

アカナマコの放流効果

後川 龍男・深川 敦平・秋本 恒基・池内 仁
(研究部)

Stocking Efficiency of Sea Cucumber

Tatsuo USHIROKAWA, Atsutoshi FUKAGAWA, Tsuneki AKIMOTO and Hitoshi IKEUCHI
(Research Department)

アカナマコは筑前海磯漁業の重要種であり、アオナマコに比べ単価も高く、主要な漁獲物となっている。また、定着性が強く、他の植食性磯動物との餌料競合も少なく、漁場条件に対する適応範囲も広いと考えられている。そのため種苗放流の要望が強く、栽培漁業化に向けて種苗生産技術および放流技術開発が進められてきた。アカナマコの放流効果については、これまで磯漁場での放流試験では逸散が激しく放流直後から追跡が困難となり、これまで放流効果を算出できた事例がなかった。今回は放流から回収まで放流種苗を追跡できたので、その放流効果および経済効果について解析するとともに、これまでの放流試験に基づく適正な放流条件を検討したので報告する。

方 法

1. 海域別放流試験

アカナマコの放流適地及び放流効果を検討するために、比較的静穏な内海域と冬期に波浪が強い外海域、および閉鎖的な漁港内への放流試験を行った(図1)。

(1) 内海域

福岡市海釣り公園周辺は冬期アカナマコ漁場として利用されており、大型のタートル礁と1トン内外の投石、さらに小型の転石と砂底が混在している。ここを内海域の代表点として、2000年7月4日に水深7.7mに設置された魚礁(タートル礁)周辺の投石域へ平均体長 38.5 ± 13.2 mmの種苗6,000個体を放流した。放流時のナマコ類生息状況は、1人・30分の採捕でアカナマコ1個体(170g, 98mm)、アオナマコ12個体(40~200g, 63~139mm)、クロナマコ5個体(70~210g, 77~166mm)であった。放流時期が7月だったため海藻は少なく、ナマ

