

2024 年度三重県におけるマナマコの資源評価

担当者名：田中翔稀

要約

本資源の資源量を県内漁獲量の推移および代表地区の魚種別月別 CPUE により評価した。2023 年の県内における漁獲量から資源水準は赤ナマコで「低位」、青・黒ナマコで「低位」となり、資源動向は代表地区である鳥羽市と志摩市における海女漁およびナマコ漁から求めた資源量指数から赤ナマコ、青・黒ナマコともに「減少」と判断した。

1. まえがき

三重県でマナマコ *Apostichopus japonicus* は主に伊勢湾内から熊野灘で主に食用として漁獲されている重要資源であり、漁業・養殖業生産統計年報によると、2022 年の三重県の漁獲量は 64 トンで全国第 17 位である。主な漁法はひし突き漁（たも掬い）、海女漁、および刺し網漁であり、漁期は 11 月～3 月が主体である。

2. 生態

（1）分布・分類

マナマコは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；山名ら 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、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（崔・大島 1961；崔 1963）。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、青ナマコおよ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および黒ナマコが、鳥羽以南の外海域では赤ナマコが主に分布する（崔 1963；図 1）。マナマコにおける 3 タイプは、別種として分類することを提唱している文献もある。山元ら（2005）は赤ナマコと青ナマコ・黒ナマコでそれぞれ生理的（低塩分耐性および高水温耐性）に差異が認められているとしており、倉持・長沼（2010）は各種の議論をまとめ、特に遺伝的隔離についての調査結果（菅野&木島 2002, Kanno *et al.* 2006）を根拠として赤ナマコは青ナマコ・黒ナマコと遺伝的に異なる種とし、学名の記載には赤ナマコをアカナマコ *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ている。また、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)。以上のとおり、赤ナマコと青ナマコ・黒ナマコは別種であるとし、分類の再検討を提唱する声はあるものの、当評価表では、これら 3 タイプを同種の中の変異とみなし、タイプ別に評価することとし、青ナマコと黒ナマコは一括して青・黒ナマコとして、赤ナマコとは別に評価することとした。

(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。しかし、体長は収縮時と伸長時で 2 倍以上の差があり、体重は体腔内の水量によって大きく変動ことが報告されている (崔 1963) ことから体調・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℃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 (Uthicke *et al.*, 2004)。

(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、甲殻類およびその脱皮殻等が含まれ、従来は非選択的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 (崔 1963)。

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 (畑中ら 1994)。また、水槽での飼育下では体長 20 cm 程度の青ナマコおよび赤ナマコが殻高 21 cm のボ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)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

三重県におけるマナマコの漁獲量は鳥羽市と志摩市が大半を占めている。2016 年以前まで伊勢市および明和町で一定量漁獲されていたが、2017 年以降水揚げがされていない（図 2）。マナマコのタイプ毎に市町別の漁獲量割合を見たところ、外湾性の赤ナマコは 2021 年まで多少変動しつつも鳥羽市が約 60%、志摩市が約 30%で推移していたが、2022 年は鳥羽市で 40.0%、志摩市で 45.8%、2023 年は鳥羽市で 71.1%、志摩市で 19.2%と変動が大きくなっている（図 3A）。一方、内湾性の青・黒ナマコは一貫して志摩市が多く、県内の 60%以上を占めており、鳥羽市は 10～30%程度で推移している（図 3B）。伊勢湾内の明和町および伊勢市では赤ナマコはほとんど漁獲されておらず、主に青・黒ナマコが漁獲されている。南伊勢町以南の地域では青・黒ナマコの漁獲割合は少なく、主に赤ナマコが漁獲されている。特に紀北町以南の青・黒ナマコの水揚げはほとんどない。

鳥羽市・志摩市におけるマナマコの漁業形態は、船上からのたも掬い（へタミ、ひし突きを含む）と海女漁による漁獲が主体であり、一部刺し網漁によっても漁獲されている（図 4）。しかし、たも掬いと海女漁は 2 つ合わせて、鳥羽市ではナマコ漁として、志摩市では海女漁として区分されているためそれぞれの内訳はわかっていない。また、鳥羽市の離島では鳥羽磯部漁業協同組合自営でスキューバ潜水による一定の漁獲がある（図 4）。

鳥羽市の海女漁における赤ナマコの主漁期は多くの地先で 11～12 月末、鳥羽市の内湾域および志摩市におけるマナマコ全般に対する漁業では概ね 11～3 月であるが、近年の高水温傾向から 11 月になってもナマコ漁を操業しない地域も出ている。

(2) 漁獲量の推移

県内の全ての漁業種における 2012 年以降のマナマコの漁獲量は、2012 年から 2017 年まで 182～274 トンの間を推移していたが、2018 年から減少に転じ、2023 年は 71 トンまで減少している（図 5）。鳥羽市と志摩市の 2 市についてみると、鳥羽市は 2012 年から 2017 年まで 87～165 トンの間を推移していたが、2018 年に減少傾向に転じ、2022 年は 25 トンまで減少したが、2023 年は 46 トンに回復した（図 6A）。一方、志摩市では 2012 年から 2014 年まで増加傾向を示していたが、2015 年から 2017 年は横ばい傾向を示した後、2018 年以降は減少傾向に転じ、2023 年は 19 トンとなっている（図 6B）。2 市のマナマコの漁獲量をタイプ別にみると、鳥羽市では赤ナマコは 2012 年から 2017 年まで 73～130 トンの間を推移していたが、2018 年から減少に転じ、2022 年は 23 トンまで減少したが、2023 年は 43 トンに回復している。青・黒ナマコは、2012～2015 年にかけて減少傾向にあり、2016、2017 年にわずかに増加傾向に転じたものの、2018 年以降再び減少傾向を示し、2023 年は 3 トンとなっている（図 6A）。志摩市では、赤ナマコ、青・黒ナマコともに 2012 年から 2014 年まで増加傾向を示していたが、2015 年から 2017 年は横ばい傾向を示した後、2018 年以降は減少傾向に転じ、2023 年の漁獲量は赤ナマコで 12 トン、青・黒ナマコで 7 トンであった。（図 6B）。

