様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　 ６ 月 １０ 日現在

機関番号：１５２０１
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2017～2019
課題番号：１７Ｈ０２９７４

研究課題名（和文）北海道亜寒帯地域における後期完新世の超高解像度解析による周期的気象現象

研究課題名（英文）Elucidation of cyclic climate change by ultra high-resolution analysis during the late Holocene in subarctic region, Hokkaido

研究代表者
瀬戸　浩二（Seto, Koji）

島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授

研究者番号：６０２５２８９７

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　13,700,000円

研究成果の概要（和文）：　本研究では，北海道藻琴湖と網走湖における年縞堆積物の形成過程と年縞としてのラミナの定義を確立した．また，近年の洪水イベントの詳細な特性を解析し，土砂流出の問題について議論を行なった．それに基づいて，過去のいくつかのイベントが鍵層として使えることを明らかにした．それにより，後期完新世の年縞年代を計測し，堆積物フラックスや有機炭素フラックスなどを推定した．それにより湖沼およびその流域の人為的，自然の環境変化が推定できた．また，詳細な年縞堆積物を分析することによって黒点周期に対応する11年周期気候変化などの周期イベントが明らかとなった．

研究成果の学術的意義や社会的意義
　年縞堆積物の形成過程は，過去の環境変化を考えるために重要なものであるが，それに伴って現在の問題にも関係している．本研究では，藻琴湖，網走湖の現在の環境と近年の変化を明らかにした．それにより近年の降水量の増加や可動堰の建設から湖沼環境が変化したが，２湖沼で対照的であることが明らかとなった．過去の降水量の復元から，降水量の周期性はまだ認められていないが，近年の降水量の増加はそれとは異なる特性でないかと思われる．しかし，黒点周期に対応する11年周期気候変化などの周期イベントが明らかとなろ，さらに解析すれば新しい周期気象現象を見いだせる可能性が高い．このレベルの解析は年縞堆積物のみ可能である．

研究成果の概要（英文）：In this study, the formation process of varved sediments and the definition of lamina as a varve in Lake Mokoto and Lake Abashiri in Hokkaido were established. We analyzed the detailed characteristics of recent flood events and discussed the issue of sediment runoff. Based on that, it was clarified that some past flood events can be used as a key bed. The varved ages were counted in the late Holocene, and sediment flux and organic carbon flux are estimated. From the results, we could presume the artificial and natural environmental changes in the lake and its basin. By analyzing the detailed varve sediments in the lake Mokoto, cyclic climate events such as 11-year climate change corresponding to the sunspot cycle were revealed.

研究分野：第四紀地質学

キーワード：年縞　洪水イベント　高密度ラミナ　CNS元素分析　藻琴湖　網走湖　超高解像度解析　周期的気象現象

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

地球温暖化が社会的問題になって以来，地球規模の気象現象は注目されてきた．気候の将来予測を行なうためには，現在の気象現象のパターンを理解する必要があったためである．その成果として，エルニーニョ・南方振動（ENSO），太平洋十年規模振動（PDO），北極振動（AO），北大西洋振動（NAO）などが提唱され，それらの一部は大気海洋結合モデルなどに組み込みこまれ，将来予測シミュレーションに活用されている．また，同時に古気候解析に応用した研究も進められていた．特に ENSO は，現世のサンゴの酸素同位体比を用いた超高解像度解析が行なわれ，古気候解析に応用するための基礎研究が進められた．さらにサンゴ化石を用いた過去の ENSO の復元の研究も精力的に行なわれている．一方，AO/NAO は，グリーンランドのアイスコアなどで研究が行われているが，中緯度地域ではそのような変動を研究できる素材が限られており，十分な検証が進んでいるとは言えない．そこで期待されているのが，年縞を持った湖沼堆積物である．その中でも福井県水月湖，長野県深見池，秋田県一ノ目潟などは，このような研究にもっとも適しており，地質学的手法を用いた研究が進められている．

北海道オホーツク沿岸の網走湖や藻琴湖でもラミナ堆積物が見られる．これらの湖沼は年間を通して強還元的な環境を示す汽水湖である．申請者らは，藻琴湖においてラミナセットのサイクルがあることを認識し，そのラミナセットが年層であると仮定して古環境変遷史と堆積物，有機物，リンのフラックス変化を明らかにした．その結果，有機物のフラックスは 1930 年代から，リンは 1950 年代から，堆積物は 1960 年代後半から増加することが明らかとなった．しかし，そのラミナセットが年層であるという証拠が掴めず，研究が停滞する状態になっていた．

そこで 2015 年に再び精密なコア（15Mk-3C コア）を採取し，2009 年のコア（09Mk-1C コア）とラミナ単位で対比を行なった．その結果，藻琴湖では，6 年間に 13cm も堆積していることが明らかとなった．また，ラミナを詳細に記載し，降水量と比較した結果，累計 20mm 以上の降水でラミナが形成され，ラミナのパターンと降水量のパターンがほぼ一致していることが明らかになった．この結果は，想定したラミナセットはやはり年層である可能性が高いことを示唆している．また，網走湖では，樽前 a テフラ（Ta-a, AD1739）と駒ヶ岳 c2 テフラ（Ko-c2, AD1694）の間のラミナセットが 44 枚確認されており，これも年層である可能性が高い．さらに，両湖沼とも Ko-c2 テフラ以降の平均的な堆積速度は，約 1cm/年と非常に早く，1～2 年の分解能で意味のある解析をすることが可能である．

