

宗谷海域におけるマナマコ人工種苗放流サイズの検討

中島幹二^{*1}, 坂東忠男^{*2}, 吉村圭三^{*3}, 瀧谷明朗^{*1}

Study on the size of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*,
Juveniles Released in the Soya Sea Area

Kanji NAKAJIMA^{*1}, Tadao BANDO^{*2}, Keizo YOSHIMURA^{*3} and Akio TAKIYA^{*1}

Artificial seeds (21,000) of sea cucumber were divided into two groups by their size: large (average length 29.4 mm) and small (average length 15.6 mm). They were released in the Soya port on 8 August, 2000. Follow-up checks were carried out at 2 months, 3.5 months, 1 year, and 2 years after release. Released sea cucumbers of the large and small groups grew to be approximately 1.7 and 3.2 times in length, respectively, at 2 months after release. Significant reduction in number was observed right after release; that decrease was more pronounced in the small group. Subsequently, no reduction was observed for both groups. These reductions were inferred to result from death or disappearance out of that location; the major reason seemed to be that the seedlings were washed out by the tide. Two-year remaining rates were 47.0% and 7.4% for the large and small group, respectively. The large group demonstrated a high remaining rate, indicating the effectiveness of 30 mm seedlings.

キーワード：マナマコ, 稚ナマコ, 放流, 追跡調査, 残留率, 適正サイズ

はじめに

マナマコは、日本に広く分布しており、各地で古くから漁業が行われている。北海道でも沿岸域の重要な漁業対象種とされ、全国の漁獲量に占める高い割合を維持している。中でも道北海域は、全道漁獲量の60%を占め、本道マナマコの主産地として位置づけられている。本種は、生鮮向けの他、その70%は乾燥ナマコ（イリコまたはキンコ）に加工され、高価な輸出品として取り引きされている。しかし、漁獲量は1987年をピークに減少し、宗谷海域でも1988年に1,000t以上あったものが、近年約半分まで減少した。そのため資源回復に対する要望が多く、人工種苗放流に対する期待も大きい。

本種の種苗生産技術開発は多くの県で行われ¹⁾、放流試験にも着手されており²⁾、放流場所への石やカキ殻などを利用した基質の設置も試みられている^{1,3-5)}。北海道での種苗生産技術開発は、宗谷漁業協同組合が1988年から着手し、1989年度からはこれに北海道立稚内水産試

験場⁶⁾と北海道立栽培漁業総合センター⁷⁾が加わり5 mm 種苗の生産を技術化した。さらに1995年から宗谷漁業協同組合⁸⁻¹³⁾が、1999年から宗谷漁業協同組合と稚内水産試験場¹⁴⁾が放流追跡調査を行ってきている。本研究では、2000年に大型と小型のサイズ別放流を試み、放流2年後までに4回追跡調査を行った結果について報告する。

材料と方法

1. 供試種苗

放流には、1999年に宗谷漁業協同組合浅海増殖センターで宗谷産の親ナマコを用いて採卵、飼育し、同所で2000年7月まで中間育成した稚ナマコ12,000個体と、1999年に栽培漁業総合センターで同じ宗谷産の親ナマコを用いて採卵、飼育し、同年11月に稚内水産試験場に搬入して2000年7月まで中間育成した稚ナマコ9,000

報文番号A379 (2004年7月9日受理)

*1 北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station, Suehiro, wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)

*2 宗谷漁業協同組合 (Soya Fishery Cooperative Society, Soya, Wakkanai, Hokkaido 098-6755, Japan)

*3 北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Murooran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Funami-cho, Murooran, Hokkaido 051-0013, Japan)

