

4. ナマコ資源増大推進事業費（経常研究費）

4. 1 放流技術開発事業

担当者 調査研究部 赤池 章一・吉田 秀嗣
 協力機関 ひやま漁業協同組合, 奥尻潜水部会,
 奥尻町, 奥尻地区水産技術普及指導所,
 檜山振興局, 北海道水産林務部

(1) 目的

近年、漁獲量が増加し資源減少が懸念されるマナマコ（以下、「ナマコ」）資源の維持・増大を図るため、特に天然ナマコの初期生態や好適な成育環境を明らかにする。さらに、人工種苗の漁場への放流により、種苗の生残や分布、成長の推移、それらに影響を及ぼす要因を把握するとともに、最終的にどの程度漁獲に結びつくかを明らかにする。なお、本研究は平成19年度から北海道水産林務部が開始した「ナマコ資源増大推進事業」の一環として実施している。

(2) 経過の概要

ア 天然ナマコ分布調査

勘太浜漁港周辺で海岸線付近（水深約2m）から沖側に向かって3本の調査ライン（L-1, L-2, L-3）を設定し、水深約2, 5, 10, 15mにおいて、4月26日に潜水者2名が一定時間ナマコを採集した（1人当たり10分間当たりに換算。以下、「フリーサンプリング」と称す）（表1, 図1）。ただし、今年度はL-2の10m及び15mでは調査を行わなかった。

イ 放流追跡調査

(ア) 平成20年放流群

平成20年6月17日に、勘太浜漁港北側の水深約5mの放流区に放流した種苗（平均体長15.9mm, 96, 300

個体）について、放流区内（10m×10m、放流区内は岩盤、回りは転石帯）及び放流区中心から東西南北方向に10, 20, 30, 40mの定点において、エアリフト式吸引サンプラー及び徒手によりナマコ種苗を採集し、密度や大きさを計測した。本年の調査は、放流1年11カ月後（5月18日）、2年2カ月後（8月18日）、2年5カ月後（11月25日）に実施した（表1）。ナマコ種苗は、1㎡の方形枠を用い、放流区内は4枠、放流区中心から10mは各3枠、20m～40mは各4枠採集した。

(イ) 平成21年放流群

平成21年6月16日に、勘太浜漁港北側の水深約3.5mに設定した放流区内（沖側5m×岸沿い8m、転石帯）に放流した種苗（平均体長17.7mm（ふるい7厘（2.1mm）落ち2,497個体分を除く）、40,038個体）について、放流区内及び放流区中心から東西南北方向に10, 20, 30, 40m定点において、エアリフト式吸引サンプラー及び徒手によりナマコ種苗を採集し、密度や大きさを計測した。本年の調査は、放流10カ月後（4月26日）、1年1カ月後（7月21日）、1年4カ月後

表1 平成22年度調査実施概要

月日	天然ナマコ分布調査	H20年放流群放流追跡調査	H21年放流群放流追跡調査	H22年放流群放流追跡調査
4月26日	勘太浜漁港周辺		放流10カ月後	
5月18日		放流1年11カ月後		
6月14日				事前調査
6月15日				種苗放流
6月16日				放流1日後
6月21日				放流1週間後
7月5日				放流3週間後
7月20日			放流1カ月後	放流1カ月後
8月17日				放流2カ月後
8月18日		放流2年2カ月後		
9月14日				放流3カ月後
10月12日			放流1年4カ月後	
11月25日		放流2年5カ月後		放流5カ月後

