

# 島根県水産技術センター研究報告

## 第2号

2009年3月

## 目 次

### 報 文

日本海南西沿岸水域における長期的な海況変動 －出現する水塊体積の経年変動－	森脇晋平・向井哲也・佐々木正	1
日本海南西部島根沖におけるトビウオ類、シイラ及びケンサキイカの漁況予測の検討	森脇晋平	7
日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因	森脇晋平	15
2008年春季島根県沿岸に大量発生した円石藻の出現時期における気象の特徴	森脇晋平	19
宍道湖におけるシジミ漁業の漁業管理制度	高橋正治・森脇晋平	23
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－	森脇晋平・若林英人・三浦常廣・山根恭道	31
島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について	高橋勇夫・寺門弘悦・村山達朗	39
高津川におけるアユの適正収容量の推定	高橋勇夫・寺門弘悦・村山達朗・曾田一志	49

### 資 料

沿岸イワシ類資源有効利用調査	佐々木正・村山達朗・福井克也	65
中海におけるサルボウガイの桁曳き網調査	道根淳・原修一・木村秀・青山喜久雄	71
島根県沿岸域におけるクジラ類の目視情報 －2005年～2007年の事例－	中村初男	75



## 日本海南西沿岸水域における長期的な海況変動 — 出現する水塊体積の経年変動 —

森脇晋平<sup>1</sup>・向井哲也<sup>1</sup>・佐々木正<sup>2</sup>

**Long-term fluctuation of hydrographic conditions at the coastal waters in the southwestern Japan Sea  
– Interannual variations of the water mass volume –**

**Shimpei MORIWAKI, Tetsuya MUKAI and Tadashi SASAKI**

**Abstract:** In this paper we examined the trends of hydrographic conditions at the coastal waters in the southwestern Japan Sea, concerning the changes of the water mass volume. The study is based on monthly hydrographic observations carried out from 1964 to 2007 off Yamaguchi through off Hyogo. Four typical waters are as follows; (1) Tsushima Current Surface Water, (2) Tsushima Current Core Water ( $W_1$ ), (3) Changed Tsushima Current Core Water ( $W_2$ ), (4) Japan Sea Proper Water. Volume fluctuations of  $W_1$  in spring was almost similar to that of the temperature reported available data. There was no correlation in volume fluctuations between in spring and in autumn. A clear correlation was found between the volume of  $W_1/W_2$  and the MOI (Monsoon Index). The  $W_1$  increased/decreased when the MOI decayed/grewed, and the  $W_2$  was vice versa. Available data suggest that the variation of surface mixed layer influenced by the changes of MOI, that is winter climate.

**キーワード：**日本海南西部, 水塊体積, 水温長期変動

### は じ め に

日本海の海況の長期的変動に関する研究には指標として主に水温が用いられてきており、ある1定点における変動<sup>1, 2)</sup>や特定水深の水平断面における変動<sup>3~6)</sup>あるいは鉛直断面における変動<sup>7)</sup>が取り上げられ、いわば点と面での変動でしか議論されていない。

この報告では海況の変化を出現する各水塊体積の変動としてとらえ、その長期的な変動を立体的な視点から考察する。

### 資 料 と 方 法

海洋観測資料：この報告で用いた水温値は、山口県～兵庫県の日本海側水産試験研究機関が漁況海況予

報事業の一環として1964年から2007年の間、実施した海洋観測で得られたものである。観測定点は年代により若干の変更はあるが、対象とした範囲（図1）をカバーする。

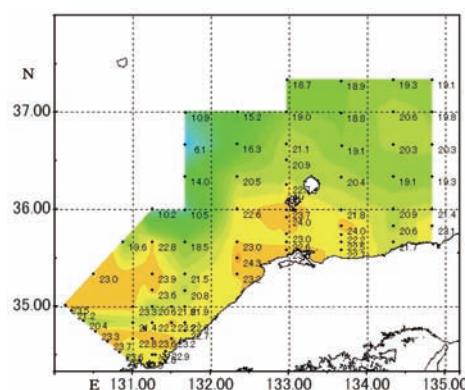


図1. 調査対象範囲と水温分布の一例

<sup>1</sup> 総合調整部 General Coordination Division

<sup>2</sup> 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

表1. 各水塊の水温特性 (°C)

表層水	20≥
中層水	20~10≥
中層変質水	10~1≥
固有水	1<

この海域における最低水温期から上昇期に相当する3月～5月（春季），最高水温期から下降期の9月～11月（秋季）に焦点を当て資料の整理を行った。

水塊の分類と海洋構造：対象海域に出現する海水を既往知見<sup>8, 9)</sup>の水温を基準として①表層水，②中層水，③中層変質水，④固有水の4つの水塊に分類し，その特性を併せて表1に示した。調査対象海域の海洋構造モデルを図2に示したが，この海域では主躍層の上限が10°Cの等温線に相当する<sup>10)</sup>ので，これ以浅が中層水，以深が中層変質水に相当する。また1°C未満を固有水，20°C以上を表層水とした。

水塊体積の推定：海洋観測処理ソフト（応用技術社）

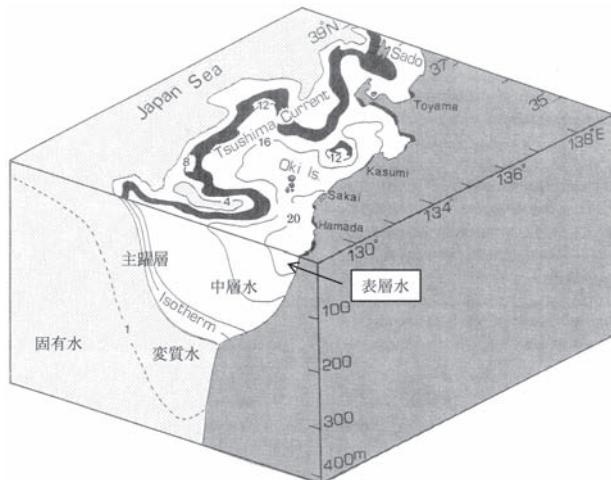


図2. 日本海南西海域の海況模式図

を用いて基準水深別に1°Cごとの等温分布図を作成した。次に面積計測処理ソフト（Area Measure）を使用して基準水深（0m, 10m, 20m, 30m, 50m, 75m, 100m, 150m, 200m, 300m）別に1°C毎の各水温に対応した色ドット数を計測し，この値を各水温帯の相対的な面積とした。さらに区分求積法により1°C毎の体積を計数し（図3），表1の水塊特性値に従って各水塊の体積を推定した。

## 結果と考察

水塊体積の長期的変動：出現した各水塊体積を調査対象範囲の容積に対する割合として示した（付図1, 2）。春季・秋季とも固有水の占める割合はほぼ8%

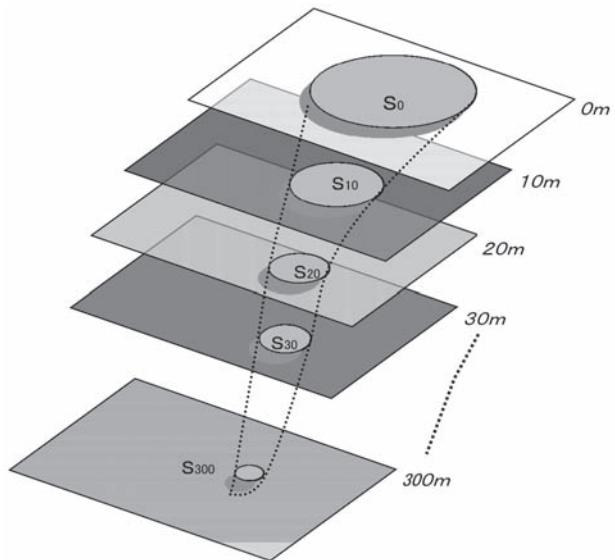


図3. 水塊体積の計算方法： $V = \{(S_0 + S_{10})/2 \times 10 + (S_{10} + S_{20})/2 \times 10 + \dots + (S_{200} + S_{300})/2 \times 100\}$  ここで，V（体積），S<sub>0</sub>（0m 深の面積），S<sub>10</sub>（10m 深の面積）…，S<sub>300</sub>（300m 深の面積）を表す。

以下で大きくはない。春季では年による差はあるが中層水，中層変質水とも平均で45%～50%を変動している。一方，秋季には表層水が出現し平均で15～20%の範囲を変動している。また中層水と中層変質水は平均30%台にある。

各月の中層水塊体積間の相関をみると（表2），春季では互いに高い相関がみられたが，秋季で高い相関があったのは9月/10月間だけであった。また春季と秋季との間にはいずれの月においても相関は認められなかった。このことは春季と秋季とでは海況の変動機構が異なることを予想させる。事実，日本海の水温変動は，冬と夏の変動パターンが異なることも分かってきた<sup>3)</sup>。

春季として3月の中層水塊体積の長期的変動をみると（図4），1988年以降は2006年を除いて平均値を上回っている。1977年から1987年までは平均値を下回る年が多い。1964～1971年は同質の資料を欠くが，春季の中層水塊体積は互いに高い相関があるので4, 5月で指標させて比較すると，1960年代後半から‘70年代初頭にかけては平均を下回る傾向が強いように思われる。

一方，秋季の海況を特徴付ける表層水の経年変動（図5）をみると，9～10月では調査対象期間を通じて大きな変動傾向は指摘できないが，11月では1998年からは平均値を大きく上回る年が継続している。秋11月にはこの海域では底層付近の高塩水と表層の低塩水とが混合して均質化される<sup>11)</sup>。このことは

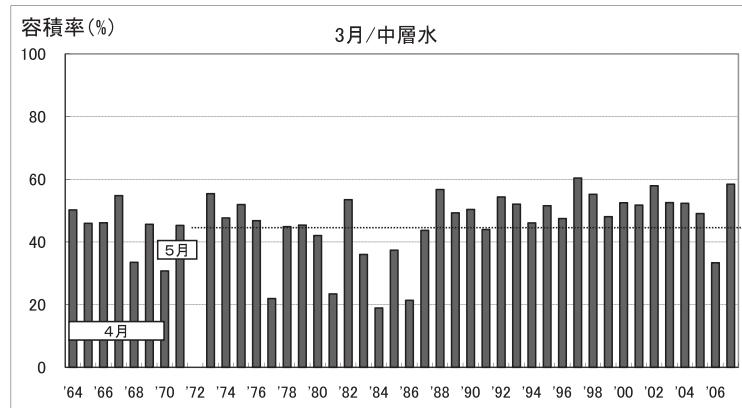


図4. 3月の中層水体積（容積率）の経年変動 点線は期間の平均値

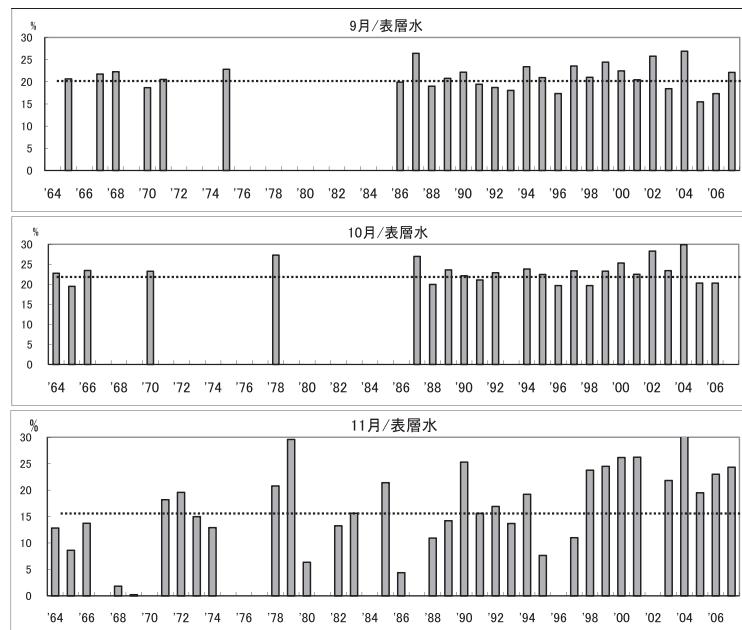


図5. 秋季（9～11月）の表層水体積（容積率）の経年変動 点線は期間の平均値

1998年以降、秋季における熱塩循環過程に変化が生じた可能性が示唆される。ただこの循環過程は対馬海峡から流入する対馬海流の海況特性の変化や熱収支の作用－蒸発・降水による水の授受－が密接に関連している現象であり、今回の調査では定量的に検討できなかったが、今後数値計算などによる検証が必要である。

春季の水塊体積と気象要因との関連：春季の水温は冬季気象と密接に関連することが指摘されている<sup>12~14)</sup>。そこで極東域における冬季季節風の強さの指標となるモンスーンインデックス（MOI）と各水塊との関連をみた（図6）。MOIと中層水とは負相関、中層変質水とは正相関になり、固有水とは相関が認められなかった。固有水は容積率も変動も小さいので一定とみなして、残りの大半の容積の中では

中層水が増加（減少）すれば中層変質水は減少（増加）するといういわば「シーソー」の関係が成り立つ。それらの境界面は主躍層の上部に相当するので、MOIの変動に伴う「シーソー」関係は躍層の上下運動が生じていることを連想させる。

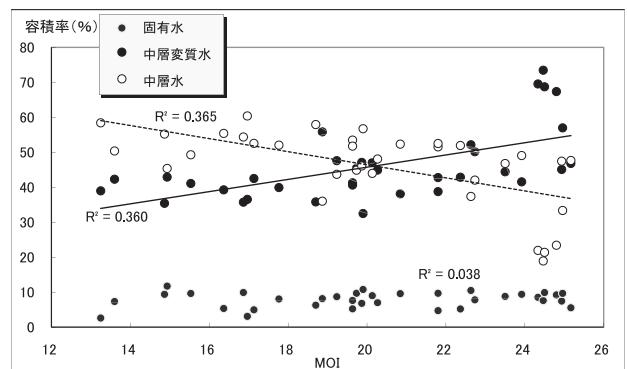


図6. モンスーンインデックス（MOI）と3つの水塊（固有水、中層水、中層変質水）との相関関係

表2. 各月の中層水塊体積の相互相関 下線部は0.1%水準で有意

中層水	3月	4月	5月	9月	10月	11月
3月	-	<u>0.927</u>	<u>0.681</u>	0.147	0.325	-0.134
4月	-	-	<u>0.808</u>	0.155	0.415	-0.204
5月	-	-	-	0.225	0.316	-0.005
9月	-	-	-	-	<u>0.759</u>	0.317
10月	-	-	-	-	-	0.427
11月	-	-	-	-	-	-

### 若干の論議

日本海南西部海域の海況について特に水温の長期的な変動に関連した報告<sup>1~6, 15)</sup>を総合的に要約すると、日本海南西部沿岸域では1980年代半ばまでは低温期であったが1980年代後半から上昇に転じ、その後1990年代末からは高温期にはいった、といえよう。このような水温の長期的変動傾向と中層水塊出現体積のそれとは類似した。今回用いた手法は対象海域で得られたデータをすべて使用しており、立体的な視点からみた水塊体積の変動傾向はいわば総合的な指標とみなすことができよう。水棲生物は程度の差はあっても水中という三次元空間で生活しているのであり、生物との対応関係を考える場合に適切な指標となりうることが期待できる。

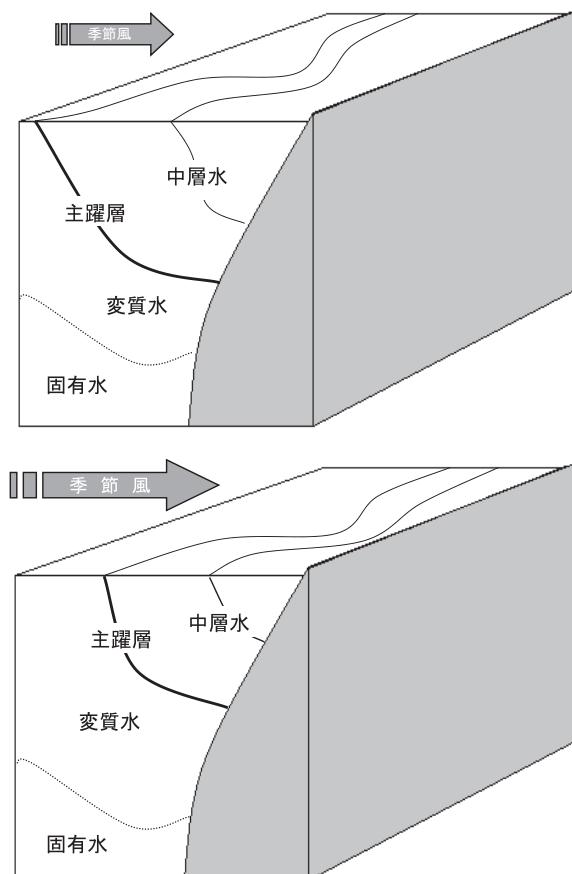


図7. 冬季の季節風の変化に伴う各水塊の変動を説明するモデル上:冬季季節風の弱い年、下:冬季季節風の強い年

一方、秋季については鉛直混合の強まる11月に1998年以降継続的に表層水体積が平年を上回っていた。この事実は、この時期に表層部の熱塩循環過程の変化が生じた可能性を指摘できる。その原因として潜熱・顯熱フラックスの変動および対馬海流による水平的な熱輸送の関与が考えられるが、それらの寄与の程度あるいは変動メカニズムは今後の課題である。ただ、表層水は主として大陸河川系の淡水の影響を強く受けた水塊であることを考慮しておく必要があろう。

さらに春季では水塊体積と気象-モンスーンインデックス (MOI) -との間に密接な変動関係があることが示された。MOIは冬季季節風の変動の指標であり、水塊との関係は現象的には図7のように表わされる。この結果は気象変動にともなう主躍層の上下振動-表層混合層の変化-を示している。図7の結果は今回の研究から予想されたものであり、これまで類似の調査結果はない。今後の検証が必要であるが、冬春季の表面水温および混合層深度などの表層環境は黒潮続流域ではマイワシの加入量変動と関連していることが指摘され<sup>16)</sup>、対馬海流域においても類似の調査研究の進展が望まれる。

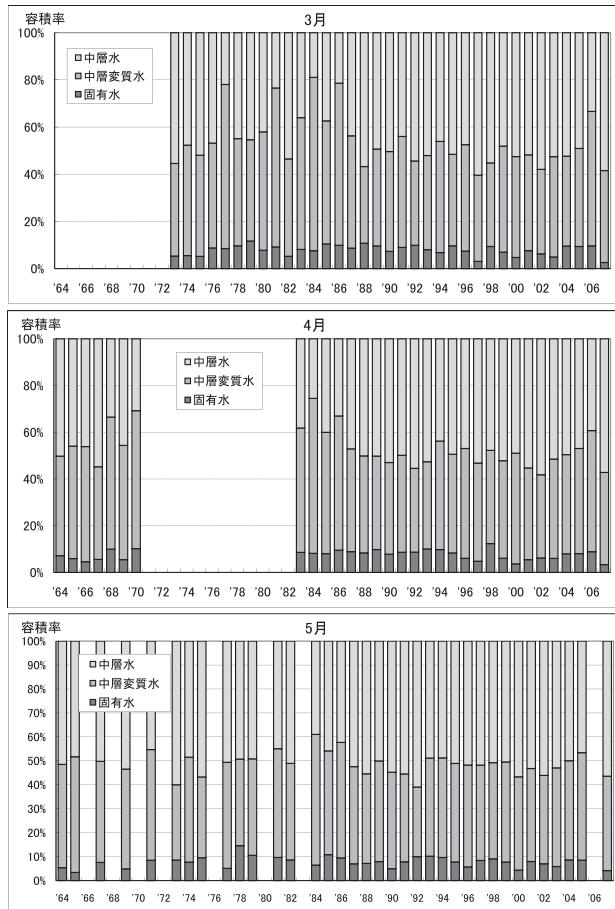
水温変動と水棲生物との関係は従来「浮魚類」との関係で語られることが多かったが、最近、日本海南西部域においても水温環境と「底魚類」との関係が重要視されつつある<sup>17~21)</sup>。今後は水生生物の資源変動との対応関係において、ここで用いた水塊体積が環境変動の指標となることが期待される。

### 謝 辞

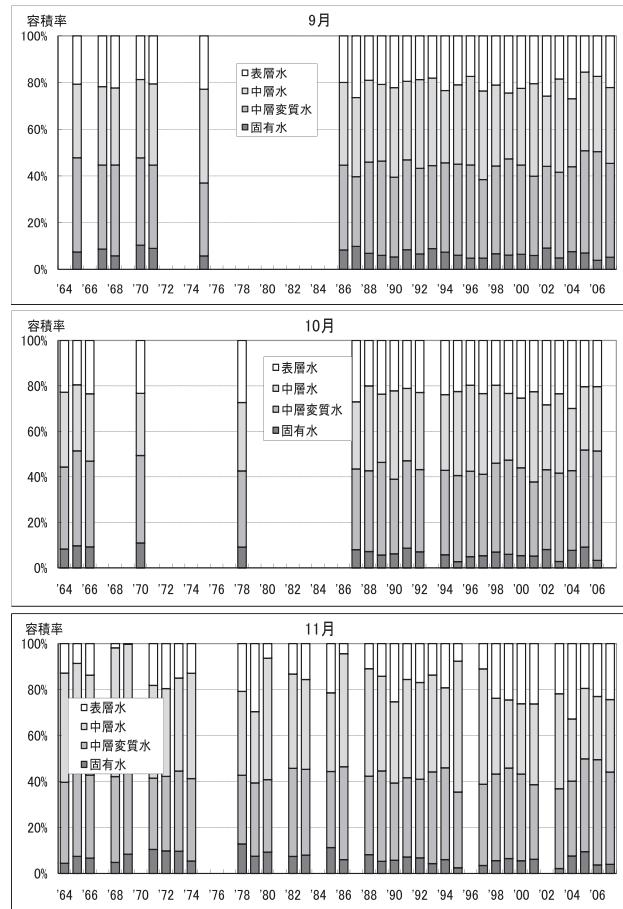
西海区水産研究所大下誠二主任研究員からMOIデータの提供を、また鳥取県水産試験場志村健研究員から水温データの提供をいたいたいた。ここに記してお礼申し上げるとともに海洋観測に従事された山口県~兵庫県の歴代の漁況海況予報事業担当者及び船舶職員に感謝します。草稿に建設的なご指摘を頂いた当所編集委員の皆様に深謝します。

## 文 献

- 1) 小林知吉・堀 成夫・土井啓行・河野光久 (2006) 山口県の日本海沿岸域における海洋生物に関する特記的現象. 山口県水産研究センター研究報告, 4, 19–56.
- 2) 京都府海洋センター (2004) 京都府の海の水温変動. 季報 第80号.
- 3) 加藤 修・中川倫寿・松井繁明・山田東也・渡邊達郎 (2006) 沿岸・沖合定線観測データから示される日本海及び対馬海峡における水温の長期変動. 沿岸海洋研究, 44 (1), 19–24.
- 4) 加藤 修・山田東也・渡邊達郎 (2006) 過去40年間における日本海の水温変動の特徴. 日本海区水研主要研究成果集, 1, 8–10.
- 5) 中村浩二 (1992) 日本海南部の水温の経年変動. 海と空, 67, 217–230.
- 6) 為石日出生・藤井誠二・前林 篤 (2005) 日本海水温のレジームシフトと漁況 (サワラ・ブリ) との関係. 沿岸海洋研究, 42 (2), 125–131.
- 7) 磯田 豊・是松弘志 (1995) 対馬暖流域における水温・塩分・溶存酸素の鉛直断面分布の経年変化. 海と空, 71 (2), 47–57.
- 8) 宇田道隆 (1934) 日本海及び其の隣接海区の海況. 水産試験場報告, 5, 57–190.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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. 山口県外海水試研報, 18, 1–96.
- 12) 平井光行 (1994) 対馬暖流域における春季の海面水温に与える冬季の海面冷却の影響. 日水研報告, 44, 1–17.
- 13) 千手智晴・渡辺俊輝・繁永裕司 (2003) 日本海山陰沿岸水温にみられる十年スケール変動. 月刊海洋, 35 (1), 59–64.
- 14) 木村龍治 (2006) 日本海の冬季の気候と日本海. 日本海学の新世紀 (6) 海の力, 角川書店, 127–135.
- 15) 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.
- 16) 安田一郎 (2005) 海洋・気候のレジームシフトと資源変動. 海の生物資源－生命は海でどう変化しているか－. 東海大学出版会, 225–240.
- 17) 森山 充・安達辰典 (2002) 福井県沿岸のアカガレイ漁況変動に及ぼす海況の影響. 水産海洋研究, 66, 84–87.
- 18) Kyuji Watanabe,Kazumi Sakuramoto, Takashi Minami, and Naoki Suzuki (2006) Population dynamics and catch forecasts of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the western Sae of Japan. Bull Jpn. Soc. Fish.Oceanogr. 70, 221–228.
- 19) Daisuke Yamanaka,Kazumi Sakuramoto,Nakao Suzuki and Tohru Nagasawa (2007) Catch forecasting and relationship between water temperature and catch fluctuations in snow crab *Chinoecetes opilio* in the western Sea of Japan. Fisheries Science, 73, 837–844.
- 20) 森脇晋平・若林英人・為石起司 (2007) 島根県宍道川沖における魚類の出現特性－Ⅲ. 島根水技セ研報, 1, 1–10.
- 21) 森脇晋平 (2009) 日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因. 島根水技セ研報, 2, 15–18.



付図 1. 春季における各水塊の容積率の経年変化



付図 2. 秋季における各水塊の容積率の経年変化

## 日本海南西部島根沖におけるトビウオ類, シイラ 及びケンサキイカの漁況予測の検討

森脇晋平<sup>1</sup>

**Catch forecasts of flying fish, common dolphinfish and *Photololigo edulis* in the south-western Japan Sea off Shimane**

Shimpei MORIWAKI

キーワード：漁況予測, トビウオ類, シイラ, ケンサキイカ, 島根沖

### は じ め に

あじ・さば・いわし類, スルメイカといった多獲性浮魚類については資源評価事業－「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」－に基づいた漁業資源評価がなされているが, 地方にはそれ以外にも資源評価や漁況予測の求められる重要な魚種もある。

この報告では島根県の沿岸漁業で必要な位置をしめているトビウオ類, シイラ, ケンサキイカをとりあげ, 漁況予測をおこなう際の判断材料を検討することをひとつの目標とした。

### 資料と研究方針

用いた漁獲統計資料は島根県水産技術センターが漁獲管理システム<sup>1)</sup>によって収集している県内の属人漁獲統計及び漁業・養殖業統計年報である。海況に関する資料は島根県水産技術センターによって実施されている月例定線によって得られたもので, 図1に示した観測断面の表面から100m深までの各基準水深における観測値の平均値である。

研究の基本的な進め方として, 日本海側への浮魚類の来遊量はそれぞれの魚種の資源水準の変動と海況の影響をうけた変動とが重なって変動するので, これら二つの要因による変動を仕分けして問題を整理すべきである<sup>2)</sup> という提言に配慮した。

### 結果と考察



図1. 調査対象海域と海洋観測点の位置

#### トビウオ類：

島根県沿岸で漁獲対象となるトビウオ類はホソトビウオとツクシトビウオで, この2魚種とも漁獲量の年変動は大きい(図2)。量的にはホソトビウオが

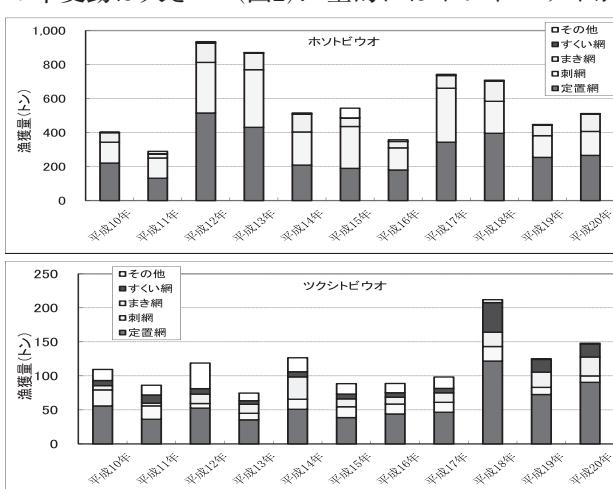


図2. トビウオ類の漁業種類別漁獲量の年変動(上: ホソトビウオ, 下: ツクシトビウオ)

<sup>1</sup> 総合調整部 General Coordination Division

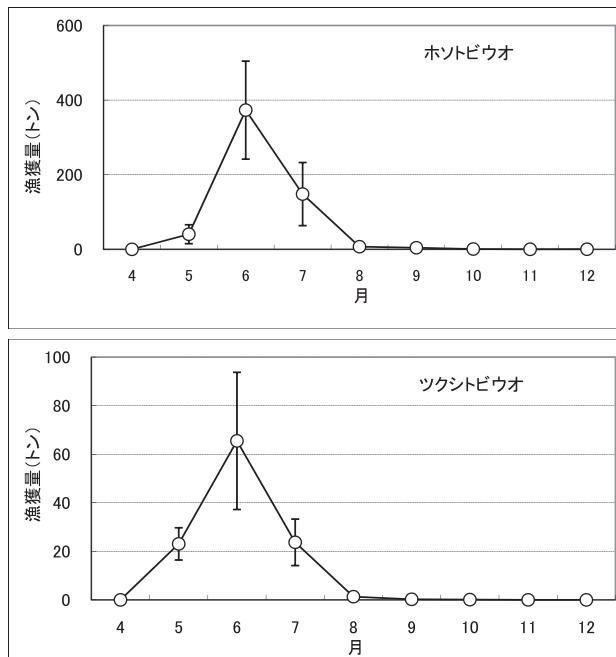


図3. トビウオ類漁獲量の月変動（上:ホソトビウオ、下:ツクシトビウオ）。平均値（白丸）と標準偏差（垂直線）を示す

多く、扱った統計期間ではトビウオ類全体の漁獲重量のうち平均80数%を占める。ホソトビウオは定置網、刺網、まき網でほとんどが漁獲されるが、ツクシトビウオはそれに加えてすくい網でも漁獲されている。ふたつの魚種の年漁獲量間には相関関係は認められず ( $r = 0.039$ ,  $n = 11$ )、互いに異なった変動機構をもっていると思われる。漁獲量の月変化をみると（図3）5月に初漁期を迎える6月にピークに達して8月に終漁するが、漁獲パターンの推移をみるとツクシトビウオの初漁期の立ち上がりがやや早いようである。

ホソトビウオの資源生物学的研究<sup>3)</sup>によると、(1) 本種の寿命は約1年で秋10月にはその年生まれの尾叉長115~165mmの未成魚が出現し、翌年には190~240mmの成魚に成長する。また(2)回遊パターンは日本海へ産卵群として5~7月に来遊し、その産卵群に由来する未成魚は9~10月に南下して東シナ海に移動する。これらのことから秋の未成魚と翌年の成魚との間にはなんらかの量的関係があることが予想できる。そこで未成魚出現時期9~10月の漁獲量と翌年の盛漁期6~7月の関係をみると有意な正相関がみられる（図4）。