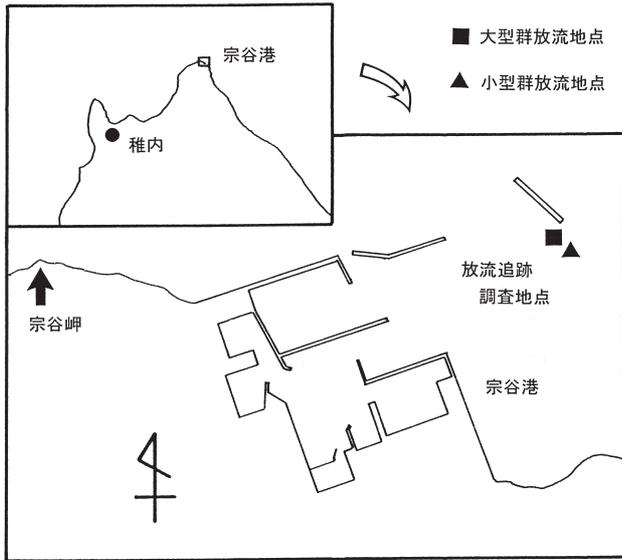


図1 放流・追跡調査地点

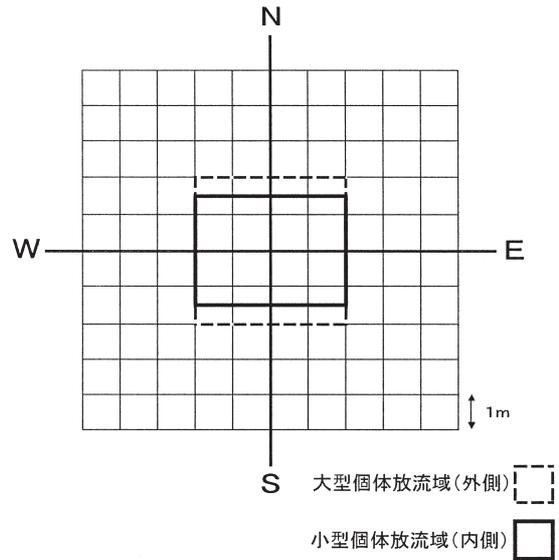


図2 調査域の枠の設定

個体の合計21,000個体を用いた。

全ての個体は、約3mm目合いのふるいを用いて大型個体と小型個体に分け、それぞれを大型群と小型群として別々の放流群とした。これらの種苗は、それぞれ別の大型のポリエチレン袋に入れ、放流地点まで運んだ。

2. 種苗放流

放流地点は、稚内市宗谷港沖の離岸堤横である(図1)。水深は12m、海底には岩や礫、転石が散在する。放流は、2000年8月8日に放流区において潜水で行った。予め放流地点に、大型群と小型群の放流区を調査区域が重ならないようにその中心を10~15mほど離して設定し、それぞれ4×4mと4×3mの枠を設けた。放流前に、事前調査として予め両設定枠内から天然のマナモコ全てをエアリフト法(コンプレッサーから出すエアが上昇する力を利用してホースで吸い取る)⁸⁻¹³⁾を用いて取り上げた。その後直ちに用意した大型群と小型群のマナモコを設定した両枠内にどちらも均等となるように放流した。取り上げたマナモコは生かしたまま全て持ち帰った。

3. 追跡調査

調査は、2000年10月6日(2カ月後)、11月23日(3.5カ月後)、2001年8月8日(1年後)、2002年7月30日(2年後)の計4回行った。採集範囲は、放流区を中心とした大型群は最大東西15m南北17m、小型群は最大東西10m南北12mとした。さらに稚ナマコの放流後の広がりを考慮し、中心を基点として東西方向と南北方向をそれぞれ1m間隔で仕切り、1m²の枠を設定した(図2)。設定した枠のうち基点から放射状に8方向の枠から採集することとして、採集場所の地形、ダイバーの作業のしやすさや作業量、調査時間等の都合から、各群の採集枠を

25~34として抽出した。各調査回に採集を行った最も外側に位置する枠までの距離を基に、その調査回の採集範囲とした。2カ月後は放流区を中心に大型群26枠、小型群25枠を設定し、以降回を追う毎に前回までの分布状況を参考にして、採集予定枠数の範囲内で徐々に調査の採集範囲を外に広げた。採集は、天然個体と同様の方法で、各枠の1/4(0.5×0.5m)を対象としてその中の全ての生物を回収した。採集物は、船上で混獲物を調べ、その後マナモコのみを取り出して全ての個体を生かした状態で持ち帰った。

採集した個体は、調査終了後室内で枠別に個体数を計数し、体長を測定した。体長は、安静にして伸びた状態とした。

4. 残留個体

採集した個体のうち、放流個体と天然個体の区分には、稚ナマコを室内飼育した場合得られる体長組成の形を参考とした。その頻度分布の形に当てはまったゴンベルツ曲線(図3)を用いて各追跡調査日毎に採集個体の

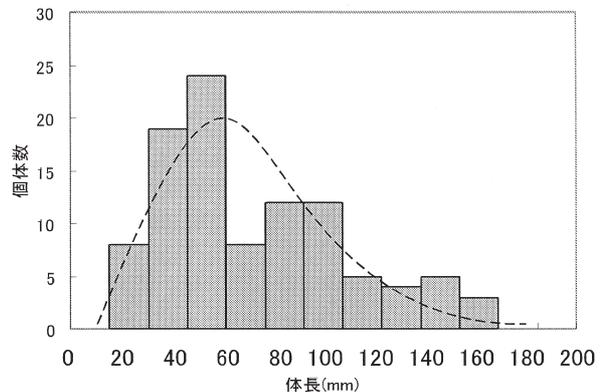


図3 飼育個体頻度分布へのゴンベルツ曲線の当てはめ

組成を2峰に区別した。得られた2曲線の交点以下の大きさの個体をそれぞれの再捕した放流個体とした。その個体数から、これまで行ってきた⁸⁻¹³⁾算出方法であるDWLSA法¹⁵⁾に従い、放流区域内の等密度線を引き、そこから得られる放流域各枠の残留個体数を推定し、全体の残留個体数を算出した。また、3.5カ月、1年、2年後の残留率の算出には、各1回前の調査による取上の減耗を考慮に入れ、その時の推定残留個体数から差し引いた数を各調査前の放流個体数として用いた。

