

### 3. 平成10年度事業実績

## 第I章 種苗量産技術開発

ヤコウガイの種苗量産に関する基本的な技術は、平成5年から始まった地域特産種量産放流技術開発事業において、平成9年度までに開発された。そこで、今年度から始まる特定海域新魚種定着促進技術開発事業では種苗生産のサイズを殻高7mmに大きくして、10万個体の種苗を生産するとともに、作業の省力化と種苗生産技術の高度化に関する技術の開発に努めた。また、本報告には昨年度が総括報告書であったため、記載できなかった試験についても書き加えた。

### 1. 肥料の栄養塩濃度の測定

#### (1) 目的

ヤコウガイ種苗生産の餌には微小藻類を利用しているが、生残個体数の多いときは餌料不足によるへい死が観られる。そのため、餌料藻類は光量の調整と液体肥料の添加<sup>1,6)</sup>によって、増殖を促進してきた。<sup>2-6)</sup>しかし、液体肥料の滴下は目詰まりを起し易いうえ、流水下では適正な栄養塩濃度を維持するのが困難であった。そこで、固形肥料の栄養塩濃度の推移を調べ、施肥の効果について検討した。

#### (2) 方法

固形肥料にはくみあい微量要素入り被覆燐硝安加里ロングトータル313-70（以下、固形肥料と称する）を使用した。平成8年3月17日、31日、4月8日、7月21日及び8月2日に固形肥料500gを1mm目のネットで包み、5t角形水槽に吊し、海水を1日4回転の割合で流した。固形肥料は水質分析の前日にネットから約50gを取り出して、分析に供した。残った固形肥料は新しいネットに包み、水槽内に戻した。取り出した固形肥料は乾いたタオルで水分を取り、湿重量20gを30ℓ容器に入れた。容器にはろ過海水（日本濾水機工業株式会社製PS-813）を10ℓ入れ、通気のための止水状態で24時間放置してから、海水の水質分析を行った。分析は経時ごとに定法に従った。<sup>7)</sup>また、500ℓパンライト水槽にろ過海水を貯め、海水1ℓ当たり硝酸カリウム300mg、燐酸水素二ナトリウム15mg、メタ珪酸ナトリウム15mg、そしてクレワット32を30mg添加した液体肥料<sup>1)</sup>の栄養塩濃度についても分析を行った。試験期間は平成8年3月17日～12月15日までの191日間であった。

#### (3) 結果及び考察

固形肥料の保証成分量を表I-1、ろ過海水と液体肥料の栄養塩類濃度を表I-2に示した。ろ過海水と液体肥料ともアンモニア態窒素（以下、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と称する）は検出できなかった。一方、液体肥料はろ過海水に比較して、亜硝酸態窒素（以下、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ）で約40倍、硝酸態窒素（以下、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ）で約319倍、そしてリン酸態リン（以下、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ）は約912倍と著しく高い値を示した。これは液体肥料の窒素源に硝酸カリウムを1ℓ当たり300mg、燐源に燐酸水素二ナトリウムを1ℓ当たり15mgを用いたことがこのような高い値を招

いたのであろう。しかし、硝酸カリウムの硝酸含有率は61.3%であり、これを添加量に換算すると183 mg/lになるはずであるが、分析値は5.1 mg/lと著しく低かった。その原因が分析の精度によるものなのか、海水との化学反応によって硝酸濃度が低下したことによるものかわからなかった。それに対して、磷酸水素二ナトリウムでは磷酸含有率が21.8%であることから、添加量は3.27 mg/lであり、分析値の3.65 mg/lは精度の高い値であると言える。固形肥料の栄養塩類濃度の推移を図I-1に示した。NH<sub>4</sub>-Nは吊り下げて1日目が1t当たり2.17 mgと最も高く、次に10日目の1.23 mg、

表I-1 固形肥料の保証成分量

| 項 目       | 保証成分量(%) |
|-----------|----------|
| 窒素全量      | 13.0     |
| 内アンモニア性窒素 | 6.5      |
| 硝酸性窒素     | 6.5      |
| 水溶性磷酸     | 11.0     |
| 水溶性加里     | 13.0     |
| 水溶性苦土     | 2.0      |
| 水溶性マンガン   | 0.1      |
| 水溶性ホウ素    | 0.06     |

注) 肥料の保証成分表示から引用した。

表I-2 ろ過海水と液体肥料の栄養塩類濃度

| 項 目  | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg/l) | NO <sub>2</sub> -N<br>(mg/l) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg/l) | PO <sub>4</sub> -P<br>(mg/l) |
|------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ろ過海水 | ND                           | 0.004                        | 0.032                        | 0.002                        |
| ろ過海水 | ND                           | ND                           | ND                           | 0.006                        |
| 平均   | ND                           | 0.002                        | 0.016                        | 0.004                        |
| 液体肥料 | ND                           | ND                           | 5.060                        | 4.572                        |
| 液体肥料 | ND                           | 0.080                        | 5.140                        | 2.720                        |
| 平均   | ND                           | 0.080                        | 5.100                        | 3.646                        |

そして23日目の1.12 mg、その後は時間の経過とともに減少していく傾向が観られた。NO<sub>2</sub>-Nは時間の経過とともに徐々に増加している傾向を示し、23日目の0.22 mgをピークに、その後は0.002~0.037 mgの低い濃度で推移した。NO<sub>3</sub>-Nは1日目の1.78 mgが最も高く、次に23日目の1.47 mg、そして10日目の1.36 mg、その後は時間の経過とともに減少した。PO<sub>4</sub>-Pは65日目が2.76 mgと最も高く、次に86日目の2.39 mg、そして98日目の2.30 mgと98日目まで高い値を示したが、169日と191日目にはそれぞれ0.32 mg、0.35 mgに減少した。以上のように、今回使用した固形肥料はNH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N及びPO<sub>4</sub>-Pは時間の経過とともに減少する傾向を示したが、NO<sub>2</sub>-Nでは明瞭な傾向をつかめなかった。しかし、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N及びPO<sub>4</sub>-Pは23日目までは1.0 mg以上の比較的高い濃度を維持できたことから、吊して30日以内であれば明らかに施肥の効果があると推察した。また、今回の試験では固形肥料を止水状態で24時間放置して測定を行った。しかし、実際の水槽では海水が1日4回転することから、6時間毎に全ての海水が入れ換わると仮定すると栄養塩類の濃度は分析値の4分の1である。その濃度をろ過海水と比較すると、試験終了時の191

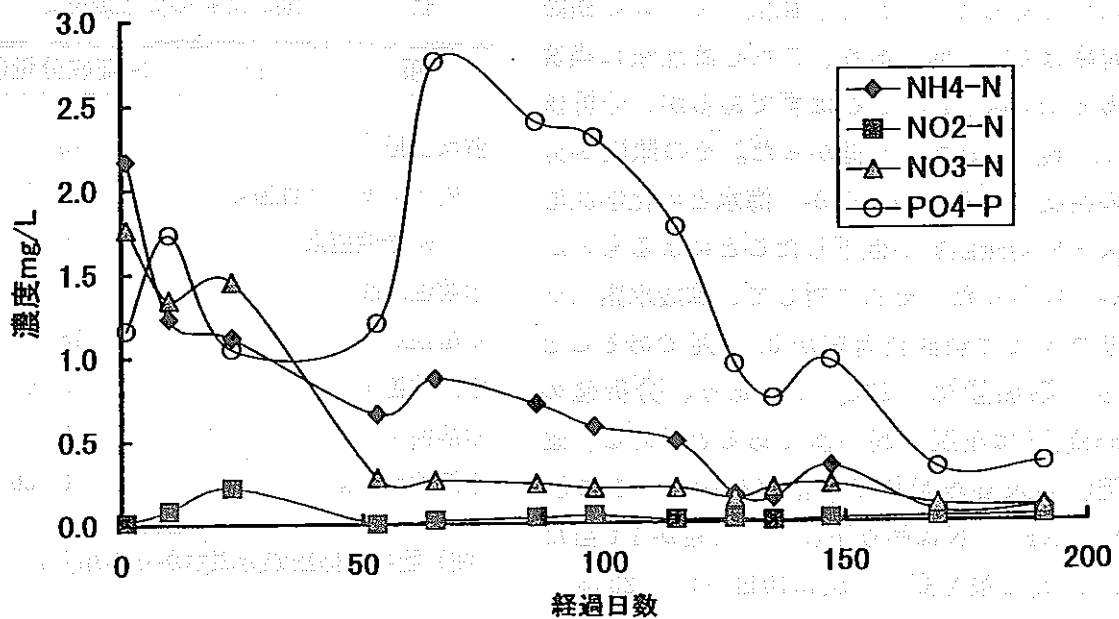


図 I-1 固形肥料の栄養塩類濃度の推移

日目でも NO<sub>3</sub>-N で約 2 倍、PO<sub>4</sub>-P では約 15 倍となることから、栄養塩類の濃度は時間の経過とともに逡減するものの、固形肥料の効果は 191 日目でも若干残ると考えられた。

## 2. ヤコウガイ稚貝に対する 3 種無機態窒素の毒性試験

### (1) 目的

窒素と磷は植物の生育に必須の栄養素であるが、アンモニア、亜硝酸及び硝酸は生物に悪影響を及ぼすことも知られている。<sup>8-11)</sup>そこで、ヤコウガイ稚貝に対する 3 種の無機態窒素の毒性について検討した。

### (2) 方法

試験には平成 9 年 5 月 18 日～19 日に採卵した平均殻高 7.40 mm の小型種苗と平成 8 年に生産した平均殻高 22.8 mm の大型種苗を用いた。

#### (ア) 急性毒試験

アンモニアには塩化アンモニウム、亜硝酸には亜硝酸ナトリウム、そして硝酸には硝酸ナトリウムを試薬として使用した。容器には 30 ℓ ポリカーボネイト水槽を使用し、ろ過海水を 20 ℓ 貯めて、試薬を規定の濃度になるように溶かした。<sup>10)</sup>試験液は通気のための止水状態で 1～2 時間放置し、小型種苗を 15 個体、大型種苗は 25 個体ずつ容器に収容した。また容器には 50 mm パイプを縦割りして、15 cm の長さに切断したシェルターを 2 個ずつ入れ、水面をネットで覆い、稚貝が壁から這い上がるのを防止した。開始から 24 時間後に貝を回収して生残率を調べた。試験は平成 10 年 1 月 14 日から 15 日に行った。

#### (イ) 慢性毒試験

試験には 500 ℓ ポリカーボネイト水槽を使用し、200 mm パイプを縦割りして、30 cm の長さ

に切断したシェルターを2個ずつ収容した。各水槽に300ℓのろ過海水を貯め、純粹培養した *Achnantes biceps* と約2cm角に切ったアナアオサ100gを入れた。栄養塩類には液体料を用い、1t当たり250ml、500ml、1,000ml、そして2,000mlの濃度になるように添加した。ちなみに、通常の液体肥料の添加量は1,000mlである。対照には液体肥料を添加しなかった区を設けた。各試験区には小型種苗を15個体、大型種苗を25個体ずつ収容した。栄養塩類の分析は稚貝を収容してから、翌日の平成10年1月14日に行った。試験中は通気のみで止水状態で飼育した。ろ過海水は1週間毎に換水して、液体肥料を規定量添加し、*Achnantes biceps* とアナアオサを入れた。試験期間は平成10年1月13日から2月6日の24日間であった。

### (3) 結果及び考察

#### (ア) 急性毒試験

試験の結果を表I-3に示した。各容器の水温は24.1~24.4℃、PHは8.27~8.34の範囲であった。小型種苗では各試験区ともへい死が観られなかった。また、大型種苗ではNH<sub>4</sub>-NとNO<sub>2</sub>-Nの添加による生残率の低下は認められなかった。NO<sub>3</sub>-Nでは濃度の増加

表I-3. ヤコウガイ稚貝に対する3種の栄養塩類の急性毒性

殻高4.98~9.46mm(平均7.40mm)サイズの小型種苗、15個体収容

| NH <sub>4</sub> -N |      | NO <sub>2</sub> -N |      | NO <sub>3</sub> -N |      |
|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| 濃度mg/ℓ             | 生存率% | 濃度mg/ℓ             | 生存率% | 濃度mg/ℓ             | 生存率% |
| 1                  | 100  | 1                  | 100  | 10                 | 100  |
| 2                  | 100  | 20                 | 100  | 30                 | 100  |
| 4                  | 100  | 25                 | 100  | 50                 | 100  |
| 8                  | 100  | 50                 | 100  | 100                | 100  |
| 16                 | 100  | 100                | 100  | 200                | 100  |

殻高18.9~25.5mm(平均22.8mm)サイズの大型種苗、25個体収容

| NH <sub>4</sub> -N |      | NO <sub>2</sub> -N |      | NO <sub>3</sub> -N |      |
|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| 濃度mg/ℓ             | 生存率% | 濃度mg/ℓ             | 生存率% | 濃度mg/ℓ             | 生存率% |
| 1                  | 100  | 1                  | 100  | 10                 | 100  |
| 2                  | 96   | 20                 | 92   | 30                 | 100  |
| 4                  | 100  | 25                 | 96   | 50                 | 100  |
| 8                  | 92   | 50                 | 92   | 100                | 92   |
| 16                 | 92   | 100                | 100  | 200                | 92   |

に伴って、へい死らしき傾向はあるものの、最も濃度の高い16mg/ℓ区でも生残率が92%と高かった。タカセガイに対する栄養塩類のLC<sub>50</sub>は海水1ℓ当たりアンモニアで5.1mg、亜硝酸で38mg、そして硝酸では180mgであることが報告されている。<sup>10)</sup> 本試験で使用した栄養塩類濃度の高い区はタカセガイの半数致死濃度より濃いにもかかわらず、小型種苗で生残率が100%、大型種苗でも92%以上と生残率が高かったことから、ヤコウガイはタカセガイ

よりも栄養塩類の急性毒性に対する耐性があると推察された。以上のように、今回使用した濃度ではヤコウガイ稚貝に対して悪影響を及ぼさないと判断した。

#### (イ) 慢性毒試験

試験の結果を表 I - 4、小型種苗と大型種苗の生残率の推移を図 I - 2 と I - 3 に示した。試験中の水温は 19.0~23.0℃の範囲で、平均 21.3℃であった。PH は 8.32~8.49 の範

表 I - 4. ヤコウガイ稚貝に対する栄養塩類の慢性毒性

| 試験区 | 液体肥料<br>の添加量<br>(ml/t) | PH   | 小型種苗   |       | 大型種苗   |       | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>2</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg/L) | PO <sub>4</sub> -P<br>(mg/L) | 生残率 (%) |      |
|-----|------------------------|------|--------|-------|--------|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------|------|
|     |                        |      | 殻高(mm) | 体重(g) | 殻高(mm) | 体重(g) |                              |                              |                              |                              | 小型種苗    | 大型種苗 |
| 1   | 0                      | 8.32 | 7.40   | 0.17  | 22.8   | 3.66  | N.D.                         | N.D.                         | 0.032                        | 0.002                        | 100     | 80.0 |
| 2   | 250                    | 8.41 | 7.10   | 0.16  | 22.8   | 3.65  | 0.004                        | N.D.                         | 0.257                        | 0.14                         | 93.3    | 88.0 |
| 3   | 250                    | 8.36 | 7.10   | 0.16  | 22.9   | 3.67  |                              |                              |                              |                              | 93.3    | 56.0 |
| 4   | 500                    | 8.38 | 7.40   | 0.17  | 22.9   | 3.68  | 0.01                         | N.D.                         | 0.506                        | 1.35                         | 86.7    | 72.0 |
| 5   | 500                    | 8.47 | 7.10   | 0.16  | 22.8   | 3.65  |                              |                              |                              |                              | 66.7    | 60.0 |
| 6   | 1,000                  | 8.44 | 7.10   | 0.16  | 22.9   | 3.68  | N.D.                         | N.D.                         | 2.55                         | 4.57                         | 93.3    | 64.0 |
| 7   | 1,000                  | 8.38 | 7.10   | 0.16  | 22.7   | 3.64  |                              |                              |                              |                              | 100     | 56.0 |
| 8   | 2,000                  | 8.46 | 7.40   | 0.17  | 22.8   | 3.66  | N.D.                         | N.D.                         | 10.2                         | 7.29                         | 20.0    | 0    |
| 9   | 2,000                  | 8.49 | 7.40   | 0.17  | 22.8   | 3.65  |                              |                              |                              |                              | 26.7    | 0    |

