

# 長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビ 幼稚貝の分布と成長

市来忠彦・山下金義・種村一成

Distribution and Growth of the Young Abalon, *Hariotis discus*  
Reeve, on the Coastal Region of Uku Island,  
Nagasaki Prefecture

Tadahiko ICHIKI, Kaneyoshi YAMASHITA, and Kazushige TANEMURA

筆者らは本県のアワビ大規模増殖事業に関連し、北松浦郡宇久町沿岸で1975、1976両年にわたりアワビ属幼稚貝の分布実態を調査し、特にクロアワビ幼稚貝の分布と成長について若干の知見を得たので報告する。

本文に先だち、本稿の校閲と有益な助言をたまわった東京水産大学宇野寛教授に深く感謝の意を表す。また調査にあたり援助いただいた宇久町役場経済課長西口繁信氏はか課員一同、宇久町漁業協同組合長柄本富蔵氏はか職員一同、宇久町鮑集組合長松坂林太郎氏はか役職員一同、以上に対し厚く御礼申しあげる。

## 方 法

分布については、まづ立地的条件から事業実施が困難視される宇久島北岸を除き、ほか寺島を含む町内沿岸で一斉調査を実施した。これには図1に示すとおり14点を選び、1975年5月下旬の大潮干潮時、3日間にわたり潮間帯およびその直下(→)1mまでの範囲で、各地点ともほぼ3時間、1人当りの採捕を行ない、各種アワビの出現状況を調べた。また以降は調査の主体をクロアワビ(以下単にクロと称し、他種についてもメガイ、マダカと呼ぶ)におき、その分布の多い地区の中から、磯の環境特性を異にする2タイプの代表地点に長崎鼻西辺沿岸(図1, st.1)と寺島のノリ瀬北岸(図1, st.10)をそれぞれ選び、定期的な標本採捕、観察を行なった。

成長については、上記分布調査で採捕したクロ幼稚貝の標本を用い、殻長組成と輪紋長の両面から群成長を求め、検討することとした。標本は現地で殻長、体重を測定し、また輪紋測定のため一部個体の貝殻を持ち帰った。用いた試料は1975年5月から1976年9月まで、8回にわたり採捕したものであるが、ほか一部にクロ、メガイ、マダカの漁獲成貝測定結果も用いた。輪紋測定は基本的には小島<sup>1)</sup>に従ったが、ここではさらに貝殻を市販工業用塩酸の50%水溶液に3~5

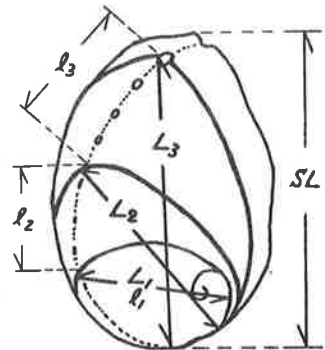


図2 測定の方法  
L…輪紋長  $l$ …殻成長量

分間浸漬し、殻の上皮層を薄く剥離したうえ、60Wの白熱電球に覆って透視した。測定部位は図2のとおりである。輪紋には、かなりな幅をもつ(4~5mm)ものもあり、輪紋長(L)はすべてその内縁まで、年成長量( $\ell$ )は酒井<sup>2)</sup>に従い呼水孔列と各輪紋内縁の交点間を、また殻長(SL)もすべて直線距離として計測した。

