

2021年度三重県におけるマナマコの資源評価

竹内泰介

Stock assessment of two color types of Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus* in Mie Prefecture in fiscal 2021

TAISUKE TAKENOUCI

キーワード：マナマコ, 赤ナマコ, 青ナマコ, 黒ナマコ, 資源評価, CPUE

海女・海士漁業, たも掬い漁業

鳥羽市の漁獲量を用いて、マナマコの2タイプである赤ナマコ, 青・黒ナマコについて、資源水準と資源動向を示した。赤ナマコの鳥羽市における2020年の漁獲量は39.3tであることから、資源水準を「低位」、資源動向は「減少」と判断した。青・黒ナマコの鳥羽市における2020年の漁獲量は6.0tであることから、資源水準を「低位」、資源動向は「減少」と判断した。

生態

1 分布・回遊

マナマコ (*Apostichopus japonicus*) は、日本において食用種として市場で取り扱われるナマコ類のほとんどを占める重要魚種である(倉持 2012)。北西太平洋沿岸の浅海域に分布し、北限は樺太、南限は種子島まで見られる(崔 1963; 山名ほか 2011)。マナマコは、その体色の違いによって赤ナマコ, 青ナマコ, 黒ナマコの3タイプがあり(崔・大島 1961; 崔 1963)、三重県内において多くの産地市場では3タイプ別に利用方法や価格が異なるものとして集荷されている。3タイプは分布の傾向が異なり、一般的には赤ナマコは外洋性で岩礁域、青ナマコ及び黒ナマコは内湾性で砂泥域に多いとされる。三重県では、伊勢湾や鳥羽以南の内湾域では青ナマコ及び黒ナマコが、鳥羽以南の外海域では赤ナマコが主に分布する(崔 1963)。マナマコにおける3タイプは、それぞれ分布や生態に差異が認められるが(山名ら 2011)、長らく同種の中の変異とみなされてきた。倉持(2012)は各種の議論をまとめ、赤ナマコを遺伝的に異なる種としてアカナマコ (*A. japonicus*)、青ナマコと黒ナマコをマナマコ (*A. armata*) として分類することを提唱した。さらに、青ナマコと黒ナマコについては、両者の体色は環境条件によって変化する可能性がある種内変異として、同種の個体群と見なすべきだと指摘されている

(Yamada *et al.* 2009)。以上のことから、当論文では、マナマコの資源をタイプに分けて評価することとするが、青ナマコと黒ナマコを一括して青・黒ナマコとして、赤ナマコとは別に評価した。

赤ナマコ, 青ナマコ及び黒ナマコはいずれも高水温期には夏眠することが知られる(浜野ほか 1989)。福岡県における赤ナマコの水温別活動状況は、水温16°C以下が活動期、16–20°Cが夏眠移行期、20°C以上が夏眠期と類別されている(太刀山ほか 1997)。

2 年齢・成長

マナマコの体サイズの測定方法が確立されていないことに加えて、硬組織を持たないことから個体ごとの年齢査定方法が確立されていないため、マナマコの成長に関する情報は今のところ断片的である。崔(1963)は、三重県鳥羽市桃取町において、6月初めに着底したと仮定した青ナマコは満1年で体重が15.5g、満2年で122.4g、満3年で307.1g、満4年で472.5gに達すると報告している。また、飼育下の青ナマコでは同じ環境条件下でも個々の体重差は数十倍に達する(三重県栽培漁業センター 未発表)ことがあり、体重を基にして個体・個体群の成長を判断する際には十分な注意が必要であると考えられる。

3 成熟・産卵

三重県では、赤ナマコは2月から産卵が始まり3月が産卵のピークであると考えられ、青ナマコは赤ナマコより産卵期は遅く3–6月くらいまで比較的長く産卵している可能性がある(三重県栽培漁業センター 未発表)。相模湾西部でのマナマコの産卵は水温14–16°Cで行われている(片山・木下 2013)。

放卵放精型の繁殖様式を持つマナマコの場合、生息密度が

極端に低下した海域では、卵と精子の出会いが減少することによる幼生発生数の減少が発生し、加入の低下が起こる危険性があると指摘されている（五嶋 2012）。

4 被捕食関係

ナマコ類の消化管内には採取された海底の砂粒組成と同じ粒度組成の砂粒とともに珪藻類、海藻片、原生動物、貝類の稚仔、甲殻類及びその脱皮殻等が含まれ、従来は非選択的の堆積物食者と考えられてきたが、近年は、海底の砂泥の中で栄養価が高いものをある程度選択的に取り込んでいる可能性が指摘されている（五嶋 2012）。消化管の通過速度は 2.1 回転/日と見積もられ（崔 1963）、秋から冬には 1 日当たり体重の 20% 程度の砂泥を摂食する（五嶋 2012）。夏季には、夏眠に伴いまったく摂食しなくなるか、または食べても体重の 3% 程度の砂泥を摂食するだけとなる（鶴見 1990）。

小型のマナマコは、ヒトデ類、特にイトマキヒトデにより捕食されるが、体長 40mm 程度になるとイトマキヒトデからの食害が少なくなる（畑中ほか 1994）。また、水槽での飼育下では体長 2cm 程度の青ナマコ及び赤ナマコが殻高 2cm のポウシュウボラにより、1 日で 1 個体捕食されたことが観察されている（松田・竹内 未発表）。

