

アワビ種苗放流マニュアル

〈 H24 年度 改訂版 〉

平成 25 年 1 月

三重県水産研究所

目次

・ 三重県のアワビ類	・ ・ ・ ・ ・ 1
・ アワビ類の生活史	・ ・ ・ ・ ・ 2
・ 三重県におけるアワビ類の漁獲動向	・ ・ ・ ・ ・ 4
・ アワビ種苗放流の状況	・ ・ ・ ・ ・ 5
・ アワビ種苗放流の目標	・ ・ ・ ・ ・ 6
・ アワビ種苗の放流効果の現状	・ ・ ・ ・ ・ 7
・ アワビ種苗の放流方法	・ ・ ・ ・ ・ 8
(1) 放流時期	・ ・ ・ ・ ・ 8
(2) 放流場所	・ ・ ・ ・ ・ 8
(3) 放流種苗の種類と大きさ、放流量	・ ・ ・ ・ ・ 10
(4) 放流方法と注意点	・ ・ ・ ・ ・ 11
(5) 害敵駆除	・ ・ ・ ・ ・ 12
・ 放流後の磯の手入れ	・ ・ ・ ・ ・ 16
・ アワビ種苗の放流効果を調べる	・ ・ ・ ・ ・ 17
・ アワビを増やすために必要なこと	・ ・ ・ ・ ・ 22
・ 参考文献	・ ・ ・ ・ ・ 23
・ 付録（種苗放流チェックシート・放流効果調査シート）	・ ・ ・ ・ ・ 24

三重県のアワビ類

アワビとは、軟体動物門・腹足綱・古腹足目・ミミガイ科に分類される巻貝です。三重県で漁獲されるアワビ類のうち大型のものは、クロアワビ *Haliotis discus discus*、メガイアワビ *Haliotis gigantea*、マダカアワビ *Haliotis madaka* の3種です(写真1)。産地市場では、メガイアワビとマダカアワビは区別されることなく、2種をあわせて「赤アワビ」もしくは「白アワビ」として取引されています。三重県においてアワビ類は、磯根資源のなかでも特に重要な水産資源として位置づけられており、平成14年には三重ブランドにも認定されています。また、海女による潜水アワビ漁は鳥羽志摩地域を代表する漁村風景として広く認知されており、地域の活性化に貢献しています。



クロアワビ

メガイアワビ

マダカアワビ

写真1. 三重県で漁獲される3種の大型アワビ類

アワビ類3種の一般的な特徴

クロアワビは、3種の中では貝殻が比較的長い楕円形で幅が狭い形をしており、殻の渦の頂点(螺頂)が上向きに高く上がっているのが特徴です。肉の色は、黄色または緑色をおびた黒色で、軟体部の側面(上足部)は密な樹状構造になっています。成貝の生息域は、潮下帯からアラメ、カジメ群落の分布域で、3種の中では最も浅いです。

メガイアワビは、貝殻が比較的円形に近い形状で、殻の表面には凹凸が少ないのが特徴です。また、螺頂から殻の外縁に向かって伸びる規則的な放射状の筋(螺脈)が目立ちます。肉は淡いクリーム色をしており、上足部の突起はクロアワビほど複雑ではありません。成貝の生息域は、クロアワビよりはやや深いアラメ、カジメ群落域です。

マダカアワビは、3種の中では、最も大型になる傾向がある種類です。貝殻の表面には、深い溝が刻まれ、凹凸の強い形状をしています。また、呼水孔(穴)が高く突出することも大きな特徴です。肉は褐色やビワ色で、上足部の突起は単純です。成貝の生息域は、3種の中では最も深い場所になります。

遺伝学的な観点からこれらの3種をみると、クロアワビとマダカアワビは極めて近い種類であるといわれています。そのため、これらの種のハイブリッド(雑種)が生まれることがあるということもわかっています。

アワビ類の生活史

アワビ類（クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビ）の生活史を図1に示します。アワビ類の産卵期は、秋から初冬（10月～12月）となっています。アワビ類は雌雄異体で、生殖巣の色の違いで雌雄を見分けられます。生殖巣は肝臓角状部の周囲に発達し、雄の生殖巣は淡い黄色、雌は深緑色をしています。天然海域での産卵は、時化など海況の変化をきっかけに起こるとい説もありますが、詳しくはわかっていません。種苗生産の現場では、紫外線の照射海水が産卵誘発に使われています。産み出される卵は、緑色で直径0.2～0.3mmの球形で、緑色の分離沈性卵です（写真2-(a)）。産み出される卵の数は、雌の大きさにもよりますが1回で数百万粒となります。

受精卵は、15時間程度（水温20℃前後）でトロコフォア幼生としてふ化します。その後、ベリジャー幼生となり海中を浮遊するようになります（写真2-(c)）。浮遊幼生は餌を食べず、海流に流されながら4～7日程度分散し、無節サンゴモに覆われた小型の転石帯に着底し稚貝となります（写真2-(d)）。

転石に着底した稚貝は、珪藻や小型の藻類を摂餌しながら成長します（写真2-(e)）。殻長が1cmを超えると、成貝と同じようなアラメやカジメの葉片なども食べられるようになり、生息場所もより大きな転石や岩盤へと移っていきます。このように、稚貝は成長にともなって生息場や餌を変化させながら、成貝となります。

アワビ類の成長は非常にゆっくりで、年齢ごとの殻長は一般的に1才で2～3cm、2才6～7cm、3才9～10cm、4才11～12cm、5才12～13cmとなります。成貝として成熟するのは、3才頃と考えられます。