２．研究の目的

本研究の目的は，北海道亜寒帯地域の網走湖・藻琴湖の後期完新世の堆積物試料を 1～2 年の分解能で諸分析を行ない，北極振動や太平洋十年規模振動などの気象現象との関連性を明らかにしたうえで，過去の気象現象を復元し，その要因を考察することである．

３．研究の方法

（１）水質調査は，多項目水質計を用いて水質プロファイルを測定した．底質調査は，エクマンバージ式採泥器で採取し，表層数 mm を分取した後，凍結乾燥器で乾燥させ，CNS 元素分析を行なった．降雨時調査は，2019 年 5 月 29 日～30 日の間に行なった．5 月 29 日に日降水量 45.5mm の降雨が起った．これは，日降水量としては 2019 年の中ではもっとも多く，過去 40 年間では 54 番目に多い降水量である．調査は藻琴湖下流側の藻琴川沿いの港に定点を置き，水質観測及び採水を行った．観測は５月 29 日午前 10 時の上げ潮時から行なっている．

（２）コアは，リミノスコアラーでショートコアを，押し込み式ピストンコアラーで２m 級コアを採取した．また，20m 級ボーリングコアは，シンウォールコアサンプラーを用いて氷上から行なった．得られたコアは，1cm 間隔でスライスし，凍結乾燥器を用いて乾燥させ，CNS 元素分析，XRF 元素分析などを行なった．また，湿試料を用いて粒度分析などを行なった．その他に珪藻化石などの化石分析を行なっている．

４．研究成果

（１）ラミナの形成過程，ラミナ解析手法の確立，年層としてのラミナの定義に関する研究

2019 年５月 31 日に行なったルート水質調査は，藻琴湖の水質断面を明らかにした．塩分は，底層は海水に近いが，表層は低塩分～高塩分汽水と幅広い塩分を示している．下げ潮時は，藻琴湖表層および藻琴湖湖口側の藻琴川では低塩分汽水を示し，藻琴川から流入した淡水の影響を強く受けている．上げ潮時では，オホーツク海からの海水が藻琴湖湖口側の藻琴川に遡上し，藻琴湖に対してフタをした状態になっている．また，藻琴湖の藻琴川河口付近でも高くなっているが，表層水の停滞とともに風による撹拌により高塩分汽水を示している．また，藻琴川からの淡水の影響がないことから，２日前の降雨による影響はかなり弱くなっていることを示唆している．

溶存酸素量は，水深 3m 以深はほぼ 0mg/l で無酸素環境であると言える．下げ潮時では，表層の低塩分水塊では，飽和濃度から低レベル過飽和状態を示しているが，水深 0.5～1.0m の間では，飽和濃度 200%を越える高レベル過飽和状態になっている．午後の下げ潮時では，高レベル過飽和状態の領域は広がり，また風による撹拌により，表層にもそれが出現している．一方で藻琴湖湖口付近では，表層に不飽和状態の領域があり，塩分も低いことから別の水域から移流してきたとしか考えられない．

これらのことから，底層水は高塩分．低水温を示し，停滞している．一方，表層水は，上げ潮時と下げ潮時で傾向は異なり，上げ潮時では藻琴湖湖口側の藻琴川からオホーツク海の海水が遡上することによって，藻琴湖の表層も停滞している．また，富栄養化した水塊が中層に見られ，高い生物生産と高い溶存酸素濃度を示している．

2017 年 11 月 17 日に行なった底質調査の結果は，2005 年の底質調査の結果と比較し，その間の変化を検証した．全有機炭素濃度は，2005 年は 5%以上であったが，2017 年では 5%未満と減少した．一方で，リン濃度から考えて貧栄養化は起っていないものと思われる．したがって，有機物の供給が増えたのではなく，無機砕屑物の増加による希釈効果が考えられる．全イオウ濃度は，2005 年は 2%程度であったが，2017 年は 1%未満であった．全イオウ濃度は，酸化的な環境，または，低塩分化で減少することが知られている．しかし，少なくとも夏季では，無酸素状態を示しており，酸化的な環境になっておらず，降雨が大きく影響している可能性が高い．これらのことを考慮すると，藻琴湖における底質環境は，近年の降雨に影響され，全有機炭素濃度および全イオウ濃度が低い状態に変化しているものと思われる．

2015 年 10 月には過去 125 年間の平均降水量の約 3 倍に当たる 213㎜ の降水を記録した．また，2016 年 8 月には 1 週間の間に 3 個の台風が北海道に上陸し，平均月降水量の約 4 倍に当たる 425㎜ の降水を記録した．このような異常洪水時にどのようなラミナセットが形成されるのだろうか？それを検証するために，2017 年 2 月に 10㎝ 級ショートコア（17Mk-4SC コア）を採取し，砕屑性ラミナを観察した． また，2016 年 3 月にも 1m 級コアを採取しているので，それも参考にして検討を行った．

