がスルメイカをボイルしたところ死滅脱落した虫体が多数回収された事例もある (図 7-B). 検体の持ち込みだけではなく, 電話による問い合わせも含めると, 島根県では最も相談事例が多い魚介類寄生虫と思われる. 本種の終宿主はネズミザメ^{14,15)} であり, ヒトには寄生しないので大きな被害はないと考えられる. しかし, ニベリン条虫幼虫が寄生したスルメイカの喫食によって口腔内の異物感, 疼痛, 痺れや胃部不快感を訴えた症例も報告されている¹⁶⁾ ことから, 本県でも生食は避けるべきと指導している.

ニベリン条虫幼虫について, 嶋津¹⁴⁾ は北部北太平洋, 北部日本海, オホーツク海, ベーリング海といった北洋海域一帯に広く分布しているとしている. 林¹⁷⁾ は九州北部沖海域から大和堆西部海域の, 若林¹⁸⁾ は山陰沖, 能登沖海域, 大和堆周辺海域, 大和堆北東部海域のスルメイカにニベリン条虫幼虫を確認しており, 日本海全域に広く分布していると考えられる.

症例8 マアジの筋肉寄生テナクラリア

浜田市のまき網漁船が漁獲したマアジ *Trachurus japonicus* 筋肉中に白色の異物が認められた (図 8). 異物を摘出したところ, 長さ1 cm弱の米粒状の虫体で良く伸縮した. これを検鏡したところ, 前端に4本の吻を持っていたことから (図 8 枠内), 四吻目条虫 *Tentacularia* sp. のプレロセルコイド幼虫 (擬充尾虫)¹⁹⁾ と考えられた.

分布域は不明である.

節足動物門

甲殻綱

症例9 ハタ類の体表寄生カイアシ類

2004年10月頃から島根県西部沿岸で漁獲されたキジハタ *Epinephelus akaara* の体表に, 黒い紐状の異物が確認されるようになった (図 9-A). 摘出した虫体の全長は4 cm余りで, 頭部を皮下組織に食い込ませた寄生状態 (図 9-B) と外部形態 (図 9-B 枠内) から, 寄生性カイアシ類の一種と考えられた. 以降は島根県西部で漁獲されるキジハタ, アオハタ *E. awoara*, マハタ *E. septemfasciatus*, アカハタ *E. fasciatus* に本症が見られるようになった²⁰⁾. 本種は Nagasawa *et al.*²¹⁾ によって *Lernaenicus ramosus*²²⁾ と同定された. 分布域は, スリランカ, 日本, オーストラリアから知られており, 日本では太平洋側と瀬戸内海から報告されているが, 日本海からは今回の症例が初記録となった²¹⁾. 2009年現在も島根県西部で漁獲されるキジハタに寄生が確認されている.

症例10 キアンコウの口腔内寄生トゲナシツ

ブムシ キアンコウ (症例1の2007年2月と同じもの) 口腔内に白い寄生虫が見られた (図10-A). 摘出して外観を確認したところ, 長さ約11 mm程度の虫体の後部に, 螺旋状に巻いた長さ20 mm前後の卵嚢が2本付属していた (図10-B). 卵嚢は白色, 黄色, 赤色を呈した個体が混在していた. 摘出した虫体の外部形態を詳細に観察したところ, 寄生性カイアシ類トゲナシツブムシ *Acanthochondria spirigera*²³⁾ と同定した. 検査した54尾のキアンコウ中, 7~8割に寄生が確認された. 1尾当たりの寄生数は数個体~20個体程度であった. 寄生部位の周辺が発赤していることもあった.

本種は, Nagasawa *et al.*²⁴⁾ が2007年1月~11月に東シナ海で漁獲されたキアンコウと, 2007

年4月に山口県もしくは鳥取県沖の日本海で漁獲されたキアンコウで確認しており、今回の症例とほぼ同時期であった。また、センターの底魚資源調査担当者も今回初めて確認したとのことから、日本海西部のキアンコウにこれほど広まったのは微胞子虫 *S. americana* 同様ごく近年になってからと推察される。なお、2010年1月に浜田市の沖合底びき網漁船により漁獲されたキアンコウ5尾全てに、同年4月に大田市の小型底びき網漁船により漁獲されたキアンコウ7尾中6尾に寄生が確認されたことから、現在も高率に寄生していると推察される。他の分布域は不明である。

症例11 トビウオの体表付着スジエボシ 島根半島沖で漁獲されたホソトビウオ *Cypselurus hiraii* の体表背面に長さ3cm程度の異物が付着していた(図11)。付着部位は筋肉の奥深くまで達していた。外部形態から蔓脚類スジエボシ *Conchoderma virgatum*²⁵⁾ と同定した。漁業者による持ち込みであったことから、珍しい症例と考えられた。

分布域は不明である。

症例12 アカムツの口腔内寄生ソコウオノエ 山口県沖で浜田市の沖合底びき網により漁獲されたアカムツ *Doederleinia berycoides* の口腔内に寄生虫が確認された。アカムツの口に頭部を向けて鉤爪状の脚でその舌を把握した状態だった(図12-A)。続けて別のアカムツの口部付近に同型のより小型の寄生虫が付着しているのが確認された。虫体は白色のダンゴムシ様で、大きさは大型個体が長さ37.5mm×幅17.0mm×高さ12.5mm(図12-B)、小型個体が長さ19.5mm×幅9.0mm×高さ6.5mmだった。外部形態から等脚類ソコウオノエ *Ceratothoa oxyrrhynchaena*²⁶⁾ と同定した。大きさと形態から大型個体は雌、小型個体は雄と考えられた。雄の方は漁獲もしくは水揚げの過程で寄生部位から外れたと推定されたが、この雌雄が同じアカムツに寄生していたかは不明であった。この時測定したアカムツ589尾から確認されたのは2個体だったことから、寄生率は低いと考えられた。

Yamauchi²⁶⁾ は本種を福島県沖のアカムツに確認するとともに、石川県沖からの記録についても報告している。

症例13 キダイの口腔内寄生等脚類 キダイ

Dentex tumifrons の口腔内に白色のダンゴムシ様の寄生虫が見られる(図13-A)。外部形態の詳細な検討はしていないが、外部形態から等脚類の一種と考えられた。

2010年4月に浜田市の沖合底びき網漁船によって漁獲されたキダイ277尾(平均尾叉長139mm)のうち79尾に寄生が確認されたことから、寄生率は高いと考えられた。寄生個体は大型で楕円形を呈し腹部が膨隆した個体と小型で長方形に近く腹部が膨隆しない個体の2群に大別された(図13-B)。マダイに寄生するタイノエ *Rhexanella verrucosa*²⁷⁻³⁰⁾ や他の魚類寄生性等脚類数種における雌雄の形態的特徴²⁷⁾ から、前者が雌で後者が雄と推定された。

寄生が確認されたキダイ79尾中、28尾は雌雄各1個体の計2個体、41尾は雌1個体、10尾は雄1個体だった。雌の平均全長は23.3mm、雄の平均全長は11.3mmだった。1尾のキダイに、雌複数個体の寄生、雄複数個体の寄生及び3個体以上の寄生は確認されなかった。例外なく頭部をキダイの口の方向に向けた状態で寄生していた。雌はキダイの舌を鉤爪状の脚で把握しており、雄はその付近の口腔壁に付着していた。雄は口腔外から出かかっているものも見られた(図13-A)。仰向けにした状態で観察すると雌はほとんど脚を動かさないが、雄は活発に脚を動かす個体が多かったことから、雌は舌上に固着し雄はその周囲をある程度自由に移動するものと考えられた。キダイに近縁なマダイに寄生するタイノエは口腔上蓋に寄生する²⁸⁻³⁰⁾ が、本症における雌の付着位置は舌の上であり、これらの性質や外部形態はタイノエよりもソコウオノエやシマアジノエ *Codonophilus imbricatus*³¹⁾ に近い。

本症例は加工業者や消費者からの問い合わせ事例もあり、寄生率からも島根県沖のキダイには珍しくないと考えられる。

他の分布域は不明である。

考 察

天然魚における寄生虫の症例が目立ってきた理由は、食品の安全・安心への関心の高まりが要因の一つと考えられる。喫食による魚介類寄生虫の被害は、アニサキス類など一部を除いて深刻なものは少なく、本報の13症例に関しても有害性が報告されているのはニベリン条虫幼虫のみである。

また、外部寄生性の大型寄生虫に関しては、喫食前に除去される可能性が高いと推察される。しかしながら、県民、特に一般消費者における嫌悪感には看過できないものがあり、人体に対する有害性が明らかにされていないものも多い。今後、風評による水産物消費の停滞を防ぐためにも、正しい寄生虫に関する知見の集積を図る必要がある。

一方、分布生態学的には、キアンコウの微胞子虫やトゲナシツブムシのように、近年に高い寄生率で急激に蔓延したと思われる症例があり、単生虫 *Neoheterobothrium hirame*³²⁾ が1990年代前半に天然ヒラメ *Paralichthys olivaceus* に出現した³³⁾ 例に類似している。本種は北米東岸に分布するヒラメの一種、サザンフラウンダー *Paralichthys lethostigma* が本来の宿主であり、寄生を受けた宿主が極東水域に持ち込まれ、ヒラメに宿主転換したことが明らかになっている^{34,35)}。キアンコウは北海道以南、渤海、黄海、東シナ海に分布し、黄海、東シナ海では南方に移動し越冬することが知られているが³⁶⁾、日本沿岸域における移動の詳細は不明である。微胞子虫 *S. americana* に関しては、短期間に太平洋側、日本海側とも分布が拡大したことからキアンコウの水平移動が原因として疑われるが、キアンコウの移動経路と微胞子虫の生活史が不明なことから今後の研究が待たれる。

また寄生虫は、例えばサンマ *Cololabis saira* では寄生するサンマヒジキムシ *Pennella* sp.³⁷⁻³⁹⁾、サヨリヤドリムシ *Irona melanosticta*³⁹⁾、サンマウオジラミ *Caligus macarovi*³⁷⁻⁴⁰⁾ などを、サケ科魚類では粘液胞子虫 *Myxobolus arcticus*^{41,42)} と *M. neurobius*⁴¹⁾ を指標として系群の識別や回遊経路の推定に用いられており、サケ科魚類では各種寄生虫を指標とした系群識別、移動と回遊、母川回帰、資源変動、分化と起源に食性、資源変動に関する研究への利用と応用についての総説⁴³⁾ があるなど、資源生態分野への寄与も大きいので、継続してデータを収集する必要がある。

謝 辞

東京大学大学院 小川和夫教授、良永知義准教授、横山 博助教、広島大学大学院 長澤和也教授、大塚 攻教授、山内健生助手（現富山県衛生研究所研究員）には寄生虫の検査、同定方法についてご指導いただくとともに文献、資料を提供いただいた。また、小川教授と長澤教授には本稿を

まとめるにあたってご高閲とご批判を賜った。あわせて厚くお礼申し上げます。また、本報告のデータを取得するにあたり、県東部における検査を担当いただいた水産技術センター内水面浅海部 堀 玲子専門研究員、ハタ類のカイアシ類のサンプル採取、同定依頼を担当された水産技術センター海洋資源グループ 向井哲也専門研究員（現水産技術センター内水面浅海部）を始め、調査に協力いただいた歴代の担当者各位に深く感謝する。

文 献

- 1) 長澤和也：さかなの寄生虫を調べる ベルソールブックス 016, 成山堂書店, 東京, 2003 ; 176pp.
- 2) 小川和夫：魚類寄生虫学, 東京大学出版会, 東京, 2005 ; 215pp.
- 3) 八杉龍一, 小関治男, 古谷雅樹, 日高敏隆編集: 岩波生物学事典 第4版, 岩波書店, 東京, 1996, pp. 1575-1617.
- 4) M. A. Freeman, H. Yokoyama and K. Ogawa: A microsporidian parasite of the genus *Spraguea* in the nervous tissues of the Japanese anglerfish *Lophius litulon*. *Folia parasitologica*, 51, 167-176(2004).
- 5) 小川和夫: 魚病 NOW キアンコウの微胞子虫症. 「養殖」, 緑書房, 東京, 2006, 11 ; pp. 41.
- 6) 桃山和夫, 天社こずえ: 山口県沿岸域および湖沼河川で採集された異様な外観を呈する天然魚介類の寄生虫およびその他の異常. 山口県水産研究センター研究報告. 4, 143-161(2006).
- 7) 江草周三, 若林久嗣, 室賀清邦: 魚介類の感染症・寄生虫病, 恒星社厚生閣, 東京, 2004, pp. 424.
- 8) 江草周三, 塩満捷夫: マダイとイシガキダイの体側筋寄生クドアおよびトラフグの囲心腔と心臓寄生クドアについて. 魚病研究, 18, 163-171(1983).
- 9) 江草周三: 多殻性粘液胞子虫とくにクドア類について. 魚病研究, 21, 261-274(1986).
- 10) 小林知吉: 山口県日本海産クロマグロ *Thunnus thynnus* への *Didymocistis wedli* の寄生状況. 山口県水産研究センター研究報告, 2, 19-21(2004).
- 11) 桃山和夫, 小林知吉: 日本海山口県沖で漁獲

- されたクロマグロに寄生していたディディモゾーン数種. 山口県水産研究センター研究報告, 2, 125-132(2004).
- 12) 江草周三, 窪田三朗, 宮崎照雄: 魚の病理組織学, 東京大学出版会, 東京, 1979, pp. 139-140.
 - 13) 中島健次, 杉山瑛之, 江草周三: マダイの筋肉内に虫竈をつくる吸虫 *Gonapodasmius okushimai* ISHII, 1935. 魚病研究, 8, 175-176(1974).
 - 14) 嶋津 武: ニベリン条虫 *Nybelinia surmenicola* の成虫と生活史について (Cestoda: Trypanorhyncha: Tentaculariidae). 日水誌, 41, 823-830(1975).
 - 15) 長澤和也: 魚介類に寄生する生物 ベルソープックス 009, 成山堂書店, 東京, 2001, 186pp.
 - 16) 宮原道明, 藤原 淳: 口腔内に見いだされたニベリン条虫幼虫の1例. 九州大学医学部保健科学科紀要, 2, 91-94(2003).
 - 17) 林 泰行: スルメイカに及ぼす寄生虫の影響. 山口県外海水産試験場研究報告, 14, 37-40 (1974).
 - 18) 若林信一: 日本海産スルメイカにおけるニベリン条虫プレロセルコイド幼虫の寄生状況. イカ類資源研究会議報告 (平成16年度). 日本海区水産研究所, 新潟, 2005, pp. 45-51.
 - 19) D-PAF 事務局: *Tentacularia* sp. (テンタクラリア). 「水産食品の寄生虫検索データベース (D-PAF)」, <http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Tentacularia%20sp/Tentacularia.html>
 - 20) 島根県水産技術センター: 話題《ハタ類の外部寄生虫》. 「トビウオ通信号外 とびくす No. 1」2004, http://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/umi_sakana/tobics/index.data/tobics001.pdf
 - 21) K. Nagasawa, T. Mukai, K. Sota, and T. Yamauchi: Heavy infection of groupers *Epinephelus* spp. with *Lernaeniscus ramosus* (Copepoda, Pennellidae) in the Sea of Japan, *Biogeography*, 12, 13-15 (2010).
 - 22) S. M. Shiino: Copepods parasitic on Japanese fishes. 17. Lernaecidae. *Rep. Fac. Fish., Mie Univ.*, 3, 84-88 (1958).
 - 23) S. M. Shiino: Copepods parasitic on Japanese fishes. 9. Family Chondracanthidae, Subfamily Chondracanthinae. *Rep. Fac. Fish., Mie Univ.*, 2, 100-103(1955).
 - 24) K. Nagasawa, S. Kubo, Y. Sakai, and H. Hashimoto: Occurrence of the parasitic copepod *Acanthochodria spirigera* (Chondracanthidae) on anglerfish *Lophius litulon* in the East China Sea off Japan. *J. Grad. Sch. Biosp. Sci., Hiroshima Univ.*, 47, 17-22 (2008).
 - 25) 内海富士男監修: 学研生物図鑑 水生動物, 学習研究社, 東京, 1983, pp. 340.
 - 26) T. Yamauchi: Deep-sea cymothoid isopods (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae) of Pacific coast of northern Honshu, Japan, *National Museum of Nature and Science Monographs*, 39, 467-481(2009).
 - 27) 椎野季雄: 日本産魚類に寄生する等脚類に就いて. 日水誌, 16, 81-89(1951).
 - 28) 畑井喜司雄: タイノエ症 *Rhexanellosis*. 「新魚病図鑑」(畑井喜司雄, 小川和夫監修), 緑書房, 東京. 2006, pp. 189.
 - 29) D-PAF 事務局: *Rhexanella verrucosa* (タイノエ). 「水産食品の寄生虫検索データベース (D-PAF)」, <http://fishparasite.fs.a.u-tokyo.ac.jp/Rhexanella-verrucosa/Rhexanella-verrucosa.html>
 - 30) 山内健生, 大塚 攻, 仲達宣人: 瀬戸内海のウオノエ科寄生虫. 広大 FSC 報告, 1, 1-9 (2004).
 - 31) 小川和夫: シマアジノエ症 *Codonophilosis*. 「新魚病図鑑」(畑井喜司雄, 小川和夫監修), 緑書房, 東京. 2006, pp. 240.
 - 32) K. Ogawa: *Neoheterobothrium hirame* sp. nov. (Monogenea: Diclidophoridae) from the buccal cavity wall Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish Pathol.*, 34, 195-201 (1999) .
 - 33) H. Anshary, K. Ogawa, M. Higuchi, and T. Fujii: A study of long-term change in summer infection levels of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* in the central Sea of Japan, with an application of a new technique for collecting small parasites from the gill filaments. *Fish Pathol.*, 36, 27-32 (2001).
 - 34) T. Yoshinaga, N. Tsutsumi, K. A. Hall, and K. Ogawa: Origin of the diclidophorid monogenean *Neoheterobothrium hirame* Ogawa, 1999, the causative agent of anemia in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Fish. Sci.*, 75, 1167-

- 1176(2009).
- 35) 小川和夫：魚介類の寄生虫病に関する研究。日水誌, 76, 586-598(2010).
- 36) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次：東シナ海・黄海の魚類誌, 東海大学出版会, 神奈川, 2007, pp. 331-332.
- 37) 長澤和也, 石田享一, 中村 悟：1983年に問題となったサンマヒジキムシについて。北水試研報, 41, 221-236(1984).
- 38) 長澤和也：サンマに寄生する甲殻類について。魚病研究, 19, 57-63(1984).
- 39) 山口幹人, 本間隆之：寄生虫の寄生状況からみたサンマのオホーツク海への来遊経路推定の試み。北水試研報, 39, 35-44 (1992).
- 40) 夏目雅史, 森 泰雄, 辻 浩司：北海道東部太平洋で夏期にさんま流し網漁業により漁獲されるサンマの来遊起源について。北水試研報, 74, 1-11(2009).
- 41) S. Urawa, K. Nagasawa: Prevalence of *Myxobolus arcticus* (Myxozoa : Myxosporea) in five species of Pacific salmon in the North Pacific Ocean and Bering Sea. *Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery*, 49, 11-19(1995).
- 42) T. Awakura, K. Nagasawa, and S. Urawa: Occurrence of *Myxobolus arcticus* and *M. neurobius* (Myxozoa : Myxosporea) in masu salmon *Oncorhynchus masou* from northern Japan. *Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery*, 49, 35-40(1995).
- 43) 浦和茂彦：サケ科魚類研究のための生物指標としての寄生虫。さけ・ますふ研報, 43, 53-74(1989).

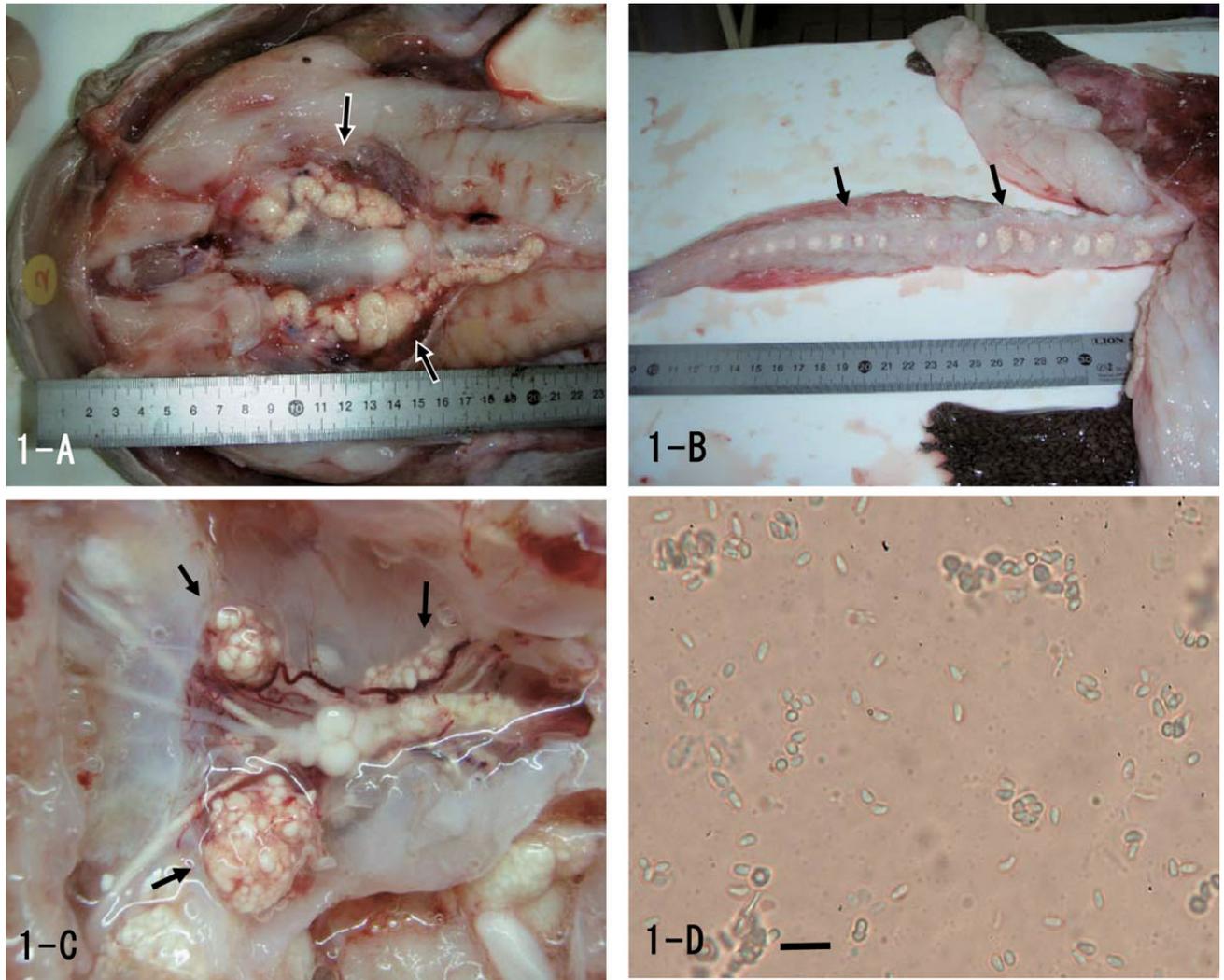


図 1. キアソウの中中枢神経寄生微胞子虫症

- A 寄生状況. 脳周辺腹面のシスト塊
- B 脊椎骨側面のシスト塊 (1 と同一個体)
- C 脳周辺のシスト塊 (1, 2 と同一個体)
- D 胞子 (Scale bar=10 μm)