（３）漁獲努力量

県全体ではほとんどの漁獲量を占めている鳥羽市と志摩市を代表として、２市のモデル地区を選定するにあたり、鳥羽市では国崎（２００３～２０２３年；図 7A）が、志摩市では浜島（２０１２～２０２３年；図 7B）が各市のナマコ漁および海女漁における漁獲量の推移と正の相関が強かった。そこで、これら２地区をモデル地区として、２０１２年から２０２３年におけるナマコ漁および海女漁によるマナマコの月別漁獲量および CPUE（kg/人・月；月別の漁獲量からその月に操業した漁業者数で割った値）を示した（図 8A, B）。国崎地区では、ナマコ漁が行われるのは 11 月と 12 月のみであり、漁獲量は 2018 年以降減少している。2019 年および 2021 年を除き、11 月の漁獲量が少なく、主に 12 月に漁獲される傾向がみられた。CPUE は 11 月と 12 月の漁獲量が同程度であった 2019 年と 2021 年を除き、11 月に低く 12 月に高い漁獲量の増減に伴って推移している。2018 年以降 12 月の漁獲量は減少しているが、12 月の CPUE は漁獲量が減少する前の 2012 年から 2017 年の CPUE（2.8～6.5 kg/人・月）の範囲内で推移しているため、マナマコの資源量が減少したというより、操業者の減少により漁獲量が減少したと考えられる（図 8A）。浜島地区では、ナマコ漁が行われる 11 月から翌年 3 月のうち、12 月と 1 月の漁獲量が多い傾向にあった。2019 年以降、漁獲量は減少傾向にある。CPUE についても、漁獲量が減少する前の 2012 年から 2018 年は 5.1～22.1 kg/人・月（平均 13.4 kg/人・月）の間を推移していたが、漁獲量が減少した 2019 年以降は 1.1～19.5 kg/人・月（平均 9.0 kg/人・月）に減少している（浜島地区における 2020 年 12 月および 2021 年 2 月の CPUE は外れ値として除外した）（図 8B）。なお、国崎地区と浜島地区では一回の操業時間が異なるため、地域間の比較は今回行わなかった。

４．資源評価

（１）資源評価の方法

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量・資源量指数	漁業・養殖業生産統計年報（2019 年～） 伊勢湾漁協漁獲データ（2012 年～） 鳥羽磯部漁協漁獲データ（2012 年～） 三重外湾漁協漁獲データ（2012 年～） 熊野漁協漁獲データ（2012 年～） 紀南漁協漁獲データ（2012 年～）

	漁獲重量，海女操業人数（国崎地区入札台帳：2012 年～） 浜島水温データ（2012 年～）
--	---

資源の動向は，県全体でほとんどの漁獲量を占めている鳥羽市と志摩市を代表として，鳥羽市の漁獲量の推移と正の相関が強い国崎，志摩市の漁獲量の推移と正の相関が強い浜島の最も漁獲量が多い 12 月の日別人別漁獲量データを使用してそれぞれ赤ナマコの場合と青ナマコ・黒ナマコの場合の標準化 CPUE の推移を算出した。具体的には，標準化に応答変数として漁獲重量の対数を，説明変数として年，単価，水温を入れた。初期モデルとして応答変数は正規分布に従ってばらつくと仮定したモデルを BIC（Bayesian information criterion；ベイズ情報量基準）を用いて両方向の説明変数を 1 つずつ増減させることで，最適な説明変数を探索する，ステップワイズ法（Efroymson, 1960）で変数選択を行った。その後，選ばれた最適モデルを用いた年の最小二乗平均を標準化 CPUE として，資源動向をみる資源量指数とした。また，鳥羽市国崎地区および志摩市浜島地区の直近 5 年間の海女漁およびたも掬い漁の標準化 CPUE の推移を用いて，最小二乗平均による年ごとの資源量指数をそれぞれ算出した。

（2）資源の水準・動向

資源の水準については過去 12 年間（2012～2023 年）の県内漁獲量の第一 3 分位点（赤ナマコ；103 トン，青・黒ナマコ；73 トン）を低位と中位，第二 3 分位点（赤ナマコ；202 トン，青・黒ナマコ；140 トン）を中位と高位を区分する基準値として判断したところ，赤ナマコ，青・黒ナマコともに 2012 年から 2014 年は高位で推移していたが，2015 年・2016 年は中位となった。2017 年に一度高位に回復したものの，2018 年に中位に低下し，2020 年以降低位で推移している（図 9）。2023 年における漁獲量は赤ナマコで 71 トン，青・黒ナマコで 61 トンであったことから，資源水準は赤ナマコ，青・黒ナマコともに「低位」と判断した（図 9）。

資源動向について，最も漁獲量が多い 12 月におけるナマコ漁および海女漁の過去 12 年間（2012 年～2023 年）の漁獲動向によると，国崎地区の赤ナマコは 2017 年まで増加傾向を示したものの，2018 年以降は減少傾向を示し，青・黒ナマコは 2015 年まで横ばい傾向を示した後，2016 年以降は減少傾向を示している。浜島地区の赤ナマコは過去 12 年間減少傾向を示しており，青・黒ナマコは 2018 年まで横ばい傾向を示した後，2019 年以降は減少傾向を示している。直近 5 年間の資源量指数の回帰直線の傾き（国崎：赤ナマコ；-0.353，青・黒ナマコ；-0.027，浜島：赤ナマコ；-0.544，青・黒ナマコ；-0.675）を中間年の値で割ると，年変動率は国崎赤ナマコで-7.7%，国崎青・黒ナマコで-142.5%，浜島赤ナマコで-18.1%，

青・黒ナマコで-18.9%であった（図 10）。|5%以上の場合、資源動向は「増加」あるいは「減少」と判断できるため、ナマコ漁および海女漁において赤ナマコおよび青・黒ナマコはともに「減少」と判断された。

（３） 資源管理

鳥羽市内の海女によるナマコ採捕は、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。

（４） 種苗放流

三重県では青ナマコの人工種苗放流が 2007～2020 年度に毎年 4～60 千個体の規模で継続されてきたが、2021 年度以降、種苗生産・放流は行われていない（図 11）。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おり（草加ら 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（古川ら 2016）が、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。