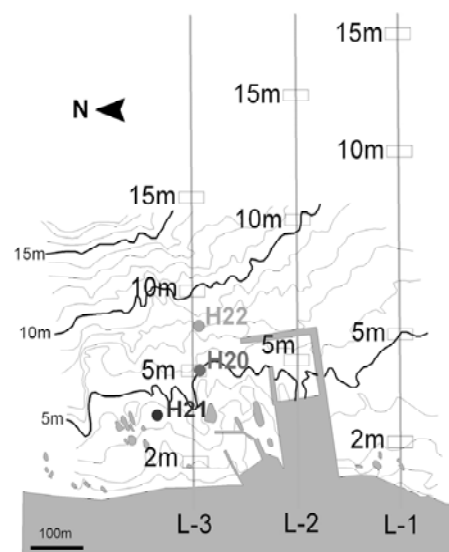


図1 天然ナマコ調査位置（四角）及びナマコ種苗放流位置

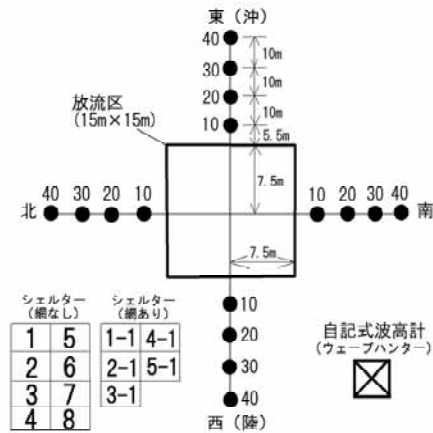


図2 放流区及び放流追跡調査地点位置図

(10月12日)に実施した(表1)。ナマコ種苗は、1㎡の方形枠を用い、放流区内は4枠、放流区中心から10mは各3枠、20m～40mは各1枠採集した。

放流区近傍には、カキ殻を網に包んだシェルターを10ユニット設置した。漁網でカキ殻を包んだもの(25×45×10cm)の両側に石を包んだもの2個を固定して1ユニットとした。各ユニットのカキ殻シェルターには、平均体長28.5mmのナマコ種苗を100個体ずつ放流し、平成21年度の放流以降、調査時ごとにシェルター内に付着したナマコ種苗を計数し、大きさを計測した。平成22年度は最後に残ったシェルターを放流10カ月後(4月26日)に調べた。

(ウ) 平成22年放流群

a 事前及び動植物分布調査

勘太浜漁港北側の水深約8mの放流予定区及びその周辺の40mの範囲で、6月14日にナマコ種苗放流前の動植物の分布調査を実施した(図2)。放流予定区(15m×15m、転石帯)内及び放流区中心から東西南北方向に10、20、30、40m定点において、方形枠(動物1㎡、海藻(草)1/4㎡)を用いて、放流区は3枠、他は1枠ずつ計19枠採集した。

b 放流追跡調査

(a) 放流区の設定

平成22年6月15日に、勘太浜漁港北側の水深約8mに設定した放流区(15m×15m)内に、平均体長11.4mmのナマコ種苗246,468個体放流した(表1、図1)。

放流区近傍の海底に13個のシェルターを設置し、そ

れぞれに100個体、計1,300個体(平均体長11.6mm)のナマコ種苗を放流した。シェルターは50mm目合いの漁網に石を詰めもの(25×45×10cm)8個(株式会社海洋探査製「石詰め礁」と、その上からさらに収穫ネット袋(目合い1mm×2mm)で包んだもの5個を設置した(図2)。シェルターを収穫ネットで包むことにより、シェルターからのナマコ種苗の移出と外敵の侵入による死亡を防ぎ、それ以外の要因による特に放流初期のナマコ種苗の減耗を評価することを意図した。

(b) 放流後の追跡調査

平成20年、21年放流群と同様に、エアリフト式吸引サンプラー及び徒手によりナマコ種苗を回収し、計数、写真撮影後、放流区に再放流した。6月16日(放流1日後)、6月21日(1週間後)、7月5日(3週間後)、7月20日(1カ月後)、8月17日(2カ月後)、9月14日(3カ月後)、11月25日(5カ月後)に調査を実施した(表1)。

撮影した写真から体長、体幅を計測し、標準体長(北海道日本海産マナモコの推定麻醉体長 Le 、山名他、2011)を以下の式で算出した。

$$Le = 2.17 \times (L \times B)^{1/2}$$

ここで、 Le は標準体長(mm)、 L はナマコが自由に伸縮している状態の体長(mm)、 B は同じ時の体幅(mm)を示す。

シェルターは、放流1日後から調査時ごとに収穫ネット袋に包んでいないもの(シェルター網ありNo.1～8、図2)と包んだもの(シェルター網なしNo.1-1～5-1、図2)を1個ずつ引き上げ(ネット袋に包んだものは2カ月後まで)、ナマコ種苗を計数、写真撮影後、標準体長を計測した。