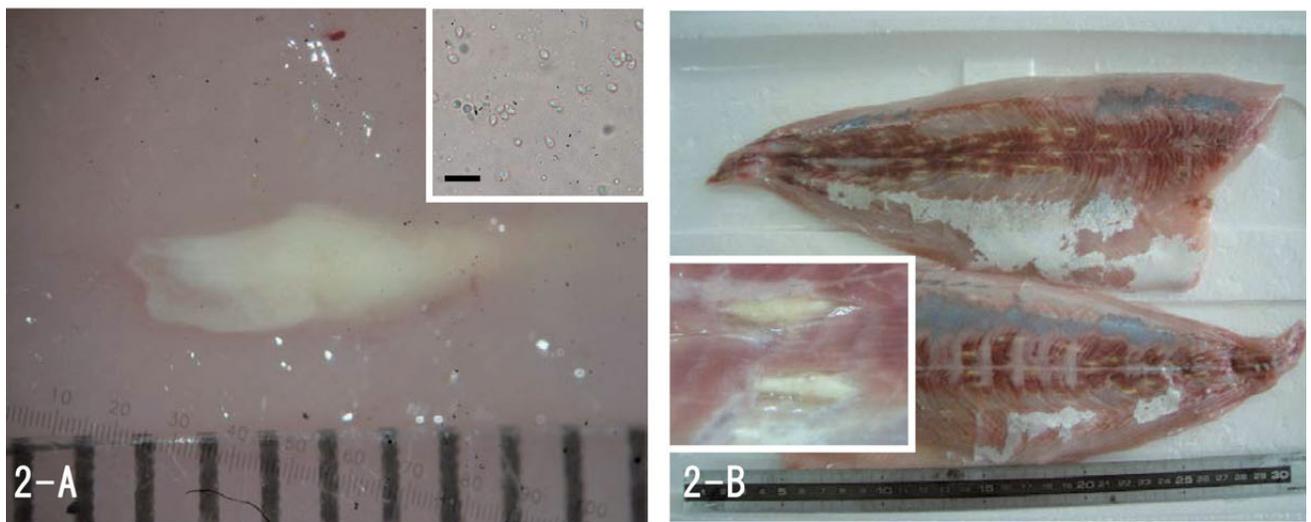


図 2. ヒラマサの筋肉寄生微胞子虫症

- A 筋肉中のシスト (Scale=1 mm) 枠内: 胞子 (Scale bar=10 μm)
- B 重篤寄生例 枠内: 血合筋のシスト拡大



図3. メダイ幼魚の筋肉寄生微孢子虫
 枠内：孢子

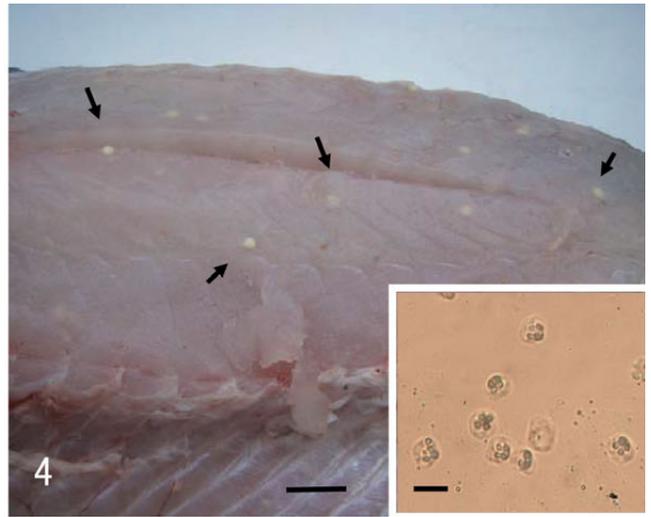


図4. スズキの筋肉クドア (Scale bar=10 mm)
 枠内：孢子 (Scale bar=10 μm)



図5. クロマグロの鰓寄生ディディモゾーン

A 寄生状況 枠内上：摘出した虫体、枠内下：生殖腺

B 寄生部位組織像 a シスト膜 b 虫体 c 鰓弁上皮 (H-E 染色 Scale bar=1 mm)

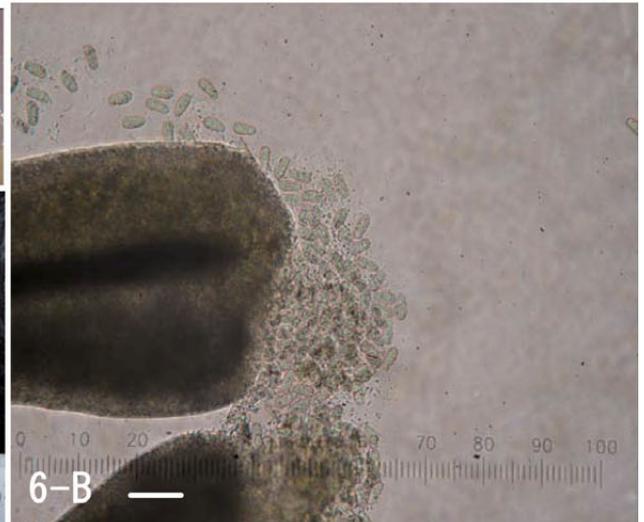


図6. マダイの筋肉寄生ディディモゾーン A 寄生状況 枠内はシストの拡大部 (Scale=1 mm)

B シスト切断面からの虫卵 (Scale bar=100 μm)

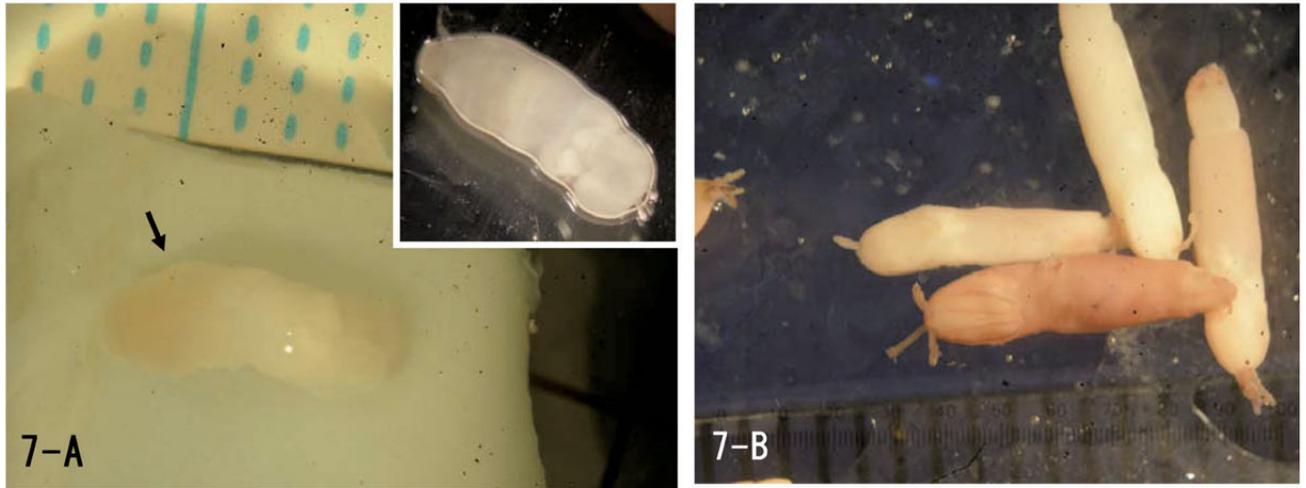


図7. スルメイカのニベリン条虫

- A 寄生状況 (Scale=1 mm) 枠内：スライドグラスで圧偏した状態. 4本の吻が確認できる.
 B ボイル後に回収された虫体 (Scale=1 mm)

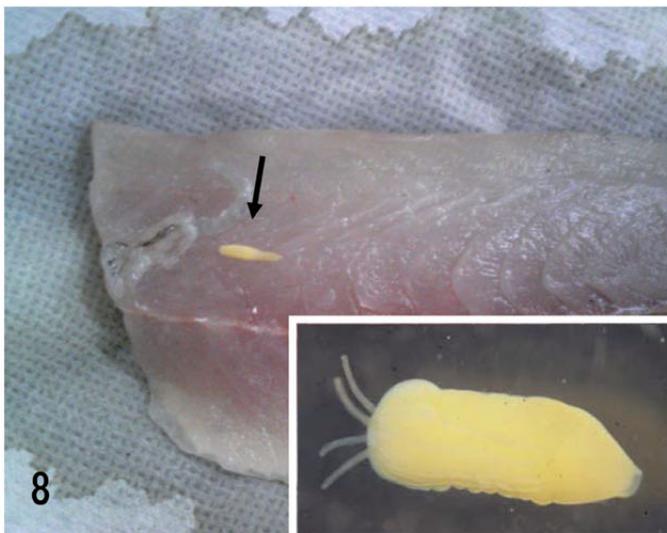


図8. マアジの筋肉寄生テナクラリア

- 枠内：摘出した虫体. 4本の吻が確認できる.

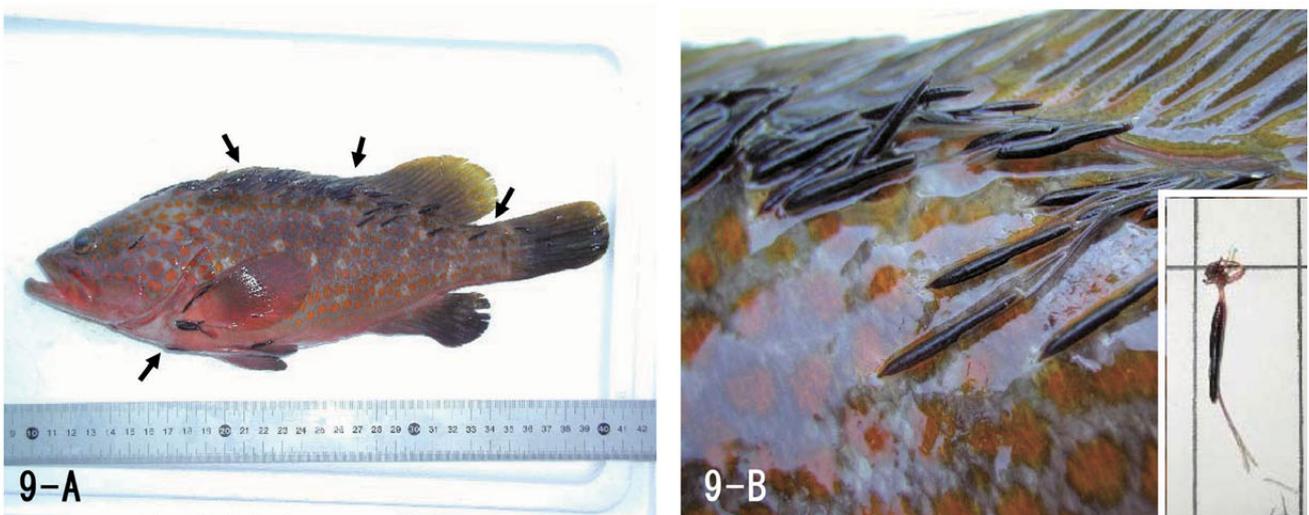


図9. ハタ類の体表寄生カイアシ類

- A キジハタへの寄生状況 B 寄生部位の拡大 枠内：摘出した虫体 (Scale=10 mm)

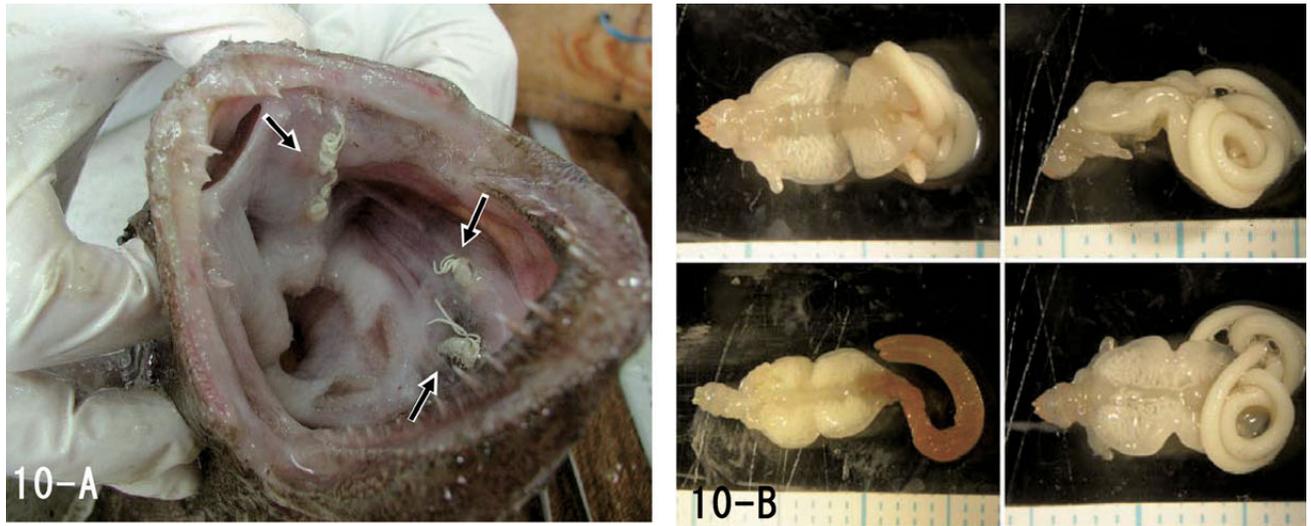


図 10. キアンコウの口腔内寄生トゲナシツブムシ

A 寄生状況

B 摘出した虫体 左上から時計回りに腹面、側面、背面、卵成熟が進んでいる個体

(Scale=1 mm)



図 11. トビウオの体表付着スジエボシ

枠内：付着部位拡大

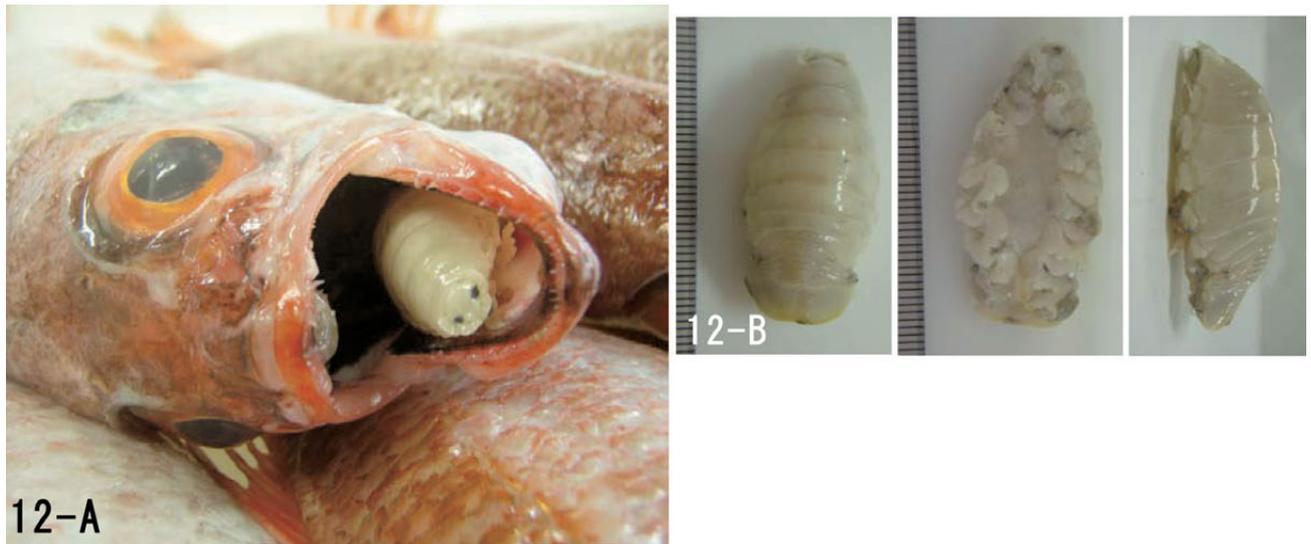


図 12. アカムツ口腔内寄生ソコウオノエ

A : 寄生状況 B : 雌 左から背面, 腹面, 側面 (Scale=1 mm)

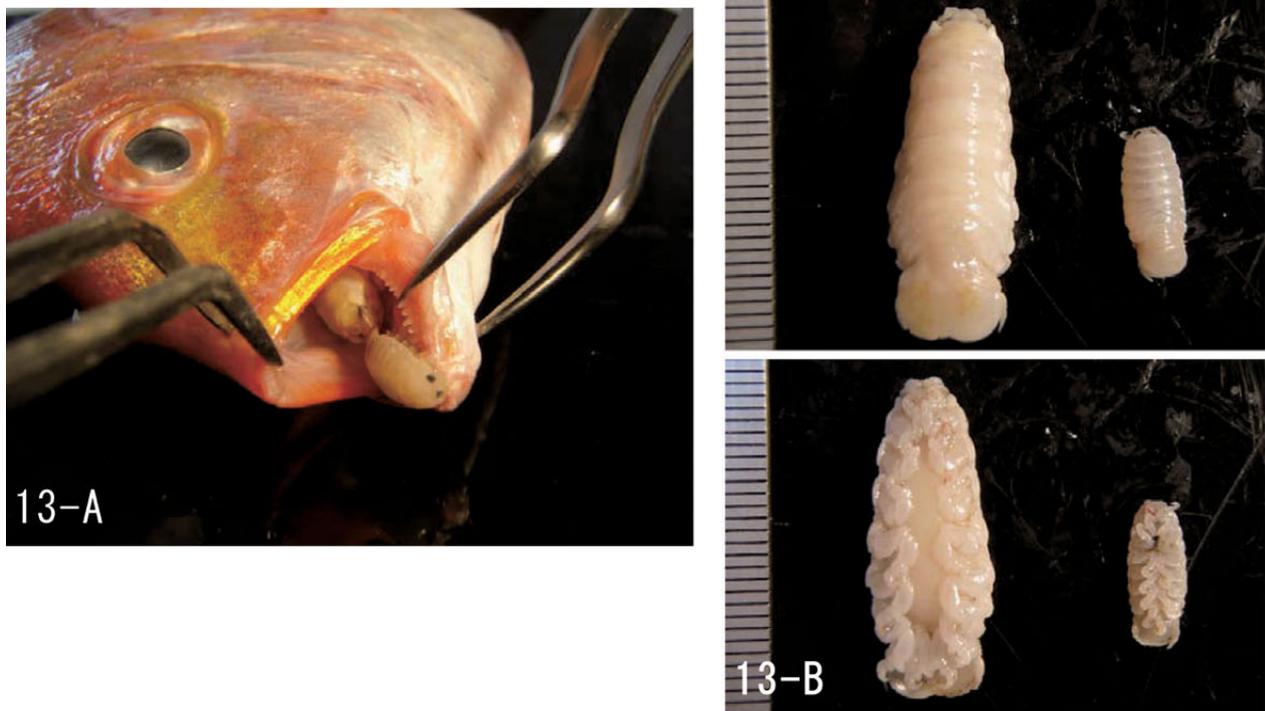


図 13. キダイ口腔内寄生等脚類

A : 寄生状況

B : 同じ宿主から摘出した雌雄 (左 : 雌、右 : 雄) 上 : 背面 下 : 腹面 (Scale=1 mm)

島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について－Ⅱ

高橋勇夫¹・寺門弘悦²・村山達朗²

Construction of spawning ground of Ayu, *Plecoglossus altivelis*,
in the western river, Shimane Prefecture – II

Isao TAKAHASHI, Hiroyoshi TERAOKA and Tatsuro MURAYAMA

キーワード：アユ，産卵，産卵場造成，高津川，江の川

はじめに

島根県西部の主要河川である，高津川と江の川では天然アユの溯上量を増大させるために漁業協同組合が中心となって様々な取り組みを行っている．しかし，近年の夏季から秋季にかけての少雨傾向と，ダムによる洪水調整，堰堤による砂利供給量の不足により，下流部のアユ産卵場の河川環境は年々悪化してきている．そこで，2008年に引き続いて高津川および江の川におけるアユの主要産卵場の機能回復を「造成」によって図ること，

さらにそこでの産卵状態を検証することを目的として調査を行った．

I. 産卵場事前調査

1 資料と方法

産卵場の事前調査として2009年9月2日に図1に示した高津川の虫追（むそ）の瀬，長田の瀬，エンコウの瀬，江の川の長良の瀬において潜水して河床の状態（礫組成，河床硬度等）を観察した．また，陸上からは瀬の周辺の河原の礫組成や流路形状を観察した．

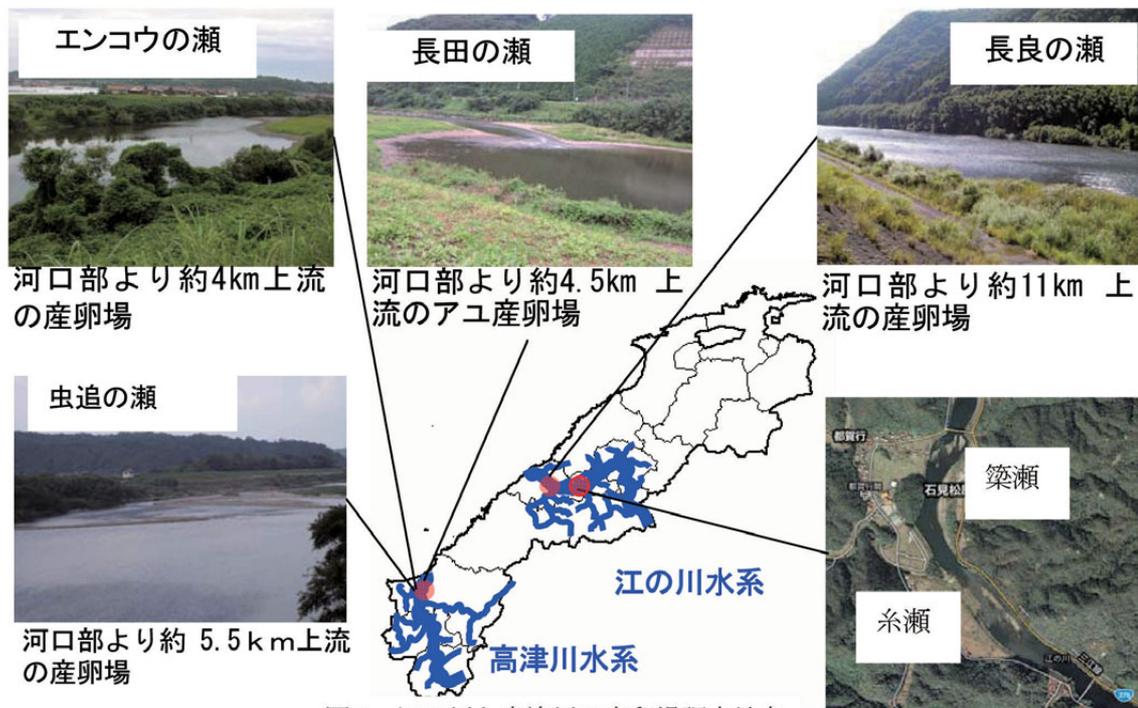


図1. 江の川と高津川の産卵場調査地点

¹たかはし河川生物調査事務所 Takahashi Research Office of Freshwater Biology

²漁業生産部 Fisheries Productivity Division

2 結果と考察

1) 高津川

(1) 虫追の瀬

アユの産卵に好適な浮き石状態の河床は見られなかったものの、それに近い状態であった。河床表面付近に砂泥は比較的少なく、造成しなくても産卵は可能と判断された。

(2) 長田の瀬

河床は全体的に軽いアーモークト状態であり、アユの産卵に好適な浮き石状態の河床は見られなかった。河床表面の礫を取り除くとその下層には砂泥が大量に溜まっていた(図2)。砂泥の除去を主体とした造成が必要と考えられた。



図2. 高津川長田の瀬の河床の状態
(表面の礫を取り除くと砂泥の層が表れた)

(3) エンコウの瀬

河床は全体的に軽いアーモークト状態であり、アユの産卵に好適な浮き石状態の河床は少なかった(左岸よりに小規模に存在)。河床表面の礫を取り除くとその下層には砂泥が溜まっていた。その一方で、河床表面の礫は前年よりもやや大型化(20cm程度の径の比率が多くなっていった)しており、砂泥と大径の礫の除去を主体とした造成が必要と考えられた。さらに、縦断方向に瀬の縮小が見られ、産卵面積が縮小する可能性があるため、右岸側に拡幅することが望ましいと思われた。

2) 江の川 長良の瀬

昨年と同様、河床のアーモークト化が顕著で、河床表面の礫も10-30cm程度のものが主体であった(図3;上)。表面の礫を取り除くと砂泥の層があり、特にシルト分の混入が多かった(図3;下)。左岸側には一部浮き石河床が形成されていた。

砂泥と大径の礫の除去を主体とした造成は最低

限必要で、可能であれば産卵に適した砂礫(径5-100mm)の投入による産卵環境の改善が望ましいと考えられた。

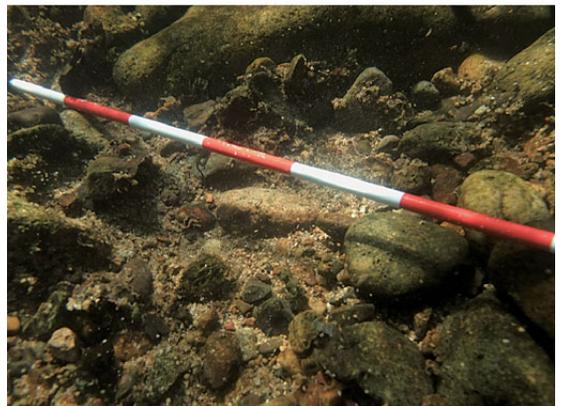
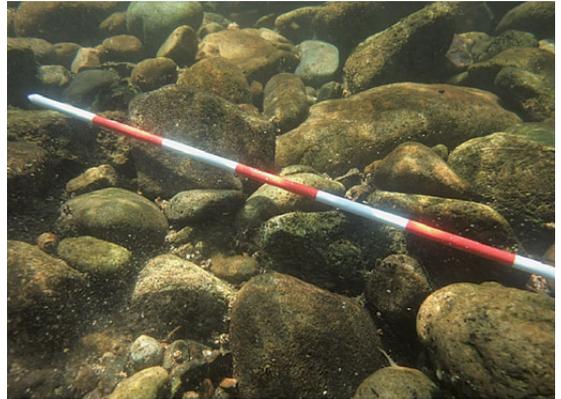


