

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：13201
 研究種目：基盤研究(B) (一般)
 研究期間：2017～2019
 課題番号：17H01853
 研究課題名(和文) 氷河融解によるアラスカ湾の生物相への影響：堆積物の地球化学・分子生物学的解析

 研究課題名(英文) Impact of deglacial melt of the Cordillera Ice Sheet on the Gulf of Alaska coastal environment: geochemical and molecular biological analyses of marine sediments

 研究代表者
 堀川 恵司(Keiji, Horikawa)

 富山大学・学術研究部理学系・准教授

 研究者番号：40467858
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,100,000円

研究成果の概要(和文)：アラスカ湾水深約700mの地点で8.5mのピストンコア試料を採取し、過去1.7万年前までの年代モデルを作成した。さらに、非破壊蛍光X線分析、碎屑物のSr,Nd,Pb同位体分析、浮遊性有孔虫殻の炭素酸素安定同位体比分析、バイオマーカー分析、IRD存在量の画像解析など、様々な地球化学データを分析し、アルケノンC37:4データから、氷河融解時期がこれまで議論されていたBA期だけでなく、ヤンガードリアス期にも最大ピークがあることを明らかにした。融氷期の氷河融解量の推定に関する最初の論文を2020年6月中旬に投稿を予定し、氷河融解に対するアラスカ湾沿岸域の生物相の応答についての論文も随時公表していく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

約2万年前の氷期には、北アメリカ北西部に現在のグリーンランド氷床に匹敵する量の氷床が存在していた(コルディレラ氷床)。先行研究では、14.5-14.0万年前の全球の温暖化とともにコルディレラ氷床の半分が一気に融解したと考えられてきたが、本研究では、大規模な融解は14万年頃と12万前頃の2度に分けて発生していたことを新たに明らかにした。融解史が明らかになったことで、氷床モデルの高精度化に貢献する。

研究成果の概要(英文)：We collected a piston core sediment of ~8.5 m long at ~700 m water depth from the Gulf of Alaska. The ^{14}C measurements of planktonic foraminifera represented the sediments record the past ~17 kyr ago. We obtained non-destructive XRF core scanner element data, Sr-Nd-Pb isotopes of bulk sediments, planktonic foraminifera $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$, biomarker data, and IRD data semi-quantitatively estimated by image analysis, and we found that C37:4 alkenone data clearly highlight an enormous meltwater peak at the YD that was not yet well known previously. We plan to publish this data in coming June 2020, and the other data set obtained by this reserach will be published later.

研究分野：古海洋学

キーワード：アラスカ湾 融氷期 コルディレラ氷床 生物生産 環境DNA

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アラスカ湾は、その集水域に全球の約 13% の山岳氷河が分布し、アラスカ湾に流入する淡水の約半分はこれらの氷河に由来する。また、アラスカ湾に流入する淡水量は、太平洋では 2 番目に多く、北極海の淡水収支にも大きな影響を与えている。このアラスカ山岳氷河は、現在、地球上で最も早い速度で消失しており (Arendt et al., 2002 Science)、山岳氷河の融解により、海水表面の塩分低下が、アラスカ湾だけでなく、ベーリング海峡にまで及んでいる (Woodgate and Aagaard, 2005 GRL; Royer and Grosch, 2006 GRL)。さらに、複数の大気海洋結合モデルによると、アラスカ山岳氷河は今後 100 年間で最大 60% 減少すると予想されている (Radic and Hock, 2011 Nature Geoscience)。これが現実になれば、氷河融解によりさらなる低塩分化が起こり、それに伴い「沿岸域の生物相」や「北極海の淡水収支の擾乱とそれによる全球的な気候」に重大な影響が生じると予想される。また、米国の水産資源量の 55% 以上がアラスカ海域に依存しているため、アラスカ湾の生物相の応答は食料問題の観点からも注視されている。

2. 研究の目的

本申請研究では、「氷河融解」に対する「沿岸域の生物相」の応答を評価する方法として、過去の温暖期における氷河融解イベントに着目した。北アメリカ大陸の北西部には、約 2 万年前の最終氷期に、現在のグリーンランド氷床に匹敵する量の氷床 (コルディレラ氷床, CIS) が発達しており、1.5 万年前から 1 万年前までの、氷期から現在気候に至る過程で、融解して消失している。CIS の融解時に沿岸海洋へどのような影響があったかを詳細に把握することは、将来気候下でのアラスカ湾の影響評価の理解につながるだけでなく、将来的なグリーンランド氷床の融解挙動についての理解にも貢献すると考えられる。そこで、本研究では、1.5 万年前前後から始まる CIS の融解を検出するために、CIS に隣接したアラスカ湾北部の水深 680m の地点でピストンコア試料を採取し、地球化学・分子生物学的な分析を行い、「氷河融解」の詳細な時期の特定、規模の特定、沿岸域の生物相への影響評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

