

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2019

課題番号：18K19236

研究課題名(和文)ミトコンドリア呼吸鎖から探る海産線虫の低酸素適応:寄生線虫と底生線虫の比較解析

研究課題名(英文)Adaptation of free living marine nematode to deoxygenation: comparative study of nematode mitochondrial respiratory chain

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) 4,800,000円

研究成果の概要(和文):海産の底生線虫は微小ベントスとして自由生活を営むが、堆積物中の低酸素化に対し、アニサキス等の寄生性線虫と同様の嫌気呼吸を行う可能性がある。本研究により、線虫のミトコンドリア呼吸鎖機能解析およびプロテオミクス解析の最適化に取り組み、モデル線虫Caenorhabditis elegansを高塩分組成の溶液で固定後、1週間程度室温保存した試料にもミトコンドリア画分の呼吸酵素活性が未固定の場合の概ね50%以上保存されることが示された。線虫1個体ごとの18SrRNA遺伝子配列決定により、大村湾中央部の堆積物中に嫌気呼吸を行うことが知られるStrongyloides属線虫が存在することを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、夏季に底層が貧酸素化する閉鎖性海域の海底堆積物において、嫌気呼吸を行う寄生性線虫と属レベルで同一の線虫類が存在している可能性を初めて示し、海産の自由生活性線虫の貧酸素適応メカニズムに関する学術的な理解を大きく前進させることができた。それは寄生性種と自由生活性の区別なく、線虫類の貧酸素適応としての共通原理を強く示唆するものである。また、内在性の寄生虫による養殖対象魚介類の被害対策を考える上で、創薬ターゲットとなる生理機構を提示する意義を持つ。

研究成果の概要(英文):There is a possibility that free-living benthic nematode in marine sediment would be capable of respiring anaerobically under hypoxic or anoxic conditions in a manner similar to the way some parasitic nematodes like anisakis generate energy by fumarate respiration. The present study addressed this possibility through functional and proteomic analyses of mitochondrial respiratory chain in nematode specimen. One of the biggest findings of the study is that a high-salinity preservative was effective enough to preserve not only morphology and genomic DNA, but also respiratory dehydrogenase activity of nematode specimen. We also demonstrated that the presence of Strongyloides nematode, a parasitic species known to be capable of conducting fumarate respiration, in marine sediment collected from a seasonally hypoxic enclosed bay.

研究分野：水圏微生物学

キーワード：自由生活性線虫 貧酸素適応 嫌気呼吸

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

アニサキスをはじめとする多くの内部寄生線虫は宿主体外で酸素呼吸するが、宿主体内では自らのミトコンドリア呼吸鎖を切換え、フマル酸を最終電子受容体とする嫌気呼吸を行う。一方、海産の底生線虫の多くは自由生活を営むが、閉鎖性内湾など低酸素化しやすい海域では、夏季に堆積物中の溶存酸素(DO)濃度が極度に低下して無酸素化することもあり、その場に生息する線虫は寄生性種と同様の嫌気呼吸を行う可能性が指摘されている。しかし、これまで底生線虫のミトコンドリア呼吸鎖機能に注目し、嫌気呼吸の実態を明らかにした例はなかった。

### 2. 研究の目的

本研究は寄生線虫と底生線虫のミトコンドリア呼吸鎖機能の比較を通してこの仮説を検証し、海産線虫の低酸素適応の一般則を導くとともに、内湾の貧酸素化に伴う底生線虫の呼吸鎖機能の動態を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 海底堆積物由来の線虫試料を用いた解析

##### 海底堆積物の採取

長崎県の中央に位置する大村湾において、2017年から2019年にかけて6月~10月に長崎大学水産学部附属練習船(鶴洋丸)によりアクリルパイプ(内径8cm)を取付けた採泥器で堆積物コアを採取し、表層から1cmの厚さになるように輪切りにした試料を新規固定液(DESS溶液)に浸漬して保存した。堆積物試料採集時の水柱の水温、塩分、溶存酸素濃度はCTDシステムによって計測した。

##### 底生線虫の抽出

DESS溶液で保存した堆積物試料をコロイド状シリカ溶液(Ludox)と混合した後、遠心分離してメイオベントスを多く含む上清画分を取り分けた。その後、実体顕微鏡下で線虫個体をピンセットで拾い上げ、再度、DESS溶液に浸漬、保存した。

