

令和 4 年 5 月 20 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03360

研究課題名(和文) 有明海奥部における物質循環変動機構の解明と環境再生策に関する研究

研究課題名(英文) Study on the material cycle and environmental restoration in the inner area of Ariake Sea

研究代表者

速水 祐一 (Hayami, Yuichi)

佐賀大学・農学部・准教授

研究者番号：00335887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：潮流観測の結果、月昇交点運動の影響が大きいことが分かった。潮流が強まると底層DOは減少していた。大潮小潮周期の物質循環調査の結果、酸素消費に対して植物プランクトンの寄与が大きいことが示された。溶存有機物に関する調査・実験から、陸起源有機物の分解が栄養塩回帰に寄与していることが分かった。数値モデルによって流況制御ブロックによる貧酸素軽減効果を評価した。約1万個のブロックを設置すると底層DOは0.14mg/l程度回復すると予測された。生態系モデルによる検討の結果、有明海奥部ではサルボウが50個体/m²増えることで植物プランクトン密度が20%程度減少、底層DOが5%程度増加すると予測された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有明海では、長期的に陸域負荷の増加はなく、広大な干潟が存在するにもかかわらず、赤潮の増加・貧酸素水塊の発生といった内湾の富栄養化に典型的な症状が生じ、二枚貝や底魚の減少が問題になっている。この問題の発生要因を明らかにするために、中長期連続モニタリングとそのデータ解析、有明海奥部における物質循環調査、数値モデルを組み合わせて研究を行った。諫早湾の貧酸素の長期変動は長期的な月の運動の変化が大きく影響していた。酸素消費や、栄養塩の再生について新たな発見がもたらされた。環境再生策として、平均的な流れを変化させるようなブロックの効果を調べた。また、二枚貝を増加させた場合の環境再生効果についても検討した。

研究成果の概要(英文)：Inter annual variation of tidal currents were strongly affected by the 18.6 year lunar nodal cycle. As the tidal currents increased, the bottom water DO was decreased. The results of the fortnight survey indicated that the respiration of the phytoplankton had a large influence of the bottom water oxygen demand. It was found that the decomposition of terrestrial dissolved organic matter had a large contribution for the regeneration of nutrients. The effect of a method to create and control a tidal residual current by using artificial bottom roughness on bottom water DO was examined. The bottom water DO increased 0.14mg/L by this method. The effect of the increase of arc shell was examined with an ecosystem model. When the arc shell increased 50 ind/m², phytoplankton density decreased 20% and bottom water DO increased 5%.

研究分野：沿岸海洋学

キーワード：有明海 潮流 貧酸素 数値モデル 溶存有機炭素

1. 研究開始当初の背景

東京湾・大阪湾・三河湾など日本の代表的内湾では、陸域から流入する有機物・栄養塩負荷量の増加や、干潟・浅場の喪失によって富栄養化問題が発生した。そのために、問題解決には陸域負荷の削減や干潟の造成が有効であった。しかし有明海奥部では、陸域負荷の増加は生じておらず、広大な干潟が存在するにもかかわらず、赤潮の増加・貧酸素水塊の発生といった内湾の富栄養化に典型的な症状が生じ、その結果二枚貝や底魚の減少が問題になっている(有明海・八代海等総合調査評価委員会, 2017)。では、有明海ではなぜこのような問題が起きたのだろうか? また、この問題の解決にはどのような対策が有効なのだろうか?