囲で、平均 8.41 であった。硝酸と磷の濃度は液体肥料の添加量の増加とともに高い値を示したが、アンモニアと亜硝酸は殆ど検出できなかった。小型種苗の生残率は 16 日目までは各区 100% を維持したが、試験終了時の 24 日目には 250 ml 1 区で 93.3%、500 ml 1 区で 76.7%、1,000 ml 1 区で 96.7%、そして 2,000 ml 1 区では 23.4% に低下した。一方、液体肥料を添加しなかった対照区の生残率は 100% であった。それに対して、大型種苗では 8 日目からへい死が観られ始め、終了時の 24 日目には 250 ml 1 区で 72%、500 ml 1 区で 66%、1,000 ml 1 区で 60%、そして 2,000 ml 1 区では 0% に減少した。そして、対照区の生残率は 80% であった。

液体肥料の添加量と生残率の関係を図 I - 4 に示した。小型種苗は大型種苗に比較して生残率が高く、ベレンスケルバーホー法で LC<sub>50</sub> を求めると小型種苗は 1,637 ml、大型種苗は 1,167 ml であった。小型、大型種苗とも液体肥料の増加にともなって生残率が低下する傾向はあるが、1 t 当たり 1,000 ml までは明瞭な差が認められなかった。これらのことから、ヤコウガイ稚貝に対する液体肥料の安全な添加量は 1,000 ml 以下であると判断した。

タカセガイ稚貝に対する亜硝酸態窒素と硝酸態窒素の安全濃度はそれぞれ 1 l 当たり 1 mg と 16 mg である。<sup>10)</sup> 今回の試験では亜硝酸態窒素を検出できなかった。しかし、硝酸態窒素の濃度は測定値と液体肥料の添加量に図 I - 5 に示した関係式が成立する。この式から安全な添加量の目安とした 1,000 ml の硝酸態窒素濃度を算出すると 1 l 当たり約 4 mg であった。

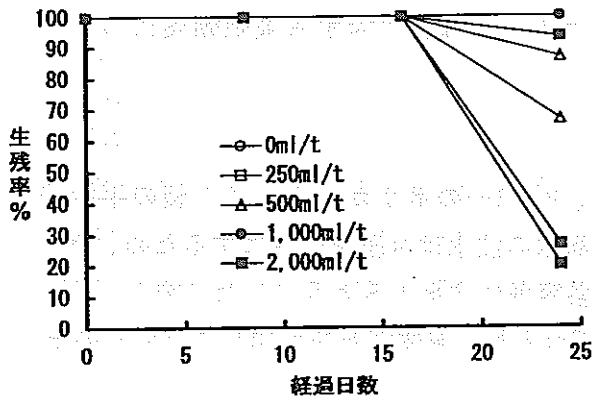


図 I - 2 小型種苗の生残率の推移

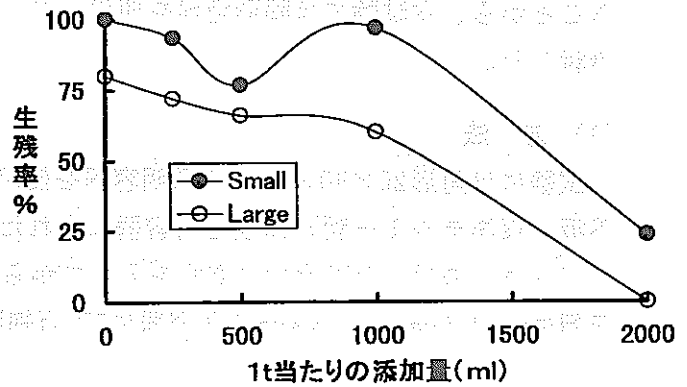


図 I - 4 液体肥料の添加量と生残率の関係

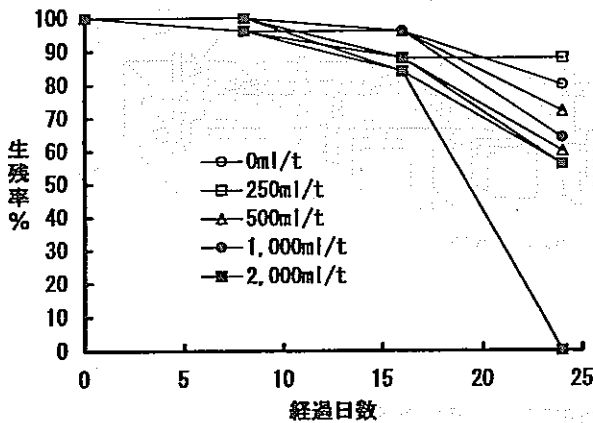


図 I - 3 大型種苗の生残率の推移

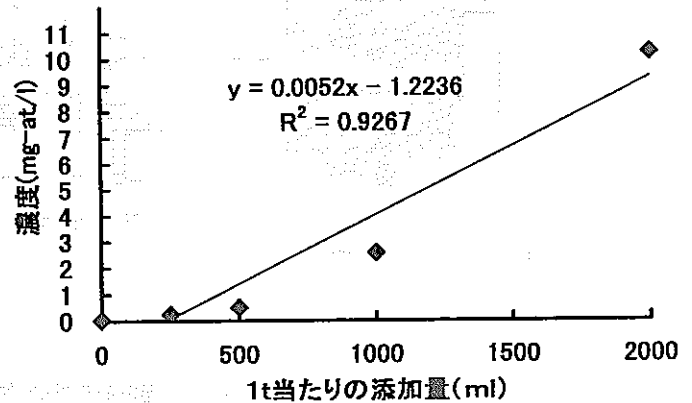


図 I - 5 液体肥料の添加量と硝酸態窒素の濃度

以上のことから、ヤコウガイ稚貝はタカセガイ稚貝より、栄養塩類の急性毒に対する耐性は高いものの、慢性毒に対しては耐性が弱いものと推察される。これはヤコウガイが炭酸カルシウムの硬い蓋を持つのに対して、タカセガイはキチン質の柔らかい蓋を持つので、蓋の密閉度の違いやヤコウガイがタカセガイより、潮通しの良いところを好む外洋性であることが、本試験の急性毒と慢性毒のような結果を招いたのであろう。<sup>12-13)</sup> また、本試験の結果から、ヤコウガイ稚貝の安全濃度は硝酸態窒素で1ℓ当たり4mg以下であると推察した。

### 3. 固形肥料の施肥効果試験

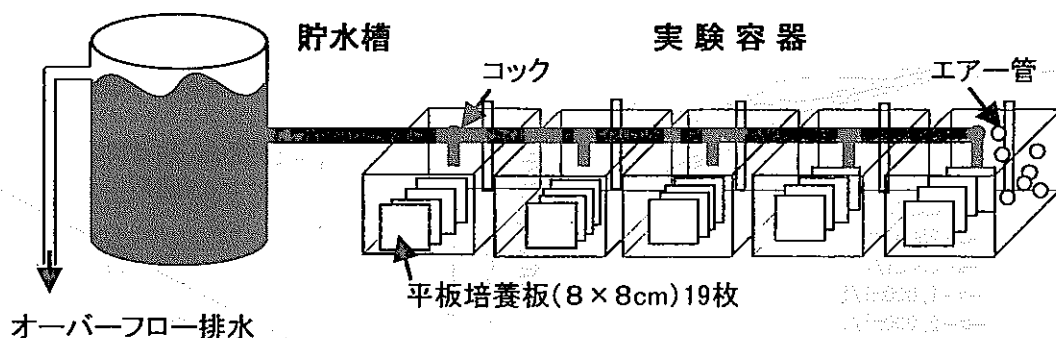
#### (1) 目的

微小藻類の生育には栄養塩類などの化学的要因と光や温度のような物理的要因が重要である。<sup>8)</sup> そのため、本報告では固形肥料の栄養塩濃度を測定し、30日以内であればその効果を維持できることを明らかにした。また、3種の栄養塩類の毒性について検討を行った結果では、硝酸態窒素で4mg/ℓ以下であれば安全であることを報告した。微小藻類の増殖

を促進することは単位面積当たりの生産量や稚貝の成長量を増加させる可能性を持っていることから、本試験では固形肥料を使用して、ヤコウガイ稚貝に対する施肥効果について検討した。

## (2) 方法

試験には角形 $20 \times 40 \times 22$  cmの透明容器を使用し、 $8 \times 8$  cmのポリカーボネイト製の平板培養板（東洋テルミー製）19枚を各容器に入れた。海水の注水は水圧を一定にするため、オーバーフローの付いた貯水槽に海水を入れてから、各容器に注水するようにした（図I-6）。元種には *Achnantes biceps* を各容器に5千万細胞ずつ入れ、液体肥料を添加して気のみ止



図I-6 固形肥料の施肥効果試験に用いた容器

水状態で4日間培養した。<sup>1)</sup> 4日後、1日4回転になるようにコックで海水の注水量を調整した。稚貝は平成9年4月1日に採卵したヤコウガイの種苗生産水槽からサイホンで回収した殻高 $1.66 \sim 4.22$  mm、平均 $3.06$  mmの個体を用いた。稚貝の収容数は種苗生産密度の2千個体/ $m^2$ になるように、重量法で個体数を換算して各容器に160個体ずつ収容した。肥料には固形肥料を使用し、トン当たり0、0.6、1.2、2.0、4.0及び8.0 kgを容器内に吊した。試験開始から39日目に稚貝を取り揚げ、乾いたタオルで海水分を拭き取り、生残個体と死殻の数を計数後、生残個体の総重量を測定した。測定後、稚貝を容器内に戻し、新しい固形肥料に取り替えて試験を継続した。試験終了時には同様な方法で総重量を測定後、生残個体の殻高を全て測定した。また、今回試験で最も施肥量の多かった $8.0$  kg/tの固形肥料を1日4回転の海水に24時間吊してから、注水海水と排水海水の栄養塩濃度を測定した。試験期間は平成10年8月17日から10月19日の63日間であった。

## (3) 結果及び考察

試験の結果を表I-5、施肥量別の生残率、殻高及び体重の推移を図I-7に示した。試験開始から39日目の生残率はトン当たり $1.1$  kg以下の方が良い傾向があったが、63日目には各区 $44.7 \sim 73.3$  %の範囲で、施肥量と生残率には明瞭な傾向を認められなかった。しか

表 I - 5 固形肥料の施肥効果試験

| 試験区            | 施肥量 (kg/t) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                | 0          |      | 0.6  |      | 1.1  |      | 2.0  |      | 4.0  |      | 8.0  |      |
| 試験開始時          |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 収容個体数          | 153        | 156  | 154  | 150  | 150  | 151  | 150  | 152  | 150  | 154  | 155  | 153  |
| 平均殻高 (mm)      | 3.06       | 3.03 | 3.05 | 3.09 | 3.09 | 3.08 | 3.09 | 3.07 | 3.09 | 3.05 | 3.04 | 3.06 |
| 平均重量 (mg)      | 32.7       | 32.1 | 32.5 | 33.3 | 33.3 | 33.1 | 33.3 | 32.9 | 33.3 | 32.5 | 32.3 | 32.7 |
| 試験終了時          |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 生残個体数          | 102        | 104  | 85   | 110  | 92   | 103  | 68   | 114  | 67   | 105  | 93   | 97   |
| 平均殻高 (mm)      | 5.0        | 5.1  | 6.0  | 6.0  | 5.7  | 6.0  | 6.4  | 6.4  | 6.0  | 6.5  | 6.9  | 7.2  |
| 平均重量 (mg)      | 64.7       | 58.7 | 92.9 | 92.7 | 79.3 | 88.3 | 101  | 111  | 98.5 | 120  | 127  | 159  |
| 総重量 (g)        | 6.6        | 6.1  | 7.9  | 10.2 | 7.3  | 9.1  | 6.9  | 12.6 | 6.6  | 12.6 | 11.8 | 15.4 |
| 生残率 (%)        | 66.7       | 66.7 | 55.2 | 73.3 | 61.3 | 68.2 | 45.3 | 75.0 | 44.7 | 68.2 | 60.0 | 63.4 |
| 日間成長量 (μm/day) | 30.4       | 32.3 | 47.3 | 46.9 | 42.1 | 45.7 | 52.1 | 52.3 | 46.8 | 54.2 | 61.4 | 65.4 |
| 日間増加量 (mg/day) | 0.51       | 0.42 | 0.96 | 0.94 | 0.73 | 0.88 | 1.08 | 1.23 | 1.03 | 1.39 | 1.50 | 2.00 |

し、殻高と体重では明らかに施肥をしなかった0区に比較して、施肥区は高い値を維持した。特に、トン当たり8.0kg区の成長が著しく早かった。固形肥料の施肥量と日間成長量の関係を図I-8に示した。この図から、ヤコウガイ稚貝は施肥量の増加にともなって成長が良くなっている傾向が認められる。そこで、施肥をしなかった0区を除いて、施肥量と日間成長量の関係を図I-9に示した。相関係数はやや低いものの、施肥量と日間増加量に $Y=2.28X+44.3$  ( $R^2=0.782$ ) の関係式が成立した。

以上のように、ヤコウガイの稚貝に対する施肥の効果は明らかにあり、8.0kg/t以下では施肥量の増加に伴って、成長が良くなると推察した。また、8.0kg/tの固形肥料を吊した場合の注水海水と排水海水の栄養塩濃度を表I-6に示した。栄養塩濃度は1ℓ当たりアンモニアで0.34mg、亜硝酸で0.60mg、硝酸で2.28mg、リン酸では0.94mgと本報告で安全濃度と考えた硝酸態窒素の4mg/ℓより低い値であった。



