

長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビの成長

市 来 忠 彦

Growth of Japanese Black Abalone, *Haliotis discus* Reeve,
on the Coast Uku Island, Nagasaki Prefecture

Tadahiko ICHIKI

筆者はさきに、長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビ *Haliotis discus* Reeve の幼稚貝について、分布とともに、貝殻に形成される輪紋からその年齢と成長について報告した¹⁾。今回は、さらにその後測定した幼稚貝の資料を補足するほか、成員を含む一連の測定資料からクロアワビの年齢と成長を調べ、かつ漁獲物の年齢組成を解析し、その生産実態における問題点を検討したので、その結果を報告する。

材 料 と 方 法

材料としては、宇久島沿岸で採捕した幼稚貝、および漁獲された成員を用いたが、その他輪紋形成期については、平戸島沿岸ならびに野母崎沿岸での漁獲物成員も用いて補完調査した。調査項目と材料を表1に、調査場所を図1に示す。また、輪紋の測定要領は前報¹⁾と同様である。なお、輪紋の測定は第9

表1 調査項目と材料
Table 1 The materials and items studied.

調査項目別	材 料 幼稚貝, 成員別	採 取				測定標本数
		時	期	場 所	方 法	
輪 紋 測 定 (成長, 輪紋形成期)	幼 稚 貝	1975年5月~'77年1月		宇久島沿岸	採 捕	209
	成 貝	1975年8月, '77年8月,		〃	漁 獲 物	136
輪 紋 測 定 (輪 紋 形 成 期)	幼 稚 貝	1978年3月		〃	採 捕	13
	成 貝	1977年8月, 12月, '78年2月, 4月,		平戸島沿岸	漁 獲 物	26
漁獲物の殻長組成	成 貝	1979年5月, 6月,		野母崎沿岸	〃	26
	成 貝	1975年6月, 7月, 8月,		宇久島沿岸	〃	293
殻長と体重の関係	幼 稚 貝	1975年6月, 7月		〃	採 捕	111
	成 貝	〃 〃 〃		〃	漁 獲 物	258



図1 調査水域および調査地点
Fig. 1 A map showing the investigated area (square) and sites (solid dot) in Nagasaki Prefecture, north-west Kyushu.

輪まで行ったが、第8輪以上は標本数が少ないため、本報では第7輪までの測定結果をとりあつかった。

結 果

輪紋の形成期 輪紋の形成時期を、図2-1, 2-2に示す縁辺成長率($SL-L_N/L_N-L_{N-1}$)の季節的变化からみると、0.1以下の個体の出現で判断される輪紋の形成期は、第1~3輪が9月上旬頃から、第4輪以降は8月下旬頃からで、何れもその時期は10月頃までであり、年に1輪形成されることが判った。また1輪群では、1月にも縁辺成長率0.1以下の個体が出現し、輪紋の形成が遅れる個体もあった。

年齢と殻の成長 年級群別にみた輪紋長と殻成長量の測定結果を表2に示す。1967年から1975年までの9年級群についての輪紋長の平均実測値は、第1輪27.2mm, 第2輪48.6mm, 第3輪80.8mmであったが、この結果を前報¹⁾と比較すると、満3歳までの

