

REPORT
OF
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION
No.11

島根県水産試験場
研究報告
第11号

島根県水産試験場

浜田市瀬戸ヶ島町

平成 15 年 12 月

Shimane Prefectural

Fisheries Experimental Station

Hamada, Shimane, 697-0051, Japan

REPORT
OF
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION
No.11

CONTENTS

The Ecology of Hagfish <i>Eptatretus burgeri</i> and the Fisheries Actual Condition in the Japan Sea off Shimane Prefecture	Yuichi Yuuki, Kenji Ishida and Shigeru Yasugi	1
Distinguish of Pelagic Fish Stock by use of Quantitative Echo Sounder and Midwater Trawl	Shigeru Yasugi	7
Settlement Process and Mortality at Early Stage of Top Shell, <i>Turbo (Batillus) cornutus</i> , at the Eastern Coastal Waters in Shimane Prefecture	Tadashi Sasaki	15
Early Growth and Change of Population Density of 0-1 Age Top Shell, <i>Turbo (Batillus) cornutus</i> , at the Eastern Coastal Waters, Shimane Prefecture	Tadashi Sasaki	23

島根県水産試験場研究報告

第11号

2003年12月

目次

島根県海域におけるヌタウナギの生態と漁業実態	由木雄一・石田健次・安木 茂	1
計量魚探と中層トロール網を用いた浮魚類の魚種判別方法	安木 茂	7
島根県東部沿岸サザエの着底過程と初期減耗	佐々木 正	15
島根県東部沿岸のサザエ0~1歳貝の初期成長と密度変化	佐々木 正	23

島根県海域におけるヌタウナギの生態と漁業実態

由木雄一・石田健次¹・安木 茂

The Ecology of Hagfish *Eptatretus burgeri* and the Fisheries Actual Condition in the Japan Sea off Shimane Prefecture

Yuichi Yuuki, Kenji Ishida¹ and Shigeru Yasugi

Abstract: In order to know the effective use of the resources of Hagfish in the waters off Shimane prefecture, investigations about the ecology of this fish and the fisheries actual condition were conducted. Thereby, it was able to clarify about the details of the fishing, the trend of the fish catch, the fisheries actual condition, and some ecology of Hagfish in Shimane prefecture. Consequently, the rapid increase in the amount of fish catch and catch efforts accompanying the increase in a fish boat of Hagfish in recent years, and change of fishing method were pointed out as problem. And it was indicated that increase in the number of fish boat more than the present should be avoided. Moreover, in order to perform proper management of resources of Hagfish, we proposed also about the necessity for monitoring investigation and improvement of fishing gear.

キーワード：ヌタウナギ，筒漁業，島根県海域

島根県でアナゴ筒漁業が開始されたのは 1983 年で、ヌタウナギは当時マアナゴと混獲され、海上投棄されていた。1987 年、益田市漁協でヌタウナギを対象とした筒漁業が開始され、県西部の石見海域を中心にヌタウナギの筒漁業が徐々に広まった。その後、着業者数が増加し、ヌタウナギの漁獲量が急激に増加したため、漁業者の間で本種の資源水準に対して不安が生じ、島根県に対して本種の生態解明の要望が行われた。これを受け、水産試験場では資源の有効利用を目的として、本種の生態と漁業実態に関する調査を実施した。

調 査 方 法

ヌタウナギ漁業の歴史、操業実態、本種の資源および生態を明らかにするため、次の 4 項目の調査を実施した。

試験操業 2000 年 4 月から 12 月の間に、浜田市沖から温泉津町沖にかけての水深 70~130 m において、試験船「島根丸」および「明風」により、延べ 9 回の筒による試験操業を行った(図 1)。筒は韓国製のヌタウナギ用の筒と、日本製のアナゴ用のものを使用した。餌は主に冷凍スルメイカを用いた。漁具の浸漬時間は 19~24 時間で、漁獲物は筒ごとに、魚種別漁獲尾数の計数を行った(表 1)。

生物測定調査 試験操業で漁獲されたヌタウナギを、調査定点ごとに無作為に約 100 尾(100 尾以下の漁獲の場合は全数を用いた)を抽出し生物標本として測定を行った。また、江津漁協に水揚されたヌタウナギを、2001 年 5 月から 11 月の間に 8 月を除く毎月、1 回につき約 50 kg を購入し、そのうち約 100 尾を無作為に抽出し生物標本に供した。測定項目は全長、肛門前長、体重、雌雄、生殖腺重量、卵径、卵数等である。卵は長径が 10 mm 以上のものだけを測

¹ 現所属：島根県内水面水産試験場 Shimane Prefectural Inland Fisheries Experimental Station, Hirata, 691-0076, Japan

表 1. スタウナギ試験操業結果.

調査次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
投筒月日	4月25日	5月11日	5月22日	5月24日	9月19日	9月19日	9月20日	12月14日	12月14日
揚筒月日	4月26日	5月12日	5月23日	5月25日	9月20日	9月20日	9月21日	12月15日	12月15日
調査船	明風	明風	明風	明風	島根丸	島根丸	島根丸	島根丸	島根丸
海域名	浜田沖	浜田沖	浜田沖	浜田沖	温泉津沖	温泉津沖	浜田沖	浜田沖	浜田沖
水深 (m)	116~118	70~72	108~111	121~123	100	129~130	124~125	109~110	123~124
操業位置 緯度	34-56.46 N	34-51.81 N	34-55.52 N	34-58.88 N	35-08.75 N	35-11.71 N	34-59.07 N	34-55.43 N	34-58.97 N
操業位置 経度	131-58.94 E	131-57.82 E	131-58.21 E	131-59.80 E	132-16.31 E	132-14.36 E	131-56.50 E	131-57.94 E	131-57.08 E
表層水温 (°C)	14.8	16.6	17.7	18.1	23.9	23.8	23.5	18.4	18.3
底層水温 (°C)	14.5	15.1	15.9	16.4	19.5	18.0	18.3	18.4	17.8
使用筒の総本数	284	298	297	288	100	100	100	100	99
日本製筒	0	20	20	15	15	15	15	0	0
韓国製筒	284	278	277	273	85	85	85	100	99
使用餌	スルメ・カタケチ	スルメイカ	スルメ・シリヤケ	スルメイカ	スルメイカ	スルメイカ	スルメイカ	スルメイカ	スルメイカ
スタウナギ漁獲尾数	1,912	2,294	1,001	1,510	617	10	947	95	590
漁獲重量 (kg)	169.3	189.8	110.4	88.6	65.2	0.7	79.0	9.0	55.5
CPUE (尾/筒)	6.73	7.70	3.37	5.24	6.17	0.10	9.47	0.95	5.96
CPUE (kg/筒)	0.60	0.64	0.37	0.31	0.65	0.01	0.79	0.09	0.56
全長 (mm)	190~625	238~556	215~525	208~510	210~640	306~410	218~535	203~535	210~584
平均体重 (g/尾)	88.5	82.7	110.3	58.7	105.7	72.1	83.4	94.7	94.1
マアナゴ漁獲尾数	31	12	30	79	13	73	34	13	28
CPUE (尾/筒)	0.11	0.04	0.10	0.27	0.13	0.73	0.34	0.13	0.28

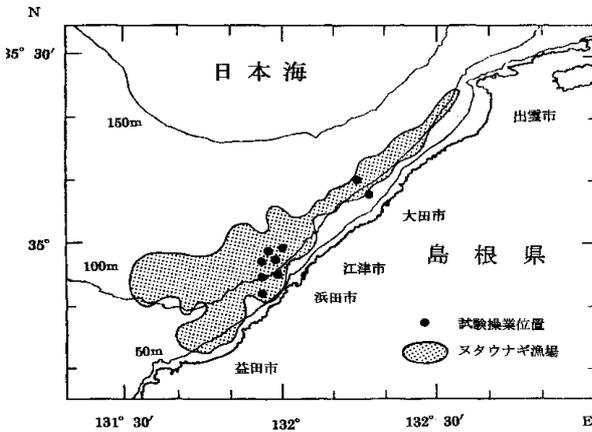


図 1. 試験操業位置とスタウナギの漁場.

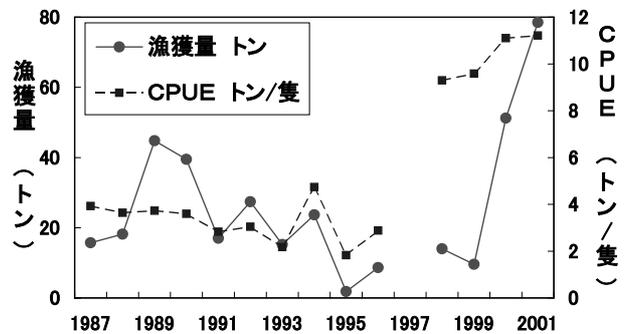


図 2. スタウナギの漁獲量の動向.

定, 計数した. 生殖腺の熟度指数(GSI)は, (生殖腺重量/(体重-生殖腺重量))×100により求めた.

聞き取り・標本船調査 本種を対象とする筒漁業の操業実態(漁具, 漁法, 漁場, 漁獲量, 漁業の歴史等)に関する聞き取り調査を実施した. また, 石見海域でスタウナギの筒漁業を操業する漁船6隻を選定し, 操業日誌の記録(漁場位置, 水深, 使用筒数, 漁獲量)を依頼した. 日誌の記録は2001年4月から12月まで行われた.

漁獲統計調査 大田市, 和江, 仁摩町, 温泉津町, 江津, 浜田市, 益田市の7漁協の水揚高報告書(1987年~2001年)から, スタウナギの漁獲量と水揚金額を集計・整理した.

結 果

漁業の歴史と漁獲動向 島根県における筒漁業の歴史は比較的新しく, 水産試験場で1981, 1982年に

マアナゴを目的とした調査が実施され, その結果に基づいて, 1983年に漁業者による企業化試験が行われたのが最初である¹⁾. スタウナギはマアナゴと混獲され最初は海上投棄されていたが, 1984年に2隻の船が試験的に, 単価130円/kgで530kgを韓国に出荷した. この時は韓国側輸入業者との手違いがあり, 出荷は継続されなかった. その後, スタウナギを対象とした筒漁業が本格的に開始されたのは, 益田市漁協が最初で, 1987年のことである.

本県におけるスタウナギの漁獲量の動向を図2に示す. これによると, 漁獲量は操業が行われなかった1997年を除くと, 最も少なかったのが1995年で約2トン, 最高が2001年の78.5トンと大きく変動している. 1996年以前は, 1989, 1990年をピークに漁獲量は年々減少しており, この間の1隻当たり漁獲量は3トン前後で推移している. 一方, 1998年以降は, 1隻当たり漁獲量が10トン前後と急増し, 2001年にはこれまでの最高の78.5トンが漁獲された. 本県で漁獲されるスタウナギは全て韓国へ輸出される. 従って, 本県での水揚げは韓国の需用に左右さ

れるが、1997年には日韓新漁業協定が締結されたがそれを含め、その前後を境に韓国におけるヌタウナギの需用に何らかの変化があったものと思われる。1996年以前の漁獲の中心は益田市漁協と和江漁協によるものである。1998年に江津漁協で、2隻の船がヌタウナギを対象に操業を始めた。また、2000年には温泉津町漁協で3隻の船がヌタウナギの筒漁業を開始した。2001年現在、温泉津町漁協3隻、江津漁協2隻、浜田市漁協1隻、益田市漁協1隻の計7隻が操業している。

本県でヌタウナギ筒漁業が始められた1987年頃は、韓国で革製品の材料として需用があったもので、単価は270円/kg前後であった。最近の需用は、韓国において食用が主となったため、すべて活魚出荷され、平均単価は600～650円/kgとなっている。

漁具・漁法 ヌタウナギ筒漁業の操業は、マアナゴとはほぼ同様な方法で行われる。日没前に投筒を済ませ、その後3～5時間おいてから揚筒を行う。投筒に約1時間、浸漬時間が3～5時間、揚筒に約2時間、これが1回の操業で、投筒開始から揚筒終了まで6～8時間かかる。1晩に2回の操業が行われている。これが一般的な操業であるが、最近では浸漬時間を長くし、1晩に1回だけの操業を行う船も見られる。使用する筒は全長74cm、直径12.5cmの塩化ビニル製で両端に返しの付いた入り口がある。筒と筒の間隔や1回に使用する筒の数は船の規模により異なる。一般的に、5トン未満船が1連に使用する筒の数は250～300個、筒間隔は30～40mである。5トン以上船の1連の筒の数は300～400個、筒間隔は20～25mとなっており、1晩に2連を使用する。縦網と幹網をあわせた1連の長さは5トン未満船で8,000～12,000m、5トン以上船では7,000～10,000mとなっている。通常の乗組員数は5トン未満の船が2～3名、5トン以上の船で3～4名である。ヌタウナギと混獲される魚種はマアナゴ、ハモ、マダコ、ミズダコなどで、投棄魚としてはアミウツボ、ウミヘビ類、貝類などがあげられる。

分布・生態 漁業者によると、ヌタウナギは季節的な深浅移動が顕著で、水温の高い夏期は沖合に、その他の時期は岸寄りに分布しているという。図3は標本船により記録された、平均漁獲量が一筒当り0.5kg以上あった筒漁業の操業位置を月別に示したものである。これによると、操業は水深24mから140mの範囲で行われており、6月から11月にかけては漁場が沖側に形成され、特に7～9月は岸側にはほとんど形成されていない。漁業者が指摘するように、本

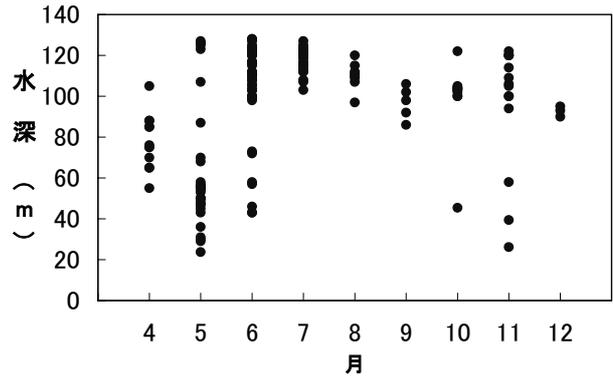


図3. ヌタウナギ筒漁業の月別操業水深。
(平均漁獲量が0.5kg/筒以上の所)

種は水深80～100mを境に、夏期の高水温期は沖側に分布し、その他の時期はその灘側に分布の中心が変化するものと考えられる。筒漁業ではヌタウナギとマアナゴが同時に漁獲される場合もあるが、両者の漁場は異なっており、一般的にはマアナゴ漁場の岸側にヌタウナギの漁場が形成される。マアナゴの分布域の底質に比べ、ヌタウナギの生息場所は泥分が多いと言われている。

試験操業で得られた標本の生物測定調査から、本県でヌタウナギとして漁獲されるものにはヌタウナギとクロメクラウナギ²⁾の2種類が確認された。両種は水深130m前後で棲み分けをしている。すなわち、ヌタウナギは水深130m以浅に分布し、ヌタウナギ筒漁業で漁獲の対象となっている。その沖合にクロメクラウナギが分布し、主にマアナゴを漁獲対象とした場合に混獲されているが、こちらは海上投棄されており出荷はされない。また、本種はヌタウナギに比べ分布量はかなり少ないものである。

試験操業で得られたヌタウナギの大きさは、最大個体が雌で全長640mm、最小個体が全長190mm、平均全長は348mmであった(図4)。一方、江津漁協に水揚されたヌタウナギは、最大個体が雄で全長700mm、最小個体が全長232mm、平均全長は407mmであった(図5)。江津漁協のヌタウナギは試験操業で得られたものに比べ、全体的に大きいのが、これは、漁業者が商品価値の低い小型魚を船上で選別し、海上放流しているためである。

生物測定調査の結果からヌタウナギの全長と体重の関係は次式で表わせる(図6)。

$$W = 0.00392 L^{2.714} \quad (W: \text{体重 g}, L: \text{全長 mm})$$

生殖腺の肉眼観察により、雌雄判別可能なヌタウナギの最小の大きさは、全長230mm前後である。この大きさを超える雌の卵巣には、卵径1mm前後

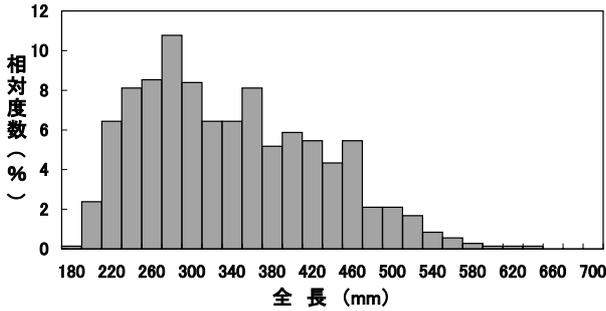


図4. 試験操業で漁獲されたメタウナギの全長組成.

