

令和元年6月10日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02232

研究課題名(和文) 別府湾柱状堆積物の解析にもとづく過去8000年間の太平洋十年規模変動の復元

研究課題名(英文) Reconstruction of the Pacific Decadal Oscillation during the last 8000 years by the analysis of Beppu Bay sediment cores

研究代表者

山本 正伸 (Yamamoto, Masanobu)

北海道大学・地球環境科学研究所・准教授

研究者番号：60332475

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円

研究成果の概要(和文)：別府湾で採取された長さ20mの柱状堆積物を用いて、4年解像度で古水温の解析と魚鱗量の測定を行い、過去約8000年間の太平洋十年規模変動とそれに伴うレジームシフトを復元した。過去8000年間の古水温変動を調べた結果、水温が20年、50年、200年の周期で変動しており、200年周期が卓越する時期と、50年周期が卓越する時期が百年～千年スケールで入れ替わることが明らかになった。200年周期変動が卓越する時期は太陽放射量変動との対応が良く、50年周期変動が卓越する時期には大規模火山噴火が頻繁に起きた時期に対応した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

別府湾の海底は無酸素状態で、底生生物が成育しにくい状況であるため堆積物が乱されずに降り積もっている。この堆積物を20mの深さまで柱状に採取し、その中に含まれる有機化合物や魚鱗化石を分析することにより、過去8000年間の別府湾表層水の温度やイワシ類の増減を調べた。その結果、北太平洋の海洋循環が20年、50年、200年の周期で変動しており、200年周期が卓越する時期と、50年周期が卓越する時期が百年～千年スケールで入れ替わることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We analyzed paleotemperature and fish scale abundance in sediments from two 20 m-long cores retrieved from Beppu Bay, Kushu, Japan and generated a four-year resolution records of the Pacific Decadal Oscillation and regime shifts during the last 8000 years. The result indicates that the periods of dominant 50-year and 200-year cycles were exchanged on multi-centennial scale, suggesting a modulation of the Pacific Decadal Oscillation by external forcing, most likely, both solar and volcanic forcings.

研究分野：古気候学

キーワード：別府湾 古水温 魚種交代 太平洋十年規模変動 レジームシフト 完新世

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

太平洋十年規模変動 (PDO; 20 年, 50年周期変動) とは, 北太平洋にみられる大気海洋循環の10 年規模変動であり, 北太平洋中緯度域の海面水温の東西逆位相変動として現れる (Mantua et al., 1997; Minobe, 1997 など). PDO は太平洋におけるマイワシとカタクチイワシの魚種交替, ニシン, マスなど浮魚資源の同期的な変動 (Kawasaki et al., 1983 ほか) の原因である. このような大気海洋循環と海洋生態系の連動した10 年規模で起きる転換をレジームシフトと呼ぶ. 現在進行中の温暖化において, PDO 正位相のときに温暖化が促進し, 負位相の時に温暖化が停滞する傾向があり, 海洋深層への熱の輸送に PDO が関与している可能性がある (Meehl et al., 2011 など). 一方温暖化に伴い, PDO とレジームシフトの様態がどのように変化するかは分かっていない (川崎, 2007). 気候と水産資源の将来を予測する上で, PDO と気候モードとの関係を理解することが必要である.

申請者の先行研究 (三井物産環境基金R09-B022, 平成22 年度~平成24 年度) では, 別府湾水温と PDO 指標が有意な負の相関を示すことを利用し, 別府湾で採取した長さ9m の柱状堆積物の分析から, 過去2900 年間を通じて PDO と魚種交替が継続していたことを明らかにした. PDO の周期は時代を通じて大きく変化しないが, 変動の振幅は数百年スケールで変動したことが示された. 変動の振幅の大きな時期は地球上で巨大噴火が頻繁に起きた時代に対応することが明らかになった. 全球大気海洋循環モデルのシミュレーションでも, 巨大噴火による日射の減少により PDO が正位相に変化し, 振幅が大きくなった. このことから PDO が地球の放射収支変動と密接に関連していることが示唆された. この成果をさらに確固たるものにするには, もっと長い期間の堆積物の解析を行い, 上記の現象が放射収支の変動に伴い起きたことを示すことが重要である. 先行研究では, 過去2,900 年間を通じてマイワシ鱗堆積速度が10 年規模変動を示しながらも徐々に減少してきたことも明らかになった. 別府湾でもっと長い柱状堆積物を採取し, 分析することにより, PDO とレジームシフトの長期的変化を復元できるだけでなく, マイワシ資源の長期的変化を明らかにすることが可能であると考えた.