漁業の状況

1 漁業の概要

マナマコに対する漁業の中心は鳥羽市と志摩市で、伊勢湾内及び南伊勢町以南の熊野灘海域では漁獲量は少ない（Fig. 1, 2）。鳥羽-志摩地域におけるマナマコに対する漁法は、たも掬い（へタミ、ヒシ突きを含む）、海女・海士漁業が主体であり、そのほかに刺し網でも混獲される。

マナマコにおける 3 タイプについては、三重県内の大部分の産地市場においてそれぞれ分けられて集荷されている。また、鳥羽市及び志摩市において赤ナマコと、青ナマコ及び黒ナマコでは主体とする漁法が異なる。一例として、鳥羽市、志摩市の 2018 年における漁法別タイプ別の漁獲量を Fig. 3 に示す。漁法別にみると、マナマコ全体では鳥羽市の総漁獲量の 66.0% がたも掬い、24.4% が海女・海士漁業、7.6% が刺し網であった。赤ナマコは総漁獲量の 57.9% がたも掬いで、32.3% が海女・海士漁業、7.1% が刺し網であった。青・黒ナマコは、漁獲量の 96.9% 程度と大部分がたも掬いであった。志摩市では、マナマコ全体の総漁獲量の 32.9% がたも掬い、59.8% が海女・海士漁業、6.5% が刺し網であった。赤ナマコは総漁獲量の 19.8% がたも掬いで、73.8% が海女・海士漁業、5.9% が刺し

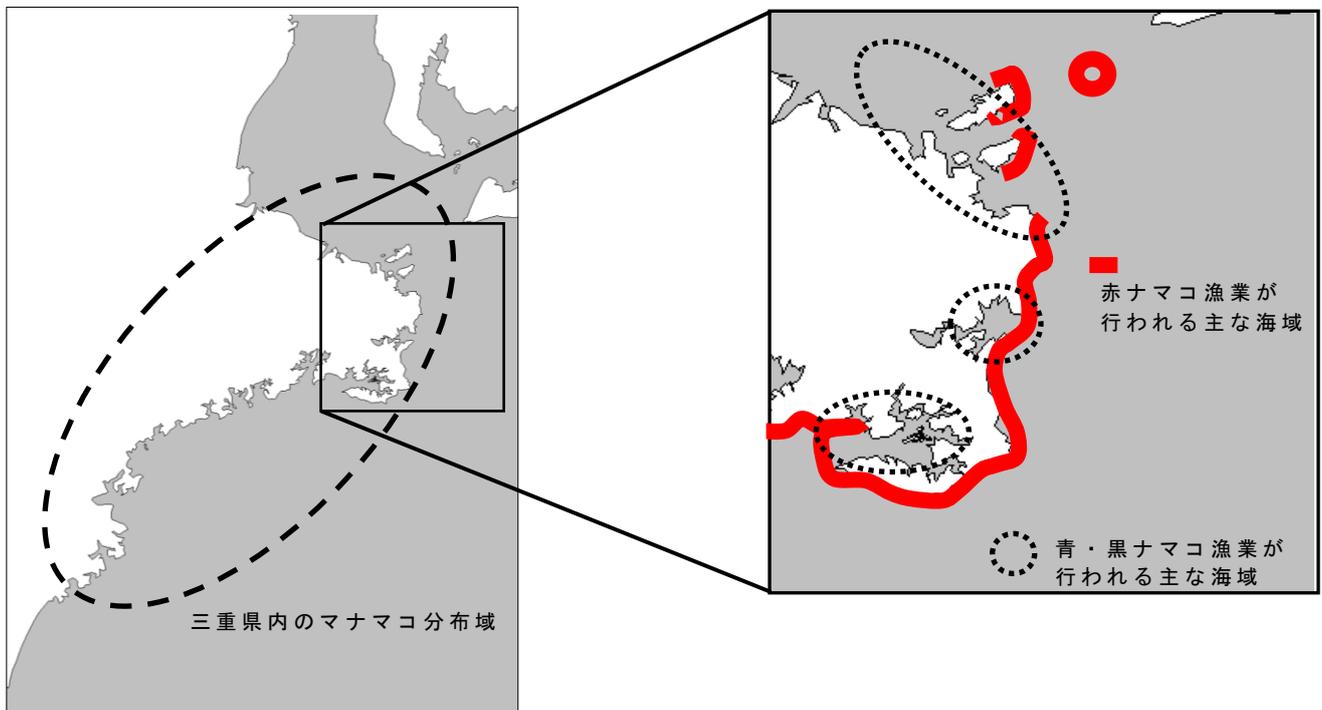


Fig. 1 三重県のマナマコの分布域と、鳥羽市から志摩市における赤ナマコと青・黒ナマコの主な操業海域

網であった。青・黒ナマコでは、鳥羽市と異なり海女・海士漁業が59.2%と最も多かった。

鳥羽市の海女漁業における赤ナマコの主漁期は多くの地先で11-12月末、鳥羽市の内湾域及び志摩市におけるマナコ全般に対する漁業では概ね11-3月である。

伊勢湾内では青ナマコ・黒ナマコが漁獲の中心で(崔 1963)、市町別では、明和町及び伊勢市の漁獲量が多かったが、近年では漁獲量が一層減少している(Fig. 2)。伊勢市のマナマコにおける底曳網漁業の中心地である有滝漁港では、2017年以降の水揚げ伝票ではナマコの記載は見られず、全く漁獲されていないと考えられた。

