

# 伊豆大島差木地漁港内における石詰め型生簀「養殖礁」によるクロアワビ *Haliotis discus discus* およびメガイアワビ *Haliotis gigantea* の養殖試験

滝尾健二<sup>1</sup>・安藤和人<sup>2</sup>・川辺勝俊<sup>3</sup>・駒澤一郎<sup>2</sup>・有馬孝和<sup>1</sup>

## Studies on the culture of disk abalone *Haliotis discus discus* and *Haliotis gigantea* in a crawl constructed at the bottom of natural waters

Kenji TAKIO, Kazuto ANDO, Katsutoshi KAWABE, Ichiro KOMAZAWA and Takakazu ARIMA

東京都では伊豆諸島に適した新たなアワビ類養殖方法の開発を目的として、伊豆大島差木地漁港内に造成した人工礁にクロアワビ稚貝を放流し、これに配合飼料を給餌しながら育成する粗放的な養殖を試みた(滝尾ら 2009)。その結果、給餌区の成長量は無給餌区と比較して大きかったが、人工礁に着生あるいは漂着した天然海藻の摂餌が成長に大きく影響した可能性があり、配合飼料がどの程度成長に寄与したかは明らかにできなかった。また、回収率については天然海域への放流事例を下回ったが、人工礁からの逸散が減耗の一因であり、礁からの逸散を防止すれば改善できる可能性があると考えられた。

そこで今回は、逸散を防止する目的で、天然石を詰めた密閉型の生簀(以下「養殖礁」と称する)を用い、配合飼料を給餌しながらクロアワビおよびメガイアワビ稚貝の育成を試みたので報告する。

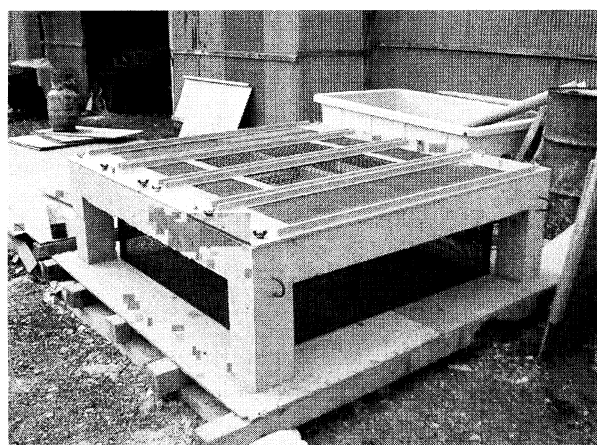


図1 養殖礁

## 材料と方法

**試験区の設定** 今回試作した養殖礁(図1)は、トリカルネット製の籠(L130×W130×H45cm 目合い7.5mm)、籠の周囲を補強する鉄筋コンクリート製枠(外寸:L160×W160×H50cm、内寸:L130×W130×H50cm)、および籠の上面に設置した、塩化ビニル板とトリカルネットから成る4枚の蓋(L160×W40cm/1枚)で構成され、蓋は脱着が可能なように1枚あたり4個のステンレス製ネジで鉄筋コンクリート製枠に取り付けた。なお、蓋に使用したトリカルネットの目合いは、4枚の蓋の内、外側に位置する2枚については7.5mmとしたが、内側に位置する2枚については、蓋を開けずに給餌を行うことができるように、給餌口部分(L30×W70cm)の範囲が29mm、その他の部分を7.5mmとした。養殖礁は伊豆大島南部に位置する差木地漁港(図2)内のコンクリート岸壁から約2m離れた砂地

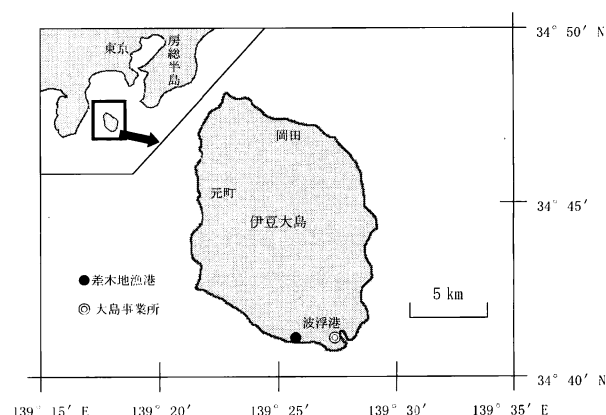


図2 伊豆大島および差木地漁港、大島事業所の位置

- 1 東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所 〒100-0212 東京都大島町波浮港18
- 2 東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所 〒100-1511 東京都八丈島八丈町三根4222
- 3 東京都小笠原水産センター 〒100-2101 東京都小笠原村父島清瀬

