

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H03854

研究課題名(和文) 貧酸素による内湾の酸性化：微生物呼吸によるCO₂生成の実態と水産生物への影響研究課題名(英文) Hypoxia-driven acidification of enclosed bay: evaluating CO₂ production by microbial respiration and the impacts on marine organisms.

研究代表者

和田 実 (WADA, MINORU)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授

研究者番号：70292860

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：長崎県・大村湾において、毎年6月下旬から溶存酸素量(DO)が低下し、8月中旬ごろまでには、一時的に無酸素化することが知られているが、同時に酸性化していることが示された。さらに、貧酸素化の進行にともなって海底付近の水中アラゴナイト飽和度が1.0程度まで低下し、二枚貝などの貝殻形成が阻害される可能性も示唆された。一方、8月から9月にかけて台風などの通過にともない、貧酸素が一時的に解消した後、再び貧酸素化する際には、DOが顕著に低下してもあまり酸性化しないことを見出した。このような状態の底層水塊の形成に、DOと二酸化炭素を同時に消費する化学合成独立栄養細菌が関わっている可能性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内外を問わず多くの閉鎖的な内湾は貧酸素化することが知られているが、本研究で示したように、それらの海域でも貧酸素化と酸性化が同時に生じている可能性が高く、水産資源の保全の観点から貧酸素と酸性化を同時に監視することの必要性が明確となった。一方、本研究で、化学合成独立栄養細菌の働きによって、貧酸素状態での酸性化が緩和される可能性を始めて示し、化学合成独立栄養細菌の生態学的役割に関する新たな視点を提供した。

研究成果の概要(英文)：In Omura Bay, Nagasaki Prefecture, it is known that dissolved oxygen levels drop from late June each year, and by mid-August the bay is temporarily anoxic. Furthermore, it has been demonstrated that the bay is acidifying at the same time. It was also found that as anoxia progresses, the aragonite saturation of the water near the seafloor drops to about 1.0, which may inhibit the formation of bivalves and other shellfish species. On the other hand, when anoxic conditions were temporarily eliminated by the passage of a typhoon in August and September and returned to anoxic conditions again, the water did not become acidified in step with the decrease in DO. We found that chemosynthetic autotrophs that simultaneously consume DO and CO₂ may be involved in the formation of bottom water masses under such conditions.

研究分野：水圏微生物学

キーワード：季節性貧酸素 酸性化 呼吸 閉鎖性内湾 化学合成独立栄養細菌

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界の沿岸域における貧酸素水塊の発達は近年、長期化と広域化の傾向を強めている。海の酸素欠乏はおもに従属栄養性の細菌群集が有機物を分解する際、呼吸によって酸素消費することで生じるが、同時にCO₂を生成し、水塊を酸性化するはずである。一般に閉鎖性内湾は海水交換が乏しく酸素供給が制限されるとともに、陸域由来の栄養塩供給により一次生産が高く、易分解性有機物が蓄積しやすい。実際、外洋と比べて内湾の貧酸素化と酸性化傾向は強く、現在でも、今世紀末に予測される大気二酸化炭素分圧(pCO₂) (IPCC 2007)と同レベルか(1,000 μ atm)、それ以上の酸性状態に達することがある(Cai et al. 2011, Nat. Geosci.)。事実、申請者が調査対象としている大村湾(長崎県)においても、湾中央部に発達した貧酸素水塊のpH(約7.6)が、表層水(pH=約8.2)よりも約0.6単位低いことを見出し、pCO₂値は約1,000 μ atmと見積られた。しかし、これまでに国内外を問わず、貧酸素海域の酸性化状況と細菌群集の呼吸活性との関わりを実証的に示した例は無く、その検証は急務である。

