

60mm以上の大型クロアワビの生産

宮内 正幸・柴田 利治・永島 孝之
(栽培漁業公社)

Production of 60mm or more large-scale abalone, *Haliotis discus discus*

Masayuki MIYAUCHI, Toshiharu SHIBATA and Takayuki NAGASHIMA
(Farming Fisheries Public Corporation)

本県におけるクロアワビの種苗生産は、県栽培漁業公社（以下、公社）において1979年から行われている。従来は、公社で生産した殻長10mmサイズの種苗を漁業者が30mmまで中間育成し、筑前海の各地先に放流してきた。しかし、公社では'84年以降、筋萎縮症とみられるへい死が毎年発生するとともに、漁業者が行う中間育成においても同様の大量へい死が発生し、栽培漁業推進の大きな障害となった。そうした中で、'98年に紫外線照射海水を用いた飼育法の開発により、筋萎縮症の防疫が可能となり、安定した種苗生産ができるようになった。¹⁾それに伴い、漁業者の間では公社による放流用種苗の生産要望が高まってきた。

しかし、公社では高く見積もっても放流用種苗を30万個体以下しか生産できず、県内年間需要数の35~45万個体を満たすことはできなかった。そこで、水産海洋技術センターと公社でカゴ飼育法を共同開発し、20mmサイズの種苗を用いて高密度飼育を行うことにより、30mm, 40mmサイズの安定生産が可能となった。²⁾現在は4,680個体/m²の高密度飼育により、30mm, 40mmサイズの種苗を毎年合計40万個体程度安定供給している。

福岡県では、平成14年度より「ひとくちアワビ養殖技術開発事業」が始まり、今後さらに養殖用種苗として60mm以上のより大型サイズのアワビの需要が高まることから予想されるものの、クロアワビの大型サイズの飼育に関する知見は少ない。

そこで本研究では、カゴ飼育による60mm以上の大型クロアワビ生産手法確立のための飼育試験を行った。20mmサイズを用いた高密度飼育による30mm, 40mmサイズの種苗の量産化は可能となったが、今回は大型化を速めるため、20mmサイズの低密度での飼育試験を実施した。さらに40mmサイズ以降の飼育に関する知見が乏しいため、40

mmサイズ、70mmサイズの飼育密度別試験を行ったので報告する。

方 法

1. 20mmサイズの飼育試験

20mmサイズの飼育試験は、'03年5月26日から'04年2月17日まで行った。供試貝は'02年10月28日に採卵した筋萎縮症フリーのアワビで、試験開始時の平均殻長は21.8mmであった。

飼育には屋内にある半透明のFRP製水槽（1.5kℓ, D 200×W100×H75cm）を用い、中央に仕切を設けたネットロン製のカゴ（D90×W95×H60cm）を2個吊し、その1区画に二重底プレートを17枚重ねたシェルターを入れ、稚貝が隠れ場として立体的に利用できるようにした（図1）。²⁾

飼育水には筋萎縮症の防疫に効果があると確認された紫外線照射海水（照射量 $3.4 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ ）を用い、注水量を500ℓ/h（12回転/日）とした。餌は配合飼料を用い、夏季は週1~2回、それ以外は週5回飽食量を給餌した。飼育環境については、好適な状態を維持するため、全排水による洗浄を週に1~2回行った。また、長さ180cm、φ13mmの塩ビパイプに通気穴を設け、水槽長

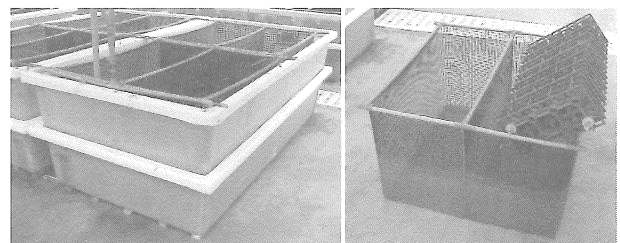


図1 水槽、カゴ及びシェルター（20mmサイズ試験）

辺側の底面に設置し通気を行った。

飼育密度は、現在の量産体制が4,680個体/m²であるため、これより低密度のm²当たり940個体、1,400個体、1,870個体、2,340個体、4,680個体の試験区（A～E区）を設け、毎月1回無作為に50個体抽出し、殻長測定を行った。ただし、6～10月までは高水温期で成長が見込めないこととアワビに余計な負担をかけないようにするため、測定を行わなかった。

2. 40mmサイズの飼育密度別試験

40mmサイズの飼育試験は、アワビの状態が途中で悪化したため、'03年3月17日から6月2日までと10月27日から'04年10月22日までの2回に分けて実施した。供試貝は、'00年11月6日及び'01年10月29日に採卵した筋萎縮症フリーのアワビで、1回目、2回目の試験開始時の平均殻長はそれぞれ42.0mm、51.5mmであった。

本試験では、アワビが大きく、二重底型シェルターを使用すると挟まってへい死してしまうことがあるため、灰色の塩化ビニル製平板（39×22cm、厚さ2mm）を30mm間隔で15枚スリット状に並べたものをシェルターとして用い、1区画当たり2セット使用した（図2）。その他の飼育方法は、20mmサイズの飼育試験に準じた。