我々は、有明海で他の内湾と異なったメカニズムで富栄養化問題が発生した原因として、この湾特有のユニークな **benthic pelagic coupling** と諫早干拓が影響したものと考えている。諫早干拓の影響についてはこれまで多くの研究が行われてきたが、いずれも疫学的な推定に留まってきた(宇野木・佐々木, 2007等)。しかし、Yamaguchi and Hayami (2018)は、数値シミュレーションによって、諫早縮切が有明海奥部の貧酸素化を促進するメカニズムを初めて発見した。これは、諫早縮切によって諫早湾口~島原半島沿岸の潮流が減衰して鉛直混合が弱まり、その結果、有明海奥部底層に沖合の高密度水が進入して成層を強化し、底層への酸素供給が妨げられて貧酸素化したというものである。Hayami and Fujii (2018)は、データ解析によって、実際に諫早縮切を境に有明海奥部の成層が強まったことを確認した。この状況を緩和するには、海底に構造物(矢野ら, 2005等)を設置して底層で湾奥向きの平均流を弱め、有明海奥部の密度成層を弱めることが考えられる。ただし、原因は諫早干拓だけでなく、その前から貧酸素化の進行は起きていた(Hayami and Fujii, 2018)。これは、有明海奥部特有の粘土鉱物による高濃度の濁り、大きな潮汐振幅、卓越したエスチュアリー循環が生み出すユニークな **benthic pelagic coupling** があるためと考えられる。このような特殊な **benthic pelagic coupling** があるために、カキ礁の除去などによる二枚貝の減少と潮汐・潮流の減衰によって生態系のレジームシフトが生じ、現在は貧弱なベントス群集のまま安定な系になっていると考えられる。我々は、過去のように豊富な二枚貝が生息する生態系に回復させるには、人為的に新たなレジームシフトを引き起こす必要があると考えている。レジームシフトが起きれば、生態系は新たな安定状態に向けて自律的に回復を始めるはずである。ただし、このような二つの系の変化は、成層構造の季節変化(夏季は成層発達、秋~春季は鉛直混合)や月昇交点運動による 18.6 年周期の潮汐潮流変動の影響(武岡, 2003)を受けるため、単純ではない。

2. 研究の目的

上記背景のもと、本研究では以下の2つを目的として研究を行う。

1. 「有明海奥部の富栄養化問題は、この海域特有のユニークな **benthic pelagic coupling** と、生態系のレジームシフトの発生によって生じた」との仮説を検証する。
 2. 人が手を加えることで、現在のレジームを、豊富な二枚貝が生息した 1980 年代以前のようなもう 1 つのレジームに転換するためのおおよその条件を明らかにする。
- 本研究は、疫学的推定ではなく、現地調査と数値モデルによって、陸域負荷増大や干潟喪失によらない内湾の富栄養化現象のメカニズムを初めて解明することを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、中長期連続モニタリングとそのデータ解析、有明海奥部における物質循環調査、数値モデルを組み合わせる研究を行った。本研究のチームは有明海で 2013 年から継続して潮流のモニタリング調査を実施してきた。本調査では、九州農政局によって水質鉛直分布が毎時計測されている諫早湾湾口部の 4 点の観測槽付近の海底に超音波ドップラー多層流速計 (ADCP) 等を設置し、夏と冬に 2 ヶ月ずつ連続観測を行った。この結果を他の水質データと合わせて解析し、2013 年から 2021 年まで 9 年間 (18.6 年の半分弱) のモニタリングデータから、潮汐・潮流の中長期変化に伴った生態系の変動を把握した。また、有明海奥部における物質循環特性を明らかにするために、2018 年の夏季に 2 週間 (大潮小潮周期) の集中観測を行った。これは、有明海奥部では、貧酸素水塊が小潮時に発達、大潮時に解消する(速水, 2007)など、大潮小潮周期変動が卓越するためである。係留観測期間中の連続した大潮・中潮・小潮・中潮の 4 回、船舶調査を実施した。試水について、クロロフィル a・栄養塩濃度、バクテリア・従属栄養鞭毛虫 (HNF)・繊毛虫密度、その他動物プランクトン密度、懸濁態有機物 (POM) とその炭素窒素安定同位体比を測定した。また試水を実験室に持ち帰り、光学式酸素スポットセンサーを用いた培養法による水中の全酸素消費速度測定を行った。なお、POM は海中を浮遊する間に微生物分解を受け、起源の値から同位体比が変動する可能性がある。そこで、2018 年 8 月 (有明海湾奥部海水を利用) と 2019 年 9 月 (東京湾奥部海水利用) に POM の暗所分解培養実験を行い、既往文献の結果と併せて、好気・嫌気条件での分解に伴う $\delta^{13}\text{C}$ 変動幅を求めて、POM の起源推定に用いた。2018 年の集中調査の結果を踏まえて、2019 年 6 月・10 月に筑後川河口からその対岸の太良町沖にかけ

