

# 資源管理方策の数理モデルを中心とする評価技法に関する研究

松尾みどり\*・工藤敏博\*・吉田達・小谷健二

## 目 的

陸奥湾では、マナマコの漁獲が急増し始めた平成 15 年頃から資源管理への取り組みが本格化し、当研究所でも資源量推定技術の開発等の研究を進めてきた。それら研究の一環として平成 17 年から毎年、本研究の対象漁場でマナマコを潜水採取し、面積密度法で資源量を求めてきた。

一方、(独)水産総合研究センター中央水産研究所は、「資源管理方策の数理モデルを中心とする評価技法に関する研究」のうち「社会・経済的側面を含めた管理方策評価モデルの開発」として、陸奥湾を対象とした資源管理方策評価モデルの開発に取り組んでいる。このための情報収集として、当研究所は、対象漁場でマナマコの重量別資源構成・成熟度等に関するデータを収集および解析し、提供した。

## 材料と方法

対象漁場は密漁防止や資源管理上の問題があるため公表できないが、陸奥湾の水深 5~15m にあり、海底の基質がほぼ礫や転石で占められ、その総面積が 841.5ha の場所である。

調査時期は、平成 21 年度調査として平成 22 年 4 月 27 日および 5 月 10 日に、平成 22 年度調査として平成 23 年 1 月 26 日および 27 日にそれぞれ実施した。

調査地点は、対象漁場内の水深 7.5m ライン、10m ラインおよび 13m ラインに各 6 地点の計 18 地点を設定し、1 地点の調査面積を 20m<sup>2</sup>とした。

調査方法は、潜水調査を実施し、調査面積内に生息するマナマコを徒手採取するとともに、海底を写真撮影した。採取したマナマコは、陸上にて体重(消化管内容物および体腔液を含む)を測定し、そこから各地点における 1m<sup>2</sup>あたりの平均重量(g/m<sup>2</sup>)を求めた。これをもとに漁場全体における 1m<sup>2</sup>あたりの平均重量を算出し、漁場全体の平均重量と漁場面積から資源量を推定した。また、陸奥湾のマナマコにおいて、1~5 歳の年齢(x)と体重(W)の関係が  $W = 62.4x - 40.7$  で示されている<sup>1, 2)</sup>ことから、この式を用いて各個体の年齢を推定し、各年度における年齢別個体数を求め、年齢ごとの合計重量も算出した。平成 20 年度以前については、平成 17 年度は「マナマコ資源の培養による豊かな海の里づくり試験」、平成 18 年度は「マナマコ資源の培養による清らかな海の里づくり試験」、平成 19~20 年度は「乾燥マナマコ輸出のための計画的生産技術の開発」の一環として、上記と同じ方法で実施した調査のデータを利用した。なお、平成 20 年度の 1 地点において、設定面積を超える 24m<sup>2</sup>で調査した。しかし、超過面積分に相当する個体数が当該年度の総採取個体数の 1%だったことから、データ全体に与える影響が少ないと判断し、超過分を含めて当該年度のデータとした。

平成 21 年度調査ではマナマコの繁殖期直前であったため、体重測定後に 53 個体を抽出して解剖し、生殖巣をとりだした。得られた生殖巣の色から雌雄を目視判別し、各個体の生殖巣重量を測定した。

## 結 果

潜水調査の結果から、平成 17 年度以降に、礫や転石の間の空隙が埋没する等マナマコの生息場所が消失または著しく減少した地点はなかった。また、海底に生育する海藻類の種類や被覆率は多少変化していたものの、マナマコの餌となる付着珪藻類の生育が各年度および各地点で認められた。

平成 21 年度資源量は 656 トン、22 年度資源量は 458 トンと推定された。平成 17 年度から 19 年度および 21 年度から 22

---

\*青森県東青地域県民局地域農林水産部青森地方水産業改良普及所

年度にかけて資源量が減少した。また、22年度は過去6年間のうちで最少だった（図1）。

採取個体における年齢別個体数において、0歳群は大きく増減した（表1）。また、平成18年度および平成19年度の1歳群の個体数は、前年度の0歳群の個体数を上回った。年変動の大きい0歳群を除くと、1歳群の割合が最も大きかった。しかし、資源量との相関が有意に高かったのは、2歳群および3歳群だった（表1、図2）。