平均殻長60.8mmの稚貝を用いて公社が行った飼育試験では、m²当たり940個体以上の飼育が可能と示唆された。³⁾そこで、1回目の試験ではこれを基準に考え、m²当たり1,640個体、1,870個体、2,100個体、2,340個体の試験区を設けた（F～I区）が、夏場を越すことができなかった。そこで2回目の試験では同一個体を用い、

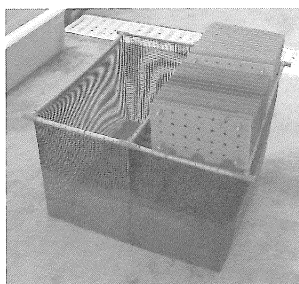


図2 カゴ及びシェルター（40mmサイズ試験）

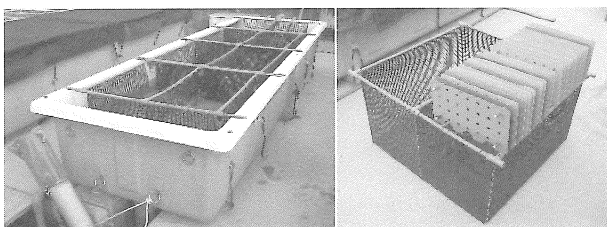


図3 水槽、カゴ及びシェルター（70mmサイズ試験）

m²当たり700個体、940個体、1,170個体、1,400個体と密度を下げて再度試験区を設けた（J～M区）。

これら各試験区において毎月1回無作為に50個体抽出し、殻長測定を行った。ただし、'03年7～9月と'04年7～9月は測定を行わなかった。

3. 70mmサイズの飼育密度別試験

飼育試験は、'04年12月1日から'05年9月21日まで行った。供試貝は'01年10月29日に採卵した筋萎縮症フリーのアワビで、試験開始時の平均殻長は71.3mmであった。

飼育には屋外にあるFRP製水槽（2.5kℓ、D397×W107×H60cm）を用い、中央に仕切を設けたネトロン製のカゴ（D90×W90×H45cm）を4個吊した。その1区画に灰色の塩化ビニル製平板（39×22cm、厚さ2mm）を30mm間隔で13枚スリット状に並べたシェルターを2セット入れた（図3）。また、屋外水槽であるため水槽上面に遮光ネットを張った。注水量は6月までは1.5kℓ/h（21回転/日）、7月以降は3.0kℓ/h（42回転/日）とし、餌は週1～3回飽食量を給餌した。

飼育密度は、m²当たり250個体、375個体、500個体、625個体、750個体の試験区を設け、'05年1月以降毎月1回無作為に50個体抽出し、殻長測定を行った（N～R区）。また、最も高密度のR区については体重も併せて測定した。ただし、'05年7、8月は測定を行わなかった。

結 果

1. 20mmサイズの飼育試験

20mmサイズの飼育密度別試験結果の概要を表1に、飼育密度別の平均殻長の推移を図4に示した。試験期間を通して、飼育密度が低いほど成長は高く推移し、A～E区の試験終了時の平均殻長は34.9～45.0mmで、試験期間中の平均日間成長は50.0～86.9μmであった。

次に試験期間中の月別殻長組成を図5に示した。11月にはすでに殻長40mmを越す個体がA～D区で現れ、1月にはA、B区といった低密度区では40mm以上の個体が半数を占めた。そして、A～E区の試験終了時の

表1 20mmサイズの飼育密度別試験結果の概要

試験区	飼育密度 (個体/m ²)	平均殻長 (mm)		試験期間	試験期間中 日間成長 (μm)
		試験開始時	試験終了時		
A	940	21.8	45.0	'03/5/26～'04/2/17	86.9
B	1,400	21.8	42.9	'03/5/26～'04/2/17	79.0
C	1,870	21.8	41.4	'03/5/26～'04/2/17	73.7
D	2,340	21.8	39.6	'03/5/26～'04/2/17	66.6
E	4,680	21.8	34.9	'03/5/26～'04/2/17	50.0

