

## 島根県東部沿岸サザエの着底過程と初期減耗

佐々木 正<sup>1</sup>

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

Tadashi Sasaki<sup>1</sup>

**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<sup>1,2)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>4)</sup>, 浮遊幼生の出現期および分布域<sup>5,6)</sup> 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

<sup>1</sup> 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 (m<sup>2</sup>).

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

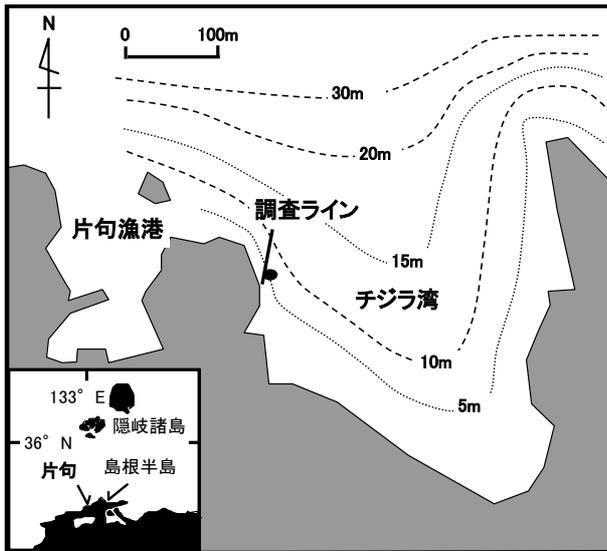


図 1. 調査区の概要. 図中の黒丸は人工コレクターの設置場所を示す.

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<sup>7,8,9)</sup>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 (0.1m<sup>2</sup>)の方形枠を用いて1水深帯当たり0.25~0.5m<sup>2</sup>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180 $\mu$ m, 1月では500 $\mu$ m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.

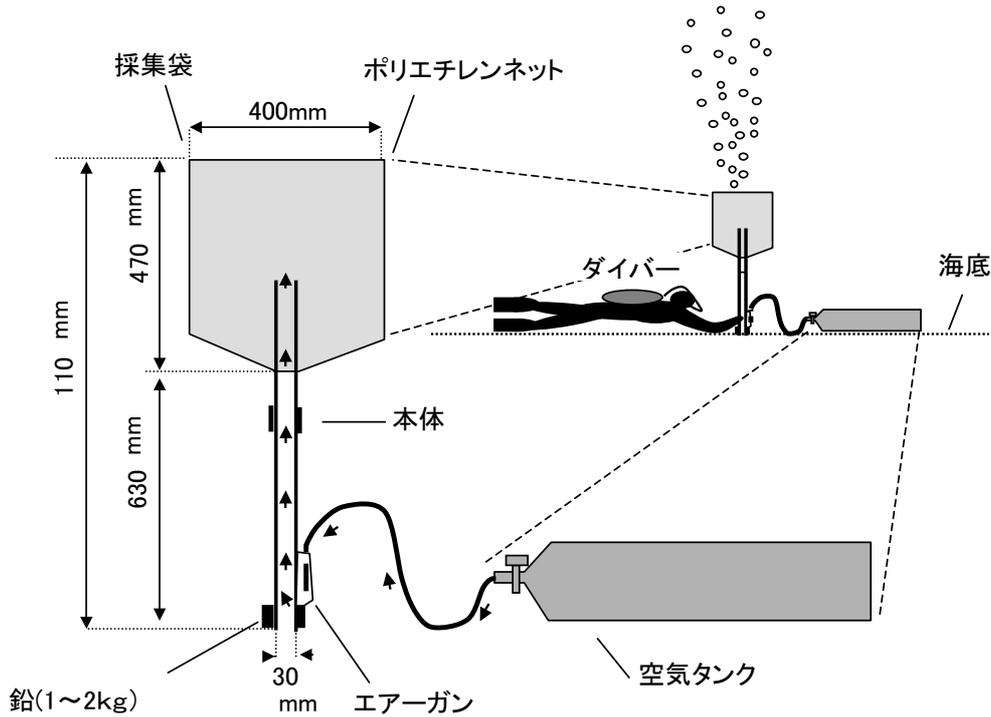


図2. サザエ稚貝の採集方法.