ツクシトビウオについても同様な作業を行ったが相関はみられなかった ( $r = -0.095$ ,  $n = 10$ )。

秋の未成魚と翌年の成魚との量的関係を用いた漁況予測の試みはすでに長崎県沿岸の未成魚と山口県

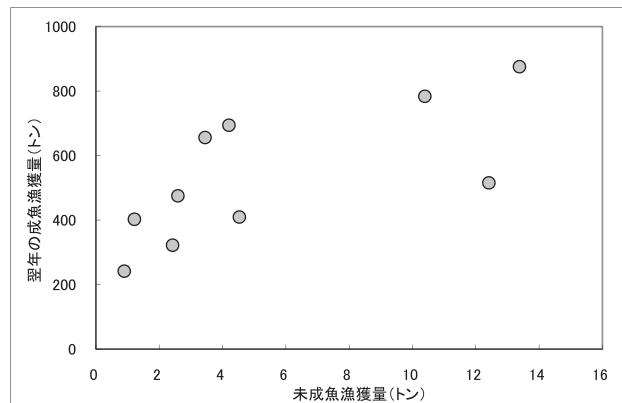


図4. ホソトビウオの未成魚（9月と10月の漁獲量）と翌年の成魚（6月と7月の漁獲量）との量的関係

沿岸の成魚との間で検討されている<sup>4)</sup>。ただ最近の研究によると長崎県沿岸域のトビウオ類未成魚の中にはホソアオトビウオなどの未成魚がかなりの割合で混在している年もあり<sup>5)</sup>、長崎県などの西方海域のトビウオ類出現情報を日本海沿岸域のトビウオ類の漁況予測には利用できない可能性が高い。今回得られた結果（図4）は島根県沿岸域の9~10月のホソトビウオの漁獲量を使用したが、これはほとんどが定置網による漁獲であった。この漁獲物の生物調査を行っていないのでこの中にホソアオトビウオなど他のトビウオ類が混在している可能性もまったくないとはいえない。ホソアオトビウオ幼魚・未成魚はホソトビウオのそれに比べ沖合域に分布するが<sup>6)</sup>、海況等の条件によっては沿岸への加入もある<sup>7)</sup>からである。また今回用いた秋9~10月のツクシトビウオとホソトビウオとの漁獲割合は重量比でホソトビウオが90数%を占めたが、山口県沿岸域の定置網でのトビウオ類未成魚の種組成を調べた結果によると成魚の組成とは逆にツクシトビウオの割合が高かった<sup>8)</sup>。

この差異については明確に言及できないが、今回用いた統計資料の秋9~10月に漁獲される「ツクシトビウオ」と「ホソトビウオ」の生物学的調査も含めて今後、究明していく必要があろう。ただ、ホソトビウオの生態的知見に基づいて得られた比較的高い相関関係（図4）は本県のトビウオ類漁獲量の80%以上をしめるホソトビウオの漁況予測に利用する価値はあるように思われる。ツクシトビウオについてはホソトビウオの変動機構とは異なると考えられ、今後に残された課題である。

また年間の漁獲量と図1に示した月例定線観測で得られる漁期前の4月~6月の水温・塩分値と対比したが、ホソトビウオ、ツクシトビウオとも漁況予測に有効と思われる要因はみいだせなかった。これは

海況指標とは対応関係はなかったとする結果<sup>9, 10)</sup>と同じであった。トビウオ類の日本海沿岸域への来遊は産卵回遊であり、海況の条件よりも産卵場の条件、例えば海底地形などのほうにより強く支配されているのかもしれない。

#### シイラ：

平成10年～平成20年の期間でシイラの年漁獲量は370トン～920トンを変動しており（図5）、大部分がシイラ漬け漁業<sup>11)</sup>で漁獲され約85%を占めている。次いで定置網漁業が約10%で、ほとんどがこれらの漁業によって漁獲されている。漁況の経月変化（図6）はシイラ漬け漁業では7～8月に漁獲の山があるのにに対して定置網漁業では年変動は大きいものの9～10月にある。前者は比較的沖合域を通過する北上群を後者は南下群<sup>12)</sup>をそれぞれ漁獲対象としていると考えられる。

シイラ漁況と海況との関係について検討を行ったところ、盛漁期の7～8月の水揚日当たりの漁獲量と5月の観測断面-A（図1）における平均塩分との間に顕著な関係があることがわかった（図7）。この関係は島根沿岸水域の塩分が高いほどこの海域へのシイラの来遊量が多いことを示している。しかも盛漁期の漁況は5月上旬の観測結果によって予測が可能であることを示している。

塩分と高次回遊性魚類の漁況予測に関する研究事例は日本海南西部では桑原ら<sup>13)</sup>の報告にみられる。それによると京都府沿岸域におけるクロマグロ漁況は高塩分水の分布様式に密接に関連していたことから、高塩分水を対馬暖流系水の勢力を示すものと捉え暖流系水の勢力が強いほどクロマグロの来遊量が多いと考えた。「暖水勢力」が具体的に意味するものは必ずしも明確ではないが、仮に対馬海峡を通じて対馬海流系水の日本海への流入量をイメージしているとすれば原<sup>14)</sup>が報告した対馬暖流の流量と北上期のブリ漁況との関係に類似したものになろう。今後、塩分を指標にした「暖水勢力」の意味づけを明らかにする必要がある。

東シナ海区における「しいら類」漁獲量の変動を日本海への来遊前の東シナ海-補給源-における現存量の変動としてみると、平成10年の4,332トン以降は約2,500トン～3,500トンであり大きな変動はみられていないので、上述の塩分変化と流量との間に何らかの関係があると考えて塩分指標の変動を対馬海峡を通過する流量変動とみれば、シイラ漁況は流量変動に伴う日本海への来遊量の変動としてある程

度理解できる。塩分とシイラ漁況と関係（図7）の示す水産海洋学的な意味付けは今後の課題であるが、少なくとも当年漁期の漁況予測のチェックポイントとしては活用できよう。

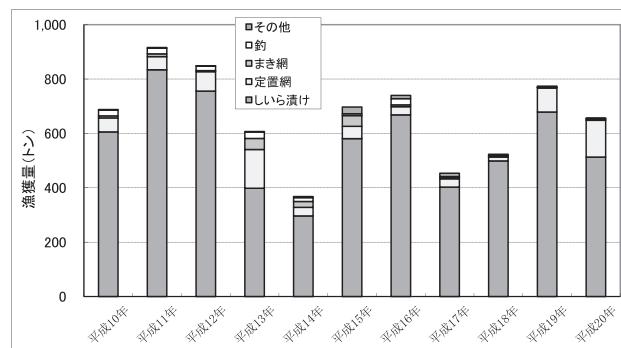


図5. シイラの漁業種類別漁獲量の年変動

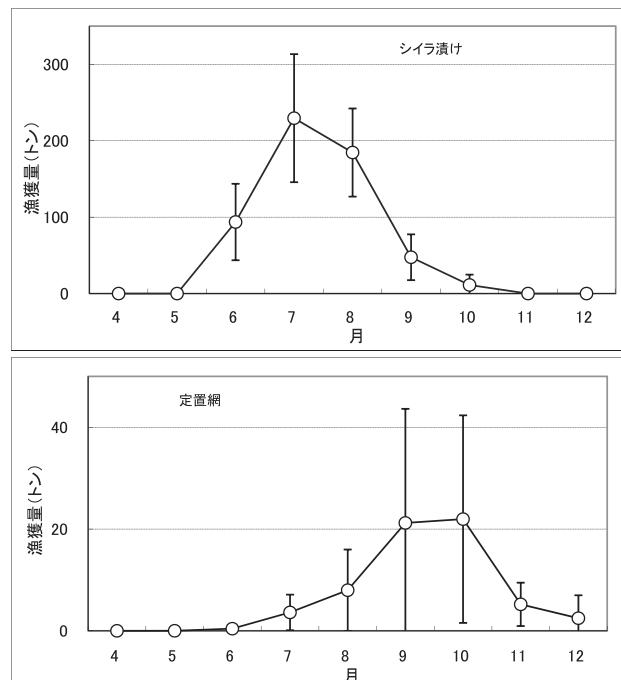


図6. シイラ漁獲量の月変化(上:シイラ漬け、下:定置網)。平均値(白丸)と標準偏差(垂直線)を示す

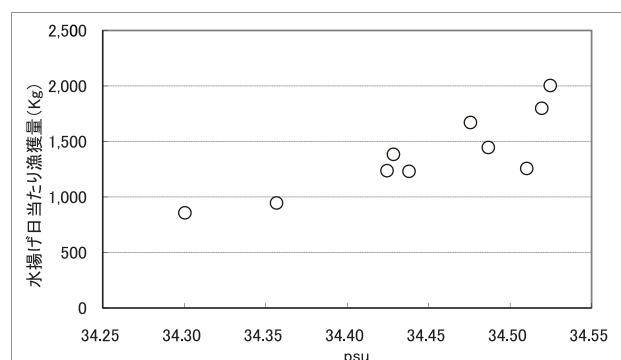


図7. 観測断面A(図1)の5月の平均塩分と盛漁期(7月と8月)の水揚日当たり漁獲量との関係

## ケンサキイカ：

漁獲量の経年変動をみると、沖合底びき網漁業以外は極端な不漁であった平成13年を除けば1,200～2,000トンの間を変動している（図8）。最近の漁業種類別の漁況で目に付くひとつの特徴的なことは沖合底びき網漁業による漁獲量の低下である。平成17年までは300～500トン弱の間を比較的安定して変動していたが、平成18年以降は漁獲量は半減した。

そこで沖合底びき網漁業については平成18年以降とそれ以前の期間をそれぞれ不漁期、好漁期として両期間の漁況の季節変動パターンと比較した。その結果、好漁時代と不漁時代との間には明瞭な差異が認められた（図9）。好漁時代には3月を中心とした春にひとつの盛漁期がみられていたものが、不漁期には漁獲量変動の盛漁期が明瞭に認められず極大値も著しく低い。もう一つの盛漁期である秋では両者には大きな変動パターンの差はみられない。春の漁況が全体の動向を反映していたことがわかる。

この沖合底びき網漁業の好漁・不漁の期間を沿岸漁業に適用して季節変動をみると次の点を指摘できる。なお、島根県沿岸では西部沿岸と東部沿岸とでは季節的な漁況パターンが異なる<sup>15)</sup>ので、西部の浜田、東部の島根町とに分けて検討した。西部海域浜田におけるイカ釣り漁業の好・不漁期の季節変動パターンを対比してみると（図10）、5～6月の初漁期は両期とも同時期に迎えるが、好漁期に出現してい

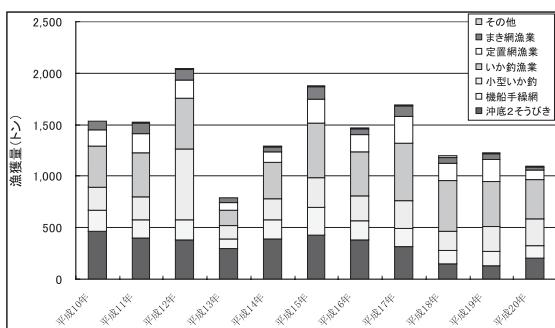


図8. ケンサキイカの漁業種類別漁獲量の変動

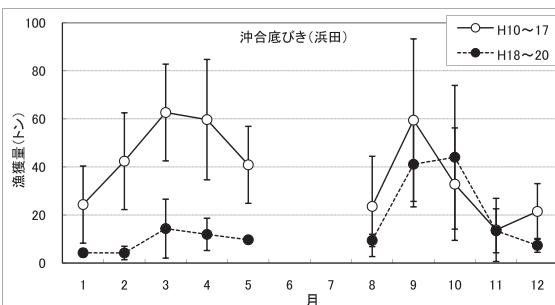


図9. 沖合底びき網漁業の好漁期（平成10年～17年）と不漁期（平成18年～20年）の月漁獲量変動の差異。平均値（白丸）と標準偏差（垂直線）を示す。

た7～8月の漁獲の山は、不漁期には形成されず、9～10月に出現しているという特徴が認められる。定置網漁業では不漁期では漁獲量はやや減少しているものの6月に漁獲の山が出現するという変動パターンは沖合底びき網漁業の漁況に関わりなく同じである。一方東部海域島根町のイカ釣り漁業でも不漁期には7～8月の漁獲の山は出現せず、浜田に比べ遅れて10月に漁獲の山がみられる（図11）。定置網漁況

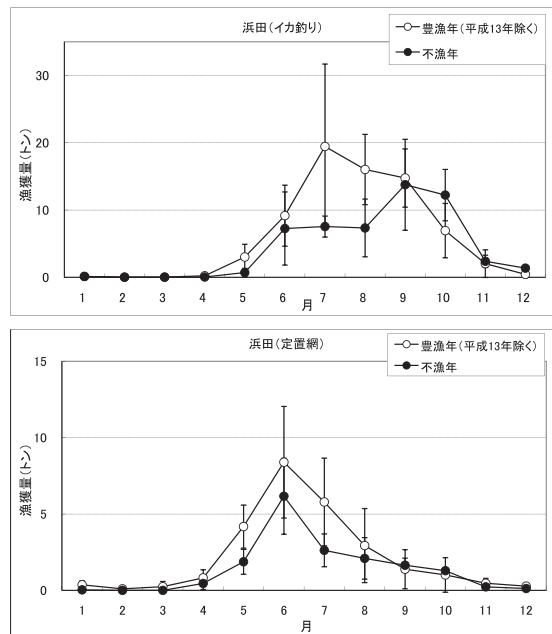


図10. 沖合底びき網漁業の好漁期と不漁期に対応した沿岸漁業（上：イカ釣り、下：定置網）漁獲量の月変化（浜田地区）

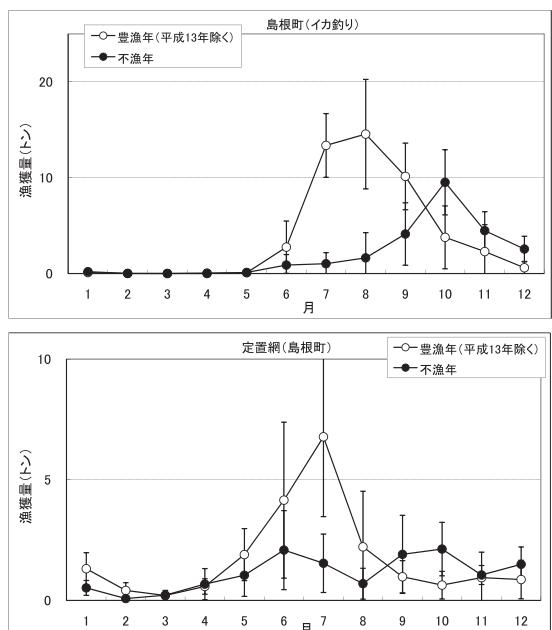


図11. 沖合底びき網漁業の好漁期と不漁期に対応した沿岸漁業（上：イカ釣り、下：定置網）漁獲量の月変化（島根町地区）

では好・不漁期で季節変動パターンは異なり、好漁期に出現した7月の漁獲の山は不漁期には形成されず低い山がみとめられるのみで好漁期の山に比較して小さい。また、好漁期の山の出現時期は7月で西部海域の浜田に比べ1カ月遅れている。

このように沖合底びき網漁業の好・不漁期に対応させたイカ釣り漁業や定置網漁業の沿岸漁業の季節変動パターンに明瞭な差異が認められたという事実はすでに指摘されているように、山陰西部沖の陸棚上に分布するケンサキイカ沖合群と沿岸で漁獲される群とが密接に関連しているという解釈<sup>16~18)</sup>を強く支持する。さらにもう1点は浜田の定置網漁況にみられたように沖合域の漁況に無関係な群の存在が指摘されることである。この群は西部沿岸域の初漁期に関連し、山陰の沖合底びき網漁場よりさらに西方海域に由来すると思われる。実際に定置網漁業の漁獲ピーク時5~7月の漁獲量は長崎県の年漁獲量の変動と有意な相関がある（図12:  $r = 0.827$ ,  $n = 9$ ）。

ところで沖合底びき網漁業のケンサキイカ春期漁は平成18年に急激に減少して回復の兆しはみられない。この時期にこの海域で漁獲対象となるケンサキイカは6~12月に発生・ふ化する群であり<sup>18)</sup>、再生産は陸棚上で行われると考えられる。そこで日本海南西部における水塊体積の変動結果<sup>19)</sup>を用い、ケンサキイカ卵発生が不適となる水温10°C未満<sup>20)</sup>の水塊体積の占める割合を9~11月について表面から水深150mまで計算した（図13）。これによると、平成16年まではほぼ同程度の値で推移していたが平成17年、18年には占有指數値は急増して平成19年には減少したもののまだ高い傾向にある。このことは平成17年以降、沖合底びき網漁業のケンサキイカ春漁漁獲対象群の再生産環境が悪化したことを示している。このことが平成18年の春期漁からの極端な不漁現象を引き起こした主因の可能性がある。近年の産卵場の沖合化<sup>21, 22)</sup>が卵囊塊と冷水塊との遭遇する割合を増加させ産卵環境の悪化を促進した可能性もあり、山口県日本海域での春漁の著しい不漁に密接に関連していると考えられる。ヤリイカでも産卵期から生活初期の冷水出現規模が産卵量や生残量に強く影響することが示唆されており<sup>23)</sup>、同じイカ類に共通してみられる現象なのかもしれない。平成20年秋においても山口県・島根県沖合陸棚海域に底冷水が出現したとされ<sup>24)</sup>、今後の推移を注視していく必要があろう。

今回得られた漁況パターンの変化を基に漁況予測の観点から島根県沿岸域の漁況予測を行うためのポ

イントを整理してみると；

- (1) 西部・東部沿岸域の主漁期7~8月の漁獲量の多寡－浜田漁港における沖合底びき網の2月~4月の漁獲量を指標として判定する。
- (2) 秋漁期の多寡－西部沿岸については夏季の沖合底びき網漁業休漁期間中のため沖合域の生物情報がなく、予測は困難。東部については多少のタイム・ラグがあるので漁期開けの漁獲量を判断材料とする。
- (3) 数年以上の長期の漁況予測については；①初漁期（主に6月）については西の情報（例えば長崎県の漁獲動向）、②春~夏漁期は秋群発生時期の水温環境（例えば主産卵場の陸棚上の水温）などが有効な判断材料となろう。

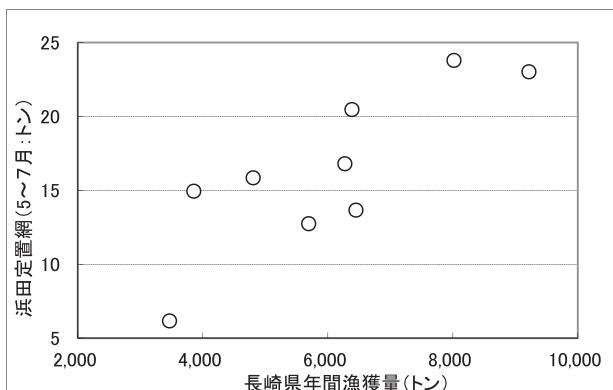


図12. 長崎県の年間漁獲量と浜田地区定置網の5~7月の漁獲量との関係

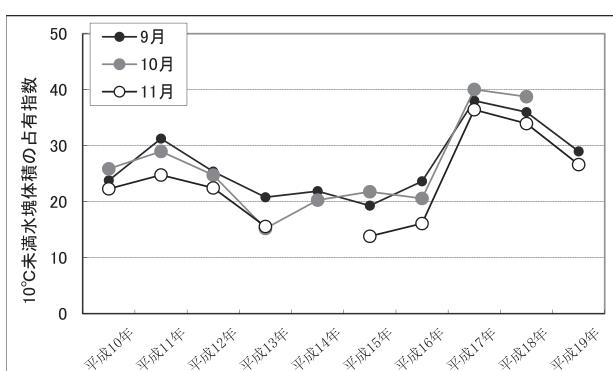


図13. 日本海南西部の水深0mから150mまでの間ににおける10°C未満の水塊体積の占有指數の年変化

#### 総合討議：

地方の重要な魚種の漁況予測を行うという視点から比較的迅速に利用可能でかつ継続的に入手可能なデータを用い、現象の整理をするという作業を行った。今回用いた予測手法は相関法と漁況の変動パターンの類似性を扱りどころとする方法である。これらは単にことがらの間に何らかの関連があるかも

知れないということを示しているだけであって、今後の研究のための手がかりを得るための手段にすぎない。今後検証をすすめるとともに水産海洋学の立場から理論的レベルアップ－水産海洋学が進歩しているようでの実、遅々とした足踏み状態であるなら、わずかながらでも上層の段階にステップアップするような機構の解明－を期待したい。

増田<sup>25)</sup>は地方の水産研究機関や漁業現場での現状をふまえ、漁海況予報事業も含めたこれからの水産資源研究のあり方について言及し、「後追いの研究」から脱却し新たな研究手法を模索すべきであると提言している。ただむやみに新手法を求めるのみだけではなく、既存の資料に新しい考え方や資料も加えあらゆる角度から「現象」を分析することも必要な作業であると考える。水産研究全般をみても栽培漁業も陰りがみえはじめ、資源管理もかつての勢いは感じられないよう思われる。今後は水産分野の範疇にとどまらず、「生態系」という視点をみすえて他分野と積極的に連携していくことも不可欠となろう。

### 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、有益なご批判、ご助言とをいただいた当技術センター編集委員の方々に感謝します。

### 文 献

- 1) 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. 島水試研報, 12, 67-78.
- 2) 村山達朗 (1991) 対馬暖流域における浮魚の補給と配分. 水産海洋研究, 55, 210-218.
- 3) 河野光久 (2004) ホソトビウオ (*Cypselurus hiraii Abe*) の資源生物学的研究. 山口県水産研究センター研究報告, 2, 27-76.
- 4) 河野光久 (1988) 山口県沿岸に来遊するトビウオ類 (ホソトビ・ツクシトビウオ) の漁況と生物学的特性に関する2, 3の知見. 日本海ブロック試験研究集録, 12, 39-51.
- 5) 一丸俊雄 (2007) 九州北西部海域におけるトビウオ類の生活史と未成魚群の資源加入に関する研究. 長崎県水産試験場研究報告, 33, 7-110.
- 6) 増田恵一・大谷徹也・玉木哲也 (1990) 但馬沿岸域および沖合域におけるトビウオ類幼稚仔の出現状況について. 兵庫県立水産試験場研究報告, 27, 1-16.
- 7) 河野光久 (2007) 2005年9月山口県仙崎漁港におけるホソアオトビウオ未成魚の大量来遊. 山口県水産研究センター研究報告, 5, 25-28.
- 8) 河野光久 (2005) 山口県日本海沿岸の定置網で漁獲されたとびうお類未成魚の種組成と尾叉長組成. 山口県水産研究センター研究報告, 3, 75-78.
- 9) 桑原昭彦・鷺尾圭司・鈴木重喜 (1982) 京都府沿岸域の海況変動とバショウカジキ, シイラの漁況との関係. 水産海洋研究会報, 40, 3-8.
- 10) 安達二朗 (1992) 山口・島根県沖におけるシイラ・トビウオの漁獲量変動と海洋環境. 水産海洋研究, 56, 173-181.
- 11) 児島俊平 (1966) シイラの漁業生物学的研究. 島根水試研究報告, 1, 1-108.
- 12) 岡地伊佐雄 (1958) 漁獲統計からみた日本海産魚族の分布構造－I 対馬暖流系魚族の来遊の消長. 日本海区水産研究所研究年報, 4, 1-13.
- 13) 桑原昭彦・坂野安正 (1980) 京都府沖合海域の漁海況と高塩分水について. 水産海洋研究会報, 36, 27-32.
- 14) 原 哲之 (1990) 日本海へ来遊するブリ成魚の来遊量指数とその年変動. 日水誌, 56, 19-24.
- 15) 森脇晋平 (1994) 日本海南西部沿岸海域におけるケンサキイカ *Photololigo edulis* の生態とその漁況に関する研究. 島根県水産試験場研究報告, 8, 1-111.
- 16) 小川嘉彦・山田英明 (1983) 日本海南西部陸棚水域における“シロイカ”的分布. 水産海洋研究会報, 44, 1-8.
- 17) 森脇晋平 (1986) 日本海西部沖合水域における“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, 2, 12-18.
- 18) 河野光久 (1991) 沖合底曳網で漁獲されるケンサキイカの群性状について. 西海ブロック底魚調査研究会報(水産庁西海区水産研究所), 第1・2号, 37-46.
- 19) 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－出現する水塊体積の経年変動－. 島根県水産技術センター研究報告, 2, 1-6.
- 20) Natsukari Y. and M.Tashiro(1991)Neritic squid

- resources and cuttlefish resources in Japan. *Mar. Behav. Physiol.*, 18, 149–226.
- 21) 河野光久・斎藤秀郎 (2004) 日本海南西山口県沿岸域における近年のケンサキイカの資源生態と漁業実態の特徴的变化. 山口県水産研究センター研究報告, 2, 77–85.
- 22) 河野光久 (2006) 山口県日本海沿岸域で発見したケンサキイカ卵嚢塊. 山口県水産研究センター研究報告, 4, 69–72.
- 23) 北沢博夫 (1989) 西日本海域における底魚漁業資源と環境の諸問題. 水産海洋研究会報53, 279–281.
- 24) 島根県水産技術センター (2008) 平成20年(2008年)の海況トピックス. とびっくすNo.39.
- 25) 増田紳哉 (2008) 地方と水産資源調査－これからの漁海況予報を考えるときに必要なこと－. 西海ブロック漁海況研報, 16, 1–11.



## 日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因

森脇晋平<sup>1</sup>

**Sudden increase and the factor in Japanese cod catch in the south-western Japan Sea off Shimane**

Shimpei MORIWAKI

キーワード：マダラ、日本海南西部

### は じ め に

2007年（平成19年）の島根県内における漁況の特徴のひとつとして冷水性魚類の増加が指摘されている<sup>1)</sup>。この現象は島根県に限って起きているのではなく鳥取県においても同様のことがみられ、「…関係者は『地球温暖化で水温の上昇が指摘されているのに、なぜ北の魚が増えるのか』と首をかしげている。」という<sup>2)</sup>。

ここではこの現象を取り上げられている冷水性魚類のうちタラ類の急増について海洋環境との関連について焦点を当て検討した。

### 資 料 と 方 法

用いた漁獲統計は島根県水産技術センターが漁獲管理情報処理システム<sup>3)</sup>で収集している県内の属人漁獲統計で、県内漁獲量のほぼ90%近くをカバーすることができる。魚種のカテゴリーには「タラ類」と「スケトウダラ」があり、今回はこれらを合計しタラ類として取り扱う。ただ、「スケトウダラ」の重量比はわずかに1.3%を占めるにとどまり、「タラ類」はほとんどがマダラとして取り扱われているので、この小文でのタラ類はマダラとして考えていいであろう。

海洋環境に関する基本的な資料は森脇ほか<sup>4)</sup>が日本海南西部沿岸海域の海況について長期的な変動を

整理した結果を用いた。上述したようにマダラ漁獲量の急増は広く山陰沖合一帯でみられている現象であるので、この資料は今回の解析に適すると考える。具体的には、マダラの主棲息適水温帯の3~7°C<sup>5)</sup>の水塊体積の計算値を用いた。

### 結 果 と 考 察

#### (1) 漁獲量の変動

漁獲量の経年変動（図1）をみると、ほとんど漁獲のみられなかった2002年以前、漁獲が微増した2003~2005年及び急激に増加した2006年以降の3段階に分けられよう。漁業種類別の漁獲量は小型底びき網漁業による漁獲割合が全体の約90%以上を占め、沖合底びき網漁業が約9%である。定置網漁業とその他漁業はわずか1%で図1にはほとんど反映さ

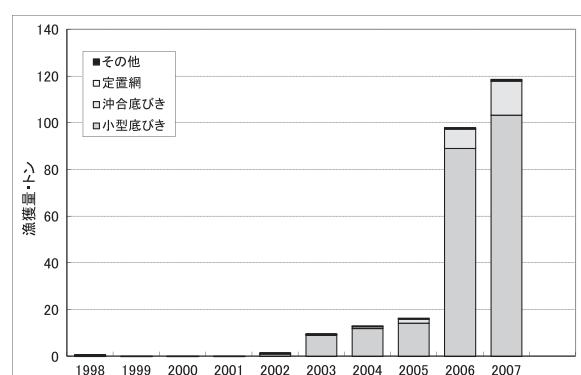


図1. 漁業種類別漁獲量の年変動

<sup>1</sup> 総合調整部 General Coordination Division

れていない。

漁獲が微増した2003年から漁業種類別に経月変化(図2)をみると、小型底びき網漁業の2003年秋漁期からまとまった漁獲がみられ始め、これが漁獲の急増現象(図1)として現われた。2007年も同様のパターンで推移し、秋漁期の漁獲量が春漁期のそれよりもはるかに多い。この違いはひとつにはマダラの季節による棲息水深や分布水域の差を反映したものと考えられる。沖合底びき網漁業でも基本的には小型底びき網漁業と同じ傾向を示している。一方、定置網漁業では漁獲は春漁期のみで、そのピークは2~3月にある。

## (2) 海洋環境変動

ここでは日本海南西部沿岸水域の海洋環境変動として森脇ほか<sup>4)</sup>の“図1”的範囲における水温体積の変動を用いた。春漁期として3月、秋漁期として11月におけるマダラの最適水温帯とされる3~7°C<sup>5)</sup>の

水塊体積指数の偏差の経年変化を図3に示した。図3ではプラス方向に上がるほどマダラ適水塊が増大し、負方向には不適水塊が増加することを意味する。

3月では2002年に大きな負偏差がみられ、その後は正偏差に転じ2006年には大きな正偏差がみられた。11月では2001年に負偏差、2006年に正偏差がみられたが、それ以外の年では顕著な偏差はみられていない。

## (3) 急増現象の検討

ここではマダラ急増現象の要因としての海洋環境を評価することを試みる。最初に春漁期を取り上げる。日本海側のマダラの産卵生態の知見<sup>6)</sup>によると、産卵は2月中旬を中心に水深55~60mの砂泥域で行われる。定置網で2~3月に漁獲のピークがみられる(図2)のは産卵群として接岸することを反映したものであろう。漁獲の絶対量は少ないが、定置網による漁獲量は増えており、これは産卵群資源量が増加