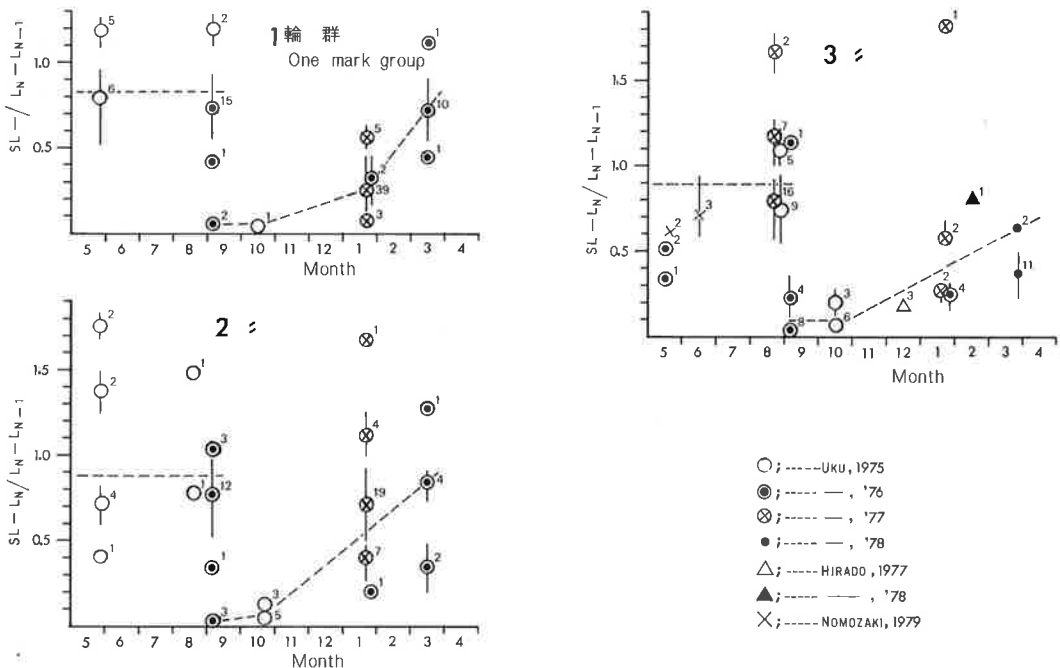


図2-1 縁辺成長率の季節変化
Fig. 2-1 Seasonal change in the marginal growth index in each mark group. The numerical figures upper right of the marks show the number of specimens examined.

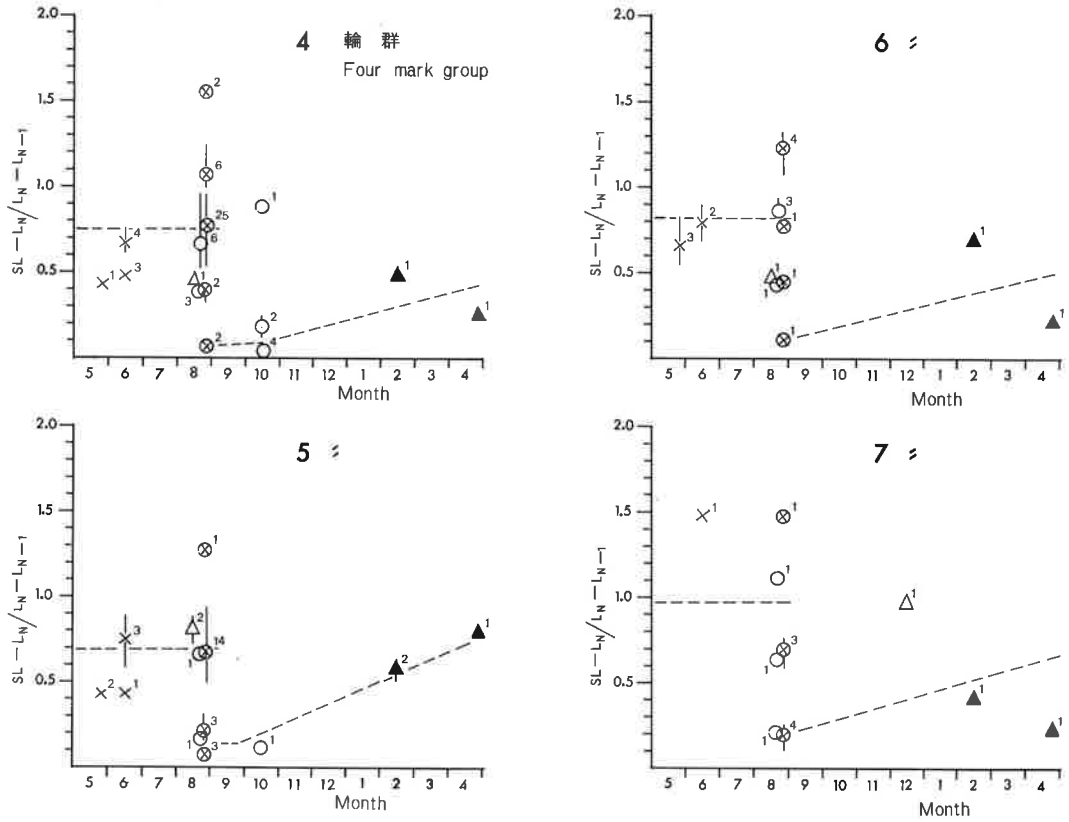


図 2-2 縁辺成長率の季節変化

Fig. 2-2 Seasonal change in the marginal growth index in each mark group. The numerical figures upper right of the marks show the number of specimens examined.

