

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11665

研究課題名(和文)汽水域における二枚貝の環境耐性と殻体を利用した環境ストレス履歴の解読

研究課題名(英文) Deciphering of environmental stress history with the shell material using tolerance of bivalves in brackish waters

研究代表者

山口 啓子 (YAMAGUCHI, Keiko)

島根大学・学術研究院環境システム科学系・教授

研究者番号：80322220

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：サルボウガイを用いた室内及び野外実験において、貧酸素に曝露する期間の長さと同体成長速度の相対値として算出した成長停止線の厚さには正の相関が認められた。中海で採取した柱状試料から、下層のサルボウガイ・イヨスダレガイなど内湾泥底種の群集から、上層はシズクガイ・チヨノハナガイの日和見種・汚染指標種の群集へと変化した。底質の有機汚染は1930年ごろには始まるが、これより下位の層準から算出したサルボウガイ殻体断面に貧酸素とみられる成長停止線が複数観察され、中海の貧酸素化は干拓堤防建設以前にも起こっていたことが明らかとなった。貧酸素域で採取された殻体中のMn濃度が高い値をとることも示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、内湾や湖沼では貧酸素水塊の発生や長期化が増え、水生生物への影響が問題となっている。不十分な環境影響評価のまま実施された干拓・堤防建設などが環境に与えた影響は、事後に十分に把握できない現状がある。本研究は、貝殻のような長期保存され入手可能な硬組織から、貧酸素の発生状況を読み取ることを可能にした。貧酸素に強いサルボウガイの貝殻から貧酸素を耐えた成長停止線を読み取り、また、貝殻の炭酸カルシウムに混ざるMn濃度で貧酸素の程度を推定する方法を提案した。実例として、人為的変化の少なかった時代にも中海で貧酸素化が起こっていたことをサルボウガイ殻体から読み取った。

研究成果の概要(英文)： Both laboratory and field experiments using *Anadara kagoshimensis* showed that there was a positive correlation between the term of exposure to hypoxia and the thickness of the layer at the growth line, calculated as the relative value of the individual growth rate. From columnar samples collected at three locations in Lake Nakaumi, bivalve communities were changed from mud-bottom species such as *A. kagoshimensis* and *Paphia undulata* in the low layer into opportunistic and pollution index species such as *Theora fragilis* and *Raetellops pulchellus* in the upper layers. Several growth lines indicating hypoxic environment were observed in the cross-section of the shell body that was collected from the lower layer of the columnar sample. This revealed that hypoxia had occasionally occurred in Lake Nakaumi before the construction of reclamation banks. It was also shown that the Mn concentration in the shell collected in the hypoxic region in Lake Nakaumi takes a higher value.

研究分野：水圏生態工学

キーワード：貧酸素 成長線 サルボウガイ *Anadara kagoshimensis* 微量元素 酸揮発性硫化物 AVS

1. 研究開始当初の背景

近年、閉鎖性水域では貧酸素水塊の発生や長期化が増え、水生生物への影響が問題となっている。前世紀、経済活動の活発化に伴い沿岸・汽水域では、不十分な環境影響評価のまま実施された干拓・堤防建設(例: 諫早湾や中海本庄工区)など的人為的環境変化が塩分成層や貧酸素化を促進した可能性が考えられるが、改変以前の環境は、今となっては十分に把握できない現状がある。また、近年の環境変動、温暖化や頻発するゲリラ豪雨は、閉鎖性水域の貧酸素化リスクをカタストロフィックに高めている。今後のアセスメントには、人為的改変が生物や生態系に与える影響をより現実的に評価する必要性がますます高まり、そのためには、これまでに行われた改変によって、どのような影響が起こったのかを把握する必要がある。過去の環境を知る方法の一つに底質柱状試料の解析(e.g. Katsuki et al., 2008)はあるが、必要な場所で必ずしも連続的な試料を得ることができない。そこで、生物遺骸標本や化石のような入手可能な試料から、すでに発生・進行している環境変化と生物の応答を解読する手法を開発する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では貧酸素・硫化水素・塩分を環境変動により生じる環境ストレスと想定し、二枚貝の殻体を用いて環境変動を読み取る手法の開発を目的とした。貧酸素耐性が高いことが知られる内湾性二枚貝であるサルボウガイ *Anadara kagoshimensis* をモデル生物とし、人為的環境変化の顕著な中海の堆積物と貧酸素耐性の強い内湾性二枚貝の性質を利用して、貧酸素化の進行を中心とした水域の環境変遷過程を読み解くことを試みた。それぞれの環境ストレスの程度と継続時間が殻体断面構造に残す痕跡(成長停止線)の特徴の違いを明らかにし、その貝殻試料から環境変化を解読することを目的として、室内実験と野外実験を実施した。