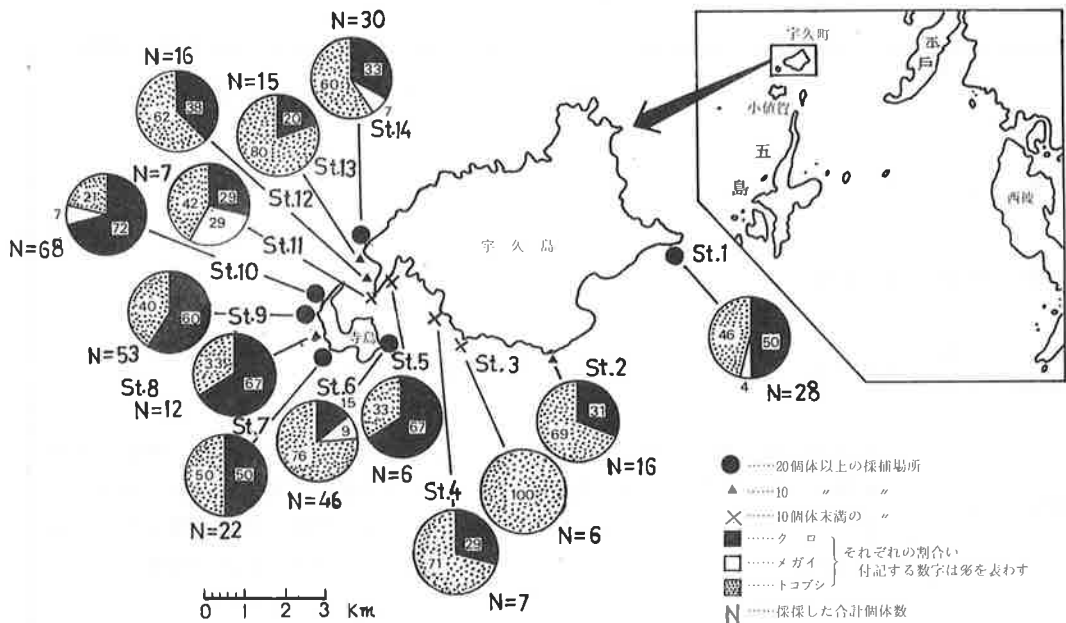


図1 幼稚アワビの採捕結果(1975年5月24~26日)

## 結 果

**分布 1 分布域の環境特性** 1975年5月下旬に行なった一斉調査の結果を図1に示した。各種とも採捕個体数の多いところ(st.1, 6, 7, 9, 10, 14)はいずれも潮流の強い地区にある。またその中でも幼稚貝の分布は、地形的突出部や張出し岩礁などの先端からやや基部寄りの、いわば流影を形成する部分、すなわち潮流が収れん渦動し、かつ常時磯波で水が攪はんされる水域を中心としており、特に0才群の分布はこのような水域内に限られている。種別の採捕割合をみると、クロは長崎鼻(st.1)と寺島西岸(st.7~10)に多いが、宇久島の南岸(st.2~4)と西岸(st.11~14)、および寺島の東岸(st.6)はトコブシが多い。トコブシは一般に転石帯の基底や岩盤の亀裂部に砂の堆積をみるところが多く、上記宇久島の南~西岸および寺島東岸の出現組成は、このような環境の多い磯の特性を反映している。すなわちクロのすみ場は、前述のような流況下であり、かつ砂質の混らない完全な転石、根石あるいは岩盤帯であることを特徴としている。

2 分布域にみる2種のタイプ 上述のような特徴をもつクロ幼稚貝の分布域も、さらに地形的にみて2種のタイプに分類される。すなわち、寺島を含め宇久島の北～西岸は地盤の傾斜が急で、海岸はほとんど断崖をなし急深となるのに対し、東～南岸は地形が緩やかで、この両者間では磯の特性も明瞭に相異なる。両タイプの代表例として選んだノリ瀬北岸と長崎鼻西辺沿岸について、両者の地形や藻類の植生、および幼稚貝の分布潮位を比較して表1に示した。

表1 幼稚貝の分布水域にみる2種のタイプ

水域別 事項	ノリ瀬北岸 (図1, st. 10)	長崎鼻西辺沿岸 (図1, st. 1)
地盤の基質	玄武岩からなる岩盤帯	玄武岩からなる岩盤帯
地盤の傾斜	8° 前後	3° 前後
干出部の幅 (満潮線～0 m)	約60 m	約100 m
潮間帯の地形	上部は背の低い根石の間に大型の転石が重積, 下方に向って小型の転石帯となる。 転石は豊富。	上部は岩盤の起伏が多く, 礫帯と中型転石帯が混在, 下方に向って平坦となり, 中～小型根石散在。礫場を含む小型転石帯が分布, 転石は貧弱。
潮下帯の地形	上部は平坦な岩盤が露出隆起, 凹部に円盤状の大～中型転石が分布, 安定。下方0 m付近に岩盤の落ち込みがあり, この部に丸型の中型転石が累積, 以下急深, 砂質となる。	上部は潮間帯下部と大差なし。下方に向い散在する暗礁群とともに, 礫場を含む中～大型転石帯が分布。
植生	潮間帯: フクロフノリ, マフノリ, ヒトエグサ, イワヒゲ, イロロ, ソゾヒジキ, マクサ等。 分布帯は中～下部にあり, 量的に豊富。 漸深帯: 無節石灰藻の生育が著明で, ほかマクサが散見される程度。	潮間帯: 左とほぼ同様な種。分布帯は下部を中心とするが, 帯状分布は不明瞭で量的に貧弱。 漸深帯: マクサのほか, アカモク, イソモク, ノコギリモクなど, ホンダワラ類が極めて豊富となり, さらに下方の暗礁にはアラメ, カジメが繁茂する。
幼稚貝の 分布潮位	(+) 40 cm～ (-) 20 cm	(-) 15～300 cm～? (-) 30～130 cmが主体