成長は大差なく、第 3 輪形成後の 3 歳群の成長を前報では過大に見誤っており、宇久島の漁獲サイズ (106mm=3.5寸) に達するのは 4 歳群であることが判った。

殻の年間成長量は、生れて 3 年目の 2 歳群 (l_3)、および 4 年目の 3 歳群 (l_4) の約 50mm をピークに、以降は減少しており、特に 5 歳群 (l_5) 以降は成長の鈍りが明瞭であった。

また 1967 年から 1973 年にわたる各年級群別に Lee 現象の有無を調べ、その結果を図 3 に示す。これから、7 歳以上の高年齢貝にこの現象の現われるこ

とが判った。この点は、成長式を導くにあたって問題となるが、本報で用いた材料中、7 歳貝以上の割合は、第 1 輪で 2.4%、第 2 輪 5.2%、第 3 輪 8.0%、第 4 輪 13.6%、第 5 輪 28.0%、第 6 輪 56.0%、第 7 輪 100% となっており、第 5 輪までに占める割合は少なく、輪紋長はさほど大きな影響を受けていないと考えられる。そこで、Lee 現象に対する補正は今後の課題として、今回は実測値を使って成長式を求めた。

年齢別輪紋長の平均実測値を WALFORD の定差図にプロットすると図 4 のとおりで、成長はほぼ下記

表2 年級群別にみた輪紋長と殻成長量
Table 2 Mark length(L) and growth in shell length(ℓ) in each year group.

年級別 (年齢の範囲)	$\ell_1=L_1$		ℓ_2		L_2		ℓ_3		L_3		ℓ_4		L_4		ℓ_5		L_5		ℓ_6		L_6		ℓ_7		L_7					
	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)	$\bar{X} \pm S$	(N)		
1975 (I)	49 (1)		24.4±3.8																											
'74 (I~II)	67 (34)		25.9±4.7	28.6±8.9	43.4±8.1																									
'73 (I~IV)	83 (72)		27.4±5.0	33.5±10.6	48.4±9.2	54.5±11.6	84.6±11.4	53.1±10.7	113.4±2.2																					
'72 (II~V)	72 (72)		28.5±4.1	33.5±9.9	48.8±7.4	50.5±9.3	79.8±11.0	51.8±8.1	110.2±11.2	41.5±4.0	130.4±5.6																			
'71 (III~VII)	36 (33)		29.9±4.8	35.3±9.4	50.3±7.8	51.1±7.6	79.3±12.3	47.5±9.6	106.0±10.4	47.4±6.2	132.2±8.0	27.4±0	143.0±0																	
'70 (IV~VII)	22 (18)		26.6±2.3	34.6±10.5	48.2±7.4	47.0±10.7	76.2±12.2	48.3±7.3	104.8±12.3	40.8±6.1	121.0±11.0	26.5±4.8	133.5±10.9	25.1±5.3	137.8±8.5															
'69 (V~VII)	6 (5)		28.9±4.1	32.5±9.7	51.9±10.5	43.6±8.7	78.0±14.1	45.2±16.4	105.6±19.6	38.4±5.7	125.7±18.4	39.0±6.5	130.0±7.2	31.0±3.3	143.2±4.1															
'68 (VI)	4 (3)		36.0±4.5	52.7±5.0	70.6±6.0	50.6±3.9	100.0±4.9	49.5±6.7	127.9±2.5	31.4±2.4	143.5±3.1	25.1±2.5	155.3±3.3																	
'67 (VII~IX)	6 (1)		25.2±0	32.7±0	52.2±11.2	54.1±9.7	83.1±13.7	44.5±3.2	109.3±16.1	36.2±8.7	127.6±12.3	27.5±10.8	141.5±8.7	22.8±5.3	152.5±8.0															
計	345 (331)		27.2±4.8	33.4±10.3	48.6±9.0	51.0±10.0	80.0±12.3	49.2±9.1	108.6±12.8	41.4±7.8	128.9±12.2	28.1±7.8	138.8±12.1	25.4±5.8	145.3±10.0															

註) (N)…測定標本数, Number of specimens examined X…平均値, Average S…標準偏差, Standard deviation