3. 研究の方法

本研究は、閉鎖性水域の諸問題、特に貧酸素化・硫化水素の発生・塩分成層の強化などが著しい特徴をもつモデルフィールドとして、中海を調査地とした。対象生物は、中海でかつて大量に漁獲されていた内湾泥底棲二枚貝・サルボウガイを用いた。

(1) 室内および野外実験による貧酸素・硫化水素がサルボウガイ殻体に残すストレス成長停止線の同定と計測

サルボウガイを一定期間環境ストレスにさらした場合に形成される成長停止線の特徴と、そのストレス期間との関係を明らかにするため、野外実験および室内実験を行った。

野外実験では、塩分変動が少なく(塩分ストレスが小)貧酸素水塊が常時存在する中海北部の貯木場を調査地点とし、ブイを用いてパールネットに入れたサルボウガイを垂下し、表層の酸素のある水塊で馴致後に、下層の貧酸素の水塊に2日間・4日間・7日間・14日間・21日間と期間を変化させて曝露する実験区、上下を繰り返す区、および対照区(常に表層)を設定し、実験を行った。野外実験では、溶存酸素ロガーと塩分ロガーを飼育水深に設置して、実験期間中の水温・溶存酸素量(以後D0)・塩分をモニタリングした。(なお、実験区として設定した条件と異なる時期や表層においても貧酸素状態となっていた時期があったが、それも含めて貧酸素期間とした。)

室内実験では、恒温槽において野外実験と同様の日数条件で貧酸素・硫化水素・低塩分にそれぞれ曝露する実験区およびそれらの複合条件に曝露する実験区を設けた。ストレスとなる環境が回復し、再度成長した後に、殻体を取り出して断面を作成し、成長停止線の特徴を実体顕微鏡および走査電子顕微鏡で観察し、貝殻構造の特徴の記載とストレスラインの幅を測定した。

(2) 中海における環境特性の時空変化の把握と貧酸素環境での殻体試料採取

(2)- 柱状試料の採取と分析

調査地とした中海の干拓堤防建設(1975年)前の海水の流入経路を念頭に、湾口から湾奥へ3地点(本庄水域内2地点、中海本湖1地点)を選出し(図1)、各地点で約1メートルの柱状試料を4本ずつ採取し、過去100年の環境変遷を読み解くための試料を得た。採取した柱状試料は断面を取り、堆積物の色の変化を観察した後、層厚1または2cmごとに採取して試料とし、堆積物の粒度(含砂率)・含水率・強熱減量・CHNS元素分析および二枚貝遺骸の洗い出しの後、種の同定と種ごとの殻の計数を行った。また、数cmごとの層準で年代測定用に試料を取り、Cs137のピークおよびPb210測定による堆積速度推定を行い、柱状試料の層準について堆積年代を推定した。これらをもとに、3本の柱状試料および既存の2本の試料(Katsuki et al., 2008)の対比

を行い、湖内における湖底環境の時空間変化について推定した。

(2) - 平面分布調査と試料採取

2021年8月に島根大学エスチュアリー研究センター中心に行われた中海全域調査と同期して、中海における環境調査およびサルボウガイ *Anadara kagoshimensis* の分布調査を実施した。その結果を同様の調査を行った2010年の結果と比較検討することで、分布の変化並びに湖底環境との関係性について明らかにした。