てライン観測を行い、溶存態有機物の分布とその起源について、三次元励起蛍光スペクトル法を用いて調査した。2020年7月～9月には筑後川から採取した河川水より高分子溶存態有機物を抽出・濃縮し、それを有明海の海水に添加・培養することで、栄養塩の再生がどの程度生じるのかを調べた。さらに、2021年の夏～冬に太良町沖から筑後川河口沖にかけての測点において酸素消費速度と栄養塩回帰速度、分解基質の起源の季節変化を解明するために毎月の定線調査を実施した。数値モデルとしては、a)有明海全域の詳細な3次元シミュレーションモデルと、b)有明海奥部に関するボックスモデル型の生態系モデルの2つを用いた。モデルaについては、これまで貧酸素水塊のシミュレーションを目的として4月から10月までの計算を実施してきた(山口ら, 2015)。このモデルを改良し、月昇交点位置変動の効果を評価するとともに、流況制御ブロックの効果を推定した。モデルaは計算に時間がかかるため、レジームシフトの条件検討のような長期(10年スケール)の計算はできない。そこで、有明海奥部で卓越するサルボウを組み込んだモデルbを用いて、有明海奥部の植物プランクトン量の季節変化を再現できるようにした。このモデルによって、二枚貝の増加・減少が植物プランクトン・溶存酸素濃度に与える影響を評価した。

4. 研究成果

4-1 潮流の長期変化

諫早湾口部の4点で流向流速の鉛直分布を測定した結果、 M_2 分潮の潮流は2013年から増加し、2016年にピークとなった後、減少していた(図1)。これは大浦における潮位の長期変化と一致しており、月昇交点運動の影響が大きいことを示す。バロトロピックな流速について求めた M_2 分潮の大きさは、潮位の M_2 潮成分の大きさと正の相関を持っていた。一方で、夏季観測期間中の底層の溶存酸素濃度平均値は2016年に極小値をとっており、潮流の M_2 分潮成分の大きさと負の相関があった。これは、研究開始時点の想定とは逆に、潮流が強くなると底層の溶存酸素濃度が下がることを意味する。観測期間中の平均成層強度と潮流の M_2 分潮成分の相関は弱かったが、測点B5・B6では両者の間に正の相関が見られた(潮流が強まると成層は強化されていた)。クロロフィルa濃度と底層溶存酸素濃度の経年変化には測点B5を除いて正の相関があり、クロロフィルa濃度が高いほど底層溶存酸素濃度は高くなっていった。また、クロロフィルa濃度と M_2 潮流振幅の経年変化の間には負の相関が見られた。したがって、潮流が弱いほど光合成による酸素の生産が活発になるとすると、上記の経年変化を説明できると考えられた。

