

# ゆるぎないなまこ主産地形成事業

松尾みどり\*・工藤敏博\*・吉田達・小笠原大郎・小谷健二

## 目 的

マナマコは、近年の急激な漁獲量増加によって資源の枯渇が懸念されている。これに対し、増殖場造成、漁獲規制および資源添加が試みられている。その中の種苗放流において、効果的な放流方法を明らかにすることで、マナマコ資源の造成に資する。

## 材料と方法

### 1. 有効な標識の開発

平成 22 年 6 月～8 月、体重 20g 前後のマナマコに対し、染色および外部標識による標識を施し、屋内水槽にて給餌飼育しながら観察した。なお、試験前のマナマコは観察個体とは別の屋内水槽 1 基で飼育し、試験に用いるのは 1 度のみとした。

#### (1) 染色

染料として用いたのは、ニュートラルレッド粉末、メチレンブルー粉末、食用青色色素溶液（同社製スーパーブルー No. 1L-60）、食用緑色色素溶液（ヤエガキ発酵技研（株）製ニューグリーン ASNo. 15）、食用紅色色素粉末（（株）井上清助商店製食用色素紅）、食用黄色色素粉末（同社製食用色素黄）、食用緑色色素粉末（共立食品（株）製食用色素緑）、食用コチニール色素製剤（同社製スターレッド KD）、ターメリック（ハウス食品（株）製ターメリック（うこん））、黒色および朱色の墨汁の 11 種である。

ターメリック、黒色および朱色の墨汁以外の 8 種については、空気を十分に通気したろ過海水に、重量比で 50～3,500ppm になるように溶解させた。その

溶液にマナマコ 3 個体または 5 個体を 30 分～4 時間浸漬した（表 1）。浸漬直後にマナマコの体表をろ過海水で洗浄し、体表への着色を確認するとともに、1 個体を開腹して体壁内側および内臓への着色を確認した。着色を確認できた試験群においては、ろ過海水を掛け流した水槽で 1 週間～2 ヶ月飼育し、色素の残存の程度を確認した。

ターメリックについては、貝化石（グリーンカルチャ製ロイヤルスーパーグリーン）および少量のろ過海水と混合したボウルを 30 分静置し、ターメリックを貝化石中に吸着または貝化石上に沈殿させた。そのボウルにろ過海水を注ぎ足して 10 分静置した後にマナマコ 5 個体を投入し、ろ過海水

表1 染色試験における濃度、時間および個体数の組み合わせ

色素		濃度 (重量比, ppm)	時間 (h)	マナマコ (個体)
ニュートラルレッド		50	1	3
			4	
		100	1	
			4	
メチレンブルー		200	0.5	5
		250	1	3
			4	
食用色素溶液(※1)		1,000	1	3
		3,500	0.5	
食用色素粉末(※2)	青			
	緑			
	紅			
	黄			
		200		
			緑	
			コチニール	

※1 食用色素溶液の濃度は、色素のみの重量比。

※2 食用色素粉末の濃度は、製品重量比。

を少量ずつ静かにかけ流しながら、無給餌で7日間飼育した。7日後に全個体を開腹し、体内への着色を調べた。

黒色および朱色の墨汁については、マナマコに真皮内または疣足の内部に、表皮を通して見える程度の量を注射器で注入した。注入後、10日間飼育して経過を観察した。

## (2) 外部標識

外部標識として、釣糸、アンカータグ、疣足切除および焼印の4種類を試験した。

釣糸については、手芸針を用いてマナマコの体を左右方向に貫通させ、背側で環状に結んだ。

アンカータグについては、長さ30mmのタグを、Xサイズの針のタグガンで背部の体表から体腔へ打ち込んだ。

疣足切除については、右体側3列の疣足のうち、背中側2列または腹側1列のいずれかを、解剖用ハサミで全て切除した。

焼印については、マナマコの体表に焼ゴテを押し当て、マナマコの真皮に達する程度の熱傷を負わせた。

## 2. マナマコ種苗放流試験

### (1) 試験区設置および種苗放流

平成22年10月6日、陸奥湾の水深10m地点の海底に10m四方の試験区を設定した。試験区は、藻場区、転石区、貝殻区および砂泥区の4区で、海岸線と並行な直線上に96m~193mの間隔で配置した(図1)。藻場区はスゲアマモ天然藻場に、残り3区はアマモ類が生育していない砂泥域に設定した。

平成22年10月8日、ホタテガイ貝殻約1トンを貝殻区直上の海面から投下し、厚さ10cm以上になるように敷設した。この際、貝殻区中央に貝殻が配置されなかったため、10月28日の放流直前に中央の1m四方に貝殻を追加敷設した(図2)。また、放流種苗の放流場所からの分散を促進するため、11月5日の追跡調査終了後、放流場所から周辺の貝殻区本体まで幅1mの十字状に追加敷設した(図2)。11月27日から12月9日の間には時化のために貝殻が散らばり(図3)、貝殻層の厚さが5cm~10cmとなったが、手を加えずに調査を継続した。なお、貝殻は陸上に1年以上積み置きされており、有機物は付着物していない。