5. 他海域の状況

マナマコは 2019 年以降、漁獲・養殖業生産統計で集計されるようになった。三重県におけるマナマコ漁獲量の推移を他県の推移と比較するため、太平洋中区と和歌山県を加えた 6 県の 2019～2022 年における漁獲量を図 12 に示す。なお、東京都はマナマコの漁獲量がないため除いた。静岡県と和歌山県は、2019 年時点で他 4 県よりも漁獲量が少なく、2020 年以降も横ばい傾向を示している。愛知県は 2021 年まで横ばい傾向を示した後、2022 年は減少し、三重県・千葉県は 2019 年から 2022 年にかけて減少傾向を示している。これら 5 県は減少傾向あるいは横ばい傾向を示している一方、神奈川県は 2020 年に減少した後、2021 年以降は増加しているものの、その要因については不明である（図 12）。

6. 今後の取組

当評価表からマナマコの資源水準は「低位」、資源動向は「減少」と判断されているものの、県内では禁漁期間の設定のみで資源管理が行われているため、漁獲サイズ（体長や体重等）の制限等による新たな資源管理の取組が必要となっている。しかし、マナマコの体長については、体の伸縮性が激しく、体長の計測の際に大きな誤差を伴う（山名・浜野 2006）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。青・黒ナマコに関しては稚ナマコの場合はメントールによる麻酔を施したうえでの体長測定（畑中・谷村 1994）が、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 ; 山名ら 2011）が開発されているものの、三重県内で半数以上を占める赤ナマコの計測方法は開発されていない。また、マナマコの体重については、体腔内の水量によって大き

く変動ことが報告されている（崔 1963）ことから測定方法は開発されていない。そのため、今後は赤ナマコにおける標準体長や体重を得る方法を開発することで、体長や体重等の漁獲サイズによる制限を実施していく必要がある。なお、当面は DeLury 法による初期資源量推定結果を用いた資源管理の提案を行っていくため、初期資源量の推定が可能な地域についても調査していく。今後、マナマコの漁獲サイズによる制限が実施された場合は、これらを踏まえた資源管理を実施していく。加えて、資源量が低下している中、種苗放流は資源量の底支えに有効である可能性が考えられるが、以前実施していた種苗放流では放流効果は算定されていなかった。そこで、マナマコに試験的にタグを打ち、放流効果調査を実施することで一定の回収率が見込めると算定された際は種苗放流を再開することを考慮する必要がある。

文献

- 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. 神奈川県水産技術センター研究報告書, 6, 17-26.
- Kanno M., Suyama Y., Li Q, and Kijima A, 2006 : Microsatellite Analysis of Japanese Sea Cucumber, *Stichopus (Apostichopus) japonicus*, Supports Reproductive Isolation in Color Variants. *Marine biotechnology*, 8, 672-685.
- 菅野愛実・木島昭博, 2002 : マナマコにおける色彩変異の定量的定性的評価. 水産増殖, 50, 63-69.
- 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. 岡山県水産試験場報告, 10, 30-36.
- 倉持卓司・長沼 毅, 2010 : 相模湾産マナマコ族の分類学的再検討. 生物圏化学, 49, 49-54.
- 高橋明義・奥村誠一（編）, 2012 : ナマコ学—生物・産業・文化—, 成山堂書店, 東京, 22-23 pp.
- 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. 日本水産学会誌, 27, 97-106.
- 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(4), 563-566.
- 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.
- 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, 北海道大学水産科学研究科彙報, 66, 39-46.

- 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. 日本水産学会誌, 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. 水産大学校研究報告, 54, 105-110.
- 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. Fisheries Science, 75, 601-610.
- Yamana, Y. and T. Hamano, 2006: New size measurement for Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Stichopodidae) estimated from the body length and body breadth. Fisheries Science, 72, 585-589.
- 山元憲一・半田岳志・藤本健治, 2005 : 体色の異なるマナマコの換水運動に及ぼす水温の影響. 水産増殖, 53(1), 67-74.
- Uthicke S., Welch D, Benzie JAH, 2004 : Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: evidence from DNA fingerprints and repeated large-scale surveys. *Conserv. Biol.*, 18, 1395-1404.