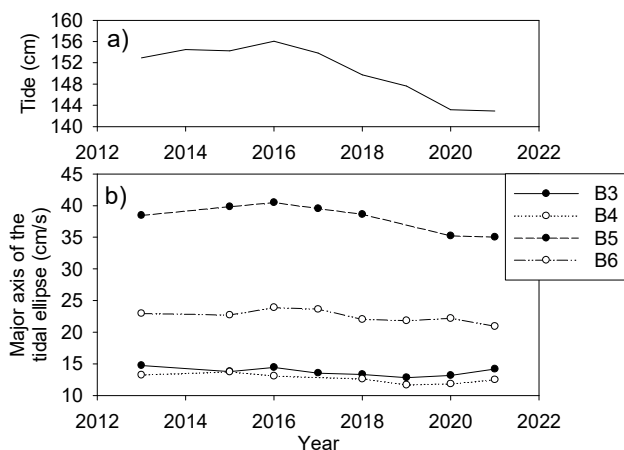


図1 大浦における M_2 潮振幅(a)、4測点における M_2 潮流の経年変化(b)。

4-2 大潮小潮周期での物質循環変動

2018年7月から8月にかけて、有明海奥部において水温・塩分・濁度・DO等の連続観測を行うと共に、その間の8月1日から12日にかけて有明海奥部新有明漁港沖～諫早湾口にかけての測線に沿った縦断観測を4回実施した。底層では小潮時を中心に貧酸素水塊が発達した(図2)。底層の酸素消費速度は湾奥側ほど高くなっていった。バクテリアの細胞数、クロロフィルa濃度も湾奥側ほど高くなっていった(図2)。両者は共に酸素消費速度と正の相関があった。ホルマリンとクロラムフェニコールを添加した酸素消費実験の結果、8月6日には全酸素消費の約80%がバクテリアによる呼吸であったが、8月13日にはほとんどがバクテリア以外の生物の呼吸であることが分かっ

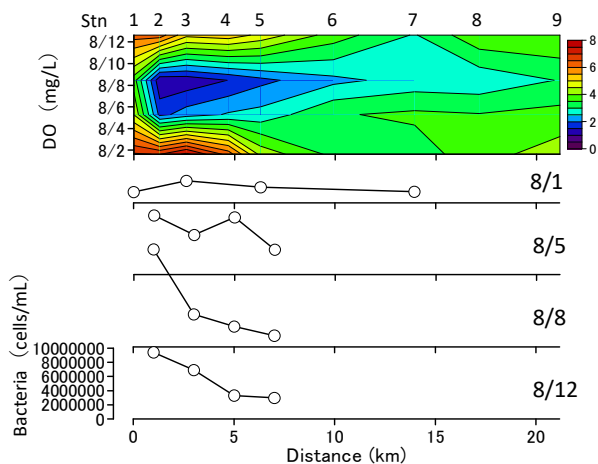


図2 底層溶存酸素濃度(上)とバクテリア密度(下)の大潮小潮周期変化。

た。これは大潮時の酸素消費には植物プランクトンの呼吸が卓越することを示す。また、小潮時の夜間には、日周鉛直移動によって底層に集積するシャットネラの呼吸の寄与も大きく、夜間の酸素消費は日中の5倍に達した。

POMのCN安定同位体比およびC/N比から考察すると、表層・底層のPOMの多くは海成の植物プランクトンの値の幅に収まるが、底層のPOMの一部は、淡水性植物プランクトンの値に該当するものもみられた。一方で、POMの暗所分解培養実験の結果からは、分解に伴ってPOMの $\delta^{13}C$ 値が減少していくこと（特に、底層の嫌気条件ではその $\delta^{13}C$ 値の減少幅が大きくなる）がわかった。この結果を考慮すると、分解が起こる前の有機物起源の多くは海成の植物プランクトンであると推定できた。主に現場海域の表層で生産された易分解性の植物プランクトン由来の有機物が、表層（好気環境）と底層（嫌気環境）での分解を経て、貧酸素水塊の形成・維持に寄与していたと推定された。

4-3 溶存有機物の動態調査

調査の結果、溶存態有機炭素濃度は河口域で高い傾向にあり、塩分と有意な負の相関が見られた（図3）。このことから、有明海奥部海域の溶存態有機炭素の濃度は、筑後川から供給される溶存態有機炭素の影響を強く受けていることが示唆された。また、溶存態有機物の起源解析を行った結果、河川から流入した陸起源有機物は、対岸の太良沖まで到達しているものの、輸送過程において微生物による変質・分解を受けていることが示唆された。筑後川由来の高分子溶存態有機物を有明海の海水に添加すると、1~4日以内に顕著なアンモニア態窒素とリン酸態リンの再生が見られ、その再生量は、植物プランクトン由来の高分子溶存態有機物を有明海の海水に添加した場合に匹敵することが明らかとなった。以上より、筑後川から流入した溶存態有機物は、微生物分解を受け、栄養塩を再生しながら対岸の太良沖まで輸送されていることが考えられた。また、河川水に多く含まれる尿素を諫早湾の海水に添加したところ、植物プランクトンの成長速度は、無機態窒素を添加した場合に匹敵するかそれ以上に促進された。以上のことを総合的に考えると、陸域から供給される溶存態有機物は、有明海・諫早湾の赤潮を支える窒素源のひとつとして機能している可能性が考えられた。

