

2019 年度三重県におけるアサリの資源評価

羽生 和弘

Stock assessment of *Ruditapes philippinarum* in Mie Prefecture in fiscal 2019

KAZUHIRO HANYU

キーワード：アサリ，資源評価，貧酸素水塊

三重県沿岸におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) の生態とアサリ漁業について知見を整理した。また、漁獲資料の解析により、直近 5 年間の本県におけるアサリの資源状態を評価した。その結果、本県におけるアサリの資源水準は「低位」、動向は「減少～横ばい」と判断された。

生態

1 分布・回遊

アサリ (*Ruditapes philippinarum*) は、サハリン、北海道から九州、朝鮮半島、中国大陸沿岸の潮間帯中部から水深 10m の砂礫泥底に分布する (松隈 2000)。本邦における現在の主産地は、北海道、静岡県、愛知県、福岡県、熊本県であり、貝殻模様の非対称性個体の出現割合により、遺伝的に西日本産と東日本産に大別される (張ほか 2013)。伊勢・三河湾における本種の貝殻模様は西日本産のものに近いが (張ほか 2013)、2 週間程度と短い浮遊幼生期 (鳥羽, 1992) や伊勢湾の平均流速 (関根 2003) を考えれば、他海域のものとの再生産関係は極めて弱いと考えられる。一方、湾内における地区間の浮遊幼生の交流頻度は極めて高いと考えられるため (佐野ほか 2018)、伊勢・三河湾の本種は他海域から独立した 1 つの系群と考えられる。

本県では、かつて伊勢湾のすべての地区において本種が漁獲され (図 1)、1995 年以前の年間総漁獲量はおおむね 5,000 トンを超えていた (図 2)。しかし、近年のそれは鈴鹿地区の 100 トン前後にすぎない。鈴鹿地区を含む湾北西部は湾西部・南部にとっての母貝場となっている可能性があるため (羽生ほか 2017)、当地区における本種の資源評

価は重要である。なお、熊野灘沿岸の本県の内湾 (英虞湾、五ヶ所湾、阿曾浦、贄浦、方座浦、古和浦、錦湾、尾鷲湾) でも本種が漁獲対象となっているが、漁獲量は伊勢湾のそ

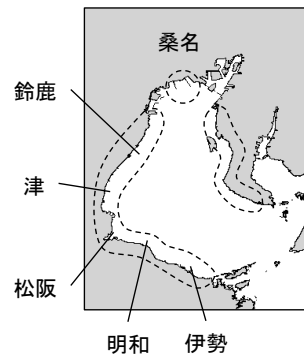


図 1. 伊勢湾におけるアサリの主漁場
点線の海域でアサリ漁業が行われている。

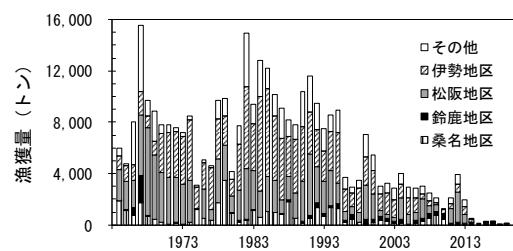


図 2. 1964～2019 年の三重県におけるアサリ漁獲量
農林水産統計による。2019 年の一部は関係漁協の未発表資料を集計した。その他の大部分は津地区・明和地区が占める。市町村合併前の漁獲量は 2021 年時点の行政区域に含めて集計した。

れと比べて少なく、1970 年代から一貫して減少しており、近年はほとんど漁獲がない (図 3)。これらの個体群と伊

勢・三河湾のものが同一系群かどうかは調べられていないが、伊勢湾の本種資源量は 1970 年代に減少が始まったと考えられており(水野ほか 2009; 羽生 2015), 減少が始まった年代が一致している点は興味深い。

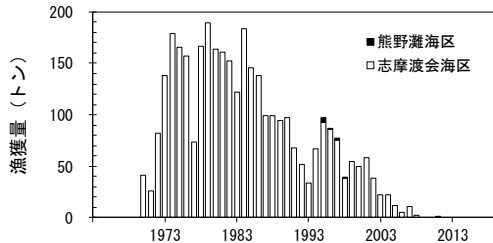


図 3. 1970～2018 年の熊野灘沿岸におけるアサリ漁獲量

農林水産統計による。志摩渡会海区は鳥羽地区から南伊勢地区までの合計、熊野灘海区は大紀地区から紀宝地区までの合計を表す。志摩渡会海区の大部分は南伊勢地区が占める。

2 年齢・成長

本県のアサリ漁業において漁獲対象となるのは殻長 30mm より大きい個体である(三重県 2011)。鈴鹿地区の潮下帯漁場では春産まれのもので翌年 5 月には殻長約 30mm まで成長し、約 1 歳で漁獲対象となる(羽生ほか 2017)。伊勢地区の潮間帯漁場では殻長 30mm で 3 歳前後との報告がある(羽生 2016)。寿命に関する知見は乏しいものの、伊勢地区では 5 年間出現したコホートが確認されている(羽生 2015)。

3 成熟・産卵

伊勢湾でのアサリの産卵は周年認められ、盛期は主に春と秋の年 2 回である(松本ほか 2014)。生物学的最小形は三河湾では殻長 15mm 前後、その年齢は約 1 歳と推定されており(曾根ほか 2019)、伊勢湾においても同様の傾向が確認されている(羽生 未発表資料)。伊勢湾で確認された本種の最大サイズは殻長 64mm であり、この個体では生殖

腺が退化していたことから(羽生 2020)、個体あたりの産卵量は一定のサイズを超えると減少するものと推測される。

4 被捕食関係

伊勢地区河口域のアサリの胃内容物は浮遊性珪藻が大部分を占めたとの報告がある(水産庁 2013)。伊勢湾では、ツメタガイ(*Glossaulax didyma*)・キヒトデ(*Asterias amurensis*)・スナヒトデ(*Luidia quinaria*)・クロダイ(*Acanthopagrus schlegelii*)による食害が確認されている(水産庁 2017; 国分¹ 未発表資料)。

東京湾や三河湾で大きな問題となっているカイヤドリウミグモ(*Nymphonella tapetis*)の本種への寄生が 2018 年 12 月に伊勢湾でも確認された(伯耆² 未発表資料)。また、2019 年 2～4 月に三重県が桑名地区から伊勢地区までの範囲で実施した寄生状況調査では、津地区・松阪地区・伊勢地区において寄生が確認され

(<http://www.pref.mie.lg.jp/suigi/hp/000224384.htm>, 2020 年 2 月 13 日), その後の調査において、寄生を受けた本種は肥満度が非常に低い傾向にあることが確認された(三重県水産研究所 未発表資料)。

漁業の状況

1 漁獲量

本県でアサリは主に伊勢湾(桑名地区～伊勢地区)で漁獲される(図 1)。2013 年以前は松阪地区と伊勢地区の両地区で年間合計 1,000 トン以上が漁獲されていたが、2014 年以降は両地区の漁獲量が減少し、鈴鹿地区の年間 100 トン前後が本県での漁獲量の大部分を占めている(図 2)。

