

水産系副産物（貝殻）を利用した マナマコの増殖施設の開発

DEVELOPMENT OF THE NURSERY STRUCTURE FOR SEA CUCUMBER
MADE USE OF WASTE SHELL

藤澤真也¹・片山真基²・村上由香里³・山舘忠則⁴・伊藤靖⁵
Shinya FUJISAWA, Masaki KATAYAMA, Yukari MURAKAMI,
Tadanori YAMADATE and Yasushi ITO

¹正会員 海洋建設株式会社（〒711-0921 岡山県倉敷市児島駅前1丁目75番地）

²海洋建設株式会社（同上）

³全国漁業協同組合連合会（〒101-8503 東京都千代田区 内神田1-1-12 コープビル7F）

⁴青森県漁業協同組合連合会（〒030-0803 青森県青森市 安方1-1-32 水産ビル3F）

⁵財団法人漁港漁場漁村技術研究所（〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10）

To increase sea cucumber *Tichopus japonicus* resources, a lot of their seeds have been stocked at the calm waters all over Japan. Expect harbor area is one of those right sites; we have developed the structure as their nursery filled up shells in the mesh case to install there. The following investigation is to prove the case have sea cucumbers gather and increase and to consider the combination with the port facilities.

There were many fish and other animals in and around the nursery case, and sea cucumbers were observed as 12.5 to 25.0 times in number many as compared area, the breakwaters and sacrificed rocks. Their body length were almost below 5 cm, which were different from ones at compared, almost over 5 cm. Those results clarified that the nursery case had intense effort for young sea cucumbers. And we conclude the combination of the shell nursery case and concrete can accommodate various sized sea cucumbers and fishes, and develop harbor area to be careful of the surrounding biosphere.

Key Words : Nursery case , sea cucumber , *Tichopus japonicus* , waste shells

1. はじめに

マナマコは古くから体壁，腸，卵巣などが食用として利用されているだけでなく，近年では本種の摂餌行動によって底質中の有機物を除去する底質の浄化効果が期待されるため，環境改善技術への活用が検討されている^{1), 2)}。このような背景から，全国でマナマコの資源増大を目的とした種苗放流が波浪の影響が少ない静穏域を中心に行われており^{1), 3)}，漁港，港湾施設もその適地の一つとして考えることができる。

本種の幼体は養殖筏に垂下させたマガキの隙間にも生息しており，貝殻を充填したメッシュ袋を海中に吊し種苗採集が行われるなど^{1), 3), 4)}，貝殻との関わりは大きい。また，瀬戸内海の一般的な海洋条件下において，空隙率が82~85%になるように貝殻を円柱形透水性ケースに充填した構造物による調査，研究の結果では，甲殻類，多毛類をはじめとする多種の付着動物を効率的に増殖，増殖することができる^{5), 6), 7)}。ここではその結果

を踏まえ，半閉鎖水域となっている漁港，港湾域に増殖施設を設置し，マナマコの増殖効果の確認を行うとともに漁港，港湾施設との組み合わせによる相乗効果を検討することが目的である。

2. 調査内容，および方法

(1) 調査対象，および調査海域

図-1，図-2 に示すマナマコ増殖施設は，高さ0.3m，幅1.0m×1.0m，体積0.3m³の角形の貝殻ケース(以下，角形ケース，写真-1)の上に直径30cm，長さ1m，体積7.07×10⁻²m³の貝殻パイプ(以下，30cmパイプ，写真-2)2個を取り付けたマナマコ増殖施設A型(以下，増殖施設A型)と角形ケースの上に直径15cm，長さ1m，体積1.77×10⁻²m³の貝殻入りメッシュパイプ8本を取り付けたマナマコ増殖施設B型(以下，増殖施設B型)である。なお，増殖施設B型の貝殻入りメッシュパイプは写真-3に示す無作為に貝殻を充填したもの(以下，15cmパイプ