ノリ瀬北岸では潮間帯の転石が非常に豊富だが0 m線付近に地盤の落ち込みがあり、以下は急深で砂質となるため磯の幅が非常に狭い。小型藻類は潮間帯中～下部にみられ量的に豊富だが、漸深帯では無節石灰藻の生育が目立ち、ほかマクサを散見する以外に藻類をほとんどみない。これに対し長崎鼻西辺沿岸では、潮間帯の転石は貧弱だが漸深帯では根石や暗礁が散在し、その間には礫場を含む転石帯が分布して磯の幅が非常に広い。小型藻類はノリ瀬北岸より低く潮間帯下部にみられるが量的に貧弱であり、反面漸深帯ではマクサやホンダワラ類が豊富で、暗礁にはアラメやカジメも繁茂する。

このような対照的環境を背景にクロは、前者で(+) 40 cm以下(-) 20 cmの潮間帯下部にみられ、分布帯の幅は狭く僅か50～60 mに過ぎないが、後者では(-) 30～130 cmの漸深帯を主体に(-) 15 cm以下(-) 300 cmまでの調査範囲に分布してその幅は広く、150 m以上におよんでいる。すなわち、両者ともに幼稚貝の分布は藻類の分布帯に対応し、前者で潮間帯下部の小型藻類分布帯に、後者で漸深帯の大型藻類分布帯にそれぞれ一致している。

さらにこのような環境の中で、ノリ瀬北岸では6月中旬まで干潮線下に分布したクロ0才群が7～8月には(+) 40 cmまでの潮間帯に生活域を拡げ、1, 2才群と共棲することを観察し、また一方、長崎鼻西辺沿岸では10月上旬まで(-) 30～40 cmに分布した0才群が、中旬にはすべて(-) 100 cm内外の沖合に移動し、1, 2才群の分布域に加わることを観察した。

## 成長

1 殻の成長 1) 殻長組成による年級群の分離と成長の概況 殻長組成をHarding<sup>3)</sup>の方法で2～3の正規分布に分離して図3に、またこれで求めた各正規分布の平均値と標準偏差を月、旬を追って整理し、年間の成長を推定して図4に示した。この海区に出現する幼稚貝は0, 1, 2才、すなわち秋期に1, 2, 3才となる3つの年級群からなること、また秋期以降冬期を経て翌春まで各年級群とも直線的に成長するが、6月に入るとやや成長が鈍り、7月中旬から9月上旬頃までの約2ヶ月間はほとんど成長しないこと、さらに3才に達した幼貝はおおよそ翌春から5月頃までに漁獲サイズ(10.6 cm = 3寸5分)に達することなどが推定される。

