

漁港水面を利用した稚ナマコ中間育成における 生息基質に関する基礎的研究

大橋 正臣¹・梶原 瑠美子²・伊藤 敏朗³・
穴口 裕司⁴・片山 真基⁴・門谷 茂⁵

¹正会員 東海大学 生物学部 (〒005-8601 札幌市南区南沢 5-1-1-1)
E-mail: mas_ohashi@tsc.u-tokai.ac.jp

²(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34)

³正会員 (国研) 土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34)

⁴海洋建設株式会社 (〒711-0921 岡山県倉敷市児島駅前 1-75)

⁵北海道大学大学院 水産科学研究院 (〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 5 丁目)

本研究は、栽培漁業による漁業振興と港内泊地の有効利用のため、対象種をマナマコとし、北海道南部の漁港において中間育成に適した放流・生息基質の検討として実証試験を行ったものである。放流基質として貝殻礁、生息基質として材質・空隙等を変化させた 5 種類のユニットを設置し、稚ナマコの放流、約 1 年の生息環境調査を実施した。これによりマナマコ体長はバラツキが大きい成長しており泊地内での地点間の差異は見られない。また、泊地内でも砂や陸域由来の落ち葉など堆積が多い地点は、生息個体数は他地点と比較して少ない。放流後 1 年後のユニットは、材料としてホタテ貝殻をメッシュパイプに入れたもので、この間隔が狭いユニットは生息個体数が多いという結果が得られた。これらの結果は漁港内でマナマコ中間育成を検討するにあたり、有用な基礎資料となると考える。

Key Words : *Sea cucumber, Shell Substrate, Fishing Port Anchorage*

1. はじめに

近年、漁業者の高齢化に伴い沖合漁業から沿岸の磯根漁業への転換が進み、栽培漁業による漁業振興が重要となっている。また、港内泊地の有効利用(増養殖機能の付加)等が推進され、水産物の増殖や生育に配慮した漁港施設整備と種苗放流の連携による増養殖の発展が期待されている。

マナマコ (*Apostichopus japonicus*) は需要が高まっており栽培漁業の対象種として注目されている。特に北日本(北海道、東北)のマナマコは、体表のとげ(疣足)が長くて大きく、その姿が中国では好まれて高値で取引されている¹⁾。高い需要に応じて北日本各地でマナマコが漁獲された結果、資源は減少し、体サイズの小型化など乱獲の兆候を示す漁場も多く見られるようになった³⁾。いったん枯渇した資源を回復するためには禁漁などの手段だけでは回復に時間がかかると言われており⁴⁾、成熟までに数年間かかることに加えて、放卵放精型の生殖形式のため、親の個体数が低密度となれば、十分な量の幼生が生まれず加入制限の危険性がある⁵⁾。これらのことから人工種苗放流による増殖が求められている。しかし、

種苗生産技術は確立されているもののマナマコ行動生態など不明な点があり、種苗放流適地と放流手法に関しては確立されていないのが現状である。

種苗放流には、稚ナマコ密度が高い場所が適していると考えられる。本州以南では海藻類が繁茂しているマガキや他の付着生物が多く生息する潮間帯に多く⁶⁾、潮間帯の石の下や浅所の海藻の葉体下部・海草の葉⁸⁾、⁹⁾に生息することが知られている。しかし、北海道の稚ナマコは静穏域の転石域で比較的大きな石の下に石が重なるような場所で、石の下が複雑な形状で砂質でない環境に生息する。これに加え、波浪を遮る地形がある場合は潮間帯から水深1.5m 程度の浅所に分布し、波浪を遮る地形が無い場合は水深20m 程度の深い海域に生息する¹⁰⁾。これらの知見から北日本産マナマコの幼稚仔にとって良好な生息条件は、マクロの視点からは波浪からの遮蔽がなされつつもそれなりの水交換があり、ミクロの視点からは礫や転石が形成する安定した小空間が安全な生息地となること¹⁰⁾、¹¹⁾。

