

# 京都府蒲入地先におけるクロアワビの成長

山本圭吾, 西垣友和, 遠藤 光, 竹野功璽

京都府農林水産技術センター海洋センター

2010年3月

# 京都府蒲入地先におけるクロアワビの成長

山本圭吾, 西垣友和, 遠藤 光, 竹野功璽

The growth of *Haliotis discus discus* along the coast of Kamanyu,  
Japan Sea coast of central Honshu.

Keigo Yamamoto, Tomokazu Nishigaki, Hikaru Endo and Koji Takeno

Growth of the disc abalone *Haliotis discus discus* was studied along the coast of Kamanyu, Japan Sea coast of central Honshu, Japan dominated by sargassacean algae. Seeded *H. discus discus* which is stocked along the coast of Kamanyu every spring when their shell length is ca. 30 mm showed similar growth to wild *H. discus discus*. The growth of *H. discus discus* along the coast dominated by Laminariales was superior to that off the coast of Kamanyu. It is suggested that the different growth pattern of *H. discus discus* in these localities results from the difference in the dominant algae.

キーワード：クロアワビ, 成長, 日本海沿岸

クロアワビ *Haliotis discus discus* は、本州千葉県以南の太平洋沿岸および北海道以南の日本海沿岸から九州南部まで分布しており（渡部, 1975）、重要な磯根資源である。また、持続的な漁獲のために禁漁期や漁獲サイズの制限が各都道府県で設けられており、人工種苗の放流も盛んに行われている（青森県ら, 1990）。

クロアワビの年齢と殻長の関係は、漁獲加入年齢や漁獲物の年齢組成を把握する上では不可欠な知見である。そのため、本種の成長は日本沿岸の各地で調査されており（林賀, 1967; 小島, 1976; 小島ら, 1977; 島本, 堺, 1979; 市来, 1980; 田中, 田中, 1980; 石田ら, 1982; 金丸ら, 1993）、海域や漁場によって成長に差があることが確認されている。しかし、日本海沿岸におけるクロアワビ天然個体の成長は、山形県（林賀, 1967）以外では報告されておらず、日本海西部沿岸域における知見はない。また、クロアワビ人工種苗は放流にともなうストレスによって活力が低下すること（二島ら, 1989）、異常行動を示すこと（井上ら, 1993）が報告されているが、放流された人工種苗（以下、放流個体）と天然個体の成長について同じ場所および時系列で比較された知見は極めて乏しく、本府沿岸域においてこれらが同様の成長を示すか否かは明らかでない。

そこで本研究では、日本海西部沿岸域に位置する京都府伊根町蒲入地先で採捕されたクロアワビ天然個体と放流個体について年齢査定を行い、年齢と殻長の関係を求めた。また、蒲入地先における満年齢時の推定殻長を日本沿岸で調査された天然個体と比較し、本種の成長について考察した。

## 材料と方法

2002年7月23日、2004年8月20日、2005年4月26日に京都府蒲入地先（Fig. 1）で採捕された、それぞれ47、72、28個体のクロアワビを試料とした。天然個体と放流個体の識別は、後者の螺頂部に残る中間育成時の緑色の殻の有無により行った。デジタルノギス（CD-20GS, ミットヨ）を用いて供試貝の殻長を測定した後、電子天秤（MP-3000, Chyo Balance）で体重を測定した。その後、軟体部を除去し、藤本（1967）の方法により付着物を除去した貝殻に電球の光を透過させて輪紋を読み取った。第1輪は溝あるいは段差を、第2輪以降は赤褐色の輪紋の内縁を年輪として、螺頂部側の貝殻縁辺部から各年輪までの長さを測定した（小島, 1976）。電球は写真用500W電球（PRF-500WB, 松下電器産業）を用いた。なお、2002年7月23日の供試貝は、殻長と各年輪までの長さのみを測定した。

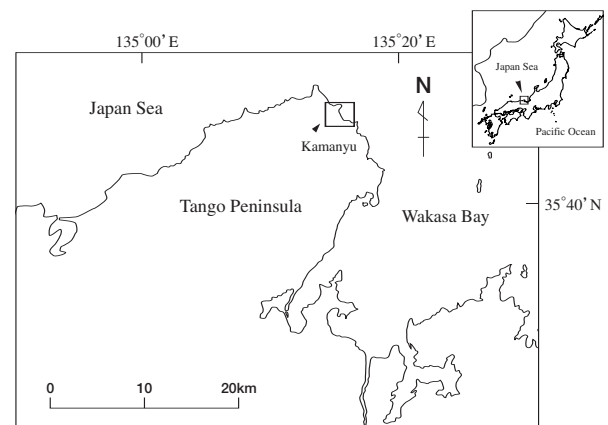


Fig. 1 Location of collection sites for the disc abalone *Haliotis discus discus*.