##### 底生線虫個体の形態分類に基づく同定および18SrRNA遺伝子配列決定

DESS溶液で保存した線虫1個体ずつを微分干涉顕微鏡で形態観察した後、各線虫試料について形態観察による科もしくは属レベルの同定を行った。その後、各個体のDNA抽出、ならびに18SrRNA遺伝子断片(V1-V2領域の約300bp)のPCR増幅を行い、サンガー法によって塩基配列を決定した。

##### 底生線虫群集DNAを用いた寄生線虫由来塩基配列決定

2017年8月の線虫試料中に、寄生性*Strongyloides*属線虫が見いだされたことから、同じ線虫試料の群集DNAを鋳型として、*Strongyloides*属線虫に特異的なプライマーでPCR増幅し、クローン化した後、サンガー法によって塩基配列を決定した。

#### (2) モデル線虫*Caenorhabditis elegans*を用いた解析

##### モデル線虫*Caenorhabditis elegans* (以下*C. elegans*)の培養

*C. elegans* N2株をNGM培地(寒天培地)またはS培地(液体)中で大腸菌を餌として27℃で8日間培養した後、45µm目あいの篩を用いて線虫を十分に蒸留水または生理食塩水で洗浄した後、収穫した。

##### 新規固定液(DESS溶液)を用いた*C. elegans* N2株の処理

収穫した*C. elegans* N2株をDESS溶液と混合し、室温(約24度)で8日間保存した。その後、遠心分離して上清を除き、生理食塩水で洗い出しを3回繰り返した。得られた試料を分割し、一方はそのまま呼吸鎖電子伝達系活性測定に用いた。残りの試料にコロイド状シリカ溶液(Ludox)を加え、密度勾配遠心を行って上清に濃縮された線虫試料を分取した。生理食塩水で線虫の洗浄を繰り返した後、活性測定に用いた。対照として、収穫した直後の*C. elegans* N2株試料(未固定試料)を用いた。

##### *C. elegans* N2株の呼吸鎖電子伝達系活性(ETSA)の測定

上述のように調整した*C. elegans* N2株試料(DESS固定のみ、DESS固定+Ludox処理、および未固定)をリン酸緩衝液に懸濁後、水中で超音波破碎した。破碎した懸濁液を11,000×g, 10分間、4℃で遠心分離し、ミトコンドリア断片が含まれる上清を呼吸鎖電子伝達系活性(ETSA)測定用の試料とした。試料にNADH, NADPHおよび硝酸ナトリウムとテトラゾリウム塩(INT)を加えた後、分光光度計を用いて490nmの吸光度を測定した。ブランクとして以下の基質を除いた緩衝液、および*C. elegans* N2株試料を除いた緩衝液をそれぞれ同様に測定した。試料中のタンパク質含量で基準化するため、測定に用いた試料の一部のタンパク質含量はBSAを標準物質としてBCA法により定量した。

##### フラックスアナライザーによる*C. elegans* N2株のミトコンドリア機能評価

上述のように調整した*C. elegans* N2株試料のうち、DESS固定試料と未固定試料についてフラックスアナライザー(Seahorse XF96, Agilent Technology)でのミトコンドリア機能評価に供した。その際、最初にグルコース添加、次に脱共役剤(FCCP)添加、最後にアジ化ナトリウム添加という測定スキームで、線虫試料の酸素消費量およびpH変化を連続記録した。その際、1つの測定スキームに20-80尾の線虫を用いた。

##### 2次元電気泳動による*C. elegans* N2株のタンパク質解析

上述のように調整した*C. elegans* N2株試料のうち、DESS固定試料と未固定試料についてTRIzol

試薬を加えた後、クロロホルム抽出によって水相とタンパク質画分を得た。後者についてはさらにイソプロパノール沈殿によって回収された画分を SDS-PAGE および 2 次元電気泳動に供した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 貧酸素化した大村湾の海底で優占する線虫類の特定