2 漁具・漁法

アサリ漁業の主たる漁具・漁法は地区によって異なり、桑名地区は小型機船底びき網、は具(熊手)、四日市・鈴鹿・津地区は小型機船底びき網、松阪地区は小型機船底び

¹ 三重県水産研究所

² 三重大学大学院生物資源学研究所

き網、じょれん、長柄、明和地区は長柄、伊勢地区はじょれん、長柄、小型機船底びき網である。漁場は潮間帯と水深10m以浅の潮下帯に形成され、じょれん、は具（熊手）は潮間帯での操業に限られる。長柄は潮間帯と潮下帯の双方で操業するが、水深の浅い潮下帯で操業することが多い。いずれの漁法も盛漁期は5月前後のことが多い（松阪漁協未発表資料）。漁具・漁法は水野ほか（2009）に詳しい。

3 漁獲努力量（操業者数）

アサリ漁業の操業者数を正確に集計した統計資料は存在しない。代用可能と考えられる農林水産省漁業センサスの「主たる漁業経営体数」に記載されている本県（桑名地区～伊勢地区）の採貝・採藻と小型底びき網の経営体数の合計は、2003年が973経営体、2008年が742経営体、2013年が555経営体、2018年が426経営体へと推移している。これらの経営体数には、本種の漁獲がなく他の魚介類を漁獲している経営体も含まれているため、漁獲量が大きく減少した近年の経営体数は、さらに少ないものと推測される。

4 資源管理

アサリの採捕は、三重県漁業調整規則により、1951年から1990年までは殻長15mm以下が、1991年以降は、生物学的最小形（高1957）を考慮し、少なくとも1回産卵さ

せることを目的として殻長20mm以下が禁止となっている（三重県農林水産部水産資源管理課 未発表資料）。また、漁業者以外の者が使用できる漁具・漁法は熊手と徒手に制限されている。本種漁業が第一種共同漁業権として免許されている区域では、その漁業を営む権利を有する者（漁協組合員）が排他的に漁業を営む権利を有しているが、過去には遊漁者による採捕の黙認や十分な管理がなされていなかった区域も存在した。しかし、資源状態が悪化した近年では、すべての共同漁業権区域で漁業権者により厳しく漁業の制限や管理が行われている。漁業関係者による自主規制は、おおむね表1のとおりであり、1人1日あたりの漁獲量を制限する漁獲量一定方策、操業時間・日数を制限する努力量一定方策といった代表的なものに加え、漁獲開始サイズの大型化（おおむね殻長30mm以上）や禁漁区の設定といった取り組みを併用している地区が多い（三重県2011）。また、漁期は基本的に周年であるが、鈴鹿・四日市地区の小型機船底びき網のうち噴射式貝けた網については4～7月に限り操業が許可されている。その他の地区においても、小型機船底びき網については漁期を自主制限している地区が多い。

5 種苗放流

伊勢湾では1960年代からアサリの稚貝発生量が減少傾

表1. 伊勢湾の各地区における資源管理方策

地区	漁獲量制限	漁場行使	その他の漁場管理
桑名	殻長制限, 操業日数制限, 重量制限	自主禁漁区あり	資源調査, 出漁調整, 漁獲状況把握, 密漁監視
四日市	殻長制限, 操業日数制限, 重量制限	自主禁漁区あり	出漁調整
鈴鹿	殻長制限, 操業日数制限, 重量制限	自主禁漁区あり	稚貝移動放流, 出漁調整, 漁場耕耘
津	殻長制限, 操業日数制限, 重量制限	自主禁漁区あり	稚貝移動放流, 出漁調整
松阪	殻長制限, 操業日数制限, 操業時間短縮	自主禁漁区あり, 輪採制	稚貝移動放流, 出漁調整, 漁場耕耘, かぶせ網による稚貝保護, 砕石覆砂による漁場造成, 密漁監視
伊勢	殻長制限, 操業日数制限, 重量制限	自主禁漁区あり, 一部輪採制	稚貝移動放流, 出漁調整, 漁場耕耘, かぶせ網による稚貝保護, 砕石覆砂による漁場造成, 密漁監視

三重県(2011)を一部改変。

向にあると考えられており(羽生 2015), 1990年代には多くの地区で漁獲量に対するその影響が指摘されるようになった(三重県津農林水産事務所水産室 未発表資料)。そのため, 各地区ではこれまでに漁獲量の補填と資源回復を目的とした大規模な種苗放流が毎年のように行われてきたが(補足資料 A 種苗放流), 放流量は2007年に急減し, それ以降は低位・横ばいで推移している(図4)。この傾向はすべての地区に共通していることや, 2007~2010年に殻長20mm以上の放流量が増加していることから(図4), 急減の背景には小型個体(殻長20mm未満)の供給不足が影響していると考えられる。また, 近年の低位・横ばいには, 疾病のまん延防止のため県外産種苗の放流が自粛されていることも影響している(三重県アサリ協議会³ 未発表資料)。

2006年以前の主たる放流時期は, 伊勢地区では春季~秋季, 鈴鹿地区と津地区は秋季, 松阪地区では春季と秋季であった(補足資料 A 種苗放流)。当時の県内産天然種苗の主たる採捕海域(供給元)は雲出川河口域と櫛田川河口域であったが(勝田⁴ 私信), 近年においては, これらの河口

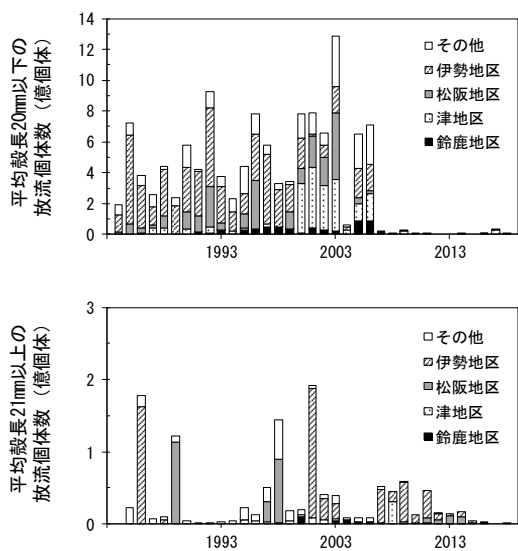


図4. 1984~2018年の地区別アサリ天然種苗放流個体数

域では稚貝が大量発生するものの, 台風による河川出水等の影響により夏季に大量減耗するため(羽生ほか 2017),

³ 三重県においてアサリを水揚げする漁協, 関係市町, 県, 三重県漁連で構成。事務局は三重県漁連。

県内での秋季・冬季の小型個体の採捕・供給はほぼ不可能となっている。そのため, 地区内に大規模な稚貝場がなく貧酸素水塊の影響により放流可能時期が秋季・冬季に限られる鈴鹿地区では, 放流種苗の確保が大きな課題となっている。また, 前述したように雲出川河口域と櫛田川河口域が含まれる津~伊勢地区では二枚貝類へのカイヤドリウミグモの寄生が確認されたため, 寄生未確認の地区(桑名~津地区(一部)まで)での天然種苗の放流は, より一層難しいものとなっている。