結 果

1. 放流個体と調査地点の天然個体

放流種苗をふるいによって選別した結果、大型群は7,500個体、小型群は13,500個体であった。それぞれの体長組成を図4に示した。大型群は、20.0~29.9mmにモードがあり、平均体長±標準偏差は、29.4±14.44mmであった。小型群は、10.0~19.9mmにモードがあり平

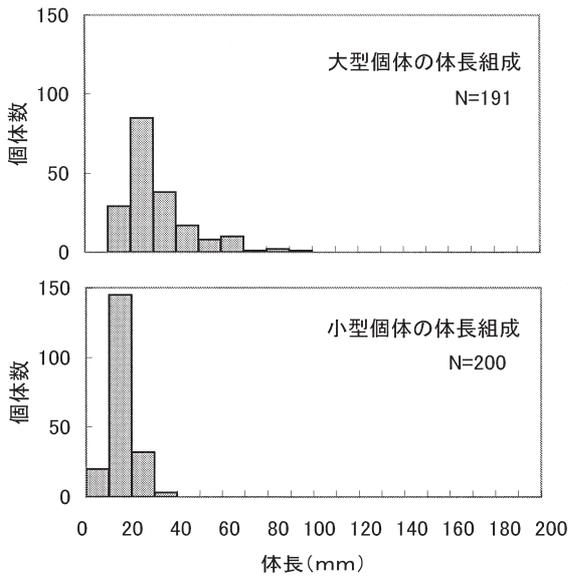


図4 放流種苗の体長組成

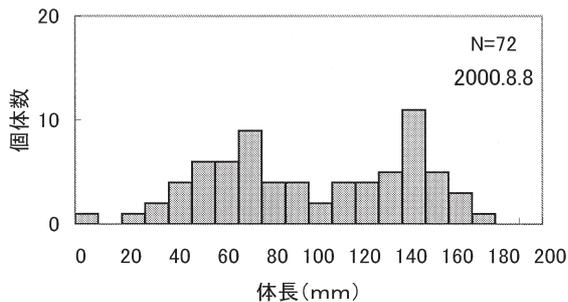


図5 天然個体の体長組成

均体長±標準偏差は、15.6±5.29mmであった。

事前調査で採集した天然マナマコの体長組成を図5に示した。9.9~177mm (平均101.8mm) の様々な大きさの個体が合計72個体採集された。このうち5個体を除き、放流する大型群、小型群と重複する45mm以下の個体は認められなかった。

2. 採集個体の体長組成

2.1. 大型群

採集個体の調査日別の体長組成を図6-1~4に示した。

2カ月後に採集範囲東西10m、南北11m内の26枠から232個体を採集した。20.0~29.9mmにモードがあり、ほとんどが放流個体と思われた(図6-1)。2峰の組成から85.8mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は225個体で、その平均体長±標準偏差は、28.9±10.76mmであった。また、放流した個体は、放流区付近に多く観察された(図7)。