10㎝ 級ショートコア（17Mk-4SC コア）では，5.5㎝ の間に色調の異なる６枚の層が観察された．これらを軟 X 線写真で観察すると 3 枚目および 5 枚目が高密度ラミナセットでそれ以外は低密度ラミナセットであった．これらを 2.5㎜ 間隔で分取し，CNS 元素分析を行なった（図１）．また 5㎜ 間隔で分取し，XRF 主要元素分析を行なった（図３）．3 枚目および 5 枚目が高密度ラミナセットでは，全イオウ濃度は低く，C/N 比が高い．これは，海水の影響の低下と陸源高等植物の負荷を示し，一般的な洪水性堆積物の特徴を示している．しかし，3 枚目の高密度ラミナの全有機炭素濃度は低いが，5 枚目の高密度ラミナは 4～5%と高い値を示している．5 枚目の高密度ラミナセットは，堆積物が厚く堆積しているのも関わらず，TOC を多く含んでおり，これは供給される砕屑物の中に TOC が含まれていたことを示唆する．また，XRF 主要元素分析の結果，５枚目の層は２層に区分される．下位は通常の細粒砕屑物を示唆するが，上位は火山ガラスの特徴を示す．これは電子顕微鏡による観察とも一致する．これは５枚目の層の堆積過程で通常の細粒砕屑物と火山ガラスが分別したものと思われる．また，堆積物の供給源は流域の耕作地から流出したものであることが示唆される．

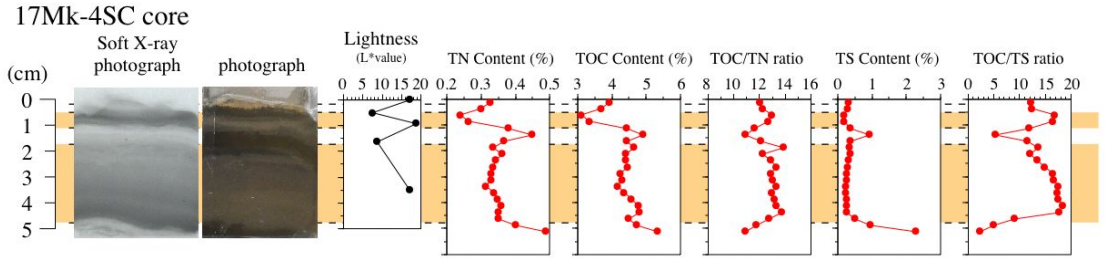

図1　ショートコア（17Mk-4SC コア）の CNS 元素分析結果

これらの結果から３枚目の高密度ラミナは，2016 年 8 月の異常降水時に，５枚目の高密度ラミナセットは 2015 年 10 月の異常降水時に対応する．この２つの降水は堆積システムの異なる堆積物が形成された．

降雨時調査は，2019 年 5 月 29 日～30 日の間に行なった．5 月 29 日に日降水量 45.5㎜ の降雨が起った．これは，日降水量としては 2019 年の中ではもっとも多く，過去 40 年間では 54 番目に多い降水量である．しかし，その日だけの降水でその前後には降水は確認されていない．

調査は藻琴湖下流側の藻琴川沿いの港に定点を置き，水質観測及び採水を行った．観測は５月 29 日午前 10 時の上げ潮時から行なっている．塩分は最大 30psu の高塩分汽水を示している．溶存酸素は，飽和～不飽和状態を示しており，クロロフィル a 濃度や濁度が低く，オホーツク海からの海水の遡上を示唆している．12 時の満潮時に，クロロフィル a 濃度が 80ppb と急速に上昇すると共に，溶存酸素は高レベル過飽和状態になる．その時の塩分はまだ高塩分汽水を示しており，濁度も緩やかに増加しているものの低い値を示している．それ以降，19 時の干潮までの下げ潮では，塩分は中塩分汽水の領域で減少する傾向にある．同様にクロロフィル a 濃度も減少し，干潮時には 5ppb 前後と比較的低い値を示す．その後，上げ潮になるが，塩分は低塩分汽水の領域まで減少する．それと同時に，濁度は 8 から 50FTU 前後まで急速に上昇する．それが 6 時間継続後，次の満潮の翌日の 14 時まで緩やかに減少し，10FTU 前後になる．これらのことから，最大降雨時から約９時間後には，低塩分化とともに高濁度を示し，6 時間継続後減少し，26 時間後には通常に近い濁度を示した．

懸濁物に対して粒度分析を行なった．粒度分析は有機物も含む総懸濁物の粒度分布と有機物を除去した無機懸濁物の粒度分布を示した．これらの変化は，同調的で無機懸濁物の粒度分布の方が総懸濁物の粒度分布より約 1φ 程度細かいことを示した．総懸濁物の粒度変化は，最初は中粒～細粒シルトを示していたが，高濁度初期の頃は粗粒シルトの平均粒径を示し，３時間後には細粒～極細粒シルト変化し，そのまま安定した状態が継続した．この粒度分布の変化は，軟 X 線写真上に観察できる年縞中のラミナが形成されるパターンと一致しており，個々のラミナの形成過程が定量的に説明された．