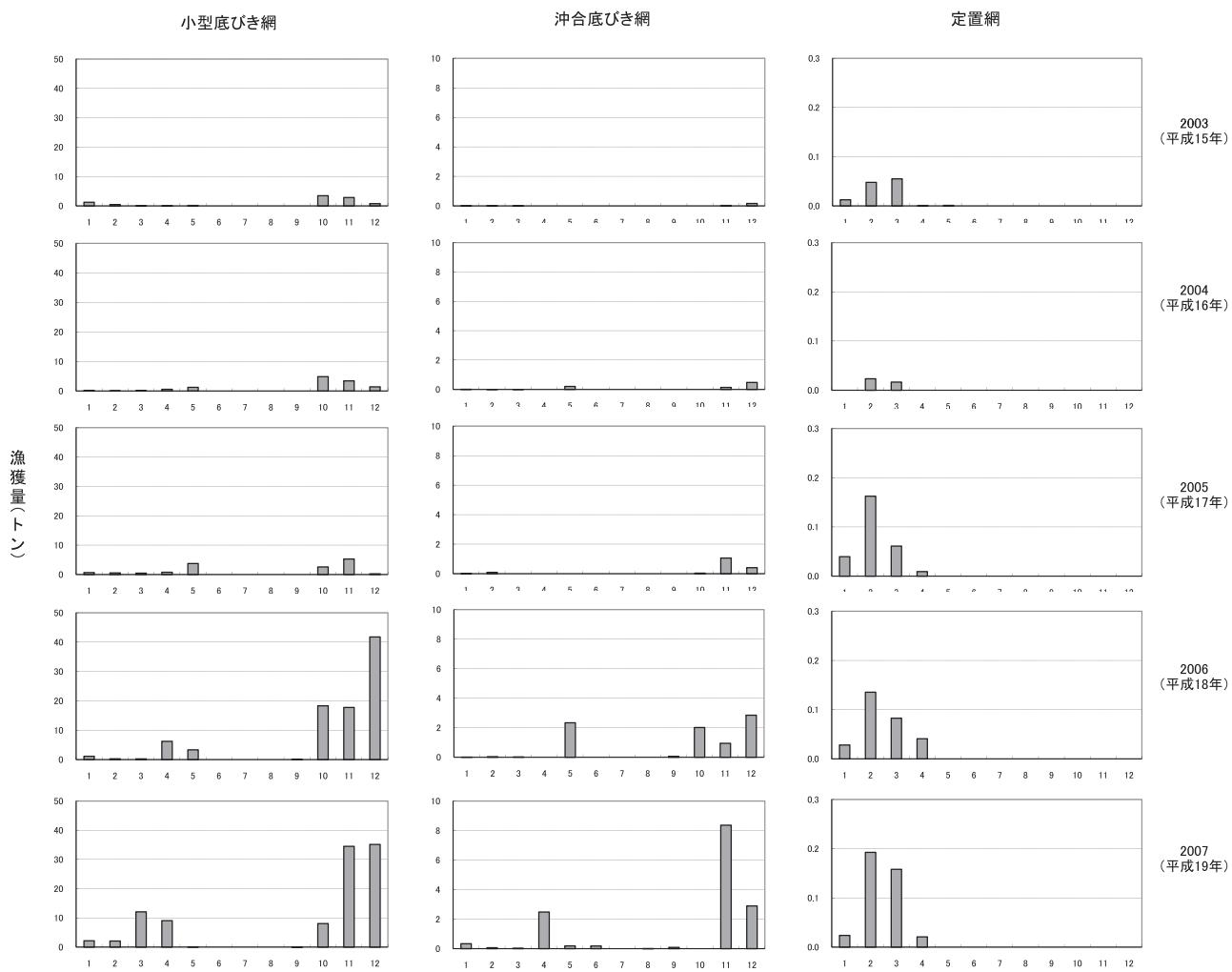


図2. 漁業種類別の月別漁獲量の年変動

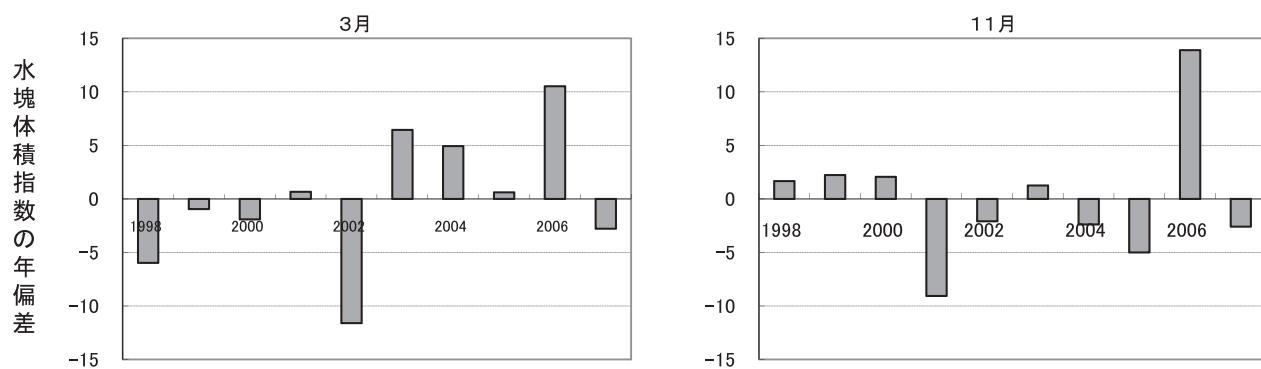


図3. 適水塊体積指数の平年偏差. + 方向はマダラの適水温体積が増加し, - 方向は不適水塊の体積が増加する

した可能性を示唆している。一方、3月の適水塊体積の経年変動(図3左)には正偏差の傾向がみられる。これらのことを考え合わせると2003年以降はマダラにとっての再生産の好適条件が拡大したと考えられる。

次に漁獲の大部分を占める秋漁期について11月の海洋環境との対比を検討する。最も大きなイベントは2006年の顕著な正偏差(図3右)である。この現象はすでに3月にもみられており、2005/06年冬季に生じた20年ぶりの厳冬である「平成18年寒波」<sup>7)</sup>に起因した現象と考えられる。この現象がおそらく夏を経過して秋まで継続したものであろう。そしてこの正偏差と漁獲急増の開始とは時期的によく一致する。

2003年以降マダラにとっての再生産条件が良くなつた可能性があること及びマダラの最適棲息空間が拡大したことと秋漁期の漁獲量の急増が時期的によく符合するという事実からマダラ漁獲量の急増現象のストーリーを以下のように考えた; ①2002年以前はマダラの再生産条件は良いとはいえない状況であったが、②2003年以降、再生産条件は好転し(図3)、発生群の生き残りも良かったと考えられる。③漁獲の主体を占める小型底びき網漁業が「マダラ狙い」の操業ではないためあるいは幼魚であるため投棄され漁獲に反映されない時期が数年続いたと推測されるが、④産卵群豊度の上昇(図2右)と連動して資源水準もしだいに高まつていったと推定され、⑤2006年の適水塊の増大(図3)により生息域を拡大させることにより、⑥2006年以降の漁獲急増になつて現われた。

用いた資料は限られており、生物学的資料も欠いたもので必ずしも充分とはいえないが、日本海におけるマダラの資源変動や分布域の変化には冬季から春季にかけての海洋環境が大きく関わっていると考え

えられており<sup>8)</sup>、今回の現象はマダラ生息域における海洋環境の変動と相関して生じた可能性は高いと判断した。

## おわりに

数年前の底層水温がその後の漁況に現われるという報告が日本海南西部海域においても複数の重要水産生物で報告されている<sup>9-11)</sup>。その事例に従えば、ここで取り上げた2006年に生じた海洋環境イベントがマダラ漁獲量を急増させたと考えられるのみでなく、他の底棲生物にとっても今後に与える影響について注視しておく必要があろう。

## 文 献

- 1) 島根県水産技術センター (2008) 平成19(2007年)の海況トピック, とびっくすNo. 27.
- 2) 山陰中央新報 (2007) 南北の魚大集合, 平成19年12月30日付け.
- 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. 島根県水産試験場研究報告, 12, 67-78.
- 4) 森脇晋平・向井哲也・佐々木正 (2009) 島根県水産技術センター研究報告, 2, 1-6.
- 5) 稲田伊史・石戸芳雄 (1991) 金華山～常磐沖におけるタラ類の春・秋の分布様式. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, 24, 113-124.
- 6) 舟世田兼三・広川 潤・長倉義智・有瀧真人・小林真人 (1992) 石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・稚仔魚の分布. 栽培技研, 21, 21-30.
- 7) 気象庁 (2007) 2006年の気候の特徴. 気象年鑑(2007年版), 130-148.
- 8) 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究

- センター (2008) 我が国周辺水域の漁業資源評価 (平成19年度), マダラ (日本海系群), 755–773.
- 9) 森山 充・安達辰典 (2002) 福井県沿岸のアカガレイ漁況変動に及ぼす海況の影響. 水産海洋研究, 66, 84–87.
- 10) Kyuji Watanabe,Kazumi Sakuramoto,Takashi Minami, and Naoki Suzuki (2006) Population dynamics and catch forecasts of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the western Sae of Japan. Bull Jpn.Soc.Fish.Oceanogr. 70, 221 – 228.
- 11) Daisuke Yamanaka,Kazumi Sakuramoto,Nakao Suzuki and Tohru Nagasawa(2007) Catch forecasting and relationship between water temperature and catch fluctuations in snow crab *Chinoecetes opilio* in the western Sea of Japan. Fisheries Science, 73, 837 – 844

## 2008年春季島根県沿岸に大量発生した円石藻の 出現時期における気象の特徴

森脇晋平<sup>1</sup>

**Characteristics of meteorological conditions in the season of intensive  
*Gephyrocapsa oceanica* occurrence off Shimane Prefecture in spring 2008**

Shimpei MORIWAKI

キーワード：円石藻、島根県沿岸

### は じ め に

2008年4月上旬頃から島根県の本土側沿岸水域で海色が普段より明るい緑色に変化する現象が観察され、その原因は植物プランクトン円石藻の一種の *Gephyrocapsa oceanica* の大量発生であることが報告されている<sup>1)</sup>。

この海域での本種の大量発生は初めてのことであり<sup>1)</sup>、この小文では今回の現象の推移、特に発生時期の気象要因の特徴を明らかにすることを目的とする。

### 資 料 と 方 法

大量発生の時間的な推移をみると2008年4月6日頃から海色の変化が認められ始め、4月20日過ぎ頃からは以前の状態にもどったことから、円石藻は4月上旬から増殖し始めて中旬にピークを迎える。その後下旬には衰退・消滅したと思われる。従って、調査期間を4月上旬・中旬とし、対象とした要因の各旬の平均値を求めた。基本的方針として円石藻の発生年（2008年）と非発生年との気象・海象要因を比較検討することとし、1994年以降15年間の資料を使用した。

水温の資料は島根県水産技術センターが収集している沿岸定地水温で、該当する旬平均値を用いた。なお、観測場所は「浜田」は浜田市瀬戸ヶ島町、「恵

曇」は松江市鹿島町の各地先である。気象に関する資料は気象庁の「気象月報」<sup>2)</sup>によった。浜田と松江の降水量、日照時間、風向・風速について該当する旬の平均値を用いた。なお、風向・風速については東西と南北の各成分に分解し、風の吹いていく方向をプラスとした。

### 結 果 と 考 察

**水温** 浜田と恵曇における4月上旬及び中旬の平均値を図1に示した。円石藻の発生年である2008年の浜田では上旬、中旬でそれぞれ13.6°Cと14.4°Cであったのに対し、調査期間（15年間）の平均ではそれぞれ13.8°C、14.7°Cで、顕著な差異はなかった。同様に恵曇でも上旬と中旬でそれぞれ13.7°Cと14.3°Cであり、調査期間の平均値は14.0°Cと14.7°Cで大きな差は認められなかった。

このように円石藻大量発生時期における水温は、平年と比べて特に高い/低いというわけではなかった。

**降水量と日射量** 発生期間中の4月上旬～中旬にかけての降水量と日照時間との関係をみると発生年（2008年）ではいくつかの特徴が指摘できる。図2には調査期間中のそれぞれの平均値を示してあるが、4月上旬では降水量、日照時間とも平均値以上の値を示している。そして中旬になると、日照時間は平

<sup>1</sup> 総合調整部 General Coordination Division

均より少なくなり、降水量は平均値以上であった。このような4月上旬から中旬にかけての発生年の特徴を要約すると、『はじめは雨がよく降っていたのにもかかわらず太陽もそこそこ顔を出していたが、その後も引き続いて雨模様であった』と言えよう。

**風向風速** 発生年（2008年）における4月上旬では浜田の旬平均で南西風4.1m/s、松江で西風3.6m/sであった。こうした気象は過去においてもしばしばみられており、この時期の平均的な風と思われる。一方、中旬では南向きの風（北風）が卓越したこと、浜田で北北東風3.7m/s、松江では北西風3.5m/sであった。例年4月上旬は西寄りの風が卓越するのが一般的である（図3）。発生年での特徴的なことは初期では例年のように南西～西風が吹いていたが、発生のピーク時とおもわれる4月中旬では例年になく北寄りの風の卓越に変わったことである。

**夜光虫の発生との対比** 島根県沿岸にこの時期しばしばは大量発生する赤潮に夜光虫（*Noctiluca miliaris*）がある。漁業生産に直接的な被害を及ぼすことはほとんどないため発生記録としては残っていないが、本種は表層性で朱色なので大発生すると見た目にインパクトが大きいためマスコミ関係に取り上げられる機会が多い。新聞記事として残されているその報道を比較検討してみると近年では2004年の4月中旬の発生が最も大規模であったと思われる<sup>3, 4)</sup>。

この年を図2でみると、降水量はほぼ平均値～やや少なめ、日照時間は平均値以上、というパターンで、円石藻発生年の状況とはやや異なっているように思われる。

### 若干の議論とまとめ

2008年春季に島根県沿岸域で発生した円石藻の出現時期の海況・気象要因について考察した。水温との関連は明確ではなかったが、降水量及び日照時間との関連には特徴が現われていた。すなわち、発生初期時のまとまった降水量とある程度の日照時間、その後の引き続いた降水量、というパターンがみられる。他方、風の要因は発生ピークと思われる4月中旬に南向きの風（北風）が卓越するという特異な年であったが、事例も少なく今回の資料からは解明できなかった。

円石藻のブルームが発生する要因についてはまだ充分にはわかっていない<sup>5)</sup>が、ブルーム発生時の栄養塩状態はN・P比が偏っていることが多い<sup>5)</sup>とい

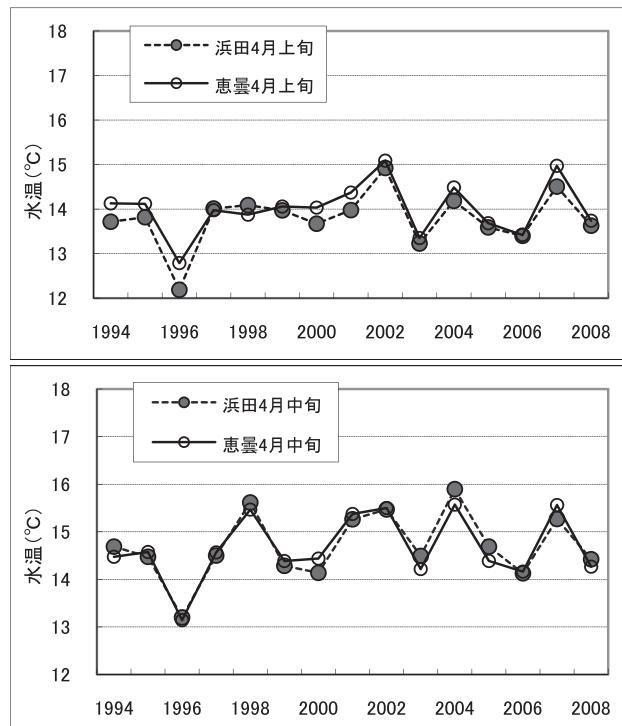


図1. 沿岸定地水温の経年変化

う。島根県沿岸域におけるN/Pの長期的な動態についての詳細な報告はないが、河川水の水質調査における最新の資料<sup>6)</sup>によると冬季の降雨による全窒素(TN)が上昇傾向にあり逆に全リン(TP)は減少しているので、最近の沿岸域の栄養塩環境は降雨による陸域起源の栄養塩供給機構に変化が生じ、N/Pのバランスに変化が生じたと考えられなくもない。今回の円石藻大量発生時の気象要因のなかでは降水量が多いという特徴とも矛盾しない。

今回のような物理的条件が円石藻の大量発生に有利に働いたと考えることができるであろうが、大量発生するかどうかは基本的には海洋生化学の問題であり、今後の研究に待ちたい。

### 終わりに

今回の現象のような大変興味深い現象であってもその原因について触れられることはほとんどなく、個人的な記憶や経験のなかに埋没されていくのが現実であろう。この小文は断片的で不充分な情報から成り立っていることは否定できない。ただ不完全さを承知のうえで記録に残していく努力を積み重ねることによってもっと大きな事実や規則性が浮かび上げてくることを期待したい。

2008年春季島根県沿岸に大量発生した円石藻の出現時期における気象の特徴

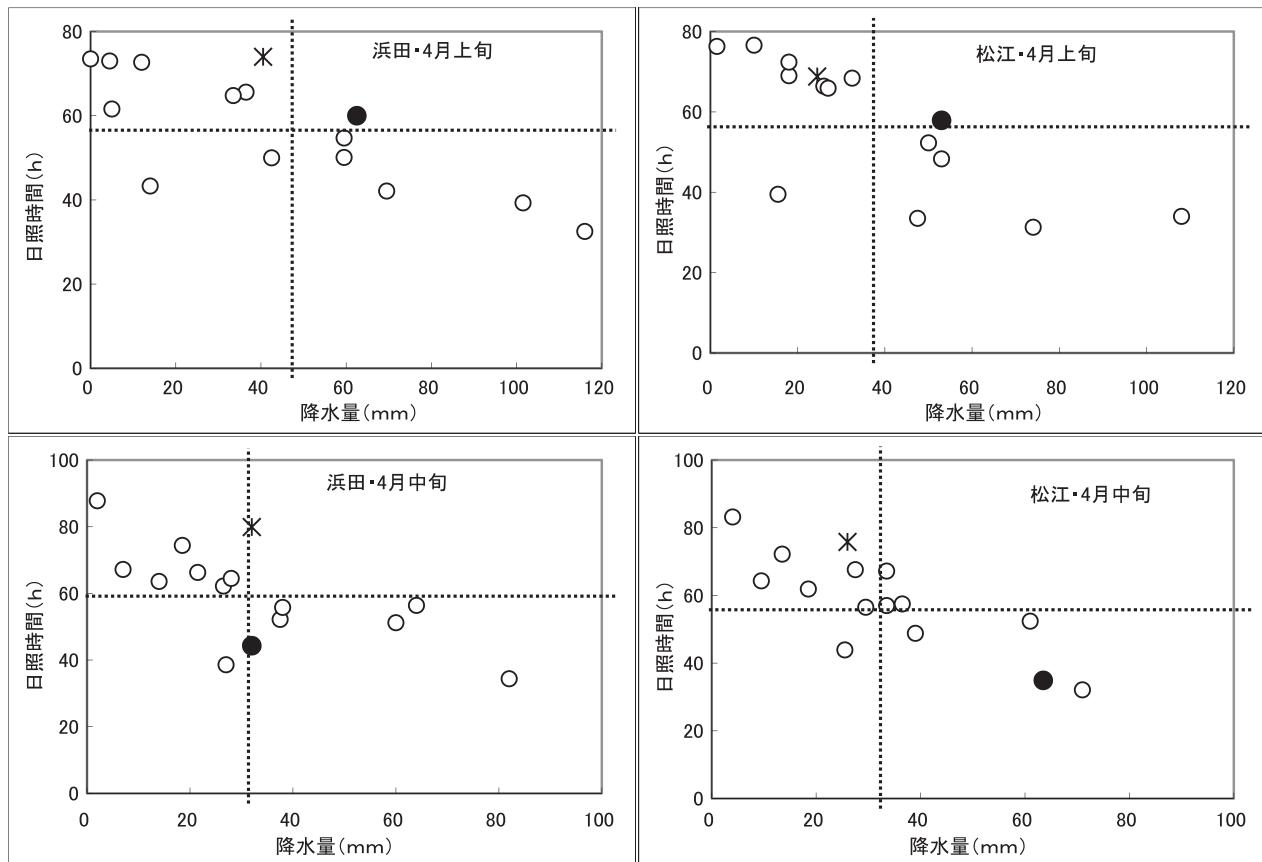


図2. 4月上中旬の降水量と日照時間. 破線は15年間の平均値を示す. 黒丸(●)は円石藻の発生年(2008年). 星印(\*)は夜光虫の大量発生があったと推定される年(2004年)

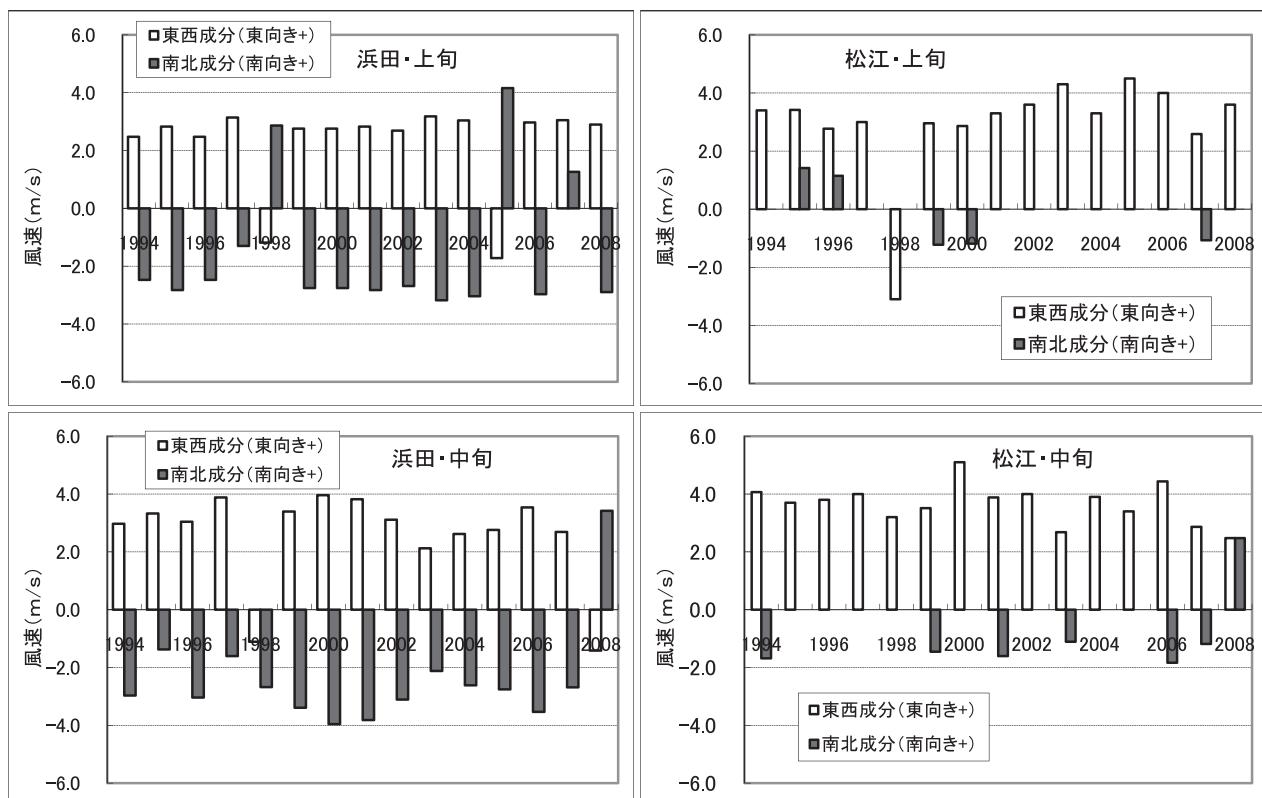


図3. 4月上中旬の浜田と松江における風の状況

## 謝 辞

当センター内水面浅海部浅海グループ勢村均科長には貴重な文献資料及び草稿に対して有益な批判をいただいた。また当センター研究報告編集委員の方々には有益な指摘をいただいた。併せて感謝します。

## 文 献

- 1) 島根県水産技術センター (2008) 海の色が変?  
～ハプト藻プランクトンの発生について～

とびっくすNo.34.

- 2) 気象庁 (1994-2008) 気象月報.
- 3) 読売新聞 (2004) 4月13日付け.
- 4) 中国新聞 (2004) 4月13日付け.
- 5) 加賀敏樹 (2008) 円石藻の増殖特性. 海洋プランクトン生態学-微小生物の海-. pp.59-75. 谷口旭教授退職記念事業会編, 成山堂書店.
- 6) 島根県保健環境科学研究所 (2008) 18年間の斐伊川負荷量の変化-中国大陸からの窒素負荷-. しまね保環研だよりNo.127.

## 宍道湖におけるシジミ漁業の漁業管理制度

高橋正治<sup>1</sup>・森脇晋平<sup>2</sup>

**Fishing management system of *Corbicula japonica* fishery in Shinji Lake,  
Shimane Prefecture, Japan**

**Masaharu TAKAHASHI and Shimpei MORIWAKI**

キーワード：宍道湖，シジミ漁業，漁業管理

### は じ め に

宍道湖は平均水深4.5m、国内では第7位の表面積約79.1km<sup>2</sup>を有する湖である<sup>1)</sup>。斐伊川の下流に位置し、松江市内を流れる大橋川で中海につながり、さらに中海は境水道で日本海に連絡している。そのため宍道湖の湖底部には時として高塩分水が遡上・出現する<sup>2)</sup>が、平均塩分は3.5psuで1~10psuの範囲を変動する<sup>3)</sup>。この塩分環境はヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)に最適な生息環境<sup>4)</sup>を与えており、底生生物の現存量ではヤマトシジミが圧倒的に優占している<sup>5)</sup>。こうしたことから、宍道湖ではヤマトシジミを対象にしたシジミ漁業が営まれており(写真)、平成18年では6,400トン、全国漁獲量の約48%に達している。

宍道湖のシジミ漁業には様々な操業規制が設けられ、漁業管理が実施されている。漁業管理とは「漁業を望ましい状態に保つあるいは望ましい状態へ近づけようとする」ことをいう<sup>6)</sup>が、この小文ではこうした取り組みが行われてきた背景、契機、経緯といった宍道湖のシジミ漁業における漁業管理の形成過程について述べるとともに、今後の課題についても考えてみたい。

### 漁業管理手法とその内容及び変遷の概略

漁業管理を実現するため操業は次の3種類の制度によって規制される。すなわち、①島根県内水面漁業調整規則(以下、調整規則)、②宍道湖漁業協同組合 内共第1号 第1種共同漁業権行使規則(以下、行使規則)、及び③宍道湖漁業協同組合操業規約(シジミ組合操業規制を含む、以下、操業規約)である。具体的な漁業規制の手法には多様なものがあるが、ここでは山川の分類<sup>7)</sup>に従ってすすめた。



写真. 宍道湖のヤマトシジミ漁業

<sup>1)</sup> 宍道湖漁業協同組合 Shinjiko Fisheries Cooperative Association

<sup>2)</sup> 総合調整部 General Coordination Division

## I. 操業に関する規制（入り口規制）

### 1. 免許：漁業権の免許、免許の種類とその数及び数の変遷

シジミ漁業権は宍道湖漁業協同組合の有する第1種共同漁業権の管理下にあり、漁業協同組合が漁場を管理し、組合員である経営体に行使させている。漁業センサスによる採貝の経営体数をシジミ漁業経営体数とみなし、その変化を表1に示した。経営体数は昭和43年の212からしだいに増加しており、平成5年～平成15年では280余りの範囲を変動している。最新の漁業組合の調査によれば実操業の経営体数は289と推測している。

### 2. 漁船規模・馬力制限

漁船に装備する推進機関には操業規約による次の規制がある。①船内機（ディーゼル機関）の出力は漁船法による34kW以下であること、②船外機については漁船法による30kW以下であること。ただしディーゼル船外機は漁船法24kW以下であること。

### 3. 操業期間・時間制限とその変遷

この項の規制は操業規約による。1日の内の操業時間帯は昭和48年6月から自主的な制限が加えられた（表2）。現在では月により時間帯は異なるものの、午前中の3時間に短縮された。また手掻き操業（次項参照）の場合も午前中4時間に制限された。その経過をみると昭和53～58年は6～10時間、昭和59年以降は6時間、さらに平成元年からは3時間と大幅に短縮された。

操業日に制約が設けられるようになったのは昭和57年6月からである（表2）。昭和57年の年間の操業休止日数は8日であったが、昭和61～63年にかけての年間休止日数の増加が著しい。現在の制度の週休3日制（水、土、日）が開始したのは平成2年4月からである。ちなみに、この（現）制度のもとでは年間操業可能日数は209日である。

### 4. 漁具漁法規制（網目制限等）

漁具：シジミ漁で使用できる漁具は「ジョレン」と呼ばれる専用のシジミ掻きで、湖底の砂泥を掻くための爪が付けられた鉄製の籠に竹竿またはグラス

ファイバー製のポールが取り付けられている。籠の大きさには調整規則による制限があり、「幅60センチメートル以下」と定められている。さらに自主的な操業規制により、奥行60cm、高さ35cm以内となっている。調整規則には籠の網目サイズが「1センチメートル以上」という制限も定められているが、これを超えた「網目11mm未満」の漁具の使用禁止という行使規則による自主規制が平成元年1月より実施されている。

漁法：上述したジョレンを用いた以下の3種類の漁法が行われている。

- ①入り掻き 漁業者がやや小型のジョレンを持って水中に入り、ジョレンにかけたロープを腰に回して曳きながらシジミを掻き採る漁法。
- ②手掻き 船上から人力でジョレンを振って湖底のシジミを掻き採る漁法で、漁船の動力は使用しない。
- ③機械曳き（動力操業） ジョレンの竿部にロープを結びその先端をへさきに固定して漁船を動かしながら、ジョレンを曳く漁法。

### 5. 操業区域制限（禁漁区）

管理の目的に応じた操業区域の制限（禁漁区）が操業規約により設けられており、主なものは次の6種類に分類できる。①短期保護区：操業区内に10ヵ所設置しており、昭和51年から開始した制度で、1年間の禁漁の後、開放し、毎年設置場所の見直しを行っている。平成11年からは保護期間を6月から約半年間とし、平成20年からは5月からとした。②永年保護区：原則として開放をしない禁漁区である。平成元年から設置されたが、平成9年以降は見直しが行われ、設置区域は減少した。③手掻き区：機械曳きを禁止し手掻きのみ可能な操業区で、昭和50年に東部の水域に設けられた。以後、形を変えつつ玉湯ほかにも設置されている。④夏季砂地帯禁漁区：夏季の価格安定、鮮度維持、産卵期保護など主として出荷調整の目的で昭和56年～平成2年まで設定されていた。⑤魚介類の繁殖保護区：宍道湖の重要な水産資源生物であるシラウオ・ワカサギの産卵場を保護することを目的に設定された。（昭和50年から斐伊川など主な河口、昭和52年からは湖南部、西部の湖岸から120m以内の機械曳きでの操業禁止）⑥その他：昭和50年以降、定置網などの設置漁具周辺での

表1. 漁業センサス統計調査による宍道湖の採貝・採藻経営体数の変化

	昭和43年	昭和48年	昭和53年	昭和58年	昭和63年	平成5年	平成10年	平成15年
経営体数	212	217	224	245	272	284	287	280

表2. 宍道湖シジミ漁業の漁業管理制度の変遷

西暦	和暦	月	1日1隻漁獲量 上限(kg)	操業時間	休漁日	禁漁区	その他	主な出来事
~1972			規制なし	規制なし				
1973	昭和48年	6月	500kg	1~2月、11~12月:7時~				
1974	昭和49年			3~4月、9~10月:6時~				中浦水門工事完成
1975	昭和50年	4月	400kg	5~6月、7~8月:5時~				
		8月	270kg	各日毎1時間前まで				
1976	昭和51年	3月	135kg					
		4月						
1978	昭和53年	4月	200kg					大海崎堤防完成
		7~9月	150kg					
		10月						
	昭和54年							
	昭和55年							
	昭和56年	8月	200kg					
	昭和57年	6~9月						森山防波堤閉め切り
	昭和58年	5~10月						農水省に淡水化延期を陳情
	昭和59年	1月						
		5月						
	昭和60年	7~8月						補償金返還の決議
		9月						
	昭和61年							
	昭和62年	5~6月						
		7~10月						
		11月						
	昭和63年	4月						
		5月						
		6月15日						
		7月						
		10月						農水省、宍道湖・中海の淡水化事業の延期を発表
		12月14日						
	平成元年	1月	120kg					
		4月						
		5月						
		11月						
		12月						
	平成2年	4月						
	平成3年							
	平成4年	6月	80kg					
	平成5年							
	平成6年							
	平成7年							
	平成8年							
	平成9年	1月	100kg					
		4月						
	平成10年							
	平成11年	8月						
	平成12年							
	平成13年							
	平成14年							
	平成15年							
	平成16年							
	平成17年							
	平成18年							
	平成19年	6月	80Bコンテナ2箱(約150kg)					
	平成20年	8月	2箱(約120kg)					
			2箱(90kg)					