(乱詰め))と写真-4 に示すスペーサーを使用して貝殻の空隙を一定に確保しているもの(以下、15 cmパイプ(スペーサー付き))の2種を4本ずつ使用した。角型ケースや各貝殻パイプのメッシュの目合は2~4 cmで、充填した貝殻は青森県平内町のホタテガイ養殖で発生した全形のホタテガイ殻とした。両増殖施設は、2006年11月に図-3に示す青森県東津軽郡平内町 St.1~6の漁港内で水深3~10mの海底もしくは防波堤の基礎にそれぞれ1基ずつを1m程度の間隔で沈設した。

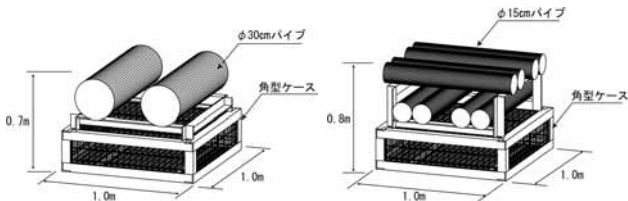


図-1 マナマコ増殖施設A型

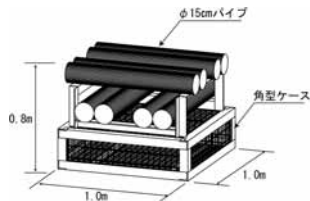


図-2 マナマコ増殖施設B型



写真-1 角形ケース



写真-2 30cmパイプ



写真-3 15cmパイプ
(乱詰め)



写真-4 15cmパイプ
(スペーサー付き)

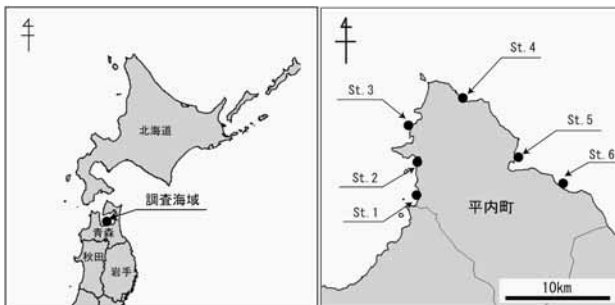


図-3 調査海域

(2) 調査方法

調査はスキューバ潜水により主にマナマコの蛸集状況調査(目視観察・貝殻パイプ引き揚げ)、海藻類着生状況調査、魚類蛸集状況調査、固着・潜入動物調査を2007年4月、同年11月、2008年6月に表-1に示すSt.で実施した。

マナマコの蛸集状況調査での目視観察は、増殖施

設、その対照として漁港施設(防波堤基礎の捨石(以下、捨石)、防波堤壁面(以下、壁面))に分布していたマナマコについて体長別に個体数を記録した。また増殖施設周辺の平坦な海底(以下、「周辺海底」も対照とし、増殖施設を0m(基点)として5m毎に15mまで距離別に計数し分布密度の偏りを調べた。なお、捨石の目視観察においてはマナマコが多く見られたSt.5を、壁面においては小型のマナマコが多く分布しているという地元漁業士への聞き取り調査の結果からSt.4を選んで実施した。また、貝殻パイプの引き揚げはSt.2を中心に実施し、貝殻パイプを目合1mm未満のナイロン製の袋に入れて陸上に回収した後、内部に潜入していたマナマコについて個体数、体長、体重を測定した。

海藻類着生状況調査および魚類蛸集状況調査は、スキューバ潜水により増殖施設で確認された海藻類や魚類について種、状況などを記録した。

固着・潜入動物の調査は、マナマコの蛸集状況調査で引き揚げた貝殻に着生していた動物を溜水で洗い落とし、目合1mmの篩で濾して残ったマナマコ以外の動物を試料とした。試料は10%ホルマリン溶液で固定した後、魚類がとくに好んで摂餌する動物群を選好性餌料動物⁸⁾として環形動物門多毛類、節足動物門軟甲類(等脚類,十脚類,その他)を対象に分類し動物群別に湿重量を測定した。