(c) 海洋環境

6月から11月にかけて放流区を中心に自記式水温・塩分計(JFEアレック株式会社製Compact-CT)及び流速計(JFEアレック株式会社製Compact-EM)を設置し、水温、塩分、流向、流速を計測した。また、放流区近傍に自記式波高計(アイオーテック社製WAVE HUNTER WH-403)を設置し、波高を計測した。

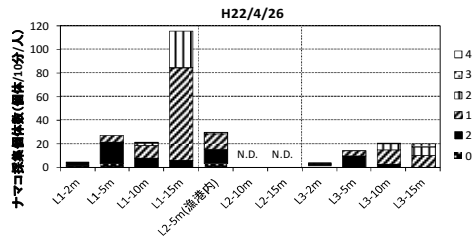


図3 ダイバー1人 10分間当たりの天然ナマコ採集個体数

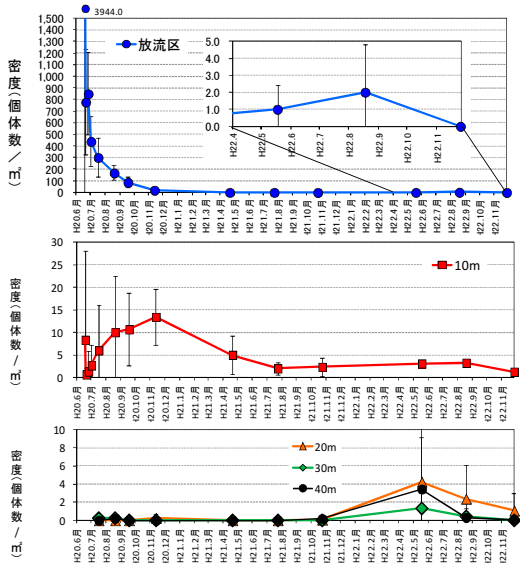


図4 放流区(上), 放流区中心から10m地点(中), 20~40m地点(下)におけるナマコ種苗密度の推移(平均値±標準偏差)(平成20年放流群)

(3) 得られた結果

ア 天然ナマコ分布調査

フリーサンプリングによる採集では、L-1の15mにおいて、100g以上の個体が96%を占め、相対的に大型のナマコが多数採集された(図3)。L-1の5~10m, L-3の5~15mではダイバー1人当たり10分間当たり約20個体採集され、昨年の同時期と同程度の個体数が採集された。

イ 放流追跡調査

(ア) 平成20年放流群

放流区でのナマコ密度は、放流1年11ヵ月後(5月18日)から2年5ヵ月後(11月25日)にかけて、0~2個体/m²の範囲で推移した(図4)。

放流区中心から10m地点では、放流1年1ヵ月後(平成21年7月23日)以降2~3個体/m²で推移していた

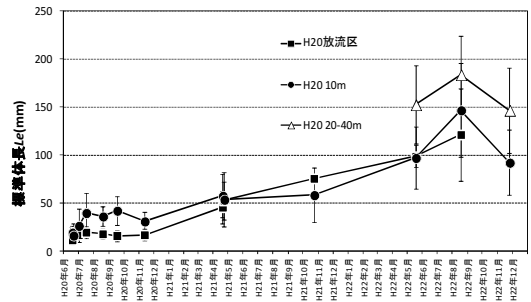


図5 放流区, 放流区中心から10m地点, 20~40m地点におけるナマコ標準体長Leの推移(平均値±標準偏差)(平成20年放流群)

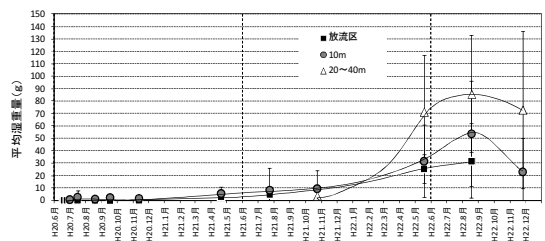


図6 放流区, 放流区中心から10m地点, 20~40m地点におけるナマコ平均湿重量の推移(平均値±標準偏差)(平成20年放流群)