年齢群別合計重量（図3）についても、2歳群（ $r = 0.948$ ， $p < 0.01$ ）、3歳群（ $r = 0.909$ ， $p < 0.05$ ）および総重量（ $r = 0.947$ ， $p < 0.01$ ）が、資源量との相関が高かった。年齢別合計重量の変動について、平成17年度では、1歳群および2歳群が主群を形成し、18年度にこの2群が減少したことで、1歳群～3歳群で主群を形成した（図3）。平成19年度に2歳群以上が減少したことで、1歳群を最大として、加齢につれて割合が小さくなる構成となった。平成22年度には平成19年度の構成を維持しつつも、5歳以上の群を除き各群が減少した。

解剖に供した53個体（体重53.7g～414.0g）のうち、生殖巣が視認できたマナマコは34個体であった。そのうち雄は18個体、雌は10個体で、6個体は生殖巣の色が薄く、目視では雌雄を判別できなかった。生殖巣が視認できた個体の最小体重は108.2gだった。それより重い個体はほとんどが生殖巣を視認できたが、生殖巣が確実に視認できる個体は体重207.5gからだった（図4）。体重に対する生殖巣重量の割合は0.1%未満～4.1%で、多くが1.5%未満だった（図5）。

平成22年5月10日に採取した雄16個体、雌7個体、雌雄不明5個体の生殖巣を、東北大学大学院生命科学研究所附属浅虫海洋生物学教育研究センター経塚啓一郎准教授が顕微鏡で観察したところ、生殖巣が十分に発達していたのは、雌雄各1個体であった。このことから、ほとんどの生殖巣が未熟だったと判断された。

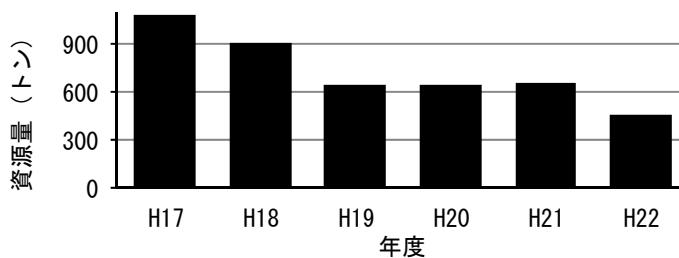


図1 推定資源量

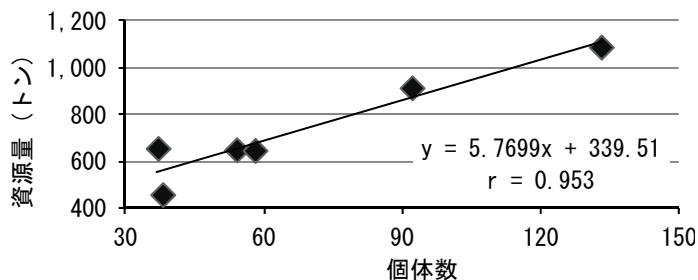


図2 2歳群の個体数と資源量との関係

表1 採取個体における年齢別個体数および資源量との相関係数

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	r
0歳	119	76	410	145	219	301	-0.659 ( $p > 0.05$ )
1歳	324	191	225	206	127	112	+0.809 ( $p > 0.05$ )
2歳	133	92	54	58	37	38	+0.953 ( $p < 0.01$ )
3歳	54	55	25	31	18	19	+0.911 ( $p < 0.05$ )
4歳	15	21	14	15	12	11	+0.634 ( $p > 0.05$ )
5歳以上	5	13	3	7	5	5	+0.360 ( $p > 0.05$ )
計	650	448	731	462	418	486	+0.263 ( $p > 0.05$ )