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  $\mu\text{m}$  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<sup>10)</sup> 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と比較する目的で, 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<sup>9)</sup>. 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  $\mu\text{m}$  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

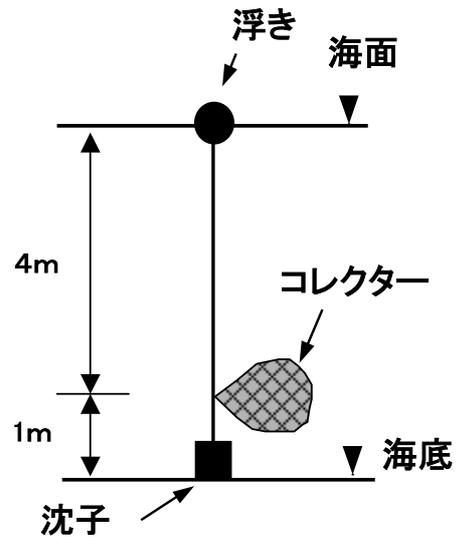


図3. 人工コレクターの設置方法.

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/m<sup>2</sup>).

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 $\mu\text{m}$ ,  $\pm$ 標準偏差 $\mu\text{m}$ , (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/m<sup>2</sup>, 10月11日には水深4 mで177個/m<sup>2</sup>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で比較すると, 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/m<sup>2</sup>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 m<sup>2</sup>当りに換算したサザエ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 $\mu\text{m}$ の階級にモードが見られた. 8月4日の調査では800~900 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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/ $\text{m}^2$ の密度を維持した後、1月には18個/ $\text{m}^2$ 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/ $\text{m}^2$ まで増加した後、9月に24個/ $\text{m}^2$ まで減少したが、10月には再び83個/ $\text{m}^2$ と増加し、その後1月には6個/ $\text{m}^2$ 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 $\mu\text{m}$ から殻径2,100 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ の群の他に、500 $\mu\text{m}$ 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。