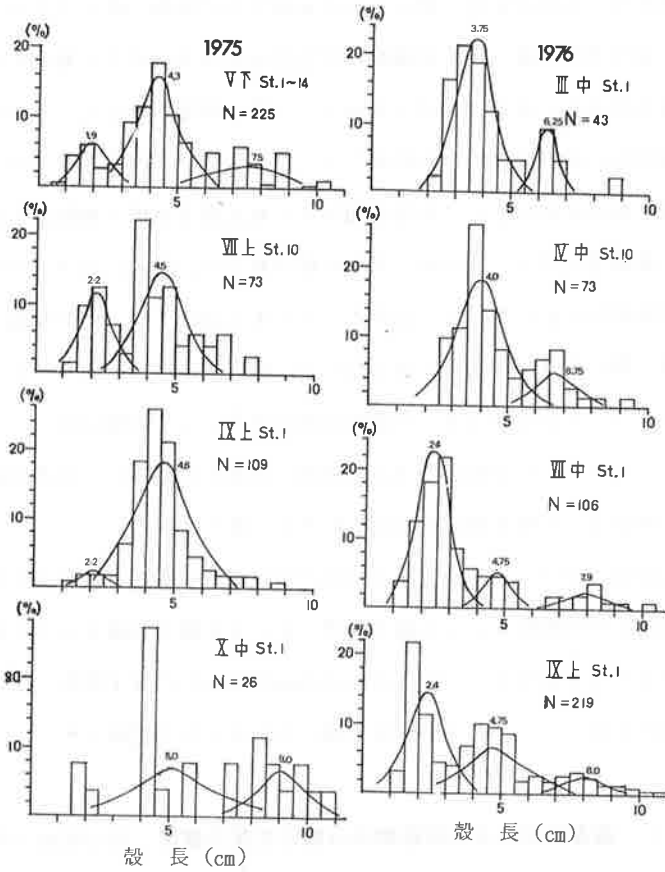


図3 クロアワビ幼稚貝の殻長組成（ローマ数字は月、上～下は旬を示す。）

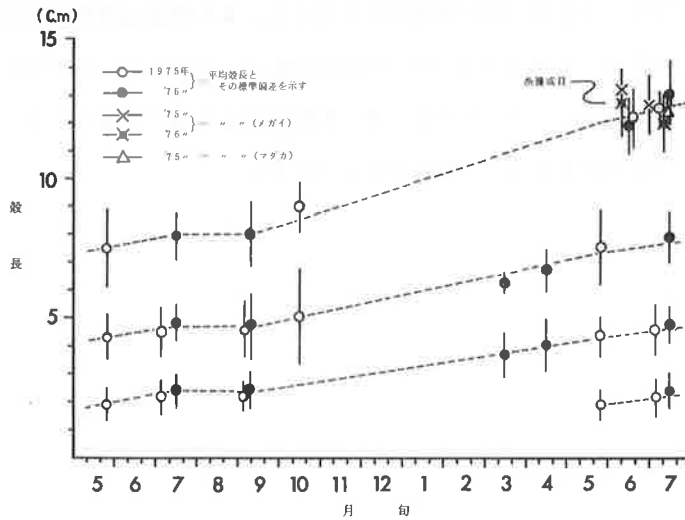


図4 クロアワビ幼稚貝の年間成長（成長を判りやすくするため、各年令群とも5～7月は重複して示した。）

2) 輪紋による年級群の成長 輪紋

の測定に当り、第1輪は明確でなく判読がやや難しいが、小島<sup>1)</sup>が述べた殻上の溝や段差とともに、筆者らの観察ではかすかな光の透過輪（特に脊縁部）として認め得るものが多かった。第2, 3輪は明瞭で、小島<sup>1)</sup>の述べる通り赤褐色～黄褐色の透過輪として容易に識別できた。輪紋形成期を知るため、縁辺成長率を  $SL - L_n / L_n - L_{n-1}$  として時期的変化をみると図5のとおりで、第1輪はおおよそ9月下旬～10月上旬頃形成されるが、第2, 3輪は9月上～中旬頃で第1輪よりやや早く、またそれぞれ年に1輪形成されると推定される。次いで1才から3才までの年級別、年令別輪紋長と殻成長量の測定結果をとりまとめて表2に掲げた。各測定結果には年級間で若干の差があるが、各年級を通じて年令別平均輪紋長をみると1才2.65 cm, 2才4.63 cm, 3才8.0 cmとなる。殻成長量の経年変化をみるため  $l_1 \sim l_3$  をそれぞれが成長した該当年に並べ替え、かつ

5か年平均に対する各年の値を指数化して表3に示した。各年級群とも1973, '74両年は秋期以降の成長がやや悪いようにもみられるが、その前後の年に該当する測定個体数が少なく、この点は明確でない。