が2年5ヵ月後(11月25日)にはやや減少し、1.3個体/m²となった(図4)。

一方、放流区中心から20m~40mの範囲では、放流1年11ヵ月後(5月18日)にはいずれも密度が高く、1.3~4.3個体/m²となったが、その後徐々に減少した(図4)。

採集されたナマコ種苗の標準体長Leの推移を、図5に示した。標準体長は、放流1年11ヵ月後(5月18日)には放流区及び放流区中心から10m地点ではそれぞれ98.8mm, 97.4mmであったが、2年2ヵ月後(8月18日)にはそれぞれ121.3mm, 147.0mmと大きくなった。2年5ヵ月後(11月25日)には放流区ではナマコが採集されなかったが、10m地点では92.5mmと小さくなった。今年度から20~40m地点でもナマコが採集されたが、放流1年11ヵ月後から2年2ヵ月後にかけて152.7mmから183.9mmへと大きくなったが、2年5ヵ月後には145.8mmと小さくなった。

採集されたナマコ種苗の平均湿重量の推移を、図6に示した。平均湿重量も標準体長Leと同様の推移を示し、放流1年11ヵ月後から2年2ヵ月後にかけて、放流区では25.5gから31.9gへと、10m地点では31.8gから53.9gへと、20~40m地点では71.6gから85.9

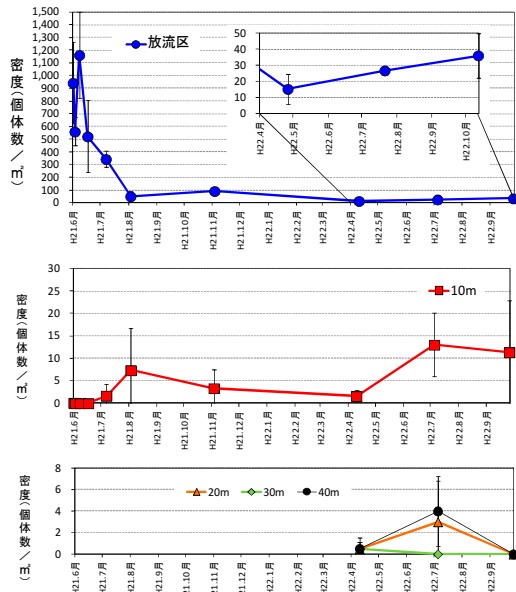


図7 放流区(上), 放流区中心から10m地点(中), 20~40m地点(下)におけるナマコ種苗密度の推移(平均値±標準偏差)(平成21年放流群)

gへと増加したが、2年5カ月後には10m地点では23.2gへと、20~40m地点では73.1gへと減少した。

(イ) 平成21年放流群

放流区内のナマコ種苗の平均密度は、放流5カ月後(平成21年11月19日)の93.3個体/m²から、放流10カ月後(4月26日)には15.3個体/m²と減少したが、1年1カ月後(7月21日)に26.7個体/m²、1年4カ月後(10月12日)に36.0個体/m²と若干増加した(図7)。

放流区中心から10m地点では、放流1年1カ月後(7月21日)に13.0個体/m²、1年4カ月後(10月12日)に11.3個体/m²と増加した(図7)。

放流区中心から20m~40mの範囲では、放流1年1カ月後(7月21日)に20mで3.3個体/m²、40mで4.0個体/m²と増加したが、1年4カ月にはいずれも減少した(図7)。

採集されたナマコ種苗の標準体長 *Le* の推移を、図8に示した。標準体長は、放流10カ月後(4月26日)から1年1カ月後(7月21日)にかけて、放流区では47.9mmから48.7mmへ、放流区中心から10m地点では66.4mmから88.1mmと大きくなったが、1年4カ月後(10月12日)にはそれぞれ39.9mm、60.7mmと小さく