（２）藻琴湖におけるラミナ解析および古環境解析

コアリングは，2018 年 2 月の結氷期に行なった．位置は，藻琴湖湖心付近（東経 144°19.173’：北緯 43°57.412’）の水深 4.5m の地点である．18Mk-8C コアは，表層からコアリングし，コア長は 176cm である．2015 年と 2016 年に形成されたラミナセットが確認され，さらに１セットのラミナセットが観察できることから，ほぼ表層から採取されているものと思われる．18Mk-1B コアは，湖水面から 5m 下から 1m 間隔のシンウォールで採取された．コア長は約 19m である．そのほとんどがラミナを伴う泥質堆積物で，下位 2m が塊状または生物擾乱を伴う泥質堆積物であった．最下位ではカキなどの貝化石を伴う泥質砂である．ラミナは上位では 2cm レベルのラミナセットであったが，下位に向かうにつれて薄くなる傾向にあり，7m より下位では 1mm レベルのラミナセットになる．また，明瞭なテフラが 3 枚確認された．これらは網走湖で見られたテフラと一致する．それと比較すると，最上位のテフラは Ta-a テフラで，AD1739 年に降下した火山灰である．その下位は，Ko-c2 テフラで AD1694 のものである．それらの間には 42 枚のラミナセットが確認され，年縞と考えて良いものと思われる．しかし，いくつか不明瞭な層準もあり３セット分が欠損しているものと思われる．３本のコアはラミナレベルで対比可能であった．近年では，2011 年以降，全有機炭素（TOC）濃度及び全イオウ（TS）濃度が相対的に低い傾向にある．これは 2005 年及び 2017 年に行なった極表層堆積物の解析結果と一致する．これは藻琴湖の富栄養化の抑制に起因するのではなく，降水の増加による有機物の希釈に起因すると考える方が妥当である．2011 年以降，１週間の総降水量が 100mm を越える降雨がほぼ毎年のように観測されており，その観測結果は超高解像度の CNS 元素分析結果と一致している．一方で 19 世紀ごろの TOC 濃度及び TS 濃度は近年と比較して高い値を示している．しかし，年間のフラックスに換算するとむしろ低く，堆積速度の低下によって濃縮したものと思われる．TOC フラックスは２０世紀前半から増加する傾向を示しており，そのころから富栄養化が進行したものと思われる．一方で，地点間のフラックスを比較したところ，堆積速度の差によって異なっている．これは湖内生産だけでなく，流域から流入するフラックスが付加しているものと思われる．

（３）網走湖におけるラミナ解析および古環境解析

強還元的環境を示す網走湖（北海道東部）において複数年でショートコアを採取し，それらの分析結果から年縞堆積物の特徴や年縞年代，それによる環境変化について明らかにした．

網走湖の年縞堆積物は，見かけの密度と全有機炭素（TOC）濃度に負の相関があり，TOC 濃度の変化が相対的に密度の高い無機砕屑物による希釈の度合いによって起ることに起因していることを示している．そのような無機砕屑物は，降水時に河川から無機懸濁物として供給されたものと推定した．また，見かけの密度とφスケールの平均粒径は正の相関があり，TOC 濃度とは強い負の相関が認められた．これらは，低密度の方が粗く，有機物に富んでいることを示している．その電子顕微鏡観察の結果，珪藻に富んでいることが明らかになった．

複数年で採取されたショートコアの軟 X 線写真の観察から，高密度ラミナは網走地域の降水期に対応することが明らかになり，それらを含むラミナセットは年縞であることが確認された．この年縞は堆積物の特徴から砕屑性−生物性混合年縞に分類される．それらのラミナセットのパターンに基づき年縞年代をカウントした結果，19AB-2L コアは 1982 年まで遡るものと思われる．

年縞堆積物は，年縞のカウントにより年レベルの年代が明らかにできると共に年間堆積量（フラックス）を求めることも可能である．今回は，堆積物フラックスと有

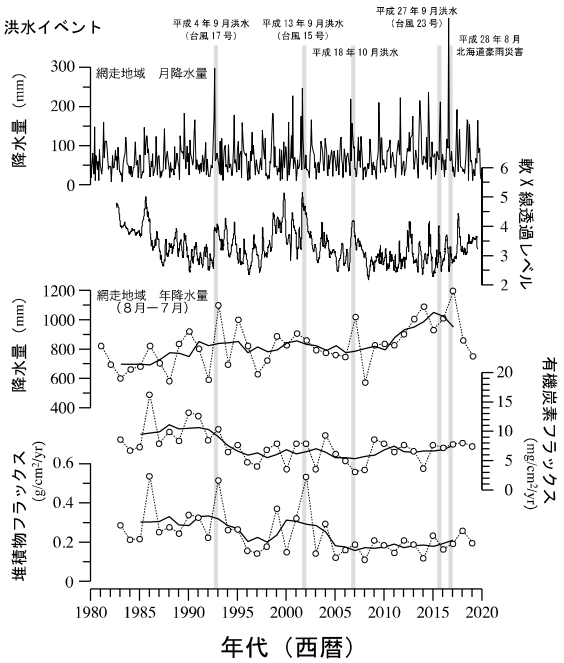

図2　19AB-2L コアの堆積物･有機炭素フラックスと軟 X 線透過レベルおよび網走地域の降水量変化

機炭素フラックスを求めた（図２）．ユニット IV では，堆積物，有機炭素フラックス共に高い値を示している．その間，降水量も多くなく，降水によって高い水準を示しているとは言えない．TOC 濃度と見かけの密度の関係で，有機物を多く含む砕屑物の供給の可能性を指摘したが，高い有機炭素フラックスはそれを裏付けるものである．おそらく，降水時に耕作地の土砂流出または畜産業の排泄物が流入していたものと思われる．その後，有機炭素フラックスは減少し，多少の変化はあるものの低い水準で維持されており，有機物の流出の対策が講じられたものと思われる．堆積物フラックスは，その後のユニット III でも高い値を示している年がある．特に，台風の影響で生じた 1992 年の平成 4 年 9 月洪水や 2001 年の平成 13 年 9 月洪水では高い堆積物フラックスを示している．一方，ユニット I～II では，降水量が多いにも関わらず，堆積物フラックスは低い水準で推移している．特に 2016 年の平成 28 年 8 月北海道豪雨災害や 2015 年の平成 27 年 9 月洪水でも大きく増加していない．これは 2005 年以降土砂流出の抑制がなされたことを示唆している．ユニット I～II では，顕著でないが，全体として堆積物フラックスの変動は，降水量の変動と類似している．また，同様に密度を反映している軟 X 線透過レベルも類似しており，流域の人為的変化や自然変化がなければ，過去の降水量の変化も復元できる可能性がある．