2. 研究の目的

大村湾底層で高濃度CO₂により酸性化した貧酸素水塊(Acidified Hypoxic Water mass: AHW)の存在を示す予備調査結果を踏まえ、現場観測によりAHWの形成、消長と、海水および海底堆積物における細菌の現存量、組成、呼吸代謝との関連を明らかにし、培養実験を通して有機物分解と連動する細菌の呼吸による酸素消費とCO₂生成の量的関係を解き明かす。さらにAHWが動物プランクトンやベントス、魚類などの分布と生残に与える影響を評価する。

3. 研究の方法

(1) 酸性化した貧酸素水塊(AHW)の消長と細菌群集呼吸の変動

AHWの形成/発達状況と水中および底質における細菌群集の現存量、組成および呼吸活性の関連を明らかにするため、以下のように練習船による広域観測と、ロガーによる定点連続観測を併用した。2017年、2018年および2019年の5-11月に大村湾中央部、南部、北部および沿岸部(計4測点)の3層(表層(2018年)、クロロフィル極大層(2017年)、底層、海底直上水)から採水した。このうち、中央部にはワイパー式メモリーDO計、pHデータロガー、およびメモリー式光量子計を海底から1m上に設置した。各測点で小型CTDにより水温、塩分、溶存酸素量(dissolved oxygen=DO)などの環境要因を測定し、採水試料のpHおよび全アルカリ度、全炭酸はガラス電極および自動滴定装置(クロードセル法)を用いてそれぞれ測定した。二酸化炭素分圧(pCO₂)は水温、塩分、全炭酸、全アルカリ度から、計算プログラムCO₂SYSを用いて求めた。底質サンプルは未攪乱採泥器で採取した表層堆積物の0-1cm層について、研究室に持ち帰り、蛍光酸素センサーを内側に貼り付けたガラス容器に移し入れ、DOの変化を非侵襲的に連続観測した。また、同様に調整した堆積物試料に、還元系発色試薬(INT)を添加して、INTホルマザン(INTF)の生成量を測定した。底層水および海底直上水については、無機態窒素(アンモニア、亜硝酸および硝酸イオン)濃度をオートアナライザーで測定した。

(2) 有機物分解と連動した細菌呼吸による酸素消費とCO₂生成の量的関係

海水試料を培養し、有機物分解にともなって細菌の呼吸がもたらす酸素消費とCO₂生成の量的関係を明らかにするため、以下の実験検討を行った。

(1)で得られた底層海水について、採水深度の現場水温に設定した恒温装置のなかで攪拌しながら暗所培養を行った。培養24時間および72時間後に、pHとDIC、TAおよびDOを測定した。培養期間中のDOとDICそれぞれの変化量をDO、およびDICとして、両者の比(RQ)をDIC / DOから求めた。

(3) AHWが水産生物の分布および生残に与える影響

細菌群集、動物プランクトン、ベントスならびに魚類の分布、組成や活性とAHWの発達状況の関連を明らかにするため、以下の試料採取と観測・解析を行った。

水中の細菌群集については、(1)で得られた採水試料1リットルを、孔径0.2 μ mのメンブレンフィルターでろ過し、抽出したDNAを鋳型として16SrRNA遺伝子配列をPCR増幅後、次世代シーケンサーによる配列決定と解析を行った。動物プランクトンについては、Norpacネットおよび採水器で得られた試料を酢酸ルゴール固定後に、顕微鏡下でソーティングして組成を明らかにした。また、サイズを計測し、球換算直径(ESD)が10 μ m以上の個体についてはさらに静置沈殿濃縮後に検鏡した。大型の個体については、試水をメッシュで濾過濃縮した後にホルマリンで固定し検鏡した。ベントスについては未攪乱採泥器で採取した表層堆積物の0-1cm層について、ホルマリン固定およびDESS固定した後、それぞれ篩別して、体長1mm未満、32 μ m以上の目合いに捕集されたメイオベントスを顕微鏡下でソーティングして組成を求めた。魚類については、海水から抽出したDNAを鋳型として、脊椎動物のミトコンドリアDNAのアンプリコン配列解析を行い、底層水に存在する魚類の種類を明らかにした。そのなかで優占的な魚種(カタクチイワ