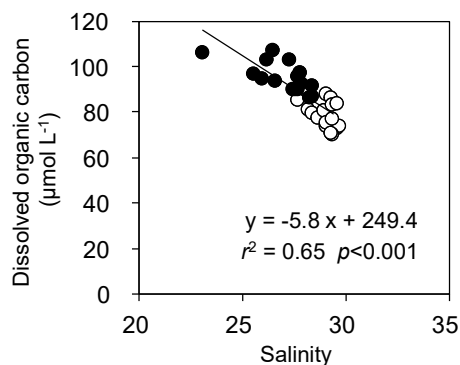


図3 塩分と溶存有機炭素の関係、黒丸は6月、白丸は10月のデータ

4-4 物質循環変動の季節変化

2021年8月~9月には水柱は強く成層しており、底層には貧酸素水塊が形成されていた。10月には水柱は鉛直混合されて成層はなくなり、貧酸素水塊も消失した。底泥による酸素消費速度は夏から冬にかけて減少したが、2月に再び少し増加した。底層水の酸素消費速度は夏から冬にかけて減少したが、11月に特異的に上昇した。酸素消費速度は水温と高い相関を有しており、水温の指数関数の形で表された（図4）。特に底泥では $R^2=0.93$ 以上の決定係数となっていた。この結果は、有明海奥部では酸素消費速度の変動に関して基質となる有機物の供給に注目されがちであったが、それよりも水温の影響が極めて大きいことを示している。栄養塩、POM等の試料の分析はまだ途中であり、今後分析すると共に結果の解析を進めたい。

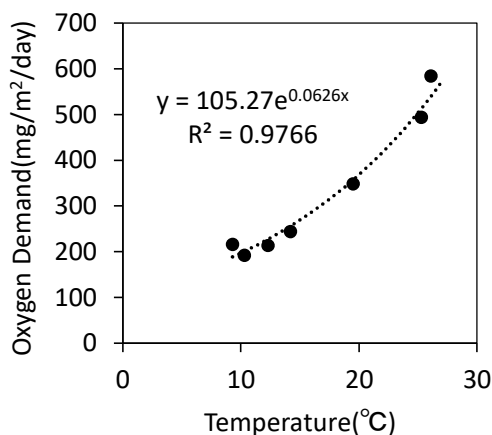


図4 水温と底質による酸素消費速度の関係、

4-5 潮流制御ブロックの効果推定

太良町沖のLine-Aおよび諫早湾口沖のLine-I（図5）に潮流制御ブロックをそれぞれ11243個、8704個、東西・南北に10m間隔で配置した場合の貧酸素水塊の改善効果について3次元数値シミュレーションによって検討した。ブロックを設置した場合、ブロックなしの場合に比べて海底直上の溶存酸素について7・8月で平均して0.14mg/lの上昇が見られた。また、ブロックを設置したケースでは、中層で湾奥向きに残差流が強まっており、これが底層溶存酸素濃度を改善させた直接の原因と考えられた。

4-6 二枚貝による水質への影響評価

有明海の湾奥北部と湾奥南部をそれぞれ1つのボックスとして、ボックス内の植物プランクトン量の季節変化を再現できる数値モデルを構築した。湾奥北部の潮下帯～潮間帯の25.6km²においてサルボウの生息密度が現在よりも増加した場合のボックス内の植物プランクトン量、COD、溶存酸素濃度の計算を行った。サルボウが50個体/m²増えた場合、7月の植物プランクトン密度は現状より20%減少すると予測された

