

サザエ人工種苗の放流手法

伊藤 輝昭・太刀山 透
(筑前海研究所)

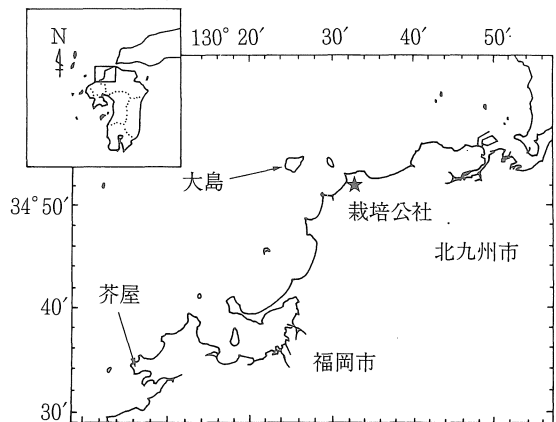
Releasing Method of Artificial Seed of Topshell (*Batillus cornutus*)

Teruaki ITO, Toru TACHIYAMA
(Chikuzenkai Laboratory)

サザエは、アワビ、アカウニに次ぐ磯漁業の重要種である。福岡県におけるサザエの漁獲量は、市場価格の上昇と刺網による漁獲方法の普及に伴い1981年には年間600tまで増大したが、1981年以後は減少に転じて1984年には100tまで減少した¹⁾。資源の増大のために漁業者から種苗放流を望む声が高まっているが、福岡県では種苗生産技術と放流手法が確立していないために事業規模で放流を行うまでには至っていない。

本報告では、サザエの栽培漁業化のために必要となる適正な種苗の大きさ、放流時期、放流場所、放流手法について明らかにすることを目的に室内試験と放流試験を行い、若干の知見を得たので報告する。

に生息する動物を全て採取し、観察時に食害行動を示した動物を蛸集動物とみなした。



材料および方法

1. 食害動物種の把握及び室内での食害試験

(1) 食害動物の特定

平均殻高 9.9 ± 1.4 mm のサザエ人工種苗を '89年4月に、図1に示した宗像郡大島の山振地先で水深4mの場所に放流し、放流地点を中心に5m×5mの範囲内に蛸集する動物種と量を調べた。放流から20分以内の放流直後と24時間後の2回観察を行った。なお、放流の際には5m×5m

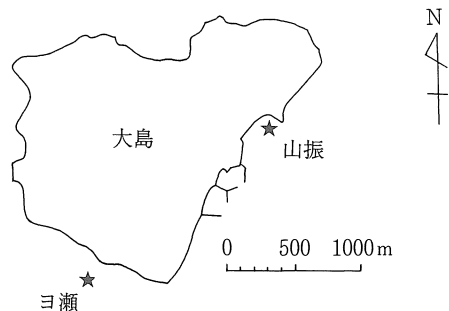


図1 放流場所

(2) 室内試験による食害量調査

調査で食害行動がみられた動物を生きのまま持帰り数日間、水槽内で飼育した。次に、平均殻高 10, 20, 30, 40 mm のサザエを 20 個ずつ 35 × 45 × 30 cm の籠に収容し、籠への付着を確認した後、食害動物 1 種類をそれぞれ 2 個体ずつ収容した。供試した動物はイトマキヒトデ、ヤツデヒトデ、フタバベニツケガニ、キュウセンベラ、カワハギの 5 種類で、それぞれの体長はイトマキヒトデ腕長 4 cm, ヤツデヒトデ腕長 4 cm, フタバベニツケガニ甲幅長 4 cm, キュウセンベラ全長 12 cm, カワハギ全長 13 cm であった。

対照区として食害動物を収容しない区を設定したが、試験期間を通じて自然死の個体はみられなかった。したがって試験区の斃死貝はすべて食害によるものとみなし、10 日間の斃死個体数を計数した。なお、試験期間中の水温は 13 ~ 15 °C であった。