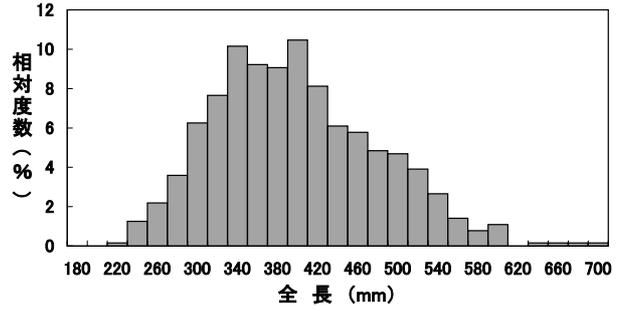


図5. 江津漁協に水揚げされたメタウナギの全長組成.

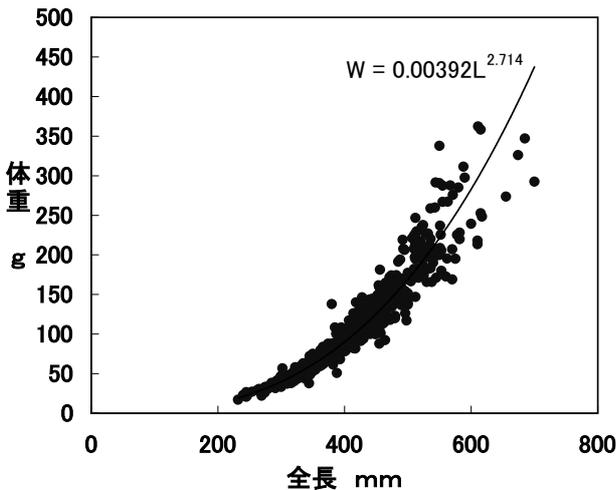


図6. メタウナギの全長と体重の関係.

の卵が多数観察される。成熟が進行すると卵径(長径)10 mm以上の白色卵が見られるようになる。成熟卵^{3),4)}ではさらに大きくなり,20~25 mmの楕円形で色は黄色となる。この大きさになると卵の両端にかぎ状の付着器が形成される。卵巣内でこれにより卵が互いに連結している個体が確認された。産卵後と思われる個体では⁴⁾,卵巣内に卵径10 mm以上の卵が見られなくなり,5 mm前後の空の卵胞囊が観察されるようになる。このように卵巣卵の性状は,その熟度により変化する。

図7はメタウナギ雌の卵巣内における長径が10 mm以上の卵の,卵径組成を月ごとに見たものである。これによると,未熟卵の平均卵径は4月から7月にかけて徐々に大きくなり,この間の成熟割合は低いながらも,各月に成熟卵を有する個体が見られる。9月になるとほとんどの個体が成熟卵を持つようになり,平均卵径も最大となる。10月以降の卵巣内には10 mm以上の径を有する卵はなく,空の卵胞囊を持つ個体が見られる。図8はメタウナギ雌の生殖腺熟度指数(GSI)の月変化を示したものである。これ

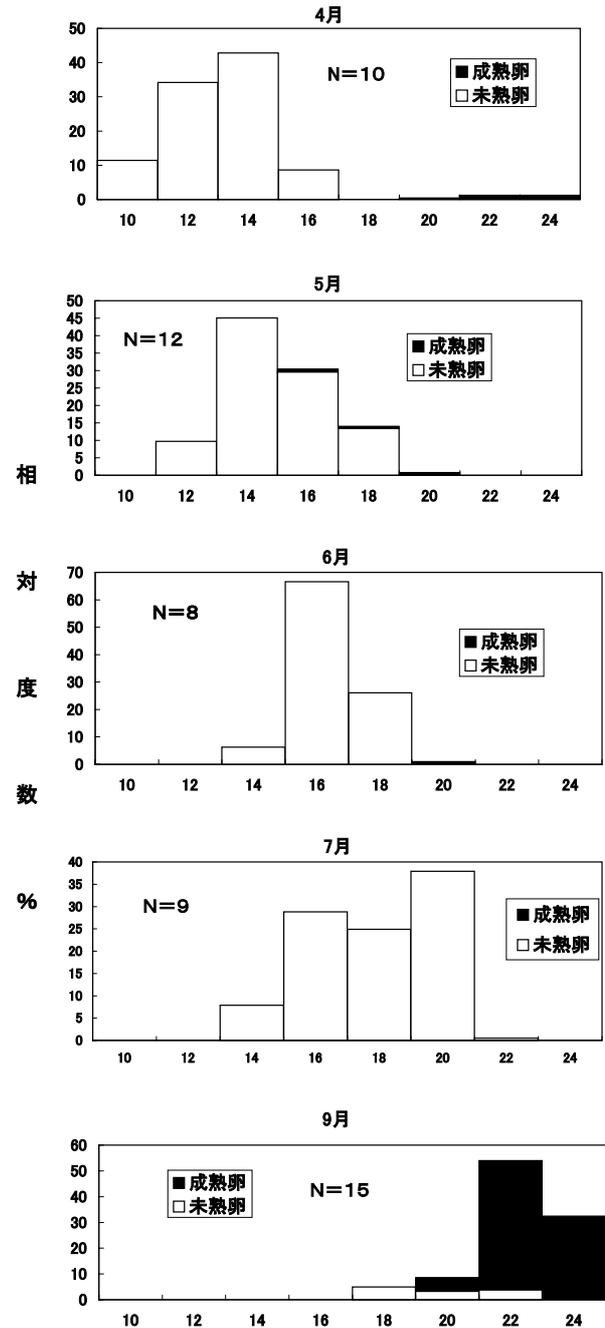


図7. メタウナギ卵巣内卵(長径10 mm以上の卵)の卵径組成。図中数字は標本数を示す。

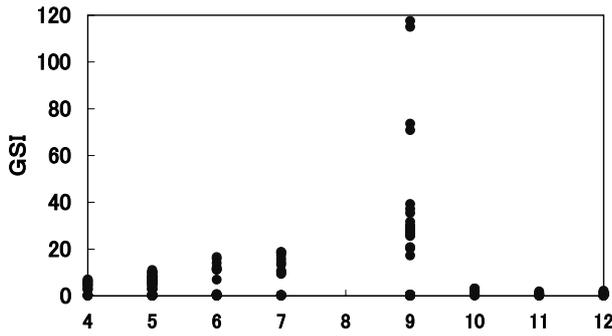


図 8. ヌタウナギ雌の GSI の月変化.

によると、5月になると GSI が 10 を超える個体が見られ始め、その後徐々に数値が上がり、9月には 100 を超える個体が見られるようになる。10月以降は、GSI が 5 を超える個体は見られなくなる。このように、卵巣内の最大卵径群の出現状況および卵径組成、GSI の月変化から、本種の産卵期は 4～9 月の長期に渡るものと考えられ、その盛期は、これまでに報告^{4),5)}されたのと同様、夏期であると推定された。

成熟卵を持つ最小の雌は全長 340 mm であった。また、10月以降空の卵胞嚢を有する個体の全長は 332～582 mm で、同時期の雌で空の卵胞嚢を持たない個体は 218～572 mm であった。このことから、雌は全長 330～340 mm 程度で親魚群に加入するものと推定される。一方、雄は雌ほど明瞭ではないが、精巣が肥大し始めるのは全長 370 mm 前後からである。図 9 にヌタウナギ雌の全長と長径が 10 mm 以上の卵数の関係を示す。これによると、雌 1 尾が卵巣内に有する成熟卵、およびそれに近い卵径 10 mm 以上の卵数は 18～74 個(平均 37 個)と非常に少ないものである。このことは、本種の雌 1 尾 1 回当たり産卵数が非常に少ないということの意味する。

考 察

本県漁業者によるヌタウナギの本格的な漁獲開始は 1987 年で、その後の漁獲動向は韓国におけるヌタウナギの需給状況や日本国内における他県での漁獲状況に左右されながら変化してきたようである。今回の調査により、石見海域におけるヌタウナギの漁獲動向および操業実態についてはほぼ明らかになった。それによると、1998 年以降の 1 隻当たり漁獲量の増加には著しいものがある。これは、それ以前はヌタウナギを専業とする船はいなかったが、これ以降専門に漁獲する船が増え、1 隻当たりの年間操業日数が増加したためと考えられる。このような操業

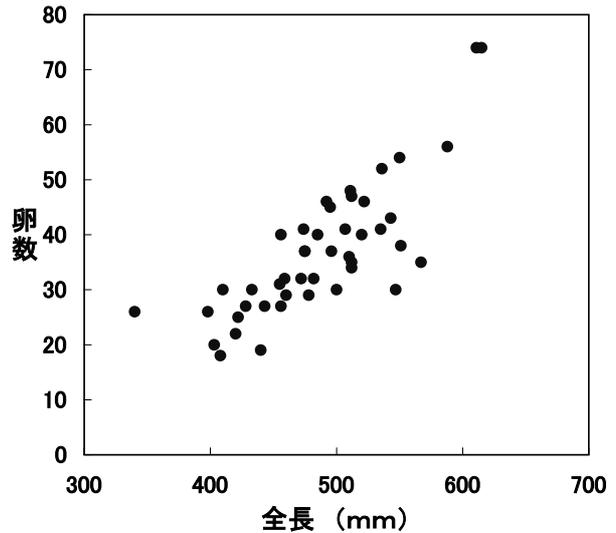


図 9. ヌタウナギ雌の全長と卵数の関係.

状況(漁獲圧力)が続いた場合、資源が急激に悪化する恐れがある。また、これまで本漁業は、日没前の投筒、夜間および早朝の揚筒といった夜間を中心とする操業が一般的であったが、最近は昼間操業をする船も見られるようになった。この傾向が続けば、今後、漁場利用について問題が発生し、新たな取り決めや、秩序の確立が必要となることも考えられる。できるならば、現在以上の操業隻数の増加は避けるべきであろう。

また、本県におけるヌタウナギの生態、特に分布、全長と体重、産卵等についてもその概要が把握された。しかし、年齢・成長等の最も重要な資源特性値は明らかにされていない。これらの解明は将来の課題としたいが、本種の資源を適正に管理するためには、現在、エッチュウバイ資源で行われているようなモニタリング調査が必要である。さらに、マアナゴなどで研究⁶⁾が進められている、小型魚の保護を目的とした筒の水抜き孔の拡大などの漁具の改良等も、今後は積極的に導入すべきであると考えられる。

文 献

- 1) 島根県水産試験場：マアナゴの生態調査(2). 昭和 58 年度島根県水産試験場事業報告, 57-66 (1983).
- 2) 岩田明久：メクラウナギ科, 「日本産魚類検索」第二版(中坊徹次編), 東海大学出版会, 2000, 東京, pp.107-109.
- 3) 松原喜代松, 落合明：魚類学(下), 初版, 恒星社厚生閣, 東京, 1965, pp.356-357.

- 4) Kazuhiko Tsuneki, Masami O uji and Hiroshi Saito:
Seasonal Migration and Gonadal Changes in the
Hagfish *Eptatretus burgeri*. *Japan. J. Ichthyol.* 29
(4), 429-440 (1983).
- 5) 兵庫県但馬水産事務所：ヌタウナギ生態調査。
昭和 61 年試験研究事業報告, 34-37(1988).
- 6) 野津倫代：東京湾あなご筒漁業における水抜き
孔選択性に関する研究。東京水産大学大学院
修士学位論文, 1-115 (1999).

計量魚探と中層トロール網を用いた浮魚類の魚種判別方法

安木 茂

Distinguish of Pelagic Fish Stock by use of Quantitative Echo Sounder and Midwater Trawl

Shigeru Yasugi

Abstract: Echo sounder investigations and midwater trawling samplings were performed in order to establish the distinguish method of the pelagic fish stock, in the south western Japan Sea off Shimane. The record of echo sounder can be divided into five types, compared to the catch population. Echo sounder record of sternoptychid fish, *Maurolicus muelleri*, showed the same pattern regardless of the difference of the both size compositions and population density. Pattern of anchovy showed results approximately similar to that of sternoptychid fish, *Maurolicus muelleri*. It is seen that the difference of echo sounder patterns of the horse mackerel is influenced by the difference of size composition. Moreover, when taking into consideration habitation water temperature and depth of water, it was suggested that the possibility of distinction becomes high.

キーワード：日本海南西部，魚群映像，キュウリエソ，カタクチイワシ，マアジ

複数の魚種が混在する海域における魚群探知機映像の魚種判別方法として，魚探反応の形状や使用した周波数などを詳細に分析し，統計的に魚種の判別を行う方法が研究されている¹⁾。しかしながら，日本海南西海域において，このような手法を用いて魚種判別を行った事例は少ない。

本研究では，浮魚類の資源量を迅速かつ簡便に推定することを最終目的として，計量魚群探知機と中層トロール網を用い，魚群量を直接計測するために必要な魚種判別方法の開発をするための調査を行った。その結果，魚探映像パターンと漁獲された魚群との間にいくつかの関係が見出されたので報告する。

調査方法

1999年4月から2001年4月にかけて島根県沖を中心とする日本海南西部沿岸海域(図1)において，島根県水産試験場調査船「島根丸」(142総トン)を用

いて魚群探知機と中層トロールによる調査を実施した。

魚群探知機による調査は，調査船を船速約12ノットで航行させ，魚探映像のパターンを観察するとともに，魚探映像記録の収集を行った。魚群探知機は「島根丸」装備のフルノ社製のFQ-70(計量魚探)およ

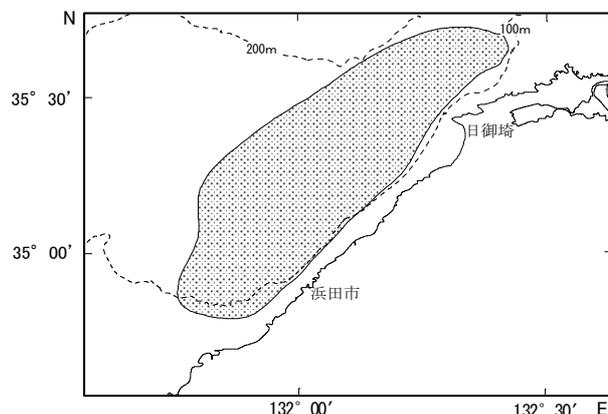


図1. 魚群探知機と中層トロールの調査海域。

びFCV-10の2機種を使用した。FQ-70は周波数50kHzと200kHzの2周波を併用し、主に現存量推定のために必要なSv値(体積後方散乱強度)を収録するために用い、FCV-10は魚探映像解析のために周波数24kHzで稼動しながら魚探調査を実施した。

中層トロールによる調査は、魚探映像に映った「魚群」の採集を目的として行った。中層トロール網による採集は昼間に行い、網口を対象とする「魚群」の位置に移動させるように船速とワープ長を調節した。調節にはネットレコーダーを用い、併せて「魚群」の入網確認も行った。中層トロール網は(株)東洋漁網社製で網口幅約20m、網口高さ約10m、コッドエンド目合12mmのものを用いた。

採集した生物は冷蔵または凍結保存して陸上に持ち帰り、種類別に個体数・重量を測定した。ただし、マアジ、キュウリエソなどが大量に漁獲された場合、船上で大まかな重量を確認した後その一部を持ち帰り、個体数・重量を測定し、重量比率により全漁獲物の個体数を推定した。体長組成は持ち帰った試料から求めた。また、中層トロールによる採集後、STD(アレック電子社製)による海洋観測を行い、水温・塩分の鉛直データを得た。

結 果

日本海南西沿岸海域に出現する魚群反応パターンの分類 調査船島根丸によって得られた日本海南西沿岸海域における魚群反応には特徴的な形状をしたいくつかのパターンが見られた。そこで、魚群反応画像の目視判読の指針とするため、得られた画像に基づいてこれらの特徴的な魚群反応パターンの類型化を試みた。魚探による反応は、船速により変化するため、ここでは船速10~13ノットで得られた画像を用いた。