表1 伊豆大島差木地漁港の養殖礁におけるクロアワビ、メガイアワビ育成結果

| 給 餌 区        |            |            |            |     |      | 無 給 餌 区    |           |     |      |  |  |
|--------------|------------|------------|------------|-----|------|------------|-----------|-----|------|--|--|
| 測定日          |            | 平均殻長±標準偏差  | 平均体重±標準偏差  | 個体数 | 回収率  | 平均殻長±標準偏差  | 平均体重±標準偏差 | 個体数 | 回収率  |  |  |
|              |            | (mm)       | (g)        |     |      | (mm)       | (g)       |     |      |  |  |
| ク   ロ<br>アワビ | 2004.11.30 | 22.7 ± 1.6 | 1.6 ± 0.3  | 500 | —    | 22.7 ± 1.8 | 1.6 ± 0.4 | 500 | —    |  |  |
|              | 2005.3.23  | 41.8 ± 4.2 | —          | —   | —    | 34.7 ± 4.6 | —         | —   | —    |  |  |
|              | 2005.6.9   | 54.4 ± 4.9 | 21.1 ± 6.1 | 130 | 26.0 | 40.5 ± 6.2 | 7.4 ± 6.2 | 15  | 3.0  |  |  |
| メガイ<br>アワビ   | 2004.11.30 | 25.1 ± 1.8 | 1.8 ± 0.5  | 500 | —    | 25.2 ± 1.7 | 1.8 ± 0.3 | 500 | —    |  |  |
|              | 2005.3.23  | 41.6 ± 3.6 | —          | —   | —    | 31.1 ± 2.7 | —         | —   | —    |  |  |
|              | 2005.6.9   | 52.4 ± 4.6 | 15.9 ± 4.3 | 394 | 78.8 | 32.0 ± 2.6 | 3.3 ± 0.9 | 157 | 31.4 |  |  |

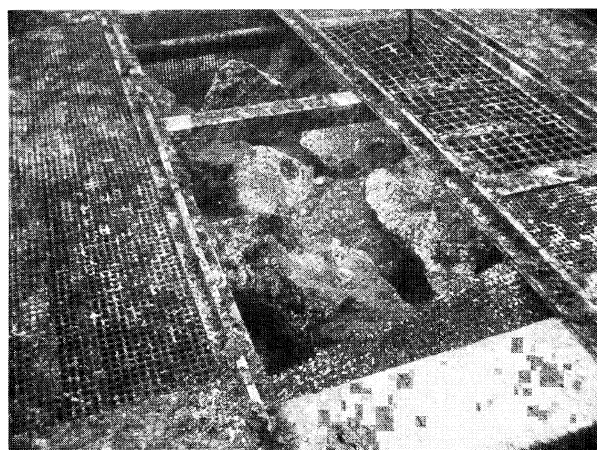


図3 蓋を1枚開けた状態の養殖礁（海中写真）。内部に長径約20～30cm大の天然石を満載してある。

の海底水深約3mに、クレーンを用いて2礁設置し、スキューバ潜水により窺内に差木地漁港内海底で採取した長径約20～30cm大の天然石を満載した（図3）。また、各礁の間隔は約5mで、一方を給餌区、もう一方を無給餌区とした。採取した天然石には種々の海藻が着生していたが、目視観察によれば、試験区間で海藻の着生状況に差は認められなかった。なお、差木地漁港は、水域面積約6,000㎡、平均水深約3mであり、主に5トン以下の小型漁船の仮泊場として利用されている。また、外洋に面して潮通しが良く、潜水観察によれば、海底は主に砂地で、テングサなどの海藻が繁茂する岩盤や転石が散在している。

**供試貝および飼育方法** 供試貝は、東京都栽培漁業センターにおいて2003年11月に人工採苗したクロアワビおよびメガイアワビを用いた。供試貝の選別と測定は2004年11月30日に行い、この日を試験開始日とした。また、供試貝は、東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所（以下大島事業所と記す）の流水水槽で配合飼料（日本農産あわび3号N）を飽食量給餌しながら3日間蓄養した後、2004年12月3日にスクー

