

有明海におけるナマコの種苗放流手法の検討

松本 昌大・金澤 孝弘
(有明海研究所)

福岡県では、有明海福岡県地先の重要な漁船漁業である潜水器漁業の振興を図るため、マナマコ *Stichopus japonicus* を対象にした漁場造成並びに種苗放流を実施した。今回、サイズ別に行った低塩分耐性試験の結果では、少なくとも体長が 30mm を超えれば耐性を獲得すると考えられた。

一方、放流種苗の追跡調査の結果から、生残量は 2010 年に放流した（放流後 1 年）ものが 212kg、同じく 2009 年に放流した（放流後 2 年）ものが 430kg と推定された。また、放流稚ナマコの生残率は、両者ともほぼ同じであることがわかった。この結果から、放流稚ナマコは放流直後に大きな減耗がみられるものの、その後はほとんど減耗せず順調に生育することが示唆された。

したがって、有明海福岡県地先で稚ナマコの放流を行う場合、体長 30mm 以上もしくは冬季に体長 20mm 以上の稚ナマコを放流すれば、放流の効果が期待できると考えられる。しかし、現場での再生産は、梅雨時期の大量降雨で有明海が低塩分になる時期には稚ナマコが低塩分耐性を獲得する体長 30mm に達しないため、非常に難しいと考えられた。

キーワード：ナマコ、有明海、低塩分耐性、放流サイズ、放流時期、生残率、成熟

有明海福岡県地先では、潜水器漁業はタイラギを対象に操業している。近年、タイラギ資源は低水準にあるため、潜水器漁業は非常に苦しい経営状況にある。このため、タイラギを補完する漁獲対象種の導入が切望されている。そこで、有明海福岡県地先では生息していないと考えられているマナマコ *Stichopus japonicus* を試験的に放流した。本海域の底質はその全域がほぼ砂泥質あるいは軟泥質であり、マナマコが好む砂礫岩礁域がほとんどない。そこで、種苗放流前の 2009 年及び 2010 年の 7 月に人工島（三池島）周辺に覆砂を施した後、その上に投石を行い、放流漁場とした（図 1）。

放流漁場では、梅雨時期などの多量の降雨時に低塩分になり、約 12 時間周期で低塩分（塩分 10 から 20 程度）と通常の塩分（30 程度）を数日間繰り返すことが報告されている。¹⁾ 著者は、このような塩分条件下で、100 g の成体ナマコでは影響が現れないものの、平均体長 21mm の稚ナマコでは生残率が低下することを、室内試験で確認している。¹⁾ このことから、ナマコはある程度の大きさになると低塩分耐性を獲得することが示唆されたが、塩分耐性を獲得する詳細な大きさの検討はなされなかった。

そこで本研究では、どの大きさで低塩分耐性を獲得するかを、室内試験で確認するとともに、放流漁場における放流個体群の生残状況から、有明海福岡県地先に稚ナ

マコを放流する場合の適正な大きさとその時期について検討した。

方 法

1. 放流漁場と放流

放流場所及び放流尾数等を整理して、図 1 及び表 1 に示した。

放流場所は、図 1 に示した人工島の南から東にかけて造成した漁場を選定した。造成漁場は約 15,000 m² の面積で、その上に厚さ約 30cm の覆砂を行い、さらにその上に