操業を禁止した。

## II. 漁獲物に関する規制（出口規制）

### 1. 個別漁船漁獲割り当て

1日1隻当たりの漁獲量には操業規約により上限が設定されている。最初に制限が加えられたのは昭和

48年6月からで、それまで無制限であったものが1日1隻当たり500kgになった。その後、上限の漁獲量は下方修正され続け、平成元年4月からは80kgにまで制限された。

平成9年4月から実施されている現行の制度では「80Bコンテナに平らに2箱以内」とされ、これは60

cm×40cm×30cmの容器2箱分で、重量約150kgに相当する。この規制は平成元年4月からの80kg以内、平成4年6月からの100kg以内という規制に比べて一見緩やかになったようにみえる。ただ、現行の規制が開始されると同時に、この規制についての巡回取締りも実施されることになった。これまで違反者に対する罰則規定も設けられていたが、この制度導入後の組合員相互の監視・取り締まりにより、漁獲量の上限が厳格に実現されるようになり、コンテナ2箱という外見からも判断しやすい制度にしたのも効果的に作用したと思われる。平成20年8月からは資源量の減少に対応して90kgに規制した。

## 2. 裂長別漁獲（出荷）制限

出荷できる漁獲物には裂幅により4段階の規格があり、最小の規格は裂幅10mm以上に統一されている。したがって、ジョレンで採集された漁獲物は選別機で各規格に仕分けされるが、制限サイズ以下の小型個体は漁場へ放流される。裂幅10mm（裂長15.6mmに相当する）以下のサイズの漁獲物は漁場に放流されることになるが、これらの個体に与える長時間の干出やジョレンによる破損などの悪影響が指摘されている<sup>8)</sup>。

## 漁業規制の歴史的変遷の概要

前節では漁業管理の規制内容について述べた。ここでは、現在の規制内容に至った背景について概観する。

前節で述べたような漁業管理の実施は漁業管理組

織による共同管理によるものがほとんどであり、行政組織による規制は漁具（ジョレン）の幅と網目制限－実際にはこれより高い水準で自主規制されている－があるのみで公的規制はきわめて小さい。ほとんどは漁業管理組織による共同管理で実施する「宍道湖漁業協同組合 内共第1号 第1種共同漁業権行使規則」及び「宍道湖漁業協同組合操業規約」に基づいている。

最初に実施された本格的な規制は、昭和48年6月から開始された「1日1隻あたり500kg以下」という漁獲量制限である。これと同時に時間制限が実施され、この年がいわば漁業管理元年といえるだろう。これに至った経緯を分析するには、①前年に16,300トンというそれまでの最高の漁獲量を記録したこと、②漁獲量が大幅に上昇したにもかかわらず単価は横ばいかやや上昇の傾向をしめしていたこと、に注目する必要があるようと思える（図1）。①の漁獲量が急激に上昇したことについては資源量が上昇したことによるのではなく、当時、利根川産ヤマトシジミの急激な漁獲減により宍道湖産ヤマトシジミの需要が高まったこと<sup>9)</sup>と漁法の改良による漁獲効率の上昇<sup>10)</sup>によるものであることを漁業者自身よく理解していたことから、このままでは資源の枯渇を招きかねないという危機感が生じたものと思われる。これは②の価格の安定もしくは上昇傾向という点と対比しても興味深い。しかも当時は、この時点ですでに「中海干拓・淡水化事業」の一環として淡水化される宍道湖ではヤマトシジミはいずれ消滅する資源として認識されていたにもかかわらず、

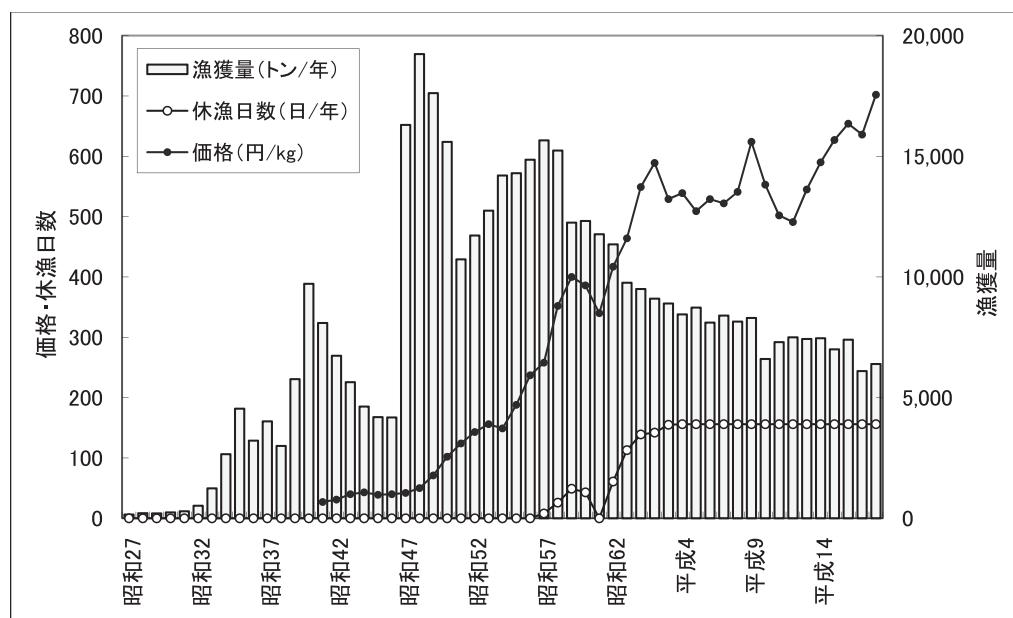


図1. 漁獲量、価格、休漁日数の変遷

『獲れるとき（儲かるとき）にとる』ことから脱して「資源の保護」という意識が芽生えていた可能性がある。この時点ではまだ組合員の総意としてシジミ資源を守る－管理する－という強い意思はまだなかったかもしれないが、結果的には、この時期のこうした漁業管理の取り組みの第一段階がしだいに現在の漁業管理制度につながっていった。

こうして始まった漁獲量制限は3年後の昭和51年には1日1隻当たり135kgにまで抑えられ、漁獲量も約10,000トンにまで減少した。その後、規制はやや緩和され200kg以内という期間が続いたが、漁獲量は上昇していき昭和57年には15,000トンを超えるまでになった。この時期が漁業管理の第2段階に入ったといえよう。昭和40年代後半からすでに科学者からは淡水化による水質悪化の指摘<sup>11)</sup>はあったが、昭和50年代後半に入り中海での堤防の閉め切りや水門の試運転の実施などもあり、淡水化が現実を呼びたものになってくると住民団体からも事業の延期や中止を求める動きが活発になってきた。

このような『宍道湖を守れ』という住民運動の拡大に呼応して漁業者自らの手でシジミ資源を守るという意識が急激に高まり、漁業管理を強める契機となったと思われる。休日の開始、時間制限の強化、新たな保護区の設定が実施されたのもこの時期であった。

昭和63年、淡水化事業の延長が表明され平成12年の中海干拓事業の中止表明、平成14年の淡水化事業の中止表明にいたる過程が第3期に位置付けできる。目合の拡大、手掻き区域の保護、巡回取締りによる出口規制の強化、により現在の漁業管理体制が構築された。なお規制ではないが、ヤマトシジミの天然採苗技術が開発され、平成4年以降、組合員により天然採苗によって採取した種苗の放流も実施している<sup>12)</sup>。この活動も広い意味で漁業管理の一環とみなされよう。

### これからの漁業管理制度の課題 －資源管理の視点から－

資源管理は漁業管理に包括される生物主体の概念であるが、それを推進するひとつ的方法として、「充分な次世代を確保するため常に一定量の親魚（貝）を取り残しておく」という戦略があり、これは変動する環境下で長期間の平均漁獲量を最大化するためには最も適切である<sup>6)</sup>。

現在、宍道湖漁協で実施している資源管理手法は「漁獲量を一定量に保つ」－（親）貝を残す－とい

う戦略をとっているわけであるが、この水域全体の年間・月間あるいは1日の総漁獲量をあらかじめ定めて操業しているわけではない。主として個々人の漁獲量制限と操業日・操業時間の規制が働いて漁獲総量が必然的に抑えられ、同時に網目規制で小型個体を保護しながら結果的に資源を残して乱獲を防止する体制をとっているわけである。

1日1隻当たりの上限の漁獲量の決定は試行錯誤的に行われてきたので親貝資源が増えたときには資源を無駄にしているかもしれないし、逆に親貝資源が減少して少ないときには乱獲して資源の枯渇をまねくかもしれない、という可能性がある。現在の「規制」による年間漁獲量が適正漁獲量であるかどうかは議論を積み重ねる必要がある。より科学的で理論的な管理手法を確立していくことが必要であろう。

そのためには幸いなことに次のような有利な条件がそろっている；(1) シジミ資源が定着性であり宍道湖以外との移出入がないこと、(2) 単一の漁業種類で漁獲されていること、(3) これまで培ってきた組織内部の自発意思による資源管理の歴史があること、(4) 研究機関による資源量モニタリング体制が確立していること、などである。ただ、再生産関係の正確な把握など解決すべき課題もある。

### 若干の議論とまとめ

これまでみてきたように、宍道湖のヤマトシジミ漁業の漁業管理制度としてはあらゆる手法をとってきた。やっていないのは手法が確立されていない人工種苗の放流による資源増殖くらいなものであろう。

一般的に、漁業管理の出発点－規制の始まり－は漁獲量が極端に落ち込んだことが契機になっていることが多い<sup>13～15)</sup>。具体的な実践はイカナゴ<sup>16)</sup>、ハタハタ<sup>17)</sup>の事例がよく知られている。しかし、宍道湖のシジミ漁業の場合はこれまでにみられたのとは逆に漁獲量の急上昇が発端となっていた。そして最初にとった漁業管理手法は個別割り当て水揚げ量制限であった。この個別割り当て水揚げ量制限が採用された事例は漁獲量を制限することで魚価を維持あるいは戻すための場合が多い<sup>18)</sup>のに対して、宍道湖のシジミ漁業の漁業管理の経緯をみると、この時期の単価は横ばいかやや上昇傾向にあったのでその類型には当てはまらない。いわば『獲れば獲るほど儲かる』状態であり、しかも近い将来に消滅することが分かっている資源にこのような漁業管理を開始したことは特異な事例だといえる。

このようなことが生起した背景には、地域農業の

中核的扱い手が同時に漁業の扱い手であるという宍道湖漁業の特異性<sup>19)</sup>があるのかもしれない。永田ほか<sup>20)</sup>によれば昭和53年では漁業専業は3.8%に過ぎず、76.4%が農業主体の兼業漁家であった。つまり宍道湖漁業者の意識構造は漁業特有の個別的競争行動様式、要するに早いもの勝ちの漁師的発想様式とは多少なりとも異なっていたことが影響した可能性を完全には排除できないだろう。それにも増して影響力を与えたのはシジミの価格であろう。なぜなら最初に導入した漁業管理は漁獲量規制であったからだ。一般にこの規制の実施は漁獲金額の上限を規定することになり経営に大きな影響を与えることになるから漁業者の反発も大きい。しかし「高い単価」という背景をもとに自主規制が成し遂げられたと考えられ、いわば「高価格効果」で発達し、維持されている制度といつてもいいであろう。

この制度が純粋な資源管理上の動機から出発したかどうかその背景の妥当性はどうあれ、漁業管理推進の原動力の最も大きな要因のひとつはその後の淡水化反対運動による漁民間の連帯思想の強化にあったと思われる。淡水化によりいはずれは消滅するであろうシジミ資源の漁業管理を自主的に開始し進化させてきたという事実は、漁業管理の形成にとって合意形成能力、漁業者主体による実行の徹底がいかに重要であるか<sup>21), 22)</sup>を明示しているように思われる。

日本の沿岸漁業には漁業者に漁業権を与えて資源の管理をまかせる「自主管理」という仕組みがある。宍道湖のシジミ漁業の事例でも漁業者が自らの力で管理する管理方式で、長年にわたってノウハウを蓄積してきた経緯がある。今後は経済的・社会的要素も含んだより高レベルの漁業管理を目指した取り組みをしていくことが重要であろう。共有の資源に対して漁業者集団が自主的に柔軟で順応的な共同管理を行うという土壤が成立しているので漁業管理の達成には大きなハードルはクリアしているといえるだろう。

## 参考文献

- 理科年表 (2007) 丸善書店.
- 森脇晋平・安木 茂 (2007) 宍道湖における塩分の長期的変動. 島根水技セ研報, 1, 49–59.
- 石飛 裕・平塚純一・桑原弘道・山室真澄 (2003) 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25, (3), 398–404.
- 山室真澄 (1996) 河川感潮域 – その自然と変貌 – 第6章 感潮域の底生動物, 151–172, 名古屋大学出版会, 名古屋.
- 島根県水産試験場 (1984) 宍道湖の底質と底生動物調査. 昭和58年度赤潮対策技術開発試験報告書, 33–48.
- 松宮義晴 (1996) 水産資源管理概論. 水産研究叢書46, 日本水産資源保護協会, 東京.
- 山川 順 (2004) T A C 制度の理論と実践 – I. 日水誌, 70, 93–96.
- 大島和浩 (2000) 宍道湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* の年齢と成長. 東京水産大学大学院修士論文, 50pp.
- 島根県 (2006) 宍道湖・中海水産資源維持再生構想. 宍道湖・中海における漁業の現状, 2–10.
- 平塚純一 (1989) 宍道湖のヤマトシジミ – その漁業の変遷 –. 50pp.
- 奥田節夫 (1970) 陸水学会シンポジウム (11月松江大会).
- 島根県水産試験場 (1994) 平成4年度事業報告書. 中海・宍道湖等水産資源管理対策事業 – シジミ天然採苗試験 –. 204–206.
- 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠 (1988) 第10章 資源管理と漁業管理. 水産資源学, 195–208, 東大出版会.
- 田中昌一 (1985) 水産資源学総論, 恒星社厚生.
- 長崎福三 (1973) 7章 資源管理論. 水産資源論, 東京大学出版会 (海洋学講座12), 161–180.
- 船越茂雄・中村元彦 (1995) イカナゴの再生産関係と資源管理. 水産海洋研究59, 73–76.
- 桜本和美 (1998) 漁業管理のABC-TAC 制がよくわかる本 –. 201pp. 成山堂書店.
- 長谷川彰 (1987) 漁業種類別漁業管理の具体的事例 (漁船漁業). 漁業管理の理論とその実践への手引, 133–156, 全国漁業協同組合連合会.
- 永田恵十郎・野田公夫・服部秀美 (1984) 宍道湖の漁業構造と地域農業. 島根大学農学部紀要「農村開発」13, 49–56.
- 永田恵十郎・野田公夫・伊藤康宏 (1993) 宍道湖沿岸地域における漁業と農業の関連構造分析 (中間報告). 汽水湖研究, 2, 15–24.
- 勝川俊雄 (1999) Management Precedure と日本の資源管理型漁業. 月刊海洋号外17号.

- 22) 牧野光琢・坂本 亘 (2003) 日本の水産資源管理理念の沿革と国際的特徴. 日本水産学会誌, 69 (3), 368–375.



## 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－

森脇晋平<sup>1</sup>・若林英人<sup>2</sup>・三浦常廣<sup>2</sup>・山根恭道<sup>2</sup>

### **Fisheries biology of *Corbicula japonica* in Lake Shinji, Japan – its present condition and effects on resources management –**

**Shimpei MORIWAKI, Hideto WAKABAYASHI, Tsunehiro MIURA and Takamichi YAMANE**

キーワード：ヤマトシジミ，宍道湖，資源管理

#### 1. まえがき

宍道湖水系におけるヤマトシジミ *Corbicula japonica* はこの水域の底生生物現存量の97%を占めている。平成18年では年間6,393トンの漁獲量があり、全国湖沼漁獲量の約56%の市場占有率がある重要水産生物である。

しかしながら水産資源学的な側面からの報告はそれほど多くない。とりわけ水産資源管理の視点から検討された研究事例は皆無であると言っても過言ではないだろう。

この小論は現在までに得られている宍道湖のヤマトシジミの水産資源生物学的研究について情報を整理し、レビュー（展望）を試みたものである。

#### 2. 生 態

##### (1) 分 布

本報告で対象とするヤマトシジミは宍道湖周辺、大橋川水系の浅部水域及び斐伊川をはじめとする大小流入河川の河口域（図1）に分布する。大橋川の拡幅以前（1930年代初期－大正末期から昭和初期－以前）の本種の分布は大橋川川筋から宍道湖東部までに限られていたが、拡幅後は現在のように西部の斐伊川河口域まで広がった<sup>1)</sup>。この水域における本種の分布の長期的な変動を調査した結果によれば

1980年代（昭和50年代半ば）以降、分布密度の増加現象がみられたが、これはクロロフィル濃度増加にみられる微細藻類の増大が濾過食性生物のヤマトシジミの餌条件を好転させたことによると推測されている<sup>2)</sup>。最適生息域は周期的または不規則的に塩分2~14psuの海水由来の影響を受ける水域である<sup>3)</sup>。

##### (2) 成熟・産卵

殻長25~30mmのヤマトシジミ生殖巣の組織学的観察によると産卵期は5月下旬から10月上旬であった<sup>4)</sup>。ヤマトシジミD型幼生の出現状況から川島ほか<sup>5)</sup>は本種の産卵期は3月下旬~11月上旬、産卵盛期は6月中旬~9月下旬であり、D型幼生の出現量のピークは6月下旬と9月中旬の2回出現したと報告した。軟体部指数（重量に占める軟体部の重量比で表し、産卵・放精の目安となる）の季節変化からは産卵・放精の開始時期は年により異なるけれども西部水域は東部水域より1~2ヶ月程度遅れる傾向がある<sup>6, 7)</sup>。また室内産卵実験の結果からは産卵期は6月中旬から10月中旬、産卵盛期は6月下旬~7月下旬であり、8月から9月中旬の夏季の高水温時期には産卵は行われなかつた<sup>8)</sup>。また、25°Cの温度条件下では受精後12日で平均殻長195μmに達しどの個体が着底したが、15°Cでは着底個体は観察されなかつた<sup>9)</sup>。殻長12~15mm以上の個体はすべて生殖能力をもつ<sup>10, 11)</sup>。

<sup>1</sup> 総合調整部 General Coordination Division

<sup>2</sup> 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

このように産卵のピークが2峰型を示すということは、汽水域という変動性の大きい環境に適応した種族維持のための生き残り機構を反映したものと推測される。つまり、発生時期が長期にわたる個体群では季節群は発生量が年々で異なっていたりあるいは大量に出現する時期が違っていて、そのことが2つの群のどちらかを繁栄させることによって生き残っていくという戦略をとっているのであろう。

### (3) 年齢・成長・個体群動態

島根県水産技術センターでは宍道湖のヤマトシジミ漁場の126観測点でスミスマッキンタイヤ型採泥器による採集を行い(図1)，殻長・体重測定による現存量調査を年に2回、6月と10月に実施している。この調査で得られた全測定点の殻長組成頻度分布を赤嶺の手法<sup>12)</sup>に従い複数の正規分布に分解し、これを同時発生群(以下コホートと呼ぶ)とみなした(付図)。

各調査時における個体群には3~4のコホートが検出され(以下、各コホートを①~④とする)，その平均殻長はそれぞれ①:4~5mm, ②:9~10mm, ③:14~15mm, ④:17~19mm, にある。ただ平成14年及び平成15年6月の個体群については他のそれと比較して組成が単調であり③と④との区別は明瞭ではない。

ここで同一ホートの成長過程を平均殻長の推移をもとに追跡する。6月における①, ②, ③の各コホートは10月にはそれぞれ②, ③, ④のコホートに移行すると思われ、春~初夏の④はすでに大部分が漁獲対象サイズ(殻長17mm以上)に達しているので秋までには漁獲により消滅するものと思われる。一方、11月から3月の冬季間には殻長の成長はみられなかった<sup>13)</sup>ことを考慮すると10月の①, ②, ③, ④の各コホートの殻長は成長しなくてそのまま翌年6月の①, ②, ③, ④の各コホートを形成すると推定される。今回のコホート追跡から推定した成長と籠による飼育実験から得られた成長の結果<sup>13, 14)</sup>とを対比してみると両者はほぼ一致していることからコホートのトレースは宍道湖でのヤマトシジミの成長を反映していると判断できる。

初期着底稚貝の出現時期と量を調査した高田ほか<sup>15)</sup> -“図9”-を基に初期着底稚貝の殻長組成のモードを追跡すると、4月の殻長モード2mm群が7月には殻長3mm, 10月には殻長5mmに成長していることから、今回の調査(付図)で秋に殻長5mm前後で出現する個体群は、前年の夏~秋に着底し1~2mmで越冬を迎える、と推定するのが自然であろう。

これらの初期稚貝の既往知見も含め総合的に考え併せてコホート追跡の結果(図2)を示した。着底して1年後には殻長約4~5mmに成長し、越冬後秋ま

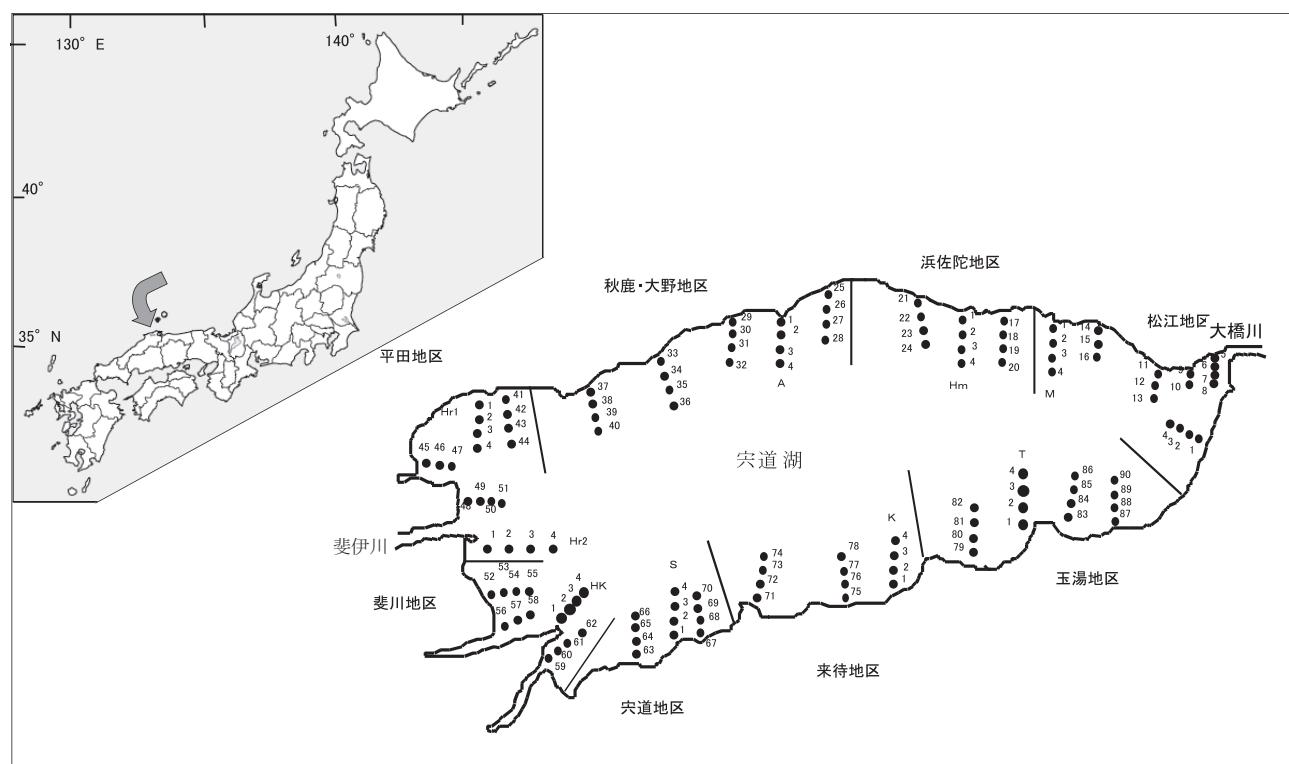


図1. 宍道湖の地理的位置と現存量調査の採集地点

では急速に伸長して8~9mm程度になる。その後3回目の越冬を迎える翌年の春~秋には14~15mm程度になって成長の良い個体から順次漁獲に加入していく。

次にコホートの減少について検討する。各コホートの減少過程をみるといくつかの急激な減少が生じている(図3)。平成15年と平成18年に現れている減少については、この要因は(1)高密度、(2)降雨による長期の低塩分化と平成18年の場合は引き続き起きた高水温状態、(3)それに伴う産卵ストレス、が複合的に作用した可能性が高い<sup>6, 16)</sup>。この2つの事例に共通して殻長10mm以下の小型個体群には大量への死現象は観察されていないことが(3)の理由のおおきな根拠になっている。生息密度を変化させた実験によれば軟体部重量の急激な減少の後に大量的の死亡個体がみられ、高密度の生息状態が大量のへ

い死をもたらした要因として重要であることが指摘されている<sup>17)</sup>。もうひとつは平成19年の事例で、6月の殻長9mm群が漁獲加入前群の殻長約15mm群として順調に成長していないことが原因になっている。この年は前述の2事例の年と比較して水環境の悪化はなかったし、産卵群ではないので産卵に伴うストレスも考えられない。この減耗の原因については不明である。ただこの群は着底初期の段階から高密度な群であったことを指摘しておく。

#### (4) 被捕食関係

一般的に二枚貝類は微細な植物プランクトンや水中に懸濁する有機物を濾過して摂取する懸濁物食性であり、宍道湖においてもヤマトシジミは懸濁粒子や微小植物プランクトンを濾過によって接食している<sup>18, 19)</sup>。またX線回折結果から底質堆積物(デトリタ

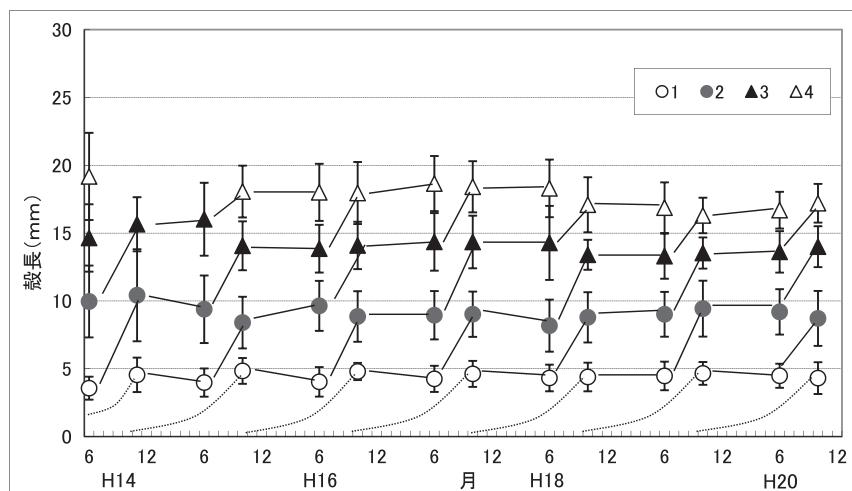


図2. 各コホート(付図参照)の平均殻長の推移及び産卵情報・稚貝出現情報から想定した宍道湖のヤマトシジミの成長過程

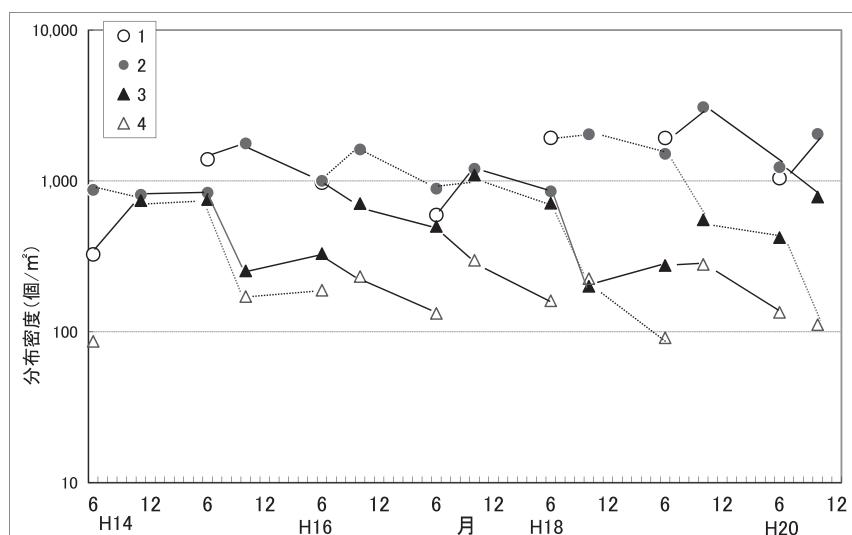


図3. 各コホートの減少過程

ス)食性も兼ね備えていることが明らかになった<sup>20)</sup>。

ヤマトシジミの被食は宍道湖で越冬するハジロ属鳥類にみられる<sup>21, 22)</sup>。これらの「潜水ガモ」が専ら採食するのは平均殻長11mm以下の小型個体であり、稚貝に選択的な間引き効果をもつ<sup>23)</sup>とされる。「潜水ガモ」による採食圧が資源にあたえる影響はどの程度なのか詳細な調査事例はないが、越冬期間中の総採食量は漁獲量に匹敵する可能性もある<sup>22)</sup>。また、ヤマトシジミはコイによっても被食され、「…コイは咽頭の部分に咽頭歯を発達させ、ヤマトシジミを与えると、バリバリと音をたてて食べる。」<sup>11)</sup>。

#### (5) 生活史・漁場形成

産出された受精卵は12日～14日後、平均殻長152～195μmに達して底生生活に移行するが<sup>8, 9)</sup>、その際、水深1m以浅の沿岸域、特にヨシ滯、藻類の付着する岩盤・岩・礫の存在が重要な着底基質の役割をはたす<sup>24, 25)</sup>。砂・細礫の「なぎさ水域」にも殻長1～2mmの稚貝の生息がみられ、成長とともに深所へ移動すると考えられる<sup>26)</sup>。図4に生活史の模式図を示した。

レーダー観測による漁船位置の観察結果<sup>27)</sup>をみると、漁場は水深4m以浅の周辺沿岸部に形成される。東部の漁場では大橋川近傍の砂場に集中して形成されていた。また、保護区の漁場が開放されると

そこで集中的な操業がみられる。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要及び漁獲量の推移

宍道湖におけるヤマトシジミ漁業の概要については漁業管理制度とその変遷に関する報告がある<sup>28)</sup>。

### 4. 資源状態

#### (1) 漁獲対象群の特性

漁具の網目特性から漁獲に加入してくる個体群の殻長は17mmである<sup>13)</sup>ので、殻長17mm以上の個体群の平均殻長と漁獲対象の現存量の経時的变化を示した(図5)。これによると(1)漁獲現存量が急減したのは上述したように平成15年と平成18年に起こった大量死現象と期を同じくしていること、逆に上昇したのは(2)漁獲対象前個体群が大きな減少をすることもなく漁獲対象群へ加入したこと(図3)による、ことをみることができる。さらに平成18年の加入の失敗以降、漁獲対象現存量の低迷が続いているが、これは平成19年の順調な漁獲加入がみられなかつたことによるのであろう。要は2年連続して漁獲群への加入がなかったことが主因であったと思われる。これと併行して漁獲対象群の平均殻長の縮小がみられている。一般に漁獲が強められると高齢・大型の個体が少なくなり漁獲物は小型化するが、こ