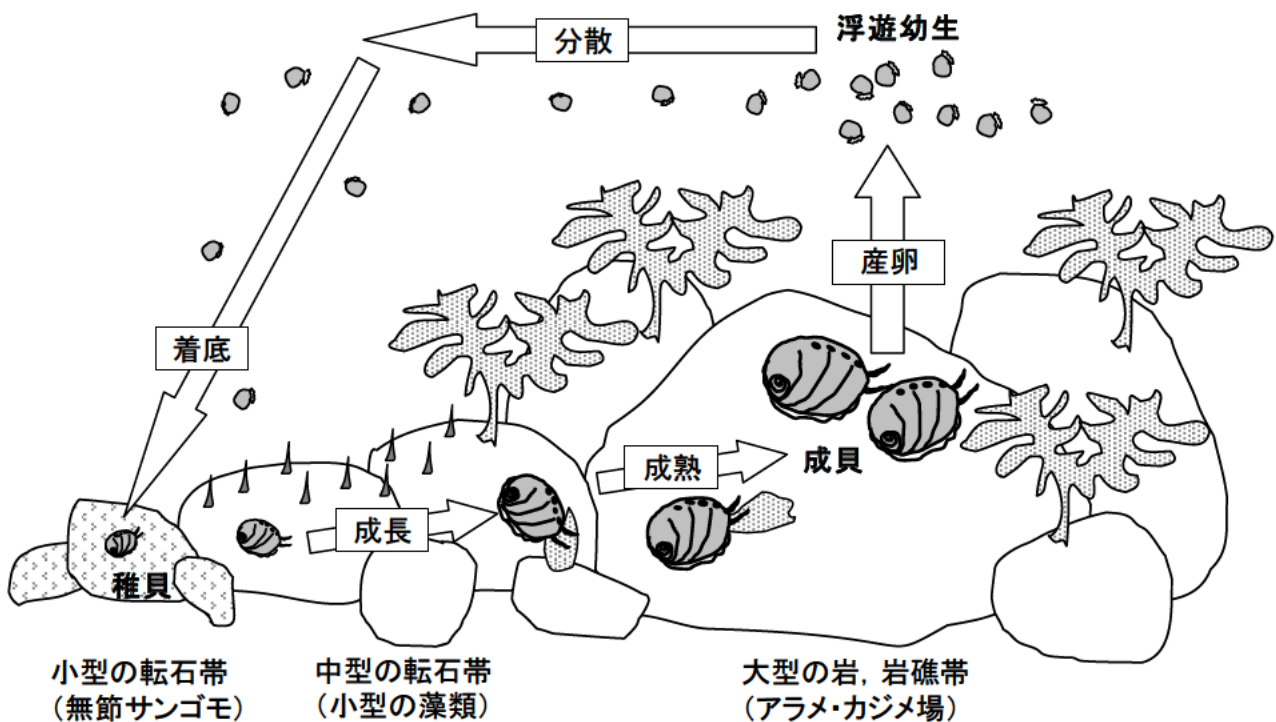


図1. アワビ類の生活史

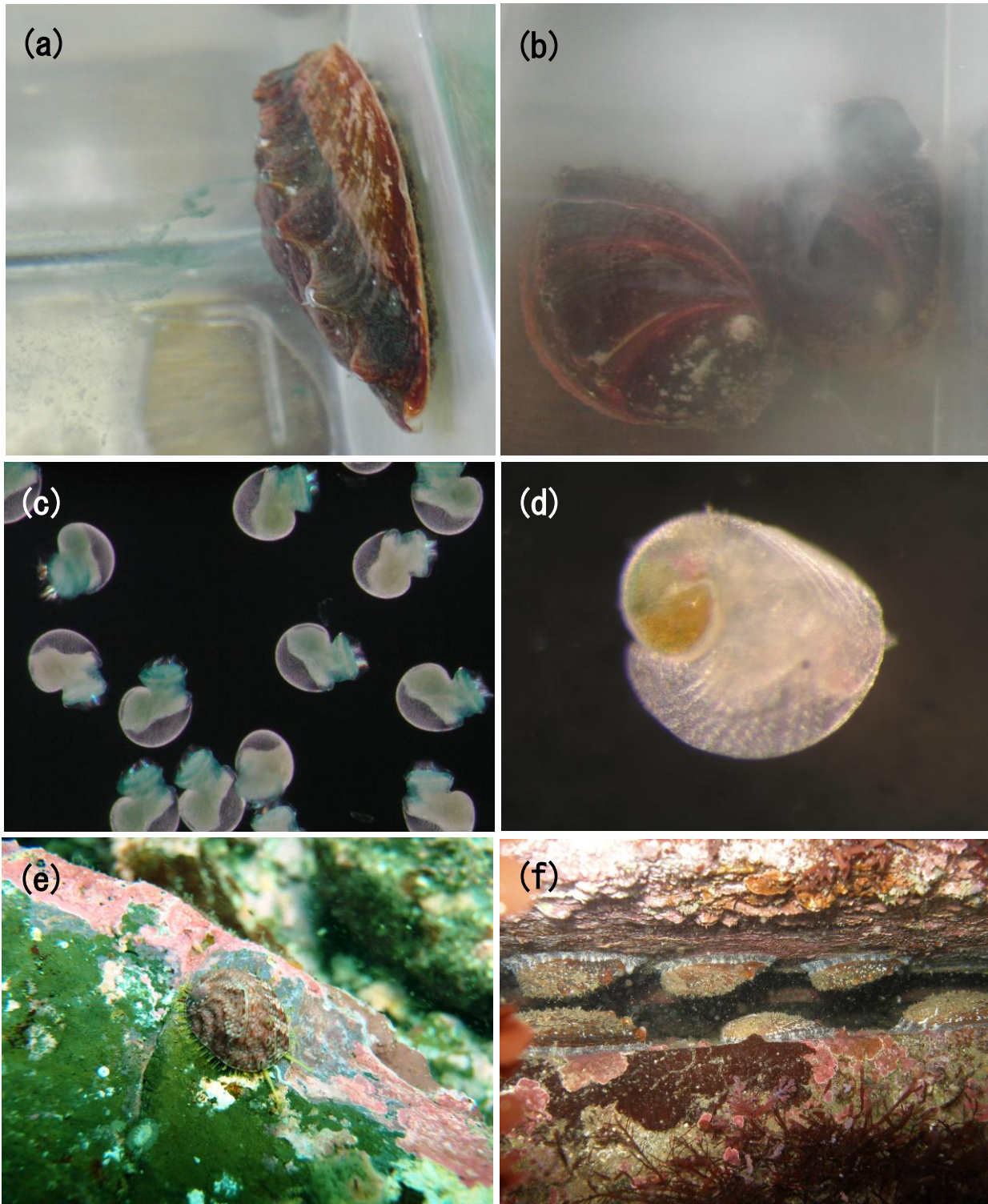


写真2. アワビ類の産卵から成長の様子

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| (a) 雌による産卵（緑色の卵） | (b) 雄による放精（白い霧のような精子） |
| (c) 浮遊幼生（殻長約0.3mm） | (d) 着底直後の稚貝（殻長約0.5mm） |
| (e) 転石で育つ稚貝（殻長12mm） | (f) 岩の隙間に集まる成貝 |

三重県におけるアワビ類の漁獲動向

三重県全体におけるアワビ類の漁獲量は、過去には約 15～20 年周期の増減がみられ、増加時のピークである昭和 25 年には 517 トン、昭和 41 年には 751 トン、昭和 61 年には 457 トンを記録しました（図 2）。しかし、昭和 61 年以降は、それまでみられていたような周期的な増減はみられなくなり、ほぼ一貫して漁獲量は減少しています。その結果、平成 21 年の漁獲量は 91 トンと、最も多かった昭和 41 年の約八分の一にまで減少しています。

昭和 30 年から平成 18 年までの期間で地域別にみると、鳥羽と志摩をあわせた漁獲量が県全体の 80%以上を占めていることがわかります。しかし、近年は両地域とも漁獲量は減少しており、特に鳥羽における漁獲量の減少が著しくなっています。

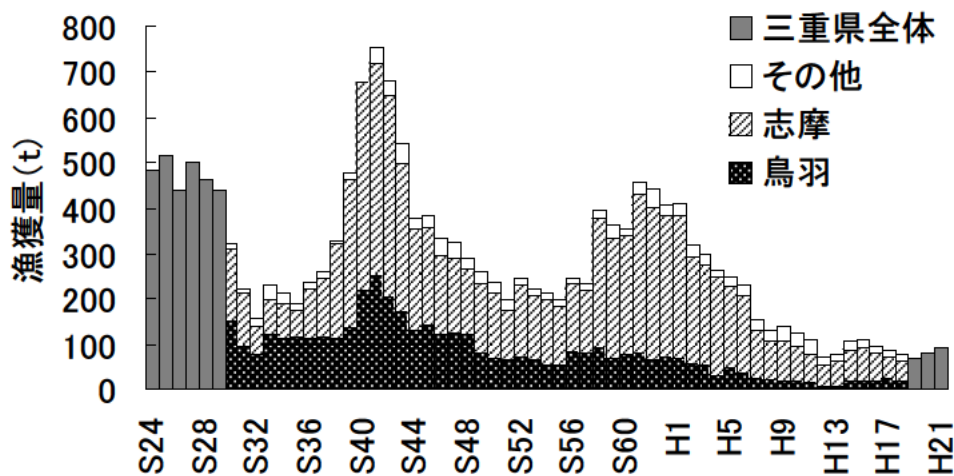


図 2. 三重県のアワビ類漁獲量の推移
(昭和 30 年から平成 18 年までは地域別に漁獲量を示す)

三重県でのアワビ類の漁獲時期や漁獲しても良い大きさは漁業調整規則で定められており、漁期は 1 月 1 日～9 月 14 日、大きさ（殻長）は 10.6cm 以上となっています。ただし、地区によっては、更に厳しい規則を設けて、アワビ資源の保護に取り組んでいます。

【三重県漁業調整規則によるアワビ漁の取り決め】

漁 期 : 1 月 1 日 - 9 月 14 日

漁獲制限殻長 : 10.6cm 以上

アワビ種苗放流の状況

漁獲量の維持・増大を目指し、三重県では昭和 50 年代からアワビ種苗の生産と放流が開始され、近年では毎年 60～100 万個体ほどが放流されています（図 3）。放流するアワビ種苗の種類は、近年はクロアワビ種苗の生産過程で発生するへい死の影響もあり、メガアワビ種苗が主流となっています。