60mm以上の大型クロアワビの生産

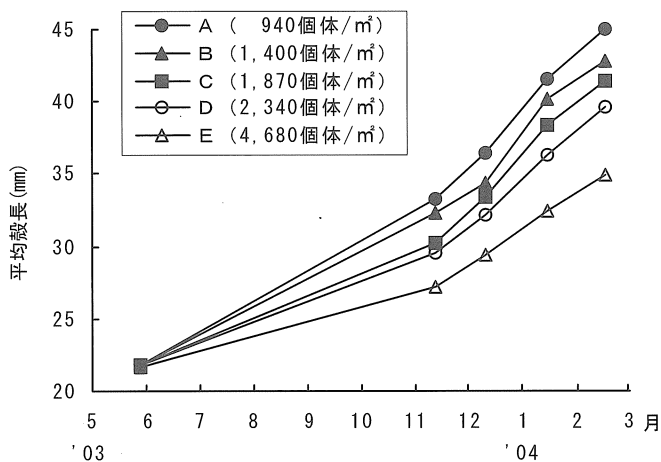


図4 20mmサイズ試験区の飼育密度別平均殻長の推移

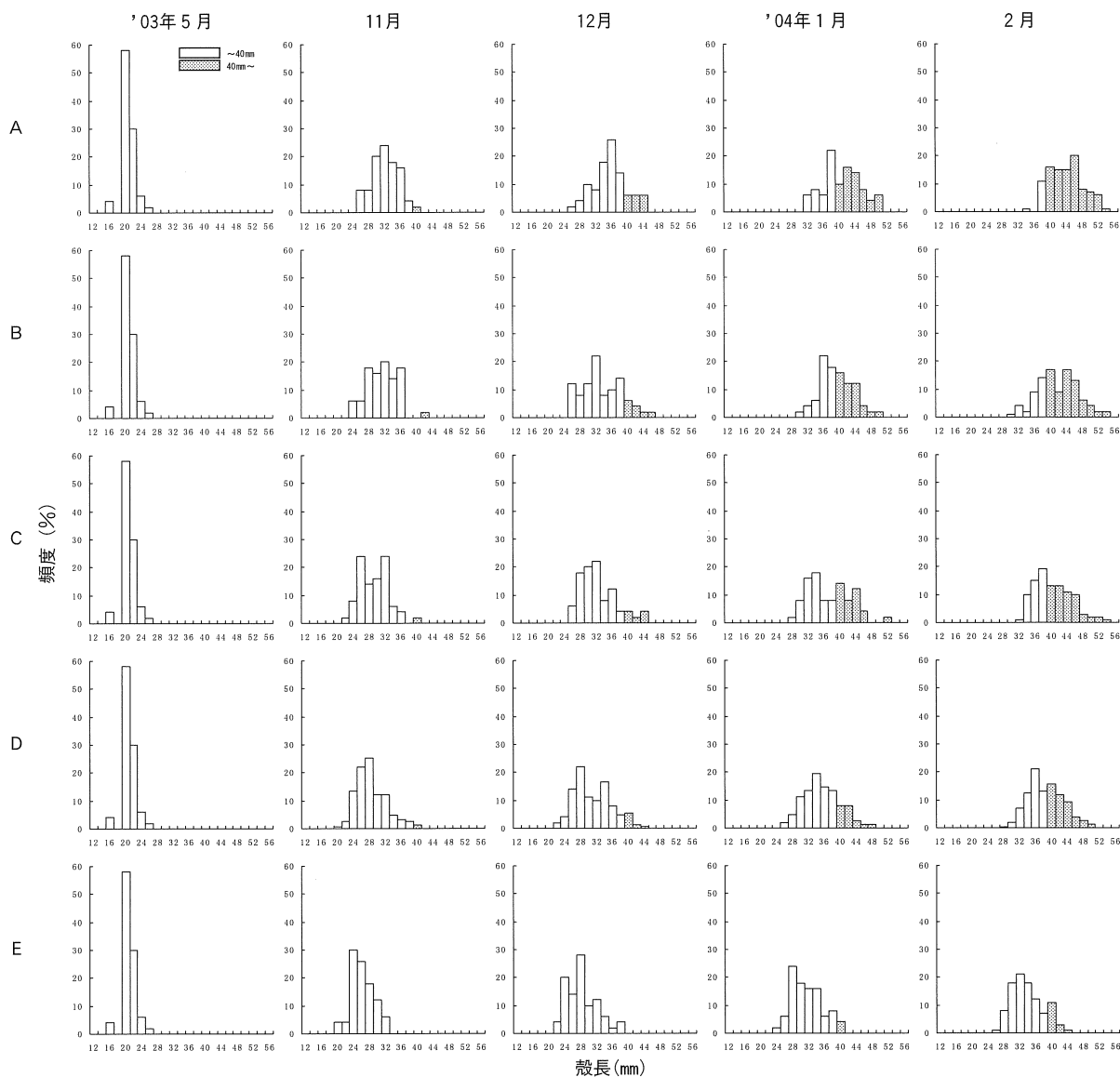


図5 20mmサイズ試験区の月別飼育密度別殻長組成

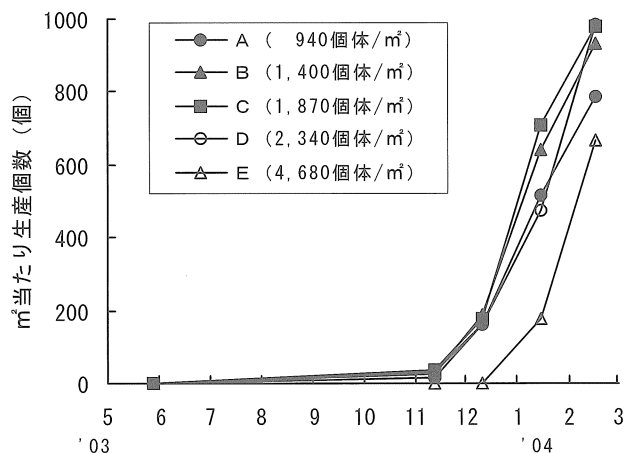


図6 40mm以上の個体の1㎡当たりの生産個数の推移

40mm以上の個体の割合は、それぞれ88,70,55,44,15%であった。さらに次式により40mm以上のアワビの㎡当たりの生産個数を求め、その推移を図6に示した。

$$Y = \text{飼育密度} \times X \times \text{生残率}$$

Y: 40mm以上のアワビの㎡当たり生産個数

X: 40mm以上のアワビの割合

本試験の生残率は調査していないが、ほとんどへい死個体が見られておらず、現在の量産体制における生残率が95~98%以上であるため、^{4,5)}本試験の生残率を95%として計算したところ、40mm以上の個体は、12月から徐々に増え始め、試験終了時の2月にはA区は㎡当たり800個程度、B, C, D区は950個程度、E区は650個程度生産できると試算された。