シ)については、種特異的な検出可能なプライマーセットを用いて、定量 PCR も行った。また、練習船による観測時には、自律式広帯域計量魚群探知機 (WBAT) を用いて音響データを収録し、単位体積当たりの超音波反射強度である体積後方散乱強度 SV を求めた。この SV 値を生物量の指標値とし、深度 1 m 毎の平均 SV と湾内の DO の鉛直分布図より、貧酸素水塊の発達度と生物量の関係について検討した。また炭酸カルシウム骨格を持つ生物に対する影響を評価するため、アラゴナイト飽和度 () の値を (1) の観測・分析結果に基づいて求めた。

4. 研究成果

(1) 酸性化した貧酸素水塊(AHW)の消長と細菌群集呼吸の変動

夏季の海底直上水で酸性化が顕著に見られ、通常の pH 範囲(8.2-7.8)を大きく下回る 7.585 を記録した。pH の変化に関わる環境要因は重回帰分析の結果 DO、水温および Chl. a であった。このうち DO の pH 変化に対する寄与率が最も高く(66.58%)、DO と pH は強い正の相関を示した($r=0.794$)。これらのことから、大村湾では夏季に水柱において微生物呼吸の増大による貧酸素水塊での酸性化が進行していたと考えられる。また、海底表層堆積物による微生物群集呼吸も水柱と同様に夏季に極大値を示し、貧酸素化と酸性化に寄与すると考えられた。一方、貧酸素後期には、底層水において水柱 DO の低下が見られたにもかかわらず pH は上昇し、酸性化が DO 低下とは必ずしも同調しない状況が確認された。そのような水塊 (Less-Acidified Hypoxic Water mass : LAHW) の発生 (図 1) は、国内外を問わずこれまでに報告がなく、本研究により初めて観測された。

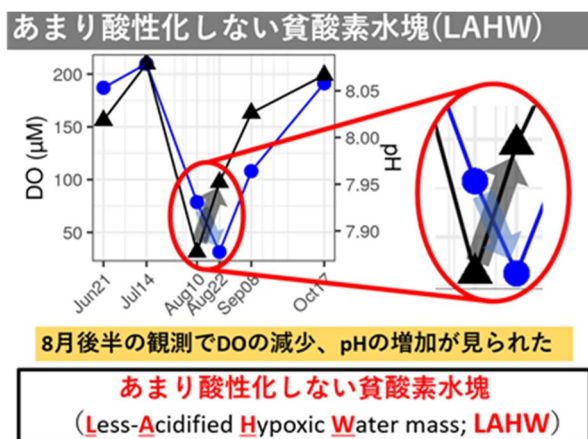


図 1 : 大村湾底層で見られた貧酸素化と酸性化の非同調現象

(2) 有機物分解と連動した細菌呼吸による酸素消費と CO2 生成の量的関係

2018 年 8 月後半と 10 月に中央部の海水を培養したところ、全炭酸量 (DIC) が減少し、特にアンモニウムイオンを添加したサンプルで DIC の減少が顕著だった。図 2 の 深度および時点で採水した 2019 年の海水サンプルについて、呼吸商 (RQ) を求めたところ、貧酸素期の 8 月前半と 9 月のサンプルの RQ は 2 以上と高い値を示した。貧酸素が未発達の 7 月と、一時的に DO が回復した 8 月後半、ならびに通常酸素期の 10 月については、7 月と 10 月の RQ は約 1.0 であり、他の一般的な沿岸域の値 (1.0) と同程度だった。しかし、台風の通過に伴って貧酸素が一時的に解消した 8 月後半に、RQ は約 0.5 と極小値を示した。

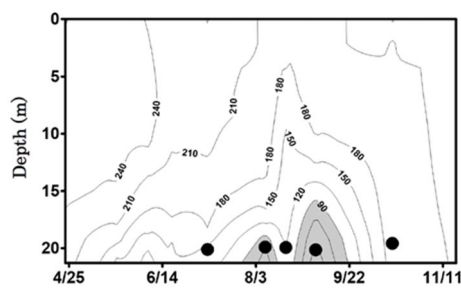


図 2 : 大村湾中央部における DO 鉛直分布 (2019 年)