2. 殻高別放流試験

福岡県栽培漁業公社で生産され、平均殻高 20.0 ± 4.6 mm まで育成した 300 個の種苗を宗像郡大島の通称「ヨ瀬」の岩礁上部に、'92 年 6 月に潜水して放流した(図 1)。放流場所は水深 4 m で、島の南東部に位置することから波浪の穏やかな水域であり、アラメ、ノコギリモクが周年 100 ~ 200 g/m² 程度着生している隆起岩礁である。放流した種苗には、天然貝との区別をするためにラッカー塗料を塗って標識した。この種苗を移動による逸散の影響を避けるために、放流から 1 カ月を経過した 7 月に潜水して回収し、放流時の殻高と回収した生残貝の殻高組成を比較した。

3. 時期別放流試験

適正な放流時期を知るために、4 月から約 2 カ月毎に 500 ~ 1000 個体の種苗を 6 回放流して放流貝の生残状況を調べた。ただし、放流時期が異なると、種苗の成長により放流時の殻高が大きくなり放流条件が変わるため、2 種類の種苗を用いて条件の違いを少なくした。ひとつは、陸上水槽で育成した種苗の中から殻高 10 mm 前後の種苗を選別したものであり、もうひとつは海中垂下方

式で育成した種苗である。両者とも 4 月の放流時の殻高は 10 mm 前後であるが、海中垂下方式の種苗は 2 月の放流時には約 25 mm となり、陸上水槽で育成した種苗は年間 6 回の放流試験を通じて 10 ~ 13 mm の殻高であった。陸上育成種苗の放流試験では、殻高が異なることによる食害量の差を小さくすることが可能であり、海中垂下式育成種苗の放流試験では、成長に応じた放流時期の選定が容易である。陸上水槽で育成した種苗は、天然条件と異なることで成長が遅れるが、種苗の活力に影響しないようにアラメ等を十分に給餌した。陸上育成した種苗を '91 年 4 月 ~ '92 年 2 月まで 2 カ月ごとに 1000 個ずつ放流し、海中育成した種苗を '92 年 4 月 ~ '93 年 2 月まで同様に 1000 個ずつ放流した。これらの種苗を前述した「ヨ瀬」に放流し、各種苗とも放流から 1 ~ 2 カ月後に潜水して成長と生残を調査した。各放流群にはラッカー塗料を塗って標識とした。

4. 場所別放流試験

(1) 水深別放流試験

'89 年 6 月に糸島郡志摩町芥屋地先の水深 2 m と 7 m に、殻高 10.6 ± 0.9 mm の種苗を 500 個ずつ放流し、1 カ月毎に回収して成長と生残を調べた。両水深区とも海底は人頭大の石で構成され、面積は 4 m² ~ 100 m² で異なるものの、どちらも砂で囲まれて独立し、種苗の移動は少ないと考えられる。なお、放流の際には、餌となる海藻量を把握するため、0.5 × 0.5 m, 5 点の海藻刈りを行った。

(2) 底質別放流試験

平均殻高 9.9 ± 1.4 mm の種苗を大島の水深 4 m の岩礁域と人頭大の玉石域に '91 年 4 月に放流し、約 2 カ月後の 6 月に放流貝を回収して生残率を調べた。放流時には放流地点を中心に 5 × 5 m の範囲でカニ類、ヒトデ類の駆除の意味も含めて枠取り調査を行った。また、玉石域には種苗を保護する容器を設置して放流する試験区を設定し(図 2)、保護容器を設置しない試験区の生残率と比較して放流容器の効果を調べた。