市来：長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビの成長

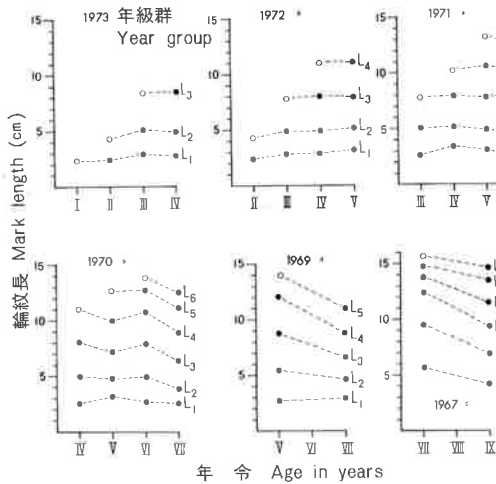


図3 各年級群における年齢と輪紋長
Fig. 3 Relation between age in year and mark length in each year group.

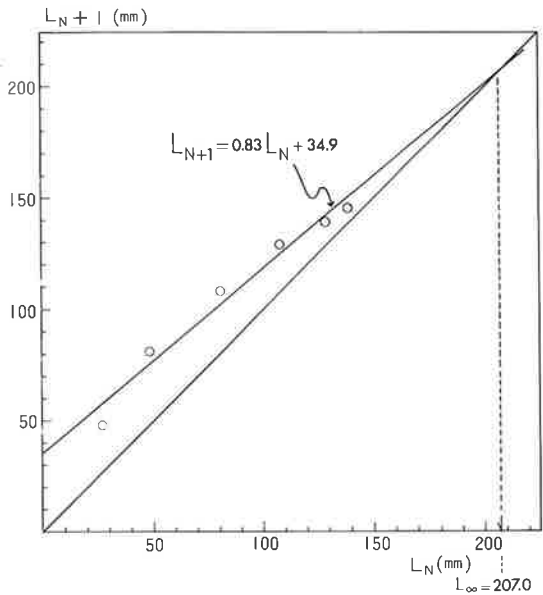


図4 殻長の定差図
Fig. 4 Walford's growth transformation of shell length.

の直線式に回帰し、理論的最大殻長 (L_{∞}) は207.0 mmであった。

$$L_{N+1} = 0.83 \cdot L_N + 34.9$$

L : 輪紋長(mm)

またこれより YOSHIHARA²⁾ の方法で BERTALANFFY の成長式を導き、(1)式を得た。

$$SL_t = 207.0(1 - e^{-0.1853(t - 0.2402)}) \dots\dots\dots(1)$$

t : 年齢, SL_t : t 歳の殻長(mm)

(1)式に基づく殻長の計算値と実測値を対比して示すと図5のように7歳までの範囲で両者はよく一致した。

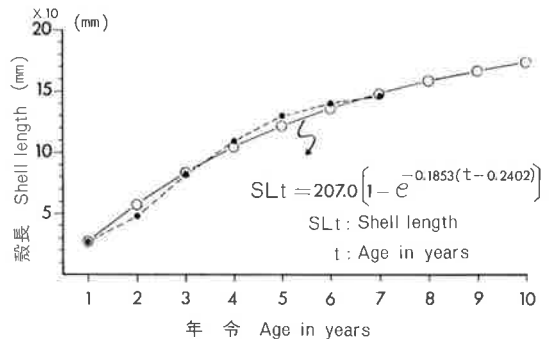


図5 年齢と殻長の関係
Fig. 5 The relation of shell length to age in years.

●: 実測値 Measured ○: 計算値 Calculated

殻長と体重の関係 アワビでは幼稚貝、成貝ともに肥満度が時期的に著しく変化する¹⁾ので、ほぼ同時期の測定資料のみた殻長と体重の関係を図6に示した。両者間に求められる回帰直線は、殻長2, 3.5, および9 cm 付近の3ヶ所で屈折し、特に9 cm 付近、すなわち幼稚貝と成貝間で著しく屈折した。したがって、殻長と体重の関係式は幼稚貝と成貝に

別け、また年間で最も肥満度が高く¹⁾、かつ漁期としても重要な6~7月の測定資料を用いることとし、(2), (3)式を得た。

$$\text{幼稚貝; } BW' = 10.0277 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.0065} \dots(2)$$

$$\text{成貝; } BW' = 1.7306 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.4274} \dots\dots(3)$$