平成22年10月28日、転石区直上から長さ39cm、幅19cm、高さ15cmおよび重量12kgのコンクリートブロックを5個1組として、試験区中央の5m四方に1m間隔で25組配置した(図4)。なお、コンクリートブロックは、ろ過海水をかけ流した陸上水槽にて1週間以上灰汁抜きした。

10月28日の転石区および貝殻区の追加敷設直後、各試験区中央の1m<sup>2</sup>の範囲にマナマコ人工種苗を潜水放流した。放流した種苗は、(社)青森県栽培漁業振興協会から購入した個体で、平成22年4月~7月に採卵され、試験直前まで協会で飼育された。貝殻区には2,000個体、その他の試験区には各

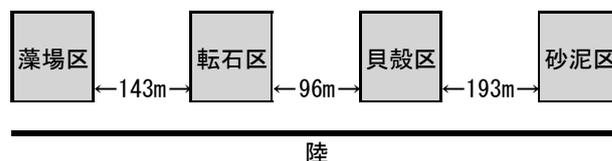


図1 試験区配置模式図。試験区は10m四方。

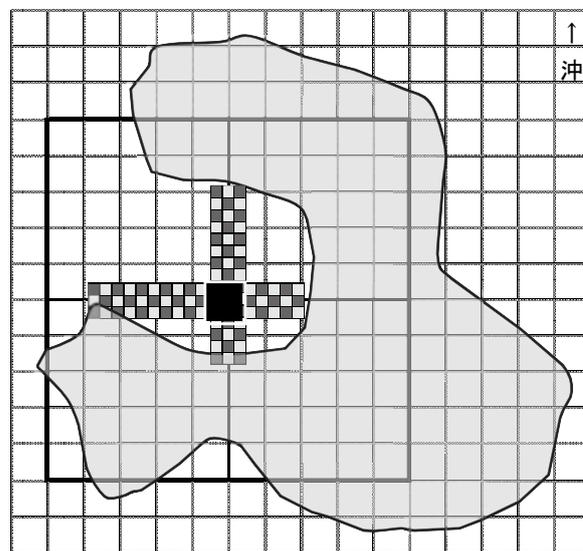


図2 11月5日の貝殻区の配置。黒色が10月28日に、市松模様が11月5日に追加敷設。太枠は試験区外周、点線の1目盛は1m。

1,000 個体を放流した。放流直前に 111 個体を抽出し、メスシリンダーおよび海水を用いて体積を測定した。なお、陸奥湾の貝殻敷設場所に 16 個体/m<sup>2</sup> の稚ナマコが生息していたこと<sup>1)</sup> および藻場、転石域および砂泥域の調査結果において 10 個体/m<sup>2</sup> を上回る生息密度が無かったことから、各放流個体数を決定した。

### (2) 事前調査

平成 22 年 10 月 6 日、潜水にて事前調査を実施した。なお、この時点では、転石区および貝殻区は敷設されていない。事前調査では、動物、植物および底質の目視観察および採取、砂層厚の測定を行った。動物については、各試験区の中央と中心を同じくする 30m の調査線を設け、調査線を中心に幅 1m に生息する底生動物の大きさを記録するとともに、1 地点から 4m<sup>2</sup> の範囲に生息する動物を採取して、その体重を測定した。植物については、試験区中央から半径 5m の範囲に生育する植物の被度を目視観察するとともに、3 地点から 0.25m<sup>2</sup> の範囲に生育する植物を採取して、その湿重量を測定した。底質については、試験区中央にて底質組成を目視観察し、試験区中央、東端および西端にて砂層厚を測定するとともに、試験区中央から採取した底質の粒度組成および強熱減量を分析した。

平成 22 年 10 月 28 日、転石区設置前および貝殻区設置後に、各試験区内の 4 地点から 4m<sup>2</sup> の範囲に生息するマナモコを潜水採取した。また、貝殻区内の 1 地点から 0.25m<sup>2</sup> の範囲の貝殻層内に生息するマナモコを採取した。

### (3) 追跡調査

平成 22 年 11 月には週 1 回、その後は平成 23 年 3 月まで月 1 回 (表 2)、試験区内および試験区縁辺から 2m の範囲を 1m 四方の区画に区切り、潜水で区画ごとのマナモコ個体数を記録した。6 回目まで、放流種苗については個体数のみを記録し、天然個体については目視体長も記録した。7 回目以降では、放流種苗と小型の天然個体の区別がつきにくくなったため、全個体の目視体長を記録し、体長 10cm 以下を放流種苗として扱った。生息位置については、区画ごとに中心からの直線距離を 1