19AB-2L コアと 4m 級の 10AB-5C コアを対比させた結果，乱れている 10AB-5C コアのトップ付近を除いてラミナレベルで対比できた．これにより 1600 年代から現在までの分析結果が見ることが可能となった．1920 年代付近の淡水化と 1700 年代前後のテフラによって全体としては周期性を確認することはできなかった．

（４）北海道東部における後期完新世の周期解析結果と周期的気象現象との比較

藻琴湖のように急激な周辺土地利用の変化がおきた湖沼では人為的な環境変化の影響のみが注目されやすいが，周期的な自然環境変化の変化も湖沼の生態系に影響を及ぼしていることが多い．例えば，藻琴湖に産出する珪藻種 *Cocconeis scutellum* は明らかな 11 年周期をもっており，特に人為活動の影響が少ない 1930 年以前においてその傾向が顕著である（図３）．*Cocconeis scutellum* は海水付着性の珪藻であり，特にアマモを好んで付着することが知られている．アマモは顕花性の水生植物であり，水深１から数メートルの沿岸砂泥地に群落を作って生息する．サロマ湖や能取湖などのオホーツク海沿岸の海跡湖では一般にみることが出来る．この *C. scutellum* の増減はおそらくアマモ藻場の増減を反映していると考えられるが，1930 年以前の *C. scutellum* の産出頻度の増減は太陽活動，黒点周期と極めて調和的に移行，正確には 4 分の 1 周期遅れて同調する（図３）．黒点周期による太陽輝度の増減は 0.1% 以下であり，黒点の増減による輝度変化が直接地表の気温変化に影響を及ぼすことはほとんどないと考えられている．一方で，地球上には黒点周期に対応する 11 年周期気候変化があることが知られており，地球上には黒点周期を増幅する環境システムがあると考えられている．アマモは水中の光量の変化に敏感な植物で，アマモ場の分布範囲を決定する主要要因は光量に規制されるため，黒点周期に応じた微量な光量の変化がアマモ場の増減に直接影響を及ぼしていることは十分に考えられる．しかし，*C. scutellum* の産出頻度が増加する年が網走市における日照時間が長かった年と一致することや（図３），太陽の黒点周期が北半球高緯度域の気圧配置に影響を与えることなどを考えると，太陽活動の黒点周期の影響に伴って網走一帯の気候・天候も変化するため日照時間の増減が起こり，アマモの生育状況が太陽活動の黒点周期と同調して変化するのではないかと考えられる．

これらのコアを解析した各データについて一括的な周期解析等を行ったが，全体としては明瞭な周期は出ていない．集中的な個別の解析では 11 年周期や北極振動や太平洋十年規模振動のような周期性気候変動が認識されている．

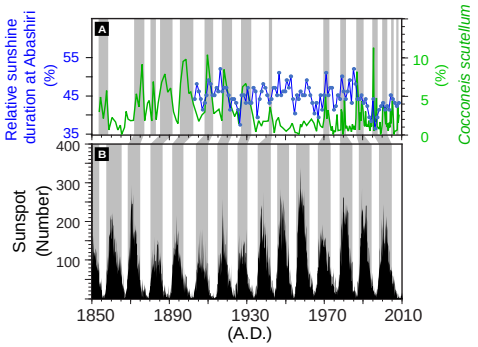

図３　付着性珪藻の相対的頻度と太陽黒点数の時系列変化

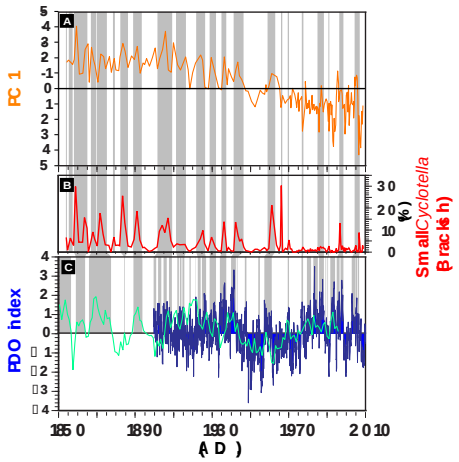

図４　太平洋十年規模振動（PDO）インデックスと珪藻分析結果

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計20件（うち査読付論文　16件／うち国際共著　9件／うちオープンアクセス　0件）