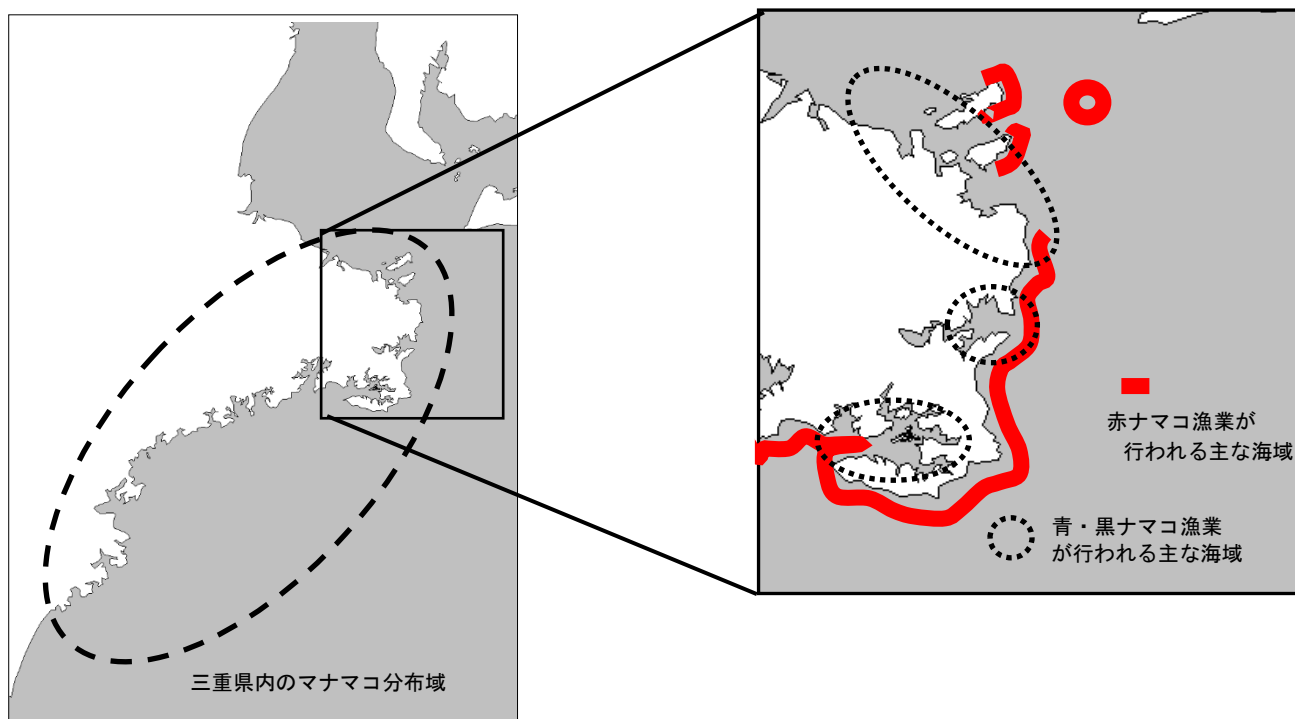


図1 三重県のマナマコの分布域と、鳥羽市から志摩市における赤ナマコと青・黒ナマコの主な操業海域

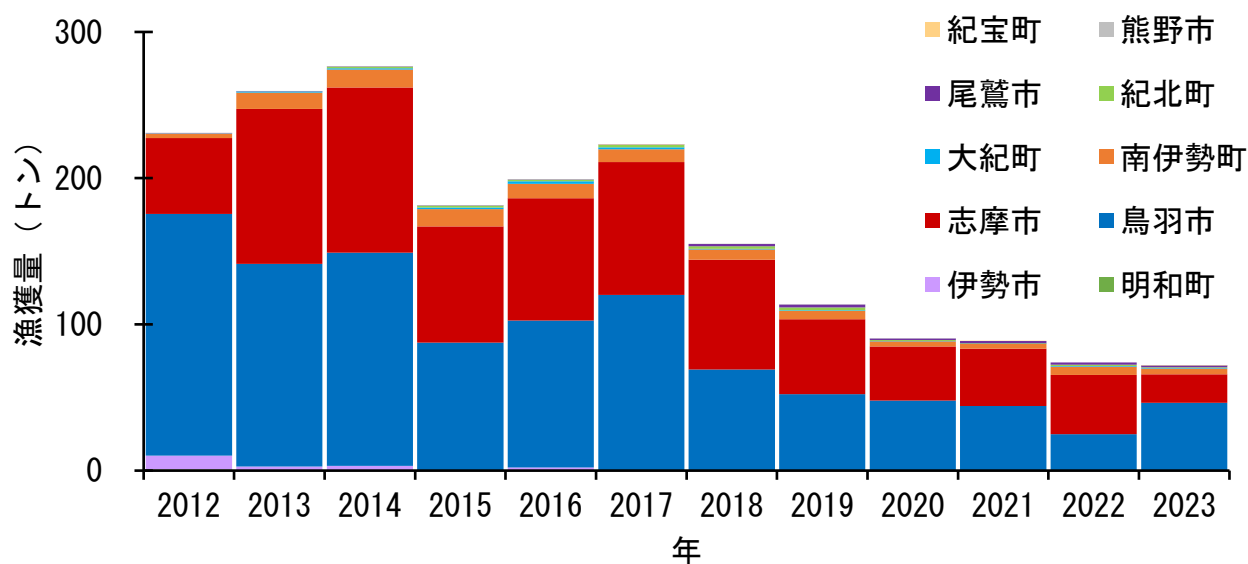


図2 市町別マナマコ漁獲量の推移

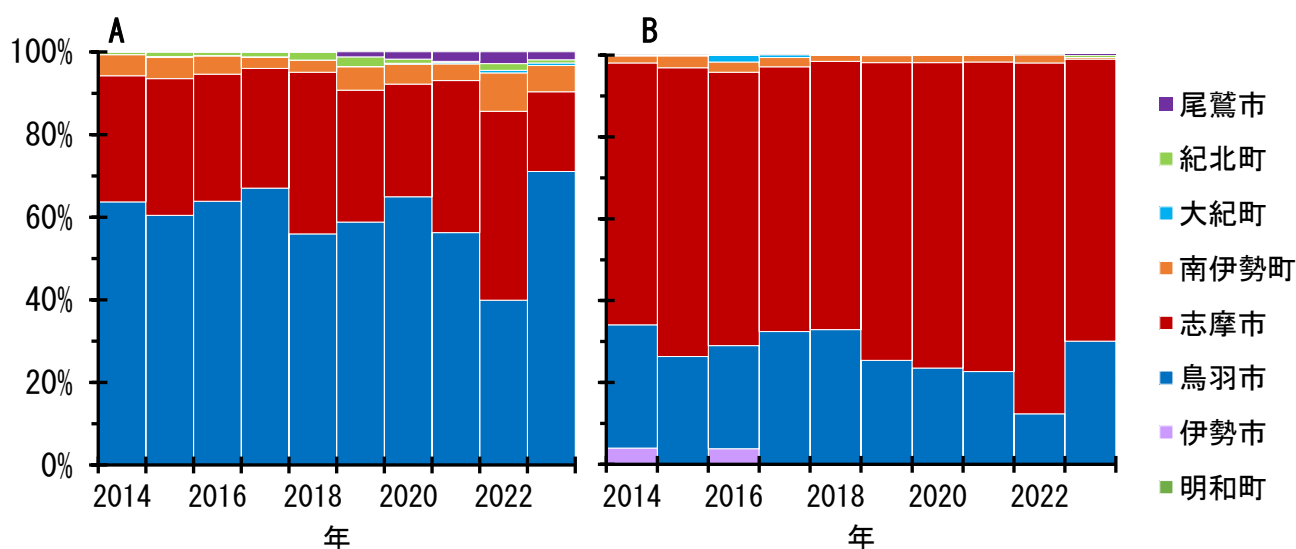


図3 直近10年における市町別マナマコ漁獲量の割合（A：赤ナマコ、B：青+黒ナマコ）