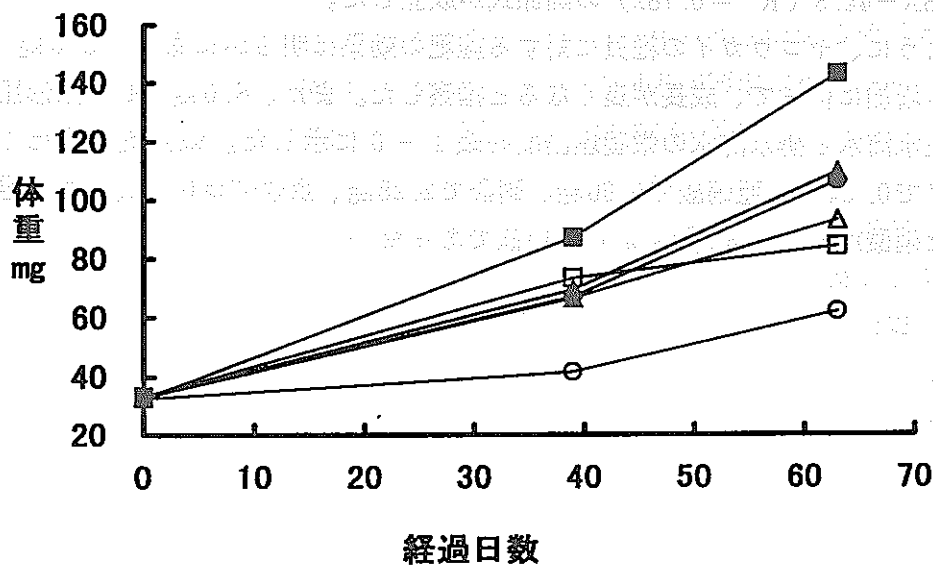
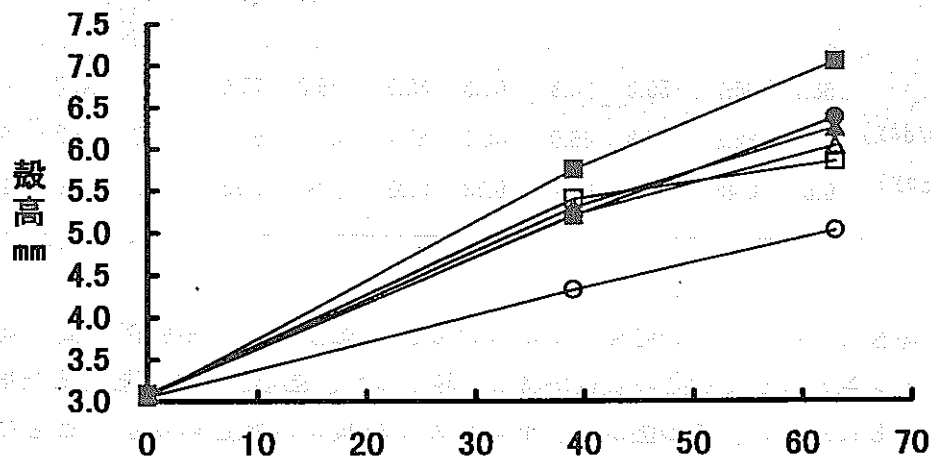
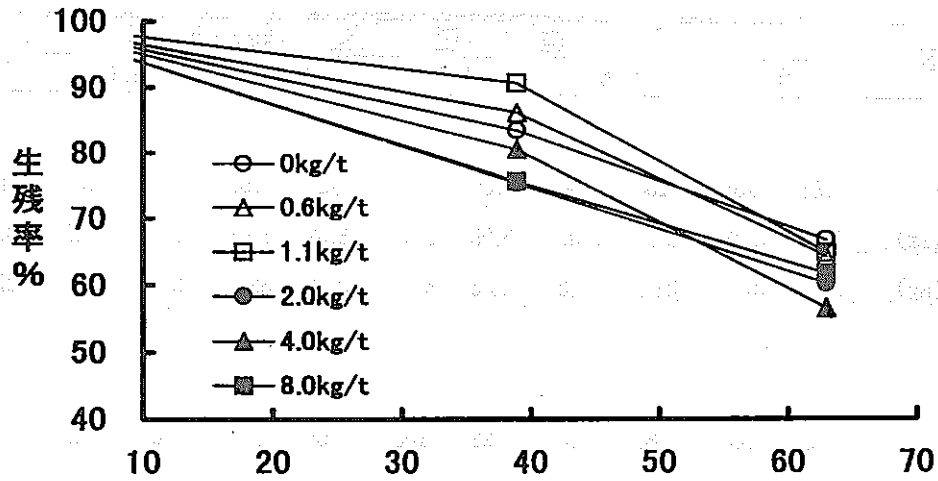
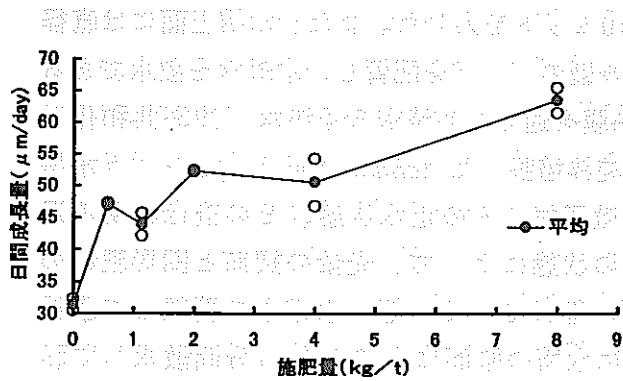
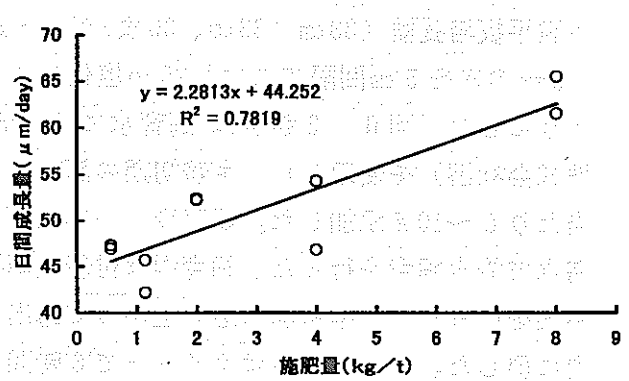


図 I - 7 施肥量別の生残率、穀高及び体重の推移



施肥量 (kg/t)

図 I-8 固形肥料の施肥量と日間成長量の関係



施肥量 (kg/t)

図 I-9 施肥量と日間成長量の相関図

図 I-6 海水の注水と排水の栄養塩濃度

| 項 目   | NH <sub>4</sub> -H<br>(mg/l) | NO <sub>2</sub> -H<br>(mg/l) | NO <sub>3</sub> -H<br>(mg/l) | PO <sub>4</sub> -P<br>(mg/l) |
|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 注水の濃度 | 0.019                        | 0.060                        | 0.045                        | 0.256                        |
| 排水の濃度 | 0.336                        | 0.596                        | 2.284                        | 0.936                        |
| 増加濃度  | 0.317                        | 0.536                        | 2.239                        | 0.680                        |

#### 4. 種苗生産

##### (1) 目的

今年度から種苗のサイズを殻高 5 mm から 7 mm に大きくして、10 万個体を生産することを目標にした。

##### (2) 方法

種苗生産の方法は基本的には従来と同様に行った。<sup>2-6)</sup>しかし、今年度は養成親貝と人工貝からの採卵が不調であったため、天然親貝から得られたふ化幼生のみを種苗生産に用いた。親貝は平成 10 年度に石垣島周辺海域から漁獲された平均殻高 164 mm、体重 1,476 g の 23 個体と宮古島周辺海域から漁獲された平均殻高 157 mm、体重 1,548 g の 14 個体の計 37 個体を用いた。親貝は搬入後、雌雄を判別して、<sup>15)</sup>雌雄別に 500 l ポリカーボネイト水槽に収容した。日没の 1 時間前から紫外線照射海水を注水して産卵を誘発した。卵は産卵から 2 時間以内に媒精した。翌日、ふ化した浮遊幼生を 100 μm のプランクトンネットで回収して種苗生産水槽に収容した。

種苗生産はアクリルハウス内の 3 t の角型 FRP 水槽 7 面で行った。水槽内には塩化ビニー

ル製平板培養器 (33 cm×33 cm、60枚/セット) 10セットを入れた。また、水槽上面には直径 1.5 mm の穴を 5 cm 間隔であけた 20 mm 塩化ビニール製のパイプを配管し、水道水を散水できるようにした (図 II - 2 参照)。飼育水には中空糸膜を通した超精密ろ過海水 (沖縄共和化工株式会社製) を使用した。定着初期の餌料には純粋培養した *Achnanthes biceps* を 3 t 水槽当たり 6 ~ 10 ℓ 添加した。収容後 7 ~ 10 日間は微通気のための止水状態、その後は精密ろ過海水で流水飼育を行った。飼育中は付着蛙藻類の状態によって、光量の調節と固形肥料の添加を行った。水槽壁面に這い上がって露出した稚貝は、その都度水道水で剥離して水槽内に戻した。また、休日はタイマーで 6 時間毎に水槽の壁面に水道水を 10 分間散水して、稚貝の這い上がりや防止した。水槽底面が汚れた場合は適宜底掃除を行った。

稚貝が殻高 1 mm に達した頃から精密ろ過海水と併用して 1 μm のフィルターを通した海水を流した。また、殻高 2 mm からは紅藻類のクビレオゴノリを *A. biceps* と併用して給餌した。稚貝の剥離は排水口に 500 μm のネットを設置し、水道水を用いて平板培養器、水槽底面及び壁面から洗い流して行った。平成 10 年 10 月 21 日から 26 日に稚貝を取り揚げ、殻高と総重量を測定し、重量法で生産数を算出した。測定後、稚貝は 7 mm 目の篩で選別し、7 mm 以上の個体は中間育成水槽に移槽した。7 mm 以下の個体は *A. biceps* を添加して別培養した水槽で継続飼育した。

## (2) 結果及び考察

平成 10 年度の種苗生産結果を表 I - 7 に示した。総産卵数は約 2 千 7 百万粒で、ふ化生は 1 千 6 百万粒、ふ化率では 57.9% と産卵数、ふ化幼生数とも昨年度より高い値であった。

表 I - 7 平成 10 年度のヤコウガイの産卵数、ふ化幼生数及び種苗生産数

| 項目                              | 採卵回次 | 1     | 2     | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 計       |
|---------------------------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 産卵数 (×1,000)                    |      | 5,400 | 560   | 5,700 | 1,606  | 5,790  | 4,920  | 3,000  | 26,976  |
| ふ化幼生数 (×1,000)                  |      | 4,897 | 660   | 2,980 | 1,023  | 1,080  | 2,933  | 2,036  | 15,609  |
| ふ化率 (%)                         |      | 90.7  | N.D.  | 52.3  | 63.7   | 18.7   | 59.6   | 67.9   | 57.9    |
| 種苗生産数                           |      | 3,472 | 6,042 | 2,978 | 12,605 | 37,874 | 13,614 | 31,200 | 107,785 |
| 単位面積当たりの生産数 (個/m <sup>2</sup> ) |      | 694   | 1,208 | 596   | 2,521  | 7,575  | 2,723  | 6,240  | 3,080   |
| 幼生からの生残率 (%)                    |      | 0.07  | 0.92  | 0.10  | 1.23   | 3.51   | 0.46   | 1.53   | 0.69    |

回次当たりの産卵数は 56 万 ~ 579 万粒 (平均 385 万粒)、ふ化幼生数は 66 ~ 490 万粒 (平均 223 万粒) であった。産卵を確認した雌貝の数は 12 個体で、1 個体当たりの産卵数は 24 ~ 540 万粒の範囲で、平均 225 万粒であった。

種苗生産は 7 回次行い、平成 10 年 10 月 21 日から 26 日の取り揚げ時点での生産数は 107,785 個体で、平均殻高は 6.89 mm であった。回次毎の生産数では 5 回次の 37,874 個体が最も多く、次いで 7 回次の 31,200 個体、6 回次の 13,614 個体の順であった。回次毎の水槽底面積

当たりの生産量は694～7,575個/m<sup>2</sup>の範囲で、平均3,080個/m<sup>2</sup>と過去最高の生産量であった。幼生からの生残率は0.1～3.5%の範囲で、通算の生残率で見ると0.69%と過去最高の値と同程度であった。また、平成11年1月27日時点では稚貝の平均殻高は9.30mmで、7万5千個体が生残していた。これらの稚貝のうち7mm以上の個体は中間育成に、7mm以下の個体は水槽内で継続飼育中である。

以上のように、今年度は天然親貝のみを種苗生産に用い、昨年度よりも多い産卵数とふ化幼生数が得られた。種苗生産では生産目標数の10万個体に達することができた。水槽底面積当たりの生産量は過去最高の3,080個/m<sup>2</sup>、幼生からの生残率も過去最高の0.7%と同じ程度であった。

（注）本報告の調査結果は、平成11年1月27日時点のものである。この時点では、稚貝の平均殻高は9.30mmであり、7万5千個体が生残していた。これらの稚貝のうち7mm以上の個体は中間育成に、7mm以下の個体は水槽内で継続飼育中である。

（注）本報告の調査結果は、平成11年1月27日時点のものである。この時点では、稚貝の平均殻高は9.30mmであり、7万5千個体が生残していた。これらの稚貝のうち7mm以上の個体は中間育成に、7mm以下の個体は水槽内で継続飼育中である。



（注）本報告の調査結果は、平成11年1月27日時点のものである。この時点では、稚貝の平均殻高は9.30mmであり、7万5千個体が生残していた。これらの稚貝のうち7mm以上の個体は中間育成に、7mm以下の個体は水槽内で継続飼育中である。

## 第二章 中間育成技術開発

ヤコウガイの中間育成技術開発は、殻高7mmの種苗を食害生物から捕食されにくい殻高25mm以上の大型種苗に育成するための技術開発である。今年度の報告書では平成10年度の試験と平成9年度が総括報告書であったため、記載できなかった試験についても書き加えた。

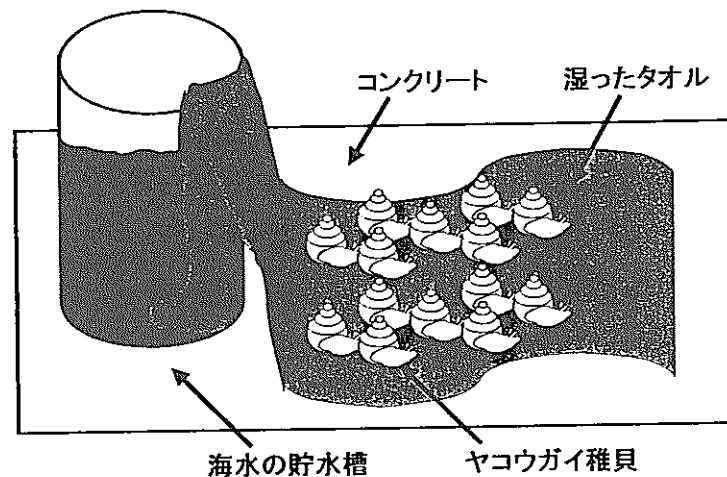
### 1. 稚貝の干出耐性試験

#### (1) 目的

ヤコウガイの種苗生産、中間育成では減耗要因の一つに這い上がりによるへい死が挙げられている。<sup>17,18)</sup>そこで、ヤコウガイ稚貝の干出耐性について把握することを目的とした。

#### (2) 方法

試験はアクリルハウス内の室内（日陰の場所）と屋外で行った。平成8年に種苗生産した稚貝を篩で殻高25.5～37.2mm（平均28.1mm）の大型個体、14.8～22.2mm（平均18.1mm）の中型個体、そして6.21～11.4mm（平均7.96mm）の小型個体の3群に分けた。稚貝は殻の表面を乾いたタオルで拭き取ってから試験に供した。干出試験の模式を図Ⅱ-1に示した。乾いた状態での試験はコンクリート表面に乾いたタオルを敷いて行った。また、湿った状態での試験は乾いたタオルの端を海水の入った貯水槽に入れ、毛細管現象によってタオルが湿った状態を維持するようにした。それぞれの条件下でタオル上に稚貝を32～54個体ずつ置き、干出時間毎の生残率と活力指数<sup>16)</sup>を調べた。また、試験期間中は正午の屋外における照度と室内の気温を測定した。試験は平成9年6月16日から18日の間に行われた。



図Ⅱ-1 干出試験の模式図

#### (3) 結果及び考察

試験期間中は晴天の日が続き、正午の照度は12万～13万Lxの範囲で、室内の気温は29.8～30.1℃の範囲であった。また、石垣島气象台発表による正午の湿度は71～78%の範囲で