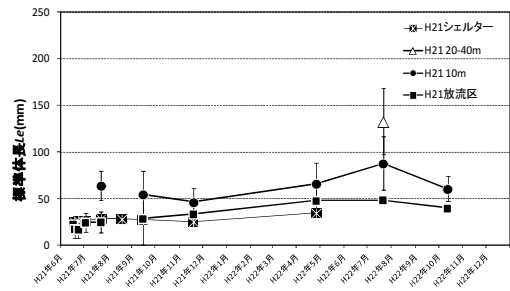


図8 放流区, 放流区中心から10m地点, 20~40m地点におけるナマコ標準体長 *Le* の推移(平均値±標準偏差)(平成21年放流群)

なった。放流1年1カ月後には、放流区中心から20m~40m地点で採集された個体は平均132.8mmと、放流区及び10m地点より相対的に大きかった。

(ウ) 平成22年放流群

a 事前及び動植物分布調査

事前調査における調査地点全体の動物現存量平均値は313.0g/m²で、うちキタムラサキウニが61.2%を占めた。天然のマナマコは、19枠中10枠で12個体採集された(うち1個体は赤色型で370.9g, 他は青色型で4.3~166.3gの範囲で平均80.6g)。

海藻現存量平均値は15.9g/m²で、うちケウルシグサが75.8%を占めた。その他の海藻は、ハネソゾ、フクロノリ、ツノマタ、クロガシラ類が採集された。

動物現存量は、放流1週間後(6月21日)までやや変動が見られたが、その後200g/m²前後で推移した(図9)。海藻現存量は、放流3週間後(7月5日)まで1.1~62.4g/m²分布したが、その後はほとんど出現しなかった(図10)。

b 放流追跡調査

(a) 種苗放流

ナマコ種苗放流時の天候はくもり、水温15℃、流速約3cm/s、流向東南東で、平成20年、21年同様非常に静穏な海況であった。放流区(15m×15m)はロープで囲い、さらに16区画に分けて、ビニール袋に入れたナマコ種苗を1区画に4袋ずつ、なるべく密度にばらつきのないようダイバーが静かに海底に放流した。

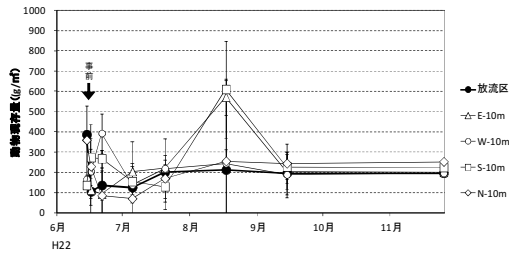


図9 H22年放流区及び放流区中心から10m地点における動物現存量の推移(平均値±標準偏差)

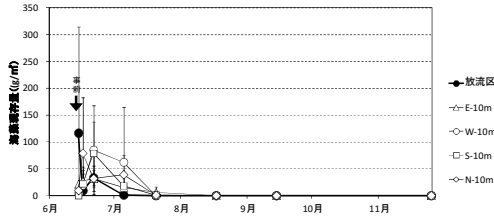


図10 H22年放流区及び放流区中心から10m地点における海藻現存量の推移(平均値±標準偏差)

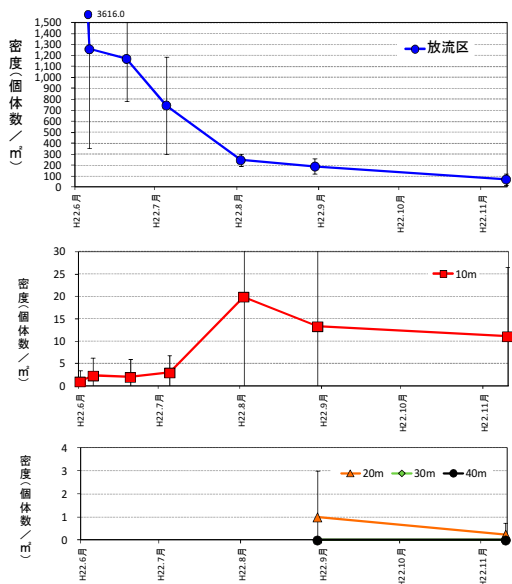


図11 放流区(上), 放流区中心から10m地点(中), 20~40m地点(下)におけるナマコ種苗密度の推移(平均値±標準偏差)(平成22年放流群)