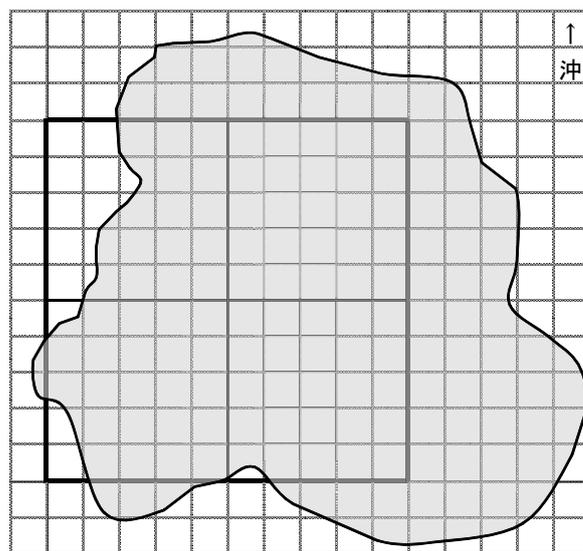


図3 12月10日の貝殻区の配置。太枠は試験区外周、点線の1目盛は1m。

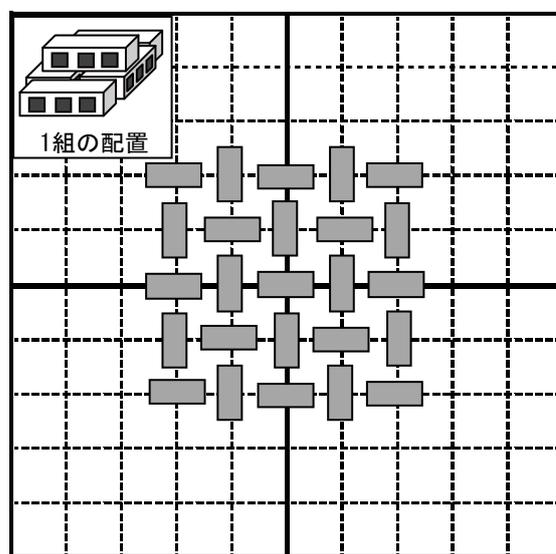


図4 転石区のブロック配置図

表2 試験実施日一覧

試験内容	実施日	放流後経過日数
事前調査	平成22年10月 6日	
貝殻区敷設	平成22年10月 8日	
直前調査、転石区敷設、種苗放流	平成22年10月28日	0
追跡調査①	平成22年11月 4日、 5日	7~8
追跡調査②	平成22年11月11日、15日	14~18
追跡調査③	平成22年11月18日、19日	21~22
追跡調査④	平成22年11月25日、26日	28~29
追跡調査⑤	平成22年12月 9日、10日	42~43
追跡調査⑥	平成23年 1月14日、15日	78~79
追跡調査⑦	平成23年 2月14日、15日	109~110
追跡調査⑧	平成23年 3月10日、23日	133~146

m単位で算出した。

放流地点（試験区中央、No.1）、放流地点から2.5m離れた地点（No.2）、試験区縁辺（No.3）および試験区から2m離れた地点（No.4）において放流種苗が観察された場合（図5）、それぞれ最大30個体を採取し、船上にて体積を測定した。さらに、貝殻区においては、放流地点および放流地点と1m～4m離れた地点から、 $0.0625\text{m}^2\sim 0.5\text{m}^2$ の範囲の貝殻層内に生息するマナモコを全量採取し、体積を測定した。なお、測定後の放流種苗は、採取地点に再放流した。

藻場区では、7回目に転石区と反対側および陸側の方向に3mずつ観察域を拡大した（図6）。8回目には、7回目の観察範囲のうち、転石区と反対側の約半分のみ調査した。また、7回目のNo.4は試験区から5m離れた地点とし、8回目の採取地点は縮小した範囲におけるNo.1およびNo.3のみとした。

転石区では、7回目に藻場区および陸側の9組のブロックおよびその周辺のみを調査した。

貝殻区では、7回目以降に放流地点から試験区縁辺と平行な4方向に各25mの調査線を設置し、調査線を中心として幅2mの範囲に生息するマナモコの位置を記録した。また、7回目では貝殻層内での採取地点を7ヶ所に増やし、8回目では試験区内の貝殻敷設部分のうち $27\text{m}^2$ 分および試験区外の調査線部分について調査した。

砂泥区では、5回目以降に貝殻区と同様に各50mの調査線を設置し、調査線を中心として幅10mの範囲に生息するマナモコの位置を記録するとともに、全量を採取して体積を測定した。また、6回目で終了とした。

### 3. 種苗放流効果把握試験

陸奥湾のナマコ桁曳網漁場にて、漁業者とともに、DeLury法および擬似ナマコ法<sup>1)</sup>を用いて各漁期前の資源量を推定した。

DeLury法では、平成22年11月22日～27日に標本船3隻の出入港時刻および漁獲量を記録し、平均CPUE(kg/分/隻)を算出した。これと漁場全体の累積漁獲量をグラフに表し、CPUEが減少を始めた以降の近似直線の傾きから資源量を算出した。

擬似ナマコ法では、まず、湿重量200gのコンニャクに針金を埋め込み、その比重をマナモコと同じ $V = 0.9738TW$  ( $V$ :体積(ml)、 $TW$ :湿重量(g))<sup>2)</sup>となるよう調整し、擬似ナマコとした。擬似ナマコと番号札を生分解性ネットで包み、食用紅色色素粉末の溶液、食用黄色色素粉末およびターメリックの混合溶液で各50個を1晩染色後、平成23年1月21日に操業予定海域の一部へ100個を散布した。2月8