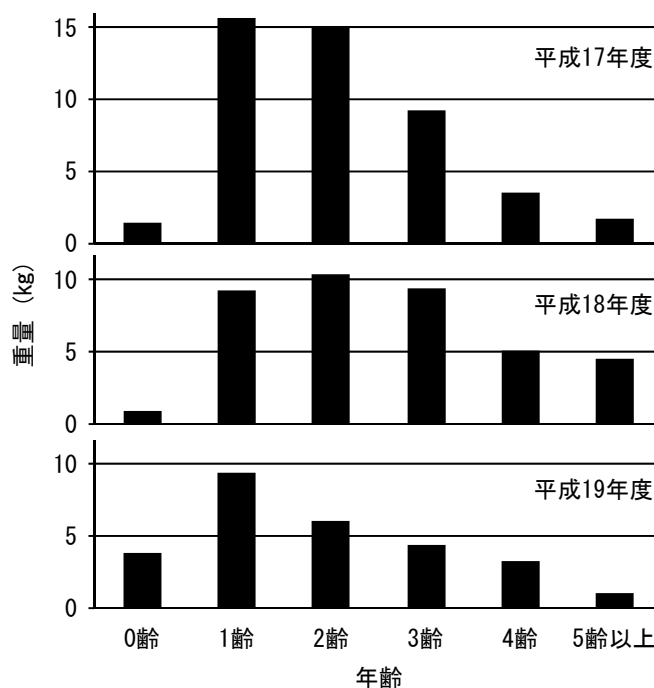


図3-1 採取個体における年齢群別合計重量

## 考 察

資源量推定において、資源量の減少が示された。また、資源量と2齢群および3齢群の個体数および合計重量との相関が高く、これら2群が全体に占める割合も大きかった。これらのことから、2齢群および3齢群の減少が資源量減少の主要因となったと考えられた。

2齢群および3齢群が減少した原因について、環境変化による漁場外への移動、死亡または漁獲の2点が考えられる。環境変化については、潜水調査から、マナモコの生息場所および餌が維持されていると確認されている。一方、平成22年夏の陸奥湾では日平均23℃を超える高水温が連続して観測され、ホタテガイの大量へい死が発生しており<sup>3)</sup>、その他の生物も影響を受けたと推測される。また、マナモコは水温約18℃前後で夏眠する性質を有し<sup>4)</sup>、陸奥湾の他の生物と比べて高水温に幾分強いと考えられる。さらに、当研究所内の陸奥湾から導入したろ過海水を掛け流している水温無調整の室内水槽にて平成19年から飼育しているマナモコ約50個体においては、同時期のへい死は数個体に止まった。これらのことから、高水温は平成22年度の資源量を減少させるほど強い影響を及ぼさなかったと推測された。また、2齢群および3齢群の減少は、環境変化によるものではないと考えられた。

次に、漁獲について、対象漁場の漁獲サイズはおよそ80g以上とされており、2齢の体重が84.1g以上であることにほぼ合致する。また、本研究では体重108.2g以上のマナモコに発達した生殖巣が確認されたが、平成18年に小向ら<sup>5)</sup>が陸奥湾の別地先で調査したデータによると、繁殖期直前の4月における体重31g～797gのマナモコについて、生殖巣の発達が認められるマナモコの最小体重は41g、生殖巣が十分に成熟し、雄と判別できたマナモコの最小体重は87g、同様の雌は130gだった。これから、繁殖期直前に十分成熟した生殖巣を有するマナモコはおよそ2齢以上であると考えられる。以上から、選択的漁獲による2齢以上の群の減少によって漁期翌年の繁殖参加個体数が減少したことで、新規加入量も減少し、これらの蓄積が資源量を減少させたことが示唆された。

なお、新規加入群である0齢の個体数または合計重量は、前年度の繁殖可能な2齢以上の群の合計値との相関が低かった（個体数： $r = -0.122$  ( $P > 0.05$ )、合計重量： $r = 0.138$  ( $P > 0.05$ )）。また、0齢群の個体数が翌年度の1齢群の個体数を下回ることもあったことから、0齢群および1齢群が移出入する可能性は残るものの、0齢群を全量採取できていない可能性が示された。この原因として、徒手採取時に体長数cm以下の0齢は発見しづらいために、転石の裏などに生息する個体を見逃したと推測された。これについて、採取誤差を含めた資源動態の検討またはエアリフト方式（管内を空気が上昇する力を利用して、