**Table 1** Number of specimens of wild and seeded *H. discus discus* collected from Kamanyu.

Sampling date		Age (year)				Total
		2+	3+	4+	5+	
2002/7/23	Wild		2	6	13	21
	Seeded	2	22	2		26
2004/8/20	Wild		3	9	5	17
	Seeded	2	5	45	3	55
2005/4/26	Wild		11	4		15
	Seeded			5	8	13

年齢と殻長の関係は、アワビ類の成長の研究で広く使われている von Bertalanffy の成長式に当てはめた (増殖造成指針委員会, 1982)。各パラメータは五利江 (2001) の方法に従い、Microsoft-Excel (Microsoft) のソルバーを用いた最小二乗法によって求めた。なお、京都府では10月頃に採卵してから約1年半中間育成された殻長約30 mmの人工種苗を3月から6月に放流している (水産庁ら, 2000, 2003, 2004, 2005) ので、放流個体における成長式への当てはめは、満2歳以降を対象とした。

$$(1) L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

ここで、 $t$  は発生後の時間 (年) で満年齢、 $k$  は成長係数、 $L_t$  は満  $t$  歳の殻長 (mm)、 $L_{\infty}$  は極限最大殻長 (mm)、 $t_0$  は殻長が0のときの計算上の年齢を示す。殻長と体重の関係は、アワビ類の成長の研究で広く使われているアロメトリー式 (増殖造成指針委員会, 1982) を、Microsoft-Excel のソルバーを用いた最小二乗法によって求めた。

$$(2) W = a L^b$$

ここで、 $W$  は体重 (g)、 $L$  は殻長 (mm)、 $a$  は資源成長指数、 $b$  は相対成長係数を示す。

(1) 式から  $t$  歳の殻長  $L_t$  と  $t+1$  歳の殻長  $L_{t+1}$  の関係は次式で示される。

$$(3) L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + L_t \times e^{-k}$$

また、(2) 式は対数を取ることによって次式で示される。

$$(4) \log W = \log a + b \log L$$

(3) 式の傾き  $e^{-k}$  と切片  $L_{\infty} (1 - e^{-k})$  および (4) 式の傾き  $b$  と切片  $\log a$  についてそれぞれ共分散分析 (山田, 北田, 1999) を行い、天然個体と放流個体の成長を比較した。

上記の方法で推定した蒲入地先におけるクロアワビの殻長を、同様の方法によって推定された日本各地における天然個体の殻長と比較した。比較には、山形県由良と飛鳥 (林賀, 1967)、長崎県宇久島 (市来, 1980)、兵庫県神戸 (島本, 堺, 1979)、千葉県川津、大沢、川口、川下 (田中, 田中, 1980) および太海 (石田ら, 1982)、徳島県阿部と日和佐 (小島ら, 1977) での von Bertalanffy の成長式による推定値を用いた。なお、山形県における成長は、殻を加熱して割れた部位を年輪とする方法により求められた実測値であるが、この方法は田中, 田中 (1980) によって藤本 (1967) の方法による結果とほぼ合致することが確認されているため比較に加えた。

## 結 果

調査したクロアワビの年齢は、天然個体では3歳から5歳 (殻長77~131 mm)、放流個体では2歳から5歳 (殻長67~125 mm) であった (Table 1)。

天然個体と放流個体における von Bertalanffy の成長式の各パラメータおよび (3) 式における傾きと切片を Table 2 に示した。天然個体と放流個体における  $L_{\infty}$

**Table 2** The parameters of von Bertalanffy growth curve ( $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ ) and slope and intercept of growth equation ( $L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-k}) + L_t \times e^{-k}$ ) of wild and seeded *H. discus discus*. There were no significant differences in slope and intercept between wild and seeded abalone (analyzed by ANCOVA).

