

令和3年度「育てる漁業研究会」開催要項

マナマコをめぐる現状と 持続的利用に向けて

講演要旨集

とき 令和4年1月14日（金）

ところ 札幌市 北海道第二水産ビル8階

主催：(公社)北海道栽培漁業振興公社

後援：北海道水産林務部

趣旨

本道のマナマコは、イボ立ちの形状などにより輸出先の中国において最高級品としてのランク付けを受け、高価格で取引されていることから、現在、道内で最も重要な水産資源の一つとして位置付けられています。しかし、全道のマナマコ漁獲量は、ここ10年ほど間に3分の2程度まで減少してきており、今後の漁家経営の安定を図る上でも資源の維持増大が喫緊の課題となり、積極的な品質保持やブランド化などの価格向上対策が重要なカギになると考えられます。

このような中で、現在、道内各地の種苗生産施設では、資源造成に向けて様々なサイズのナマコ種苗生産が行われ、漁港内や保護礁などへ放流されている一方で、漁業者自らが荷捌所など身近な施設を活用して採苗を行い、着底した幼生を漁港など海中で中間育成や漁場へ直接放流するなど、明確な放流効果の報告が少ない中でも、各地域の実情に即した栽培漁業の取組が盛んに行われています。さらに、漁獲したマナマコを自らの手で加工しブランド化を進めるなど先進的な動きも現れてきているところです。

本研究会では「マナマコをめぐる現状と持続的利用に向けて」をテーマとして、マナマコ漁業や国内外の流通の状況、加工や販売の取り組み、放流種苗の追跡調査や種苗生産の推進方向など、幅広い視野から北海道におけるマナマコについて考察し、マナマコ漁業のさらなる発展の道を探っていく機会としていきたいと思います。

プログラム

開会

9:00

主催者挨拶 (公社) 北海道栽培漁業振興公社
来賓挨拶 北海道水産林務部

基調講演

9:15~9:50

北海道におけるマナマコ漁業の現状と今後の展望

講師：国立研究開発法人水産研究・教育機構
水産資源研究所 さけます部門 札幌拠点

研究員 町口 裕二
9:50~11:30

事例紹介

1 目指せ！世界一の乾燥ナマコ

～ ブランド「檜山海参（ヒヤマハイシェン）」を中国の消費者へ～
ひやま漁協乙部支所ナマコ協議会 加工部門長 日沼 賢澄

2 稚ナマコの放流効果を上げるために

～ 稚苗放流追跡調査・育成試験等の事例から～
水産技術サポート 代表 全先 清通

3 栽培公社におけるマナマコ大型種苗生産に向けて

公益社団法人北海道栽培漁業振興公社 熊石事業所 所長 安住 真

4 生鮮ナマコの保管方法と品質について

地方独立行政法人北海道立総合研究機構 中央水産試験場 加工利用部
専門研究員 成田 正直

総括

11:30~12:00

(公社) 北海道栽培漁業振興公社 代表理事副会長 三宅 博哉

閉会

12:00

目 次

〈基調講演〉

北海道におけるマナマコ漁業の現状と今後の展望 ----- 1

〈事例発表〉

1 目指せ！世界一の乾燥ナマコ ----- 1 3

～ ブランド「檜山海参（ヒヤマハイシェン）」を中国の消費者～

2 稚ナマコの放流効果を上げるために ----- 2 1

～ 稚苗放流追跡調査・育成試験等の事例から～

3 栽培公社におけるマナマコ大型種苗生産に向けて ----- 3 3

4 生鮮ナマコの保管方法と品質について ----- 4 1

〈 基調講演 〉

北海道におけるマナマコ漁業の現状と今後の展望

国立研究開発法人水産研究・教育機構

水産資源研究所 さけます部門 札幌拠点

研究員 町口 裕二 氏

北海道におけるナマコ漁業の現状と今後の展望

国立研究開発法人水産研究・教育機構
水産資源研究所
町口裕二

はじめに

今をさかのぼること 20 年前、西暦 2000 年（平成 12 年）ころより顕在化した中国におけるナマコ需要の高まりは、北海道のナマコ漁業に大変な経済効果をもたらしました。いわゆるナマコバブルです。2000 年以前のナマコの単価は 500 円/kg 前後であったものが年を追う毎に 2 倍、3 倍となり、最新の統計（H30）では 10 倍 5000 円に届く程になっています（単価は北海道の総生産金額を総生産量で単純に除したもの、北海道水産現勢より計算）。同様に生産量・金額ともにも増加し、生産金額は 100 億円に達するまでになりました。その後、突如沸き起こったコロナ禍（新型コロナウイルス感染症の流行）がナマコバブルにどのような影響を与えるのかは不明ですが、少なくともそれまではナマコバブル崩壊の兆しは見えなかったように思えます。しかしながら、北海道産のナマコを巡る情勢は大きく変化しています。おりしもナマコバブルが顕著となった 2008 年の「育てる漁業研究会」で、乾燥ナマコ輸出促進を目的としたプロジェクト研究の説明をさせて頂きました。そのプロジェクト研究が終了して 10 年を経たタイミングで、日本のナマコ漁業の変遷を過去から現在までその概要を振り返り、北海道のナマコ漁業について将来を展望してみたいと思います。

なぜナマコバブルが起こったのか？

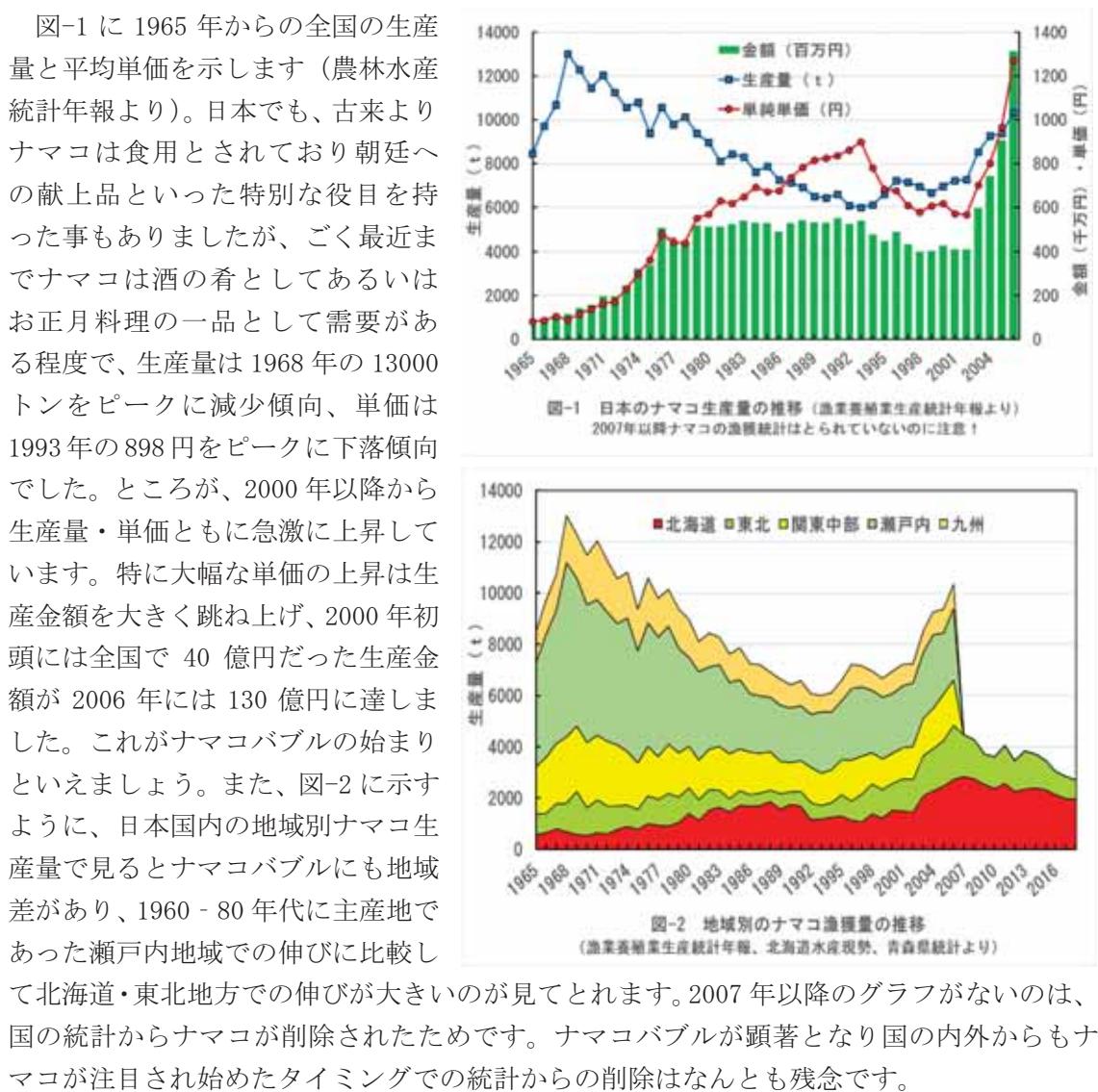
そもそも、なぜナマコバブルが起こったのか簡単に復習してみたいと思います。1990 年代後半から顕著になった中国の経済発展は目を見張るものがあります。ナマコに限らず多くの場面で語られている通り中国の急速な経済発展のおかげで、日本の経済も大きな恩恵を受けました。インバウンド（訪日観光客）の増加に伴い、観光業界はもとより家電や化粧品の「爆買い」で代表されるように多くの日本製商品が大量に売れました。物が売れるには、商品の価格が低下し購入しやすくなつた時もありますが、収入が増えて高価なものが買えるようになった時もそうです。ナマコの場合はまさに後者であります。これまで欲しくても高価で手が届かない貴重品だった乾燥ナマコが、富裕層の爆発的な増加に伴って一気に消費が進んだことが最大の理由だと言えます。加えて、中国の人々のナマコに対する思いは日本人の想像をはるかに超えたものがあります。ご存じの方も多いと思いますが、隣国中国においてナマコは大変珍重されています。単なる食品としてではなく、漢字で「海参」と書かれる通り「海の人参（朝鮮人参）」として薬効の高いとても貴重なものとして位置づけられ、「医食同源」を実現するため世界中から乾燥ナマコが集められ消費されています。日本からも古来よりフカヒレ、干しアワビとともに「俵物三品」として乾燥ナマコが中国に輸出されていました。このような中国と世界のナマコの関係は文化人類学的・地理学的にも研究されており、鶴見良行の名著「ナマコの眼（まなこ）」¹⁾ や彼の後を継ぐ赤嶺淳の著書

「ナマコを歩く」²⁾に詳しく記されています。ご興味のある方は是非ご一読をお勧めします。

鶴見や赤嶺の著書にも示されていますが、中国におけるナマコ食文化は多様でありしかも歴史的にも伝統的な食文化でバブルとは無縁のように思えるものがナマコバブルを生み、さらに他の国々の沿岸漁業に大きなインパクトを与えたことは、水産業に携わるものとして大変興味のあるところです。



日本のナマコ生産量は



日本の乾燥ナマコはトップブランド（だった？）

古くから中国に集まるナマコは、生産される地域を問わず乾燥させた状態で取引されていました。俵物として日本から輸出されていたナマコも乾燥ナマコにされていました。いまでも日本各地に乾燥ナマコ製造技術が残っています。中国では乾燥ナマコはその形状から、棘の立った「棘参」と棘のない「光参」に大別され、種類や品質・大きさによって細かく分類され価格がつけられます。主な消費地も異なっており、「棘参」は中国の北の地方で、「光参」は南の地方で多く消費されるようです。一般に価格的には「棘参」の方が高価であり、ナマコが持っている薬効はその棘に宿ると信じられているそうで、「医食同源」の思想とも合致してなにより棘の立ち具合（疣立ちとも言われる）が最も重要視されています。

日本産の乾燥ナマコはマナマコを乾燥させたものが主流で「棘参」に分類され、棘の立ち具合からよく棘の立ったものを「関東ナマコ」、棘があまり立っていないものを「関西ナマコ」と呼び区別されており、特に「関東ナマコ」の特に疣立ち良いものは中国で取引されるすべての乾燥ナマコのなかでも最上級に位置づけられています。世界の乾燥ナマコは中国に集められ、その中の頂点に日本の乾燥ナマコが位置していると言っても過言ではありません。世界の乾燥ナマコのトップブランドは日本産乾燥ナマコなのです。

トップブランドの日本産乾燥ナマコですが、いわゆるナマコバブルのおかげでトップブランドとなったわけではありません。俵物貿易の頃より高価な产品として輸出が続けられ、それは江戸から明治大正昭和平成と時代が変わっても途切れることはありませんでした。ここでは時代を通観した統計を示すことはできませんが、戦後の日本の乾燥ナマコ輸出に関するデータを図-3に示します。1952年から80年まで多少の凸凹はありますが、平均すると毎年50t程度の乾燥ナマコが輸出されていました。途中、2003年まで統計の中斷があり2004年に乾燥ナマコの貿易統計が再開されたときには200tを超えており、2007年には344t金額では166億円の輸出量と最も多くなり、その後急激に減少に転じたことがわかります。図中の赤丸は、乾燥ナマコの生産歩留まりを4%と仮定して生重量換算し漁獲量に対する割合を計算したものですが、1980年まではおおよそ漁獲量の20%程度が乾燥ナマコに

加工され、2003年以降は60%以上、2007年には85%以上が乾燥ナマコに加工された計算になり、日本で漁獲されたナマコのほとんどが乾燥ナマコとなって輸出されていたと推定されます。2007年といえばすでにナマコバブルの真っただ中ですが、試算とはいえ日本のナマコ漁獲量の85%が輸出されていたとは驚きです。



高い経済成長のおかげで、中国の人々はこぞって世界のトップブランドである日本産乾燥ナマコを求めたのでしょうか。

ちなみに日本産乾燥ナマコの主要な輸出先であった香港の統計を見る機会があり、一例を図-4に示します。これによると香港における日本からの乾燥ナマコの輸入量は2000年までは50トン前後の輸入量でしたが、2000年以降数量・単価ともに急激に増加しており、2004年の輸入量が約250tと日本の輸出統計とほぼ同じ値を示しています。この時代の香港の統計は英國統治時代の名残りで非常に正確だといわれており、ここからもナマコバブルを読み取ることができます。

