

# 高水温期に駿河湾深層水添加により冷却養殖した アワビの成長・生残

Growth and survival of abalone in Suruga Bay deep seawater mixed  
with surface seawater during the high water temperature period

二村 和視<sup>1</sup>・花井 孝之<sup>1</sup>・岡本 一利<sup>1</sup>・高瀬 進<sup>2</sup>

Kazumi NIMURA, Takayuki HANAI, Kazutoshi OKAMOTO and Susumu TAKASE

## Abstract

During a high water temperature period in summer, abalones decrease consumption of food and hardly grow in temperate waters in Japan. In this study, growth and survival rates of abalone were compared between a culture in running surface seawater (SSW) and another culture in running SSW cooled by mixing Suruga Bay deep seawater pumped from a depth of 397 m (SSW + DSW) at Shizuoka Prefectural Research Institute of Fishery from August to December in 2004 or 2005. Approximately 500 shells of *Haliotis gigantea* (43 mm in shell length) and an F1-hybrid abalone (male *H. discus hannai* × female *H. gigantea*; 41 mm in shell length) were cultured in net cages (100 × 100 × 35 cm) set in tanks (5 t volume) by feeding enough artificial compounds. In *H. gigantea*, survival rates in SSW (23.9 ± 2.2 °C) and SSW + DSW (19.3 ± 1.1 °C) were 94.6 and 96.8% and daily growth rates (50 samples) were 27 and 62 μm d<sup>-1</sup>, respectively. In the hybrid, survival rates in SSW (22.4 ± 1.0 °C) and SSW + DSW (19.6 ± 0.8 °C) were 99.5 and 99.8%, and daily growth rates (50 samples) were 44 and 60 μm d<sup>-1</sup>, respectively. Therefore, SSW + DSW surely improved growth and survival of abalone in summer and may allow us to shorten its total culture period.

## 要 旨

アワビ類は高水温期に摂餌量が減少し、成長が停滞する。このため、表層海水の水温が高水温になる時期に、低温安定性を特徴とする駿河湾深層水を加えて水温を調整した際のアワビの成長・生残への影響について調べた。材料には、殻長約 40 mm のメガイアワビおよび養殖適種であるエゾアワビ (♂) × メガイアワビ (♀) 交雑種 F1 (以下、交雑種とする) を用い、試験は 8 月から 12 月まで行った。表層海水区および表層海水に水深 397 m から取水した駿河湾深層水を加えることで平均水温を 20 °C 以下にした区 (混合海水区) を設定した。使用した個体数は 500 個体前後に調整し、各試験開始時および終了時に無作為に抽出した 50 個体の殻長を測定し、日間成長率 (μm d<sup>-1</sup>) を算出した。メガイアワビを用いた試験区での平均水温は、表層海水区で 23.9 ± 2.2 °C、混合海水区で 19.3 ± 1.1 °C であった。表層海水区および混合海水区試験区の生残率および日間成長率は、それぞれ 94.6、96.8% および 27、62 μm d<sup>-1</sup> であった。交雑種を用いた試験の平均水温は、表層海水区および混合海水区でそれぞれ 22.4 ± 1.0 °C および 19.6 ± 0.8 °C であった。これらの試験区の生残率および日間成長率は、それぞれ 99.5、99.8% および 44、60 μm d<sup>-1</sup> であった。以上から、アワビ陸上養殖を行う際、表層海水に深層水を混合することで夏季においても成長が維持され、結果的に飼育期間を短縮できると考えられた。

**キーワード**：駿河湾深層水、アワビ、高水温、成長

<sup>1</sup>静岡県水産技術研究所 (〒425-0032 静岡県焼津市鵜ヶ島 136-24)

<sup>2</sup>静岡県水産資源室 (〒420-8601 静岡県静岡市葵区追手町 9-6)

## 1. はじめに

日本にはエゾアワビ *Haliotis discus hannai*, クロアワビ *H. discus discus*, メガイアワビ *H. gigantea*, マダカアワビ *H. madaka* などのアワビ類が分布している。通常、これらのアワビは天然海域で漁獲されるが、エゾアワビ、クロアワビ、メガイアワビ、エゾアワビとメガイアワビの交雑種などでは、安定的な生産を図るため一部で陸上養殖が行われている。メガイアワビおよびクロアワビでは夏季の高水温期に摂餌量が減少し、成長に悪影響を及ぼすこと、メガイアワビでは水温約 15~20°C の範囲では成長への影響がみられないことが報告されている (亀山ら 1989; 宮内ら 2006)。また、エゾアワビおよびマダカアワビの水温と殻長の関係について、水温 20°C までは水温が高いほど成長が良いことが報告されている (井上・大場 1980; Uki *et al.* 1981)。そのため、低温安定性を特徴とする駿河湾深層水を利用して適水温を維持することにより、高水温期でも良好な成長を保つことが期待される。しかし、駿河湾深層水は水深 397 m から取水した深層水は 8~10°C, 同 697 m で 6~8°C と低温で、加温せずに直接用いる場合は水温が低すぎてアワビの成育に適さない。また、アワビの良好な成育が得られる水温に調節すると加温するためのコストが必要となる。そこで、本研究では高水温期の表層海水に低温の深層水を加えることで、飼育水温を調整した混合海水がアワビの成長・生残に及ぼす影響について調べた。