人工種苗放流のための基質については、浅所への投石¹²⁾、¹³⁾、プラスチックかごに割石を詰めるなどの放流礁¹⁴⁾、¹⁵⁾、貝殻を利用した放流礁¹⁶⁾など様々な取り組みがなさ

れているものの、単一の放流礁を対象に生息分布などの調査が行われている場合が多い。多様な基質によるマナマコを選択性について検討しているものとしては、室内実験によるものがある¹⁷⁾が、現地調査において複数の人工基質の差異について検討した事例は少ない。また、漁港内への放流は、港外に比べて静穏度が確保されているため波浪の影響が小さくマナマコに対する外力が小さいというメリットがあると思われるが、波浪の影響が小さいことによるその他の環境影響についても検討が必要であると考えられる。

このため本研究では、道南の漁港をフィールドに放流基質とともに5種の生息基質を組み合わせた放流基質セットを設置し、稚ナマコ放流後のナマコの時空間分布や成長を把握するための生息環境調査を実施した(図-1)。

2. 材料と方法

(1) 放流基質セット

2016年11月に、対象漁港の泊地(図-1)に放流基質セットを設置した。設置数量は3地点(ABC地点)に各5セットの計15セットを設置した(写真-1)。放流基質セットの構成は中心に貝殻礁(NETIS登録番号「CGK-150001-A」)を設置し、周辺に生息基質として5種類のユニットと小割栗石とした(図-2)。貝殻礁は上部貝殻ケース容量が31L、内容物としてはホタテ貝殻およびカキ貝殻を充填したものである(写真-2)。また、5種類のユニットの材料はホタテ貝殻、代表径2cm~4cmの割石、ヘチマロン(透水マット)を用いた。ここでホタテ貝殻はスペーサーを用いて間隔(0,15,30mm)とした(表-1)。