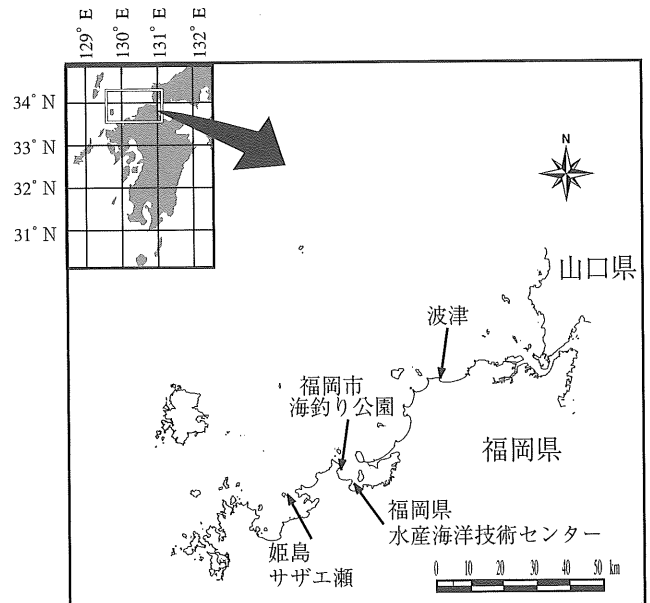


図1 放流試験実施場所

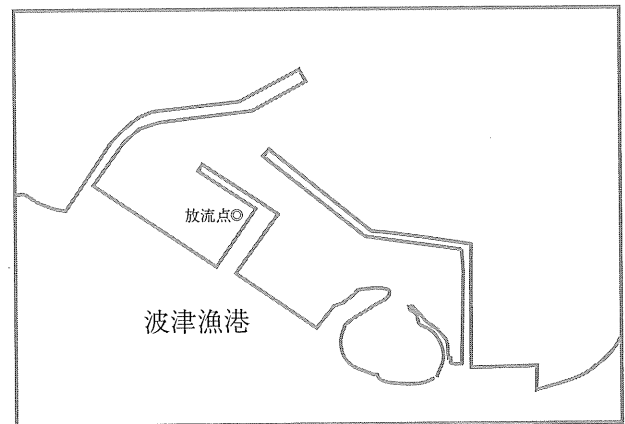


図2 波津漁港内放流位置

コ類は収縮していた。

(2) 外海域

福岡県糸島郡志摩町姫島の東側に位置するサザエ瀬は人頭大～直径1.5m程度の転石域であり、浮泥はなく海藻が多い。また冬期の波浪が極めて強く、冬期に操業できる日が限られている。ここを外海域の代表点として、'00年12月18日に、水深4m域へ体長 49.4 ± 14.1 mmの種苗6,500個を放流した。姫島サザエ瀬における放流時のナマコ類生息状況は、天然アカナマコ1個体(体重9.0g)のみであった。

(3) 漁港内

開放的な漁場では種苗の逸散が激しいため、遠賀郡岡垣町波津漁港内を試験区(図2)に設定し、出来るだけ閉鎖的な環境への放流試験を行った。砂浜域に作られた波津漁港内は、堤防や岸壁から約1mコンクリートの土台があり、その先に大型の捨石が沈められ、最も沖は砂泥底となっている。コンクリート土台と捨石の表面には5mm程度の厚さで浮泥が堆積している。

'02年2月4日に平均体長 61.3 ± 17.8 mmの種苗5,016個体を、波津漁港内の試験区の中でも特に天然アカナマコがみられた水深4m域(図2◎印)に、捨石の間へできるだけ丁寧に放流した。放流前に試験区内から取り上げたアカナマコは32個体、 359 ± 162 gであった。また試験区内にアオナマコは22個体、クロナマコは23個体生息していた。

2. 追跡および回収調査

3箇所とも漁業者の協力を得て放流後アカナマコを禁漁とし、センター職員が追跡調査を随時行った。また外海域では種苗の移動を把握するため、放流6ヶ月後に放流点から東西南北に各方向25m・幅1mのベルトトランゼクトを設けて調査を行った。これ以外の追跡調査は放流点周辺での徹底再捕とし、体重測定を行った後は再放流した。追跡調査で放流種苗が漁獲サイズに達したとみられた時点で、内海域および外海域では漁獲を解禁し、漁業者による放流種苗の取り上げを行った。一方漁港内では漁獲サイズに達した後、3回にわたってセンター職員が徹底回収を実施した。

内海域では、放流点周辺で漁獲されたアカナマコ全数を、操業日に合わせて体重測定した。外海域でも同様に操業日に合わせて体重測定を行うとともに、漁業者に操業日誌の記帳を依頼して漁獲個体数の把握に努めた。漁

港内では回収個体の体重測定を行い、さらに試験出荷して販売金額を把握した。

このようにして得られた体重の頻度分布を、体重が正規分布に近似すると仮定し、最小自乗法を用いて年級群に分解した。また、得られた群組成から放流群の識別を試み、回収率を推定した。

結 果

1. 内海域

8月1日に1ヶ月後の調査を行った。放流種苗の平均体長は 33.7 ± 7.8 mm、平均体重は 2.0 ± 1.3 gと、放流時より少し小さくなっていった。紅藻類の基部に付着した状態で発見されるものが多く、転石の間隙にはほとんど見られなかった。

放流7ヶ月後および放流から2年4ヶ月後に追跡調査を実施した。放流7ヶ月後の'01年2月6日に行った追跡調査では23個体を取り上げたが、放流個体とみられる大きさの個体は6個体に過ぎず、体重は7.1～85.2gであった。一方2年4ヶ月後の'02年11月26日に実施した追跡調査では、放流点付近で28個体、平均体重 275 ± 87 gを再捕した。この結果放流群が漁獲サイズに達したとみられたため、禁漁を解除し漁業者による徹底回収を開始した。

事前調査の'02年11月から'03年1月にかけて、海釣り公園で漁獲されたアカナマコのうち616個体の体重を測定した。測定できなかったのは1日×1人分の漁獲のみ約100個であったことから、この期間の総漁獲個数は700個程度と推定された。