2. 研究の目的

本研究では, 別府湾で採取した長さ20mの柱状堆積物を用いて, 古水温の解析と魚鱗量の測定を行い, 過去約8000 年間の太平洋十年規模変動とレジームシフトを復元する. 特に, 夏季日射量が現在よりも高かった中期完新世 (8,200 年前から4,200 年前) に着目し, 太平洋十年規模変動 (PDO) およびレジームシフトの挙動と地球の放射収支との関係を検討した. また, 過去8000 年間のマイワシ資源の長期的変化を明らかにし, その原因を気候学的観点から考察した.

3. 研究の方法

文部科学省地震調査研究推進本部重点調査観測「別府 - 万年山断層帯 (大分平野 - 由布院断層帯東部) における重点的な調査観測」 (研究代表者: 竹村恵二) によって平成27 年6 月に採取された別府湾高崎山沖の2本の20m長の柱状堆積物 (BP15-1 コア, BP15-2 コア) を本研究に用いた. 採取した柱状堆積物をメンバー全員で岩相記載, 物性測定, 分析試料の分取, 年代測定試料の分取を行った. 自生貝化石と魚鱗を100 点以上拾い集め, 放射性炭素年代を測定した. 分析試料は1 cm の間隔で2000 試料 (約8,000 年前以降, 4年間隔) に分割し, 採取した. 分取した完新世試料について, アルケノン分析し, UK37' から古水温を復元した. 魚鱗を洗い出し, 種別に計数し, マイワシとカタクチイワシの鱗堆積量を求めた. これらにより十年規模の古環境変動を明らかにした.

4. 研究成果

採取されたコアに関して半割し, 堆積物を記載した. 目視観察, 色測定, 帯磁率測定, CT スキャン画像観察, 軟X 線画像解析による堆積構造により, 半遠洋性泥とイベント層を識別した. ツキガイモドキの殻について AMS 放射性炭素年代測定を行い, コアの年代をおおまかに推定した. 9 m から20 m 深の層準からはツキガイモドキ化石の産出点数が少なかったため, 精密な年代モデルを作成するため, 有機炭素の放射性炭素年代, 昇温分解放射性炭素年代, 魚鱗の放射性炭素年代を試験的に測定し, ツキガイモドキの年代値と比較することにより, 魚鱗の放射性炭素年代が年代モデルに使用可能であることを明らかにした. この結果にもとづき, 魚鱗について100 点以上の放射性炭素年代の測定を行い, 20 m深 (8000 年前) までの精密な年代モデルを作成することができた.

堆積物を2 cm 間隔(8 年解像度)で分取し,過去8000 年間のマイワシとカタクチイワシの鱗数を求めた。また同様にクロロフィルおよびその誘導体の定量を行い,過去8000 年間の別府湾の一次生産の変動を明らかにした。さらに堆積物を1 cm 間隔(4 年解像度)で分取し,過去8000 年間の古水温変動を明らかにした。その結果,水温が20 年,50 年,200年の周期で変動しており,200 年周期が卓越する時期と,50 年周期が卓越する時期が百年~千年スケールで入れ替わることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9 件)