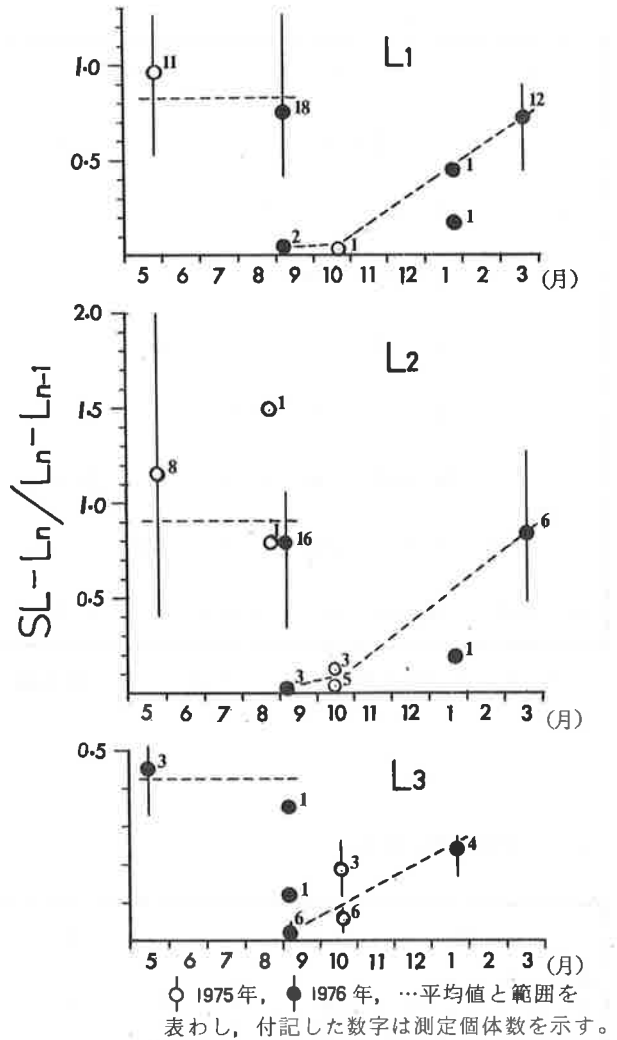


図5 縁辺成長率の変化

表2 年級別，年令別，輪紋長と殻成長量

年令別 年級別	1 才		2 才		3 才					
	L 1 = $\ell$ 1 (cm)		L 2 (cm)	$\ell$ 2 (cm)	L 3 (cm)	$\ell$ 3 (cm)				
	N	$\bar{X} \pm S$	N	$\bar{X} \pm S$	N	$\bar{X} \pm S$				
1 9 7 5	2	3.68 ± 0.08								
' 7 4	36	2.61 ± 0.53	3	5.53 ± 0.54	3	4.13 ± 0.66				
' 7 3	48	2.53 ± 0.43	37	4.46 ± 0.68	37	3.09 ± 0.88	6	8.53 ± 0.74	6	5.91 ± 0.61
' 7 2	26	2.68 ± 0.47	26	4.61 ± 0.71	26	3.21 ± 0.94	18	7.84 ± 0.98	18	4.90 ± 1.09
' 7 1	6	3.35 ± 0.49	7	5.20 ± 0.99	6	3.43 ± 1.08	7	7.97 ± 0.99	7	4.74 ± 0.66
1971~'75	118	2.65 ± 0.52	73	4.63 ± 0.77	72	3.21 ± 0.94	31	8.00 ± 0.98	31	5.06 ± 1.02

註) N…測定個体数  $\bar{X}$ …平均値 S…標準偏差

表3 殻成長量の経年変化

※ 年 別	項 目	$\ell$ 1			$\ell$ 2			$\ell$ 3			$\ell$ 1~ $\ell$ 3の 平 均 ( $\bar{X}$ )
		N	$\bar{X}$ (cm)	K	N	$\bar{X}$ (cm)	K	N	$\bar{X}$ (cm)	K	
1 9 7 1~'7 2		6	3.35	126.4	—	—	—	—	—	—	126.4
1 9 7 2~'7 3		26	2.68	101.1	6	3.43	106.9	—	—	—	104.0
1 9 7 3~'7 4		48	2.53	95.5	26	3.21	100.0	7	4.74	93.7	96.4
1 9 7 4~'7 5		36	2.61	98.5	37	3.09	96.3	18	4.90	96.8	97.2
1 9 7 5~'7 6		2	3.68	138.9	3	4.13	128.7	6	5.91	116.8	128.1
平 均			2.65	100		3.21	100		5.06	100	100

註) ※, 各年別, 秋期~(翌年)春期の意を表わす

K…殻成長量指数(経年平均成長量に対する年別の100分比)