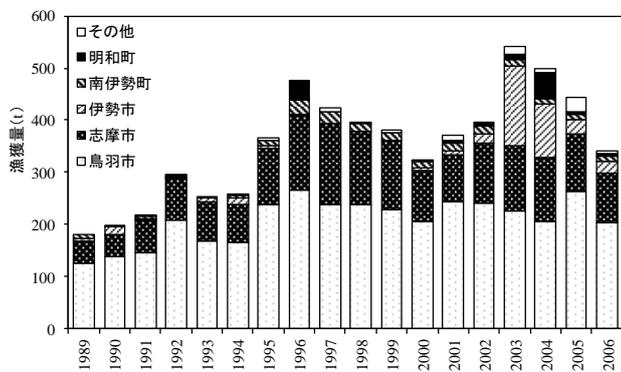


Fig. 2 市町別ナマコ類漁獲量の推移(農林水産統計年報)

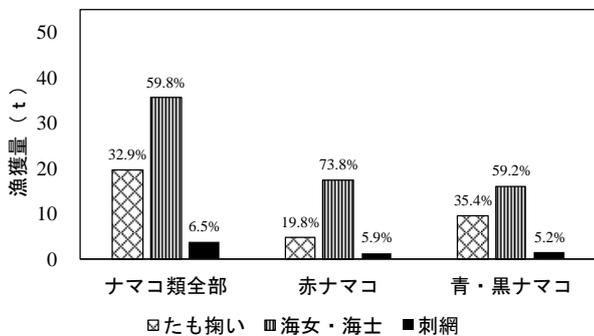
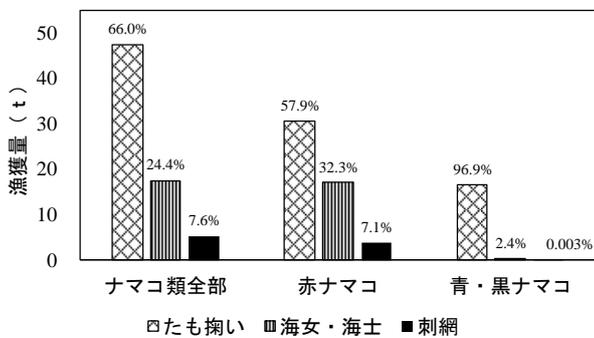


Fig. 3 2018年漁期の鳥羽市(上)、志摩市(下)における種・銘柄別、漁法別の漁獲量(グラフ上の%表示はそれぞれの漁業種類の占める割合を示す)

2 漁獲量の推移

ナマコ類の漁獲量は、2007年以降は農林水産統計年報で集計されていないため、三重県全体の近年の漁獲動向を把握することはできない。農林水産統計年報に基づき1956-2006年のナマコ類の漁獲量についてみると、期間中の最低値は1960年の132t、最高値は1966年の656t、平均漁獲量は297tとなっている(Fig. 4)。なお、統計上におけるナマコ類には、紀北-尾鷲等で行われている沖合底曳網で漁獲される深海性のナマコ類(オキナマコ等)が含まれているが漁獲量は少ないため、統計値でのナマコ類の大部分がマナマコと考えられる。1989-2006年のナマコ類の漁獲量を市町別にみると、鳥羽-志摩が漁獲の中心であり、特に鳥羽市での漁獲が多い(Fig. 2)。

1970-2019年までの鳥羽市と志摩市のマナマコ漁獲量は、2012年以降には鳥羽市及び志摩市で減少し、特に鳥羽市での漁獲量の減少幅が大きい(Fig. 5)。なお、1970-2006年は農林水産統計年報に基づき集計し、鳥羽市の2007年以降、志摩市の2012年以降については、それぞれ鳥羽磯部漁協及び三重外湾漁協の水揚げ伝票に基づいて集計した。

鳥羽市内におけるマナマコの漁獲量をタイプ別に、ナマコの漁期(9月から翌年8月)に基づいて集計すると、赤ナマコは2002年漁期以降には概ね一貫して減少傾向を示した。青・黒ナマコは、2002-2003年漁期にかけて18.4tから63.2tに大きく増加した後2006年漁期まで緩やかに増加傾向を示していたが、その後緩やかに減少した。(Fig. 6)。2002-2003年漁期の増加については、輸出用の干ナマコの需要の増加による黒ナマコの漁獲努力量の増加に伴って漁獲量が増加した可能性がある。また、青・黒ナマコにおける2007-2008年の急減の原因については、資源の減少によるものか、貿易上の問題であるのか、精査する必要がある。

志摩市における2012年漁期以降では、赤ナマコは2012年漁期から一貫して減少傾向を示しており、減少幅は鳥羽市より大きかった。青・黒ナマコは2018年漁期まで比較的安定して推移したが、2018年漁期以降減少する傾向であった(Fig. 7)。鳥羽市、志摩市のいずれも、赤ナマコ、青・黒ナマコは2013-2019年漁期に減少傾向であった。

三重外湾漁協において取引されたマナマコ各タイプの11-3月までの主要漁期の平均単価は、赤ナマコは2012年漁期から800-1,000円程度で推移したが、青ナマコ及び黒ナマコでは2013-2015年漁期に大きく上昇し、その後も上昇傾向がある