3.5カ月後に2カ月後よりわずかに範囲を広げ、採集

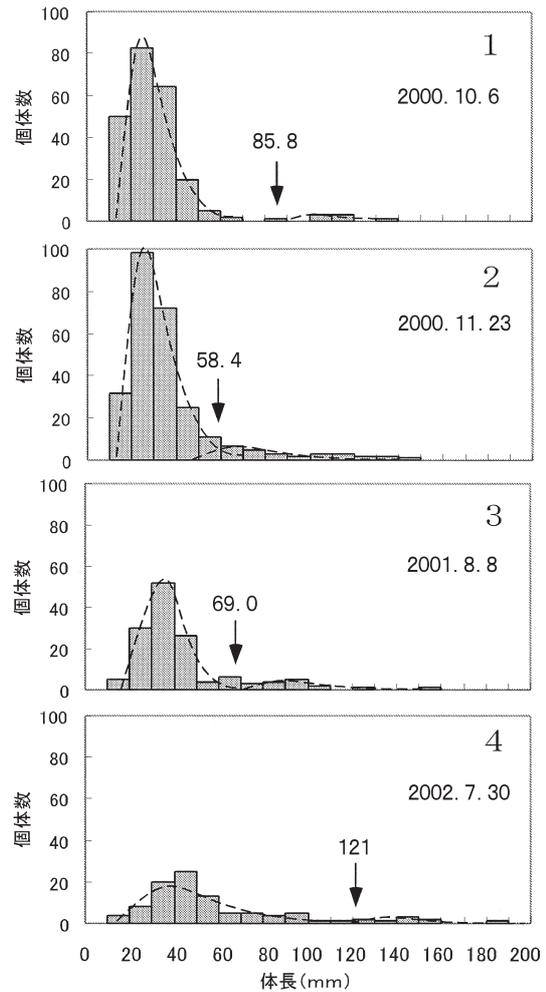


図6 調査日別サイズ別大型群の体調組成 (破線はゴンペルツ曲線、↓で放流個体と天然個体を区分)

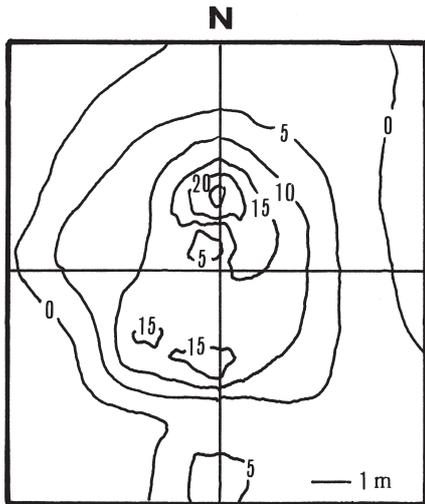


図7 放流2カ月後の大型群の分布状況

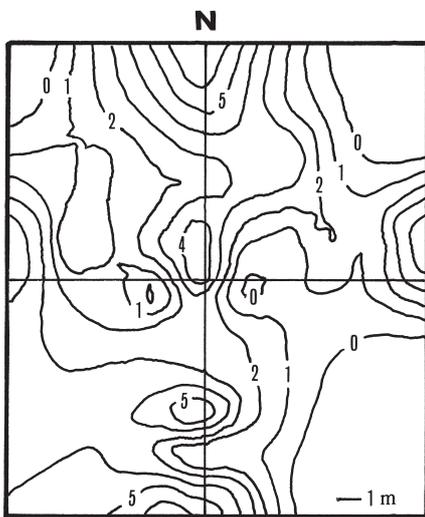


図8 放流2年後の大型群の分布状況

範囲東西11m, 南北13m内の27枠から266個体を採集した。20.0~29.9mmにモードがあり, 10月6日同様ほとんどが放流個体と思われた(図6-2)。2峰の組成から58.4mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は236個体で, その平均体長±標準偏差は, 30.2±9.50mmであった。

1年後にさらに広げ, 採集範囲東西13m, 南北13m内の30枠から139個体を採集した。30.0~39.9mmにモードがあり, 放流個体が多く占めると思われた(図6-3)。2峰の組成から69.0mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は121個体で, その平均体長±標準偏差は35.5±9.64mmとなり成長が認められた。

2年後に採集範囲を最も外側として東西15m, 南北17m内の34枠から100個体を採集した。40.0~49.9mmにモードがあり, 放流個体と思われる個体が多くを占めていた(図6-4)。2峰の組成から121mm以下を放流個

体とした。再捕した放流個体は92個体で, その平均体長±標準偏差は, 50.6±21.73mmとなり1年前より成長していた。また, モードの山も低くなり, 大きさのばらつきが大きくなった。2カ月後(図7)の分布状況より外側への広がりが認められ, 採集範囲全般に観察されているが, 放流区付近にいる個体も認められた(図8)。

2.2. 小型群

採集個体の調査日別の体長組成を図9-1~4に示した。

2カ月後に採集域東西10m, 南北10m内の25枠から97個体を採集した。10.0~19.9mmにモードがあり, ほとんどが放流個体と思われた(図9-1)。2峰の組成から39.0mm以下の個体を放流個体とした。再捕した放流個体は90個体で, その平均体長±標準偏差は, 18.4±5.58mmであった。また, 放流した個体は, 放流区付近に多く認められ, 分布の広がりは少なかった(図10)。