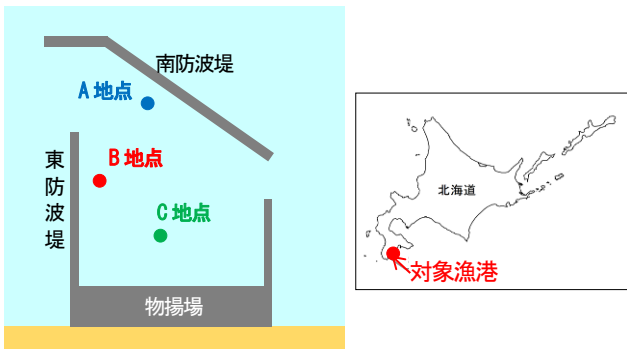


図-1 対象漁港の概要

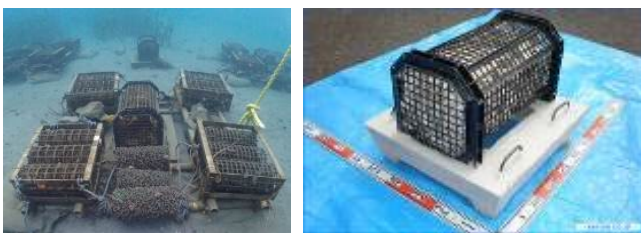


写真-1 放流基質セットと放流基質

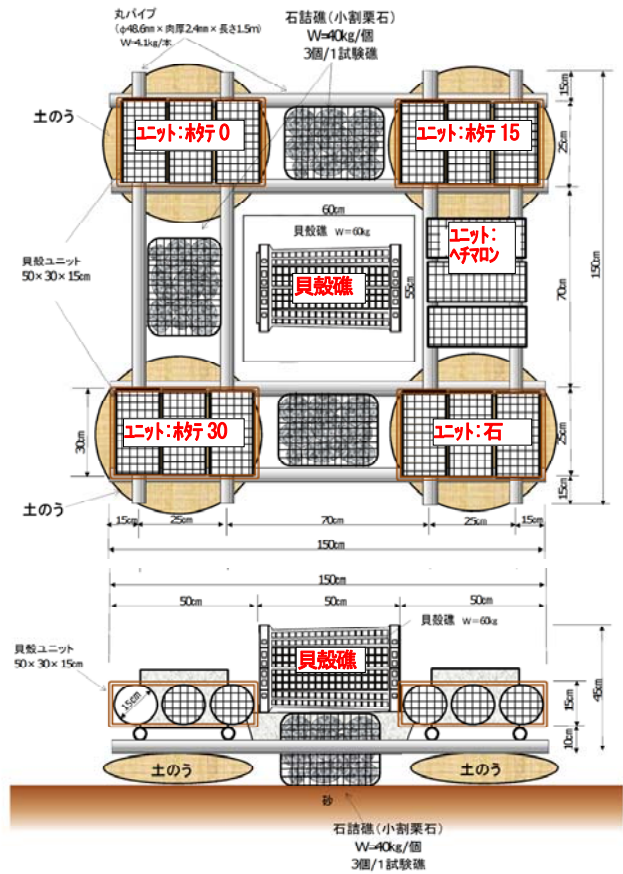


図-2 ナマコ放流基質セットの概略図

表-1 基質(ユニット)

ユニット名	構造	材料等
ホタテ0	ホタテ貝殻	材料: ホタテ貝殻 ※スペーサー無し
ホタテ15	ホタテ貝殻	材料: ホタテ貝殻 ※15mm スペーサー
ホタテ30	ホタテ貝殻	材料: ホタテ貝殻 ※30mm スペーサー
石		材料: 割石 ※代表径2cm~4cm
ヘチマロン(透水マット)		材料: ポリプロピレンプラスチック立体網状形成品(※NETIS登録No. KT-140118-A)

(2) 稚ナマコと放流

稚ナマコは当該漁港周辺で採取された親ナマコを用いて種苗生産されたものを用いた。生産は北海道栽培漁



写真-2 放流した稚ナマコ



写真-3 稚ナマコの放流状況

業振興公社（熊石事業所）で行われ、平均体長は26mm、平均重量は0.7gまで成長したものをを用いた（写真-2）。

放流は各貝殻礁に約2,000匹とし、計約30,000匹を放流した。方法は、はじめに稚ナマコの水中での逸散を防止するため貝殻礁に事前にネットをかける。約2,000匹をプラスチック製蓋付密閉容器に海水とともに入れ、ダイバーにより貝殻礁のネット内部に放流した（写真-3）。放流日は2016年12月7日である。

(3) 計測

放流後の稚ナマコ生息状況調査は、1回の調査で各地点（A、B、C地点）に5セット設置した放流基質のうち1セットのみを陸揚げし、貝殻礁と各ユニットを分解、稚ナマコを取り分け、計数するとともに体長・体幅、湿重量の測定を行った。

計数方法は稚ナマコにメントール麻酔を施し¹⁸⁾、デジタルカメラにより撮影、湿重量の計測を実施した。体長、体幅は撮影された画像を画像処理ソフトにより計測を行った。湿重量計測後の稚ナマコは各ユニットに再放流した。調査は、放流後7日、49日、83日、165日、259日、342日後の計6回実施した。

(4) 環境調査

生息環境の調査として港内外に波高計（アイオーテック社製のWave Hunter-301および302）を設置した。観測は測定間隔2時間とし、サンプリング間隔0.5secで20分間の観測とした。観測期間は放流前の2016年9月から放流後の2017年2月までと、2017年9月から12月までの2期間とした。

また、A地点で水温・塩分、クロロフィル・濁度の計

測を実施した。この連続観測はJFEアドバンテック社製INFINITY-CTW（水温塩分計）、INFINITY-CLW（クロロフィル濁度計）、COMPACT-LW（光量子計）を用いた。

3. 結果と考察

(1) 成長

5種類のユニットに生息する地点別のマナマコ体長の割合の推移を図-3に示す。また、地点別の平均体長の変化を図-4に示す。各地点ともバラツキが大きい成長しており地点間の成長の差異は見られない。