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） https://doi.org/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 香月興太・瀬戸浩二・菅沼悠介・Dong Yoon Yang	４．巻 128
２．論文標題 湖底堆積物調査における携帯型採泥器具の種類と特徴について	５．発行年 2019年
３．雑誌名 地学雑誌	６．最初と最後の頁 359～376
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 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） https://doi.org/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 香月興太・瀬戸浩二・高田裕行・辻本彰・園田　武	４．巻 4
２．論文標題 藻琴湖（北海道）年縞堆積物にみる環境史	５．発行年 2020年
３．雑誌名 「環境考古学と富士山」	６．最初と最後の頁 66～75
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 Cho Ara、Kashima Kaoru、Seto Koji、Yamada Kazuyoshi、Sato Takumi、Katsuki Kota	4．巻 223
2．論文標題 Climate change during the Little Ice Age from the Lake Hamana sediment record	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6．最初と最後の頁 39～49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.ecss.2019.04.033	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 香月興太・瀬戸浩二・園田武	4．巻 ２５
2．論文標題 網走湖における珪藻群集の季節変化	5．発行年 2018年
3．雑誌名 LAGUNA（汽水域研究）	6．最初と最後の頁 11～18
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 Kimura Haruo、Nakanishi Toshimichi、Katsuki Kota、Hong Wan、Matsuyama Hisanori、Takemura Keiji	4．巻 503
2．論文標題 Holocene activity of the Asamigawa fault detected from sediment cores and a ground-penetrating radar cross-section in the Beppu area, southwestern Japan	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Quaternary International	6．最初と最後の頁 87～96
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.005	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 Cho Ara、Cheong Daekyo、Kim Jin Cheul、Yang Dong-Yoon、Lee Jin-Young、Kashima Kaoru、Katsuki Kota	4．巻 60
2．論文標題 Holocene climate and environmental changes inferred from sediment characteristics and diatom assemblages in a core from Hwajinpo Lagoon, Korea	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Journal of Paleolimnology	6．最初と最後の頁 553～570
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10933-018-0040-1	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 Hong Yuanyuan、Yasuhara Moriaki、Iwatani Hokuto、Seto Koji、Yokoyama Yusuke、Yoshioka Kaoru、Mamo Briony	4．巻 132
2．論文標題 Freshwater reservoir construction by damming a marine inlet in Hong Kong: Paleoecological evidence of local community change	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Marine Micropaleontology	6．最初と最後の頁 53～59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.marmicro.2017.04.003	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 Yamada Katsura、Masuma Tetsuro、Seto Koji、Uchida Masao、Amano Atsuko、Sampei Yoshikazu	4．巻 471
2．論文標題 Paleoenvironments and relative sea-level changes caused by regional tectonics during the last 4500 years in Kumihama Bay, northern Kyoto Prefecture, central Japan	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Quaternary International	6．最初と最後の頁 332～344
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.029	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 Ota Yuki、Kawahata Hodaka、Sato Takaharu、Seto Koji	4．巻 32
2．論文標題 Flooding history of Lake Nakaumi, western Japan, inferred from sediment records spanning the past 700 years	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Journal of Quaternary Science	6．最初と最後の頁 1063～1074
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1002/jqs.2982	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 倉田健悟・園田武・山口啓子・瀬戸浩二	4．巻 24
2．論文標題 2016年夏の中海における底生生物相	5．発行年 2018年
3．雑誌名 LAGUNA（汽水域研究）, :49-63.	6．最初と最後の頁 49～63
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 Katsuki Kota、Yang Dong-Yoon、Lim Jaesoo、Lee Jin-Young、Asahi Hirofumi、Han Min	4．巻 476
2．論文標題 Multi-centennial-scale changes in East Asian typhoon frequency during the mid-Holocene	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6．最初と最後の頁 140～146
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.04.004	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 Nakanishi Toshimichi、Hong Wan、Sung Ki Suk、Nakashima Rei、Nahm Wook-Hyun、Lim Jaesoo、Katsuki Kota	4．巻 447
2．論文標題 Offset in radiocarbon age between plant and shell pairs in Holocene sediment around the Mae-ho Lagoon on the eastern coast of Korea	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Quaternary International	6．最初と最後の頁 3～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.quaint.2016.10.036	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 Katsuki Kota、Nakanishi Toshimichi、Lim Jaesoo、Nahm Wook-Hyun	4．巻 26
2．論文標題 Holocene salinity fluctuations of the East Korean lagoon related to sea level and precipitation changes	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Island Arc	6．最初と最後の頁 e12214～e12214
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1111/iar.12214	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 Yang Dong Yoon、Han Min、Kim Jin Cheul、Cho Yang-Ki、Kim Ju-Yong、Yi Sangheon、Katsuki Kota、Williams Harry F.L.	4．巻 487
2．論文標題 Shell and gravel layers caused by storm-induced rip currents during the Medieval Warm Period and Little Ice Age in South Korea	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6．最初と最後の頁 204～215
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.08.035	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 山田和芳・原口　強・Maximo, R.P.R. ・Rivera, D.J.V. ・Lim, R.B. ・Pogay, C.D. ・Quilalang, M.T.D. ・Mitiam, E.D. ・Bariso, E. ・藤木利之・中村俊夫・奥野　充・小林哲夫	4．巻 67
2．論文標題 フィリピン・ラグナ州，サンパブロ湖沼群の音波探査調査に基づく湖底地形と形成期の推定	5．発行年 2017年
3．雑誌名 月刊地球	6．最初と最後の頁 36～41
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 瀬戸浩二・香月興太・北川淳子・園田武・山田和芳・川尻敏文	4．巻 4
2．論文標題 北海道網走湖における年縞堆積物の特徴と近年の環境変化	5．発行年 2020年
3．雑誌名 「環境考古学と富士山」	6．最初と最後の頁 53～65
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 北川淳子・瀬戸浩二・篠塚良嗣・小島秀彰・山田和芳・吉田丈人	4．巻 4
2．論文標題 福井県三方五湖の堆積物に記録される洪水と花粉分析から推測される植生への影響	5．発行年 2020年
3．雑誌名 「環境考古学と富士山」	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） 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 香月興太・三瓶良和・瀬戸浩二	4．巻 29
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44件（うち招待講演　2件／うち国際学会　14件）

1．発表者名 Koji SETO, Kota KATSUKI, Takeshi SONODA, Kazuyoshi YAMADA
2．発表標題 The formation process of recent clastic varves by the large-scale flood event in the Lake Mokoto, Hokkaido, Japan.
3．学会等名 The 15th East Eurasia International Workshop（国際学会）
4．発表年 2018年