本県において本種の漁獲量が激減した1995年から2000年頃までの毎年の種苗放流量は200~1,000トンと大規模なものであった(図5)。このような大規模放流が行われていた2006年頃までは種苗放流による漁獲量・資源量の2016年以降については, 伊勢湾産天然稚貝の有効活用を目

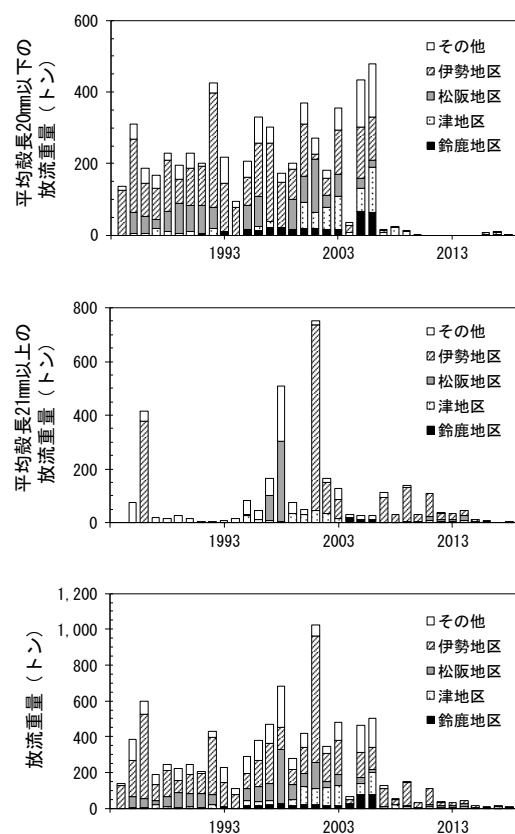


図5. 1984~2018年の地区別アサリ天然種苗放流重量
下段の図は上段と中段の合計を表す。

⁴ 三重県水産研究所

下支えがあったものと推測される(補足資料 A 種苗放流)。
 的として、疾病のまん延防止に配慮したうえで共同漁業権
 区域を超えた移植が行われるようになったが(三重県アサ
 リ協議会, 未発表資料), 前述したように種苗の確保が難
 しい状況にあるため, その放流量は 2006 年以前と比べれ
 ば非常に少ない(図 4, 5)。

資源評価

1 方法

1) 資源水準と資源動向

伊勢湾北西部と湾西部・南部の再生産関係より(羽生
 ほか 2017), 湾北西部の代表海域として鈴鹿地区を, 湾
 南部の代表海域として松阪地区を評価対象とした。評価
 の対象期間は鈴鹿地区についてはアサリ漁業が本格化し
 た 2004 年以降(補足資料 B 鈴鹿地区)とし, 松阪地区に
 ついては当地区 4 漁協合併後の松阪漁協が誕生した 2003
 年以降(補足資料 C 松阪地区)とした。資源量指標値に
 は各地区の漁獲量を利用した(表 2)。資源水準と資源動
 向は三重県資源評価委員会における資源評価基準

(<http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000889584.pdf>)
 で判断した。なお, 鈴鹿地区では漁獲量一定方策が採用
 されていることや操業者数が減少傾向にあることの影響
 により, 漁獲量は, 資源量が多い年の資源量指標値とし
 ては過小となっている可能性がある(補足資料 B 鈴鹿地
 区)。松阪地区については, 1 人 1 日あたりの総量制限が
 ないため, 漁獲量(じょれんによるもの)は資源量のよ
 い指標になり得ると本評価では判断したが(補足資料 C
 松阪地区), 操業者数は長期的に減少傾向にあると考えら
 れるため, 当地区においても, 漁獲量は, 資源量が多い

年の資源量指標値としては過小となっている可能性があ
 る。本評価の資源水準と動向にはこのような問題点があ
 ることに留意する必要がある。

2) 溶存酸素濃度の動向

鈴鹿地区のアサリ資源量には, 海底の溶存酸素濃度が
 大きな影響を及ぼす(羽生ほか 2017)。また, 当地区で
 は, 秋季に殻長 12~15mm の稚貝が翌年春季に漁獲対象
 サイズ(おおむね殻長 30mm 以上)となるため(羽生ほ
 か 2017), 秋季の貧酸素水塊の消長は翌年資源量・漁獲
 量を判断する重要な指標となる。伊勢湾における溶存酸
 素濃度は, 三重県水産研究所が浅海定線観測で毎月 1 回
 観測している(表 2)。ただし, 観測頻度が毎月 1 回と低
 いため, 観測誤差が大きいと考えられ, 個々の観測デー
 タから経年変化を読み取ることは容易ではない。そこで
 本評価では, 下記の手法により, 観測誤差を除去した溶
 存酸素濃度を推定し, 資源動向を判断する補足資料とし
 て利用した。

解析対象期間は, 鈴鹿地区において噴射ポンプによる
 アサリ漁業が本格化した 2004 年以降とし, 浅海定線観測
 の定点 4(鈴鹿地区の水深 10m)の海底直上 1m の溶存酸
 素濃度を解析対象とした。解析では, まず, 確率的季節
 変動のあるランダムウォークモデル(Commander and
 Koopman 2008; 松浦 2016)により生データから観測誤差
 を除去し, 各年の毎月の溶存酸素濃度を推定した。次
 に, この推定値のマルコフ連鎖モンテカルロ標本を用い
 て, 秋季に相当する 9~11 月の溶存酸素濃度の最低値を
 各年について算出した。なお, モデル推定では生データ
 を対数変換し, 変換した値の過程誤差と観測誤差の分布

表 2. 資源評価に利用したデータ

データ	出典
2004~2019年の鈴鹿地区のアサリ漁獲量	農林水産省 農林水産統計; 鈴鹿市漁協 未発表資料
2003~2019年の松阪漁協のじょれんによるアサリ漁獲量	松阪漁協 未発表資料
2004~2019年の浅海定線観測定点4の海底直上1mの溶存酸素濃度	三重県水産研究所 未発表資料

には正規分布を仮定した。計算には R ver. 3.4.4 (R Core Team 2018) と rstan 2.18.2 (Stan Development Team 2018) を使用した。

3) 資源量と漁獲割合

鈴鹿地区と松阪地区では、採泥器を用いた野外調査により 2012～2014 年のアサリ資源量（目合 2mm のふるいに残った個体の個体数と重量）が直接推定されている（羽生ほか 2017）。鈴鹿地区では、貧酸素水塊の影響の小さい年に水深 0～10m までの広範囲に本種が生息していることが確認されているが、通常年は、貧酸素水塊の影響が大きく、分布水深は水深 5m 以浅に限られることが多い（羽生ほか 2017）。そこで本評価では、水深 5m 以浅での資源量（羽生ほか 2017）と漁獲量（図 2 の出典から抜粋）を用いて、鈴鹿地区における漁獲割合（漁獲量/資源量）を算出した。松阪地区での漁獲割合については、羽生ほか（2017）で算出された値を示した。