(Fig. 8)。これは、赤ナマコが国内需要に相場が影響を受けるのに対し、青ナマコ及び黒ナマコは国外需要の影響を受けるためである(廣田 2012)と考えられる。

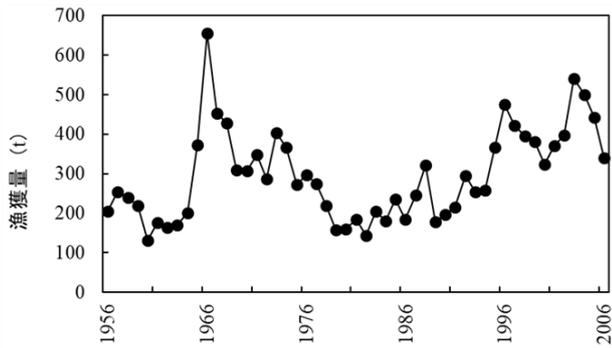


Fig. 4 三重県におけるナマコ類の漁獲量
(農林水産統計年報 1956-2006 年)

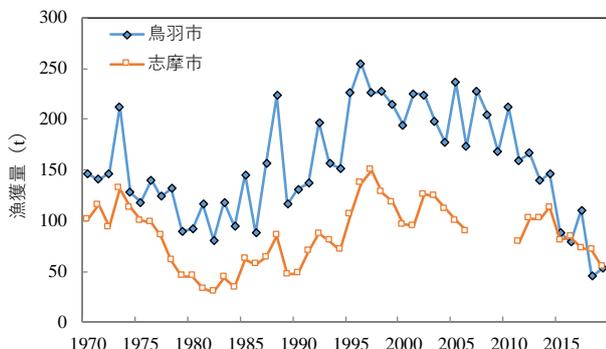


Fig. 5 鳥羽市, 志摩市におけるナマコ類の漁獲量推移
(1970-2006 年は農林水産統計, 鳥羽市における 2007 年以降は鳥羽磯部漁協データ, 志摩市における 2012 年以降は三重外湾漁協データの漁獲を用いた)

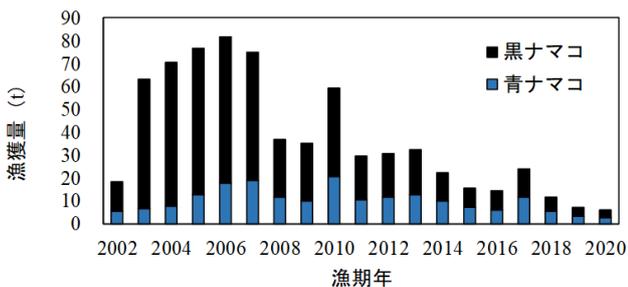
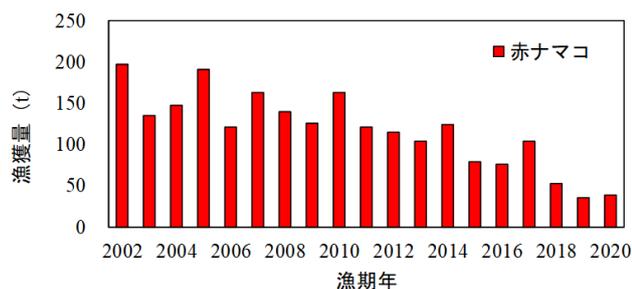


Fig. 6 鳥羽市におけるマナモコの漁獲量の推移
(漁期年は 9 月から翌年 8 月)

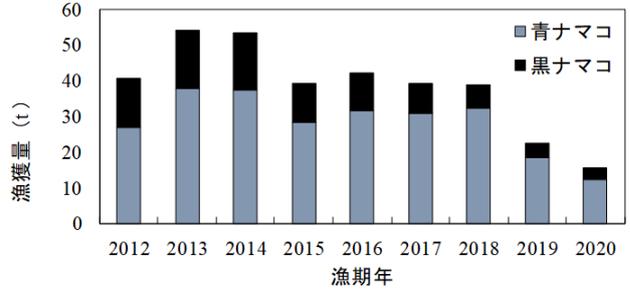


Fig. 7 志摩市におけるマナモコの漁獲量の推移
漁期年は 9 月から翌年 8 月

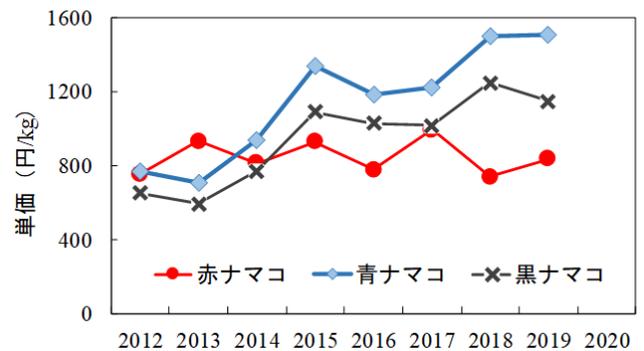


Fig. 8 三重外湾漁協におけるナマコの平均単価の推移
(漁期年は 9 月から翌年 8 月)

3 漁獲努力量

三重県における海女数は 2017 年には 660 人である (Fig. 9, 竹内ほか 2021 より再掲載)。日本全国の約半数の海女が三重県に存在しているが, 近年は全国的に海女数は減少の一途にある。