表II-1 室内における干出耐性試験の結果

Fig.1 Experiment of Resistance to Exposure time in the shade(Humidity rate 71%)

| Experiment             | Exposure time |     |     |       |     |     |       |     |     |       |     |    |       |    |       |     |    |        |    |        |    |        |    |    |    |
|------------------------|---------------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|----|-------|----|-------|-----|----|--------|----|--------|----|--------|----|----|----|
|                        | 1hour         |     |     | 2hour |     |     | 3hour |     |     | 6hour |     |    | 8hour |    | 9hour |     |    | 12hour |    | 24hour |    | 36hour |    |    |    |
| Name of group*         | L             | M   | S   | L     | M   | S   | L     | M   | S   | L     | M   | S  | S     | S  | L     | M   | S  | L      | M  | L      | M  | L      | M  | L  | M  |
| Number of shells       | 50            | 54  | 50  | 50    | 54  | 50  | 50    | 54  | 50  | 50    | 54  | 50 | 32    | 32 | 50    | 54  | 50 | 50     | 54 | 50     | 54 | 50     | 50 | 50 | 50 |
| Number of up side down |               |     |     |       |     |     |       |     |     |       |     |    |       |    |       |     |    |        |    |        |    |        |    |    |    |
| 1 min                  | 19            | 28  | 29  | 8     | 20  | 46  | 13    | 28  | 41  | 0     | 0   | 0  | 0     | 0  | 1     | 2   | 0  | 1      | 0  | 0      | 0  | 0      | 0  | 0  | 0  |
| 2 min                  | 22            | 31  | 37  | 8     | 20  | 47  | 17    | 28  | 41  | 0     | 1   | 2  | 0     | 0  | 5     | 2   | 0  | 1      | 0  | 0      | 0  | 0      | 0  | 0  | 0  |
| 3 min                  | 22            | 31  | 38  | 8     | 22  | 47  | 21    | 47  | 42  | 0     | 1   | 2  | 1     | 0  | 6     | 3   | 0  | 1      | 0  | 0      | 0  | 0      | 0  | 0  | 0  |
| 4 min                  | 22            | 31  | 38  | 8     | 22  | 47  | 22    | 52  | 44  | 1     | 4   | 2  | 1     | 0  | 9     | 5   | 0  | 3      | 0  | 1      | 0  | 0      | 0  | 0  | 0  |
| Activity index         | 0.2           | 0.3 | 0.4 | 0.2   | 0.4 | 0.9 | 0.4   | 0.8 | 0.9 | 0     | 0   | 0  | 0     | 0  | 0.1   | 0.1 | 0  | 0      | 0  | 0      | 0  | 0      | 0  | 0  | 0  |
| Survival rate(%)       | 100           | 100 | 100 | 100   | 100 | 100 | 100   | 100 | 100 | 100   | 100 | 98 | 66    | 63 | 100   | 100 | 38 | 100    | 94 | 96     | 32 | 2      | 0  | 0  | 0  |

\* There is mean that L is large, M is medium and S is small.

Fig.2 Experiment of Resistance to Exposure time in the shade and wet condition

| Experiment             | Exposure time |        |        |        |        |      |    |        |      |        |      |     |
|------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|------|----|--------|------|--------|------|-----|
|                        | 9hour         | 15hour | 20hour | 24hour | 31hour |      |    | 33hour |      | 36hour |      |     |
| Name of group*         | S             | S      | S      | S      | L      | M    | S  | L      | M    | L      | M    | S   |
| Number of shells       | 50            | 50     | 50     | 50     | 50     | 50   | 50 | 50     | 54   | 50     | 54   | 50  |
| Number of up side down |               |        |        |        |        |      |    |        |      |        |      |     |
| 1 min                  | 43            | 3      | 6      | 0      | 1      | 0    | 0  | 1      | 1    | 0      | 0    | 0   |
| 2 min                  | 45            | 7      | 12     | 0      | 2      | 1    | 0  | 2      | 1    | 1      | 0    | 0   |
| 3 min                  | 46            | 15     | 15     | 0      | 3      | 2    | 0  | 2      | 2    | 2      | 0    | 0   |
| 4 min                  | 46            | 20     | 18     | 0      | 5      | 2    | 0  | 2      | 2    | 2      | 2    | 0   |
| Activity index         | 0.91          | 0.25   | 0.27   | 0      | 0.06   | 0.03 | 0  | 0.04   | 0.03 | 0.03   | 0.01 | 0   |
| Survival rate(%)       | 98.0          | 92.0   | 96.0   | 2.0    | 94.0   | 72.0 | 0  | 90.0   | 54.0 | 66.0   | 76.0 | 2.0 |

\* There is mean that L is large, M is medium and S is small.

表 II - 2 屋外における干出耐性試験の結果

Fig.3 Experiment of Resistance to Dry up time in the sunshine.

| Experiment             | Dry up time |    |    |
|------------------------|-------------|----|----|
|                        | 1hour       |    |    |
| Name of group*         | L           | M  | S  |
| Number of shells       | 50          | 50 | 50 |
| Number of up side down |             |    |    |
| 1 min                  | 0           | 0  | 0  |
| 2 min                  | 0           | 0  | 0  |
| 3 min                  | 0           | 0  | 0  |
| 4 min                  | 0           | 0  | 0  |
| Activity index         | 0           | 0  | 0  |
| Survival rate(%)       | 0           | 0  | 0  |
| Sunshine rate(Lx)      | 130.0000    |    |    |
| Temperature(°C)        | 45.1        |    |    |

\* There is mean that L is large, M is medium and S is small.

Fig.4 Experiment of Resistance to Dry up time in the sunshine and wet condition.

| Experiment             | Dry up time in wet condition. |     |      |         |      |      |         |     |      |         |      |      |         |      |      |
|------------------------|-------------------------------|-----|------|---------|------|------|---------|-----|------|---------|------|------|---------|------|------|
|                        | 1hour                         |     |      | 2hour   |      |      | 3hour   |     |      | 4hour   |      |      | 6hour   |      |      |
| Name of group*         | L                             | M   | S    | L       | M    | S    | L       | M   | S    | L       | M    | S    | L       | M    | S    |
| Number of shells       | 20                            | 20  | 20   | 21      | 20   | 20   | 20      | 20  | 20   | 20      | 20   | 20   | 20      | 20   | 20   |
| Number of up side down |                               |     |      |         |      |      |         |     |      |         |      |      |         |      |      |
| 1 min                  | 0                             | 0   | 2    | 0       | 0    | 2    | 0       | 0   | 1    | 0       | 0    | 4    | 0       | 0    | 1    |
| 2 min                  | 0                             | 0   | 3    | 0       | 0    | 5    | 0       | 0   | 2    | 0       | 0    | 5    | 0       | 0    | 1    |
| 3 min                  | 0                             | 0   | 4    | 0       | 0    | 8    | 0       | 0   | 2    | 0       | 0    | 6    | 0       | 0    | 1    |
| 4 min                  | 0                             | 0   | 5    | 0       | 0    | 8    | 0       | 0   | 2    | 0       | 0    | 7    | 0       | 0    | 2    |
| Activity index         | 0                             | 0   | 0.19 | 0       | 0    | 0.31 | 0       | 0   | 0.09 | 0       | 0    | 0.29 | 0       | 0    | 0.06 |
| Survival rate(%)       | 100                           | 100 | 100  | 100     | 85.0 | 100  | 100     | 100 | 100  | 96.0    | 94.0 | 100  | 100     | 96.0 | 94.0 |
| Sunshine rate(Lx)      | 120,000                       |     |      | 130,000 |      |      | 125,000 |     |      | 125,000 |      |      | 125,000 |      |      |
| Temperature(°C)        | 34.8                          |     |      | 34.6    |      |      | 35.6    |     |      | 35.6    |      |      | 35.6    |      |      |

\* There is mean that L is large, M is medium and S is small.

あった。室内における干出耐性試験の結果を表Ⅱ-1、屋外における干出耐性試験の結果を表Ⅱ-2、小型個体、中型個体、そして大型個体、そして大型個体の生残率の推移を図Ⅱ-2、Ⅱ-3及びⅡ-4に示した。室内の乾いた状態では大型、中型、小型個体とも干出6時間までは98%以上の高い生残を示した。しかし、小型個体では9時間後、中型個体では24時間後、そして大型個体では36時間後に生残率が38%以下に減少した。それに対し、活力指数では干出して3時間までは稚貝のサイズが小さいほど高い傾向を窺われたが、6時間後からは明瞭な差を認められなかった。

室内の湿った状態では干出20時間までは大型、中型、小型個体とも96%以上の生残率を示したが、小型個体では24時間後、中型個体で31時間後、そして大型個体では36時間後から生残率が低下した。活力指数では小型個体が24時間後から起きあがる個体を認められなくなり、中型個体と大型個体では36時間後でも、それぞれ0.01と0.03と低いながらも起きあがる個体が認められた。また、大型個体と中型個体では大型個体の方が活力指数が若干高かった。

一方、屋外の乾いた状態では大型、中型、小型個体とも1時間以内にへい死した。へい死時の温度は45.1℃で、照度は13万Lxであった。それに対し、屋外の湿った状態では大型、中型、小型個体とも干出6時間も94%以上の高い生残率を示した。活力指数は大型と中型個体では時間内に起きあがる個体が認められなかったのに対し、小型個体では0.06~0.31と低いながらも起きあがる個体があった。6時間以降は日没のため、照度と温度が低下したので試験を中止した。

以上のように、今回使用したサイズの稚貝は屋外の乾いた状態では1時間以内へい死するが、湿った状態では6時間の干出には耐えられると判断した。また、室内でも乾いた状態よりも湿った状態の方が干出に対する耐性が高く、室内と屋外では室内の方が干出に対する耐性がさらに高くなることがわかった。一般に、動物はサイズが大きいほど体積当たりの表面積が小さくなるので、表面を通しての環境の影響を受けにくくなる。<sup>14)</sup> 本試験でも、稚貝のサイズが大きいほど干出に対する耐性が高くなることを示唆できた。これらの

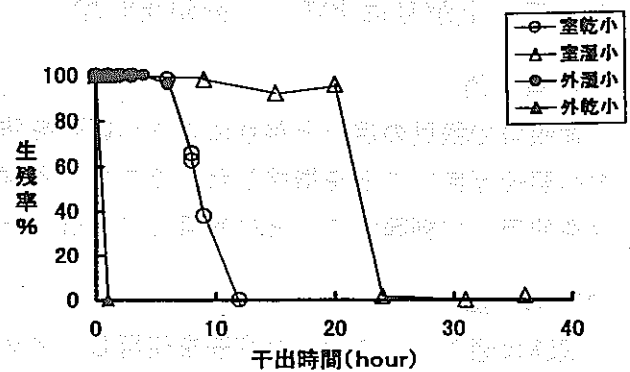


図 I - 2 小型個体の生残率の推移

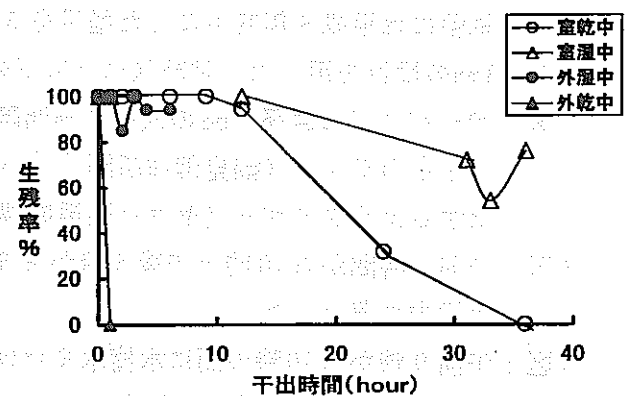


図 I - 3 中型個体の生残率の推移

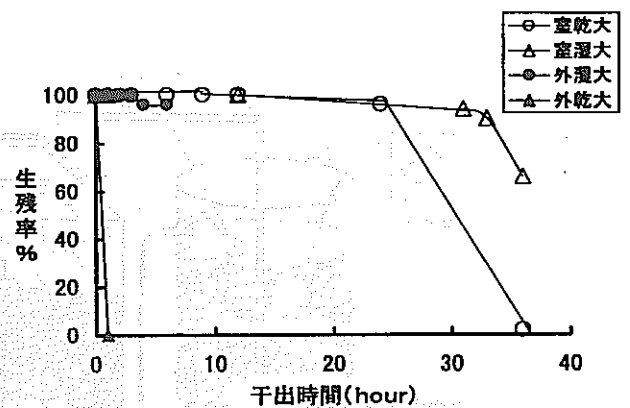


図 I - 4 大型個体の生残率の推移



ことから、稚貝の這い上がりによるへい死を防止するには干出してから6時間以内に水槽内へ戻せば良いと判断した。

## 2. 這い上がりによるへい死防止試験

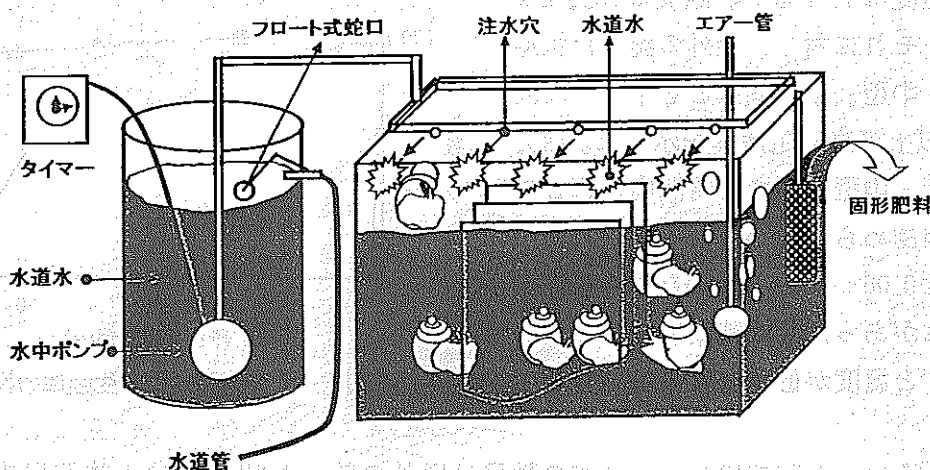
### (1) 目的

本報告で稚貝の這い上がりによるへい死を防止するには干出してから6時間以内に水槽内へ戻せば良いことを指摘した。そこで、本試験ではヤコウガイ稚貝の取り揚げ時に水道水を使用して剥離することに着目して、這い上がりによるへい死の防止について検討した。

### (2) 方法

試験は図Ⅱ-6で示した容器を使用し、アクリルハウス内で行った。容器内に2.0kg/tの固形肥料を吊し、海水を貯め、純粋培養した *Achnanthes biceps* を2ℓずつ添加した。培養開始から10日間は通気のみで止水状態で放置して、藻類の増殖を確認してから試験を開始した。試験には平成8年度生産した稚貝を5mm目と7mm目の篩にかけて、選別した平均殻高5.43mmの稚貝を用いた。試験区には以下の4区を設けた。

- 1区：20mmパイプに直径1mmの穴を2cm間隔であけた管を容器の上面に配管し、貯水槽から水中ポンプ（鶴見製作所製、Family-5E）で水槽水を6時間毎に10分間散水するようタイマー（ヤマハ発電機製、A-TB72）を設定した（図Ⅱ-2）。
- 2区：午前9時から10時と午後4時から6時の間に水道水または手で稚貝を剥離して、水槽内に落とした。
- 3区：午前9時から10時の間に水槽水または手で稚貝を剥離して、水槽内に落とした。
- 4区：稚貝をそのままの状態に飼育した。



図Ⅱ-2 這い上がり防止試験の模式図

各区に稚貝30個体を収容し、海水を1日4回転の割合で流した。約1ヶ月後に稚貝を取り上げて生残率を調べた。試験期間は平成9年7月29日から8月27日の29日間であった。

### (3) 結果及び方法

這い上がり防止試験の模式を図Ⅱ-2、試験の結果を表Ⅱ-3に示した。生残率は2区が100%と最も高く、次に1区の96.7%、3区の83.4%、そして4区の66.7%の順と稚貝をそのままの状態にした4区では約1ヶ月の間に3割強の個体がへい死した。一方、稚貝