得られた反応パターンを(1)山脈型、(2)紡錘型、(3)米粒型、(4)楔型、(5)DSL状の5つに類型化した結果を図2に示した。「山脈型」は海底から立ち上がったいくつもの山状の反応で、数マイルから数十マイルにわたり連なっている。山の頂上付近は反射強度が強いが、中腹から裾野にかけて徐々に弱くなる。「紡錘型」は大きな単体の反応である場合が多く、中層付近によく出現し、反射強度も強い。「米粒型」は中層域に出現し、紡錘型を縮小したような反応で、連続した反応になりやすい。「楔型」はその名のとおりの楔形の形状をしており、反射強度は強い。「DSL状」はもやもやとした層状の反応で、反射強度は弱

い。1999年4月から2001年7月にかけて行った合計46回の調査時に出現した画像をこれら5つのパターンに分類した結果を表1に示した。

魚探反応パターンと中層トロール漁獲物との関係

前節で類型化した魚群反応パターンと中層トロールによって得られた漁獲物との比較は次の①~④の条件を満たした調査回次について検討した。すなわち、①同一のパターンが連続して出現し、②ネットレコーダーにより対象とする魚群が入網したと確認され、③主要魚種が全漁獲個体数の65%を超え、④主要魚種が100個体以上採集された場合である。条件を満たした事例はマアジが12例、キュウリエソが7例、カタクチイワシ3例、スルメイカが2例であった(表2)。

マアジは、水深30m~50m付近に米粒状(3型)あるいは楔形(4型)の反応が出現し、連続して分布していたが(図3)、2001年7月の2例のみ山脈型(1型)のパターンを示した。漁獲物組成は2001年5月30日の1例を除いてマアジが90%以上を占めており、マアジ以外の混獲魚はカイワリ幼魚、メダイ幼魚、スルメイカ幼魚であった。キュウリエソは1999年11月11日の例を除き、海底から山脈状に立ち上がった反応(1型)で数マイルから数十マイル連続して出現した(図4)。キュウリエソ以外の魚種は漁獲されなかった。カタクチイワシは3例とも海底に密着した紡錘状の反応(2型)であった。(図5)。スルメイカは1999年の6月に2回漁獲されたが、画像は2型と3型とが1例ずつ出現した。尾数の占有率は87%と66%で他の魚種に比べやや低かった。

次に漁獲された標本について、魚種別にその体長組成および漁獲尾数と映像パターンとの関係について検討した。キュウリエソでは、8万尾以上がまとめて漁獲された場合の体長組成を図6に示した。体長組成は単峰型と多峰型の2つのパターンが認められるにも関わらず得られた魚群探知機の画像は同一の山脈状のパターン(1型)であった。また、5型(DSL状)を示した1999年11月11日の1例を除けば漁獲尾数の多寡によっても映像パターンに差は認められず、1型(山脈型)であった。漁獲尾数が魚群の密度を反映しているとする、キュウリエソについては体長組成や密度の変化に関わらずほぼ同様な映像パターンを示すと考えられる。

採集されたマアジの体長組成には年により顕著な差異が見られる(図7)。1999年6月16~25日に採集された魚群では体長モードが60~80mmであるのに対して、2001年5月30日~7月4日のそれでは

表 1. 中層トロール調査結果 (曳網開始と終了時の時刻と位置および魚群映像のパターン).

期日	開始			終了			反応パターン (図 2)
	時刻	緯度 (N)	経度 (E)	時刻	緯度 (N)	経度 (E)	
1999.04.12	11:50	35°08.38'	131°55.11'	12:48	35°05.43'	131°56.38'	1
1999.04.15	13:28	35°11.55'	131°56.23'	14:31	35°10.85'	132°00.57'	1
1999.04.20	07:22	35°39.84'	132°37.93'	07:58	35°41.51'	132°39.52'	1
1999.04.20	11:25	35°44.21'	132°54.25'	13:12	35°41.32'	132°48.49'	2
1999.06.08	13:15	35°20.90'	132°25.90'	14:30	35°17.60'	132°23.20'	2
1999.06.08	15:40	35°18.80'	132°23.20'	17:35	35°17.70'	132°24.14'	3
1999.06.09	08:17	35°15.50'	132°15.49'	09:47	35°12.13'	132°11.48'	2
1999.06.16	12:28	35°58.79'	132°01.64'	13:25	35°57.70'	132°05.67'	3
1999.06.21	15:50	35°07.10'	132°14.59'	17:40	35°04.08'	132°09.01'	3
1999.06.22	11:17	34°49.74'	131°45.85'	11:57	35°50.85'	131°48.57'	4
1999.06.22	13:06	34°49.75'	131°45.17'	14:02	34°5.36'	131°49.19'	4
1999.06.23	12:45	34°48.44'	131°42.26'	14:00	34°50.45'	131°47.69'	4
1999.06.25	13:52	34°56.69'	131°58.18'	14:31	34°59.21'	131°58.74'	4
1999.06.28	11:39	35°09.65'	131°56.50'	12:36	35°11.03'	132°00.56'	2
1999.06.28	13:39	35°08.50'	131°59.12'	14:09	35°09.21'	131°01.37'	5
1999.09.16	13:13	35°09.15'	132°16.23'	14:01	35°09.15'	131°13.07'	2
1999.09.20	12:40	35°05.81'	131°48.26'	13:25	35°08.00'	131°50.20'	2
1999.10.20	13:49	35°10.01'	132°05.90'	14:41	35°08.69'	132°04.00'	5
1999.11.10	15:00	35°47.49'	132°24.69'	15:35	35°47.12'	132°22.69'	1
1999.11.11	10:47	35°38.92'	132°18.55'	11:28	35°36.90'	132°20.20'	5
1999.11.18	13:40	35°26.98'	132°16.32'	14:15	35°27.38'	132°18.61'	1
1999.11.19	10:22	35°30.83'	132°24.88'	10:53	35°31.03'	132°23.09'	1
1999.11.24	15:49	35°03.03'	131°11.93'	16:20	35°01.68'	131°12.30'	2
2000.01.24	12:34	35°21.73'	132°16.04'	13:12	35°20.44'	131°17.92'	1
2000.02.03	13:04	35°22.25'	132°15.45'	13:48	35°21.64'	131°18.14'	1
2000.02.03	14:57	35°22.30'	132°17.44'	15:52	35°21.07'	132°14.70'	1
2000.02.03	16:58	35°22.49'	132°17.36'	17:14	35°22.51'	132°18.36'	1
2000.02.14	15:05	34°58.10'	132°01.91'	15:24	34°59.01'	132°03.22'	2
2000.07.18	12:42	35°19.55'	132°15.69'	13:40	35°21.29'	132°18.68'	1
2000.09.14	12:12	35°12.74'	131°52.18'	12:53	35°12.53'	131°51.16'	1
2000.11.22	12:55	35°04.45'	131°54.78'	13:25	35°04.19'	131°53.21'	5
2001.05.23	13:57	35°00.94'	132°01.44'	14:30	34°59.94'	132°01.67'	5
2001.05.25	10:32	35°00.72'	131°58.63'	11:07	34°59.51'	131°58.09'	5
2001.05.28	13:10	35°22.49'	132°18.64'	13:40	35°22.09'	132°20.08'	1
2001.05.29	07:42	35°13.02'	131°40.05'	08:21	35°14.16'	131°41.21'	3
2001.05.30	12:17	35°09.75'	131°40.21'	12:43	35°10.35'	131°41.19'	1
2001.05.30	13:47	35°09.21'	131°40.32'	14:08	35°08.51'	131°40.72'	3
2001.05.31	11:24	35°02.27'	131°49.14'	12:05	35°01.10'	131°50.65'	5
2001.06.07	11:47	35°07.95'	131°58.77'	12:30	35°09.26'	132°00.30'	2
2001.06.11	12:37	35°24.18'	132°00.29'	13:10	35°23.32'	131°58.79'	3
2001.06.22	13:40	34°54.93'	131°57.49'	14:10	34°54.69'	131°57.36'	3
2001.06.26	13:50	34°54.10'	131°48.28'	14:23	34°53.87'	131°50.05'	3
2001.07.04	10:55	34°53.72'	131°51.98'	11:21	34°54.01'	131°53.74'	1
2001.07.04	13:37	34°53.21'	131°34.95'	14:11	34°53.39'	131°34.94'	2
2001.07.05	10:48	34°53.64'	131°48.46'	11:24	34°54.13'	131°50.60'	1
2001.07.05	13:32	34°53.36'	131°39.44'	14:18	34°54.05'	131°41.66'	2

35~50 mm であった。魚群映像パターンの差は、一部例外があるものの、60~80 mm の「大型群」の反応は 4 型 (楔型) であり、一方、35~50 mm の「小型群」のそれは 3 型 (米粒型) であった。

カタクチイワシの体長組成にも大きな差があったが (図 8)、マアジと異なり映像パターンはすべて 2 型 (紡錘型) であった。

考 察

前節において中層トロールによる漁獲物と、魚群探知機で得られた魚群反応を比較検討した結果、魚群探知機の反応は魚群毎に類型化することが出来た。本節ではこれに水温と水深を加えて魚探反応から魚種判別を行うことを検討した。図 9 に前節で魚

表 2. 4つの条件(①連続した反応、②ネットレコーダーによる入網確認、③主要魚種が全漁獲個体数の65%以上で④個体数が100以上)を満たした中層トロール結果.

漁獲年月日	主要漁獲物	漁獲尾数	主要魚種の占める尾数割合	反応パターン(図2)
1999.06.16	マアジ	※7,495	98%	3
1999.06.22	マアジ	1,800	97%	4
1999.06.22	マアジ	1,500	96%	4
1999.06.23	マアジ	1,068	96%	4
1999.06.25	マアジ	800	91%	4
2001.05.29	マアジ	680	94%	3
2001.05.30	マアジ	160	75%	3
2001.06.11	マアジ	136	99%	3
2001.06.22	マアジ	※4,718	100%	3
2001.06.26	マアジ	※15,200	100%	3
2001.07.04	マアジ	※10,000	100%	1
2001.07.05	マアジ	※5,892	99%	1
1999.11.11	キュウリエソ	※20,000	100%	5
2000.01.24	キュウリエソ	※81,329	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※112,269	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※28,067	100%	1
2000.02.03	キュウリエソ	※112,269	100%	1
2001.05.28	キュウリエソ	※200,000	100%	1
2001.05.30	キュウリエソ	※133,636	100%	1
1999.06.28	カタクチイワシ	※5,591	100%	2
1999.09.16	カタクチイワシ	1,050	100%	2
2001.07.04	カタクチイワシ	※5,000	98%	2
1999.06.08	スルメイカ	1,169	87%	2
1999.06.08	スルメイカ	585	66%	3

※重量比による推定尾数

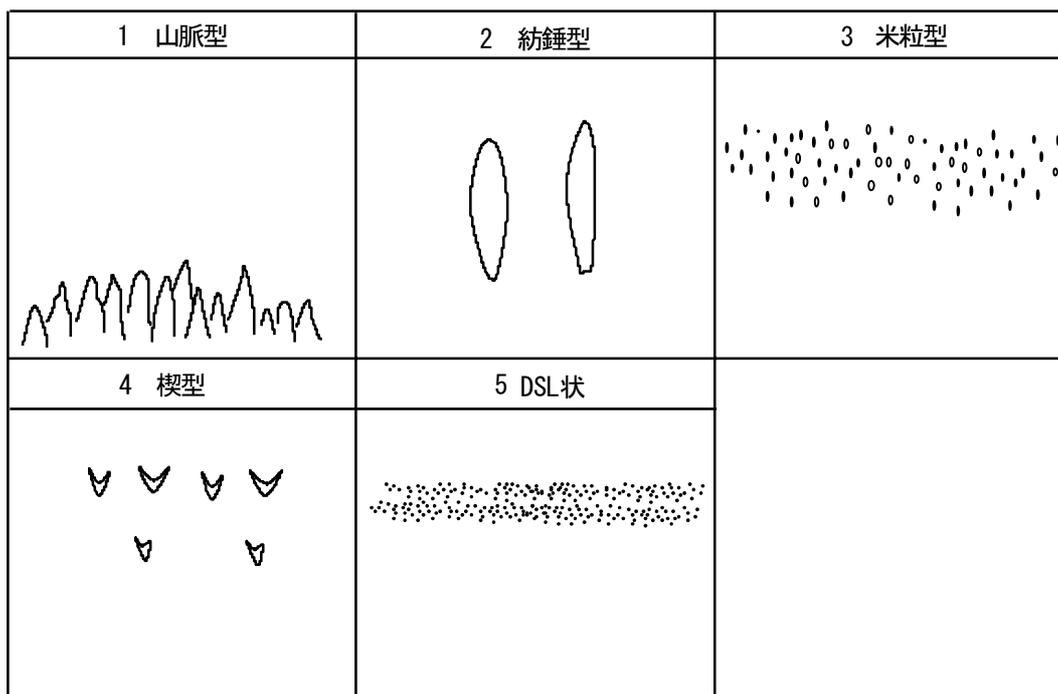


図 2. 魚群反応の5つのパターン.

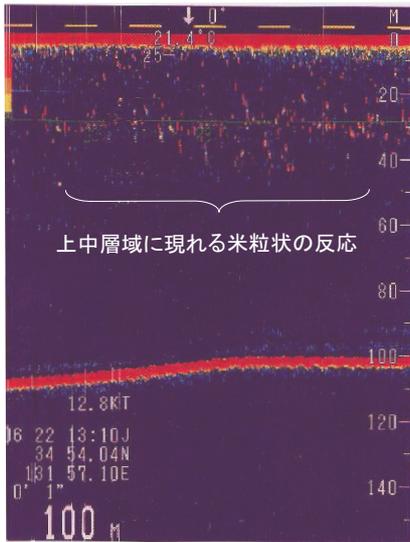


図3. マアジが漁獲されたときの代表的な反応。

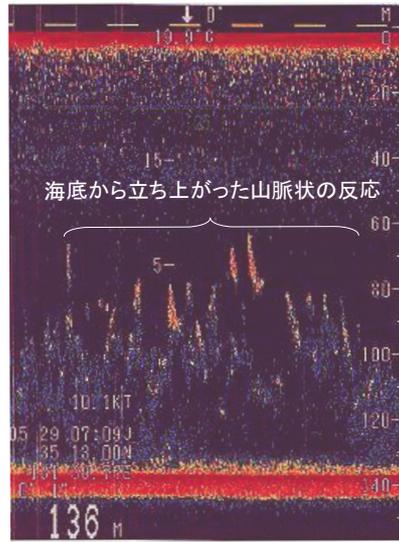


図4. キュウリエソが漁獲されたときの代表的な反応。

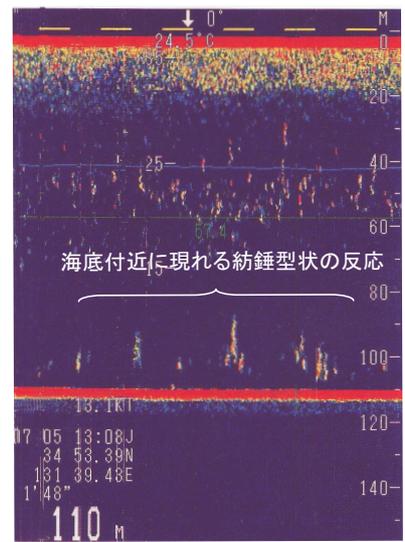


図5. カタクチイワシが漁獲されたときの代表的な反応。

群反応が類型化された魚種が漁獲された水深と水温を示した。その結果、マアジは水深40m～50mの水温17～20℃前後、キュウリエソは水深130m～140m前後で、水温が15℃以下、カタクチイワシは水深100～130m、水温15～20℃といったように魚種毎に明瞭な分布の違いが認められた。スルメイカの2例についてはマアジの分布域に含まれている。

このように、対象魚種の鉛直的な分布域が水温と水深に規定されるとすれば、水温と水深の2つの環境要因を加えることで映像パターンだけでは分離することが出来なかった魚種判定の可能性がある。たとえば、マアジ映像パターンの中に1型(山脈型)を示した事例が出現するが、これらは同じ1型を呈するキュウリエソの出現する水深・水温分布とは明らかに異なっており、これらを考慮すれば、判別は容易である。スルメイカについては同じ2型(紡錘型)を示すカタクチイワシとの分離は水深条件で可能であるが、今後さらに事例を重ねていく必要がある。