前述の殻長組成から推定される年級成長と輪紋形成期の年級別輪紋長を比較して図6に示した。後者は前者の示す成長線に極めてよくのり、前者を信頼できることが判った。

**2 肥満度の変化と殻の成長** 殻長8 cm未満の幼稚貝とともに、11 cm以上14 cm未満の成貝も含め、肥満度を  $W (= \text{体重, } g) / SL (\text{cm})^3 \times 10^2$  として求め、年間にわたる水温との関係を見ると図7のとおりで、幼稚貝、成貝ともに肥満度は水温の変化に対応し、高水温期に増大し、低水温期に減少することが判る。さらに前に述べた殻の成長と肥満度の変化との関係と比較すると表4のとおりで肥満度の増大と殻の成長停滞は春～夏期の高水温期に、また逆に肥満度の減少と殻の成長は秋～冬期の低水温期にそれぞれ対応し、肥満度と殻成長の両者間に全く相反するパターンが認められる。

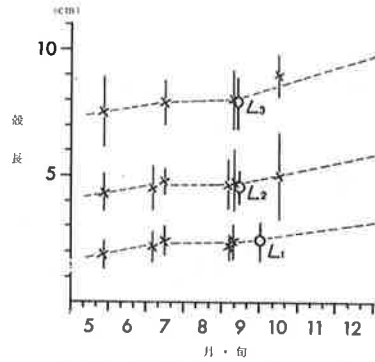


図6 殻長組成から推定した成長と輪紋長  
 ×…殻長組成からの推定値  
 ○…1975年に測定した輪紋長

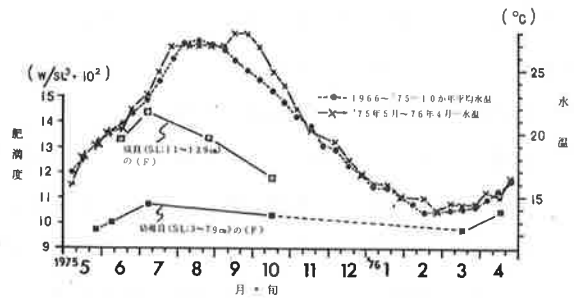


図7 旬別表層水温と肥満度の変化 (クロ)

水温は西日本海況旬報 (長崎海洋气象台) より宇久島付近の値を求めた。Wは体重 (g) を、SLは殻長 (cm) を表わす。

表4 肥満度の変化と殻の成長

項目 月別	水温 (表層)		肥満度	殻の成長	備考
	平均(°C)	摘要			
1	15.5	{	(最低)	{	
2	14.1	(最低) } 低水温期	{	瘦衰期	{
3	14.1	}	{	{	
4	15.6	上昇期に入る	増大期に入る	{	
5	18.1	{	{	{	
6	21.0	{	{	緩慢となる	} 停滞期
7	24.3	(最高) }	(最高) } 肥満期	ほとんど成長しない	
8	27.2	} 高水温期	{	{	
9	25.9	下降期に入る	低下期に入る	成長期に入る	} 輪紋形成期
10	23.4	{	{	{	
11	20.5	{	{	{	
12	17.7	{	{	{	



## 考 察

**分布** 宮田<sup>4)</sup>は北海道の礼文、天売および焼尻各島沿岸におけるエゾアワビ0才群の分布域が、いづれも地形的突出部や消波堤の沖出しなどでできる沿岸の渦動域だと述べ、また小島<sup>5)</sup>は徳島県海部郡沿岸のクロ稚貝のすみ場について述べ、この中で下面が砂に埋没し、あるいは基底に泥が堆積する場の転石に0才群がいないこと、また0才群の分布域がつつきばえや沈みばえによる碎波帯の内側にあることを述べている。筆者らが述べた砂質の混在する環境にトコブシの優占することが、一般的な本種の特徴か否かは不明だが、反面クロにとっては、上記小島<sup>5)</sup>の知見も併せ、砂質の存在が単に0才のみならず1、2才を含む幼稚貝に対し、一般的に不適な環境要因であるとみてよからう。その他0才群の分布域に関する上記両者の知見も筆者らの観察と全く同様であり、このような潮の流動域下で形成される収れん渦動や、適当な碎波による攪はんの場が、着底稚貝の初期餌料である付着珪藻の繁殖を介して、重要な成育場の条件となるのであろう。