調査日毎のヒストグラムおよび計算によって推定された全年級群の複合正規分布を図3に、複合正規分布を年級群に分解した正規分布を図4にそれぞれ示した。なお測定誤差を考慮し、各測定日における体重を0gから50g刻みでヒストグラム化して解析した。図3,4では便宜上、X軸を、例えば0～50gを25(g)、300～350gを325(g)のように表現した。

2. 外海域

放流6ヶ月後の'01年6月26日に行った追跡調査では、ベルトトランゼクトを設けて放流種苗の移動を調査した。この時は合計13個体を発見し、水中で収縮した状態での体長は 61.8 ± 15.6 mmであった。特に、東方向(深所方向)への移動が9個体と多く、そのうち3個体はラインを外れて25m以上移動していた。

放流1年2ヶ月後の'02年2月5日に行った追跡調査(30分×1名)では、小型のアカナマコ35個体(52.6±23.6g)を、放流点付近の狭い範囲で回収した。

海釣り公園の解禁に合わせて姫島サザエ瀬でもナマコ漁を解禁し、漁業者による徹底回収を依頼した。しかしシケのため、'03年3月26日のみサザエ瀬でのナマコ漁が行われた。翌日職員が計測したアカナマコは133個、平均体重は108.3±48.2gであった。姫島サザエ瀬での追跡調査と漁獲物調査の結果を図5に示した。漁獲サイズがほぼ一定であったため、20g刻みでグラフ化した。

