

図9 丸石干潟における堆積物全体の Chl a 含量と干潟堆積物から得られた上清，干潟直上水およびポンツーン表層水の Chl a 濃度の変動

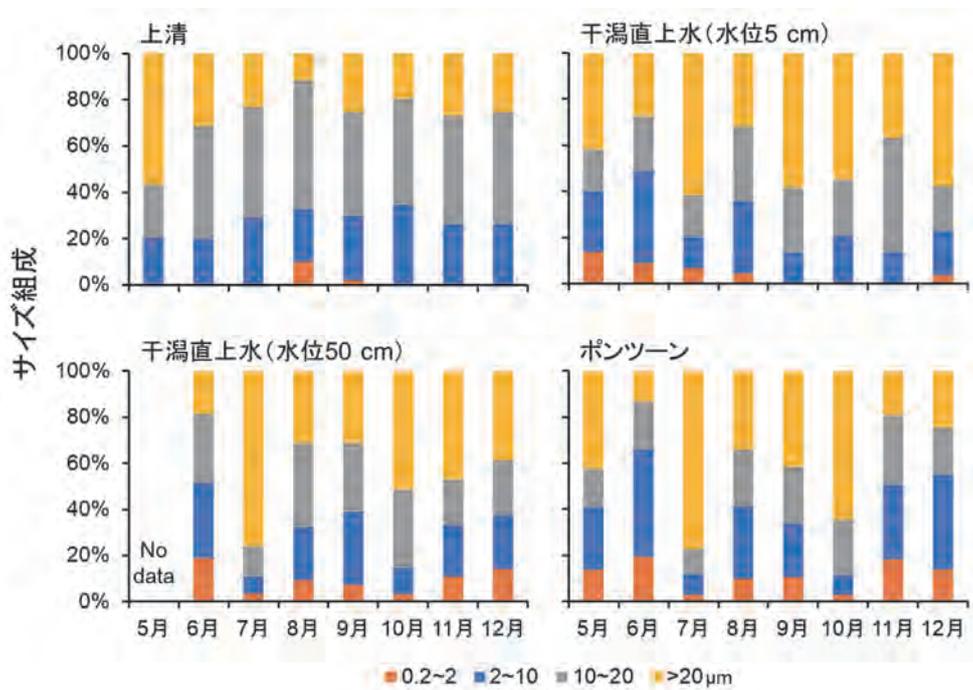


図10 丸石干潟の堆積物から得られた上清，干潟直上水，ポンツーン表層水に含まれる微細藻類群集のサイズ組成の変動

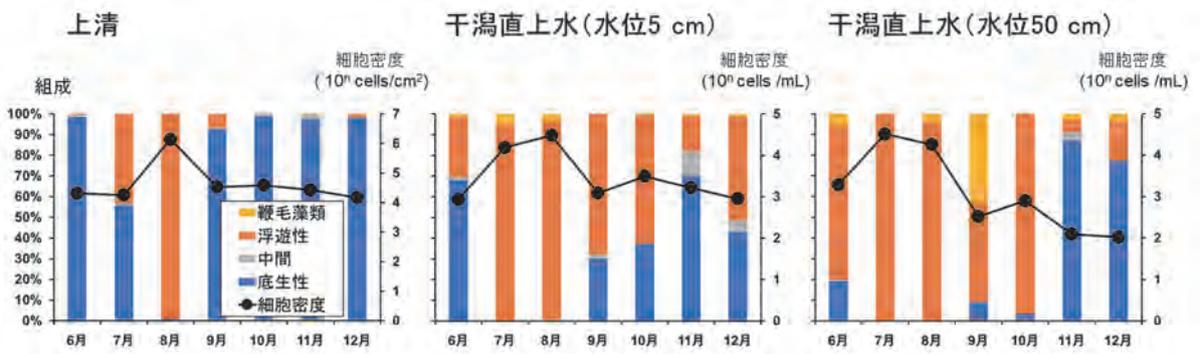


図 11 丸石干潟の堆積物から得られた上清および干潟直上水に含まれる微細藻類の細胞密度と生物組成の変動

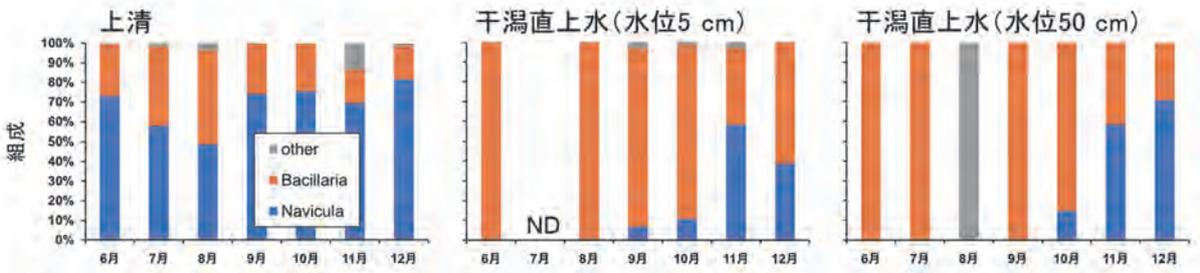


図 12 丸石干潟の堆積物から得られた上清および干潟直上水に含まれる底生性の微細藻類の組成の変動