(3) LAHW が水産生物の分布および生残に与える影響

2017 年に採取した海水サンプルの細菌群集解析結果によると、LAHW が観測される前 (7 月) と後 (9 月) において、化学合成独立栄養性細菌の一種であるアンモニア酸化古細菌 (Thaumarchaeota) と硫酸化細菌 (SUPO5) の存在割合が、それぞれ 0.54 から 15.9%、0.96 から 12.2% に上昇していた。同様の結果は、2018 年および 2019 年においても観測された。(1) および (2) の結果と合わせて考察すると、化学合成独立栄養細菌による酸素の消費と二酸化炭素の固定が貧酸素水塊における酸性化の緩和に寄与する可能性が示唆された。

動物および植物プランクトンの出現個体数密度は、球換算直径 (ESD) で 4~10 μ m の画分が 7.6 $\times 10^5$ ~ 5.1 $\times 10^7$ cells/L、10 μ m 以上で 1.0 $\times 10^5$ ~ 9.5 $\times 10^6$ cells/L、20 μ m 以上で 1.2 $\times 10^3$ ~ 2.1 $\times 10^5$ 個体/L であった。ESD が 4~10 μ m や 10 μ m 以上の画分では、貧酸素環境下でも個体数密度が大きく減少することはなかった。ESD が 10 μ m 以上や 20 μ m 以上の画分では、珪藻や渦鞭毛藻が優占する傾向が見られた。貧酸素環境下でも、移動能力を持つ渦鞭毛藻・珪質鞭毛藻・繊毛虫等の出現が観察された。一方、単細胞性のプランクトンに注目すると、いずれのサイズ画分においても底層水中で表層よりも個体密度が高く、無酸素水塊出現時には、大型のサイズ画分において個体数密度が顕著に増加する傾向がみられた。

北部、中央部、南東部および南西部の計 4 点において堆積物表層におけるメイオベントスのうち、線虫群集の現存量、属レベル、および摂餌様式に基づく組成を解析した結果、各観測点間の環境勾配のうち、堆積物中の有機物含量が属レベルの線虫群集組成の変動に最も強く影響をおよぼすが、摂餌様式の組成は底層水の塩分と DO の変動が強く影響をおよぼしていることを明らかにした。湾内で貧酸素水塊が発達する 8 月にはいずれの地点でも 1A と 1B タイプを合計した線虫の存在割合が、2A と 2B タイプ線虫の合計よりも高まり、その度合いは中央部と南西部で最も顕著であることを見出した。また、1B タイプ線虫の存在割合は南東部で季節によらず 70%以上と極めて高く、中でも *Axonolaimus* 属が優占していることを見出した。また、貧酸素期になると堆積物表層と深層(表層から 4 cm の深度)の線虫群集組成の類似度は高まり、貧酸素解消期には堆積物の最表層(0-10 mm)の線虫群集の属レベルの組成は貧酸素開始前の組成と類似していたが、それより深層の組成は季節によらず互いに類似度が高いことを見出した。

生物の活動度が上がる夜間の音響データより推定した魚類の現存量と DO の関係を調べたところ、2018 年は DO が約 3 mg/L、2019 年は約 5 mg/L、2020 年は約 4 mg/L 以下になると現存量が減少した。一方、全調査年において、貧酸素水塊中を遊泳する魚類が音響データより確認された。釣獲調査および刺網結果より、これらの魚類は、主にカタクチイワシであると推定された。2018 年に得られた底層水から DNA を抽出し、脊椎動物のミトコンドリア DNA のアンプリコン配列を解析したところ、期間全体のリード数は 107,783(北部)、182,741(中央部)および 166,847(南部)となった。すべての地点においてカタクチイワシ由来の配列が最優占し(存在比 77.2 - 94.6%)、次いでサツバ、マサバ、キュウセンおよびトウゴロイワシに由来する配列が上位ランクに見られた。中央部と南部では貧酸素初期にリード数が増加して 7 月に最大となったが、その後減少傾向を示した。北部のリード数は概ねその逆の変動パターンを示した。