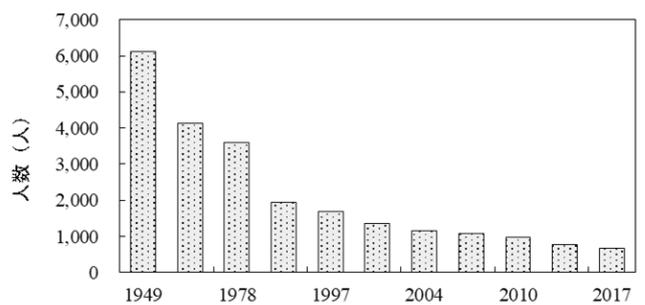


Fig. 9 三重県における海女数の推移
(竹内ほか 2021 より再掲載)

4 資源管理

鳥羽市内の海女によるナマコ採取は、操業期間を11-12月に限定し、1月以降は禁漁となっている。漁獲可能サイズについては、鳥羽-志摩市の各地区において明確な基準は設けられていないと考えられる。

5 種苗放流

三重県ではナマコ(青ナマコ)の人工種苗放流が2007-2020年に毎年4-6万個体の規模で継続されてきたが、2021年は種苗生産・放流は行われていない(Fig. 10)。三重県における放流されたナマコ人工種苗の回収率は算定されていない。岡山県では、人工礁内に放流した4.3mm, 17.7mmの稚ナマコの9か月後の回収率は、それぞれ0%, 1.4%であったと報告されている(草加ほか1995)。人工礁へ比較的規模の大きな放流事業を行っている北海道においては、放流から3年後の生残率が17%の事例もある(古川ほか2016)。

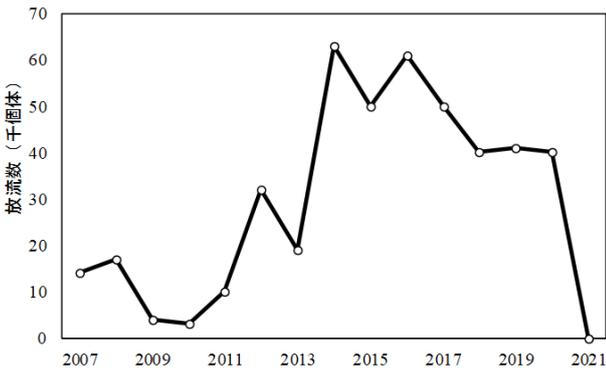


Fig. 10 三重県における年度(4月から翌年3月)別の青ナマコの人工種苗放流数の推移

資源評価

1 方法

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

データセット	基礎情報, 関係調査等
漁獲量・資源量指数	鳥羽磯部漁協漁獲データ(2003-2021年) なお、2002-2020年漁期分として使用した。 三重外湾漁協漁獲データ(2012-2021年) 漁獲重量, 海女操業人数(国崎地区入札台帳: 2008年-) 漁業・養殖業生産統計年報(1978年-) 鳥羽市根付調査(2011年-)

1) 資源水準と資源動向

資源水準, 資源動向については, マナマコを赤ナマコと青・黒ナマコの2タイプに分け, それぞれ「三重県資源評価委員会における資源評価基準」(三重県水産研究所2021)にしたがって判断した。資源水準と動向の判断については, 最も長期間のデータが得られている2002-2021年の鳥羽磯部漁協の漁獲量を用いた。漁期年は9月から翌年8月とし, 2020年漁期までのデータについて評価した。

2002-2019年漁期の19年間の漁獲量を用いて, 赤ナマコでは第一3分位点(109.7t)を低位と中位, 第二3分位点(137.6t)を中位と高位を区別する基準値として判断した。同様に青・黒ナマコでは第一3分位点(23.1t)を低位と中位, 第二3分位点(48.2t)を中位と高位を区別する基準値として, 資源水準を判断した。

また, 志摩市における2012-2020年漁期の漁獲量を三重外湾漁協漁獲データに基づいて, 参考値として使用した。

2) 鳥羽市国崎地先と志摩市安乗地先における赤ナマコのCPUE

鳥羽市国崎地区の入札台帳における赤ナマコの漁獲重量, 海女操業人数から, 2014, 2017, 2020年漁期について漁期中のCPUEの推移を計算した。なお, 国崎地区では1日の操業では作業時間を90分と定めており, 原則漁協が認めた日に一斉に海女による漁獲が行われる。1回90分の操業結果を一日分の漁獲量とした。

また, 志摩市安乗地先の漁協データから, 1日当たりの漁獲量と操業者名簿から2020年漁期のCPUEを計算した。安乗では潜水作業時間は海女及び海士により様々であり, さらに日によっては午前と午後の2回の潜水が行われる。漁協データから1日分の合計の漁獲量を集計し, まとめて1日分の漁獲量とした。

2 結果と考察

1) 資源水準と資源動向

①赤ナマコ

鳥羽市の2020年漁期の漁獲量は39.3tであり, 低位と判断した(Fig. 11)。直近5年間の漁獲量の回帰直線の傾き-14.4を中間年(2018年漁期)の推計値61.8tで割ると年変動率は-23.3%であることから, 資源動向は減少と判断した(Fig. 12)。

また, 志摩市における漁獲量は, 同期間の鳥羽市の漁獲量と

同様に減少傾向を示し (Fig. 6, 7), 2020 年漁期は 7.4t と 2012 年漁期以降で最も少なかった。直近 5 年間の漁獲量の回帰直線の傾き-4.7 を中間年 (2018 年漁期) の推計値 17.8t で割ると年変動率は-26.5%であった (Fig. 13)。