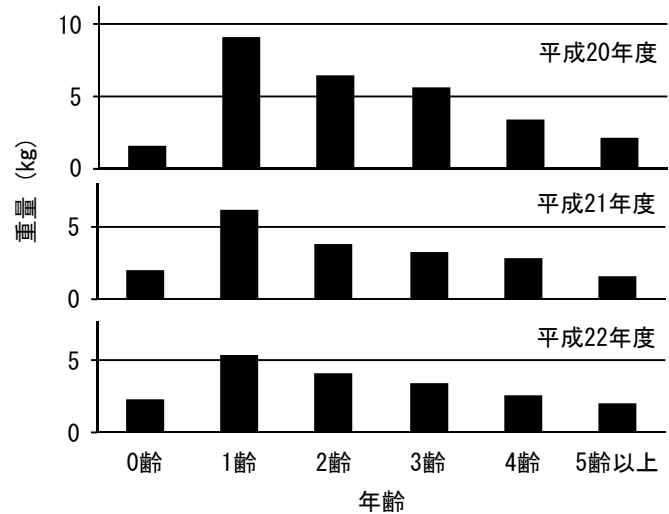


図3-2 採取個体における年齢群別合計重量

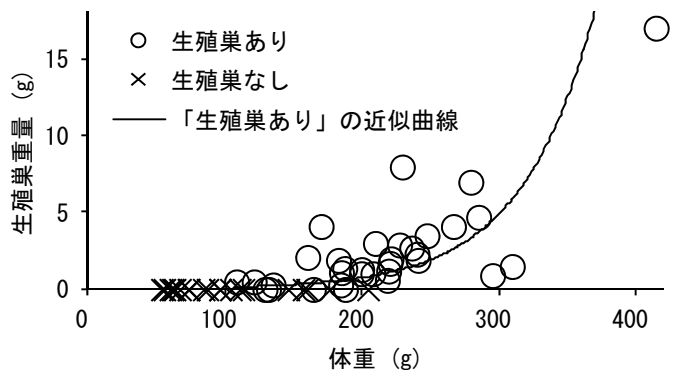


図4 マナモコの体重と生殖巣重量

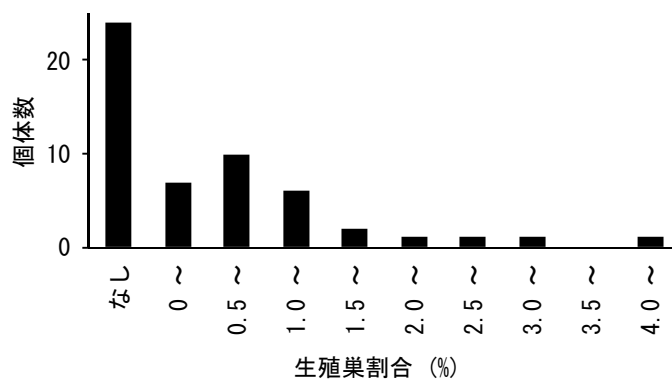


図5 マナモコの生殖巣割合

小型生物等をホースで吸い上げる採取法)の導入等による誤差の縮小を行う必要があると考える。

## 謝 辞

調査実施にあたり、関係漁業協同組合のご理解と職員各位のご協力、並びに青森県下北地域県民局むつ水産事務所のご協力、また、生殖巣の判定についてご助力頂きました東北大学大学院生命科学科附属浅虫海洋生物学教育研究センター経塚啓一郎先生に対しまして深く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 桐原慎二・松尾みどり (2009) 現場で適用可能な簡便な資源量推定手法の開発. 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業乾燥ナマコ輸出のための計画的生産技術の開発平成 20 年度報告書, 16-17.
- 2) 小坂善信・松尾みどり (2010) 現場で適用可能な簡便な資源量推定手法の開発. 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業乾燥ナマコ輸出のための計画的生産技術の開発平成 21 年度報告書 (最終年度), 38-41.
- 3) 小谷健二 (2011) ホタテガイ増養殖安定化推進事業. 平成 22 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産部門事業概要年報, 49-50.
- 4) 崔相 (1963) なまこの研究. 海文堂, 170-180.
- 5) 小向貴志・山田嘉暢・桐原慎二 (2008) ナマコ資源の培養による清らかな海の里づくり試験. 青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 37, 307-312.