## 2. 材料および方法

材料には殻長約 43 mm のメガイアワビ、および殻長約 41 mm のエゾアワビ (♂)×メガイアワビ (♀) 交雑種 F1 (以下、交雑種とする; コスモ海洋牧場株式会社) を用いた。なお、交雑種は、外見および味はエゾアワビに近いが、エゾアワビに比べて成長が速く、飼育しやすいことから、養殖適種とされている。試験条件を Table 1 に示す。試験は表層海水 (SSW) が高水温となる 2004 および

2005 年 8 月から 12 月までとし、試験対照区としての表層海水区 (試験区 1, 3) および表層海水に水深 397 m から取水した駿河湾深層水を加える (SSW+DSW) ことで平均水温を 20°C 以下にした区 (試験区 2, 4) を設定した。試験に使用した個体数はそれぞれ 438~537 個の範囲とした。飼育容器は 5 t 丸型 FRP 水槽上部に、トリカルネット製のカゴ (縦×横×高さ=100×100×35 cm) を設置し、その中にシェルターとして半円にした塩化ビニール管 (長さ×直径=100×20 cm) を 2 本入れた。注水量はいずれも約 1 t h<sup>-1</sup> とし、1 週間毎にカゴの清掃および飼育水槽を交換した。餌は配合飼料 (コスモ海洋牧場株式会社: B-1 型) を用い、飽食量を週 3~4 回与えた。

試験期間中、週 3~4 回、水温の測定、死貝の計数を行った。生残率は、試験終了時の個体数を試験開始時の個体数で除し、百分率として算出した。各試験開始時および終了時に無作為に抽出した 50 個体の殻長を測定し、日間成長率 ( $\mu\text{m d}^{-1}$ ) を算出した。なお、交雑種については殻付重量も計測した。

## 3. 結 果

メガイアワビを用いた試験区 1 での平均水温は  $23.9 \pm 2.2^\circ\text{C}$  で、最低および最高水温はそれぞれ 19.4, 26.6°C であった (Table 1)。試験区 2 の水温は、 $19.3 \pm 1.1^\circ\text{C}$  で飼育期間を通してほぼ一定であり、最低および最高水温はそれぞれ 16.7 および 23.5°C であった。試験区 1 および 2 の生残率は、それぞれ 94.6 および 96.8% を示した (Table 2)。また、試験区 1 は、試験開始時の殻長  $43.2 \pm 4.0$  mm から終了時には  $46.5 \pm 5.0$  mm となり、日間成長率は  $27 \mu\text{m d}^{-1}$  であった。一方、試験区 2 は、試験開始時の殻長  $43.5 \pm 4.6$  mm が終了時には  $51.3 \pm 6.4$  mm となり、日間成長率は試験区 1 に比べて 2 倍以上の成長率 ( $62 \mu\text{m d}^{-1}$ ) を示した。

エゾアワビおよびメガイアワビの交雑種を用いた試験区 3 および 4 の水温を Table 1 に示す。試験区 3 での平均水温は  $22.4 \pm 1.0^\circ\text{C}$  であり、最低および最高水温はそれぞれ 17.7 および 25.3°C であった

Table 1. Experimental study conditions

Experiment	Species	Number	Medium * <sup>1</sup>	Water temperature (°C) * <sup>2</sup>	Experiment period
1	<i>Haliotis gigantea</i>	504	SSW	23.9±2.2 (19.4-26.6)	Aug. 5 2004~Dec. 8 2004
2	<i>Haliotis gigantea</i>	537	SSW+DSW	19.3±1.1 (16.7-23.5)	Aug. 5 2004~Dec. 8 2004
3	Hybrid * <sup>3</sup>	438	SSW	22.4±1.0 (17.7-25.3)	Aug. 12 2005~Dec. 8 2005
4	Hybrid * <sup>3</sup>	506	SSW+DSW	19.6±0.8 (16.9-21.4)	Aug. 12 2005~Dec. 8 2005

\*<sup>1</sup> SSW and DSW are abbreviation of surface seawater and deep seawater

\*<sup>2</sup> Data are average±standard deviation (range)

\*<sup>3</sup> *H. discus hannai* (♂)×*H. gigantea* (♀); F1

Table 2. Survival rates and daily growth rates in Expts. 1 and 2 (See Table 1)

	Expt. 1	Expt. 2
Survival rate (%)	94.6	96.8
Initial shell length (mm)	43.2±4.0	43.5±4.6
Final shell length (mm)*	46.5±5.0	51.3±6.4
Daily growth rate (μm d <sup>-1</sup> )	27	62