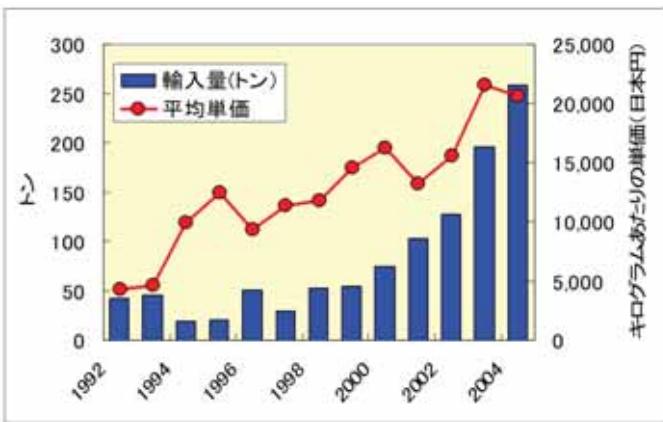


図-4 香港における日本からの乾燥ナマコ輸入量(1992-2004)

赤嶺私信

乾燥ナマコからボイル塩蔵へ（流通形態の変化）

貿易統計では、乾燥ナマコの輸出量は2007年をピークに減少に転じました。これは乾燥ナマコの需要が減少したためでしょうか？ とても残念なことに、ナマコバブルの真っただ中であった2008年以降、日本の漁獲統計からナマコが除外されたため全国レベルでのナマコ漁獲量がわからなくなってしまいました。加えて、国がやめるなら県もということで、全国のほとんどの県でナマコの統計を廃止してしまいました。過去に全国でナマコ生産量が最も多かった瀬戸内地方の各県でさえ、例外なく統計を取るのを止めたのです。そのため、漁獲量が減って乾燥ナマコ生産量も減少し結果として輸出量が減少したのか、あるいは何かほかの原因で輸出量が減少したのか判断できなくなってしまったのです。

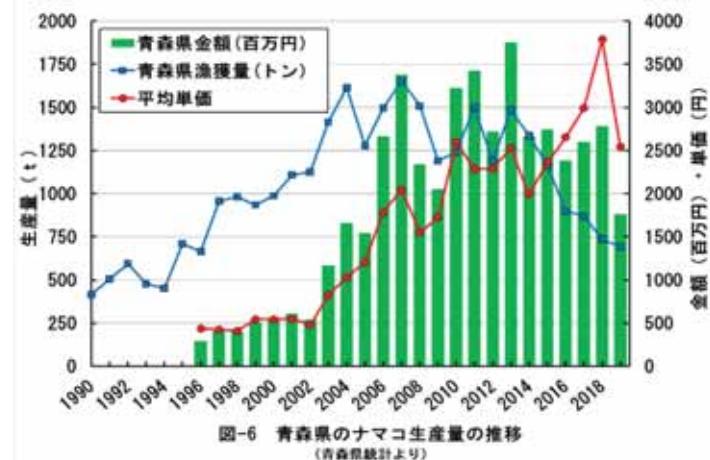
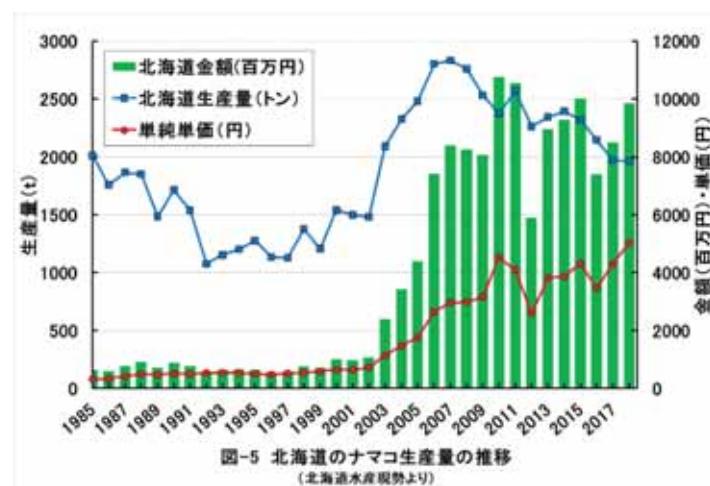
ここでちょっと前の話を思い出してください。日本産の乾燥ナマコには疣立ちの良い「関東ナマコ」とそうではない「関西ナマコ」があることを。世界のトップブランドである日本産の乾燥ナマコの中でも最高級ブランドは「関東ナマコ」です。その「関東ナマコ」を生産している地域は、なんと我が北海道なのです。隣接する青森県も北海道の「関東ナマコ」と比較すれば一段ランクが落ちますが、「関東ナマコ」の優良産地です。この二つの地方自治体はナマコバブルの恩恵を最も受けていることもあり、独自にナマコの漁獲統計を取り続けていました（現在も継続中）。そこで、北海道と青森県の漁獲統計をもとに最近の情勢を考えてみたいと思います。

図-5に北海道の、図-6に青森県のナマコ漁獲量と生産金額および平均単価の推移を示します。生産量の推移では両地域で若干の違いがみられますが、両地域とも2007年をピークに減少傾向であり、直近の統計値は青森県ではピーク時の半分、北海道では同じく2/3程度にまで減少しています。生産金額と平均単価の推移は非常に似通っています。両地域ともナマコの平均単価は1990年代まで500~600円/kg程度で推移していましたが、2000年以降大きく上昇し直近の2018年に北海道で5024円/kg、青森県で3786円/kgと最高値を記録し

ました。単価の上昇は生産量の減少を補って生産金額を押し上げていますが、これは見方を変えるとナマコ資源に大きな圧力が加わっているとも言えます。

漁獲量は減少傾向ではありますが、平均単価の推移を見る限りナマコ自体に対する需要は落ちていないことがわかります。ただし、国内のナマコ需要が急増した話は聞こえてきません。このことは、乾燥ナマコに代わる何か他のナマコ製品が中国向けに生産・輸出され始めたことを示していると想像できます。では、何が乾燥ナマコに代わって作られているのでしょうか？

乾燥ナマコは通常の製法では、漁獲から製品として完成するまでに 40 日以上かかるといわれ、さらに最終的に市場に出るまでにはそれ以上の時間がかかります。また、製品の単価が非常に高価で、取引できる相手方双方に高い信用力が求められ、新規事業者の参入はかなりハードルが高い商品でした。ところが 2000 年代初頭に生鮮ナマコをボイルしたのちそのまま塩蔵して冷凍保存し、それを原料として中国本土で乾燥ナマコなどに製品化することが始まりました。ボイル塩蔵の導入により、漁獲されたナマコが半製品として出荷されるまで 2 日程度しか要せず、中国へ流通させる時間が大幅に短縮されることとなりました。水揚げ地でボイル塩蔵ができ、適当な冷凍庫が利用できる環境があれば、誰でもナマコビジネス参入できる環境ができたといえます。流通の窓口も、乾燥ナマコは主に香港の問屋を通して中国本土へ送られていましたが、ボイル塩蔵ナマコは直接中国本土へ送られるようです。さらに、ボイル塩蔵ナマコは乾燥加工する際に砂糖などの添加物を用いて製品歩留まりを調整できるという、なんとも都合の良い性質がありました。そもそも高品質な乾燥ナマコの歩留まりは 3-4% 程度といわれていますから、製品レベルで 1% 歩留まりを上げることができれば、原料レベルに換算すれば莫大な利益を得ることができます。そのような背景もあって、豊富な中国マネーが日本のナマコに注がれたのではと推測されます。ただ、ボイル塩蔵ナマコの台頭は一方で品質の低下を招きました。砂糖などを含ませて歩留まりを胡麻化した乾燥ナマコは、中国国内でも大きな問題となり政府が取り締まりに乗り出したほどです。このあたりの事情は、水研機構の廣田氏が 2012 年に取りまとめた「国際商材ナマコ製品の市場と流通事情」³⁾ に詳しい解説がなされています。



現在では、对中国向けのナマコはボイル塩蔵が主体と思われますが、乾燥ナマコの輸出統計は2017年からとられなくなり、歩留まりの大きく異なる他のナマコ製品と合算された数量となったため、正確な実態はよくわかりません。漁獲統計と合わせて正確な統計値の整備が求められます。

持続的なナマコ漁業に向けた取り組み

ナマコは定着性の強い生き物であり、漁獲圧に対して脆弱な側面を持っています。古くからナマコ漁業がおこなわれていた地域では、経験的ではありますが効果的な資源（漁業）管理がなされ、ナマコバブルのもとでも急激な資源の低下が避けられている事例もみられます。新規着業した地域などでは資源に見合わない漁業が行われナマコ資源が枯渇した事例もあります。また、国際商品であり世界中の海で漁獲されていますが、深刻な自然破壊を伴った漁業を行ったため CITES でとりあげられたり、一部地域で急激な資源の減少を招いたことから IUCN のレッドデータブックに載せられたりと、資源の持続性に疑問が投げかけられている魚種もあります。CITES など環境保護の視点が強い規制は、地域住民への配慮が欠けることから一概に賛同はできませんが、生物資源は持続的に利用できる資源であり適正に管理されることが求められます。ナマコは沿岸漁業の重要な対象種であり地域の経済に大きく寄与していますから、持続的なナマコ漁業に向けた取り組みも積極的に行われるべきです。ここでいくつかの事例をみながら、持続的なナマコ漁業とはいかにあるべきか考えてみたいと思います。

残念な例として、国内と海外の事例を

亜熱帯から熱帯に広がる島嶼地域では、島を取り囲むサンゴ礁の内側には多種多様な熱帶性のナマコが生息しており、ほとんどすべての種類のナマコが乾燥ナマコとして利用されています。日本国内でも九州以南の島嶼地域ではたくさんのナマコが生息していました。これらの島々では、サンゴ礁に生息する生物資源は島民共有の財産であるとの古来よりの慣習で、ナマコ含む多くの水産生物に漁業権が設定されていないのが普通でした。島民は地域の重要な水産資源として自分たちが食べる分だけを利用し、長らく資源の持続性が保たれていました。ところがナマコバブルのころから漁業権がないことに目をつけた島民以外の者があちこちの島でナマコを買いあさり、ナマコの数が激減しました。行政が重い腰を上げて漁業権を設定したころには、すでにナマコ資源は壊滅していたという悲しい現実がありました。まさにコモンズの悲劇です。さすがに共同漁業権のもとで漁業が行われている北海道ではそのようなことが起きる可能性はほとんどないのですが、漁獲統計をみるとナマコ資源の枯渇は杞憂とは言えない状況もあります。

海外に目を向けると、1995年にエクアドル領ガラパゴス諸島で「ナマコ戦争」が勃発しました。世界のほとんどの人々はいったい何故こんなところでと？疑問に思った事件です。ガラパゴス諸島周辺には *Isostichopus fuscus* という比較的疣立ちのあるナマコが生息しており、このナマコを狙う漁業者が立ち入り禁止の島に上陸し樹木を伐採して燃料としてナマコをボイルしていたことが発覚したことから、ガラパゴス諸島の自然を守る人たちとの間で争いになりました。これが発端となってナマコは自然保护活動家の目に留まり、CITES や IUCN のような国際的な自然保护の舞台に躍り出ることとなりました。

資源管理にむけて

このような事態を見ながら、私ども試験研究機関は関係する組織や漁業者の皆さんとともにナマコ漁業が持続的であるための調査研究を進めてきました。本稿の冒頭でも述べましたが、水研機構では2007年度から2009年度までの3年間で乾燥ナマコの持続的な輸出をめざしたプロジェクト研究「乾燥ナマコ輸出促進のための計画的生産技術の開発」(農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業」)を実施しました。これは北海道から九州まで全国を対象として、ナマコの資源の増殖から管理手法の検討、乾燥ナマコ製造技術の見直し、さらには香港や中国本土における市場実態の調査と乾燥ナマコを巡る漁業から市場までを網羅したこれまでに例を見ない研究プロジェクトでした。その成果は水研センター叢書から「ナマコ漁業とその管理」⁴⁾として出版されています。



北海道に注目すると、前出と同じ農林水産技術会議の究事業で北海道総合研究機構が中核機関として2011年度～2013年度に実施した「情報共有による北海道マナマコ資源の管理支援システム開発とガイドラインの策定」があげられます。これはICT技術をナマコ漁業に応用した画期的な資源管理手法の開発で「北海道ナマコ資源管理ガイドライン」⁵⁾として纏められ関係機関に配布されていますし、ITCを活用したシステムは新星マリン漁協のナマコ部会に導入されたと聞いております。



このような試験研究機関のプロジェクト研究を待つまでもなく、現場では指導機関の支援を受けつつ漁協を中心とした漁業者自身による資源管理多くの地域で実施されており、地道な成果を上げています。特筆すべきは、水研機構が2009年に実施した調査時すでに操業隻数や日数の調整、漁獲サイズの制限、総漁獲量と個別漁獲量の割り当てなど高度な資源管理を実施している漁協(ナマコ部会)もあり、ナマコ資源を持続的に利用したいという思いは資源の減少に対する危機感とともに非常に強いものを感じました。

資源増殖の取り組み

資源管理とあわせて積極的な資源添加も行われています。北海道以外の地域では海洋環境に合わせて天然の稚ナマコ沈着礁なども活用されていますが、道内では人工種苗放流を中心で、稚ナマコ育成礁とセットで行われている事例もあるようです。北海道におけるナマコの人工種苗生産は宗谷漁協の先駆的な取り組みはよく知られるところですが、その後の試験研究機関による技術改良や栽培公社による事業化などで生産数量も安定しつつあり、現在では100万個体単位での生産・放流が行われているようです。