2 結果

1) 資源水準と資源動向

鈴鹿地区の低水準の上限は 141 トンであり、これを下回った年は、2005 年、2013 年、2015 年、2018 年、2019 年と直近年に集中していた（図 6）。直近 5 年間の年間変動率は -16.2% と減少傾向にあった（図 7）。松阪地区の低水準の上限は 62 トンであり、2014 年以降、これを下回っていた（図 8）。直近 5 年間の年間変動率は 4.9% で横ばいであった（図 9）。

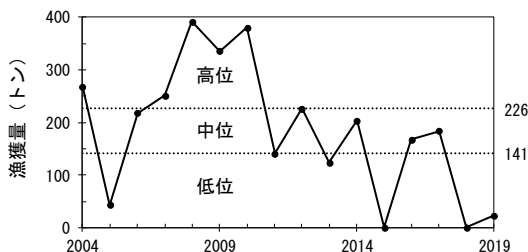


図 6. 2004～2019 年の鈴鹿地区における資源量指標値の水準
図中の点線は水準の境界線を表す。

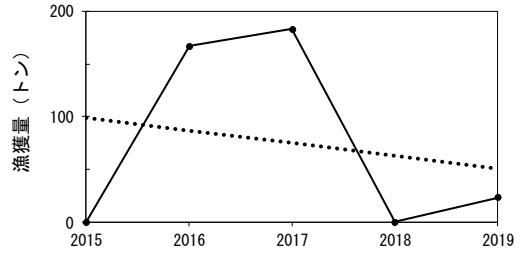


図 7. 直近 5 年間の鈴鹿地区における資源量指標値の動向
図中の点線と数式は、資源動向を判断するための回帰直線 $Y = -12.064 X + 24407.72$ を表す。

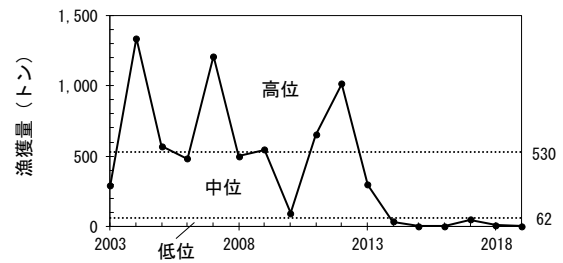


図 8. 2003～2009 年の松阪地区における資源量指標値の水準
図中の点線は水準の境界線を表す。

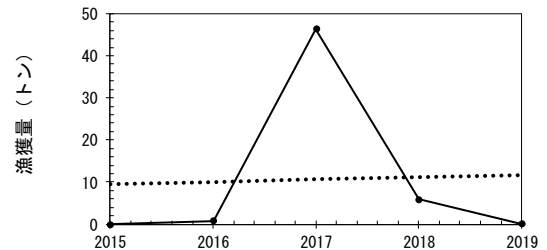


図 9. 直近 5 年間の松阪地区における資源量指標値の動向
図中の点線は資源動向を判断するための回帰直線 $Y = 0.5147 X - 1027.55$ を表す。

2) 溶存酸素濃度の動向

生データの対数変換値の観測誤差は 0.54、過程誤差のうちレベル誤差は 0.016、季節誤差は 0.051 と推定された。溶存酸素濃度には、2 月に最高、9 月に最低となる明瞭な季節変動があった（図 10）。推定誤差が大きかった

ものの、最低値は、2014年以降、低下傾向にあると推測された(図11)。

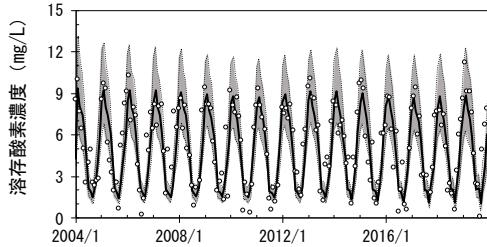


図10. 2004年1月～2019年12月の鈴鹿地区海底直上1mにおける9～11月の溶存酸素濃度
丸は観測値、実線は推定値の中央値、灰色の範囲は推定値の90%信用区間を表す。

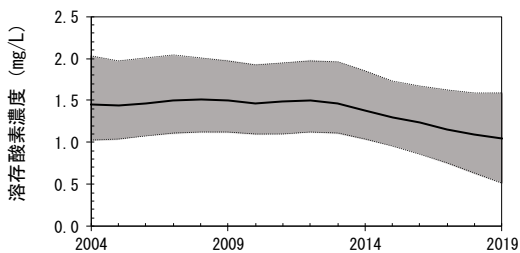


図11. 2004～2019年の鈴鹿地区海底直上1mにおける9～11月の溶存酸素濃度最低値の推定値
実線は推定値の中央値、灰色の範囲は推定値の90%信用区間を表す。

3) 資源量と漁獲割合

鈴鹿地区での漁獲割合(漁獲量/資源量)は、2013年が64%(124トン/193トン)、2014年が16%(206トン/1,270トン)であった。松阪地区の漁獲割合は、2012年が59%、2013年が36%、2014年が4%であった(羽生ほか2017)。ただし、2013年と2014年の松阪地区の資源量の大部分は漁獲対象サイズ未満(殻長4～19mm)のものであり(羽生ほか2017)、漁獲対象サイズの資源に限れば、2013年と2014年の松阪地区における漁獲割合は4～36%よりもはるかに大きい。

3 考察

伊勢・三河湾内のアサリは浮遊幼生期に地区間で頻繁に交流していると考えられている(佐野ほか2018)。しかし、本評価において、重要な母貝場の一つと考えられている鈴鹿地区での資源量の水準・動向は低位・減少と判断された。鈴鹿地区を含む湾北西部では、近年、貧酸素水塊の影響により母貝資源量が減少し、幼生供給量も低位・減少で推移しているものと推測される。

鈴鹿地区と松阪地区における本種の漁獲物の年齢構成に関する知見は乏しいが、1950～2000年の伊勢地区については、数年に1回発生した卓越年級群を複数年にわたって漁獲していたとの調査例がある(羽生2015)。また、津地区については、1990～1995年の生息密度調査(Miyawaki and Sekiguchi 2000)において、漁獲対象サイズのコホートが同一年に複数出現した事例が確認されていない。そのため、伊勢湾における漁獲物の大部分は、単一の卓越年級群で構成されていることが多いと考えられる。また、本評価において漁獲割合は非常に大きいもの(約60%)となる可能性が示されたため、資源水準・動向が低位・減少～横ばいと判断された伊勢湾では、1～2年間では獲りつくせないような大規模な卓越年級群が数年に1回以上発生しない限り、資源回復は進まないものと推測される。

伊勢湾では、夏季・秋季に台風に伴う河川出水等の影響により、稚貝が大量へい死することが知られている(Miyawaki and Sekiguchi 2000; 羽生2015)。また、近年では、秋季から春季にかけて稚貝資源が減少することも報告されている(羽生ほか2017; 曾根ほか2019)。三河湾では餌料環境の悪化によるものと推測されている(曾根ほか2019)、伊勢湾での減少要因はよくわかっていない。いずれにせよ、伊勢湾では、1960年代から長期的に稚貝発生量が減少傾向にあり、大規模な卓越年級群が発生しにくい状況にあると考えられるため(羽生2015)、短期的・中期的なアサリ増産の取り組みとして、稚貝の生残率を高める対策や増産したアサリの漁獲管理が必要と考えられる。

他海域の状況

北海道を除けばアサリの漁獲量は全国的に減少しており、その減少期と減少要因は海域によって異なっている(鳥羽 2017)。三河湾では 2014 年から漁獲量が急減し、餌環境の悪化による稚貝の秋季減耗の影響が大きいと考えられている(曾根ほか 2019)。一方、有明海の福岡県側においては、1980 年代後半に漁獲量が激減したが(鳥羽 2017)、近年、資源量が 1 万トンを超えるまでに増加しているとの情報がある(福岡県水産海洋技術センター 2017)。本邦の全ての海域で資源量が減少したままではないことに留意し、資源変動要因を抽出する必要がある。

謝 辞

統計資料を提供いただいた関係漁協に感謝申し上げます。また、行政資料の収集についてご助言・ご協力いただいた鈴鹿水産研究室 勝田孝司 課長に感謝申し上げます。

文 献

Commandeur, J. J. F. and Koopman, S, J. (2008): 状態空間時系列分析入門(和合 肇訳). シーエーピー出版.

