

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03649

研究課題名（和文）堆積物コアDNAを用いた海跡湖の近過去魚類群集と環境変遷との関係解明

研究課題名（英文）Estimation of the relationship between fish communities and environmental transition in inland sea lakes using sediment core DNA

研究代表者

高原 輝彦（Takahara, Teruhiko）

島根大学・学術研究院農生命科学系・教授

研究者番号：10536048

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：山陰地域の宍道湖・中海・神西湖・東郷湖・湖山池をフィールドにした環境DNA（eDNA）メタバーコーディング（MB解析）の結果、水サンプルに比べて堆積物コアサンプルでは検出される魚類eDNAはかなり少ないことがわかった。また、宍道湖などと比べて、中海では比較的深い層のコアまで魚類eDNAが検出されたことから、各湖の塩分の高低が堆積物コアの魚類eDNAの保存状況に影響していると考えられた。加えて、種特異的eDNA分析の結果、魚類に比べて水草では深い層のコアまでeDNAが保存されている傾向がみられたことから、海跡湖の生物群集と環境変遷の関係を調べる際には水草eDNAも有用であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海跡湖の堆積物コアから検出できる魚類eDNAは微量であったため、湖の環境変遷を復元する際には水草eDNAも有用であることを明らかにできた学術的意義は大きいと考えている。さらに、水草種の塩分耐性の違いなどに着目することで近過去環境の大規模転換期（例えば、淡水化や汽水化等）などを解明できる可能性も見出すことができた。一方で、海跡湖5つの結果を比較することで、各湖の塩分の高さは堆積物コアにおける魚類eDNAの保存状況に影響している可能性も明らかになってきた。したがって今後は、宍道湖などの塩分が低い海跡湖において、堆積物コアから微量な魚類eDNAを効果的に検出できる手法の開発が必要であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：Our goal was to clarify the relationship between recent environmental changes and fish communities by analyzing environmental DNA (eDNA) with sediment cores collected from five lagoon lakes in the San'in region (Lakes Shinji, Nakaumi, Jinzai, Togo, and Koyama). eDNA metabarcoding (MB analysis) revealed less fish eDNA in the core samples compared with the water samples in the lakes. Additionally, fish eDNA was detected in relatively deep layers of Lake Nakaumi, in comparison with Lake Shinji and others, suggesting that the preservation of fish eDNA in the sediment cores was influenced by the salinity of each brackish lake. On the other hand, the results of species-specific eDNA analysis showed that plant eDNA was preserved to much deeper cores than fish eDNA. Furthermore, it was suggested that core eDNA derived from aquatic plants in brackish water lakes would be useful in elucidating historical environmental changes.

研究分野：陸水生態学

キーワード：環境DNA 堆積物コア 汽水湖

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海跡湖とは、海湾の一部が砂州や砂嘴の発達によって海から隔てられ、かつて海であった場所が、外海から隔離されることでできた湖である。海と繋がる海跡湖の場合、海水と淡水が混じり合う汽水湖でもあり、過去の海水や気候の変動、および、治水や利水などの人為的な影響を受けてきた歴史的背景をもつ。また、海跡湖は閉鎖性の高い水域になるため、湖底に堆積物が蓄積しやすく、年月の経過に伴って堆積したコアには、上述のような自然変動、および、社会・経済的な影響の履歴が保存されている。この堆積物コアの情報を読み解くことで、過去の環境変遷に伴って海跡湖がどのような影響を受けてきたのかを明らかにできる可能性がある。

環境 DNA (eDNA) とは水や堆積物などの環境サンプルに含まれる生物由来の DNA 断片のことであり、この情報を手がかりにすることで、生物を直接目視・捕獲しなくても、その環境中にどんな生物種がどのくらい生息しているのか(いたのか)を明らかにできる。また、近年急速に発展している eDNA メタバーコーディング(超並列シーケンサーを用いて eDNA を解読し、データベースに照らし合わせて種構成を決定する手法)(MB 解析)により、eDNA から魚類などの生物群集を網羅的に明らかにすることが可能となってきた。