2. 40mmサイズの飼育密度別試験

40mmサイズの1回目の試験結果の概要を表2に示した。F~I区の試験終了時の平均殻長は46.0~48.1mmで、47mm前後にまで成長した。しかし、この1回目の試験では、'03年5~6月にかけてアワビが昼間にシェルター表面に出てくる等異常な行動が続いたため試験を中止した。その後、餌止めや洗浄等の処置を行い、6月下旬にはアワビがシェルター内に隠れるようになり状態が回復したため、'03年10月に飼育密度を下げて試験区を再設定した。

表2 40mmサイズの飼育密度別試験結果の概要-1

試験区	飼育密度 (個体/㎡)	平均殻長 (mm)		試験期間	試験期間中 日間成長 (μm)	備考
		試験開始時	試験終了時			
F	1,640	42.0	47.2	'03/3/17~'03/6/2	68.2	試験中止
G	1,870	42.0	48.1	'03/3/17~'03/6/2	79.6	試験中止
H	2,100	42.0	46.0	'03/3/17~'03/6/2	52.2	試験中止
I	2,340	42.0	48.1	'03/3/17~'03/6/2	80.0	試験中止

40mmサイズの2回目の試験結果の概要を表3に、飼育密度別の平均殻長の推移を図7に示した。J~M区は、'04年3~4月には平均殻長が60mmに達し、試験終了時の平均殻長は64.6~68.4mmで、J, K区は68mm, L, M区は64mmにまで達した。また、試験期間中の平均日間成長は36.4~47.0μmであった。全試験区で夏場には平均殻長が60mm以上になっていたが、異常行動等は見られず、夏を越すことができた。しかし、夏場はどの試験区もほとんど成長しておらず、痩せた個体が多く観察された。

次にJ~M区について、試験期間中の月別殻長組成を図8に示した。'04年2月にはJ, K区といった低密度区では60mm以上の個体が半数を占め、70mm以上の個体も現れた。試験終了時には全試験区で60mm以上の個体が90%以上を占め、J~M区の60~70mm及び70mm以上の個体の割合は、それぞれ52%及び42%, 64%及び34%, 84%及び6%, 78%及び12%であった。また、生残率は98.3~99.2%と非常に高い結果であった。さらに20mmサイズの試験と同様に、飼育密度、殻長組成、生残率から60~70mmと70mm以上のアワビの㎡当たりの生産個数を

表3 40mmサイズの飼育密度別試験結果の概要-2

試験区	飼育密度 (個体/㎡)	平均殻長 (mm)		試験期間	試験期間中 日間成長 (μm)
		試験開始時	試験終了時		
J	700	51.5	68.4	'03/10/27~'04/10/22	46.9
K	940	51.5	68.4	'03/10/27~'04/10/22	47.0
L	1,170	51.5	64.7	'03/10/27~'04/10/22	36.7
M	1,400	51.5	64.6	'03/10/27~'04/10/22	36.4