今回の調査では中層域に出現する魚群反応を対象に、実際に魚探映像として現れたものを漁獲して検証したが、マアジの場合、そのほとんどが水深40m～50mの中層域に出現した。しかし、マアジ幼魚は夜間は表層付近まで浮上し、成長するに従い海底に密着した分布をすることが知られている。このことから、今回行った魚探反応による魚種の分離は幼稚魚が40～50m付近に層状に分布する日中で、しかも、魚探反応として捉えることが出来る3cm以上かつ浮遊遊泳生活期を終えて沿岸域での生活に移行す

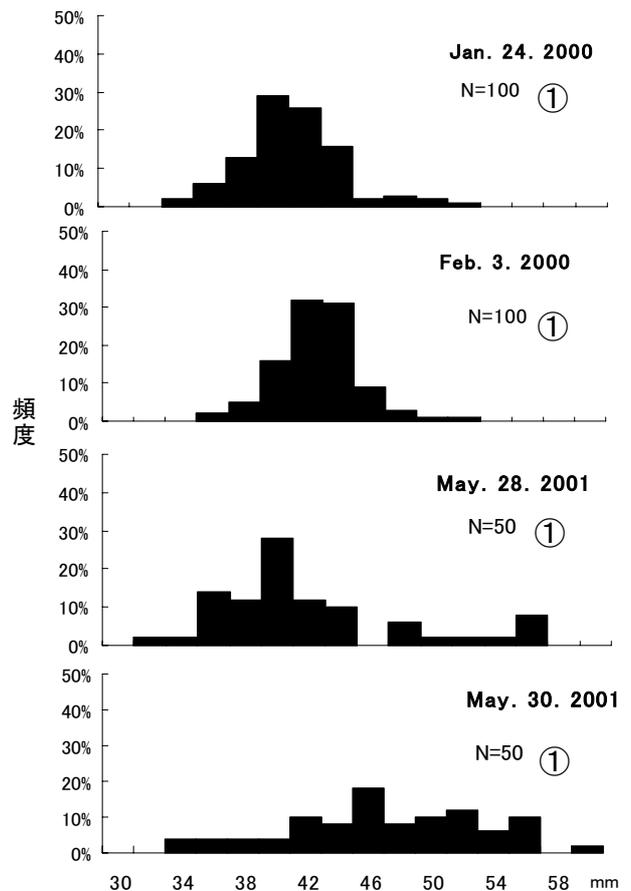


図6. キュウリエソの体長組成。丸数字は反応のパターンを示す。

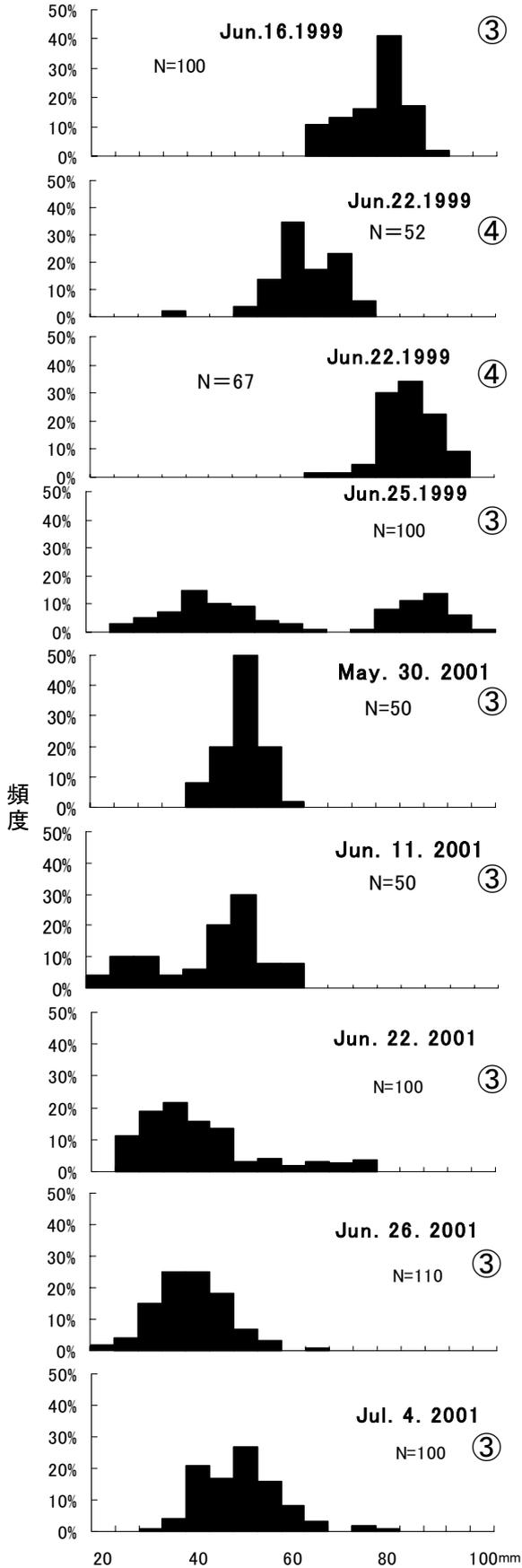


図7. マアジの体長組成. 丸数字は反応のパターンを示す.

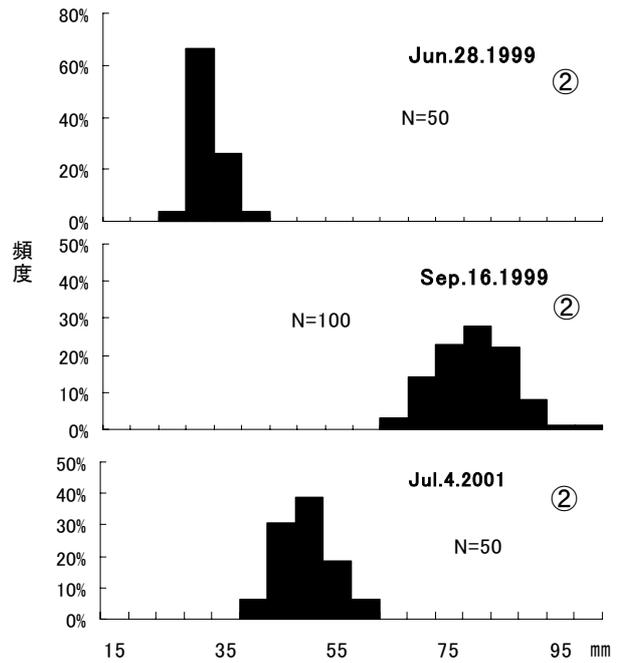


図8. カタクチイワシの体長組成. 丸数字は反応のパターンを示す.

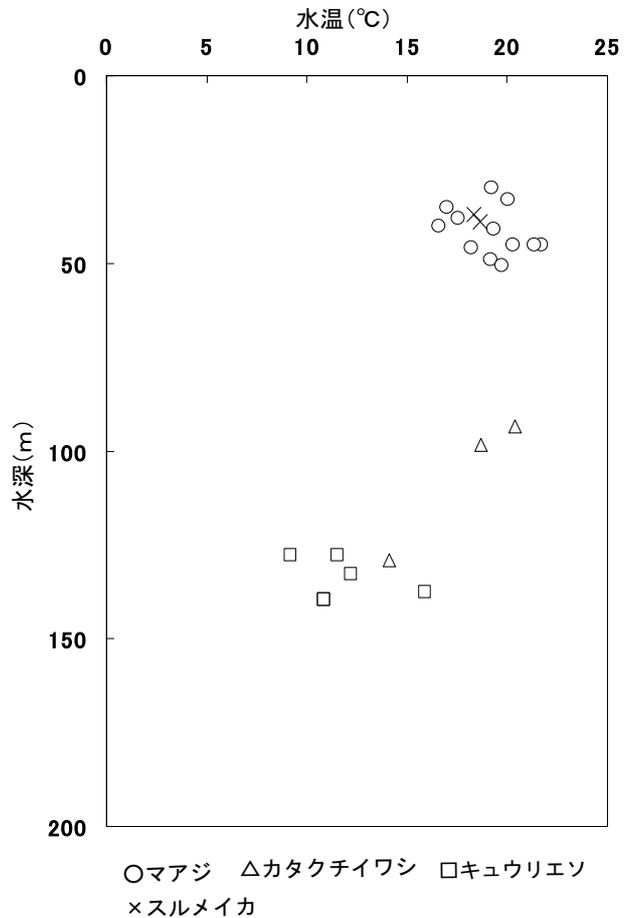


図9. 中層トロールによって採集された漁獲物の採集された水深と水温.

る^{2,3)}までの期間に限って有効な方法である。また、この期間にも魚体が成長するにつれ、現れる反応も米粒状から楔状へと変化することが体長組成の結果からも伺える。このことに留意すれば、マアジ幼魚の魚探による判別は容易に出来るものと考えられる。

キュウリエソは、体長組成の違いによらず魚探反応のパターンは一定であり、魚探反応と、反応の出現した水深ならびに水温を考慮すれば比較的容易に魚種の判別が出来るものと思われる。しかし、カタクチイワシの生息水深、水温、反応の形状とやや重なる部分があるため、注意する必要がある。また、カタクチイワシとスルメイカについては、調査回数が少なかったこと、魚探反応が明瞭でなかったことか

ら、今後さらなる事例を重ねる必要がある。

文 献

- 1) Jacques Masse, Constain Koutsikopoulos, Wilhelmina Patty: The structure and spatial distribution of pelagic fish schools in multispecies cluster: an acoustic study, ICES Journal of Marine Science, 53, 1996, pp.155-160.
- 2) 山田鉄男：対馬暖流開発調査報告書，第4輯，1958, pp.145-176.
- 3) 山田鉄男：日本海におけるマアジの分布と漁場に関する研究，長崎大学水産学部研究報告，28, 1969, pp.111-130.

島根県東部沿岸サザエの着底過程と初期減耗

佐々木 正¹

Settlement Process and Mortality at Early Stage of Top Shell, *Turbo (Batillus) cornutus*, at the Eastern Coastal Waters in Shimane Prefecture

Tadashi Sasaki¹

Abstract: This paper attempts to report the process of settlement and mortality at early stage of top shell at the coral-line algae colony in Katakū, central part of Shimane Peninsula in 1995, by means of the continuous collecting of larvae and juvenile. The results obtained were as follows: (1) continuous settlements of top shell at Katakū in 1995 was observed from July to October, especially a large amount of settlement was observed at beginning of July and end of September, with reference to progress of shell-diameter composition and the collect condition of planktonic larvae. (2) after settlements, juvenile population density of top shell decreased rapidly. It seems to be caused by the predator-carnivorous snails, *Muricidae*. (3) from the results carried out according to depth of water, top shell juvenile spread over the relative deeper seabottom, while the population density after settlement was so high as the depth was shallow.

キーワード：サザエ, 稚貝, 着底過程, 初期減耗, コレクター, 食害, 有節石灰藻

サザエ, *Turbo (Batillus) cornutus*, は島根県の磯根漁業において最も重要な種の一つである。農林水産統計によると 2001 年の島根県における漁獲量は 748 t を記録し, 全国総漁獲量の約 7.3% を占めている。しかし過去における島根県のサザエの漁獲量には, 数年~数十年単位で大きく変動する傾向が認められ, 本種の資源変動要因の一つに卓越年級群の出現が関与していることが知られている^{1,2)}。島根県においても漁獲量が 1984 年の 174 t から 1988 年の 1,377 t まで 4 年間で約 8 倍に増加したが, これは殻高組成調査から 1983 年発生 of 卓越年級群に由来するものであることが推定されている³⁾。現在本種を対象とした栽培漁業, 資源管理の取り組みが全国的に実施されつつあるが, 近縁のアワビ類と比較すると生態学的な知見が乏しく, 稚貝の発生および加入機構に関しては不明な点が多い。

島根県沿岸のサザエに関して, 著者らはこれまで

産卵期⁴⁾, 浮遊幼生の出現期および分布域^{5,6)} について報告した。本報では島根県沿岸におけるサザエの加入機構を解明するための調査の一環として, 着底直後のサザエ稚貝を連続的に採集し, 本種の着底過程および着底直後の減耗過程について検討した。

材料および方法

調査区の概要 サザエ稚貝の採集は島根半島中央部に位置する片句地区で実施した (図 1)。片句地区沿岸は外海に面し, 転石と岩盤が混在する岩礁域であり, サザエの好漁場となっている。片句漁港の東に位置する通称チジラ湾の西岸湾口部に位置する水域を調査区域とし, 岸側から沖側に向けて一本の調査ラインを設けた。調査ライン付近の底質は岸側から水深 8~10 m までは平坦な棚状の岩盤帯が続き, それ以降は転石帯となっている。調査ライン付

¹ 現所属：島根県浜田水産事務所 Hamada Branch, Shimane Prefectural Office, Fisheries Promotion Section, Kataniwa Hamada 697-0041, Japan

表 1. サザエ稚貝の採集地点と方形枠による採集面積 (m²).

採集地点の水深 (m)	1995 年						1996 年
	6月28日	7月19日	8月4日	8月24日	9月14日	10月11日	1月22日
1	—	—	—	0.25	—	—	0.25
2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.25
4	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.25
6	—	—	—	0.25	—	—	0.25
8	—	—	—	0.25	—	—	0.25

— : 調査せず

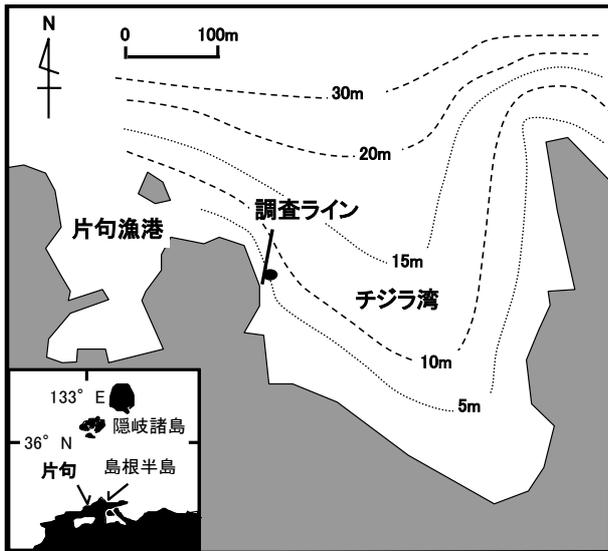


図 1. 調査区の概要. 図中の黒丸は人工コレクターの設置場所を示す.

近における植物相は, 下草として有節のサンゴモ科の海藻(以降, 有節石灰藻とする)がベッド状に群落を形成し, その上にエビアマモ, フクロノリ, ヘラヤハズ等の小型海藻やナラサモ, イソモク, ヤツマタモク, オオバモク, ノコギリモク等のホンダワラ科海藻, およびクロメの大型海藻の着生が見られる. これを水深帯ごとの優占種で見ると, 水深0~4m帯はヒメモサヅキ, ビリヒバ, フサカニノテ等の有節石灰藻およびイソモクが, 水深5~7m帯はクロメ, オオバモクが, 水深8m以深はノコギリモクがそれぞれ優占種となっている. 調査ライン付近の動物相は, ハナチグサガイ, サラサバイ, ヒメヨウラクガイ, ムギガイ, ポサツガイ, フトコロガイ等の小型の巻貝やエビスガイ, コシダカガンガラ, オオコシダカガンガラ, ウラウズガイ, サザエ, レイシガイなどの中型の巻貝およびバフンウニ, ムラサキウニ等のウニ類の生息が見られる.

稚貝の採集 サザエ着底稚貝の採集は産卵期直前の1995年6月から1996年1月までスキューバ潜水

により実施した(表1). 調査頻度はサザエの産卵期である7~10月を主体に, 1ヶ月に1回程度の割合で行った. サザエ稚貝の採集場所としては調査ライン付近の有節石灰藻群落を選定した. 有節石灰藻群落を選定したのは, 1)経験上, 殻高10mm未満のサザエ稚貝が肉眼で発見される頻度が高いこと, 2)サザエ0歳貝の採集事例^{7,8,9)}があること, 3)定量的な採集が比較的容易であることなどの理由による. 採集場所の水深帯は水深2mと水深4mの2地点とした. 水深の上限を2mとしたのは, それ以浅では波浪の影響により安定した採集が困難であり, 水深の下限を4mとしたのは, それ以深では経験的に小型のサザエがあまり観察されないことなどの理由による. この他, 8月と1月には採集水深の範囲を拡大し, 水深1m, 6mおよび8mにおいても採集を実施した. 有節石灰藻群落は亀裂や段差のある場所を避け, 平坦な場所をできる限りランダムに選定し, 32×32cm (0.1m²)の方形枠を用いて1水深帯当たり0.25~0.5m²採集した.

