

# 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<sup>1</sup>

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

Tadashi Sasaki<sup>1</sup>

**Abstract:** In this paper we describe the growth and population density of juvenile top shell at the coral-line algae colony in Katakai, 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<sup>1,2)</sup> 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<sup>3)</sup>, 浮遊幼生の出現と分布<sup>4,5)</sup>, 0 歳貝の着底過程と初期減耗<sup>6)</sup> 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<sup>6)</sup> 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<sup>6)</sup> と同様であった.

<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

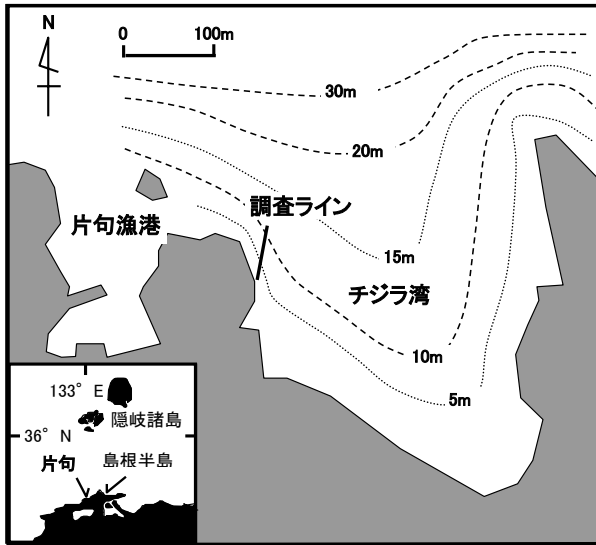


図1. 調査区の概要.

**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<sup>6)</sup>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 $\mu$ 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<sup>6)</sup>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 $\mu$ 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>7)</sup>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

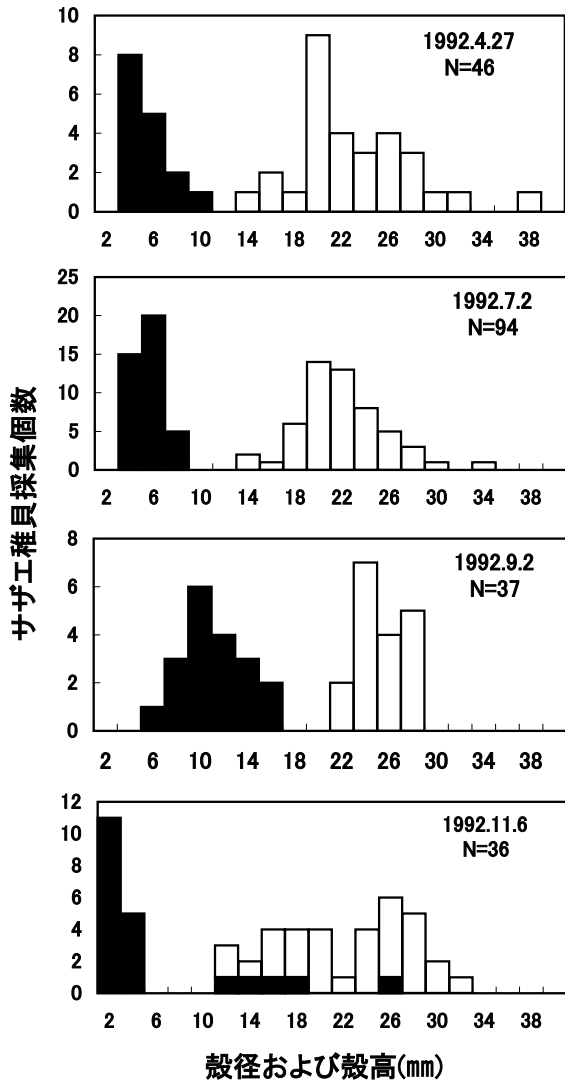


図2. 有節石灰藻群落内外において採集したサザエ稚貝の殻高(径)組成の季節的推移(1992年). 黒色の部分は有節石灰藻群落内でエアリフトにより採集されたものを, 白抜き部分は有節石灰藻群落外で目視により採集されたものを示す.