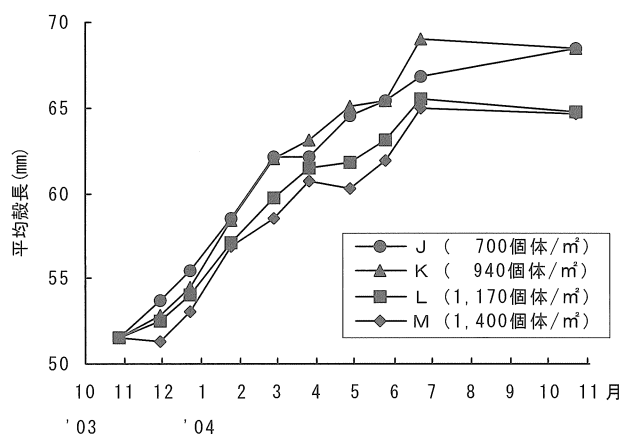


図7 40mmサイズの試験区の飼育密度別平均殻長の推移

60mm以上の大型クロアビの生産

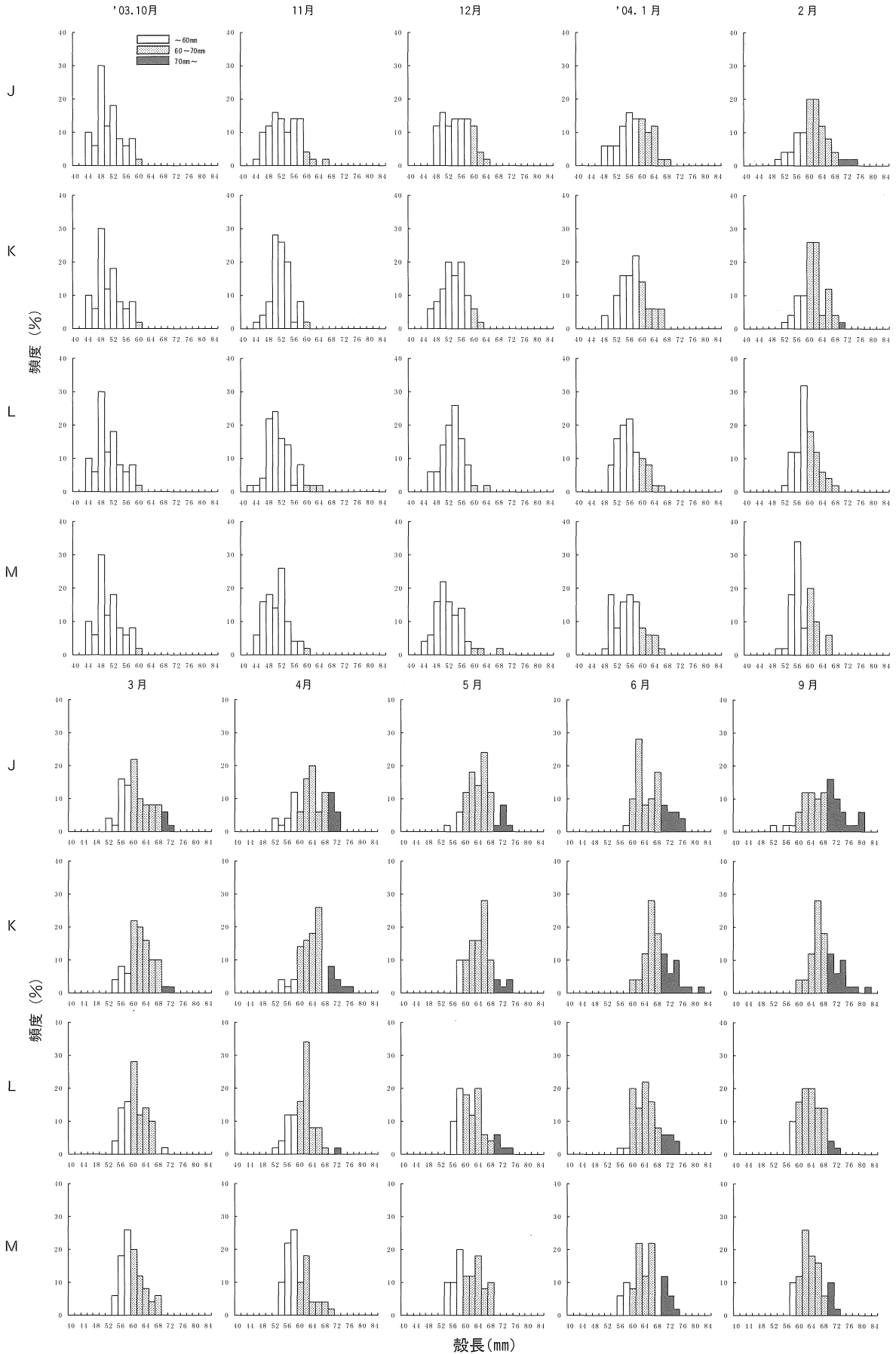


図8 40mmサイズ試験区の月別飼育密度別殻長組成

求め、その推移を図9,10に示した。60~70mmの個体は、'03年3月17日の40mmサイズの試験開始から約1年後の'04年3~5月ではJ区で㎡当たり400個程度、K, L区で700個程度、M区で600個程度生産でき、1年7ヵ月後の'04年10月にはJ区で350個程度、K区で600個程度、L, M区で1,000個程度生産できると試算された。J区は試験期間を通して60~70mmの生産個数が他の試験区より少なかった。また、70mm以上の個体は、40mmサイズの試験開始から1年7ヵ月後の'04年10月にJ, K区で㎡当たり300個程度、L区で70個程度、M区で170個程度生産できると試算された。

3. 70mmサイズの飼育密度別試験

70mmサイズの飼育密度別試験結果の概要を表4に、飼育密度別の平均殻長の推移を図11に示した。各試験区とも'05年5~6月には平均殻長が80mmに達し、N~R区の試験終了時の平均殻長は82.4~85.0mmで、試験期間中の平均日間成長は37.9~46.6μmであった。