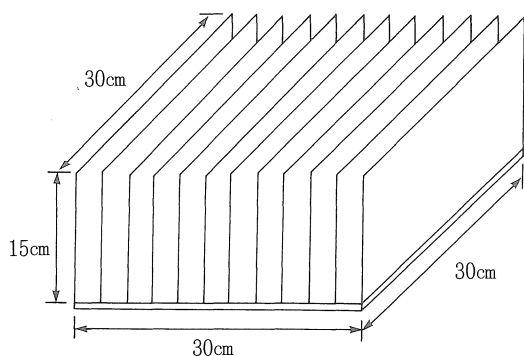


図2 放流容器の形状

(3) 放流手法別放流試験

平均殻高 16.7 ± 3.8 mm の種苗を '93 年 4 月に「ヨ瀬」の水深 4 m の岩礁域に放流し、 18.4 ± 2.7 mm の種苗を '93 年 9 月に同じ場所に放流した。これらの種苗を、1 カ所にまとめて放流する方法、 $20 \sim 30$ 個/m² の密度で放流する方法、図 3 に示したような籠に収容して放流する方法で、それぞれラッカー塗料で識別して 200 個ずつ放流した。放流から 1 カ月後に潜水して採捕し、放流方法と生残の関係を調べた。

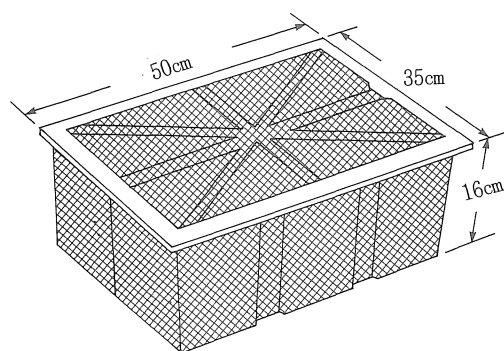


図3 放流籠の形状

(4) 種苗の活力（反転時間）別放流試験

'90 年と '91 年の 7 月に種苗生産された 2 種類の種苗をそれぞれ $30 \times 40 \times 8$ cm の白色プラスチック容器の中に流水下で反転させて置き、3 分以内に匍匐状態に戻った個体と戻らない個体の 2 群に分けた。反転の有無別に分けた種苗を '92 年

6 月と 9 月に大島のヨ瀬に放流し、約 1 カ月後に回収して反転の有無と生残の関係について調査した。種苗の大きさは、6 月の放流では殻高 11.3 ± 1.9 mm と 19.0 ± 2.6 mm、9 月の放流では 16.6 ± 5.6 mm と 22.8 ± 3.2 mm であった。

結 果

1. 食害動物種の把握及び食害量調査

(1) 食害動物の特定

放流から 20 分以内に捕食行動が観察されたのは、5 種類の動物の中でヤツデヒトデ、フタバベニツケガニ、キュウセンベラ、ニシキベラ、カワハギであった。放流から 24 時間後に捕食行動が観察されたのは、イトマキヒトデ、ヤツデヒトデ、フタバベニツケガニであった。ベラとカワハギは放流直後に盛んに種苗を食害したが、24 時間後には蛸集が全くみられなかった。これに対し、ヒトデ類、フタバベニツケガニは時間の経過ともに蛸集数が増加した。また、ヒトデ類とフタバベニツケガニは複数の種苗を順次捕食していくのに対し、ベラ、カワハギは無差別に複数のサザエを捕食した。また、前者は主に石の下の種苗を捕食し、後者は石の表面上の種苗を多く捕食するのが観察された。捕食行動がみられた動物の内、ベラ類は蛸集数も多く、1 尾が捕食する個体数も多いため、放流直後の大きな減耗要因と考えられる。

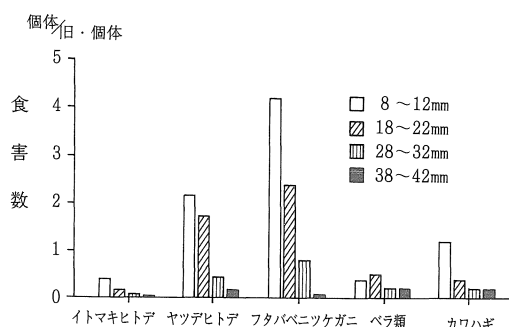


図4 種苗を食害した動物種と蛸集量

(2) 室内試験による食害量調査

サザエの大きさと各動物による食害量の関係は、いずれの動物ともサザエが小さいほど食害数が多

くなる傾向がみられた。特に殻高 22 mm 以下のサザエではヤツデヒトデ、フタバベニツケガニによる食害数が多く、ベラ、カワハギ、イトマキヒトデの食害数を大きく上回っている。ただし、ヤツデヒトデ、フタバベニツケガニとも殻高が 28 mm を超えるサザエの食害は少なくなった。