3.5カ月後には2カ月後とほぼ同じ採集範囲の東西8

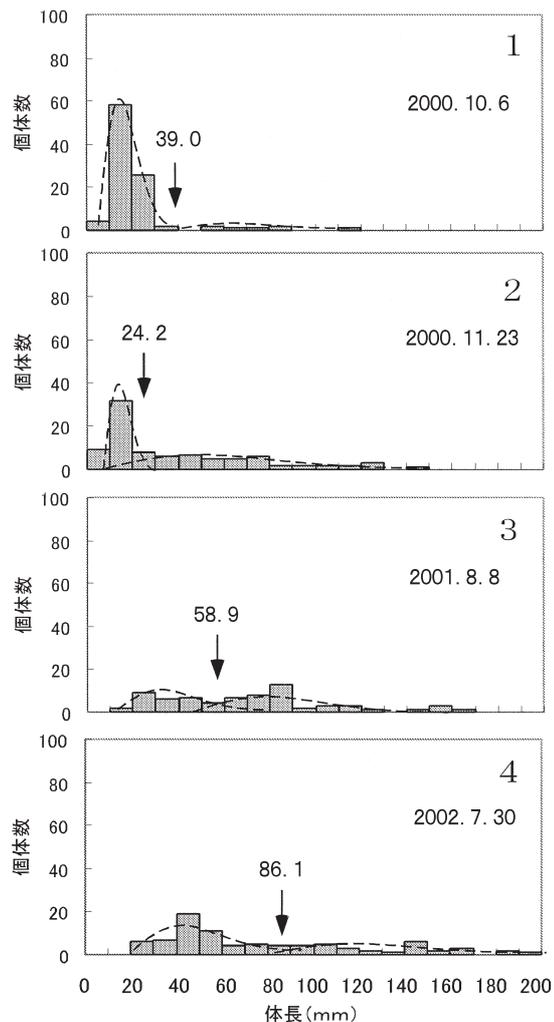


図9 調査日別サイズ別小型群の体調組成 (破線はゴンペルツ曲線, ↓で放流個体と天然個体を区分)

m, 南北11m内の25枠から合計90個体を採集した。10.0~19.9mmのモードとなった。10月6日より個体の大きさのばらつきが大きくなり, 大型の個体も採集された(図9-2)。これらには天然個体も含まれており, 2峰の組成から24.2mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は47個体で, その平均体長±標準偏差は, 14.4±4.36mmであった。

1年後に最大採集範囲の東西10m, 南北12m内の30枠から合計70個体を採集した。モードは80.0~89.9mmにあり, 放流個体と思われる個体は少なく, 天然個体が多く含まれていると思われた(図9-3)。大きさのばらつきが大きく, 2峰の組成から58.9mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は28個体で, その平均体長±標準偏差は, 35.2±11.56mmであった。

2年後は1年ごとほぼ同様の採集範囲である東西10m, 南北11m内の25枠から合計85個体を採集した。40.0~49.9mmにモードがあった(図9-4)。様々な大き

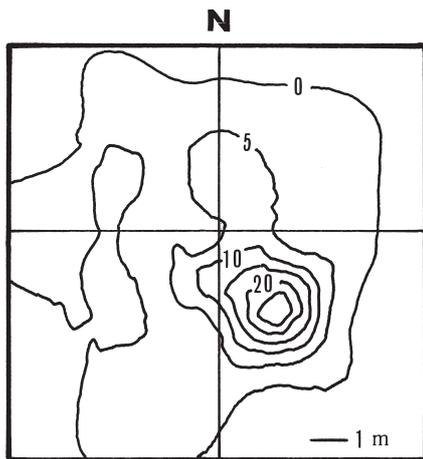


図10 放流2カ月後の小型群の分布状況

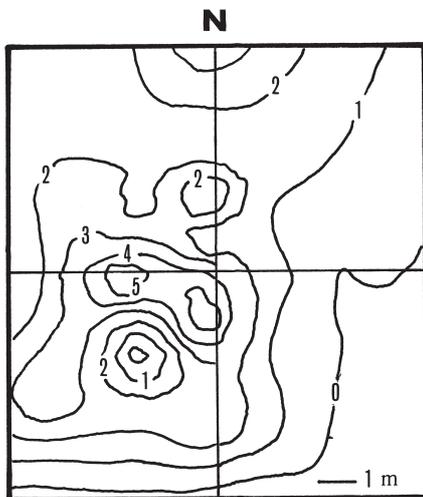


図11 放流2年後の小型群の分布状況

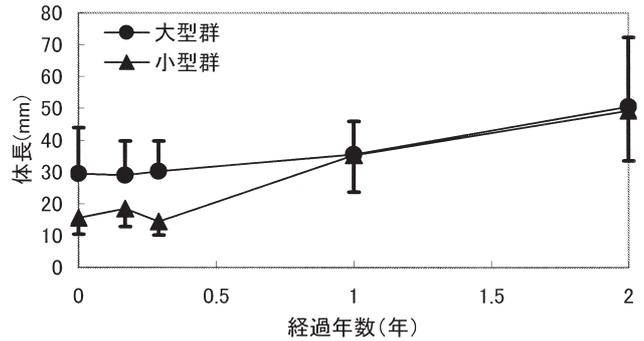


図12 大型群と小型群の成長

さの個体が採集されたが, 2峰の組成から86.1mm以下を放流個体とした。再捕した放流個体は54個体で, その平均体長±標準偏差は, 49.3±15.77mmであった。放流から2年を経過しても放流区付近の密度が高かった(図11)。