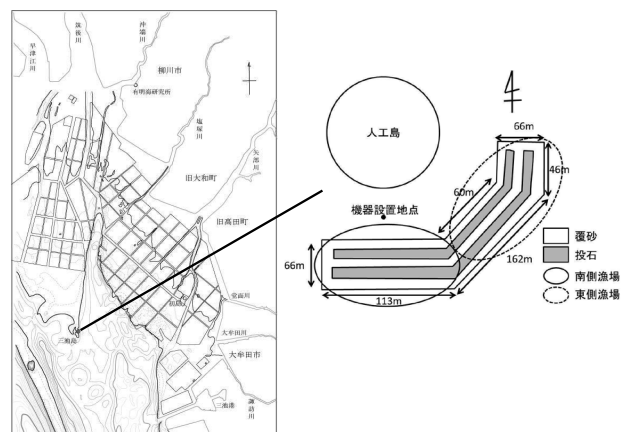


図 1 造成漁場

表1 ナマコの放流実績

	放流年月日	放流サイズ	放流尾数	放流漁場
稚ナマコ	2009年11月25日	25mm	24,200	南側漁場
	2010年12月14日	21mm	50,000	東側漁場
成体ナマコ	2010年1月22日	147g	1,800	南側漁場
	2010年2月14日	157g	1,200	南側漁場
	2011年2月24日	185g	2,000	東側漁場

2列の割石を配置した。配置した割石はそれぞれ大きさが異なり、一方の列には100～300kgの大きさの割石を、もう片方には500kgの割石を用いた。^{2,3)}

放流は、2009～2011年の2ヶ年にわたり、放流効果をより明確に把握するために、年次毎に放流場所を分けて実施した。2009年度は11月に平均体長約25mmの稚ナマコを24,200尾と翌年1～2月に平均体重約150gの成体ナマコを3,000尾、それぞれ造成漁場の南側（以下、南側漁場という。）に放流した。2010年度分については、12月に平均体長約21mmの稚ナマコを50,000尾と翌年2月に平均体重約185gの成体ナマコを2,000尾、造成漁場の東側（以下、東側漁場という。）に放流した（表1）。放流した稚ナマコは豊前海研究所で種苗生産した人工種苗を、また成体ナマコは豊前海で漁獲された天然のものを使用した。

なお、放流にあたっては、ナマコの生息環境を考慮して投石した場所に行った。

2. 水温及び塩分の連続観測並びに日降水量の解析

放流漁場の環境がナマコの生息に適しているか否かを検討するため、造成漁場近くの機器設置地点（図1；水深約5m）に、海底から高さ約1mになるよう小型メモリー式水温塩分計（JFEアレック株式会社、A7CT-USB）を設置し、2009年5月18日から2011年11月30日まで水温と塩分の連続観測を行った。

併せて、柳川における日降水量（気象庁調べ）を調べた。

3. サイズ別の低塩分耐性試験

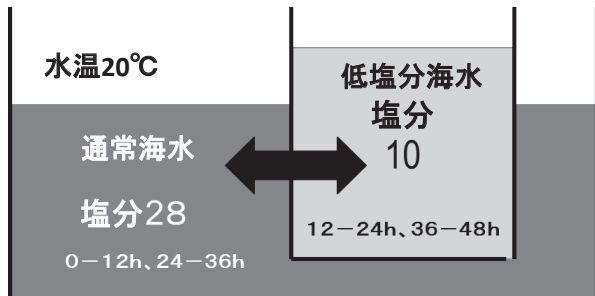


図2 実験装置

観測された低塩分環境がナマコの生残に与える影響を確認するため、室内試験を行った。平均体長21mmの種苗については、既に生残率が低くなることが確かめられている¹⁾ことから、今回の試験は、大きさを平均体長30.0mm、平均体長45.1mm及び平均体長47.3mmの3段階で実施した。試験に供した稚ナマコの由来は、30.0mmと45.1mmの稚ナマコは豊前海研究所で生産したもので、47.3mmのものは、2010年12月に造成漁場へ平均体長21mmの稚ナマコ（豊前海産人工種苗）を放流した地点で、5ヶ月後の2011年5月に採捕したものである。

本試験では、温度差による刺激を少なくするため、150ℓ容水槽の内部に30ℓ容の小水槽をウォーターバス方式で設置し、前者には塩分28の海水（以下、通常海水という。）を、また後者には塩分10の海水（以下、低塩分海水という。）を満たした試験水槽を用いて、各試験区にそれぞれ5尾ずつをネットに収容して行った。