湾内の貧酸素化の進行にともない海底直上水中のアラゴナイト飽和度は 1.0 程度まで低下し、二枚貝などの貝殻形成が阻害される可能性が示唆された。

< 引用文献 >

Cai, W. J., Hu, X., Huang, W. J., Murrell, M. C., Lehrter, J. C., Lohrenz, S. E., ... & Gong, G. C. (2011). Acidification of subsurface coastal waters enhanced by eutrophication. *Nature geoscience*, 4(11), 766-770.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 和田 実	4. 巻 35
2. 論文標題 季節的に貧酸素化する大村湾: 酸素が少ないときに生き物たちはどうしてる?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 環境共生	6. 最初と最後の頁 52-55
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 無
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 Kento OTSUKA, Jun UCHIDA, Takashi AOSHIMA, Atsushi ISHIMATSU, Minoru WADA	4. 巻 1
2. 論文標題 Preliminary observation on the acidification of seasonally hypoxic bottom water of an enclosed bay (Omura Bay, Nagasaki, Japan)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability	6. 最初と最後の頁 447-452
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 Quyen T.D. NGUYEN, Motohiro SHIMANAGA, Minoru WADA	4. 巻 1
2. 論文標題 Tolerance of Axonolaimus nematodes to deoxygenation in a seasonally hypoxic bay (Omura Bay, Nagasaki, Japan)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability	6. 最初と最後の頁 518-522
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 Fumiaki MORI and Minoru WADA	4. 巻 1
2. 論文標題 Evaluation of sulfate-reducing bacteria community composition in surface sediment of a seasonally hypoxic enclosed bay as assessed using dsrA and 16S rRNA genes.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability	6. 最初と最後の頁 702-708
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 Fumiaki Mori, Yu Umezawa, Ryuji Kondo, Minoru Wada	4. 巻 33
2. 論文標題 Dynamics of Sulfate-Reducing Bacteria Community Structure in Surface Sediment of a Seasonally Hypoxic Enclosed Bay	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 378-384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18092	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 Wada M, Takano Y, Nagae S, Ohtake Y, Umezawa Y, Nakamura S, Yoshida M, Matsuyama Y, Iwataki M, Takeshita S, Oda T	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Temporal dynamics of dissolved organic carbon (DOC) produced in a microcosm with red tide forming algae <i>Chattonella marina</i> and its associated bacteria	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-017-0455-8	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 Mori F, Umezawa Y, Kondo R, Wada M	4. 巻 94
2. 論文標題 Effects of bottom-water hypoxia on sediment bacterial community composition in a seasonally hypoxic enclosed bay (Omura Bay, West Kyushu, Japan),	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FEMS Microbiology Ecology	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/femsec/fiy053	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 Nguyen TD Q, Ueda R, Mori F, Kang T, Kim D, Shimanaga M, Wada M	4. 巻 13
2. 論文標題 Response of nematode community structure to hypoxia in an enclosed coastal sea, Omura Bay, for three consecutive years	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plankton and Benthos Research	6. 最初と最後の頁 1-7
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 該当する

1. 著者名 Wada M, Kondo R, Umezawa Y, Shimanaga M, Kim D, Suzuki T, Kawabata Y, Matsushita Y, Ishimatsu A, Aoshima T, Takasu H, Nakamura T, Amano M	4. 巻 4001
2. 論文標題 "Feel good in hypoxia?"; From microbes to whales, diverse life forms subsist on the "dead zone" in an enclosed bay (Omura Bay, Nagasaki)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The JSFS 85th Anniversary-Commemorative International Symposium "Fisheries Science for Future Generations" Symposium Proceedings	6. 最初と最後の頁 1,2
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 無
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 該当する