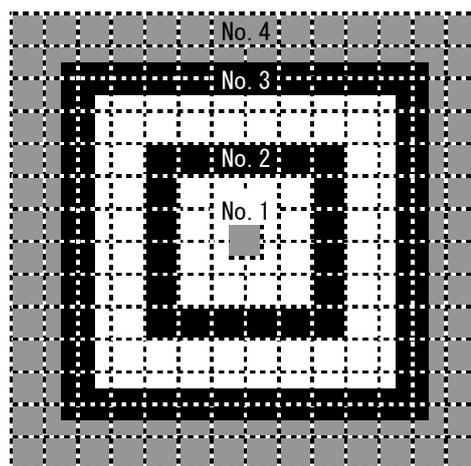


図5 種苗採取場所。No.1および4は灰色の、No.2および3は黒色の範囲から採取した。点線の1目盛は1m。

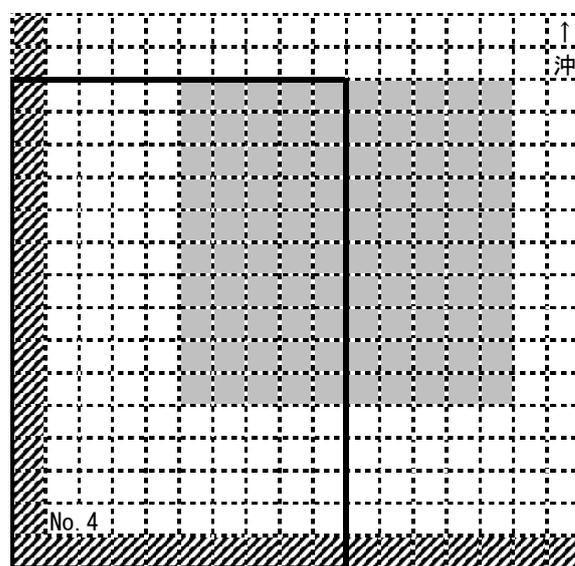


図6 7回目（図全体）および8回目（太枠）の観察範囲。灰色の区画は試験区、斜線の区画はNo.4の採取範囲を示す。点線の1目盛は1m。

日～14日までの操業中に桁曳網に入網した擬似ナマコの数と散布数の比を用いて、漁獲量から資源量を算出した。また、標本船3隻に自記式GPS記録装置を搭載し、実際の操業範囲を確認した。

## 結 果

### 1. 有効な標識の開発

#### (1) 染色

浸漬染色において、マナマコが浸漬中およびその後の飼育でへい死することはなかった。浸漬直後のマナマコに明確な染色を確認できたのは、ニュートラルレッド、メチレンブルー、食用青色および緑色色素溶液、コチニール色素製剤だった(表3)。このうち、2ヶ月後にも識別できたのは、ニュートラルレッドおよびメチレンブルーだった。

ただし、2ヶ月後のニュートラルレッド試験群の

個体は、色素と体表の色とが同化し、開腹しなければ判別し難くなっていた。同時期のメチレンブルー試験群の個体では、体表の脱色が進み、全体的に緑がかった白色となっていた。

ターメリック染色において、5個体全ての消化管内にターメリックおよび砂が見られたものの、体組織への染色はなかった。

墨汁において、注入直後に朱色は容易に視認できたものの、黒色は体表と同化し、明瞭に視認できなかった。また、どちらの試験群も、10日以内に全個体が死亡した。

#### (2) 外部標識

釣糸およびアンカータグについては、装着直後は体表に定着していた。装着後のマナマコの健康状態は良好だったが、2週間以内に標識が脱落した。

疣足切除においては、切除後にびらん等の健康悪化は見られなかった。切除直後には、傷口が白いために容易に識別できた。しかし、切除から2ヶ月後になると傷痕の再生が進み、背中側2列を切除した個体は、識別ができなくなった。腹側1列を切除した個体は2ヶ月後でも識別できたが、一部疣足が再生していた。

焼印については、回復に従って不明瞭となり、2ヶ月後にはほとんど識別できなくなった。

### 2. マナマコ放流試験

#### (1) 事前調査

事前調査の動物について、目視観察では3種が、枠取りでは5種が出現した。このうち、一方の調査でのみ出現した種については出現頻度が低いとみなし、共通する種についてのみ目視観察での平均個体数および平均個体数に枠取りでの平均体重を乗じた現存量を表4に示した。

表3 浸漬直後および飼育後のマナマコへの染色の有無

色素	濃度 (重量比, ppm)	時間 (h)	染色の有無							
			浸漬直後			飼育後				
			体表	真皮	内臓	体表	真皮	内臓	確認時期	
ニュートラルレッド	50	1	○	△	△	△	○	○	2ヶ月後	
		4	○	○	○	△	-	○	2ヶ月後	
	100	1	○	△	△	△	○	○	2ヶ月後	
		4	○	△	○	△	○	-	2ヶ月後	
	200	0.5	○	×	○	△	△	○	2ヶ月後	
メチレンブルー	250	1	○	○	△	△	△	×	2ヶ月後	
		4	○	○	○	○	△	×	2ヶ月後	
	1,000	1	○	○	○	○	△	×	2ヶ月後	
食用色素溶液	青	3,500	△	△	△	×	×	×	1週間後	
			○	○	×	×	×	×	1週間後	
食用色素粉末	緑	200	0.5	○	○	×	△	×	×	1週間後
	紅			△	△	×	×	×	×	1週間後
	黄			×	×	×	×	×	×	-
	緑			×	×	×	×	×	×	-
	コチニール			○	×	×	(直後に異常を示し、中止)			