試験の内容は、まず30ℓ容水槽の低塩分海水に稚ナマコをネットごと収容し、12時間経過した後、150ℓ容水槽の通常海水に移して、さらに12時間浸漬した。その後、再び、低塩分海水と通常海水に順次12時間ずつ浸漬した（図2）。対照区は、ネットに収容した稚ナマコを、150ℓ容水槽の通常海水に48時間連続して浸漬した。

稚ナマコの生死判定は、水槽から水槽へ移し替える際に、体組織の溶解具合を目視確認することで行った。

なお、試験中は水温を20℃に設定し、無給餌無換水とし、エアレーションのみ行った。

4. 放流したナマコの生残状況

南側漁場の総面積は7,435㎡であり、うち覆砂のみの漁場（以下、覆砂区という。）面積は6,282㎡で、投石漁場（以下、投石区という。）の面積は1,153㎡である。一方、東側漁場の総面積は7,827㎡であり、うち覆砂区の

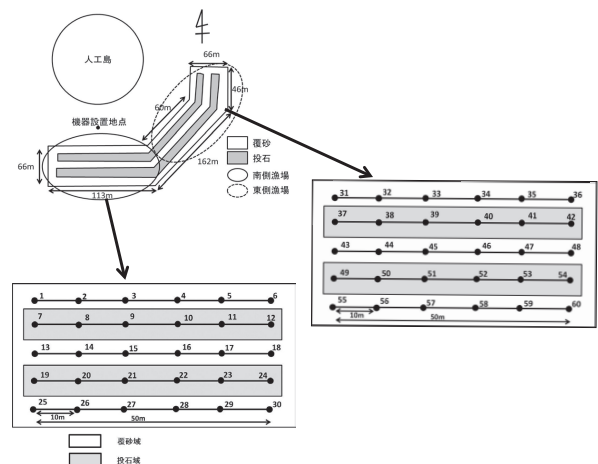


図3 生残量調査点

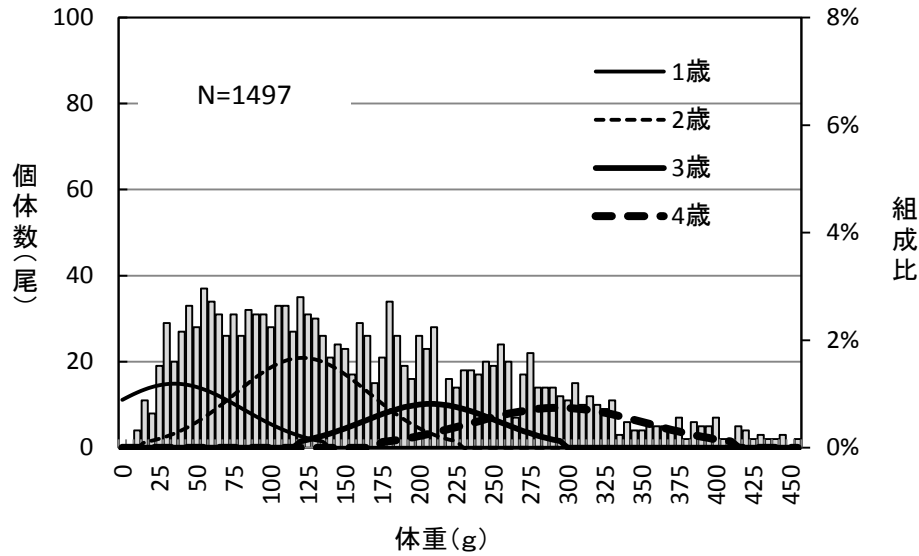


図4 ナマコの体重組成

表2 体重から推定した年齢

体重の範囲	年齢	平均体重
80g未満	1歳	35.1g
80g以上160g未満	2歳	121.4g
160g以上240g未満	3歳	207.7g
240g以上350g未満	4歳	294.1g