図-5に体サイズ $(L \times B)^{1/2}$; Lは体長, Bは体幅と湿重量(g)の関係を示す。また、参考として赤破線は津軽海峡の回帰式を示す¹⁹⁾。本試験のマナマコは既往研究の津軽海峡のものより小さい傾向にあると思われる。しかし、これらは異なる場所のマナマコを用いていること、津軽海峡の回帰式は幼稚仔50個体、成体50個体のN=100で算出されているのに対し、本試験はほぼ幼稚仔をN=6315となっているため、比較には留意が必要である。

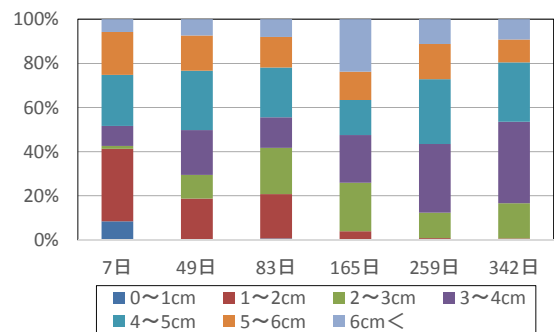


図-3 マナマコ体長の割合 (5種類のユニット)

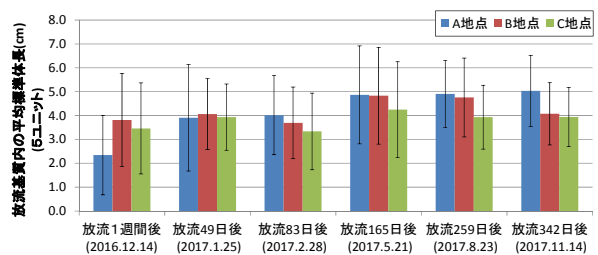


図-4 地点別マナマコ平均体長 (5種類のユニット)

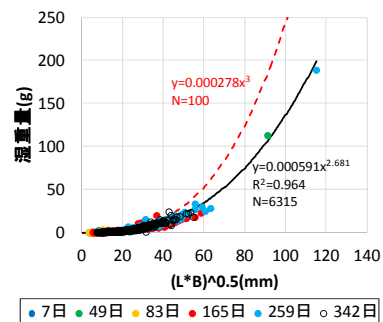


図-5 体サイズと湿重量の関係 (5種類のユニット)

(2) ユニットに生息するナマコ個体数

5種類のユニットに生息する個体数の推移を図-6に示す。B,C地点が時間の経過とともに個体数が増加しているのに対し、A地点は増加の度合いが小さく、放流後342日後(2017.11.14)では減少に転じている。本漁港は周辺に河川があり、比較的大きな降雨などで陸域からの土砂や落ち葉などの有機物が港内に流入しており、特にA地点は堆積量が多い。よって、写真-4のように放流基質が埋没したことが影響したと考えられる。このように港内においてナマコの間育成を行う場合、生息空間を埋没させるほどの陸域からの流入堆砂や漂砂移動が大きな場所については留意する必要がある。

ユニット毎の個体数の変化を図-7に示す。放流時約2000個体の貝殻礁は、時間の経過とともに減少している(図-7(f))。一方、前述したようにA地点は259日、342日後に減少しているユニットがあるが、B,C地点については各ユニットの個体数は増加しており、ホタテ0とホタテ15の個体数が多い傾向となっている。このとき標準体長は3cm~5cm程度であり、このサイズのナマコにとって材料がホタテ貝殻で貝殻の間隔が15mm程度以下の基質が適していたと思われる。稚ナマコが好む基質の間隔は、基質内の静穏度やナマコの体長なども関係すると考えられるが、ホタテ貝殻の間隔が小さいユニットでは堆積物を多くトラップしていると思われるため、餌供給の観点からも選択されている可能性が示唆された。なお、放流基質の割石や単独設置した貝殻礁にもナマコが見ら