放流試験の際に最も多くの食害が観察されたべ

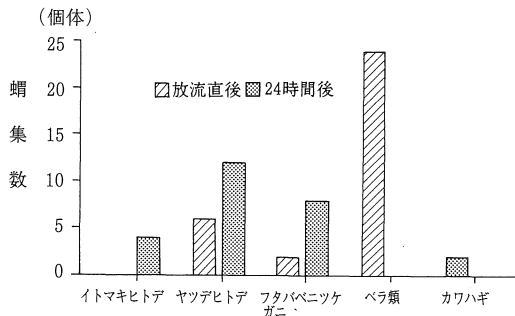


図5 動物種別食害量

ラとカワハギの食害数は、ヤツデヒトデ、フタバベニツケガニの食害数を下回ったが、これは、サザエを籠に付着させた後に食害動物を收容したため、食害が困難であったと考えられた。放流試験において、サザエの種苗が匍匐状態に戻るまでの間に起る最も大きな減耗要因として魚類の食害が考えられた。それに対し、室内試験の結果から、匍匐状態に戻った後では、ヤツデヒトデとフタバベニツケガニによる食害が大きな減耗要因と考えられた。

2. 殻高別放流試験

放流後 1 カ月目に回収された生貝、死貝の総数は 228 個体で、放流貝の 76.1% が回収された。その内、生残個体数は 78 個体であり、放流種苗の 26.0% が生残していたことになる。放流から回収までの期間が短いことから、礁外への移動は少ないものと考えられ、回収されなかった個体は死んで殻が散乱したのと考えられる。放流貝と回収貝の殻高組成を比較すると、殻高が 24 mm 以上の放流種苗の生残率は 70% 以上であり、18 ~ 24 mm の放流種苗は 10 ~ 20% の生残率であった。また、殻高 18 mm 以下の放流種苗の回収は

みられなかった。

3. 時期別放流試験

海中で育成した種苗の放流後約 1 カ月の生残率は、いずれの放流時期とも放流直後に急に低くなり、以後は大きな生残率の低下がみられなかった。

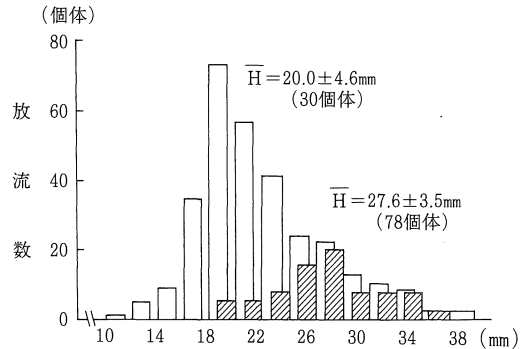


図6 放流種苗の回収個体の殻高組成

4 月に放流した種苗の成長は海中垂下育成の種苗を上回ったが、これは漁場の餌料条件の方が良かったためと考えられる。全体的に生残率は低かったが、8 月と 2 月放流群の 1 カ月後の生残率は 39% と 37% であり、他の放流時期の生残率と比較して高かった。また、最も放流直後の減耗が大きかったのは 10 月に放流した種苗であった。