2.3. 両群の成長

調査毎の体長組成から, 放流した大型群と小型群の平均体長の変化を図12に示した。

大型群は, 3.5カ月まで平均体長の伸びは認められなかった。この後成長が認められ, 1年で約1.2倍, 2年で約1.7倍の大きさとなった。小型群も同様の変化を示したが, 平均体長の伸びは一層顕著で, 1年で約2.3倍, 2年で約3.2倍となった。その結果, 両群間の体長差がなくなった。

3. 残留

3.1. 大型群

2カ月後の再捕個体数を基に推定した採集区域内的の残留個体数は2,356個体となり, 残留率は31.4%であった。

3.5カ月後の同様に推定した残留個体数は2,883個体となり, 残留率は41.8%で, 4割以上残留していると推定されたが, 2カ月後の調査の時より多い結果となった。

1年後の推定した残留個体数は2,904個体となり, 残留率は46.7%で, 約半数が残っていた。3.5カ月後の調査からは, 僅かに残留率が上回り, この期間の個体数の減少は非常に少なかったことが示された。

2年後の推定した残留個体数は2,802個体となり, 残留率は47.0%となった。1年後とほとんど同じ残留率を示し, この期間の減少も認められなかった。

3.2. 小型群

2カ月後の推定した残留個体数は823個体となり, 残留率は6.1%と大型個体に比べ低く, この時点で9割以上の個体が放流点とその周辺100m²に認められなくなった。

3.5カ月後の推定した残留個体数は554個体となり, 残留率は4.6%で, 1カ月半でさらに僅かな減少が認めら

れた。

1年後の推定した残留個体数は613個体となり、残留率は5.6%で、3.5カ月後より僅かに上回り、減少は認められなかった。

2年後の推定した残留個体数は773個体となり、残留率は7.4%と高くなった。2カ月後に放流地点に残った放流個体は、ほとんどが同所に残留した結果となった。

3.3. 両群の残留率の変化

3.1と2の結果から、大型群と小型群の残留率の変化を図13に示した。

大型群は、2カ月後に1/3に下がってはいるが、それ以降は減少しない結果となった。小型群は、放流後急激に減少し1/20程にまでになったが、それ以降は同程度の残留率で推移し、大型群同様減少が認められなかった。どちらの群も個体数の減少は放流後すぐに起こり、小型群で特にそれが顕著であったが、放流後2カ月に残った個体はそれ以降減少しない傾向が認められた。

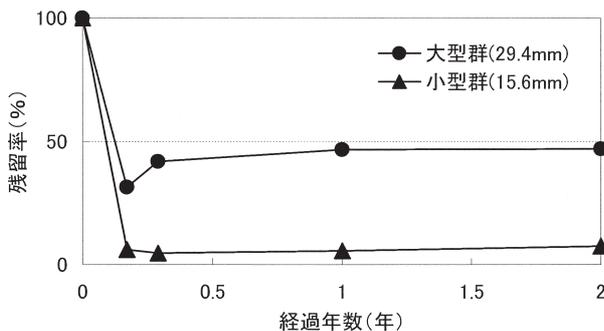


図13 大型群と小型群の残留率の変化

考察

マナマコは、本州西部、九州では約2年で漁獲対象となる¹⁶⁻¹⁸⁾。北海道に生息するマナマコは、これより遅く5年ほどかかると推定されている¹⁹⁾。放流個体の成長も天然マナマコの場合と同様、本邦南西部に比べ遅く、2年で50mmほどであった。放流個体は、本邦南西部のような際だった成長は認められないものの、再捕時の平均体長で大型群は放流時の約1.7倍、小型群は約3.2倍となった。どちらも天然での成長が伺われるが、その体長組成の推移を見ると、放流群中の小さい個体が見られていない。これらがいなくなったことによって、平均値が押し上げられ、過大評価となった可能性があることは否定できない。マナマコを人工的に飼育すると体長のばらつきが非常に大きく、成長の良い個体は2,3カ月で数倍にも成長するが、何カ月経過しても成長が認められない個体も観察される²⁰⁾。このことが天然での成長に必ずし