増産という意味では、養殖も選択肢に入ってきます。すでに中国では広大なナマコ養殖池を造成し、潤沢な種苗生産能力と合わせて数万トンレベル養殖生産が行われているようです。ただ幸か不幸か、北海道のナマコのように疣立ちの良いナマコを生産するまでには至っていないようで、北海道で疣立ちの良いナマコが養殖できるとなれば商機はあるのではと

思います。なお、種苗生産や放流、養殖につきましては、私の講演の後に事例紹介で詳しく紹介されますので、そちらに譲りたいと思います。

今後の展望

- どのような漁業を目指したらよいのか、現状を思いつくまま整理してみました。
1. 北海道産の疣立ちの良いナマコは依然として高級ブランド（他産地と明確に区別可能）
 2. ナマコ需要の中心は中国（中国依存の体質は変えられない？）
 3. 結果として内需は縮小（正月に需要が伸びる程度）
 4. 資源は減少傾向（統計を見る限り着実に減少している）
 5. 資源管理に対する思いは強いが、経済とのバランスが難しい（高収益を経験してしまった）
 6. 資源管理や増殖技術は発展途上、密漁も多発
 7. 養殖するなら疣立ちの良い高品質なナマコを目指す（育成コストは？天然物と遜色ない価格を取れるか？）
 8. コロナ禍の影響は不明（もしかするとプラスに。乾燥ナマコの価値は薬効！）
 9. インバウンドが回復すれば、高級土産需要が期待できるが不透明
 10. 全国的なナマコ漁獲統計が整備されなければ CITES や IUCN などで戦えない
- などなど。以上のような状況はナマコ漁業とナマコ資源に対してプラスにもマイナスにも作用します。たとえば、中国でのナマコ需要が堅調だとして、これは経済としてはプラスに働きますが、資源に対してはマイナスとして作用します。積極的な増殖技術も確立しているとはいがたく、漁獲制限などの理方策は地域経済との両立が難しいこともあります。持続的な漁業としての未来に一抹の不安があります。しかし、これまで述べてきたように、中国におけるナマコ需要は単なる食品の範疇を超えた「医食同源」思想に根付いたものであり、生産するものと消費するものとの信頼関係が壊れない限り将来にわたって北海道のナマコは求められ続けると確信します。北海道のナマコ漁業を持続的な漁業（産業）とするためには、市場の動向を睨みつつ資源（漁業）の管理と増殖手法をうまく組み合わせる必要があります。そのためには、漁業者の皆さんのみならず、行政や試験研究さらには流通に携わる人々と連携が重要です。ナマコバブルをバブルにしないため、将来にわたって 100 億円産業を継続させると思えば、苦労も楽しいものになります、、、よね？

【追補】

本稿は 2019 年時点での情報をもとに作成していますが、コロナ禍により当研究会が 1 年延期になるなど、内容的には最新のものではありません。脱稿した前年より国の統計にナマコが復活し、また 2020 年の最新の生産統計も発表されていますので、講演ではこれらの情報も合わせてお示ししたいと思います。

参考文献

- 1) 鶴見良行（1990）ナマコの眼. 筑摩書房（東京）、493 項
- 2) 赤嶺 淳（2010）ナマコを歩く. 新泉社（東京）、356 項
- 3) 廣田将仁（2012）国際商材ナマコ製品の市場と流通事情. 水産振興、第 533 号、東京水産振興会、68 項

- 4) 廣田将仁・町口裕二（編）（2014）ナマコ漁業とその管理-資源・生産・市場. 水産総合研究センター叢書、恒星社厚生閣、319 項
- 5) 北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関（編）（2014）北海道ナマコ資源管理ガイドライン. 北海道立総合研究機構稚内水産試験場、64 項

〈事例紹介〉

1 目指せ！世界一の乾燥ナマコ
～ブランド「檜山海参（ヒヤマハイシェン）」を中国の消費者へ～

ひやま漁協乙部支所ナマコ協議会
加工部門長 日沼 賢澄 氏

目指せ！世界一の乾燥ナマコ — ブランドナマコ『檜山海参(ヒヤマハイシェン)』を中国の消費者へ —

ひやま漁業協同組合乙部支所ナマコ協議会
日沼 賢澄

1. 地域・漁業の概要

乙部町は、道南の日本海側に位置する人口約3,800人の町である。

ひやま漁業協同組合（以下、ひやま漁協）は、平成7年に管内8漁協が合併して誕生した。ひやま漁協乙部支所（以下、乙部支所）の平成30年の組合員数は80人で、水揚げは3億1千万円である（図1）。乙部支所では、いか釣り、すけとうだらはえ縄漁業が主として行われていたが、回遊資源の低迷により、近年ではなまこ漁業が最大の収入源となっている。

2. 本格加工にいたる背景

(1) ナマコ加工の歴史

乙部支所では、昭和60年から乾燥ナマコを製造しており、平成16年までの20年間、国内の流通業者や中国料理店へ出荷していた。平成14年より起きた世界的なナマコ価格の高騰により、檜山で水揚げされる生鮮ナマコの価格はわずか9年で10倍の6000円となった。この高騰を受けて取引していた業者が相次いで撤退したため、加工を縮小し生鮮出荷主体へ切り替えた。

価格高騰やそれに伴う漁獲急増による諸問題に対処するため、平成22年に全組合員を会員とする乙部支所ナマコ協議会（以下、協議会）を設立し、共同経営による操業、密漁監視、加工・販売、種苗生産などを開始した。

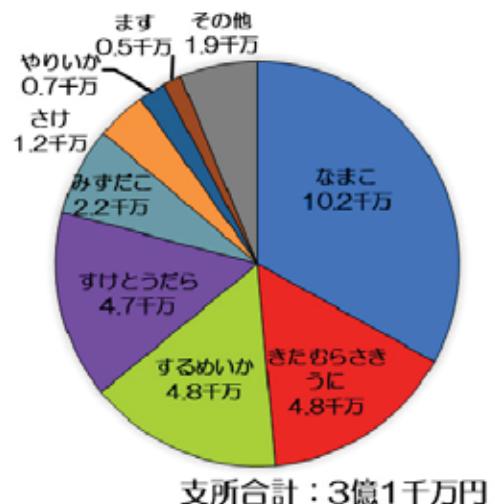


図1 平成30年魚種別生産金額

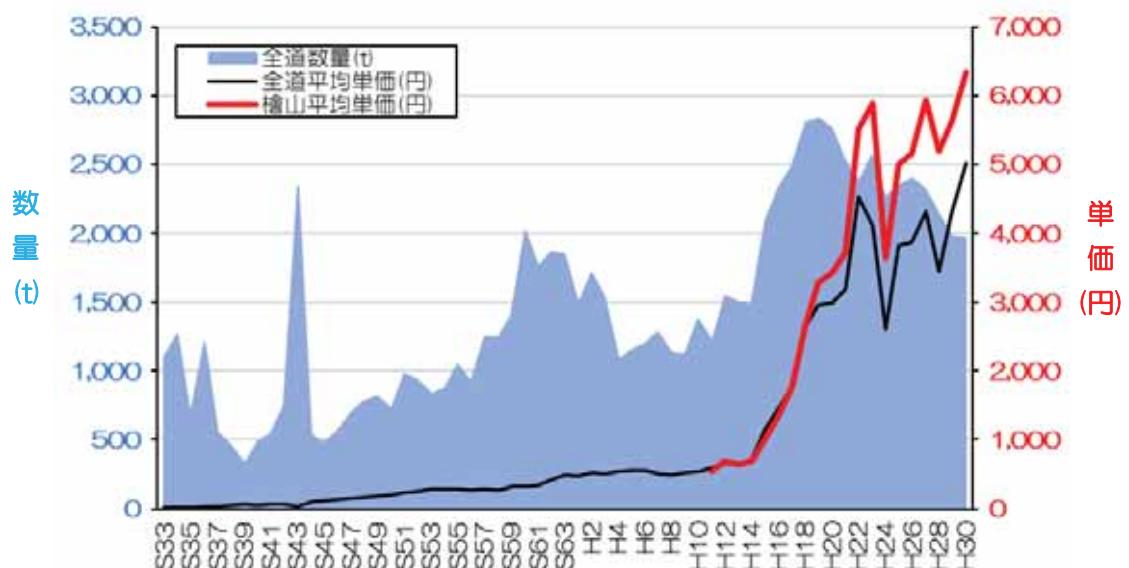


図2 北海道におけるナマコの水揚げ数量と単価の推移

(2) 漁法、漁獲サイズの見直し

平成 15 年以降、乙部支所では漁獲物のスレ防止のため採取方法を桁引き網から潜水器に切り替えるとともに、資源の維持増大のため、漁獲サイズを 100g 以上から 130g 以上に変更した。

これらの結果、檜山で水揚げされたナマコは質が高いと評価され、単価は全道平均より 1,000 円以上高くなった（図 2）。

(3) 加工文化の復活

販路拡大に向けてナマコ流通の変化を学ぶため、赤嶺淳教授（一橋大学）を招いて開催した学習会では、乙部支所で採取されたナマコの大半は塩蔵品として輸出された後に北海道産とひとくくりにされていること、中国で乾燥ナマコに再加工された後は産地の追跡がほぼ不可能となっていることが判明した。これを受け、協議会員から「産地や生産者が明確なナマコを中国の消費者に届けたい」「今後は加工だけでなく営業も自分たちが行う」との意見が出たため、協議会はトレース面で世界一信頼される乾燥ナマコを作ることを目指し、縮小していた乾燥ナマコの製造を平成 28 年から本格的に再開した。

3.加工再開

(1) 試作品の作成

平成 28 年に、最新の加工技術を学ぶため、水産技術普及指導所からの技術指導と北海道檜山振興局（以降、振興局）のサポートを受けながら試作を行った（図 3）。

一般的な製造手法に従い、「脱腸⇒一番煮⇒一次乾燥⇒二番煮⇒二次乾燥」を行った。製品の品質を低下させないよう「ナマコを素手で触らない（鮮度劣化防止）」、「ボイル前にナマコ内の空気を抜く（パンク防止）」、「アクはこまめに除去する」等の指導を受け加工を行った。

また、指導内容を整理した加工マニュアルを作成し、以降はこれに沿って加工することで製品のムラをなくした（図 4）。



図 3 乾燥ナマコの試作



図 4 ナマコ加工マニュアル

(2) 試作品の評価依頼

振興局商工課の紹介で、国内トップクラスの中国料理人である山本豊シェフ、脇屋友詞シェフに乙部産乾燥ナマコの評価を依頼した結果、「水戻り、イボ立ち、肉厚感とも最高」、「これまで扱った最高ランクと同等以上」と高い評価を受けた。

4.販売準備とブランド化

(1)販売に向けた営業活動

北海道の玄関口であり中国人が多く訪れる新千歳空港での販売を考えていたことから、空港内に店舗を持つ北海道ぎょれんを訪問し、商品の説明を行った結果、販売の了承を得ることができた。また、空港内の店舗を視察し、販売動向について調査を行った。

(2)乙部産から檜山産新ブランド檜山海参(ヒヤマハイシェン)創設へ

加工再開と同時に、ひやま漁協の江差ナマコ協議会ではフリーズドライナマコのブランド化を進めていた。同じひやま漁協の漁業者がナマコのブランド化を進めていたため、交流を開始、互いに協力して進めることとした。

協議の結果、檜山海域で潜水により採取したナマコを漁業者自ら加工した商品を檜山海参（ヒヤマハイシェン）と命名しブランド化した。商品化に当たり、空港で調査した情報をもとにプロデザイナーにロゴ作成とパッケージのデザインを依頼した（図5、6）。



図5 檜山産新ブランドのお披露目



図6 檜山海参商品(乾燥ナマコ)

5.ブランド保護と販路拡大

(1)知的財産権保護に向けた取り組み

商標権を先取りされた場合、これを無効にするのは非常に困難な上、先取りされた商標権の買い取りを要求される場合があるため、平成30年にロゴである檜山海参（HIYAMA HAISHEN）を日本・中国で商標登録した（図7）。

また、北海道農政事務所より、「GI保護制度を活用することで、產品の名称だけでなく品質基準などの特性を保護できる」との説明をされたことから、檜山海参の信用力向上と今後の商談の強みとするため、平成31年3月に申請を行い、令和2年3月に登録された（図8）。



図7 登録商標



図8 GIマーク

(2) 販促用資材(専用袋、のぼり)の作成

ブランド商品であることを強調するため、商品の宣伝と正規品の証明となる袋や、中国人旅行客に周知するための「のぼり」を作成した（図9）。



図9 販促用資材(専用の紙袋、のぼり)

(3) 販路拡大の取り組み

檜山海参は採取・加工・営業の全てを漁業者が行うトレース可能な商品であることをPRするため、各見本市への出展や、企業向けの営業活動を継続している。国内や中国の企業各社から「透明性があり、他社製品より扱いやすい。」と評価を受けており、平成29年度から30年で取引先が5件から13件になり、現在も増加している（図10）。

(4) 販売実績(平成29年～)

平成29年末のテスト販売から令和元年までの売り上げは年々増加している。

平成29年は営業や加工場改修による支出、平成30年は胆振東部地震の被害や機械の整備や知財登録のため経費が膨らんだが、毎年黒字となっている（図11）。



図10 営業活動の様子

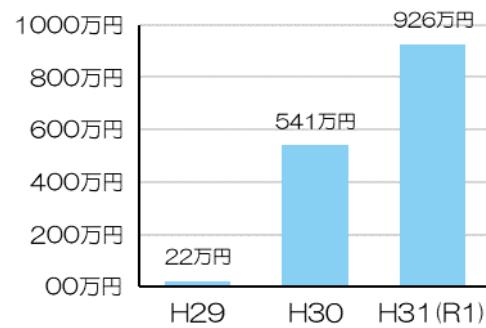


図11 売り上げの推移(1~12月)

6.波及効果

(1) 漁業者意識が向上

ブランド化した乾燥ナマコが高い評価を受けたことから、漁業者による取り扱いが向上した。一例として、潜水採取時にナマコを一時収納する網をより目合が細かいものに変えた結果、ナマコのスレが減少し、A品の割合が増加した。