1. 著者名 Nguyen Q, Kim D, Shimanaga M, Wada M	4. 巻 76
2. 論文標題 Horizontal distribution of nematode communities in a seasonally hypoxic enclosed sea (Omura Bay, Japan)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 479, 489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-020-00558-2	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 該当する

1. 著者名 Kawano K, Shimanaga M, Ueda R, Nguyen Q, Wada M	4. 巻 16
2. 論文標題 Impact of seasonal hypoxia on benthic copepod communities in Omura Bay, a highly enclosed coastal sea in southwestern Japan,	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plankton and Benthos Research	6. 最初と最後の頁 93,99
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 Mori F, Umezawa Y, Kondo R, Nishihara GN, Wada M	4. 巻 9
2. 論文標題 Potential oxygen consumption and community composition of sediment bacteria in a seasonally hypoxic enclosed bay	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e11836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.11836	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 和田実	4. 巻 53
2. 論文標題 魚は貧酸素を避けるとは限らない - 超閉鎖性内湾・大村湾での観測事例をもとに	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊海洋	6. 最初と最後の頁 495-497
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 無
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35件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 大塚健人、伊藤尚斗、丸山裕豊、眞角聡、内田淳、青島隆、石松悖、広瀬美由紀、松下吉樹、鈴木利一、和田実
2. 発表標題 貧酸素水塊の酸性化をアンモニア酸化古細菌が緩和する可能性
3. 学会等名 2021年度 日本海洋学会秋季大会 (創立80周年記念大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片岡宗一郎、田畑和樹、伊藤優花、丸山裕豊、眞角聡、内田淳、青島隆、広瀬美由紀、松下吉樹、鈴木利一、和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答9: 計量魚群探知機を用いた魚類の分布深 度および行動観測
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤優花、片岡宗一郎、西城駿範、鈴木利一、松下吉樹、広瀬美由紀、會津光博、清野聡子、中尾遼平、源利文、宮正樹、佐土哲也、丸山裕豊、眞角聡、内田淳、青島隆、和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答8: 環境DNAを用いたカタクチイワシの分 布の解明
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和田実, 伊藤尚斗, 丸山裕豊, 眞角聡, 内田淳, 青島隆, 広瀬美由紀, 松下吉樹, 鈴木利一
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答7: 遺伝子コピー数から見た硝化微生物の季節変動
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和田実
2. 発表標題 魚は貧酸素を避けるとは限らない ~ 超閉鎖性内湾・大村湾での観測事例をもとに
3. 学会等名 令和3年度 日本水産学会 水産環境保全委員会シンポジウム「貧酸素水塊が内湾生態系に及ぼす影響と持続的漁業から見た評価」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川名 拓里, 船津 貴大, 丸山 裕豊, 眞角 聡, 内田 淳, 青島 隆, 広瀬 美由紀, 松下 吉樹, 和田 実
2. 発表標題 長崎県大村湾におけるカタクチイワシの鉛直分布動態: 環境DNAと設置型計量魚群探知機を用いた定量解析
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会九州支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 船津貴大, 広瀬美由紀, 丸山裕豊, 眞角聡, 内田淳, 青島隆, 松下吉樹, 鈴木利一, 和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答6: 計量魚群探知機を用いた魚類の分布深度および現存量観測
3. 学会等名 令和2年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大塚健人, 丸山裕豊, 眞角聡, 内田淳, 青島隆, 広瀬美由紀, 松下吉樹, 鈴木利一, 石松惇, 和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答5: アンモニア酸化古細菌が酸性化を緩和する可能性
3. 学会等名 令和2年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kento OTSUKA, Jun UCHIDA, Takashi AOSHIMA, Atsushi ISHIMATSU, Minoru WADA
2. 発表標題 Preliminary observation on the acidification of seasonally hypoxic bottom water of an enclosed bay (Omura Bay, Nagasaki, Japan).
3. 学会等名 The 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Quyen T.D. NGUYEN, Motohiro SHIMANAGA, Minoru WADA
2. 発表標題 Tolerance of Axonolaimus nematodes to deoxygenation in a seasonally hypoxic bay (Omura Bay, Nagasaki, Japan)