- 原口強, 吉永佑一, 佐藤智之, 竹村恵二(2018) 別府湾の日出沖断層群は活断層か? 月刊地球, 号外 No. 69, 73-78, 海洋出版「西南日本の第四紀地質学 - 竹村恵二教授退職記念号 -」。査読無
- 榎本一成・加三千宣・日向博文(2018) 別府湾におけるマイクロプラスチックの堆積フラックス。土木学会論文集 B2(海岸工学) 65: I_1321-I_1326. 査読有
- 加三千宣(2018) 沿岸域堆積物の過去数百~数千年間を対象としたパレオ研究 豊後水道・別府湾を例として。第四紀研究57: 175-195. 査読有
- Yamada, K., Takemura, K., Kuwae, M., Yamamoto, M., Danhara, T. (2017) Revised ages of Late Holocene tephra in Beppu Bay, central Kyushu, southwest Japan. Quaternary International, 452, 33-42. 査読有
- Kuwae, M., Yamamoto, M., Sagawa, T., Ikehara, K., Irino, T., Takemura, K., Takeoka, H., Sugimoto, T. (2017) Multidecadal, centennial, and millennial variability in sardine and anchovy abundances in the western North Pacific and climate-fish linkages during the late Holocene. Progress in Oceanography, 159, 86-98. 査読有
- Yamada, K., Takemura, K., Kuwae, M., Ikehara, K., Yamamoto, M. (2016) Basin filling related to the Philippine Sea Plate motion in Beppu Bay, southwest Japan. Journal of Asian Earth Sciences, 117, 13-22. 査読有
- Yamamoto, Y., Ajioka, T., Yamamoto, M. (2016) Climate reconstruction based on GDGT-based proxies in a paleosol sequence in Japan: Postdepositional effect on the estimation of air temperature. Quaternary International, 397, 380-391. 査読有
- Yamamoto, M., Yamamoto, Y., Takemura, K. (2016) Glycerol dialkyl glycerol tetraethers in the Ohno River estuary, Japan. Quaternary International, 117, 13-22.
- Tsugeki, N.K., Kuwae, M., Tani, Y., Guo, X., Omori, K., Takeoka, H. (2016) Temporal variations of phytoplankton biomass over the past 150 years in the western Seto Inland Sea, Japan. Journal of Oceanography, 73, 309-320. 査読有

〔学会発表〕(計18 件)

- 加三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ(2018) 別府湾海底堆積物にみられるイワシ類の過去7000 年間の個体数変動。日本第四紀学会 2018 年大会, 東京, 20180824. 口頭。
- 高原光(2018) 晩氷期以降における落葉広葉樹林から常緑広葉樹林/スギ林への移行時期の地域的な相違。日本第四紀学会シンポジウム「改めて問う”縄文海進”とは何か? - 第四紀学的視点からの再検討 -」, 明治大学駿河台校舎, 20180217. 口頭
- 加三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ(2018) 別府湾海底堆積物の魚鱗記録にみられる過去2800年間のイワシ類の長期動態。日本地球惑星科学連合2018 年大会, 千葉, 201805。口頭。
- 山本正伸・加三千宣・竹村恵二・池原研・入野智久・山田圭太郎・原口強・大森貴之・高原光・林田明・池原実・吉森正和・阿部彩子・別府湾コア研究グループ(2018) GDGT 組成にもとづく別府湾堆積物コア中の洪水層の同定。東京大学大気海洋研究所研究集会「海底堆積物から地震履歴をどこまで読み取れるのか」。柏, 20181113。口頭。
- 山本正伸・加三千宣・入野智久・池原研・竹村恵二(2018) 別府湾堆積物記録からみた過去の気候と洪水イベント。第四紀学会シンポジウム「自然環境と人類の将来予測に向けた第四紀学の最先端:各領域分野の最新動向とその共有・発展をめざして」, 八王子, 20180826。口頭。
- 加三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ(2017) 別府湾海底堆積物の魚鱗記録からみた後期更新世のイワシ類の長期動態。日本第四紀学会2017 年大会, 福岡. 2017828。口頭。

加 三千宣、山本 正伸、竹村 恵二、池原 研、山田 圭太郎、石下 浩平、高松 裕子、杉本 隆成(2017) 完新世の気候変動に対する北西太平洋のイワシ類の応答日本地球惑星科学連合2017年大会, 千葉.

20170522, ポスター

入野智久・丸山亜伊莉・池原研・山本正伸・加三千宣・竹村恵二(2017) 完新世別府湾堆積物中碎屑物の鉱物組成に基づく供給源推定. 2017 年度日本地球化学会第64 回年会,東京工業大学,20170913. 口頭.

池原 研、入野智久、竹村恵二、山田圭太郎、原口 強、加三千宣(2017) 別府湾最奥部のイベント堆積物の示すもの: どの程度の地震であれば別府湾最奥部にイベント層を形成できるか? 日本第四紀学会2017 年大会(福岡大学)、20170826、口頭

Ikehara, K. and Subaqueous event deposit study group (2017) Controlling factors of stratigraphic occurrences of fine-grained turbidites: Examples from the Japanese waters. 2017 AGU Fall Meeting (New Orleans), 20171215, ポスター.