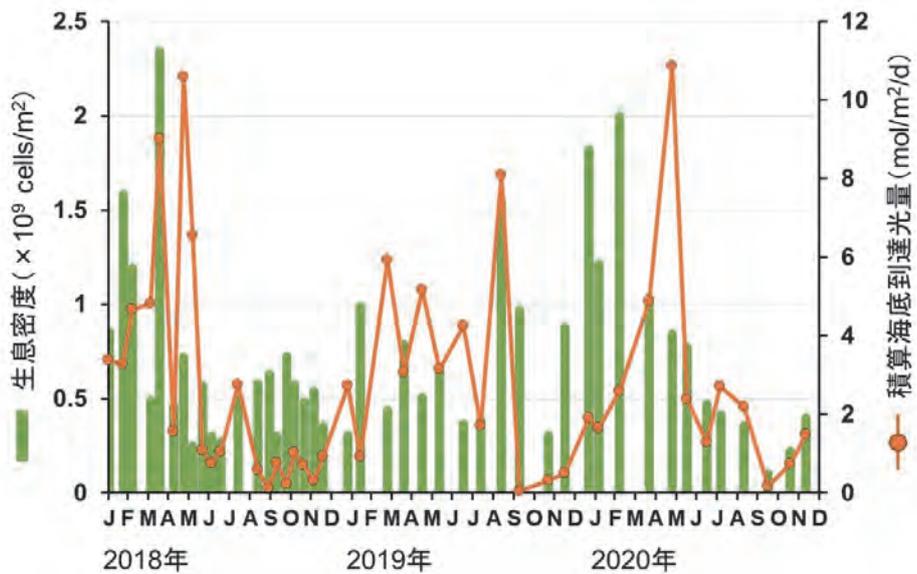


図 13 Stn. S における底生珪藻の生息密度と海底到達光量

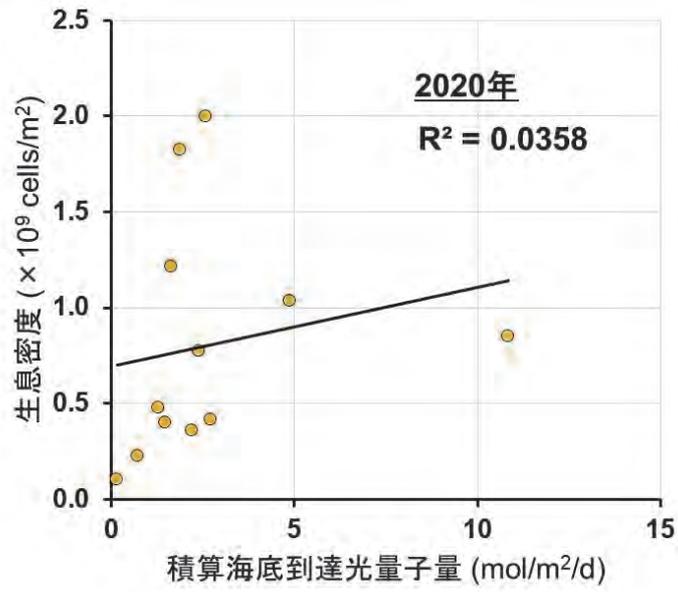


図 14 積算海底到達光量子量に対する底生珪藻の生息密度

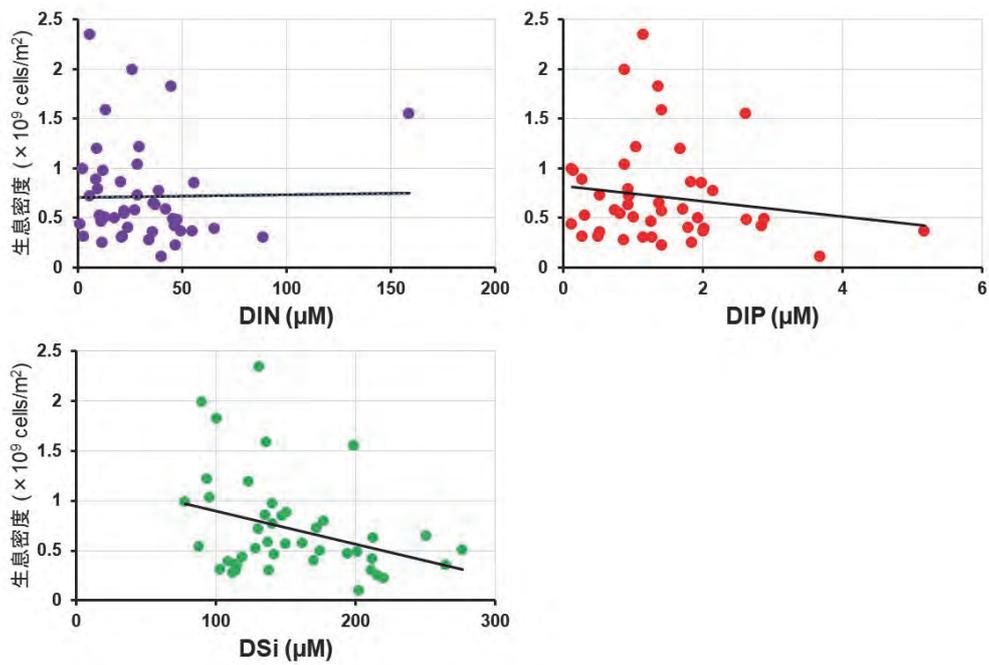


図 15 水中の栄養塩濃度に対する底生珪藻の生息密度 (Stn. S ; 2018 年~2020 年の 3 カ年)

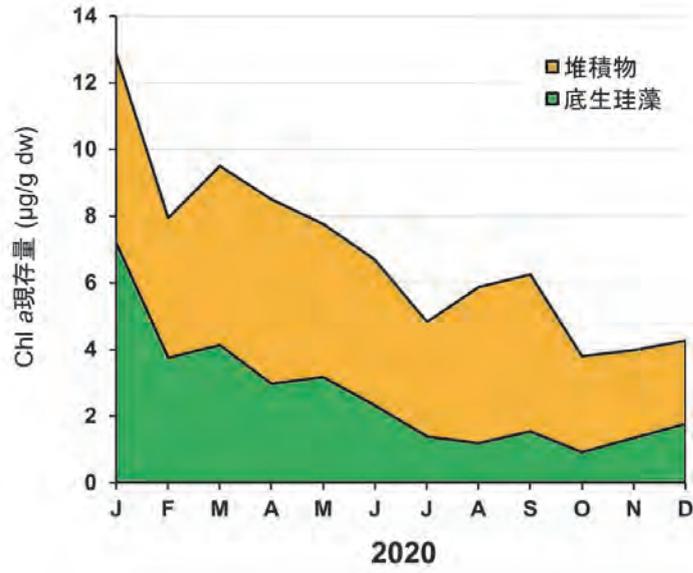


図 16 堆積物中の全 Chl *a* 現存量に占める底生珪藻由来の Chl *a* 量（見積値）

課題番号：1) -イ-①

課題名：播磨灘北西部における陸域からの栄養塩供給が二枚貝養殖漁場の生産力に及ぼす影響の解明

兵庫県立農林水産技術総合センター 水産技術センター

原田和弘，宮原一隆，岡本繁好，高倉良太

【背景・目的】

兵庫県の播磨灘北西部沿岸は、マガキやアサリ等の二枚貝類養殖が盛んである。貧栄養化が課題となっている播磨灘で、偏在的に生産性の高い二枚貝類養殖漁場の環境特性（陸域からの栄養塩供給および餌料環境等）を、現場調査や数値シミュレーション等から解析することによって、栄養塩等の水質環境が漁場の生産力に与える影響を明らかにする。本事業では当漁場の栄養塩動態のうち、陸域からの栄養塩供給に焦点を当てて調査を進める。得られた成果は、播磨灘（兵庫県海域）の水質（栄養塩）管理の検討資料として活用する。