	$L_{\infty}$ (mm)	$k$	$t_0$	$e^{-k}$	$L_{\infty}(1 - e^{-k})$
Wild	186.2	0.15	0.25	0.86	26.1
Seeded	171.8	0.20	0.49	0.82	30.9

**Table 3** The shell length (mm) of each full age of wild *H. discus discus* calculated by von Bertalanffy growth curve at other prefecture in Japan.

Prefectures	Localities	Full age (year)								Age reach up to 100 mm	References
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Yamagata	Tobishima	18	32	49	69	86	103	115	-	5-6	Hayashiga, 1967*
	Yura	18	36	61	86	106	120	134	-	4-5	Hayashiga, 1967*
Kyoto	Kamanyu	19	44	66	85	102	118	131	143	4.9	This paper
Nagasaki	Ukushima	27	58	83	104	121	136	148	158	3.8	Ichiki, 1980
Chiba	Kawazu	34	67	93	113	129	141	150	158	3.4	Tanaka, Tanaka, 1980
	Ohsawa	36	63	84	101	114	124	133	139	4	Tanaka, Tanaka, 1980
	Kawaguchi	34	67	92	111	126	137	146	152	3.4	Tanaka, Tanaka, 1980
	Kawashimo	34	68	94	114	129	141	149	156	3.3	Tanaka, Tanaka, 1980
	Futoumi	16	67	100	121	135	144	150	154	3.0	Ishida et al., 1982
Hyogo	Kobe	37	76	103	123	137	146	153	158	2.9	Shimamoto, Sakai, 1979
Tokushima	Abu	22	54	80	101	118	132	142	151	4.0	Kojima et al., 1977
	Hisami	22	57	83	103	118	130	139	145	3.9	Kojima et al., 1977

\*Observed data

はそれぞれ186.2 mmと171.8 mm, kはそれぞれ0.15と0.20,  $t_0$ はそれぞれ0.25と0.49, (3)式における傾き $e^{-k}$ はそれぞれ0.86と0.82, 切片 $L_\infty(1 - e^{-k})$ はそれぞれ26.1と30.9であった。また, 天然個体と放流個体の殻長に対する体重の関係を(4)式に当てはめたところ, 次式が得られた。

$$\text{天然個体: } \log W = 0.212 + 2.915 \log L$$

$$\text{放流個体: } \log W = 0.215 + 2.916 \log L$$

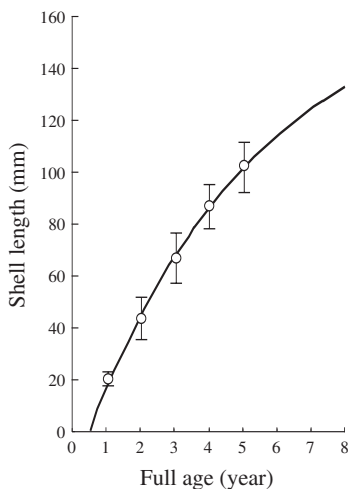
(3)式における傾き $e^{-k}$ と切片 $L_\infty(1 - e^{-k})$ および(4)式における傾きbと切片 $\log a$ には, 天然個体と放流個体で有意差は認められなかったため, これらのデータをまとめて次の2式が得られた。

$$L_t = 237.2 (1 - e^{-(0.12(t+0.30))}) \quad (\text{Fig. 2})$$

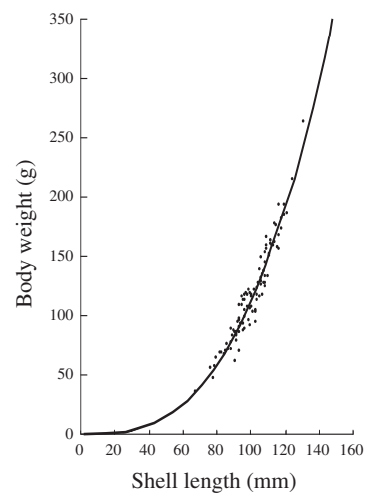
$$W = 1.629 \times 10^{-4} L^{2.917} \quad (\text{Fig. 3})$$