も同じように当てはまるとは言えないが、調査では人工飼育のような成長しないまたは遅い個体は採集されなかった。

濱野ら²¹⁾は、放流場所から見られなくなる原因は見落としが大きいとしているが、本研究で用いた採集方法は、エアリフトでの吸引によっているため、目視採集による見落としのような確認漏れの可能性は少ない。このような成長の遅れる個体は、放流後逸散した可能性が高いと考えられた。大型群、小型群の2カ月後の分布状況を見れば(図7,10)、放流区付近の個体数が多く、外側への大きな広がり認められていない。また、残留率の結果から見ても(図13)小型群の放流後の初期に見られた大きな低下と、これを過ぎた後の減少が認められないことがこのことを示唆している。他県の例でも放流したマナマコは放流場所に留まる傾向があることが報告されており^{5,22,23)}、放流地点からの移動性が少ない種類と考えられるため、小型群の初期の大きな個体数の減少は、放流後の急激な斃死、または流れによる逸散と考えるのが妥当である。調査地点は、沖の離岸堤の横であり、常に海底の流れがある場所であるため、流れの影響を強く受けたと考えられる。同じように流れに関しては、Tanaka²⁴⁾が付着力の弱い小型の個体は、潮に流される減少が大きいとし、山口県でも逸散の可能性を報告している²³⁾。大型群の場合、小型群に多い20mm未満の個体が少なく、このような流されることによる個体数の減少が少なかったと考えられる。観察された減少が斃死によるか逸散かは明確には判断できない。何れにせよ、放流後その場に留まり、その後生き残っていることのある大きさが存在すると考えられる。放流後着底して生き残り留まることができた個体は、放流場所付近で生息し、成長することが明らかとなった。桑村他²²⁾によれば、20mm未満より30mm以上の方が確実に生存が期待できると報告されている。山口県や石川県、福井県でも10~30mmの放流種苗について放流後の残留をそれぞれ検討し、大型種苗ほど効果があることを指摘している^{2,22)}。今回の結果では、2群のみであるが、明らかに大型群の方が高い残留を示した。佐賀県では30mm種苗が有効であることを報告しており²⁵⁾、それによる放流効果の向上を示唆した。本研究の大型群は29.4mmで、これらの大きさとほぼ同様であり、双方を裏付ける結果となった。成長、残留の結果から、放流効果を考える場合より大きい個体の放流が明らかに効率がよいということが予想される。今回はこれより大型の個体について検討してはいるが、少なくとも放流サイズを30mm以上とすることで、より残留率が高まり、さらに放流効果を上げることが期待できる。

一方、岡山県は10mm以下に否定的であるものの、放流方法によっては10mm以下でも効果は期待できるとし²⁶⁾、福岡県は、大きいほど良いとしつつも、経済的な側面から検討し、条件によっては0.3mmでも可としている²⁷⁾。また、生産効率などから適正サイズを本研究の小型群と同様の15mmとする報告もある²⁸⁾。今回は、約30mmの種苗を7,500個体放流することができたが、より大型の個体を作り出すためには中間育成技術の更なる向上が不可欠である。一方では施設面や生産コスト面の検討も忘れてはならない。福井県や福岡県では、既に省力化、低コスト化の検討を始めており²⁹⁻³¹⁾、北海道でも、技術面、経済面双方からのバランスのとれた放流サイズを決定していく必要があると考える。

要 約

マナマコ稚ナマコ21,000個体を2000年8月8日に大型群（平均体長29.4mm）7,500個体と小型群（平均体長15.6mm）13,500個体に分けて宗谷港沖離岸堤横の別々の場所に放流した。放流後2カ月、3.5カ月、1年、2年に潜水にてエアリフト法により大型群、小型群各放流場所から枠取り採集調査を行い、以下の結果を得た。

- 1 放流後2年で大型群は約1.7倍（50.6mm）、小型群は約3.2倍（49.3mm）に成長した。
- 2 残留率は、放流後2年で大型群は47.0%、小型群は7.4%と推定された。
- 3 放流後の早い時期に残留率の低下が認められ、小型群で顕著であった。その後残留した個体は、多くその場所に留まると考えられた。
- 4 大型群の放流結果から、少なくとも放流サイズを30mm以上とすることで、高い残留率を期待できると考えられた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、終始調査に対する理解と多大なる協力を賜った宗谷漁業協同組合、ならびに同ナマコ部会の方々に厚く御礼申し上げます。また、ナマコの飼育、中間育成、放流追跡調査等種々にわたり協力いただいた宗谷地区水産技術普及指導所ならびに稚内水産試験場資源増殖部諸氏に感謝する。

文 献

- 1) 愛知県，大分県，福井県，山口県：平成4年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（棘皮類）。（1996）