表-1 調査項目と実施したSt.の一覧

調査項目		調査年月			
		2007年4月	2007年11月	2008年6月	
マナマコの蛸集状況調査	目視観察	マナマコ増殖施設	全St.	全St.	全St.
		防波堤基礎の捨石	St.5	St.5	St.5
		防波堤の壁面	St.4	St.4	St.4
		周辺海底	全St.	全St.	全St.
	貝殻パイプ引き揚げ	30cmパイプ	-	St.2	St.2, 6
		15cmパイプ(乱詰め)	St.2, 4, 5	St.2, 3, 5	St.2
15cmパイプ(スペーサー付き)		-	-	St.2	
海藻類着生状況調査	目視観察	マナマコ増殖施設	全St.	全St.	全St.
魚類蛸集状況調査	目視観察	マナマコ増殖施設	全St.	全St.	全St.
固着・潜入動物調査	貝殻パイプ引き揚げ	15cmパイプ(乱詰め)	St.4	St.5	St.2

3. 調査結果

(1) マナマコ蛸集効果(目視観察)

増殖施設で実施した目視観察では全てのSt.でマナマコが確認され、とくに貝殻パイプや写真-5のように角型ケースに潜入している個体が目立った。また、増殖施設に蛸集していたマナマコの個体数はSt.によって多少の差が見られた。この傾向は図-4に示すように周辺海底におけるマナマコの分布密度と比例しており、天然の分布密度が高い場所では増殖施設の分布個体数が多くなる傾向がみられた。



写真-5 角型ケースに潜入していたマナマコ

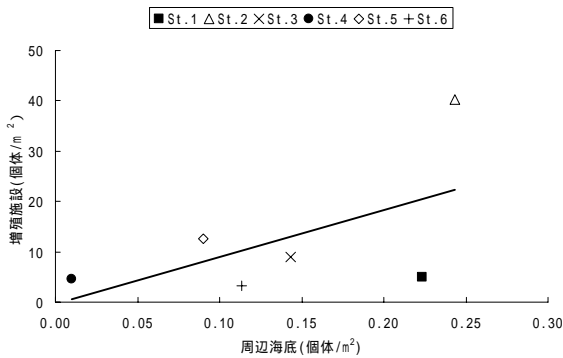


図-4 各St.の増殖施設と周辺海底で確認されたマナマコの個体数(個体/m²)

3回の調査において各調査対象で確認されたマナマコの平均個体数を図-5に示す。増殖施設の平均個体数は12.5個体/m²であり、対照とした漁港施設の捨石や壁面よりもそれぞれ12.5、25.0倍、周辺海底よりも125.0倍多かった。

各調査対象で確認されたマナマコの大きさを図-6に示す。増殖施設では体長5cm未満の小型個体が37.6%を占めていた。一方、捨石では体長5cm以上10cm未満の個体が41.6%、体長10cm以上の個体が47.6%、壁面や海底では体長10cm以上の個体がそれぞれ68.2%、79.1%で大型個体が目立った。これらのことから、増殖施設に蛸集していたマナマコの分布密度や成長段階が漁港施設や周辺海底と異

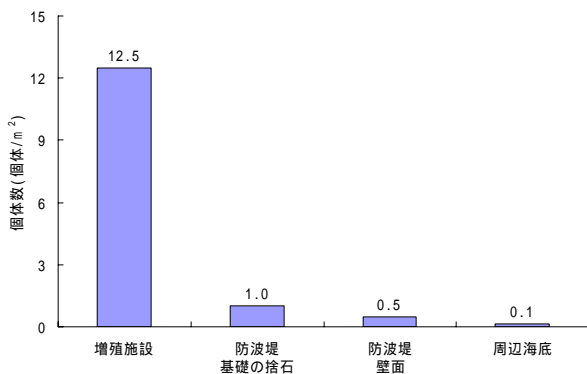


図-5 各調査対象で確認されたマナマコの平均個体数(個体/m²)

なっており、とくに体長5cm未満の個体の蛸集に対して極めて有効であることが分かった。これは各調査対象に存在する空隙の大きさが、増殖施設<捨石<壁面 周辺海底の順になっており、それぞれの体長の大きさに応じて適した空間に蛸集しているためと考えられた。