1．発表者名 Moriaki Yasuhara1, Richard C. W. Cheung1, Briony L Mamo, Kota Katsuki, Koji Seto, Hiroyuki Takata
2．発表標題 Decadal‐centennial scale East Asian summer monsoon variability over the past millennium: an oceanic perspective.
3．学会等名 AGU Fall Meeting 2018（国際学会）
4．発表年 2018年

1．発表者名 Koji Seto, Fujii Hisashi, Takuya Sato, Uemura Keitaro, Kota Katsuki and Kazuyoshi Yamada
2．発表標題 The developmental history of water mass structure during the Common Era in Lake Hamana, Shizuoka prefecture, central Japan.
3．学会等名 AGU Fall Meeting 2018（国際学会）
4．発表年 2018年

1．発表者名 Kota KATSUKI, Koji SETO, Takeshi SONODA, Takuroh NOGUCHI and Dong-Yoon YANG
2．発表標題 Effects of short-term climate oscillation on East Asian lagoons.
3．学会等名 汽水域研究会第7回例会
4．発表年 2019年

１．発表者名 Katsuki, K., Lim, J., Lee, J.Y.
２．発表標題 Deposition and diffusion of diatom remains in tidal river at present and Holocene deposit.
３．学会等名 The 15th East Eurasia International Workshop（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 Katsuki, K., Lim, J., Lee, J.Y.
２．発表標題 Distribution of diatom remains in tidal river and its application for paleo sea-level reconstruction.
３．学会等名 AGU Fall Meeting 2018（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・藤井悠史・佐藤巧・香月興太・山田和芳
２．発表標題 静岡県浜名湖における過去2000年間の古環境変遷史.
３．学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・北川淳子・入澤汐奈・香月興太・山田和芳
２．発表標題 日向湖における年縞堆積物と周期的気候変動.
３．学会等名 汽水域研究会2018年（第10回）大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 香月興太・瀬戸浩二・辻本　彰・高田裕行・園田　武
２．発表標題 藻琴湖の年縞堆積物に記録された湖生態系と人間活動・気候変動の関わり
３．学会等名 汽水域研究会2018年（第10回）大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・香月興太・園田武・山田和芳
２．発表標題 北海道網走地域の汽水湖における洪水による砕屑性年縞堆積物.
３．学会等名 汽水域研究会2018年（第10回）大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・北川淳子・入澤汐奈・香月興太・山田和芳
２．発表標題 福井県三方五湖における水質・底質環境.
３．学会等名 汽水域研究会2018年（第10回）大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・香月興太・藤木利之・園田　武・山田和芳
２．発表標題 北海道東部，藻琴湖における完新世の堆積物.
３．学会等名 汽水域研究会第7回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 上村桂太朗・瀬戸浩二・香月興太・山田和芳
２．発表標題 静岡県浜名湖における過去2000年間の水塊構造の変遷.
３．学会等名 汽水域研究会第7回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 太田雄貴・川幡穂高・佐藤高晴・瀬戸浩二
２．発表標題 Flooding history in Lake Nakaumi of western Japan inferred from sediment records during the last 700 years
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 瀬戸浩二・北川淳子・入澤汐奈・香月興太・山田和芳
２．発表標題 福井県日向湖における年縞堆積物の形成過程と近年の周期的変動
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 山田和芳・瀬戸浩二・香月興太・佐藤 巧
２．発表標題 静岡県浜名湖の過去2000年の自然環境史
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 香月興太・瀬戸浩二・園田 武・高田裕行
２．発表標題 Variation factors of the coastal lagoon environment and ecosystem since the modern period in Hokkaido, Japan
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 廣瀬孝太郎・入月俊明・上田ゆかり・藤原勇樹・石賀裕明・瀬戸浩二
２．発表標題 Temporal variability of the environmental conditions in Hiuchi-Nada Bay, Seto Inland Sea, Japan for the past 100 years as recorded by diatoms, ostracodes, and heavy metals
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 姜 怡辰・鹿島 薫・瀬戸浩二・谷 幸則・渡邊隆広・中村俊夫・伊村 智・井上源喜
２．発表標題 南極宗谷海岸の沿岸湖沼における古環境復元
３．学会等名 日本地球惑星科学連合
４．発表年 2017年

１．発表者名 Katsuki, K., Seto, K., Saito, M., Sonoda, T., Takata, H., Noguchi, T.
２．発表標題 Effects of solar activity and climate cycles on the ecosystem of fishery using lagoons in Hokkaido, Japan.
３．学会等名 3rd Asian Association for Quaternary Research (ASQUA) Conference（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2017年

１．発表者名 Seto, K., Kitagawa, J., Irisawa, S., Kastuki, K., Yamada, K.
２．発表標題 Formative process of varve sediments and recent precipitation record in the Lake Hiruga, Fukui Prefecture, central Japan
３．学会等名 3rd Asian Association for Quaternary Research (ASQUA) Conference（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2017年

１．発表者名 瀬戸浩二・香月興太・園田武
２．発表標題 北海道藻琴湖における大きな降水による洪水性ラミナの形成過程
３．学会等名 汽水域研究会2017年（第9回）大会
４．発表年 2017年

１．発表者名 藤井悠史・瀬戸浩二・香月興太・山田和芳
２．発表標題 静岡県浜名湖(引佐細江)における後期完新世の堆積環境の変遷（予報）
３．学会等名 汽水域研究会2017年（第9回）大会
４．発表年 2017年