図3. 江の川長良の瀬の河床の状態
(表面の礫を取り除くと締まった砂泥の層が表れた)

3) 河床の状態のまとめ(産卵場整備の必要性)

2009年9月に実施した事前調査から、高津川、江の川とも河床の状態はアユの産卵にとって良い状態にはなく、産卵期まで河床が動くような出水がなければ、人工的に産卵場を整備する必要があると判断された。

II. 産卵場整備の基本方針

1 高津川

1) 虫追の瀬

現状でも比較的良好的な産卵環境にあり、費用対効果を考慮すると造成の必要性は他の2地点よりも低いと考えられた。

2) 長田の瀬

前年の造成形状がほぼ残存しており、そこに貯まった砂泥の除去が造成の重点目標となる。右岸側は流水量が少ないため、右岸の瀬肩を掘削し水

を回す必要がある。

整備の概略を図4に示した。用意する重機は以下の通り。

- ・ブルドーザ（中型）：1台

3) エンコウの瀬

産卵に適した小石の多い瀬肩付近は勾配が緩く、砂泥の除去が難しい。そこで、この部分の水面勾配をきつくし、流速を速くするために、瀬肩の上流部分（トロ尻）に左岸側から導流堤を築き、水を一旦右岸側に回して、左岸側に落とすような河床構造に造成する。また、産卵可能面積を広げるために右岸側の水際を掘削し瀬を拡幅する。

整備の概略を図5に示した。用意する重機は以下の通り。

- ・バックホー（バケットサイズ0.7m³）：1台
- ・ブルドーザ（中型）：1台

2 江の川 長良の瀬

国土交通省の協力で、砂利（径41±19mm）約1,000m³を産卵基質として投入することが可能となった。そのため、投入の前処理として、投入予定地の右岸側を4,000m²（40×100m）程度掘削し、河床の地盤高を20-25cm程度下げた後に砂利を敷設し、均す。

整備の概略を図6に示した。作業に必要な重機は以下の通り。

- ・バックホー（バケットサイズ0.7m³）：1台
- ・ブルドーザ（中型）：1台
- ・キャリーダンプ：1台



図 4. 高津川長田の瀬の整備方針

問題点：①瀬肩に産卵に適した小石が多いが、砂泥の混入量が多い。②現状の地形では産卵可能面積が狭い。
造成方針：①左岸側から対岸に向けて導流堤を作り、中央部から右岸側に水を回す。②中央部から右岸側の河床の砂を抜いて小砂利の浮石底を作る。③起伏を均して産卵可能面積を広げる

導流堤（水面よりやや高く）
・水位の堰上げ
・流れを右岸に回す

産卵場造成（主にブル使用）
・河床の掘削
・砂泥の洗い流し
・大礫（20cm以上）の除去
・河床表面の起伏を均して、産卵可能面積を広げる（30×70m程度）
・表面の均し（機械＋人手）

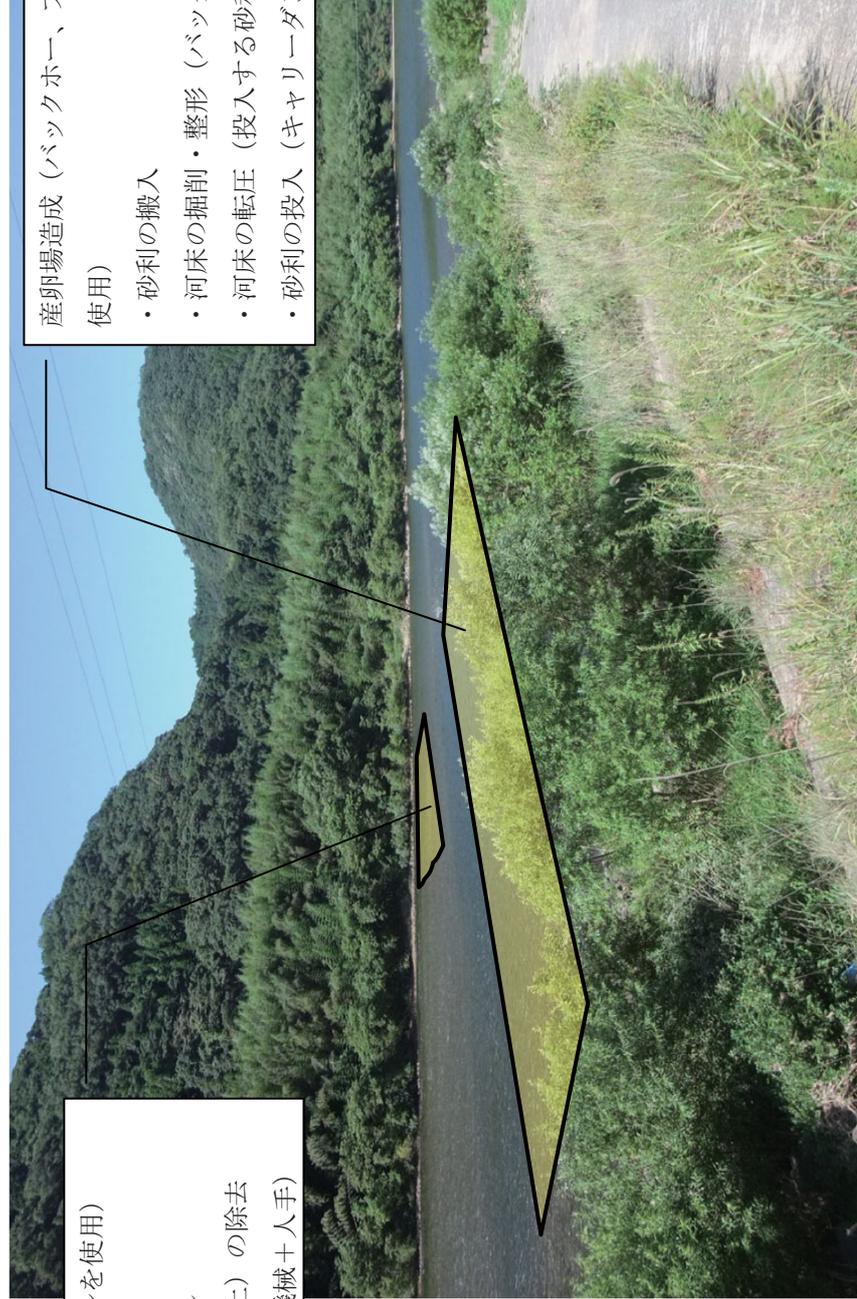


掘削して水の通りを良くする

図5. 高津川エンコウの瀬の整備方針

問題点：①河床表面の石が大きく、産卵に適した小石が少ない。②砂泥が多い。

造成方針：①右岸側に砂利を投入（約 4000m²）後整地。②左岸よりの河床（部分的に小砂利が堆積）を造成（砂泥の洗い流し＋整地）。



産卵場造成（ブルを使用）

- 河床の掘削
- 砂泥の洗い流し
- 大礫（20cm以上）の除去
- 表面の均し（機械＋人手）

産卵場造成（バックホー、ブル、キャリアーダンプを

使用）

- 砂利の搬入
- 河床の掘削・整形（バックホーとブル）
- 河床の転圧（投入する砂利の沈み込み防止）
- 砂利の投入（キャリアーダンプ）

図6. 江の川長良の瀬の整備方針

Ⅲ. 産卵場造成

1 高津川

1) 虫追の瀬

虫追の瀬の造成は2009年10月12日（作業期間は1日）に漁協が独自に行ったものである。造成形状を図7に示した。

造成候補地は全体的に浅かったため、左岸側から導流堤を築き、造成予定地に水を回した上で造成作業を行った。右岸側は干出していた水際部分を掘削・拡幅し産卵場として整備した。ここでは元々あった大きめの礫はハイド板（ブルドーザ等の前についているプレート）で右岸または下流に

えないよう施設周辺を掘り下げること、水利組合の了解を得、瀬肩に手を加えても良いことになった。造成状況を図8に、形状を図9に示した。右岸側を流れる水量が少なかったため、まず右岸側の瀬肩を掘削した。大きめの礫は流芯もしくは下流部にハイド板で押しやった。次に右岸側の砂州を3m程度削り落とすように同様の作業を行った。ここで右岸の水量が予想したようには増えなかったため、バックホーを使って造成地の upstream に深さ2m程度の水路を掘削した。さらにブルで右岸の砂州沿いに水路を掘削し瀬肩を削ったものの、瞬間的に水量は増えるが、しばらくすると

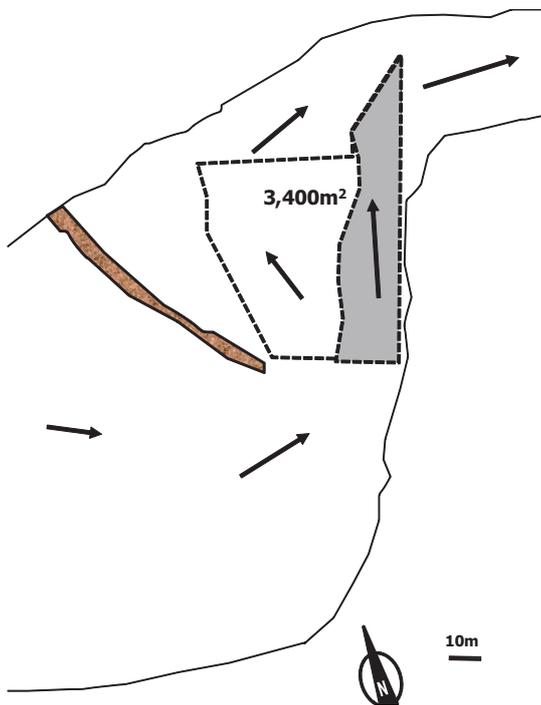


図7. 虫追の瀬の造成形状（灰色の部分為河床を整備した区域）



押しやり、産卵に適した小礫中心の礫構成にふり分けした。ハイド板で河床表面を浅く押しやると、フルイのような効果が得られ、大きめの礫を選択的に取り除くことができる。左岸半分は状態が良かったため、そのままにした。造成面積は3,400m²で、うち右岸側の1,460m²が河床を整備した区域であった。

2) 長田の瀬

造成は2009年10月13日の8:00～15:00に、作業時間6時間で行った。今回の造成では、河床低下を懸念する地元水利組合と高津川漁協が協議を行い、長田の瀬上流に位置する取水施設に影響を与

水位の低下により水量が減ってしまったため、この作業は途中で断念した。その後、ブルで造成地の下流側から上流側に向けてハイド板を入れ前進しながら砂泥を洗い流し、上流側から下流側にハイド板を軽く当てて後進しながら整地した。この作業は、流芯部以外は流量が少なく砂泥抜き効果が薄いため、流芯部を中心に念入りに行った。しかし、右岸側は掘削した背肩上流部および砂州ともに大量の砂が堆積しており、水量の少なさもあって十分な砂抜きができなかった。さらに、造成後も上流側の砂が造成地に流入し、堆積してしまった。

右岸の造成終了後、左岸の造成を行った。砂州



図8. 長田の瀬の造成状況

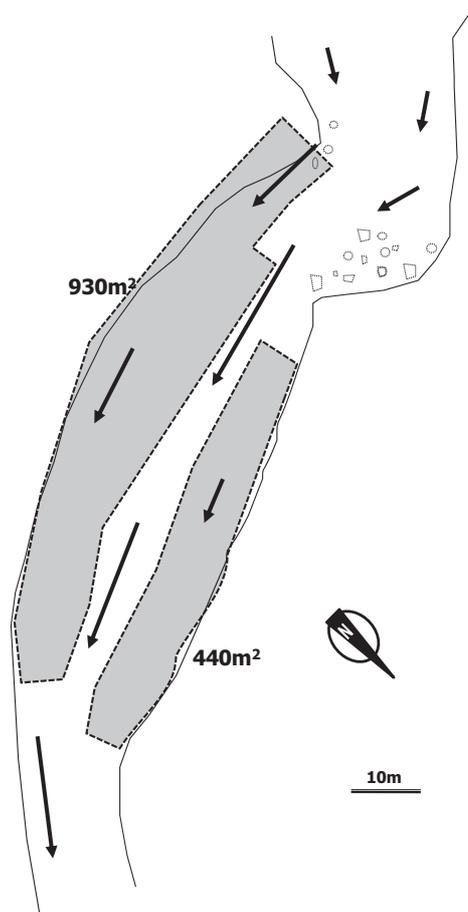


図9. 長田の瀬の造成形状

を少し削り気味にブルで砂泥抜きと均しを行った後、右岸と同様に上流側から下流方向に後進しながら整地を行った。

結果として、長田の瀬は砂分量が極度に多いため、流芯部以外は砂が抜けきらない状態となった。造成面積は左右岸合わせて1,370 m^2 であった。

3) エンコウの瀬

2009年10月13日(12:00)～15日(12:00)に行った(作業期間は2日間)。造成状況を図10に、形状を図11に示した。昨年同様、河床勾配が緩く、水流による砂の除去が困難であったため、導流堤を築き、造成予定地に水を回した上で造成作業を行った。作業は10月13日に造成地全体に均一の水量を確保するためバックホーで総延長40mの導流堤を築堤した。さらに、導流堤だけでは右岸側の水量が不足したため、バックホーで右岸の河原に沿って深さ1.5mの水路を掘削した。しかし、この作業だけでは右岸に十分な水を回すことはできなかった。これは造成地の upstream にあった局所的な深場の影響と考えられた。そこで、翌14日はブルで右岸に水路を掘削した際に彫り上げた土砂でその深場を埋める作業を行ったが、深場をすべ

で埋めることができなかった。これにより深場が狭まり、そこに水が集中したため、造成地に元々あった中央部の早瀬の水勢を一層強めることになった。そこで、左岸側の土砂を使い、バックホーで背肩の上流側に、左岸から右岸に向けて、水中に堤を造成しようとしたが、土砂が足りないこと、作業時間が非常にかかることから、中央の早瀬の手前までで作業を断念した。結果として造成地の中央部に急流の一本瀬がつくられた。右岸の石でこの一本瀬を埋めようとしたが急流によって流され無理であった。このため、当初、この中央部の早瀬を右岸側の小石で被覆し、全体的にチャラ瀬状帯とするつもりであったが断念した。

右岸側は造成面積を拡げるため突出した河原を削り、造成地の下流に突き落としたが、表面に大きい石が散在していたため、ブルのハイド板を表面にあてて河原方向に押し出した。その後、造成面の下流側から上流に向けてブルでハイド板を入れて前進しながら砂泥を抜き、その後上流から下流に向けてグラウンド整備のトンボの要領でハイ

ド板を当てて後進しながら整地を行った。ただし、ブルのオペレータに作業の意図が詳細に伝えることができなかったため、後進時にハイド板で強く押しすぎ、やや固めの整地となったうえ、起伏が残ってしまった。

3日目の10月15日は左岸側の造成を行った。左岸側は水深が浅かったため、均等な水量配分とするため（加えて中央に向けて造成面積少しでも拡げるため）、中央の一本瀬と、前日に造成した背肩の堤に向けて、ブルで掘り下げるように起伏を均した。その後、右岸と同様にブルで砂泥抜きと整地の作業を行い、水深20cm前後のチャラ瀬を造成した。

結果として、当初想定していたエンコウの瀬全体をチャラ瀬状に造成することはできず、中央の一本瀬を挟むように造成地が右岸と左岸に分かれてしまった。特に右岸側は産卵に適した小礫が供給できず、大きい石が散在していた。造成面積は2,250㎡であった。



図10. エンコウの瀬の造成状況

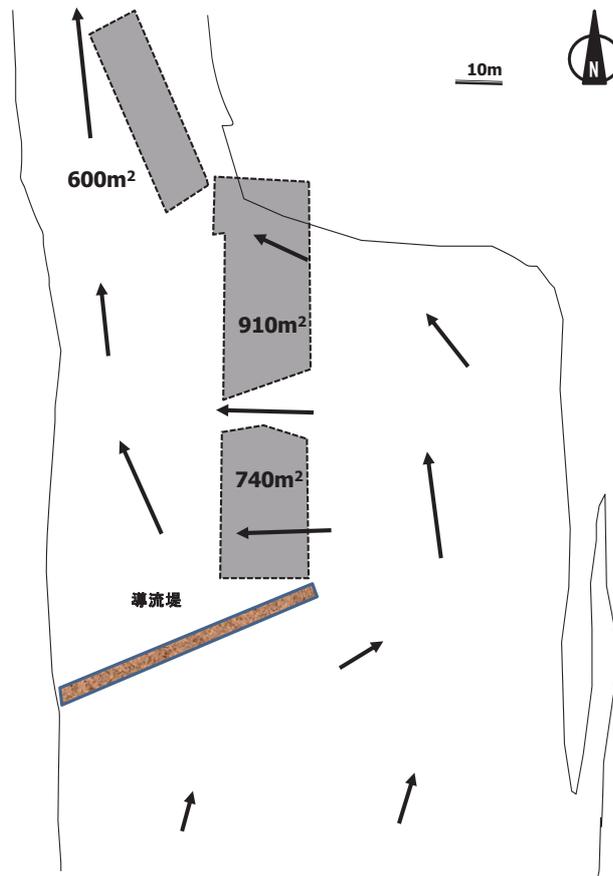


図 11. エンコウの瀬の造成形状

2 江の川 長良の瀬

造成は2009年10月6日8:00～7日11:00に行った。造成状況を図12に、形状を図13に示した。産卵基質としての砂利約1,000m³を投入するために、投入の前処理として、投入予定地の右岸側を4,000m³（40×100m）程度掘削し、河床の地盤高を20-25cm程度下げた。その後キャリーダンプで砂利を運搬し、ブルドーザで敷設した。投入した砂利の均しもブルドーザで行った。造成面積は3,660m²であった。

また、左岸側に産卵に適した砂利が集まった部分があったため、ブルドーザで表面を攪拌し、砂泥を流した後、ハイド板で均す作業を追加した。

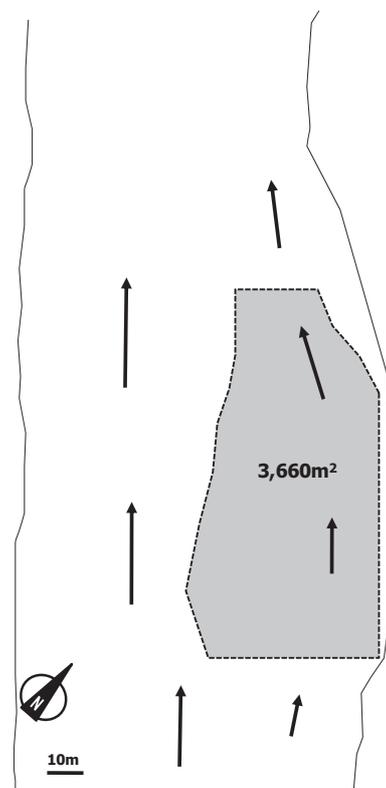


図 13. 長良の瀬の造成形状



図12. 長良の瀬の造成状況

3 産卵場造成の効果判定

産卵場造成の主目的は、河床の大石を除去し、砂泥を洗い流すことにより河床の粒度組成を産卵に適した小石主体のものに変えることと、堅く締

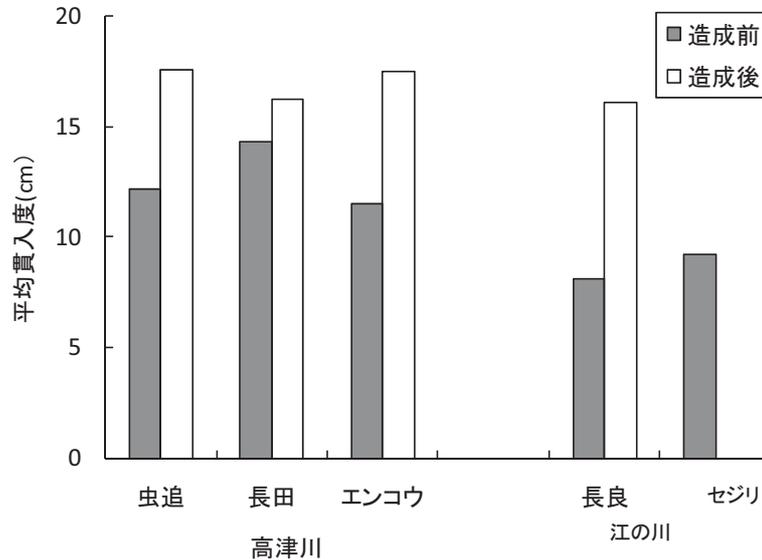


図 14. 造成前後における平均貫入度の比較

まった河床を掘削して、浮き石状態にすることにある。造成効果の判定は、河床の硬度の目安としてシノによる貫入度を測定した。測定方法は全内漁連¹⁾に準じた。

貫入度の測定結果を表1に示すとともに、造成前後での平均貫入度の変化を図14に示した。表1と図14には次項で述べる江の川の自然産卵場であるセジリの瀬の結果も合わせて示した。造成前後で平均貫入度を比較すると、いずれの地点でも造成後に深くなっており、造成効果があったと判断される。特に江の川の長良の瀬は、砂利投入を行ったため、造成前に8cmであった貫入度は、造成後には16cmと著しい改善効果が確認された。

表 1. 貫入度の測定結果

河川	地点	測定時	貫入度 (cm)		
			平均	最大	最小
高津川	虫追	造成前	12.2	17	5
		造成後	17.6	20	16
	長田	造成前	14.3	20	6
		造成後	16.2	20	9
	エンコウ	造成前	11.5	20	7
		造成後	17.5	20	12
江の川	長良	造成前	8.1	13	4
		造成後	16.1	20	7
	セジリ	自然状態	9.2	13	6

IV. 産卵場調査

1 資料と方法

造成した産卵場とその周辺の主要産卵場を対象として、江の川は2009年10月28日に、高津川は10月29日に産卵状況を調査した。調査は河川内を踏査・潜水し、産着卵の有無を確認した。産着卵が確認された範囲の外周にポールを立て、産卵場の形状を記録するとともに面積を測量した。さらにランダムに卵の埋没深を測定した。埋没深は図15に示すように、卵が付着している最も深い部分と周辺の河床との差を測定した。



図15. 卵の埋没深の測定

2 結果と考察

1) 高津川

(1) 虫追の瀬

卵は河床整備（掘削・均し）した区域（灰色部分）でのみ確認され（図16）、かつ卵密度はかなり濃密であった。一方、自然河床区域ではほとんど産卵していなかった。今回のように一部分を河床整備すると、アユはそこに集中的に産卵したがるために、「重ね産み」をされると考えられる。重ね産みは卵の剥離流失が起きやすいため、好ましいことではない。河床整備を行うのであれば、全域をする必要があると判断された。

産卵面積は980 m²で、造成面積（3,400m²）に対する割合は約29%であった。

(2) 長田の瀬

産卵場における卵の分布状況を図17に示した。卵密度は全体にかなり低いものの、造成した産卵場のほぼ全域で産卵が行われていた。本産卵場では砂の混入が多く、そのことでアユが産卵を避け、産卵量が少なかった可能性が考えられた。