環境調査は2021年8月20日～8月27日に、サルボウガイ分布調査の15地点を含む中海全域118地点において行った。水質は多項目水質計を用いて湖底直上水のD0および塩分を測定した。底質は酸揮発性硫化物量(以後AVS)、強熱減量、含水率、含泥率を測定した。サルボウガイ分布調査は2021年9月から11月にかけて、2010年に行われた分布調査と同様に中海北部から湖心にかけて行った。調査地点は境水道から流入する海水の流れに沿って15地点を設定した。サルボウガイの採集は伝統的な漁具であるサルボウ桁(幅約1m)を用いて行い、船で約100mを各地点3回曳いて得られた生きたサルボウガイ殻体を採集し、殻長・重量を測定した後、殻体構造の観察および(3)の分析に供した。

(3) 二枚貝殻体の断面観察とLA-ICP/MSによる元素分析

上記(2)の柱状試料および分布調査により得られたより得られたサルボウガイ殻体のうち、殻長20mm以上(生後1年以上経過していると判断される)の個体について、樹脂包埋後、断面を作成し、電子顕微鏡で観察した。(1)で明らかにした成長停止線の特徴を確認したのち、試料を金沢大学環日本海域環境研究センターにてLA-ICP-MSを用いてラインスキャン分析、スポット定量分析の2種類を行った。本研究では、環境と関係があるとされる微量元素(Mn・Mg・Srなど13種の微量元素とCaとの比)の殻内の成長に沿った変動を測定した。その中でも特に、還元的環境下で底質より溶出する⁵⁵Mn濃度に着目し、内標準元素として⁴²Caを用いて、ラインスキャン分析では⁵⁵Mnと⁴²Caとの相対強度を、スポット定量分析では⁵⁵Mn濃度(ppm)を算出した。

4. 研究成果

(1) 一定期間環境ストレスにさらず野外実験および室内実験と形成された殻体構造

野外実験では、D0ロガーと塩分ロガーを飼育水深に設置してモニタリングしたが、実験で設定した条件と異なる時期が生じていた(表層においても貧酸素状態となっていた時期があった)それも含めて貧酸素期間とした。殻体断面に見られる黒いバンド状の成長線が、貧酸素状態にさらされた期間に対応することが示された。バンドの幅は個体差が大きく、単独では曝露期間と対応が見られなかったが、個体の成長スピードを推定した後、個体毎の生長量で規格化し成長率で比較すると、曝露期間とバンドの幅に正の相関関係が認められた。

室内実験では貧酸素状態に置かれた個体は殻体内部で発生した硫化水素にさらされることになったため、硫化水素曝露区と類似した成長停止線とバンドが形成された。また、有機物のバンド状の成長線は、硫化水素ストレスにさらされた場合にも形成されるが、両者はバンド形成前に作られる殻層の特徴が異なることから、区別が可能であることも判明した。

(2) 中海における環境特性の時空変化の把握と貧酸素環境での殻体試料採取

(2) - 柱状試料の採取と分析

柱状試料の3地点(SN01・SH01・SH02)に共通して、二枚貝相は下層ではチゴドリガイ・イオスダレガイ・サルボウガイなどの内湾泥底種が優占し、ある層準を境にそれらが産出しなくなり、代わって上層でアサリ・シズクガイ・チヨノハナガイ・ホトトギスガイのような日和見種や汚染指標種が優占するという群集変化が認められ、その入れ替わりの層準(時期)は湾奥でより下層(早期)において見られた(図2-1~3)。また、底質の強熱減量・CNS濃度などの値も、ある水準から高くなる傾向が見られ(図2-1~3)、3地点とKatsuki et al., (2008)で調査された2地点を合わせて比較した結果、有機汚染が奥部より早期に始まり(湖心で1920年ごろ)徐々に湾口に向かって反時計回りに進行(本庄水域で1930-40年ごろ)したことが読み取られた。また、最も湾口に近い地点SH02では、貝殻遺骸が全く産出しない層準が20cm以上の厚さで存在し、パイオターベーションが顕著であること、すなわち底生生物が多く生息する酸素の豊かな環境であったことを示唆している。このように、同じ中海北部(本庄水域)でも、本庄水域を隔てる干拓堤防建設前には、境水道から流入する海水の底質および底生生物への影響が大きく異なることが示された。