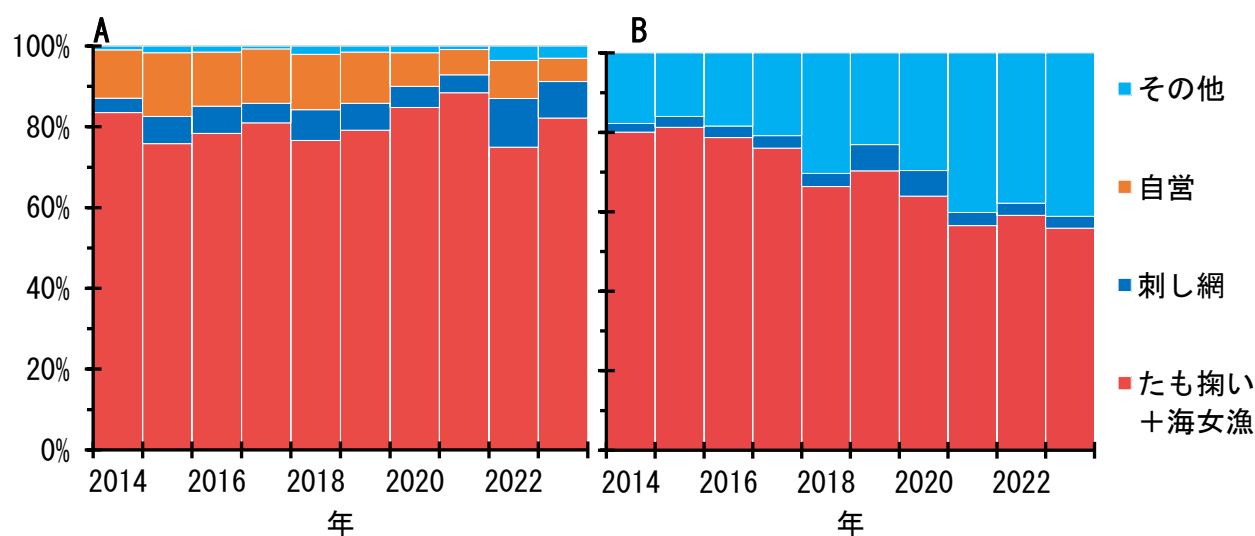


図4 直近10年における漁業種別マナマコ漁獲量割合（A：鳥羽市、B：志摩市）

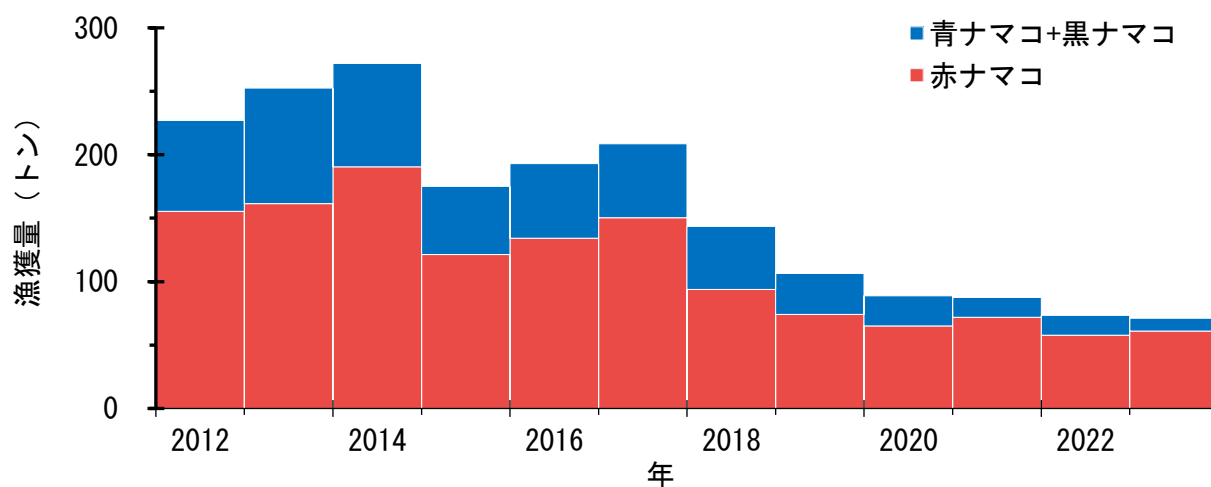


図5 三重県内のマナマコタイプ別における漁獲量の推移

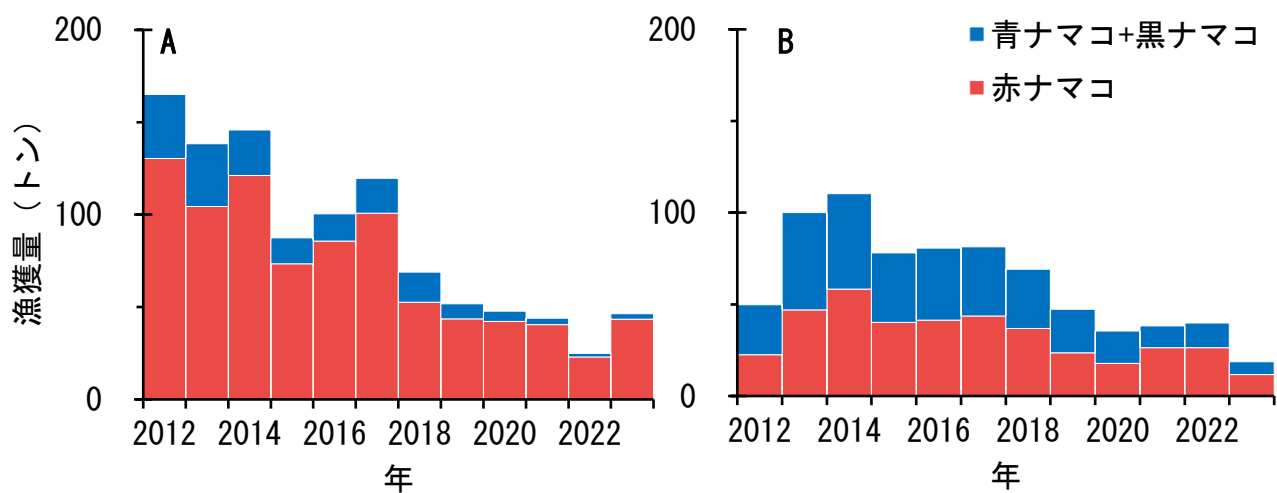


図6 マナマコタイプ別における鳥羽市と志摩市の漁獲量推移 (A: 鳥羽市、B: 志摩市)