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<sup>5)</sup>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/m<sup>2</sup>と低かったが, 9月には急激に増加して186.7個/m<sup>2</sup>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/m<sup>2</sup>, 翌3月12.7個/m<sup>2</sup>

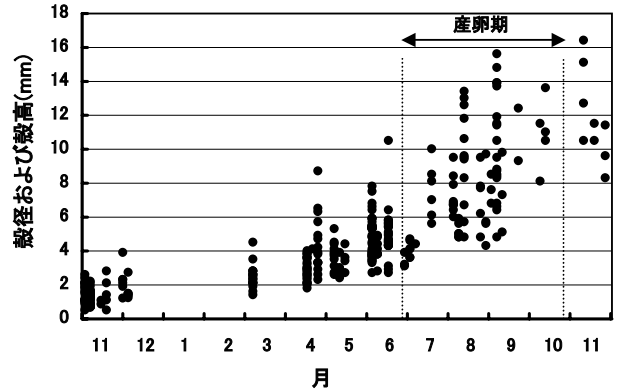


図3. 有節石灰藻群落内で採集されたサザエ稚貝の殻高(径)の季節的推移.

と大きく減少し, 10月には2個/m<sup>2</sup>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/m<sup>2</sup>あったものが, 秋季には0~3.8個/m<sup>2</sup>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<sup>6)</sup>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<sup>8)</sup>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ると推察している. しかし, 前報<sup>6)</sup>における稚貝の着底とその後の生残過程の関係から, 秋季発生群も夏期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<sup>9)</sup>と千葉県地先における山崎ら<sup>10)</sup>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 <sup>2</sup>	D 個/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	D 個/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	D 個/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	D 個/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	D 個/m <sup>2</sup>	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

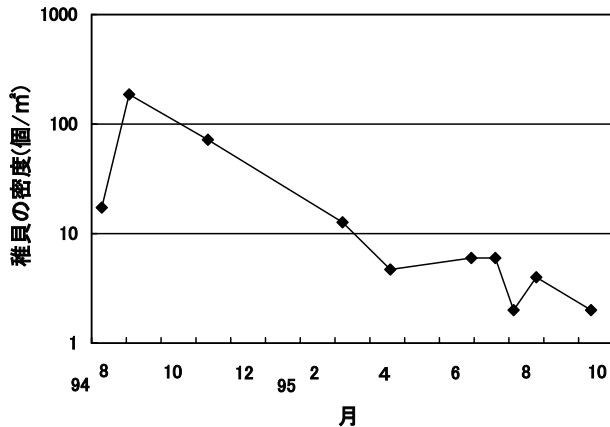


図4. 有節石灰藻群落内で採集された1994年級群サザエ稚貝の採集密度の推移。

告があるだけである。この中で満1歳時の平均殻高を葎矢らは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<sup>11,12)</sup>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<sup>6)</sup>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<sup>6)</sup>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。

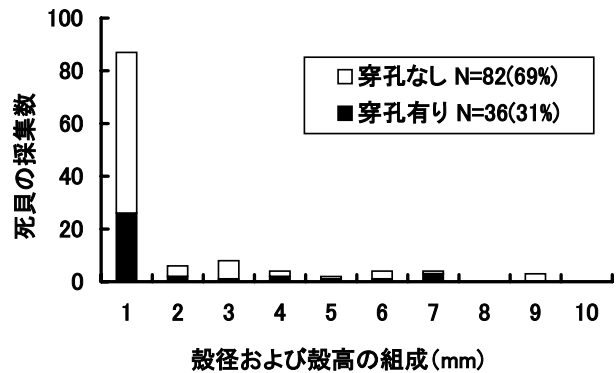


図5. 有節石灰藻群落内で採集されたサザエ死殻の殻高(径)頻度組成. 黒色の部分は穿孔痕のある個体を、白抜き部分は穿孔痕の無い個体を示す。

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<sup>10)</sup>や内場ら<sup>13)</sup>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オサの優占水域に放流したものより有節石灰藻優占水域で放流したものの方が劣っていた<sup>14)</sup>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<sup>15)</sup>、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<sup>4,5)</sup>。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<sup>6)</sup>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<sup>16)</sup>や岬の先端域および外海性湾入域<sup>17)</sup>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).