大村湾内の 4 点（北部、中央部、南西部、南東部：図 1）から 2017 年 6-10 月に採取した表層堆積物試料を主な解析に用いた。湾内は 6 月中旬以降に中央部付近の底層水が貧酸素化しはじめ、8 月にもっとも溶存酸素濃度が低下して、10 月には回復して通常酸素濃度に戻った。試料採取時の底層水の DO 濃度の変化（図 2）から、北部はもっとも貧酸素の影響が少なかったのに対して、南東部は中央部よりも貧酸素の影響を強く受けていた。中央部と南西部は DO 濃度の変動が他の地点と比べて大きく、季節性の貧酸素化をよく表していることが確かめられた。得られた線虫試料を形態観察によって属レベルまでの同定を行ったところ、4 測点における組成は大きく異なることが分かった（図 3）。貧酸素の影響を強く受ける南東部では *Axonolaimus* 属線虫が全体の 25% 近くを占め、優占していた。反対に貧酸素の影響をあまり受けていない北部では、その割合は 10% 未満だった。*Axonolaimus* 属線虫は欧米の汽水域の堆積物からも報告されているが、貧酸素との関わりが指摘されていない。2015 年から継続している大村湾内の調査でも貧酸素期に割合が増加することが分かっており（Nguyen et al. 2018）、今回の結果と合わせて、*Axonolaimus* 属線虫が大村湾内の貧酸素化に適応している可能性が示唆された。



図 1：大村湾内の堆積物試料採取地点

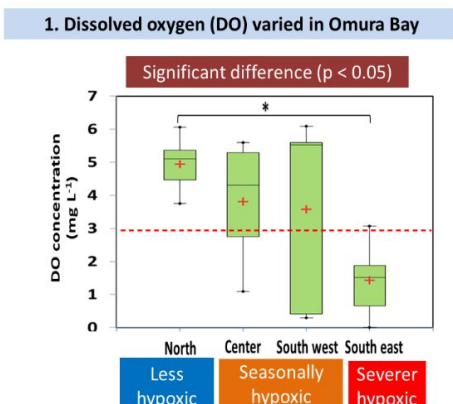


図 2：大村湾内の 4 測点における底層水中の溶存酸素濃度

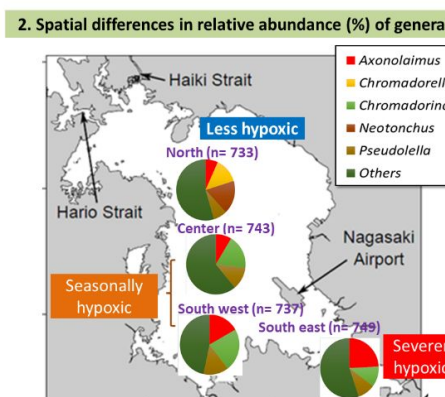


図 3：大村湾内の 4 測点における線虫群集の組成（属レベル）

##### (2) 形態分類および 18SrRNA 遺伝子配列に基づく大村湾の底生線虫の組成評価

形態形質で同定後の各線虫試料（全 78 個体）について 18SrRNA 遺伝子配列（約 300bp）にもとづいて分子系統を推定した（表 1）。試料中で最も優占した *Axonolaimus* 属（*Chromadorella* 綱 *Araeolaimida* 目 *Axonolaimidae* 科）に同定された線虫試料の 2/3 が *Axonolaimus paraspinosus* に近縁だった。また、予想外の結果として、8 月の貧酸素期の堆積物試料中、5 個体の線虫が寄生性糞線虫として知られる *Strongyloides* 属（*Secernentea* 綱 *Rhabditida* 目 *Strongyloididae* 科）に同定された。そのうち 3 個体が *Strongyloides stercoralis* と近縁であり、残り 2 個体の配列はデータベース上に近縁のものが存在しなかった。この結果は *Strongyloides* 属の線虫類が貧酸素化した海底堆積物中に存在している可能性を強く示唆したため、同時期の堆積物試料から線虫個体を再度分取し、得られた群集 DNA を鋳型として *Strongyloides* 属に特異的な 18SrRNA 遺伝子配列の PCR 増幅をおこなったところ、およそ 500bp の PCR 産物を確認できた。しかし、クローン化した PCR 産物の塩基配列のなかで、*Strongyloides* 属に近縁なものは確認できなかった。*Strongyloides* 属線虫は、犬や猫などの腸内に寄生し、低酸素濃度環境下ではフマル酸呼吸を行うとともに、その生活環の中で自由生活を営むことが知られている。今回の研究成果により、貧酸素化した夏季の大村湾の海底表層においても同属の線虫が存在し、貧酸素環境下でフマル酸呼吸を行っている可能性が強く示唆された。