BW' : 体重(g), SL : 殻長(mm)

また(2), (3)式から求められる計算値(曲線)と実

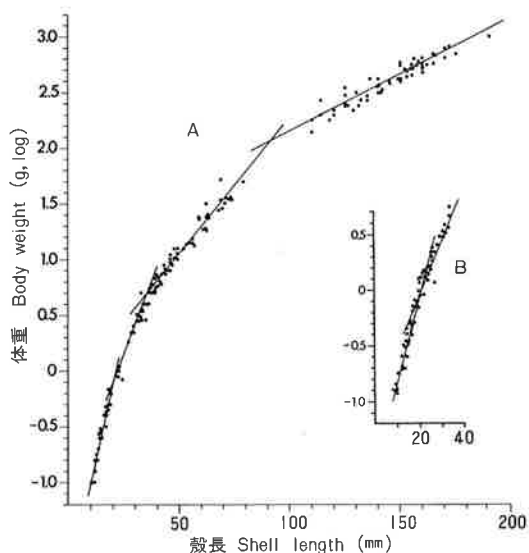


図6 成長段階によって異なる殻長と体重の関係 (A:天然群 B:飼育群)

Fig. 6 Relation of body weight in logarithm to shell length. A, wild group examined in May to June, 1975; B, reared group examined in October, 1975.

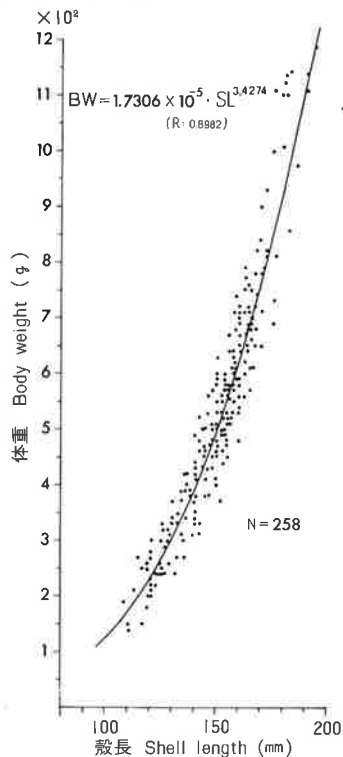


図7-2 殻長と体重の関係 (成貝)

Fig. 7-2 The relation of body weight to shell length in adults. The examinations were made in June and July, 1975.

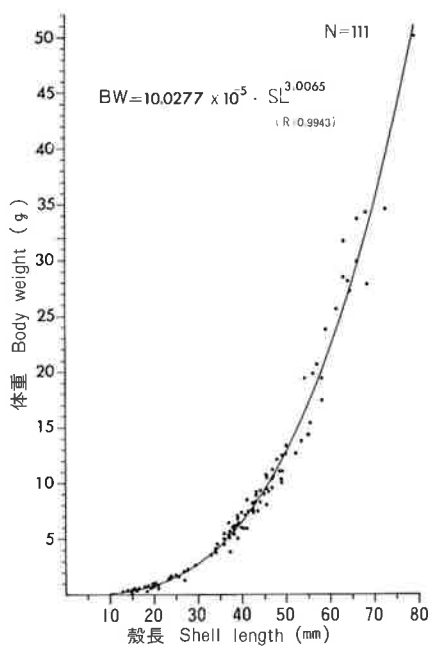


図7-1 殻長と体重の関係 (幼, 稚貝)

Fig. 7-1 The relation of body weight to shell length in juveniles. The examinations were made in June and July, 1975.

表3 年齢別殻長と体重

Table 3 The measured and back calculated shell lengths and body weight at ages of from one to ten years.