3. 学会等名 The 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiaki MORI and Minoru WADA
2. 発表標題 Evaluation of sulfate-reducing bacteria community composition in surface sediment of a seasonally hypoxic enclosed bay as assessed using dsrA and 16S rRNA genes.
3. 学会等名 The 2019 International conference on climate change, disaster management and environmental sustainability (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚 健人, 鷺尾 昂祐, 森 郁晃, 内田 淳, 青島 隆, 石松 惇, 和田 実
2. 発表標題 化学合成独立栄養細菌は内湾の酸性化を抑制する
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 尚斗, 大塚 健人, 森 郁晃, 内田 淳, 青島 隆, 近藤 能子, 和田 実
2. 発表標題 閉鎖性内湾底層における無機態窒素とアンモニア酸化古細菌の動態
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiaki Mori, Yu Umezawa, Ryuji Kondo, Minoru Wada
2. 発表標題 Response of sedimentary oxygen consumption and bacterial community composition to temporal re-oxygenation in a seasonally hypoxic enclosed bay
3. 学会等名 Asian Symposium on Microbial Ecology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 実
2. 発表標題 季節的に貧酸素化する大村湾: 酸素が少ないときに生き物たちはどうしてる?
3. 学会等名 日本環境共生学会 第22回地域シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 実
2. 発表標題 超閉鎖性内湾・大村湾における季節性の貧酸素化と海洋生物の応答
3. 学会等名 第29回 国立環境研究所琵琶湖分室セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiaki Mori, Yu Umezawa, Ryuji Kondo, Minoru Wada
2. 発表標題 Changes in sediment bacterial community composition in response to seasonal hypoxia in an enclosed bay, for four consecutive years
3. 学会等名 2018 JSME annual meeting & 10th ASME (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kousuke Washio, Kento Otsuka, Kentaro Azuma, Fumiaki Mori, Yu Umezawa, Minoru Wada
2. 発表標題 Prokaryotic community composition in the water column of a seasonally hypoxic enclosed bay (Omura Bay, Japan)
3. 学会等名 2018 JSME annual meeting & 10th ASME (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumiaki Mori and Minoru Wada
2. 発表標題 Temporal changes in the sediment oxygen consumption and bacterial community structure in a seasonally hypoxic enclosed bay,
3. 学会等名 GEOTRACES Workshop -BIOGEOTRACES JAPAN BEGINS-, Nagasaki
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumiaki Mori and Minoru Wada
2. 発表標題 Temporal dynamics of the sediment oxygen consumption and bacterial community structure in hypoxic bay,
3. 学会等名 The Hong Kong University of Science and Technology & Nagasaki University Joint Seminar,
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田 実
2. 発表標題 超閉鎖性内湾（大村湾）における貧酸素水塊の発達と生物の応答
3. 学会等名 第31回 分子生物学・生理生化学研究会（日本寄生虫学会分科会）（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumiaki Mori, Yu Umezawa, Ryuji Kondo, Minoru Wada
2. 発表標題 Response of sediment bacterial community composition to seasonal hypoxia in an enclosed bay Omura Bay, West Kyushu, Japan
3. 学会等名 ISME17, Leipzig, Germany, 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Quyen T. D. Nguyen , Dongsung Kim, Motohiro Shimanaga, Minoru Wada
2. 発表標題 Horizontal distribution patterns of nematode assemblage in surface sediments of a seasonally hypoxic bay.
3. 学会等名 33rd ESN Symposium 2018, Ghent, Belgium（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚健人, 内田淳, 青島隆, 石松惇, 和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答1: 微生物呼吸による閉鎖性内湾の酸性化
3. 学会等名 平成31年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚健人, 鷲尾昂祐, 森郁晃, 内田淳, 青島隆, 石松惇, 和田実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答2: 化学合成独立栄養細菌は内湾の酸性化を抑制するか?
3. 学会等名 平成31年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田実, 西城駿範, 鈴木利一, 松下吉樹, 広瀬美由紀, 會津光博, 清野聡子, 中尾遼平, 源利文, 宮正樹, 佐土哲也, 眞角聡, 内田淳, 青島隆