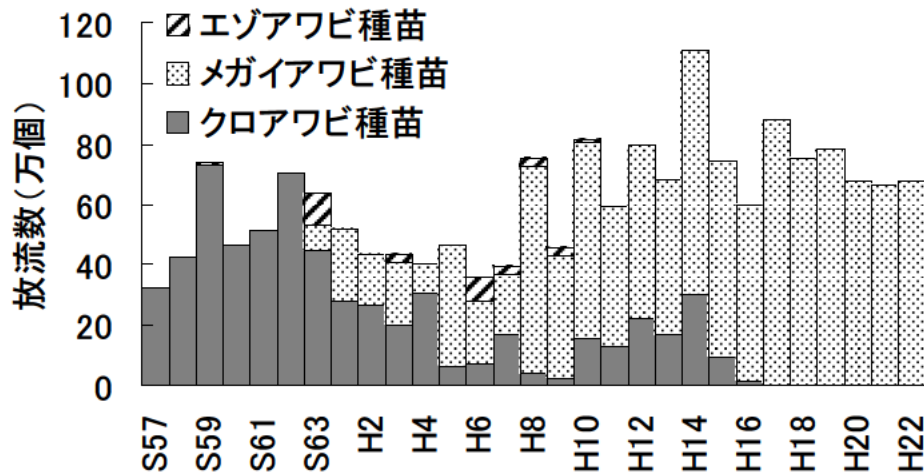


図 3. 三重県におけるアワビ種苗の種ごとの放流数の推移

このように、毎年多くのアワビ種苗が放流されており、漁獲量の底支えの点からも種苗放流の重要性は高まってきています。

アワビ栽培漁業

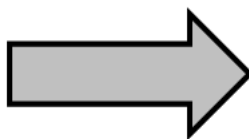


【人工生産したアワビ種苗】
(特徴) 殻が緑色

種苗単価

殻長	円/個体
15mm	15円
20mm	25円
25mm	45円
30mm	50円

アワビが育つ
海へ放流



放流の 2～8 年後に
大きく育った放流貝を漁獲

3cm の種苗を 1 万個放流するならば、
種苗代金だけで 50 万円かかります。

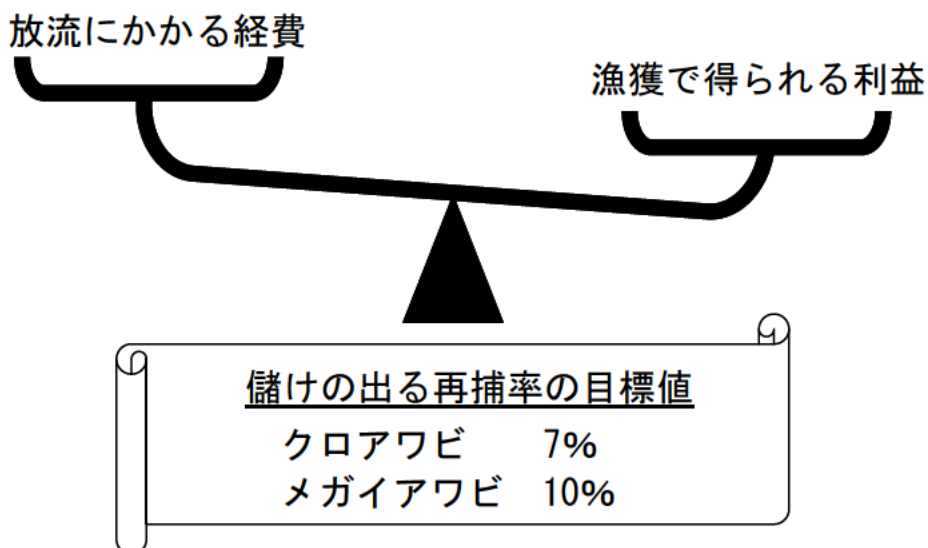
アワビ種苗放流の目標

種苗放流には、経費がかかっており、それを上回るだけの漁獲を実現することが重要です。

種苗放流の経費に見合うだけの漁獲を行うためには、放流した種苗のうち、どの程度を漁獲すればよいのでしょうか。以下で、その目標について述べてみます。ただし、ここで述べる目標には、いくつかの仮定条件が含まれています。仮定条件は2つあり、1つ目は、放流したアワビ種苗を殻長12cm（体重約220g）で漁獲すること、2つ目は、市場での取引単価がクロアワビは8000円/kg、メガイアワビは6000円/kgであることです。この条件のもとで、最低限の経費である種苗代金に見合うだけの漁獲を達成しようとする場合、その再捕率（放流した種苗のうち漁獲できた割合）は、クロアワビでは約3%、メガイアワビでは約4%になります。クロアワビとメガイアワビで再捕率の値が異なるのは、おもに取引単価の違いによります。つまり、取引単価の高いクロアワビは、メガイアワビより多少再捕率が低くても、種苗代金を回収できるというわけです。

放流した種苗のうちクロアワビで3%、メガイアワビで4%を漁獲できた場合は、少なくとも種苗代金にかかったコスト分は回収できたことになります。しかし、これでは利益の出る『もうかる種苗放流』とは言えません。もうかる種苗放流を目指すならば、最低限のこれらの値を超えて、目標を高くもつ必要があります。

このマニュアルでは、高い種苗放流効果、もうかる種苗放流を目指して、最低限のコストである種苗代金の2.5倍の水揚げ金額を目標とします。これだけ漁獲することができれば、種苗代金の他ににかかる漁場の維持管理、販売などの経費もカバーでき、経済効果の高い放流事業と考えられます。種苗代金の2.5倍の水揚げ金額を実現するための再捕率の目標値は、クロアワビでは7%、メガイアワビでは10%となります。



※ 殻長3cmのクロアワビ・メガイアワビ種苗を各1万個体放流し（種苗経費50万円）、クロアワビで700個体（7%）、メガイアワビで1000個体（10%）を漁獲できた場合、その水揚げ金額はそれぞれ約125万円となり、75万円の利益となります。

アワビ種苗の放流効果の現状

三重県水産研究所と三重県栽培漁業センターでは、放流した種苗がどの程度漁獲されているのか、放流効果について、長年にわたり調査を実施してきました。

その結果、アワビ種苗の再捕状況、つまり漁場に存在するアワビのうち放流貝が占める割合（混獲率：漁場から漁獲してきたアワビのうち放流貝が占める割合）や放流した種苗のうち漁獲できた割合（再捕率）が徐々に明らかになってきました。

混獲率は、漁場や放流の状況などによって大きく変動します。例えば、県内Z漁場（投石による造成漁場）では約90%に達しており、漁場にいるのはほとんどが放流貝ということが判明しました。つまり、極端に言えば、放流をしていなければ、漁獲量は10分の1になる可能性になります。一方、天然漁場である県内X漁場では、天然貝が比較的多く分布するため、混獲率はそれほど高くはなく、5~10%程度でした。しかし、種苗放流を行うと、その後数年間は放流貝の漁獲が相対的に多くなるため、混獲率が50~75%まで上昇しました。混獲率の一般的な傾向としては、造成漁場で高く、天然漁場で低いということがあげられます。

再捕率については、放流した年度や漁場、種苗の種類（クロアワビかメガイアワビか）で大きく異なることがわかってきました。例えば、県内X漁場（天然漁場）では平成4年から12年間連続で毎年1万個体ずつの種苗放流を行ったのですが、放流した年度によって2%くらいしか再捕できないときもあれば、15%を超える高い再捕率のときもありました。また、漁場による効果の違いも大きく、県内Y漁場（造成漁場）では、X漁場（天然漁場）をはるかに上回る45%も再捕できたという例もありました。また、放流する種苗の種類による違いとしては、同じ時、同じ漁場に放流した種苗でも、クロアワビ種苗は3%程度の再捕率であったのに対し、メガイアワビ種苗は20%近くの再捕率が得られたという例があります。以上の結果をまとめると、放流効果は、天然漁場よりも造成漁場が、クロアワビ種苗よりもメガイアワビ種苗のほうが高くなる傾向があります（表1）。

表1. 漁場と種ごとの再捕率（複数の放流群の平均値）

	クロ種苗	メガイ種苗
鳥羽市 X漁場 (天然漁場)	3.7	5.6
志摩市 Y漁場 (造成漁場)	2.5	20.1
志摩市 Z漁場 (造成漁場)	0.9	12.8

今後もアワビの栽培漁業を持続して展開するためには、上記の結果を考慮に入れながら、漁業者自らが積極的に放流効果を調査し、それぞれの地区において、放流効果の高い漁場を見つけ出す必要があると考えられます。

アワビ種苗の放流方法

種苗放流で大事なことは、丈夫でよい種苗を、適切な時期に、適切な場所に、適切な方法で放流することです。また、放流した後、種苗がうまく育っていきけるような環境を作ってやることも忘れてはなりません。そこで、アワビの種苗放流を、いつ、どこに、どのように行えば良いか、具体的に説明します。

(1) 放流時期

①【時期】秋（10月下旬）から春（4月上旬）が適当です。

アワビは水温の低い時期に活発に餌を食べ成長し、水温が 20℃を超えると活動が鈍り、成長も滞ります。このため、アワビが活発に活動し、良く成長する時期にあたる秋から春（水温 15～20℃）に放流するのが適当です。

また、この水温の低い時期は、アワビの害敵であるタコやヒトデ、カニの活動が鈍っているため、放流した種苗が害敵の被害にあう危険が少ないと考えられます。

②【天候】風のないおだやかな日を選んで行いましょう。

放流に適した時期であっても、雨の日や風の強いときは、アワビ種苗が弱るので避ける必要があります。特に、真冬に放流する場合はできるだけ暖かい日を選び、運搬中に種苗に直接、風をあてないようにできるだけ注意しましょう。

(2) 放流場所

①【水深】浅い所を選びましょう。

一般的には、水深 2～5m が適当です。これは天然の稚貝が浅い所でよくみられるためです。

ただし、成長して成貝になると、種ごとに、主な生息水深が分かれています（表 2）。このため、成長したあとのことも考え、次の②で示すように放流場所の周囲に成長にあわせた生息場所があるかどうかを確認してください。

表2. 親貝の一般的な生息水深

生息水深	
クロアワビ	【浅場】アラメ場～カジメ場
メガイアワビ	【中間】アラメ場～カジメ場 (クロアワビよりは深場)
マダカアワビ	【深場】カジメ場～ (クロ、メガイより深場)

②【海底地形】直径 30cm 以上の転石が多くある場所や投石漁場に放流しましょう。

殻長 25～40mm の天然のアワビ類稚貝は、直径 30～45cm の転石の下に多く生息しています（図 4）。その後、成長にともなって、より大きな転石や岩盤の隙間などに生息場所を移動していきます。このようにアワビ類は、成長段階に応じて生息場所を選択していることがわかっています。一般的によく放流される種苗の殻長は 25～40mm であるため、その放流適地は、直径 30cm 以上の転石が数多くある転石域や造成漁場であると考えられます。

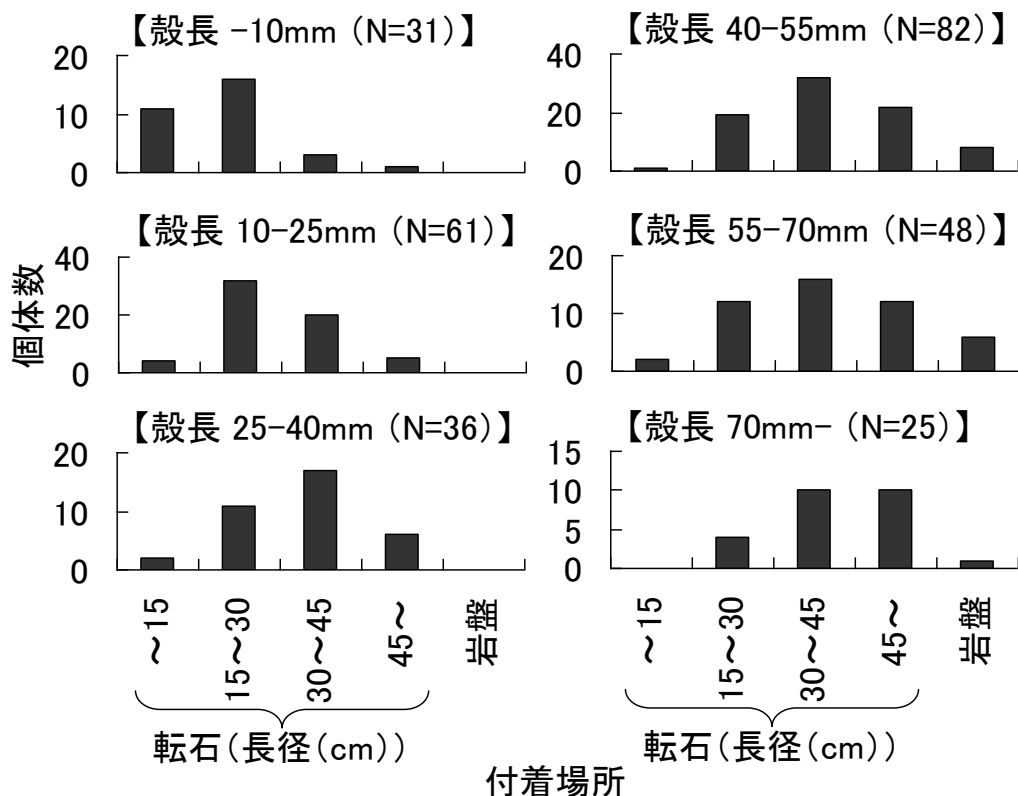


図 4. 天然アワビ類稚貝の殻長と生息する転石の大きさの関係
(Nは観察した個体数)