陸上水槽で育成した種苗の放流後の生残率は、

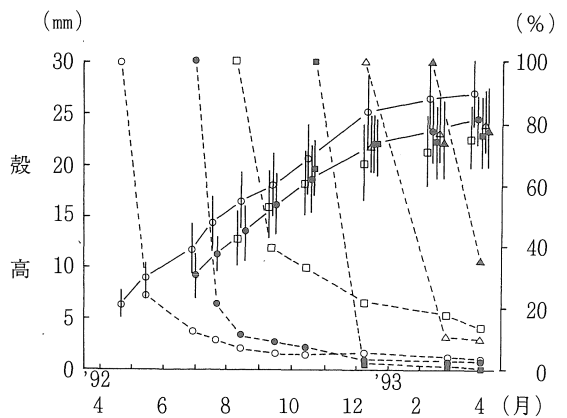


図7 海上垂下式育成貝の放流後の成長と生残率

海中垂下で育成した種苗を放流した場合と同じく、放流から 1 ~ 2 カ月の減耗が大きくなる傾向がみられる。その中で比較的高い生残率を示すのは 6

月と2月に放流した種苗であり、放流1カ月後の生残率は約40%であった。

4月と6月に放流した種苗の成長は、10月以降に放流した種苗の成長を大きく上回ったが、大島地先のサザエの成長が水温18℃を超えると大きくなること²⁾から判断して、水温による成長差と考えられた。

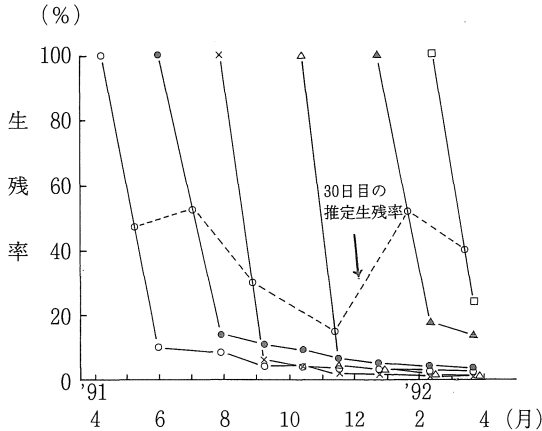


図8 水槽で育成した種苗の放流後の生残率

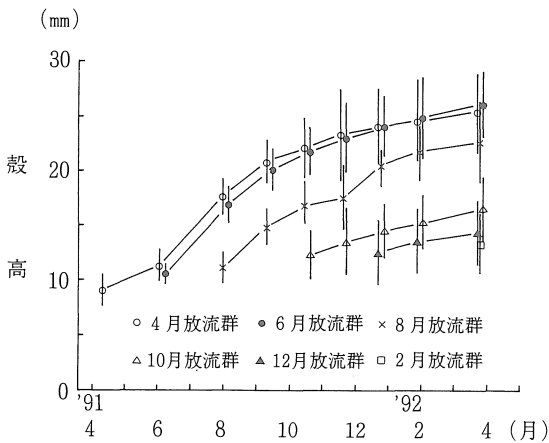


図9 水槽で育成した種苗の放流後の成長

4. 場所別放流試験

(1) 水深別放流試験

水深別に放流した種苗の成長は、水深2m域に放流した種苗の成長が水深7m域に放流した種苗の成長を上回った。生残率は両水深区とも低く、放流から約2カ月後には約20%まで減少し、

9月には生残率は回収されなくなった。両水深区とも回収時にフタバヒツケガニが多くみられたことから主な減耗要因は食害であると考えられた。

坪刈りによる両水深区の高藻量は、水深2m区がアオサ240g/m²、マクサ80g/m²で水深7m区がクロメ46g/m²、ホンバナミノハナ24g/m²であり、いずれも2種類の海藻が着生したが、水深7m区に比べて水深2m区では5倍程度の現存量があった。水深2mと7mの成長差は海藻量の差によると考えられた。

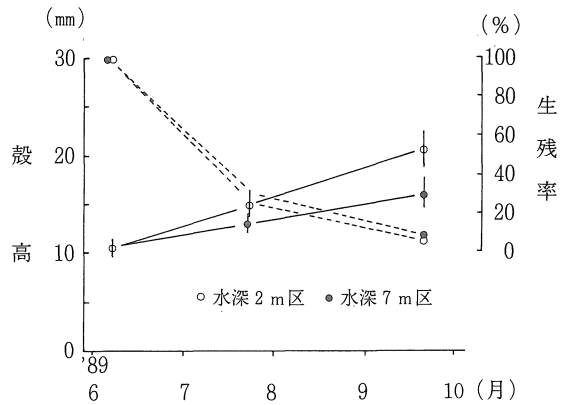


図10 水深別放流種苗の成長と生残

(2) 底質別放流試験

放流種苗の生残率を表1に示す。生残率は岩礁域のヨ瀬地先で最も高く9.6%であった。玉石域の山振地先では3.1%とヨ瀬より低かったが、放流容器を用いた試験区では約3%高い生残率を示した。回収時に山振ではヤツデヒトデ、イトマキヒトデの蝸集が多くみられ、ヨ瀬ではヒトデ類の蝸集はみられなかった。カニ類については、両