年齢 Age in years	殻長 (mm) Shell length		体重 (g) Body weight
	(実測値) (Measured)	(計算値) (Calculated)	(計算値) (Calculated)
1	27.2 ± 4.8	27.1	2.0
2	48.6 ± 9.0	56.8	18.9
3	80.8 ± 12.3	82.9	58.8
4	108.6 ± 12.8	103.9	141.2
5	128.9 ± 12.2	121.3	240.2
6	138.8 ± 12.1	135.8	353.6
7	145.3 ± 10.0	147.8	472.7
8	—	157.9	592.9
9	—	166.2	706.5
10	—	173.1	812.3

測値を図7-1, 7-2に示したが、成貝(7-2)では殻長170mm程度以上の大型貝で、計算体重が実測値より小さく片寄る結果をみている。

年齢別、殻長と体重を、上述した(1), (2), および(3)式を用いて計算し、表3にとりまとめた。

漁獲物の年齢組成 1975年6月から8月まで3ヶ月にわたる宇久島の漁期中、毎月1回漁獲物を測定し、その結果による殻長組成を図8に示すとともに、これをHARDING³⁾の方法で分離し、さきに求めた年齢別計算殻長と対比してその年齢組成を推定した。分離された殻長組成は、5歳以上の年齢別計算殻長によく対応しており、宇久島沿岸における漁獲は5歳群以上を対象とし、主体は6~8歳群で、これが全漁獲個体数の70%を占め、中でも7, 8歳の高年齢群に漁獲比重の高いことが判った。なお測定標本に出現した最小個体は殻長106mm, 体重130gで、最大個体の殻長は194mm, 体重1190gであった。

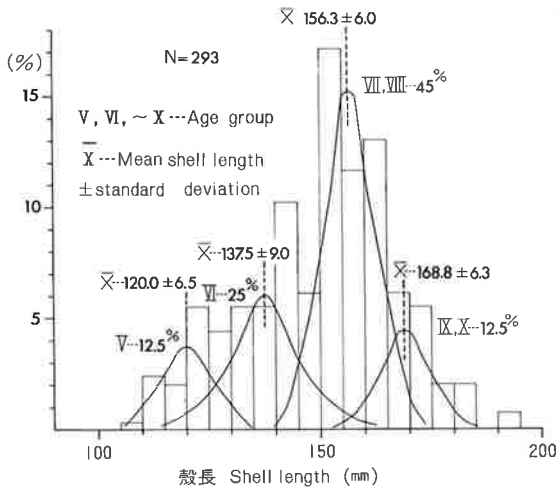


図8 漁獲物の年齢組成

Fig. 8 Shell length composition of the catch and normal curves of component size groups obtained by means of probability paper. The Roman numerals show the age in years of each group. The observations were made from June to August in 1975.

考 察

以上の結果から、輪紋の形成期は、1部の幼貝に1月頃まで遅れる個体があり、また第4輪以降の成貝は1旬早く8月下旬頃にはじまることを除き、ほとんどの個体が9~10月頃と推察され、前報¹⁾とはほぼ同様の結果を得た。輪紋形成の機構については2, 3の説があるが、これらは何れも成長の停滞した殻の部分とするか、あるいはこれに隣接しており、かつ年に1回形成されるとする点では一致している^{1,4,5-8)}。宇久島の場合、殻の成長停滞は幼稚貝、成貝ともに6~8月に明瞭で、これは水温や肥満度の上昇とも密接に関係している¹⁾。さらに上述の輪紋形成期は秋期、水温や肥満度の下降に対応してはじまる殻成長への移行期に相当しており、またこの時期の貝殻縁辺に特徴ある赤褐色の、新しく薄い殻の形成されることを観察している。

アワビのLee-現象については、さきに藤井ら⁴⁾がマダカについて、5歳群以上で考慮する必要があるとし、小島ら⁹⁾もクロアワビでこの現象を認め、その補正を試みている。また、藤井らは上記マダカの輪紋長の伸び率が130mm前後(満6歳)から急に低下するため、WALFORDの定差図で直線的成長を示さず、BERTALANFFYの成長式を直接あてはめ得ないことも指摘した。今回、筆者も7輪以上のクロアワビにLee-現象を認め、また輪紋長の伸び率が140mm前後(満6歳)以降、同様に低下することを認めており、今後、これらに対する検討が必要と考えられる。しかしながら、今回実測値に基づく理論的最大殻長(207mm)は、測定した漁獲物の最大殻長(194mm)や現地漁業者による漁獲貝の最大殻長(210mm内外)によく近似し、また年齢別輪紋長の計算値は、