産卵面積は1,710 m²で、造成面積（1,520m²）に対する割合は約113%であった。造成面積よりも

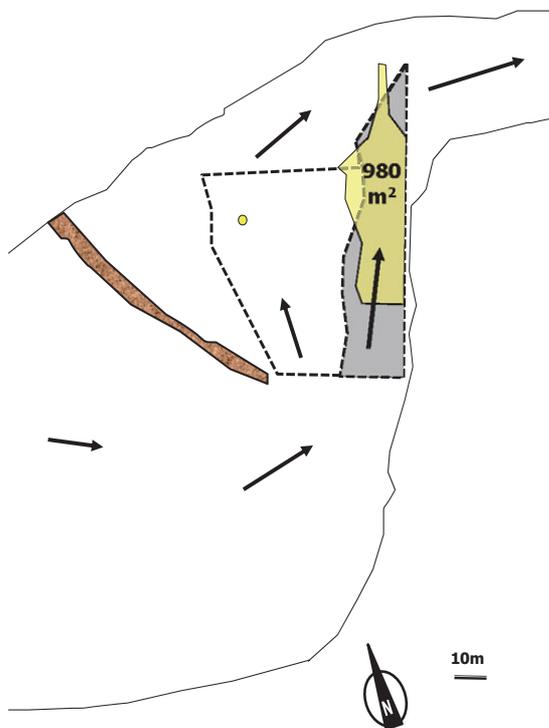


図 16. 虫追の瀬での卵の分布

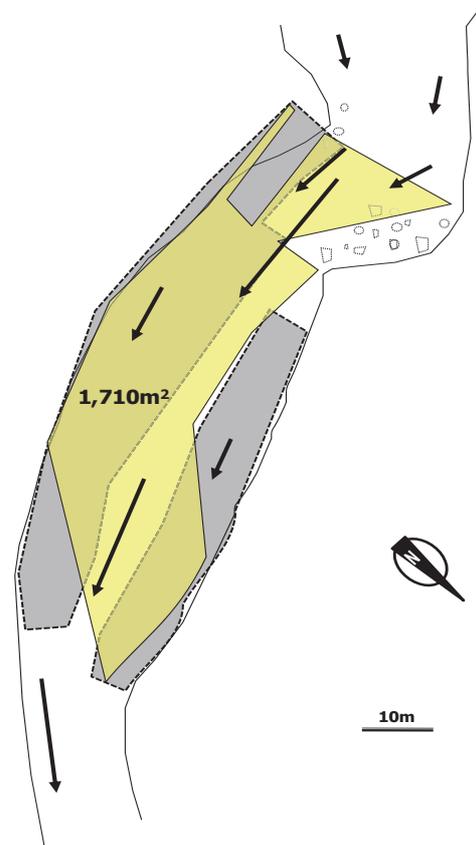


図 17. 長田の瀬での卵の分布

産卵面積が大きかったのは、瀬肩部分と流芯部分の非造成地に産卵していたためである。

(3) エンコウの瀬

産卵場における卵の分布状況を図18に示した。卵密度は比較的高かった。しかし、右岸側は全体的に卵密度が低く、左岸側（導流堤側）は相対的に高密度であるなど、均一な状態ではなかった。

これは、河床の整形（仕上げ）状態と関係しており、河床に起伏が残ってしまった右岸側は産卵に使いにくい場所が多かった。原因は均し作業が不十分なことにある。

さらに、左岸側（導流堤側）は水深が浅く、干出の可能性も考えられた。水を全体に均一配分できるような造成が今後の課題と言える。

産卵面積は1,950㎡で、造成面積（2,250㎡）に対する割合は約87%であった。

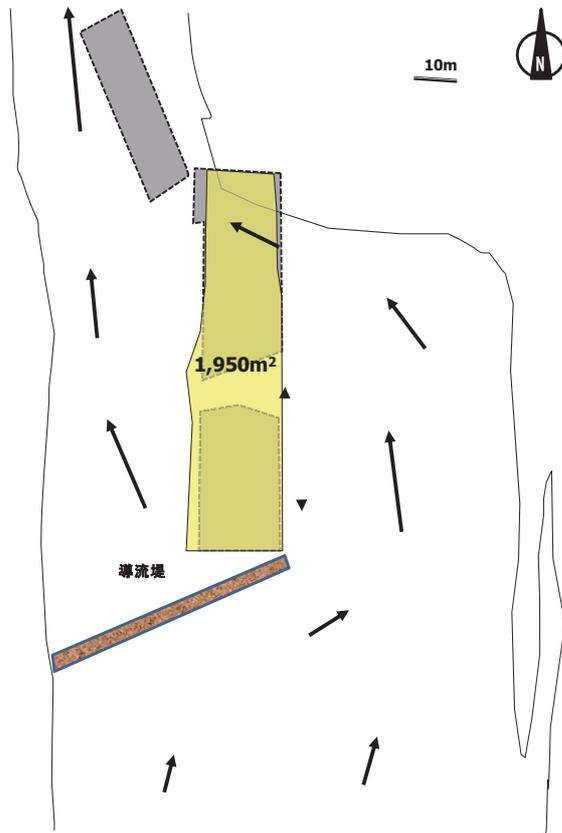


図 18. エンコウの瀬での卵の分布

(4) 自然産卵場

虫追の瀬と長田の瀬の中間付近にある、国道9号線バイパス橋脚付近に産卵面積は120㎡の自然産卵場が確認されたが産卵密度は低かった。

2) 江の川

(1) 長良の瀬

産卵場における卵の分布状況を図19に示した。卵密度は全体にやや低かったが、造成した産卵場の広い範囲で産卵が行われていた。産卵面積は1,840㎡で、造成面積（3,660㎡）に対する割合は約50%であった。

左岸側で簡易整備した箇所においても産卵が確認されたが、卵密度はごく低かった。

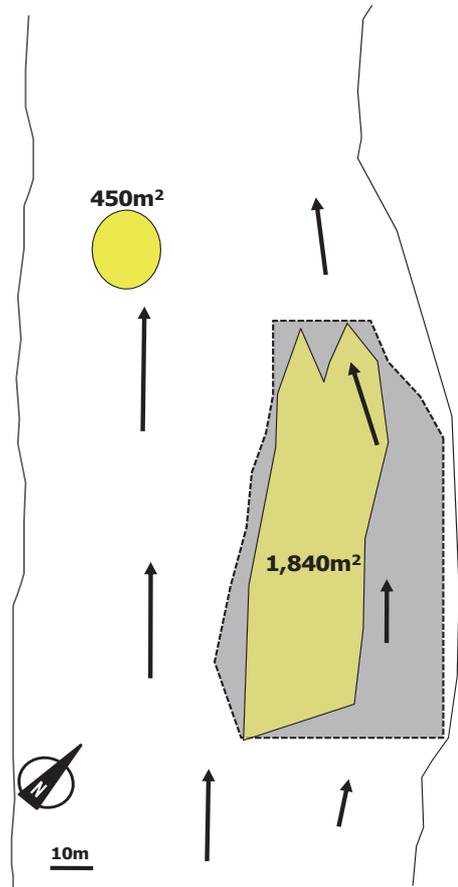


図 19. 長良の瀬での卵の分布

(2) 自然産卵場

長良の瀬の約600m下流のセジリの瀬には瀬の中央～瀬尻付近にかけて産卵場が形成されていた。産卵面積は2,810㎡であった。また、長良の瀬より約3km上流、桜江大橋より約1km下流の谷住郷の瀬でも瀬脇部分に帯状に産卵を確認できたが、産卵規模としてはごく狭かった。浜原ダムの上流でアユが産卵していると思われる場所についても調査した。その結果、浜原ダムより約9.5km上流のダム湖への流れ込み口である都賀行橋上流の梁瀬では最も左岸の瀬で産着卵が点在していたが、産卵規模としてはごく狭かった。その800m上流の糸瀬は左岸の瀬は石

が大きく産卵に不適な状態であった。右岸の瀬は、産卵に適した礫はあるものの全体的に石が大きく、加えてアーマーコート化も顕著で、産卵には不適な状態であり産卵は確認されなかった。

3) 卵の埋没深からみた産卵場造成の効果判定

卵の埋没深の測定結果を表2に示した。産卵場造成の目的の一つは卵の埋没深を深くして、食卵の被害²⁾を軽減させたり、重ね産みによる卵の流下を低減させたりすることにある。造成の有効性の目安として、高橋³⁾は平均埋没深が10cm以上あることとしている。

造成した産卵場のうち高津川の長田の瀬以外は10cm以上の埋没深があり(図20)、「効果有り」と判断できる。特に砂利投入を行った江の川の長良の瀬は、造成産卵場の中でも最高値の14cmであった。高津川の長田の瀬は、砂分が十分に除去できなかったことが原因で、9.2cmと目標の10cmに届かなかった。

表2. 卵の埋没深の測定結果

河川	地点	卵の埋没深(cm)		
		平均	最大	最小
高津川	虫追	13.2	16	11
	バイパス下	9.2	11	8
	長田	9.2	12	6
	エンコウ	12.2	16	10
江の川	長良	14.3	18	12
	セジリ	11.9	17	8

4) 産卵場造成手法の改善点と今後の課題

(1) 造成手法の改善点

高津川のエンコウの瀬では、均し不足による産卵条件の悪化が認められた。アユは産卵の際、人工的な起伏を嫌うため、仕上げの均し作業は入念に行う必要がある。また、今回の造成は作業手順に反省すべき点があった、すなわち、当初想定していたエンコウの瀬全体をチャラ瀬の産卵場とするためには、①左岸に多かった産卵に適した礫を別の場所に確保しておいたうえで、右岸と左岸の起伏をなくし、全体的に平坦にする。もしくは、右岸から左岸にかけて一直線に背肩を造成する。②導流堤の築堤、水路の掘削等により造成面全体に均一な水量を回す。③造成地の砂抜きを十分行い、江川の長良の瀬と同様に、小砂利投入分だけ河床を低めにならす。④その上に確保しておいた産卵に適した礫を被覆する。とすべきであった。

同じく虫追の瀬では部分的に河床整備を行ったために、そこに産卵が集中した。河床整備を行うのであれば、全域でやらないと重ね産みを助長し、これにより卵の流失を招く危険性が高まる。また、虫追の瀬では高い造成効果が認められたものの、河口からの距離が遠いため、流下仔魚が順調に河口域まで到達しているかどうかを確認する必要があると考えられる。この確認には長田およびエンコウの瀬で仔魚の採集を行い、仔魚の卵黄指数を観察する必要がある。

また、長田の瀬では、右岸側に水を回すため、上流部を掘り下げ、瀬肩を削った。しかし、背肩を削った分、水位が低下し、結果的に右岸への水量が減ってしまうため調整が困難であった。右岸

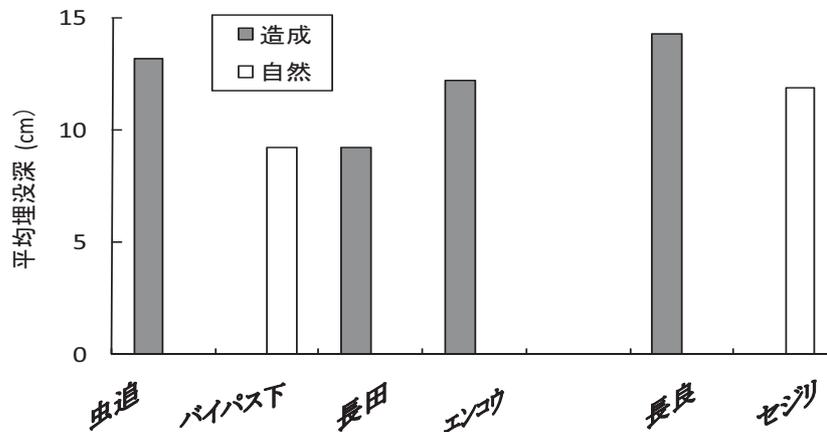


図20. 造成産卵場と自然産卵場における卵の埋没深の比較

にチャラ瀬を作ったが、砂分が多く、適した礫も少ないため、上流部を掘り下げたときに表面にあった礫で被覆する必要があった。また、右岸の造成面積を広げるため削った砂州は砂分が多く、砂分の供給源となってしまうため、余り削らない方が良かった。

江の川の長良の瀬では砂利投入の効果が顕著であった。ただ、産卵に適していない大径の礫(100mm以上)と砂分(1mm以下)の含有率が高く、このことが産卵効率を低下させている可能性がある。プラントでフルイに掛けることは難しいかもしれないが、より好適な砂利のある場所を選択するなどの配慮が望まれる。

(2) 今後の課題

天然アユの資源量を安定的に維持するために必要な産卵場面積の検討が望まれる。現状では「適したところを整備する」という観点で行われており、必要面積が整備されているのか、あるいは過剰な整備が行われていないか、といった観点からの検討がなされていない。そこで、本節では高津川における必要産卵面積を試算した。高橋ほか⁴⁾は高津川において標準的な適正収容量を確保するために必要な流下仔魚尾数は57億尾と推定している。高橋(未発表)によればフルイに掛けた砂利を投入した理想的な産卵場は1㎡あたりの流下仔魚尾数は100万尾/㎡である。これより、57億尾の流下仔魚尾数を確保するためには57億尾/100万尾/㎡=5,700㎡の産卵面積が必要となる。産卵効率(単位面積あたりの流下仔魚量)を1/2程度と仮定すれば、およそ10,000㎡が必要な産卵面積と試算される。2009年の造成面積は約7,000㎡であり、自然産卵場を加えると上記の必要面積をやや下回る程度の値となる。

なお、この産卵面積を十分に活用するためには産卵期に十分量の親魚(約40万尾)を確保することが前提条件であり⁴⁾、これができなければ、アユ資源の維持管理は難しい。実際、2009年は必要な面積がほぼ確保されているものの(上記試算結果)、実際に産卵した面積はそれをかなり下回っている。このことは親魚がかなり不足していることを示唆していると考えられ、親魚確保をより真剣に行わなければ、長期的な資源の維持は難しいと言える。

さらに、翌年の資源への添加という観点から効率的な産卵範囲を把握することも必要である。アユ仔魚の流下中の減耗はかなり大きく⁵⁻⁸⁾、河口から遠

くなるほど産卵効率は低下することになる。「仔魚の減耗の小さい範囲」という観点から有効な産卵範囲を明確にすることが望まれる。特に江の川は感潮域が非常に長いため、ここでの減耗が大きい可能性がある。より詳細な検討が必要と思われる。

最後に費用負担は誰がするのか、ということも今後の重要な問題であろう。江の川では、砂利投入による産卵場整備が効果的であることが分かった。ただ、この整備方法は経費が大きくなるため、今後漁協単独で継続することは難しいかもしれない。砂利投入が必要となっている原因は上流のダムや砂防堰堤による砂利供給の不足にあると考えられるため、ダム管理者(利用者)との費用負担に関する協議も必要となる。なお、高知県の奈半利川では、こういった費用負担をダム利用者である電力会社が行っている⁹⁾。

文 献

- 1) 全国内水面漁業連合会：アユの産卵場づくりの手引き(魚類再生産技術開発調査報告書)、全国内水面漁業協同組合連合会、234pp(1993)。
- 2) 高橋勇夫・東 健作：ここまでわかったアユの本、築地書館、東京、265 pp (2006)。
- 3) 高橋勇夫：産卵場造成の必要性和その実際、天然アユを増やすと決めた漁協のシンポジウム第1回天竜川大会記録集、天然アユ保全ネットワーク、11-18(2007)。
- 4) 高橋勇夫・寺門弘悦・村山達朗・曾田一志：高津川におけるアユの適正収容量の推定、島根県水産技術センター研究報告、2、49-64(2009)。
- 5) 和田吉弘・稲葉左馬吉：長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下までⅧー生産率と損耗率、木曾三川河口資源調査報告、4、7-11(1967)。
- 6) 高橋勇夫・新見克也：矢作川におけるアユの生活史Ⅰ、産卵から流下までの生態、矢作川研究、2、225-245(1998)。
- 7) 高橋勇夫・新見克也：矢作川におけるアユの生活史Ⅱ、遡上から産卵・流下までの生態、矢作川研究、3、247-267(1999)。
- 8) 東 幹夫・程木義邦・高橋勇夫：球磨川流域におけるアユ仔魚の流下と中流ダムの影響、日本自然保護協会報告書、94、21-30(2003)。
- 9) 高橋勇夫：天然アユが育つ川、築地書館、東京、194 pp(2009)。

漁獲管理情報処理システムの改良

向井哲也¹・村山達朗²・林 博文³・向井雅俊³

Improvement of catch data management system in Shimane Prefecture

Tetsuya MUKAI, Tatsuro MURAYAMA, Hirofumi HAYASHI and Masatoshi MUKAI

キーワード：漁獲管理，情報処理，TAC

はじめに

1997年から国連海洋法条約に基づく排他的経済水域の設定とこれに伴う同水域内における漁獲可能量(TAC)の設定と管理が開始された。TACを適切に管理するためには、漁獲情報を迅速に収集・集計することが必要である。このため、島根県では平成10年に県内の各漁業協同組合から販売データを水産技術センターに送信して集計する「漁獲管理情報処理システム」を構築した。しかし、2006年3月に海士町漁協を除く島根県内の全漁協が合併しJFしまねとなったことから漁協の販売システムが統一され、販売データの仕様も大きく変更となった。このため、県では漁協合併に合わせ漁獲管理情報処理システムについても大幅な改良を実施した。なお、漁獲管理情報処理システムの詳細については村山ら¹⁾を参照されたい。

漁協合併に伴うシステムの改良内容

システム改良の基本方針 システムの変更にあたっては、データの継続性を重視するため、システムの基本部分に変更せず、データを保存しているデータベースにも変更は加えないこととした。漁協合併により変更された販売データ形式と送信方式に対応した送受信方法やプログラムを考案することでこれらの変更に対応することとした。改良にあたっては、これまで課題であった集計作業や保守管理の労力軽減も念頭に置き、システムの改善やツールの作成を行うこととした。なお、システム変更の全体像を図1に示す。

販売データの一元化とデータ形式の変更 合併前は各漁協の販売データの形式と品名・漁業種類のコードがまちまちだったため、送信時に送信ソフトにおいて共通のコード・データ形式に変換した後、水産技術センターに送信していた。合併後は、各支所の販売データはJFしまね本所の販売システムに集約され、データ形式・コードも統一された。JFしまねで採用されたデータの仕様を図2に示す(以下このデータ形式をJFしまね形式と呼称する)。漁協合併に際し、販売データの品名、漁業種類、荷主等のコードが一新されたため、データを漁獲管理情報システムのデータベースに入力するために現システムで使用しているコード(水試コード)に変換する必要が生じた。また漁獲管理情報システムでは漁業経営体は漁船登録番号として識別されているため、荷主コードについても漁船登録番号に変換する工程が必要となった。このため、品名・漁業種類・荷主などについてコード変換テーブルを新たに作成した。なお、合併に参加しなかった海士町漁協の販売データについては従来と同様のデータ形式であるが、海士町漁協の販売データをJFしまね形式に変換するツールをMSエクセルで作成し、JFしまねのデータと合わせて一括処理できるようにした。

販売データの送受信方法 従来は県内各地の漁協から販売データを電話回線で水産技術センターに送信していたが、合併後はJFしまね本所から一括してデータを送信することとなった。これに合わせ、JFしまねおよび海士町漁協からのデータの送受信は従来の電話回線からインターネット経由で送受信する仕様に変更し、経費節減と通信

¹現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

²漁業生産部 Fisheries Productivity Division

³応用技術株式会社

の安定化を図った。なお販売データは個人情報を含むため、商用のオンラインストレージサービスを利用して暗号化送信するようにした。データの送信頻度は月1回とした。

データ処理プログラムの作成 JFしまね形式のデータを水産技術センターの漁獲管理情報処理システムのデータベース（GYOKAKU）に直接入力するプログラム「JFしまねデータ登録プログラム」（JF2SQL）を作成した（図3）。プログラムの処理内容は図4のとおりである。従来のデータとの継続性を保つため、魚種・漁業種類などのコードは従来のコード（水試コード）に変換し、自港・他港データも従来のデータを踏襲する形で作成してデータベース GYOKAKU に格納する仕様とした。

データ修正ツールの作成 これまでのシステムの運用にあたっては、販売データの人為的な誤入力による漁業種類等の誤りが原因で、データベース登録時にエラーが多発し、それを修正するために多大な労力がかかることが問題であった。このため、データの修正ツールを作成した。ツールの作成には MS Excel 2007 を使用し、VBA（Visual Basic for Application）により自動処理ができるものとした。

システム改良後の改善点について

システムを改良した結果、下記のような改善があった。

県下全漁獲量の把握 漁協合併前は、漁獲管理情報システムの送信部は全ての漁協には導入されていなかったため、一部の小規模な漁協のデータ

は漁獲データに集計されていなかった。しかし、漁協合併後は県内全ての漁協の漁獲データが集計可能となった。

作業量の軽減 入力ミスを自動修正するツールを作成した結果、データベース登録時のエラーが激減し、これまで多大な労力を要していた修正作業がかなり軽減された。また、これまで各漁協にあったコード変換テーブルを水産技術センター側に置くようにしたため、変換テーブルのメンテナンスも極めて容易となった。従来は、集計作業が翌月の月末までかかることも多かったが、システム改良後は翌月の15日頃には集計作業を完了することができるようになり、より迅速に漁獲量を報告することが可能になった。

保守管理の簡素化 従来各漁協にあった電話回線による送信システムを廃止し、JFしまね本所から販売データをそのままの形式でインターネットを利用して送信してもらうようにした結果、これまで頻繁にあった送信トラブルはほぼ皆無となった。従来は送信部分の保守にはかなりのコストをかけて業者に依存していたが、改良後は職員で対応できるようになったため保守管理経費を大幅に削減することができた。また、インターネットという既存のインフラを利用することにより、データ送信専用の電話回線維持に要していたコストは不要となり、通信費も大幅に削減することができた。

文 献

- 1) 村山達朗, 若林英人, 安木 茂, 沖野 晃, 伊藤 薫, 林 博文: 漁獲管理情報システムの開発. 島水試研報, 12, 67-78 (2005).

テーブル名	TAC	1	備 考	CSV形式 (TAC、統計事務所データ)		
		TAC		TACファイル名 : TAC_処理売上年月 (TAC_YYYYMM)		
オーナー			履 歴	統計事務所ファイル名 : MIZ_処理売上年月 (MIZ_YYYYMM)		
スク립トファイル名				2005/8/31	Adachi	Create
種別	データ					
予想件数/最大件数						

No	フィールド名	名 称	タイプ	デー長	入力長	DEF	MIN値	MAX値	NOT NULL	REF
1	URIDATE	売上日付	Char	10	10					
2	MIZDATE	水揚日付	Char	10	10					
3	KSISYCD	管轄支所CD	Number	4	4					
4	SISYCD	所属支所CD	Number	4	4					
5	GYOKCD	所属漁港CD	Number	4	4					
6	MGYOKCD	水揚漁港CD	Number	4	4					
7	ICHIBACD	上場市場CD	Number	8	8					
8	NINUSCD	荷主CD	Number	8	8					
9	KENGAIKBN	県外船区分	Number	1	1					
10	GYGYSYUCD	漁業種類CD	Number	4	4					
11	HINMEICD	品名CD	Number	4	4					
12	HINEDACD	品名枝番CD	Number	1	1					
13	KIKAKCD	規格CD	Number	4	4					
14	IRINUM	入段数	Char	9	9					
15	IRITANCD	入段数単位CD	Number	1	1					
16	SANGHICD	産地CD	Number	3	3					
17	KAIUKCD	買受人CD	Number	8	8					
18	KANJYURYO	漁獲量 (kg)	Char	17	17					
19	PRICE	漁獲金額 (税抜)	Char	17	17					