表2 給餌区における配合飼料の給餌スケジュール

|             | 給餌量<br>(g/日) | 給餌率*<br>(%) | 給餌頻度 |
|-------------|--------------|-------------|------|
| 2004.12.4   | 30.0         | 1.8         |      |
| ～2004.12.31 | 30.0         |             |      |
| ～2005.1.31  | 39.9         |             |      |
| ～2005.2.28  | 54.9         |             |      |
| ～2005.3.31  | 75.0         |             | 週3回  |
| ～2005.4.30  | 95.1         |             |      |
| ～2005.5.31  | 114.9        |             |      |
| ～2005.6.8   | 140.1        |             |      |
| 2005.6.9    | 140.1        | 1.6         |      |

※供試貝の総重量に対する割合を示している。

バ潜水により各試験区へ放流した。供試貝の大きさと個数は、給餌区は平均殻長23.0mm、平均体重1.7gのクロアワビが500個体、平均殻長25.3mm、平均体重1.9gのメガイアワビが500個体、無給餌区は平均殻長23.0mm、平均体重1.6gのクロアワビが500個体、平均殻長25.6mm、平均体重1.9gのメガイアワビが500個体であり（表1）、両試験区ともにクロアワビとメガイアワビを混養した。

給餌区への給餌は、週3回（月、水、金）、水槽飼育時と同じ配合飼料を与えた。また、1回あたりの給餌量は、供試貝の成長に合わせて約1ヶ月毎に変更し（表2）、供試貝総重量に対して、実験開始時が1.8%、終了時が1.6%であった。投餌は、養殖礁と漁港コンクリート岸壁を結んだガイドロープに通した筒状ネットを介し、岸壁から行った（図4）。

**回収および測定方法** 試験開始後の供試貝の測定は、113日目の2005年3月23日と191日目の6月9日の2回おこなった。測定貝の回収はスキューバ潜水により行い、3月23日には各試験区から、各種50個体を無作為に回収して、陸上で殻長のみを測定し、速やか

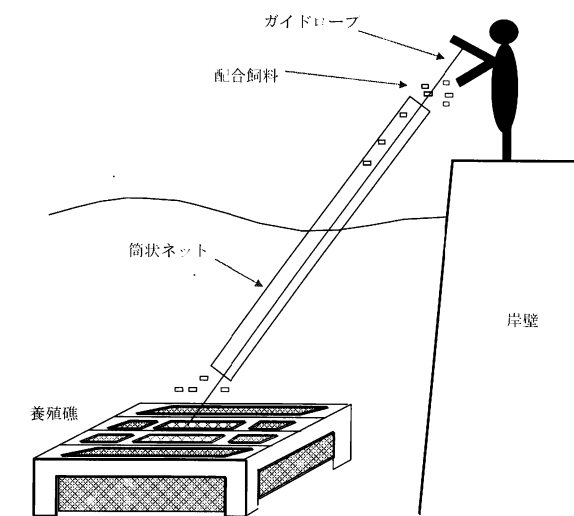


図4 養殖礁で用いた給餌器および給餌時の概念図。筒状のネットを通過した配合飼料が蓋の網目から養殖礁内に入る。

に各試験区へ再収容した。また、6月9日には養殖礁内の供試貝を全て回収し、大島事業所へ持ち帰り、殻長と体重を測定して試験を終了した。なお、両測定日ともに死殻の回収および計数は行わなかった。また、試験期間中における、殻長の日間成長量（以下日間成長量）、体重の日間増重率（以下日間増重率）、および試験開始時および終了時の肥満度を次式により求めた。

$$\text{日間成長量}(\mu\text{m}/\text{日}) = \frac{SL_1 - SL_0}{d}$$

$$\text{日間増重率}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{\{(W_0 + W_1)/2\} \times d} \times 100$$

$$\text{肥満度} = \frac{W}{SL^3} \times 10^5$$

W : 平均体重(g)

SL : 平均殻長(mm)

$W_0$  : 試験開始時の平均体重(g)

$W_1$  : 試験終了時の平均体重(g)

$SL_0$  : 試験開始時の平均殻長(mm)

$SL_1$  : 試験終了時の平均殻長(mm)

d : 飼育日数(日)