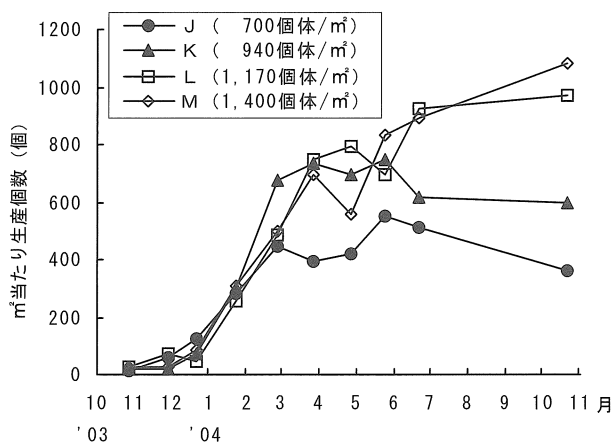


図9 60~70mmの個体の1㎡当たりの生産個数の推移

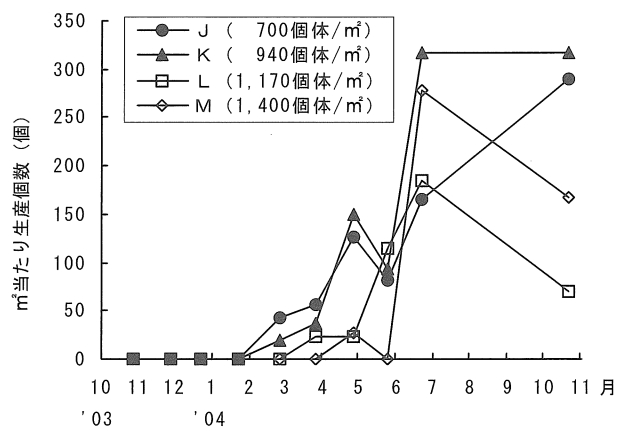


図10 70mm以上の個体の1㎡当たりの生産個数の推移

次に試験期間中の月別殻長組成を図12に示した。'05年3月以降徐々に80mm以上の個体が増え始め、6月には全試験区で80mm以上の個体が半数を占めた。そして、N~R区の試験終了時の80mm以上の個体の割合は、それぞれ98,88,85,82,76%であった。また、生残率はN~Q区は98~99%と非常に高く、R区のみ95.3%と若干低い結果となった。さらに他のサイズの試験同様、飼育密度、殻長組成、生残率から80mm以上のアワビの㎡当たりの生産個数を求め、その推移を図13に示した。80mm以上の個体は、'05年4月以降は飼育密度が高いほど多く生産できる傾向にあり、9月にはN区で㎡当たり240個程度、O区で320個程度、P区で420個程度、Q, R区で500個程度生産できると試算された。

また、R区について1日1個体当たりの摂餌量と肥満度の推移を図14に示した。試験開始以降、'05年5月までは摂餌量は増加していき、それに伴い肥満度も増加し1.45前後で安定した。しかし、6月からは摂餌量が徐々に減り、8,9月には最も摂餌量の多かった4月の約20%にまで減少した。その結果、9月の肥満度は1.32にまで減少した。なお、肥満度は次式で求めた。

$$\text{肥満度} = \text{体重(g)} \div (\text{殻長(mm)})^3 \times 10^4$$

表4 70mmサイズの飼育密度別試験結果の概要

試験区	飼育密度 (個体/㎡)	平均殻長 (mm)		試験期間	試験期間中 日間成長 (μm)
		試験開始時	試験終了時		
N	250	71.3	85.0	'04/12/1~'05/9/21	46.6
O	375	71.3	83.6	'04/12/1~'05/9/21	41.9
P	500	71.3	83.6	'04/12/1~'05/9/21	41.9
Q	625	71.3	83.7	'04/12/1~'05/9/21	41.6
R	750	71.3	82.4	'04/12/1~'05/9/21	37.9