山陰地域は、宍道湖・中海・神西湖・東郷湖・湖山池といった大小様々な海跡湖があり、これらの湖が比較的狭い範囲に分布する全国的にも希少な地域である。したがって、これらの湖の堆積物コアに含まれる eDNA 情報は、近過去魚類群集と環境変遷の関係を湖間で比較・考察する上で申し分ない。

2. 研究の目的

山陰の海跡湖 5 つをモデルフィールドにして、湖底の堆積物コア eDNA に着目した eDNA 分析(MB 解析、および、種特異的検出)を実施することで、海跡湖の近過去魚類群集と環境変遷の関係に関する一般則を明らかにするとともに、各湖に特異的な環境変遷と関係した地域固有性を見出すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 宍道湖の堆積物を用いた eDNA 分析

2020 年 9 月に採取した宍道湖の堆積物コアサンプル計 6 本 (S5 : 40 cm・3 本、S6 : 40 cm・3 本) と 2022 年 10 月に採取したコアサンプル計 6 本 (240 : 20 cm、241 : 38 cm、242 : 18 cm、243 : 30 cm、244 : 26 cm、245 : 30 cm) を用いて eDNA 分析を実施した。そのためにまず、これらすべての堆積物コアサンプルを各層 2 cm ずつに分けてから 9 g 分取した後、Sakata et al. (2020, 2021) を参考にして DNeasy Power Soil Kit などを用いて eDNA 抽出を実施した。つぎに、MiFish プライマー(魚類相解析、Miya et al. 2015) や MiBird プライマー(鳥類相解析、Ushio et al. 2018) などを用いた MB 解析(網羅的解析)を次世代シーケンサー iSeq によって実施した。加えて、S5 と S6 については、いくつかの種特異的検出系を用いた eDNA 分析も実施した (S5 : ツツイトモ(水草種)、リュウノヒゲモ(水草種)、ヤマトシジミ、スズキ、ワカサギ、ニホンウナギ、シラウオ)(S6 : ツツイトモ(水草種)、ヤマトシジミ、スズキ、コノシロ、ワカサギ、ニホンウナギ、シラウオ)。

(2) 中海、神西湖、東郷湖、湖山池の MB 解析

中海・神西湖・東郷湖・湖山池において堆積物コア eDNA の情報から MB 解析による魚類相の復元を試みた。中海においては 2022 年 8 月に採取した堆積物コアサンプル 1 本 (174 cm) を用いて、各層 1 cm ずつに分けた後、9 g 以上を分取できた層のサンプルのみ、eDNA の抽出を実施した(使用できたサンプル層 : 3 cm~5 cm、7 cm~13 cm、15 cm、22 cm、29 cm~51 cm、55 cm~56 cm、60 cm~81 cm、86 cm、89 cm~94 cm、96 cm~100 cm、計 71 サンプル)。そのうち、56 cm 層までの eDNA サンプルを分析に用いた。

その他の湖 3 つは、2023 年 12 月~2024 年 2 月の期間において、不攪乱柱状採泥器を用いて堆積物コアサンプルを各湖 3 本ずつ採取するとともに、表層水 1 L も採取した。各湖のコアサンプル 1 本ずつを用いて(神西湖 : 40 cm、東郷湖 : 18 cm、湖山池 : 28 cm) 各層 2 cm ずつに分けてから約 9 g を分取した後、堆積物コア eDNA を抽出した。また、水サンプルからも eDNA を抽出した。これらの eDNA サンプルを用いて、次世代シーケンサー iSeq と MiFish プライマーによる MB 解析を実施した。

(3) 水サンプルを用いた水草 eDNA 分析

2016 年から継続的に採取していた宍道湖の水サンプル中の eDNA に着目することで、ごく近過去の対象生物の生息状況を明らかにできるかどうかを検証するため、沈水植物のツツイトモとリュウノヒゲモを対象にした eDNA 分析を実施した。そのために、2016 年 1 月から 2022 年 12 月までの 7 年間、沿岸 6 地点で毎月 1 回の調査によって採取した水サンプルから eDNA を抽出した後、各種の特異的検出系を用いた eDNA 分析を実施した。