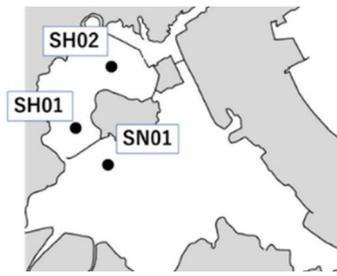


図 1 . 柱状試料採取地点

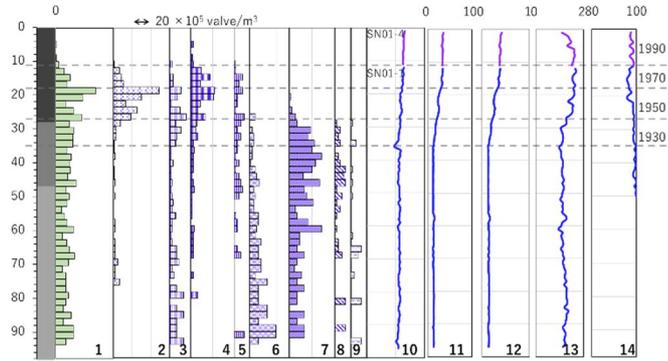


図 2-1 . SN01 柱状図

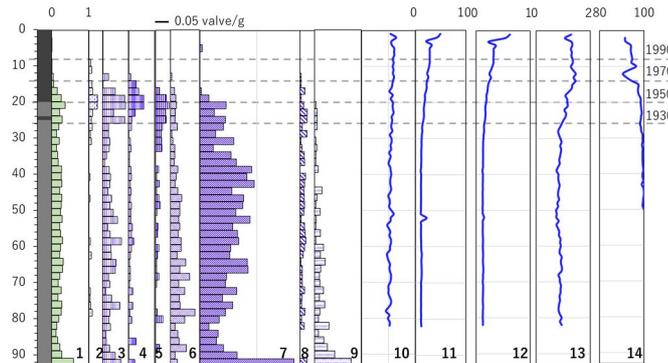


図 2-2 . SH01 柱状図

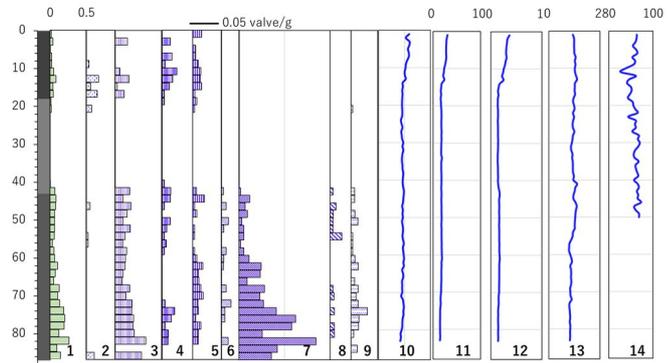
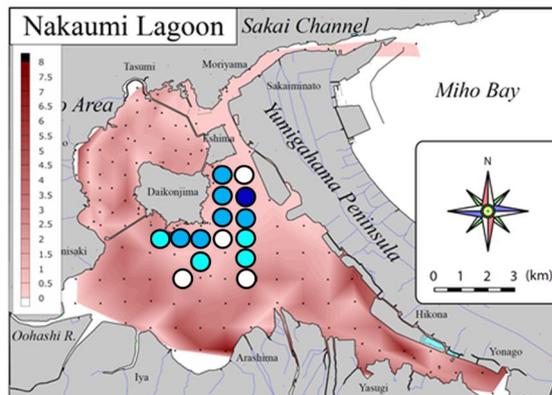