張 成年・山本 敏博・渡辺 一俊・藤浪 祐一郎・兼松 正衛・長谷川 夏樹・岡村 寛・水田 浩治・宮脇 大・秦安史・櫻井 泉・生嶋 登・北田 修一・谷本 尚史・羽生 和弘・小林 豊・鳥羽 光晴 (2013): アサリの非対称殻模様出現頻度における地域差. 日水誌, **79**(2), 190-1197.

福岡県水産海洋技術センター (2017): 有明海でアサリ資源量が増大. 福岡県水産海洋技術センター情報誌なみなみ通信, **68**: 2.

羽生和弘 (2015): 伊勢湾南部の保護水面におけるアサリ資源量の長期変動. 三重水研報, **24**, 19-36.

羽生和弘 (2016): 伊勢湾南部の保護水面におけるアサリの生残と成長. 三重水研報, **25**, 69-85.

羽生和弘 (2020): 伊勢湾松阪地区で発見された大型のアサリ. 三重水研報, **26**, 67-69.

羽生和弘・国分秀樹・畑 直亜・水野知巳・長谷川夏樹・石樋由香・渡部論史・藤岡義三・日向野純也・井上隆彦・田中良男・工藤倫彰・山田充哉・南部亮元・桑原久実 (2017): 伊勢湾 4 地区におけるアサリ資源量の推定と資源変動要因の抽出. 水産海洋研究, **81**(2): 110-123.

高 良夫 (1957): アサリ生殖巣についての二・三の組織学的観察. 日水誌, **23**(7-8), 394-399.

水野知巳・丸山拓也・日向野純也 (2009): 三重県における伊勢湾のアサリ漁業の変遷と展望(総説). 三重水研報, **17**, 1-21.

松隈明彦 (2000): 二枚貝綱 異齒亜綱 マルスダレガイ目 マルスダレガイ科. 日本近海産貝類図鑑(奥谷喬司編). 東海大学出版会.

松本才絵・淡路雅彦・日向野純也・長谷川夏樹・山本敏博・柴田玲奈・秦 安史・櫻井 泉・宮脇 大・平井 玲・程川和宏・羽生和弘・生嶋 登・内川純一・張 成年 (2014): 日本国内 6 地点におけるアサリの生殖周期. 日水誌, **80**(4), 548-560.

松浦健太郎 (2016): Stan と R でベイズ統計モデリング. 共立出版.

三重県 (2011): 三重県アサリ資源管理マニュアル. 三重県水産研究所.

Miyawaki, D. and Sekiguchi, H. (2000): Long-term observations on larval recruitment processes of bivalve assemblages on temperate tidal flats. Benthos Research, **55**(1): 1-16.

R Core Team (2018): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

佐野菜採・長谷川夏樹・羽生和弘・宮脇 大・古丸 明・桑原久実 (2018): マイクロサテライト DNA マーカーから見た伊勢湾内のアサリの遺伝的集団構造. Aquaculture science **66**(3), 209-216.

関根義彦・山田二久次・宮崎基・杉山陽一・佐藤健治・藤井智史 (2003): HF レーダーによる伊勢湾の流速分布

- 観測. 沿岸海洋研究, 40 (2), 189–196.
- 曾根亮太・和久光靖・石田俊朗・宮脇 大・山田 智 (2019):
六条潟におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の秋季
減耗要因について. 水産海洋研究, 83(4): 252–259.
- Stan Development Team (2018) : RStan: The R interface to Stan.
R package version 2.18.2. <http://mc-stan.org/>.
- 水産庁 (2013) : 平成 24 年度水産庁水産基盤整備調査委託
事業報告書「漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝
場造成および新規創出技術開発」, pp. 19.
- 水産庁 (2017) : 平成 28 年度水産庁水産基盤整備調査委託
事業報告書「アサリ資源回復のための母貝・稚貝・成育
場の造成と実証」, pp. 25.
- 鳥羽光晴 (1992) : アサリ幼生の成長速度と水温の関係. 千
葉水試研報, 50, 17–20.
- 鳥羽光晴 (2017) : アサリ資源の減少に関する議論への再訪.
日水誌, 83(6): 914–941.

補足資料

A 種苗放流

1 資料

国立研究開発法人水産研究・教育機構等が発行した「栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績（全国）～資料編～」(以下、本資料と呼ぶ)に記載されている1984～2018年の本県でのアサリの放流実績を整理した。本資料では人工種苗と天然種苗が区別されているが、人工種苗の放流量は無視できるほど少なかったため、ここでは天然種苗のみを集計対象とした。なお、本資料の本県の各地区での放流量は基本的には地区外からの購入量を示しており、同一地区内での売買を伴わない放流、すなわち、本県において、いわゆる稚貝移植と呼ばれる放流は、ほとんど記載されていない(三重県津農林水産事務所水産室 未発表資料)。例えば、松阪地区では1994年5月に地区内において漁業者120名が一斉に約60トンの稚貝を採取・放流したが(三重県津農林水産事務所水産室 未発表資料)、本資料の放流実績には記載されていない。同様の未記載は他の年や他の地区にも相当量あったと推測されるため(三重県津農林水産事務所水産室 未発表資料)、本資料による放流量は実際の放流量と比べて過小となっている可能性が高い。そのため、本資料に基づいて資源量・漁獲量に対する放流効果を回帰分析等で厳密に評価することは難しいと考えられる。

2 放流個体数

本資料の天然種苗の放流個体数を地区別・月別に集計した。また、併記されている平均放流サイズ(mm)に基づいて、殻長20mm以下と21mm以上に区別して集計した。結果は本文の図4に示した。

3 放流重量

本資料の放流量の単位は個体数(千個体)となっている。本評価では、過去の放流規模が漁獲量と比べてどの程度であったかを推測するため、次式により、放流個体数を放流重量(トン)に換算した。

$$\text{放流重量} = \text{個体重量} \times \text{放流個体数} \times 10^3 \div 10^6$$

上式の個体重量(g)は、次の殻長重量換算式(長谷川・日向野 2010)により求めた。

$$\text{個体重量} = 2.4 \times 10^{-4} \times \text{殻長}^{2.97}$$

ここで、殻長は本資料の「放流サイズ(mm)の平均値」を表す。結果は本文の図5に示した。

4 地区別の種苗放流量

放流量の多かった鈴鹿地区、津地区、松阪地区、伊勢地区について放流年・季節別の放流量を整理し、これらと漁獲量(図2の出典から抜粋)の対応を確認した。季節の区部は、春季を3～5月、夏季を6～8月、秋季を9～11月、冬季を1・2・12月とした。