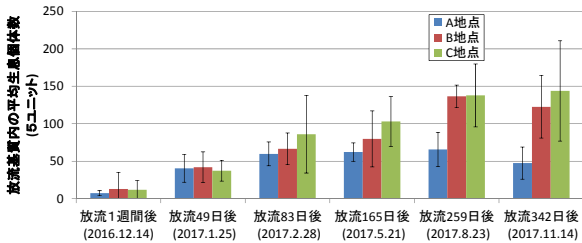


図-6 地点別マナマコ生息個体数(5種類のユニット)

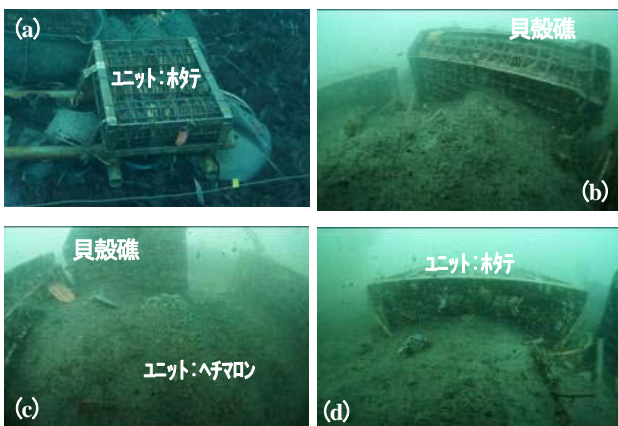


写真-4 堆砂状況(A地点)((a)堆砂前,(b),(c),(d)堆砂後)

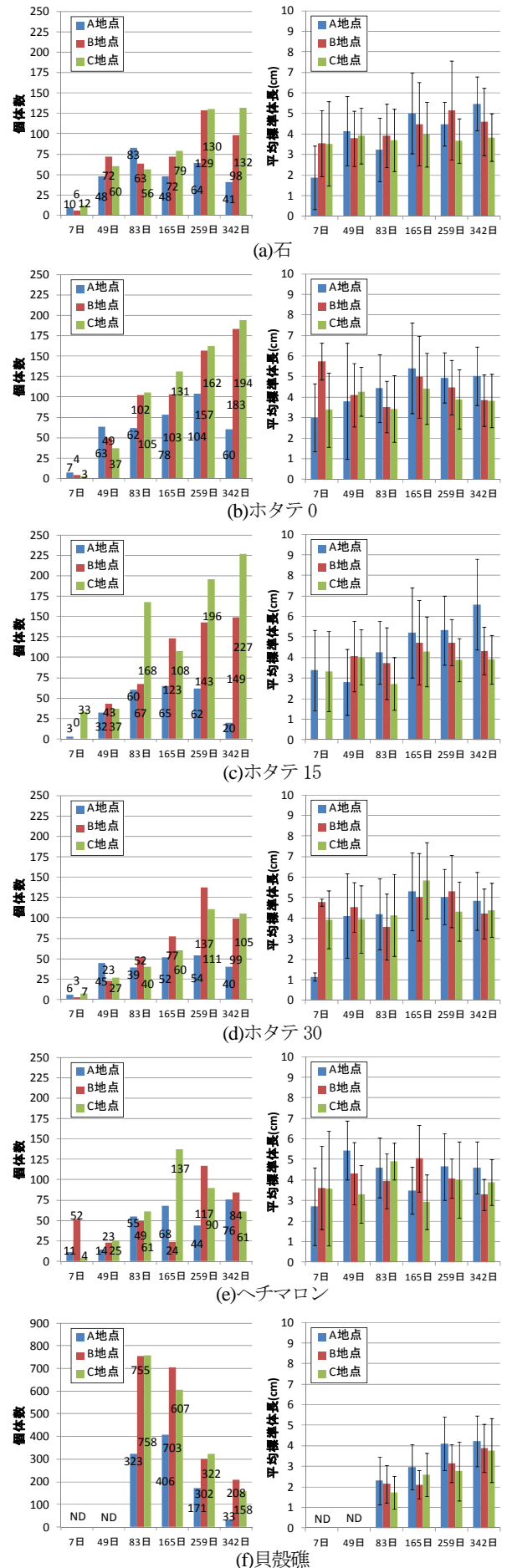


図-7 地点別の個体数の変化(ユニット別)