(b) 放流後の追跡調査

放流時の放流区内のナマコ種苗密度は、1095.4 個体/m²に設定したが、調査で得られた密度は、放流1日後(6月16日)には3,616 個体/m²、1週間後(6月21日)には1,260 個体/m²、3週間後(7月5日)には1,172 個体/m²と、設定した密度より高かった(図11)。しかし、放流1カ月後(7月20日)には746 個体/m²(放

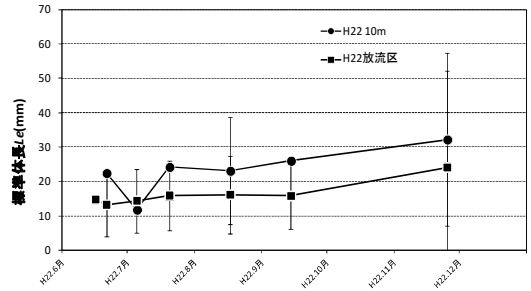


図12 放流区及び放流区中心から10m地点におけるナマコ標準体長 Le の推移(平均値±標準偏差)(平成22年放流群)

流密度の68.1%), 2カ月後(8月17日)には246 個体/m²(22.5%)と大きく減少し、平成20年放流群、平成21年放流群の同じ時期の密度と、ほとんど変わらなくなった(それぞれ放流密度の31.4%, 34.5%)。その後、3カ月後(9月15日)には189 個体/m²(17.3%), 5カ月後(11月19日)には70 個体/m²(6.4%)とさらに減少した。

放流区中心から10m地点では、放流1カ月後(7月20日)までは1.0~3.0 個体/m²の範囲にあったが、放流2カ月後(8月17日)には19.9 個体/m²と増加し、その後3カ月後(9月15日)には13.3 個体/m²、5カ月後(11月19日)には11.1 個体/m²と減少した(図11)。

採集されたナマコ種苗の標準体長 Le の推移を、図12に示した。放流区のナマコの標準体長は放流時の11.4mmから徐々に大きくなり、放流5カ月後(11月19日)には24.1mmとなった。放流区中心から10m地点では放流1週間後(6月21日)からナマコ種苗が採集され22.4mmであったが、5カ月後には32.2mmと大きくなった。

シェルターに放流したナマコ種苗の回収個体数の推移を、図13に示した。シェルターへは、各100 個体放流したうち、放流1日後(6月16日)から3カ月後(9月15日)までは32~59 個体の範囲で推移し、比較的安定した推移を示したが、5カ月後(11月19日)には3 個体と大きく減少した。

一方、収穫ネット袋で包んだシェルターでは、放流1日後から放流2カ月後まで81~96 個体の範囲で推移し、比較的安定していた。このことから、放流2カ月後までのナマコ種苗の移出や食害以外の要因による死亡は2割以下であることが示唆された。

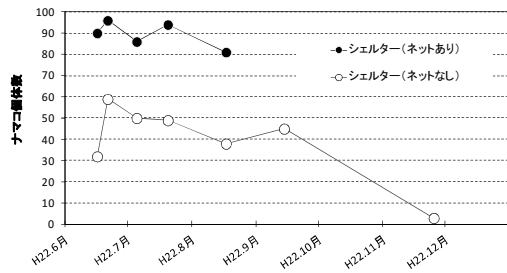


図 13 シェルターに放流したナマコ種苗回収個体数の推移 (H22 年放流群)

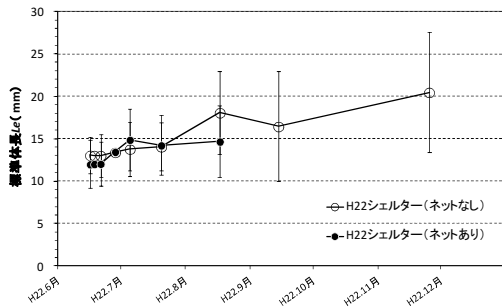


図 14 シェルターに放流したナマコ種苗の標準体長 L_e の推移 (H22 年放流群)