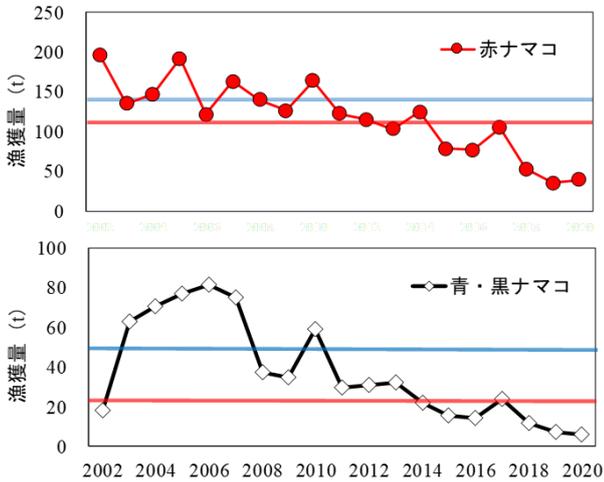


Fig. 11 鳥羽市におけるマナマコの資源水準
(赤線：第一 3 分位点、青線：第二 3 分位点を示す)

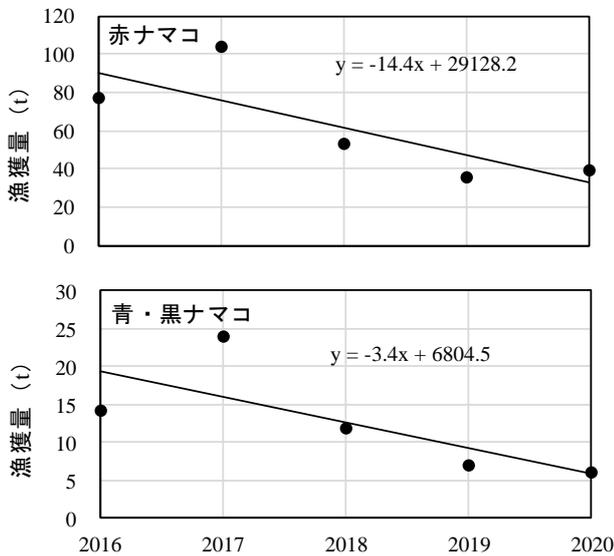


Fig. 12 鳥羽市におけるマナマコの資源の動向
(漁期年は 9 月から翌年 8 月)

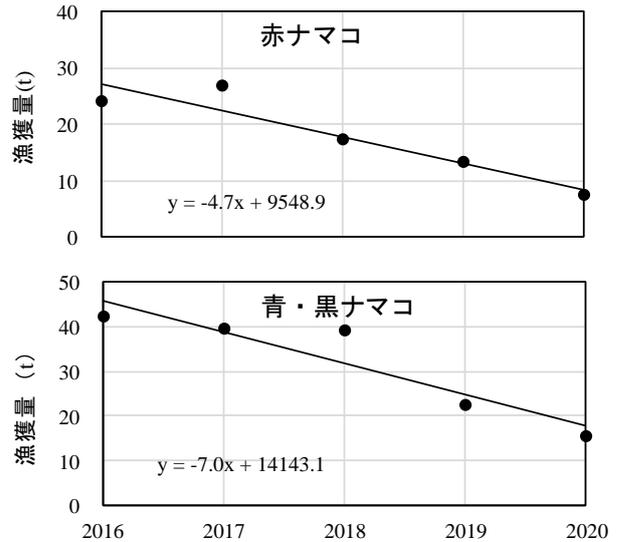


Fig. 13 志摩市におけるマナマコの資源の動向 (参考)
(漁期年は 9 月から翌年 8 月)

②青・黒ナマコ

鳥羽市の 2020 年漁期の漁獲量は 6.0t であることから、資源水準を低位と判断した (Fig. 11)。直近 5 年間の漁獲量の回帰直線の傾き-3.4 を中間年 (2018 年漁期) の推計値 12.7t で割ると年変動率は-26.6%であることから、資源動向は減少と判断した (Fig. 12)。

志摩市における 2020 年漁期の漁獲量は 15.6t であり、2012 年漁期以降で最も少なかった。(Fig. 7)。直近 5 年間の漁獲量の回帰直線の傾き-7.0 を中間年 (2018 年漁期) の推計値 31.8t で割ると年変動率は-22.0%であった (Fig. 13)。

2) 鳥羽市国崎地先と志摩市安乗地先における赤ナマコの CPUE

鳥羽市国崎地先で海女漁業による 2020 年漁期 (9 月から翌年 8 月) における赤ナマコの漁獲状況を集計したところ、CPUE は 11-12 月末まで増加し、漁期を通じて CPUE は低下しなかった (Fig. 14)。同地先における 2014, 2017, 2020 年漁期における赤ナマコの累積漁獲量と CPUE の推移 (Fig. 15) をみると、2014 年漁期及び 2017 年漁期では累積漁獲量が概ね 4,000-6,000kg 程度に達するまで CPUE は上昇し、その後安定-低下する傾向が見られたものの、2020 年漁期では前述のとおり CPUE 低下は見られなかった。この原因として、2017 年 8 月に始まった黒潮大蛇行により、漁期中の水温低下が遅くなったことに伴って、ナマコの活動が活発になる前に漁期が終了したと考えられた。このため、12 月末の漁期終了時点にお