漁期終了後の'03年4月23日に30分程度の追跡調査を実施した結果、短時間にもかかわらず3月に漁獲されたのと同様のサイズのアカナマコ10個体を発見した。

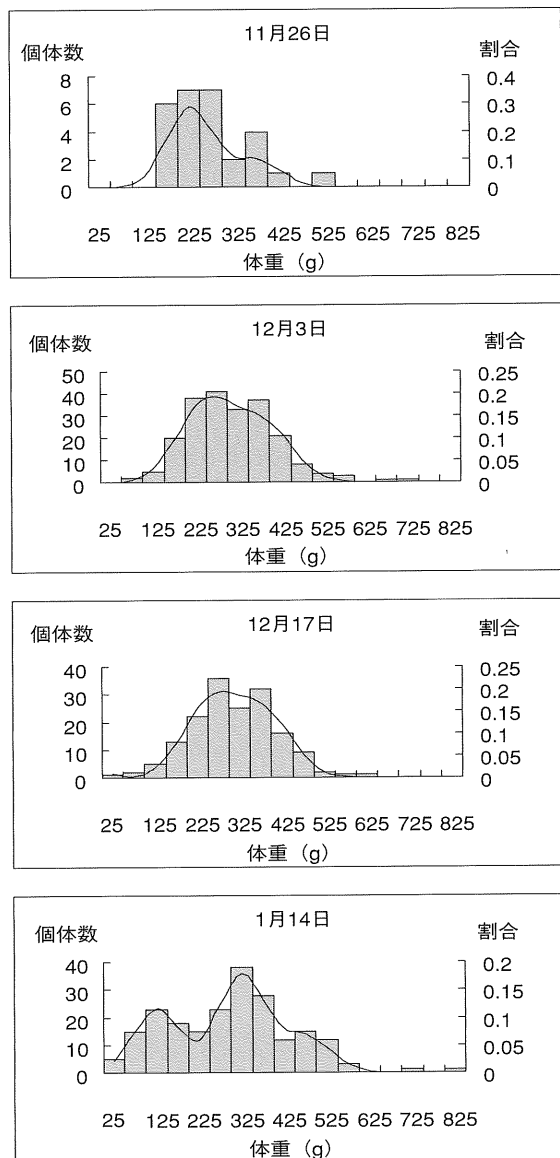


図3 海釣り公園における漁獲結果

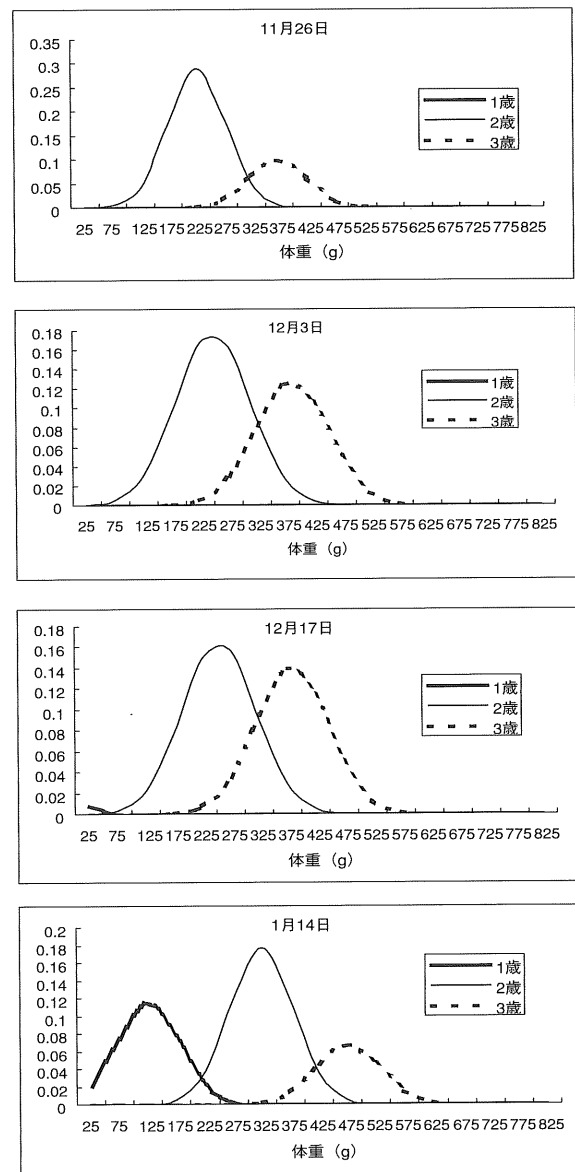


図4 海釣り公園における漁獲結果の年級群組成

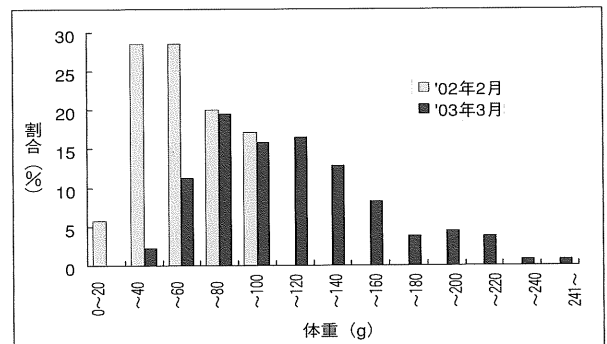


図5 姫島サザエ瀬における放流アカナマコの体重組成

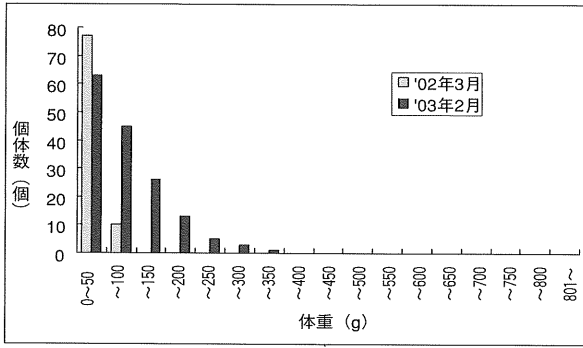


図6 波津漁港追跡調査時のアカナマコ体重組成

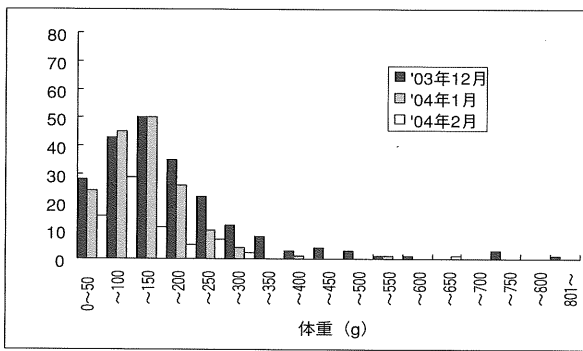


図7 波津漁港徹底回収時のアカナマコ体重組成

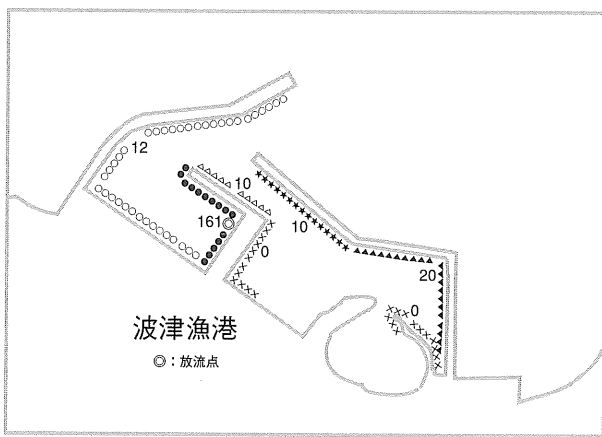


図8 波津漁港場所別回収数('03年12月)

表1 波津漁港における放流追跡調査の結果

	2002年3月13日 (1ヶ月後)	2003年2月24日 (1年後)	2003年5月7日 (1年2ヶ月後)
人数・時間	3人・1時間	4人・2.5時間	2人・1時間
発見個体数	91	161	33
うち放流と見られる個体数	87	151	29
回収率	1.7%	3.0%	0.6%
平均体重	22.4±21.1g	82.0±65.4g	156.6±83.7g

3. 漁港内

放流1ヶ月後の3月13日には、大半が放流群とみられる平均体重 $22.4 \pm 22.1g$ のアカナマコ91個体を再捕した。放流点付近の岸壁壁面で発見率が高かった。体重から明らかな天然個体は4個体であった。