表1 底質別放流種苗の回収結果

項目	ヨ瀬(岩礁域)	山振(玉石域)	山振(放流容器)
放流個数(個)	998	998	998
放流時殻高(mm)	9.9	9.9	9.9
回収時殻高(mm)	11.3±1.6	10.9±1.1	10.6±0.8
回収個数(個)	246	667	726
回収率(%)	24.6	66.8	72.7
生残個数(個)	96	31	58
生残率(%)	9.6	3.1	5.8
ヤツデヒトデ(個/m ²)	0.0	11.5	13.0
イトマキヒトデ(個/m ²)	0.0	5.5	8.0
イソカニ類(個/m ²)	0.8	1.8	1.5
マダコ(個/m ²)	0.5	0.3	0.0

地区とも蛸集がみられたが、山振に比べるとヨ瀬の蛸集数は少なかった。ヨ瀬ではカニ類の蛸集数は少なかったが、回収時に多数のサザエの殻の破片がみられたことから、カニ類の食害は多かったと考えられる。山振と比べてヨ瀬での回収率が低いのは、カニ類に砕かれた殻が波浪によって逸散したためと考えられた。

(3) 放流手法別放流試験

4月に放流した種苗の「集中放流」及び「分散放流」の生残率は約20%であったが、「籠放流」では40%と高い生残率を示した。9月に放流した種苗の生残率は、「分散放流」と「籠放流」がそれぞれ34%と38%で高く、「集中放流」は約10%の生残率であった。この結果から、種苗を分散させて放流するか、放流籠の使用により魚類等による放流初期の食害を防ぐことが効果的であると考えられた。

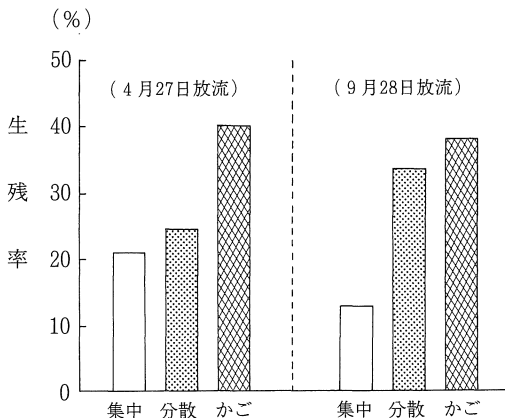


図11 放流手法別放流試験結果

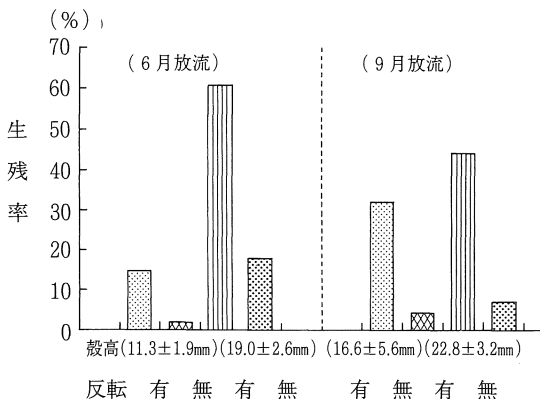


図12 反転時間別放流試験結果

(4) 種苗の活力(反転時間)別放流試験

反転の有無で2群に分けた種苗の生残率は、6、9月の放流試験とも、また、両殻高の種苗とも反転があった種苗の生残率が高かった。放流後の目視で、反転のあった種苗が反転のなかった種苗よりも早く匍匐状態に戻り、石の間隙に移動・分散することが観察され、反転の有無による生残率の差は、石の間隙への移動速度の差による食害数の差であると推察された。