4. 研究成果

(1) 宍道湖の堆積物を用いた eDNA 分析

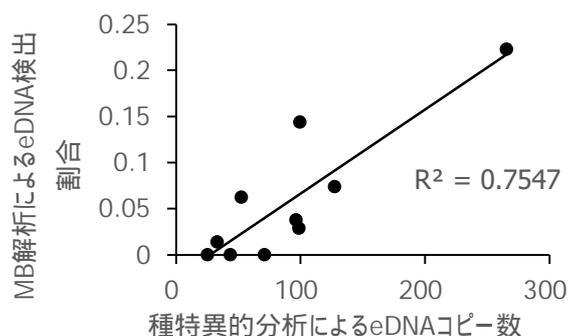
宍道湖で採取した堆積物コアサンプルにおいて、MiFish プライマーや MiBird プライマーを用いた MB 解析の結果、魚類 eDNA や鳥類 eDNA を検出可能であることがわかった。検出された魚類 eDNA ではコノシロやサツパなどが優先している傾向がみられた。また、検出された鳥類 eDNA はトモエガモやヨシガモなどのカモ類が多くを占めていることがわかった。

240~245 のコアサンプル 6 本を用いた MB 解析を実施して魚類 eDNA が検出されるコア深度を検証した結果、231 では 38 cm、244 では 22 cm の層まで魚類 eDNA が検出されたが、その他のコアでは 10 cm 以降は非検出だった。宍道湖における堆積物コアでは、多くの場合、魚類 eDNA は 10 cm 程度までしか保存されていないのかもしれない(投稿準備中)。加えて、宍道湖の堆積物コアサンプルから MB 解析によって検出される魚類 eDNA の種数やリード数は少ないことが明らかになった。

種特異的検出系を用いた eDNA 分析の結果、S5 ではヤマトシジミ 12 cm、スズキ 18 cm、ツツイトモ(水草種)20 cm、リュウノヒゲモ(水草種)36 cm 層まで各種の eDNA が検出された。一方で、S6 ではヤマトシジミ 32 cm、スズキ 8 cm、コノシロ 16 cm、ツツイトモ 38 cm 層まで各種の eDNA が検出された。これらの結果から、魚類に比べて、堆積物コアに含まれる eDNA は水草の方が深い層まで保存されている可能性が考えられた。S5 と S6 のコアサンプルにおいては、年代測定も実施しているため、今後、各生物種の eDNA が検出されたコア層と年代との照合と考察を行う予定である。

また、ニホンウナギ、ワカサギ、シラウオの種特異的検出系における eDNA 分析の結果、S5 と S6 のどちらのサンプルにおいても eDNA は非検出であった。現在、これら 3 種は宍道湖の重要水産資源であり、希少種となっているため、堆積物コアサンプルの eDNA 情報から過去の生息状況を推定できる可能性に期待していたが、これら 3 種はそもそも過去の生息量も少なかったのか、あるいは、宍道湖における魚類のコア eDNA はそもそも保存されにくい可能性が考えられた。

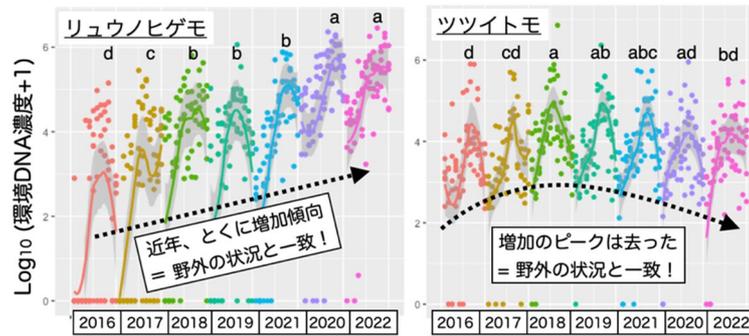
S6 の堆積物コアサンプルを用いてコノシロを対象にした eDNA 分析を実施した結果、MB 解析による eDNA 検出割合と種特異的検出系における eDNA 濃度には正の相関がみられた(右図)。これまでに、堆積物コアサンプルを用いた MB 解析による eDNA 検出割合と種特異的検出系による eDNA 濃度との相関関係を明らかにした報告例はないと思われることから、新規研究成果を得ることができたと考えている(投稿準備中)。