天然域における幼稚貝の摂餌生態については既往の知見もさほど豊富でないが、中島ほか<sup>6)</sup>は夜間、ワカメに蛸集するエゾアワビ稚貝の摂餌行動を観察し、小竹ほか<sup>7)</sup>は放流したクロ稚貝がヒジキの群生する岩礁に集まり、すみ付くことを報じている。また筆者らも夜間、小型藻類の繁茂する転石や根石の上面に這い出て盛んに匍匐活動する多くのクロ稚貝を観察し、そのすみ場に対する藻類植生の強い関連性を認めた。なお筆者らが長崎鼻西辺沿岸で観察したと同様に、漸深帯に分布するクロ0才群が秋期に下方へ移動し、かつこれが索餌行動であろうことは既に小島<sup>5)</sup>や宇野<sup>8)</sup>も推察するところであるが、一方ノリ瀬北岸のように、0才群が夏期に上方へ移動し、以降1、2才群と共棲する潮間帯の生活環境もある。すなわち、前に述べた潮流が収れん渦動し攪はんされる場を好適とする干潮線下の0才稚貝も、成長にともない手近かな好適餌料藻を求めて下方、または上方へ移動するのであろうが、その方向は前述したような藻類植生のタイプに対応しており、またその移動期の遅速は干潮線下における餌料藻の多寡にもとづくものと考えられる。

**成長** アワビの年令組成を知る方法として殻長の頻度分布を取扱うことについては、クロによる三重県水試<sup>9)</sup>の例もあるが、一般に年令の相次ぐ2群間の分離が困難視されている<sup>10)</sup>。今回筆者らが試みた3才までの幼稚貝では、殻長組成の分離結果と年令別輪紋長組成がよく一致し、前者にもとづく年令組成の把握が充分可能と考えられる。

輪紋の測定にあたり、筆者らは塩酸を用い、殻の上皮層を薄く剥離して光で透視すると、赤褐色～黄褐色の輪紋色調がさらに鮮明化し、加えて第1輪として薄い透光輪をも認めうることを知った。輪紋の色調を重視することにより年輪の判別が容易で、この点、塩酸処理をこれ以上過度に進めない方がよいと考える。輪紋形成期は9月以降10月上旬におよぶと推定されたが、この期の個体に小島<sup>1)</sup>の述べる非常に薄く付着物のない、新しい赤褐色の殻形成を確かに認め得た。小島<sup>1)</sup>はこの新しい殻の形成と、その個体の成熟には直接の関係はないが、時期としては産卵期に一致すると述べている。宇久島沿岸の場合、産卵期は10月中旬以降11月が盛期なので、幼稚貝の輪紋形成は成貝の産卵期よりやや早い。さらにこの期は秋期の殻成長開始期に相当しており(表4)、本報で述べる輪紋は

Sakai<sup>11)</sup>, 猪野<sup>12)</sup>, 藤井ほか<sup>13)</sup>などの述べる産卵期に成長を停止し厚味を増してできる部分ではなく、秋期成長開始期にできる薄い殻の形成部分であると考えられる。

肥満度の増大～減少と、殻の成長～成長停滞との間に逆の相関があることを富田・斉藤<sup>14)</sup>も北海道のエゾアワビで述べているが、この場合は肥満度の上昇と殻の成長停滞が冬～春の低水温期に、肥満度の低下と殻の成長が夏～秋の高水温期に対応し、宇久島のクロとは時期的に逆の関係にある。しかし殻成長期の最適水温はエゾアワビの場合も15～20℃であって、宇久島の殻成長期の水温範囲とはほぼ一致している。小島<sup>1)</sup>も徳島県のクロの殻長が宇久島と同様7～9月に伸びないことを報告したが、上記15～20℃の適温帯を挟んで、冬期水温が15℃以上に経過する西日本地方では20℃を大きく上回る高水温期に、一方夏期水温が20℃を上限とする北海道では15℃を大きく下回る低水温期に、それぞれ殻の成長停滞をみるのであろう。肥満度と殻成長との逆相関について生因は不明だが、幼稚貝および成貝の両者にみられる現象であり、その内因的機構によるものと考えられる。

殻成長量の経年変化を知ることは、その生態的環境の把握とともにアワビの生産構造を解くための重要な課題であるが、本報告では試料が不足しているためふれなかった。このことについては機会をあらため検討したい。

## 要 約

1975年5月以降1976年にわたり、長崎県北松浦郡宇久町でアワビ大規模増殖事業の関連調査を行ない、クロアワビ幼稚貝の分布と成長について次の結果を得た。

1) クロアワビをはじめアワビ属幼稚貝は潮流の強く注ぐ沿岸域に分布し、地形的突出部や張り出し岩礁などの流影域で潮流が収れん渦動し、かつ磯波の碎ける環境を中心とする。特に0才群の分布はこのような場に限られ、その初期餌料である付着珪藻の繁殖場との関連が考えられる。またこのような環境の中でも、クロアワビ幼稚貝のすみ場は砂質の混在しない転石、根石、岩盤亀裂などであり、その基底に砂をみる場にはトコブシが優先する。