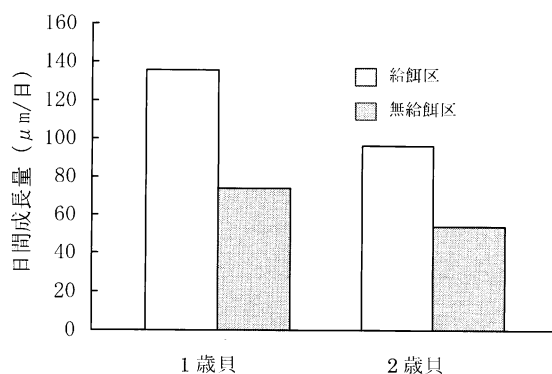


図5 試験期間中における殻長の日間成長量

**養殖礁内環境調査** 水温は、給餌区の養殖礁内にメモリー式の水溫計（アレック電子社製 compact-CT）を設置して測定した。また、測定日に目視観察により養殖礁内における生物の出現状況を確認した。

## 結果

**回収率** 試験終了時および終了時における供試貝の個体数と回収率を表1に示した。各試験区（養殖礁）に収容したクロアワビ、メガイアワビ各500個体のうち、191日目の試験終了時に試験区内で回収されたのは、給餌区がクロアワビが130個体（回収率26.0%）、メガイアワビが394個体（回収率78.8%）であり、無給餌区は、クロアワビが15個体（回収率3.0%）、メガイアワビが157個体（回収率31.4%）であった。なお、今回、死殻の回収および計数は行わなかったが、目視観察によれば両試験区ともに礁内に目立った死殻は認められなかった。

**殻長の推移と成長量** 各測定日における供試貝の平均殻長を表1に、試験期間中における日間成長量を図5に示した。クロアワビの平均殻長は、試験開始時には、給餌区、無給餌区ともに22.7mmであったが、113日目には、給餌区41.8mm、無給餌区34.7mm、191日目の試験終了時には、給餌区54.4mm、無給餌区40.5mmとなり、113日目、191日目ともに試験区間で有意差が認められた（t検定、 $P < 0.01$ ）。また、試験期間中の日間成長量は、給餌区166.0  $\mu\text{m}/\text{日}$ 、無給餌区93.2  $\mu\text{m}/\text{日}$ で、前者は後者の約1.8倍であった。メガイアワビの平均殻長は、試験開始時には、給餌区、無給餌区ともに25.2mmであったが、113日目には、給餌区41.6mm、無給餌区31.1mm、191日目の試験終了時には、給餌区52.4mm、無給餌区32.0mmとなり、113日目、191日目ともに試験区間で有意差が認められた（t検定、 $P < 0.01$ ）。また、試験期間中の日間成長量は、給餌

区142.4  $\mu\text{m}/\text{日}$ 、無給餌区35.6  $\mu\text{m}/\text{日}$ で、前者は後者の4.0倍であった。なお、クロアワビとメガイアワビの成長を比較すると、両実験区ともに、クロアワビの方が成長量が大きく、給餌区が1.17倍、無給餌区2.62倍であった。

**体重の推移と成長量** 各測定日における供試貝の平均体重を表1に、試験期間中における日間増重率を図6に示した。クロアワビの平均体重は、試験開始時には、給餌区、無給餌区ともに1.6gであったが、191日目の終了時には、給餌区が21.1g、無給餌区が7.4gとなり、試験区間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。また、日間増重率は、給餌区が0.90%、無給餌区が0.67%で、前者は後者の約1.34倍であった。メガイアワビの平均体重は、試験開始時には、給餌区、無給餌区ともに1.8gであったが、191日目の終了時には、給餌区が15.9g、無給餌区が3.3gであり、試験区間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。また、日間増重率は、給餌区が0.83%、無給餌区が0.31%で、前者は後者の約2.68倍であった。なお、クロアワビとメガイアワビの日間増重率を比較すると、両試験区ともに、クロアワビの方が大きく、給餌区が約1.08倍、無給餌区約2.16倍であった。