- 2) 石川県，大分県，福井県，山口県：地域特産種増殖放流技術開発事業総括報告書（棘皮類）。（2000）
- 3) 小林信，瀧口克己，鶴島治市：マナマコ*Stichopus japonicus* SELENKAの増殖に関する研究－VI．昭和59年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告．45－52（1986）
- 4) 高山治，平野忠，伊藤秀明，高林信雄：ナマコ増殖管理技術開発事業．平成6年度青森県水産増殖センター事業報告．25，190－199（1996）
- 5) 池田善平，植木範行，片山勝介：マナマコの種苗生産と放流．岡山県水産試験場研究報告．2，90－98（1987）
- 6) 栗原康裕，清川進：マナマコ人工種苗生産の確立．平成元年度北海道立稚内水産試験場事業報告書．168－171（1990）
- 7) 田嶋健一郎：マナマコ人工種苗生産の確立．平成元年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告書．67－73（1990）
- 8) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成7年度水産学研究・改良事業報告書．91－100（1996）
- 9) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成8年度水産学研究・改良事業報告書．91－103（1997）
- 10) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成9年度水産学研究・改良事業報告書．97－107（1998）
- 11) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成10年度水産学研究・改良事業報告書．92－102（1999）
- 12) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成11年度水産学研究・改良事業報告書．100－110（2000）
- 13) 宗谷漁業協同組合：マナマコの中間育成および放流技術開発．財団法人北水協会平成12年度水産学研究・改良事業報告書．87－97（2001）
- 14) 多田匡秀，瀧谷明朗：マナマコ栽培漁業技術開発試験．平成11年度北海道立稚内水産試験場事業報告書．132－134（2000）
- 15) McLarin, D. H. : Drawing contours from arbitrary data points. *The Computer Journal*. 17 (4), 8－24（1974）
- 16) 濱野龍夫，網尾勝，林健一：潮間帯および人工藻礁域におけるマナマコ個体群の動態．水産増殖．37（3），179－186（1989）
- 17) 瀧口克己，藤本敏昭，神菌真人：マナマコ*Stichopus*

- japonicus* SELENKA人工種苗の大量放流による漁場形成に関する研究-1. 福岡県豊前水産試験場研究報告. 3, 53-62 (1990)
- 18) 崔相: なまこの研究. 東京. 海文堂, 1963, 226p
- 19) 栗原康裕, 清川進: マナマコ資源管理技術開発. 平成6年度北海道立稚内水産試験場事業報告書. 192-200 (1998)
- 20) 中島幹二, 吉村圭, 瀧谷明朗: マナマコ栽培漁業技術開発試験. 平成13年度北海道立稚内水産試験場事業報告書. 105-111 (2002)
- 21) 濱野龍夫, 近藤正和, 大橋裕, 立石健, 藤村治夫, 末吉隆: 放流したマナマコの種苗の行方. 水産増殖. 44 (3), 249-254 (1996)
- 22) 桑村勝士, 有江康章, 小林信, 上妻智行: 人工増殖場に放流したマナマコ (アカナマコ) の移動, 生残および成長. 福岡県水産技術研究センター. 5, 9-14 (1996)
- 23) 愛知県, 大分県, 福井県, 山口県: 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (棘皮類). (1992)
- 24) Tanaka Masataka: Diminution of Sea Cucumber *Stichopus japonicus* Juveniles Released on Artificial Reefs. *Bull. Ishikawa Pref. Fish. Res. Center*, 2, 19-29 (2000)
- 25) 山浦啓治, 真崎邦彦: マナマコの種苗放流効果調査の現状について. *さいばい*. 103, 25-31 (2002)
- 26) 草加耕司, 泉川晃一, 池田善平: マナマコ種苗の放流手法の検討. 岡山県水産試験場報告. 10, 30-36 (1995)
- 27) 瀧口克己, 藤本敏昭: マナマコ *Stichopus japonicus* SELENKAの増殖に関する研究-X. 福岡県豊前水産試験場研究報告. 2, 143-150 (1989)
- 28) 木藪仁和, 黒川彩子: アカナマコ放流増殖技術開発事業. 平成11年度大分県海洋水産研究センター浅海研究所事業報告書. 33-43 (2000)
- 29) 畑中宏之: マナマコ種苗生産の省力化および飼育技術の開発. 栽培技術研究. 25 (1), 7-10 (1996)
- 30) 佐藤博之: 栽培漁業技術効率化推進技術開発事業. 平成10年度福岡県水産海洋技術センター事業報告. 253-254 (2000)
- 31) 江崎恭志, 中川浩一: 栽培漁業技術効率化推進技術開発事業. 平成11年度福岡県水産海洋技術センター事業報告. 260-261 (2001)