表 1 : 形態および 18SrRNA 遺伝子配列に基づく大村湾海底の線虫群集組成

No.	Sample name	Date of sampling	Identified by morpho (Genera or Family)	Feeding types	Identified by 18S rRNA gene (Species)
1	OB_06_10	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
2	OB_06_11	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
3	OB_06_14	2017/6/21	Ceroidellus	1A	Ceroidellus veilliger
4	OB_06_15	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
5	OB_06_18	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
6	OB_06_21	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
7	OB_06_22	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
8	OB_06_23	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
9	OB_06_24	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
10	OB_06_27	2017/6/21	Sabateria	1B	Odontophora rectangula
11	OB_06_28	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
12	OB_06_29	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
13	OB_06_30	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
14	OB_06_31	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
15	OB_06_36	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Odontophora sp.
16	OB_06_39	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
17	OB_06_41	2017/6/21	Actinonema	2A	Unidentified
18	OB_06_42	2017/6/21	Sabateria	1B	Unidentified
19	OB_06_43	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Unidentified
20	OB_06_48	2017/6/21	Olystomina	1A	Unidentified
21	OB_06_65	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Unidentified
22	OB_08_33	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
23	OB_08_34	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
24	OB_08_8	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
25	OB_08_15	2017/6/21	Sabateria	1B	Ceramionema sp.
26	OB_08_45	2017/6/21	Unidentified	Unidentified	Euchiomadorea sp.
27	OB_08_21	2017/6/21	Actinonema	2A	Actinonema celtica
28	OB_08_9	2017/6/21	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
29	OB_08_12	2017/6/21	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
30	OB_08_3	2017/6/21	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
31	OB_08_40	2017/6/21	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
32	OB_08_22	2017/6/21	Odontophoroides	1B	Odontophoroides sp.
33	OB_08_25	2017/6/21	Odontophoroides	1B	Odontophoroides sp.
34	OB_08_42	2017/6/21	Chromadorina	2A	Paraticoma sp.
35	OB_08_23	2017/6/21	Chromadorina	2A	Paraticoma sp.
36	OB_08_35	2017/6/21	Axonolaimus	1B	Prochromadorella sp.
37	OB_08_38	2017/6/21	Actinonema	2A	Calcaridorylaimus castaneae
38	OB_08_13	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
39	OB_08_10	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
40	OB_08_16	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
41	OB_08_18	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
42	OB_08_26	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
43	OB_08_37	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
44	OB_08_4	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
45	OB_08_48	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
46	OB_08_30	2017/6/21	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
47	OB_08_38	2017/6/21	Strongyloides	1B	Strongyloides stercoralis
48	OB_08_32	2017/6/21	Strongyloides	1B	Strongyloides stercoralis
49	OB_08_49	2017/6/21	Strongyloides	1B	Strongyloides stercoralis
50	OB_08_1	2017/6/21	Unidentified	Unidentified	unidentified
51	OB_08_14	2017/6/21	Axonolaimus	1B	unidentified
52	OB_08_19	2017/6/21	Axonolaimus	1B	unidentified
53	OB_08_2	2017/6/21	Strongyloides	1B	unidentified
54	OB_08_24	2017/6/21	Strongyloides	1B	unidentified
55	OB_08_7	2017/6/21	Odontophoroides	1B	unidentified
56	OB_10_2	2017/10/16	Axonolaimus	1B	Axonolaimus paraspinosus
57	OB_10_1	2017/10/16	Unidentified	Unidentified	unidentified
58	OB_10_47	2017/10/16	Daptonema	1B	Daptonema oiyceica
59	OB_10_48	2017/10/16	Daptonema	1B	Daptonema oiyceica
60	OB_10_34	2017/10/16	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
61	OB_10_35	2017/10/16	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
62	OB_10_11	2017/10/16	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
63	OB_10_23	2017/10/16	Halalaimus	1A	Halalaimus sp.
64	OB_10_37	2017/10/16	Olyonchus	2B	Olyonchus sp.
65	OB_10_45	2017/10/16	Campylalaimus	1A	Unidentified
66	OB_10_5	2017/10/16	Chromadorina	2A	Pisamatolaimidae
67	OB_10_26	2017/10/16	Unidentified	Unidentified	unidentified
68	OB_10_46	2017/10/16	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
69	OB_10_44	2017/10/16	Actinonema	2A	Rhipis paraornata
70	OB_10_36	2017/10/16	Olyonchus	2B	Olyonchus sp.
71	OB_10_14	2017/10/16	Axonolaimus	1B	unidentified
72	OB_10_20	2017/10/16	Actinonema	2A	unidentified
73	OB_10_30	2017/10/16	Unidentified	Unidentified	unidentified
74	OB_10_39	2017/10/16	Unidentified	Unidentified	unidentified
75	OB_10_38	2017/10/16	Unidentified	Unidentified	unidentified
76	OB_10_42	2017/10/16	Axonolaimus	1B	unidentified
77	OB_10_6	2017/10/16	Prochromalaimus	2B	unidentified
78	OB_10_9	2017/10/16	Unidentified	2A	unidentified