(2) 加工事業の拡大

協議会では檜山海参に続き、乙部で水揚げされたミズダコやアカモクを使った加工品を生産し、町内の飲食店や道内・東京のホテルに乙部産品として販売している（図 12）。



図 12 加工品の例(左からタコの燻製、ボイルアカモク、アカモクの葛煮)

7. 今後の課題

(1) 模倣品対策

檜山海参の知名度が国内外で向上していくなか、檜山海参を模倣した偽物が通販サイトなどで流通していることが判明している。上記の通り檜山海参は商標登録および GI の取得を行っているため、今後は特に国外へ向けて、これらの周知を行う必要がある。

(2) 加工施設の改修

檜山海参の取引先や取引量は増加傾向である上、現在はその他水産物の加工も行っているが、現状の施設は設備の老朽化が進み作業効率が悪いため、改修が必要である。

(3) コロナ禍中における販売

これまで、檜山海参は日本を訪れる中国人旅行客をターゲットとして空港やホテルなどで販売を行っていた。しかし、令和 2 年 3 月から世界中で流行している新型コロナウイルスの影響で中国からの観光客が激減し、売り上げも影響を受けた。今後コロナ禍の終息時期が不透明な中で、お土産やギフトとしての国内販売だけでなく、中国向けに輸出することも視野に入れて販売ルートを開拓する必要がある（図 13）。



図 13 乾燥ナマコ檜山海参と檜山海参を使った料理

8. その他の取り組み: 種苗生産

協議会では、ナマコ資源の保護・増大のため、漁業者が主体となって乙部町や関係機関の支援を受けながらナマコの種苗生産事業に取り組んでいる。

(1)種苗生産の手法

親として使用するナマコは潜水により採取し、荷捌き所でクビフリンにより放卵・放精の誘発をして採卵している。

幼生の孵化から採苗までの飼育も荷捌き所で行い、採苗後は採苗器ごと海上の施設へ垂下し、約1年間の無給餌飼育を続けた後、成長した種苗を漁場へ放流している（図14、15）。



図14 荷捌き所内の飼育水槽



図15 沖出し後の採苗器

(2)採苗・放流数の推移

取り組みの結果、令和2年は年に約150万粒以上のナマコ種苗（平均17mm）を生産することができた。持続可能な漁業の模範として全国から注目されており、近年は全国各地からの視察を受け入れている（図16、17）。



図16 放流時の種苗

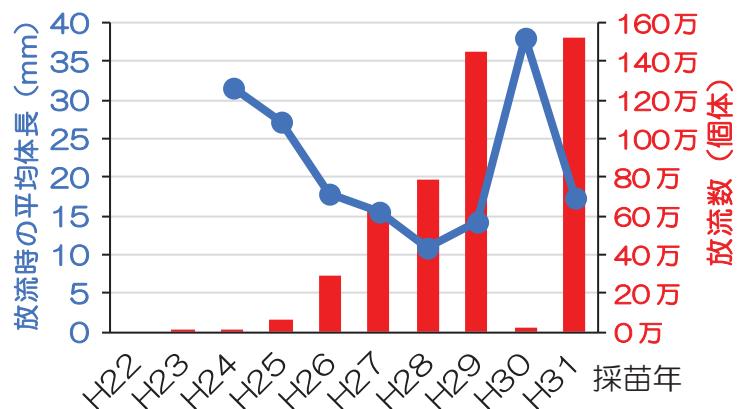


図17 採苗数の推移

2 稚ナマコの放流効果を上げるために
～ 種苗放流追跡調査・育成試験等の事例から ～

水産技術サポート
代表 全先 清通 氏

稚ナマコの放流効果を上げるために ～種苗放流追跡調査・育成試験等の事例から～

水産技術サポート 全先 清通

はじめに

北海道におけるマナマコ人工種苗放流数（10mm 以下の種苗は除く）は平成 20 年、10 漁協で 100 万個体程であったものが、年々増加し最近は 29 漁協で約 600 万個体前後が放流されている。（図 1 人工種苗放流数推移：道普及指導員資料）

一方、漁業生産（図 2 マナマコ漁獲量の推移：道現勢）は平成 19 年の 2,835 t をピークに漸減状態で令和元年は 1,932 t と約 32% 減少している。

種苗放流数は増大しているが漁獲量は減少傾向で、放流効果が漁獲まで反映されているとは言い難い状況であり、人工種苗の放流効果はどの程度あるのかが不明な状況である。

ここでは、各地で行われた種苗放流追跡調査や育成試験等の事例を参考に放流効果を上げるためにはどんな点について考慮していくべきなのかを考察していきたい。

1. 代表的な放流追跡調査の事例

（1）当歳種苗放流効果調査結果、育成試験等の事例

道内各地でマナマコ種苗放流は多く行われているが、放流した種苗の追跡調査がしっかりと行われて一定の結果が出ている調査事例はそう多くはない状況です。大変な労力をかけて行われた追跡調査の成果や特筆すべきこと、参考にすべきこと等を再認識して今後の効果的な放流に繋げられればと思い、代表的な追跡調査の事例をいくつか取り上げてみることとしたい。

①「宗谷海域におけるマナマコ人工種苗放流サイズの検討」（中島他 2004）の概要

稚内水試、宗谷漁協が平成 12~14 年度行った放流種苗の追跡調査では、宗谷漁協浅海増殖センターと栽培漁業総合センターで育成した稚ナマコ（共に親は宗谷産）を大型群（7,500 個体、平均 29.4mm）と小型群（13,500 個体、平均 15.6mm）に分けて、8月初旬に、あらかじめ天然個体をエアーリフトで吸い取った放流区にそれぞれ放流している。

放流地点は港沖の離岸堤横、岩、礫、転石が散在し水深は 12m。追跡調査は 2 ヶ月後、3.5 ヶ月後、1 年後、2 年後まで計 4 回ダイバーに

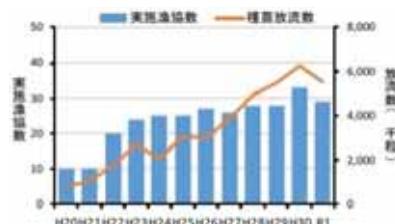


图 1 人工种苗放流数推移

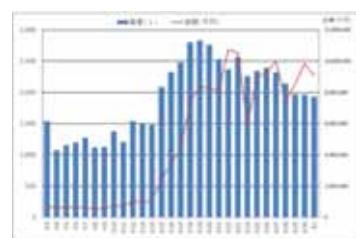


图 2 マナマコ漁獲量の推移

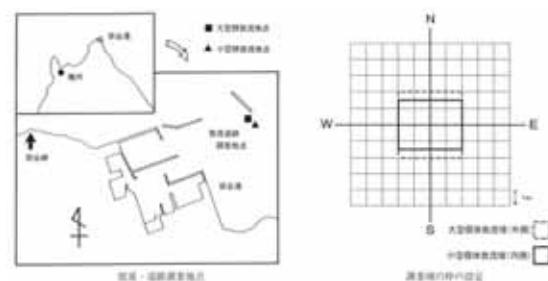


图 3 放流地点 調査域の枠設定

（中島他 2004 の図 1, 2 より）

より、放流地点から 8 方向で、1 m² 枠から稚ナマコを採取する方法で徐々に採集範囲を広げるかたちで行っている（図 3 放流地点 調査枠の設定）。

放流稚ナマコの残留率は、大型群が 2 ヶ月後 31.4%、3.5 ヶ月後 41.8%、1 年後 46.7%、2 年後 47.0% であり、小型群は 2 ヶ月後 6.1%、3.5 ヶ月後 4.6%、1 年後 5.6%、2 年後 7.4% と推定された。大型群は 2 ヶ月後には 1/3 に減少したがそれ以降は減少しない。

小型群は放流直後急激に減少し 1/20 程度までになったが、大型群同様 2 ヶ月以降は減少しない傾向となった（図 4 大型群と小型群の残留率推移）。

この報告のいくつかの要約として、「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、多くその場にとどまると思われた。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。」としている。

② 「ナマコ資源増大推進事業」（奥尻での放流技術開発事業）（赤池 他 2012）函館水試事業報告書）の概要

平成 20 年、平成 21 年、平成 22 年の 3 カ年連続で、いずれも 6 月中旬に人工種苗を一定数量、各放流区に放流し追跡調査を行っている。

放流、追跡調査の概要是表 1 放流・追跡調査の概要のとおりである。

H21 年には放流区への放流の他、カキ殻シェルター、H22 年には石詰礁、さらにそれを収穫ネット袋で包んだものを設置して中に 100 個体の稚ナマコを収容し、追跡調査を実施している。これについては後述する。

なお、放流追跡調査は、同時に天然個体の分布調査も行っているが、採集されたナマコは 100g 以上の個体が 96% を占めていた。

放流稚ナマコの追跡調査は、放流区（H20, 21 年は 10m × 10m, H22 年は 15m × 15m）から東西南北にラインを設定し 10~40m 毎に調査枠（1 m²）により、1~3 回採集している。

追跡調査の結果としては、放流区を中心として 10m、20~40m の各地点のナマコ種苗密度

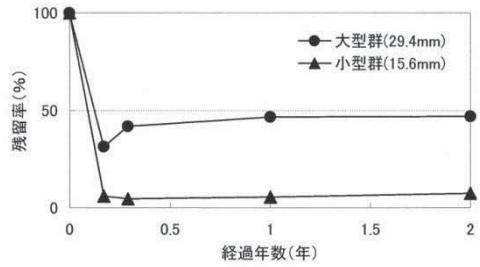


図 4 大型群と小型群の残留率推移

（中島他 2004 の図 12 より）

表 1 放流・追跡調査の概要

（赤池他 2012 の表 1 より再編）

	H20年概要	H21年概要	H22年概要
放流個体数	96,300個	40,038個	246,468個
種苗平均体長	15.9mm	17.7mm	11.4mm
放流月日	H20年6月17日	H21年6月16日	H22年6月15日
放流区の水深	5m	3.5m	8m
放流区の底質	岩盤、周りは転石帶	転石帶	
追跡調査	1年1ヶ月後	10ヶ月後	1日後
実施状況 (放流後の 経過日数)	2年2ヶ月後 2年5ヶ月後	1年1ヶ月後 1年4ヶ月後	1週間後 1ヶ月後 2ヶ月後 3ヶ月後 5ヶ月後

は（図5各地点のナマコ種苗密度の推移）のように時間の経過とともに放流区から移動しているように思われた。

残留率については各年の推定残留率の推移を示した（図6ナマコ種苗推定残留率の推移）。

放流1ヶ月後まで、残留率はH22

年放流群で

69.4%とH20年36.4%、H21年38.1%より高かったが、その後は5ヶ月後まで類似した傾向で減少した。

「一時的に推定残留率の値が高くなることがあるが、放流区からの移動で周辺密度が増加したことによる残留率計算上の影響と考えられる」としている。

いずれの放流群も、その後は再び減少傾向を示している。

また、特筆すべきこととして、H22年は放流後、間もなく続けて調査されているが、放流1週間後の調査で放流区内で採集されたマコガレイの消化管から8個体の生きたナマコ種苗（平均体長20.9mm）が回収されている（写真1マコガレイ胃中の稚ナマコ種苗）。

③「人工礁に放流した稚ナマコの成長と生残」（古川他2016）の概要

江差町の離岸堤岸側で行った調査で、ブロックと割石をコンテナ内に埋設した単体礁を、最多9コンテナまで連結したものを放流礁とし、カキ殻にマナマコ幼生を付着させ1年間垂下育成した1歳種苗をコンテナ放流礁に放流し、2008年6月から2011年7月までの間に計10回の調査を実施しており、8回のコンテナ抽出調査と2009年10月と2011年7月の最終調査は全コンテナを調査している（図7調査場所とコンテナの配置、図8コンテナ）。

全種苗の残留率は放流から1ヶ月で約36%まで急激に減少したが、それから1年3ヶ月後の調査まで大幅な減少は見られず、30%台を維持した。しかし、放流から3年後の最終調査（2011年7月）では約17%まで減少していた（図9生残率の推移）。

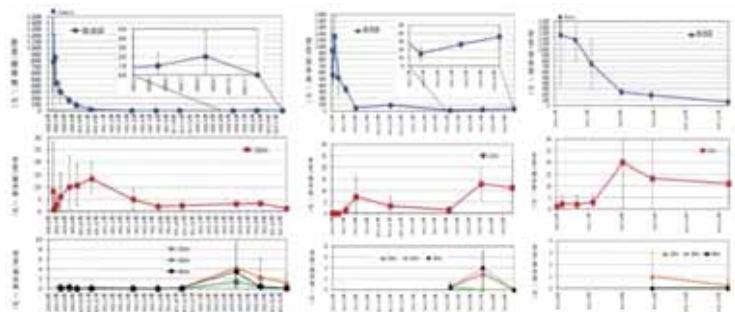


図5 各地点のナマコ種苗密度の推移

（赤池他 2012 の図 4, 図 7, 図 11 を改変）

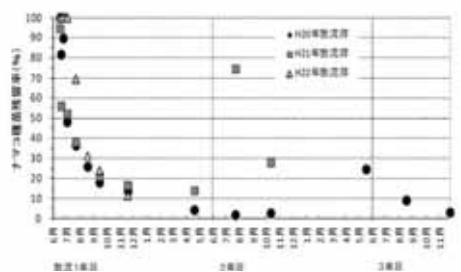


図6 ナマコ種苗推定残留率の推移

（赤池他 2012 の図 15 より）



写真1 マコガレイ胃中の稚ナマコ種苗

（赤池他 2012 の図 16 より）

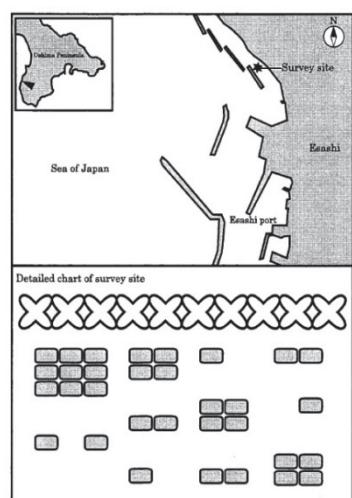


図7 調査場所とコンテナの配置

（古川他 2016 の Fig. 1 より）

また、礁のサイズ別の比較では、礁が大型化するにつれて残留率が高くなる傾向がみられた。

放流種苗の標準体長は、放流時平均 $16.1\text{mm} \pm 11.6\text{mm}$ から 3 年後の調査終了時には平均 $77.6\text{mm} \pm 12.7\text{mm}$ まで成長している（図 10 マナマコ種苗の成長）。礁のサイズ間の比較では、礁が大型化するほど体長は小型化する傾向がみられた。礁が大型化するほど個体密度は高くなり、コンテナ内の生残個体数と体長の関係には負の相関が認められた。としている。