面積は5,682㎡で、投石区の面積は2,145㎡である。^{2,3)} 南側漁場及び東側漁場に、それぞれ覆砂区に18点、投石区に12点の計60点の調査点を設定した(図3)。調査の手法は、1㎡の方形枠内のナマコを全て採集する坪刈り方式で行った。実際の調査は、南側漁場が2011年1月31日、東側漁場が同年2月14日に行った。採集したナマコは、研究所に持ち帰った後、調査点ごとに計数するとともに、個別に体重を測定した。

ナマコは、成長の個体差が大きいうえに、夏眠期に体長、体重が減少するなど、年齢の推定が極めて難しい。しかし、採集個体を年齢群毎に区分けするためには何らかの基準が必要である。特に、今回有明海福岡県地先で実施した複数年にまたがる放流で、その放流効果を検証するためには、この年齢基準が不可欠である。そこで、2012年2月27～29日及び同年3月13～15日に採取したナマコ1,497尾の体重測定結果をもとに、佐野が提案する年齢組成推定手法⁴⁾を用いて解析し、年齢群毎に区分けした。得られた結果を用いて、漁場別に覆砂区及び投石区に採捕されたナマコを年齢群毎に区分けして、単位面積(1㎡)あたりの個体数を算出した。また、漁場全

体の推定生残量は、各年齢群の生残密度に覆砂区と投石区のそれぞれの面積を掛けることで推定した。なお、全体の生残尾数は、南側漁場と東側漁場のそれぞれの値を足して求めた。

2009年放流群(2歳)と2010年放流群(1歳)の生残量については、それぞれの生息尾数に表2に示すナマコの体重組成(図4)によって得られた年齢ごとの平均体重(1歳;35.1g, 2歳;121.4g)を掛けて算出した。

5. 放流ナマコの成熟状況

2011年4月12日、26日、5月25日及び2012年3月16日、29日に漁場で採取した比較的大型のナマコについて、殻重量及び生殖巣重量を測定し、生殖腺指数(GSI:生殖巣重量/殻重量×100)を求めた。

結果

1. 水温及び塩分の連続観測並びに日降水量の解析

調査期間中の水温、塩分及び日降水量を図5に示した。

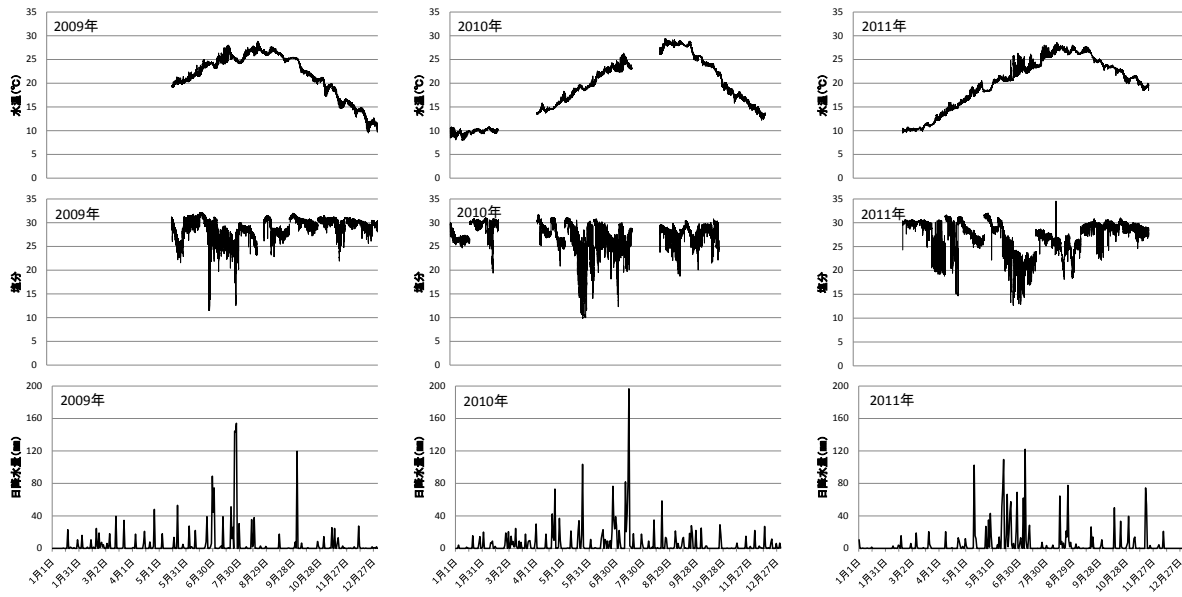


図5 水温, 塩分, 日降水量の推移 (2009 ~ 2011年)