考 察

殻高別放流試験の放流殻高と生残率の関係から、殻高24mm以上の種苗を放流することが望ましいと考えられるが、福岡県の栽培漁業公社で種苗生産を行った場合、施設の運用上、また、経費の面からも殻高24mmまで育成することは困難である。そこで、なんらかの形で中間育成する必要が生じるが、サザエは市場価格が標準的な殻高6cmのもので1個100~200円と安く、既に事業化されているようなアワビのような海上垂下方式による中間育成を行うと1個あたり50~100円の経費を要すことから、同じ方法で中間育成することも困難である。従って、種苗を受け取る各組合の漁業者が、自身の手で小規模に経費をかけずに中間育成するか、生残率は低くとも殻高24mm以下で放流する手法を開発する必要があるが生じてくる。ここでは、殻高24mm以下で放流する手法について検討したい。

時期別放流試験の結果では、種苗の大きさの条件を変えて2回の放流試験を行ったが、どちらの試験にも共通して、放流から1カ月以内の初期に生残率の著しい低下がみられ、それ以降は回収、再放流を繰り返しても大きな減耗がみられなかった。辻ら³⁾が水深2~3mに設置したアワビ礁に平均殻高20.5mmの個体を放流して生残率を調べた結果も、放流後30日までの食害による減耗が大きいとしている。このことから、放流初期の減耗をいかにして小さくするかが大きな課題と考えられる。また、6~8月の夏季の放流群と2月の放流群の生残率が他の時期の放流群と比較し

て高い生残率を得たが、放流した種苗の主な減耗要因が食害であることを考えれば、夏季と冬季に食害されにくい条件となることが推察される。夏季に食害されにくいのは、伊藤ら²⁾が報告しているように、サザエの成長が水温 18℃ を超える頃から大きくなることから種苗活力の高さが考えられる。また、冬季は二島ら⁴⁾が報告しているように食害動物の活力が鈍ることが考えられる。種苗の活力をどのように評価するかは今後の課題であるが、速い時間に反転した種苗の生残率が高かったことから考えて、種苗の活力が放流後の生残率に大きく影響していることが考えられる。以上のことから、種苗の活力と食害動物の活力を考慮して適正な放流時期を選ぶことにより放流後の生残率を高くすることができると考えられる。夏季と冬季の放流を想定した場合、冬季は当歳貝を放流するとなると放流殻高が 4～8 mm 以下で小さすぎ、1 歳貝では殻高 25 mm 以上となるものの育成期間が長く経済的ではない。従って、満 1 歳となる夏季が一つの放流適期と考えられる。

放流場所については、放流する場所の水深によって成長に差がでることから、海藻量の多い浅い場所に放流することが望ましい。底質別では岩礁域の生残率が高かったが、これはイトマキヒトデ、ヤツデヒトデの生息量が転石、玉石域より少ないことが挙げられ、また、放流容器の使用により生残率が向上したことから、岩礁域にサザエが体を隠せる小さな窪みが多いことも生残率を高くする要因と考えられる。これは手法別放流試験で放流籠を使用した場合の生残率が高かったことから裏付けられる。葭矢ら⁵⁾は殻高 4～10 mm の種苗を漁港内に放流して高い生残率を得ているが、福岡県の場合、漁港内にカニ類の生息量が多く、放流適地は見当たらない。また、ほとんどの漁港が富栄養化した環境にあり、その意味でも放流適地は少ない。

手法別放流試験で 6 月と 9 月に、低密度と高密度で放流した結果、いずれも低密度で放流した方が生残率が高かったが、低密度で放流するとペラ類の蛸集が分散されて食害が減ったためと考えら

れた。これは、回収した種苗を再放流した時の生残率が、前回の生残率に比べて大きく減少しないことから推察される。即ち、放流個体数が少なく、放流密度が低くなったことでペラ類の蛸集とその食害が減少したと考えられる。主な食害動物の中で、ヒトデ類、カニ類の食害は、前述したように放流場所として岩礁域を選択することで少なくすることが可能であるが、ペラ類は海底地形に関係なく生息数が多い。したがって活動が鈍る低水温期に放流するか、低密度放流または放流籠の使用が効果的であると判断される。