図 2-3 . SH02 柱状図

図 2 . 1 総二枚貝殻、2 アサリ、3 シズクガイ、4 チヨノハナガイ、5 ホトトギスガイ、6 イヨスタレガイ、7 チゴトリガイ、8 サルボウガイ、9 ヒメカノコアサリ、10 含水率、11 TOC、12 TN、13 TS、14 含泥率

本柱状試料調査で得られたサルボウガイ殻体で最も大型の 1 個体 (1920 年よりも下位の層準から産出) を、後に記す(3)の分析に供した。

(2) - 平面分布調査と試料採取



サルボウガイ個体数 ○=0、○< <1、● <10、●

図 3 . 中海平面分布調査における AVS 濃度の分布と 100m 桁曳きによるサルボウガイ採捕個体数

2021年に実施した中海全域環境調査において、湖底環境は海水流入する中浦水道付近では酸化的環境であるが、奥部に向かうにつれて還元的環境が著しくなることが確認された(図3)。同年に行ったサルボウガイ分布調査では、中浦水道から南に向かってサルボウガイの採取個体数が減少し、中海湖心より奥部では分布が見られなかった。一方、個体数は少ないが、同様の調査を行った2010年には生息が確認されなかった大根島南部や夏期の貧酸素が著しい地点でも、生息が確認された。本調査により、貧酸素の程度が異なる複数地点で、サルボウガイ殻体入手し、次項の殻体分析に供した。採取試料は採集地点のAVSの値で 区(0.2~0.3 mg・g⁻¹ d.w.)、区(0.3~0.5 mg・g⁻¹ d.w.)、区(1.3~2.8 mg・g⁻¹ d.w.)に分類し、各区から3個体ずつを次項(3)の微量元素分析に用いた。

(3) 二枚貝殻体の断面観察とLA-ICP/MSによる元素分析

上記(2-)柱状試料より得られたサルボウガイ殻体のうち、殻長20mm以上(生後1年以上経過していると判断される)の個体について、樹脂包埋後、断面を作成し、電子顕微鏡で観察した。その結果、貧酸素と思われる成長停止線が1つの殻体中につき、複数認められた。中海の富栄養化が始まったとされる1920年よりも下位の層準から得られたサルボウガイ殻体からも貧酸素と判断される成長停止線が確認された。このことから、中海においては境港の堤防延長(1920年代)によって海水交換が減少したと推定されるが、その工事のイベントよりも以前から、夏場に湖盆部で貧酸素化が起こることがあったことが推定された。

上記(2-)2021年秋季に行った平面分布調査で得られたサルボウガイ殻体の断面をSEMで観察し、貧酸素を示すと考えられる成長停止線の存在と位置を確認した後、貧酸素の程度の指標としたAVS測定値の低い地点・高い地点・中程度の地点でそれぞれ3個体の試料をLA-ICP-MS分析に供した。主要な測定元素濃度値を用いてクラスター分析を行った結果、Mn濃度でグループが大きく分かれ(図4)、貧酸素と思われる期間に濃度が高くなる傾向が見られた。またAVSの高い地点でMn濃度が高くなる傾向も認められた。区、区、区で採集された個体の殻体における平均⁵⁵Mn濃度は、区の平均が36.41 ppm、区の平均が47.33 ppm、区の平均が60.08 ppmとなっており、AVSの低い地点(酸素の供給が多い地点)で⁵⁵Mn濃度が低いことが示された。ピーク時の⁵⁵Mn濃度は区の平均が95.21 ppm、区の平均が142.76 ppm、区の平均が151.50 ppmであった。区の値は他の区と比較して低かったが、区と区の間には明瞭な差異は認められなかった。その要因として、過度に強い貧酸素環境下ではサルボウガイが殻体の形成を停止する可能性が挙げられた。殻体の形成が止まると殻体中にMnを取り込むことがなくなるため、区のピーク時の⁵⁵Mn濃度は実際の貧酸素環境のピークを反映していない可能性がある。ラインスキャン分析とスポット定量分析の変動は一致しており、ラインスキャン分析の結果から殻体中のMn濃度が高い範囲の推定が行えると考えられた。