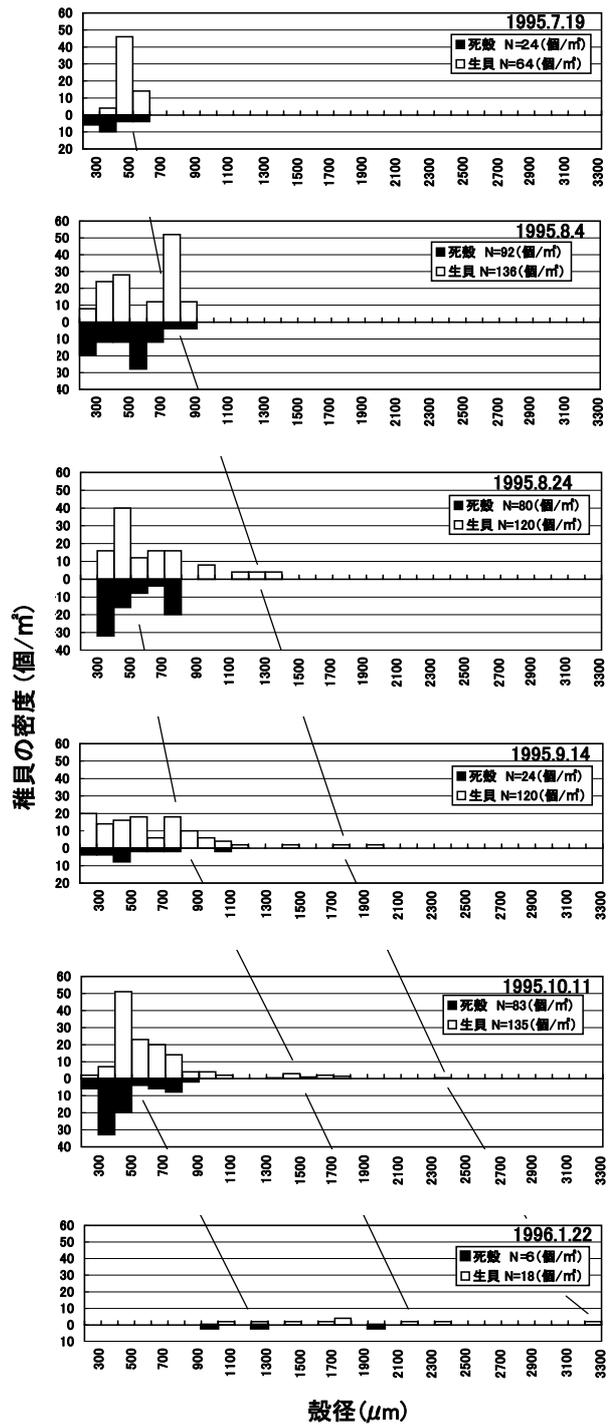


図4. サザエ0歳貝の殻径頻度分布組成の推移(1995年)図中の黒色の部分は死貝を、白抜き部分は生貝を示す。

8月24日の殻径組成では、400~500 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 未満の階級に連続的にある群と1400~2000 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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

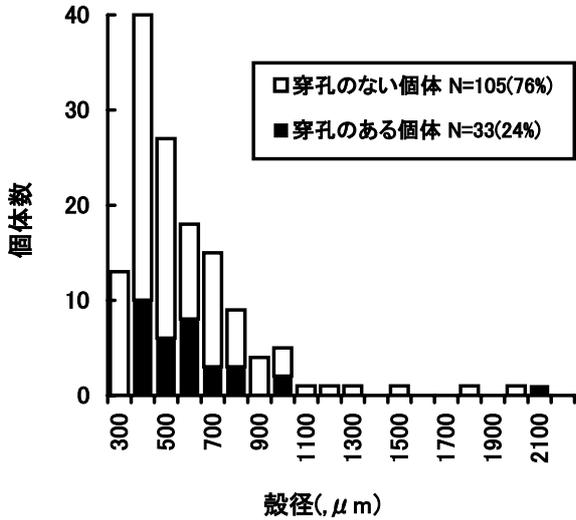


図5. サザエ0歳死貝の殻径組成(1995年).

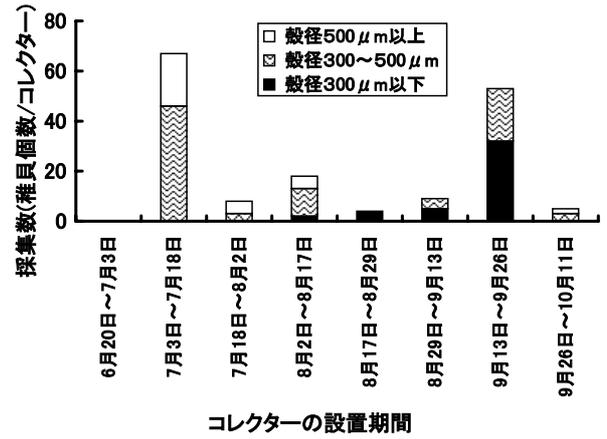


図7. 人工コレクターにより採集されたサザエ稚貝採集数の推移.