表3 低塩分耐性試験結果

サイズ(mm)		生残率(%)				
		試験開始	12時間後	24時間後	36時間後	48時間後
21.1※	試験区	100	86	60	47	16
	対照区	100	100	100	99	93
30.0	試験区	100	100	100	100	100
	対照区	100	100	100	100	100
45.1	試験区	100	100	100	100	100
	対照区	100	100	100	100	100
47.3※※	試験区	100	100	100	100	100
	対照区	100	100	100	100	100

※ 研究報告第21号

※※ 12月に放流したものを翌年5月に採捕

表4 ナマコの採捕実績及び推定生息尾数

南側漁場																
	漁場面積 (m ²)	ナマコ採捕数					単位面積あたりの尾数					推定生息尾数				
		1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳			
漁場全体	7,435	41	9	8	13	11	0.17	0.00	0.00	0.06	0.11	4,698	865	769	1,502	1,563
覆砂区	6,282	3	0	0	1	2	0.17	0.00	0.00	0.06	0.11	1,047	0	0	349	698
投石区	1,153	38	9	8	12	9	3.17	0.75	0.67	1.00	0.75	3,651	865	769	1,153	865
東側漁場																
	漁場面積 (m ²)	ナマコ採捕数					単位面積あたりの尾数					推定生息尾数				
		1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳			
漁場全体	7,827	46	29	14	3	0	0.11	0.00	0.11	0.00	0.00	8,496	5,184	2,776	536	0
覆砂区	5,682	2	0	2	0	0	0.11	0.00	0.11	0.00	0.00	631	0	631	0	0
投石区	2,145	44	29	12	3	0	3.67	2.42	1.00	0.25	0.00	7,865	5,184	2,145	536	0

表5 2009年放流群及び2010年放流群の生残数, 生残量及び生残率

		2009年放流群	2010年放流群	合計
放流	尾数	24,200	50,000	74,200
	総重量(kg)	13	49	62
2012年1月~2月	尾数	3,545	6,049	9,594
	生残量(kg)	430	212	642
	生残率(%)	14.6	12.1	

表6 成熟状況

調査日	測定数(尾)	平均殻重量(g)	生殖腺保有個体数		GSI		
			雌	雄	平均値	最大値	最小値
H23.4.12	20	100.6	5	3	5.43	10.71	1.52
H23.4.26	22	104.5	3	4	4.52	6.01	0.45
H23.5.25	23	96.9	0	2	0.65	0.96	0.34
H24.3.16	16	132.7	2	5	3.18	9.23	0.62
H24.3.28	22	118.1	8	6	3.35	6.55	0.53

年間を通じた水温の推移は3年間とも同様であった。なお、観測期間中の最高値は29.4℃、最低値は8.0℃、平均値は20.1℃であった。

塩分の変化は年によってかなり異なるものの、3年も梅雨時期などに著しい塩分の低下が見られた。なお、観測期間中の最高値は34.5、最低値は9.9、平均値は27.7であった。梅雨時期の塩分低下は、約12時間周期で回復と低下を繰り返しながら、次第に平常化していった。

日降水量は、梅雨時期に多い傾向があった。100mmを超えるようなまとまった降雨は、2009年は4日（7月24～26日、10月2日）、2010年は2日（5月23日、7月14日）、2011年は3日（5月10日、6月12日、7月6日）あり、3年間の最大値は2010年7月14日の196.5mmであった。特に2009年は、7月24日から26日にかけて連続して多量の降雨（441.5mm）があった。このような多量の降雨があったときは、塩分が著しく低下することが確認された。