(2) 中海、神西湖、東郷湖、湖山池の MB 解析

中海の堆積物コアサンプルを用いた MB 解析の結果、ヒイラギ、マイワシ、カタクチイワシ、マアジなどの海産魚の eDNA が多数検出された。また、中海のコアサンプルでは少なくとも 56 cm 層まで魚類 eDNA が検出されることがわかった。一方で、神西湖では 14 cm 層、東郷湖では 16 cm 層、湖山池では 2 cm 層までしか魚類 eDNA が検出されなかった。これらのことから、堆積物コアサンプルに保存されている魚類 eDNA は、中海のような塩分が高い海跡湖では比較的多く、塩分が低いその他の海跡湖では少ないことが示唆された。さらに、神西湖、東郷湖、湖山池において、水サンプルに比べてコアサンプルでは eDNA が検出される魚種数が少ないことがわかった(神西湖:水 19 種・コア 7 種, 東郷湖:水 13 種・コア 8 種, 湖山池:水 22 種・コア 5 種)。今後、更なるデータの精査を行う。

(3) 水サンプルを用いた水草 eDNA 分析



(図) 水草2種の過去7年の環境DNA濃度変動

2016年1月から2022年12月までの計7年間の水サンプル中のeDNA濃度を測定した結果、ツツイトモとリュウノヒゲモのバイオマスの年変動を推定することができた(上図)。とくに近年では、ツツイトモに比べてリュウノヒゲモのバイオマスが増加している傾向が示唆された。加えて、eDNA濃度から、両種が選好する場所や生息に不適な場所の存在が示唆された。また、線形混合モデルを用いて各種のeDNA濃度と環境要因(水温、pH、電気伝導度、溶存酸素量、硝酸イオン濃度、塩分)との関係を解析した結果、ツツイトモのバイオマスは水温に正の相関があり、塩分に負の相関があることが示唆された。一方でリュウノヒゲモのバイオマスはそれら環境要因と無相関があることが示唆された。これらの結果は両種の塩分耐性の違いが関係しており、近年の野外における両種の繁茂状況を反映している可能性が考えられた(Takahara et al. under review)。これらのことから、継続的に採取してきた水サンプル由来のeDNAからも、ごく近過去の対象種の生息状況を推定可能であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Takahara Teruhiko, Doi Hideyuki, Kosuge Toshihiro, Nomura Nanae, Maki Nobutaka, Minamoto Toshifumi, Watanabe Katsutoshi	4. 巻 74
2. 論文標題 Effective environmental DNA collection for an endangered catfish species: testing for habitat and daily periodicity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ichthyological Research	6. 最初と最後の頁 409 ~ 418
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10228-022-00900-2	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 -
1. 著者名 Souma Rio, Katano Izumi, Doi Hideyuki, Takahara Teruhiko, Minamoto Toshifumi	4. 巻 68
2. 論文標題 Comparing environmental DNA with whole pond survey to estimate the total biomass of fish species in ponds	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 727 ~ 736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fwb.14059	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 Ogata Shigeki, Nishiwaki Atsuhiko, Yamazoe Kanji, Sugai Kyoko, Takahara Teruhiko	4. 巻 26
2. 論文標題 Discovery of unknown new ponds occupied by the endangered giant water bug <i>Kirkaldyia deyrolli</i> (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) by combining environmental DNA and capture surveys	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Entomological Science	6. 最初と最後の頁 e12540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ens.12540	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 Takahara Teruhiko, Fukui Katsuya, Hiramatsu Daisuke, Doi Hideyuki, Fujii Masato, Minamoto Toshifumi	4. 巻 19
2. 論文標題 Development of primer-probe sets for environmental DNA-based monitoring of pond smelt <i>Hypomesus nipponensis</i> and Japanese icefish <i>Salangichthys microdon</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Landscape and Ecological Engineering	6. 最初と最後の頁 11 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11355-022-00507-9	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 Ogata Shigeki, Doi Hideyuki, Igawa Takeshi, Komaki Shohei, Takahara Teruhiko	4. 巻 37
2. 論文標題 Environmental DNA methods for detecting two invasive alien species (American bullfrog and red swamp crayfish) in Japanese ponds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 701 ~ 710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12341	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 山岸聖、吉田真明、福井克也、高原輝彦	4. 巻 26