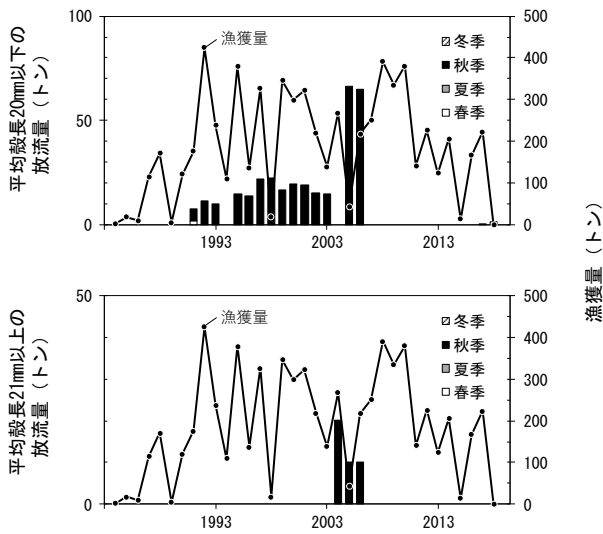
鈴鹿地区の放流量と漁獲量を補足資料図A1に示した。当地区では1998年、2005年、2006年に放流量が多かった。2005年の漁獲量が前年と比べて大きく減少していることから、2005年と2006年の放流目的は漁獲量の補填と資源回復にあったと推測される。また、2004年にアサリ漁業が本格化したこと(補足資料B 鈴鹿地区)も影響したと考えられる。当地区での放流はほぼ秋季に限られていたが、これは当地区では漁場が潮下帯に形成されるため(羽生ほか 2017)、夏季・秋季に発達する貧酸素水塊によるへい死を回避するためであったと考えられる

(三重県津農林水産事務所水産室 未発表資料)。津地区の放流量と漁獲量を補足資料図A2に示した。当地区では1990年頃から2008年にかけて放流重量が多かった。漁獲量が1990年頃に急減したため、その補填と資源回復が目的であったと推測される。放流は主に秋季に行われていた。松阪地区の放流量と漁獲量を補足資料図A3に示した。当地区では1998年と2001年に放流量が多かった。漁獲量減少との対応は不明瞭であった。放流は主に春季と秋季に行われていた。伊勢地区の放流量と漁獲量を補足資料図A4に示した。伊勢地区では長期的に大規模な放

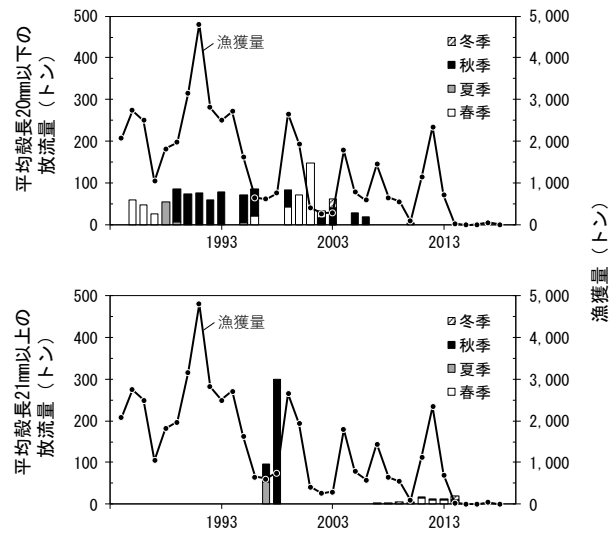
流が行われており、特に1986年、1992年、2001年の放流量が多かった。放流量の多い年と漁獲量の多寡の関係は不明瞭であるが、当地区の漁獲量の減少傾向は長期的なものであったことから、放流目的は他地区と同様に漁獲量の補填と資源回復にあったと推測される。放流は主に春季～秋季に行われていた。

本資料の本県における放流種苗の平均殻長の大部分は13～15mmであった。前述の換算式によれば殻長15mm

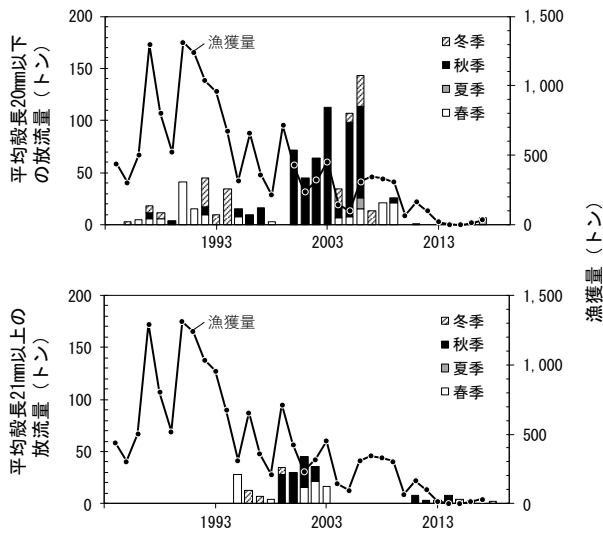
での個体重量は0.7gである。一方、本県において漁獲対象サイズとなる殻長30mmでの個体重量は5.9gであり、殻長15mmでのその約8倍である。仮に殻長15mmから30mmまでの生残率が鈴鹿地区で報告されている9.1～43.6%（羽生ほか2017）に等しいとすると、殻長15mmでの放流量66トン（鈴鹿地区の2005年放流実績）は殻長30mm換算で約48～230トンと試算される。これは鈴鹿地区での年間漁獲量（補足資料図A1）に匹敵する規



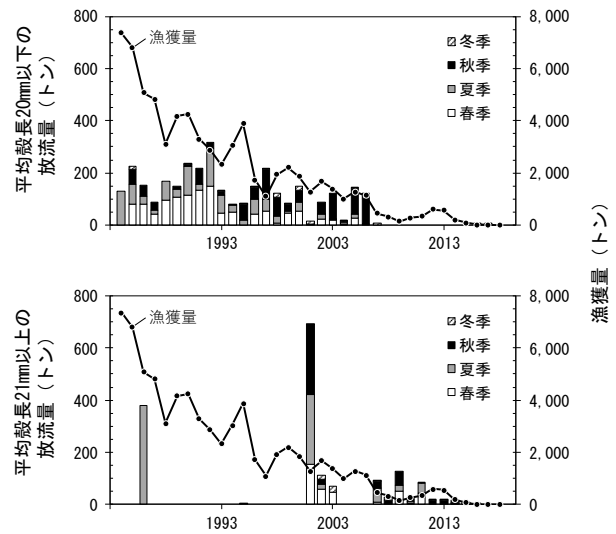
補足資料図 A1. 1984～2018年の鈴鹿地区における天然アサリ種苗放流量とアサリ漁獲量



補足資料図 A3. 1984～2018年の松阪地区における天然アサリ種苗放流量とアサリ漁獲量



補足資料図 A2. 1984～2018年の津地区における天然アサリ種苗放流量とアサリ漁獲量



補足資料図 A4. 1984～2018年の伊勢地区における天然アサリ種苗放流量とアサリ漁獲量

模である。また、当時の放流効果については調査例が見当たらないが、近年については松阪地区と伊勢地区で放流個体が生残・成長したとの報告がある（水産庁 2015；国分ほか 2017）。したがって、本県では大規模放流が行われていた 2006 年頃までは種苗放流による漁獲量・資源量の下支えがあったものと推測される。

5 文献リスト

水産庁 (2015): 平成 26 年度水産庁水産基盤整備調査委託事業報告書「アサリ資源回復モデルの開発と実証」, pp. 37.