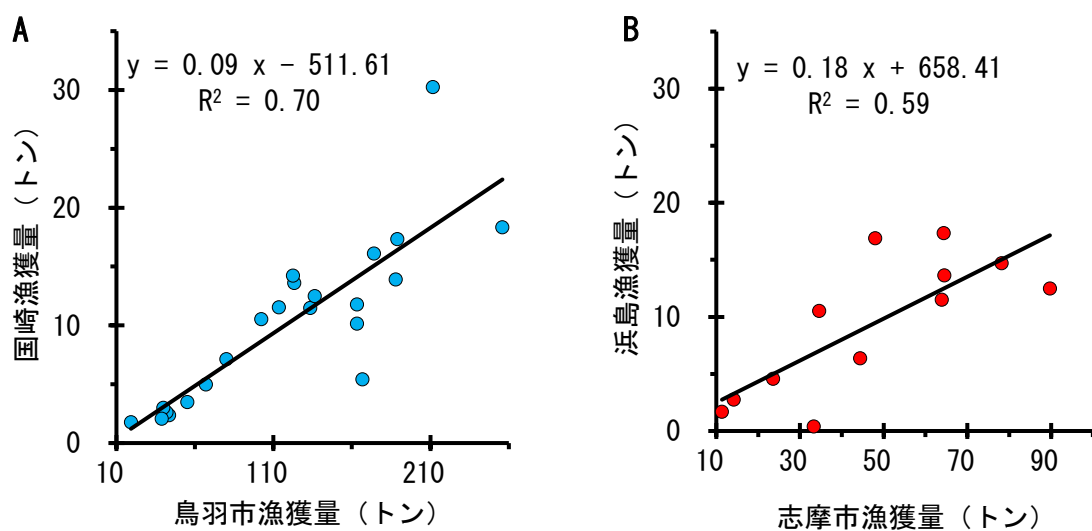


図7 マナマコの漁獲量における鳥羽市と国崎地区の相関および志摩市と浜島地区の相関

(A: 鳥羽市と国崎の相関、B: 志摩市と浜島の相関)

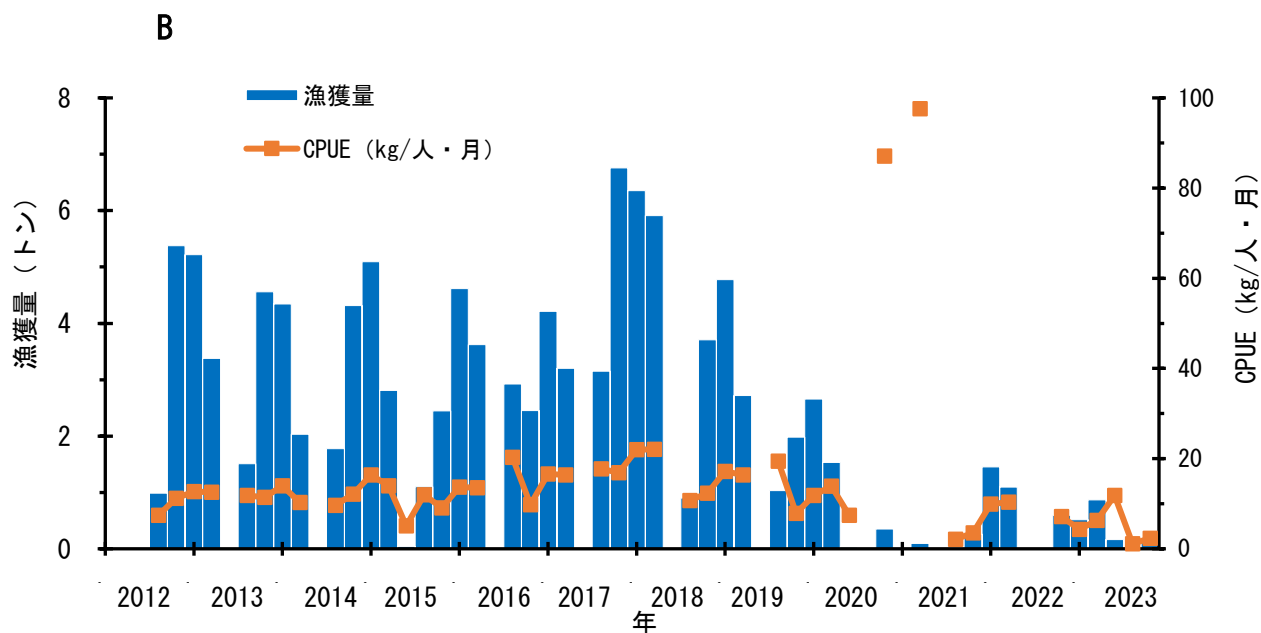
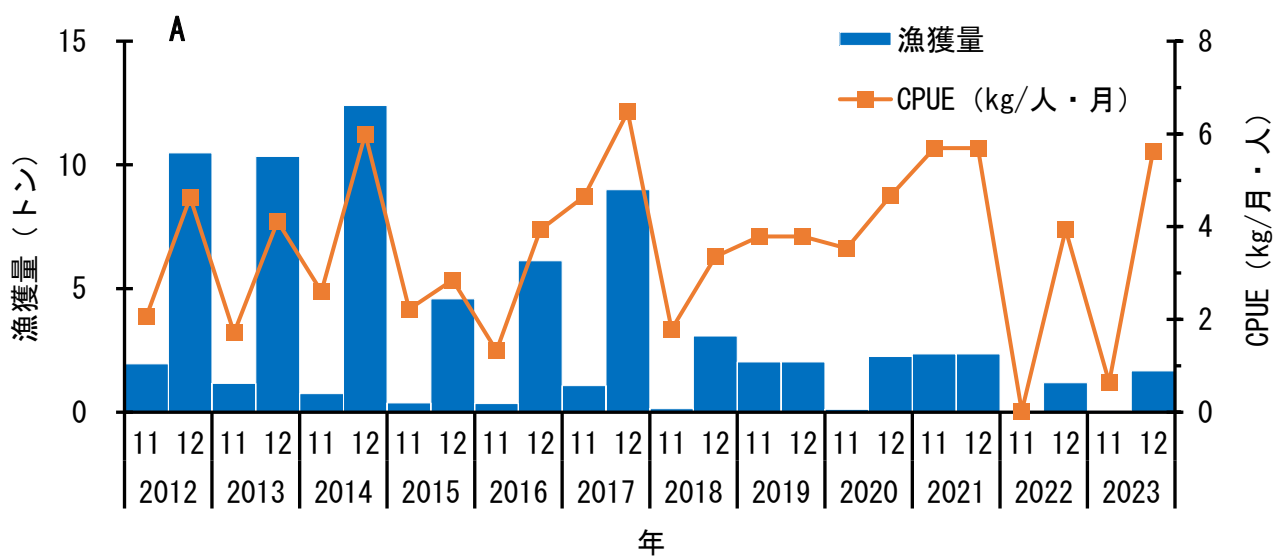