2. 論文標題 環境DNAとDNAバーコーディングを用いたニホンウナギの稚魚期に関する予備的調査	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ホシザキグリーン財団研究報告	6. 最初と最後の頁 215 ~ 228
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 Nakane Kai, Liu Xin, Doi Hideyuki, Dur Gael, Kuwae Michinobu, Ban Syuhei, Tsugeki Narumi	4. 巻 0
2. 論文標題 Sedimentary DNA can reveal the past population dynamics of a pelagic copepod	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 1917 ~ 1928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fwb.14096	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 Fukuzawa Takashi, Kameda Yuichi, Nagata Hisao, Nishizawa Naofumi, Doi Hideyuki	4. 巻 22
2. 論文標題 Filtration extraction method using a microfluidic channel for measuring environmental DNA	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 2651 ~ 2661
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1755-0998.13657	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 Jo Toshiaki, Ikeda Saki, Fukuoka Arisa, Inagawa Takashi, Okitsu Jiro, Katano Izumi, Doi Hideyuki, Nakai Katsuki, Ichiyanagi Hidetaka, Minamoto Toshifumi	4. 巻 12
2. 論文標題 Utility of environmental DNA analysis for effective monitoring of invasive fish species in reservoirs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecosphere	6. 最初と最後の頁 e03643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecs2.3643	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 Hoshino Tatsuhiko, Nakao Ryohei, Doi Hideyuki, Minamoto Toshifumi	4. 巻 11
2. 論文標題 Simultaneous absolute quantification and sequencing of fish environmental DNA in a mesocosm by quantitative sequencing technique	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 4372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-83318-6	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 Saito Tatsuya, Doi Hideyuki	4. 巻 3
2. 論文標題 Degradation modeling of water environmental DNA: Experiments on multiple DNA sources in pond and seawater	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 850 ~ 860
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.192	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 Doi Hideyuki, Inui Ryutei, Matsuoka Shunsuke, Akamatsu Yoshihisa, Goto Masuji, Kono Takanori	4. 巻 66
2. 論文標題 Estimation of biodiversity metrics by environmental DNA metabarcoding compared with visual and capture surveys of river fish communities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 1257 ~ 1266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fwb.13714	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 Doi Hideyuki, Watanabe Takeshi, Nishizawa Naofumi, Saito Tatsuya, Nagata Hisao, Kameda Yuichi, Maki Nobutaka, Ikeda Kousuke, Fukuzawa Takashi	4. 巻 21
2. 論文標題 On site environmental DNA detection of species using ultrarapid mobile PCR	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 2364 ~ 2368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1755-0998.13448	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 Nakao Ryohei, Inui Ryutei, Akamatsu Yoshihisa, Goto Masuji, Doi Hideyuki, Matsuoka Shunsuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Illumina iSeq 100 and MiSeq exhibit similar performance in freshwater fish environmental DNA metabarcoding	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15763