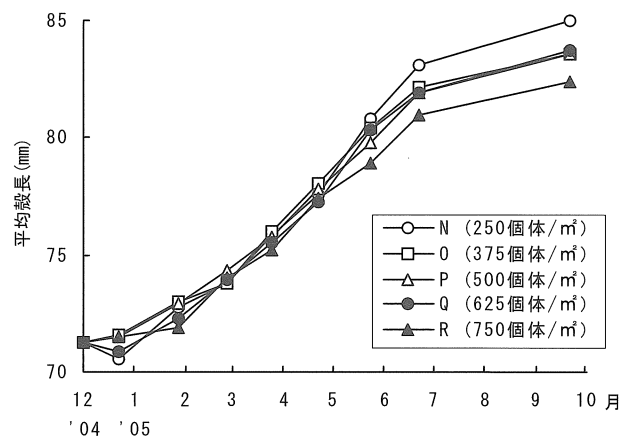


図11 70mmサイズ試験区の飼育密度別平均殻長の推移

60mm以上の大型クロアワビの生産

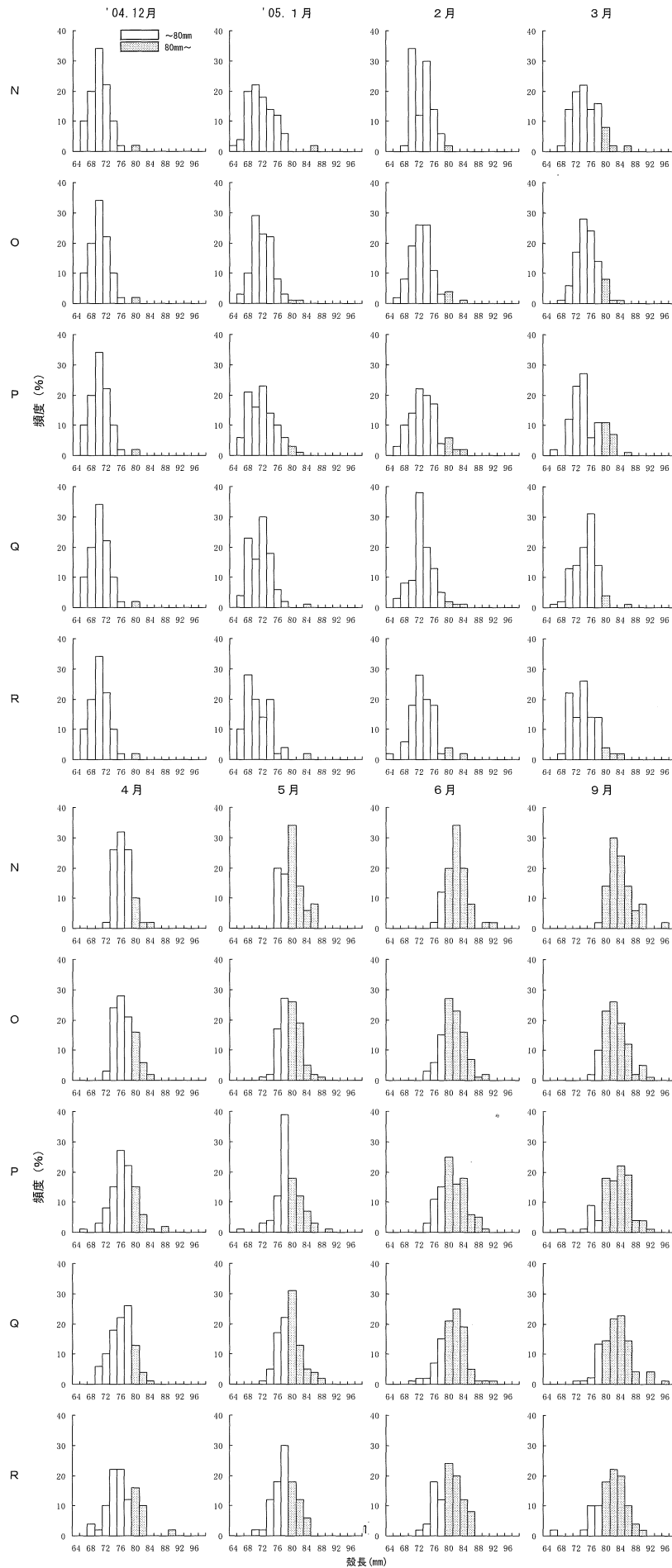


図12 70mmサイズ試験区の月別飼育密度別殻長組成

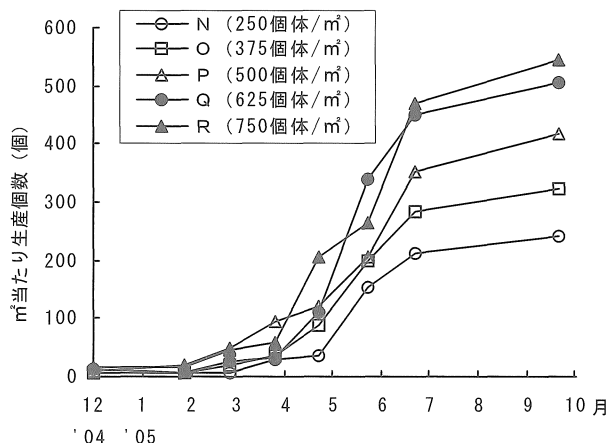


図13 80mm以上の個体の1m²当たりの生産個数の推移

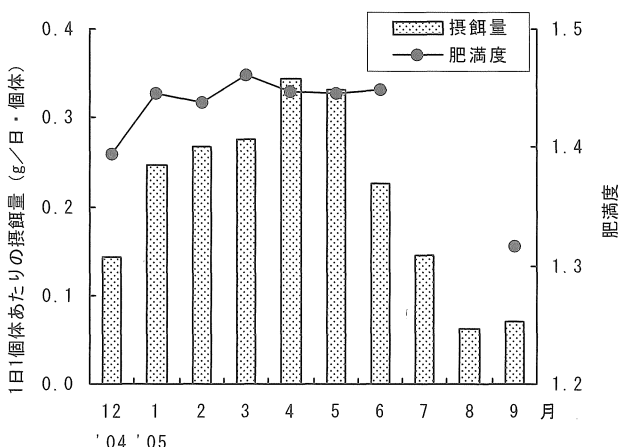


図14 1日1個体当たりの摂餌量と肥満度の推移

考 察

公社における二重底型シェルターを用いた20mmサイズの高密度飼育については、5,600個体/m²までであれば30mm種苗の量産が可能で、さらに3,500~5,600個体/m²の飼育密度では40mmを越える成長の早い個体の割合は、数%~10%程度であるということが示されている。²⁾今回の20mmサイズの飼育試験では、飼育密度を下げるにより成長が早められ、940~2,340個体/m²の密度では9ヶ月間の飼育で40mmサイズが44~88%とれることが分かった。しかし、生産個数の面から見ると、A区の940個体/m²のように飼育密度を下げすぎると、成長は早い40mmサイズの生産個数そのものが少なくなり、E区の4,680個体/m²のように飼育密度が高すぎると、成長が遅くなり、やはり40mmサイズの個数が少なくなった。一方、B~D区では試験終了時に40mmサイズがm²当たり950個程度生産でき、A区、E区より量産できることが分かった。これらのことから、20mmサイズを1,400~2,340個体/m²の密度で飼育すれば、9ヶ月後に

40mmサイズを効率的に生産できると考えられた。

40mmサイズの飼育試験では、試験開始時に設定した1,640~2,340個体/m²という密度で飼育を行うと、5月から全ての試験区で残餌が増加し、アワビがシェルター表面に這い出した状態が続いたため、試験を中止せざるをえなくなった。このことから、40mmサイズを飼育する場合、1,640個体/m²以上の飼育密度は高すぎると考えられた。