羽生和弘・国分秀樹・畑 直亜・水野知巳・長谷川夏樹・石樋由香・渡部諭史・藤岡義三・日向野純也・井上隆彦・田中良男・工藤倫彰・山田充哉・南部亮元・桑原久実 (2017): 伊勢湾 4 地区におけるアサリ資源量の推定と資源変動要因の抽出. 水産海洋研究, 81(2): 110-123.

長谷川夏樹・日向野純也 (2010): 伊勢湾におけるアサリの殻長—重量換算式. 水産増殖, 58 (1), 155-158.

国分秀樹・羽生和弘・清水康弘 (2017): 伊勢湾産アサリ復活プロジェクト推進事業 アサリ稚貝移植システムの開発と実証. 平成 28 年度三重県水産研究所事業報告, 82-84.

B 鈴鹿地区

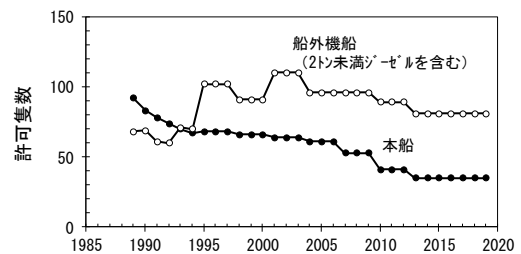
1 漁法の変遷

鈴鹿地区は第五号共同漁業権区域を漁場としており、ここでは鈴鹿市漁協が操業している。当地区では、現在、噴射ポンプ式貝桁網（以下では「噴射ポンプ」と呼ぶ）が主たる漁法となっている。本県における「噴射ポンプ」の操業は 1970 年代後半に伊勢湾全域で行われるようになった。しかし、強力な水流で海底を掘り起こす漁法であるため、稚貝などの生残に対する悪影響が懸念され、1982 年に原則禁止となった。その後、通常の貝桁網では網内部での砂の抜けが悪く貝の損傷が大きな問題となっていた当地区に限り⁵、1988 年以降、臨時的に有効期

間 1 年で許可されるようになった。許可当初はトリガイ (*Fulvia mutica*) を漁獲するための漁法として普及し、アサリはその混獲物として水揚げされていた。1995 年以降は、有効期間 3 年で許可されるようになり、本漁法によりアサリを主たる漁獲対象種とするようになった年代は、許可条件から「トリガイに限る」が外れた 2004 年以降である。なお、以上の知見は、三重県津農林水産事務所水産室と三重県農林水産部水産資源管理課の未発表資料を整理したものである。

2 操業者数

鈴鹿地区では、複数名 (2~3 名) で操業する 8 トン前後の「本船」と 1 名で操業することの多い 2 トン未満の「船外機船」が本種を漁獲している。当地区では 1 日あたりの漁獲量の上限が漁業者あたりの重量 (近年は 1 人 1 日 60kg) で決められているため、1 隻あたりの 1 日の漁獲量は基本的には本船の方が多い。当地区における噴射ポンプの許可隻数は、1989 年は船外機船より本船の方が多かったが、1993 年に逆転し、2001 年以降は本船・船外機船のいずれも減少傾向にある (補足資料図 B1: 三重県津農林水産事務所水産室 (未発表資料) と三重県農林水産部水産資源管理課 (未発表資料) をもとに作成)。以下では、許可隻数の減少が漁獲量に及ぼした影響を検討するため、本船 1 隻あたりの漁業者を 2 名または 3 名、船外機船の漁業者を 1 名として、次式により、各年の操業者数・のべ操業者数を試算した。なお、鈴鹿地区における噴射ポンプの操業許可期間は 3~4 か月間であり、操



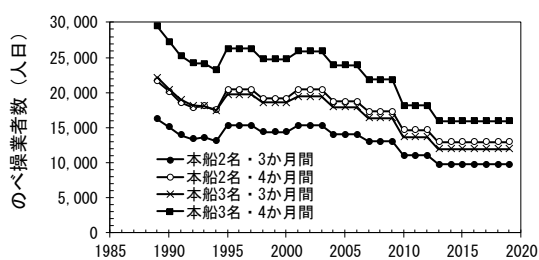
補足資料図 B1. 1989~2019 年の鈴鹿地区における噴射ポンプ式貝桁網の許可隻数

⁵ 2019 年より四日市地区でも許可されるようになった。

業日数は週5日に自主制限しているため、のべ操業者数は、年間の総操業日数（週5日操業を3～4か月間実施した場合の日数）を操業者数に乗じた値とした。

$$\begin{aligned} \text{操業者数 (人/日)} &= 2 \text{名または} 3 \text{名} \times \text{本船許可隻数} \\ &\quad + 1 \text{名} \times \text{船外機船許可隻数} \\ \text{のべ操業者数 (人日)} &= \text{操業者数} \times 5 \text{日} = 7 \text{日} \times 30 \text{日} \\ &\quad \times 3 \text{か月間または} 4 \text{か月間} \end{aligned}$$

各年ののべ操業者数（人日）は補足資料図B2のとおりであり、のべ操業者数は2004年から2019年までの15年間で4,307～7,971人日減少していた。この減少量を2019年の操業者数（人/日）で除した値は29～43日と試算された。これは、2019年の許可隻数で2004年と同じのべ操業者数を得るために必要な追加の操業日数を表している。年間の総操業日数は最大で高々64～86日であり、この短い総操業日数の範囲内で、許可隻数の減少を操業日数の追加で補うことが可能であったとは考えにくい。すなわち、鈴鹿地区では許可隻数（漁業者数）の減少が漁獲量の減少をもたらした可能性があるため、漁獲量を資源量指標値とする場合は、この点に留意する必要がある。



補足資料図 B2. 1989～2019年ののべ操業者数（想定される最大値）

3 漁獲努力量

鈴鹿地区では毎年4月に漁業者が実施する試験操業の結果をもとに、4月以降の操業可否を漁業者が判断している。操業可の判断基準は明確ではないが、近年は、おおむね「1人1日60kgの漁獲が期待できること」となっている。また、当地区ではトリガイ、バカガイ (*Macra*

chinensis) も同じ漁船で漁獲するため、これら二枚貝類の資源量と単価の影響により、アサリが漁獲対象とならないことがある。加えて漁期中に終漁や対象種の変更に至る場合や、鈴鹿地区内の3グループ（箕田、若松、白子）で漁獲対象種を輪番制とする場合もあり、各年の漁獲努力量は大きく変動する。そのため、当地区については操業距離等の漁獲努力量に関する知見・調査が必要であり、本評価では、漁獲努力量は不明とした。