2. サイズ別の低塩分耐性試験

試験開始から48時間後までの生残率を12時間ごとに区切って整理し、前報の結果¹⁾とあわせて表3に示した。今回の試験では、いずれのサイズとも、試験区と対照区を問わず、全ての個体が生き残るといった結果になった。

3. 放流したナマコの生残状況

佐野が提案する年齢組成推定手法⁴⁾を用いて解析した結果を図4に示した。その結果、1歳から4歳までの年齢群に区分けすることができた。それぞれの平均体重は、1歳が35.1±46.0g、2歳が121.4±45.0g、3歳が207.7±45.0g、4歳が294.1±60.0gと推定された。また、正規分布は、平均値±標準偏差の範囲に、対象標本の68.26%が含まれることから、各年齢群の体重の範囲を推定し、表2に示した。

表2を参考に、今回の坪刈り調査で採取したナマコのうち、80g未満のものを1歳、80g以上160g未満のものを2歳、160g以上240g未満のものを3歳、240g以上のものを4歳と区分けした。また、1歳のものは2009年に放流した稚ナマコ（以下、2009年放流群という。）、2歳

のものは2010年に放流した稚ナマコ（以下、2010年放流群という。）、3歳以上のものは2010年及び2011年に放流した成体ナマコで放流したものと判断した。

上記の結果をふまえ、南側漁場及び東側漁場において採捕されたナマコの年齢群毎に分けて、算出した生残数を表4に示した。この結果から、ナマコは覆砂区に比べて、明らかに投石区の方が多く分布していた。また、1歳（2010年放流群）及び2歳（2009年放流群）は東側漁場で多く採捕されたが、3歳以上の成体ナマコは南側漁場で多く採捕された。

漁場全体における放流群毎の生残数、生残量及び生残率を表5に示した。生残数は、2009年放流群が3,545尾、2010年放流群が6,049尾と推定された。また、生残量は、それぞれ430kg、212kgと推定された。2009年放流群の放流2年後の生残率は14.6%、2010年放流群の放流1年後の生残率は12.1%であり、両者の生残率は大差なかった。

4. 放流ナマコの成熟状況

有明海で放流し、再び採捕したナマコの成熟状況を表6に示した。調査期間を通じて生殖腺を保有する個体が多かったのは2012年3月28日で、逆に少なかったのは2011年5月25日であった。個別のGSIは、2011年4月12日の10.71が最大で、2011年5月25日の0.34が最小であった。2011年におけるGSIの平均値は、4月12日が最も高く（5.43）で、その後減少し、5月25日に最も低くなった（0.65）。2012年の調査では、3月16日が3.18、3月28日が3.35であった。

考 察

放流漁場である人工島周辺は、有明海福岡県地先においては沖合に位置するが、筑後川河口の延長線上にあり、大規模な出水時には河川水の影響を受けやすいと考えられる。2009年7月24～26日や2010年7月14日のように日降水量が100mmを超えるようなまとまった降雨があったときには、塩分も大きく低下していた。このことから、有明海において、塩分が著しく低下する主な原因は、降雨による大規模な出水が原因と考えられた。このような

塩分低下は、2009～2011年の梅雨時期を中心に毎年観測されたことから、有明海においては、恒例の現象であると考えられた。また、このときの塩分の推移は、12時間周期で低塩分と通常の塩分を繰り返すことが確認された。これは、有明海湾奥部の潮差は最大で6～7mある⁵⁾ことから、干潮時には河川水に由来する表層の低塩分水塊が機器を設置した水深（海底から1m）まで下がってきて、逆に満潮時には沖からの高塩分水塊に置き換わるためだと考えられた。