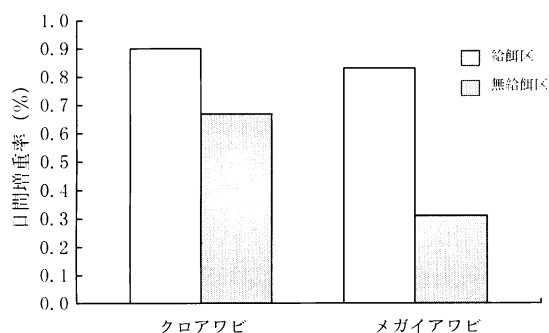


図6 試験期間中における殻長の日間成長量

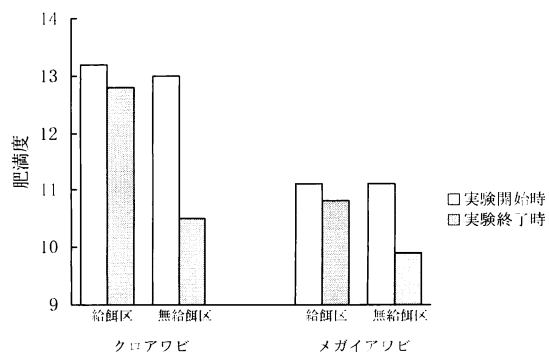


図7 試験期間中における殻長の日間成長量

**肥満度** 各測定日における供試貝の肥満度を図7に示した。クロアワビの肥満度は、試験開始時には、給餌区が13.2、無給餌区が13.0であったが、191日目の試験終了時には、給餌区が12.8、無給餌区が10.5となり、試験区間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。また、無給餌区では試験開始時と終了時の間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。メガイアワビの肥満度は、試験開始時には、給餌区、無給餌区ともに11.1であったが、191日目の終了時には、給餌区が10.8、無給餌区が9.9となり、試験区間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。また、無給餌区では試験開始時と終了時の間で有意差が認められた(t検定,  $P < 0.01$ )。

**試験期間中の水温および養殖礁内における生物出現状況** 試験期間中の水温は、最低水温が2005年3月27日の14.0℃、最高水温が2004年12月5日の21.5℃、平均水温が17.4℃であった(図8)。また、養殖礁内で観察された主な生物は、マナマコ *Stichopus japonica*、ヤツデヒトデ *Coscinasterias acutispina*、ウニ類、イボニシ *Thais clavigera*、ショウジンガニ *Plagusia dentipes*、イシガニ類、ヤドカリ類、サラサエビ類であったが、両試験区間に種および個体数の差は認められなかった。また、礁内の天然石への海藻着生状況にも差は認められなかった。

## 考 察

試験終了時(191日目)における給餌区の回収率は、クロアワビ26.0%、メガイアワビ78.8%で、無給餌区(クロアワビ3.0%、メガイアワビ31.4%)に対して、クロアワビが8.67倍、メガイアワビが2.51倍高く、給餌による回収率の向上効果が認められた。一方、給餌

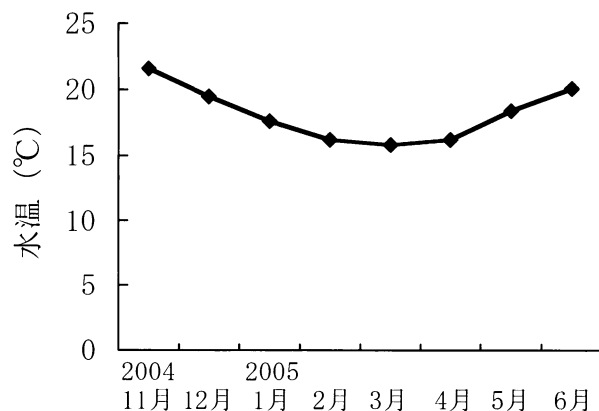


図8 2004年11月～2005年6月における養殖礁内の旬別水温の推移

区のクロアワビの回収率は滝尾ら(2009)の粗放的養殖の給餌区における同年齢のクロアワビの回収率(210日目で10.0%)に対して2.6倍高くなり、給餌区のクロアワビでは囲い込みによる回収率の向上効果が認められたが、無給餌区のクロアワビの回収率は滝尾ら(2009)の無給餌区における同年齢のクロアワビの回収率(210日目で18.2%)を下回り、無給餌区のクロアワビでは囲い込みによる回収率の向上効果は認められなかった。また、クロアワビとメガイアワビの回収率を比較すると、給餌区で3.03倍、無給餌区で10.47倍、メガイアワビの方が高くなっており、回収率は2種間で大きく異なった。養殖礁における供試貝の減耗要因としては、疾病、食害、逸散などが考えられるが、礁内には目立った斃死殻は認められず、疾病や食害が減耗の主要因であったとは考えにくい。一方、今回の養殖礁は、大部分は目合い7.5mmのトリカルネットで囲い込んでいるものの、給餌効率を考慮して、上面の蓋の給餌口部分のみ、目合いが29mmと、試験開始時の試験開始時のクロアワビ(22.7mm)、メガイアワビ(25.1mm)の殻長より大きくなっており、試験開始直後にここから逸散した可能性が高く、2種間の回収率の違いは、両種の行動様式の違いによるものと考えられ、無給餌区では餌料不足により、逸散の程度が給餌区より大きくなったものと考えられる。