放流1年後の'03年2月24日には、4人で2.5時間かけて放流点を中心に広範囲に追跡調査を実施し、161個体を発見した。明らかな天然個体5個体を除く156個体の平均体重は $82.0 \pm 65.4g$ 、体長は $97.4 \pm 31.0mm$ であった。放流点の捨石周辺や放流点付近の壁面など、放流点付近で発見率が高かった。

放流1年2ヶ月後の'03年5月7日には、2人で1時間の短時間追跡調査を実施し、アカナマコ33個体を発見した。明らかな天然個体4個体を除く29個体が放流個体と考えられ、その平均体重は $156.6 \pm 83.7g$ であった。以上の追跡調査の結果を図6および表1に示した。

漁獲サイズに達したとみられた放流1年9ヶ月以降、徹底回収を実施した。徹底回収時の体重組成を図7に示した。'03年12月25日には、3人で1.5～3時間かけて波津漁港内全域で徹底回収を実施し、214個体を回収した。この時漁港内の場所別回収個数を、調査範囲ごとに異なる記号を用いて図8に示した。一部の個体は港内に分散したものの、ほとんどが放流点付近で回収された。

放流1年10ヶ月後の'04年1月20日には、4人で1.5時間かけて放流点付近で徹底回収を実施し、161個体を回収した。前回と同様に放流点付近で多数回収された。

放流1年11ヶ月後の2月2日には、4人で1.5時間かけて放流点付近で徹底回収を実施し、70個体を回収した。小型個体のほとんどは放流点周辺で見られ、放流点から離れるとやや大型の個体が見られた。

第1回目の回収時には、波津漁港で回収されたアカナマコを魚価が高まる年末に合わせて出荷した。その結果約39kg、105,434円で販売でき、この時の平均単価は計算上2,703円/kgとなった。