山本正伸、加三千宣、瀬川雄大、入野智久、池原研、竹村恵二(2017) 別府湾堆積物中のGDGT組成から復元した後期完新世洪水記録 地球惑星科学連合2017 年大会, 千葉市. 20170522, 口頭.

瀬川雄大・山本正伸・加三千宣・竹村恵二(2017) バイオマーカーを用いた別府湾堆積物コア中の洪水層の同定. 2017年有機地球化学シンポジウム. 高知市, 20170830, ポスター

三浦直人・山本正伸・加三千宣・竹村恵二・別府湾コア研究グループ(2017) 別府湾の海洋堆積物コアを用いた古海水温の高解像度復元. 第三回地球環境誌学会年会. 福岡市, 20171118, ポスター

山田 圭太郎・加三千宣・池原 研・山本 正伸・原口強・竹村恵二(2017) 別府湾における過去7300年間のイベント記録とその頻度, 国際火山噴火史情報研究集会, 20170617, 福岡, 口頭

山田 圭太郎・加三千宣・池原 研・山本 正伸・原口強・竹村恵二(2017)別府湾におけるK-Ah降灰以降のイベント堆積物とその頻度, 口頭(シンポジウム), 第四紀学会, 20170824, 福岡, 口頭.

山本 正伸、加 三千宣、別府湾コア研究グループ(2016) 過去2900 年間の太平洋十年規模変動と社会への影響. 日本地球惑星科学連合2016 年大会, 幕張メッセ(千葉県千葉市), 2016 0524. 口頭.

Yamamoto M., Kuwae M, Irino T, Ikehara K and Takemura K. (2016) Reconstruction of Late Holocene Flooding History by GDGT Proxies in Beppu Bay Sediments. Goldschmidt Conference 2016, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市) 20160627. 口頭.

Yamamoto, M., Kuwae, M., Irino, T., Ikehara, K., Takemura, K. (2016) GDGT record of late Holocene flooding history from Beppu Bay sediments. Biomarkers and Molecular Isotopes: International Workshop of Organic Geochemistry. 箕面観光ホテル(大阪府箕面市), 20160705. 口頭.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

<https://geos.ees.hokudai.ac.jp/yamamoto/project/Beppu.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：加 三千宣
ローマ字氏名：KUWAE, Michinobu Kuwae
所属研究機関名：愛媛大学
部局名：沿岸環境科学研究センター
職名：准教授
研究者番号：70448380

研究分担者氏名：竹村 恵二
ローマ字氏名：TAKEMURA, Keiji
所属研究機関名：京都大学
部局名：理学研究科
職名：教授
研究者番号：00201608

研究分担者氏名：池原 研
ローマ字氏名：IKEHARA, Ken
所属研究機関名：国立研究開発法人産業技術総合研究所
部局名：地質情報研究部門
職名：研究員
研究者番号：40356423

研究分担者氏名：入野 智久
ローマ字氏名：IRINO, Tomohisa
所属研究機関名：北海道大学
部局名：地球環境科学研究院
職名：助教
研究者番号：70332476

研究分担者氏名：原口 強
ローマ字氏名：HARAGUCHI, Tsuyoshi
所属研究機関名：大阪市立大学
部局名：大学院理学研究科
職名：准教授
研究者番号：70372852

研究分担者氏名：池原 実
ローマ字氏名：IKEHARA, Minoru
所属研究機関名：高知大学
部局名：教育研究部自然科学系理学部門
職名：教授
研究者番号：90335919

研究分担者氏名：高原 光
ローマ字氏名：TAKAHARA, Hikaru
所属研究機関名：京都府立大学
部局名：生命環境科学研究科
職名：教授
研究者番号：30216775

研究分担者氏名：林田 明
ローマ字氏名：HAYASHIDA Akira
所属研究機関名：同志社大学
部局名：理工学部
職名：教授
研究者番号：30164974

研究分担者氏名：大森 貴之
ローマ字氏名：OHMORI, Takayuki
所属研究機関名：東京大学
部局名：総合研究博物館
職名：特任研究員
研究者番号：30748900

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。