※ただし、大きな転石が多数ある漁場でも、海底に埋没していたり、転石の表面に泥などが堆積していたりする場所は、あまり良くはありません。このため、放流する際は、アワビ種苗が下に隠られるように転石が少し浮いているか、また、転石の表面が汚れていないかの確認が重要です。また、波の強い時にこれらの石が大きく動かないことも確認しましょう。

③【餌】餌となる海藻（アラメ、カジメ）のある場所を選びましょう。

アワビは、アラメやカジメなどを餌として食べます。放流するときは、付近に餌となるこれらの海藻が良好に生育している転石域や造成漁場を選びましょう（写真3）。

海藻の少ない場所にアワビ種苗を放流してしまうと、餌を求めてその場所から逸散してしまったり、成長が悪くなることが考えられるため、海藻のある場所を探して放流するようにしてください。

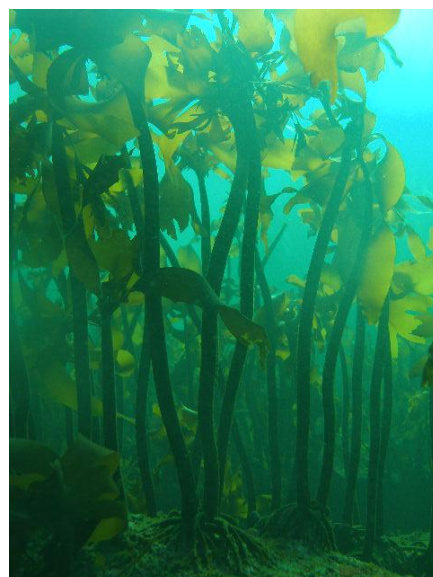


写真3. 海藻（カジメ）の生育が良い漁場

(3) 放流種苗の種類と大きさ、放流量

①【種類】メガイアワビ種苗でより高い放流効果が得られています。

これまでの調査では、一般的にはクロアワビ種苗より、メガイアワビ種苗で高い放流効果が得られており、メガイアワビが放流に適した種苗であると考えられます(表1)。

また、メガイアワビ種苗とクロアワビ種苗では、その生態に違いがあるため、生態的な特徴を考慮したうえで、放流を行うことが重要です。表3に、メガイアワビとクロアワビの生態的な特徴の違いについて示しました。

表3. メガイアワビとクロアワビの生態的特徴の違いと三重県における再捕率の傾向

	放流後の移動	移動頻度	夏(漁期中)の居場所	再捕率
メガイアワビ	遅く小さい	一度場所を決めると動きが少ない	岩や岩盤表面	高い
クロアワビ	早く大きい	活発に動き回る	岩や岩盤亀裂の奥	低い

メガイアワビ種苗は、放流された後、しばらくはあまり動きません。このため、目立つ所(岩の表面などにバラマキ)に放流してしまうと、魚類などに見つかりやすく、食害を受ける可能性があります。そこで、特に丁寧に、岩の下などに隠すように放流するようにしてください。放流後、しばらくすると、好みの場所にそれぞれ分布するようになります。そして、一度場所を決めると、クロアワビほどは移動の程度は大きくありません。また、メガイアワビはクロアワビに比べると、夏の間も比較的岩や岩盤の表面に露出している傾向があり、漁獲しやすいという利点もあります。

一方、クロアワビ種苗は、メガイアワビより活発に動きまわります。複数のブロックを設置した水槽での10日間の飼育実験の結果、メガイアワビ種苗はブロック間の移動回数が期間中に平均約1回であったのに対し、クロアワビ種苗の移動回数は約3回と、非常によく動き回ることがわかりました(図5)。また、クロアワビは、夏季の分布場所として、岩や岩盤の亀裂の奥に隠れてしまう傾向があり、漁獲しにくいことから、再捕率が低くなる可能性があります。このことから、クロアワビ種苗を放流するときは、餌を求めて逸散してしまわ

ないように餌料となる海藻が十分にあり、かつ漁獲しやすい構造をもつ漁場に放流する必要があります。

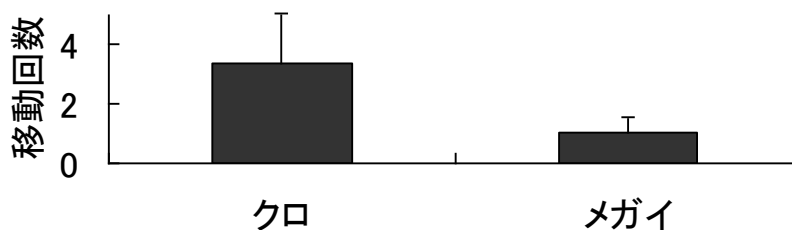


図5. ブロック間の移動回数 (10日間の水槽実験)

②【大きさ】稚貝はできるだけ3cm以上の大きさに育ててから放流しましょう。

3cm以下のアワビ種苗では、ヒトデやカニ、魚類などに食べられる割合が高くなり、良い結果が得られません。成長の遅いビリの種苗も可能ならば避けた方がよいでしょう。

③【放流量】放流量は1㎡あたり10個程度までにしましょう。

放流時の密度が高すぎると、漁場に対するアワビが過密となってしまい、放流効果が期待できなくなる可能性があります。異なる放流密度がその後の放流効果に影響した可能性がある事例としては、3つの投石漁場における異なる密度での放流事例があります。ここでは、2つの投石漁場には、1㎡に7個体以下、残りの1つには40個体/㎡の密度で放流したところ、7個体/㎡以下で放流した漁場では再捕率が6~7%となったのに対し、40個体/㎡では再捕率が3%しか得られませんでした。この事例では、漁場環境の違いもありますが、放流密度の差が放流効果に影響したと可能性が考えられます。また、この他、餌となる海藻が少なく、あまりアワビが獲れない漁場では、餌不足による逸散も予想されるため、放流量を減らす必要があります。

また、潜水して放流する場合は、一つの岩陰に何十個も放流するのではなく、できるかぎり広い範囲にこまめに数個ずつ放流するようにしてください。一つの岩陰に多くの種苗を放流すると、そこを害敵生物に見つかった場合、大量の種苗が一度に食べられてしまう可能性も考えられます。

(4) 放流方法と注意点

①種苗は放流の当日まで2~3日間エサ止めしましょう。

エサ止めして胃の中を空にしておくと、放流作業のストレスで種苗の体調が大きく崩れるのを防ぐことができます。

②運搬は短時間で行い、種苗が乾燥したり、温度が上がらないように気をつけましょう。

乾燥と温度の上昇を防ぐために、運搬には発泡スチロールの容器や麻袋などを使いましょう。そして、海水で浸した布などで覆いをしてやると、よりいっそう安全です。網袋などに過密に詰めることはやめましょう。

③キズ貝を出さないように注意しましょう。

放流時の死亡原因で多いもののひとつに、はく離作業によるキズや放流作業による衰弱があげられます。種苗をはく離するときは、麻酔や器具を使用するなどして、種苗を傷つけないようにくれぐれも注意してください。

④付着器を用いた放流もあります。

付着器を用いることで、アワビ種苗に人の手が触れる機会が少なくなり、種苗のストレスを減らし、活力を保った状態で放流ができます。付着器として、天然素材では、カ

キ殻や餌料となる海藻（アラメやカジメ）、人工素材では、波板などがあります。

カキ殻を付着器に用いた場合、数個体ずつをこまめに適地へ放流できる利点があります。また、天然素材であるため、量にもよりますが、付着器の回収が不要です。欠点としては、種苗を付着させたカキ殻が重くかさばるため、運搬がしづらいことがあげられます。

波板などの人工素材を付着器として用いる場合、放流前のはく離が不要のため、作業コストの削減と傷損がほとんどでないことが利点としてあげられます。欠点としては、大量の種苗が付着していることで、害敵が集まりやすく、放流密度も高くなりすぎやすいこと、付着器を回収する手間があげられます。波板以外の人工素材としては、空き缶などを用いることも考えられますが、その内部は陰になるため、放流後も種苗がしばらく居残ったまま、天然環境へ移動していかないことも考えられます。そのような状態に害敵が蝟集してしまうと、逃げ場のない種苗は食害されてしまう可能性が高くなります。