また、周辺域に分布していたマナマコの1m²当たりの個体数を図-7に示す。増殖施設に近い0~5mの区間が0.20個体/m²で最も多く、礁から離れるに従い少なくなる傾向がみられた。これは、マナマコの餌となる微小動物および有機物量、マクロベントスが施設周辺に近いほど多いことが報告⁹⁾、¹⁰⁾されており、増殖施設は周辺海底のマナマコの分布密度を高める効果があることが分かった。

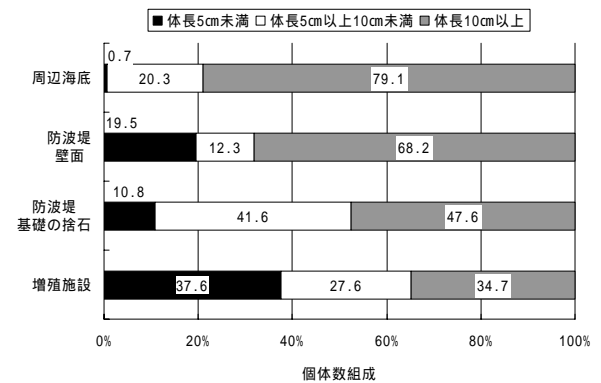


図-6 各調査対象で確認されたマナマコの体長別の個体数組成

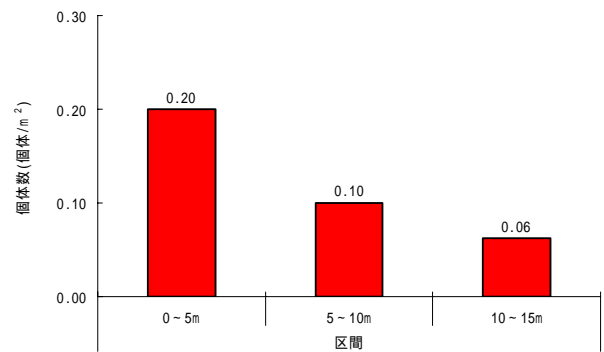


図-7 増殖施設周辺域で確認されたマナマコの水平分布

(2) マナマコ蛸集効果(貝殻パイプ引き揚げ)

沈設5カ月後に行った2007年4月の調査では本海域の主たる産卵期(5月中旬~7月⁴⁾、¹¹⁾を迎えていないにもかかわらず、15cmパイプ内部から体長1.1~8.6cmのマナマコが写真-6のように確認された。とくに体長1~2cm程度の個体が多くみられ、これらは周辺海底から増殖施設へ這い上がってきたり、波浪などの外力によって漂着した可能性が高い。このことにより、小型個体の増殖施設への潜入は浮遊幼生が着底するだけではなく、周辺海底からも増殖施設へ出入りするケースがあることが分かった。



写真-6 15cmパイプ(乱詰め)に潜入していたマナマコ (2007年4月)

2007年11月と2008年6月に引き揚げた30cmパイプと15cmパイプ(乱詰め)で確認されたマナマコの貝殻1m³当たりの個体数を図-8に示す。

主たる産卵期を経過した2007年11月の調査では、30cmパイプでは写真-7のように貝殻1m³当たり1,287個体、15cmパイプ(乱詰め)では962個体の潜入が見られた。この個体は体長1~5cm、体重15g未満の小型個体が81.1%を占めており、これらは本海域のマナマコが満1年で10~30gになるとの報告^{4), 11)}からすると、2007年に誕生した1歳未満の個体が大半であると考えられた。

また、産卵の最盛期であった2008年6月の調査

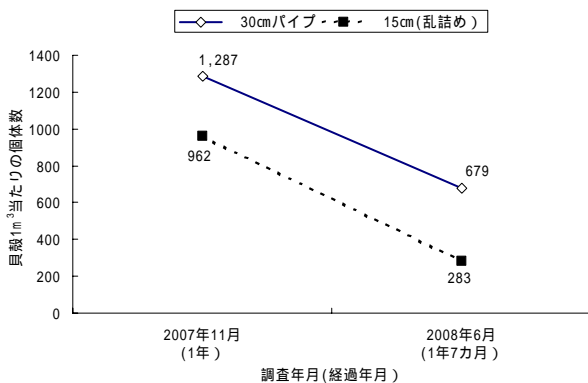


図-8 30cmパイプと15cmパイプ(乱詰め)で確認された1m³当たりのマナマコの個体数の推移



写真-7 30cmパイプに潜入していたマナマコ (2007年11月)