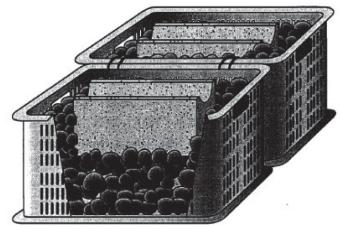


図 8 コンテナ（2 個連結図）

（古川他 2016 の Fig. 2 を改変）

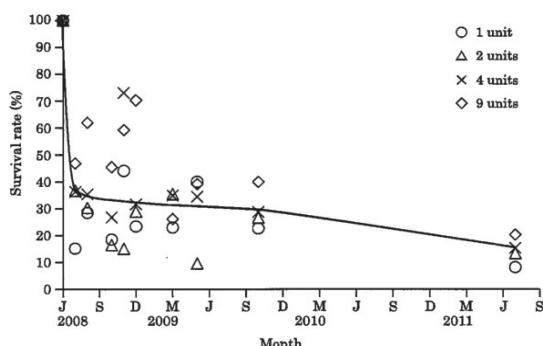


図 9 生残率の推移

（古川他 2016 の Fig. 4 より）

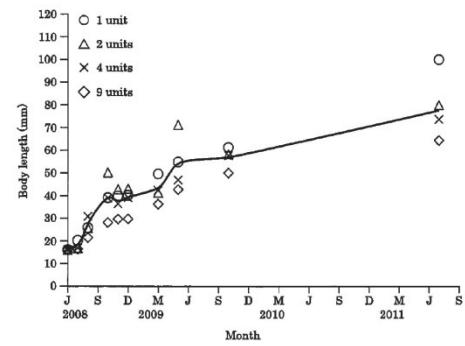


図 10 マナマコ種苗の成長

（古川他 2016 の Fig. 6 より）

- ④ 「寒冷地におけるマナマコ中間育成技術に関する研究」（櫻井他 2017）の概要

実験 I（2014 年 11 月～約 11 ヶ月間）では空気ポケットフェンスを 2 基（図 11 施設の概要）、片方に空気を入れ試験区、もう一方を空気を入れない対照区として、東海大学産の稚ナマコ（平均 $4.0\text{mm} \pm 1.2\text{mm}$ ）を 2,000 個体ずつ収容。8 日後、35 日後、100 日後、184 日後にヘチマロンを抽出して個体数、成長状況を調査し、331 日後には全てのヘチマロンの調査を行っている。

また実験 II（2015 年 11 月～約 12 ヶ月間）では、フェンス 2 基とも空気を入れ、実験 I で回収した体長 $25.9\text{mm} \pm 8.9\text{mm}$ の稚ナマコ 187 個体を施設の一方に（以下大型区）、もう一方には道栽培公社産の体長 $19.5\text{mm} \pm 4.0\text{mm}$ の稚ナマコ 2,000 個体を収容し（以下小型区）、追跡調査を約 12 ヶ月間の間に 5 回のヘチマロン抽出調査と最後にはすべてのヘチマロンと施設壁面の回収調査を実施している。

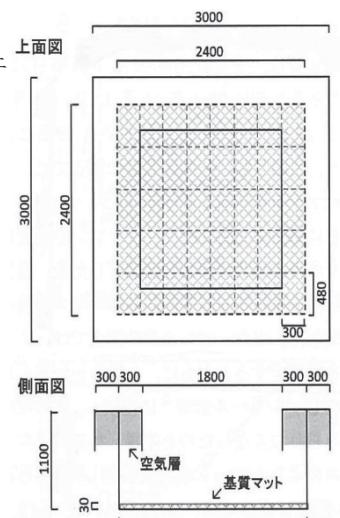


図 11 施設の概要

（櫻井他 2017 の図-1 より）

実験 I の最終調査結果としては、試験区で 366 個体（平均体長 27.9mm）が回収され生残率は 16.8%、対照区では 155 個体（平均体長 24.4mm）回収され生残率は 7.8%と算出された。対照区にはイトマキヒトデの侵入が確認されている。

実験 II の最終調査結果としては、大型区で 346 個体（平均体長 39.8mm）が回収され生残率は 71.0%、小型区では 249 個体（平均体長 34.5mm）回収され生残率は 12.5%と算出された。大型個体の収容は生残率の飛躍的な向上が示された（表 2 稚ナマコ生残率の比較）。としている。

(2) その他参考事例（主にナマコの成長に関する事例）

① 「マナマコ人工種苗放流追跡調査結果」（徳田他 2014）の概要

平磯に造成されたアワビ養殖施設（14m四方のプール 2 面）で育成試験を行っている。施設はコンクリート壁で遮断されており、深さは 1.2~2.0 m で各面に直径 30 cm 程の通水口が 10 カ所あり、海水の交換は良好であるが、外海からはほぼ閉鎖されている（写真 2 試験施設）。

使用したマナマコ人工種苗はせたな町水産種苗育成センターで生産した種苗で、漁協のマナマコ漁業者が漁港内で中間育成を行った平均体長 27 mm、平均重量 0.7 g のマナマコ人工種苗 609 個体（生後 10 ヶ月）を平成 23 年 6 月 15 日、南側の中央部に、カキ殻を入れたタコネット 1 袋に種苗を収容して放流した。

放流 1 年 1 ヶ月後のタモ採り調査では、採取数 71 個体のうち 100 g を超える個体は 43 個体に上り、平均重量は 131 g。放流 1 年 4 ヶ月後の潜水調査では、103 個体が回収され、平均重量は 89 g と夏眠による重量の減少を確認した。

放流 1 年 11 ヶ月後のタモ採り調査では濁りのため採取数は 27 個体と少なかったが平均重量は 353 g と良好な成長を把握することができた。放流 2 年 4 ヶ月後の潜水調査では、重量組成を参考に 80 g 以上を放流群として、回収数は 67 個体で平均重量は 175 g となり、

表 2 稚ナマコ生残率の比較

（櫻井他 2017 の表-1 より）

	実験 I		実験 II	
	試験区	対照区	大型区	小型区
収容個体数	2,000	2,000	487	2,000
回収個体数	366	155	346	249
生残率（%）	16.8	7.8	71.0	12.5



写真 2 試験施設
（徳田他 2014 の写真 1 より）

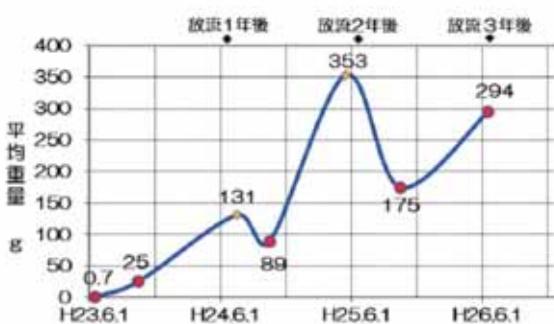


図 12 種苗の平均重量の推移

（徳田他 2014 の図 4 より）

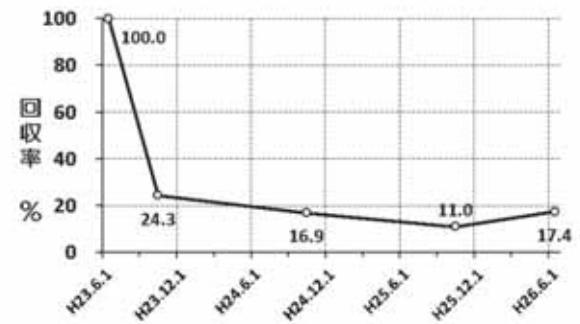


図 13 種苗の回収率の推移

（徳田他 2014 の図 5 より）

5月に比べると大幅に縮小していた。放流3年後となる夏眠前の6月に潜水調査を実施した結果は、重量組成を参考に180g以上を放流群として106個体が回収され、平均重量は295gとなった（図12 種苗の平均重量の推移）。

回収率は、放流直後24.3%まで落ち、最終3年後には17.4%となった（図13 種苗の回収率の推移）。

この育成試験によれば、初期育成して30mm程の種苗を用い、過密などの問題が無く条件が整えば、早いもので生後2年ほどで100gに達し、3年位で漁獲サイズまで成育することが伺える。

②「ナマコ人工種苗の成長について」（宗谷地区水産指導所利尻支所 2017）より

利尻町のウニセンターでH25年7月に採苗された人工種苗を、同年12月に大グループ（1.3g）と小グループ（0.1g）各10個体を1個体ずつメッシュサンプル袋に入れ円筒形飼育籠に収容し漁港に垂下し、月1回を基本として成長調査を実施している。

成長の推移は9ヶ月後には大小ともに平均8gに成長し差は見られなくなった。

17ヶ月後には平均30gに成長し、2年後

（H27年12月）には大小の成長が逆転し2年4ヶ月後（H28年4月）には大グループ90g、小グループ108gに成長している。

その後大グループの飼育籠が泥に埋まってしまい小グループのみ3カゴに分散して調査を行った。2歳以降、夏から秋にかけて体重が減り、冬から春にかけて増重する傾向がある（図14 ナマコ人工種苗の成長）。

この試験では、生後3年程で100g前後に成長している。

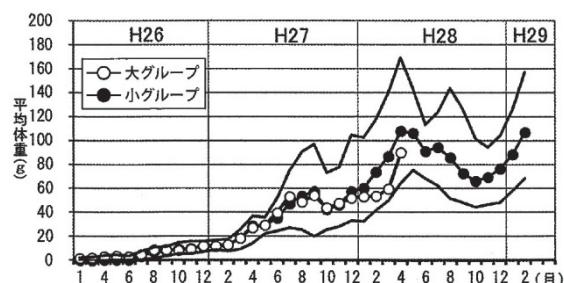


図14 ナマコ人工種苗の成長

（宗谷地区水産指導所利尻支所 2017 の図4より）

2. 追跡調査での発見率、回収率の低さの考えられる要因

（1）害敵による食害事例

①カレイ（奥尻）

前述したように、放流1週間後、採集されたマコガレイの消化管から8個体のナマコ種苗（平均体長20.9mm）が回収されている。

②キタムラサキウニ（利尻）

宗谷地区水産指導所利尻支所で行った水槽でのノナ（キタムラサキウニ）の食害試験で、第1回試験（8日間）では、生後4ヶ月の平均13.3mm種苗の生残率は75%、1年4ヶ月の平均60.7mm種苗の生残は100%。第2回試験（8日間）では4ヶ月の平均14.6mm種苗の生残率は33%、同じく44.4mmの生残率は80%であったとして、放流に関して、ノナの高密

表3 ノナ食害試験結果

（宗谷地区指導所利尻支所より）

●第1回結果

稚苗年齢	標準体長L ₀ mm	開始時	終了時	生残率	場所
4ヶ月	13.3mm (9.7~19.3)	24個	18個	75%	A施設生産
1年	60.7mm (39.8~88.2)	10個	10個	100%	B施設生産 (網入後浦内電柵)
4ヶ月					

●第2回結果

稚苗年齢	標準体長L ₀ mm	開始時	終了時	生残率	場所
4ヶ月	14.6mm (8.4~26.4)	45個	15個	33%	C施設生産
4ヶ月	44.4mm (28.5~83.7)	25個	20個	80%	B施設生産

度生息域では初期減耗が高いこと、体長4～5cmに成長した稚ナマコは捕食される可能性が低いことを挙げている（表3ノナ食害試験結果）。

③ヨツハモガニ、ヒライソガニ、イトマキヒトデ（「試験研究は今」N0.645）

体長15mm前後の人工種苗に対する捕食試験を行った結果、この3種が比較的多く稚ナマコを捕食し、害敵1個体当たり1日に0.3個体以上の捕食を示した。特にヨツハモガニは体長40mm、イトマキヒトデは33mmの稚ナマコを捕食した。

④イトマキヒトデ（福井県栽培漁業センター1994）

平均体長15.9mm, 30.1mm, 40.0mm, 54.6mm、対照区（ヒトデを入れない）の5区に5個体ずつ計20個体を収容し（水温22°C）、1水槽に5個体（平均腕長46.2mm）のイトマキヒトデを放ち7日間食害試験を実施した結果、15.9mm区では3日後には生残0個体、30.1mm区では生残1個体、40.0mm区では生残率85%、54.6mm区では捕食は認められず、対照区でも斃死は認められなかった。

この試験では、小型の個体ほどイトマキヒトデの食害にあいやすいが、ほぼ40.0mmを境として捕食されにくくなると推察される。

（2）逸散による減耗

前述した宗谷や奥尻での追跡調査で示されたように時間の経過とともに放流区から移動していることが推察される。

（3）適性漁場への放流か？

マナマコが管足で移動したり岩などに固着する性質上、岩礁、転石域が生息域であり、餌を摂るため砂場や泥場へ一時的に移動することがあるが、普段の分布域は岩礁、転石地帯である。

通常のナマコ漁場となっている場所への放流が原則である。

稚ナマコの放流場所の条件として、隠れ場があることが必要であり、育成場所として、石詰礁、カキ殻礁などのシェルターを造成することも有効と思われる。「青森県のナマコ種苗放流マニュアル」（水産総合研究所H24年）では、「稚ナマコの放流場所は、転石地帯や岩礁地帯、ホタテガイ貝殻敷設場が適している」としている。