図 2. JF しまね販売データのファイルフォーマット

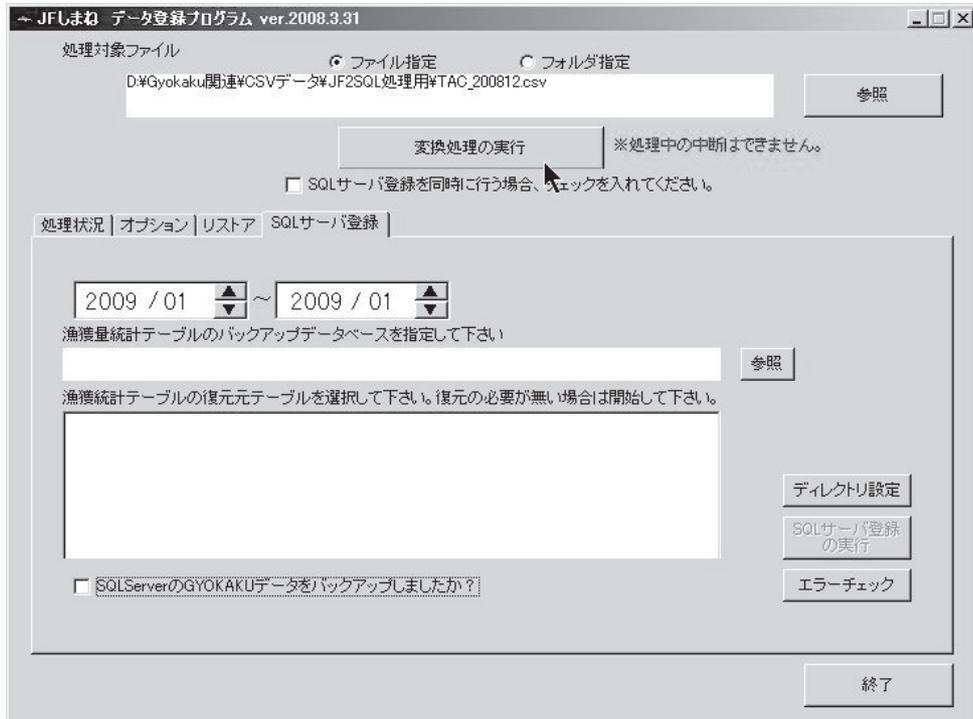


図 3. JF しまねデータ登録プログラム (JF2SQL) の作業画面

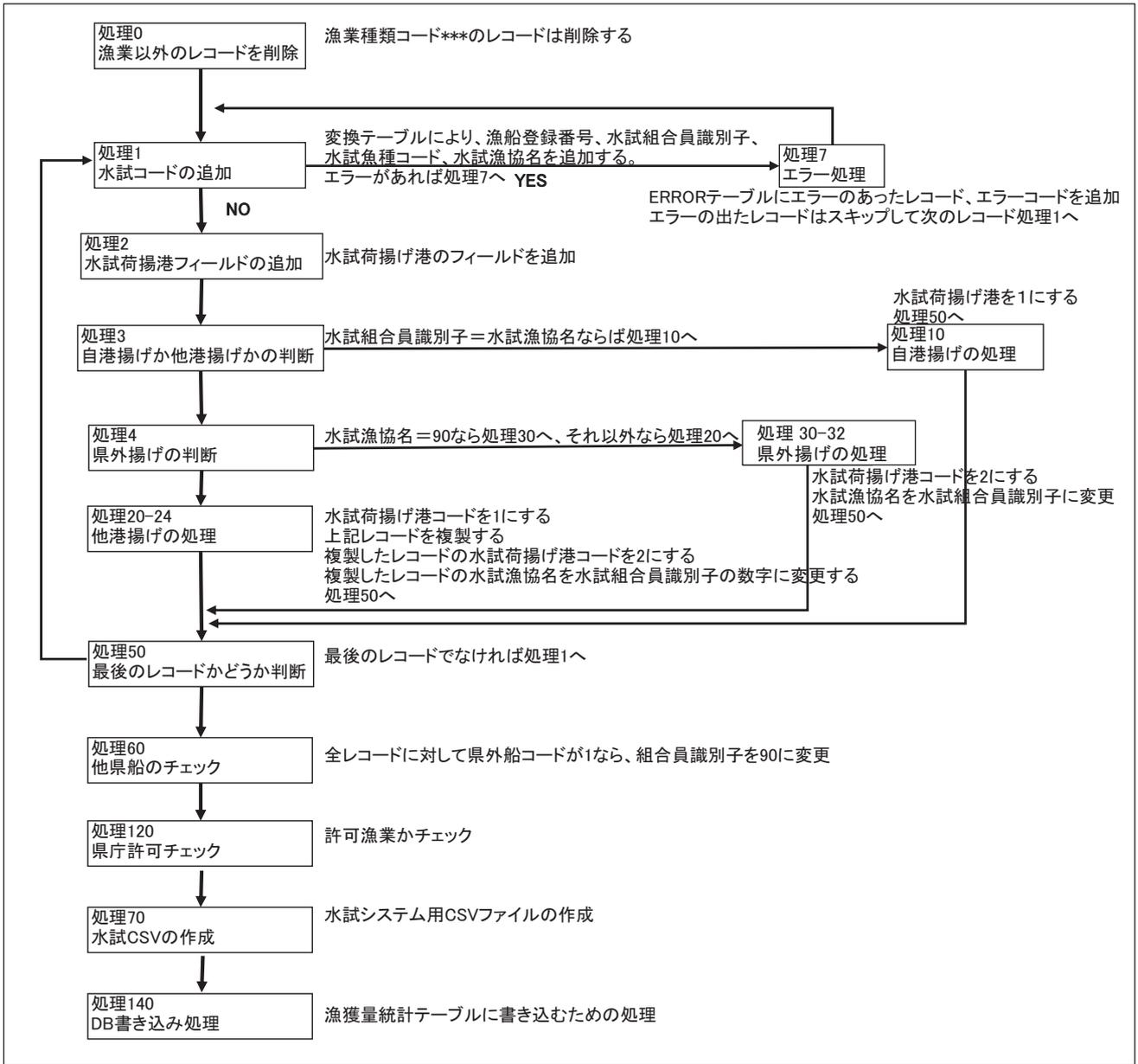


図 4. JF しまねデータ登録プログラム (JF2SQL) の処理内容

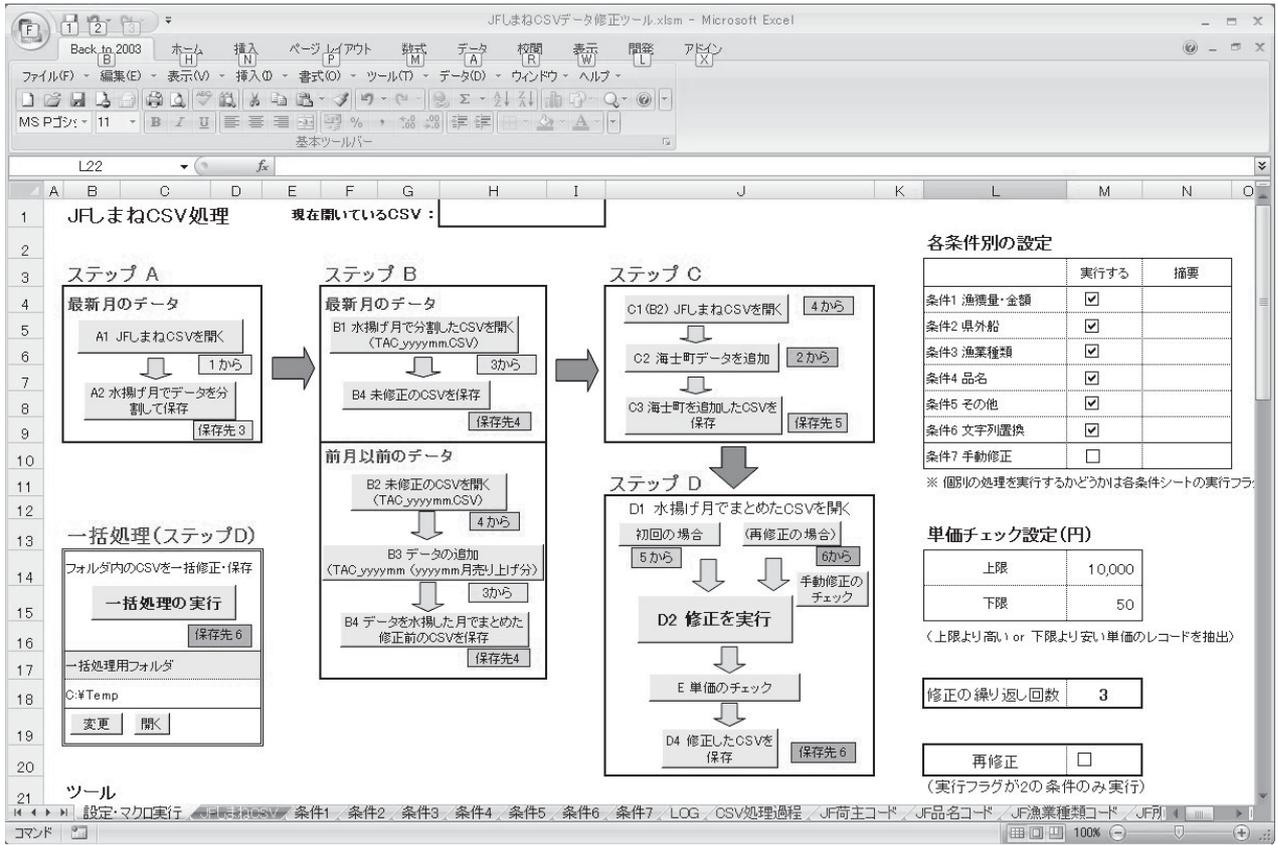


図 5. JF しまね CSV データ修正ツールの作業画面

LAN による情報共有システムの開発

向井哲也¹・若林英人¹・村山達朗²・林 博文³・向井雅俊³

Development of information sharing system by local area network

Tetsuya MUKAI, Hideto WAKABAYASHI, Tatsuro MURAYAMA,
Hirofumi HAYASHI and Masatoshi MUKAI

キーワード：情報化，情報共有，LAN

はじめに

島根県においては全機関において LAN (Local Area Network) の整備が進み，メールや掲示板システムによる情報の共有化が進んでいる．整備されたネットワークを有効利用するため，県の水産部局内で各種の情報を共有するためのシステム (トビウオネット水産情報データベース) の構築を試みたので，その概要を報告する．

システムの内容

システム全体の基本方針 このシステムの主旨は水産部局内のそれぞれの機関がデータを提供し，それを水産部局内で公開して情報を共有するというものである．システムを利用するのは県水産部局の一般職員であるため，利用にあたっては特別なソフトや難易度の高い操作を必要としないことを前提にシステムを設計した．データの公開・閲覧については，操作が容易で汎用性のある方式として WEB ページ形式を採用した．具体的には水産技術センターに設置されたサーバーに WWW サーバーの機能を持たせ，各機関から提供された情報をイントラネットのホームページ上で提供するものとした．各機関からのデータの入力に際しても，特殊なソフトは使用せずエクスプローラやブラウザによる簡易な操作で行えるものとした．

ハードウェア構成 データ処理と公開機能は原則として水産技術センターの 1 台のデータサー

バーに集約した．ただし，SQL Server を使用したシステム (後述の水産情報 Q&A と水温情報) については SQL Server をインストールした別サーバーで運用することとした．また，画像データなどの入力には各部署のファイルサーバーを利用することとした．

ソフトウェア構成 データサーバーの OS は Windows Server 2003 とし，OS の IIS (Internet Information Server) の機能を使ってデータを公開する仕様とした．システム開発にあたっては多額の経費をかけないことを前提とし，水産情報 Q&A については (株) 応用技術が開発を担当したが，他は MS エクセル 2003 の VBA (Visual Basic for Applications) と Namazu 等のフリーソフトウェア，市販ソフト，あるいは OS に標準装備されている機能を組み合わせて設計した．各システムの使用ソフトウェアについては表 1 に示した．

システムで取り扱った情報 情報共有を行う項目として，(1) 県民等から寄せられた質問とそれに対する回答，(2) デジカメで撮影した画像データ，(3) 報告書や復命などの文書データ，(4) 水産関連の新聞記事見出し内容，(5) 水温情報 を選定した．それぞれの内容については下記のとおりである．

(1) 水産情報 Q&A (県民等から寄せられた質問とそれに対する回答) 過去に県民などから県に対して寄せられた質問とそれに対する回答をデータベース化し，簡単に検索・閲覧ができるシステムを開発した．システムは Microsoft SQL Server と Microsoft ASP (Active Server Pages) を組み合

¹ 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

² 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

³ 応用技術株式会社

わせ、ブラウザのWEB画面上でデータの閲覧および入力ができるものとした。データはカテゴリや日付で検索できるほか、全文検索システム Namazu を導入することにより、データの全文検索も可能とした。水産情報 Q&A の機能の概念と処理の概要を図 1 に、実際の操作画面を図 2 に示す。

(2) **画像データベース（デジカメで撮影した画像データ）** 各機関が業務で撮影したデジカメの画像データから、資料的価値のあるものを選んで水産技術センターのサーバーに登録し、それを誰もが簡単に検索・閲覧できるシステムを作成した。画像はフォルダ単位で管理され、撮影日順・機関別などで一覧できる他、全文検索システム Namazu により画像ファイル名・フォルダ名、フォルダ内に添付された文書ファイルの内容から画像を検索できるものとした。画像データベースの概念と処理の概要を図 3 に、操作画面を図 4 に示す。

(3) **データ共有システム（報告書等のファイルの共有）** 各機関で作成したワード・エクセル・一太郎・PDF 等のデータファイルを水産技術センターのサーバーに集約し、簡単に閲覧できるシステムを作成した。画像データベースと同様、登録日順や機関別などでファイルを一覧できるほか、全文検索システム Namazu によりファイル内容を全文検索できるようにした。システムの基本設計は画像データベースに準ずる。データ共有シ

ステムの操作画面を図 5 に示す。

(4) **水産関連新聞記事（記事の見出し）** 水産技術センターで入力している水産関連の新聞記事の見出しをエクセル VBA により HTML 化し、全文検索システム Namazu を使って検索できるようにした。

(5) **水温情報システム（各地の海水温）** 水産技術センターの各部署で個別に記録していた海水温の情報を一元化し、リアルタイムでどの部署からも閲覧可能とするシステムを作成した。(1)の水産情報 Q&A と同様 SQL Server と ASP の組み合わせにより WEB 画面上でデータの閲覧と入力ができるものとした。水温情報システムの機能概要と操作画面を図 6 に示す。

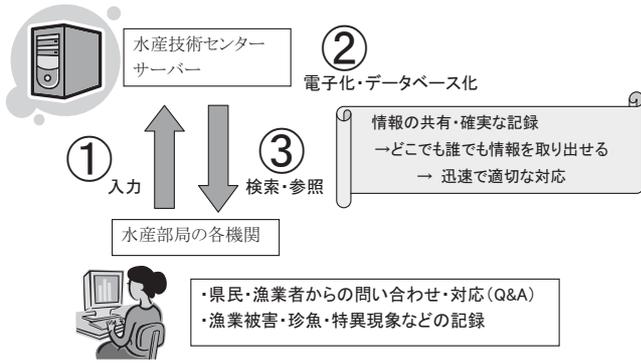
(6) **ポータルサイト** (1)～(6)のリンクを 1 画面に集約したポータルサイト「トビウオネット水産情報データベース」を作成した。ポータルサイトでは各項目の新着情報を一覧できるようにした(図 7)。

謝 辞

システムの作成に使用したフリーソフト（全文検索システム Namazu、画像縮小ソフト「藤-Resizer-」、テキスト抽出ソフト xdoc2txt）の作者の方々に深く感謝いたします。

表 1. 各システムの仕様一覧

	水産情報Q&A	画像データベース	データ共有システム	水産関連新聞記事	水温情報
データの入力	ブラウザの画面上で入力	各機関のファイルサーバーに設定された画像フォルダにデジタル画像を入れる	各機関のファイルサーバーに設定された公開フォルダにファイルを入れる	エクセルのファイルに入力	ブラウザの画面上で入力
データの形式	入力されたテキスト情報および添付ファイル (JPEG、MSワード等)	JPEGファイル (フォルダ単位)	MSワード・エクセル・パワーポイント・一太郎・PDF等の文書ファイル	入力されたテキスト情報	入力された数値情報
データの入力・転送	水産技術センターのデータサーバーに直接入力	各機関のファイルサーバーから水産技術センターのデータサーバーに夜間転送	各機関のファイルサーバーから水産技術センターのデータサーバーに夜間転送	水産技術センターのファイルサーバーからデータサーバーに夜間転送	水産技術センターのデータサーバーに直接入力
データ処理の概要	<ul style="list-style-type: none"> 入力データを元にHTMLを作成 入力データをSQLサーバーに格納 Namazu全文検索用インデックスの作成 (夜間処理) 	<ul style="list-style-type: none"> フォルダ単位で画像一覧用HTMLを作成 閲覧用の縮小画像の作成 フォルダ名・ファイル名・フォルダ内にある文書ファイルからテキスト情報を抽出し、一覧用HTMLに追加 撮影日順・機関別などの画像リスト作成 Namazu全文検索用インデックスの作成 (全て夜間処理) 	<ul style="list-style-type: none"> ファイル単位でデータ一覧用HTMLを作成 ファイル名とファイル内容からテキスト情報を抽出し一覧用HTMLに追加 登録日順・機関別などの文書リスト作成 Namazu全文検索用インデックスの作成 (全て夜間処理) 	<ul style="list-style-type: none"> 記事見出しごとにHTMLを作成 見出しのリストのHTMLを作成 Namazu全文検索用インデックスの作成 (夜間処理) 	入力データをSQLサーバーに格納
データ処理に使用した技術・ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ASP Microsoft SQL Server Namazu2.0 	<ul style="list-style-type: none"> MS Excel2003 (VBA) (HTML作成) 藤 -Resizer- v2.6 (縮小画像の作成、フリーソフト) xdoc2txt (テキスト抽出、フリーソフト) Backup Platinum3 (NetJapan、市販ソフト) (データ転送) Namazu2.0 	<ul style="list-style-type: none"> MS Excel2003 (VBA) (HTML作成) xdoc2txt (テキスト抽出、フリーソフト) Backup Platinum3 (NetJapan、市販ソフト) (データ転送) Namazu2.0 	<ul style="list-style-type: none"> MS Excel2003 (VBA) Namazu2.0 	<ul style="list-style-type: none"> ASP Microsoft SQL Server
データ検索の仕様 (全文検索エンジンは全て Namazu2.0を使用)	<ul style="list-style-type: none"> ASPとSQL Server により日付・機関でデータを抽出 作成されたHTMLを対象に全文検索 	<ul style="list-style-type: none"> 画像フォルダ名・ファイル名・フォルダ内にある文書ファイルを対象に全文検索 	<ul style="list-style-type: none"> 文書ファイルを対象に全文検索 	<ul style="list-style-type: none"> 記事見出し文を対象に全文検索 	<ul style="list-style-type: none"> ASPとSQL Server により日付・機関別でデータを抽出
データの公開	WEBサーバ機能を使用 (OSに付属の Internet Information Server 使用)				



- ①データ入力
 - ・各機関からブラウザの入力画面で入力
- ②データ処理
 - ・ASP により SQL サーバーへのデータ入力と HTML ファイルの作成
 - ・全文検索用のインデックス作成
- ③データ公開
 - ・HTTP サーバ機能でデータを公開
 - ・登録された Q&A を一覧表示
 - ・Namazu による全文検索と内容の表示

図 1. 水産情報 Q&A の概念と処理の概要

検索フォーム (検索)

入力

データの入力画面 (各機関からブラウザでデータを入力)

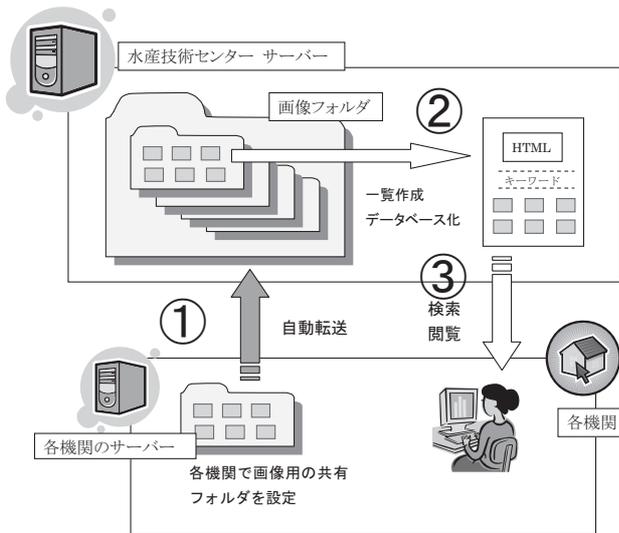
全文検索結果 (例: キーワード「ヒラメ」で検索すると、ヒラメに関連した質問・回答の一覧が検索結果に出る)

閲覧 (クリックすると質問・回答の内容が表示される)

Q & A の内容の表示

◆ 水産情報Q&A ◆	
タイトル	養殖ヒラメの遺伝的識別について
問い合わせ日付	2010/03/04
問い合わせ方法	TEL
問い合わせ者所属	大田市岡富商店
所属分類	漁業者・水産業者
問い合わせ者氏名	大田市岡富商店
受付者	村山達朗
担当者	
担当部署	水産技術センター 漁業生産部(浜田)
カテゴリ	魚・水生生物
サブカテゴリ	魚類 (先にカテゴリを選択してください)
処理時間	10 分(再読取)
問い合わせ内容	
ユーザーから、養殖ヒラメと天然ヒラメを遺伝子検査で識別できないかという問い合わせがあったが、できるか、できれば技術センターで可能か？	
処理内容	
養殖魚を生産している場所のDNAデータがあれば技術的には不可能ではない。また、養殖魚の親魚が遺伝的識別されたものであれば、DNAマーカーにより識別できるかもしれない。しかし、これらの基礎的なデータは十分そろっていないわけではなく、由来のわからないヒラメを養殖か天然かを遺伝子検査で判断するのは困難であろう。色素異常などの外部形態での確認のほうが容易である。また、魚類の遺伝子検査は、水産技術センターでは行っていない。	

図 2. 水産情報 Q&A の操作画面



- ①データ入力
各機関のファイルサーバーの指定フォルダに画像を入
れると水産技術センターのサーバーにFTPで自動転送さ
れる
- ②データ処理
・フォルダ名・画像名・テキストメモ内容を記した画像一覧
用のHTMLファイルを作成
・閲覧用の縮小画像を作成
・全文検索用のインデックス作成
- ③データ公開
・HTTPサーバ機能でデータを公開
・登録されたフォルダを一覧(新着順や登録機関別など)
・Namazuにより検索し、画像を表示

図3. 画像データベースの概念と処理の概要

例: キーワード「トラフグ」で検索
すると、トラフグに関連した画像フ
ォルダの一覧が検索結果に出る

検索フォーム

新着画像の一覧

検索

フォルダ内の画像一覧

画像フォルダの中
の写真をサムネイル(縮
小画像)で一覧表示

サムネイルをクリック
すると大きな写真を表示

図4. 画像データベースの操作画面

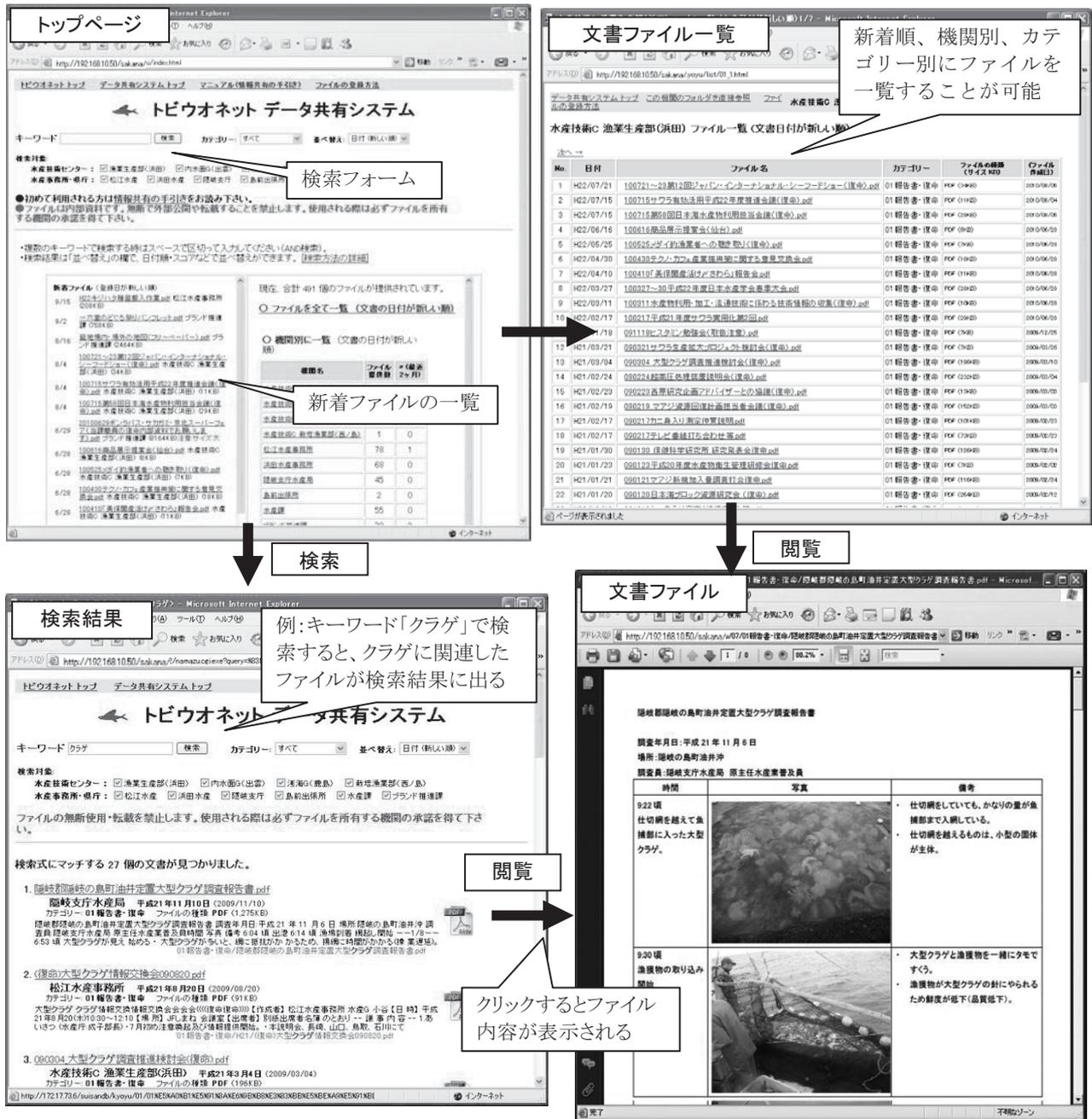


図 5. データ共有システムの操作画面



図 6. 水温情報の操作画面

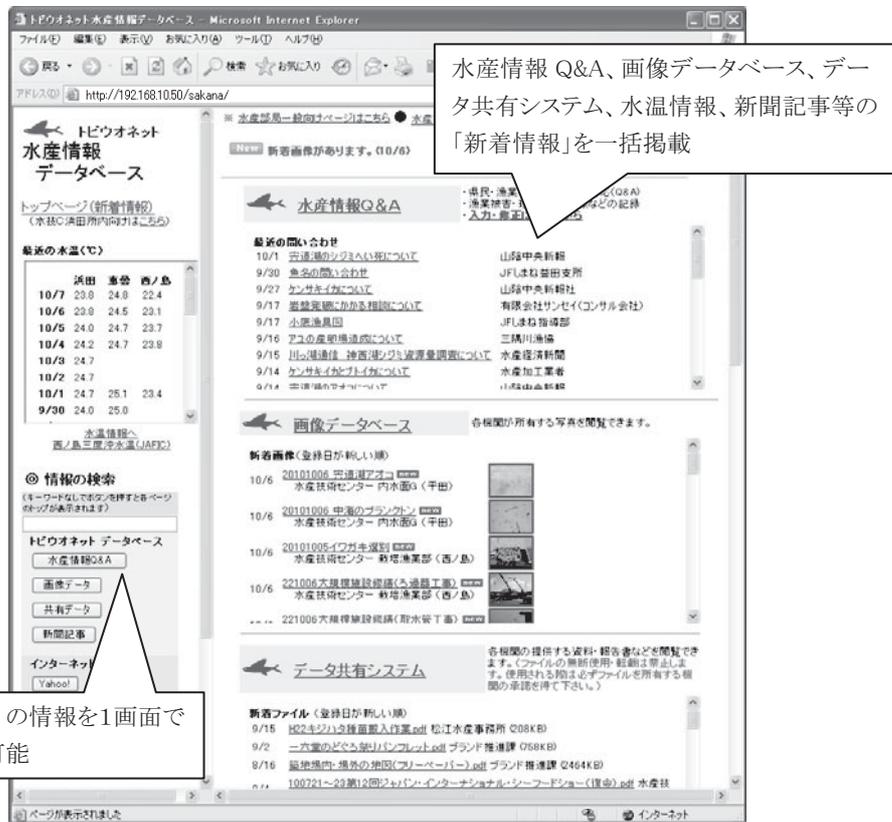


図 7. ポータルサイト「トビウオネット水産情報データベース」の画面

(寄稿) 宍道湖・中海水域の水産業振興に向けた 調査研究等の課題

石飛 裕¹・平塚純一¹・桑原弘道¹

Subject of the comprehensive investigation and others for
the promotion of the fisheries in Lakes Shinji and Nakaumi