では30cmパイプと15cmパイプ(乱詰め)には体長2~9cm、体重1以下~22gの大きさを主体としたマナマコが潜入していた。その貝殻1m³当たりの個体数は、30cmパイプでは679個体、15cmパイプ(乱詰め)では283個体であった。2008年に産出された個体はまだ目視で観察できるほどには成長していないと考えられたことから、2008年6月に確認されたマナマコは全て1歳以上の個体である可能性が高い。このことから、両貝殻パイプに潜入していたマナマコは、2007年11月から2008年6月の7カ月の間に周辺海底への拡散などによる減少はあるが30cmパイプでは52.8%、15cmパイプ(乱詰め)では29.4%が残存していることが分かった。つまり、貝殻パイプに生息するマナマコは成長するにつれてその体長に適した生息空間を求めて増殖施設の周辺に移動するが、沈着した稚マナマコにとって貝殻パイプの保護育成期間は7カ月以上に及ぶと考えられた。

2008年6月に回収した30cmパイプ、15cmパイプ(乱詰め)、15cmパイプ(スペーサー付き)で確認されたマナマコの体長ヒストグラムを図-9に示す。30cmパイプ、15cmパイプ(乱詰め)では体長3~4cmの個体、15cmパイプ(スペーサー付き)は体長4~5cmの個体が多く潜入していた。また、30cmパイプについては体長1~7cmまでの幅広い成長段階の個体が収容されており、15cmパイプ(スペーサー付き)については体長12~13cmの大型個体の潜入もみられた。青森県でマナマコ種苗の放流サイズは体長1.8cm、体重1.1g以上が有効であること³⁾や体長3cm以上の個体の放流が顕著に生残が高いとの報告^{3), 4)}がある。これらのことから、体長3~5cmのマナマコの潜入が多くみられた3種の貝殻パイプは本種の増殖に適した基質であると考えられ、これらの貝殻パイプを組み合わせることにより様々な成長段階の個体が保護育成できることが窺えた。

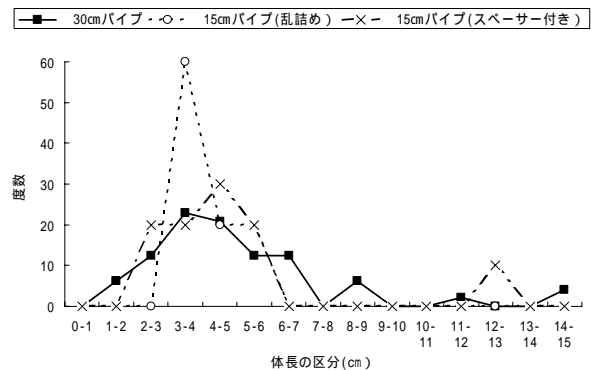


図-9 各貝殻パイプで確認されたマナマコの体長ヒストグラム

(3) 海藻類の着生効果

2007年4月の調査において各 St. の増殖施設上面に藻長 1~2 cm 程度のホンダワラ類数種が確認され、2008年6月の調査では写真-8 のように藻長 5~10 cm 程度に生長していた。また、2008年6月の調査では糸状の褐藻類が多く着生し、海藻類全体の被度は 95~100% であった。比較的浅所に生育するホンダワラ類にはマナマコの浮遊幼生の着底を促す効果が期待されていること¹²⁾ や他の水域ではこれらの海藻類に小型のマナマコが着生していたことなど¹³⁾ から、増殖施設に着生する海藻類はマナマコの収容量の増大に寄与すると考えられた。