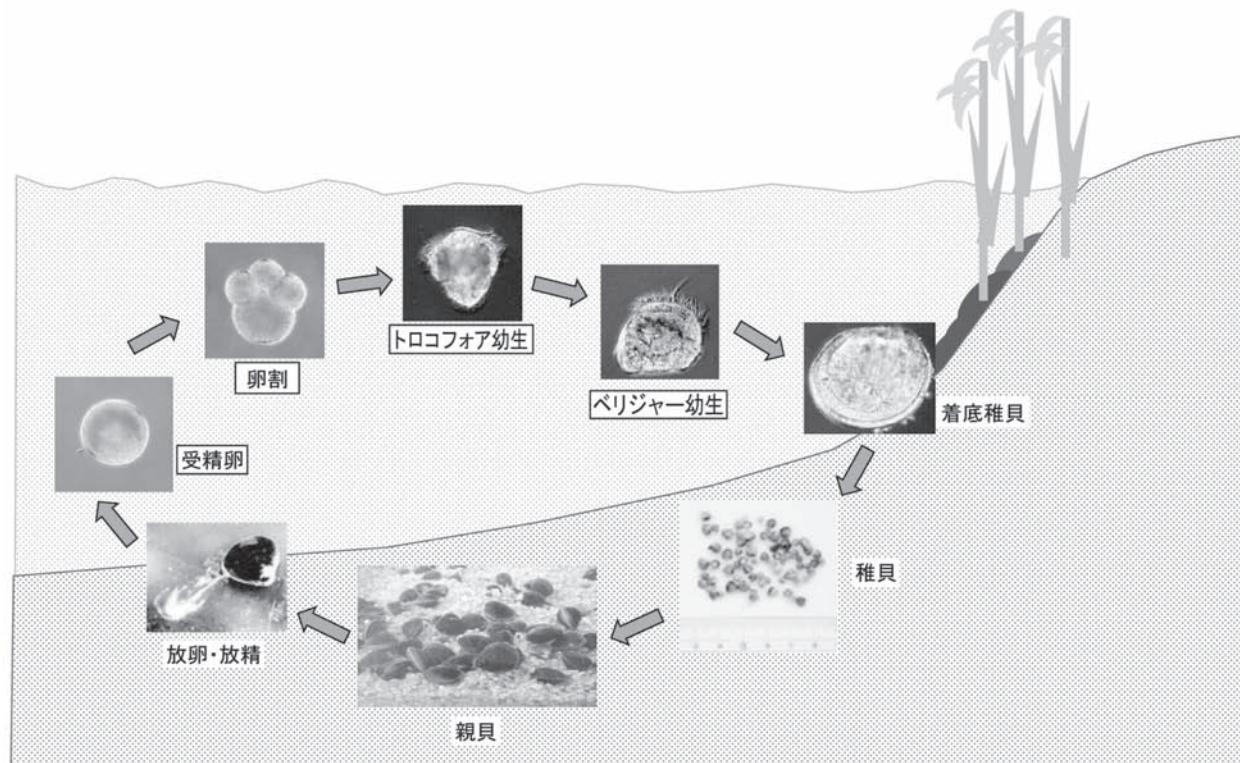


図4. 宍道湖のヤマトシジミの生活史模式図

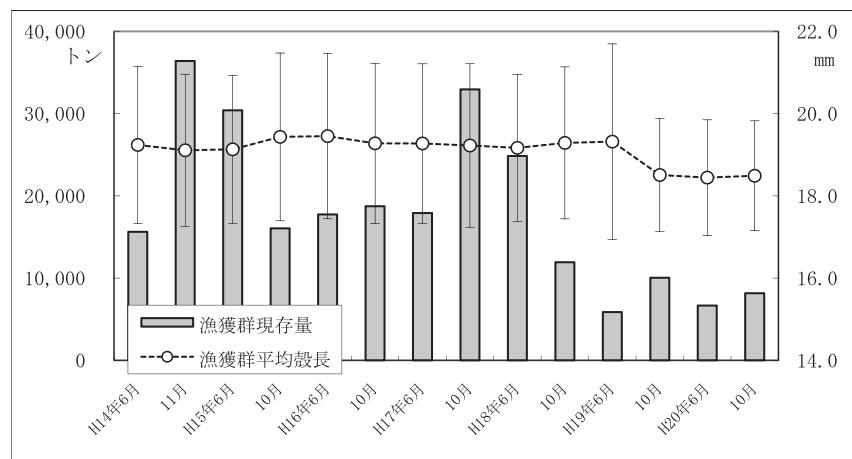


図5. 漁獲対象群の現存量とその平均殻長との関係

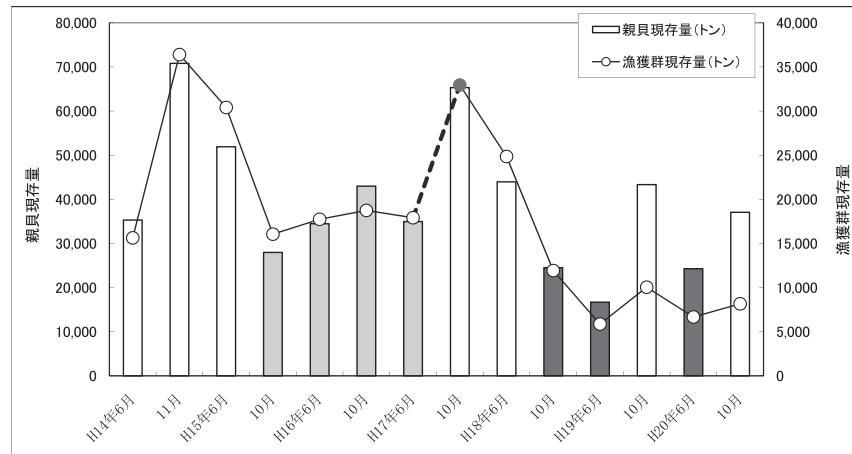


図6. 産卵親貝の現存量と漁獲群現存量との関係. 漁獲群現存量が平成17年6月から10月にかけて増加(図中の破線部)したが、それ以前の約2年間は親貝現存量は2.8～4.3万トン(図中のうすい棒)を変動している。平成18年10月以降、親貝現存量は2.5万トンを下回ることがよくある(図中の濃い棒)

うした現象は資源縮小の証拠として注目すべきである<sup>29)</sup>。

漁獲努力量やCPUEの解析を待つまでもなく、次々漁業者自らの現場感覚により漁獲規制が強化されていくという実態は漁獲に加入していく資源量の減少を反映していると考えられる。

## (2) 再生産関係

本水域における本種の再生産関係に関する報告は過去にみられない。また、資源量調査が行われているが、検討できる観測事例が少なく再生産関係は明らかになっていない。

## 5. 資源管理の方策

現在の宍道湖におけるヤマトシジミの漁業管理の基本の方針は『産卵親貝保存』である<sup>28)</sup>。天然採苗－放流という増殖手法<sup>30)</sup>も実施されてはいるが、

基本的に産卵から漁獲加入までの過程は自然環境に規定される。加入資源を有効に利用するとともに十分な加入資源量を補償するための親(産卵)資源量の確保を目標とするのが最善の方針であろう。

そのためには加入量を高位安定させるための産卵親貝量の質と量を検討する必要があろう。しかしながら、明確な再生産関係がまだ得られていないので、ここでは産卵親貝として殻長12mm以上の個体群と加入量として漁獲対象群である殻長17mm以上の個体群との関係について検討した(図6)。平成15年に大量への死現象が発生し資源量が低水準状態になったが、その後、加入個体群が高水準になった平成17年秋までの親貝現存量は平成15年秋から平成17年春の2.8万トン～4.3万トンの間を変動している。産卵から加入まで2～3年程度必要とすることを考慮すれば3～4万トン程度の産卵群資源量を最低限2年間以上確保－生息に悪影響を及ぼす環境変動がなく－す

ることが必要であることをこのことは示しているようと思われる。

すでに述べたように、産卵・着底から漁獲加入までのプロセスは年変動が大きく、最近の資源状態は環境変動に起因したと思われる連続した加入への失敗による低水準状態にある。

平成18年秋以降の最近の親貝資源量の変動をみると、2.5万トン以下の事例が頻発して出現している。資源の低水準期における過剰な漁獲は資源に大きな影響を与えることが予想される。事実、漁獲対象貝の殻長の縮小化、個体群全体の殻長組成の変化など資源構造に変化もみられている。新規加入量や産卵資源量を正確に把握し、それに応じた漁獲を継続することが重要である。つまり、高い豊度の加入を待ち、その加入群を保護して資源状態を段階的に改善していくという漁業管理体制を整えていく必要がある。

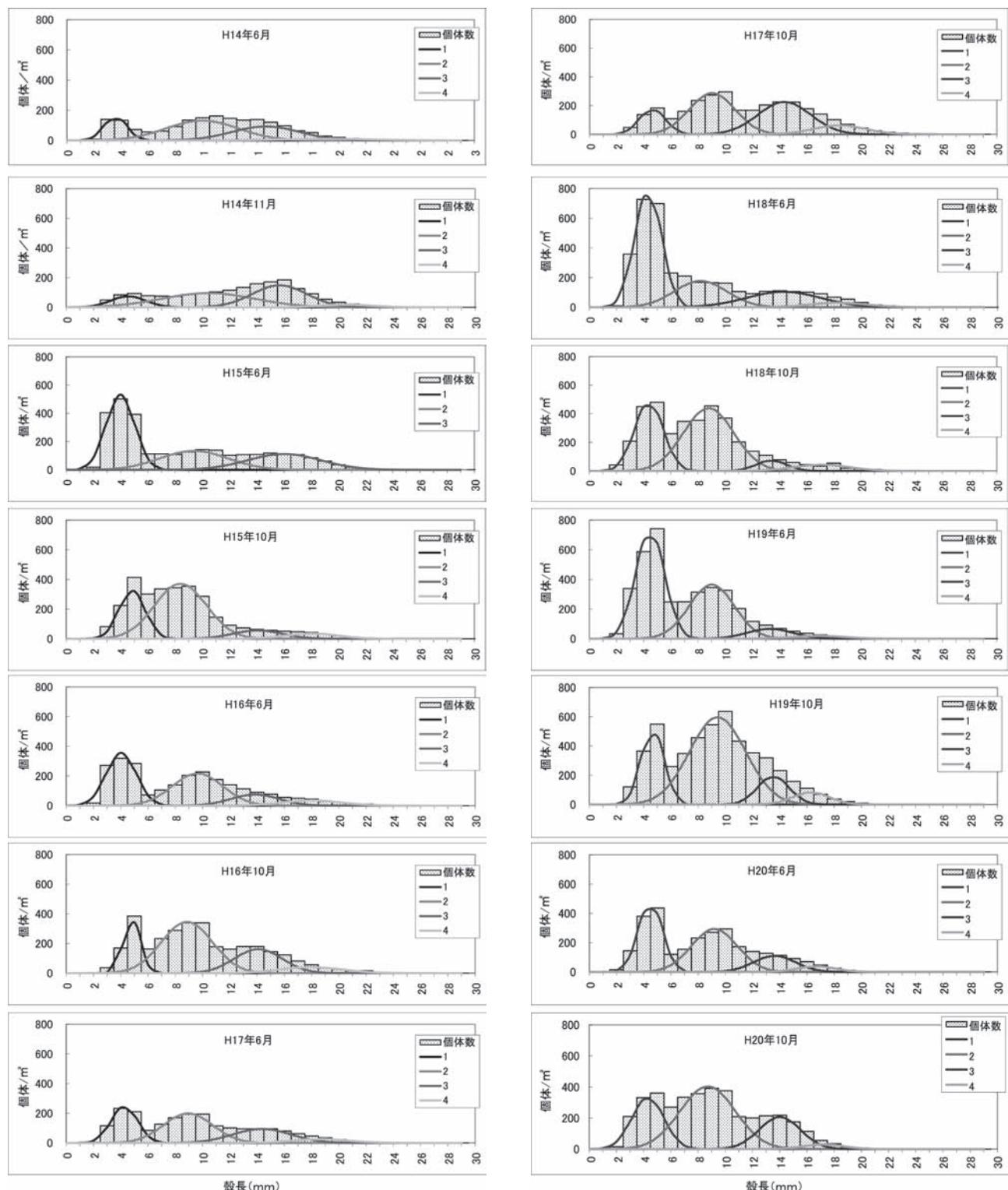
### 謝 辞

本報告のデータを取得するにあたり、歴代のヤマトシジミシジミ資源担当者に心からお礼申し上げます。また、本編集委員会の皆様には有益な助言・批判をいただいた。併せてお礼申し上げます。

### 文 献

- 1) 平塚純一・山室真澄・森脇晋平・石飛 裕 (2006) 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.
- 2) 森脇晋平 (2004) 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. 汽水域研究, 11, 31-41.
- 3) 朝比奈英三 (1941) 北海道に於ける蜆の生態学的研究. 日本水産学会誌, 10, 143-152.
- 4) Sakamoto I. (1989) Breeding Season of the brackish Water Bivalve, *Corbicula japonica* in Lake Shinji, Japan. Behavior Biology and Ecology, 1219.
- 5) 川島隆寿・後藤悦郎 (1988) 宍道湖におけるヤマトシジミD型幼生の出現時期について. 島根県水産試験場研究報告, 5, 103-112.
- 6) 島根県内水面水産試験場 (2004) 宍道湖・中海 水産振興対策検討調査事業 -ヤマトシジミへい死要因調査-. 平成15年度島根県内水面水産試験場事業報告. 15-26.
- 7) 島根県内水面水産試験場 (2005) 宍道湖・中海 水産振興対策検討調査事業 -ヤマトシジミへい死要因調査-. 平成16年度島根県内水面水産試験場事業報告. 17-23.
- 8) 島根県内水面水産試験場 (2003) 宍道湖・中海 水産振興対策検討調査事業 -有用水産動物生態調査 (ヤマトシジミ)-. 平成13年度島根県内水面水産試験場事業報告, 112-117.
- 9) Kimura, T., Soutome, Y. & Sekiguchi, H. (2004) Larval Development of the Brackish Water Clam *Corbicula japonica* (Bivalvia : Corbiculidae), with Special Reference to Morphological Comparison with Concurrent Tidal Flat Bivalves. VENUS, 63, 33-48.
- 10) 鬼玉太一 (2000) 宍道湖におけるヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME の生殖周期、浮遊幼生および定着稚貝. 北海道大学水産学部卒業論文 (平成11年度), 32pp.
- 11) 坂本 巍 (2005) 宍道湖のヤマトシジミについて. 宍道湖・中海の貝類, 34-38, 島根県立宍道湖自然館.
- 12) 赤嶺達郎 (1982) Polymodal な度数分布を正規分布へ分解するBASICプログラムの検討. 日水研報告, 33, 163-166.
- 13) 大島和浩 (2000) 宍道湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* の年齢と成長. 東京水産大学大学院修士論文, 50pp.
- 14) 島根県水産試験場 (1984) 昭和58年度赤潮対策技術開発報告書, pp. 61-81 (IV-2 成長量試験).
- 15) 高田芳博・園田 武・中村幹雄・中尾 茂 (2001) 宍道湖のヤマトシジミ個体群の成長および着底稚貝. 日本水産学会誌, 67, 678-686.
- 16) 島根県水産技術センター (2008) 平成18年度の宍道湖のヤマトシジミ. 島根県水産技術センター年報 (平成18年度), 56-60.
- 17) 相崎守弘・高橋 愛・山口啓子 (2001) ヤマトシジミの大量へい死機構に関する基礎的研究 -1. 汽水域研究, 8, 31-37.
- 18) 山室真澄 (2001) 沿岸域の環境保全と漁業. 科学, 71 (7), 921-928.
- 19) 中村由行 (1998) 二枚貝 (ヤマトシジミ)を中心とした植物連鎖を活用した水質浄化. 1998年度 港研水工環境シンポジウム講演集, 1-10.
- 20) 秦 明徳・大谷修司・草田和美・品川 明 (2007) 汽水域をもつ水系の環境教材の開発 I -ヤマ

- トシジミの摂餌・消化・排泄活動に関する基礎的研究－. 島根大学教育学部紀要（自然科学）, 41, 159–169.
- 21) 岡奈理子 (1998) 浅水域の prey-predator システム－二枚貝類採食スペシャリストの潜水ガモとその捕食圧－. 月刊海洋(335), 30, 289–295.
- 22) 平塚純一 (2007) 近世以降の日本の沿岸湖沼における人と自然の相互作用－宍道湖における懸濁物食二枚貝類漁業を中心に－. 143pp.
- 23) Oka N., Yamamuro M., Hiratsuka J., Satoh H. (1999) Habitat Selection by wintering tufted ducks with special reference to their digestive organ and to possible segregation between neighboring populations. *Ecol.Res.* 14, 303–315.
- 24) 坂本 巍 (1992) 宍道湖のヤマトシジミの生息域としての湖岸ヨシ滝. 汽水湖研究, 2, 7–14.
- 25) 坂本 巍 (1993) 宍道湖のヤマトシジミ稚貝の生息域. 汽水湖研究, 3, 5–15.
- 26) 坂本 巍 (2000) 宍道湖の砂・細礫なぎさ水域のヤマトシジミの生息状況. ホシザキグリーン財団研究報告, 4, 111–134.
- 27) 島根県内水面水産試験場 (2006) ヤマトシジミ漁場利用実態調査. 島根県内水面水産試験場事業報告（平成17年度）, 30–35.
- 28) 高橋正治・森脇晋平 (2008) 宍道湖におけるシジミ漁業の漁業管理制度. 島根県水産技術センター研究報告, 2, 23–29.
- 29) 田中昌一 (1985) 水産資源学総論. 381pp. 恒星社厚生閣, 東京.
- 30) 島根県水産試験場 (1994) シジミ天然採苗試験. 島根県水産試験場事業報告(平成4年度), 204–206.



付図. 得られた殻長組成の正規分布への分解. 3~4 個の正規分布へ分解され, それぞれを同時発生群(コホート)とみなす.

## 島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について

高橋勇夫<sup>1</sup>・寺門弘悦<sup>2</sup>・村山達朗<sup>2</sup>

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

**Isao TAKAHASHI, Hiroyoshi TERAKADO and Tatsuro MURAYAMA**

### 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、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、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

産卵場造成の事前調査として図1に示した2008年9月16日に江の川の長良の瀬、9月17日に高津川の長田の瀬とエンコウの瀬で、河床の状態（礫組成、河床硬度等）を潜水して観察した。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。

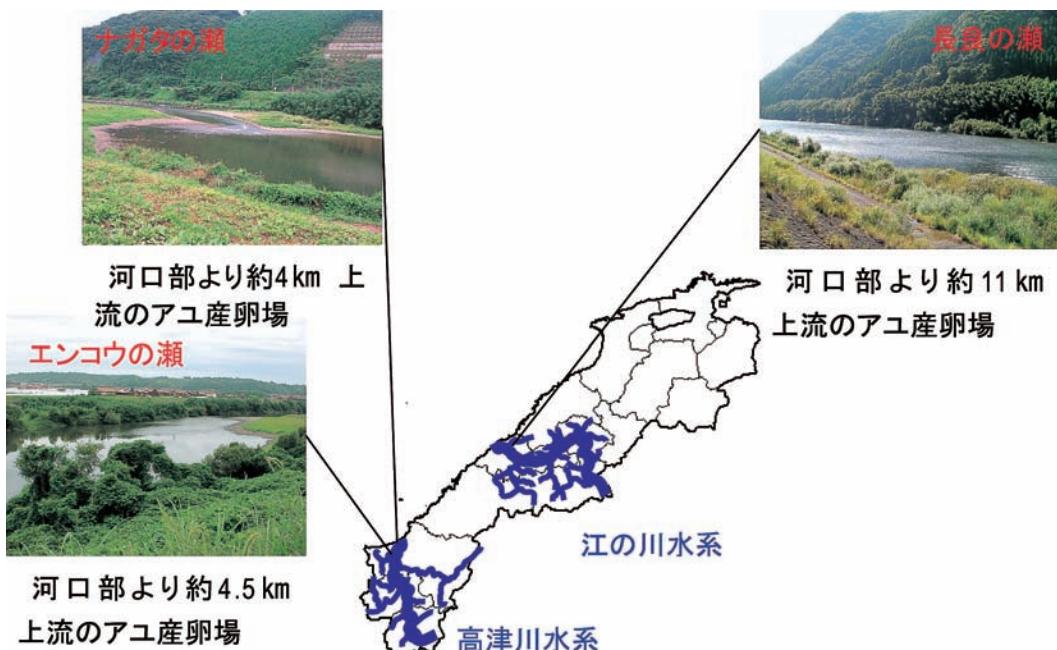


図1. 江の川と高津川の調査地点

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

<sup>2</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

## 2. 結果と考察

### 1) 高津川

#### (1) 長田の瀬

河床は全体的に軽いアーマーコート状態にあり、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溜まって堅く締まっていた（図2）。

左右岸の河原には砂泥の混入が多いものの、産卵に適した小石（5-50mm）の堆積が見られた。

#### (2) エンコウの瀬

長田の瀬と同じく河床は全体的に軽いアーマーコート状態にあり、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溜まっていた。

瀬の中央部から下流側は川幅が絞られ河床勾配も急であったが、河床材料は20cm以上の礫が多く、産卵場として整備するには無理があると思われた。一方、瀬の上流側は産卵に適した小石が主体で、かつ2007年に産卵実績のあった場所であったが、河床勾配は緩く河床に溜まった砂泥を除去することが難しくと判断された。

### 2) 江の川 長良の瀬

河床は全体的にアーマーコート化が顕著で、河床



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）

表面の礫も10-30cm程度のものが主体であった（図3）。右岸側半分は礫がやや小さめで、左岸側半分は大きめであった。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）

#### 3) 河床の状態のまとめ（産卵場整備の必要性）

2008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が悪く、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。

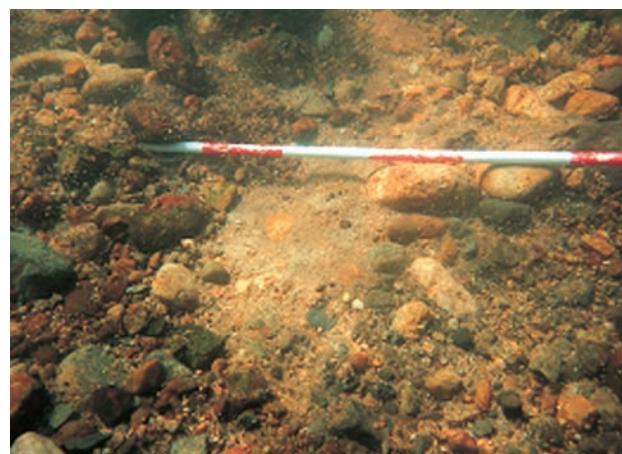
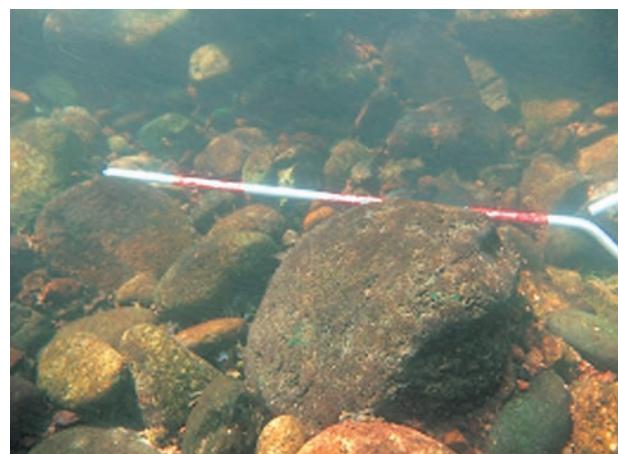


図3. 江の川長良の瀬の河床の状態（表面の礫を取り除くと締まった砂泥の層が表れた）

## II. 産卵場整備の基本方針

### 1. 高津川

#### 1) 長田の瀬

瀬肩には産卵に好適な小石が多かったが、この部分を掘削すると河床低下を起こす危険性があった。高津川下流部は近年河床が低下しつつあり、長田の

瀬の直上流からポンプアップしている用水の水位が低下していた。これ以上の低下は取水の障害になるという地元の懸念を配慮し、瀬肩部分は手をつけずに瀬の左右岸の砂州にある砂利を使って（投入）、産卵場を整備することにした。

整備の概略を図4に示した。使用した重機は以下の通りであった。

- ・バックホー0.7 (200) : 1台
- ・ブルドーザ (中型) : 1台

## 2) 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、砂泥の除去が困難であった。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した。

整備の概略を図5に示した。使用した重機は以下の通りであった。

- ・バックホー0.7 (200) : 1台
- ・ブルドーザ (中型) : 1台

問題点 : ①一本瀬になったため、河床表面の石が大きくなり、産卵に適した小石が少ない。②やや砂が多い。

造成方針 : ①右岸側の砂州から小石を供給

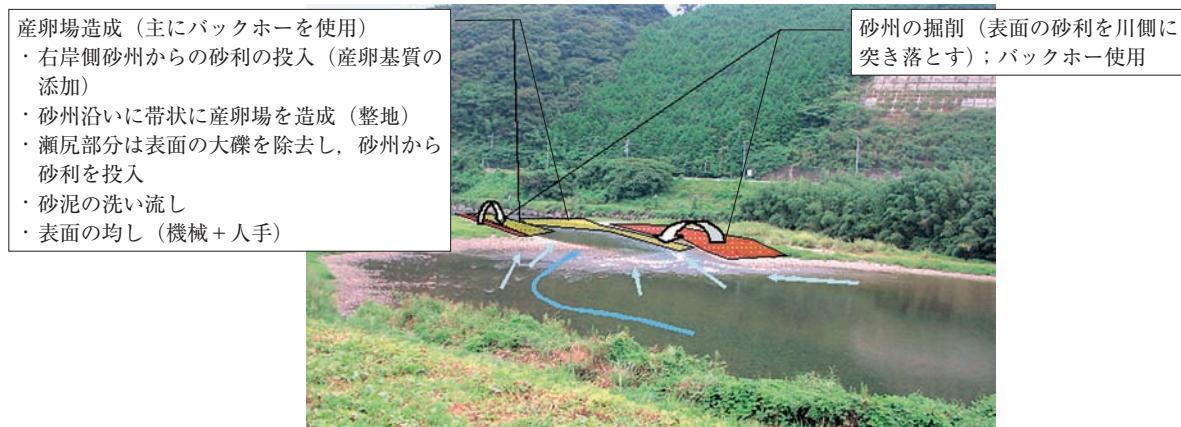


図4. 高津川長田の瀬の整備方針

問題点 : ①瀬肩に産卵に適した小石が多いが、砂泥が多く、堅く締まっている。

②造成するには河床勾配が緩すぎる。

造成方針 : ①左岸側から対岸に向けて導流堤を作り、左岸側に水を回す。②左岸側の河床の砂を抜いて小砂利の浮き石底を作る

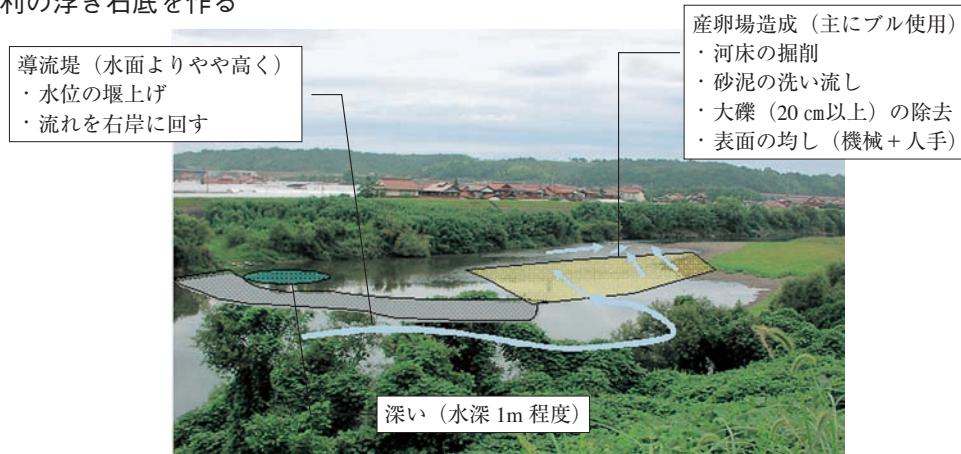


図5. 高津川エンコウの瀬の整備方針

## 2. 江の川 長良の瀬

右岸側に産卵に好適な小石が多かったため、この部分を整備した。

整備の概略を図6に示した。使用した重機は以下

の通りであった。

- ・バックホー0.7 (200) : 1台
- ・ブルドーザ (中型) : 1台

問題点：①一本瀬になったため、河床表面の石が大きくなり、産卵に適した小石が少ない。②やや砂が多い。  
造成方針：①右岸側の砂州から小石を供給



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) 長田の瀬

造成状況を図7に、形状を図8に示した。河床の礫がアユの産卵には大きめ（10–30cm）で小礫が不足していたため、まず河原にある小礫を投入した。そ



のうえで、大きめの礫は流芯もしくは下流部にハイド板（ブルドーザ等の前に付いているプレート）で押しやった。ハイド板で河床表面を浅く押すと、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。

造成面積は左右岸合わせて1030m<sup>2</sup>であった。



図7. 長田の瀬の造成状況

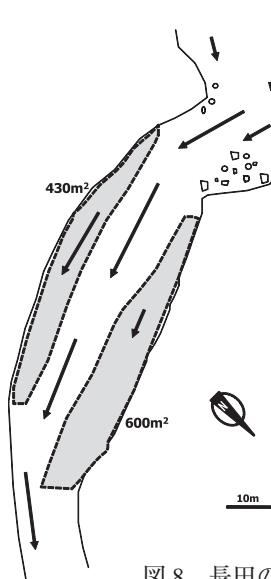


図8. 長田の瀬の造成形状

## 2) エンコウの瀬

造成状況を図9に、形状を図10に示した。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。元々あった大きめの礫はハイド板で下流に押しやり、産卵に適した小礫中心の礫構成にふるい分けした。造成面積は2020m<sup>2</sup>であった。



図9. エンコウの瀬の造成状況

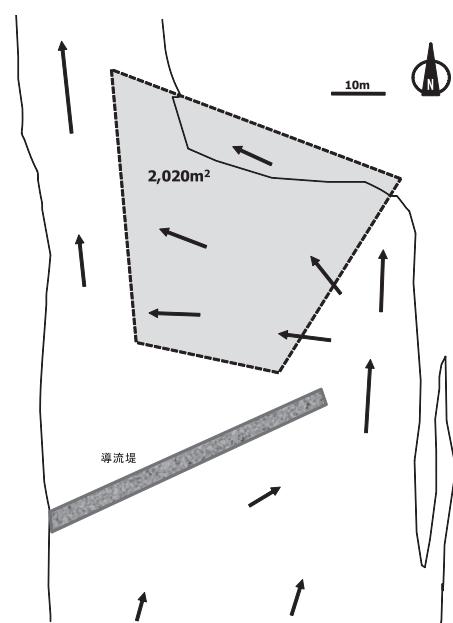


図10. エンコウの瀬の造成形状

## 2. 江の川 長良の瀬

造成状況を図11に、形状を図12に示した。



図 11. 長良の瀬の造成状況

江の川の河床はアーマー化が顕著で堅く締まっていたため、まず、重機で河床を掘削した。その後、大きめの礫はハイド板で両サイドに押しやり、産卵に適した小礫中心の礫構成にふるい分けした。造成面積は2880m<sup>2</sup>であった。