○…明確に視認できる。 ×…染色が確認できない。

△…わずかに染まっている、または一部個体が染まっている。

表4 試験開始前の動物現存量

和名	藻場区		転石区		貝殻区		砂泥区	
	個体数 (個体/m <sup>2</sup> )	現存量 (g/m <sup>2</sup> )						
エゾヒバリガイ	0.4	49.7	0.2	42.7				
マナマコ	0.4	61.8	0.1	15.2	0.1	4.6	0.2	17.5

注) 個体数は目視観察の値を用い、現存量は採取りの平均体重に個体数を乗じた値である。

マナマコは全ての試験区に出現したが、藻場区の個体数は他区の2倍～4倍、現存量は4倍～14倍だった。また、観察したマナマコの目視体長は10cmサイズ～20cmサイズで、採取りした個体の体重は53.2g～182.7gだった。植物について、目視観察と採取りの植物は一致した。単位面積あたりの湿重量に目視被度を乗じた現存量を表5に示す。スゲアマモは藻場区のみに出現し、他区の植物現存量はわずかだった。

底質について、藻場区は砂混じりの泥、転石区および貝殻区は泥、砂泥区は砂泥で、砂泥区の砂層厚が深かった(表6)。水分含量および強熱減量には試験区間で大きな差がなかった。粒度組成については、砂泥区で粒径2mm以上が他区よりも多く、粒径500μm～1mmが他区よりも少なかった(図7)。

10月28日の調査では全試験区から、体重11.4g～549.5gのマナマコが採取された。藻場区のマナマコは他区よりも多く、小さい傾向にあった(表7)。貝殻内部からは採取されなかった。放流個体の体積は0.1ml～0.3mlが多く、平均は0.3mlだったので(表8)、天然個体と放流種苗とはその大きさから区別できると判断し、天然個体の試験区外への移動は行わなかった。

(2) 追跡調査

験区の縁辺にあたる場所は中心からの直線距離が5m～8mであるため、この範囲における放流種苗の生息数を図8に示す。この図に示したデータのうち、藻場区の8回目の結果については、7回目の結果から調べなかった範囲に分布するマナマコは調べた範囲と比べてかなり少ないために無視した。転石区の7回目については、ブロック周辺からは放流種苗

表5 試験開始前の植物の現存量

和名	藻場区	転石区	貝殻区	砂泥区
ミル		0.1		0.3
スゲアマモ	369.0			

注) 現存量は単位面積あたりの重量に目視被度を乗じた値。被度5%未満は1%として算出した。

表6 底質組成、砂層厚、水分含量および強熱減量

試験区	底質		平均砂層厚 (cm)	水分 含量 (%)	強熱減量 (%)
	種類	割合 (%)			
藻場区	砂	20	28	24.7	2.5
	泥	80			
転石区	泥	100	27	26.1	2.9
貝殻区	泥	100	33	27.1	3.2
砂泥区	砂泥	100	50	30.8	3.6

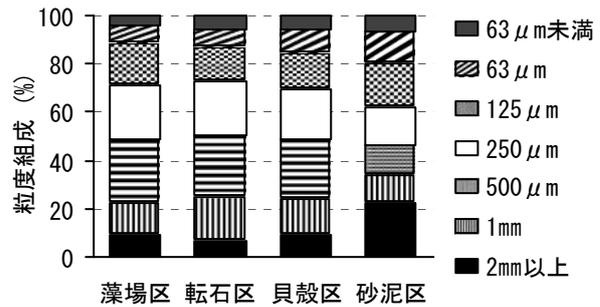


図7 粒度組成

表7 マナマコ採取結果

	個体数 (個体/m <sup>2</sup> )	平均体重 (g)
藻場区	0.6	95.0
転石区	0.4	179.0
貝殻区	0.5	272.4
砂泥区	0.2	192.6

表8 放流個体の体積

体積(ml)	個体数
0～	4
0.1～	22
0.2～	33
0.3～	28
0.4～	14
0.5～	6
0.6～	2
0.7～	1
0.8～	0
0.9～	1
計	111

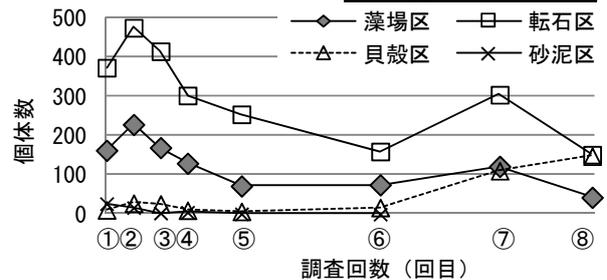


図8 中心から半径8m以内の放流種苗の生息数

が観察されなかったため、観察したブロックの結果を残りのブロックに引きのばした上で、試験区全体のデータとした。貝殻区の8回目では、試験区内の貝殻部分に結果を引きのばした。