表Ⅱ-3 ヤコウガイ稚貝の這い上がり防止試験の結果

| 試験区       | 1 区  |      | 2 区  |      | 3 区  |      | 4 区  |      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 試験開始時     | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |
| 収容個体数     | 5.38 | 5.79 | 5.40 | 5.50 | 5.20 | 5.26 | 5.61 | 5.30 |
| 平均殻高 (mm) |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 試験終了時     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 生残個体数     | 30   | 28   | 30   | 30   | 24   | 26   | 19   | 21   |
| 生残率 (%)   | 100  | 93.3 | 100  | 100  | 80.0 | 86.7 | 63.3 | 70.0 |

を1日2回水槽内に落とした2区は生残率が100%であったのに対し、1日1回の3区は2割近くの個体がへい死した。それに対し、水道水を使用した1区は生残率が96.7%と高いことから、1区の方法でもヤコウガイ稚貝の這い上がり防止に効果があると推察した。ヤコウガイとタカセガイの稚貝では水槽壁面での這い上がりによるへい死が殻高1mm以降から目立ち始めることが指摘されている。<sup>17)</sup> その対策としてはサイホンの原理で水槽の水位を変えたり、ネットで水槽の水面を覆う、または人工芝を水槽壁面の上部に設置して防止できることが報告されている。<sup>17,18)</sup> また、菊谷ら(私信)はヤコウガイの稚貝の這い上がり防止に獅子齧り原理で壁面より剥離しているとの情報もある。以上のように、ヤコウガイ稚貝の這い上がりによるへい死を防止するには、前述の方法を単独あるいは併用すれば、可能であると推察した。また、稚貝の這い上がりによるへい死を防止することは休日の出動や作業など労働の省力化に役に立つことから、平成9年度から沖縄県では本試験の稚貝の這い上がり防止方法を種苗生産と中間育成に利用している。

### 3. フロリダ原産オゴノリ培養試験

#### (1) 目的

ヤコウガイの中間育成では紅藻類のモサオゴノリ、クビレオゴノリなど、天然の海藻類を餌料に用いている。<sup>1-6)</sup> しかし、生産を安定させるには天然の海藻類だけに依存するのではなく、培養した海藻類を利用する方が望ましい。そこで、大量培養が可能であることが明らかな紅藻類のフロリダ原産オゴノリを用いて<sup>19,20)</sup> 増殖と遮光率の関係について検討した。

#### (2) 方法

##### (ア) 大量培養試験

平成10年7月28日に沖縄県糸満市にある水産試験場より、フロリダ原産オゴノリ(以下、

海藻と称する)を搬入し、10 t 巡流水槽に収容した。海水の注水量は1日4回転とし、肥料には固形肥料を20kg吊り下げた。輸送による影響を避けるため、収容から10日後の8月7日に海藻を取り揚げて試験を開始した。海藻の湿重量は水槽から海藻を取り揚げ、1mm目の籠の入れ、できるだけ水分を切ってから測定した。湿重量の測定は1週間毎に行い、測定後、海藻は水槽内へ戻した。試験は平成10年8月7日から9月8日の32日間であった。

#### (イ) 遮光率と増殖率の関係

大量培養試験で増殖したフロリダ原産オゴノリを試験に用いた。水槽には室内1.5 t FRP、5 t 屋外コンクリート2面、ビニールハウス内10 t 巡流、屋外屋根付き40 t コンクリートの計5面を使用した。それぞれの水槽に海水を貯め、底面積と水深を計測し、海水の注水量が1日4回転になるように調整した。肥料には固形肥料を使用し、各水槽とも水量1トン当たり2.0kgを吊した。海藻は湿重量で水量1トン当たり1kgずつ入れた。湿重量は大量培養試験と同様に行った。また、8月21日と28日の測定では緑藻類のスジアオノリの混入が認められたことから、回収量を測定する前にスジアオノリの除去を行った。さらに、収容する際には少しでもスジアオノリの付着が認められた海藻は藻体ごと除去した。

#### (3) 結果及び考察

大量培養試験の結果を表Ⅱ-4に示した。試験開始時8.3kgであった海藻は7日後に15.6kg、14日後に30.3kgに増加し、32日後には46.5kgになった。日間増加率は1.83~10.1%の

表Ⅱ-4 フロリダ原産オゴノリの大量培養試験

| 培養期間             | 母藻の培養<br>湿重量(kg) | 回収量<br>(kg) | 増加量<br>(kg) | 日間増加率*<br>(%) | 備考          |
|------------------|------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| 8月7日~14日(7日間)    | 8.3              | 15.6        | 7.3         | 9.39          | 晴天5,曇2      |
| 8月14日~21日(7日間)   | 15.6             | 30.6        | 15.0        | 10.1          | 晴天7         |
| 8月21日~28日(7日間)   | 29.8             | 33.8        | 4.0         | 1.83          | 晴天4,曇2      |
| 8月28日~9月8日(11日間) | 30.0             | 46.5        | 16.5        | 4.06          | 晴天5,曇7,雨1   |
| 合計               | 83.7             | 126.5       | 42.8        | 3.83          | 晴天21,曇11,雨1 |

\* : 日間増加率 = { (回収時の湿重量 ÷ 母藻の湿重量)<sup>(1/日数)</sup> } × 100として計算した。

範囲で、14日目までは高い値で推移したが、21日目に急激に減少し、そして32日目には回復した。通算の日間増加率は3.83%であった。観察から日間増加率の変動は試験期間中の天候が影響したものと思われた。そこで、遮光率と増殖率の関係について試験を行った結果を表Ⅱ-5に示した。通算の日間増加率は遮光をしなかった0区が7.58%と最も高く、次に90区の5.21%、70区の4.31%、98区の0.55%、そして92区の0.34%の順と遮光率と増殖率には関係がないように思われた。しかし、藻体が増殖するのに伴って、水深の深い水槽では藻体にあたる光量が減少することから、日間増殖率を水深で除した値を補正日間

表Ⅱ-5 フロリダ原産オゴノリの遮光率と増加率との関係

| 試験区                        | 遮光率 (%)                 |          |        |           |            | 備考                        |
|----------------------------|-------------------------|----------|--------|-----------|------------|---------------------------|
|                            | 0                       | 70       | 90     | 92        | 98         |                           |
| 培養条件                       |                         |          |        |           |            |                           |
| 晴天時の照度 (lx)                | 93,000                  | 28,000   | 9,000  | 7,000     | 2,000      | 試験中は通気を強く行い、藻体が攪拌するようにした。 |
| 使用した水槽                     | 5tコンクリート                | 5tコンクリート | 10t 巡流 | 40tコンクリート | 1.5tコンクリート |                           |
| 底面積                        | 4.68                    | 4.68     | 20     | 21        | 2.4        |                           |
| 水深 (m)                     | 0.7                     | 0.7      | 0.4    | 1.1       | 0.3        |                           |
| 施肥量 (kg) * <sup>1</sup>    | 6.4                     | 6.4      | 16     | 46        | 1.4        |                           |
| 試験 1                       |                         |          |        |           |            |                           |
| 母藻の湿重量 (kg) * <sup>2</sup> | 3.2                     | 3.2      | 8.0    | 36.0      | 0.70       | 晴天 7, 曇 2                 |
| 培養期間                       | 平成10年9月9日～9月18日 (9日間)   |          |        |           |            |                           |
| 回収時の湿重量 (kg)               | 16.8                    | 8.53     | 24.1   | 47.3      | 0.79       |                           |
| 増加量 (kg)                   | 13.6                    | 5.3      | 16.1   | 11.3      | 0.1        |                           |
| 水量当たりの増加量 (kg/t)           | 4.15                    | 1.63     | 2.01   | 0.489     | 0.125      |                           |
| 日間増加率 (%) * <sup>3</sup>   | 20.2                    | 11.5     | 13.0   | 3.08      | 1.35       |                           |
| 試験 2                       |                         |          |        |           |            |                           |
| 母藻の湿重量 (kg) * <sup>2</sup> | 3.2                     | 3.2      | 8.0    | 36.0      | 0.70       | 晴天 7, 曇 3, 雨 2            |
| 培養期間                       | 平成10年9月18日～9月30日 (12日間) |          |        |           |            |                           |
| 回収時の湿重量 (kg)               | 12.9                    | 7.0      | 22.4   | 30.1      | 0.78       |                           |
| 増加量 (kg)                   | 9.7                     | 3.8      | 14.4   | -5.9      | 0.08       |                           |
| 水量当たりの増加量 (kg/t)           | 2.96                    | 1.16     | 1.80   | -0.257    | 0.113      |                           |
| 日間増加率 (%) * <sup>3</sup>   | 16.75                   | 9.10     | 12.11  | -1.98     | 1.22       |                           |
| 合計                         |                         |          |        |           |            |                           |
| 生産量 (kg)                   | 23.30                   | 9.14     | 30.49  | 5.36      | 0.17       | 晴天 14, 曇 5, 雨 2           |
| 水量当たりの増加量 (kg/t)           | 7.11                    | 2.79     | 3.81   | 0.23      | 0.24       |                           |
| 日間増加率 (%) * <sup>3</sup>   | 7.58                    | 4.31     | 5.21   | 0.34      | 0.55       |                           |
| 補正日間増加率 (%) * <sup>4</sup> | 5.31                    | 3.02     | 2.08   | 0.38      | 0.17       |                           |

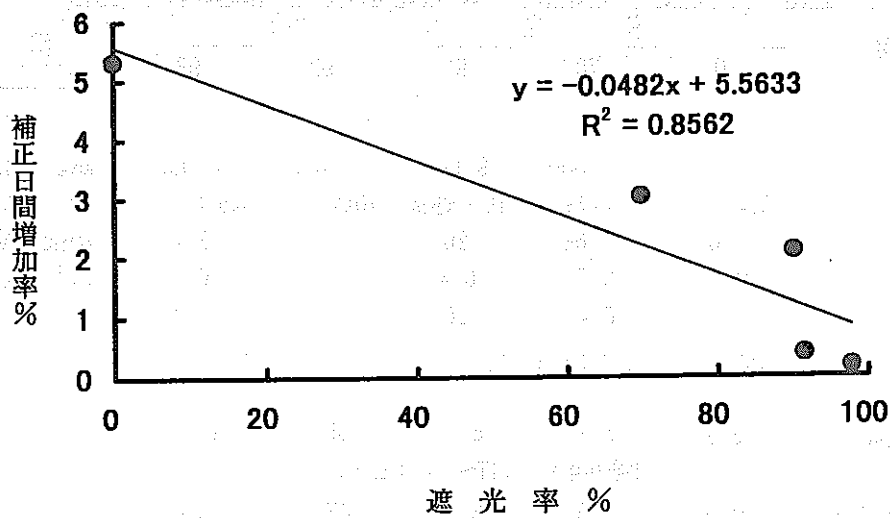
\*1: ロングトータルの施肥量は2.0kg/tになるように添加し、海水の給水量は4回転/日とした。

\*2: 母藻は湿重量で水量1トン当たり1kgずつ入れた。

\*3: 日間増加率 =  $\{(\text{回収時の湿重量} \div \text{母藻の湿重量})^{(1/\text{日数})} - 1\} \times 100$  として計算した。

\*4: 補正日間増加率 = 日間増加率  $\times$  水深として求めた。

増加率として求めると、遮光率が増加するのに伴って、補正日間増加率が増加する傾向が伺われた。遮光率と補正日間増加率の関係を図Ⅱ-3に示した。遮光率と補正日間増加率には  $Y = 0.048X + 5.56$  ( $R^2 = 0.856$ ) の関係式が成立した。しかし、実際には天候を管理することはできないうえ、藻体の増殖率は温度とも密接な関係があると考えられるので、この関係式だけでフロリダ原産オゴノリの増加量を予想することはできない。ただ、本試験の結果からフロリダ原産のオゴノリの増殖は光量が強いほど良く、遮光は必要がないことがわかった。これは大量培養を行う上で、既存のナンノクロプシスの培養水槽を直接利用できるなどの利点でもあったと考えられた。



図Ⅱ-3 遮光率と補正日間増加率の関係

#### 4. 大型種苗に対する固形肥料の施肥効果試験

##### (1) 目的

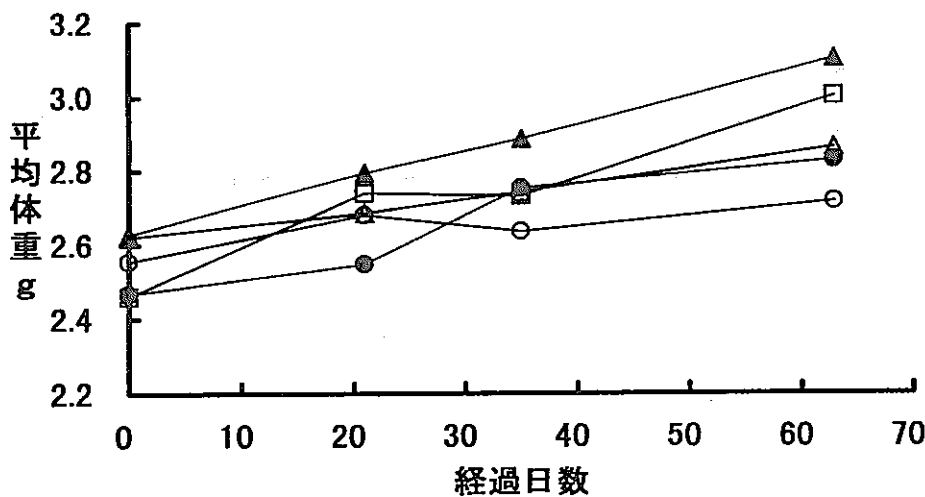
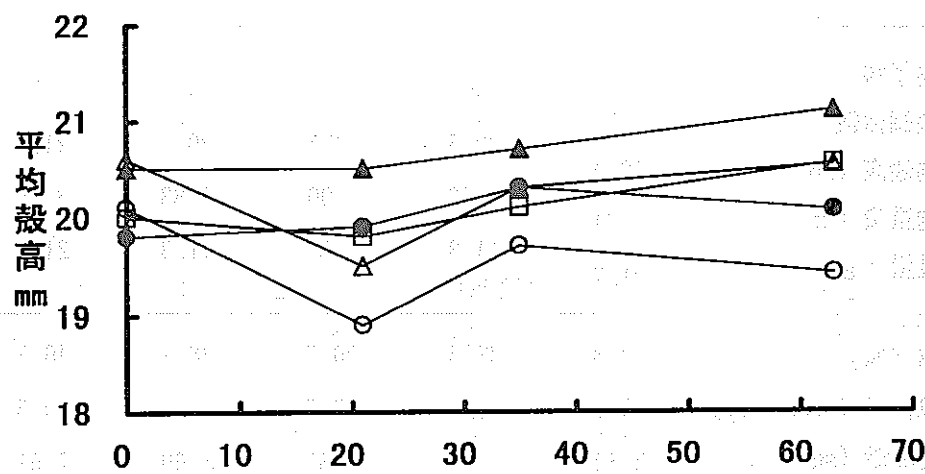
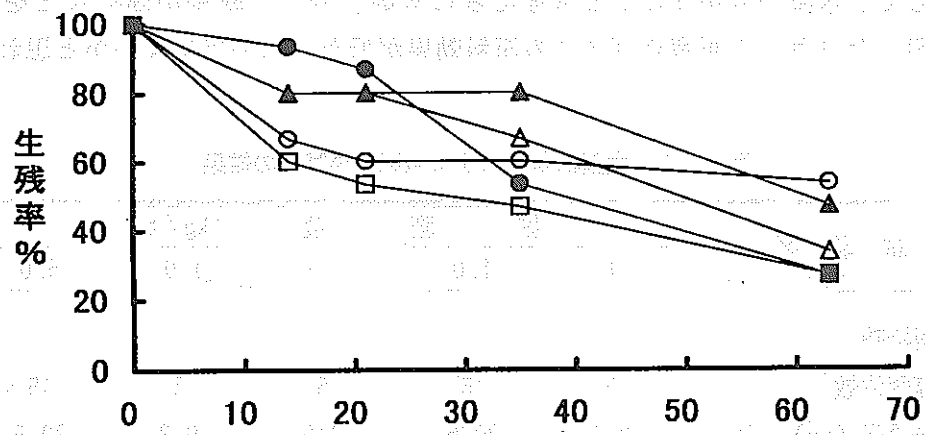
ヤコウガイの中間育成では海藻類を餌料に使用している。<sup>1-6)</sup>また、本報告で固形肥料のヤコウガイ稚貝に対する毒性とフロリダ原産オゴノリに対する増殖効果が明らかになったことから、大型種苗に対する固形肥料の施肥効果について検討した。