れたため、より広範囲に移動している可能性もある。また、放流基質セット当たり、A 地点には約 300 個体、B、C 地点には放流個体数の 4 割にあたる約 850 個体の稚ナマコが 1 年後も基質に生息していたことから、一定程度の放流基質設置の有効性が確認できたと考える。

(3) 環境調査

冬季の波高の変化を図-8 に示す。本漁港は冬季に港口周辺の A 地点であっても有義波高が 0.5m 以下であり静穏な環境といえる。観測期間中の 2016 年 12 月に稚ナマ

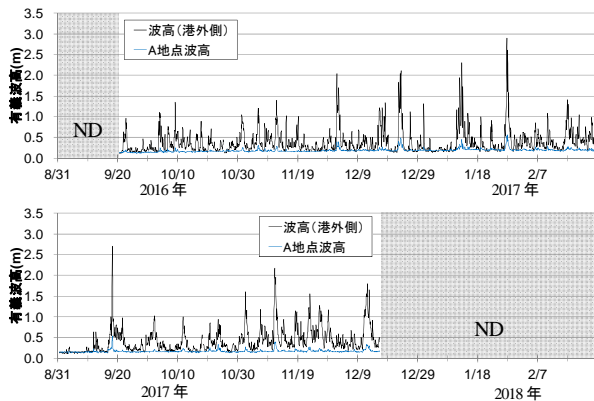


図-8 冬季の波浪(放流時,上:2016年冬季,下:2017年冬季)