図 8 鳥羽市国崎地区と志摩市浜島地区のナマコ漁および海女漁業における
月別 CPUE と漁獲量の推移 (A : 国崎、B : 浜島)

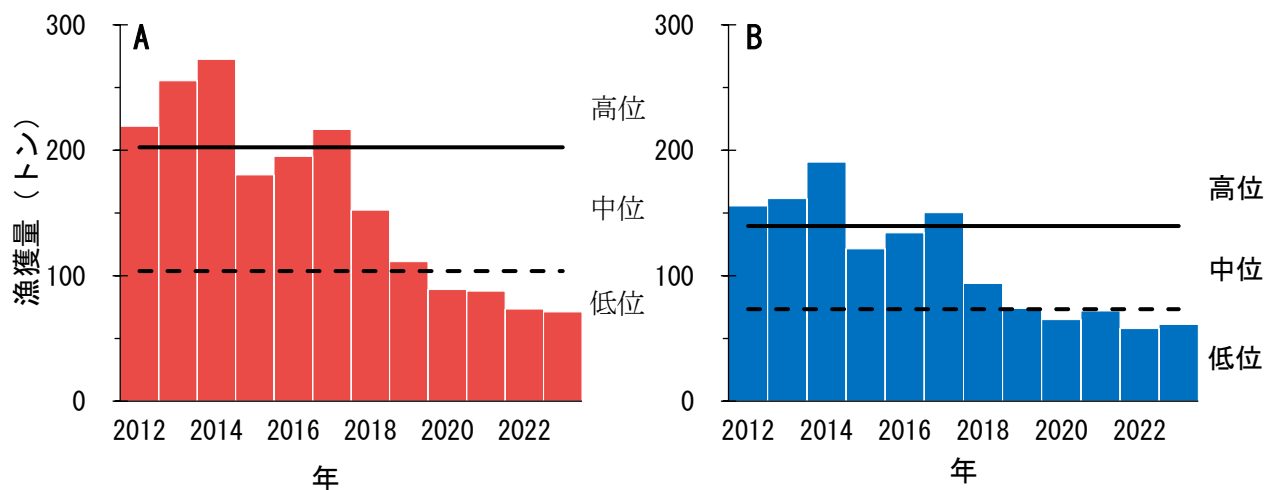


図9 三重県内の赤ナマコおよび青・黒ナマコの資源水準 (A：赤ナマコ、B：青・黒ナマコ)