１．発表者名 堀川千里・Ngo Huu Toan・Tran Thi Thuy Hang・Ho Thi Tung・Nguyen Duc Thanh・Truong Van Dan・Vo Duc Nghia・香月興太・倉田健悟・瀬戸浩二
２．発表標題 汽水域における人為的閉鎖性水路の水質および堆積環境（予報）
３．学会等名 汽水域研究会2017年（第9回）大会
４．発表年 2017年

１．発表者名 Seto, K., Katsuki, K., Takeshi, S.
２．発表標題 The formation process of the flood type lamina in the Lake Mokoto, Hokkaido, Japan
３．学会等名 AGU Fall Meeting 2017（国際学会）
４．発表年 2017年

１．発表者名 梅田隆之介・三田村宗樹・入月俊明・瀬戸浩二
２．発表標題 大阪府河内平野西部のボーリングコア（桜宮東コア）の貝形虫と堆積物分析による完新世の水域環境の変遷
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 瀬戸浩二・香月興太・園田　武
２．発表標題 北海道藻琴湖における洪水による砕屑性年縞の形成過程
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 藤井悠史・瀬戸浩二・香月興太・山田和芳
２．発表標題 静岡県浜名湖（引佐細江）における後期完新世の堆積環境の変遷
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 青木　南・廣瀬孝太郎・香村一夫・瀬戸浩二
２．発表標題 中海表層コアの元素組成および越境大気汚染の新たな指標の検討
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 廣瀬孝太郎・瀬戸浩二・辻本　彰・中村英人・安藤卓人
２．発表標題 中海Nk3地点における湖底表層の岩相層序と環境変化の予察的検討
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 小原一馬・山田 桂・瀬戸浩二・池原 実
２．発表標題 過去2800年間の中海における貝形虫殻の安定同位体比と東アジア夏季モンスーン変動
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 佐々木聡史・入月俊明・卜部厚志・瀬戸浩二・酒井哲弥
２．発表標題 長崎県壱岐市における完新世の古環境変化
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 北川淳子・篠塚良嗣・山田和芳・瀬戸浩二
２．発表標題 福井県日向湖・三方湖・久々子湖周辺地域間の植生変遷比較
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 堀川千里・Ngo Huu Toan・Tran Thi Thuy Hang・Ho Thi Tung・Nguyen Duc Thanh・ Truong Van Dan・Vo Duc Nghia・香月興太・倉田健悟・瀬戸浩二
２．発表標題 汽水域における人為的閉鎖性水路の水質および堆積環境
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 辻本　彰・瀬戸浩二
２．発表標題 2016年，中海広域調査の底質中の現生底生有孔虫群集の分布
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 赤對紘彰・入月俊明・廣瀬孝太郎・瀬戸浩二
２．発表標題 中海Nk3地点における貝形虫群集と粒度分析結果に基づく古環境復元の予察的検討
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 石田智大・堀内晴貴・入月俊明・瀬戸浩二・徳岡隆夫・古川寛子
２．発表標題 宍道湖北部の湖底に見られる弥生時代のヤマトシジミ貝殻層
３．学会等名 汽水域研究会第6回例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 Katsuki, K., Seto, K., Takata, H., Noguchi, T., Tsujimoto, A., Sonoda, T., Yang, D.-Y.
２．発表標題 Effects of short-term climate oscillation on ecosystem of eutrophic lagoons in East Asia
３．学会等名 20th Congress of International Union for Quaternary Research (INQUA 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Seto, K., Katsuki, K., Sonoda, T., Yamada, K.
２．発表標題 Late Holocene paleoenvironmental history by High resolution analysis of clastic varves in the brackish Lake Mokoto, Hokkaido, Japan.
３．学会等名 20th Congress of International Union for Quaternary Research (INQUA 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Kitagawa, J., Seto, K., Kojima, H., Yamada, K., Yoshida, T.
２．発表標題 The climate condition and vegetation change by flood during the Late Yayoi period in Wakasa region, central Japan
３．学会等名 20th Congress of International Union for Quaternary Research (INQUA 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Katsuki, K., Sampei, Y., Seto, K.
２．発表標題 Recent lagoon eutrophication due to dredged depression reconstructed by laminated depression sediment
３．学会等名 The 16th East Eurasia International Workshop（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Seto, K., Katsuki, K., Sonoda, T., Yamada, K.
２．発表標題 Middle to Late Holocene paleoenvironmental history by High resolution analysis of clastic varves in the Lake Mokoto, Hokkaido, Japan
３．学会等名 The 16th East Eurasia International Workshop（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Seto, K., Katsuki, K., Sonoda, T., Yamada, K.
２．発表標題 Paleoenvironmental and climatic history in Common Era by high resolution analysis of clastic varves in the Subarctic brackish Lake, Hokkaido, Japan
３．学会等名 AGU 2019 Fall Meeting（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 瀬戸浩二・香月興太・園田武・山田和芳
２．発表標題 北海道藻琴湖における砕屑性年縞堆積物分析による小氷期以降の古環境変遷
３．学会等名 汽水域研究会第8回例会
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	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)	
研究分担者	山田　和芳 (Yamada Kazuyoshi) (60508167)	ふじのくに地球環境史ミュージアム・学芸課・教授 (83811)	
研究分担者	辻本　彰 (Tsujimoto Akira) (60570554)	島根大学・学術研究院教育学系・講師 (15201)	
研究分担者	園田　武 (Sonoda Takeshi) (70424679)	東京農業大学・生物産業学部・助教 (32658)	
研究分担者	酒井　哲弥 (Sakai Tetsuya) (90303809)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・教授 (15201)	