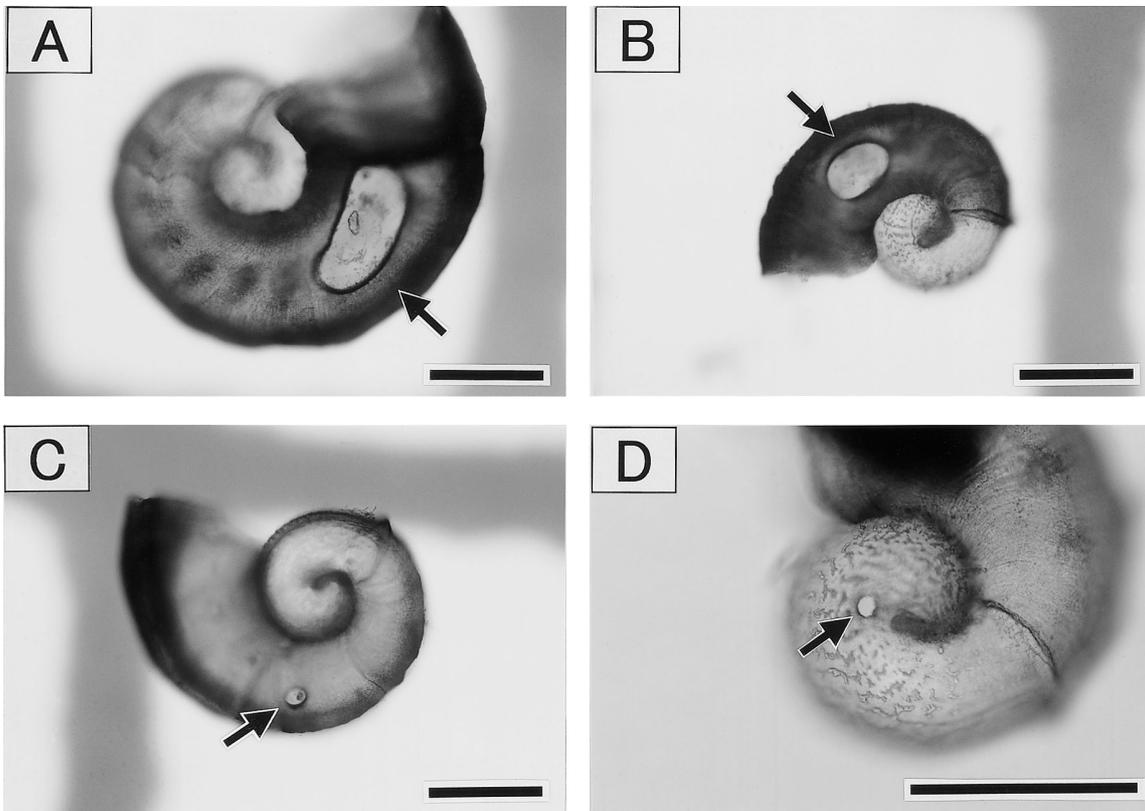


図6. 穿孔痕のあるサザエ死殻. A, B, Cはそれぞれ8月8日に水深2mの地点で採集された個体. Dは9月14日に水深4mの地点で採集された個体. スケールは200 $\mu\text{m}$ .

規模の大きな着底があったと考えられる。400 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ に連続的にある群は8月に着底した群であり、2300～2400 $\mu\text{m}$ 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 $\mu\text{m}$ 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<sup>11)</sup>は天然玉石から着底直後のエゾアワビ稚仔を186～192個/ $\text{m}^2$ 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McShane<sup>12)</sup>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 $\mu\text{m}$ であるため300 $\mu\text{m}$ 以下の階級での死殻の採集数は少ないものの、300 $\mu\text{m}$ 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/ $\text{m}^2$ 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<sup>13)</sup>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<sup>14)</sup>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<sup>15,16)</sup>や室内捕食実験<sup>16,17)</sup>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<sup>7)</sup>、山崎ら<sup>9)</sup>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/ $\text{m}^2$ 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/ $\text{m}^2$  (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/ $\text{m}^2$ )と比較すると、その密度は内場ら<sup>7)</sup>より低く、山崎ら<sup>9)</sup>とほぼ同様の値といえる。内場ら<sup>7)</sup>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<sup>3)</sup>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<sup>7)</sup>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<sup>18)</sup>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<sup>19,20,21)</sup>、無節石灰藻から分泌される揮発物質のジブロモタンがウニ類の着底、変態を強く誘起する<sup>22)</sup>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<sup>6)</sup>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).