転石区および藻場区では、生息数が他2区に比べて多く、2回目および7回目に増加するものの、放流後1ヶ月以内に急激に減少した。貝殻区では6回目まで低調だったが、7回目以降増加した。砂泥区では1回目のみ貝殻区を上回ったが、減少を続け、6回目にはゼロとなった。8回目の砂泥区以外の生息数は88個体～181個体で、その平均は141個体だった。なお、砂泥区以外の天然個体における8回目の平均生息数は167個体だった。

中心からの距離別に、放流種苗の分布を図9に示す。なお、転石区の7回目および貝殻区の8回目のデータについては、図6と同様の操作を加えている。藻場区では、1回目にはほとんどの個体が中心に集中していたが、生息の中心は少しずつ縁辺方向に移動した。しかし、最多個体群がそのまま移動するのではなく、8回目にはほぼ均等に分散していた。転石区では、7回目までブロックに全個体が生息した。8回目になって、ブロックの外にも観察されたが、ブロックに生息する個体の方が多かった。貝殻区では、1回目には中心のみ生息していた。回廊部分を追加敷設した2回目以降は少しずつ分散したが、ほぼ貝殻上のみを生息していた。砂泥区では、1回目で

既に中心付近の生息数が少なく、観察域を拡大した5回目以降はほぼ試験区外に観察された。なお、試験区外の生息場所は転石や漂着物の陰で、砂泥上には生息していなかった。

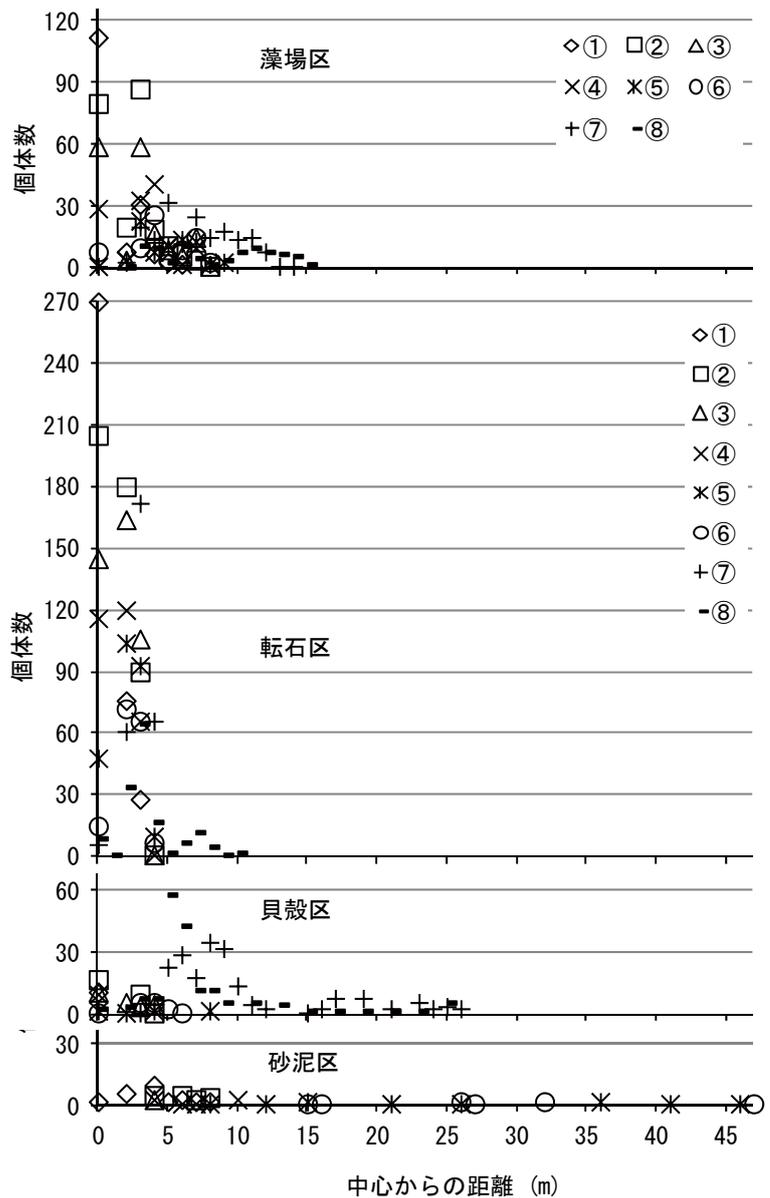


図9 放流種苗の分布。凡例の数字は調査回数。

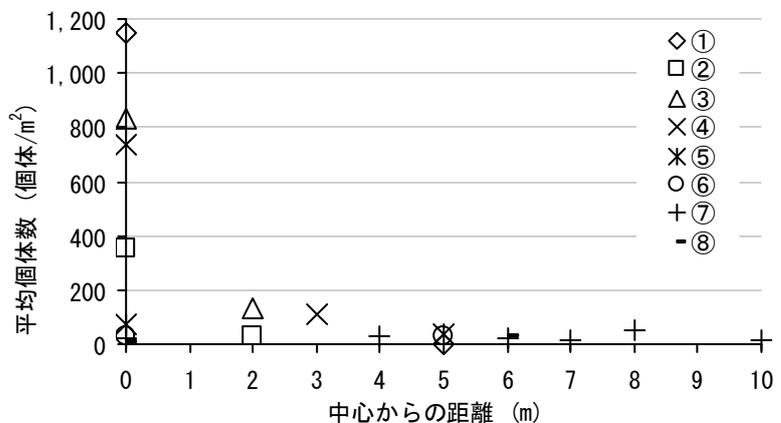


図10 貝殻層内の放流種苗の平均個体数。凡例の数字は調査回数。

貝殻層内から採取した放流種苗個体数を 1m<sup>2</sup>あたりの個体数に換算し、中心からの距離別に図 10 に示す。放流直後には中心のみ 1,148 個体/m<sup>2</sup>が生息していたが、7 回目では試験区縁辺でわずかに多かったもののほぼ均等に分布し、その平均は 26.7 個体/m<sup>2</sup>だった。