稚貝の採取にはエアリフティングを用いた採集機を用いた(図2). この採集機は本体, 採集袋, 空気タンクからなり, 採集物の剥離と吸い上げを同時に行う構造となっている. 本体は口径30mmの塩化ビニール管にエアガンのノズルを上方に向けて固定したものであり, 採集袋はポリエチレン製ネット(口径400mm, 長さ470mm)を使用した. 採集袋の目合いは7月~10月では180μm, 1月では500μmのものを使用した. 採集物でネットが詰まり, 袋内にたまった空気で採集器が浮き上がるのを防止する目的で, 本体の先端部に1~2kgの鉛製の錘を付けて調整した. 空気タンクには潜水用のものを用いた.

採集物は採集袋に入れたまま実験室に持ち帰り, 淡水で数回洗浄後, 10%の中性ホルマリンで固定し, 70%のエタノール溶液中で保存した. その後, 採集物を3段階(4, 2, 1mm)の目合の篩を用いて試料として分割した. 2mm以上の目合の篩に残った試料については目視によってサザエ稚貝を選別した.

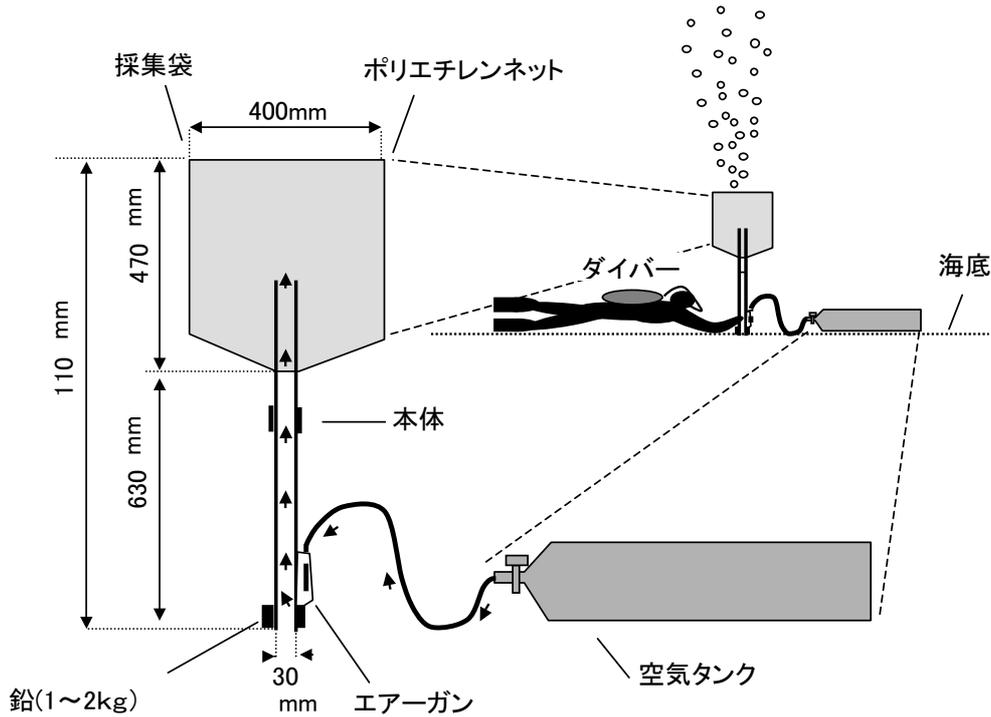


図2. サザエ稚貝の採集方法.

2 mm の目合を通過したものは全て実体顕微鏡下で選別した. 1 mm の目合を通過した試料については, 全量もしくは 1/2 量を検鏡した. 着底直後のサザエの同定は原殻の長径が 260~290 μm の範囲であること, 原殻の周口部がラップ状に開くこと, および原殻表面の種固有の模様¹⁰⁾ があることなどで行った. 以上の手順で選別したサザエ稚貝の殻径を計測した. さらに軟体部の無い個体は死殻とみなし, 生貝と同様に殻径を計測し, 貝殻の損傷の有無を観察した.

人工コレクターによる浮遊幼生の出現調査 浮遊幼生の出現期および出現量を定量化し, 着底稚貝の出現との関係を比較する目的で, 人工コレクター(以後コレクターと略す)による調査を実施した. コレクターの設置個数は 1 個とし, 基質には鶏卵パックを用いた⁹⁾. 設置方法は垂下式(図3)とし, 設置定点は調査ライン付近の水深 5 m 地点の深度約 4 m に設けた. コレクターの設置と回収はスキューバ潜水および船上から行った. 調査期間は 1995 年 6 月 20 日~10 月 24 日で, この間約 2 週間毎にコレクターの設置と回収を繰り返した. 回収したコレクターは淡水中で丁寧に稚貝を剥離し, 100 μm のネットで濾過した後, 残渣を 5% ホルマリン溶液で固定した. サザエ稚貝の選別, 計数は実体顕微鏡下で行った. サザエの同定は前述と同様に原殻表面の種固有の模様等の

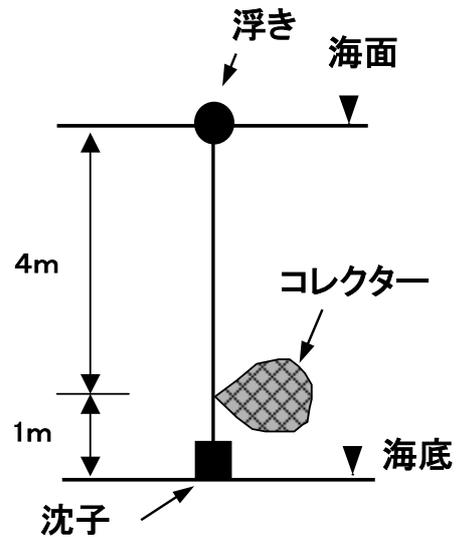


図3. 人工コレクターの設置方法.

特徴によって行った.

結 果

着底稚貝 サザエ 0 歳貝の生貝および死殻の採集密度および平均殻径を採集水深ごとに表 2, 3 に示した. 水深 2 m と水深 4 m の調査において, 生貝は 6 月 28 日の調査では採集されなかったが, 7~10 月の調査では毎回採集された. この間 8 月 4 日には水深

表2. 1995年産サザエ0歳貝の採集密度(個/m²).

生貝 採集地点の水深(m)	1995年						1996年
	6月28日	7月19日	8月4日	8月24日	9月14日	10月11日	1月22日
1	—	—	—	312	—	—	4
2	0	96	176	120	112	94	0
4	0	32	96	120	128	177	0
6	—	—	—	104	—	—	32
8	—	—	—	56	—	—	16

死殻 採集地点の水深(m)	1995年						1996年
	6月28日	7月19日	8月4日	8月24日	9月14日	10月11日	1月22日
1	—	—	—	88	—	—	0
2	0	32	96	88	16	14	0
4	0	16	88	72	32	152	0
6	—	—	—	136	—	—	16
8	—	—	—	88	—	—	16

—: 調査せず

表3. 1995年産サザエ0歳貝の平均殻径. 表中の数値は左より平均殻径 μm , \pm 標準偏差 μm , (採集個体数)を示す.

生貝 採集地点の水深(m)	1995年						1996年
	6月28日	7月19日	8月4日	8月24日	9月14日	10月11日	1月22日
1	—	—	—	626 \pm 174(39)	—	—	1100(1)
2	* (0)	467 \pm 34(12)	564 \pm 193(22)	656 \pm 287(15)	669 \pm 336(28)	622 \pm 353(47)	* (0)
4	* (0)	468 \pm 55(8)	652 \pm 176(12)	618 \pm 259(15)	603 \pm 377(32)	727 \pm 417(48)	* (0)
6	—	—	—	741 \pm 257(13)	—	—	1995 \pm 637(4)
8	—	—	—	569 \pm 230(7)	—	—	1615 \pm 291(4)

死殻 採集地点の水深(m)	1995年						1996年
	6月28日	7月19日	8月4日	8月24日	9月14日	10月11日	1月22日
1	—	—	—	423 \pm 180(11)	—	—	* (0)
2	* (0)	390 \pm 102(4)	559 \pm 125(12)	495 \pm 151(11)	610 \pm 330(4)	618 \pm 196(7)	* (0)
4	* (0)	392 \pm 75(4)	421 \pm 180(11)	536 \pm 187(9)	460 \pm 140(8)	453 \pm 138(26)	* (0)
6	—	—	—	556 \pm 202(17)	—	—	1433 \pm 513(4)
8	—	—	—	538 \pm 191(11)	—	—	1850 \pm 624(4)

—: 調査せず * : 採集されず

2 mで176個/m², 10月11日には水深4 mで177個/m²と比較的高い密度で採集された. 死殻も生貝と同様に7~10月の調査で毎回採集されたが, その密度は生貝よりやや低い値を示した. その後, 1月22日の調査では生貝, 死殻ともにその採集密度は低い値となった. 生貝の平均殻径は7月以降増加したが, その割合は緩やかであった.

生貝, 死殻の採集密度を水深2 mと水深4 mと比較すると, 生貝, 死殻ともにその採集密度は7, 8月は水深2 mの方が水深4 mよりも高く, 9, 10月は逆に水深4 mの方が水深2 mよりも高い傾向が見られた. また, 採集水深の範囲を拡大した8月24日の調査では, 生貝の出現密度は, 水深が浅くなる程高

い傾向が見られ, 特に水深1 mでは312個/m²と調査期間中の最大値を示した. 1月22日の調査では, 8月24日とは逆に生貝, 死殻の採集密度は, 水深が浅い地点では低く, 水深6 m, 8 mで高い傾向を示した.

水深2, 4 m(1月22日は稚貝の採集数が少なかったので水深6 mも含めた)で採集されたにサザエ0歳貝について, 1 m²当たり換算したサザエ0歳貝殻径頻度分布組成の推移を図4に示した.

生貝については7月19日, 8月24日および10月11日の各調査においていずれも400~500 μm の階級にモードが見られた. 8月4日の調査では800~900 μm の階級にモードが見られ, その大きさから7

月19日のモードに由来すると判断された。1月22日には、稚貝は殻径900~3,300 μm の範囲に断続的に見られた。この間の生貝の採集密度は7月から8月にかけて急増し、8~10月に120~136個/ m^2 の密度を維持した後、1月には18個/ m^2 まで急激に減少した。死殻については各調査において生貝と同様にモードが見られたが、その階級は生貝のモードより1~2階級小さい方にずれる傾向にあった。この間の死殻の採集密度は生貝の傾向とやや異なり、7月から8月にかけて80~92個/ m^2 まで増加した後、9月に24個/ m^2 まで減少したが、10月には再び83個/ m^2 と増加し、その後1月には6個/ m^2 まで急激に減少した。

採集された死殻の殻径頻度分布組成を図5に示した。死殻の大きさは着底直後の殻径260 μm から殻径2,100 μm までの範囲にあった。死殻には破壊等の大きな損傷はほとんど見られなかったが、一部に穿孔が観察され(図6)、その割合は死殻全体の24%であった(図5)。

コレクターにより採集されたサザエ稚貝 コレクターの設置期間ごとのサザエ稚貝採集数を図7に示した。サザエの稚貝は6月20日~7月3日設置したコレクターでは採集されなかったが、7月3~18日に設置したコレクターから9月26日~10月11日設置したコレクターまで連続して採集された。この間7月3~18日および9月13~26日に設置したコレクターでは多くのサザエ稚貝が採集された。

考 察

着底過程 6月28日の着底稚貝の調査で稚貝が採集されず、コレクター調査でも6月20日~7月3日設置のコレクターで稚貝が採集されなかったことから、サザエの稚貝の着底は7月3日以降に開始されたと推定される。

7月19日の殻径組成における400~500 μm の階級のモード群は、コレクター調査において7月3~18日設置のコレクターで300 μm 以上の稚貝が多く採集されたことから、7月上旬に着底した群であり、この時期には規模の大きな着底があったと考えられる。

8月4日の殻径組成では、7月19日のモード群に由来すると判断される700~800 μm の群の他に、500 μm 未満の階級にまとまった群が採集されたが、この群はその大きさから7月下旬以降に着底した群であると考えられる。

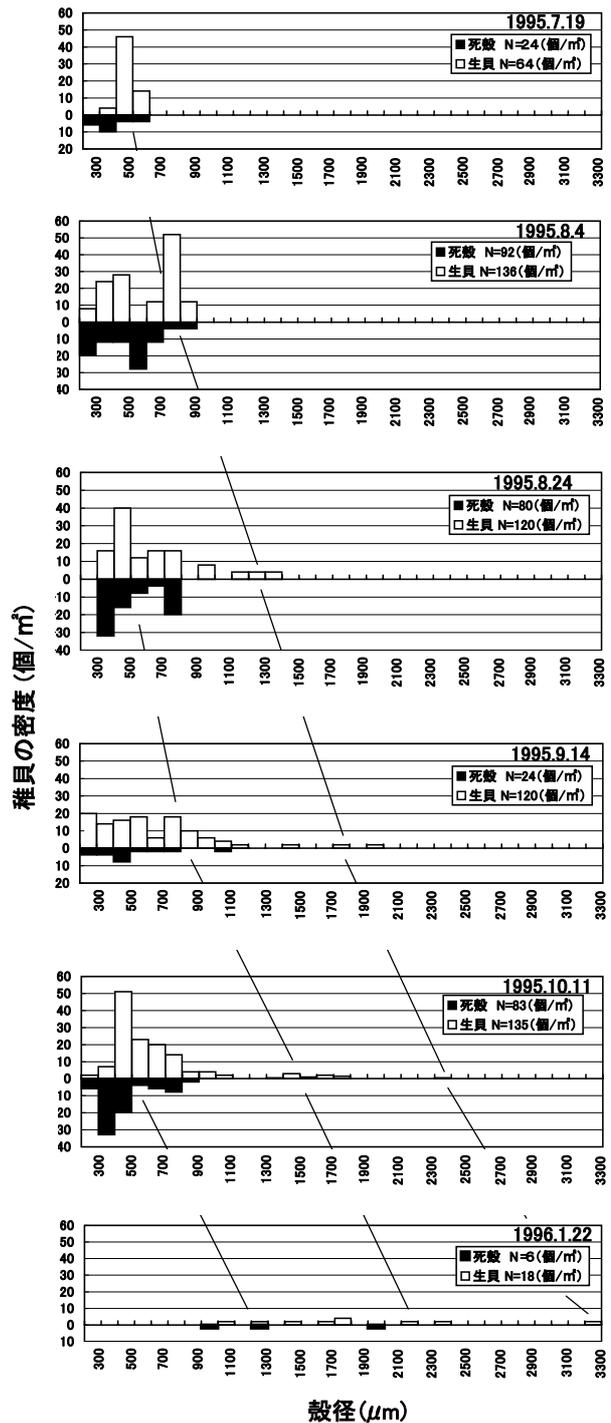


図4. サザエ0歳貝の殻径頻度分布組成の推移(1995年)図中の黒色の部分は死貝を、白抜き部分は生貝を示す。

8月24日の殻径組成では、400~500 μm の階級のモード群は、コレクター調査において8月2~17日設置のコレクターでややまとまった量の稚貝が採集されたことから、8月上~中旬に着底した群であると考えられる。また、1100~1400 μm の階級にある小さな群は、それまでの殻径組成の推移から7月19

日のモード群に由来する可能性が高く、この間の減耗により密度が低下したものと考えられる。

9月14日の殻径組成では、200~1200 μm 未満の階級に連続的にある群と1400~2000 μm 未満の範囲に断続的にある群に分かれたが、それまでの殻径組成の推移から前者は8~9月に着底した群であり、後者

は7月に着底した群であると考えられる。

10月11日の殻径組成では、400~500 μm の階級の大きなモード群は、コレクター調査において9月13~26日設置のコレクターで300 μm 以下の付着後間も無い稚貝が多く採集されたことから、9月下旬の着底群であり、この時も7月上旬と同様に比較的

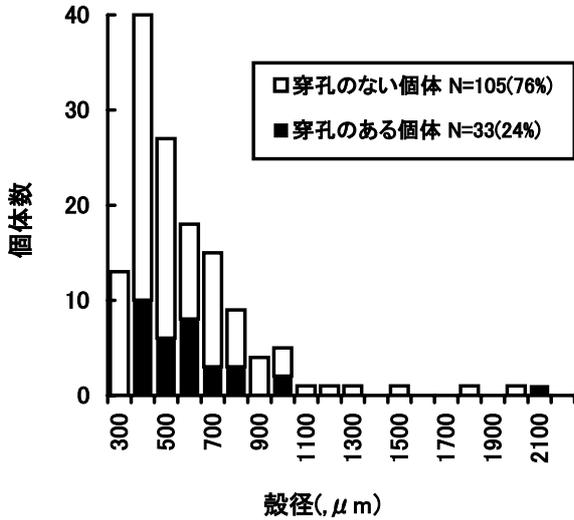


図5. サザエ0歳死貝の殻径組成(1995年).