いて漁場内に相当量の採り残しが生じている可能性が考えられた。以上のことから、12 月末時点で海女漁業による操業の大半が終了する鳥羽市内においては、赤ナマコの漁獲量は資源量を正確に反映していない可能性があり、資源水準や動向を判定するには注意することが必要であると考えられる。以上を踏まえ、今後は国崎地先における詳細な漁獲量と努力量の資料が残る 2012 年以降について、CPUE の推移を明らかにしていくこととしたい。

志摩市では、漁業者ごとの漁獲量情報があるため CPUE による資源解析が可能である。しかし、得られたデータは 2012 年以降であり期間が短いため、今後データ収集を続けることで CPUE による資源評価を実施できる可能性がある。志摩市で赤ナマコの漁獲量が多い安乗地先における 2012–2019 年漁期の海女・海士漁業の漁獲量と CPUE の関係を Fig. 16 に示す。安乗地先の赤ナマコの CPUE は 2012–2014 年漁期に増加傾向であったものの、その後は減少傾向であり、漁獲量と同様の傾向となった。また、志摩市安乗地先における 2020 年漁期における海女・海士漁業で水揚げされた赤ナマコの漁期内の累積漁獲量と CPUE の関係を見ると (Fig. 17), CPUE は漁期開始後に増加し、その後漁期が終了する 2 月末まで減少した。このため、CPUE が最大値を示した以降の CPUE の値を用いれば DeLury 法により初期資源量が算出できる可能性がある。

他海域の状況

ナマコ類は、前述のように 2006 年で国の漁獲統計に記載されなくなったため、正確な漁獲量の変動状況は不明である。

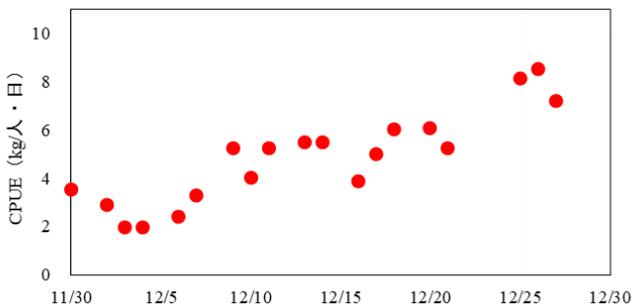


Fig. 14 国崎地先における 2020 年漁期における赤ナマコの CPUE の推移

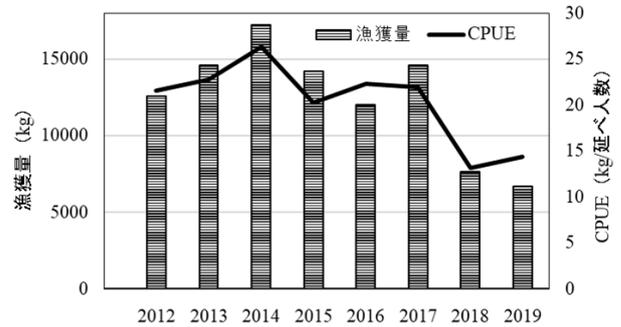


Fig. 15 国崎地先における各漁期における赤ナマコの CPUE と累積漁獲量

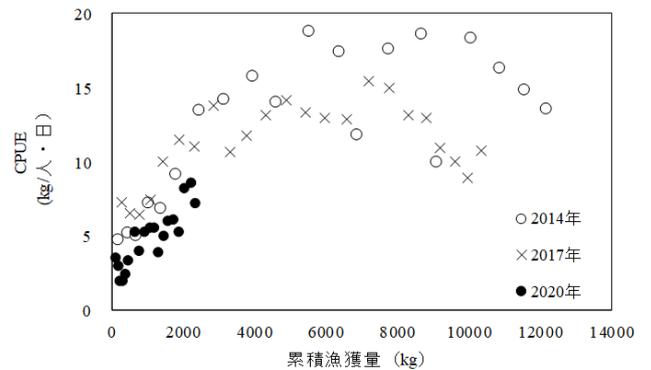


Fig. 16 安乗地先における赤ナマコ漁獲量と CPUE の関係
漁期年は 9 月から翌年 8 月

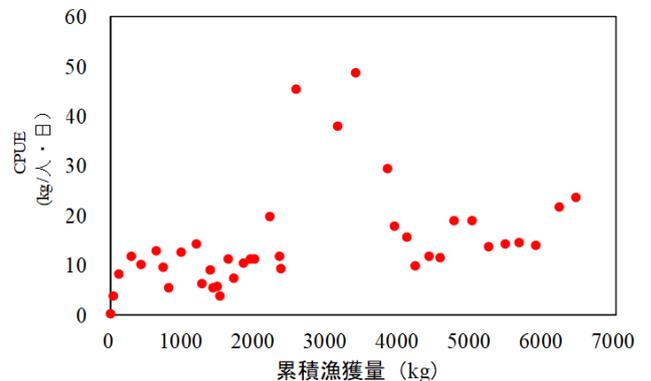


Fig. 17 2020 年の安乗地先における海女漁業による赤ナマコの累積漁獲量と CPUE の関係

今後の取組

赤ナマコ、青・黒ナマコは、体の伸縮性が激しいため、その体長測定値は再現性に乏しく(崔 1963)、計測の際に大きな誤差を伴う(山名・浜野 2006)。そのため、市場調査等を通じて資源管理に必要な体長や体重等の情報が得られた事例は少ない。しかしながら、稚ナマコでは、メントールによる麻酔を施したうえで体長測定(畑中・谷村 1994)、成体に対しては、体長と体幅から標準体長 L_e を得る方法(Yamana and Hamano 2006, 山名ほか 2011)により、青ナマコと黒ナマコの体長を測定する方法が推奨されている。