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答3: 環境DNAからみた湾内底層の魚類相
3. 学会等名 平成31年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田 樹, 広瀬美由紀, 松下吉樹, 青島 隆, 内田 淳, 眞角 聡, 鈴木利一, 和田 実
2. 発表標題 大村湾の貧酸素水塊の発達と生物応答4: 自律式広帯域計量魚群探知機を用いた生物分布深度の観測
3. 学会等名 平成31年度 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wada M, Kondo R, Umezawa Y, Shimanaga M, Kim D, Suzuki T, Kawabata Y, Matsushita Y, Ishimatsu A, Aoshima T, Takasu H, Nakamura T, Amano M
2. 発表標題 Feel good in hypoxia?; From microbes to whales, diverse life forms subsist on the “dead zone” in an enclosed bay (Omura Bay, Nagasaki)
3. 学会等名 The JSFS 85th Anniversary-Commemorative International Symposium “Fisheries Science for Future Generations” (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田実
2. 発表標題 貧酸素化した内湾における微生物と大型生物の常識・非常識
3. 学会等名 第8回 愛媛微生物学ネットワーク・フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wada M, Umezawa Y, Terakawa S, Kawabata Y, Matsuda A, Amano M, Aoshima T
2. 発表標題 Occurrence of pelagic schooling fish and finless porpoise in a seasonally hypoxic water mass in Omura bay: What brought them there?
3. 学会等名 The 11th International Workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea (2017 ECS Workshop, Nagasaki) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wada M
2. 発表標題 The seasonal “dead zone” in Omura Bay, Nagasaki; Life-threatening, but attractive ephemeral “dining zone” for diverse marine life forms from microbes to whales
3. 学会等名 The 33rd International Prize for Biology (Commemorative Symposium) (第33回国際生物学賞授賞記念シンポジウム) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Washio K, Azuma K, Yamaki K, Mori F, Umezawa Y, Kondo R, Wada M
2 . 発表標題 Predominance of cosmopolitan pelagic clades in the planktonic bacterial community of an enclosed bay (Omura bay)
3 . 学会等名 The 11th International Workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea (2017 ECS Workshop, Nagasaki) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mori F, Umezawa Y, Kondo R, Wada M
2 . 発表標題 Effect of bottom-water hypoxia on sediment bacterial community in a seasonally enclosed bay (Omura Bay, Kyushu, Japan)
3 . 学会等名 The 11th International Workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea (2017 ECS Workshop, Nagasaki) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Nguyen TD Q, Ueda R, Mori F, Kang T, Kim D, Shimanaga M, Wada M
2 . 発表標題 "Response of Nematode Community Structures to Hypoxia in an Enclosed Coastal Sea, Omura Bay for Three Consecutive Years"
3 . 学会等名 The 11th International Workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea (2017 ECS Workshop, Nagasaki) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 大塚 健人、東 健太郎、鷺尾 昂祐、青島 隆、石松 惇、和田 実
2 . 発表標題 大村湾における貧酸素化と酸性化：2017 年の観測からみた進行状況
3 . 学会等名 平成 29 年度 日本水産学会九州支部大会
4 . 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔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	石松 惇 (Ishimatsu Atsushi) (00184565)	長崎大学・海洋未来イノベーション機構・名誉教授 (17301)	
研究分担者	鈴木 利一 (Suzuki Toshikazu) (20284713)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授 (17301)	
研究分担者	松下 吉樹 (Matsushita Yoshiki) (30372072)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授 (17301)	
研究分担者	嶋永 元裕 (Shimanaga Motohiro) (70345057)	熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・教授 (17401)	

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		
韓国	KIOST		