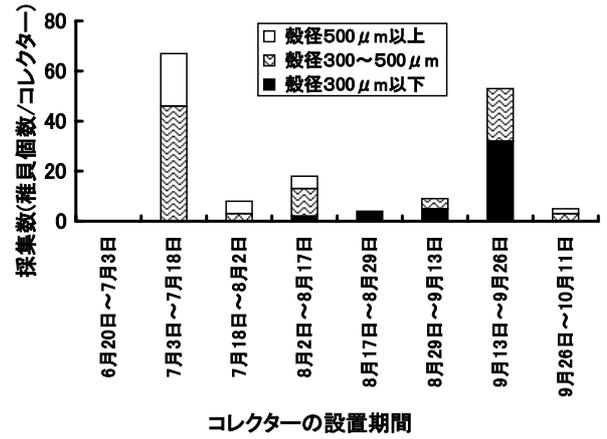


図7. 人工コレクターにより採集されたサザエ稚貝採集数の推移.

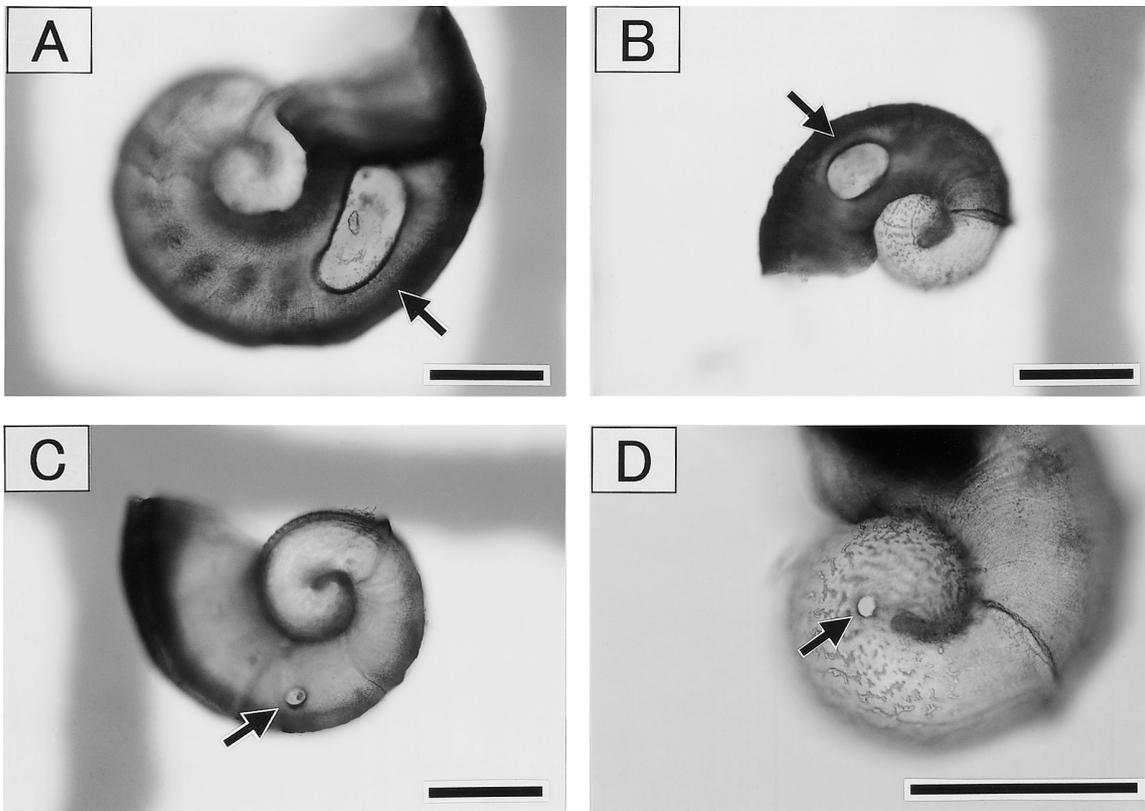


図6. 穿孔痕のあるサザエ死殻. A, B, Cはそれぞれ8月8日に水深2mの地点で採集された個体. Dは9月14日に水深4mの地点で採集された個体. スケールは200 μm .

規模の大きな着底があったと考えられる。400 μm 以下の階級の個体については、コレクター調査において9月26日～10月11日設置のコレクターで稚貝が採集されたことから10月上旬に着底したものであると推定される。また、それまでの殻径組成の推移から、1300～1800 μm に連続的にある群は8月に着底した群であり、2300～2400 μm の階級の個体は7月に着底したものであると考えられる。

1月22日の殻径組成では、1000～3300 μm の広い範囲に断続的に低い密度で採集されたが、これらは10月11日の殻径範囲との比較から7～10月の着底に由来する個体であると推定された。

着底後の減耗過程とその要因 着底直後の稚仔の減耗に関し、近縁種であるアワビ類についてはいくつかの調査事例があり、Sasakiら¹¹⁾は天然玉石から着底直後のエゾアワビ稚仔を186～192個/ m^2 の密度で採集し、その後8～12日で10～18%まで急激に減耗したことを報告している。同様の減耗はMcShane¹²⁾の*Haliotis rubra*における調査でも報告されている。今回の調査において生貝の殻径組成の追跡からサザエもアワビ類と同様に着底直後から急激に減耗していくものと考えられる。死殻から得られる情報については、死亡後の時間経過を異にする個体が混在することや波浪などによる調査区外への流失の可能性を考慮すると、稚貝の死亡の実態を必ずしも正確に反映するものではないと考えられるが、各調査日の殻径組成において生貝のモードから1～2階級小さい所に死殻のモードが見られたことから、死殻の殻径組成は調査日より少し前の死亡の実態をある程度反映しているといえる。従って、各調査日の死殻の殻径組成から総合的に判断すると、着底直後のサザエ稚貝の殻径は260～290 μm であるため300 μm 以下の階級での死殻の採集数は少ないものの、300 μm 以上では小型サイズほどその数が多い傾向にあることから、着底初期ほど減耗の程度は大きく、その減耗の主因は稚貝の死亡によるものであると推察される。生貝の採集密度が8～10月は120～136個/ m^2 とあまり変化がなかったのは、稚貝の着底による新規加入と死亡による減耗が均衡していたためであると判断される。

稚貝の減耗要因はエゾアワビで佐々木¹³⁾が指摘したように餌不足による死亡も考えられるが、死殻に見られた穿孔はアクキガイ科の肉食性巻貝の捕食¹⁴⁾を受けた可能性を示唆し、有節石灰藻から採取した試料中に、同科に属するヒメヨウラクガイ、レイシガイ等の稚貝が多く観察されたことから、こ

れらの種の食害による減耗があったと考えられる。サザエの食害種については、人工種苗の放流後の観察^{15,16)}や室内捕食実験^{16,17)}から、前述の種の他にヒトデ類やカニ類が報告されている。ヒトデ類については捕食を受けた痕跡が残らないことから食害の有無は不明であるが、大きく破損した死殻はほとんど採集されなかったことからカニ類による食害は少なかったと考えられる。

幼生の着底と有節石灰藻および水深との関係 サザエの着底後数ヶ月を経過した時点での調査事例には既述の内場ら⁷⁾、山崎ら⁹⁾の報告がある。前者は12月に水深50cm以下の潮間帯の有節石灰藻群落内において平均殻径0.74mmの稚貝を39～650個/ m^2 の密度で採集し、後者は11月に水深4m以浅の潮下帯の有節石灰藻群落内において平均殻径1.7mmの稚貝を22～177個/ m^2 (2～16個/枠)の密度で採集している。本調査における10月のサザエの採集密度(平均殻径0.63mmで94～177個/ m^2)と比較すると、その密度は内場ら⁷⁾より低く、山崎ら⁹⁾とほぼ同様の値といえる。内場ら⁷⁾の調査は昭和57年に実施されたものであり、この時は対馬暖流域でサザエの卓越年級群の発生が確認された時期とほぼ重なること³⁾から、この時の稚貝の加入量は高かったものと考えられる。

これらの調査と今回の調査結果に共通するのはいずれも有節石灰藻群落においてサザエの0歳貝が高い密度で採集されている点である。有節石灰藻群落とサザエ稚仔の関係に関しては、内場ら⁷⁾は有節石灰藻群落ではその物理的な形状(乱流形成など)から幼生の着底を促し、有節石灰藻自体の餌料価値は低いものの、稚貝の有効な餌料である付着珪藻が発生し易い環境にあることが、稚貝場形成の一因になっていると推察し、新井¹⁸⁾は潮間帯下部から漸深帯上部におけるサザエ稚貝の観察例から有節石灰藻の密生する群落は、群落内部への波浪の影響を軽減し、稚仔が体を固定するのに都合の良い空間であると考察している。さらに、同じサンゴモ科の無節石灰藻は、近縁種のアワビ類浮遊幼生の着底、変態を高率に誘起^{19,20,21)}、無節石灰藻から分泌される揮発物質のジプロモメタンがウニ類の着底、変態を強く誘起する²²⁾ことが明らかとなっており、有節石灰藻にもサザエ浮遊幼生に対して何らかの誘引作用がある可能性は否定できない。以上のことを総合すると、岩礁域に広く一般的に分布する有節石灰藻群落は、本種の初期生活史の中で重要な役割を果たしている可能性があると考えられ、今後の研究による解明が期待

される。

8月24日の水深別の調査では1~8mの各水深帯で生貝が採集されたことからサザエの稚貝は比較的広い水深帯で着底していると推定される。水深が浅いほど採集数が多いのは、サザエの浮遊幼生は岸近くでは表層に偏って分布する傾向があること⁶⁾から、浅い水深帯ほど浮遊幼生の密度が高かったためであると考えられる。1月22日の同様の調査では生貝は浅い水深帯で少なく、逆に6m, 8mの深い水深帯で多くなったが、この原因としては波浪の影響による稚貝の減耗などが考えられるが、この時の各水深帯の方形枠内で採取した有節石灰藻の量は水深6, 8mはそれぞれ80,48gであったのに対し、水深1, 2, 4mは各々8~12gと少なかったことから有節石灰藻群落の現存量の変化が影響している可能性もあると考えられる。今後、サザエ稚貝の加入過程を明らかにするためには、稚貝の減耗過程の追跡に併せて、住み場としての有節石灰藻の現存量および種組成の季節的変動や食害生物の動態等の調査を継続して行うことが重要であると考えられる。

文 献

- 1) 野中忠, 伏見浩, 中川征章, 佐々木正: 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究-VIII. 静岡県水産試験場研究報告4, 25-29 (1971).
- 2) 伏見浩: サザエの卓越年級群の生態と漁業. ベントス研連誌, 19/20, 59-70 (1980).
- 3) 石田健次: 浅海増殖試験(クロメ, サザエ). 島根県水産試験場事業報告, 146-160 (1989).
- 4) 山田正, 勢村均: 島根県沿岸のサザエの成熟と産卵期. 栽培技研, 22 (1), 1-12 (1993).
- 5) 山田正: サザエ浮遊幼生採集用人工コレクターの考案. 水産増殖, 44(3), 255-259 (1996).
- 6) 山田正: 島根県東部沿岸のサザエ浮遊幼生の出現期と分布特性. 水産増殖, 46(1), 1-6 (1998).
- 7) 内場澄夫, 二島賢二, 山本千裕, 岸本源次: サザエの生息生態に関する研究I. 福岡県福岡水産試験場事業報告, 157-165 (1982).
- 8) 山崎明人, 石渡直典: サザエの生態学的研究II. 稚貝の生息場所. うみ, 25, 184-189 (1987).
- 9) 山崎明人, 石渡直典: サザエの生態学的研究III. 初期成長と密度変化. うみ, 26, 12-18 (1988).
- 10) 林育夫: サザエ *Turbo (Batillus) cornutus* の稚貝の貝殻形態. VENUS, 42(2), 212-216 (1983).
- 11) Sasaki, R. and Shepherd, S. A. : Larval dispersal and recruitment processes of *Haliotis discus hannai* in Kesenuma Bay, Japan. Aust. J. Mar. Freshwater Res, 46, 519-29 (1995).
- 12) McShane, P. E. : Density, dependent mortality of recruit of the abalone *Haliotis rubra* (Mollusca: Gastropoda). Marine Biology, 110, 385-389 (1991).
- 13) 佐々木良: アワビの再生産過程における諸問題. 日水誌, 66, 315 (2000).
- 14) 小澤智生: 貝類食者の捕食活動と貝類の適応, 進化. 海洋と生物, 30 (Vol.6, No 1), 2-8 (1984).
- 15) 葭矢護, 和田洋蔵, 桑原昭彦, 浜中雄一: 放流サザエの成長と生残. 日水誌, 52(1), 14-47 (1986).
- 16) 翠川忠康: サザエの放流初期減耗原因の研究. 和歌山県水産増殖試験場報告, 20, 29-37 (1989).
- 17) 藤井昭彦: 各種海産動物によるサザエ稚貝の捕食. 水産増殖, 39 (2), 123-128 (1991).
- 18) 新井省吾: 磯根生物と住み場環境の安定性. 海洋科学, 20 (6), 355-362 (1988).
- 19) Morse, A. N. C. and Morse, D. E. : Recruitment and metamorphosis of *Haliotis* larva induced by molecules uniquely available at the surface of crustose red algae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 75, 191-215 (1984).
- 20) Shepherd, S. A. and Turner, J. A. : Studies on southern Australian abalone of juveniles. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 93, 285-298 (1985).
- 21) McShane, P. E. and Smith, M. G. : Measuring abundance of juvenile abalone *Haliotis rubra leach* (Gastropoda: Haliotidae); comparison of a novel method with two other methods. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 39, 331-336 (1988).
- 22) K. Taniguchi, K. Kurata, T. Maruzoi and M. Suzuki. : Dibromomethane, a chemical inducer on settlement and metamorphosis of the sea urchin larvae. Fish. Sci. 60 (6), 795-796 (1994).

島根県東部沿岸のサザエ 0~1 歳貝の初期成長と密度変化

佐々木 正¹

Early Growth and Change of Population Density of 0-1 Age Top Shell, *Turbo (Batillus) cornutus*, at the Eastern Coastal Waters, Shimane Prefecture

Tadashi Sasaki¹

Abstract: In this paper we describe the growth and population density of juvenile top shell at the coral-line algae colony in Katakuni, central part of Shimane Peninsula, through 1990-'95. The following inferences were made from this study: (1) a growth of juvenile was slow from winter to spring at low temperature condition, however, the growth increased rapidly as the temperature was increased after summer. Average shell height was 8-10 mm at 1 age. (2) Population density decreased remarkably just after settlement stage. It seems that the decrease of population density caused by the predator-carnivorous snails, *Muricidae*. (3) From these results a effective method for a estimate of the recruitment of juvenile top shell at the coral-line algae colony was to assess at the next spring after hatching.

キーワード：サザエ，稚貝，初期成長，分布密度，モニタリング，食害，有節石灰藻

サザエ, *Turbo (Batillus) cornutus*, は島根県の磯根漁業においてアワビと共に重要な種であるが, 近年アワビ漁獲量の低迷によりその依存度が高まる傾向にある. 農林水産統計によると 2001 年の島根県におけるサザエの漁獲量は 748 t, 金額にして 5 億 4 千万円を記録し, アワビ, ウニ類, ナマコ類を含めた磯根採貝漁業生産額の約 50% を占めている. 島根県におけるサザエの漁獲量は 1988 年の 1,377 t をピークにやや減少したものの, 最近 10 年間は 7 百~1 千トンの間をほぼ安定的に推移している. しかし, 本来サザエは卓越年級群の発生等により, 数年~数十年単位で資源が大きく変動する種^{1,2)} であり, 今後の漁獲動向によっては磯根漁業の経営に大きな影響を及ぼす可能性があるといえる.