2020年度は、播磨灘広域水質調査、二枚貝養殖漁場調査、マガキ養殖漁場比較試験および二枚貝養殖漁場の栄養塩動態に関する数値シミュレーションを実施した。なお、二枚貝養殖漁場の栄養塩動態に関する数値シミュレーションについては、本事業の他の課題「1) -イ-③瀬戸内海の栄養塩環境が二枚貝生産に及ぼす影響の評価」に記載した。

【方法】

(1) 播磨灘広域水質調査

播磨灘全体からみた北西部沿岸域の漁場環境特性を把握するため、播磨灘の14定点において2020年4月から毎月上旬に1回水質を調査した。観測項目は、透明度、水温、塩分、栄養塩類およびクロロフィル*a*である。なお、今年度の調査結果については、西方隣接海域からの影響を確認するため、岡山県農林水産総合センター水産研究所から提供頂く結果と併せて次年度に解析する。また、岡山県東部海域の既存観測値（19定点、2015～2019年、岡山県データ）と兵庫県海域（14定点）の値を併せて、播磨灘北西部の栄養塩類やクロロフィル*a*の動向について解析した（図1）。

(2) 二枚貝養殖漁場調査

河川水等の陸域から供給された栄養塩が、養殖漁場の餌料環境に与える影響を把握するため、播磨灘北部沿岸地先（兵庫県明石市～岡山県瀬戸内市）に定点を設けて定期調査を進めるとともに、赤穂市坂越沖で連続観測を実施した（下記のa, bの調査）。

(a) 播磨灘北部沿岸地先の水質調査

兵庫県明石市から岡山県瀬戸内市沖に至る播磨灘北部沿岸にライン状に設けた20定点（図2）において2020年7月から毎月1回水質を調査した。観測項目は、水温、塩分、栄養塩類およびクロロフィル*a*である。

(b) 養殖漁場における連続観測

赤穂市坂越沖の二枚貝養殖漁場周辺の区第515号の定点（図3）において、2020年10月27日～11月11日の16日間、海面下約50cmに観測機器を設置し、流向流速、水温、塩分およ

び硝酸塩を連続観測した。流向流速および水温、塩分は 10 分、硝酸塩は 30 分間隔で計測した。取得したデータは、調査定点の硝酸塩動向に大きな影響を与えると考えられる千種川河川水の影響を見るため、塩分、東方分速について解析を進めた。なお、今年度は観測期間中に硝酸塩センサーに不具合が生じ、データ取得不能となったため、硝酸塩値は解析できなかった。

(3) マガキ養殖漁場比較試験

播磨灘北西部の養殖漁場環境が異なると推測される 3 海域でマガキを飼育し、成長状況等を比較した。昨年度の試験で、波浪の影響を強く受ける海域では、試験規模のカゴ飼育は適切でないことが判明したため、今年度は二枚貝養殖漁場のうち、比較的静穏な海域で試験を進めた。試験区を設定した漁場は、北部沿岸の相生市の漁場（相生湾，相生区とする）、沖合の姫路市家島町の西島漁場（西島区とする）および明石市南二見の当センター調査船栈橋である（南二見区とする，図 3）。3 試験区とも広島県産種苗を用い、筏もしくは栈橋からカゴを垂下した。その方法は、直径約 50cm の養殖カゴ（下部に約 4.9kg の鉄製チェーン装着）にマガキ 40 個体を収容して海面下約 1.5m に垂下した。予定では 2020 年 11 月～2021 年 3 月まで毎月 1 回 1 カゴずつ回収して成長に関する項目（殻高，殻長，殻幅，殻付き重量および軟体部重量等）を計測し、肥満度（軟体部重量 / （殻高×殻長×殻幅）×10⁵）を算出するとともに、目詰まりを防止するため新しいカゴと交換する。