写真-8 増殖施設上面に着生したホンダワラ類 (2008年6月)

(4) その他の効果

各 St. の増殖施設で確認された魚介類は、メバル、アイナメ(写真-9)、マダイ、クロダイ、マコガレイ、アワビ類など表-2 に示す計 17 種で、マナマコ以外にも多くの水産有用種に利用されていた。

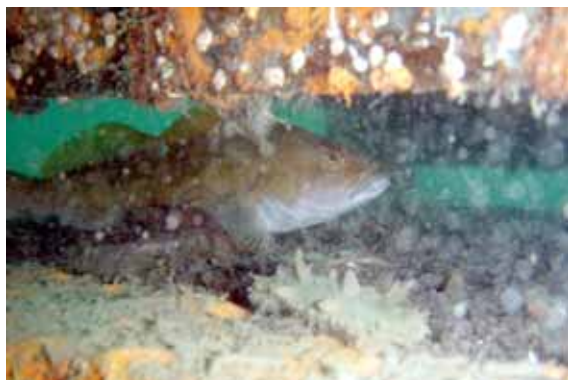


写真-9 増殖施設内部で確認されたアイナメ

表-2 増殖施設で確認されたマナマコ以外の魚介類

種
メバル、アイナメ、フサカサゴ科、マダイ、クロダイ、オキタナゴ、マコガレイ、その他のカレイ科、アナハゼ属、タウエガジ科、ニシキギンボ科、リュウグウハゼ、アカオビシマハゼ、その他のハゼ科、アミメハギ、アワビ類、イシガニ属(計17種)

下線を引いた種は、水産有用種を示す。

また、15 cmパイプ(乱詰め)で調べた固着・潜入動物ではアズマニシキ(二枚貝類)、ホヤ類、フジツボ類、等脚類、エビ類など(写真-10)が多く見られ、選好性餌料動物の湿重量については時間の経過とともに増加する様子がみられた。ほぼ同時期に実施した 2007年4月と 2008年6月の調査結果を図-10 に示す。2008年6月調査時の選好性餌料動物全体の湿重量は 2007年4月調査時の 11.8 倍に増加し、とくに等脚類が 40.5 倍、多毛類が 46.6 倍となった。これらのことから、増殖施設はマナマコ以外の動物の生息の場や増殖の場としても大きく機能していることが分かった。



写真-10 15cmパイプ(乱詰め)に潜入していたエビ類

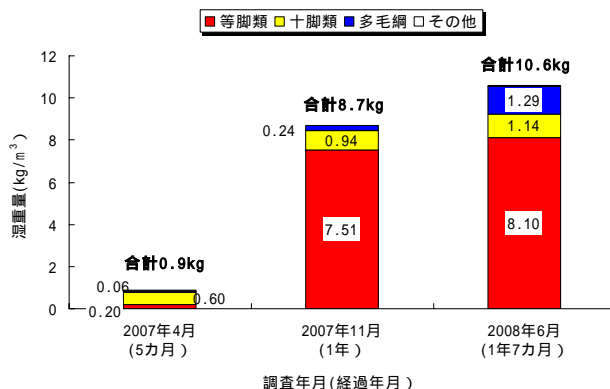


図-10 15cmパイプ(乱詰め)の選好性餌料動物における動物群別の湿重量の推移

4. まとめ

増殖施設にはマナマコが確認され、漁港施設の捨石や壁面よりもそれぞれ 12.5, 25.0 倍、周辺海底よりも 125.0 倍多かった。周辺海底の分布密度が高い場所で増殖施設の蜻集個体数が多く、施設の機能を十分に発揮させるためには配置場所の検討も重要であると考えられた。増殖施設にはとくに体長 5 cm 未満の小型のマナマコが多く、漁港施設の捨石や壁面、周辺海底で見られた個体と大きさに違いがみられた。

30 cmパイプでは 1m³ 当たり 1,287 個体, 15 cmパイプ(乱詰め)では 962 個体の 1 歳未満と考えられるマナマコの潜入が見られ, それらが 7 カ月後に 30 cmパイプでは 52.8%, 15 cmパイプ(乱詰め)では 29.4% 残存していることが分かった。