3. 天然漁場での稚ナマコ出現事例

人工種苗を放流する上で、天然漁場で出現する小型個体の大きさは参考にすべきと思われます。日中でも表面に出現している個体は、ある程度害敵に対する対応ができるようになっているがため表面に居ることができると考えると、天然漁場には一体どの程度の大小のナマコが表面に出ているのかを明らかにしてみる必要があります。

そこで漁獲物や漁場調査データなどから探ってみたいと思う。

（1）留萌管内での漁獲物調査、カメラ調査

水産指導所と漁協で行った漁期前資源調査や目玉カメラで捉えられたマナマコで最小の大きさがどれ程なのかを見てみる。小型の個体は桁の袋網目合いから落ちるため、ある程度成

体ナマコが網の目をふさいだ状態でないと小型ナマコが揚がってこないが、漁獲データから最小 13 g (標準体長換算 7.5cm) の個体が確認されている。また、目玉カメラで漁場を 108 m²撮影したデータでは最小 4.7cm の個体が、全調査個体 38 個中 2 個体撮影されている。

(2) 石狩管内での漁獲物調査

石狩管内で水産指導所と漁協が行っている漁獲物の調査（調査用に重量選別はしないで水揚げ）では最小 2 g の個体が揚がっており標準体長に換算すると 4.0cm となる。5 g 未満のナマコ（標準体長 5.5cm 以下）が全漁獲物個体数の 1.2% 程揚がっている（909 個体中 11 個体）。桁網の網目目合いが 6 cm 程として、目づまりしないと小型個体は揚がってこないと考えると、この漁場ではかなりの個体数がこのサイズ（4.0～5.5cm）に成長すると、目中でも表面に出ていると推察される。

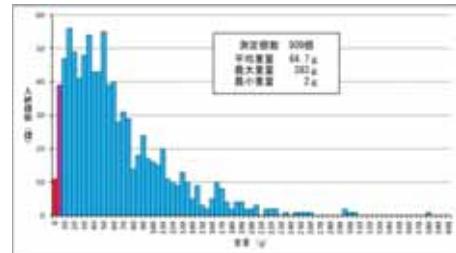


図 15 漁獲物調査での重量組成

（石狩地区水産指導所資料を改変）

(3) 後志管内でのカメラによる漁場調査

後志管内で水産指導所と漁協が行った、目玉カメラによる資源調査では、最小 6.1cm の個体が確認された。

以上 3 管内だけのデータであるが、標準体長で 4.0cm～7.5cm 程度の大きさになると目中でも岩の上や表面に出てきており、害敵等に食害を受けにくいサイズであると思われ、この程度の大きさでの放流が、高生残が期待できる目安となると言えるのではないかと思う。

4. 岩内港・厚賀漁港内での中間育成試験（道栽培公社調査事業本部）の速報

これまでの各試験結果では、初期生残の不良が目立っているが、この原因是、健苗性、あるいは発見率、被食率であるかは断定されていない。そこで、道栽培公社供給のマナマコ種苗の生残率と成育状況を検証するために、閉鎖型の中間育成試験を実施した。試験は、道栽培社と㈱海洋探査の共同により日本海と太平洋の漁港内（岩内港と厚賀漁港）で 20mm 種苗を用いた。

ここでは R1 年 11 月～R2 年 12 月に行った石詰礁とカキ殻礁の調査結果（未発表）を紹介する。石詰礁とカキ殻礁（50×30×20cm）を 3 重のタマネギ袋（網目 1mm）で覆い、岩内では角形ネット、厚賀ではコンテナに収容し、害敵（食害）と逸散を防いた。収容密度は、10 個体～500 個体まで 7 通りで実施したが、ここでは収容密度 30 個体の追跡調査の生残・成長の結果を紹介する（図 16 岩内・厚賀港内中間育成の結果）。



写真 3 石詰礁とカキ殻礁



写真 4 タマネギ袋に収容

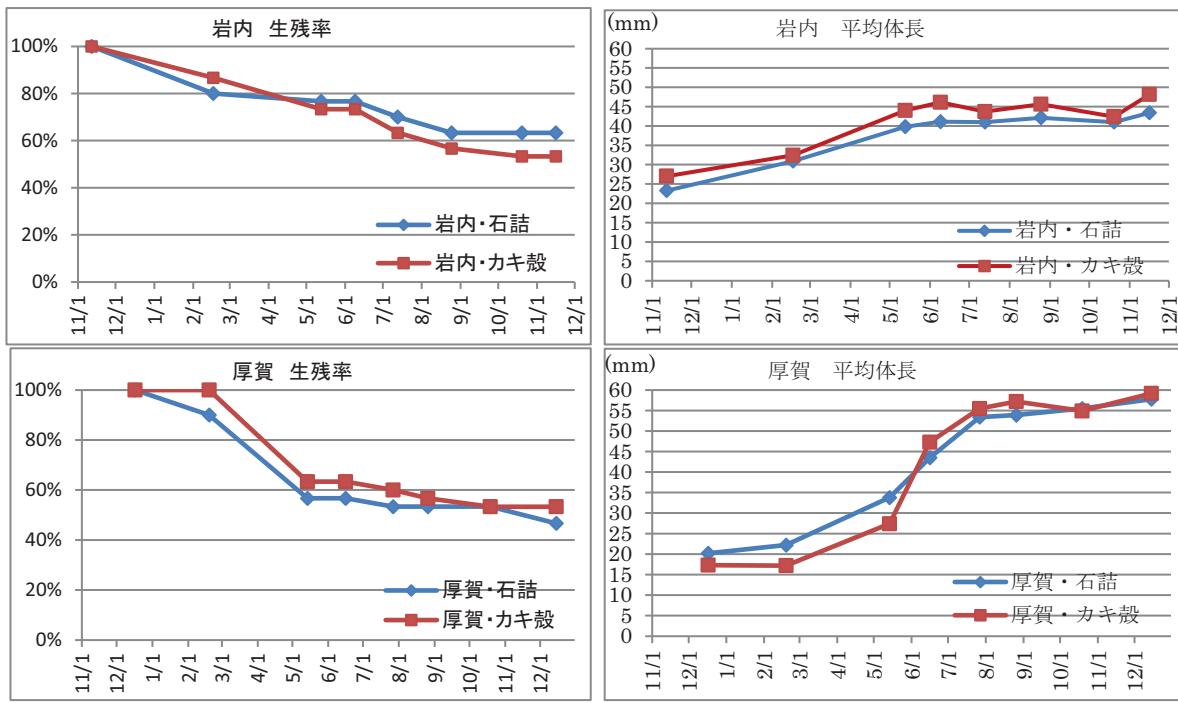


図 16 岩内・厚賀港内中間育成の結果

岩内・厚賀での2月の生残率は、それぞれ80%以上、90%以上であり、初期生残率は良好であった。岩内では育成1年後の11月に生残率53~63%、平均体長43~48mmとなり、50mmには達していないものの、厚賀では石詰礁、カキ殻礁とも育成7ヶ月後の7月には、生残率53~63%、平均体長53~56mmに達した。

なお、一例として厚賀のカキ殻礁での個体密度と成長（平均体長）の関係について紹介すると、平均体長を50mmに育成するためにはこのような比較的小型の礁では、収容個体数は33個体程に抑える必要があるという結果となった。（図17 個体密度と平均体長の関係）。

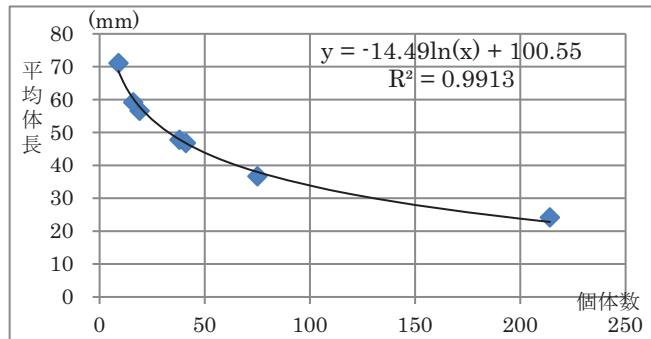


図 17 個体密度と平均体長の関係

更に良好な育成方法を求めて、漁港内での中間育成試験は継続中である。

このような漁港内でのタマネギ袋を用いた中間育成により、食害、逸散を防ぐと高生残と、好成長が得られる。

前述した奥尻（赤池 他 2012）での100個体の稚ナマコを用いて、シェルターを収穫ネットで包んで放流した試験においても、2ヶ月後と短期間の試験であったが、81~96個体の高生残であった。

5. 考察

中間育成する条件（場所、育成期間、育成礁の材質・構造、収容密度、垂下か着底か等の方法）に応じて、方法は異なって来ると思われるが、20mm以上、できればもう少し大きなサイズの稚ナマコを8ヶ月から1年かけて放流に向くサイズと思われる5cm前後の稚ナマコに育成

することが出来て、放流後の生残率の大幅なアップが可能と思われる。良好な条件としては、港内等においてタマネギ袋等で害敵、逸散を防ぎ適正密度を収容して中間育成し、食害を受けにくいサイズで適正な漁場に放流することにより、早期に成ナマコに成長（2年で100g前後）させることが可能となり、3年目には漁獲へ繋がるサイクルが可能となるのではないかと思われる。

文献

- 1) 中島幹二, 坂東忠男, 吉村圭三, 瀧谷明朗 (2004) : 宗谷海峡におけるマナマコ人工種苗サイズの検討. 北水試研報 67, 97~104
- 2) 赤池章一, 吉田秀嗣 (2012) : ナマコ資源増大推進事業 放流技術開発事業. 平成22年度函館水試事業報告書 58~64
- 3) 古川奈未, 古川佳道, 山名裕介, 柏尾翔, 植草亮人, 五嶋聖治 (2016) : 人工礁に放流した稚ナマコの成長と生残. 北大水産彙報 66(1), 39~46
- 4) 櫻井泉, 大野史耶, 麻畠梨沙, 山田俊郎, 高橋伸次郎 (2017) : 寒冷地におけるマナマコ中間育成技術に関する研究. 第33回寒地技術シンポジウム資料, 85~91
- 5) 徳田耕貴, 森伸行 (2014) : マナマコ人工種苗放流追跡調査結果. 育てる漁業 No. 467, 3~7
- 6) 宗谷地区水産技術普及指導所利尻支所 (2017) : ナマコ人工種苗の成長について. 利尻島の水産だより (利尻島水産振興連絡協議会編) No114, 3

3 栽培公社におけるマナマコ大型種苗生産に向けて

公益社団法人北海道栽培漁業振興公社 熊石事業所

所長 安住 真 氏

栽培公社におけるマナマコ大型種苗生産に向けて

公益社団法人北海道栽培漁業振興公社
熊石事業所所長 安住 真

はじめに

北海道の沿岸漁業において重要な魚種となっていたスケトウダラやイカ類、コンブ等の漁獲量・金額は、平成 11, 12 年以降減少しています（図 1、2）。そのような中、マナマコの年間漁獲金額は、平成 10 年位までの 5～8 億円台の推移から、平成

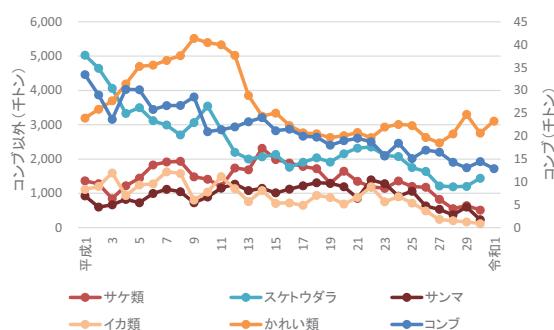


図 1 沿岸主要魚種の漁獲量の推移

10 年代に急増し、平成 22, 23 年には 100 億円を超える、その後ほぼ 80～100 億円で推移しており（図 3）、マナマコは近年、これまでの主要な魚種に代わり、北海道の沿岸漁業において極めて重要な資源となっています。しかし、マナマコの年間漁獲量は平成 19 年の 2,835 トンをピークに、令和元年には 1,932 トンまで漸減しています（図 3）。

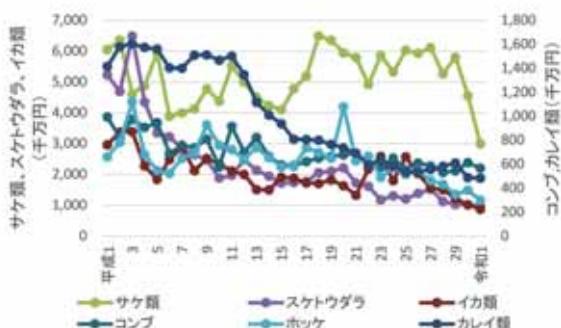


図 2 沿岸主要魚種の漁獲金額の推移

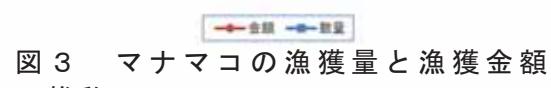


図 3 マナマコの漁獲量と漁獲金額の推移

アンケート調査の実施

当公社は、平成 24 年度からマナマコ種苗の生産を開始し、平成 28 年以降、体長 15 ミリ以上サイズを毎年 150 万個以上生産し、各地に供給してきました。こうした中、これまでの種苗供給先から大型種苗の要望があったことから、令和元年度に当公社理事会の中に設置された「栽培漁業に関する専門委員会」において、『ヒラメ種苗生産を 1 事業所へ集約』し、『残された事業所でマナマコ大型種苗生産に向けること』が決定されました。