4 資源量指標値

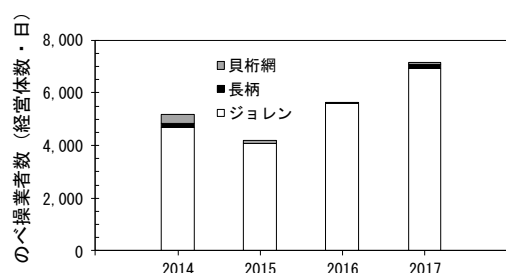
前述したように、鈴鹿地区では各年の漁獲努力量の算出が難しい。また、その年変動は小さくないと考えられる。そのため、漁獲努力量で補正していない漁獲量は、真の資源量と比例関係にない可能性がある。しかし、現時点では、資源水準を判断する指標が他にないため、本評価では、当地区においてアサリ漁業が本格化した2004年以降の漁獲量（本文の図2の鈴鹿地区を抜粋したものを）を資源量指標値として用いた。

C 松阪地区

1 漁法別操業者数

松阪地区は第八号共同漁業権区域を漁場としており、本漁場は、松阪漁協と伊勢湾漁協下御糸支部の入会となっている。主たる漁法は、じょれん（地方名シャックン）、長柄（じょれんの柄の長いもの）、貝桁網（地方名ミッション）である。

松阪漁協は2002年に三雲漁協、松ヶ崎漁協、猟師漁協、松阪第一漁協が合併した漁協である。松阪漁協保管の日別売上傳票（紙資料約1万枚）を整理・集計することができた2014～2017年の採貝漁業の漁業種別のべ操業者数は補足資料図C1のとおりであり、じょれんがもっとも多かった。松阪漁協における2013年以前の操業者数は、当漁協に保管されている日別個人別売上傳票を整理することにより集計可能と推測された。しかし、伝票は数万枚以上の手書きの紙資料であるため、本評価では集計対象としなかった。操業者数の変遷の把握は今後の課題となった。



補足資料図 C1. 松阪漁協における採貝漁業の漁法別のべ操業者数

2014年は4～12月、2017年は1～11月の集計値を表す。

伊勢湾漁協下御糸支部が属する伊勢湾漁協は2006年に伊勢市漁協、二見町漁協、大淀漁協、東大淀漁協、下御糸漁協が合併した漁協である。このうち第八号共同漁業権区域での操業が認められているのは下御糸支部の漁業者だけである。ただし、下御糸支部の漁業者は第九号共同漁業権区域でも操業が認められており、どの漁業権区域で操業したかの記録は残っていない。また、伊勢湾漁協に聞き取りした2019年の下御糸支部の採貝操業者数は1名と少なかった。本評価では、伊勢湾漁協下御糸支部の操業者数・漁獲量は少なく、それらを無視しても松阪地区の資源評価には大きな影響を及ぼさないものと仮定した。

2 漁獲努力量

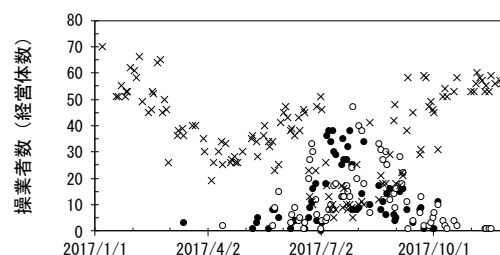
漁法別操業者数の長期データが得られていないため、本評価では不明とした。

3 資源量指標値

松阪地区では、第八号共同漁業権区域で操業する漁業者により八共協議会採貝部会が組織されている。採貝部会は毎月1回開催され、10名程度の役員が操業時間・操業規制等を協議・決定している。当地区では、原則、1日の操業時間を2時間、週2日間を休漁としており、1人1日あたりの総量制限は定められていない。総量制限がないため、1人1日あたりの漁獲量はアサリ資源量の良い指標と考えられる。

松阪地区ではアサリとハマグリ漁場が隣接・重複しており、いずれもじょれんにより漁獲されている。どちらの種あるいは両種を漁獲対象とするかは、それぞれの資源量と単価の影響を受けて、日々、変化する。例として2017年の漁獲対象種別の月別操業者数を補足資料図C2に示した。2017年は、当初ハマグリが主な漁獲対象となっており、アサリは漁獲対象となっていなかった。しかし、6月に榎田川河口で局所的に分布するアサリ資源が発見され、その資源を漁獲対象とする操業者数が徐々に増加していった(当時、漁業者から聞き取りした情報)。その後は、7月をピークに操業者数が減少し、8月にはハマグリへと漁獲対象が戻っていった。この年の7月には大きな河川出水がなかったことから(気象庁HP「粥見 日ごとの値」

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=53&block_no=0510&year=2017&month=07&day=&view=p1, 2020年2月10日), 7月下旬の操業者数の減少は、漁獲によるアサリ資源の枯渇によるものと考えられる。この例は、わずか1年分の調査例であるが、のべ操業者数はアサリ資源量の良い指標となることを示唆している。ただし、本県の採貝漁業者数は長期的に減少傾向にあり、当地区においても減少傾向にあると考えられるため、のべ操業者数の経年変化については、その影響に留意する必要がある。

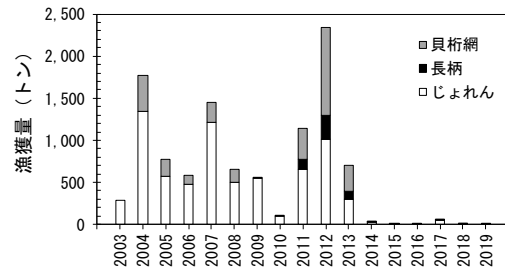


補足資料図 C2. じょれんの魚種別日別操業者数
●はアサリのみ、○はアサリとハマグリ、×はハマグリのみを漁獲していたことを表す。

以上のように、松阪地区では、1人1日あたりの漁獲量やのべ操業者数が資源量指標値となり得る。しかし、

いずれを利用するにしても、大量の紙資料を整理・解析する必要があり、長期データの入手は容易ではない。一方、当地区の漁獲量は、この2つの指標を掛け合わせた値であるため、漁獲量もアサリ資源量の良い指標になり得ると考えられる。また、漁獲量については、松阪漁協保管の紙資料を確認したところ、漁法別の長期データは比較的容易に整理可能と判断された。そこで本評価では、当該資料を入手し、松阪漁協が誕生した翌年の2003年以降について、漁法別漁獲量を集計した（補足資料図C3）。その結果、じょれんによる漁獲量が松阪漁協における漁獲量の大部分を占めることが確認されたため、松阪

漁協のじょれんによる漁獲量を松阪地区の資源量指標値として用いることとした。



補足資料図 C3. 2003～2019年の松阪漁協における漁法別アサリ漁獲量