表2 海釣り公園における各年級群の推定漁獲個数

	全漁獲個数	1歳群個数	2歳群個数	3歳群個数
11月26日	28	—	21	7
12月3日	214	—	125	89
12月17日	265 (推定)	2	142	121
1月14日	209	65	104	40
合計	716 (推定)	67	392	257

考 察

1. 内海域

外海域や漁港内と異なり、夏放流だった内海域のみ、ナマコの成長期である冬を2回経験している。このことをふまえ、過去の知見および漁港内における放流群の成長から、図3で12月で250~300gにピークを持つ群が放流群を含む年級群だと推測された。調査日毎に年級群分けした図4から、11月26日、12月3日、12月17日、1月14日のそれぞれの年級群の推定漁獲個数を計算した結果を表2に示した。この結果から、放流群を含む年級群の合計は392個、回収率は6.5%と推定された(表3)。

海釣り公園は天然アカナマコの生息域であるため、同年に発生した天然群と放流群との分別は不可能である。よって、この回収率は天然群を含むため過大評価となる。しかしナマコには、現在研究されている囲食道骨へのALC標識¹⁾の他に長期間追跡できる標識方法がないため、天然群と放流群が混在する一般的な漁場において、体重組成の群分解以外で無標識の放流群を推定することは不可能であった。一方漁獲日数の少なさや取り残しを考慮すれば、この回収率は種苗の生残率より低いと考えられる。つまり現実の種苗生残率は、混獲された天然群が多ければ低下し、取り残しが多ければ上昇する。このように信頼度は低いものの、上記を内海域での回収率の参考値として取り扱うこととする。

既往知見では体重組成を用いて年級群に分離することは困難とされているが²⁾、今回は海釣り公園で得られた体重組成を群分解することが出来た。アカナマコは高水温時収縮して隠棲しており、水温が16℃以下まで下降すると活動を開始する³⁾。今回は冬場の活動期に絞った漁獲物調査であったことから群分解できた可能性がある。また、測定個体数が多かったことや、50g刻みでヒストグラムを作成したことも群分解を容易にした原因だと考えられる。なお、体重組成は一般に正規分布に従わないとされるが、今回はヒストグラムの形状から正規分布に従うと仮定して群分解した。この点に関してはデータが少ないため今後検討が必要である。

表3 各放流試験の回収結果

	海釣り公園	姫島サザエ瀬	波津漁港
漁獲日数	4日	1日	3日
漁獲個数	716個	約200個	445個
うち放流と見られる個数	392個	180~200個	440個
回収率	6.5%	2.7~3.1%	8.8%

2. 外海域

図5から、'02年2月の追跡調査では全数が放流群と推定され、'03年3月の漁獲物調査でも、全数が放流群であると推定された。もし200g前後にピークを持つ群を天然群であると仮定しても、放流群の混獲率は90%を越える。体重を計測不可能だったものを含めると、漁獲された数は約200個とみられることから、放流群の回収数は180個以上、回収率は最大で3.1%と推定された(表3)。

しかし、漁港内での徹底回収から見ても明らかなおり、わずか一日の漁獲では取り残しが多いため上記の回収率は過小評価だといえる。漁獲1ヶ月後の追跡調査で放流群と同サイズのナマコが発見されたことやガラモ場で視界が悪いこと等から考えれば、取り残したナマコの現存量は大きいと考えられる。

しかし追跡調査では、漁港内に比べて放流直後から発見率が非常に低かった。ベルトトランゼクト調査の結果から見て、外海域では種苗の逸散が大きいことが伺われた。また放流直後の波浪による逸散や食害が心配されるなど、一般的な磯漁場では高い回収率が望めないと考えられる。

また、放流時期の似ている波津漁港と比較して姫島サザエ瀬での成長が悪い傾向が見られた。波津漁港内はナマコの餌となりうる浮泥が多い一方、成長の悪い姫島サザエ瀬は浮泥がほとんどない場所だったことから、場所ごとの餌料環境の差によって成長差が生じた可能性がある。よって、成長が遅れる可能性がある餌料環境の悪い場所への放流は避けるべきだと考えられる。