これらの式から推定された京都府蒲入地先におけるクロアワビの満年齢時の殻長および体重は, それぞれ満1歳では19.1 mmと0.9 g, 満2歳では43.8 mmと10.0 g, 満3歳では65.6 mmと32.6 g, 満4歳では85.0 mmと69.3 g, 満5歳では102.3 mmと118.6 g, 満6歳では117.5 mmと178.0 g, 満7歳では131.0 mmと244.6 g, 満8歳では143.0 mmと315.8 gであった。

京都府蒲入地先におけるクロアワビの満年齢時の推定殻長と, 日本沿岸で本研究と同様の方法により調査された天然個体の殻長をTable 3に示した。殻長100



**Fig. 2** Shell length at each full year of age (open circle) and the von Bertalanffy growth curve (solid line) of *H. discus discus* at Kamanyu. Data on wild and seeded *H. discus discus* were pooled to show the growth at Kamanyu. Vertical bars indicate standard deviations.



**Fig. 3** Relationship between the shell length and body weight of *H. discus discus* at Kamanyu. Closed circles indicate observed data. The solid line represents an allometric equation. Data on wild and seeded *H. discus discus* were pooled to show the growth at Kamanyu.

mmに達する年齢は、日本海沿岸の山形県飛島で最も高く5~6歳の間であり、山形県由良と京都府蒲入ではそれぞれ4~5歳の間と4.9歳で比較的近い値を示した。九州沿岸の長崎県宇久島、太平洋沿岸の千葉県および徳島県の各地ではそれぞれ3.8, 3.0~4.0, 3.9~4.0歳と比較的近い値を示し、瀬戸内海沿岸の兵庫県神戸では2.9歳と最も低かった。

## 考 察

京都府蒲入地先における天然個体と放流個体の成長式を比較したところ、von Bertalanffyの成長式およびアロメトリー式における傾きと切片に有意差は認められなかったことから、放流個体は天然個体と同じ成長を示すと考えられる。小島(2005)は、殻長25~41mmのクロアワビ人工種苗における放流後の成長を調査し、放流に伴うストレスは、時期によっては1ヶ月以上成長に影響すると推察している。しかし、本研究において、放流個体の2歳以降および天然個体の1歳以降における成長に差は認められなかったことから、本府沿岸域において放流時にクロアワビが受けるストレスは、放流から約半年後以降の成長にほとんど影響しないと推察された。

日本沿岸で調査されたクロアワビの成長を殻長100mmに達する推定年齢と比較したところ、京都府蒲入地先における成長は同じ日本海沿岸の山形県と同様に、九州、瀬戸内海および太平洋沿岸の各地よりも劣る傾向がみられた(Table 3)。アワビ類における成長の遅延は、基本的に餌料環境によって決まる(井上, 1987)。日本海沿岸の京都府蒲入や山形県の各地では主要藻場構成種としてホンダワラ科褐藻が(林賀, 1968; 西村, 辻, 1972; 保科, 原, 1999)、瀬戸内海および太平洋沿岸の兵庫県神戸や千葉県および徳島県の各地では主にアラメ*Eisenia bicyclis*等のコンブ目褐藻が優占している(島本, 塚, 1979; 田中ら, 2000; 小島, 2005)。また、九州沿岸の長崎県宇久島ではホンダワラ科褐藻とアラメが同程度の現存量で生育している(増殖場造成指針委員会, 1982)。一般に、コンブ目褐藻はホンダワラ科褐藻よりもアワビ類にとっての餌料価値は高く(酒井, 1962; 菊地ら, 1967; 高橋, 1970; 藤井ら, 1986)、クロアワビの成長はホンダワラ科褐藻が優占する場所よりも、アラメが優占する場所で良い(小島, 2005)ことから、日本海沿岸で成長が劣る傾向がみられた原因として、主要藻場構成種の違いが考えられた。

本研究によって、日本海西部沿岸に位置する京都府伊根町蒲入地先におけるクロアワビの成長が明らかになった。しかし、山形県(林賀, 1967)や千葉県(田中, 田中, 1980)でみられるように、本種の成長は比較的近い海域であっても異なる場合があるため(Table 3)、今後は、京都府沿岸域でも漁場により成