30 cmパイプ, 15 cmパイプ(乱詰め), 15 cmパイプ(スパーサー付き)には体長 3~5 cmのマナマコが多く潜入しており, 貝殻の充填方法が異なる 3 種の貝殻パイプの組み合わせにより様々な成長段階の個体を収容できると考えられた。

増殖施設上面にはホンダワラ類数種や糸状褐藻類の着生がみられ, マナマコの収容量の増大に寄与すると考えられた。

増殖施設は, マナマコ以外の動物の生息場としても機能していた。

以上のことから, 増殖施設はマナマコに対して保護育成機能に優れ, とくに小型のマナマコの増殖施設として適した構造物であることが実証された。しかしその効果を十分に発揮させるためには, 水域の環境条件や生物分布状況を把握し適切な場所に施設相互の相乗効果が生じるように配置する必要がある。これを踏まえた上で, 本施設を漁港港湾施設などに組み合わせることによって様々な成長段階のマナマコや水産動物を収容することができ, パイオマス資源である貝殻の有効利用, 水産資源の増殖機能の強化, 生物に配慮した港・海岸造りに役立つものと考えられる。

謝辞: 本調査を実施するに当たり, ご指導頂きました財団法人漁港漁場漁村技術研究所の柿元皓 博士に心よりお礼申し上げます。また, 調査実施に協力頂きました(社)青森県漁港漁場協会, 平内町漁業協同組合各支所の職員, 組合員の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

1) 荒川好満, なまこ読本, マナマコの生物学・増殖および利用, 緑書房, 1990.

- 2) 倉田健悟・上月康則・村上仁士・仁木秀典・豊田裕作・北野倫生, 内湾性水域におけるマナマコを利用した底質改善手法, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp.1086-1090, 2000.
- 3) 赤池章一, ナマコ放流技術の現状と課題, 平成 19 年度「育てる漁業研究会」ナマコの栽培漁業について講演要旨集, pp.39-51, 2008.
- 4) 八戸翼, 清水川支部の活動(マナマコの天然採苗について), 第 48 回青森県漁村青壮年女性団体活動 実績発表大会資料 青森県, pp.1-7, 2007.
- 5) 野田幹雄・田原実・片山貴之・片山敬一・柿元皓, 内部空隙をもつ管状基質が無脊椎動物, 特に魚類餌料動物の加入に与える効果, 水産増殖, 50(1), pp 37-46, 2002.
- 6) 監修 坂口守彦・平田孝, 水産資源の先進的有効利用法-ゼロエミッションを目指して-, pp301-314, 2005.
- 7) 吉田創・片山貴之・片山敬一・柿元皓, 貝殻を利用した餌料培養基質の特性 - 基質表面積, 空隙率と着生量との関係 -, 平成 13 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp19-22, 2001.
- 8) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所, 平成 15 年度水産基盤整備生物環境調査「原単位把握のための調査」(魚礁事業における増殖効果指標検討調査)報告書 平成 16 年 3 月, pp1-5, 2004.
- 9) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所, 平成 18 年度水産基盤整備調査 漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書 平成 19 年 3 月, 2007.
- 10) 伊藤靖・中野喜央・藤澤真也, 人工魚礁およびその周辺における小型動物の分布 - 漁場施設の魚類増殖効果に関する研究 - , 水産工学, Vol. 45, No. 2, pp. 101-110, 2008.
- 11) 桐原慎二, マナコの生態と資源管理-1, 青森県水産総合研究センター 増養殖研究所だより, 第 113 号, pp. 1-2, 2008.
- 12) 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マナマコの分布 - 稚ナマコの生育適地の環境条件 -, 水産大学校研究報告, 第 54 巻, 第 3 号, pp111-120, 2006.
- 13) 藤澤真也・片山貴之・藤原宗弘・香川哲・伊藤靖・柿元皓, かぶせ網を利用したガラモ場における小型魚介類の保護育成機能の評価手法の開発, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp789-794, 2008.