放流種苗の試験区ごとの平均体積を図 11 に示す。藻場区および転石区では 6 回目から、貝殻区および貝殻層内では 5 回目から、砂泥区では 4 回目から体積が増加した。転石区および貝殻層内では、8 回目に体積が減少した。8 回目では、藻場区、貝殻区、貝殻層内および転石区の順に大きかった。

採取地点ごとの平均体積を図 12 に示す。なお、砂泥区では 6 回目以降に採取地点に拘わらず全量を採取しているため、この図からは外した。概ねどの試験区においても、外側の地点の体積が内側の地点を上回った。

### 3 種苗放流効果把握試験

11 月の操業における、累積漁獲量および標本船の平均 CPUE を図 13 に示す。CPUE は 3 日目に前日を下回ったため、2 日目以降の近似曲線 ( $r = 0.9678$ ,  $p < 0.01$ ) を用いて、11 月の資源量を 41 トンと推定した。

GPS の記録から 2 月の操業面積を、擬似ナマコの散布時の記録から散布面積を算出した。また、操業範囲から擬似ナマコ 3 個の散布場所が外れていたため、有効な擬似ナマコを 97 個とし、散布面積にも反映させた。操業中に回収された擬似ナマコは 39 個で、これと 2 月の漁獲量から、2 月の資源量を 402 トンと推定した。さらに 2 月の資源量に 11 月の漁獲量を加え、11 月の資源量を 422 トンと推定した。なお、全ての擬似ナマコは、着色料が脱色された状態で回収された。

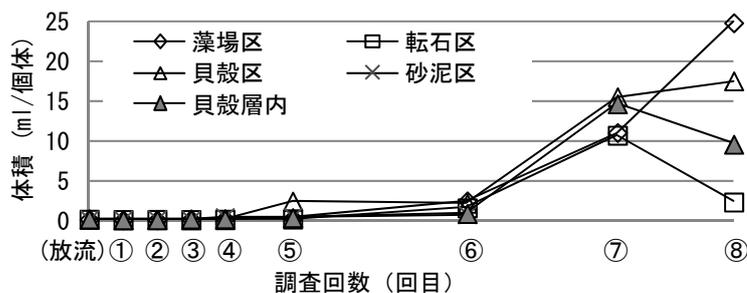


図11 放流種苗の平均体積

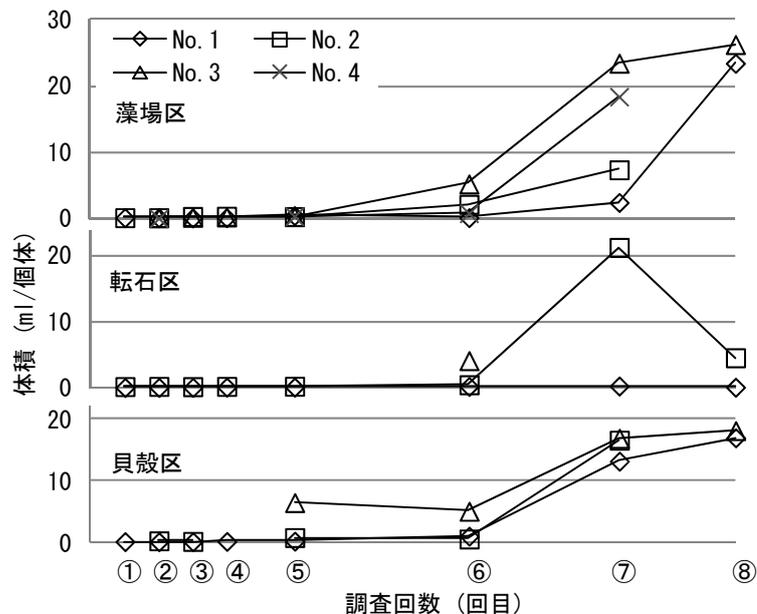


図12 各地点における放流種苗の平均体積

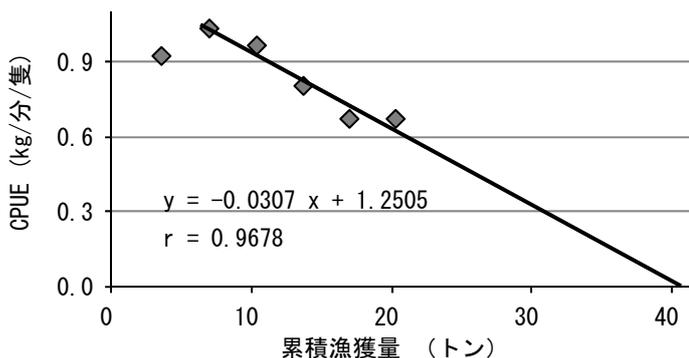


図13 11月操業における累積漁獲量とCPUE

## 考 察

### 1. 有効な標識の開発

染色試験においては、メチレンブルー溶液への浸漬個体の視認性が高かった。しかし、メチレンブルーは養殖魚などへの使用が認められておらず<sup>3)</sup>、海域へ放流する種苗へは使用できない。