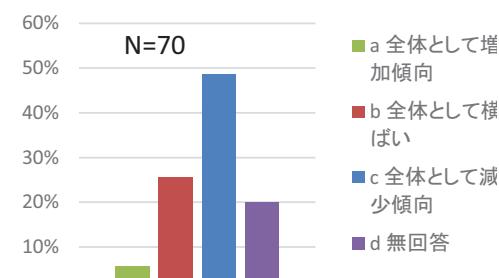


図 4 マナマコ資源の状況

このような背景をもとに、当公社ではマナマコ大型種苗の需要を把握するとともに今後、マナマコ人工種苗生産において、浜からの多くのニーズに答えられるよう全道の漁業協同組合（72 漁協）を対象に資源状況、資源を維持・増大させるための実施対策、種苗生産に関する公社への要望などを把握するアンケートを行いました。回答は 70 漁協から得られました。資源状況に関して、14 漁協から回答は得られませんでした。回答が得られなかつた漁協のほとんどが根室太平洋～日高海域で、回答がなかつた理由を電話で問い合わせると、漁業を行っていないためわからないということでした（図 4）。回答が得られた漁協では、過半数を超える漁協で、漁獲が減少しており、今後の資源安定の対策として、種苗放流、資源管理や密漁対策が多く、このうち種苗放流が最も多くなっていました（図 5）。公社への要望として、種苗生産の安定化（13 漁協）、30 mm 以上種苗の生産ないし大型化（12 漁協）、増産（5 漁協）、生残率の高いないし活力のある種苗（9 漁協）、低価格（6 漁協）が上げされました（図 6）。

アンケート調査結果から、多くの地域で資源（漁獲量）が減少し、資源増大対策として、種苗放流を実施している地域が最も多く、公社の種苗生産に関して、大型で、活力のある種苗を安価で、安定的に生産してもらいたいことがわかりました。

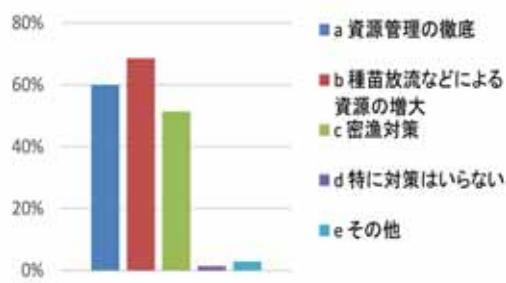


図 5 マナマコ資源の安定対策

公社への主な要望

生産の安定化：13件
30mm以上ないし大型化：12件
生産率の高い、活力のある種苗の供給：9件
低価格：6件
増産：5件

図 6 アンケート調査における公社への要望

公社のナマコ種苗生産の実態

当公社は、マナマコの価格高騰による漁業者からの種苗生産要望の高まりにより、平成 17 年から北海道立栽培水産試験場（現道総研栽培水産試験場）の協力を得て、熊石事業所でマナマコ種苗の量産化の技術開発を開始しました。種苗の供給数は、供

給を開始した平成 24 年には、わずか 10.7 万個でしたが、平成 27 年には熊石事業所で約 100 万個を生産する技術を確立しました。平成 28 年からは瀬棚事業所、羽幌事業所でも種苗生産を開始し、それ以降、毎年 3 事業所で平均 20 mm 以上サイズを毎年 150 万個以上生産し、平成 29 年以降、30～36 機関に供給しています（図 7～9）。

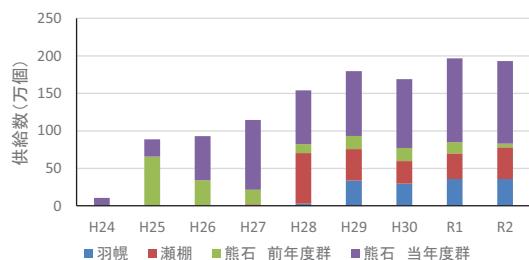


図 7 公社におけるマナマコの供給数

なお、当公社では、6月末から8月上旬に各地から親ナマコを事業所に搬入し、7月から8月に採卵後、その年の11月から12月に種苗供給しています。

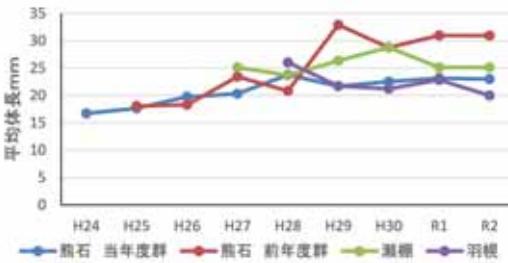


図8 事業所別の道内供給マナマコ種苗の平均体長の推移

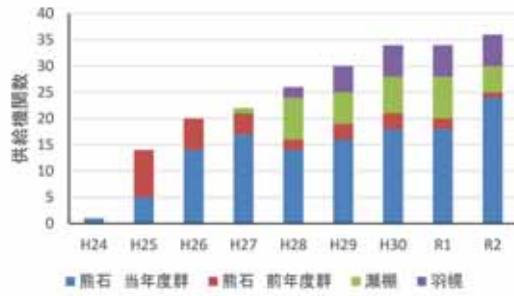


図9 公社における供給機関数

放流によって資源を増やすためには

北海道では5mm以上のマナマコ種苗放流数が、漁獲量が減少し始めた平成19年以降増加し、令和元年には約692万個放流されています（図10）。しかし、前記したよ

うに漁獲量は減少し続けています（図3）。この減少要因として、資源管理の不徹底や密漁に加えて、種苗の放流サイズの問題が考えられます。これまで放流後の減耗の時期的変化やサイズによる生残の変化が、北海道だけでなく、全国で調べられています。

各地で適正放流サイズを検討するため、サイズ別放流が実施されています。宗谷海域では平均体長29.4mmと15.6mmの種苗で試験を行ったところ、前者の残留率が大きく上回っていました（中島ら2004）。山口県、石川県、福井県では10～30mmの種苗を放流した場合、放流後の残留は大きいほど

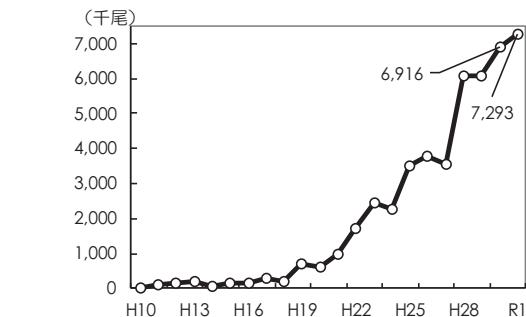


図10 北海道のマナマコ5mm以上種苗の放流数の変化

資料：（公社）全国豊かな海づくり推進協会「栽培漁業種苗生産、入手・放流実績」：北海道水産林務部作成資料

高いことが指摘されています（石川県等5mmを放流し、放流257日後に生残率において前者が後者の20.4倍となっており（光永・松村2014）、福岡県周防灘では20mm未満より30mm以上の生残が確実に期待されると報告されています（桑村ら1995）。佐賀県唐津湾でも30mm以上の種苗放流による放流効果の向上が示唆されています（山浦・真崎2015）。青森県では体長20mmを目安とし、極力大型種苗の放流が提案されています（地独青森県水産総合研究所2012）。このように、多くの地域で、体サイズが大きい程、特に体長約30mm以上の生残が高くなる可能性を示唆する報告がなされています。そこで、なぜ体長30mm以上で生残が高くなるのか検討してみました。

放流されたマナマコ種苗は、自然死亡は少なく、潮流による流出、ヒトデなどの食害の2つの要因で減耗すると推定されています(地独青森県水産総合研究所 2012)。マナマコの食害について、イトマキヒトデによる食害は体長30mm位で大きく減少し(畠中ら 1994)、キタムラサキウニによる食害は体長40mm位で低くなっています(北山ら 2019)。すなわち、マナマコ種苗の害敵による食害は体長30~40mm位で低くなっています。また、マナマコの塩分耐性は、体長30mmで高くなることが明らかにされています(松本・金澤 2013)。

潮流による流出については言明できませんが、上述したことからすると、マナマコは体長約30mm以上で生残率が高くなるのは、生理的な耐性や害敵からの逃避能力等、多くの能力が高くなるためと考えられます。

今後の公社の種苗生産の方向性

平成30年度の北海道において、マナマコ種苗は29事業所で7,778.5万個が生産され、64機関で3,967.8万個放流されていますが、放流個体のうち20mm以上はわずか2%(333.5万個)であり、そのほとんどが着底直後の幼生を主体とした5mm以下の放流です(平成30年度 栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)～資料編～)。

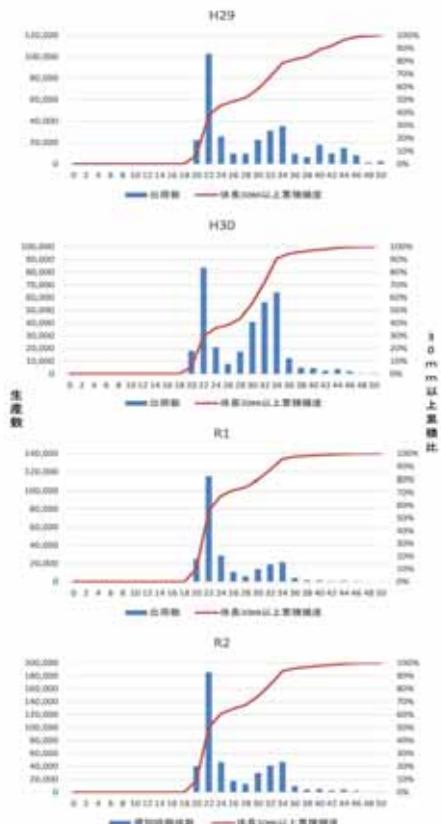


図 11 配布種苗の年度別サイズ組成と30mm以上の累積比率

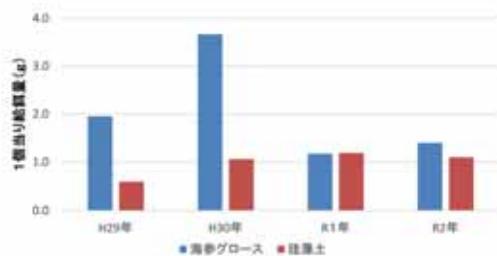


図 12 年別のナマコ1個当たりの給餌量

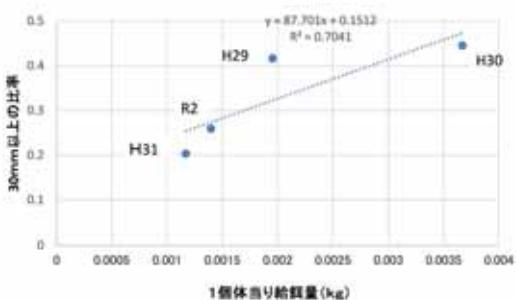


図 13 海参グロース給餌量と体長30mm種苗の生産比率の関係

5 mm以下の種苗は全道で放流されています。日本海増毛海域で10月に放流した平均体長4.5 mmの当歳種苗は、1月から2月には海水温が低いためほとんど成長はみられませんが、翌年の11月に体長24.4～27.9 mmになりました（櫻井 2016）。また、太平洋白老海域で9月に放流された着底幼生は、9月から12月に成長し、放流後1年3か月経過した翌年12月に30 mm前後に成長しました（酒井 2018）。さらにオホーツク海枝幸海域で8月に放流された種苗において、着底幼生は翌年8月に13.8 mmに、また体長2 mm種苗は同時期に体長24.4～28.4 mmにそれぞれ成長しています（ライトンコスモ株式会社等 2021）。

このような結果からすると、北海道各地で放流主体となっている体長5 mm以下の種苗が体長30 mm以上になるには、早くとも放流1年以上経過した翌年の12月ごろ、遅い場合は翌春と推察され、その間、強い食害にさらされていると考えられます。

当公社では、令和5年度から、これまでの体長15 mm以上のマナマコ100万個のほかに、瀬棚事業所において、体長30 mm以上の当歳マナマコを100万個生産することを目標にしています。すでに、瀬棚事業所では、採卵を行ったその年に体長30 mmに達する種苗を生産する技術開発に取り組んでいます。図11に平成29年以降の配布種苗（1分目合のふるいで選別後に残存したもの）の体長組成を示しました。ほとんどが体長20 mm以上であり、体長30 mm以上の比率は年によって異なっており、平成29年には41.6%、平成30年には44.5%と40%以上を超えていましたが、令和1年、令和2年にはそれぞれ20.3、25.9%と20%台となっています。平成29、30年に体長30 mm以上の比率が高かったのは、瀬棚事業所で大型種苗生産試験に取り組んだためであり、この試験では、特に給餌量（海参グロース）が効果を示すことを示唆するデータが得られています（図12、13）。現在、さらに成長に影響を及ぼすと考えられる飼育水温や飼育密度についても検討し、大型種苗生産技術の開発に取り組んでおります。

最後に

マナマコは体重100g以上のものを漁獲対象とすべきと提言されています（道総研2014）。このサイズを漁獲対象とした場合、1トン増やすためには10,000個が必要となります。したがって、種苗放流で1トンの漁獲量を得るためにには、50,000個放流した場合は20%、100,000個を放流した場合は10%が生き残る必要があります、これらをすべて漁獲した時の回収率（放流数に対する漁獲尾数）は、それぞれ20%、10%となります。体重100gを超える個体は、これまで着底幼生では放流後約3年で確認されています（酒井 2018）。また、体長15 mm前後の越冬種苗では翌年の春季に出現する可能性を示唆する資料が得られています（赤池・奥村 2016）。

北海道では、マナマコは通常岩礁域で桁曳やタモ採り、潜水で漁獲していることから、窪みや石の裏に分布しているものは漁獲できません。したがって、回収率を高めるためには、放流後、漁獲対象となるまでの生残率を出来るだけ高くする必要があります。宗谷海域（中島ら 2004）や福岡県有明海（松本・金澤 2013）、福岡県周防

灘（桑村ら 1996）に放流された種苗の生残率は、1年目まで大きく減少していますが、2年目まで1年目までのよう大きな減少はみられません。さらに、赤池・奥村（2016）の結果では、放流後の密度は5か月位までは指數関数的に減少し、その後比較的安定しています。これらのことから、マナマコ種苗の大きな減耗は、放流後数か月間に生じていると考えられます。今後、30mm 種苗の放流後の追跡調査や、天然稚ナマコの生態調査から得られた知見を基に、放流後の数か月の初期減耗を抑制する放流技術を開発していくことにより、効率的な放流による資源増大が図られると考えます。