著者らは島根県沿岸におけるサザエの加入機構を解明するための継続的な調査を実施し, これまで産卵期³⁾, 浮遊幼生の出現と分布^{4,5)}, 0 歳貝の着底過程と初期減耗⁶⁾ について報告した. 現在, 本種を対象と

した栽培漁業, 資源管理の取り組みが全国的に実施されつつあるが, 本種の加入実態を把握し, 数年後の資源水準を予測することは重要であり, 資源管理計画の策定時の基礎資料として有益であると考えられる. 本報では 0~1 歳貝の継続的な採集を実施し, その初期成長と密度変化を明らかにした上で, 簡便で有効な加入量の把握方法について検討した.

材料および方法

調査区の概要 サザエ稚貝の採集は前報⁶⁾ と同様に島根半島中央部に位置する片句地区で実施した (図 1). 片句地区沿岸は外海に面し, 転石と岩盤が混在する岩礁水域であり, サザエの好漁場となっている. 片句漁港の東に位置する通称チジラ湾の西岸の海岸域を調査区域とし, 岸側から沖側に向けて一本の調査ラインを設けた. 調査区付近の底質, 植物相, および動物相については前報⁶⁾ と同様であった.

¹ 現所属：島根県浜田水産事務所 Hamada Branch, Shimane Prefectural Office, Fisheries Promotion Section, Kataniwa Hamada 697-0041, Japan

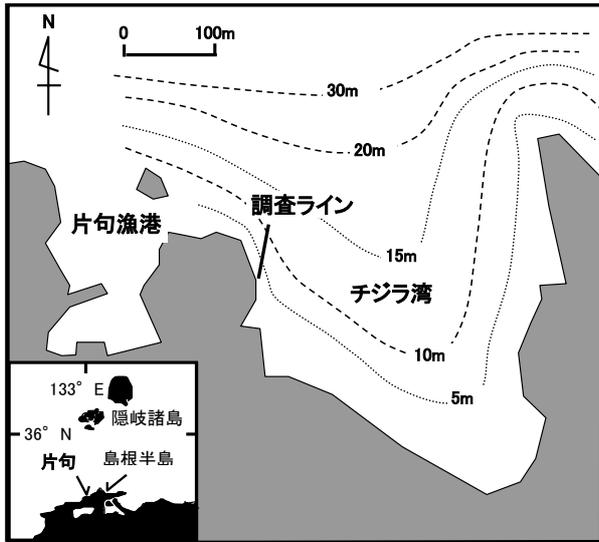


図1. 調査区の概要.

稚貝の採集 サザエ稚貝の採集は1991年5月から1995年10月までスキューバ潜水により実施した。調査頻度は波浪の影響を受ける冬季を除くと、1~2ヶ月に1回程度の割合であった。採集場所としては調査ライン付近の水深2~4mの有節石灰藻群落を選定した。有節石灰藻群落および調査水深の選定理由は前報⁶⁾と同様であった。

稚貝の採集方法は有節石灰藻群落ごと剥離する方法によった。石灰藻の剥離には1991年は金属ヘラを用い、剥離した有節石灰藻をそのまま静かにネット(目合180 μ m)に入れて採集した。しかしこの方法は波浪の影響を受けやすく、非効率的であったので、1992年の調査途中からエアリフトによる吸引(吸い上げ)法⁶⁾に変更した。有節石灰藻群落における採集箇所は、亀裂や段差のある場所を避け、できる限りランダムに選定し、数ヶ所に分けて採集したものを混合して1試料とした。そして、波浪等の採集条件の良い場合は、方形枠(32 \times 32 cm, 50 \times 50 cm)を用いて採集し、岩盤から剥離した有節石灰藻の面積を記録した。1990年発生群は発生翌年の5月から、1991年、1992年発生群は発生年の11月から、1993年、1994年発生群は発生年の7月から採集を開始した。1994年発生群は方形枠による調査頻度を増し、稚貝の着底期間についてより詳細に調査を行った。また、1992年についてはサザエ稚貝の生息場所や発生年級群の区分についての基礎資料を得るために、有節石灰藻群落外に生息するサザエについても目視による採集を行った。発見したサザエは全て船上に持ち帰り、殻高を測定した後、再び発見した場所に

戻した。

岩盤から剥離した採集物は袋ごと実験室に持ち帰り、淡水で数回洗浄、ふるいがけの後、10%の中性ホルマリンで固定、70%のエタノール溶液中で保存した。サザエ稚貝の同定は殻径2 mm以上の個体は肉眼で、それ以下の個体は実体顕微鏡で検鏡して行った。着底直後のサザエの同定は原殻の長径が260~290 μ mの範囲であること、原殻の周口部がラップ状に開くこと、および原殻表面の種固有の模様⁷⁾があること等でを行った。軟体部の無い個体は死殻とみなし、生貝と同様に大きさを計測した他、貝殻の損傷の有無を観察した。サザエ稚貝の貝殻は当初横(殻径)方向に成長するが、成長とともに次第に横よりも縦(殻高)方向への成長割合が増大することから、貝殻の計測部位は、殻径と殻高がほぼ同じ長さになる約3.5 mmを境にそれ以前は殻径をそれ以降は殻高とした。

結 果

年級群の区分と生息場所 1992年に有節石灰藻群落内で採集されたサザエ稚貝および有節石灰藻群落外で目視により採集された殻高40 mm以下のサザエの殻高(径)分布組成を図2に示した。目視調査では殻高10~30 mm程度の小型個体が有節石灰藻群落外の岩盤の溝、亀裂およびウニ穴等で多く発見された。4, 7, 9月の調査では有節石灰藻群落内、外で出現した各群は単峰型であり、1991年発生貝(0歳)と1990年発生貝(1歳)の年級群は明確に区分されたが、11月の調査では1991年発生貝(1歳)と1990年発生貝(2歳)の殻径範囲は連続したため年級群の区分は不明確であった。このことから、サザエ稚貝の0歳と1歳についてはその大きさの違いにより、年級群の分離が可能であると判断された。

0歳貝の成長 前項の結果を基に、採集したサザエ稚貝を、発生した翌年の11月までの期間についてその殻高(径)組成から各年級群に分離して整理した(表1)。

表1より各年級群を総合すると(図3)、調査日ごとの殻高(径)の範囲は比較的広く、これを月ごとに見るとその殻高(径)範囲は11月0.4~2.7 mm, 12月1.1~3.8 mm, 翌3月1.3~4.4 mm, 4月1.7~8.6 mm, 5月2.3~5.2 mm, 6月2.6~10.4 mm, 7月3.5~9.9 mm, 8月4~13.3 mm, 9月4.7~15.5 mm, 10月8~13.5 mm, 11月8.2~16.3 mmとなった。また、発生年11月から翌年の春季までの稚貝の成長は緩

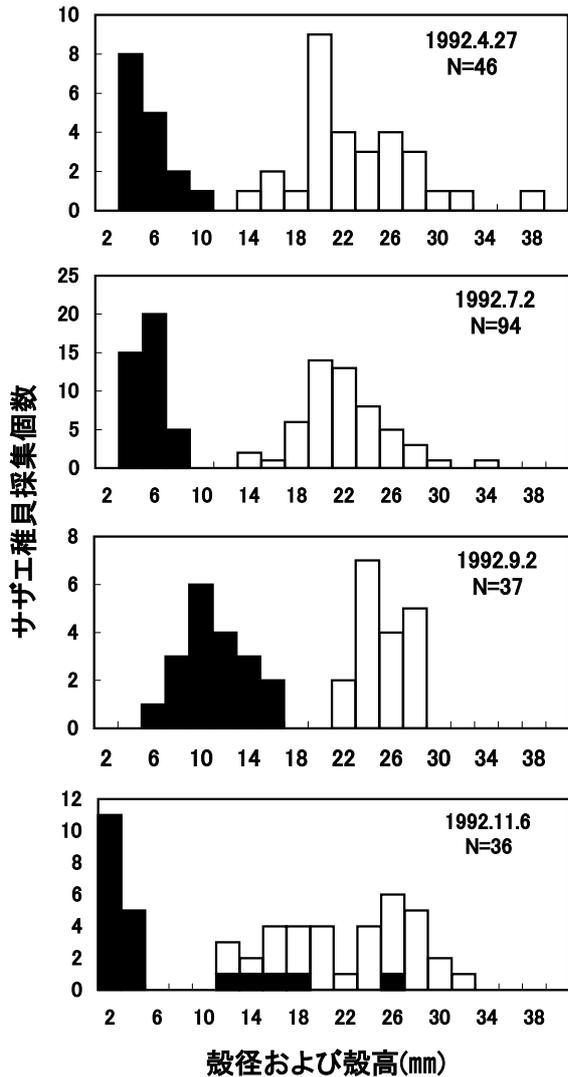


図2. 有節石灰藻群落内外において採集したサザエ稚貝の殻高(径)組成の季節的推移(1992年). 黒色の部分は有節石灰藻群落内でエアリフトにより採集されたものを, 白抜きの部分は有節石灰藻群落外で目視により採集されたものを示す.

やかであるが, 夏季以降急激な成長を示した. サザエの産卵期は6月下旬~10月下旬⁵⁾であるので, 仮にその産卵期の中間の8月下旬を基準とすると, 有節石灰藻群落内のサザエの満1歳時における平均的な殻高は概ね4~14 mmの範囲にあり, その平均は8~10 mm程度であると判断された.

0歳貝の採集密度 発生~翌年の秋季までの採集密度について採集記録のある1994年級群をみると(図4), 稚貝は8月から採集され, その密度は17.3個/m²と低かったが, 9月には急激に増加して186.7個/m²と調査期間中の最高値を示した. しかし, その後, 採集密度は11月72個/m², 翌3月12.7個/m²

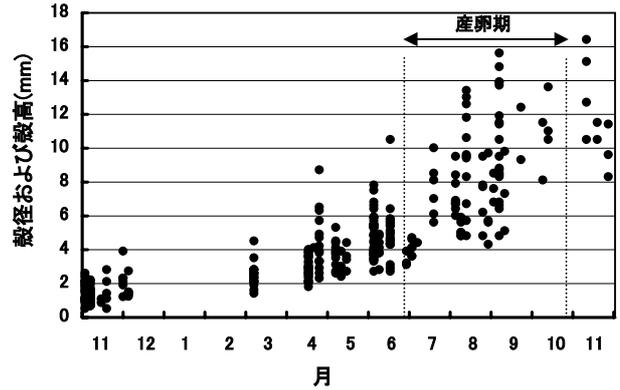


図3. 有節石灰藻群落内で採集されたサザエ稚貝の殻高(径)の季節的推移.

と大きく減少し, 10月には2個/m²となった. 他の年級群についても発生年翌春~秋季までの採集密度は1994年級群とほぼ同様の減少傾向を示し, 春季には5~25個/m²あったものが, 秋季には0~3.8個/m²まで低下した(表1).

死殻の殻高(径)組成 1994年級群の死殻の殻高(径)頻度分布組成を図5に示した. 採集された死殻の大部分は殻径1 mm以下の個体であった. 死殻には破壊等の大きな損傷はほとんど見られなかったが, 前報⁶⁾と同様に殻の一部に穿孔痕が認められ, その割合は死殻全体の31%であった. 有節石灰藻中の採集物からはサザエ稚貝とともにアクキガイ科の肉食性巻貝であるレイシガイとヒメヨウラクの稚貝も採集されていることから, サザエ稚貝がそれらから食害を受けた可能性が示唆された.

考 察

着底期と殻高(径)組成範囲 葭矢ら⁸⁾はサザエの人工種苗生産において小型の稚貝が低水温期に減耗することから, 9~10月の秋季発生群は越冬期の生残が低く, 夏期発生群が各年級群の主体になっていると推察している. しかし, 前報⁶⁾における稚貝の着底とその後の生残過程の関係から, 秋季発生群も夏季発生群と同様に生き残り, 加入群として有効であると推察される. 従って, 図3においてサザエの殻高(径)範囲が広い理由としては, 成長速度の個体差によるものもあるが, 着底時期の差に起因するものも大きいと考えられる.

初期成長 サザエの初期成長に関し, 天然個体の採集結果を基に解析された例は少なく, 京都府地先における葭矢⁹⁾と千葉県地先における山崎ら¹⁰⁾の報

表 1. サザエ 0~1 歳貝の採集データ概要.

1990 年級群								
	TN 個	N (Q+) 個	N (Q-) 個	AQ m ²	D 個/m ²	MD (H) mm	MaxD (H) mm	MinD (H) mm
1990 Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—
Dec.	—	—	—	—	—	—	—	—
1991 Jan.	—	—	—	—	—	—	—	—
Feb.	—	—	—	—	—	—	—	—
Mar.	—	—	—	—	—	—	—	—
Apr.	—	—	—	—	—	—	—	—
15-May	4	4	—	0.2	20	3.4	4.3	2.6
Jun.	—	—	—	—	—	—	—	—
3-Jul.	6	6	—	1	6	4	4.6	3.5
Aug.	—	—	—	—	—	—	—	—
4-Sep.	3	3	—	0.6	5	7.3	9.7	5
Oct.	—	—	—	—	—	—	—	—
22-Nov.	3	3	—	0.8	3.8	9.7	11.3	8.2
1991 年級群								
	TN 個	N (Q+) 個	N (Q-) 個	AQ m ²	D 個/m ²	MD (H) mm	MaxD (H) mm	MinD (H) mm
1991 22-Nov.	5	—	5	—	—	1.4	2.7	0.4
15-Dec.	6	—	6	—	—	2.2	3.8	1.1
1992 Jan.	—	—	—	—	—	—	—	—
Feb.	—	—	—	—	—	—	—	—
Mar.	—	—	—	—	—	—	—	—
27-Apr.	15	3	12	0.3	10	4.3	8.6	2.2
May	—	—	—	—	—	—	—	—
2-Jun.	40	4	36	0.4	10	4.8	7.7	2.6
Jul.	—	—	—	—	—	—	—	—
11-Aug.	12	—	12	—	—	9.5	13.3	4.7
2-Sep.	19	19	—	3	6.3	10.1	15.5	4.7
Oct.	—	—	—	—	—	—	—	—
6-Nov	4	4	—	4	1	13.6	16.3	10.4
1992 年級群								
	TN 個	N (Q+) 個	N (Q-) 個	AQ m ²	D 個/m ²	MD (H) mm	MaxD (H) mm	MinD (H) mm
1992 6-Nov.	16	—	16	—	—	1.5	2.5	0.4
Dec.	—	—	—	—	—	—	—	—
1993 Jan.	—	—	—	—	—	—	—	—
Feb.	—	—	—	—	—	—	—	—
Mar.	—	—	—	—	—	—	—	—
Apr.	—	—	—	—	—	—	—	—
7-May	11	11	—	0.5	22	3.7	5.2	2.3
17-Jun.	26	26	—	1.2	21.7	4.9	10.4	2.7
Jul.	—	—	—	—	—	—	—	—
5-Aug.	9	9	—	1	9	7.2	9.4	5.9
26-Aug.	4	4	—	1	4	6.2	9.6	4.2
20-Sep.	2	2	—	2	1	10.8	12.3	9.2
5-Oct.	2	0	2	0	—	9.7	11.4	8
16-Nov.	2	0	2	0	—	10.9	11.4	10.4

表 1. (続き).