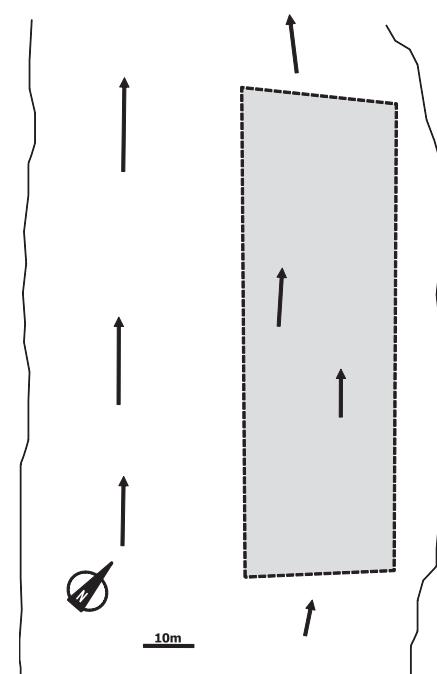


図 12. 長良の瀬の造成形状

### 3. 産卵場造成の効果判定

産卵場造成の主目的は、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（大石の除去、砂泥の洗い流し）と、堅く締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のまとめた産卵場づくりの手引き<sup>1)</sup>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13に示した。造成前後で平均貫入度を比較すると、高津川の長田や江の川の長良では7cm程度造成後に深くなっている。十分な造成効果があったと判断される。高津川のエンコウの瀬は砂が多いため、もともと河床の硬度は小さく、明瞭な貫入度の増加は見られなかった。ただし、産卵に邪魔な砂泥分は造成作業によって明らかに少なくなっている。造成した成果は認められた。

表 1. 贯入度の測定結果

河川	地点	測定時	貫入度(cm)		
			平均	最大	最小
高津川	長田	造成前	9.1	14	5
		造成後	16.3	18	13
	エンコウ	造成前	11.1	18	5
		造成後	12.4	16	6
江の川	長良	造成前	6.7	11	2
		造成後	13.5	17	10

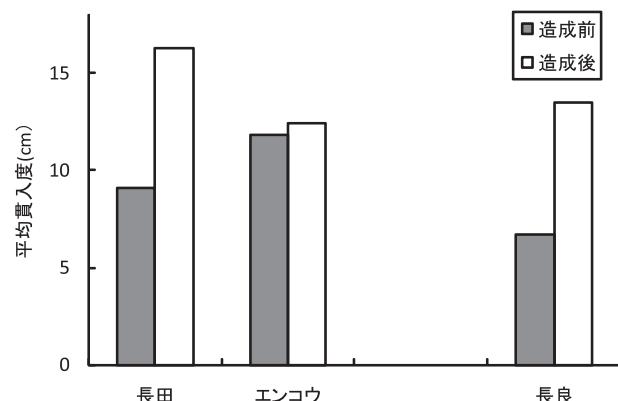


図 13. 造成前後における平均貫入度の比較

## 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2008年11月4日に、高津川は11月5日に産卵状況の調査を実施した。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度（図14）を測定した。



図 14. 卵の埋没深の測定

### 2. 結果と考察

#### 1) 高津川

##### (1) 長田の瀬

産卵場における卵の分布状況を図15に示した。卵密度は全体に低いものの、造成した産卵場のほぼ全域で産卵が行われていた。

産卵面積は820m<sup>2</sup>で、造成面積（1030m<sup>2</sup>）に対する割合は約79%であった。

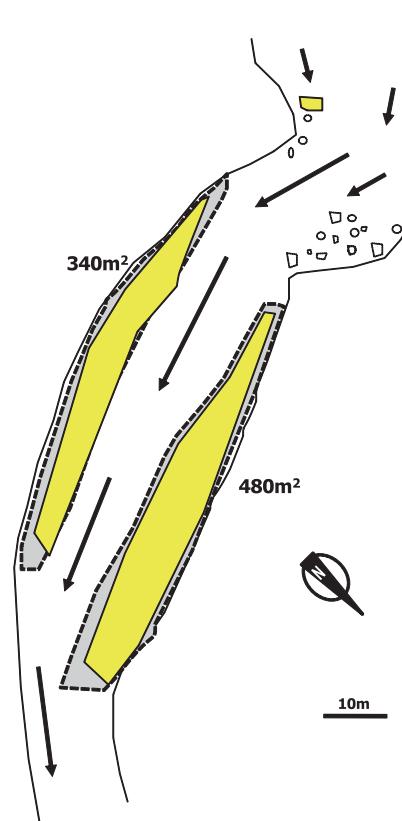


図 15. 長田の瀬での卵の分布

### (2) エンコウの瀬

産卵場における卵の分布状況を図16に示した。卵密度は全体に高く、かつ、造成した産卵場のほぼ全域とその外縁（造成の際に流下した礫が堆積した部分）で産卵が行われていた。

産卵面積は2100m<sup>2</sup>で、造成面積（2020m<sup>2</sup>）に対する割合は約104%であった。

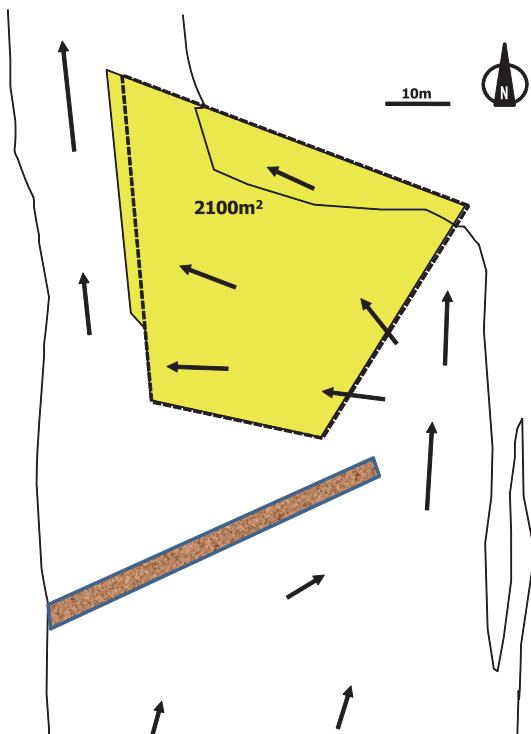


図16. エンコウの瀬での卵の分布

### (3) 自然産卵場

バイパス下 長田の瀬の上流の自然産卵場で産卵面積は50m<sup>2</sup>であった。

虫追の瀬 同じく長田の瀬の上流の自然産卵場で横20m、縦2m程度の範囲に、産卵床が点在する状態であった。

## 2) 江の川

### (1) 長良の瀬

産卵場における卵の分布状況を図17に示した。卵密度は全体に低く、かつ、造成した産卵場の一部でしか産卵は行われていなかった。

産卵面積は250m<sup>2</sup>で、造成面積（2880m<sup>2</sup>）に対する割合は約9%であった。

長良の瀬における産卵面積の狭さは、親魚が非常に少なかったことが主因で、長良の瀬の下流に自然状態で産卵に良好な瀬がある（そちらに親魚が集まりやすい）ことも原因となっていると推定された。

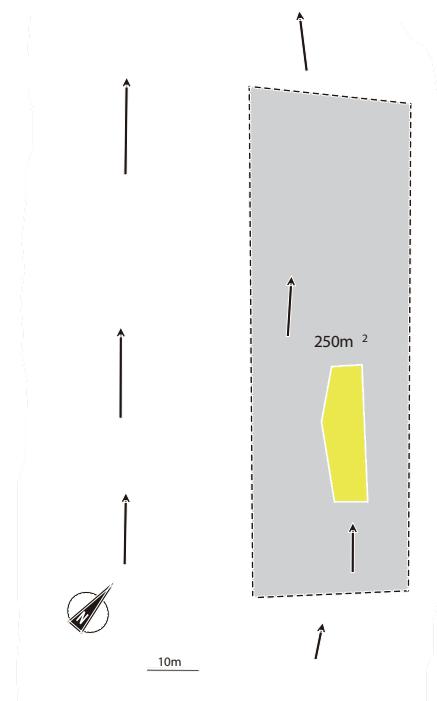


図17. 長良の瀬での卵の分布

### (2) 自然産卵場

長良の瀬の下流の川平の瀬は、瀬肩の平瀬状の部分と瀬の中央～瀬尻付近にかけての2カ所の産卵場が形成されていた。産卵面積は瀬肩部分が約250m<sup>2</sup>で、瀬の中央～瀬尻付近が2500m<sup>2</sup>であった。

長良の瀬の上流の瀬でも調査を行ったが、産卵は確認できなかった。

### 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<sup>2)</sup>を軽減したり、卵の流下（同じ場所で産卵を繰り返すと先に産み付けられていた卵が剥離する）を低減させることにある。

産卵場造成の有効性を判断する目安として、高橋<sup>3)</sup>は埋没深が10cm以上（平均値）であることとしている。造成した産卵場のうち高津川のエンコウの瀬と江の川の長良の瀬はともに10cm以上の埋没深があり（表2、図18）、「効果有り」と判断できる。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に届かなかったが、高津川の自然産卵場の埋没深が7-8cmであることから、一定の効果があったと判断される。

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	7.9	9	6
	バイパス下	7	8	5
	長田	9.2	12	5
	エンコウ	10.7	15	8
江の川	長良	10.9	15	5
	川平	10.2	16	7

は未造成産卵場

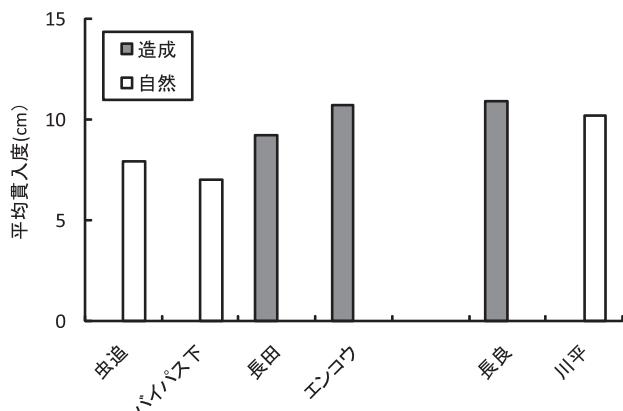


図18. 造成産卵場と自然産卵場における卵の埋没深の比較

## 文 献

- 1) 全国内水面漁業連合会 (1993) 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.
- 2) 高橋勇夫・東健作 (2006) ここまでわかったアユの本. 築地書館, 東京, 265pp.
- 3) 高橋勇夫 (2007) 産卵場造成の必要性とその実際. 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.

## 高津川におけるアユの適正収容量の推定

高橋勇夫<sup>1</sup>・寺門弘悦<sup>2</sup>・村山達朗<sup>2</sup>・曾田一志<sup>3</sup>

**Estimation of optimum capacity of Ayu, *Plecoglossus altivelis*,  
in Takatsu River, Shimane Prefecture**

**Isao TAKAHASHI, Hiroyoshi TERAKADO, Tatsuro MURAYAMA and Kazushi SOTA**

### は じ め に

島根県西部の高津川では、漁協が中心となってアユ産卵親魚の保護を目的として産卵期の禁漁期間を大幅に延長するとともに産卵場造成にも取り組んでいる。しかし、具体的な資源管理目標値が定められていないことが管理を進める上で問題となっている。そこで、高津川のアユ資源を管理するための具体的な数値目標を設定するための基礎資料として、高津川のアユ漁場の適正収容量を検討した。

### I 水面面積調査

#### 1. 資料と方法

調査区間別の実施日は以下のとおりである。  
高津川本流高角橋～日原：

2008年3月10日～2008年3月11日および  
2008年3月17日～2008年3月18日

高津川本流日原～柿木：

2008年4月21日～2008年4月22日

高津川本流柿木～六日市、福川川：

2008年6月9日～2008年6月10日

匹見川、津和野川：

2008年7月22日～2008年7月24日

水面面積の測定は図1-1に示した高津川本流、匹見川、津和野川、福川川のアユの生息範囲を対象として行った。調査範囲を踏査し、河床型別（早瀬・平瀬・淵・トロA・トロB（堰堤下を含む））に水面面積を測量した。面積の計算は水面を長方形または台形とみなして行った。河床型の特徴（分類基準）は表1-1に示した。

表1-1. 河床型の区分（水野・御勢、1993を参考に一部追加した）

河床型	深部の水深	水面の状態	流速	底質
早瀬	浅い(1m以下)	白波が立つ	速い	玉石～岩盤
平瀬	浅い(1m以下)	緩い波立ち	やや速い	玉石～砂利
淵	深い(2m以上)	鏡状	遅い	岩盤,玉石～砂利
トロ(A級)	中程度(2m以下)	シワ状の波立ち	やや遅い	玉石～岩盤
トロ(B級)	中程度(2m以下)	鏡状	止水状	玉石～砂利、砂

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

<sup>2</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

<sup>3</sup> 栽培漁業部 Sea Farming Division

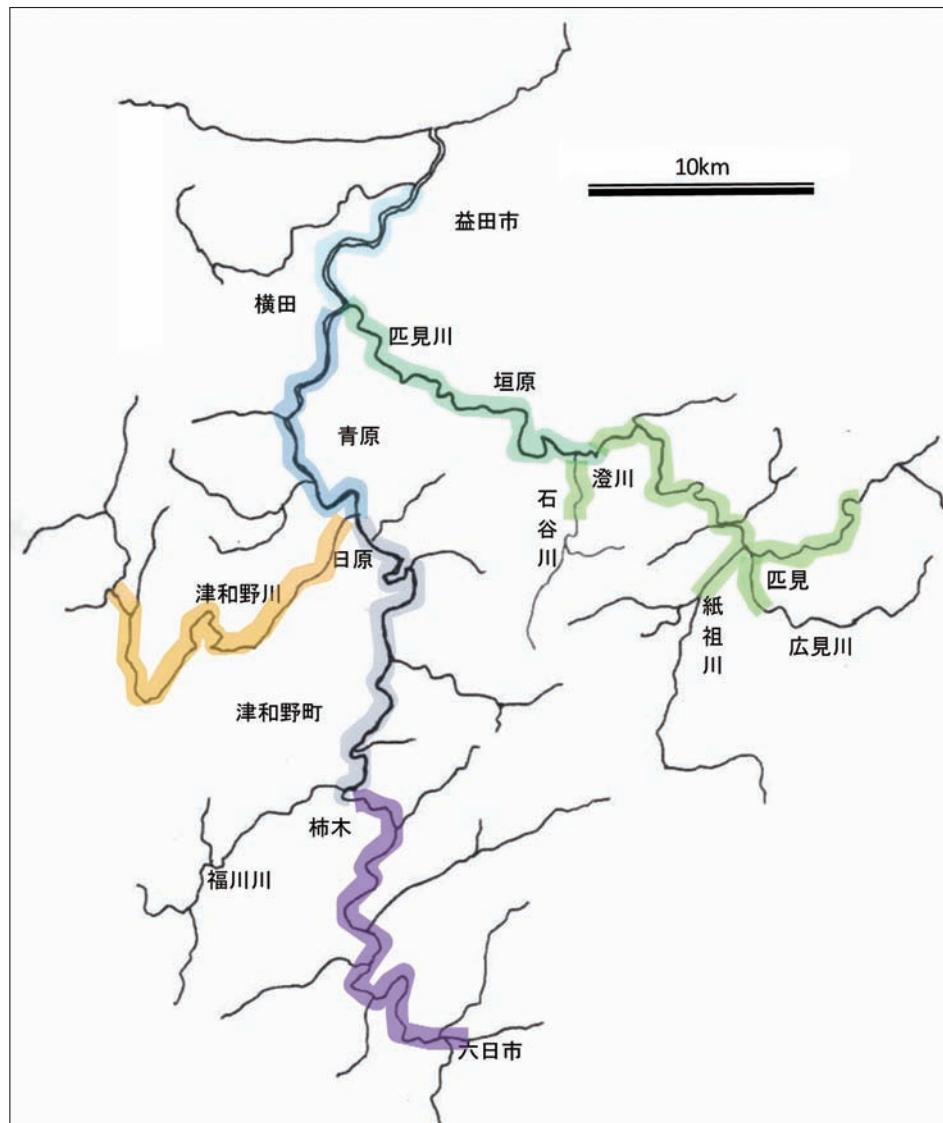


図1-1. 水面面積調査範囲（色を付けた部分：色分けは区分した範囲を示す）

## 2. 結果と考察

河床型別の水面面積の測定結果を表1-2に、河床型別の構成比を表1-3に整理した。アユ漁場の水面面積は、高津川本流が255万m<sup>2</sup>、匹見川が116万m<sup>2</sup>、津和野川が31万m<sup>2</sup>、福川川が15万m<sup>2</sup>、水系全体416万m<sup>2</sup>であった。

河床型別の構成（図1-2）を見ると、本流はすべての区間で瀬が50%以上を占めた。また、アユの収

容力の高いトロAが多いことも特徴的といえる。

一方、支流に目を向けると、匹見川は瀬の比率は50%を下回るもの、トロAが約40%を占め、アユの生息に向いた河川であることがうかがえる。福川川は早瀬の比率が1/3を占めることが特徴的で、他の区域に比べ河床勾配がきついと推定される。反対に津和野川はトロBが卓越し、アユの生息にはあまり適していないと言える。

表1-2. 高津川水系における河床型別水面面積

河床型	本流 (高角橋～匹見 川合流)	本流 (匹見川合流～ 日原)	本流 (日原～柿木堰 堤)	本流 (柿木～六日市)	本流合計	(合流～石谷川 合流上流の堰 堤)	匹見川 (合流～石谷川 合流上流の堰 堤)	匹見川合計	(石谷川合流上 流の堰堤～道川 ダム、石谷川、紙 祖川、広見川)	匹見川 (合流～紅葉橋)	支流合計	水系合計
早瀬	71,564	191,281	120,977	72,897	456,718	114,305	77,059	191,364	9,839	53,145	254,348	711,066
平瀬	272,834	315,172	207,727	193,058	988,791	141,700	179,527	321,226	24,659	57,502	403,387	1,392,178
開口	30,330	59,077	84,661	5,993	180,061	61,877	102,272	164,149	4,369	9,355	177,873	357,935
トロA	222,063	213,238	137,232	83,896	656,429	329,593	145,930	475,524	48,990	23,110	547,624	1,204,052
トロB	46,100	64,402	38,932	109,321	258,756	0	1,706	1,706	218,885	2,555	223,147	481,902
堰堤下	0	3,220	0	5,934	9,154	1,745	0	1,745	1,636	600	3,981	13,135
計	642,891	846,389	589,529	471,100	2,549,908	649,220	506,494	1,155,714	308,380	146,266	1,610,360	4,160,269

表1 = 3. 高津川水系における河床型の構成 (面積比)

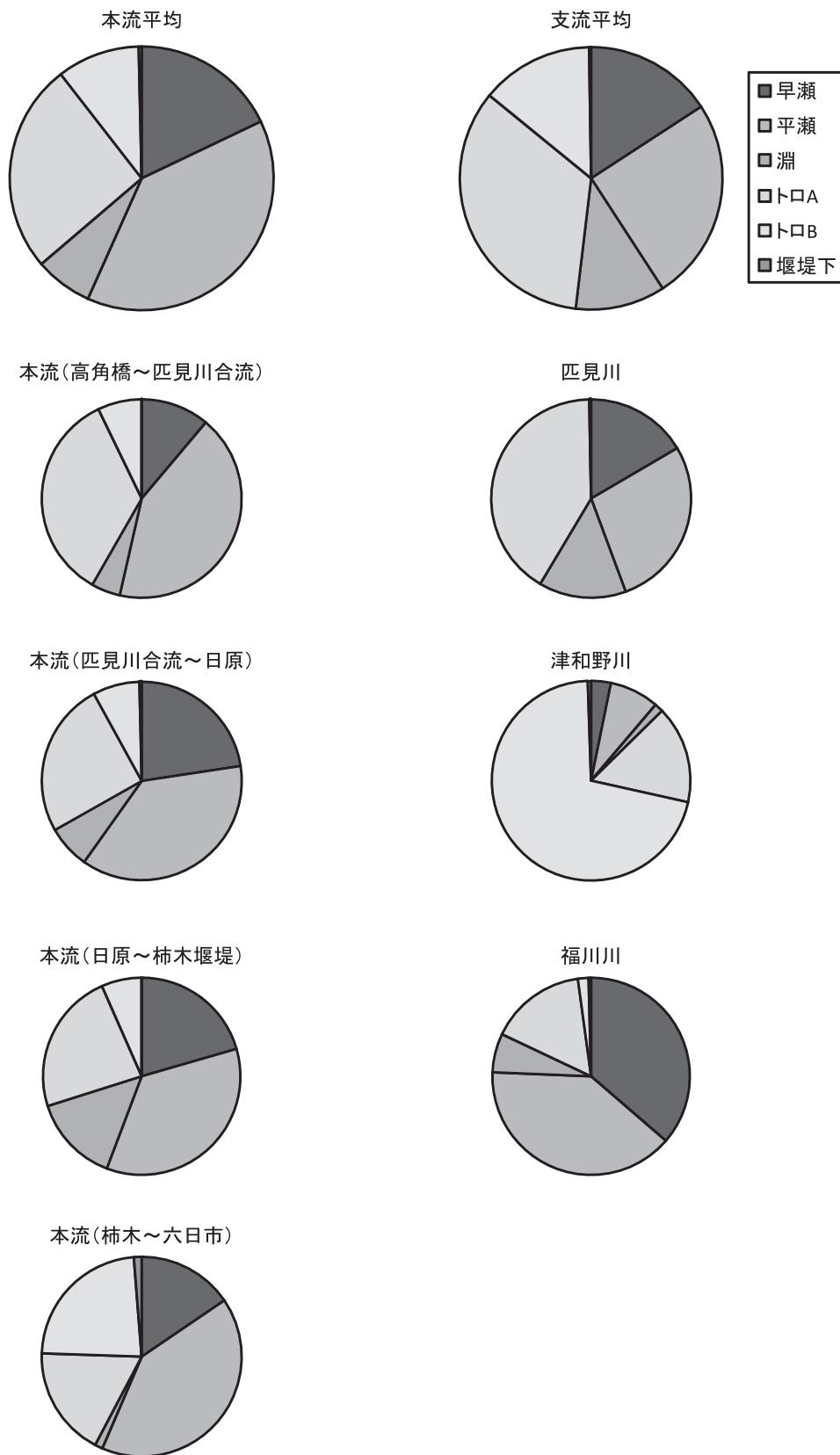


図1-2. 高津川水系の河床型の構成（面積比）

## II アユの適正収容量の検討

### 1. 資料と方法

前節で求めた水面面積に適正なアユの収容密度を乗じて、適正収容量を試算した。河床型ごとの収容密度（表2-1）は、底石の大きさ、藻類の生産性、水通し等の条件を考慮して決定した。また、標準的な収容密度の他に型重視、数重視（サイズやや小型）の計3つのケースを設けた。なお、適正収容量は6月1日の解禁時点を想定している。

さらに、参考として河川のキャパシティを最大限に利用できると仮定した場合の収容密度（表2-2）を用いた試算も行った（計算結果は付属資料に示した）。

表2-1. 河床型ごとの収容密度

河床型	密度(尾/m <sup>2</sup> )		
	適正(標準的)	型重視(サイズやや大型)	数重視(サイズはやや小型化)
早瀬	2.0	1.5	3.0
平瀬	1.0	0.8	1.5
淵	0.7	0.5	1.0
トロA	1.7	1.2	2.0
トロB	0.3	0.1	0.5
堰堤下	0.3	0.1	0.5

表2-2. 河床型ごとの収容密度（河川のキャパシティを最大限に利用したケース）

河床型	密度(尾/m <sup>2</sup> )		
	適正(標準的)	型重視(サイズやや大型)	数重視(サイズはやや小型化)
早瀬	3.0	1.5	4.0
平瀬	2.0	1.0	3.0
淵	1.0	0.8	1.5
トロA	2.0	1.2	4.0
トロB	0.6	0.3	0.8
堰堤下	0.6	0.3	0.8

## 2 結果と考察

### (1) 適正収容量

表1-1に示した区域別に河床型別の適正収容量を計算し、付表2-1 (1) ~ (6) に示した。さらに区域別の集計結果を表2-3に示した（河川のキャパシティを最大限に利用できると仮定したケースは参考資料として付表2-2に示した）。

アユの収容数は適正（標準的）な場合、本流で約322万尾、匹見川で163万尾、津和野川で20万尾、福川川で21万尾と試算され、水系全体では526万尾(316t)となった（表2-3、図2-1）。また、型を重視した場合の水系全体で収容量は385万尾(270t)、数重視の場合は724万尾(362t)と算定された。

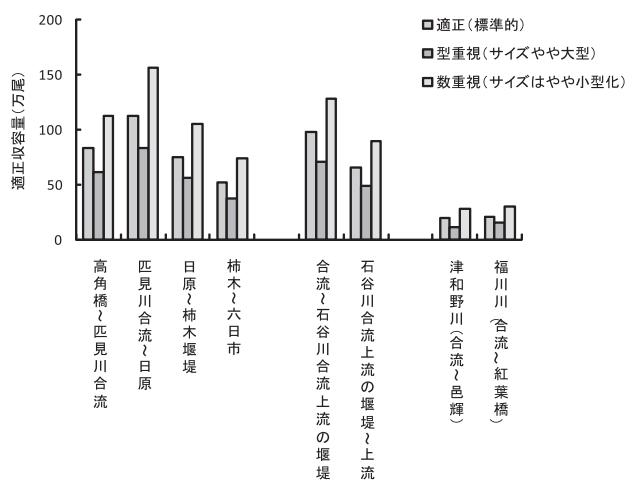


図2-1. 高津川における適正収容量

表2-3. 高津川におけるアユの適正収容量

区間	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	適正(標準的)				型重視(サイズや大型)		収容量	
		平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
本流	高角橋～匹見川合流	642,891	1.29	828,530	0.95	611,863	1.74	1,121,448	
	匹見川合流～日原	846,389	1.33	1,121,878	0.98	831,245	1.85	1,565,963	
	日原～柿木堰堤	589,529	1.28	753,917	0.95	558,549	1.79	1,053,111	
	柿木～六日市	471,100	1.10	520,248	0.80	378,990	1.57	739,692	
	合計 高角橋～六日市	<b>2,549,908</b>	<b>1.26</b>	<b>3,224,572</b>	<b>0.93</b>	<b>2,380,646</b>	<b>1.76</b>	<b>4,480,215</b>	
	合流～石谷川合流上流の堰堤	649,220	1.50	974,456	1.10	711,443	1.97	1,277,402	
匹見川	石谷川合流上流の堰堤～道川ダム、紙祖川、広道川	506,494	1.29	653,828	0.96	485,633	1.77	895,453	
	合計 合流～道川ダム、紙祖川、広道川	<b>1,155,714</b>	<b>1.41</b>	<b>1,628,285</b>	<b>1.04</b>	<b>1,197,076</b>	<b>1.88</b>	<b>2,172,854</b>	
	津和野川(合流～邑輝)	308,380	0.64	196,836	0.38	117,511	0.91	279,117	
福川(合流～紅葉橋)	146,266	1.44	210,572	1.08	158,443	2.07	302,838		
	水系全体	<b>4,160,269</b>	<b>1.26</b>	<b>5,260,265</b>	<b>0.93</b>	<b>3,853,676</b>	<b>1.74</b>	<b>7,235,024</b>	
	水系全体の生産量(t)			316		270		362	
平均体重(g)				60		70		50	

区域別の収容量の多寡（収容力）を比較するために、収容数を適正（標準的）としたケースでの平均密度を求めた（図2-2）。津和野川を除くと区間別平均密度にあまり大きなばらつきはなく、1.1尾/m<sup>2</sup>～1.51尾/m<sup>2</sup>にあった。その中で比較すると、匹見川や福川川は本流よりもやや収容力が高い。図1-2に示したように匹見川の場合はアユの生息に適したトロAが卓越していることが、福川川は早瀬が卓越していることが収容力の高い要因となっている。その一方で、本流の柿木～六日市は盆地を流れる区間が長く河床勾配が緩いためにアユの生息に向かないトロBが多く、収容力を低下させている。

津和野川は、水系の中では極端に収容力が低く、平均密度は0.6尾/m<sup>2</sup>と他の区間の約半分しかなかった。津和野川はトロBの比率が70%と高く（表1-3）、このことが収容力を下げた要因となっている。

種苗放流で河川を適正に利用するための「基準密度」は、0.3～0.7尾/m<sup>2</sup>（解禁時）と言われている<sup>1,2)</sup>。これと比較すると、今回算定された高津川の密度はかなり高い。しかし、サイズがばらつく天然遡上主体の河川では1尾/m<sup>2</sup>が普通であると言われており<sup>3)</sup>、

高津川の場合も天然遡上が主体であることを考えると概ね妥当な密度と判断される。

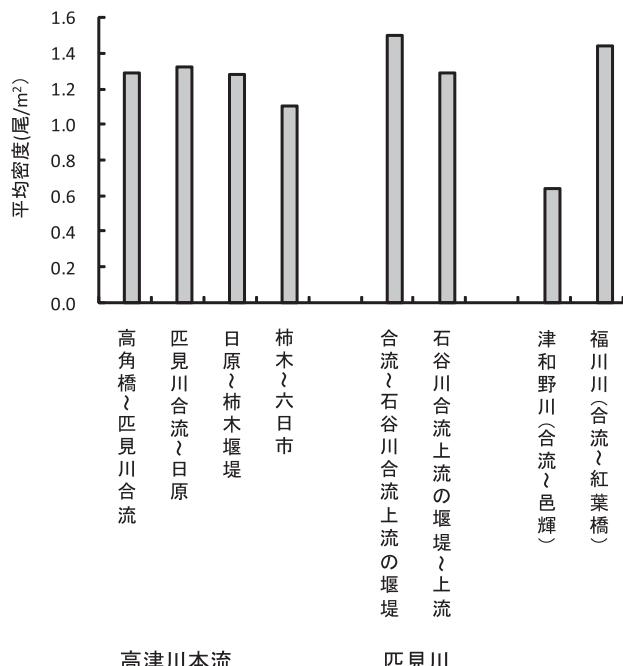


図2-2. 高津川における区間別の平均密度の比較（標準のケース）

## (2) 適正収容量の妥当性の検討

先に示した適正収容量の妥当性（現実性）を検討するため、適正収容量のアユが分布した場合、その漁獲量がどの程度になるのかを試算し、表2-4に示した。

組合員数・遊漁者数は平成18年度の値を参考にした。漁獲日数は高津川漁協での聞き取り調査等から推定した。単位努力量当たりの漁獲量は、適正収容量526万尾に対する漁獲率がおよそ50%となるよう

に調節した。アユの平均漁獲サイズは60 gとした。

試算の結果、年間漁獲量は約160 t (266万尾) となった。高津川においてアユが多かった昭和40年代から50年代にかけての漁獲量は、平均的には150 t(変動幅は50-230 t) であったので、試算結果の160 t はこの時期の漁獲水準とほぼ一致する。したがって、今回試算した適正収容量は概ね妥当（現実性がある）なものと判断できる。

表2-4. 適正収容量（標準のケース）の50%が漁獲可能と仮定した場合の漁獲量の試算

項目	単位	組合員	遊漁者		根拠・計算式
			年券	日券	
人数 A	人	1,700	3,500	3,000	
一人当たり年間平均出漁日数 B	日	20	14	1	
年間延べ出漁日数 C	日	34,000	49,000	3,000	A×B
単位努力量当たりの漁獲量 D	kg/人・日	2.4	1.5	1.5	漁協等への聞き取りから推定
	尾/人・日	40	25	25	
一人当たり年間漁獲量 E	kg	48	21	2	B×D
	尾	800	350	25	
年間総漁獲量 F	kg	81,600	73,500	4,500	C×D
河川合計 G	kg			159,600	
漁獲されるアユの平均体重 H	g	60	60	60	
年間総漁獲尾数 I	尾	1,360,000	1,225,000	75,000	F/H
河川合計	尾			2,660,000	
適正収容量(標準) J	尾			5,260,000	平均体重60g
適正収容量に対する割合	%			50.6	I/J×100