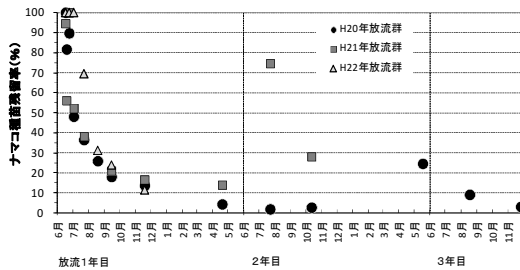


図 15 ナマコ種苗推定残留率の推移

シェルターに放流したナマコ種苗の標準体長 L_e の推移を、図 14 に示した。収穫ネットに包んだものでは、放流 1 日後 (6 月 16 日) から 2 カ月後 (8 月 17 日) にかけて、12.0~14.7mm の範囲で推移した。一方、収穫ネットに包んでいないものは、放流 1 カ月後まで 13.0~14.04mm の範囲で推移し、大きさに違いはなかったが、その後放流 5 カ月後 (11 月 19 日) にかけて大きくなり 20.5mm となった。しかし、同時期の放流区では 24.1mm, 10m 地点で 32.2mm, 20~40m 地点で 28.3mm あり、シェルターに残留している個体は相対的に小型であった。

ナマコ種苗の推定残留率 (Σ (ナマコ種苗密度 \times 調査区面積) $\times 100 /$ 放流種苗総数) の推移を、放流年毎に図 15 に示した。放流 1 カ月後 (放流 1 年目 7 月) ま

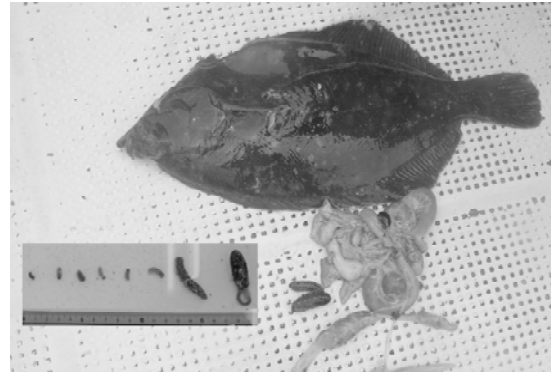


図 16 マコガレイと胃中から見つかったナマコ種苗 (平成 22 年 6 月 21 日)

での残留率は、平成 22 年放流群で 69.4%と、平成 20 年放流群の 36.4%, 平成 21 年群放流群の 38.1%より高かったが、その後は 5 カ月後 (放流 1 年目 11 月) まで各放流群は類似した傾向で減少した。平成 20 年放流群では放流 1 年 11 カ月後 (放流 2 年目 5 月) に、平成 21 年放流群では放流 1 年 1 カ月後 (放流 2 年目 7 月) に推定残留率の値が高くなったが、これはナマコ種苗が放流区から移動、拡散し、放流区周辺での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。いずれの放流群も、その後は再び残留率が減少傾向を示している。

平成 22 年の放流においては、放流 1 週間後の放流区内で採集したマコガレイ (*Pleuronectes yokohamae*) の 2 個体中 1 個体の消化管内から、8 個体のまだ生きているナマコ種苗を回収した (図 16)。ナマコ種苗を捕食していたマコガレイは全長 42.4cm, 内蔵除去重量 967.3g で、捕食していなかった個体は全長 31.3cm であった。ナマコ種苗は、標準体長が平均 20.9 (範囲 8.4~46.9) mm, 推定湿重量が 0.62 (0.02~2.72) g であった。放流 3 週間後にもマコガレイを 1 個体採集したが (全長 38.6cm), ナマコは捕食していなかった。マコガレイがナマコ以外に主に捕食していたのはカサガイ類 (ユキノカサガイ科 Lottiidae) であった。

(c) 海洋環境

放流区 (水深約 8 m) における 6 月 16 日から 11 月 10 日までの水温、塩分の推移を、図 17 に示した。水温は 11.8~26.9°C, 塩分は 12.2~34.2psu の範囲で推移した。

放流区における 6 月 14 日から 9 月 12 日までの流速の推移を図 18 に、波向の出現頻度を図 19 に示した。調査期間中の平均流速は 3.1cm/s で 0~19cm/s の範囲