付着器から天然環境へのスムーズな移動を促進させる事例として、千葉県の実験を紹介します（内野ら、2005）。千葉県では、『放流器システム』として透明なポリカーボネイト製の板を波板に加工したものを付着器として用いています。透明な付着板に種苗を付着させ放流することで、光を通さない素材の付着器に比べ、アワビ種苗が迅速に天然環境に移動していくことが報告されています。

⑤船上からのバラマキ放流は絶対にやめましょう。

船上から種苗をまいて放流すると、種苗は肉の部分を上にして海底に落ちることが多く、放流直後に多くの種苗が食べられてしまい、放流効果が極端に小さくなる可能性があります。それまでの多くの努力が無駄になるので、絶対にしないでください。

(5) 害敵駆除

①害敵をできるかぎり駆除しましょう。

アワビ種苗の減耗は、放流直後から1ヶ月までの期間で特に大きく、その要因として食害があげられます。放流したアワビ種苗の追跡調査によると、放流サイズである35mm未満でのへい死が特に多く、回収したへい死殻の80%以上が食害生物によって殻が割られていました（写真4、図6）。このことから放流直後がアワビ種苗の生き残りにとって最も危険なときであると考えられます。一方、放流から少し時間が経過し、種苗も漁場の環境に慣れ成長するようになるとへい死数はかなり少なくなります。

これらのことから、アワビ種苗の死亡原因の大きなものには、害敵による食害が考えら



写真4. 放流1週間後に回収したへい死殻

れます。種苗の減耗を少なくするためには、害敵駆除が必要です。特に、放流直後の種苗は、天然環境に慣れていないこともあり、害敵に襲われやすいので、放流の前後には必ず害敵駆除を行うようにしましょう。

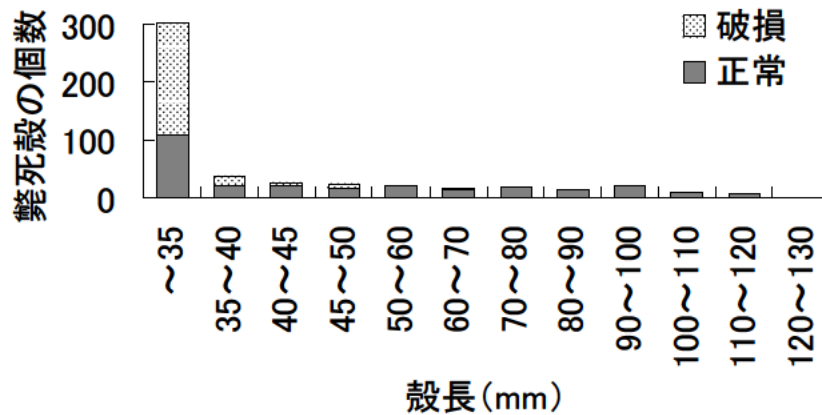


図 6. 殻長別のへい死殻の個数とその状態

②アワビのおもな害敵として、マダコがあげられます。

マダコは、アワビを好んで捕食します。そして、マダコによる捕食量は非常に多いため、アワビ種苗放流においてマダコは害敵駆除の最重要種です。

アワビが隠れることができるブロックを設置した水槽 (1.5×3.5×0.4m) に、マダコ 1 個体 (850g) とアワビ種苗 40 個体 (殻長 27mm) を收容し、種苗の生残状況を観察した結果、收容 1 日後には 36 個体もの種苗が捕食され、2 日後には全ての種苗が捕食されてしまいました。500g のマダコを用いた同じ実験でも、一日あたり 10~20 個体のアワビ種苗が捕食され、マダコによる食害の影響は無視できません。

また、マダコは、放流サイズのアワビばかりでなく、漁獲サイズのアワビまでも捕食します。マダコは、はく離の容易な小型のアワビは貝殻に傷をつけることなく捕食しますが、はく離の困難な大型のアワビに対しては、貝殻に穴を開け、そこから唾液腺分泌液を注入しアワビを麻痺させて捕食します (写真 5)。

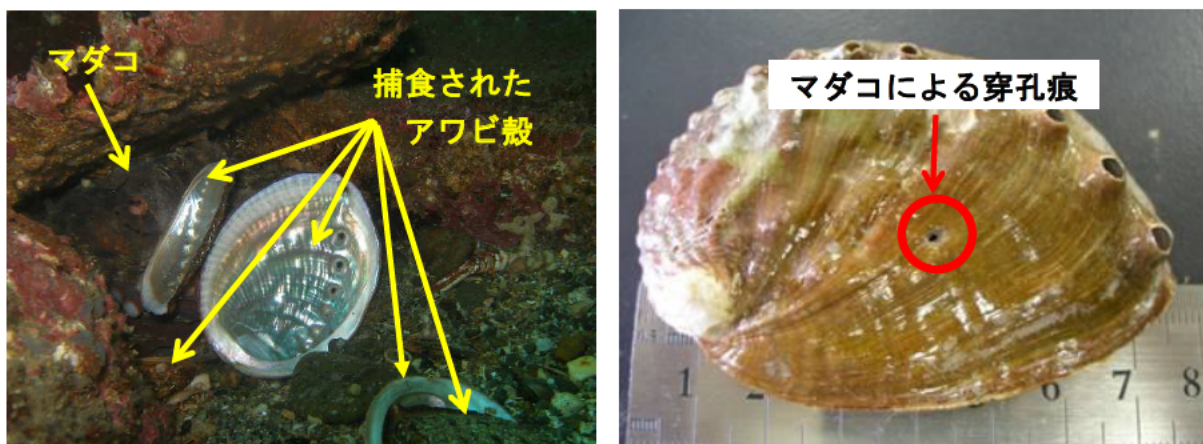


写真 5. マダコにより捕食されたアワビ (左) と穿孔の跡 (右)

マダコの外にアワビ種苗を食べる生物として、イセエビもあげられます。イセエビによるアワビ種苗の食害はマダコほど影響が大きくはないのですが、その特徴としては、アワビの殻を砕いて食べてしまうということがあげられます。写真6は、水槽内でマダコおよびイセエビに食害されたアワビ種苗のへい死した殻です。イセエビに食害されたアワビ種苗の多くは、殻が大きく破損しており、漁場における破損したへい死殻もイセエビが食害したものが含まれていると考えられます（図6）。

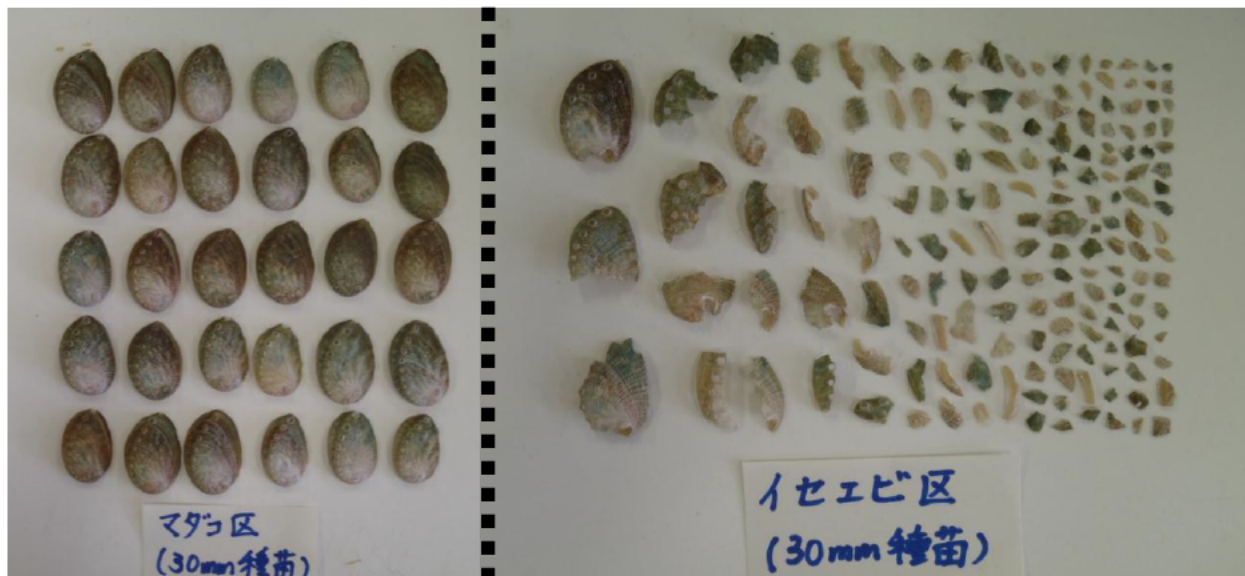


写真6. マダコ（左）とイセエビ（右）による食害後のアワビ種苗のへい死殻
 その他に害敵生物といわれるものについては、表4に示しました。

表4. アワビ類の害敵生物（アワビ種苗放流マニュアル（青森他，1990）より）

軟体動物	腹足類	イボニシ, イソニナ, ヒメヨウラクガイ, ヒメエゾボラ
	頭足類	●マダコ, ミズダコ
棘皮動物	ウニ類	バブンウニ, キタムラサキウニ
	ヒトデ類	●ヤツデヒトデ, タコヒトデ, ユルヒトデ, スナヒトデ, ヒトデ, イトマキヒトデ, クモヒトデ, エゾヒトデ, ニホ
節足動物	長尾類	サラサエビ, ゾウリエビ, イセエビ
	短尾類	●ベニツケガニ, ●イシガニ, ●ヨツハモガニ, トゲグリガニ, フタバブニツケガニ, コイチョウガニ, ショウジンガニ, イソガニ, オウギガニ科, ヘリトリマンジュウガニ, ヒヅメガニ
	異尾類	●ヤドカリ類, イボガニ
魚類	エイ類, サメ類	●ウミタナゴ, ●クサフグ, オニカジカ, ババガレイ, ニジベラ, ササノハベラ, オハグロベラ, イシガキダイ, ニザダイ, カサゴ, カンダイ, ギンポ, スズキ, クロダイ, キュウセン, イシダイ, ソイ, アオブダイ, タカノハダイ, ミギマキ, アカメフグ, ナシフグ, カワハギ, コモンフグ, キタマクラ, ツノカジカ, クロガシラガレイ, ウツボ, アイナメ, クジメ, ギンポカジ類