2) 分布域には急傾斜な磯と緩傾斜な磯とがあり、様相が異なる。前者で潮間帯下部を、後者で漸深帯上部を分布域とするが、いずれも0才群ははじめ干潮線直下に分布し、前者で7～8月に上方へ、後者で10月中旬頃下方へ移動し、1, 2才群の分布域に加わる。

分布域は前者、潮間帯では小型藻類の、後者、漸深帯では大型藻類の分布帯にそれぞれ一致し、藻類植生に対応する密接なすみ場環境の関連が認められ、また両者間にみる0才群の移動方向や移動期の違いは、手近な餌料藻を求める索餌行動の結果と考察される。

3) 殻長組成を解析し、分布する幼稚貝は0～2才、秋期に1～3才となる3つの年級群からなり、秋から春まで直線的に成長するが、6月にやや鈍り、7月中旬頃から9月上旬頃まで成長しないこと、3才群は春から5月頃までに漁獲サイズに達することなどが判った。

4) 殻の輪紋を調べて上記の年級成長を検討し、両者の一致することを確認した。1971～75年の各年級群から求めた年令別平均輪紋長は1才…2.65cm, 2才…4.63cm, 3才…8.0cmである。

5) 第1輪はほぼ9月下旬から10月上旬頃、第2, 3輪は9月上～中旬頃形成され、成貝の産卵

期よりやや早く、秋期の殻成長開始期に一致し、その初期にできる薄い殻の形成部分が輪紋となる。

6) 輪紋測定に当り、殻を塩酸処理して上皮層を薄く剥離したが、これは輪紋の色調を鮮明にし、また第1輪の透視にも有効である。

7) 肥満度の増大と殻の成長停滞は春～夏の高水温期に、肥満度の減少と殻の成長は秋～冬の低水温期にそれぞれ対応し、肥満度と殻成長との間に逆の相関がある。

## 文 献

- 1) 小島 博, 1975: 徳島県におけるクロアワビの生長に関する2, 3の知見-I 年令形質と成長, 水産増殖, 23(2), 61~66.
- 2) 酒井誠一, 1962: エゾアワビの生態学的研究-III 女川湾付近におけるエゾアワビの生産構造の解析, 日水誌, 28(9), 891~898.
- 3) Harding, J. P. 1949: The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. J. Mar. Biol. Ass. U. K., N. S., 28(1), 141~153.
- 4) 富田恭司, 1969: 礼文島におけるアワビ稚貝の出現状況, 北水試月報, 26(2), 576~582.
- 5) 小島 博, 1974: 徳島県海部郡におけるクロアワビ稚貝の“すみ場”について, ミチューリン生物学研究, 10(2), 155~160.
- 6) 中島将行・西川精一・川村一広, 1953: 昭和28年度 鮑保護水面管理調査報告(北水試), 67pp.
- 7) 小竹子之助・日野淑美・秋月友治・谷本尚則・中村和夫・渡辺忠美, 1967: 磯根資源調査, 昭和41年度 指定試験研究事業報告書(徳島水試), 27pp.
- 8) 宇野 寛, 1976: 種苗の放流効果(日本水産学会編), I アワビの種苗放流, 3 アワビの生態と放流の問題点, 恒星社厚生閣, 東京, 39~57.
- 9) 三重県水試, 1969: 昭和41~43年度 磯根資源調査総合報告.
- 10) 井上正昭, 1972: 磯根資源とその増殖-I アワビ, 3 成長, 日本水産資源保護協会, 東京, 33~49.
- 11) SAKAI, S., 1960: On the formation of the annual ring on the shell of the abalon, *Haliotis discus* var. HANNAI INO, Tohoku Jour. Agr. Res., 11(3), 239~244.
- 12) 猪野 峻, 1966: アワビとその増養殖, 日本水産資源保護協会, 東京, 103pp.
- 13) 藤井泰司・中原民男・小川嘉彦・角田信孝, 1970: 沖合礁一山口県見島沖八里ヶ瀬一に生息するマダカの漁業生物学的特性, 水産増殖, 18(2), 69~80.
- 14) 富田恭司・斉藤勝男, 1966: 礼文島におけるエゾアワビの成長, 北水試月報, 23(11), 25~30.