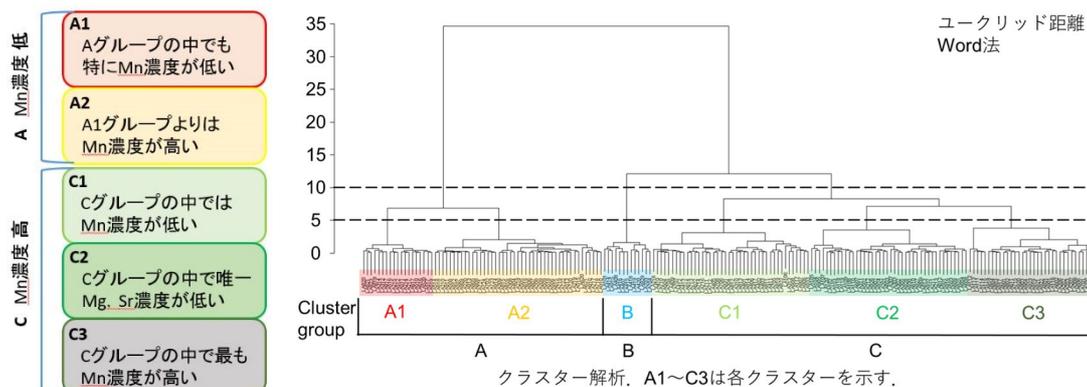


図4. サルボウガイの殻体における各スポットの13構成元素種の濃度におけるクラスター解析結果

本研究の成果から、二枚貝殻体に記録される殻体構造(成長停止線の特徴と幅)および殻体中のMn²⁺濃度を分析することで、過去の貧酸素化の程度を検討することが可能であることが示された。一方、柱状試料で大型個体入手するには、かなり大きな断面積の柱状試料が必要であること、相対的な貧酸素の程度は試料間で比較可能であるが、絶対値については明確では無いといった問題もあり、今後の課題である。