Yu ISHITOBI, Jun'ichi HIRATSUKA and Hiromichi KUWABARA

キーワード：宍道湖・中海水系，水産振興，ヤマトシジミ，アサリ，ワカサギ

はじめに

宍道湖・中海水系（図1）ではこの数年間に、中浦水門の撤去（平成17年3月～平成21年3月）、本庄水域西部承水路堤防の撤去（平成19年7月～平成21年3月）、森山堤防の開削（平成21年5月）が行われ、水域の流動環境は大きく変化した。また宍道湖・中海ともに沈水植物の増加が目立つようになった。さらに斐伊川水系河川整備計画が策定（平成22年9月）され、将来的には大橋川拡幅による宍道湖や大橋川の水環境の変化が予想されている。

水域の環境変化は何らかの影響を生態系に及ぼしひいては漁業環境に影響する。従って、新たな宍道湖・中海の水産振興事業は、新たな漁業環境に対応するものでなければならない。的確な現状把握と将来の予察に基づく有効な水産振興計画の立案と状況変化に応じた事業実施が求められている。

本稿では宍道湖・中海水域における水産業振興のための調査研究等について、現状に基づき出来るだけ詳細に記述した。

重要水産資源生物をとりまく課題

宍道湖 本水域における水産業で最も重要なものは宍道湖のヤマトシジミ（以下シジミと記す）漁業である。ここ数年の平均的な年間漁獲量は約3,000～4,000トン、年間出荷額は約20億円といわれている。しかしながら、宍道湖のシジミ漁業

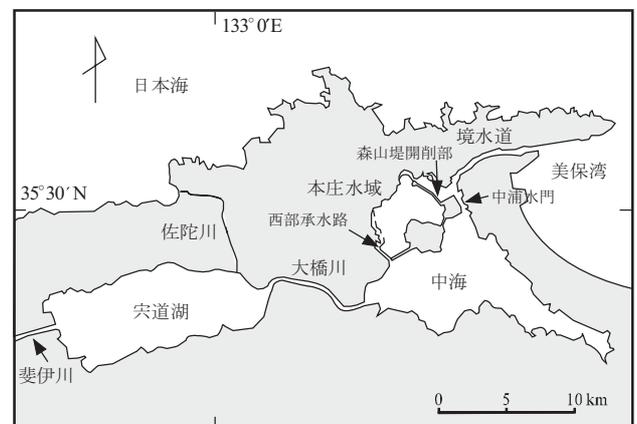


図1. 宍道湖・中海水域概況図（西部承水路堤防撤去、森山堤防開削以前）

は今大きな転換点に立っている。最大の問題は、①近年しばしば起きる大量斃死による資源量の減少である。資源量が減少すると、漁獲量確保のため小型シジミが主体となり出荷される。そうすると資源量の回復が遅れるのみでなく、他産地のシジミに比べ「宍道湖産シジミ」の市場での評価が低下する恐れがある。②平成19年からはシジミのカビ臭の問題が続いている。甚だしい場合には出荷停止の自主規制が行われている。③最近になって、湖底に沈水植物が生育するようになり、平成21年秋季にはこれが増殖し漁業者による除去が行われた。沈水植物が繁茂枯死すると、その下のシジミは生息できないので漁場の縮小につながる。また④将来的に大橋川の拡幅によって大橋川や宍道湖の塩分が上昇すれば、競合種のホトトギ

¹自然と人間環境研究機構：690-0815松江西市持田町200 Environmental Research Organization for Nature and Human Being, Nishimochida, Matsue 690-0815, Japan

スガイやコウロエンカワヒバリガイの生息域が拡大し、シジミ漁場に影響すると考えられている。

シジミ漁業の他に、シラウオ、ワカサギ、フナ類などについて刺網漁業や定置網漁業などが行われている¹⁾。宍道湖七珍味^{*1}のシラウオは年毎の増減はあるものの漁獲が続いている。しかし、ワカサギの漁獲は猛暑渇水の平成6年から激減したままである。宍道湖漁業協同組合（以下、宍道湖漁協と記す）は高水温耐性を持っているかも知れない宍道湖固有個体群の回復を目指し、他産地から発眼卵導入を止めるとともに産卵親魚の保護と産卵場の確保を行ったが、稚魚は春季に出現しても夏を越せず、ワカサギ資源の回復は難しい状況にある。また冬季の「フナ刺し」で地元の人に好まれる宍道湖のフナ類は、宍道湖漁協によれば平成10年頃と比較して大きく減少している。

中海 中海では、定置網漁業や刺網漁業などによりヨシエビ、タイワンガザミ、マハゼ、スズキ、コノシロ、サッパ、ウナギなど多種の魚介類が漁獲されている^{1,2)}。

中海本湖の漁場環境で特徴的な点は、強固な塩分成層が発達し暖候期に下層は貧酸素化するので、そこでは魚介類は生息できないことである。内部振動によって貧酸素の下層水が沿岸部に這い上がり定置網に入った漁獲物を死滅させることもある。このように中海の漁業環境は良好とは言えない。

一方中海の本庄水域では、森山堤防が開削されるまで、西部承水路を介して中海の上層水が流入していたので成層が発達せず、貧酸素化しにくく、中海本湖に比べるとヒラメ、クロソイ、ヨシエビなど商品価値の高い底魚類が多く漁獲されていた³⁾。西部承水路堤防の撤去により、従来、中海と比べて約2/3であった潮汐振幅は本湖と同様に増加し（未発表）^{*2}、境水道を通過する1潮汐干満の流入量は約1.1倍になったと考えられる。その後に行われた森山堤防の開削により本庄水域は境水道と直接つながり、境水道から流入する海水

によって中海本湖と同様の塩分成層が形成され、暖候期に下層が貧酸素化して底生生物相が貧弱化した⁴⁾。漁業者からは、開削により本庄水域における漁獲が飛躍的に増加すると期待されていたが、ウルメイワシやマイワシなど沿岸性小型浮魚類の侵入が見られたものの、商品価値の高い底魚類の漁獲が減少し、全体的な漁獲量は増加していない（未発表）^{*3}。一部の研究者からは、開削により本庄水域がサルボウの良い生息域になるとも期待されていた。しかし、中海本湖と同じく下層が貧酸素化し⁵⁾、期待外れに終わっている。

かつて中海ではサルボウの貝桁網漁業が盛んに行われていたが、現在、サルボウは潮通しがよく貧酸素化しにくい境水道に近い江島周辺などの深場に生息しているにすぎない。湖心部の採苗ネットには稚貝が付着する。しかし、かつてのサルボウの主たる漁場であった中海湖盆部の環境がよくないためか生息範囲が限定され、漁業対象になるほどの大量の資源量は維持されていない。

サルボウと同じ二枚貝類で市場価値の高いアサリの生息密度は水深の浅い砂泥底では高く、境水道、江島、旧西部承水路など潮通しのよい浅場は良い漁場となっており、極端な塩分低下の年を除けば漁獲に従事する漁業者が見られる。平成21年は、アサリが本庄水域を含む中海全域の浅場で増加した。同じく、オゴノリ、シオグサなども増加し、一部の水域ではこれが集積腐敗して同じ浅場に生息するアサリに被害を与えた。開削後の本庄水域におけるアサリ増加は予想されていたものの⁶⁾、平成21年の中海におけるアサリや沈水植物の増加の理由は明確でない。

水質環境 漁場環境に密接に関連する水質は、宍道湖・中海ともにこの20年間ほぼ横ばいで推移しており際だった変化は見られない。しかしながら、下水道の整備など栄養塩負荷削減施策が進んでおり、水域に流入するリン負荷量は低下している。他方、窒素は削減が進んだものの、冬季のユーラシア大陸からの富栄養雨によりリンほどには低下していないようである⁷⁾。

栄養塩負荷量の低下は透明度の増加をもたらすので、湖の湖底に生育する沈水植物が繁茂することも考えられる⁸⁾。また、窒素・リン比率の変化

*1宍道湖七珍（宍道湖は汽水湖のため多彩な魚介類が生息している。特に、スズキ、モロゲエビ（ヨシエビ）、ウナギ、アマサギ（ワカサギ）、シラウオ、コイ、シジミ（ヤマトシジミ）は有名で「宍道湖七珍」と呼ばれる。最初の1文字からとった「ス・モ・ウ・ア・シ・コ・シ」相撲足腰）で知られる）

*2石飛 裕：中海本庄水域の西部承水路堤防の撤去による交流量の増加；シェジャー式による試算について。

*3平塚純一・桑原弘道・桑原正樹・石飛 裕：定置網の漁獲物から見た開削による中海本庄水域の魚類相の変化。

により植物プランクトンの種組成が変わることも考えられる。これらの生態系の変化を通じて漁場環境が変化する可能性が高い。

水質環境の改善のため、浅場の造成、浚渫窪地の埋め戻し、湖岸におけるヨシの植え付けなどの環境整備が行われている。これらの事業のなかで、例えば、浅場の造成や浅場に掘られた浚渫窪地の埋め戻しは水質改善や漁場環境の改善に密接に結びつくと考えられる。しかし、浅場の造成でも砂でない粗粒の資材が湖底面に散布される場合や、埋め戻しても必ず貧酸素化する深場での埋め戻しや、沿岸の陸上部におけるヨシの植え付けなどは、実際に水質改善や漁場修復に寄与するか検討の余地があると考えられる。

重要水産資源生物の調査研究上の課題

ヤマトシジミ

1. 資源生態調査の充実 これまで宍道湖のヤマトシジミについて多くの調査研究が行われており、個々の興味深い研究もある^{9,10,11}。しかし、宍道湖の浅場で見られる大量の小型シジミが、どの場所で、どれだけの速さで、どのような淘汰を受け漁獲サイズまで成長し、残ったシジミがいつどのように産卵し、どのように着底し、どの場所において大量の小型シジミとなって出現するか、宍道湖におけるシジミ生活史の定量的な全体像は明らかにされていない。

シジミの資源管理や漁業管理の検討には、資源としてのシジミの生活史や生産過程を明らかにする必要がある。現存量の把握とともにシジミの産卵過程、浮遊幼生の定着およびそれぞれのサイズの成長速度の把握が必要である。これらはこれまでの調査によってある程度推測されてはいるが^{11,12}、漁獲死亡、自然死亡、特に潜水性カモ類などによる捕食などを考慮した通年調査が行われていないので、年間を通じた詳細な生産量について信頼できるデータは得られていないと思われる。

現在の調査地点はシジミの操業区域にあり漁獲による影響を受けるため、その時点での現存量は把握できるものの、漁獲圧のかからない状態での現存量変化が把握できない。産卵、定着、成長、死亡などシジミ資源の動向に関する全体像が曖昧なままで、漁獲サイズのシジミ資源が何故回復しないかという個別の理由を見出すことは非常に難しい。シジミ生活史の把握につながる様々の調査

を積み重ねる必要がある。その一つとして、保護区を設定し資源量調査を行う方法が考えられる。保護区における毎月のシジミ資源詳細調査により、自然状態のサイズ別現存量変化が把握でき、採取したシジミ試料の分析から、発生群別の自然死亡率、成長速度や肥満度などの生理状況も把握でき、これらの結果と植物プランクトン組成・量及び水質情報との関係を分析することにより、なぜ漁獲対象資源が回復しないのかという最近の疑問に対する現場からの推論を提示できる可能性がある。餌の植物プランクトンとシジミ成長速度の水槽実験を行えば推論はより確実となる。なお、保護区の個体群動態の解析から、シジミ成員の移動を示唆する結果が得られるかもしれない。その場合には、新たにシジミの移動方法や移動能力、定着場所選択の嗜好性などが調査研究の課題となる。

現在、宍道湖のシジミ漁業ではさまざまな手法で漁業管理がなされている¹³。シジミの生活史モデルの概要が明らかにされれば、それに基づいて、漁獲サイズのシジミの状況に関する検討も十分に行われるだろうし、さらに資源保護・資源増殖の方針決定や、時々の資源量の調査結果などを勘案し漁獲量を決定するなど、科学的かつ合理的なシジミ漁業の運営方法—漁業管理—に寄与できると考えられる。

2. 資源量増大の試み 宍道湖では現在、宍道湖漁協により採苗ネットによるシジミ稚貝採取事業が行われている。採苗ネットで採取されたシジミ稚貝は、資源量増殖のため、ネットが設置された水域の地先に放流されている。採苗ネットが設置された湖盆部はもともとシジミが定着成長できない水域である。湖盆部の湖底に着底し死滅するかも知れないシジミ浮遊幼生の有効利用であるが、事業規模を拡大し、採取されたシジミ稚貝を、地先だけでなく宍道湖全域を対象とし、密度の低い水域に放流し資源量の維持を図ることも考えられる。より早い時期に湖の複数代表地点に採苗ネットを設置し順次回収し計測すれば、定着状況と成長速度が把握できる可能性が高い。これに湖水水理の状況を併せデータを蓄積すれば、現在、必ずしも明確になっていない産卵条件と浮遊卵の湖内への拡散条件も予測できる可能性がある。

シジミ操業に伴って採捕される小型シジミの利用も重要である。シジミ資源量が過剰なら種シジミとして他産地への移出もよい。資源量の減少が問題

とされる時期には、販売ルートに乗っていない小型シジミの活用方法は非常に重要である。再放流による資源量の維持に使用できる。貧酸素の影響を受けにくく高塩分水が時々到達する水域に禁漁区を設定し、そこに重点放流して産卵用シジミを育成し、浮遊卵を増加させることにより宍道湖全体の資源量増加を図る方法もあるかもしれない。

3. 大量斃死原因の究明 近年、宍道湖ではシジミの大量斃死が起き資源量の減少要因となっている。最初の大量斃死は平成8年夏季で、島根県内水面水産試験場（当時）によれば原因は巻き上がったヘドロを吸い込んだ窒息死で、宍道湖のシジミ資源量は6万トンから2万トンへ大きく減少した¹⁴⁾。それ以降は、平成15年、18年、19年と大量斃死が続く、特に、平成18年には冬季に大量斃死が起きている。

大量斃死の起きた平成8年、15年、18年の直前はいずれも通常より資源量は多く、斃死原因の一つに過密ストレスという意見もある¹⁵⁾。そうとすれば、宍道湖内の環境収容力を踏まえた持続可能で適正なシジミ資源量を推測し、人為的に湖内のシジミ生息密度をコントロールして適正值に安定させるという資源管理も考えられる。

これまでシジミの斃死は暖候期に限られており、平成18年1月に分かった口を閉じた状態（『ガボ』後述）でのシジミ大量斃死は初めての現象である。詳細な調査が行われていないので冬季に斃死したか疑問視されてもいるが、冬季の斃死ならこれまでとは違った原因と考えられる。例えば、近年の流入負荷量の変化によって植物プランクトン相が変化し、餌となる植物プランクトンが減少してシジミが衰弱し斃死につながったことも考えられる。冬季にはシジミ成長は止まるが、「寒シジミ」といわれるように身はつまる。肥満度の変化と植物プランクトンの推移をモニタリングすれば推測が可能となろう。

斃死したシジミの形状は、大きく二つに分けられる。いわゆる『口開け』と『ガボ』である。前者は口が開いた状態での斃死、後者は口が閉じたままでの斃死である。特に後者の斃死シジミは、生きていたシジミと外見上区別できず、コンクリート上に落とした時の音の濁りで判断される。音波解析による選別が試みられたがうまく行かず、現在は人の耳による選別がされている。『ガボ』が起きると出荷物に混入して品質低下を来し、選別に手間がかかるので大きな問題となって

いる。

『口開け』と『ガボ』のシジミ斃死の原因は明らかにされていない。中海塩水の侵入する宍道湖では時として塩分成層ができ、暖候期には下層が貧酸素化し甚だしい場合には硫化水素が発生する。この下層水は風によって移動するので、貧酸素化しておれば周辺の底生生物に影響する。このような水理・水質条件から『口開け』や『ガボ』は酸欠や硫化水素など化学物質の濃度上昇や、さらに高水温にも関係しているかもしれない。『ガボ』の中身は無くなっていることから、斃死後に相当の時間が経過しているはずである。詳細な斃死情報を収集し、湖の水理・水質条件と対比させ、現場から斃死原因を大まかに推測する必要がある。その上で、斃死が起きると予想される場所や時期を狙って貧酸素の詳細な連続観測や湖底直上水の硫化水素濃度測定などを行えば、原因の確定が出来る可能性がある。

4. カビ臭 平成19年春季に顕在化したシジミのカビ臭は今に至るも断続的に起き、今後も発生が予想される。シジミに限らず一般的に臭いに対して過敏な社会風潮の中で、シジミのカビ臭は品質低下の要因となるのでカビ臭に対する対応が求められている。

これまでの調査研究により、このカビ臭物質はジェオスミンという人体に対する毒性のない化学物質で、コエロスファエリウムという宍道湖で発生する藍藻類の植物プランクトンから産出されることが明らかになっている¹⁶⁾。この植物プランクトン種は以前から宍道湖で発生しており、平成5年秋季のカビ臭発生時にはこれが増殖していた¹⁷⁾。

この植物プランクトンが増殖すると、湖水中の懸濁物を取り込むシジミの腸管に、この植物プランクトン由来の懸濁物が入り込む。吸い物にするためこれを茹でれば、植物プランクトンが死に細胞壁がこわれ体内からカビ臭物質が出て、貝や吸い物が臭うことになる。また、生きたシジミの腸管で植物プランクトンが死ねばカビ臭物質がシジミの身の部分に移ることもあろう。この植物プランクトンは湖水を浮遊しているが、勢いが弱くなったりすると湖底に沈降する。そこがシジミの生息域であれば、シジミはこれを吸い込んで腸管に取り込む。従って、取ったシジミはできるだけ速やかに砂出しをし、腸管の植物プランクトンを排出することが必要である。平成19年春の宍道湖東部で漁獲されたシジミの砂出しをしたとき、緑

色の偽糞は強いカビ臭がしていた。

まず、腸管から植物プランクトンを効果的に排出する方法の検討が必要である。特に冬季はシジミのろ過速度が低下するので排出しにくくなる。例えば、温度の高い蓄養槽に漬けるなどしてろ過速度を高め排出を促進するなどの方法もあるかもしれない。また、いったん身に移ったカビ臭を体外に出す方法の検討も必要である。生食用シジミだけでなく加工品を対象とした脱臭方法の検討も別途必要である。これらの検討にあたっては安価なカビ臭測定法の開発も重要である。

水域における植物プランクトンの発生を人為的に制御することは困難である。発生した場合、発生状況の速やかな把握、臭いが強い地域の速やかな特定、採取シジミからの植物プランクトンの排出、身からの排出など、関係者が密接に連携してシジミの品質保持を行うことが求められる。県の水産・環境・商工の各担当部局、漁協、漁業者、仲買業者の連携を強め、体制を強化しカビ臭問題に対処することが重要と考えられる。

5. 水鳥との共生 平成17年11月に中海・宍道湖は水鳥の住みやすい環境を保護するラムサール条約に登録された。中海・宍道湖に飛来する水鳥の大多数は潜水性カモ類であり、中海・宍道湖に生息する底生生物を餌としている。これらにより中海のホトトギスガイは冬季に食い尽くされるが¹⁸⁾、漁獲対象種のアサリやシジミについて詳細な捕食の実態は分かっていない。

中海のホトトギスガイは夏季に貧酸素水塊の影響などにより激減することがある。しかし、冬季には貧酸素に影響されることは殆ど無く、カニなどの捕食圧も弱いと考えられ、また、漁獲圧はないので、殆どが潜水性カモ類の捕食によって減少する。このため、渡りの時期の前後にモニタリングを行えば、捕食の状況はほぼ把握できる。アサリやシジミについても同様で、漁獲圧のない保護区を設定しモニタリングすれば、渡り鳥による捕食圧の概要は把握できると考えられる。

すでに述べたように、資源量変動に及ぼす渡り鳥の捕食圧の解明は資源管理の観点から重要である。嘴の大きさ消化器官の粉碎能力から選択的に捕食されるアサリやシジミのサイズがあると考えられる^{19,20)}。仮に潜水性カモ類の捕食サイズが漁業者の漁獲サイズより小さく、幼貝が過剰にあり、シジミの再生産能力が大きいならば、鳥と人との共生が可能であろう。水鳥の捕食量も考えてシジ

ミ資源量管理を行えば、水域の賢明な利用というラムサール条約推進の立場から画期的であり、もう一つの宍道湖・中海の姿を全国に宣伝できよう。

6. 大橋川拡幅 大橋川の拡幅は、大橋川の環境やシジミ漁業に与える影響が小さくなるよう、モニタリングを行いつつ実施されることになっている。拡幅による塩分上昇で中海に生息するホトトギスガイの優占水域が上流側に約2km拡大するなどが予想されており²¹⁾、シジミ漁業に対する何らかの対策が求められている。

大橋川のシジミ漁場としての実態は十分に把握されていない。改修前の実態が十分に把握されていないければ、改修による影響は明確に把握できず適切な対応が取りにくい。宍道湖と同様の資源量調査を実施し、底生生物の生息環境とともにシジミ漁場としての環境を把握すべきと考える。

特に、大橋川は宍道湖のシジミ生息域の下流外縁部に位置し、中海塩水が頻繁に遡上するためシジミにとって生息環境が大きく変動する水域である。この水域でどのように資源量が維持されているか明らかにすることは非常に重要である。上流部と下流部、浅場と深場、流れの強い狭隘部と緩やかな広幅部など、水理・水質・底質条件の異なる支川を含めた水域における資源量の年間にわたる変動実態を把握する必要がある。さらに、流れに乗って移動するといわれるヤマトシジミの性質をも勘案し、大橋川だけでなくその上流部である宍道湖東部の資源量との関連も検討する必要がある。

大橋川の拡幅は、シジミ漁業に関して悪影響だけが懸念されているようであるが、改修の仕方、河川形状、横断形状、底質の改変によって、場合によっては現在よりシジミの資源量が増大し、新たな漁場として開拓できる可能性のある場所も存在する。前提として現況の大橋川の環境調査とシジミの生態解明が必要であるが、例えば剣先川が拡幅されて、本流より水深が浅く維持され、川の流れは増大するが塩分は余り上昇しなかった場合、シジミは増加する可能性が高い。朝酌川下流部に関しても水質や底質を管理できれば、淡水であっても宍道湖から稚貝を放流することでヤマトシジミの生産が可能になるかもしれない。大橋川の改修に関わる調査にはこうしたことも視野に入れる必要がある。