長に差が認められるか否かを調べる必要がある。

## 文 献

- 青森県, 岩手県, 秋田県, 神奈川県, 福岡県. 1990. 「放流漁場高度利用技術開発事業アワビ種苗放流マニュアル」. 1-4. 秋田県水産振興センター, 秋田.
- 藤井昭彦, 小川七郎, 四井敏雄. 1986. クロアワビ稚貝に対する各種海藻の餌料効果. 長崎水試研報, **12**: 19-25.
- 藤本 武. 1967. アワビ類の年齢査定の一方法について. 水産増殖, **15**: 19-22.
- 五利江重昭. 2001. MS-Excelを用いた成長式のパラメータ推定. 水産増殖, **49**: 519-527.
- \*林賀信勝. 1967. 昭和41年度 磯根資源調査報告書. 昭和41年度 山形水試資料Ⅱ. 山形水試, 山形.
- 林賀信勝. 1968. 昭和42年度 磯根資源調査報告書. 昭和42年度 山形水試資料Ⅰ. 1-6. 山形水試, 山形.
- 保科 亮, 原 慶明. 1999. 飛島(山形県酒井市). 藻類, **47**: 29-32.
- 市来忠彦. 1980. 長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビの成長. 長崎水試研報, **6**: 11-21.
- 井上清和, 山崎 誠, 鬼頭 鈞. 1993. アワビ稚貝の放流直後の行動. 西水研研報, **71**: 1-7.
- 井上正昭. 1987. アワビの漁業管理. 「国内における資源評価および管理手段に関するレビュー」. 121-218. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 石田 修, 田中種雄, 坂本 仁, 大場俊雄. 1982. 千葉県太海, 天面地先のアワビ類の輪紋形成と成長. 千葉水試研報, **40**: 27-36.
- 金丸彦一郎, 有吉敏和, 野田進治. 1993. 佐賀県神集島地先におけるエゾアワビ, クロアワビ人工種苗の放流-I 一年齢と成長について-I. 佐賀栽培セ研報, **2**: 33-38.
- 菊地章吾, 桜井保雄, 佐々木実, 伊藤富夫. 1967. 海藻20種のアワビ稚貝に対する餌料効果. 東北水研報, **27**: 93-100.
- 小島 博. 1976. 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 年齢形質と生長. 水産増殖, **23**: 61-66.
- 小島 博. 2005. クロアワビの資源管理に関する生態学的研究. 徳島水研報, **3**: 1-120.
- 小島 博, 中久喜昭, 谷本尚則, 石橋喜美子. 1977. 徳島県海部郡産クロアワビ資源の研究-I クロアワビの生長. 東海水研報, **90**: 5-37.
- 二島賢二, 伊藤輝昭, 恵崎 撰. 1989. 有用磯動物の栽培漁業化に関する研究-II クロアワビ種苗の放流方法について. 福岡水試研報, **15**: 33-

45.

- 西村元延, 辻 秀二. 1972. 磯根資源増殖に関する研究－Ⅱ 蒲入, 袖志地先におけるN型アワビ礁の生物群集について. 京都海セ研報, **2**: 143-155.
- 酒井誠一. 1962. エゾアワビの生態学的研究-I. 食性に関する実験的研究. 日水誌, **28**: 766-779.
- 島本信夫, 堺 告久. 1979. 神戸市垂水地先におけるクロアワビの成長と生残について. 兵庫水試研報, **19**: 31-38.
- 水産庁, 独立行政法人水産総合研究センター, (社) 全国豊かな海づくり推進協会. 2000-2005. 平成10-15年度 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国) 資料編.
- 高橋稔彦 (1970) クロアワビ稚貝に対する海藻の餌料効果. 石川県増殖試験場創立記念研報, **1**: 1-6.
- 田中邦三, 田中種雄. 1980. 千葉県沿岸のクロアワビの年齢と成長について. 日水研報, **31**: 115-127.
- 田中種雄, 清水利厚, 三田久徳. 2000. 千葉県外房沿岸岩礁域の生物相の変化について. 千葉水試研報, **56**: 35-45.
- 渡部忠重. 1975. 「学研中高生図鑑7 貝 I (巻貝)」. 201. 学研研究社, 東京.
- 山田作太郎, 北田修一. 1999. 「水産・海洋ライブラリ 4 生物資源統計学」. 135-155. 成山堂書店, 東京.
- 増殖造成指針作成委員会. 1982. 「増殖造成指針 昭和58年版」. 55-159. 地球社, 東京.

\*印を付したものは直接参照できなかった