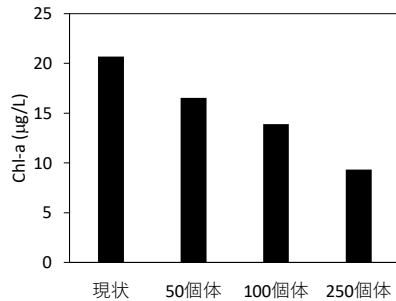


図6 サルボウ増加量とクロロフィル a 濃度の関係

と予測された(図6)。250個体/m²増えた場合には、55%減少すると予測された。溶存酸素濃度については、50個体/m²増の場合で5%、250個体/m²増の場合で14%増加すると予測された。底層溶存酸素濃度が改善されると、貧酸素や貧酸素化にともなった硫化水素発生で斃死するサルボウは減少すると考えられる。その結果、サルボウの生息可能水域が広がり、さらなる貧酸素改善につながると考えられる。

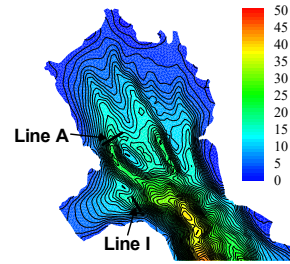


図5 海底地形図と潮流制御ブロック配置位値

文献

- 有明海・八代海等総合調査評価委員会(2017)有明海・八代海等総合調査評価委員会報告. 584pp.
 宇野木早苗・佐々木克之(2007)有明海異変の発生システムについて. 海の研究, 16(4), 319-328.
 S. Yamaguchi and Y. Hayami (2018) Impact of Isahaya dike construction on DO concentration in Ariake Sea. J. Oceanogr.
 Y. Hayami and N. Fujii (2018) Decadal-scale variation in COD and DIN dynamics during the summer in the inner area of the Ariake Sea, Japan. J. Oceanogr. DOI 10.1007/s10872-017-0447-8.
 矢野真一郎・田井明・他4名(2005)有明海における流況制御ブロックの海水交換促進効果の検討. 水工学論文集, 49, 1273-1278.
 武岡英隆(2003)有明海におけるM₂潮汐の変化に関する議論へのコメント. 沿岸海洋研究, 41, 61-64.
 速水祐一(2007)有明海奥部の貧酸素水塊. 海洋と生物, 173, 577-583.
 山口創一・速水祐一・木元克則(2015)カキ礁による有明海貧酸素水塊の抑制効果. 沿岸海洋研究, 53(1), 25-38.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 内野宏治, 猪股はるか, 田原沙紀, 高巢裕之	4. 巻 42
2. 論文標題 有明海奥部における酸素消費に対する水柱中の有機炭素分解の寄与	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 195-200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2965/jswe.42.195	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Minoru WADA, Jin WEN, Yuichi HAYAMI and Tatsuya ODA	4. 巻 1
2. 論文標題 Dynamics of bacterial community composition associated with a harmful raphidophyte, <i>Chattonella marina</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 CWMD Conference September 19-21, 2019, Kumamoto University, Japan	6. 最初と最後の頁 483-488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 速水祐一	4. 巻 59
2. 論文標題 有明海における環境問題 - 長期変化を中心に -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 沿岸海洋研究	6. 最初と最後の頁 33 - 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32142/engankaiyo.2021.8.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 田井 明	4. 巻 77(2)
2. 論文標題 湾長の減少による有明海の潮汐増幅率の時空間変化メカニズム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_361-I_366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.77.2_I_361	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 HIROAKI TANAKA , HIDEO OSHIKAWA , AKIRA TAI , YUICHI HAYAMI	4. 巻 1
2. 論文標題 BEHAVIOR OF SUSPENDED SOLIDS IN THE NERITIC REGION IN AN INNER BAY	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd IAHR-APD Congress 2020	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takasu H, Koji Uchino	4. 巻 177
2. 論文標題 Nutrient regeneration from riverine high-molecular-weight dissolved organic matter through marine bacterial decomposition in a eutrophic coastal system: the Ariake Sea, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Sea Research	6. 最初と最後の頁 102114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.seares.2021.102114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Uchino K, Mori K, Fukushima N, Takasu H	4. 巻 19
2. 論文標題 Influence of river inflow and microbial activity on distribution of dissolved organic carbon in the northern part of Ariake Sea, Kyushu, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Water and Environment Technology	6. 最初と最後の頁 153-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2965/jwet.20-174	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takasu H, Uchino K, Mori K	4. 巻 12