※ ●は摂餌強度の強い害敵生物

ここで示した摂餌強度の強い害敵生物が、どの漁場においても種苗の生残りに大きな影響を及ぼしているとは限りません。漁場における害敵生物の生息数やアワビ種苗の隠れ場の有無など様々な要因によって、アワビ種苗の生残率は変化します。そのため、まずは放流を行う漁場にこれらの生物がどの程度生息しているのか、放流後すぐにこれらの生物によって食べられていないかなど、良く観察することが重要でしょう（写真7）。



写真7. ヤツデヒトデに食害されるアワビ

③害敵駆除の方法

害敵生物を駆除する方法には、①カゴや刺し網などの仕掛けを用いる方法、②潜水によって直接取り除く方法、③船上からモリ、タモ、カギなどを使って捕る方法、などがあります。隠れているものや、動きのすばやいもの、夜行性のものは完全に捕るのが難しいので、場合によってはこれらの方法を組み合わせて行う必要があります。他の県では、エサの入ったカゴで害敵をある程度駆除しておいて、その後潜水して残ったものを一掃するという方法で効果をあげています。

放流後の磯の手入れ

アワビの資源量は漁場（磯）の状態によっても変動します。アワビを安定して獲るためには、磯を良い状態に保っておくように、つとめて手入れしてやることが重要です。

(1) 海藻を食べる動物が増えすぎた場合は減らす。

アワビの餌となるアラメやカジメ、ワカメなどの大型の海藻がなくなり、岩の表面が石灰藻（サンゴモ；石灰質の小型海藻類。多くは桃色）で覆われた状態が維持されることを「磯焼け」といいます。この現象は、黒潮の流れの変化などによって海藻が減ってしまい、そこをさらに魚類（アイゴやブダイなど）やウニ類・小型巻貝類などの海藻を食べる動物によって海藻の若い芽が食い荒らされるために起こると考えられています。磯焼けを起こさないため、もしくは磯焼けから回復するためには、これらの動物を積極的に捕獲することも必要です。

(2) アラメやカジメを適度に間引く。

逆に、海藻が繁りすぎても、アワビにとってあまり良い状態とはいえません。海藻が繁りすぎると、下まで光が届かないために、それらの海藻の若い新しい芽が生えにくくなります。そこで、極端に繁りすぎた場合は、これらの海藻を間引いてやるほうが良いでしょう。

間引きによって、海藻を切り流せば、それらは寄り藻（海藻がちぎれて漂い、アワビにとって食べやすくなった状態）となってアワビの餌になります。春から夏にかけては寄り藻が少ない時期なので、この時期に徐々に間引きを行うようにすると、より効果的です。ただし、くれぐれも間引きすぎることがないように注意してください。

(3) フジツボや雑海藻などを駆除して岩の表面をきれいにする。

岩の表面にフジツボや石灰藻などの雑海藻が多くなると、アラメやカジメなどアワビの餌になる海藻が生えにくくなるばかりでなく、稚貝の付着が妨げられたり、生まれたばかりの小さな稚貝が餌にするケイ藻も生えにくくなったりします。そうなった場合には、これらの雑海藻やフジツボなどを駆除して岩の表面をきれいにしてやる必要があります。しかし、その方法で簡便かつ有効なものは今のところほとんどないので今後の改良が望まれています。

アワビ種苗の放流効果を調べる

アワビ種苗を放流した後、しっかり生き残って成長しているか、どの程度漁獲されているのかについて把握しておくことも重要なことです。種苗放流の後、見守っているのといないのでは、放流効果に大きな違いが出てくるでしょう。

(1) 種苗の生き残り・漁獲状況を確認する。

人工のアワビ種苗は、殻が緑色をしているという特徴があります。その緑色の部分は、成長しても消えずに残るので、放流したあと、漁場に潜ったときに、その緑色を確認して種苗が生き残っているかを確認しましょう。良い場所であれば、緑色の殻をした種苗が、数多く生き残っているでしょう（写真8）。もし、放流したにもかかわらず、死んだ種苗の殻が散乱していたり、姿が見えないならば、その場所はあまり良くない可能性があります。そのときは、次回から別の良い場所を探して放流するようにすると良いでしょう。また、放流を行う漁業者同士で生き残りの良い放流場所に関する情報交換をするのも良いでしょう。



写真8. 放流から約2ヶ月後の種苗
(大きな転石の下に集まっている)

(2) 種苗は放流から2~3年で漁獲され始めます。

30mm程度で放流したアワビ種苗は、早いもので放流から約2年で漁獲サイズに達し、漁獲され始めます（図7）。そして、放流から3年目には、ほとんどの個体が漁獲サイズ（10.6cm）に到達するため、漁獲される数は最も多くなります。その後4年目以降は、漁獲数が減少していき、放流から7~8年後に漁獲が終了します。

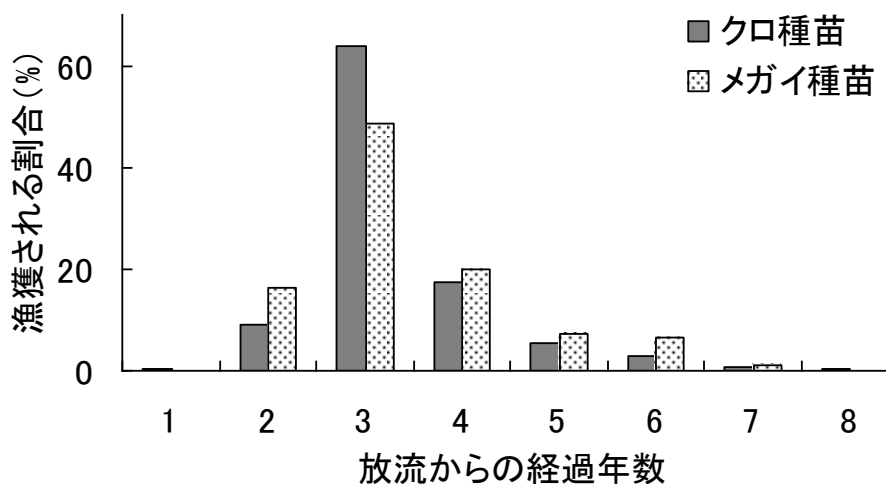


図7. 放流からの経過年数と漁獲される種苗の個体数の割合

ところで、アワビ種苗の特徴である緑色の殻ですが、成長するにしたがって、表面に様々な物が付着してしまい、漁獲サイズになる頃には、一見ただけでは緑色が確認できず、放流種苗か天然貝か区別できないことがあります。そのため、放流したアワビ種苗が漁獲されているのかを確認する場合は、そのアワビの殻のお尻の部分（殻の頂点部分）の付着物を磯ノミや鉈（ナタ）、金ブラシなどで丁寧にこそぎ落として確認してください（写真 9）。緑色の殻をもつアワビが数多く漁獲されていたならば、一定の放流効果が認められているといえるでしょう（写真 10）。



写真 9. アワビ種苗の放流効果調査の様子
（左）殻の根元を磨いている様子
（右）刃の無い鉈（ナタ）と金ブラシで
付着物を削る

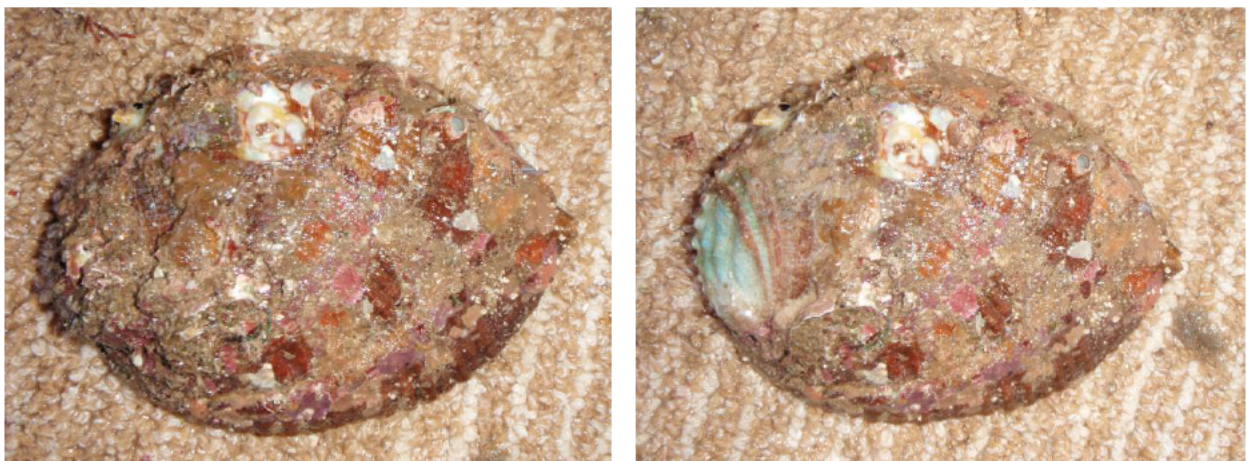


写真 10. 削る前のアワビ（左）と削った後のアワビ（右）
（緑色が現れ、放流貝であることが判明）

アワビ種苗の放流効果を調べるためには、標識放流も有効な方法です。ここでは、標識となる金属タグ（アバロンタグ：NPO 法人海事・水産振興会）を紹介します。

この金属タグは、長さ1cm、幅3mmの小さなステンレス製のクリップ状のタグ（写真11）で、アワビ種苗の殻に挟みつけると、約2週間で殻と一体化し固定されます。タグの表面には、放流した場所や年度の文字を刻印できます。