成長に関しては、給餌区の供試貝の日間成長量および日間増重率は、クロアワビが $166.0 \mu\text{m}/\text{日}$ および0.90%、メガイアワビが $142.4 \mu\text{m}/\text{日}$ および0.83%であり、クロアワビの成長は、滝尾ら(2009)の粗放的養殖の給餌区における同年齢のクロアワビ(日間成長量および日間増重率が210日で $135.7 \mu\text{m}/\text{日}$ および0.77%)に対して日間成長量は1.22倍、日間増重率は1.17倍大きかった。また、滝尾ら(2009)の粗放的養殖の給餌区におけるクロアワビの試験終了時の肥満度(12.7)は、開始時(14.4)に対して有意に低かった(t検定、 $P<0.01$ )が、今回の給餌区の試験終了時におけるクロアワビの肥満度(12.8)は、開始時(13.2)との間に有意差が認められなかった。これらのことから、養殖礁によるアワビ養殖は、滝尾ら(2009)の粗放的養殖に対して成長面で優位性があると考えられた。一方、給餌区の日間成長量および日間増重率を無給餌区(クロアワビ： $93.2 \mu\text{m}/\text{日}$ および0.67%、メガイアワビ： $35.6 \mu\text{m}/\text{日}$ および0.31%)と比較すると、日間成長量(クロアワビが1.78倍、メガイアワビが4.0倍)、日間増重率(クロアワビが1.34倍、メガイアワビが2.61倍)ともに給餌区が無給餌区を大きく上回ったが、試験区

間で養殖礁内の天然石への餌料海藻の着生状況や、礁内に出現した生物に違いが認められなかった事、および供試貝の回収率が両種ともに給餌区が無給餌区よりも高かったことから、この成長差は配合飼料の給餌によるものと考えられた。

以上、伊豆大島差木地漁港において海底に設置した石詰め型生簀「養殖礁」を用いたクロアワビおよびメガイアワビの養殖試験を行った結果、滝尾ら(2009)のクロアワビの粗放的養殖試験と比較して、良好な回収率および高成長が得られた。伊豆諸島沿岸は波静かな湾など天然の地形に恵まれないため、垂下籠や網生簀によるアワビの海中養殖は難しく、陸上養殖をおこなうためには、施設の建設や維持に多大な費用を要する上に、餌料海藻として有用な大型褐藻類アントクメ *Eckloniopsis radicata* が春から夏にかけて繁茂し、秋には枯死流出してしまう。したがって、今回試みた養殖礁で配合飼料を給餌しながら育成するアワビ養殖は、伊豆諸島に適した新たな養殖方法として期待できると考えられた。今後は更に回収率を向上させるための礁の形状や給餌方法に改良を加え、経済試算をおこなって、養殖礁によるアワビ類養殖の実用化の可能性について検討することが課題と考えられた。

## 要 約

伊豆大島差木地漁港内において、天然石を詰めた密閉型の生簀「養殖礁」(外寸：L160×W160×H50cm)を用いて、クロアワビおよびメガイアワビ稚貝各500個体を、配合飼料を給餌しながら191日間育成した。その結果、回収率と成長は、無給餌区、および同漁港内において前年に行ったクロアワビの粗放的養殖試験と比較して良好であり、給餌や囲い込みの効果が認められた。一方、減耗の主要因は給餌口からの逸散であると考えられ、給餌や種の行動様式の影響が認められた。

キーワード：クロアワビ、漁港、人工礁、養殖

## 謝 辞

本研究の実施にあたり、多大なご協力を頂いた東京都島しょ農林水産総合センター職員、および東京都栽培漁業センター職員の方々に厚くお礼申し上げます。

## 文 献

滝尾健二・安藤和人・駒澤一朗・杉野隆・有馬孝和.  
2009.伊豆大島差木地漁港内におけるクロアワビ  
*Haliotis discus discus* 粗放的養殖試験. 東京都水産  
海洋研究報告, (3):1-8.