##### (2) 方法

試験はフロリダ原産オゴノリの増殖特性を考慮し、光量の強い屋外で行った。試験には図Ⅰ-6に示した容器を使用し、平板培養板は収容しなかった。海水の注水量は1日4回転になるように調整し、フロリダ原産オゴノリを50gずつ入れた。肥料には固形肥料を使用し、容器の実質水量から施肥量がトン当たり1kg、2kg、4kg、そして6kgの試験区を設けた。稚貝は平成9年度に生産した平均殻高20.2mmの個体を用い、各区15個体ずつ収容した。試験開始から14日後、21日後、35日後、そして63日後に稚貝を取りあげ、生残率、殻高及び体重を調べた。試験期間は平成10年3月13日から5月15日までの73日間であった。

##### (3) 結果及び考察

試験の結果を表Ⅱ-6、生残率と成長の推移を図Ⅱ-4に示した。生残率は試験開始から21日目までは53.3%以上を維持したが、試験終了時には26.7~53.3%の範囲と低い値になった。日間成長量は0区と1.0kg区では成長が認められず、他の区でも9.5μm以下と著しく低い値であった。日間増加量でも、8.57mg以下の低い値に留まった。以上のように、本試験では施肥による効果は認められなかった。ヤコウガイ稚貝の成長は餌料の種類<sup>17)</sup>、収容密度、<sup>5)</sup>及び水温などによって異なるが、紅藻類のモサオゴノリを給餌して、417個体/m<sup>2</sup>の密度で1年間飼育した場合の日間成長量は89.1μm、日間増加量は32.6mgであった。<sup>5)</sup>しかし、本試験の収容密度は187個体/m<sup>2</sup>と低いにもかかわらず、成長が悪かった。



○—0kg/t    △—1.0kg/t    □—2.0kg/t    ●—4.0kg/t    ▲—6.0kg/t

図II-4 固形肥料の施肥量別の生残率と成長の推移

この要因として、水温が低かったことも考えられるが、著しく成長が遅いことを考慮すると、餌料に用いたフロリダ原産オゴノリの餌料効果が低かったのではないかとと思われる。

図II-6 大型種苗に対する施肥効果試験の結果

| 試験区                                | 施肥量 (kg/t) |      |      |      |      |
|------------------------------------|------------|------|------|------|------|
|                                    | 0          | 1.0  | 2.0  | 4.0  | 6.0  |
| 試験開始時                              |            |      |      |      |      |
| 収容個体数                              | 15         | 15   | 15   | 15   | 15   |
| 平均殻高 (mm)                          | 20.1       | 20.6 | 20.0 | 19.8 | 20.5 |
| 平均重量 (g)                           | 2.55       | 2.62 | 2.46 | 2.47 | 2.63 |
| 総重量 (g)                            | 38.3       | 39.3 | 36.9 | 37.0 | 39.4 |
| 試験終了時                              |            |      |      |      |      |
| 生残個体数                              | 8          | 5    | 4    | 4    | 7    |
| 平均殻高 (mm)                          | 19.4       | 20.5 | 20.6 | 20.1 | 21.1 |
| 平均重量 (g)                           | 2.71       | 2.86 | 3.00 | 2.83 | 3.10 |
| 総重量 (g)                            | 21.7       | 14.3 | 12   | 11.3 | 21.7 |
| 生残率 (%)                            | 53.3       | 33.3 | 26.7 | 26.7 | 46.7 |
| 日間成長量 ( $\mu\text{m}/\text{day}$ ) | -10.7      | -1.0 | 8.8  | 4.2  | 9.5  |
| 日間増加量 (mg/day)                     | 2.53       | 3.81 | 8.57 | 5.69 | 7.51 |

## 5. フロリダ原産オゴノリの餌料効果試験

### (1) 目的

大量培養が可能なフロリダ原産オゴノリ<sup>19, 20)</sup>のヤコウガイ稚貝に対する餌料効果について検討した。

### (2) 方法

平成8年度に生産した稚貝の中から、平均殻高25.0~26.3mmの大型種苗を選別した。各稚貝を2mm目の籠(40cm×30cm×12cm)に収容し、上面をネットで覆い、FRP水槽(5t)の上面に吊り下げて飼育した。フロリダ原産オゴノリは沖縄県栽培漁業センターから搬入し、500ℓ透明ポリカーボネイト水槽に収容した。水槽に精密ろ過器を通した海水を貯め、液体肥料を規定量添加し、<sup>1)</sup>通気のみ止水状態で培養した。培養したフロリダ原産オゴノリは給餌量に応じて、適宜試験に用いた。対照区には紅藻類のクビレオゴノリと緑藻類のアナアオサを用いた。クビレオゴノリは名蔵湾内、アナアオサは当支場内の沈殿池から採取し、付着物やその他の海藻類を除去したのち試験に用いた。試験中は1週間毎に十分量の新しい海藻類を投与した。稚貝の重量は海水分を乾いたタオルで十分拭き取り、30分間風乾後に計量した。試験は平成9年5月20日から6月18日までの29日間であった。

### (3) 結果及び考察

餌料試験の結果を表II-7に示した。試験期間中の水温は24.7~28.3℃の範囲で、平均26.7±0.96℃であった。生残率は各区95%以上と高い値であった。日間成長量はクビレオ

表II-3 ヤコウガイ稚貝の食い上がり防止試験の結果

| 試験区                       | フロリダ原産オゴノリ |      | クビレオゴノリ |      | アナアオサ |      |
|---------------------------|------------|------|---------|------|-------|------|
| 試験区                       |            |      |         |      |       |      |
| 試験開始時                     | 20         | 20   | 20      | 20   | 20    | 20   |
| 収容个体数                     | 26.0       | 26.2 | 25.9    | 25.5 | 25.0  | 26.3 |
| 平均殻高(mm)                  | 5.34       | 5.18 | 5.07    | 4.80 | 4.59  | 4.59 |
| 平均体重(mg)                  | 0.30       | 0.29 | 0.29    | 0.29 | 0.29  | 0.25 |
| 肥満度(mg/mm <sup>3</sup> )* |            |      |         |      |       |      |
| 試験終了時                     |            |      |         |      |       |      |
| 生残个体数                     | 20         | 19   | 20      | 20   | 19    | 20   |
| 平均殻高(mm)                  | 26.7       | 26.6 | 27.9    | 27.3 | 25.5  | 27.0 |
| 平均体重(g)                   | 5.78       | 5.75 | 6.29    | 7.32 | 4.80  | 5.58 |
| 肥満度(mg/mm <sup>3</sup> )* | 0.30       | 0.31 | 0.29    | 0.36 | 0.29  | 0.28 |
| 生残率(%)                    | 100        | 95   | 100     | 100  | 95    | 100  |
| 日間成長量(μm/day)             | 24.1       | 13.8 | 69.0    | 62.1 | 17.2  | 24.1 |
| 日間増加量(mg/day)             | 15.2       | 19.7 | 42.1    | 86.9 | 7.2   | 34.1 |

\* : 肥満度 = BW (mg) / SL (mm<sup>3</sup>) の式で求めた。



ノリが65.6  $\mu\text{m}$ と最も高く、次にアナアオサの20.7  $\mu\text{m}$ 、そしてフロリダ原産オゴノリの19.0  $\mu\text{m}$ の順であった。日間増加量ではクビレオゴノリの64.5mg、次にアナアオサの25.7mg、そしてフロリダ原産オゴノリの17.5mgの順であった。フロリダ原産オゴノリとアナアオサ間には明瞭な差を認められなかった。

以上のように、大量培養が可能なフロリダ原産オゴノリ<sup>20)</sup>とアナアオサ<sup>21)</sup>はヤコウガイ稚貝に対する餌料価値がクビレオゴノリに比較して低いことがわかった。しかし、クビレオゴノリは低水温期の11月～3月の間は入手できないこと、餌料効果の明らかなモサオゴノリは平成8年の台風によって藻場が砂で埋没して採集できなくなったなど、天然海藻類のみを餌料として依存することは稚貝を計画的に生産する上で、限定要因になり得る。やはり、稚貝を安定して生産するにはヤコウガイ稚貝の対する餌料価値の高い海藻類の培養または保存方法について検討する必要がある。

## 6. 中間育成試験

### (1) 目的

平成9年度に生産した種苗を用いて中間育成を実施し、食害生物から捕食されにくい殻高25mmの大型種苗を2万個体生産することを目標とした。

### (2) 方法

中間育成は水槽内を二重底にした5t角形FRP水槽(1.2m×5m)を使用し、内側に5mm目のネットを張り、ネット上には塩化ビニール製200mmパイプを縦割りして30cmの長さで切断したシェルターを設置した。通気管には4.5mの塩化ビニール製30mmパイプを用い、5cm間隔で直径1mmの穴をあけ、ネット中央に配置して強めの通気を行った。水槽上には直径1.5mmの穴を5cm間隔であけた塩化ビニール製20mmのパイプを配管し、土日と祝祭日はタイマーで6時間ごとに水槽壁面に水道水を10分間散水して、這い上がってきた稚貝を落とした。平日は午前9時～10時と午後4時～6時の間に水道水を使用して、稚貝を水槽内に落とした。4月～10月までは紅藻類のクビレオゴノリ、11月～12月はマクリ、そして1月以降は緑藻類のアナアオサと培養したフロリダ原産オゴノリを餌料として用いた。ただし、アナアオサは約2cm角に藻体を切断して給餌した。底掃除は残餌や水槽底面の状況に応じて、適宜行った。試験期間は平成10年1月22日から平成11年3月5日までの407日間であった。

### (3) 結果及び考察

ヤコウガイの中間育成結果を表Ⅱ-8に示した。第1回目の放流は平成10年10月19日に行われ、9,103個体を取り揚げた。また、12月8日から平成11年2月16日までに第2回目の放流用稚貝4,998個体を取り揚げた。さらに、殻の強度や施肥量などの実験に稚貝773個体を使用した。3月5日には継続飼育中の稚貝を水槽から取りあげ、全数を数えた結果、9,274個体が生残していた。よって、今年度の生産数は24,148個体と生産目標の2万個体は越えることができた。また、今年度の生産数は過去最高であった平成9年度の20,083個体より良い結果であり、生残率でも23.7%と昨年度より高い値を示した。<sup>6)</sup>以上のように、今年度の中間育成は天候不順のため、放流時期の遅れや回数が少なかったのにもかかわらず、

生産数は過去最高の良い結果であった。この要因として、今年度は餌料価値の高い紅藻類のクビレオゴノリが大量に入手できたことを挙げられる。特に、第1回目の放流を行った

表Ⅱ-8 平成9年生産稚貝の中間育成状況

|                                    |                       |           |
|------------------------------------|-----------------------|-----------|
| 飼育開始月日                             | 平成10年1月22日            |           |
| 平均殻高 (mm)                          | 2.8                   |           |
| 収容個体数                              | 101,914               |           |
|                                    | 放流                    | 継続飼育      |
| 第1回放流稚貝の選別                         | 平成10年10月19日           |           |
| 飼育日数                               | 270                   |           |
| 平均殻高 (mm)                          | 25.3                  | 19.1      |
| 日間成長量 ( $\mu\text{m}/\text{day}$ ) | 83.3                  | 60.4      |
| 個体数                                | 9,103                 | 30,773    |
| 第2回放流稚貝の選別                         | 平成10年12月8日～平成11年2月16日 | 平成11年3月5日 |
| 飼育日数                               | 320～390               | 407       |
| 平均殻高 (mm)                          | 23.9～25.3             | 20.8      |
| 日間成長量 ( $\mu\text{m}/\text{day}$ ) | 54.1～70.3             | 44.2      |
| 個体数                                | 4,998                 | 9,274     |
| 通算の生残個体数                           | 24,148                |           |
| 通算の放流用稚貝数                          | 14,101                |           |
| 実験に使用した個体数                         | 773                   |           |
| 通算の生残率 (%)                         | 9,274                 |           |
|                                    | 23.7                  |           |

10月19日時点での生残数は39,876個体が生残し、平均の殻高は20.5mmと過去最高の生残と成長を示した。しかし、11月以降からはクビレオゴノリに比較して餌料効果の低いマクリとアナアオサを給餌したこと、<sup>6)</sup> 収容密度が高かったこと、<sup>5)</sup> そして低水温の影響で成長が緩慢になり、生残率も低下した。これらのことから、次年度はクビレオゴノリの入手が可能な10月までに出来るだけ多くの貝を放流するとともに、クビレオゴノリの凍結保存試験を実施し、低水温期の餌料の確保に努める計画である。

#### 参考文献

- 1) 玉城英信 (1996): 特定研究開発促進事業総括報告書。沖縄県, 57pp.
- 2) 玉城英信 (1994): 平成5年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書。亜熱帯磯根グループ, 沖26pp.
- 3) 玉城英信 (1995): 種苗生産・中間育成, 平成6年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書。亜熱帯磯根グループ, 沖1-19.
- 4) 玉城英信 (1996): 種苗生産・中間育成, 平成7年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書。巻貝グループ, 沖1-15.

- 5) 玉城英信 (1997): 種苗生産・中間育成, 平成8年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書, 巻目グループ, 沖1-15.
- 6) 玉城英信 (1998): 種苗生産・中間育成, 平成9年度地域特産種量産放流技術開発事業総括報告書, 巻目グループ, 沖10-20.
- 7) 日本分析化学北海道支部編 (1989): 水の分析, 化学同人, 504pp.
- 8) 千原光雄・原慶明 (1987): 餌料藻類の分類と培養, 昭和62年栽培漁業技術研修事業基礎理論コース, 餌料生物シリーズNo.2, 17pp.
- 9) 小林直正 (1933): 水汚染の生物検定増補版, サイエンティスト社, 249pp.
- 10) 勝俣亜生・玉城英信 (1989): 種苗生産技術開発, 地域特産種増殖技術開発事業報告書(タカセガイ), 亜熱帯磯根グループ, 7-32.
- 11) 江草周三 (1982): 魚病学辞典, 近代出版, 383pp.
- 12) 渡辺利明 (1998): 漁業生物学的特徴, 平成9年度地域特産種量産放流技術開発事業総括報告書, 巻目グループ, 沖1-9.
- 13) Kubo Hirofumi (1990): TOP SHELL (*Trochus niloticus*) GREEN SNAIL (*Turbo marmoratus*), AND TURBAN SNAIL (*Turbo argyrostomus*). *Aquaculture in Tropical Areas*, Midori shobo, 276-287.
- 14) 本川達夫 (1995): ゾウの時間ネズミの時間, 中公新書, 230pp.
- 15) 菊谷賢一・山川紘・小池康之 (1994): ヤコウガイの右腎臓開口部の性的二形による雌雄の判別, 貝雑 Vol. 53, No. 3, 245-249.
- 16) 福岡県 (1993): 平成4年度地域特産種増殖技術開発事業報告書, 巻目グループ, 23pp.
- 17) 玉城英信 (1994): 特定研究開発促進事業中間報告書, 沖縄県, 70pp.
- 18) 村越正慶 (1992): 中間育成技術開発試験, 平成3年度地域特産種増殖技術開発事業報告書, 亜熱帯磯根グループ15-25.
- 19) 当真武 (1994): オゴノリ類の陸上栽培試験(委託試験), 平成4年度沖縄県水産試験場事業報告書, 138-140.
- 20) 村越正慶 (1995): 海藻類の養殖試験, 沖縄県水産試験場事業報告書, 70-77.
- 21) 與那嶺盛次・新里喜信・大隅大・鈴木啓容 (1998): ウニ餌料藻類増殖試験, 平成8年度沖縄県水産試験場事業報告書, 83-89.