研究初年度にアラスカ湾水深約 680m の地点で長さ 8.5m のピストンコア試料を採取し (白鳳丸 KH17-3 次航海)、研究年度 1・2 年目に計 14 層準で ^{14}C 年代測定を行い、過去 1.7 万年前までのコア試料の年代モデルを作成した。さらに、非破壊蛍光 X 線分析、波長分散型 XRF、元素分析、碎屑物の Sr, Nd, Pb 同位体分析、浮遊性有孔虫殻 *G. bulloides*, *N. pachyderma* の炭素酸素安定同位体比分析、バイオマーカー分析、IRD 存在量の画像解析、粒度分析、XRD 粘土組成分析など、様々な地球化学データの分析を行った。また、堆積物に含まれる魚の環境 DNA 分析についても、複数の層準で行った。また、白鳳丸 KH17-3 次航海では、東京からバンクーバーまでの計 20 地点でマルチプルコアも採取し、これらの表層堆積物についても碎屑物の Sr, Nd, Pb 同位体分析や非破壊蛍光 X 線分析を行った。

4. 研究成果

3 カ年の研究で非常に多くのデータが得られており、全てを本報告書の紙面で報告することが難しいため、特筆すべき成果をいくつか挙げる (得られたデータについては随時論文として成果発表していく予定である)。1 つ目の特筆すべき成果は、採取されたコア試料に CIS の融解期 (図中 Sec8, 9, 10) が含まれていたことである。この区間については、非破壊コアスキャナー XRF を用いて 0.4mm 単位での元素分析を行い、同海域を代表するような高時間解像度の生物生産の復元ができていた (図 1)。2 つ目の特筆すべき成果は、CIS 西部末端に発達していた沿岸に流出するカービング氷床の崩壊が 1.65-1.55 万年前にピークを迎え終了している点を堆積物中に挟在する IRD の粒子数の解析から明らかにした点 (図 2)。また、それを裏付ける証拠として、低塩分指標とされる $\text{C}_{37:4}$ アルケノンの増加も検出されている。3 つ目の特筆すべき成果は、低塩分指標とされる $\text{C}_{37:4}$ アルケノンの増加が、CIS の融解が予想されていた B-A 期だけでなく、寒の戻りでやや寒冷になっていたヤンガードリアス期にも見出された点。CIS の融解については、B-A 期におよそ半分程度が急激に融解して消失したというのが一般的な考え方になっているが、この考え方に再考を促すような結果が得られた。また、複数の層準で魚類 DNA の分析を行った結果、魚類 DNA が検出されたものの、検出された魚の種数は数種類であり、当時の魚類相の全容を反映しているとは考えられない結果となった。おそらく、堆積物に含まれる鱗や魚骨中の DNA が選択的に検出されていると考えられた。この結果を踏まえ、DNA 抽出に使用する試料量や鱗・魚骨を含まない碎屑物試料 (粒度分画) の検討が重要で、今後検討すべき課題であることがわかった。