で推移した。流向は東南東方向が最も多く、次いで東、南東方向であった。

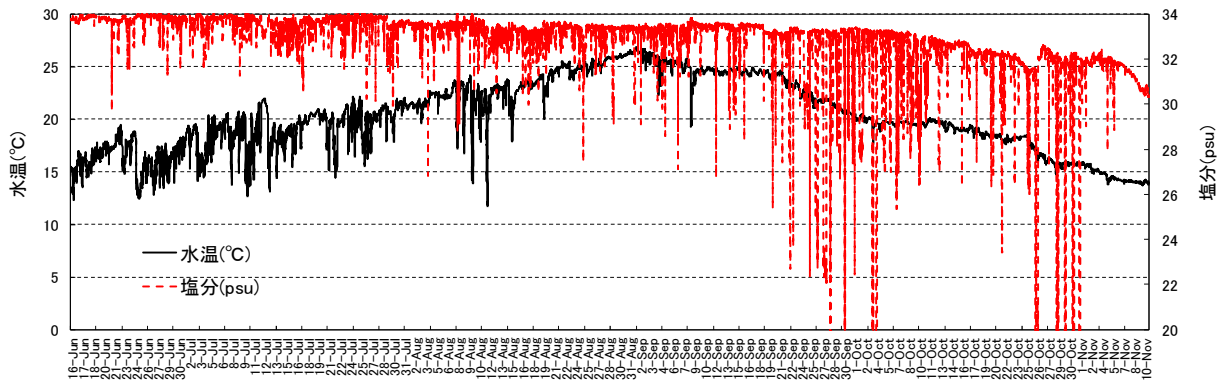


図 17 H22 年放流区における水温・塩分の推移

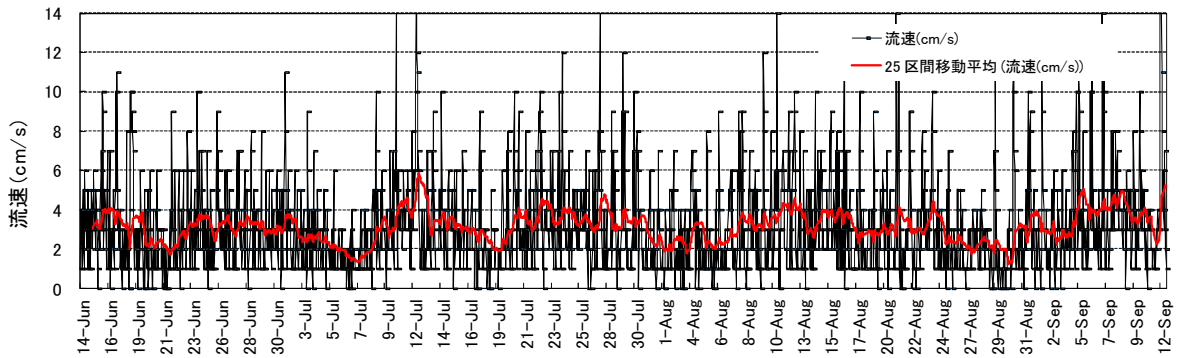


図 18 H22 年放流区における流速の推移

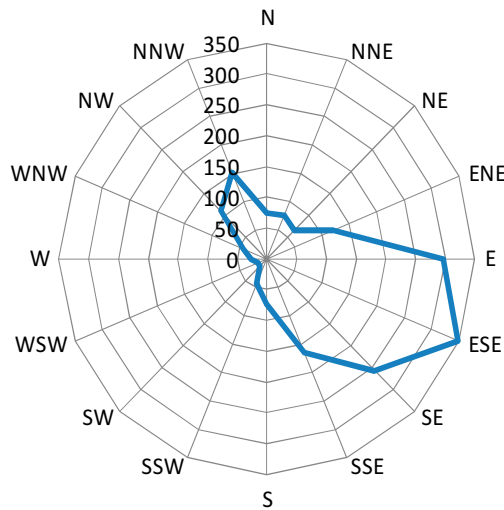


図 19 H22 年放流区における流向の出現頻度 (%) (6月～9月)