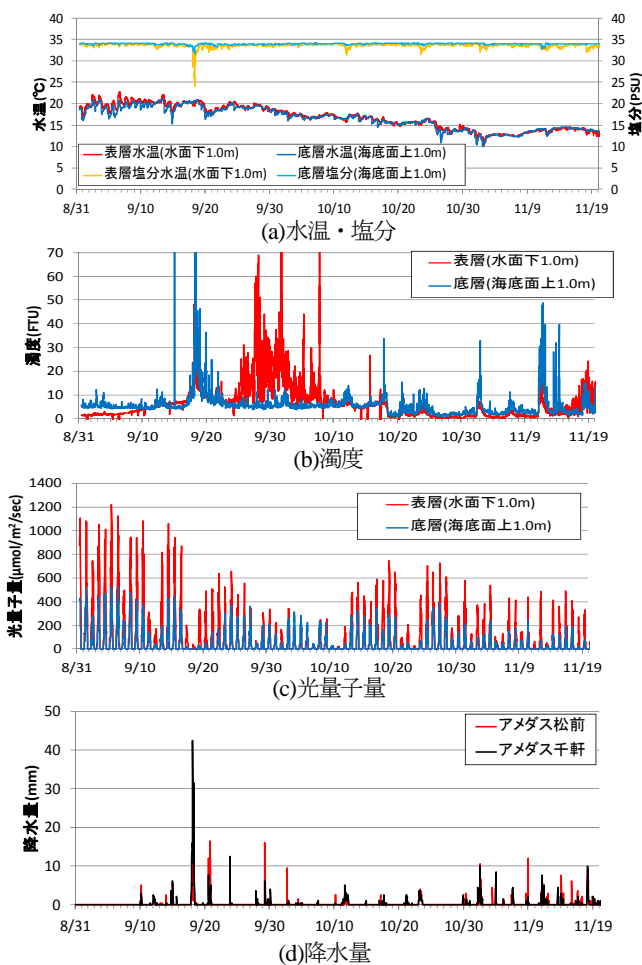


図-9 A 地点の連続観測結果

(a) 水温・塩分, (b) 濁度, (c) 光量子量, (d) 降水量

コを放流しており、放流時の小さいナマコにとっては、波浪やこれによる流れで流出することが少なく、比較的良好な環境であったと考えられる。

図-9 に 2017 年 8 月 31 日から 11 月 19 日までの連続観測結果を示す。これは放流後 259 日(2017/8/23)後の調査では A 地点において砂面が放流基質の下端以下であり、放流後 342 日(2017/11/14)後の調査では、写真-4 のように堆砂がしていたため、この期間に堆砂したと考えられる。なお、この年の連続観測は 8 月 31 日から開始されたため、8 月 23 日から 8 月 30 日までの 7 日間のデータは取得出来なかった。この期間の水温は 9 月には 20°C 程度から 11 月は 15°C 程度と水温低下が見られた。塩分は表層、底層ともにほぼ 34PSU で一定であるが、9 月 18 日に表層の塩分低下が生じている。濁度についても 9 月 18 日に表層、底層ともに上昇している。その後も表層は 9 月 24 日から 10 月 8 日まで高い状態が続いている。光量子量は天候に左右されるが A 地点は水深が 6m 程度のため、底層にまで光が届いていることがわかる。近隣のアメダスによる降水量については、9 月 18 日に時間降水量が 40mm 程度と期間の最大を示しており、これは台風 18 号の接近によるものである。このことから、台風 18 号の降水による本漁港の周辺河川の出水、これによる陸域からの土砂の供給が A 地点の堆砂の要因の一つとして考えられる。

4. おわりに

放流基質を設置し、稚ナマコを放流するとともに、生息環境調査を実施した結果、北海道南部の稚ナマコの成長や生息環境に関する多くのデータが得られた。以下に主要な結論を述べる。

- 本漁港は冬季に港口周辺であっても静穏であり、放流時の小さいナマコに作用する外力に着目すれば、比較的良好な環境であり、この環境下での調査結果を示すことが出来た。
- 漁港内の各地点でバラツキが大きい成長しており地点間の成長の差異は見られない。また、体サイズと湿重量の関係は既往研究の津軽海峡のものより小さい。
- 港内においてナマコの間育成を行う場合、生息空間を埋没させるほどの陸域からの流入堆砂や漂砂移動が大きな場所は個体数の減少などが生じるため留意が必要である。
- 本調査では体長が 3cm~5cm 程度に成長した段階であり、このサイズのナマコには材料がホタテ貝殻で貝殻の間隔が 15mm 程度以下の基質が適していたと思われる。

今後の課題として、本基質による堆積物のトラップ効果と餌環境について検討する必要がある。また、本漁港

や本基質においてどの程度まで成長するのか、これに加え、どの程度まで成長すれば他の場所（天然漁場など）に移動するのかを明らかにし、本基質の利用や改善点について考察を行うとともに、同様な検討を行っている他の漁港との比較検討を行い基質の有効性について検討したいと考える。