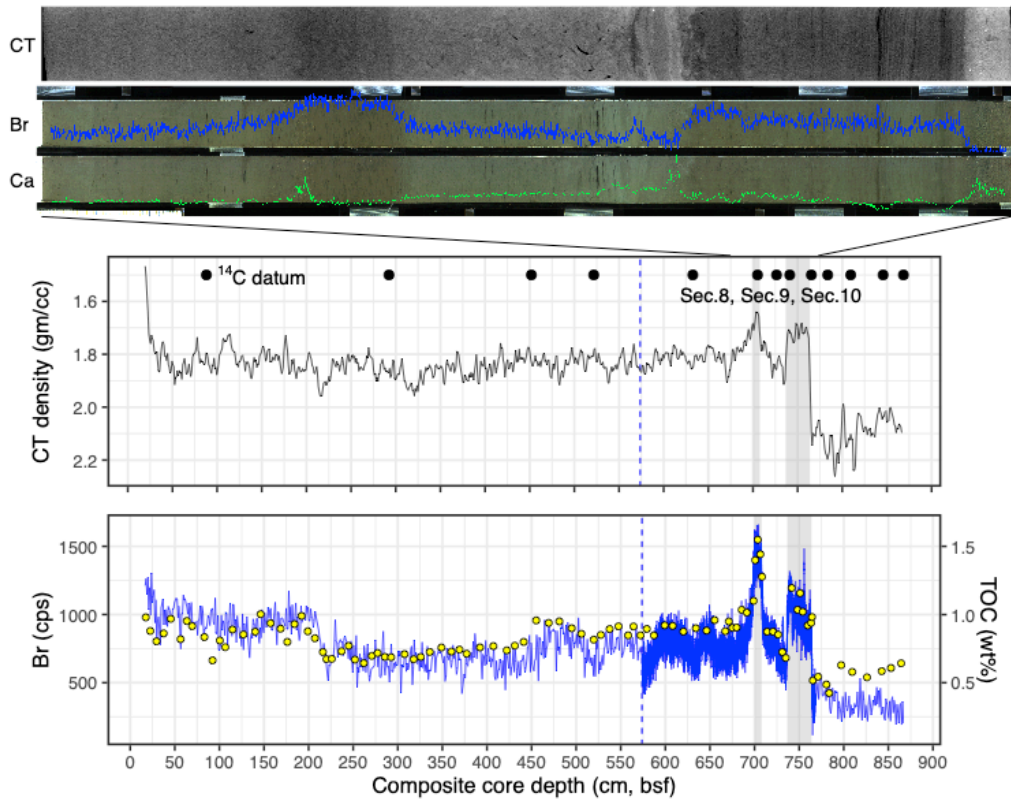


図1 Sec9のCT画像，コア写真，コラスキャナーXRFのBr,Caカウントデータ，中段下段の図はピストンコア試料のCT密度，XRF BrとTOCデータ。

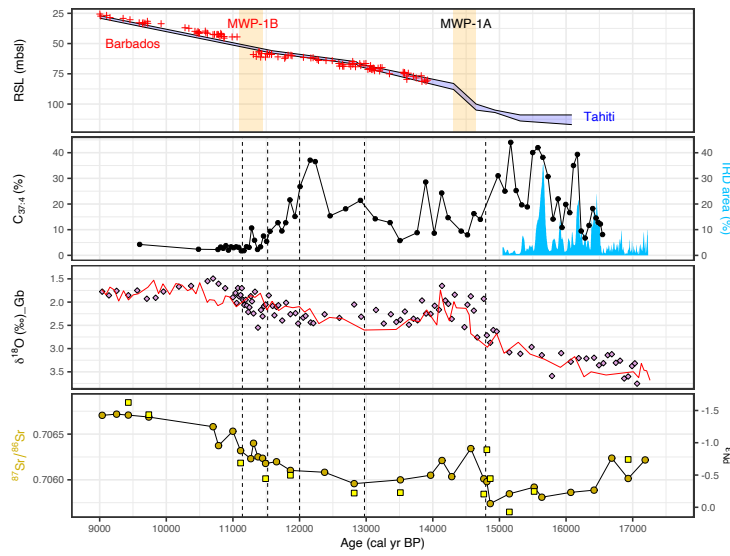


図2 CL14PCの9-17kaの結果の一部。上から2段目にC_{37:4}アルケノン濃度とIRD粒子面積を示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 Horikawa, K., T. Kodaira, K. Ikehara, M. Murayama, and J. Zhang	4. 巻 -
2. 論文標題 Millennial-scale fluctuations in water volume transported by the Tsushima Warm Current in the Japan Sea during the Holocene	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 -
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.gloplacha.2019.103028 .	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5件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Mondal MD Nurunnabi, 堀川恵司他
2. 発表標題 Response of biological production in iron-enrich coastal Gulf of Alaska from glacier melting at past meltwater events
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 GEOTRACES-Japanの現状と今後の展開
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀川恵司, 村山雅史, 関宰
2. 発表標題 白鳳丸KH17-3次航海におけるアラスカ湾でのコア試料採泥と今後の展開
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀川恵司, 西田絵里奈, 小平智弘, 張勁
2. 発表標題 1973-74年(ラニーニャ年)と2014-15年(エルニーニョ年)の西赤道太平洋表層海水に見られる酸素同位体比の大きな変化
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keiji Horikawa, Nurunnabi MD Mondal, Masafumi MURAYAMA, Katsuya Ne jigaki, Osamu Seki, Yusuke Okazaki
2. 発表標題 The advantages and limits of ITRAX core scanner: Learning by comparison with destructive element and isotope data from the Gulf of Alaska sediment core
3. 学会等名 JPGU 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Md Nurunnabi Mondal, Keiji Horikawa, Katsuya Ne jigaki, Hideki Minami, Masafumi MURAYAMA, Osamu Seki, Yusuke Okazaki
2. 発表標題 Deglacial productivity changes reflect XRF Br fueled by Cordilleran Ice Sheet dynamics
3. 学会等名 JPGU 2020
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	酒徳 昭宏 (Sakatoku Akihiro) (20713142)	富山大学・大学院理工学研究部(理学)・講師 (13201)	
研究分担者	酒井 英男 (Sakai Hideo) (30134993)	富山大学・大学院理工学研究部(理学)・名誉教授 (13201)	
研究分担者	関 宰 (Seki Osamu) (30374648)	北海道大学・低温科学研究所・准教授 (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	村山 雅史 (Murayama Masafumi) (50261350)	高知大学・教育研究部総合科学系複合領域科学部門・教授 (16401)	