これまでの結果を総合すると、サザエは市場単価が低くアワビのような中間は困難であるため、経費を可能な限り抑えた中間育成を行うか、生残率は低くなると予想されるが、殻高 10 mm 前後で放流する方法が考えられる。

野中⁶⁾は次式で放流効果を計算し、利益を得るために必要な再捕率を 18.2 % 以上と求めているが、本報告で行った放流試験の中では、放流条件を変えて放流しても 1 年間で 18 % の生残率を得ることはできなかった。したがって、現時点では放流効果を見込むことができない。

$$W_0 \times N_0 \times A \leq W_1 \times N_0 \times (1 - m) \times f \times B$$

W_0 : 購入時重量 W_1 : 再捕時重量
 N_0 : 購入時個数 B : 販売単価
 A : 購入時単価 f : 漁獲率
 m : 逸散・減耗率

放流種苗の最大の減耗要因である食害を防ぐ立場から放流の諸条件を考えると種苗の活力が高い夏季に、ヒトデ類の生息量が少なく、海藻量の多い岩礁域で放流容器を用いて低密度に放流すれば、放流殻高は小さくとも高い生残率が見込まれ、また、中間育成する期間も 3～4 カ月ですむことから種苗育成に関する経費も低く抑えることができる。今後は、これらの方法により放流試験を実施して漁獲までの回収率を明らかにし、経済面を含めた放流効果をあきらかにしていく予定である。

なお、本研究は水産庁国庫補助事業「地域特産種増殖技術開発事業」によったことを記し、感謝の意を表する。

要 約

サザエの栽培漁業化のために必要な放流殻高、時期、場所、手法について明らかにすることを目的に室内試験と放流試験を行った。

1) 放流種苗を食害する動物としてイトマキヒトデ、ヤツデヒトデ、フタバベニツケガニ、ベラ類、カワハギが考えられた。

2) ベラ、カワハギの魚類は放流直後の食害量が大きく、ヒトデ類、フタバベニツケガニは、長期間種苗を食害すると考えられた。

3) 室内試験の結果では、フタバベニツケガニ、ヤツデヒトデの食害量が大きかったが、殻高が28 mmを超えると食害量が減少した。

4) 殻高別放流試験の結果、殻高が24 mmを超えると生残率が高くなった。

5) 6～8月と2月の放流では、放流直後の減耗が小さくなる傾向がみられた。

6) 種苗の成長は、漁場に着生する海藻量に左右され、浅い水深の方が成長が良かった。

7) 放流する場所の底質により生息する食害動物種がやや異なり、岩礁域にはヒトデ類が少ない傾向がみられた。またベラ類は転石域、岩礁域とも

多かった。

8) 底質別の種苗の生残率は岩礁域が最も高かった。

9) 低密度で放流することにより食害動物の蝟集を少なくすることが可能であり、放流籠等により放流初期の減耗を減らすことで生残率の向上が見込まれる。

10) 種苗の匍匐状態に戻る時間は種苗活力の差と考えられ、放流後の生残率にも差がみられた。

文 献

- 1) 第23～32次福岡農林水産統計年報 水産編(1975～1984).
- 2) 伊藤輝昭他、筑前海におけるサザエの成長と移動、福岡県水産海洋技術センター研究報告第1号、137～144(1993).
- 3) 辻秀二他、蒲入磯根漁場へのサザエ人工種苗放流実験、京都府立海洋センター研究報告、第3号(1979).
- 4) 福岡県他、昭和63年度放流漁場高度利用技術開発事業、267～276(1988).
- 5) 葭矢護他:サザエの放流技術に関する基礎研究、京都府立海洋センター研究報告、6-2号(1989).
- 6) 野中忠他:静岡県沿岸の磯根資源に関する研究-Ⅶ、静岡水試研究報告、第2号(1969).