大橋川拡幅の環境影響調査により²¹⁾、国交省は、大橋川の漁場環境を保全できる河道の造成や渇水時の宍道湖塩分上昇によるホトトギスガイ対策を

行うとしている。この環境影響調査以降に行われた調査から、大橋川のホトトギスガイの増殖は下流部の中海での資源量の変動に影響されることや、生息範囲も塩分だけで決まるものではないことなどが新たに分かってきた²²⁾。宍道湖にホトトギスガイが侵入したとしても、湖底上にマットを形成しなければシジミは窒息死しないとの指摘もあり、ホトトギスガイについてはさらなる調査が必要と考えられている。国交省のモニタリングとともに、大学や民間で行われている調査結果を併せ実態に基づいた対策の提案が求められている。

7. 沈水植物 ここ数年、宍道湖・中海水域では沈水植物が増加している。平成21年秋季には宍道湖の浅場で紅藻類インドオオイソノウなどが繁茂し（私信）*⁴、漁場整備の一環として宍道湖漁協による除去作業が行われた。水質保全施策の進展に伴って透明度が上昇し沈水植物が増加すると考えられるが、これが湖底に繁茂すればシジミ漁場を狭めるので、沈水植物の除去が今後の漁場整備の重要な課題になると考えられる。ただし、沈水植物帯の適度な面積と繁茂はシジミの幼貝の定着を促進し、またコイ科淡水魚やエビ類などの産卵場、幼魚の成育場を提供し、多くの水生生物の増殖に貢献する要素もあるので、沈水植物帯に関する湖内生態系の調査研究とともに適切な管理技術の開発が急がれる。

過去の事例から湖に生育する沈水植物の量は膨大なので、除去した沈水植物の処理方法の開発は重要な課題である。廃棄物として焼却処理を行えば多大な費用が必要となる。農業用の肥料にして田畑に利用しリサイクルするなど新たな観点の処理方法が求められる。幸い昔は、全国的に沈水植物の農業利用が行われており²³⁾、農業部門と共同して現状に即した新たな利用方法を見出す必要がある。

8. 機械がきと手がき 宍道湖におけるシジミ漁業の方法は、ジョレンを漁船のロープにくくり付けて引く機械がきと手で操作する手がきに分けられる。手がきには船の上からする方法と湖の中に入って行う入りがきがある。

動力を利用する機械がきの方が作業能率が高い。しかし、砂地での機械がきは、ジョレンの爪をしっかりと食い込ませて砂地を引き回すため、漁獲されたシジミに時として打撃による割れなどが

見られる。さらに、表面の割れなどだけではなく内部打撲などのダメージを与え、シジミの活きを悪くしているのではないかとみられている。他方泥地でのそれは、ジョレンの爪が潜らないように爪の形を変えゆっくり引くために、打撃によるシジミへの影響は小さい。手がきについては、当然のことながら影響は小さいであろう。シジミの割れは、操業時だけでなく選別時にも発生する。不十分な選別は論外だが、『ガボ』などの不良品を排除するため、長時間かけて選別を丁寧に行うことが、反ってシジミの表面を欠けさせることもある。

このように、操業方法や選別方法によって同じシジミについて品質が異なることが考えられるため、漁業者に実態を周知し、品質向上に努める必要がある。ただし、宍道湖の浅場や深場など場所によって元からシジミの品質に差があるとも聞いているので、単に手がきや機械がきだけで品質を規定することなく、その時々々のシジミの状況に応じたきめ細かな品質の保持に努めることが重要と考えられる。

また、漁具の目合いの資源管理への応用も検討する必要がある。宍道湖漁協はかつて漁協の操業規則を改定し、ジョレン目合を10ミリから11ミリに変更している。それでも小型のシジミが大量に漁獲されているとすれば、小型個体の保護によって大型個体の増加と漁獲量の増大効果が期待され、さらに産卵親貝の増加に伴う産卵数増加による再生産効果が実現する可能性も高い。目合い規制はそれを実現するための1つの手段である。宍道湖のシジミ漁業では、こういった目合いならどのような組成のシジミが漁獲されるかという漁具の目合い選択性の検討も今後、重要になってくるだろう。

ワカサギ

1. 宍道湖産ワカサギの激減 ワカサギが生息する日本の南限水域である宍道湖では、ワカサギは主要回遊魚種のコノシロ、サッパ、スズキがこの水域から脱出している1月から3月にかけて産卵し²⁴⁾、稚魚はスズキなどの回遊魚が侵入する春季にまでに成長し、それらから逃れる遊泳能力を身につけると考えられていた²⁵⁾。ところが宍道湖のワカサギの漁獲は、猛暑渇水の夏であった平成6年以降激減したままである。宍道湖漁協は資源量回復のため平成14年まで大量の発眼卵を網走

*⁴島根大学教育学部大谷修司教授から

湖等から導入した。しかし、効果は全く得られず、その上、南限個体群である宍道湖ワカサギに遺伝的な交雑が起きる恐れを指摘されたため、宍道湖個体群の復活を目標として平成15年春季には外部からの発眼卵導入を中止し、宍道湖西岸部におけるワカサギ刺し網と冬季のシジミ操業も禁止した^{26,27)}。その年の平成15年6月に28,000尾のワカサギ稚魚が宍道湖東部の試験操業のマス網で漁獲され、発眼卵を導入しなくても在来群による繁殖が行われていることが分かった²⁸⁾。しかし、これらの稚魚は夏を越して漁獲されるまでに至らなかった。それ以降も宍道湖個体群の復活に向け様々な努力が試みられたが、近年は、冷水性のワカサギにとって不利な高温の夏が続きワカサギは復活していない。それでも僅かにマス網に入っているため、宍道湖のワカサギは完全に消滅した訳ではなく種は残っている。

2. 南限個体群の宍道湖ワカサギ ワカサギは移植によって著しい環境変化を受けても、その子孫の脊椎骨数は原産地のそれと有意差を生じないとされる²⁹⁾。平成12年12月から翌年3月まで宍道湖で漁獲されたワカサギの脊椎骨数は、昭和57年冬季に漁獲されたワカサギの脊椎骨数と有意差はなく、また、昭和61年から平成11年まで発眼卵が大量に導入された網走湖産のワカサギのそれとは有意差が認められた³⁰⁾。これは網走湖産の発眼卵から孵化したワカサギは再生産に寄与していなかったことを示唆している。遺伝子解析によれば、平成16年に宍道湖で採取されたワカサギは、本州太平洋沿岸の小川原湖や霞ヶ浦および諏訪湖のグループと網走湖のグループとは異なった系統のグループに分けられたとされる³¹⁾。宍道湖には、平成12年に琵琶湖から、平成12年から14年まで諏訪湖から発眼卵が導入されているが、諏訪湖からの発眼卵も再生産に寄与していなかったと考えられる。これらのことから、現在、宍道湖で漁獲される僅かなワカサギ成魚は数世代にわたって近年の暑い夏を越した宍道湖の南限個体群と考えられる。これが他のグループより優れた高水温耐性を持っているか比較試験が行われたわけではないが、資源量増殖には南限個体群である宍道湖ワカサギを用いるべきであろう。

3. 復活努力の継続 島根県内水面水産試験場(現、水産技術センター)は平成6年の大量斃死やそれ以降のワカサギ不漁原因の検討を行い、平成6年の激減後に資源が回復しなかったのは、資

源が壊滅的な状況であったにもかかわらず、高い漁獲圧で産卵親魚を獲り続けたためである可能性が高いとしている^{27,30)}。従来から行われているワカサギ刺し網の禁漁を強化し、産卵床確保の一環として産卵場でのシジミ操業禁止も継続すべきである。以前に水産技術センターの施設を利用して宍道湖産ワカサギの採卵孵化が行われ、その後宍道湖漁協の孵化場で採卵孵化が継続されている。これら施設を利用し、より効果的な種ワカサギの収集、産卵、孵化、放流等の方法を検討する必要がある。

宍道湖のワカサギは夏季の高水温により斃死することが知られている^{27,28)}。島根県内水面水産試験場のひき網調査(平成14年)によれば、7月から9月にかけて湖内ではなく船川や新建川でワカサギが多く捕獲されている²⁷⁾。真夏7月後半から8月前半に宍道湖の境川、中海の意宇川で多数のワカサギが湖から最初の堰の下手側に群れていた報告もある³²⁾。夏場には宍道湖に流入する中小流入河川がワカサギの避難場所になっている可能性が高いので、堰や水門で遮断されているこれらの河川との行き来ができる何らかの工夫が望まれる。例えば、斐伊川伏流水の水温は低いので、斐伊川河口上流部に宍道湖から入れる深場を作り、夏季高温時の避難場所とする試みもあるかもしれない。水温の比較的低い近在のため池に宍道湖産の稚魚を放流し数世代にわたり成育させた成果があるので(私信)^{*5)}、復活事業として行っても良いかもしれない。仮に宍道湖個体群が完全に消滅し、やむを得ず他産地から導入する場合には、宍道湖個体群と遺伝的に近く、宍道湖近隣の出来るだけ高水温の水域で生育しているワカサギが望ましい。地球温暖化と云う不利な環境条件下ではあるが、水産部局、漁業組合、漁業者、国土交通省などに理解を求め、盛期には年間3億円の水揚げがあったといわれる宍道湖ワカサギの復活を粘り強く試みる必要がある。

シラウオ シラウオに関してはワカサギと比べ今のところ危機的状況にはない。温暖化の影響か以前より漁期が遅れる傾向にあり、シラウオ漁解禁日には不漁であるため一般には資源が枯渇しているよう報道されることが多い。しかし、近年は

*5 「ワカサギ稚魚秋鹿井神奥溜池放流実験」について。島根県水産技術センター藤川裕司氏から。

年末以降に比較的多く漁獲されている。ワカサギの激減以降、冬季の動物プランクトン食魚類がシラウオのみになり、餌資源を独占できるようになったためかもしれない³³⁾。しかし、漁獲の年変動は大きくて安定せず、平成21年度の漁獲は芳しくなかった。

漁獲の安定化には、シラウオの生態や生活史や捕食者や餌資源をめぐる競合関係など、宍道湖・中海の汽水生態系内でシラウオの位置を明らかにすることが前提である。当面考えられることは、変動要因の解明と持続的再生産を維持するための親魚量の推定や、漁獲圧をその年の漁獲量に応じて変動させることである。例えば、資源量の少ない年には、産卵期の産卵床付近での漁獲制限、刺し網の春の漁期短縮が考えられる。将来的には、地球温暖化傾向が続き、スズキなど捕食者やサッパなど海産の動物プランクトン食魚の越冬個体が増加した場合の影響も考慮すべきであろう。

フナ類 宍道湖周辺では「寒ブナ」の需要が大きく、地域の食文化「フナ刺し」からもフナ類は重要と思われる。しかし近年では、味の良い宍道湖産のフナ類は漁獲量の減少傾向が続いており、それを補うために、市場には岡山県の児島湖や鳥取県の湖山池などからも入っていると聞く。

宍道湖漁協では毎年、大量のカワチブナの稚魚を放流している。現在湖内で漁獲対象となっている大型のフナ類の多くはその外部形態から放流したカワチブナであると推定される。宍道湖のフナ類には、ギンブナ、ゲンゴロウブナをはじめ、オオキンブナやナガブナなどが生息しているといわれるが、体型・体色などの外部形態が地域によって変わり、また、鰓歯・鰭条数など形態形質がゲンゴロウブナ以外では重複しているところが大きいので分類は判然としない。その中に放流されるカワチブナの湖内での生態は繁殖の有無を含め全く不明であり、例えば、資源として再生可能なものか、地ブナといわれるギンブナ³⁴⁾と交配するのか、カワチブナ同士の雑種第二代(F₂)以降は形質が劣化するのかなど調査すべき課題が多い。

昭和40年代半ばごろまでは宍道湖沿岸の水路や小河川には梅雨の大雨のあとに大量のフナやコイが上っていた。水田内にも大量に遡上し繁殖行動を取るのが見られたが、現在は殆ど見られない。かつてコイ・フナの産卵床として存在した湖内や湖岸の水生植物も殆ど存在していない。フナ類は

確実に減少したと思われる。現在の宍道湖でカワチブナと在来のフナ類がどのくらい生息しているのか、フナ類の分類が複雑なこともあって不明である。資源回復には産卵床や稚魚の成育の場となりうる藻場の造成などが考えられるが、湖内のフナ類の実態解明も必要と思われる。

コイに関してはフナと異なり近年市場では全く人気がなく、先年のコイヘルペス以降その傾向は強まっている。コイヘルペス時の斃死状況からも明らかのように湖内には大型のコイが多数生息している。しかし、価格が低いため漁獲対象となっていない。フナの増殖とともに、味覚的にフナに良く似ている湖内のコイを積極的に漁獲して、宍道湖七珍の一つとして広く食べるようにすることも一計であろう。

ウナギ 宍道湖のウナギの漁獲量は低迷している。かつてウナギは湖内だけでなく、流域の河川、水路、ため池など広範囲に生息しており、増水期には水田内にも侵入していた。今や湖や川の護岸はコンクリート張りとなりウナギの生息域は減少した。また、シラスウナギの遡上は全国的に減少しており、宍道湖でも同様であろう。天然湖上の減少に対し、放流努力が長年続けられている。

近年、東アジア産のみでなく、ヨーロッパ産やアメリカ産のウナギが大量に混入して全国的に放流され³⁵⁾、宍道湖ウナギの約30%がヨーロッパウナギとされる報告もある³⁶⁾。実際、大きさの割に長さの短いウナギが見られることがあるが、報告にある検査に供された513尾もの宍道湖産ウナギ³⁶⁾の入手方法に疑問を投げかける向きもあり、宍道湖におけるヨーロッパ産などの割合についてはさらなる調査が必要ではないかと考えられる。

ヨーロッパウナギやアメリカウナギは、繁殖のための回遊ルートが東アジア産のウナギとは異なっているので、宍道湖で成魚になり海に下ったとしても、死滅回遊となり再生産には貢献できないと考えられる。さらに湖内の外国産ウナギは東アジア産のウナギと競合してその個体数を減らし、結果として東アジア産ウナギの資源量を減らす可能性がある。漁協としても東アジア産ウナギの放流となるよう慎重な取り組みが求められている。

テナガエビ、モクズガニ(宍道湖) テナガエビの爪のそろった雄の成体は特に高額に取引されるなど市場価値の高い水産有用種の一つである

が、近年、湖内での資源量は減少している。原因として本種の好む生息環境である礫底、捨石、石垣護岸、沈水植物帯の減少が挙げられる。宍道湖のテナガエビが純粋にテナガエビだけなのか、或いはミナミテナガエビ、(近年ではヒラテテナガエビも含む)のような幼生の回遊域の広い種をどの程度含んでいるのか不明な点もある。現在湖内でのエビの放流は琵琶湖産のスジエビとテナガエビが行われている。単価の比較的安い小型のスジエビより、本来の生息者であり単価の高い大型のテナガエビの増殖を積極的に推進するほうがより効果的と思われる。テナガエビについて、塩分のある宍道湖水域で種苗生産をした上で、ワカサギ孵化場内やため池などに移し種苗確保のための育成増進を試みる方法もある。

上海蟹の近縁種のモクズガニは、両湖とも価格が低く、江の川や高津川の1/4程度である。蓄養によりまとまった量を扱うことが可能であれば価格の高い北九州などにも出荷できる可能性がある。中海産の個体は抱卵期間が長いので、河川放流用の種苗生産に利用できるかもしれない。中海と大橋川では周年ホトトギスガイを捕食できる天敵の水生生物でもあり、その利用可能性は検討に値する。

アサリ 資源量の年変動は大きいですが、アサリは中海全域の浅場の砂泥域に広範囲、高密度で生息している人気の高い水産有用種の二枚貝で、中海での水産振興の最も有望な候補と考えられる。アサリは成長も早く、中海では毎年大量に稚貝が発生しているため、順調に生育できる環境が得られれば比較的短期間で高単価の水産物として市場へ出荷することが可能である。稚貝のうちに採取して境水道や造成された浅場を含む中海の適地に放流し採取出荷することも考えられる。その生態特性(生息環境、成長速度、市場価値)からみて中海のアサリは、現在の宍道湖のシジミに相当する最重要な水産資源となりうる可能性がある。

中海のアサリにとって、現在、出荷サイズに成長するまでに斃死するなど、資源量の増加や安定を抑制している要因は①初夏から秋の競合種の二枚貝ホトトギスガイのマットによる湖底の被覆、②初夏から秋の深場の貧酸素水塊の浅場への侵入、③冬季の潜水ガモ類による小型の貝の捕食、④オゴノリなど藻類の繁茂による被覆、⑤ときたま起きる上層水の大きな塩分低下である。

カモ類が捕食するアサリのサイズは殻長約20mmまでである¹⁹⁾。アサリの放流を行う場合、カモ類が飛来する秋までにこのサイズに成長していれば良いので、アサリの成長速度を考えて放流時期を定める必要がある。酸欠層の侵入は浅場造成を行うとき湖底地形に配慮することで被害を軽減できるかもしれない。ホトトギスガイとオゴノリに関しては風浪の直接当たるところでは被覆率を軽減できるので、浅場造成を行う際に念頭に入れてもよい。ホトトギスガイは浅場の環境改善後、後述する大型甲殻類など捕食者の増加で軽減できる可能性もある。また、中海におけるこれらの状況を考慮しながら、大量に発生する稚貝を利用した養殖方法の開発も重要であろう。

サルボウ及びその他の有用水産生物 中海といえばサルボウといわれるほど沿岸では知名度をもつ水産資源であったが、昭和50年代初めを最後に資源は枯渇し、水産資源としての価値が失われて久しい。中海では現在、サルボウの資源再生を目指して生息調査や種苗の放流などが試みられている。サルボウはアサリに比べると酸欠耐性は高いようである。しかし、本種のかつての漁場の多くが現在は暖候期に貧酸素水塊に覆われ、大型の底生生物が生息できないため、漁獲対象として復活のハードルは高い。

サルボウは現在、中海の江島や境水道付近など限られた場所に生息している。この水域におけるサルボウの成長は意外に早く、1歳で殻長が約2cmに達し、これを6月に放流すると翌年には殻長3cm以上の商品サイズに成長する³⁷⁾。さらに湖心部の採苗ネットには稚貝が大量に付着するので³⁷⁾ 稚貝供給に不安はない。中海の水質が全体として改善傾向にあるため、境水道に近いこの水域の水質が悪化することは考えられない。従って、大量の漁獲を求めず地域の需要を満たすことを前提とする復活努力は意義ありと考えられる。この水域でサルボウがさらに大きく成長できるならば、従来の殻ごとの煮付け用ではなく、小ぶりながらも刺身や寿司たねなど商品価値の高い新しい利用方法を考えてもよい。この地域でサルボウの食文化が存続している現在、サルボウを中海ブランドとして復活させることは、水産振興のみならず地域振興の観点からも重要と考えられる。

これらの努力と並行し、現在生息している水域の湖底環境がサルボウの生息環境条件をどの程度

満たしているのか、また、かつての中海のサルボウ漁場の湖底環境はどのようなものであったのか、中海におけるサルボウの生態と生活史の解明が望まれる。かつて中海のサルボウの多くは、アマモ場に付着した幼貝が集められ地区で決まった湖盆部に放流され、成長してから漁獲されており、しかも漁業者による放流区の管理や底質改善までも実施されていた。将来アマモ場の復活も含む中海の環境改善が成功しサルボウ資源が復活した暁にも、安定した漁獲を維持するために過去と同様の漁場管理が必要であろう。

サルボウが豊富な頃の中海では、当時は廃棄されていたが現在は高級な水産物とされているトリガイ、イイダコ、クルマエビ、ナマコ、バイなども多数生息していた³⁸⁾。中海の漁業環境の改善について、単にサルボウだけの復活を目的とするのではなく、中海のかつての水域環境と生態系を理解し、サルボウと同所的に生息していた水産有用種も含めた水域の総合的な価値の復活という視点も重要と考える。

タイワンガザミ、ヨシエビ、マハゼ（中海）

これらはいずれも底生生物だが、比較的水深の浅い水域に生息する種であり、程度の差こそあれ汽水水域にも侵入可能である。本来の生息域は水深の浅い砂泥底なので、浅場造成などによる環境改善が進み、酸欠層の侵入が抑制されれば、中海での増殖も期待できる。これらは一年から二年生で成長も早く、環境変化への対応も早い。またヨシエビとタイワンガザミはホトトギスガイの捕食者として活用でき、彼等の夏場の定着と増加はアサリの増殖にもつながるかもしれない。

中海の浅場造成による水深の浅い砂泥底の拡大は、マハゼの繁殖域と産卵床の増加に寄与し、資源量回復につながる可能性がある。現在、マハゼは遊漁の対象として両湖の沿岸住民の間で人気が高い。加えて水産有用種として積極的に利用普及を図れば、宍道湖でも焼きハゼ工場を稼働させることも夢ではないかもしれない。いずれも中海沿岸では人気のある市場価値の高い水産有用種なので、中海の水産振興策のイメージアップとしても広く宣伝できるであろう。

おわりに

本稿では現時点における宍道湖・中海漁業の間

題点を指摘し、水産業振興のための調査研究等の課題を示した。この水域では今後これまで経験したことのない事態が起きることも予想される。新しい事態に対し科学的に理解し実効ある対応を行うには、水環境と重要水産生物の資源について日常的なモニタリング体制を整えておくことが不可欠である。

水産振興には、調査研究を実施するだけでは不十分である。公共事業を伴う漁場環境の整備、ブランド化による漁獲物の品質と価格の維持、安定した生計が営めるような漁業組合漁業者への支援・指導、湖を利用する地域住民との連携、さらには、ラムサールに代表される水域の生態系サービスの賢明な利用などを含む総合戦略の策定が必要である。

戦略策定とともに、多方面の関係者の協力を求め問題を着実に解決することができる時代に即した組織体制を構築することも重要な課題である。この組織体制のもとに、問題に対する実態把握、有効な対応策の提示、事業費など資金準備、実施体制の整備、対応策の実行、対応策の効果判定、更なる対応の考案などが行われれば、より実効ある水産振興が進むと考えられる。

謝 辞

現況レビューと提言とからなる本論文を受け入れて頂き、ご指導頂いた島根県水産技術センターの編集委員会に厚く御礼申し上げます。現場の経験に基づく本論文の修正にあたり、多くの有益な情報とご助言を頂いた島根県水産技術センターの研究員の方々、宍道湖漁業協同組合の高橋正治理事と桑原正樹氏、東京大学大学院教授山室真澄氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 石飛 裕, 平塚純一, 桑原弘道, 山室真澄: 中海・宍道湖における魚類および甲殻類相の変動. 陸水学雑誌, 61, 129-146(2000).
- 2) 森脇晋平, 道根 淳: 中海における漁獲量変動. 島根水技セ研報, 1, 41-48(2007).
- 3) 平塚純一, 桑原弘道: 中海本庄水域の魚類相とその特性. 陸水学雑誌, 61, 109-118(2000).
- 4) 田中秀典, 戸田顕史, 平塚純一, 石飛 裕: 中海本庄水域の堤防撤去と開削による水理