### (3) 適正収容量を維持するための再生産サイクルの検討

解禁時（6/1）に適正収容量を確保するためには、さかのぼって前年の秋にどの程度の数の親魚が必要となるかを試算して表2-5に示した。なお、表2-5では全域に天然遡上が到達するケース（天然遡上100%で資源の維持が可能）と、天然遡上の到達範囲を高津川本流では柿木まで、匹見川は澄川の発電所下流の堰堤まで、津和野川・福川川に遡上しないと仮定したケースとで計算した。

試算に使用した係数のうち、回帰率1/1000は海域での生き残りの条件が悪い場合を想定しており、実際にはもっと高い（1/500程度）ことも多いと考えられる<sup>4, 5)</sup>。一方、卵のふ化率60%は種苗生産の際の値を用いている。河床に砂泥が多いなど、産卵環

境が悪い場合は流下卵が増えるといったことが生じるため、実際には卵のふ化率はもっと低くなる可能性もある<sup>6)</sup>。産卵場の環境条件が悪い場合は、産卵場造成などによって環境の改良を行うことが求められる。さらに、メス1gあたりの抱卵数も、産卵期に冷水病が発生した場合は抱卵状態で斃死するがあるため、実際にはもっと少なくなることが考えられる。

試算の結果、産卵期に必要な親魚数は、全域に天然遡上が到達するケースでは61万尾、遡上範囲を限定したケースでは40万尾と算定された。解禁から産卵期までの生残率は12%で、冷水病を含めた自然減耗を40%とすると、漁獲率が50%を上回らないような漁場管理が求められることになる。

表2-5 (1). 適正収容量（標準）の再生産に関する試算：全域に天然アユの遡上があると仮定した場合

項目	計算値	単位	根拠・計算式
高津川のアユ漁場面積 A	4,160,269	m <sup>2</sup>	2008年実測値
適正収容量（標準） B	5,260,000	尾	A×1.26尾/m <sup>2</sup>
遡上から解禁までの生残率 C	60	%	90年頃の放流魚の歩留まり
適正収容量を達成するために必要な遡上量 D	8,766,667	尾	B/C×100
回帰率（遡上量/前年流下量） E	0.1	%	原田（2006）から低い値を採用
必要流下量 F	8,766,666,667	尾	D/E×100
卵のふ化率 G	60	%	内田（2006）より
必要卵数 H	14,611,111,111	粒	F/G×100
メス1gあたり抱卵数 I	800	粒	内田ほか（2006）より
産卵期必要なメスの総重量 J	18,263,889	g	H/I
産卵期のメスの平均体重 K	60	g	
産卵期に必要なメスの個体数 L	304,398	尾	J/K
産卵期に必要なアユの個体数 M	608,796	尾	L×2（雌雄比は1:1）
解禁から産卵期までの生残率	12	%	M/B×100

表2-5 (2). 適正収容量（標準）の再生産に関する試算：天然遡上範囲を限定した場合

項目	計算値	単位	根拠・計算式
高津川のアユ漁場面積（遡上範囲限定） A	2,728,029	m <sup>2</sup>	天然アユの遡上範囲（2008年実測値）
適正収容量（標準） B	3,440,000	尾	A×1.26尾/m <sup>2</sup>
遡上から解禁までの生残率 C	60	%	90年頃の放流魚の歩留まり
適正収容量を達成するために必要な遡上量 D	5,733,333	尾	B/C×100
回帰率（遡上量/前年流下量） E	0.1	%	原田（2006）から低い値を採用
必要流下量 F	5,733,333,333	尾	D/E×100
卵のふ化率 G	60	%	内田（2006）より
必要卵数 H	9,555,555,556	粒	F/G×100
メス1gあたり抱卵数 I	800	粒	内田ほか（2006）より
産卵期必要なメスの総重量 J	11,944,444	g	H/I
産卵期のメスの平均体重 K	60	g	
産卵期に必要なメスの個体数 L	199,074	尾	J/K
産卵期に必要なアユの個体数 M	398,148	尾	L×2（雌雄比は1:1）
解禁から産卵期までの生残率	12	%	M/B×100

## 文 献

- 1) 宮地傳三郎(1960)アユの話. 岩波書店, 東京. 226 pp.
- 2) 岐阜県水産試験場 (1992) 適正放流基準の検討とりまとめ. pp. 31–38. アユの放流研究(アユ資源研究部会昭和63年～平成2年度のまとめ). 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会.
- 3) 高橋勇夫・東健作 (2006) ここまでわかったアユの本. 築地書館, 東京, 265 pp.
- 4) 原田滋雄 (2006) 和歌山県中紀における近年のアユ資源変動について. アユ資源研究部会研究発表報告書 (平成15～17年度のとりまとめ). 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会, 83–86.
- 5) 内田和男・清水昭男・阿部信一郎・佐藤年彦・桂和彦・坂野博之 (2006) 鼠ヶ関川におけるアユ個体数の推定. 水産総合研究センター研究報告別冊, 5, 197–202.
- 6) 内田和男 (2006) アユの親魚の密度が卵や子アユの生き残りに与える影響. 水産総合研究センターH P, 研究の動き, 4–37.

付表2-1 (1). 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算 (河床型別)

水系全体

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	711,066	2.0	1,422,133	1.5	1,066,600	3.0	2,133,199
平瀬	1,392,178	1.0	1,392,178	0.8	1,113,742	1.5	2,088,267
淵	357,935	0.7	250,554	0.5	178,967	1.0	357,935
トロA	1,204,052	1.7	2,046,889	1.2	1,444,863	2.0	2,408,105
トロB	481,902	0.3	144,571	0.1	48,190	0.5	240,951
堰堤下	13,135	0.3	3,940	0.1	1,313	0.5	6,567
計	4,160,269	1.26	5,260,265	0.93	3,853,676	1.74	7,235,024

付表2-1 (2). 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算 (河床型別)

本流

(匹見川合流～日原)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	191,281	2.0	382,561	1.5	286,921	3.0	573,842
平瀬	315,172	1.0	315,172	0.8	252,137	1.5	472,758
淵	59,077	0.7	41,354	0.5	29,539	1.0	59,077
トロA	213,238	1.7	362,504	1.2	255,885	2.0	426,475
トロB	64,402	0.3	19,321	0.1	6,440	0.5	32,201
堰堤下	3,220	0.3	966	0.1	322	0.5	1,610
計	846,389	1.33	1,121,878	0.98	831,245	1.85	1,565,963

本流

(日原～柿木堰堤)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	120,977	2.0	241,953	1.5	181,465	3.0	362,930
平瀬	207,727	1.0	207,727	0.8	166,182	1.5	311,591
淵	84,661	0.7	59,263	0.5	42,331	1.0	84,661
トロA	137,232	1.7	233,294	1.2	164,678	2.0	274,463
トロB	38,932	0.3	11,680	0.1	3,893	0.5	19,466
堰堤下	0	0.3	0	0.1	0	0.5	0
計	589,529	1.28	753,917	0.95	558,549	1.79	1,053,111

付表2-1(3). 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算(河床型別)

本流 (柿木~六日市)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	72,897	2.0	145,794	1.5	109,346	3.0	218,691
平瀬	193,058	1.0	193,058	0.8	154,446	1.5	289,587
淵	5,993	0.7	4,195	0.5	2,996	1.0	5,993
トロA	83,896	1.7	142,624	1.2	100,676	2.0	167,793
トロB	109,321	0.3	32,796	0.1	10,932	0.5	54,661
堰堤下	5,934	0.3	1,780	0.1	593	0.5	2,967
計	471,100	1.10	520,248	0.80	378,990	1.57	739,692

本流全体 (高角橋~六日市)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	456,718	2.0	913,437	1.5	685,078	3.0	1,370,155
平瀬	988,791	1.0	988,791	0.8	791,033	1.5	1,483,186
淵	180,061	0.7	126,043	0.5	90,031	1.0	180,061
トロA	656,429	1.7	1,115,929	1.2	787,715	2.0	1,312,858
トロB	258,756	0.3	77,627	0.1	25,876	0.5	129,378
堰堤下	9,154	0.3	2,746	0.1	915	0.5	4,577
計	2,549,908	1.26	3,224,572	0.93	2,380,646	1.76	4,480,215

付表2-1(4). 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算(河床型別)

匹見川 (合流～石谷川合流上流の堰堤)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	114,305	2.0	228,611	1.5	171,458	3.0	342,916
平瀬	141,700	1.0	141,700	0.8	113,360	1.5	212,550
淵	61,877	0.7	43,314	0.5	30,939	1.0	61,877
トロA	329,593	1.7	560,309	1.2	395,512	2.0	659,187
トロB	0	0.3	0	0.1	0	0.5	0
堰堤下	1,745	0.3	523	0.1	174	0.5	872
計	649,220	1.50	974,456	1.10	711,443	1.97	1,277,402

匹見川 (石谷川合流上流の堰堤～道川ダム、石谷川、紙祖川、広見川)

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	77,059	2.0	154,118	1.5	115,588	3.0	231,177
平瀬	179,527	1.0	179,527	0.8	143,621	1.5	269,290
淵	102,272	0.7	71,591	0.5	51,136	1.0	102,272
トロA	145,930	1.7	248,082	1.2	175,116	2.0	291,861
トロB	1,706	0.3	512	0.1	171	0.5	853
堰堤下	0	0.3	0	0.1	0	0.5	0
計	506,494	1.29	653,828	0.96	485,633	1.77	895,453

匹見川合計

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	191,364	2.0	382,728	1.5	287,046	3.0	574,093
平瀬	321,226	1.0	321,226	0.8	256,981	1.5	481,839
淵	164,149	0.7	114,905	0.5	82,075	1.0	164,149
トロA	475,524	1.7	808,390	1.2	570,628	2.0	951,047
トロB	1,706	0.3	512	0.1	171	0.5	853
堰堤下	1,745	0.3	523	0.1	174	0.5	872
計	1,155,714	1.41	1,628,285	1.04	1,197,076	1.88	2,172,854

付表2-1(5). 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算(河床型別)

## 津和野川

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	9,839	2.0	19,678	1.5	14,759	3.0	29,518
平瀬	24,659	1.0	24,659	0.8	19,728	1.5	36,989
淵	4,369	0.7	3,058	0.5	2,185	1.0	4,369
トロA	48,990	1.7	83,283	1.2	58,788	2.0	97,981
トロB	218,885	0.3	65,666	0.1	21,889	0.5	109,443
堰堤下	1,636	0.3	491	0.1	164	0.5	818
計	308,380	0.64	196,836	0.38	117,511	0.91	279,117

付表2-1(6). 高津川水系におけるアユの適正収容力の計算(河床型別)

## 福川川

河床型	漁場面積 (m <sup>2</sup> )	収容量					
		適正(標準的)		型重視(サイズやや大型)		数重視(サイズはやや小型化)	
		密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
早瀬	53,145	2.0	106,289	1.5	79,717	3.0	159,434
平瀬	57,502	1.0	57,502	0.8	46,001	1.5	86,252
淵	9,355	0.7	6,548	0.5	4,677	1.0	9,355
トロA	23,110	1.7	39,286	1.2	27,732	2.0	46,219
トロB	2,555	0.3	767	0.1	256	0.5	1,278
堰堤下	600	0.3	180	0.1	60	0.5	300
計	146,266	1.44	210,572	1.08	158,443	2.07	302,838

付表2-2. 高津川水系におけるアユの適正収容量の計算（河川のキャパシティが最大限に利用できると仮定した場合）

区間		漁場面積 (m <sup>2</sup> )	適正(標準的)			型重視(サイズや大型)			数重視(サイズは小型化)	
			平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)	平均密度 (尾/m <sup>2</sup> )	収容数 (尾)
本流	高角橋～匹見川合流	642,891	1.96	1,262,475	1.07	684,749	3.23	2,075,384		
	匹見川合流～日原	846,389	2.04	1,730,311	1.09	925,526	3.20	2,706,302		
	日原～柿木堰堤	589,529	1.97	1,160,868	1.07	633,279	3.08	1,814,152		
	柿木～六日市	471,100	1.80	847,746	0.94	442,450	2.78	1,307,541		
合計 高角橋～六日市)		<b>2,549,908</b>	<b>1.96</b>	<b>5,001,401</b>	<b>1.05</b>	<b>2,686,005</b>	<b>3.10</b>	<b>7,903,380</b>		
匹見川	合流～石谷川合流上流の堰堤	649,220	2.08	1,348,426	1.17	758,695	3.53	2,294,905		
	石谷川合流上流の堰堤～道川ダム、石谷川、紙祖川、広見川	506,494	1.95	985,386	1.09	552,561	3.13	1,585,310		
	合計 合流～道川ダム、石谷川、紙祖川、広見川)	<b>1,155,714</b>	<b>2.02</b>	<b>2,333,813</b>	<b>1.13</b>	<b>1,311,256</b>	<b>3.36</b>	<b>3,880,215</b>		
	津和野川(合流～呂輝)	308,380	1.02	313,499	0.54	167,858	1.60	492,267		
水系全体	福川川(合流～紅葉橋)	146,266	2.27	331,905	1.19	173,381	3.38	494,079		
	水系全体	<b>4,160,269</b>	<b>1.92</b>	<b>7,980,617</b>	<b>1.04</b>	<b>4,338,499</b>	<b>3.07</b>	<b>12,769,941</b>		
	水系全体の生産量(t)			479		304		638		
	想定される平均体重(g)			60		70		50		

付表2-3. 適正収容量（標準のケース）の50%が漁獲可能と仮定した場合の漁獲量の試算  
(河川のキャパシティが最大限に利用できると仮定した場合)

項目	単位	組合員	遊漁者		根拠・計算式
			年券	日券	
人数	A	人	1,800	3,500	3,000
一人当たり年間平均出漁日数	B	日	25	20	1
年間延べ出漁日数	C	日	45,000	70,000	3,000 A×B
単位努力量当たりの漁獲量	D	kg/人・日	2.4	1.8	1.2 漁協等への聞き取りから推定
		尾/人・日	40	30	20
一人当たり年間漁獲量	E	kg	60	36	1 B×D
		尾	1,000	600	20
年間総漁獲量	F	kg	108,000	126,000	3,600 C×D
河川合計	G	kg		237,600	
漁獲されるアユの平均体重	H	g	60	60	60
年間総漁獲尾数	I	尾	1,800,000	2,100,000	60,000 F/H
河川合計		尾		3,960,000	
適正収容量(標準)	J	尾		7,980,617	平均体重60g
適正収容量に対する割合		%		49.6	I/J×100

付表2-4(1). 適正収容量（標準）の再生産に関する試算；全域に天然アユの遡上があると仮定した場合（河川のキャパシティが最大限に利用できると仮定した場合の試算）

項目	計算値	単位	根拠・計算式
高津川のアユ漁場面積	A	4,160,269	m <sup>2</sup> 2008年実測値
適正収容量(標準)	B	7,980,617	尾 A×1.92尾/m <sup>2</sup>
遡上から解禁までの生残率	C	60	% 90年頃の放流魚の歩留まり
適正収容量を達成するために必要な遡上量	D	13,301,029	尾 B/C×100
回帰率(遡上量/前年流下量)	E	0.10	% 原田(2006)から低い値を採用
必要流下量	F	13,301,028,527	尾 D/E×100
卵のふ化率	G	60	% 内田(2006)より
必要卵数	H	22,168,380,878	粒 F/G×100
×1gあたり抱卵数	I	800	粒 内田ほか(2006)より
産卵期必要なメスの総重量	J	27,710,476	g H/I
産卵期のメスの平均体重	K	60	g
産卵期に必要なメスの個体数	L	461,841	尾 J/K
産卵期に必要なアユの個体数	M	923,683	尾 L×2(雌雄比は1:1)
解禁から産卵期までの生残率		12	% M/B×100

付表2-4(2). 適正収容量（標準）の再生産に関する試算；天然遡上範囲を限定した場合（河川のキャパシティが最大限に利用できると仮定した場合の試算）

項目	計算値	単位	根拠・計算式
高津川のアユ漁場面積(遡上範囲限定)	A	2,728,029	m <sup>2</sup> 天然アユの遡上範囲(2008年実測値)
適正収容量(標準)	B	5,240,000	尾 A×1.92尾/m <sup>2</sup>
遡上から解禁までの生残率	C	60	% 90年頃の放流魚の歩留まり
適正収容量を達成するために必要な遡上量	D	8,733,333	尾 B/C×100
回帰率(遡上量/前年流下量)	E	0	% 原田(2006)から低い値を採用
必要流下量	F	8,733,333,333	尾 D/E×100
卵のふ化率	G	60	% 内田(2006)より
必要卵数	H	14,555,555,556	粒 F/G×100
×1gあたり抱卵数	I	800	粒 内田ほか(2006)より
産卵期必要なメスの総重量	J	18,194,444	g H/I
産卵期のメスの平均体重	K	60	g
産卵期に必要なメスの個体数	L	303,241	尾 J/K
産卵期に必要なアユの個体数	M	606,481	尾 L×2(雌雄比は1:1)
解禁から産卵期までの生残率		12	% M/B×100

## 沿岸イワシ類資源有効利用調査

佐々木正<sup>1</sup>・村山達朗<sup>2</sup>・福井克也<sup>2</sup>

### Experiment of sufficient use of coastal anchovy juveniles resource in the coastal waters off Shimane Prefecture

Tadashi SASAKI, Tatsuro MURAYAMA and Katsuya FUKUI

キーワード：イワシ，船曳網漁業，有効利用

#### は じ め に

平成15年度に行った沿岸漁業実態調査<sup>1)</sup>の結果から、本県沿岸漁業の複合経営を進めるには、冬から春に操業可能な漁法の導入とイワシ類の資源動向の把握が必要であることが示唆された。そこで、知事許可漁業として、イワシ類幼魚（以下「シラス」と称す）を対象としたすくい網漁業や船曳網漁業がありながら近年ほとんど操業実績のない石見海域でのシラスを対象とした漁業再構築の可能性を探るため、シラスの分布調査および小型船でも操業可能な船曳網漁法の開発を行うことを目的とした調査を実施した。本報告は、平成17~19年度にかけて実施した調査で得られた知見をとりまとめたものである。

#### 調査方法

島根県内で操業されているイワシ類を対象とした船曳網（以下「シラス船曳網」とする）の実態について漁業者への聞き取り調査を実施した。また、漁具の水中における挙動を把握するためにStar-Oddi社製の小型水深計を用いて網口の高さを測定した。前述の実態調査結果を基に美保関および益田地区の漁具をモデルに1そう曳き、2そう曳きの試験操業用の漁具を作製した。漁具の作製にあたり1そう曳き漁具については大高魚網（有）に、2そう曳き漁具につ

いては広島魚網（株）に作製を依頼した。

平成18年度に、現在同漁法が行われていない江川河口周辺において試験漁具（1そう曳き漁具）を用いてシラスの分布調査を実施した。調査場所は事前の魚群探知機による調査でシラスの魚群の反応が多く見られた江津港の東側2~5kmの水深12~13mの海域とした。1回当りの操業時間は15~30分程度とし、使用漁船は地元の定置網漁業の漁船を借り上げた。

平成19年度に、シラスの分布量と季節変化を把握するために、江川河口周辺において調査定線を設け、試験船「明風」により魚群探知機を用いて調査を実施した。シラスとその他の魚種の魚群の反応の区別は高周波および低周波における反応の違いにより判断した。

#### 結果および考察

平成19年度現在、島根県内において操業されているシラス船曳網漁業は、1そう曳き漁法が2ヶ所（松江市美保関地区）、2そう曳き漁法が5ヶ所（松江市美保関地区1ヶ所、益田市益田地区4ヶ所）である。それぞれの漁法の概要および操業方法について表1、2に、1そう曳き漁法の漁具の投入および回収方法について図1に示した。また、網口の水深について漁具の投入後から回収までの変化を図2に示した。1そう曳き漁法の網口の高さは、曳網開始後3~9m（漁

<sup>1</sup> 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

<sup>2</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

場水深は14m) の範囲で変化したのに対し、2そう曳き漁法の網口の高さは、曳網開始後7~8mの高さ(漁場水深は9~19m)で一定であった。

作製した試験漁具の概要について表2~9、図3~8に示した。

江川河口周辺において実施した試験操業結果を表10に示した。1操業当たりの採集量は44kgであり、これは通常の同漁具の漁獲量と比較すると少ない量であった。採集量が少なかった理由としては、使用した漁船の装備の関係で1そう曳きの漁具を2そうで曳いたこと、操業ごとに魚群の反応を確認しなかったこと、および天候不良により試験の開始時期が通常の漁期より遅れたことなどが影響したものと考えられた。一方、平成19年度に江川河口周辺において実施したシラスの魚群探索調査結果(図9)では、シ

ラス魚群の密度は4月と11月に高まる傾向を示した。

これらの調査から、江川河口周辺海域ではシラス資源が春季および秋季に利用できる可能性が示唆された。

## おわりに

試験操業調査にご協力いただいた真和漁業生産組合の乗組員の皆様に深謝する。また、魚群探索調査にご尽力頂いた試験船「明風」の職員一同に感謝する。

## 参考文献

- 1) 沖野 晃・若林英人・村山達朗(2004)沿岸漁業の複合経営に関する研究.平成15年度島根県水産試験場事業報告, 16.

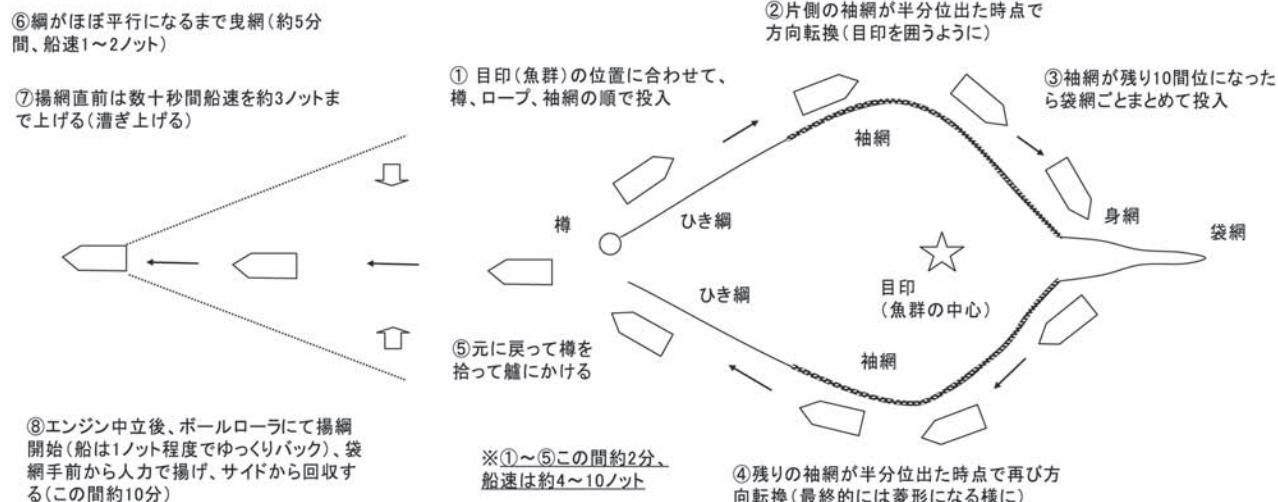


図1. シラス船曳網漁業(1そう曳き)の漁具の投入および回収手順

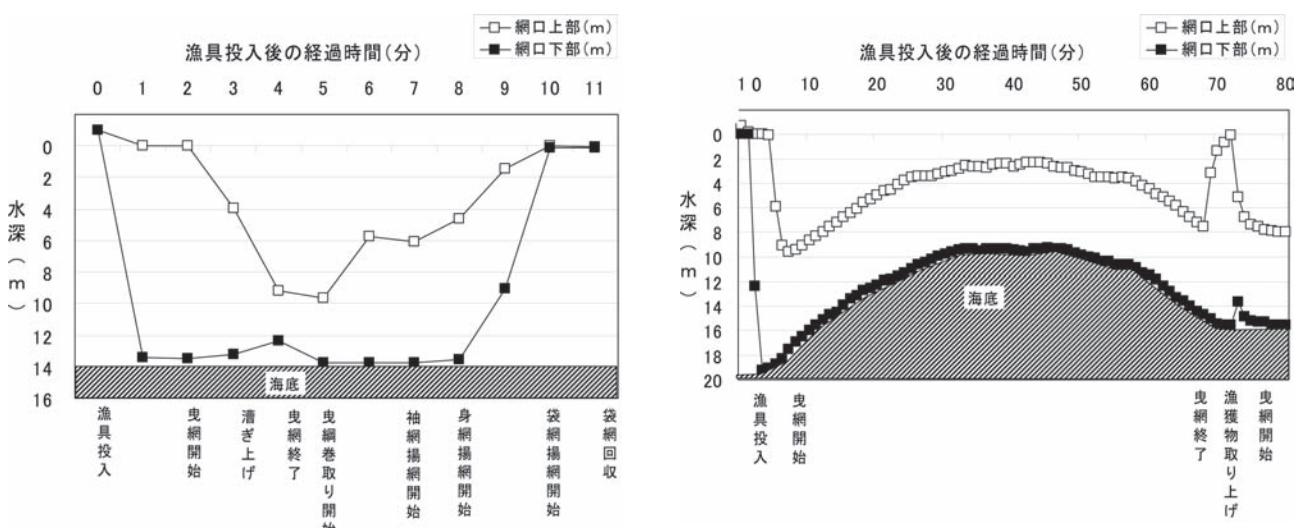


図2. シラス船びき網漁業における網口水深の動向(上:1艘びき漁法, 下:2艘びき漁法)

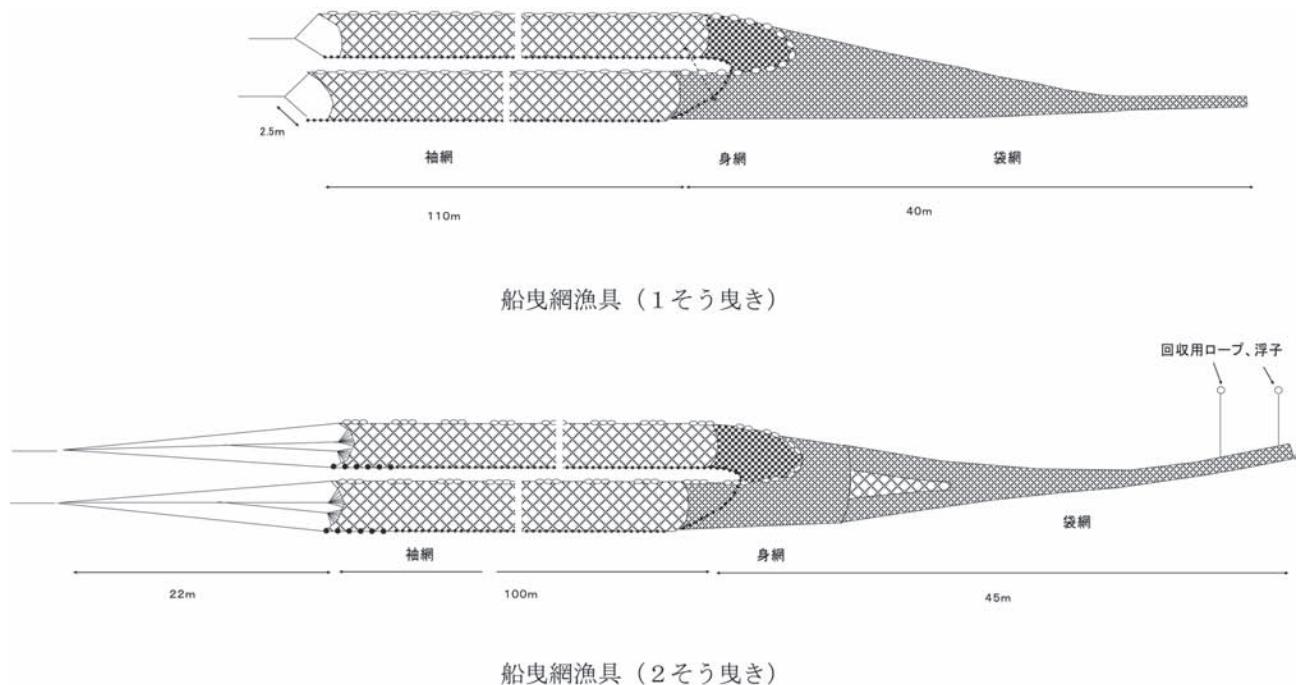


図3. シラス船曳き網漁業漁具の見取図

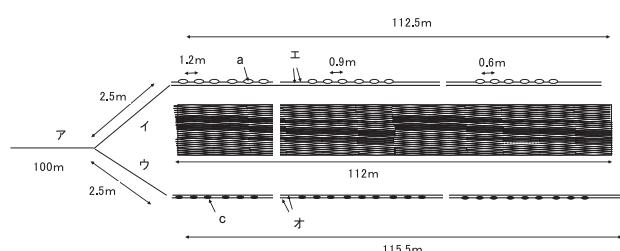


図4. 1 そう曳き漁具の袖網の網地配置図

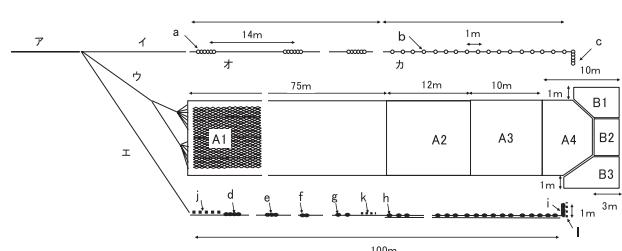


図7. 2 そう曳き漁具の袖網、身網の網地配置図

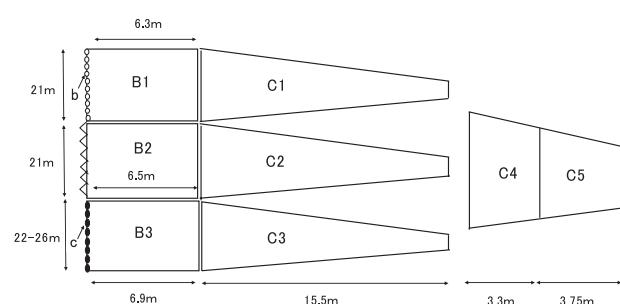


図5. 1 そう曳き漁具の身網～袋網の網地配置図

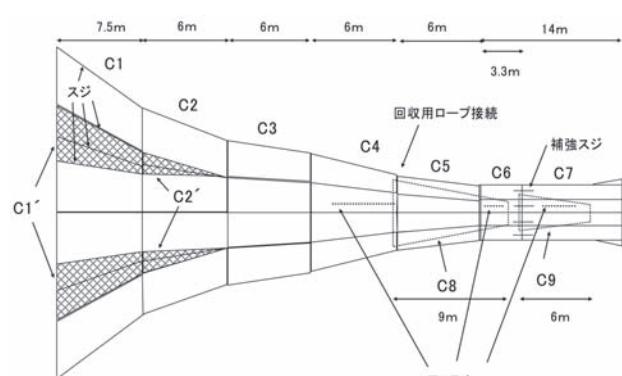


図8. 2 そう曳き漁具の袋網の網地配置図

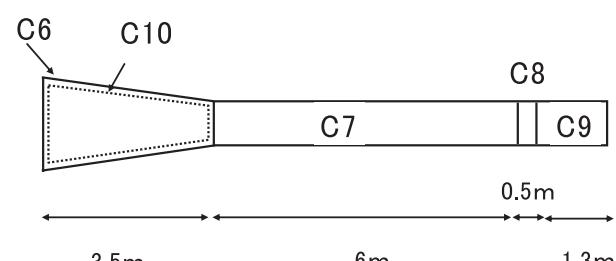


図6. 1 そう曳き漁具の袋網の網地配置図

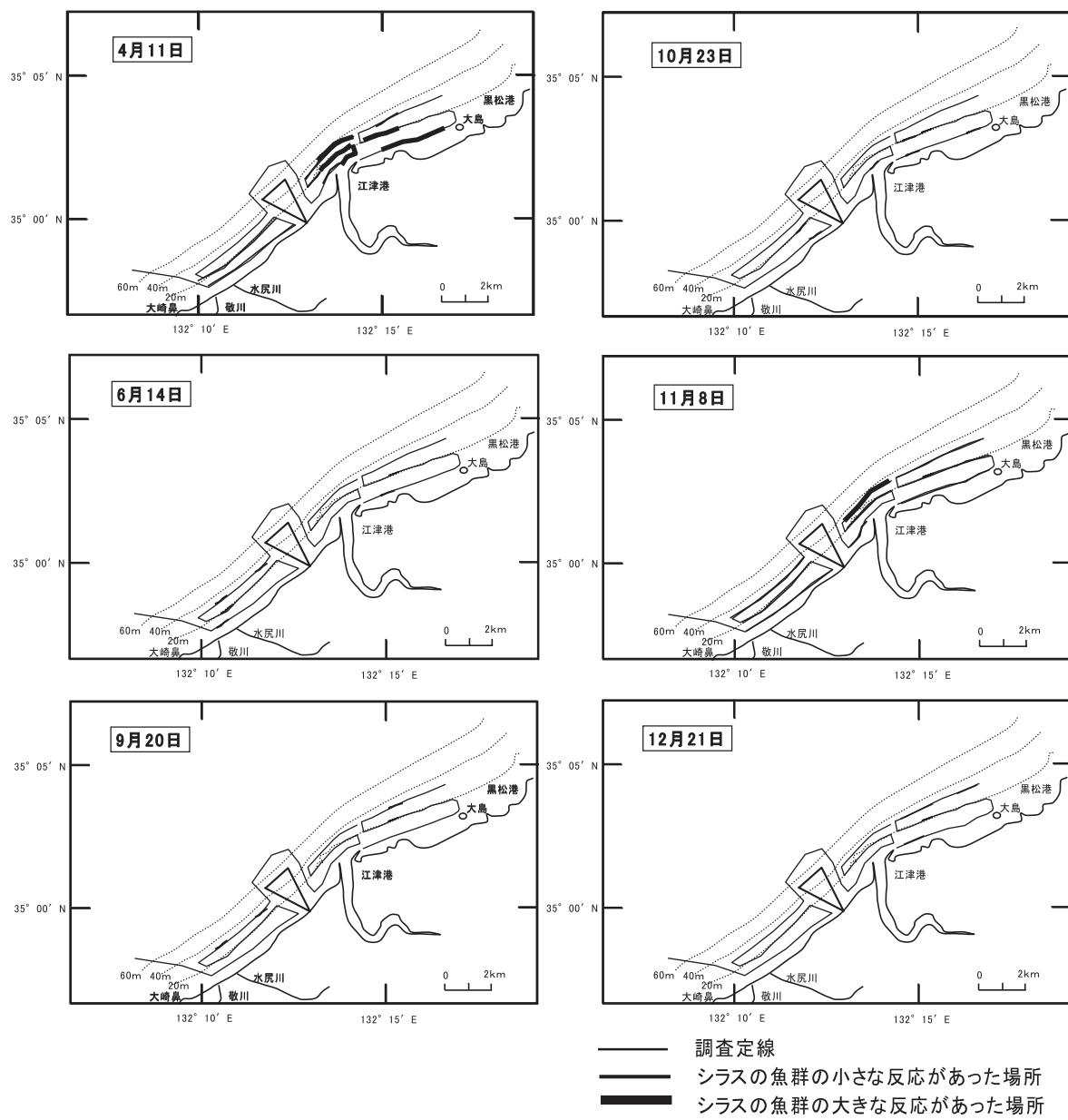


図9. 試験船「明風」によるシラスの魚群探索調査結果（2007年）

表1. 島根県で操業されているシラス船曳網漁業の概要

項目	1そう曳き	2そう曳き
所属港	松江市美保関町福浦漁港	益田市高津町益田港
漁船の規模、隻数	曳船1隻(5トン未満)	曳船2隻(5トン未満) 探索船1隻(5トン未満) 運搬船1隻(5トン未満)
乗組員数	2~3名	8~10名(曳船、探索船各1名、運搬船6名)
漁期	11月~翌3月(盛期は11月)	9月後半~12月(盛期は10~11月)
年間操業日数	約50日	約50日
漁場	境港地先~美保湾	高津川、益田川河口周辺沖合
操業水深	3~30m	10~20m
底質	砂地	砂地
漁獲物	カタクチイワシ(シラス、カエリ銘柄) 混獲物としてマアジ等	カタクチイワシ(シラス、カエリ銘柄)
漁労機器、装備	2周波式魚群探知機(魚群探索用) 油圧式ボールローラー2台	2周波式魚群探知機(魚群探索用) 油圧式ドラムローラー1台(曳船1隻に装備)