タグを装着したアワビが漁獲された場合、タグの文字を読むことで放流年度などが即座にわかるため、放流効果を実感しやすく、再捕率の算定も非常に容易です（写真12）。また、成長や移動など放流後の動態の追跡にも活用できるとともに、産地証明などにも使えます。



写真11. 金属タグ（アバロンタグ）

《アバロンタグについて》
NPO 法人 海事・水産振興会
<http://kaiji-suisan.jp/awabi/>

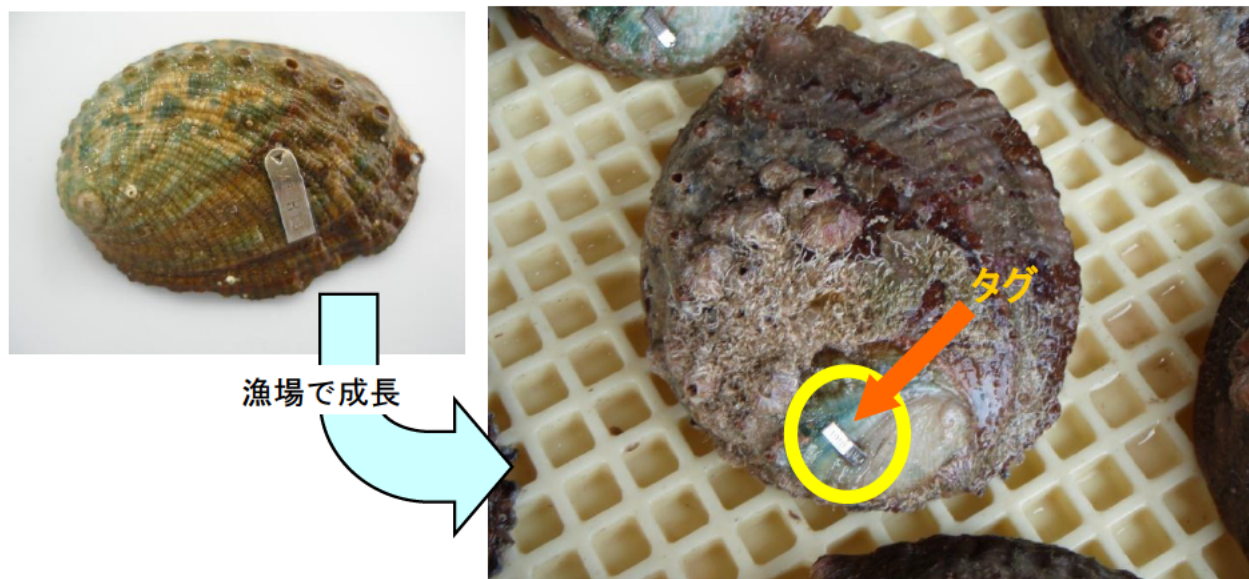


写真12. 金属タグを装着した放流種苗（左）と漁獲されたタグ付きアワビ（右）

三重県では、H17～19年度にかけ、この金属タグ標識を装着したアワビ種苗を放流し、その放流効果を明らかにする調査を行ってきました。H24年度現在、放流した種苗の漁獲が終わっておらず、途中経過の部分もありますが、その成果の一部を次にご紹介いたします。

～金属タグ付き種苗の放流効果について～

【タグ付き種苗の放流】

全個体に金属タグを装着したメガイ種苗を、鳥羽市の A 漁場、志摩市の B・C 漁場の 3 つの漁場に H17 年度より 3 年度連続でそれぞれ計 82500 個体を放流しました（表 5）。A～C の漁場は全て投石を行った造成漁場（禁漁区）となっています。

表 5. 金属タグ付き種苗の放流の概要

放流年月	平均殻長	放流数(個体/漁場)	種苗経費
H18年3月	37mm	37500	188万円
H19年3月	44mm	15000	75万円
	35mm	15000	75万円
H19年12月	32mm	15000	75万円

【タグ付き種苗の放流後の成長】

タグ付きアワビは、放流の 2 年後に成長の良い個体がわずかながら漁獲され始め、3～4 年目に漁獲の個数が最も多くなりました。放流からの経過年数ごとの平均的な殻長は、図 8 のようになりまし

た。これによると、放流から 3 年で漁獲制限殻長である 106mm を超えることがわかります。その後、放流から 4 年目には 120mm、5 年目には 130mm まで成長します。小さなアワビも獲らずにおけば、毎年成長し大きくなりますので、これらを参考に計画的な漁獲につなげてください。

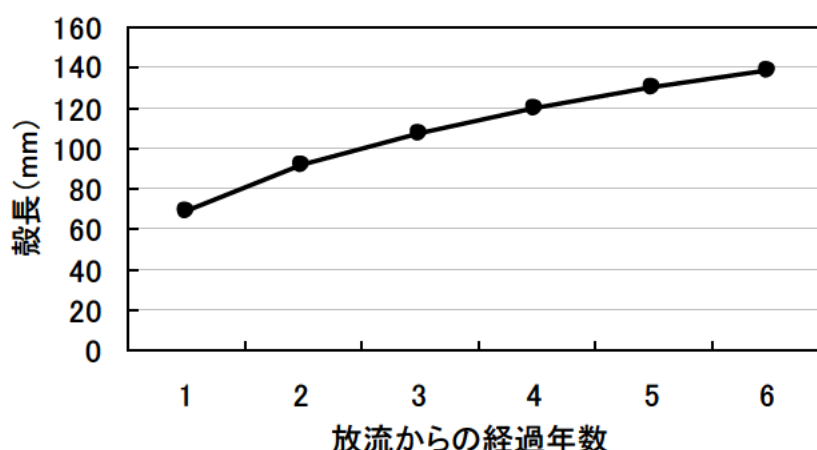


図 8. タグ付きアワビの放流からの経過年数ごとの殻長

【放流した種苗の移動状況】

放流後のタグ付き種苗は、大きな移動はほとんどしないと考えられます。移動状況を調べるため、放流漁場およびその隣接する漁場（放流漁場から 200m 程度までの距離）で漁獲状況を調査したところ、99%以上の個体が放流した漁場から漁獲されました（図 9）。放流後の移動が少なかったのは、タグ付き種苗が移動性の少ないメガイアワビであることも関係していると考えられます。

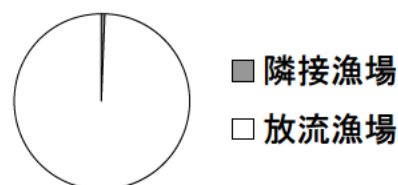


図 9. タグ付き種苗が漁獲された漁場の内訳

【タグ付き種苗の漁獲】

H23年度の漁期終了時点における漁場ごとの各放流群の再捕率は表6のようになっています。漁場によって再捕率に違いが認められ、志摩市B漁場で比較的高い再捕率が得られています。

表6. 金属タグ付き種苗の漁場ごとの各放流群の再捕率 (%)

	A漁場	B漁場	C漁場	
放流群(殻長)	H18.3月(37mm)	3.0	7.0	6.1
	H19.3月(44mm)	1.4	2.9	0.6
	H19.3月(35mm)	1.9	3.7	1.3
	H19.12月(32mm)	2.8	3.8	1.6

タグ付きアワビの漁獲による経済効果を算出するために、放流群ごとの水揚金額を算出し、放流にかかる主要な経費である種苗代金との比較を行いました(図10)。放流から5年が経過し漁獲が最も進んでいるH18.3月放流群について、BおよびC漁場では水揚金額が約300万円(種苗経費188万円の1.6倍)となり、一定の経済効果が認められています。H19年3月以降の放流群については、水揚金額が10~50万円程度と種苗経費の75万円に達してはいませんが、H24年以降での漁獲も見込まれるため、これらも含め、さらに調査して評価する必要があると考えられます。