客観的に分離された漁獲物の年級別殻長組成にもよく対応した。これは、前述のとおり、7歳以上の標本を多く用いていないことで5歳輪までのLee-現象の影響を避け、またWALFORDの定差図でとりあつかった輪紋長が7歳輪までで、うち成長率の低下が懸念される6、7歳輪が、回帰直線の傾斜にさほど大きく影響していないことなどによるものと考えられ、求めた成長式(1)は、実際の適用に当たって大きな誤りはないと考えられる。なお、これに基づく成長を、2、3の地方と比較し図9に示したが、徳島県日和佐⁹⁾、三重県国崎¹⁰⁾の成長に近似し、千葉県川口¹¹⁾の成長にやや劣ることが推察される。

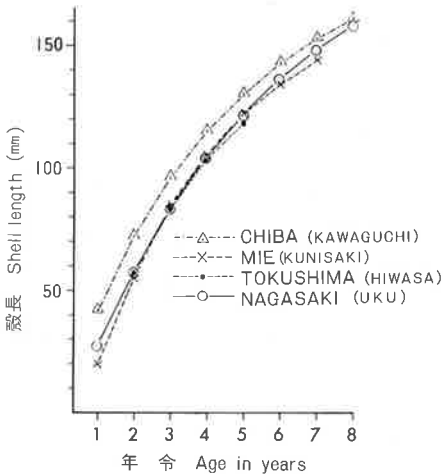


図9 地方による成長の変異
Fig. 9 Comparison of growths in shell length of abalons from several localities in Japan.

殻長と体重の関係は、幼稚貝と成貝を別け、両者別に関係式を導いたが、それでも成貝においては、殻長170mm程度以上の計算体重が実測値よりも小さく片寄る結果となった。本報で述べた殻長と体重の関係における変曲も、殻長175mm以上で資料を欠き、実態は不明だが、このような大型貝ではさらに資料を集積して分析を行なう必要がある。

長崎県宇久島で通常漁獲されるクロアマビの殻長は、110mmから185mmの範囲で、この漁獲サイズ幅が漁獲対象サイズ幅(理論的最大殻長-漁獲下限サイズ)に占める比率を試算すると77%で、これは同様に試算される茨城県¹²⁾の52%や徳島県日和佐⁹⁾の39%に比べて非常に高く、宇久島では大型貝を高率に漁獲していることが判る。井上¹³⁾によれば、種苗放流事業により、漁獲量が従来の2~2.5倍に伸びている神奈川県城ヶ島地先では、3歳群から漁獲に加はり(18%)、次いで4歳群が漁獲の主体(70%)となっている。また、ここでは放流事業開始前、4歳群とともに3歳群もかなりな比重で漁獲されていたが、上述のとおり、漁獲比重が現在の4歳群に、1齢上に傾いたことで飛躍的に漁獲が増加している。宇久島沿岸では、漁獲加入後3~4年目の7~8歳群に最も漁獲比重が高く、上述した他県の事例に比べ、著しく高年齢貝を漁獲している。この生産実態は、クロアマビの成長速度を加味した、さらに高率的な増殖資源の利用という立場からみて、過大な資源の保護が懸念され、今後検討すべき問題を含んでいるように考えられる。

要 約

1975年5月から1978年3月にわたり、長崎県宇久

島沿岸におけるクロアワビの年齢と成長を調べ、次の結果を得た。

- 1) 輪紋の形成は第1～3輪が9月上旬頃、第4輪以上が8月下旬頃にはじまり、10月頃に終わるが、一部の幼貝では1月頃となるものもある。
- 2) 殻の年間成長量は、2～3歳をピークに以降は減少し、満5歳以降で急減する。
- 3) 7歳以上の高年齢貝で、その輪紋長にLee-現象がみられる。
- 4) 第1～7輪の実測輪紋長から、年齢 (t) と殻長 (SL_t …mm) 間に次式を得た。

$$SL_t = 207.0[1 - e^{-0.1853(t-0.2402)}] \dots\dots\dots(1)$$

(1)式の理論的殻長 ($SL_\infty = 207.0$ mm) は現地漁獲物の最大殻長 (210mm 内外) によく近似し、また年齢別計算殻長は漁獲物の殻長組成によく適合する。これは Lee-現象のある7歳以上の標本を第5輪までの測定に多く用いなかったこと、およ