外部標識においては、腹側の疣足切除の視認性が高かった。しかし、放流試験で用いた 1g 未満の個体の疣足を 1 個体ずつ切除することは現実的ではないと考えられた。

本試験では、視認性、簡便性および安全性を全て満たす標識を開発することはできなかったが、染色標識と外部標識の結果を比較すると、視認性および安全性を満たすことができた外部標識について、今後改良を加えていくべきと考えられた。

### 2. マナマコ放流試験

2 回の事前調査の結果から、試験区間で底質およびスゲアマモ以外の植物には大きな差が無かったが、マナマコ等動物の分布には藻場区と他区との間に差があったため、藻場区はマナマコ種苗の生息にも有利であると考えられた。なお、過去の試験では、移植藻場にはマナマコの蝟集効果があることが確認されている<sup>4)</sup>。

試験区およびその近辺における放流種苗の生息数について、生息数が急激に減少し、かつ 8 回目に 3 試験区の個体数が近づいたことから、条件が良い生息場所であっても小型個体を 1.4 個体/m<sup>2</sup>程度しか収容できないと考えられた。天然個体と合わせても 3.0 個体/m<sup>2</sup>程度となり、この数字が放流個体数の目安となる可能性が示された。一方、貝殻層内には 7 回目でも 26.7 個体/m<sup>2</sup>と貝殻表層の 19 倍もの放流種苗が生息しており、貝殻区に限って、さらに多くの小型個体を収容できると考えられた。

また、2 回目および 7 回目に、藻場区および転石区の個体数が増加した。2 回目については、図 9 において両区とも中心から 2~3m 離れた場所の個体数が 1 回目よりも増加していることから、葉の付け根やブロック接触面等の僅かな隙間に隠れていた放流種苗が移動を開始し、観察され易くなったと推測した。7 回目については、事前調査において平成 22 年夏生まれが疑われる小型個体が採取されていることから、藻場区には試験開始前にラーバが着底しており、それらが視認できるサイズまで成長し、スゲアマモの葉の間等から出てきたのではないかと推測した。転石区は藻場区に比較的近いことから、藻場区から天然個体が移動してきたと推測した。

図 11 の 8 回目において貝殻層内および転石区で体積が減少したこと、および図 12 において外側の地点の体積が内側を上回る傾向にあったことについては、成長の早い個体から試験区外へ移動し、成長の遅い個体は移動に消極的であることが考えられた。また、藻場区での成長が他区を上回ったことから、藻場区は他区よりも餌量が多いと考えられた。餌量が多い原因については、貝殻区および転石区は試験開始直前に敷設したことから、餌量が十分に蓄積されていなかったと推測された。

以上から、藻場区は成長の点から、貝殻区は収容量の点から人工種苗の放流場所として適しており、転石区が次点となると考えられる。よって、放流だけを考えるならばこれらと似た環境を選ぶのが良く、環境整備と放流を同時に行うのであれば天然藻場に隣接させるように貝殻または転石を敷設し、そこに放流するが良いと考えられた。

### 3. 種苗放流効果把握試験

資源量推定において、DeLury 法と擬似ナマコ法の値の差が大きく、擬似ナマコ法の値に問題があると考えられた。仮に操業面積を散布面積と同じとすると推定資源量は 79 トンになり、DeLury 法に近づくことから、操業面積を過大評価している可能性があり、操業範囲の記録をより詳細に行う必要があったと思われる。また、泥を被った擬似ナマコは視認性に欠けるが、食用色素による着色が維持されなかつ

たことから、この点においても改良の余地が残ると考えられた。

漁場では、11月および2月に計43トンが漁獲された。これはDeLury法の推定量を上回っているが、DeLury法の値も多少の誤差があると考えられることから、資源量に匹敵するほどの漁獲があったと解釈した。この漁場では他漁場との輪採を行っており、他漁場の操業年には漁獲された小型個体や天然採苗個体が放流される。この漁場の次回操業時に資源量を再度調べることで、放流によって資源量がどの程度回復したかを把握できるものと考えられる。

## 謝 辞

試験区の設置やデータ取得にあたり、関係漁業協同組合の漁業者様並びに職員の皆様、行政機関の水産課担当様のご理解およびご協力に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 松尾みどり・廣田将仁・山田嘉暢・桐原慎二(2009)なまこの計画的生産安定技術研究開発(要約). 青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 38, 351-352.
- 2) 崔相(1963)なまこの研究. 海文堂, 36-38.
- 3) 農林水産省消費安全局畜水産安全管理課(2011)水産用医薬品の使用について, 24.
- 4) 松尾みどり・山田嘉暢(2011)陸奥湾スゲアマモ藻場移植調査および貝殻藻場漁場追跡調査. 青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 39, 279-286.