一方で、赤ナマコは測定の際のハンドリングにより容易に球状に変形するため再現性のある測定は困難である。このため、片山・木下(2013)は、採取した赤ナマコを輪切りにし、水分を取り除いたうえで体重を測定することにより個体重を測定した例を報告したが、それ以外では個体の大きさを測定する方法が確立されていない。

以上のとおり、マナマコは体長組成や個体重を明らかにすることが難しいため、年齢構成の把握など、漁業上重要な情報が把握できない。さらに、漁期内の成長や幼生期の分散等をはじめとした資源管理に求められる基礎的な知見も乏しい。

しかしながら、マナマコは地先の定着資源としての漁獲量が多く、特に冬季には主要な対象種であることから(松宮 1984)、資源評価を行うことは重要である。このため、本種の生態的な調査を継続し、稚ナマコの着底場所や初期の増殖場としての好適な条件解明に向けた調査を行う必要がある。

謝 辞

本論文を執筆するにあたり、三重大学の金岩稔准教授、東京海洋大学の松井隆宏准教授、国立研究開発法人水産研究・教育機構の黒木洋明博士、三重県漁業協同組合連合会の植地基方氏、三重県水産研究所の青木秀夫博士には資源評価委員会の場で数々のご助言をいただいた。さらに、三重大学フィールドサイエンスセンターの松田浩一教授には、解析手法全般にご助言をいただくとともに、不明な点の多い生態情報を把握するための調査を共同で実施するなど多大なご協力をいただいた。漁協データの取得に当たっては、三重外湾漁業協同組合、鳥羽磯部漁業協同組合にご協力いただいた。特に、

鳥羽市国崎地先における詳細な海女漁業の漁獲資料の取得にあたっては、鳥羽磯部漁業協同組合国崎支所の奥田佐吉理事、華谷光記支所長、松本明枝氏には多大なご協力をいただいた。この場をお借りして、心からの感謝を申し上げる。

文 献

- 古川奈未・古川佳道・山名裕介・柏尾翔・植草亮人・五嶋聖治(2016):人工礁に放流した稚ナマコの成長と生残, 北海道大水科学研報, **66**, 39-46.
- 五嶋聖治(2012):第2章 生態. 高橋明義・奥村誠一(編), pp.19-34. ナマコ学-生物・産業・文化, 成山堂書店, 東京.
- 浜野龍夫・網尾勝・林健一(1989):潮間帯および人工藻礁域におけるマナマコ個体群の動態. 水産増殖, **37**, 179-186.
- 畑中宏之・谷村健一(1994):稚ナマコの体長測定用麻酔剤としての menthol の利用について. 水産増殖, **42**, 221-225.
- 畑中宏之・上奥秀樹・安田徹(1994):マナマコのイトマキヒトデによる食害に関する実験的研究. 水産増殖, **42**, 563-566.
- 廣田将仁(2012):国際商材ナマコ製品の市場と流通事情, 水産振興, **533**, 1-68.
- 片山俊之・木下淳司(2013):相模湾西部沿岸におけるマナマコの分布と産卵期. 神奈川水技センター研報, **6**, 17-26.
- 倉持卓司(2012):第1章 分類と形態. 高橋明義・奥村誠一(編), pp.1-17. ナマコ学-生物・産業・文化, 成山堂書店, 東京.
- 草加耕司・泉川晃一・池田善平(1995):マナマコ種苗の放流方法の検討. 岡山水試報, **10**, 30-36.
- 松宮義晴(1984):長崎県大村湾におけるマナマコ資源の解析. 長崎大水学研報, **55**, 1-8.
- 三重県水産研究所(2021):三重県沿岸域の重要水産資源の資源評価の実施について. 三重水研報, **27**, 1-3.
- 崔相(1963):なまこの研究. 海文堂, 東京, 226 pp.
- 崔相・大島泰雄(1961):ナマコにみられる「アオ」と「アカ」の形態および生態的差異について. 日水誌, **27**, 97-106.
- 篠原義昭・澤田英樹・鈴木啓太(2020):宮津湾におけるマナマコの資源評価と資源管理. 京都農水技センター海洋センター研報, **42**, 1-7.
- 太刀山透・篠原直哉・深川敦平(1997):アカナマコの行動様

- 式の季節変化. 福岡水海技センター研報, **7**, 1–8.
- 竹内泰介・土橋靖史・金岩稔 (2021) : 2019 年度三重県におけるアワビ類の資源評価. 三重水研報, **27**, 17–25.
- 鶴見良行 (1990). ナマコの眼, 筑摩書房, 東京 576 pp.
- Yamada, K. M. Hori, S. Matsuno, T. Hamano, and M. Hamaguchi, (2009): Spatial variation of quantitative color trains in green and black types of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Stichopodidae) using image processing. Fishery Science, **75**, 601–610.
- 山名裕介・五嶋聖治・浜野龍夫・遊佐貴志・古川佳道・吉田奈未 (2011) : 北海道および本州産マナマコの体サイズ推定のための回帰式. 日水誌, **77**, 989–998.
- 山名裕介・浜野龍夫 (2006) : マナマコの新標準体長の有効性. 水産大研報, **54**, 105–110.
- Yamana, Y. and T. Hamano (2006): New size measurement for Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Stichopodidae) estimated from the body length and body breadth. Fishery Science, **72**, 585–589.