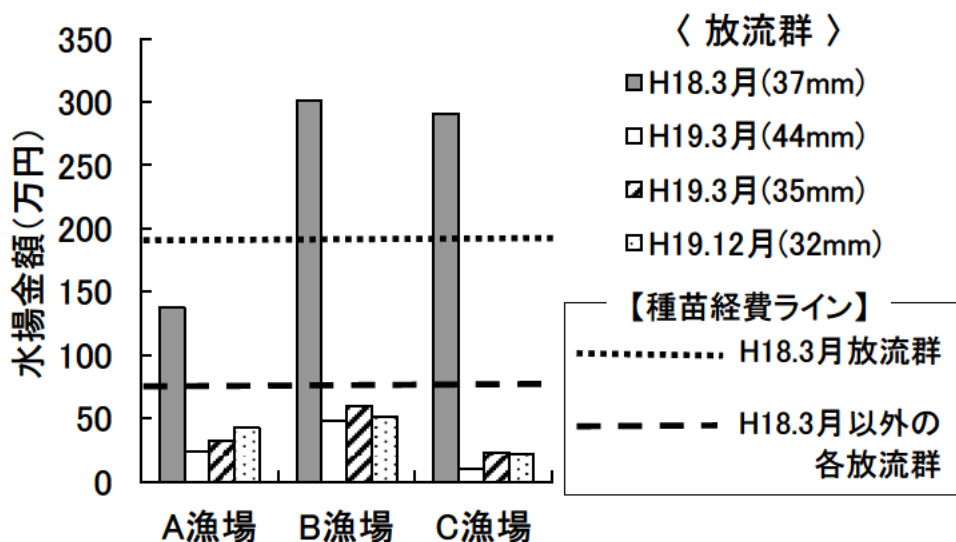


図10. H23年終了時点における漁場・放流群ごとの水揚金額と種苗経費のライン

このように、アワビ種苗の放流効果には変動もありますが、一定の収支が得られている事例もありますので、その効果をさらに高める努力をしていく必要があります。

アワビを増やすために必要なこと

アワビを増やすために必要なことは、まず第一に、『小さな貝を絶対とらない』ということです。アワビの資源管理はこれに始まってこれに終わる、といっても良いほど、大事なことです。これが守られていなければ、どれだけ種苗放流や投石を行ったとしても、いずれアワビは獲りつくされてしまい、次世代のアワビの加入がなくなり、その地区のアワビ漁業の将来はないといってもよいでしょう。

次に大事なことは、『獲り過ぎない』ということです。アワビの資源が増えるも減るも、その地区のアワビの獲り方（資源管理）次第である、といえます。大切なのは、種苗放流等をする前に、まず獲り過ぎ（乱獲）にならないように、しかも無駄なく獲り続けるためにはどうしたらよいかを自分たちで話し合い、ルールを決め、そしてそれを実行していくことです。

そして、これらのことが満たされてはじめて、アワビの快適な住み場づくり（漁場づくり）や種苗放流を検討すべき段階にはいります。

快適な住み場づくりには、投石によってアワビが住みやすい場所を増やしてやることのほか、稚貝がうまく育っていけるように磯の手入れや、タコやヒトデなどアワビにとって危険な生物を駆除することなどが含まれます。

種苗放流では、『適切な場所へ、適切な方法で放流する』ということのを常に心がけなければなりません。よく、放流さえすればアワビは増えると考える人もいますが、それは大きな間違いで、放流の方法が良くないと何も残らないこともあるのです。それまでの苦労とそれに要した大変な費用が、海のモクズと消えてしまうのです。放流するときには、このマニュアルを読み、ここに書かれていることは最低限守るように心がけてください。

以上、アワビを増やすために必要なことを述べてきましたが、これらを主に進めているのが誰でしょうか。そうです。漁業者のみなさん自身です。浜を一番よく知っているのは、漁業者であり、浜を細かく管理していけるのも漁業者をおいて他にはないからです。県や関係団体は、それを支援する役割を担っていますが、漁業者の方々が自らの手で何とかするという心構えを持っていなければ、満足のいく成果は望めません。

『アワビは人間の熱意を見て育ち、人間はアワビの声なき声を聞き分ける』

このような呼吸のあった管理こそが、その地区のアワビを増やしていくために必要不可欠なことだと言えましょう。

[参考文献]

青森県・岩手県・秋田県・神奈川県・福岡県（1990）：アワビ種苗放流マニュアル．放流漁場高度利用技術開発事業．

三重県農林水産部水産振興課（1991）：アワビ資源管理マニュアル —アワビをもっと増やすために—．

清水利厚（2008）：千葉県におけるアワビ放流技術（総説）．千葉水総研報．3, 45-52.

内野加奈子・田中種雄・柴田輝和・清水利厚（2005）：放流器システムの開発 —透明付着板を用いた放流籠によるアワビ種苗放流方法の効率化—．千葉水研研報．4, 55-64.

【付録】

このマニュアルで述べたポイントを示したチェックシートを添付しました。シートをご活用いただき、放流効果の向上にお役立てください。

- ・ アワビ種苗放流チェックシート

放流を行うときのポイントを記しました。放流時にご使用ください。

- ・ アワビ種苗の放流効果調査シート

アワビ種苗の放流効果を調査するときにご使用ください。

アワビ種苗放流や放流効果に関する水産研究所へのご相談、お問合せ時にこのシートをお送りくださるか、お持ちいただければ、アドバイスをさせていただきます。そのためにも、できる限りでかまいませんので、チェック項目への記入をよろしく願いいたします。また、水産研究所としても、アワビ種苗の放流状況の把握に役立てたいと考えています。

※ このマニュアルは、三重県水産研究所のホームページ（研究情報 <http://www.mpstpc.pref.mie.jp/SUI/inform/research.htm>）にも掲載しています。必要なところをコピーして、ご使用ください。

アワビ種苗放流チェックシート

《放流を行うときに、以下の点について、記入またはチェックをしてください》

【種苗放流の基本情報】

- 場所： _____ 市・町 _____
- 漁場： _____ 漁場 [一般漁区・禁漁区] [天然漁場・造成漁場]
- 日時： _____ 年 _____ 月 _____ 日
- 種苗の種類： _____ (マガイワビ[〃], クアワビ[〃], マダカアワビ[〃], エゾアワビ[〃])
- 種苗の大きさ： 殻長 _____ mm
- 種苗の個体数： _____ 個
- 放流にかかった経費： 種苗代金 _____ 円 その他 _____ 円

【時期と天候】

- 放流を行うのは、放流に適した秋から春（10月下旬～4月上旬）か。[P8]
- 放流を行うのは、天候の穏やかな日か。（天候 _____） [P8]

【放流場所】

- 放流する水深は、適当な深さ（水深2～5m）か。（水深 _____ m） [P8]
- 放流場所には、長径30cm以上の転石が数多く存在するか。 [P8]
- 放流場所の転石は、海底に埋没していないか。 [P9]
- 放流場所の転石は、表面に泥や砂が堆積していないか。 [P9]
- 放流場所には、餌となる海藻（アラメ、カジメ）が良好に生育しているか。 [P9]

【種苗の大きさ・放流密度・注意点】

- 種苗のサイズ（殻長）は、3cm以上か。 [P11]
- 放流密度は、1㎡あたり10個程度としたか。 [P11]
- 放流前には、2～3日間、餌止めをしたか。 [P11]
- 放流場所までの運搬中、種苗が乾燥したり、温度が上昇したりしなかったか。 [P11]
- 傷ついたり、弱った種苗が目立たないか。 [P11]

【放流の方法】

- どのような放流方法か。（潜水して手まき、付着器での放流、その他〔 _____ 〕）
- 潜水による放流の場合、大きな転石の下や隙間に種苗を隠して放流したか。 [P9]
- 付着器での放流の場合、何に付着させたか。（付着器： _____）

【害敵駆除】

- 放流の前後に、害敵駆除活動を行ったか。 [P12]
- 害敵駆除活動を行った場合、どのような生物を駆除したか。（ _____ ）

【種苗放流後の活動】

- 放流場所の周辺に、殻が緑色の種苗が多数生き残っているか。成長しているか。
- 放流の2～3年後以降、大きく育った種苗が市場に水揚げされているか。 [P17]

アワビ種苗の放流効果調査シート

アワビ種苗の放流効果を調べるとともに、アワビ資源の状況を把握し資源管理につなげる資料とするために、以下の点について、できる限りの市場調査を行ってください。

【口開け年月日】： _____ 年 _____ 月 _____ 日

【漁場名】： _____

【操業時間】： _____ : _____ ~ _____ : _____ (_____ 時間 _____ 分)

【操業人数】： _____ 人

【漁獲量】： クロアワビ _____ 個, _____ kg

 メガイアワビ _____ 個, _____ kg

 マダカアワビ _____ 個, _____ kg

【漁獲物の大きさ】： クロアワビ 平均殻長 _____ mm, 平均体重 _____ g

 メガイアワビ 平均殻長 _____ mm, 平均体重 _____ g

 マダカアワビ 平均殻長 _____ mm, 平均体重 _____ g

【放流員の個数】： クロアワビ種苗 _____ 個体 (全 _____ 個体調査した中で)

 メガイアワビ種苗 _____ 個体 (全 _____ 個体調査した中で)

【市場取引単価】： クロアワビ _____ 円 / kg

 赤(白)アワビ _____ 円 / kg

【総水揚げ金額】： クロアワビ _____ 円

 赤(白)アワビ _____ 円

 (メガイアワビ _____ 円)

 (マダカアワビ _____ 円)

【放流員の水揚げ金額 (市場取引単価×漁獲量)】：

 クロアワビ種苗 _____ 円

 メガイアワビ種苗 _____ 円

※ これらの調査を行うときに便利な測定野帳(50個分)を次のページに付けました。
この野帳は、水産研究所の調査でも同じものを使用しています。

調査日〔 _____ 年 _____ 月 _____ 日〕 漁場名〔 _____ 〕

作業時間〔 _____ : _____ ~ _____ : _____ 〕 作業人数〔 _____ 人〕

アワビの種類〔クロ・メガイ・マダカ〕

番号	殻長 (mm)	重量 (g)	区別
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

番号	殻長 (mm)	重量 (g)	区別
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

区別の欄:天然個体は空欄, 放流個体は○, 判別不能は— で記録する.