3. 漁港内

図8から各回収回次毎に放流群の数を推定した結果を表4にまとめた。この結果計3回の累積回収率は8.8%となり、内海域、外海域よりも高い回収率であると推定された(表3)。波津漁港における回収率は、数次にわたる追跡調査で逸散が少ないことが明らかなることから、他の地点での回収率よりはるかに信頼性が高いといえる。徹底回収は計3度行われ、徹底回収の度に漁獲個数が減少している。よってDelury法から波津漁港における放流

表4 波津漁港における徹底回収調査の結果

	2003年12月25日 (1年9ヶ月後)	2004年1月20日 (1年10ヶ月後)	2004年2月2日 (1年11ヶ月後)
人数・時間	3人・1.5~3時間	4人・1.5時間	4人・1.5時間
発見個体数	214	161	70
うち放流と見られる個体数	210	161(累積371個)	69(累積440個)
回収率	4.2%	3.2%(累積7.4%)	1.4%(累積8.8%)
平均体重	166.2±131.9g	120.5±69.4g	107.0±90.7g

アカナマコの初期資源量を計算したところ、漁期前生息数611個、放流後の生残率12.2%と推定された。すなわち3回の徹底回収によって、漁港内に生存していた放流アカナマコのうち、約72%が回収されたと考えられる。

また調査の結果、放流点からの移動が小さかったことから、種苗の逸散が少ない放流場所として漁港内の有効性が示唆された。特に漁港内への放流はナマコの逸散防止に効果的な上、密漁の恐れがほとんどないことや、磯漁場と異なり多少外海が時化でも操業できることが、一般的な磯漁場と比較してメリットとなる。

よって漁港内放流の場合、いつでも出漁できるメリットを生かし、単価の高い年末を狙って漁獲し出荷することで、単価・経済効果を高めることができると考えられる。また漁港内ではシケでも漁獲できるため、仮にシケが続いて一般的な磯漁場からの市場入荷がない時期に出荷できれば、高値で取引される可能性もある。

なお'03年は水温が高めで推移したため、例年なら11月中に活動が活発となる水温³⁾16℃を下回するのに、'03年は12月に入ってようやく16℃を下回った。よって波津漁港では、活動開始時期が一月近く遅れたため、平年より小さいサイズで漁獲が始まったと考えられる。つまり'03年漁期が平年並みの水温で推移していれば、成長が進んでおり水揚げ量がより大きかったと考えられる。なお波津では、回収が進む毎に平均体重が減少しているが、これは目立つ大型個体から回収されたことによる現象と考えられる。

4. 経済効果の検討

豊前海における調査の結果から^{4),5)}アカナマコの市場単価を2,000円/kg、アカナマコの種苗生産単価を30mmサイズで30円/個として、波津漁港内、姫島サザエ瀬、海釣り公園における単年での経済効果指数を計算すると、表5のとおりそれぞれ0.82, 0.22, 1.17になった。この中で、漁獲努力量が低く取り残しが多いとみられた姫島サザエ瀬の経済効果指数がかなり低い。また天然群との分別が不可能で次年度以降の累積回収を見込んだ回収率である海釣り公園では、単年での経済効果指数が実質的に1を下回るとみられる。よってこの試算ではアカナマコの栽培漁業は成立しないという結果になる。

ここで漁港内放流で年末に出荷できる波津の単価のみ2,500円/kgとして試算したところ、表5右端に示すように、経済効果が1.11となった。すなわち年末に集中漁獲し出荷できるならば、漁港内放流によって一定の放流効果があると結論される。他方、シケなどに左右される磯漁場でこの単価を用いた試算を行うことは現実的でな

いため、今回は試算しなかった。なお、表5において「波津」と「波津(年末単価)」で出荷量が異なるのは、右は市場出荷時の実際の重量であり、左はナマコ回収時の体重計測結果に基づく計算値のためである。