び WALFORD の定差図で、6, 7歳輪の成長低下率がさほど大きく影響しなかったことなどによる結果と考えられる。

- 5) 殻長と体重の関係は、幼稚貝と成貝間で肥満度が異なり、かつ時期的変動が大きい。したがって同時期 (6～7月) の材料を用い、幼稚貝と成貝の両者別に次式を得た。

$$\text{幼稚貝； } BW = 10.0277 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.0065} \dots(2)$$

$$\text{成貝； } BW = 1.7306 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.4277} \dots\dots(3)$$

$$BW : \text{体重 (g)} \quad SL : \text{殻長 (mm)}$$

しかし170mm以上の成貝では(3)式の計算体重がなお小さく傾き、検討を要する。

- 6) 漁獲物の年齢組成は、5歳…12.5%、6歳…25.0%、7～8歳…45.0%、9～10歳…12.5%と推定され、他県における2, 3の事例と比べて高年齢貝の漁獲比重が極めて高い。この問題は、さらに効率的な増殖資源の利用という立場から検討してみる必要がある。

文 献

- 1) 市来忠彦・山下金義・種村一成, 1977: 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. 長崎水試研報, 3号, 84-94.
- 2) Yoshihara, T. 1951: On the fitting, the summation, and an application of the logistic curve. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 38 (2), 181-195.
- 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) 藤井泰司・中原民男・小川嘉彦・角田信孝, 1970: 沖合礁—山口県見島沖八里ヶ瀬—に生息するマガカの漁業生物学的特性. 水産増殖, 18(2), 69-80.
- 5) 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.
- 6) 猪野 峻, 1966: アワビとその増養殖. 日本水産資源保護協会水産増養殖叢書, 11, 103pp.
- 7) 影山佳之・伏見 浩, 1979: 若令メガイの輪紋形成. 静岡県水産試験場研究報告, 13, 83-92.
- 8) 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. 年齢形質と成長, 11) 水産庁, 1978: 大規模増殖場開発事業調査総合
水産増殖, 23(2), 61-66. 報告書-昭和52年度版, 6 夷隅地区, 38-46.
- 9) 小島 博・中久喜昭・谷本尚則・石橋喜美子, 12) 山田静男, 1966: 茨城県浅海増殖事業の効果に
1977: 徳島県海部郡産クロアワビ資源の研究-I. 関する調査-VIII. アワビの移殖と最適漁獲方法に
クロアワビの成長. 東海区水産研究所研究報告, ついて. 昭和39・40年度茨城県水産試験場報告,
90, 25-37. 69-79.
- 10) 都道府県水産試験場磯根資源調査研究グループ, 13) 井上正昭, 1976: アワビの種苗放流とその効果.
1972: 磯根資源とその増殖-I. アワビ. 日本水産学会編, 水産学シリーズ, 12 (種苗の放
流効果), 9-25.
産資源保護協会水産増養殖叢書, 24, 39.

Growth of Japanese Black Abalone, *Haliotis discus* Reeve,
on the Coast of Uku Island, Nagasaki Prefecture

Tadahiko ICHIKI

Growth and age composition of Kuroawabi (Japanese black abalone; *Haliotis discus* Reeve) were studied at Uku Island, the northernmost island of the Goto Islands, Nagasaki Prefecture, during the period from May to March 1978.

Rings on the shell were formed once every year, usually during the period from late August to October, while in some of young animals annuli were formed around in January.

The growth rate of the shell was at its maximum at two or three years old, decreased thereafter, especially after the formation of the 6th annulus. The Lee-phenomenon was observed in the shells with more than seven annuli.

The relationship between age in year and shell length in mm is expressed as formula 1. The theoretical maximum shell length (207.0 mm) agreed well with the largest shell among the catch. The calculated shell length by ages also agreed well with the shell length composition of the catch.

$$SL_t = 207.0[1 - e^{-0.1853(t - 0.2402)}] \dots\dots\dots(1)$$

SL_t : Shell length t : age

Formula 2 and 3 express the shell length-body weight relationship for young and adult abalones, respectively.

$$\text{Young ; } BW = 10.0277 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.0065} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Adult ; } BW = 1.7306 \times 10^{-5} \cdot SL^{3.4277} \dots\dots\dots(3)$$

市来：長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビの成長

BW : Body weight (g) SL : Shell length (mm)

It was estimated that 5 years old animal amounted to 12.5 % of the catch, with 25.0 % of 6, 45.0 % of 7 to 8, and 12.5 % of 9 to 10 years old abalones. The high ratio of the older animals characterized the catch.