崔⁶⁾によると、マナモコの適応塩分下限値は塩素量12.6%（塩分に換算して22.8）、瀧口・小林⁷⁾によると塩分下限値は、浮遊幼生期で20～30、体長0.4mmサイズで20～25、体長5mmサイズで15、成体期で15～20と報告されている。しかし、今回観測された塩分の最低値は9.9であり、過去の報告より明らかに低かった。

そこで今回、ナマコはどの大きさになると低塩分耐性を獲得するのかを調べるために行ったが、体長30.0mmサイズ以上では全く斃死が見られなかった。しかし、前報の結果では、体長21.1mmサイズの稚ナマコには明らかに低塩分の影響が認められた。これらの結果から、低塩分耐性を獲得する大きさは、体長21.1mmから30.0mmの間と推定された。低塩分耐性試験に供した体長47.3mmの稚ナマコは、2010年12月に体長21mmサイズを放流した場所で2011年5月に採捕したものであるから、放流した稚ナマコが成長したものと考えられた。すなわち、放流後5ヶ月間で体長47.3mmに成長すると考えられ、梅雨時期前に低塩分耐性を獲得したものと考えられた。

次に、放流群毎に稚ナマコの生残率をみると、2009年放流群の生残率は14.6%で、2010年放流群の生残率は12.1%であった。放流して1年経過したものも2年経過したものも大差ないことがわかった。この結果から、生残数は、放流直後から1年未満は散逸、斃死、捕食などにより著しく減少するが、1年以上経てば、これらの減耗要因はほとんどなくなり安定するものと考えられた。このことから、冬季に体長20mmサイズで放流した個体は、放流後少なくとも1年経過すれば、低塩分耐性を獲得するサイズ以上に成長するものと考えられた。このことは今回の室内試験の結果（放流5ヶ月後の大きさで低塩分耐性を獲得する。）が裏付けている。また、福岡県豊前海では体長30mmの稚ナマコを放流したところ、それらの生残率は、放流後約1年で64.4～65.6%、放流後約2年で51%と推定されている。⁸⁾北海道宗谷海域においては、平均体長29.4mmの放流群の残留率は、放流後約1年で46.7%、放流後約2年で47.0%であった。⁹⁾今回本研究で推定した生残率は、有明海湾奥部の過酷な環境もさる

ことながら、放流時の体長が小さかったこともあり、これらの結果より低い値を示したが、放流1年後と2年後の生残率がほぼ同じという見解は一致した。以上のことから、有明海でナマコを放流する場合、体長30mmサイズ以上の稚ナマコを放流するか、あるいは、冬季に体長20mmサイズを放流するか（梅雨時期までに体長30mm以上に成長するので）が最低条件になると考える。

放流した体長20mmの稚ナマコ（体重約0.5g）は、1年で約70倍の平均体重35.1gに、2年で約240倍の平均体重121.4gに成長すると推定された（図4）。他の例をみると、福岡県豊前海では、体長30mmの稚ナマコを放流すると、約1年で体長120mm～220mm（本文中の体長体重の関係式で換算すると体重40.4g～212.9g。）に成長する⁸⁾と報告がある。また、有明海湾奥部にあたる佐賀県大浦浜地先では、体長30mmの稚ナマコを放流すると、放流11～16ヶ月後に体重170～200gに成長したと報告がある。¹⁰⁾長崎県大村湾では、7月に体長26mmで放流し、9ヶ月後に最大で体重50gの個体が確認されている。¹¹⁾以上のことから、本研究で得られた有明海湾奥部のナマコの成長は、過酷な環境条件にもかかわらず、北部九州の他海区の事例と比べ、同等かやや低い程度であると考えられた。