- 構造と底生生物の変化. 第75回日本陸水学会講演要旨集, p.40(2010).
- 5) 武石祐一郎, 瀬戸浩二, 山口啓子, 倉田健悟: 中海本庄水域における森山提部分開削後の水質環境の変化. 2010年汽水域研究発表会講演要旨集 p.37(2010).
 - 6) 島根県: 宍道湖・中海水産資源維持再生構想, 平成18年4月. 2006.
 - 7) H. Kamiya, Y. Kano, K. Mishima, K. Yoshioka, O. Mitamura and Y. Ishitobi: Estimation of long-term variation in nutrient loads from the Hii River by comparing the change in observed and calculated loads in the catchments. *Landscape and Ecological Engineering*, 4, 39-46, (2008).
 - 8) 沖野外輝夫, 花里孝幸 (編): アオコが消えた諏訪湖一人と生き物のドラマ. 信濃毎日新聞社, 2005, 319pp.
 - 9) 森脇晋平: 宍道湖水系におけるヤマトシジミ個体群分布の長期的変動. *LAGUNA* (汽水域研究), 11, 31-41(2004).
 - 10) 平塚純一, 山室真澄, 森脇晋平, 石飛 裕: 大正末期から昭和初期に行われた大橋川拡幅以前の宍道湖の塩分. *水環境学会誌*, 29, 541-546 (2006).
 - 11) 森脇晋平, 若林英人, 三浦常廣, 山根恭道: 宍道湖におけるヤマトシジミの資源生物学的特性—資源管理に向けて—. *島根水技セ研報*, 2, 31-38(2009).
 - 12) K. Oshima, N. Suzuki, M. Nakamura and K. Sakuramoto (2004) Shell growth and age determination of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Shinji, Japan. *Fisheries Science*, 70, 601-610.
 - 13) 高橋正治, 森脇晋平: 宍道湖におけるシジミ漁業の漁業管理制度. *島根水技セ研報*, 2, 23-29(2009).
 - 14) 島根県: 宍道湖におけるシジミ大量へい死対策緊急調査報告書. 1998, 75pp.
 - 15) 相崎守弘, 高橋 愛, 山口啓子: ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究 I. *LAGUNA* (汽水域研究), 8, 31-37(2001).
 - 16) 神門利之, 崎 幸子, 神谷 宏, 丸山将輝, 遠藤睦巳, 林 昌平, 巢山弘介, 相崎守弘, 大谷修司, 石飛 裕: 藍藻 *Coelosphaerium kuetzingianum* によるカビ臭物質ジェオスミンの産生. 第75回日本陸水学会講演要旨集, p.105(2010).
 - 17) 江角比出郎: 宍道湖・中海植物プランクトン調査結果. *島根県衛生公害研究所報*, 35, 76-83 (1994).
 - 18) M. Yamamuro, J. Hiratsuka and Y. Ishitobi: Seasonal change in a filter-feeding bivalve *Musculista senhousia* population of a eutrophic estuarine lagoon. *J. Marine Systems*, 26, 117-126 (2000).
 - 19) Y. Sekiya, J. Hiratsuka, M. Yamamuro, N. Oka and M. Abe: Diet selectivity and shift of wintering common pochards and tufted ducks in a eutrophic coastal lagoon. *J. Marine Systems*, 26, 233-238 (2000).
 - 20) 関谷義男: 閉鎖性沿岸域の生態系と物質循環[5] 宍道湖・中海に飛来する潜水ガモ類キンクロハジロの消化器官の可塑性と越冬集団との関係. *海洋と生物*146, 25, 210-216 (2003).
 - 21) 国土交通省出雲河川事務所: 大橋川改修事業環境調査最終とりまとめ. 2009.
 - 22) M. Yamamuro, J. Hiratsuka and Y. Ishitobi: What prevents *Musculista senhousia* from constructing byssal thread mats in estuarine environments? A case study focusing on Lake Shinji and nearby estuarine waters. *Landscape and Ecological Engineering*, 6, 23-28 (2010).
 - 23) 平塚純一, 山室真澄, 石飛 裕: 里湖モク採り物語り. 生物研究社, 東京, 2006, 141pp.
 - 24) 川島隆寿: 宍道湖・中海におけるワカサギの生活史. *国際生態学シンポジウム島根'90* 報告集, 島根県, 2008, pp.29-46.
 - 25) Y. Ishitobi, J. Hiratsuka, H. Kuwabara and M. Yamamuro: Comparison of fish fauna in three areas of adjacent eutrophic estuarine lagoons with different salinities. *J. Marine Systems*, 26, 171-181(2000).
 - 26) 石飛 裕, 平塚純一, 桑原弘道, 山室真澄: 閉鎖性沿岸域の生態系と物質循環[7] 異なる塩分濃度を有する富栄養化した隣接汽水湖における魚類相の比較. *海洋と生物*148, 25, 398-404(2003).
 - 27) 藤川裕司, 持田和男, 江角陽司, 大北晋也: 宍道湖におけるワカサギ不漁原因の検討とワカサギ, シラウオ資源のモニタリング. 平成14年度島根県内水面水産試験場事業報告,

- 31-42(2004).
- 28) 山室真澄：ワカサギ越夏に係る水質環境について（宍道湖漁業協同組合委託研究報告書）。2004, 26pp.
- 29) 松原喜代松, 落合 明：魚類学(下). 恒星社厚生閣, 東京, 1965.
- 30) 藤川裕司, 森山 勝, 大北晋也：有用水産動物生態調査（ワカサギ, シラウオ）. 平成13年度島根県内水面水産試験場事業報告, 95-111(2003).
- 31) 池田 実：DNA分析で見えてきた内水面移植の新たな問題, 「水産資源の増殖と保全」(北田修一, 帰山雅秀, 浜崎活幸, 谷口順彦編著), 成山堂書店, 東京, 2008, pp. 105-127.
- 32) 島根県：河川調査報告書. 1994, 1997.
- 33) 上 真一：閉鎖性沿岸域の生態系と物質循環[6] 宍道湖－大橋川－中海汽水系の中型動物プランクトン群集の地理的－季節的変動とそれらの生態的役割. 海洋と生物147, 25, 277-282(2003).
- 34) 中村幹雄：日本シジミ研究所編；宍道湖と中海の魚たち. 山陰中央新報社, 2007.
- 35) 岡村明浩, 張 褒, 山田祥朗, 宇藤朋子, 三河直美, 堀江則行, 田中 悟, 元信 暁：判別関数式によるニホンウナギとヨーロッパウナギの識別. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 67, 1056-1060(2001).
- 36) H. Zang, N. Mikawa, Y. Yamada, N. Horie, A. Okamura, T. Utoh, S. Tanaka and T. Motonobu: Foreign eel species in the natural water of Japan by polymerase chain reaction of mitochondrial cytochrome b region. *Fisheries Science*, 65, 684-686 (1999).
- 37) 佐々木 正, 三浦常廣, 勢村 均：中海浅場機能基本調査. 平成21年度島根県水産技術センター年報, 82 (2011).
- 38) 農務省農務局（編）：水産事項特別調査. 1894.

本号掲載要旨

(報文)

沿岸漁業の複合経営に関する研究Ⅱ

—島根半島沿岸域における「いわしすくい網漁業」

及び「いわし浮しき網漁業」の操業実態と漁況—

森脇晋平・開内 洋・中村初男

小谷孝治・竹森昭夫

島根半島沿岸水域における「いわしすくい網漁業」／「いわし浮しき網漁業」の操業実態と主漁獲対象魚種のカタクチイワシ及びウルメイワシ幼魚の漁況を調査した。2008年と2009年との漁況について水温環境及び卵稚仔・幼魚採集調査の結果を対比して事例解析を行った。カタクチイワシ漁況には幼魚期以降の加入量変動が反映されると予想され、地形的条件に誘因される対馬海流の変動がいわし類幼魚の漁場形成と漁況に影響を与えていることが推測された。

秋季、日本海南西沿岸水域に流入する低塩分水の1990年代以降の出現特性

森脇晋平

日本海側山口県～兵庫県沿岸／沖合域に流入してくる低塩分水の量的変動を9～11月の各月について1990年以降の海洋観測資料に基づいて調査した。秋季の低塩分水の長期的な量的変動を調べたところ、1990年代に比べ2000年代では減少したようにみえる。9月に流入した低塩分水がその後の海水に与える影響は時間の経過とともに少なくなっていくと考えられる。栄養塩が多く含まれると予想される低塩分水と低次生物生産との関係には正相関がみられる事例もあったが、両者の関係を判断することはできなかった。今後さらに検討する必要がある。

隠岐島前海域におけるイワガキの天然採苗

寺門弘悦・石橋茂人

2004～2006年にイワガキの天然採苗の実用化を目指して、隠岐島前の4海域においてイワガキの生殖巣指数及び浮遊幼生の出現・付着の状況から採苗器の最適な垂下場所・時期を検討した。その結果、全海域でイワガキ稚貝の付着が確認され、10月中旬～下旬に垂下した採苗器に最も多く付着した。その付着量は2004年、2006年、2005年の順で多かった。また、付着量と浮遊幼生の出現量には正の相関関係が認められた。生殖巣指数の推移から浮遊幼生の出現時期を正確に予測するこ

とは困難であったが、浮遊幼生をモニタリングすることで効率的な天然採苗が可能と考えられた。

隠岐諸島・島前海域のイワガキ種苗生産における付着稚貝の沖出しサイズの検証

吉田太輔・常盤 茂

イワガキ種苗生産における付着稚貝の沖出しサイズ、及び沖出し後の生残率は海域ごとに大きく異なっている。そこで、隠岐・島前海域における最適な沖出しサイズを検証するため、沖出しサイズ別のイワガキ付着稚貝の生残率・成長の調査を行った。その結果、平均殻高 1.9 ± 0.3 mm サイズで沖出した稚貝が最も生残率が高く成長も良く、生産コスト面でも比較的安価であったため、沖出しサイズとして最適であると考えられた。

マダイ種苗生産におけるほっとけ飼育技術の有効性の検討

—島根県水産技術センター栽培漁業部での事例—

栗田守人・近藤徹郎

マダイ種苗生産に関して、従来行ってきた生産方式と併用してほっとけ飼育に準じた生産方式の両方で種苗生産を行い、ほっとけ飼育によるマダイ種苗生産技術導入の有効性を検討した。

その結果、ほっとけ飼育は従来型生産方式と比較して生残率や成長に遜色がないこと、健苗性のより優れたマダイ種苗を生産できる可能性があること、および飼育作業の軽減化が見込まれること等が示され、本技術の量産種苗生産現場への積極的な導入は有益であると考えられた。

ばいかご漁業におけるエッチュウバイ選別機の開発

向井哲也

ばいかご漁業においてエッチュウバイを銘柄別に選別する作業の迅速化を図るために選別機の開発を試みた。開発した選別機は、回転するローラーを並べてふるいとし、ローラーの径を変えることによりエッチュウバイを5段階のサイズに選別することができた。試作機を実際に漁業者に3ヶ月間使用してもらった実証試験では、選別機の使用により人手とほぼ変わらない精度で選別が可能で、かつ人手による選別作業に比べ選別時間は1/3程度に短縮された。試作機は耐久性にも問題は出ず、実用に耐えうるものと考えられた。

釣獲されたメダイの鮮度実態と船上における致死方法の検討

岡本 満・森脇和也・清川智之・藤川裕司
釣で漁獲されるメダイの鮮度保持技術を確立するため、船上における適正な処理方法を検討した。メダイを延髄刺殺と脱血、脊髓切断と脱血、脱血、温度ショック、鰓切断後15分間放置、苦悶死で致死させたところ、苦悶死区の筋肉 a^* 値が他よりも高く、脱血した試験区の筋肉中の出血が他よりも少なかったことから、脱血により筋肉の白さを保つことが出来る事がわかった。しかし、破断強度、K 値には、致死条件はほとんど影響しないと思われた。鮮度実態における破断強度と K 値の差は、温度管理などの致死条件以外の原因によるものと考えられた。

日本海南西部島根県沖で漁獲された魚介類に確認された寄生虫

岡本 満

島根県では、近年の食品の安全・安心への関心の高まりを背景として、魚介類中の異物に関する相談件数が増えている。これらの事例の多くは寄生虫によるものである。天然魚介類における寄生虫が魚病として甚大な被害をもたらす例は少ないが、安全・安心面での問題として看過できないものがある。また、天然魚介類における寄生虫の事例を記録しておくことは、水産資源学や生態学の面でも意義があると考えられる。本報では、2004年から2009年の間に、島根県沖合域および沿岸域で漁獲された魚介類に確認された寄生虫の13症例を報告する。

(資料)

島根県西部河川におけるアユ産卵場造成についてⅡ

高橋勇夫・寺門弘悦・村山達朗

島根県西部の主要河川である、高津川と江の川では、近年の夏季から秋季の少雨傾向と、堰堤による洪水調整ならびに砂利供給量の不足により、下流部のアユ産卵場の環境は年々悪化している。そこで、2008年に引き続いて両河川におけるアユ産卵場の機能回復を「造成」によって行い、さ

らにそこでの産卵状態を検証した。高津川では3箇所7,170㎡、江の川で1箇所3,660㎡を造成し、うち産卵面積の割合は高津川で65%、江の川で50%であった。また、造成した産卵場のうち高津川の長田の瀬以外は10cm以上の埋没深があり「効果有り」と判断できた。

漁獲管理情報処理システムの改良

向井哲也・村山達朗・林 博文・向井雅俊

平成18年に実施された島根県内の漁業協同組合の合併に伴い、漁獲量管理を目的に平成10年に作成した「漁獲管理情報処理システム」について改良を実施した。従来のシステムの基本設計は変更せず、合併に伴い統一された販売データ形式に併せたツールを作成することで従来のデータとの継続性を保った。改良によって全県の漁獲量の把握が可能になり、また集計にかかる作業量と保守にかかるコストと労力が大幅に軽減された。

LANによる情報共有システムの開発

向井哲也・若林英人・村山達朗

林 博文・向井雅俊

県水産部局内での情報共有を目的に、LANを利用した情報共有システムの開発を行った。システムは各種データを各機関から入力し、イントラネットのホームページで水産部局内に公開する仕組みとした。情報共有するデータとして取り上げたのは(1)県民等から寄せられた質問とそれに対する回答、(2)デジタルカメラで撮影した画像データ、(3)報告書や復命などの文書データ、(4)水産関連の新聞記事見出し内容、(5)水温情報である。

(寄稿) 宍道湖・中海水域の水産業振興に向けた調査研究等の課題

石飛 裕・平塚純一・桑原弘道

宍道湖・中海水系における重要水産資源生物の調査研究に関する諸課題を、最近の構築物撤去等に伴う水理・流動環境の変化及び将来的に予想される水環境・生態系変化と関連づけてレビューし、今後の水産業振興に向けた調査研究等のあり方について課題をとりまとめた。

他誌掲載論文の抄録

エチゼンクラゲを分離排出する沖合底びき網（2 そうびき）漁具の開発

沖野 晃・村山達朗・井上喜洋
日本水産学会誌, 75, 6-18(2009).

エチゼンクラゲによる底びき網漁業被害の軽減を目的に、曳網中にエチゼンクラゲを分離排出する漁具の開発を試みた。開発した漁具は、エチゼンクラゲと漁獲物を分離し、エチゼンクラゲを排出させるための仕切網が網の身網中央部分に設置してある。エチゼンクラゲはこの仕切網に沿って転がり排出口から排出され、漁獲物は網目を抜けてコッドエンドへ到達することを想定した。模型実験では、入網させた模型クラゲはスムーズに排出され、操業試験では入網したエチゼンクラゲの約40～70%を排出し、漁獲物の60%以上を保持出来た。

底魚類の資源回復のための自然変動を活用した漁獲システムの開発

村山達朗・天野千絵・志村 健
月刊海洋, 41, 554-561(2009).

底魚資源の管理において、卓越年級の発生とその時空間分布を把握し、それを避けるように漁獲努力量を制御することが効果的である。本報では、卓越年級発生の予測、漁獲努力の時空間分布の調節およびその結果生じる漁獲圧の変化に起因する管理効果の予測という3つの要素を持つ管理モデルを構築するための計画を紹介する。

隠岐浦郷湾におけるイタヤガイ母貝集団の造成が天然採苗に及ぼす効果

勢村 均・山本孝二・佐藤利夫
日本海水学会誌, 63, 130-136, (2009).

島根県の隠岐島島前の浦郷湾において、イタヤガイの母貝集団を人工的に形成させ、イタヤガイ稚貝の天然採苗に及ぼす効果を調査した。母貝として養殖1令貝約15,000個を数群に分けて水深5, 15, 25, 35mに1987年6月から垂下し、各水深における生残率、周辺4カ所のステーションにおける浮遊幼生出現頻度、および付着稚貝の出現状況を測定した。

1988年3月までの生残率は水深25mに垂下した群で80%以上と最も高く、また付着物も少なかった。この結果から、母貝集団形成には水温や

付着物の影響が小さい水深20mから30mの範囲が適していることが示唆された。また、浦郷湾内では1令貝の成熟・産卵時期と浮遊幼生出現時期、稚貝の付着時期が関連することが明らかとなり、母貝集団形成が稚貝の天然採苗量の増加に寄与していると推定された。しかし、母貝集団の量と生産された稚貝量の量的関係は推定できなかった。

島根県隠岐島浦郷湾の養殖イワガキにおける0から1歳にかけての成熟過程

勢村 均・石田健次・中上 光・林 育夫
日本海水学会誌, 64, 39-43, (2010).

本報告は島根県隠岐の浦郷湾で養殖されているイワガキの最初の成熟時期および過程を明らかにするために行った調査研究結果を述べたものである。1995年5月から12月にかけて、毎月垂下養殖された0歳イワガキを採取し、殻高、軟体部重量、生殖腺指数の測定および組織学的分析を行い、成熟段階の推移を観察した。その結果、生殖腺の発達開始時期は、従来報告されている漁獲サイズのイワガキの発達開始時期より遅れること、またほとんどが殻高50mm程度になる8月頃に性成熟に達することが明らかとなり、放卵・放精のピークは、漁獲サイズのイワガキと同様に8月から9月にかけての最高水温期からの下降期であることが推定された。

日本海産ハタ類におけるカイアシ類 *Lernaenicus ramosus* の重度寄生例

長澤和也・向井哲也・曾田一志・山内健生
Biogeography, 12, 13-15(2010).

2004年10月と11月に島根県沿岸と近海で漁獲されたキジハタとアオハタにペンネラ科カイアシ類の *Lernaenicus ramosus* Kirtisinghe, 1956の雌成体が多数寄生していた。前者には113個体、後者には53個体が寄生していた。これは本寄生虫の日本海からの初記録であり、アオハタは新宿主となる。多くの個体は背鰭基部に寄生していた。

トレーサビリティシステムを活用した地域水産物のブランド化について

井岡 久
日本水産学会誌, 72, 972-973(2006).

日本水産学会水産利用懇話会における講演要旨

をまとめたもの。浜田市水産物ブランド化戦略会議による水産物のブランド化の取り組みや水産試験場（現水産技術センター）の役割を紹介した。特に浜田のマアジのブランド化は科学的な根拠を基盤としており、健全なブランド化を推進するためには、科学的な裏付けとトレーサビリティシステムを活用した情報提供が重要であることを述べた。

近赤外分光分析装置によるマアジ脂質含量の現場測定

清川智之・井岡 久・石原成嗣
水産物の利用に関する共同研究 第46集,
55-58 (2006).

ポータブル型の近赤外線分光分析装置により瞬時にマアジの脂ののりを測定する技術の確立を図った。化学分析値と対比しながら適正な魚体測定部位や機器の測光条件などを検討し、一定の精度で測定が可能であることを確認した。本技術は、浜田地域の水産関係者で構成される浜田市水産物ブランド化戦略会議が認証する「どんちっち」ブランドマアジの規格・基準の遵守に活用されている。

マアジ鮮度保持技術の改良試験について

石原成嗣・井岡 久・清川智之
水産物の利用に関する共同研究第 46集,
59-61 (2006).

マアジの鮮度保持技術の最適化を図るため、水氷方式と下氷方式の比較を産地仲買人の「目利き」と化学分析値の相関について調べた。その結果、K 値や破断強度は「目利き」による評価とほぼ一致し、水氷と下氷の違いによる鮮度の差異は無いことが明らかとなった。また、リキッドアイスの鮮度保持効果は、従来の水氷方式と差異が無いことも分かった。

殺菌冷海水による漁獲物の鮮度保持効果について

石原成嗣・井岡 久・清川智之・岡本 満
水産物の利用に関する共同研究 第47集,
34-37 (2007)

県内の定置網漁業に整備された殺菌冷海水装置の効果を検討するため、2005年に県下各地の定置網で漁獲されたマアジの K 値と体表一般生菌数を一斉分析した。競り時点の K 値を殺菌冷海水装置が整備される前の1999年の調査データと比較したところ、9 地区中 8 地区で低下していた。一般生菌数は調査した19地区中 3 地区からは未検出で、

これらはいずれも殺菌海水装置導入地区だった。一方で、 10^5 以上検出された地区は全て未導入地区だった。以上から、殺菌冷海水の使用による定置網漁獲物の鮮度保持効果が示唆された。

シイラ魚肉の特性と付加価値向上のための 2, 3 の検討

清川智之・井岡 久・石原成嗣
水産物の利用に関する共同研究 第47集,
38-41 (2007).

シイラの魚価向上に資するため、船上処理の条件が品質に及ぼす影響について調査した。その結果、活けメや冷海水浸漬等の処理は有効な手段にはならないことが分かった。また、魚肉が pH5台を示す個体とは異なり、pH6以上を示す個体は、乳酸の蓄積が少なく、筋肉は白濁せず透明感があった。これらの結果から高品質のシイラの選別技術や pH の低下防止技術の課題解決が魚価向上の条件であることが示唆された。

ブリの脂質含有量について

清川智之・藤川裕司・岡本 満
水産物の利用に関する共同研究 第48集,
36-40 (2008).

ブリの付加価値向上のため、流通現場で指摘されている体型と脂質含有量の関係と、ポータブル近赤外分光分析装置を用いた脂質測定のどちらが優位か検討した。脂質含有量は腹側よりも背側の筋肉が各個体との脂質含有量の相関が高く、より筋肉中の脂質含有量を反映していると推測された。脂質含有量は体型や肥満度との間に高い相関は認められなかった。各測定部位の近赤外データと全体の脂質含有量の分析結果を用いて作成した標準誤差 (SEC) から見た精度は相対的に背側より腹側の筋肉が高かった。選択波長数が4の場合の、個体ごとの脂質含有量 (分析値) と各測定部位の近赤外データからの推定値の関係では、0.9以上の相関係数を示したのは背側では1ヶ所、腹側では4ヶ所であった。相関係数が0.9以上であれば、検量線の SEC は1.5以下と低くなり、精度が高いと考えられた。

釣獲されたサワラの船上処理方法の検討

岡本 満・齋藤寛之
水産物の利用に関する共同研究 第49集,
27-31 (2009)

釣で漁獲されるサワラの付加価値向上のため、種々の致死条件（延髄刺殺と脱血、延髄刺殺、脱血、温度ショック、苦悶死）における鮮度指標の経時変化を調査した。致死までの時間は、延髄刺殺と脱血、延髄刺殺の2試験区が最も短く、脱血、温度ショック、苦悶死の順に長くなり、暴れ方も激しくなった。K値は致死条件による明らかな違いは認められなかったが、破断強度は延髄刺殺した2試験区が他より高かった。身割れについても延髄刺殺した2試験区が他よりも少なく、苦悶死がもっとも多かった。現場で指摘されている、身割れと脂質含有量の明らかな関係は認められなかった。以上から、延髄刺殺によって破断強度を高く維持するとともに、サワラの品質上問題とされやすい身割れを防止できることが示唆された。

ブリの品質に及ぼす水氷浸漬時間の影響

岡本 満

水産物の利用に関する共同研究 第50集,
14-18 (2010)

ブリ釣漁業における漁労効率向上のため、ブリの水氷浸漬時間が品質に及ぼす影響を調査した。即殺した養殖ブリを水氷に1時間、5時間、12時間、24時間浸漬し、眼球色、背部白色度、硬直指数、筋肉のL*値、破断強度、pH、加圧ドリップ量、K値の経時変化を比較した。4～5時間以上の水氷浸漬で眼球水晶体の白濁化が認められたが、その他の項目については明らかな違いが認められなかった。以上から、24時間以内の水氷浸漬であれば、魚肉の鮮度面への影響は少ないことが示唆された。眼球色については、過冷却のほかに塩分濃度の影響なども指摘されており、今後の検討課題である。

近赤外分光法によるサワラ脂質含量の推定

内田 浩

水産物の利用に関する共同研究第50集,
19-21 (2010).

水産物の品質は鮮度とともに脂のり(脂質含量)

が重要視されるが、その測定には時間が必要であり、流通する水産物にはその情報が添付されることはない。しかし近年、近赤外分光法により水揚げ現場において迅速に非破壊で脂質含量を測定する技術が開発された。そこで、重要魚種の1つであるサワラについて、脂質含量の把握、外部形体と脂質含量の関係および近赤外分光法により脂質推定検量線を作成した。秋季から冬季にかけての脂質は1.8～22.8%と非常に大きな幅を持っていた。体重と脂質含量との関係は、体重が増加するにしたがって脂質含量も増加する傾向が確認できるが、高精度での推定は難しいと判断された。また、肥満度や外部形体からの推定も難しかった。近赤外分光法では、3波長をもちいた検量線が算出され、検定試料による相関係数0.99、標準誤差0.70で誤差2%以内の検量線が作成できた。

水揚げ現場での脂の乗り(脂肪含量)の測定への 試み島根県浜田漁港発“どんちっちあじ”

内田 浩

ていち, No. 117,45-52(2010).

浜田市の地域水産ブランドどんちっち3魚、その中でマアジは脂の乗りがブランドの基準となっており、これは全国初の取り組みである。浜田漁港に水揚げされるマアジは、他の海域と比較して脂肪含量が高く、旬の時期である4月から8月では10%を超え、時には15%を上回ることがある。しかし、漁場やサイズにより脂肪含量に違いが確認されたため、静岡県水産技術研究所から近赤外分光法による水産物の脂肪含量測定技術を導入した。マアジの脂肪含量の測定には5波長を用い、検定試料による相関係数は0.97、標準誤差は1.02で、精度よく推定できていると判断される。どんちっちあじとして脂肪含量が表示された形での出荷が可能となり、さらに脂肪情報とともに漁場や漁船名等もインターネットで発信され一般消費者でも閲覧できる状況となっている。そのため徐々に評価が高まり、価格の向上も見られている。