参考文献

- 赤池章一・奥村裕弥 函館水試 平成 25 年度事業報告書 2016
北海道立総合研究機構 北海道マナマコ資源管理ガイドライン 2014
畠中宏之・上奥秀樹・安田 徹 水産増殖 42 (4) 563-566 1994
石川県・大分県・福井県・山口県 地域特産種量産放流技術開発事業総括報告書（棘皮類） 2000
北山安信・林 浩之・鶴泊なまこ桁網部会 平成 30 年度 第 5 回北海道ナマコ増殖研究会 2019
桑村勝士・有江康章・小林 信・上妻智行 福岡県水産海洋技術センター研究報告 5
9-14 1995
畠中宏之・上奥秀樹・安田 徹 水産増殖 42 (4) 563-566 1994
松本昌大・金澤孝弘 福岡水海技セ研報 23 1-7 2013
光永直樹・松村靖治 長崎県水産試験場研究報告 30 2014
中島幹二・坂東忠男・吉村圭三・瀧谷明朗 北水試研報 67 97-104 2004
酒井勇一 試験研究は今 852 2018
櫻井 泉 新技術説明会資料 2017
地独行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所 ナマコ種苗放流マニュアル
2012
ライトンコスモ株式会社・安田建設株式会社・一般社団法人北海道水産土木協会 ナ
マコスモレポート No. 4 2021
山浦啓治・真崎邦彦 さいばい 42 27-30 2002
山名裕介・古川佳道・柏尾 翔・五嶋聖治 水産増殖 62 (2) 163-181 2014

4 生鮮ナマコの保管方法と品質について

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
中央水産試験場 加工利用部
専門研究員 成田 正直 氏

生鮮マナマコの保管条件と品質について

(地独) 北海道立総合研究機構中央水産試験場
加工利用グループ
専門研究員 成田正直

はじめに

マナマコ(以下、ナマコ)はボイルナマコや乾燥ナマコに加工され、主として中華圏に輸出されています。日本から輸出されるナマコ加工品の輸出金額は約 207 億円(平成 29 年度、農水省)で、このうち北海道は約 6 割を占めます。北海道にとってナマコは、重要な水産物のひとつです。ナマコ加工品の品質は、生鮮時の品質に大きく影響されます。このため、漁獲から加工するまでの間、適切な方法で保管する必要があります。しかし、保管条件は生産現場によって異なっているのが現状です。これは、漁獲後の保管条件とナマコの品質との関係が明らかになっていないためです。このため、私たちはモデル実験によって、ナマコを保管する温度や容器内の海水の有無が、ナマコの品質にどのような影響を及ぼすのかを調べました。

保管条件とナマコの品質

試料は、潜水により漁獲された積丹産ナマコを用いました。潜水により漁獲されたナマコは、ケタ網と異なり、網で引き回される際に生じるキズやストレスがないため、品質を調べる実験に適しています。漁獲したナマコは、海水とともに容器に入れる方法(海水浸漬)と、ナマコだけを容器に入れる方法(干出)があります。これをシミュレーションするために、まず、ナマコ 8~9 個体(約 180g/個体)を 20L 容器に入れ、ナマコに対して約 5 倍量の海水を加えた区分(海水区分)と、海水を加えない区分(干出区分)を設定しました(図 1)。これらを、それぞれ 0°C、10°C、20°C で保管しました。10°C および 20°C は春漁および夏漁における海水温を、0°C は氷を用いた冷却温度を想定したものです。これらの区分を 2 日間保管してナマコの性状を観察しました。水揚げされたナマコは、すぐには加工されずに箱詰め後、加工場に託送されることもあります。保管期間の 2 日間はこのことを想定したものです。水産物の品質を評価する場合、魚類には K 値という科学的指標が用いられます。しかし、ナマコにはこのような確立された評価指標がありません。一方、不適な環境下にあるナマコは、イボの先端が白くなる現象(イボ白色化)や、体表の一部が溶解する現象(表皮溶解)が発生することが知られています(図 2)。このため今回の実験では、これらの現象を注意深く観察しました。

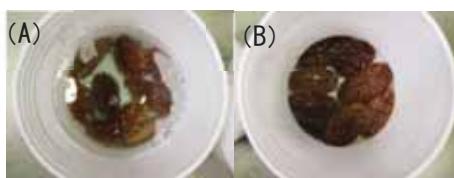


図 1 海水区分 (A) と干出区分 (B)

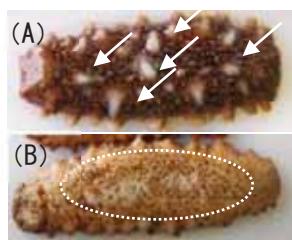


図 2 ナマコの性状観察

(A) : イボ白色化 (矢印)
(B) : 表皮溶解 (点線内)

表1にイボ白色化および表皮溶解の発生割合を示しました。試験開始直後(対照区分)における12個体のうち、イボ白色がみられたものは1個体(発生割合8%)で、その程度は極めて軽微でした。表皮溶解はみられませんでした。保管1日目では、0°C保管の海水区分、10°C保管の干出区分にイボ白色化が各々1個体ずつみられましたが(13%)、これらも程度は軽微でした。

また、表皮溶解はいずれの区分にもみられませんでした。一方、20°C保管はイボ白色化が海水区分で4個体(50%)、干出区分で3個体(38%)みられ、表皮溶解も海水区分、干出区分に各々1個体ずつみられました(13%)。保管2日目では、0°C保管は海水区分、干出区分ともに軽微なイボ白色化が各々3個体ずつみられました(33%)が、表皮溶解はみられませんでした。しかし、10°C保管は、イボ白色化の程度が著しく、20°C保管はイボ白色化、表皮溶解どちらも顕著でした。

これらの結果から、0°Cで保管した場合、2日間はナマコに顕著な劣化が発生しませんでした。10°C保管は1日目までは0°C保管と同様でしたが、2日目に明らかなイボ白色化がみられ、保管可能な期間は1日間と考えられました。20°C保管は1日目で明らかなイボ白色化と表皮溶解がみられ、保管温度としては不適と考えられました(表2)。また、海水区分、干出区分による保管方法の違いよりも、保管温度の影響の方が大きいことがわかりました。

表1 保管条件とイボ白色化および表皮溶解の発生割合

保管日数 (日)	保管温度 (°C)	保管方法	個体数 (個)	イボ白色化 (個)	表皮溶解 (個)	イボ白色化 (%)	表皮溶解 (%)
0	0	海 水	12	1*	0	8	0
		干 出	8	p	0	13	0
	10	海 水	8	p	0	0	0
		干 出	8	1*	0	13	0
	20	海 水	8	p	4	50	13
		干 出	8	p	3	38	13
1	0	海 水	9	3*	0	33	0
		干 出	9	3*	0	33	0
	10	海 水	9	p	3	33	0
		干 出	9	p	2	22	11
	20	海 水	9	p	4	44	67
		干 出	9	p	8	89	56

* : 軽微

表2 ナマコの保管条件と保管可能日数

保管温度 (°C)	1日目		2日目	
	海 水	干 出	海 水	干 出
0	◎	○	○	○
	○	○	△	△
10	○	○	△	△
	×	×	×	×
20	×	×	×	×
	×	×	×	×

◎良好, ○可能, △不適, ×不可

ナマコ内臓の影響

イボ白色化や表皮溶解は、なぜ発生するのでしょうか。稚内水産試験場の調査によれば、ナマコの表皮溶解は個体間で連鎖的に起こることが報告されています(平成2年度稚内水産試験場事業報告書)。

これは、人間に例えれば接触感染によって、疾病が伝染することに似ています。一方、ナマコは外敵や環境変化などのストレスによって、内臓を吐き出す(吐出)ことが知られています。吐出された内臓はナマコの性状に何らかの影響を及ぼすのでしょうか。このことを確認するために、次のような実験を行いました。

ナマコ(積丹産)から採取した内臓を凍結乾燥した後、粉碎して粉末化しました(内臓粉末)。海水 4L とナマコ(ひやま産、潜水漁獲、約 180g/個体)2 個体を 20L 容器に入れ、この内臓粉末を加えました。内臓粉末は 0.2g から 20g まで段階的に量を増やして加えました。これらを 10°Cで 2 日間保管後、イボ白色化、表皮溶解の状態を観察しました(図 3)。観察の結果、内臓粉末を加えた区分は、いずれもイボ白色化および表皮溶解が発生しました(表 3)。その程度は、内臓粉末を加えた量によって違いがみられ、添加量 0.2g ではイボ白色化はみられず、軽微な表皮溶解が 2 個体中 1 個体にみられたのみでした。しかし、添加量 2g 以上では顕著な発生がみされました。

一般に、内臓には消化酵素あるいは腸内細菌が存在します。そこで、これらの影響を調べるために、内臓粉末 10g に蒸留水 100mL を加え、100°Cで加熱処理しました。これを海水とナマコが入った容器に加えました。その結果、加熱処理に関係なく、同様の現象が発生しました(表 4)。これらの結果から、内臓粉末はナマコの品質劣化を誘発し、その原因として、消化酵素あるいは腸内細菌とは異なる加熱によって失活しない物質の存在が考えられました。



図 3 内臓粉末の添加実験

表 3 内臓粉末の添加量とナマコの性状

試料区分	粉末添加量 (g)	性状観察	
		イボ白色化	表皮溶解
対 照	0.0	--	--
	0.2	--	+-
粉末区分	2.0	+-	++
	10.0	++	++
	20.0	++	++

++ : 2 個体とも有り
+- : 1 個体のみ有り
-- : 2 個体ともなし

表 4 加熱内臓粉末の添加とナマコの性状

試料区分	粉末添加量 (g)	性状観察	
		イボ白色化	表皮溶解
対 照	0.0	--	--
	10.0	++	++
粉末区分	10.0	++	++

++ : 2 個体とも有り
+- : 1 個体のみ有り
-- : 2 個体ともなし

エアレーションによる品質劣化の抑制効果

ナマコは酸素欠乏状態(酸欠)によっても、ストレスを受けます。イボ白色化、表皮溶解が発生したナマコと酸欠状態の関係はどのようになっているのでしょうか。このことを確かめるために、内臓粉末 1g および 5g を加えた区分の海水中の溶存酸素(DO)を測定しました。ナマコを入れる前の海水の DO は 8.2ppm でした。ここにナマコだけを入れた場合、2 時間後はほとんど変化がありませんが、1 日目で 3.5ppm、2 日目で 3.1ppm に減少していました。DO の減少は、ナマコが酸素を呼吸に使用したためと考えられます。

一方、ナマコとともに内臓粉末を 1g および 5g 加えた区分は、いずれも 1 日目は約 4ppm だった DO が 2 日目にかけて急激に減少して 1ppm 未満になっていました(図 4)。この理由として、一つは内臓粉末自体が海水中の酸素を吸収したこと、もう一つは内臓粉末の存在でナマコがストレスを受け、対照よりも多く

の酸素を必要とする状況になったことが考えられます。

そこでエアレーションによって酸素を供給しながら、内臓粉末を加えてみました。エアレーションを行った区分は、十分に酸素が供給されているため、2日目でも当然、DOはほとんど減少していませんでした。このときのナマコの性状を観察したところ、対照区分は特に変化がなかったのに対し、内臓粉末をえた区分は、これまでの実験結果と同様、イボ白色化および表皮溶解が発生していました。一方、エアレーションによって十分に酸素を供給した区分は、内臓粉末を1g添加しても、これらの発生がみられませんでした。5g添加した区分はイボ白色化および表皮溶解が発生しましたが、その程度はエアレーションなしに比べ、軽微でした。これらの結果から、詳しい理由は不明ですが、エアレーションによってイボ白色化および表皮溶解が抑制あるいは低減されることがわかりました(表5)。

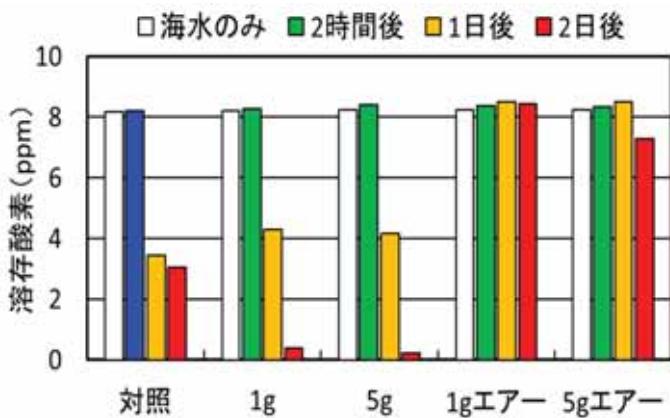


図4 ナマコの浸漬海水における溶存酸素

対照：内臓粉末なし、1g：内臓粉末1g、5g：内臓粉末5g
1g エアー：内臓粉末1g+エアレーション、
5g エアー：内臓粉末5g+エアレーション

表5 エアレーションとナマコの性状

試料区分	エアレーション	粉末添加量 (g)	性状観察	
			イボ白色化	表皮溶解
対 照	なし	0	--	--
粉末1	なし	1	++	+-
粉末5	なし	5	++	++
粉末1エアー	有り	1	--	--
粉末5エアー	有り	5	++*	++*

* : 軽微 ++ : 2個体とも有り
 + - : 1個体のみ有り
 -- : 2個体ともなし

まとめ

ナマコを保管する場合、内臓を吐出する環境を避けるとともに、吐出した内臓はできるだけ取り除く必要があります。また、ナマコが酸欠状態に陥らないよう配慮する必要があります。十分にエアレーションを行う他、低温で管理することによってナマコの呼吸量を抑え、酸欠状態を避けるのが重要です。海水は、止水より掛け流しが好ましく、これは止水に比べ掛け流しの方が、供給される海水によって内臓による海水汚染や酸欠状態が緩和されることが考えられます。ナマコの品質劣化抑制のためには、これらを徹底することが重要です。