また、本研究では、放流した個体のGSIが増加することを確認し、放流した個体の性的に成熟することが示唆された。また、その変化から有明海湾奥部では成熟期は3～5月で、盛期は4月中旬と考えられた。成熟期のGSIは豊前海で20.1、¹²⁾あるいは14.8、¹³⁾愛知県で13.25、⁶⁾北海道で7.514が記録されている。本研究で確認されたGSIの最大値は10.41で、豊前海や愛知県より低いが、北海道より高かった。産卵期をみると、福岡県豊前海海域では4～6月（盛期は5月下旬～6月下旬）、¹²⁾長崎県大村湾では3月上旬～5月下旬（盛期は4月）¹⁵⁾とされており、有明海湾奥部での産卵期は、豊前海よりも大村湾に近いと考えられた。ナマコは受精から稚ナマコに変態するまでに約3週間を要し、¹⁶⁾人工飼育下では通常2～3ヶ月で平均体長が6mmに成長すると言われている。¹⁷⁾このことから、有明海湾奥部で低塩分が起りやすい6～7月は、その年生まれの稚ナマコは、体長が6mmに満たない大きさであると考えられる。しかし、この時点でナマコはまだ低塩分耐性を獲得していないため、今回観測されたような、6～7月の低塩分に遭遇すれば、斃死する可能性が非常に高いことから、再生産は難しいと考えられる。このことから、三池島周辺でナマコの放流を行った場合、一代取り切り型になると考えられる。

文 献

- 1) 松本昌大, 杉野浩二郎: 有明海におけるマナマコの低塩分耐性. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2011; **21**: 67-71.
- 2) 松本昌大, 杉野浩二郎: 有明海漁場再生対策事業(4) 人工島周辺漁場開発実証事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2011; 平成21年度: 217-221.
- 3) 松本昌大, 杉野浩二郎: 有明海漁場再生対策事業(4) 人工島周辺漁場開発実証事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2012; 平成22年度: 225-231.
- 4) 佐野二郎: MS-Excell を用いた年齢組成推定手法. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2004; **14**: 77-86.
- 5) 佐藤正典, 田北徹: 有明海の生物相と環境, 「有明海の生きものたち」(佐藤正典編), 海游舎, 東京. 2000; 10-36.
- 6) 崔相: なまこの研究, 海文堂, 東京. 1963
- 7) 瀧口克己, 小林信: マナマコ *Stichopus Japonicus* SELENKA の生理・生態について - I - 成長段階別の塩分変化抵抗性および稚ナマコ期の摂餌量 -. 福岡県豊前水産試験場研究業務報告 1986; 昭和59年度: 53-58.
- 8) 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. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1996; **5**: 9-14.
- 9) 中島幹二, 坂東忠男, 吉村圭三, 瀧谷明朗: 宗谷海域におけるマナマコ人工種苗放流サイズの検討. 北水試 2004; **67**: 97-104.
- 10) 真崎邦彦, 山浦啓治, 青戸泉, 大隈斉, 金丸彦一郎, 伊東義信: 人工礁へ放流したマナマコ種苗の移動, 分散及び成長. 水産増殖 2007; **55(3)**: 355-366.
- 11) 光永直樹, 松村靖治: サイズ別に放流した人工稚ナマコの成長と生残. 長崎県水産試験場研究報告 2004; **30**: 7-13.
- 12) 石田雅俊: マナマコの種苗生産. 栽培漁業技術開発研究 1979; **8(1)**: 63-75.
- 13) 中村優太, 中川浩一: 有明海漁業振興技術開発事業 - 放流マナマコの種苗生産 -. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2012; 平成22年度: 283-291.
- 14) 高谷義幸, 川真田憲治: マナマコ (*Stichopus japonicus*) の生殖巣発達段階の簡易判定基準. 北海道水産試験場研究報告 1996; **49**: 23-26.
- 15) 酒井克己, 小川七郎, 池田修二: 大村湾におけるマナマコの天然採苗. 栽培漁業技術開発研究 1980; **9(1)**: 1-20.
- 16) 武田正倫: 棘皮動物, 「水産無脊椎動物II」(奥谷喬二編), 恒星社厚生閣, 東京. 1994; 329-339.
- 17) 酒井勇一: 種苗生産と栽培漁業, 「ナマコ学 - 生物・産業・文化 -」(高橋明義, 奥村誠一編), 成山堂書店, 東京. 2012; 101-114