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-95360-5	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 Tsugeki Narumi, Nakane Kai, Doi Hideyuki, Ochi Natsuki, Kuwae Michinobu	4. 巻 12
2. 論文標題 Reconstruction of 100-year dynamics in Daphnia spawning activity revealed by sedimentary DNA	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1741
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-03899-0	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15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 山岸聖・仲村康秀・瀬戸浩二・高原輝彦
2. 発表標題 穴道湖堆積物コアを用いた水草DNA解析とCNS元素分析による古環境の推定
3. 学会等名 島根大学 エスチュアリー研究センター (EsReC) 第30回汽水域研究発表会 汽水域研究会第10回例会 汽水域合同研究発表会2023 (ハイブリッド)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高原輝彦・山岸聖・下田莉奈・永田晃弘
2. 発表標題 中長期的な環境DNA観測が実現する水草2種の年変動や季節変動の推定
3. 学会等名 島根大学 エスチュアリー研究センター (EsReC) 第30回汽水域研究発表会 汽水域研究会第10回例会 汽水域合同研究発表会2023 (ハイブリッド)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀬戸浩二・香月興太・仲村康秀・齋藤文紀・辻本彰・高原輝彦・橋口亜由未・安藤卓人・入月俊明
2. 発表標題 宍道湖における過去1000年の環境変化と水草の繁茂履歴
3. 学会等名 島根大学 エスチュアリー研究センター (EsReC) 第30回汽水域研究発表会 汽水域研究会第10回例会 汽水域合同研究発表会2023 (ハイブリッド)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 増成伸文・竹本浩之・草加耕司・野口大毅・山中裕樹・高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAおよびDNA標識を用いたモクズガニ種苗の放流後の追跡調査
3. 学会等名 日本甲殻類学会第60回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仲村康秀・瀬戸浩二・安藤卓人・香月興太・齋藤文紀・小木曾映里・山岸聖・高原輝彦
2. 発表標題 DNAメタバーコーディング等を応用した生態系構造の長期的変遷解明
3. 学会等名 日本海洋学会 (2022年度秋季大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岸聖・小室隆・神門利之・引野愛子・坂田雅之・源利文・下田莉奈・高原輝彦
2. 発表標題 堆積物コアDNAを用いた宍道湖におけるマクロ生物の近過去生息状況の推定
3. 学会等名 生物系三学会中国四国地区合同大会（2022年度島根大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAを用いた宍道湖のヤマトシジミとモクズガニの調査事例
3. 学会等名 2021年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 楠田聡・山崎哲也・安藤大成・真野修一・神戸崇・荒木仁志・高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAを用いたヤマトシジミ資源量推定の試み
3. 学会等名 第4回環境DNA学会オンライン大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岸 聖・土居秀幸・高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAを用いた宍道湖・中海の流出入河川8本における回遊魚4種の生息実態の推定
3. 学会等名 第4回環境DNA学会オンライン大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻井彩花・永田晃弘・山岸聖・高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAを用いた宍道湖・中海におけるニホンウナギの5年間の長期モニタリング
3. 学会等名 島根大学エスチュアリー研究センター (EsReC) 第29回汽水域研究発表会 汽水域研究会第10回例会 汽水域合同研究発表会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岸聖・下田莉奈・小室隆・神門利之・引野愛子・坂田雅之・源利文・高原輝彦
2. 発表標題 宍道湖における堆積物コアDNAを指標にした水生動植物の過去の時系列変動の解明
3. 学会等名 島根大学エスチュアリー研究センター (EsReC) 第29回汽水域研究発表会 汽水域研究会第10回例会 汽水域合同研究発表会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小室隆・神門利之・加藤季晋・引野愛子・山岸聖・高原輝彦・後藤益滋・坂田雅之・源利文
2. 発表標題 Seda DNAを用いた宍道湖における過去の車軸藻類の復元
3. 学会等名 2022年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高原輝彦
2. 発表標題 中長期的な環境DNA観測からみえてきた宍道湖・中海の動植物個体群動態
3. 学会等名 3大学連携キックオフシンポジウム (新潟大・金沢大・島根大 環境シンポジウム)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Yamagishi, Koji Seto, Yasuhide Nakamura, Teruhiko Takahara
2. 発表標題 Estimation of paleoenvironment in Lake Shinji through aquatic plant eDNA and CNS analyses using brackish lake sediment cores
3. 学会等名 The eDNA Society International Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田晃弘・山岸聖・辻井彩花・稲岡悠樹・高原輝彦
2. 発表標題 環境DNAを用いた宍道湖・中海におけるニホンウナギの中・長期的モニタリングから見えてきたこと
3. 学会等名 生物系三学会中国四国地区合同大会 (2023年度 徳島大会)
4. 発表年 2023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	土居 秀幸 (Doi Hideyuki) (80608505)	京都大学・情報学研究科・教授 (14301)	

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
---------	---------