## 謝 辞

本試験を行うにあたって、日本海区水産研究所の林育夫博士、東京水産大学教授の山川紘博士にご指導頂いた。また、本研究を実施するにあたっては、支場長の川崎一男氏をはじめ職員の方々にご高配を頂いた。特に、水質の分析は主任研究員の大嶋洋行氏、種苗生産、中間育成では斉藤久美子氏(H9)、Pelson Moses氏(H9、海外漁業協力財団派遣研究員)、村上淳子氏(H10)と山本圭三氏(H10)に多大なるご人力を頂いた。記してここに感謝の意を表する。

### 第三章 放流技術開発

#### 1. 標識放流

##### (1) 目的

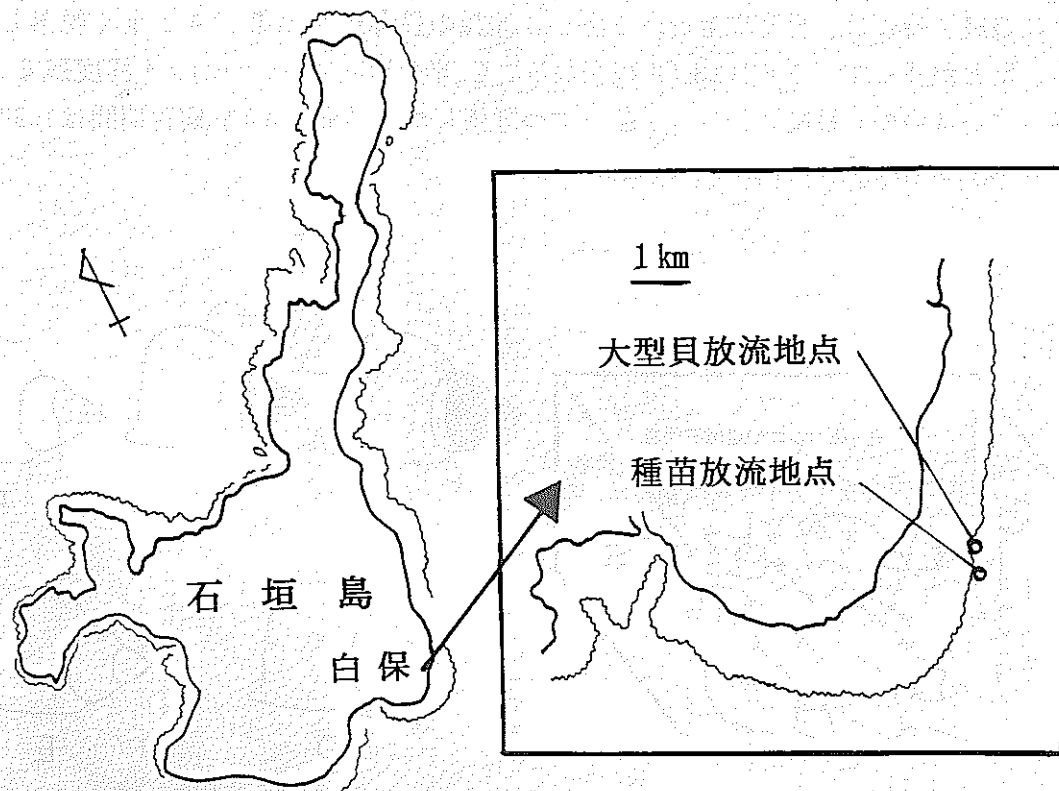
1993年度から行われてきたヤコウガイの放流環境調査や放流技術開発試験によって、種苗放流を行うのに最適な環境、最適放流サイズ、標識方法などがほぼ確立された。<sup>1)</sup>しかし、現在のところ、放流効果については明らかではないことから、昨年度に継続してヤコウガイ種苗の標識放流を行った。

また、ヤコウガイの放流効果を調べるためには天然貝の資源量を把握する必要があることから、漁獲サイズのヤコウガイを種苗の放流海域に標識放流した。

##### (2) 方法

1998年10月7日に、1997年生産貝の中から平均殻高25.3mmの種苗9,103個体を選び標識した。標識にはスチレン系樹脂と塗料の混合剤（着色ポリライト）で着色する方法<sup>1)</sup>を用いた。放流は、1998年10月19日に石垣島白保沖の水深約5～10mの礁斜面上部にスキューバダイビングで1個体ずつ岩の割れ目等に付着させて行った。

漁獲サイズのヤコウガイ（以下、大型貝と称する）には、種苗から養成した9～10歳の人工種苗37個体と天然から漁獲された貝25個体を用いた。それぞれの殻高は、人工種苗で94.2mm～118mm、天然貝で128mm～190mmの範囲で、平均104mm、163mmであった。標識には印字テープを水中ボンドで固定する方法を用いた。1998年9月23日にこれらのヤコウガイを石垣島白保沖の礁斜面上部に標識放流した。放流は種苗と同じ方法で行った。



図III-1 1998年のヤコウガイ放流地点

### (3) 結果及び考察

ヤコウガイ種苗及び大型貝の標識放流を行った地点を図Ⅲ-1に示した。放流現場は礁斜面上部の岩盤が隆起または陥没している複雑な地形であり、ヤコウガイとタカセガイの好漁場となっている場所である。今回の放流以降は波浪の影響により追跡調査ができなかった。今後、同海域に新たに種苗放流する際には、これらの標識放流群について追跡調査を行う計画である。また、大型貝についても今後ピーターセン法による天然貝の資源量推定を行う。

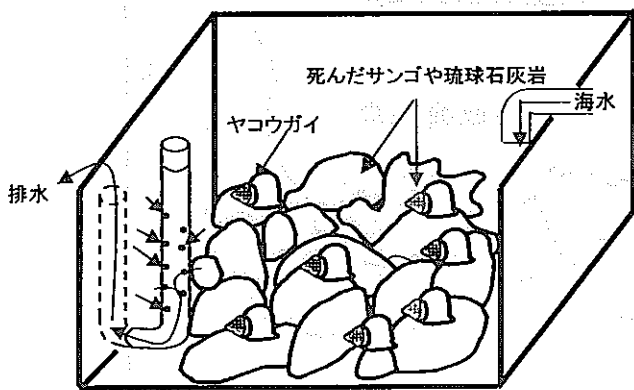
## 2. 標識脱落試験

### (1) 目的

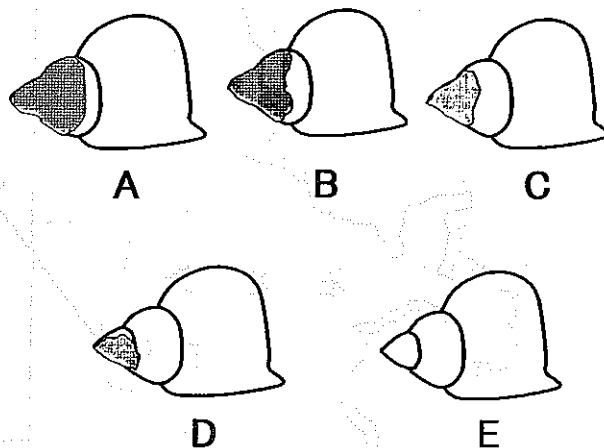
現在行っている着色ポリライトによる標識では、約800日後の標識残存率が約80%である。<sup>1)</sup>しかし、放流場所となっている礁斜面上部は岩の割れ目や穴などが多い複雑な環境であり、放流貝は移動の際に殻を周囲の岩などに擦り、標識が剥がれることも十分ありうる。そこで、放流用の種苗を用いて、標識の脱落について再度検討した。

### (2) 方法

1998年10月22日に、昨年度産の殻高25.3~35.0mmの種苗100個を着色ポリライトで標識した。飼育には1.5t容量の角形FRP水槽2基を使用した。飼育海水は1日に約3回転の流量で、<sup>2)</sup>十分な通気を施した。試験には死んだサンゴや3~10kgの琉球石灰岩で敷石した敷石区(図Ⅲ-2)と敷石していない平面区を設け、各区50個ずつ飼育した。餌料には、フロリダ原産オゴノリ、マクリ、アナアオサ等の海藻類を用いた。試験開始から1ヶ月の間は1週間毎に、その後は1ヶ月毎に種苗を取り出し、標識の有無を目視で調べた。また、試験終了時には、再度種苗を取り出して標識の残存の状態を、A:全く脱落していないか、殆どが残っている、B:3/4程度残る、C:半分程度残る、D:1/4程度残る、E:全く残っていないの5段階に分け、1個体ずつ評価した(図Ⅲ-3)。飼育期間は1998年10月22日から1999年2月11日までの99日間であった。



図Ⅲ-2 敷石区の水槽断面



図Ⅲ-3 標識脱落の状態

### (3) 結果及び考察

標識は、飼育開始から1週間目に敷石区で完全に脱落した種苗が1個体みられた他は、試験終了時まですべての個体で残存していた。

終了時の標識の状態を表Ⅲ-1に示した。敷石区では6個体がCとDのレベルで、完全に脱落している個体は1個体のみであった。これに対し、平面区ではすべてAとBのレベルで、このうち23個体は、脱落が全くみられなかった。この結果から、放流海域では、放流から約100日で個体によって部分的な標識の脱落がみられると考えられた。しかし、飼育環境と放流環境に底質等の違いがあることや、種苗の大きさによっても脱落率が異なることが考えられる。今後は標識した様々なサイズの種苗を用い、追試験を行うことによって、再度標識の脱落状況を調べる計画である。

表Ⅲ-3 標識脱落試験結果

| 標識の状態 | 敷石区 | 平面区 |
|-------|-----|-----|
| A     | 32  | 43  |
| B     | 10  | 8   |
| C     | 4   | 0   |
| D     | 2   | 0   |
| E     | 1   | 0   |

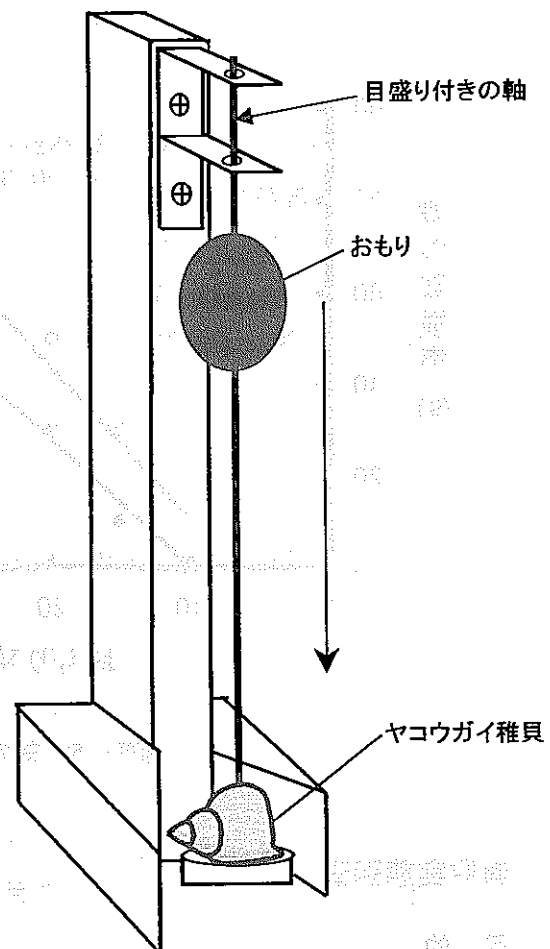
### 3. 殻の強度比較試験

#### (1) 目的

1995年度に行われた食害試験では、食害を受けた種苗の内、殻が粉碎または破損していたものが多くみられている。<sup>3)</sup>放流貝の最適な条件として、サイズの大きさに加え、殻の硬さもひとつの要素と考えられる。そこで、異なる餌料を与えて種苗を育成し、殻の強度の違いについて検討した。

#### (2) 方法

種苗の飼育は1998年5月27日に開始した。飼育には400ℓ容量の角形FRP水槽2基を使用した。それぞれの水槽内に5mm目のネットロンネットで作製した籠を水槽内に設置し、二重底とした。飼育海水は1日3回転の流量で穴の開いたパイプからシャワー状に注水し、底から排水した。通気は20mmパイプに25cm間隔で直径2mmの穴をあけたものを使用した。水槽に1997年度産の平均殻高12.0mmの個体を各区100個ずつ収容した。試験には海藻区と配合飼料区を設け、海藻区にはクビレオゴノリとフロリダ原産オゴノリを与え、配合飼料区は市販のアワビ用配合飼料のみを与えて飼育した。飼育期間中に平均殻高25.0mmに達した種苗を各試験区から70個ずつ殻の強度試

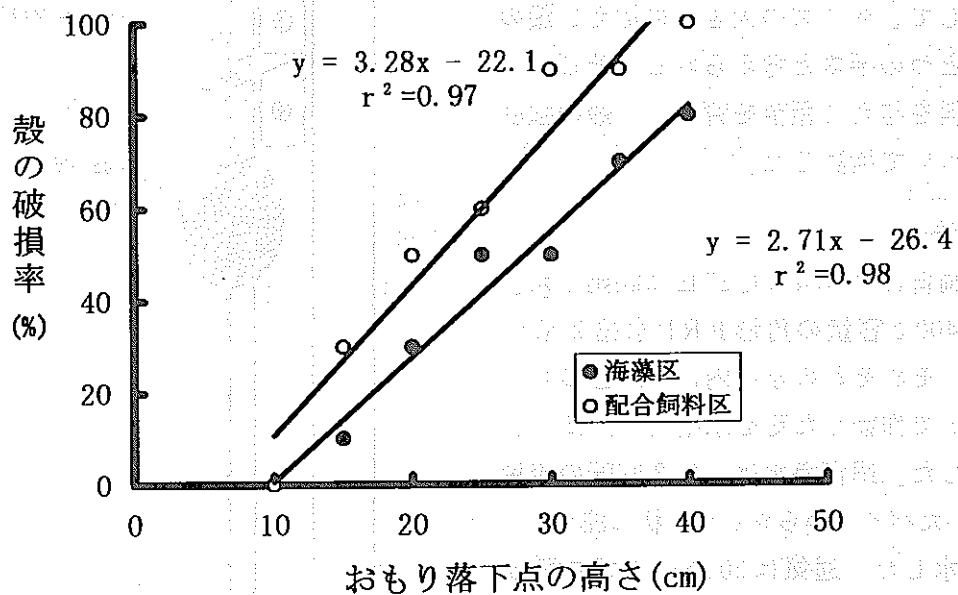


図Ⅲ-4 ヤコウガイの強度測定装置

験に供した。殻の強度は図Ⅲ-4に示した装置を使用し、172gの重りを10cm~40cmの範囲で5cmごとに高さを上げて、種苗の上に落下させて調べた。各高さで使用した10個体の内、殻にヒビが入った貝の割合を破損率として、海藻区と配合飼料区を比較した。