(3) 新規固定液 (DESS 溶液) で保存した *C. elegans* N2 株線虫の ETSA  
 未固定の *C. elegans* N2 株試料の ETSA を 100% としたとき、DESS 固定試料は 14~71%、固定試料を密度勾配遠心した後に 46~50% の値を示した。これらの結果から、DESS 溶液に浸漬保存した試料でも体組織に存在するミトコンドリアの呼吸鎖 ETSA を測定できることが確かめられ、野外の底生線虫群集についても適用可能であると考えられた。

(4) フラックスアナライザーによる *C. elegans* N2 株のミトコンドリア機能評価

*C. elegans* N2 株の未固定試料にグルコース添加後、酸素消費量 (OCR) が増加し、脱共役剤 (FCCP) 添加により OCR はさらに上昇したが、アジ化ナトリウム添加によって OCR は抑制された。一方、DESS 固定した *C. elegans* N2 株試料において OCR の変化はblankと統計的に有意な差を示さなかった。しかし、1つの測定スキームに供した線虫の尾数が多くなるほど、OCR 値が高くなる傾向が見られた (図 4)。DESS 固定した *C. elegans* N2 株が ETSA を保持していた結果と異なり、同試料へのグルコース添加が OCR 活性を生起しなかった理由として、DESS 固定によって解糖系の酵素群が失活していた可能性が考えられる。

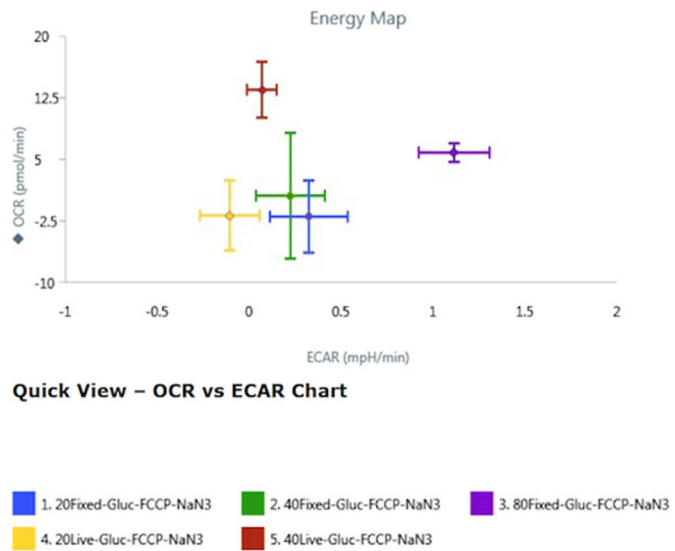


図 4. *C. elegans* N2 株のミトコンドリア機能評価結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

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 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 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

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 2019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 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 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 中山華穂里、河野一希、嶋永元裕、Nguyen Thi Do Quyen、上田遼、和田実
2. 発表標題 長崎県大村湾で起こる貧酸素水塊が底生カイアシ類群集へ与える影響
3. 学会等名 日本甲殻類学会 第57回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡奈美、葭田遼介、伊藤尚斗、山口健一、稲岡健ダニエル、北潔、和田実
2. 発表標題 底生線虫の生理・生化学解析に向けた試料調製手法の検討
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会
4. 発表年 2020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	山口 健一  (YAMAGUCHI Kenichi)  (90363473)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・准教授   (17301)	
研究 分担者	稲岡 健ダニエル  (INAOKA Daniel Ken)  (10623803)	長崎大学・熱帯医学・グローバルヘルス研究科・准教授   (17301)	
研究 協力者	北 潔  (KITA Kiyoshi)  (90134444)	長崎大学・熱帯医学・グローバルヘルス研究科・教授   (17301)	