推定現存量を試算できた漁港内において、取り残し全てを次年度以降に回収できると仮定した場合、1年間の成長分を無視しても経済効果指数が1.5を越えるとみられる。また内海域の試験結果から見て、漁港内放流でも放流2年目には小型個体を残しつつ回収し、3年目を回収の中心とする方が、成長分だけ回収重量を増やせるため経済効果指数がより高まる可能性がある。事業化を目指すには、2年後の生残率・体重と3年後の生残率・体重をそれぞれ比較し、最も適切な回収のタイミングを研究する必要がある。

漁港内と比較して内海域や外海域では、追跡調査が難しく、漁期前の現存量や次年度以降の回収率を推定できなかった。こういった天然アカナマコと混在する漁場や逸散の激しい漁場では、内部標識を施さない限り放流効果を確認することが極めて難しい。回収率・経済効果指数を示せないこのような漁場において、アカナマコの栽培漁業を推進するのは困難である。

以上の結果、アカナマコの栽培漁業を事業化するには次の条件を満たすことが前提になると推測された。すなわち、①種苗の逸散が少ない場所を選定し、②餌料環境の悪い場所を避け、③放流2～3年後の、単価が高くなる年末にかけて計画的に漁獲し出荷する、である。この条件を満たす場所としては、磯漁場よりも港内のように閉鎖的でシケに強い場所が考えられる。しかし現在のところ、クロアワビ放流事業ほど高い経済効果を上げるまでには至っていない。よって事業化のためには、これらの条件を満たす場所で回収率を向上させる、あるいは成長を促進する方策を研究するとともに、適切な回収時期を検討する必要がある。

要 約

- 1) '00年から'02年にかけて、種苗生産された30mmサイズのアカナマコを内海域・外海域・漁港内にそれぞれ放流した。
- 2) 漁港内での回収率は8.8%、外海域での回収率は3.0%、内海域での回収率は6.5%と推定された。
- 3) 漁港内は放流直後からの逸散が少なく、アカナマコの放流場所に適していることが示唆された。
- 4) 外海域で成長が悪かったことから、餌料環境を考慮して放流する必要があることが判明した。

表5 各試験地での回収率と経済効果の試算（種苗単価を30mmサイズ30円/個とする）

	海釣り公園	姫島サザエ瀬	波津	波津（年末単価）
放流群の回収率	6.5%	2.7~3.1%	8.8%	8.8%
回収個数	392	200	440	440
水揚げ量（kg）	105.6	21.7	61.7	67.0
試算単価（円/kg）	2,000	2,000	2,000	2,500
1年目経済効果指数	1.17	0.22	0.82	1.11

- 5) 漁港内放流では、年末に集中漁獲し出荷できる体制があること、あるいは直売所などへの直売ルートを持っていること等の条件さえあれば、単年で経済効果指数が1を超えると試算された。
- 6) アカナマコ栽培漁業を事業化するための放流条件としては、①種苗の逸散が少ない場所を選定し、②餌料環境の悪い場所を避け、③放流2～3年後の、単価が高くなる年末にかけて計画的に漁獲し出荷する、である。この条件を満たす場所としては、閉鎖的な漁港内が挙げられる。

文 献

- 1) 中島幹二・吉村圭三・瀧谷明朗：マナマコ栽培漁業技術開発試験（一般試験研究費），平成13年度北海道

- 立稚内水産試験場事業報告書，pp.105-111（2002）
- 2) 太刀山透・深川敦平：栽培漁業技術推進事業－(1)アカナマコの放流技術開発調査，平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，pp.114（1998）
- 3) 太刀山透・篠原直哉・深川敦平：アカナマコの行動様式の季節変化，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第7号，pp.1-7（1997）
- 4) 桑村勝士・池浦繁：資源管理型漁業推進総合対策事業－(2)沿岸特定資源調査（豊前海南部地区；ナマコ），平成8年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，pp.292-298（1997）
- 5) 桑村勝士・池浦繁：資源管理型漁業推進総合対策事業－沿岸特定資源調査（豊前海北部地区；ナマコ），平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，pp.311-315（1998）