謝辞:本研究は(国研)土木研究所 寒地土木研究所の交付金一般研究「漁港港湾の静穏域を活用した栽培漁業支援技術に関する研究」の一環として実施された。北海道栽培漁業振興公社(熊石事業所)には、稚ナマコ放流にあたり種苗を生産して頂いた。また、放流や調査方法について道総研函館水産試験場の酒井主査にアドバイス頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 赤嶺淳：ファーストフード化するナマコ食。ナマコ漁業とその管理－資源・生産・市場－(廣田将仁, 町口裕二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.1-26, 2014.
- 2) 廣田将仁：流通と消費。ナマコ漁業とその管理－資源・生産・市場－(廣田将仁, 町口裕二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.27-46, 2014.
- 3) 五嶋聖治：水産増殖を支える基礎学と応用学, 水産増殖, 64(3), pp.253-264, 2016.
- 4) Uthicke, S., D. Welch and J. A. H. Benzie : Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef : evidence from DNA fingerprints and repeated large-scale surveys. *Conserv. Biol.*, 18, pp.1395-1404, 2004
- 5) 五嶋聖治：ナマコの生態。ナマコ漁業とその管理－資源・生産・市場－(廣田将仁, 町口裕二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.47-71, 2014.
- 6) 網尾勝, 浜野龍夫, 林健一, 吉岡貞範, 松浦秀喜, 岩本哲二：潮間帯の生物調査からナマコの生息適地を選定する試み, 水産増殖, 37, pp.197-202, 1989.
- 7) 山名裕介, 浜野龍夫, 三木浩一：山口県東部平生湾の潮間帯におけるナマコの分布—稚ナマコの生育適地の環境条件—, 水産大学校研報, 54, pp.111-120, 2006.
- 8) 崔相：なまこ研究, 海文堂, 東京, 226p., 1963.
- 9) Mitsukuri, K.: Notes on the habits and life-history of *Stichopus japonicus* Selenka. *Annot. Zool. Japon.*, 5, pp.1-21, 1903.
- 10) 山名裕介, 古川佳道, 柏尾翔, 五嶋聖治：北海道周辺におけるナマコ幼稚仔の生息環境について—特に南北海道を中心にした推論—, 水産増殖, 62, pp.163-181, 2014.
- 11) 五嶋聖治：北日本におけるナマコ資源の増殖, 水産増殖, 44, pp.31-37, 2015.
- 12) 大島泰雄：ナマコの増殖に対する投石(築磯)の意義とその効果についての検討。浅海増殖事業—その生産効果—, 海文堂, pp.48-50, 1962.
- 13) 真崎邦彦, 山浦啓治, 青戸泉, 大隈斉, 金丸彦一郎, 伊東義信：人工礁に放流したナマコ種苗の移動, 分散および成長, 水産増殖, 55(3), pp.355-366, 2007.
- 14) 植草亮人, 吉田奈未, 柏尾翔, 戸梶裕樹, 浅見愛, 中原巧太郎, 五嶋聖治：ナマコ種苗の放流初期における発見率低下要因, 北大水産彙報, 62, pp.43-49, 2012.
- 15) 古川奈未, 古川佳道, 山名裕介, 柏尾翔, 植草亮人, 五嶋聖治：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, pp.39-46, 2016.
- 16) 藤澤真也, 片山真基, 村上由香里, 山館忠則, 伊藤靖：水産系副産物(貝殻)を利用したナマコの増殖施設の開発, 海洋開発論文集, 25, pp.455-460, 2009.
- 17) 山名裕介, 浜野龍夫, 五嶋聖治：ナマコの付着基質選択の季節性, 水産大学校研究報告, 57(3), pp.227-235, 2009.
- 18) 山名裕介, 浜野龍夫, 山元憲一：成体ナマコのメントール麻酔に関する研究, 日本水産学会誌, 71(3), pp.299-306, 2005.
- 19) 山名裕介, 五嶋聖治, 浜野龍夫, 遊佐貴志, 古川佳道, 吉田奈未：北海道および本州産ナマコの体サイズ推定のための回帰式, 日本水産学会誌, 77(6), pp.989-998, 2011.

(2018.2.8 受付)

RESERCH ON THE INTERMEDIATE GROWTH AND SUBSTRATE OF SEA CUCUMBER IN A FISHING PORT ANCHORAGE

Masami OHASHI, Rumiko KAJIHARA, Toshiaki ITO,
Yuji ANAGUCHI, Masaki KATAYAMA and Shigeru MONTANI

The present study examined the substrate that is appropriate for sea cucumber's growth. The substrate set up five kinds that changed the material and the gap. And, the sea cucumber was released, and the number of living was investigated. The result has grown up though is large the difference of the length of the sea cucumber. The number of individuals is little in the place where sand and the fallen leaf pile up. A lot of numbers of individuals lived in the one that the interval narrowly put the scallop husk in the mesh pipe. We think that these results become useful knowledge when the sea cucumber is developed in the fishing port.