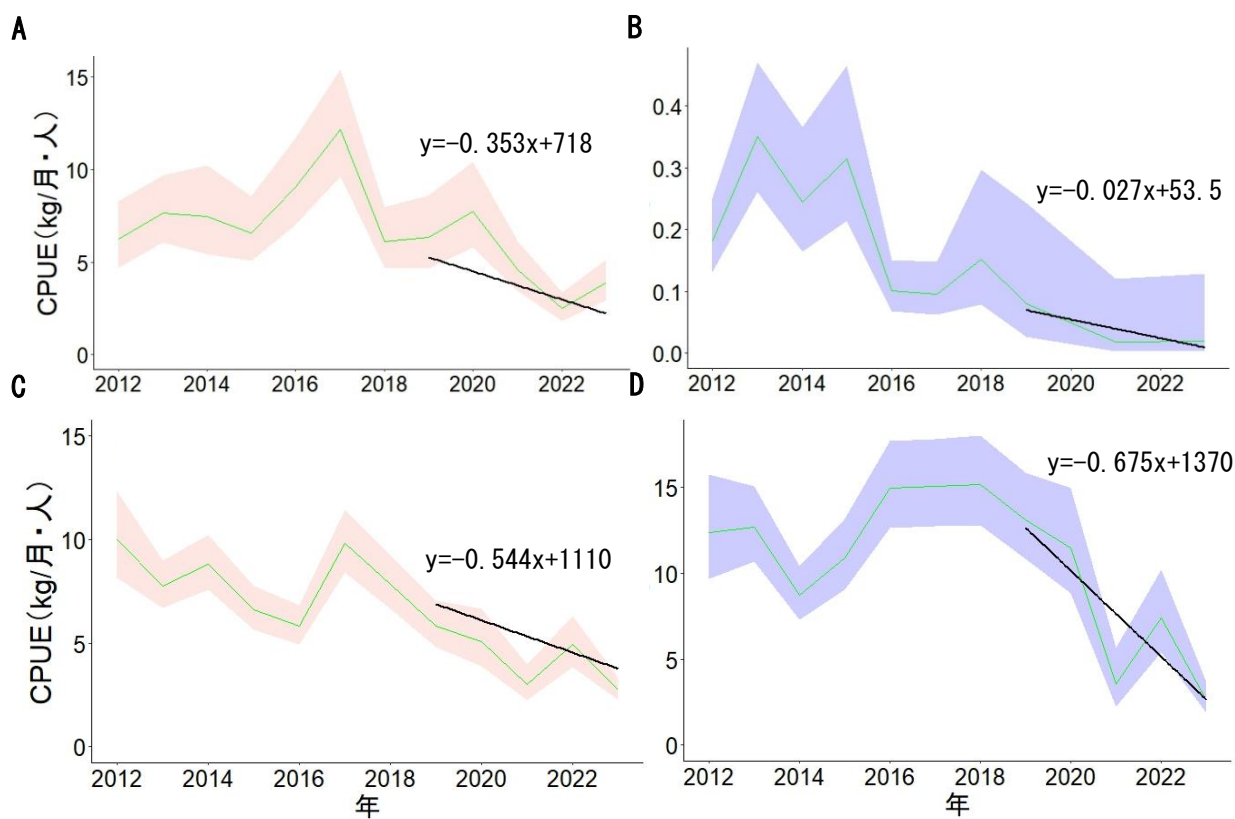


図10 鳥羽市国崎地区と志摩市浜島地区におけるナマコ漁および海女漁によって漁獲された赤ナマコおよび青・黒ナマコの漁獲動向の推移 (A：国崎_赤ナマコ、B：国崎_青・黒ナマコ、C：浜島_赤ナマコ、D：浜島_青・黒ナマコ)

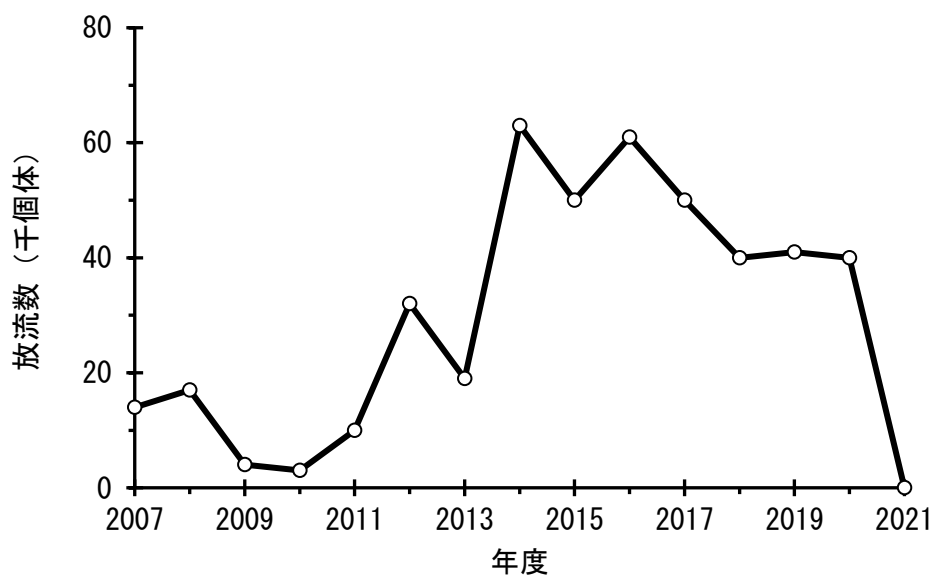


図 11 三重県における年度別の青ナマコの人工種苗放流数の推移

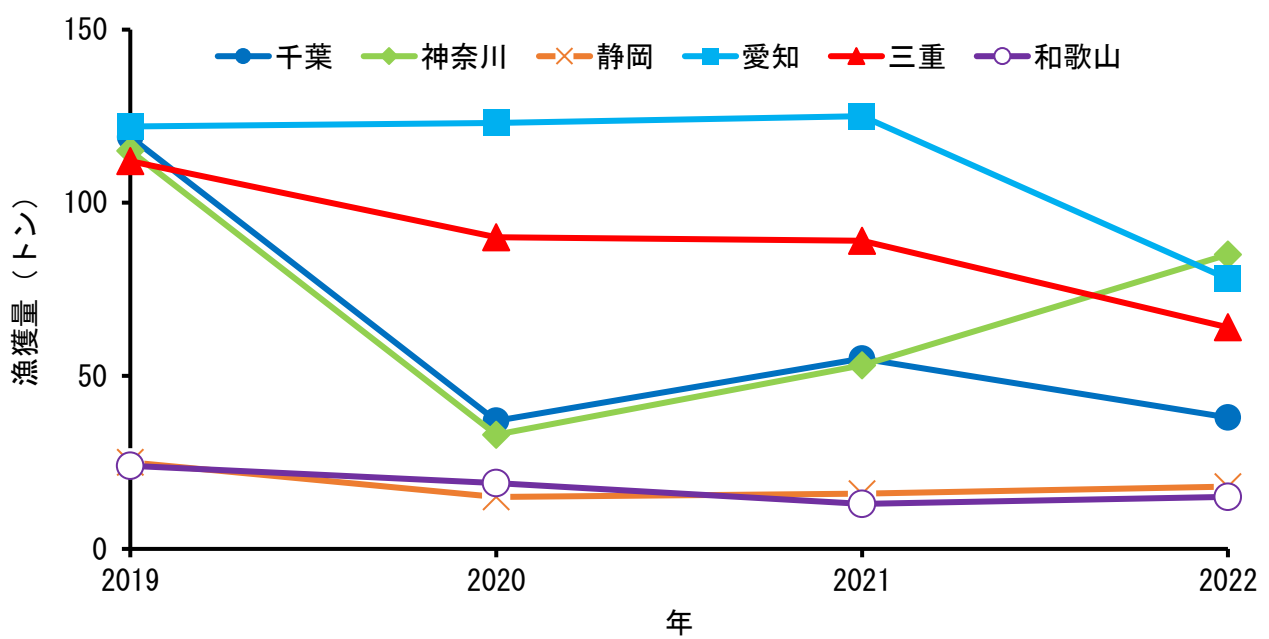


図 12 太平洋中区および和歌山県におけるマナマコ漁獲量の推移