2. 論文標題 Dissolved and particulate organic matter dynamics relative to sediment resuspension induced by the tidal cycle in macrotidal estuaries, Kyushu, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 2561
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w12092561	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Umezawa Y, Toyoshima K, Saitoh Y, Takeda S, Tamura K, Tamaya C, Yamaguchi A, Yoshimizu C, Tayasu I, and Kawamoto K	4. 巻 291
2. 論文標題 Evaluation of origin-depended nitrogen input through atmospheric deposition and its effect on primary production in coastal areas of western Kyusyu, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environment Pollution	6. 最初と最後の頁 118034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.118034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中 宏明・押川 英夫・田井 明・速水 祐一	4. 巻 77
2. 論文標題 波と流れの共存場における座標軸に応じた レイノルズ応力の変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_1177-I_1182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.77.2_I_1177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計8件(うち招待講演 1件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 速水祐一・藤井直紀
2. 発表標題 鹿島市沿岸有明海における海洋環境とマクロベントス分布
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大松和暉, 田井明
2. 発表標題 東シナ海周辺海域における潮汐振幅および平均海面の経年変化
3. 学会等名 令和元年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田井明, 深野 翔太
2. 発表標題 波浪・潮流カップリング底質輸送シミュレーションによる有明海の再懸濁現象の再現
3. 学会等名 日本流体力学会年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minoru WADA, Jin WEN, Yuichi HAYAMI and Tatsuya ODA
2. 発表標題 Dynamics of bacterial community composition associated with a harmful raphidophyte, <i>Chattonella marina</i>
3. 学会等名 2019 CWMD Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Hayami
2. 発表標題 Hypoxic water mass in Ariake Sea, Japan -mechanisms of multi-time scale variations-
3. 学会等名 International symposium on coastal ecosystem change in Asia: hypoxia, eutrophication, and nutrient conditions (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 許斐聖, 田井明, 速水祐一
2. 発表標題 諫早湾の現地観測データに基づく潮流変動特性について
3. 学会等名 令和2年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高巢裕之
2. 発表標題 陸水・沿岸海洋の炭素・窒素の生物地球化学的循環における微生物の役割に関する研究
3. 学会等名 日本陸水学会第85回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 速水祐一・藤井直紀・高巢裕之・梅澤有・和田実
2. 発表標題 有明海奥部の貧酸素水塊の変動 - 酸素消費の主体は何か -
3. 学会等名 JPGU Meeting 2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 林 健太郎・柴田 英昭・梅澤 有	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 192
3. 書名 窒素と環境の科学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高巢 裕之 (Takasu Hiroyuki) (00774803)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(環境)・助教 (17301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	藤井 直紀 (Fujii Naoki) (10403859)	佐賀大学・農学部・特任助教 (17201)	
研究分担者	小森田 智大 (Komorita Tomohiro) (10554470)	熊本県立大学・環境共生学部・講師 (27401)	
研究分担者	山口 創一 (Yamaguchi Soichi) (20457493)	九州大学・総合理工学研究院・助教 (17102)	
研究分担者	田井 明 (Tai Akira) (20585921)	九州大学・工学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	梅澤 有 (Umezawa Yu) (50442538)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授 (12605)	
研究分担者	和田 実 (Wada Minoru) (70292860)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授 (17301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------