\* Asterisk indicates significantly difference (*t*-test, *p*<0.01)

Table 3. Survival rates and daily growth rates in Expts. 3 and 4 (See Table 1)

	Expt. 3	Expt. 4
Survival rate (%)	99.5	99.8
Initial shell length (mm)	41.2±3.4	40.7±2.9
Final shell length (mm)*	46.3±3.5	47.8±3.7
Daily growth rate (μm d <sup>-1</sup> )	44	60
Initial shell weight (g)	10.7±2.9	9.9±2.5
Final shell weight (g)	15.6±3.3	16.8±3.8
Daily growth rate (mg d <sup>-1</sup> )	41	58

\* Asterisk indicates significantly difference (*t*-test, *p*<0.05)

(Table 1). また試験区4の平均水温は19.6±0.8℃、最低および最高水温はそれぞれ16.9および21.4℃であった。試験区3および4の生残率は、それぞれ99.5および99.8%を示した (Table 3)。また、試験区3は、試験開始時の殻長41.2±3.4mmから終了時には46.3±3.5mmとなり、この間の日間成長量は44μm d<sup>-1</sup>であった。一方、試験区4は、試験開始時の殻長40.7±2.9mmが終了時には47.8±3.7mmとなり、日間成長量は、試験区3に比べて約1.5倍の60μm d<sup>-1</sup>となった。殻付重量は試験終了時に試験区3および4で、それぞれ15.6±3.3および16.8±3.8gであった。日間増重量は試験区4で58mg d<sup>-1</sup>を示し、試験区3 (41mg d<sup>-1</sup>)の約1.5倍の値を示した。

#### 4. 考 察

深層水を表層海水に混合して水温を調整することで、メガイアワビおよび交雑種の成長が停滞する高水温期においても高い成長速度を示した (Tables 2, 3)。富山湾深層水を使用しエゾアワビを飼育した事例においても、高水温期に深層水を混合することで、成長が速く、目的サイズまでの飼育期間を短

縮できたことが報告されている (濱井 1996)。駿河湾深層水を混合した海水での成長速度は、メガイアワビおよび交雑種でそれぞれ62および60μm d<sup>-1</sup>であった。静岡県焼津市地先では水温20℃を越える期間が約半年間あり (海野ら 2006)、表層海水区と混合海水区においてこの期間に生ずる成長の差を算出すると、メガイアワビおよび交雑種でそれぞれ約6.3および2.9mmと見積もられる。これらの成長の差は高水温期に表層海水のみで飼育した場合の約100日および50日間に相当し、混合海水を用いることで飼育期間の短縮となる。さらに、約25mmの種苗を出荷サイズとなる約80mmまで飼育する際に、深層水を用いて夏季の成長を維持し、その他の時期も同様の成長速度を示したと仮定すると、メガイアワビおよび交雑種で約2年半を要すると見積もられる。また、このような混合海水による高水温期の成長維持は、陸上養殖だけでなく、種苗生産後の中間育成時においても有効と考えられた。

駿河湾深層水は表層海水に比べて生菌数や植物プランクトン数が少なく、清浄であることが知られている (カサレト 2003・伴野 2004)。本試験から

は、深層水の水質自体がアワビの成長・生残に及ぼす影響については不明であるが、深層水の水質は表層海水よりも清浄かつ安定しており、表層海水に混合する海水としては好適と考えられる。

以上から、アワビの陸上養殖を行う際に表層海水に深層水を混合して水温を調整することで、夏季においても成長が維持され、結果的に飼育期間を短縮できると考えられた。

## 文 献

濱井昌志 (1996) エゾアワビ種苗早期生産試験. 平成7年度富山水試年報, 109-110.  
井上正昭・大場忠道 (1980) アワビの成長と年齢形質としての輪紋について. 神奈川水試研報, 1, 107-113.

亀山 勝・江川公明・石戸谷博範 (1989) 生簀飼育アワビの成長について. 神水試研報, 10, 39-43.

カサレト・ベアトリス・エステラ (2003) 平成13年度駿河湾深層水利用可能性調査報告書. 29-65.

宮内正幸・柴田利治・永島孝之 (2006) 60 mm 以上の大型クロアワビの生産. 福岡水海技セ研報, 16, 41-49.

伴野安彦 (2004) 駿河湾深層水の微生物相に関する研究. 平成14年度駿河湾深層水利用可能性調査報告書, 3-7.

海野幸雄・鈴木朋和・吉田洋子 (2006) 定置観測調査. 平成16年度静岡水試事業報告, 7-8.

Uki N, J. F. Grant and S. Kikuchi (1981) Juvenile growth of the abalone, *Haliotis discus hannai*, fed certain benthic micro algae related to temperature. *Bull. Tohoku. Reg. Fish. Res. Lab.*, 43, 59-64.

(2007. 7. 26 受付, 2007. 9. 6 受理)