再設定したJ~M区では、飼育密度の低いJ、K区がL、M区より成長は良かった。また、40mmサイズの飼育試験は、途中で飼育密度を変更し一貫した飼育となっていないが、同一個体を用いていることを考慮すると、40mmサイズの試験開始から約1年で平均殻長60mmに達することが分かった。20mmサイズの試験と同様に生産個数の面から見ると、J区は成長は早いものの、試験期間を通して60~70mmサイズのm²当たりの生産個数は他の試験区より劣った。K~M区については、40mmサイズの試験開始から約1年後では、K、L区で60~70mmサイズを量産でき、1年7ヶ月後の試験終了時ではL、M区で同サイズを量産できることが分かった。このことから、できるだけ早く60mmサイズを生産したいのであれば940~1,170個体/m²の飼育密度が適しており、急ぐ必要がなく生産数を増やすには1,170~1,400個体/m²が適していると考えられ、生産体制に合わせて飼育密度を設定していく必要があると考えられた。また、40mmサイズの試験開始から1年7ヶ月後の試験終了時ではJ、K区で70mmサイズを量産でき、700~940個体/m²が70mmサイズを効率的に生産できる飼育密度と考えられた。

70mmサイズの飼育試験では、飼育密度が低い方が成長は良い傾向にあり、飼育開始後6ヶ月程度で80mmに達することが分かった。しかし、生産個数の面から見ると、密度の低いN~P区は試験期間を通して80mmサイズの生産個数が少ない傾向にあり、密度の高いQ、R区では試験終了時に80mmサイズがm²当たり500個程度生産でき、N~P区より量産できることが分かった。これらのことから、70mmサイズを飼育する場合、625~750個体/m²の密度で飼育すれば、9ヶ月後に80mmサイズを効率的に生産でき、500個体/m²以下では飼育密度が低すぎると考えられた。

今回実施した40mmサイズの試験では、夏場を過ぎて9~10月になると明らかに痩せている個体が目に付いた。そこで70mmサイズのR区について殻長測定と同時に体重も測定し肥満度を求めたところ、夏場の高水温期になると摂餌量が激減し、その結果、殻長は伸びずに体重が

減り、肥満度が減少するという傾向が見られた。高水温が一番の原因であろうが、その対策には多くの費用と労力がかかる。その他の対策を立てやすい原因として注水量、シェルターの構造、餌料、飼育密度等が考えられる。まず、注水量に関しては70mmサイズの試験において7月以降2倍の注水量としたが、R区では上述のように肥満度が減少しており、効果は見られないことが分かった。次にシェルターに関しては、クロアワビが夜行性で昼間は岩盤の溝や小穴などのわずかな間隙を好むということを見ると、今回使用した平板型のシェルターでは内部にまで光が差し込みアワビにとってあまり好ましい構造ではないものと思われる。しかし、明るさの問題を考えると、今回70mmサイズの飼育に用いた水槽は光を透過せず、上面に遮光を施していたにも拘わらず夏場の痩せは生じている。一方、遮光を施していない屋内の半透明FRP製水槽を用いた30mmサイズまでの飼育においては、窪みが多くシェルター内が暗い構造となる二重底型シェルターで高成長となっている。²⁾これらのことを考えると、今後は遮光だけではなく隠れ場としての機能を併せ持った新たなシェルターの開発が必要と思われる。また、餌料や飼育密度に関しては、今後新たに試験を実施して痩せとの関連を調べていく必要がある。

要 約

- 1) カゴ飼育法による60mm以上の大型クロアワビの生産手法を確立するために、飼育試験を行った。
- 2) 飼育試験は'03年3月から'05年9月にかけて、20mmサイズ、40mmサイズ、70mmサイズのアワビを用いて飼育密度別に行った。
- 3) 20mmサイズを1,400～2,340個体/m²の密度で飼育すれば、9ヶ月後に40mmサイズを効率的に生産でき

ることが分かった。

- 4) 40mmサイズを940～1,170個体/m²の密度で飼育すれば約1年後に、1,170～1,400個体/m²の密度で飼育すれば1年7ヶ月後に60～70mmサイズを効率的に生産できることが分かった。
- 5) 40mmサイズを700～940個体/m²の密度で飼育すれば、1年7ヶ月後に70mmサイズを効率的に生産できることが分かった。
- 6) 70mmサイズを625～750個体/m²の密度で飼育すれば、9ヶ月後に80mmサイズを効率的に生産できることが分かった。
- 7) 夏場の高水温期に摂餌量が低下し痩せる現象がみられた。その対策として、新たなシェルターの開発等が考えられた。

文 献

- 1) 柴田利治・筑紫康博・中本崇・渡辺健二・永島孝之：給水の紫外線消毒によるクロアワビ筋萎縮症の予防。水産増殖，50(2)，227-232(2002)。
- 2) 吉岡武志・柴田利治・永島孝之：高密度飼育による30mmサイズクロアワビの量産化。福岡県水産海洋技術センター研究報告，14，9-16(2004)。
- 3) 吉岡武志・柴田利治・永島孝之：ひとくちアワビ養殖技術開発事業に係る実証試験。平成14年度福岡県栽培漁業公社事業報告書，38-39(2005)。
- 4) 吉岡武志・柴田利治・永島孝之：クロアワビの中間育成について。平成13年度福岡県栽培漁業公社事業報告書，32-33(2003)。
- 5) 吉岡武志・柴田利治・永島孝之：クロアワビの中間育成について。平成14年度福岡県栽培漁業公社事業報告書，34-35(2005)。