### (3) 結果及び考察

殻の強度比較試験結果を図Ⅲ-5に示した。殻の破損率は、10cmの高さから落下させた場合どちらも0%であったが、15cm以上では、海藻区で29個体、配合飼料区で42個体の殻が破損した。また、両区共に重りの高さで殻の破損率の間に相関がみられ、海藻区では相関係数が0.98、配合飼料区では0.97となった。15~40cmでは、各高さにおいて配合飼料区の破損率が海藻区を上回った。破損率の平均は配合飼料区で52.5%、海藻区では36.2%となり、配合飼料区で有意に高い結果となった ( $p < 0.05$ )。これらのことから、ヤコウガイの殻は、海藻区が配合飼料区に比べ硬くなることが示された。サザエでは、天然域飼育貝の殻が水槽飼育貝に比べて重く、殻も硬いことが明らかにされている。また、この原因として、餌料から摂取する成分の種類や量の差が指摘されている。<sup>4)</sup> 本試験の結果でもヤコウガイ稚貝の殻の強度が餌料によって影響を受けることが明らかとなった。このことは、海藻区のほうが配合飼料区よりも食害生物による被食を免れやすい可能性があることを示唆している。今後、殻の強度と食害生物の関係について、食害試験等により検討する必要がある。



図Ⅲ-5 殻の強度比較試験結果

## 4. 漁業実態調査

### (1) 目的

ヤコウガイの漁業実態を把握するため、1998年の沖縄県全体及び八重山海域におけるヤコウガイの総漁獲量と平均単価について調べた。

## (2) 方法

1998年の沖縄県におけるヤコウガイの総漁獲量と平均単価を、各漁協の取り扱いを集計した沖縄県水産試験場の漁獲統計に基づいて推定した。八重山海域における漁獲量と平均単価については、貝類仲買業者及び漁業者を対象に行った聞き取り調査結果と、1998年の8月より開設された八重山漁協市場の取り扱い記録より推定した。

## (3) 結果及び考察

沖縄県におけるヤコウガイの漁獲量は1996年以降急増し、<sup>1)</sup>1998年の漁獲量は5,746 kgで、前年の5,780 kgと同じ水準を保っていた。一方、八重山海域で漁獲されたヤコウガイを取り扱っているのは、主に八重山漁協と貝類仲買業者3件であった。八重山海域の漁獲量は、1990年以降は300～800 kgの範囲で推移しており、1998年には638 kgと、前年の389 kgよりも増加し、<sup>1)</sup>県全体の11.1%を占めた。1998年のヤコウガイの平均単価は、県全体では1,521円と、前年の1,592円よりも下落した。一方、八重山海域では、漁協市場では1,523円と、県全体と同じ水準であった。貝類仲買業者では620円と、前年の675円よりも下落した。

## 5. 漁獲物調査

### (1) 目的

ヤコウガイの漁獲状況を把握し、1994年以降継続的に標識放流されている放流貝の混獲状況を調べることを目的とし、漁業者と貝類仲買業者を対象に漁獲物調査を行った。

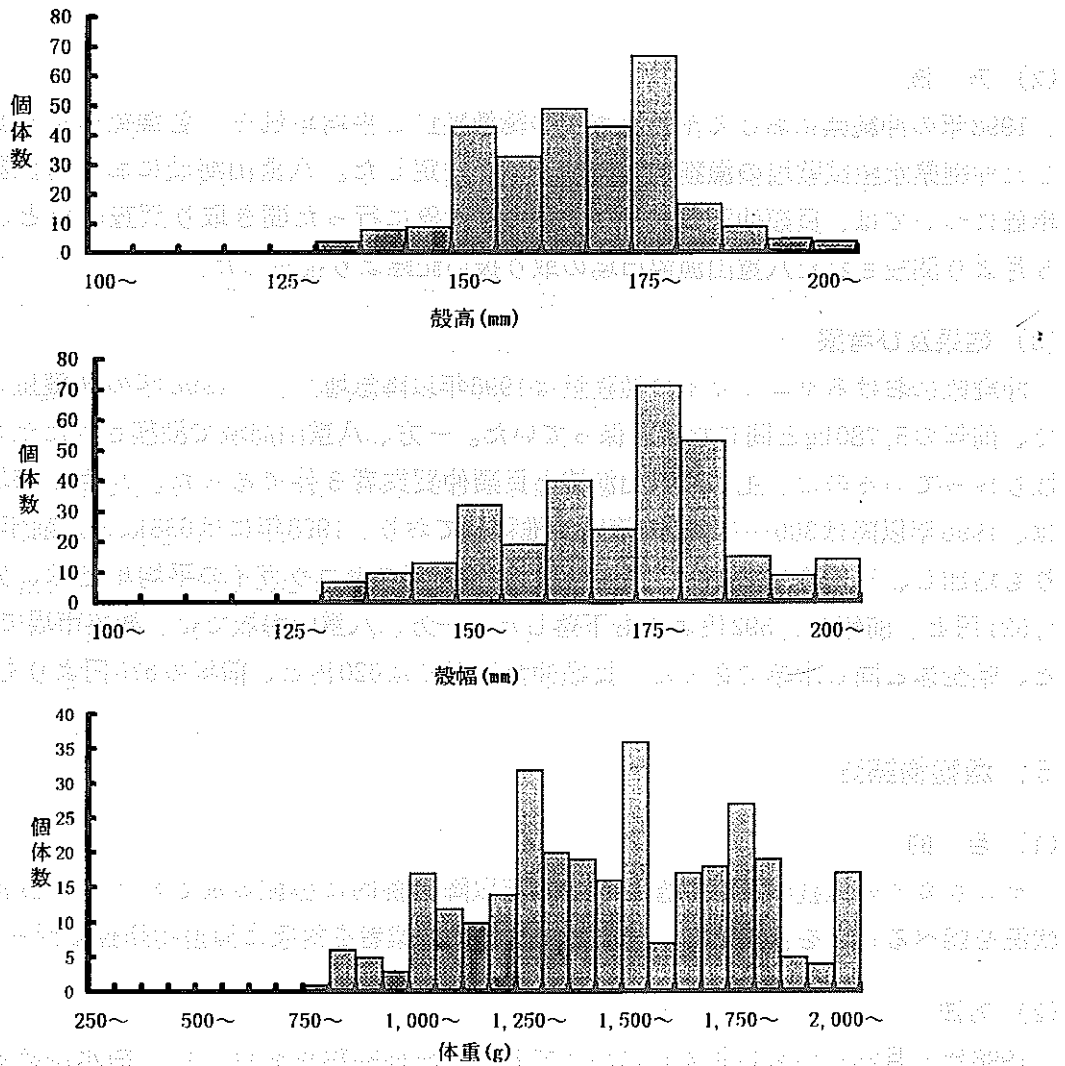
### (2) 方法

1998年5月25日から11月4日にかけて8回、漁獲物調査を行った。潜水漁業者と貝類仲買業者によって集荷されたヤコウガイ計291個の、殻高、殻幅及び体重を測定した。殻のみの個体は、1993年に種苗生産員及び天然貝を用いて求められた式  $BW=0.0004SH^{2.94}$  ( $n=727, SH:4-200mm, R^2=0.853$ )  $BW$ : 体重 (g)  $SH$ : 殻高 (mm) <sup>2)</sup> より殻高から体重を推定した。測定された貝は、ワイヤブラシで殻の頂部を研磨し、標識 (アロンアルファまたは着色ポリライト) の有無を調べた。

### (3) 結果及び考察

1998年に八重山海域で漁獲されたヤコウガイの殻高、殻幅及び体重の分布を図Ⅲ-6に示した。殻高は139～204 mmの範囲で平均値は169 mm、モードは175～180 mmであった。漁獲物は殻高150～180 mmの個体が多く、全体の80.7%を占めた。殻幅は137～200 mmの範囲で平均値は170 mm、モードは175～180 mmであった。体重は790～2,050 gの範囲で平均値は1,463 g、モードは1,500～1,550 gであった。漁獲物調査を行ったヤコウガイの総重量は432 kgであり、これは八重山海域における漁獲量の67.9%であったが、殻の頂部に標識のある固体は発見できなかった。過去に再捕された放流貝の成長から、殻高30 mmで放流した種苗は、放流から4年後に140 mmに達する可能性が示唆されている。<sup>1)</sup> 今回の調査結果では、殻高が150 mm以上の漁獲物が多かった。従って、今後、放流貝の多くが漁獲対象となることが期待される。





図Ⅲ-6 ヤコウガイの漁獲サイズ

## 6. 資源量調査

### (1) 目的

種苗放流後の資源量の変動はアワビ類<sup>5)</sup>やホタテガイ<sup>6)</sup>等で明らかにされており、何れにおいても放流後の漁獲量が増加している。一方、ヤコウガイでは、これまでの種苗放流が八重山海域の資源量にどの程度影響しているか明らかではない。そこで、ヤコウガイの資源量を把握し、放流効果を明らかにすることを目的に、八重山海域の12カ所における漁獲個体数について調べた。

### (2) 方法

1997年度から潜水漁業者1名に依頼していた操業日誌の記録をもとに、八重山海域の12カ所におけるヤコウガイの漁獲個体数を調べた。また、これら12カ所における1日当たりの漁獲個体数について1997年と1998年を比較した。

### (3) 結果及び考察

八重山海域におけるヤコウガイ漁場を図Ⅲ-7に示した。また、漁業者の操業記録から得られた漁場別の1日当たりの漁獲個体数を図Ⅲ-8に示した。1日当たりの漁獲数は、1カ所の漁場における漁獲数を、その漁場でヤコウガイが捕れた日数で除することにより

求めた。1997年の操業期間は5月17日～9月12日で、ヤコウガイが獲れた日数は17日、1998年の操業期間は5月25日～9月5日で、ヤコウガイが獲れた日数は21日であった。漁獲個体数はA、D、G、I、Lの5カ所では前年に比べ増加し、B、C、Eの3カ所では減少した。これまでにヤコウガイの種苗放流を行ってきたのはA、B、Cの3カ所であるが、このうち1998年の漁獲個体数が前年よりも増加したのはAのみであった。また、全ての漁獲物について標識の有無を調べたところ、1998年にA付近で漁獲されたヤコウガイのうち、標識が確認された放流貝は1個体のみであった。放流貝は、1995～1997年の間にA付近で10個体と、県水産試験場八重山支場のある川平近海で13個体再捕されており、何れも1994年に放流したものであった。<sup>1)</sup>これらのことから、八重山海域において1998年の漁獲量が前年よりも増加したことに対しては、これまでの種苗放流が影響しているとはいえない。この調査は次年度も継続し、八重山海域の資源量の変動について再度検討する予定である。

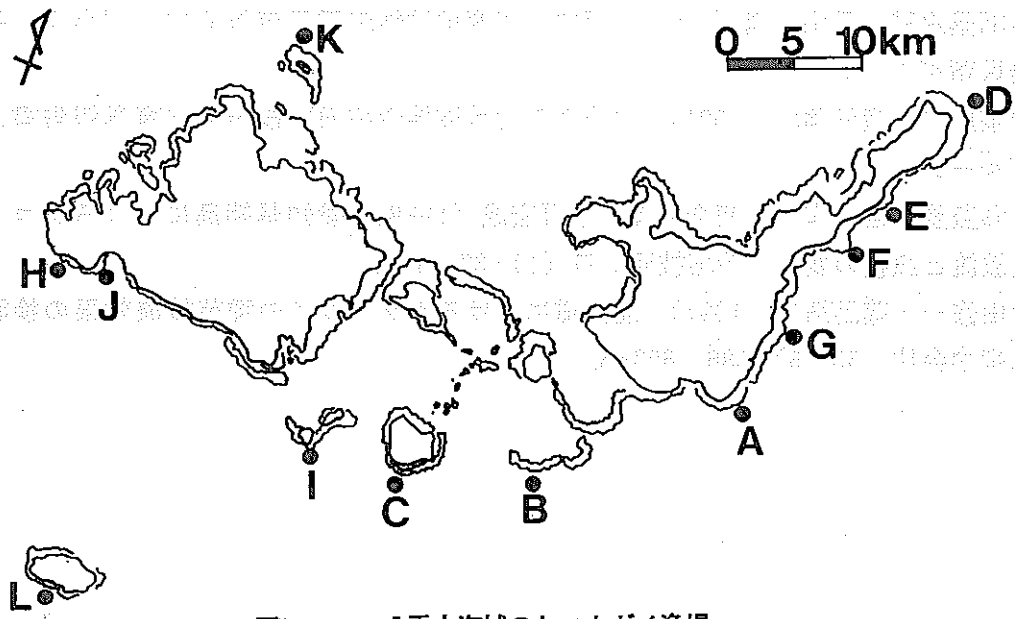
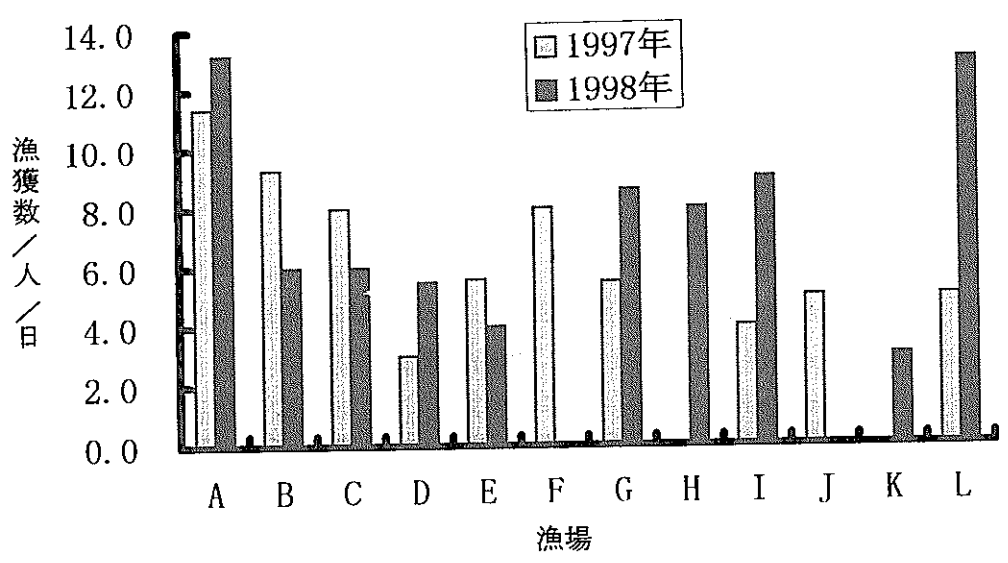


図 八重山海域のヤコウガイ漁場



図Ⅲ-8 八重山海域における漁場別漁獲数

## 謝 辞

本研究に終始懇切なご指導を賜った沖縄県水産試験場八重山支場川崎一男場長、また、貴重な資料を快く提供して頂き、多数の御助言を賜った沖縄県水産試験場鹿熊信一郎主任研究員に深甚な謝意を表す。また、本研究の実施に際し、多大なご協力を賜った兼村憲次氏並びに満名克彦氏、具志堅キヨ氏に深く感謝申し上げる。

## 参考文献

- 1) 沖縄県水試八重山支場 (1998) : 平成 9 年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書, 巻貝類グループ
- 2) 沖縄県水試八重山支場 (1994) : 平成 5 年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書, 亜熱帯磯根グループ
- 3) 沖縄県水試八重山支場 (1996) : 平成 7 年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書, 巻貝類グループ
- 4) 神奈川県水産試験場 (1991) : 平成 2 年度地域特産種増殖技術開発事業報告書, 巻貝類グループ
- 5) 柳澤豊重・吉村憲一・河合秀登・水野宏成 (1988) : 愛知県篠島におけるクロアワビ稚貝放流と漁獲の変化, 栽培技研, 17 (1) : 37-47pp.
- 6) 北田修一・藤島浩晃 (1997) : 北海道におけるホタテガイの種苗放流効果の検討, 日本水産学会誌, 63 (5) ,686-693pp.