引用文献

Katsuki, K., Miyamoto, Y., Yamaguchi, K., Coops, H., 他6名, (2008) Eutrophication-induced changes in Lake Nakaumi, southwest Japan. *Journal of Paleolimnology*, Vol. 40 1115-1125.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 林田 明・齋藤文紀・瀬戸浩二・香月興太・服部真也・八木涼太	4. 巻 29
2. 論文標題 宍道湖西岸で採取された完新世堆積物（HK19コア）の残留磁化と磁気特性：汽水域の古環境復元への示唆	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Laguna（汽水域研究）	6. 最初と最後の頁 75-86
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hosozawa Takeshi, Kunii Hidenobu, Nakamura Mikio, Ojima Tetsuya, Sugiyama Yukari, Yamaguchi Keiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Spatial, temporal and vertical variation of distribution and major habitats in Asian mussel (<i>Arcauatula senhousia</i>) in a brackish river along Sea of Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plankton and Benthos Research	6. 最初と最後の頁 121 ~ 131
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3800/pbr.15.121	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 廣瀬孝太郎・瀬戸浩二・辻本彰・中村英人・安藤卓人・入月俊明・香村一夫	4. 巻 27
2. 論文標題 中海Nk-3C地点における湖底表層堆積物層序および過去約600年間の地球化学的環境の変化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 LAGUNA(汽水域研究)	6. 最初と最後の頁 41-57
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 瀬戸浩二	4. 巻 12
2. 論文標題 汽水域研究からみた斐伊川東流イベントとその問題点	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 松江市史研究	6. 最初と最後の頁 27-41
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 Katsuki Kota, Seto Koji, Tsujimoto Akira, Takata Hiroyuki, Sonoda Takeshi	4. 巻 222
2. 論文標題 Relationship between regional climate change and primary ecosystem characteristics in a lagoon undergoing anthropogenic eutrophication, Lake Mokoto, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6. 最初と最後の頁 205 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecss.2019.04.016	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 香月興太・三瓶良和・瀬戸浩二	4. 巻 26
2. 論文標題 中海浚渫窪地に堆積する年縞堆積物が示す浚渫後の水環境変化.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 LAGUNA(汽水域研究)	6. 最初と最後の頁 73-83
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石賀裕明・瀬戸浩二	4. 巻 26
2. 論文標題 宍道湖・中海のSS (浮遊物質) の地球化学分析からみた湖水環境の変化.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 LAGUNA(汽水域研究)	6. 最初と最後の頁 49-58
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田久和剛史・山口啓子・高須晁	4. 巻 25
2. 論文標題 耳石Sr/Ca比を用いた汽水域産ミナミメダカの経験環境の推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Laguna	6. 最初と最後の頁 1-9
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山口啓子	4. 巻 41 (A)
2. 論文標題 穴道湖・中海における水産資源と水環境	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 233-236
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Seto Koji, Saito Makoto, Noguchi Takuroh, Sonoda Takeshi, Katsuki Kota	4. 巻 25
2. 論文標題 Effects of inlet excavation and climate oscillation on the ecosystem of a fishery lagoon in northern Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Regional Studies in Marine Science	6. 最初と最後の頁 100458 ~ 100458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rsma.2018.100458	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 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 山口啓子・高橋海登・藤松幸紀・飯田直紀
2. 発表標題 サルボウガイ殻体成長線の特徴を用いた経験環境推定方法の検討
3. 学会等名 日本貝類学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口啓子・磯本紗穂・瀬戸浩二・香月興太・辻本彰
2. 発表標題 中海100年間の底質柱状試料からみた 有機堆積物の増加と二枚貝相の変遷
3. 学会等名 日本ベントス学会・プランクトン学会合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三原正太郎・山口啓子・瀬戸浩二
2. 発表標題 過去10年間の中海におけるサルボウガイの分布と湖底環境の変化
3. 学会等名 第29回汽水域研究発表会・汽水域研究会 第10回例会・合同研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原尻優樹・瀬戸浩二・香月興太・仲村康秀・安藤卓人・南 憲史・金 相暉・山口啓子・倉田健悟
2. 発表標題 2021年広域調査における中海・宍道湖の水質・底質環境
3. 学会等名 第29回汽水域研究発表会・汽水域研究会 第10回例会・合同研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 志田上義仁・香月興太・瀬戸浩二
2. 発表標題 2021年の中海湖底における珪藻遺骸分布
3. 学会等名 第29回汽水域研究発表会・汽水域研究会 第10回例会・合同研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口啓子・高橋海登・藤松幸紀・飯田直紀
2. 発表標題 サルボウガイ殻体成長線の特徴を用いた経験環境推定方法の検討
3. 学会等名 汽水域研究会・島根大学エスチュアリー研究センター合同発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三浦伊織・香月興太・齋藤文紀・瀬戸浩二・中西利典
2. 発表標題 藻化石分析に基づく斐伊川河口域における中期～後期完新世の環境復元
3. 学会等名 汽水域研究会・島根大学エスチュアリー研究センター合同発表
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬戸浩二・香月興太・仲村康秀・安藤卓人・齋藤文紀・渡辺正巳・辻本彰・入月俊明
2. 発表標題 斐伊川東流イベントの年代とそれによる宍道湖の堆積システムの変遷
3. 学会等名 汽水域研究会・島根大学エスチュアリー研究センター合同発表
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口啓子・藤松幸紀・飯田直紀
2. 発表標題 野外および室内飼育実験によるサルボウガイの成長停止線と環境ストレスとの関係
3. 学会等名 汽水域研究会
4. 発表年 2019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	瀬戸 浩二 (SETO Koji) (60252897)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授 (15201)	

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	香月 興太 (KATSUKI Kota) (20423270)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・講師 (15201)	

	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
研究協力者	辻本 彰 (TUJIMOTO Akira)	島根大学・教育学部・講師 (15201)	

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