※なお、兵庫県瀬戸内海域における一次生産の制限要因として窒素が重要な項目であることから、本研究における栄養塩類の調査結果の解析は窒素を主体に進めることとした。

【結果】

(1) 播磨灘広域水質調査

解析結果のうち、2018 年の表層水平分布を代表例として示す。兵庫県から岡山県に至る播磨灘北西部の表層塩分は、播磨灘北部沿岸の河口域および児島湾口の周辺海域で低い傾向を示した（図 4）。また、播磨灘中央部もしくは備讃瀬戸で塩分は高い傾向にあった。表層クロロフィル *a* 濃度は、兵庫県海域の播磨灘北部沿岸および児島湾口周辺海域で顕著に高い傾向を示した（図 5）。表層 DIN（溶存態無機窒素）濃度は季節変動のほか、植物プランクトンの発生状況や河川からの供給量によって変動していると考えられるが、播磨灘北部の河口域周辺および児島湾口で高い傾向を示す傾向にあった（図 6）。

これらの分布結果から、河川水等の陸水の影響を強く受ける播磨灘北部沿岸および児島湾口で塩分は低く、クロロフィル *a* や DIN 濃度は高い傾向を示すことが確認された。一方、隣接する岡山県海域から、播磨灘北西部の二枚貝養殖漁場（兵庫県海域）への直接的な影響を示唆する連続的な水質の分布は明確でなく、本県播磨灘北西部の二枚貝養殖は、県内の陸域負荷源からの栄養塩供給、およびそれに伴う一次生産により支えられていることが示唆された。

(2) 二枚貝養殖漁場調査

(a) 播磨灘北部沿岸地先の水質調査

2020 年 7～11 月の観測結果のうち、表層塩分は加古川，市川，揖保川および千種川河口周辺の定点で低い傾向を示した。明石海峡や備讃瀬戸に近い定点 1 および定点 20 で塩分は高い傾向にあった。表層クロロフィル *a* 濃度も、前述の河川河口周辺海域で高く、定点 17～20 の

岡山県海域では低い傾向にあった。表層 DIN, TN (全窒素) および DSi (溶存態珪素) 濃度も河口周辺海域で高い傾向にあった (図 7)。また、塩分とクロロフィル *a*, TN, DSi 濃度間には有意な負の相関が認められ (図 8), 陸水が沿岸の栄養塩類や一次生産量の動向に関与していることが強く示唆された。さらに、表層の各態窒素は、河口域もしくは河川水, 下水処理水および事業所排水等の陸域負荷量が大きいと推測される海域 (定点 2~8) で、PON (粒状態有機窒素) と DIN 濃度の合計値が高い傾向にあった (図 9)。

これらの結果から、播磨灘広域調査と同様に播磨灘北西部の二枚貝養殖漁場 (兵庫県) では、隣接する岡山県海域からの直接的な影響を示す栄養塩類やクロロフィル *a* 濃度の変化は確認できず、当該漁場への栄養塩類供給は、県内陸域を起源とする可能性が高いと推察された。

(b) 養殖漁場における連続観測

今年度の観測では、事前の試運転時には問題のなかった硝酸塩センサーに、観測開始直後からセンサースペクトルの不具合が生じ、残念ながら硝酸塩値は取得できなかったため、塩分と流向流速結果のみ示す。観測定点では、東西の往復流が卓越しており、東方分速が最大値を示した後に塩分が低下する傾向も認められたが、陸水由来の影響を明確に示すデータは得られなかった (図 10)。次年度以降、千種川河川水の動向を把握するため、より河口に近い赤穂市沖の海域で連続観測を実施したいと考えているが、流失等の管理上の安全性を含めた場所の選定が課題である。

(3) マガキ養殖漁場比較試験

2020 年 12 月および 2021 年 1 月の回収率は 95.0~100.0%, 生残率は 94.7~100.0% となり、試験区の間で明確な差はなかった (表 1)。南二見区のマガキは試験開始から順調に成長したが、相生区、西島区では成長の停滞が認められた。その結果、2021 年 1 月には殻高、殻長、殻幅、全重量および軟体部重量の各項目で、南二見区が相生区や西島区より有意に高い値を示した ($P < 0.01$, 図 11)。肥満度は、相生区が南二見区や西島区より有意に高い値を示した ($P < 0.01$, 図 11)。相生区および西島区の成育不良は、12 月後半から 1 月前半の強い季節風によって生じた波浪により、養殖カゴの中でマガキ同士が擦れ合い、貝殻が摩耗したことが原因と考えられた。波浪による貝殻の摩耗を低減させるため、次年度は養殖カゴの中にトリカルネット製のカゴを設置して試験を行う予定である。