表2. 島根県で操業されているシラス船曳網漁業の操業方法

項目	1そう曳き	2そう曳き
操業時間	日の出とともに出港、15時頃帰港	日の出とともに出港、12時頃帰港
1操業当たり時間	約15分	約60分
1日当たり操業回数	15~20回	4~6回
漁具の投入	魚群の反応の濃い場所に目印(木片)を投入→目印の位置を確認しながら樽浮子、曳綱、袖綱の順で投入→袖綱を半分投入したところで方向転換→袋綱の投入→もう一方の袖綱を半分投入した時点で再び方向転換→元の場所に戻って樽浮子を回収→曳綱開始(図〇参照)	魚群の反応の濃い場所に漁具を投入→片方の船に曳綱を渡す→曳綱の角度が約60°を保つ様に船間を調整しながら岸と平行方向に2そうで曳く
曳綱時間	約5分	30分~60分
曳綱速度	1.5ノット→3ノット(最後の漕ぎ上げ時)	1ノット以下(人が歩く速度よりも遅く)
漁獲物の取り込み	ボールローラーにて袖綱、袋綱の順に巻き取り、最後に袋綱を船のサイドから吊り上げて取り込む	運搬船により袋綱とロープでつながっている浮子玉を回収し、袋綱を運搬船のサイドに手繰り寄せた後に固定し、タモ綱を使用して取り込む
漁具の回収	ボールローラーによる巻き取り(操業ごとに)	油圧式ドラムローラーによる巻き取り(最後の操業時のみ)

表3. 1そう曳き漁具の綱部の概要

名称	部位	符号	材質	太さ(mm)	長さ	数量	備考
曳綱		ア	テトロンクロス(鉛入り)	28	100~150m	左右各1本	
手元綱	上	イ	テトロンクロス	28	2.5	"	
"	下	ウ	"	28	2.5	"	
浮子綱	エ	ダンライン		12	112.5	左右各2本	
沈子綱	オ	"		15	115.5	"	

表4. 1そう曳き漁具の浮子、沈子類の概要

名称	部位	符号	規格	浮力、重量/個	個数	数量	備考
浮子	浮子綱部	a		250g	130個	左右各1セット	取付間隔60(身側)~120cm(袖側)
"	身綱部	b		600g	10個		
沈子	沈子綱部	c	鉛80匁	117kg	390個	左右各1セット	取付間隔85cm

表5. 1そう曳き漁具の綱部(袖綱、身綱)の概要

名称	部位	符号	材質	太さ(径・mm)	目合(cm)	目数(縦×横)	長さ(m)	枚数	備考
袖綱		A1	ポリエチレン	3	120	25×112	112	左右各1	
身綱	上	B1	クレモナ	1	6		6.3×21	1	
	脇	B2	"	1	6		6.45×21	左右各1	
	下	B3	"	1	21		6.87×22	1	

表6. 1そう曳き漁具の綱部(袋綱)の概要

名称	符号	材質	太さ(径・mm)	目合	目数、反数	長さ(m)	枚数	備考
袋綱	C1	ラッセル	45本	6mm	13枚(1300目)→3枚(300目)	15.5	1	スジ無し
	C2	"	45本	6mm	14枚(1300目)→4枚(400目)	15.5	左右各1	"
	C3	"	45本	6mm	13枚(1300目)→3枚(300目)	15.5	1	"
	C4	"	45本	6mm	24枚(2400目)→20枚(2000目)	3.3	1	"
	C5	"	45本	6mm	20枚(2000目)→12枚(1200目)	3.75	1	"
	C6	ナイロンモジ網	280径(オーブニング1.8mm)	8反(4m)→4反(2m)	3.5	1		内側にクラゲ抜き
	C7	"	280径(オーブニング1.8mm)	4反(2m)	6	1		ファスナー付き
	C8	"	280径(オーブニング1.8mm)	4反(2m)	0.5	1		吊りロープ接続
	C9	"	280径(オーブニング1.8mm)	4反(2m)	1.3	1		ファスナー付き
クラゲ抜き	C10	"	40径(オーブニング1.3mm)		3.5	1	"	

表7. 2そう曳き漁具の綱部の概要

名称	部位	符号	材質	太さ(mm)	長さ	数量	備考
曳綱		ア	テトロンクロス	24	100~150m	左右各1本	
手元綱	上	イ	マックスキングクロス	22	21	"	
"	中	ウ	"	22	21	"	
"	下	エ	"	27	22	"	
浮子綱	前半	オ	"	22	75	"	
"	後半	カ	"	18	26	左右各2本	
沈子綱	前半	キ	"	27	75	左右各1本	
"	後半	ク	"	18	26	左右各2本	

表 8. 2 そう曳き漁具の浮子、沈子類の概要

名称	部位	符号	規格	浮力、重量/個	個数	数量	備考
浮子	浮子綱前半(0→75m)	a	HG-850	850g	30個(6個×5箇所)	左右各1セット	取付間隔14m
"	浮子綱後半(75→10m)	b	F-4	650g	31個	"	取付間隔0.9m
"	身綱部	c	HG-850	850g	5個	"	取付間隔0.1m
沈子	沈子綱(0→15m)	d	鉛20匁	75g	20個(4個×5箇所)	"	取付間隔2.6m
"	沈子綱(15→30m)	e	"	75g	15個(3個×5箇所)	"	取付間隔2.7m
"	沈子綱(30→60m)	f	"	75g	18個(2個×9箇所)	"	取付間隔2.8m
"	沈子綱(60→74m)	g	"	75g	5個(1個×5箇所)	"	取付間隔2.9m
"	沈子綱(74→101m)	h	"	75g	30個(1個×30箇所)	"	取付間隔1.0m
"	身綱部	i	樹脂被服鉛		6個	"	取付間隔0.15m
チエーン	沈子綱(0→4.4m)	j	ステンレス	60kg	1連	"	4.4m
"	沈子綱(71→72m)	k	"	5kg	1連	"	1m
"	身綱部	l	"	5kg	1連	"	0.9m

表 9. 2 そう曳き漁具の綱部(袖綱、身綱)の概要

名称	部位	符号	材質	太さ(径・mm)	目合(cm)	目数(縦×横)	長さ(m)	枚数	備考
袖綱		A1	ポリテロントワイン	3.2	300	23×24	75	左右各1	網75m→ロープ75m
		A2	"	2.9	150~130	40×9	12	"	網12m→ロープ11m
		A3	"	2.5	120	60×10	10	"	網12m→ロープ9m
		A4	"	2.2	42	120×21	10	"	網9m→ロープ7.5m
身綱	上	B1	ポリテロントワイン	2.2	35	25~45×6~20	9	左右各1	
	脇	B2	"	2.2	35	76~87×6	3	"	
	下	B3	"	2.5	35	25~51×6~25	10	"	

表 10. 2 そう曳き漁具の綱部(袋綱)の概要

名称	符号	材質	太さ(径・mm)	目合	目数、反数	長さ(m)	枚数	備考
袋綱	C1	ナイロンモジ網	64本	105目(オーブニング4mm)	32反→28反	7.5	1	スジ(ナイロン径5mm)あり
	C1'	ナイロン	0.8mm	5節	6.4m(190目)→1.2m(38目)	7.5	2	"
	C2	ナイロンモジ網	44本	140目(オーブニング3mm)	28反→24反	6	1	"
	C2'	ナイロン	0.8mm	5節	1.2m(38目)→0m	6	2	"
	C3	クレモナモジ網	44本	180目(オーブニング2mm)	24反→16反	6	1	"
	C4	"	44本	220目(オーブニング1.7mm)	16反→12反	6	1	"
	C5	"	44本	220目(オーブニング1.7mm)	12反→8反	6	1	"
クラゲ抜き	C6	"	44本	220目(オーブニング1.7mm)	8反	3.3	1	"
	C7	"	44本	220目(オーブニング1.7mm)	8反→10反	10.5	1	ファスナー接続、スジあり
	C8	ナイロン無結節網	1.7mm	5節	6m→3m	9	1	"
カエリ濾し	C9	ナイロンモジ網	64本	105目(オーブニング4mm)	8反→6反	6	1	"

表 11. シラス船曳網試験操業結果(2006年 江川河口周辺)

操業年月日	採集量(kg)	操業回数(回/日)	採集数量(kg/回)
2006/11/21	7	2	4
2006/11/26	77	2	39
2006/12/5	88	2	44
2006/12/6	500	6	83
2006/12/12	68	4	17
2006/12/13	42	2	21
2006/12/19	100	3	33
2006/12/20	115	2	58
2006/12/26	280	4	70
2007/1/15	30	3	10
計	1,307	30	
平均	131	3	44

## 中海におけるサルボウガイの桁曳き網調査

道根淳<sup>1</sup>・原修一<sup>2</sup>・木村秀<sup>1</sup>・青山喜久雄<sup>3</sup>

### Investigation by dredge net of Ark Shell, *Scapharca subcrenata*, in Lake Nakumi

Atsushi MICHINE, Syuuichi HARA, Minoru KIMURA and Kikuo AOYAMA

キーワード：サルボウガイ，中海

#### は じ め に

かつて中海においてサルボウガイは重要貝類であり、漁獲ならびに養殖が盛んに行われていた。漁獲統計<sup>1)</sup>が残っている1950年以降の漁獲量を見ると、1970年にかけて200トン～1,600トンの漁獲があった。また、この頃は養殖用稚貝の天然採苗も盛んに行われており、岡山県、佐賀県、広島県などへ多く出荷していた。しかし、その後、水質、底質の悪化、さらには中海・宍道湖干拓淡水化事業に伴う堤防建設等の影響によりサルボウガイの漁獲は激減し、1977年を最後に統計上漁獲がなくなった。

ところが近年、一部水域において漁業者の操業する刺網の網糸や延繩の網などを噛んだ（挟んだ）状態で採集されるという情報があり、サルボウガイの資源に回復の兆しが見られる。そこで、本種の分布状況を把握するために中海漁業協同組合との共同調査として、桁曳き網調査を行った。本報告は、この調査で得られた本種の分布状況を取りまとめたものである。

#### 調査方法

本調査は中海漁業協同組合所属昌次丸（0.99トン）により、松江市八束町の大根島東側で行った（図1）。使用した漁具は、かつてサルボウガイ用として使用

していた貝桁網（図2）である。調査は2006年11月21日に実施し、調査ラインを10ライン設け、各調査ラインとも1回操業を行った。調査ライン①～⑨は南北方向に、⑩は東西方向に曳網し、各調査ラインとも曳網距離200mを目安に操業を行った。なお、曳網距離は曳網開始点と終了点の緯度、経度をGPSで記録し、国土地理院ホームページ地図閲覧サービスにより2点間の距離を求めた。また、曳網面積は算出した曳網距離に貝桁網の網口幅112cmを乗じて求めた。採集した試料は各調査ラインごとに採集個数の計数と殻長測定を行った。

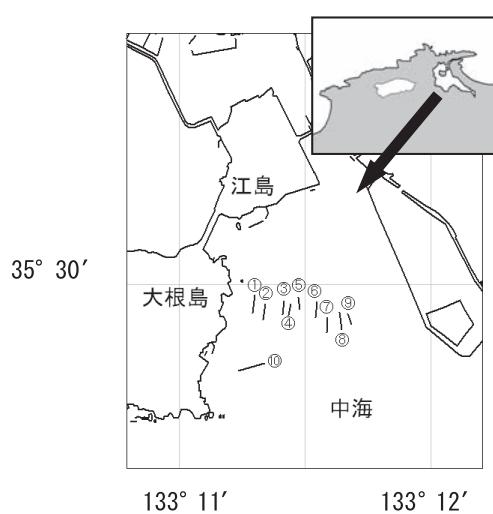


図1. 調査海域および調査ライン

<sup>1</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

<sup>2</sup> 現：島根県隠岐支庁水産局 Oki regional office of Fisheries Affairs, Saigo, Okinoshima 698-8601 Japan

<sup>3</sup> 内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

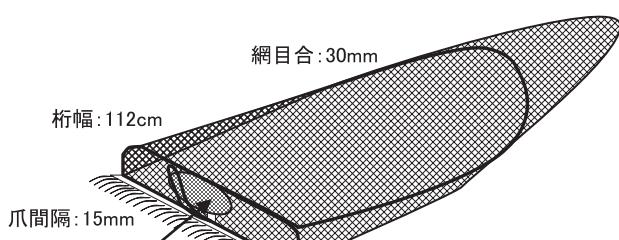


図2. 使用した貝桁網

## 結 果

サルボウガイの採集個数と生息密度 表1に採集個数、生息密度ならびに曳網距離、曳網面積を示した。

採集物を見ると、生貝だけでなく、多くの空貝も混ざっていた(図3)。この空貝は、殻の状態から判断して、死後あまり時間が経っていないものと考えられた。

表1. 調査ラインの採集個数ならびに曳網時間、曳網距離

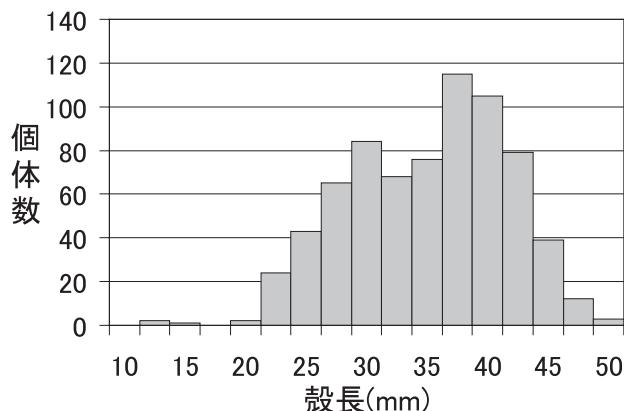
ライン No.	採集 個数	生息密度		曳網距離 (m)	曳網面積 (m <sup>2</sup> )
		100m当たり	1m <sup>2</sup> 当たり		
①	43	19.8	0.17	217	250
②	63	33.7	0.29	187	215
③	69	42.1	0.37	164	189
④	92	68.7	0.60	134	154
⑤	140	95.2	0.83	147	169
⑥	83	44.6	0.39	186	214
⑦	59	33.5	0.29	176	202
⑧	90	42.7	0.37	211	243
⑨	3	2.3	0.02	130	150
⑩	76	30.0	0.20	311	381



図3. 貝桁網での採集物

今回の調査では計718個のサルボウガイ(生貝)が採集され、各調査ラインの採集数は3~140個であった。最も多く採集されたのがライン⑤で140個、一方、最も少なかったのがライン⑨で3個であった。各調査ラインの生息密度は、100m曳網当たりでは2.3~95.2個、1m<sup>2</sup>当たりでは0.02~0.83個であり、ライン④、⑤周辺に多く分布し、この2ラインを中心に

東西に向け少なくなる傾向がうかがえた。特にライン⑨は船舶航路確保のため、掘り下げられた場所もあり、採集数が少なかったのは、他の調査ラインよりも水深が深くなっていることが影響している可能性があると考えられた。



殻長組成 図4に全採集物による殻長組成を、図5に各調査ラインの殻長組成を示した。今回採集された試料は殻長10~48.5mmであり、各調査ラインとも殻長25mm以上のものが多く採集された。そして、殻長30~32.5mmと殻長37.5~42.5mmを中心とする2つのモードが見られた。日下部<sup>2)</sup>によると、中海におけるサルボウガイの成長は満1年で殻長23mm、満2年で殻長37mm、満3年で殻長46mmと成長することから、採集された個体は1歳貝、2歳貝が主体であったと推定される。また採集数は僅かではあるが殻長12.5~17.5mmのものが採集された。これは当歳貝と考えられ、今回使用した漁具の網目合が30mmであったため、曳網中および取り上げ前の洗浄中に多くは抜け落ち、その残った一部と考えられた。

本種は満2年で親貝になる<sup>2)</sup>ことから、今回試験操業を行った水域には母貝集団、そして当歳貝の存在が確認され、この調査海域は中海における生息場所の一つであることが明らかとなった。

謝辞 本調査に対し御協力頂きました中海漁業協同組合の安部昌次氏、石倉正夫氏、松本正行氏には厚く御礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) 中国四国農政局松江統計・情報センター編：島根農林水産統計年報。島根農林統計協会。
- 2) 日下部台次郎 (1954) モガイとその養殖。水産増殖叢書, No. 6, 75pp.

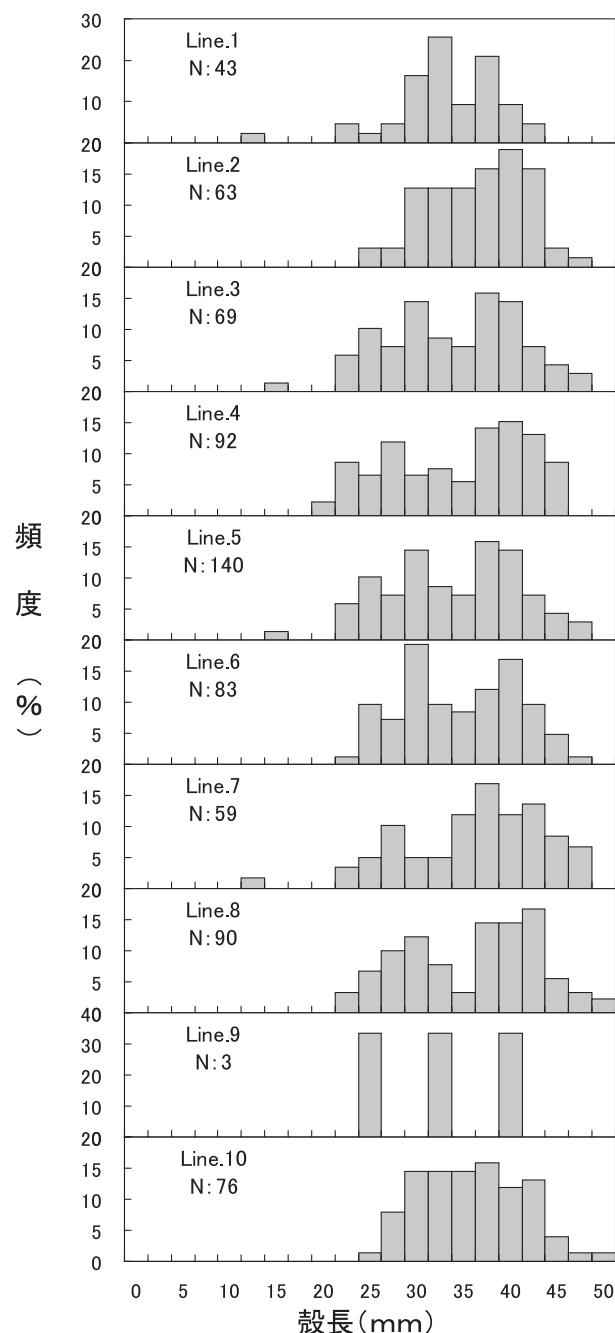


図5. 各調査ラインの殻長組成



## 島根県沿岸域におけるクジラ類の目視情報 – 2005年～2007年の事例 –

中村初男<sup>1</sup>

**Sighting records of whales in the coastal waters off Shimane  
– a case in 2005 to 2007 –**

**Hatsuo NAKAMURA**

キーワード：クジラ類、島根県沿岸域、目視

### はじめに

筆者は島根県農林水産部水産課所属の漁業取締船「せいふう」に乗船中、監視業務のなかでしばしばクジラ類を目撃する機会を得た。クジラ類が海岸に漂着したり、河口や湾口等に迷いこんだりする現象はマスコミに取り上げられてよく耳にするが、海洋を遊泳している情報はきわめて少ないようと思える。そういうことから、これまでに得られた事例を記録・整理して報告することにした。

### 目視状況

2005年～2007年に「せいふう」の巡航航海中にクジラ類と視認した結果を付表に示した。クジラ類は呼吸のため水面に浮上するが、その時間は一瞬であり、大きさや種類を特定することはできなかった。ただ、水面上に露出した背中の一部からそれらがクジラ類であることは疑う余地がない。16事例のうち5月下旬～9月上旬までの夏季の事例がほとんどを占めている。これはこの時期は海況が穏やかで目視し易いこと及び「せいふう」の行動範囲が大きく稼動日数も多いためであろう。

視認位置とクジラ類の遊泳方向を図に示した。航海の範囲内では特に分布が集中しているような海域は認められなかった。遊泳方向は西向きが2例、南西向きと北西向きがそれぞれ1例、北向きが2例、東

向きが1例で、西寄りへの移動がやや強い傾向にある。

### おわりに

筆者は1992年4月に「せいふう」に船長として赴任したが、2004年まではクジラ類の目認は年に1～2回程度であったようだ。2005年になって視認する機会が増加し、そのことが今回の記録を始めた動機付けになっている。

日本周辺海域のクジラ類が近年増加しているという報告もあり、実際に日本海南西部沿岸海域周辺においてもこれまでになかったクジラ類と高速艇との接触事故も起こっている<sup>1~3)</sup>。これらのことや「せいふう」の乗船中に実感したことも含め、島根沿岸域におけるクジラ類の来遊量は増加傾向にあることが伺える。

### 参考文献

- 1) 2005年6月27日付け山陰中央新報.
- 2) 2006年4月11日付け山陰中央新報.
- 3) 2006年4月11日付け朝日新聞.

<sup>1</sup> 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

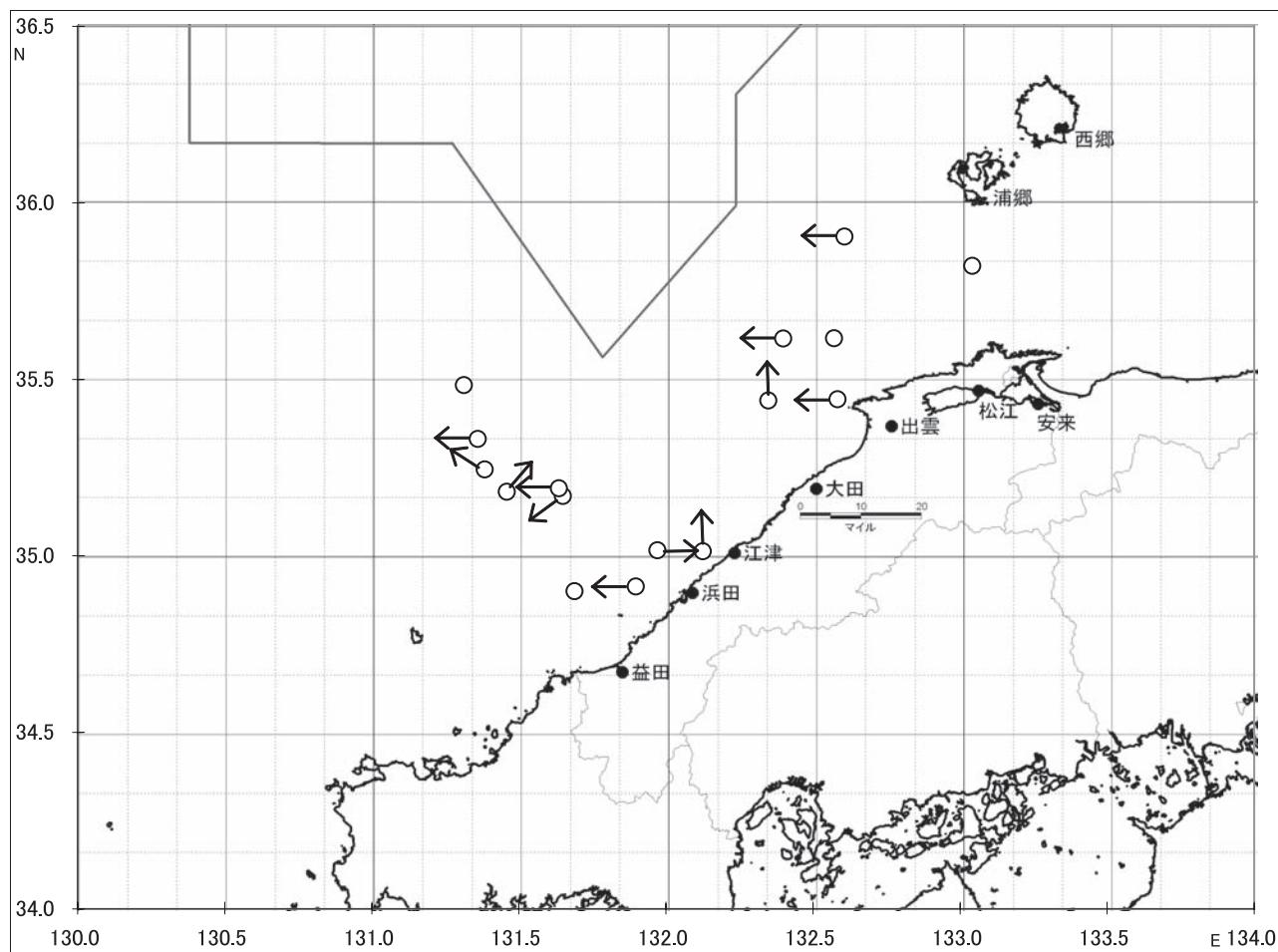


図. クジラ類の目視位置（白丸）と遊泳方向（矢印は遊泳していく方向を示す）

付表. クジラ類の観認事例一覧

	期日	緯度	経度	頭数	遊泳方向	備考
1*	2005/7/29	35° 37.00'	132° 34.30'	2	-	
2	2005/7/30	35° 29.00'	131° 18.80'	1	-	
3	2006/5/24	35° 10.16'	131° 39.02'	1	南西	
4	2006/5/24	35° 14.68'	131° 23.05'	2	北西	
5	2006/5/24	35° 10.87'	131° 27.57'	1	北東	
6	2006/5/29	35° 00.78'	132° 07.52'	1	北	
7	2006/6/6	35° 11.50'	131° 38.20'	1	北西	
8	2006/6/14	35° 19.88'	131° 21.64'	1	西	
9	2006/7/7	35° 36.95'	132° 23.95'	1	西	
10	2006/8/10	35° 00.94'	131° 58.29'	1	東	
11	2007/6/28	35° 49.30'	133° 2.50'	2	-	
12	2007/7/24	35° 26.40'	132° 20.90'	1	北	
13	2007/8/21	34° 54.00'	131° 41.40'	1	-	ジャンプ
14	2007/9/4	34° 54.80'	131° 53.90'	1	西	ジャンプ
15	2007/10/4	35° 26.63'	132° 35.04'	1	西	噴気、小型個体
16	2007/11/14	35° 54.25'	132° 36.44'	1	西	

\*: 2005年はこれ以前にもかなり目撃した。



編集委員長  
重本吉徳

編集委員  
由木雄一・村山達朗・加茂 司・後藤悦郎

---

島根県水産技術センター研究報告 第2号  
2009年（平成21年）3月発行  
●編集・発行  
島根県水産技術センター研究報告編集委員会  
〒697-0051 浜田市瀬戸ヶ島町25-1  
TEL 0855-22-1720 FAX 0855-23-2079  
●印刷  
柏村印刷株式会社  
〒697-0034 島根県浜田市相生町3889  
TEL 0855-23-2040 FAX 0855-22-3274

---