1993 年級群								
	TN 個	N (Q+) 個	N (Q-) 個	AQ m ²	D 個/m ²	MD (H) mm	MaxD (H) mm	MinD (H) mm
1993 17- Jun.	0	—	0	—	—	—	—	—
5-Aug.	0	—	0	—	—	—	—	—
26-Aug.	3	—	3	—	—	0.38	0.4	0.36
20-Sep.	19	—	19	—	—	0.63	1.3	0.4
9-Oct.	9	—	9	—	—	0.65	1.1	0.43
16-Nov.	2	—	2	—	—	0.9	1.0	0.8
8-Dec.	6	—	6	—	—	1.5	2.6	1.1
1994 Jan.	—	—	—	—	—	—	—	—
Feb.	—	—	—	—	—	—	—	—
Mar.	—	—	—	—	—	—	—	—
Apr.	—	—	—	—	—	—	—	—
13-May	5	5	—	0.75	6.7	3.0	3.8	2.3
9-Jun.	8	8	—	1	8	4.0	4.8	2.7
7-Jul.	1	1	—	0.5	2	4.3	—	—
8-Aug.	6	5	1	1	5	4.9	5.8	4.0
1-Sep.	3	3	—	1	3	7.5	8.4	6.7
9-Nov.	0	0	—	1.5	0	—	—	—

1994 年級群								
	TN 個	N (Q+) 個	N (Q-) 個	AQ m ²	D 個/m ²	MD (H) mm	MaxD (H) mm	MinD (H) mm
1994 7-Jul.	0	0	—	1	0	—	—	—
8-Aug.	13	13	—	0.75	17.3	0.58	1	0.28
1-Sep.	140	140	—	0.75	186.7	0.46	1	0.27
9-Nov.	108	108	—	1.5	72	1.3	2.5	0.6
Dec.	—	—	—	—	—	—	—	—
1995 Jan.	—	—	—	—	—	—	—	—
Feb.	—	—	—	—	—	—	—	—
7-Mar.	19	19	—	1.5	12.7	2.4	4.4	1.3
18-Apr.	26	7	19	1.5	4.7	2.8	3.9	1.7
May	—	—	—	—	—	—	—	—
28-Jun.	6	3	3	0.5	6	4.1	5.5	3.0
19-Jul.	6	6	—	1	6	7.9	9.9	5.5
4-Aug.	1	1	—	0.5	2	5.7	—	—
24-Aug.	5	4	1	1	4	7.1	9.4	4.7
14-Sep.	0	0	—	0.5	0	—	—	—
11-Oct.	3	3	—	1.5	2	11.6	13.5	10.4
Nov.	—	—	—	—	—	—	—	—

TN：サザエ稚貝採集数合計
 N (Q+)：方形枠を用いて採集したサザエ稚貝の個数
 N (Q-)：方形枠を用いないで採集したサザエ稚貝の個数
 AQ：方形枠を用いた場合の採集面積
 D：サザエ稚貝の採集密度
 MD (H)：サザエ稚貝の平均殻径または殻高
 MaxD (H)：サザエ稚貝の最大殻径または殻高
 MinD (H)：サザエ稚貝の最小殻径または殻高
 —：データなし

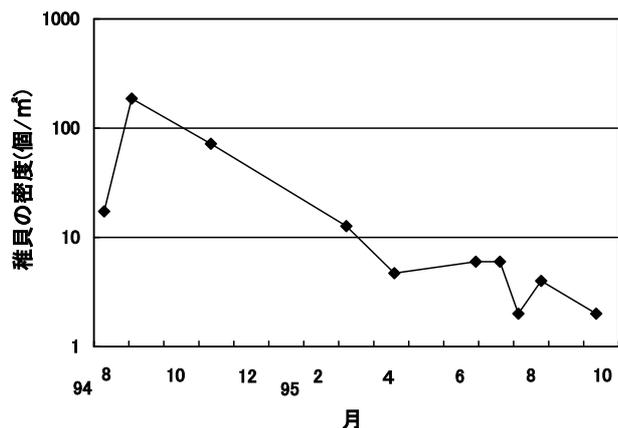


図4. 有節石灰藻群落内で採集された1994年級群サザエ稚貝の採集密度の推移。

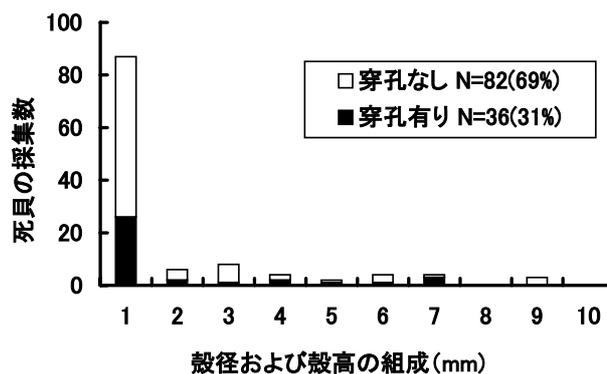


図5. 有節石灰藻群落内で採集されたサザエ死殻の殻高(径)頻度組成. 黒色の部分は穿孔痕のある個体を, 白抜き部分は穿孔痕の無い個体を示す.

告があるだけである. この中で満1歳時の平均殻高を葭矢らは6月基準で約10 mm, 山崎らは8月下旬基準で約12 mmと推定している. 8月下旬で8~10 mmとなった本調査結果とこれらの値を比較すると, どちらも本調査結果より高い値といえる. しかし, 京都の場合は目視採集した個体を基に推定された値であり, 有節石灰藻中に生息する小型個体の見落しにより, 平均値が高い方に偏っていた可能性が考えられる. これに対して, 千葉の値は本調査と同様に有節石灰藻群落内の個体の測定結果を基にしていることから, 本調査結果との比較は妥当であり, 千葉の成長が島根より速い理由としては, 太平洋と日本海の水温条件の差が関係している可能性が考えられる. また, 本調査において着底後の稚貝は低水温期である冬季から春季の成長は著しく緩慢であり, 夏季以降水温の上昇と共に急速に成長したことから, 当海域のサザエ稚貝の成長は水温に強く影響を受ける日本海型サザエの特徴^{11,12)}を示しているといえる.

密度変化と生息場の関係 本種の産卵期間の6月下旬~10月下旬には着底と減耗が同時進行するため稚貝の密度は比較的高い値で増減しながら推移する⁶⁾が, 着底が終了し, 新たな稚貝の補給が無くなると, 1994年級群の0歳貝の採集密度変化にも見られるように, その生息密度は急激に減少していくものと考えられる. そして, 1994年級群の死殻の殻高(径)組成で示したとおり, 減耗の程度は殻径1 mm以下で特に大きく, 前報⁶⁾と同様に死殻の食害痕の状況から, 減耗要因の一つには同じ有節石灰藻群落内に生息するアクキガイ科の肉食性巻貝による食害の可能性が考えられた.

0歳貝のサザエの生息密度については, 成長と同様に知見が少なく, 前述の山崎ら¹⁰⁾や内場ら¹³⁾の報告があるだけである. 山崎らは有節石灰藻群落の内外的における稚貝の採集密度の比較から, 群落内で生息していた0歳貝が, 満1歳直前から2歳にかけて, 群落外へ生息場所を変えることを指摘している. 本調査においても1992年の目視調査で, 10~30 mmの小型個体は有節石灰藻群落中よりも有節石灰藻群落外の岩盤上の亀裂や溝で多く採集されたことや, 11月における有節石灰藻内外におけるサザエ稚貝の分布の比較から, 山崎らの結果と同様に有節石灰藻群落中の稚貝は成長に伴って大型個体から徐々に有節石灰藻群落外へ生息域を拡大していくものと考えられる. 有節石灰藻群落外への移動要因としては, 隠れ場としての物理的空間の不足や餌料条件によるものが考えられる. 人工種苗生産においてサザエ稚貝は成長に伴って附着珪藻から小型海藻へ食性を転換し, 殻高8~10 mmサザエ人工種苗の放流後の追跡調査において, 放流後の稚貝の成長がテングサ類やアナアオサの優占水域に放流したものよりも有節石灰藻優占水域で放流したものの方が劣っていた¹⁴⁾ことから, 有節石灰藻群落外への移動は, 稚貝の成長に伴う摂餌量の増加や食性の転換が関係していると推察される. 従って, 有節石灰藻群落中のサザエ稚貝の密度低下について, 稚貝の多くが殻高10 mm以上に成長する夏季以降は, 死亡による減耗の他に稚貝の有節石灰藻群落外への移動による密度低下が含まれており, このことは同時に夏季以降の有節石灰藻群落内のサザエは小型サイズに偏っている可能性があることを示唆するものである. このため, サザエの初期成長や年齢を明らかにしようとする場合, 産

卵期の長さ起因する年級内の殻高範囲の広さとともにその分布特性にも十分留意する必要があると考えられる。

0歳貝発生量モニタリングの可能性 島根県におけるサザエの漁獲年齢は3~5歳が主体であり¹⁵⁾、発生初期における加入量の定量化は数年後の資源水準を把握する上で意義あることと考えられる。著者はこれまでにサザエの浮遊幼生の定量化に人工コレクターが有効であることを報告した^{4,5)}。しかし、着底直後から殻径1mmまでに急激な稚貝の減耗が見られる⁶⁾ことから、浮遊幼生期や着底直後の稚仔の定量評価からは加入量を予測することはやや困難であるといえる。したがって、大きな減耗期を過ぎ、加入量がほぼ定まった稚貝期の段階で定量採集を行う方がより精度が高いといえる。これまでサザエの0歳貝の知見が少なかったのは目視調査の限界である殻高10mm以下の個体の適当な採集方法がなかったことが一因にあると考えられるが、本調査では有節石灰藻群落においてエアリフトを用いた採集方法でサザエの0歳貝が安定的に採集されることが判明した。従って、有節石灰藻群落内の稚貝の豊度からその後の加入量を予測することは充分可能であり、資源に対してある程度定量性を持つものと考えられる。

有節石灰藻群落内においてサザエ0歳貝の発生量をモニタリングする時期としては、①産卵後期(秋季)に由来する小型個体が肉眼でソーティングが可能な殻径2mm以上に成長していること、②産卵前期(夏季)に由来する大型個体が有節石灰藻群落内に留まっていること、③海況が穏やかで採集計画が立て易いこと等の理由から、発生翌年の春季に調査を実施するのが適当であると考えられる。そしてその採集場所としては、本調査の様に有節石灰藻群落が岩盤上の平滑面にベッド状に形成されている場所を選定することが、定量的な採集が容易であるという点で重要であると考えられる。さらに、効率的な調査のためには、稚仔が安定的に集積する水域を選定することも大切であると考えられる。サザエ浮遊幼生がコレクターで湾奥より湾口部で多く採集された(未発表)ことから、サザエの稚仔は、波浪の渦動域¹⁶⁾や岬の先端域および外海性湾入域¹⁷⁾で稚仔の採集が多いアワビ類と同様の集積機構があると示唆される。今後はいわゆる稚貝場の形成条件についても明らかにしていくべきであると考えられる。

文 献

- 1) 野中忠, 伏見浩, 中川征章, 佐々木正: 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—Ⅷ. 静岡県水産試験場研究報告 4, 25-29 (1971).
- 2) 伏見浩: サザエの卓越年級群の生態と漁業. ベントス研連誌, 19/20, 59-70 (1980).
- 3) 山田正, 勢村均: 島根県沿岸のサザエの成熟と産卵期. 栽培技研, 22 (1), 1-12 (1993).
- 4) 山田正: サザエ浮遊幼生採集用人工コレクターの考案. 水産増殖, 44(3), 255-259(1996).
- 5) 山田正: 島根県東部沿岸のサザエ浮遊幼生の出現期と分布特性. 水産増殖, 46(1), 1-6(1998).
- 6) 佐々木正: 島根県東部沿岸サザエ着底過程と初期減耗. 島根水試研報, 11, 15-22 (2003).
- 7) 林育夫: サザエ *Turbo (Batillus) cornutus* の稚貝の貝殻形態. VENUS, 42(2), 212-216(1983).
- 8) 葭矢護, 桑原昭彦: サザエの生態研究とその応用⑤—成熟と産卵. 海洋と生物, 56 (Vol.10-No 3), 214-217 (1988).
- 9) 葭矢護, 桑原昭彦: サザエの生態研究とその応用③—成長. 海洋と生物, 54 (Vol.10-No 1), 52-56 (1988).
- 10) 山崎明人, 石渡直典: サザエの生態学的研究Ⅲ. 初期成長と密度変化. うみ, 26, 12-18(1988).
- 11) 宇野寛: サザエの増殖に関する基礎研究. 東水大特研, 6, 1-76 (1962).
- 12) 葭矢護, 和田洋蔵, 桑原昭彦, 浜中雄一: 放流サザエの成長と生残. 日水誌, 52 (1), 14-47 (1986).
- 13) 内場澄夫, 二島賢二, 山本千裕, 岸本源次: サザエの生息生態に関する研究 I. 福岡県福岡水産試験場事業報告, 157-165 (1982).
- 14) 葭矢護, 桑原昭彦, 浜中雄一: サザエ稚貝の成長と生残に及ぼす生息環境条件の影響. 日水誌, 53 (2), 239-247 (1987).
- 15) 山田正, 曾田一志: 資源管理型漁業(地域重要資源調査). 島根県水産試験場事業報告, 98-104 (1997).
- 16) 田中邦三, 田中種雄, 石田修, 大場俊雄: 千葉県南部沿岸のアワビ浮遊幼生並びに着底稚貝の分布. 日水誌, 52(9), 1525-1532(1986).
- 17) Sasaki, R. and Shepherd, S. A. : Larval dispersal and recruitment processes of *Haliotis discus hannai* in Kesenuma Bay, Japan. Aust. J. Mar. Freshwater Res, 46, 519-29 (1995).

本号掲載要旨

島根県海域におけるヌタウナギの生態と漁業実態

由木雄一・石田健次・安木 茂

島根県海域におけるヌタウナギ資源の有効利用を図るため、本種の生態と漁業実態に関する調査を実施した。これにより、本県におけるヌタウナギ漁業のこれまでの歴史と漁獲の動向、操業実態および若干の生態について明らかにすることができた。その結果、近年のヌタウナギ専業船の増加に伴う漁獲量と漁獲努力量の急激な増加、および操業方法の変化を問題点としてあげ、現在以上の操業隻数の増加を避けるよう指摘した。また、資源の適正な管理を行うために、モニタリング調査、および漁具改良の必要性についても提案した。

島水試研報, No.11, 1-6 (2003)

計量魚探と中層トロール網を用いた浮魚類の魚種判別方法

安木 茂

日本海南西部の島根県沖において魚群映像パターンの魚種の判別方法を確立するため魚群パターンの映像とその漁獲物とを比較した。得られた魚群パターンを5つのタイプに類型化して漁獲物と対比したところ、キュウリエソでは体長組成や生息密度にかかわらず同一の映像パターンを示した。カタクチイワシでも同様の傾向がみられた。マアジは体長組成の差異が反応パターンの差に現れている可能性が高い。また、生息水温と水深を考慮すれば判別の可能性が高くなることが示唆された。

島水試研報, No.11, 7-13 (2003)

島根県東部沿岸サザエの着底過程と初期減耗

佐々木 正

1995年に島根半島中央部に位置する片句地区の有節石灰藻群落において着底直後のサザエ稚貝を連続的に採集し、生貝、死殻の出現状況から着底過程および着底直後の減耗過程について検討した。また、浮遊幼生の出現期および出現量を定量化し、着底稚貝の出現との関係を比較する目的で、コレクターによる調査を実施した。以上の調査結果についてまとめると、次のとおりである。

1. サザエ着底稚貝の殻径組成の推移とコレクターによる浮遊幼生の採集状況との比較から、1995年片句地区のサザエの着底は7月から10月上旬まで断続的にあり、7月上旬と9月下旬には規模の大きな着底があったと考えられた。

2. 着底後の稚貝は急激に減耗し、死殻の殻径組成の推移から稚貝の死亡による減耗が主因であると判断された。その死亡要因の一つにはアクキガイ科の肉食性の巻貝による食害が示唆された。

3. 水深別に実施した採集結果から、サザエ稚貝は比較的広い水深帯で着底するが、水深が浅いほどその量が多い傾向が認められた。

島水試研報, No.11, 15-22 (2003)

島根県東部沿岸のサザエ0~1歳貝の初期成長と密度変化

佐々木 正

1990~1995年に島根半島中央部に位置する片句地区の有節石灰藻群落においてサザエの稚貝を採集し、年級群毎に成長や密度について調査した。調査結果についてまとめると、次のとおりである。

1. 稚貝の成長は冬季から春季は低水温のために緩慢であったが、夏季以降水温の上昇と共に急速に成長した。満1歳における平均的な殻高は約8~10mmであった。

2. 稚貝の採集密度は着底直後から大きく低下した。その原因の一つには死殻の穿孔痕からアクキガイ科の肉食性巻貝の食害による減耗が示唆された。

3. サザエの加入量を予測する方法として、有節石灰藻群落内に生息する稚貝について発生翌年の春季にモニタリングする方法が有効であると考えられた。

島水試研報, No.11, 23-29 (2003)

島根県水産試験場研究報告 **No.11**
2003 年（平成 15 年）12 月発行

●編集・発行
島根県水産試験場編集委員会
〒697-0051 浜田市瀬戸ヶ島町 25-1
TEL 0855-22-1720
FAX 0855-23-2079

●印刷
(有)高浜印刷
〒690-0133 松江市東長江町 902-57
TEL 0852-36-9100
