

令和元年6月26日現在

機関番号：83811

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18537

研究課題名（和文）年縞堆積物DNAによる景観復元の探求

研究課題名（英文）Search for landscape reconstruction by ancient DNA of varves

研究代表者

山田 和芳（Yamada, Kazuyoshi）

ふじのくに地球環境史ミュージアム・学芸課・教授

研究者番号：60508167

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、国内の年縞堆積物を対象として環境DNA分析を実施して、化学成分や微化石から復元できない動植物相や人間活動履歴情報を網羅的に把握することができるのか、その検証を世界ではじめて試みた。そのために、気候変動や文化人類学的に景観の異なる北海道藻琴湖および、静岡県浜名湖に堆積する完新世の湖底堆積物を対象として、環境DNA分析の解析手法を援用して、景観を構成する生物相や人間活動履歴を時系列変化として復元した。その結果、藻琴湖においては、かつて生息していたイトウの在不在を議論できる可能性が見いだされた。しかしながら、堆積環境や堆積年代の違いによって、DNAの損傷程度に違いがあることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、古環境学や文化人類学の分野において、従来から大きな課題となっていた年縞を用いた地質学・古生物学的解析方法では描くことができなかった当時の景観を構成する要素（生物相の復元、人間活動の履歴等）を、年縞のメタバーコーディング解析によって解き明かすことができるのかを検証することにあつた。懸念していたDNAの損傷の影響は排除することができなかったが、従来方法より精緻に過去の環境を復元できる可能性を示唆できたことは重要な学術的進歩と考えることができる。

研究成果の概要（英文）：In this study, environmental DNA analysis is conducted on annually laminated sediments in Japan to verify whether it is possible to comprehensively grasp information on flora and fauna and human activity history that can not be recovered from chemical compositions and microfossils. I tried for the first time in the world. For that purpose, the analysis method of environmental DNA analysis is applied to the lake sediments which are different in the climate change and cultural anthropologically different landscapes such as Hokkaido and Shizuoka, and the analysis method of environmental DNA analysis is used. We constructed the biota and human activity history as time series changes.

As a result, it was found that it is possible to discuss the presence or absence of the Itou that had once lived in the Lake Alga Lake. However, it was suggested that the degree of damage to DNA is different depending on the sedimentary environment and the difference in sedimentary age.

研究分野：環境史

キーワード：年縞

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

1. 研究開始当初の背景

環境 DNA 分析というのは、ある環境中(水や土壌)に含まれている多種多様な DNA 断片を、メタバーコーディングと呼ぶ生物の種類を判定する技術を援用して、対象生物種の在・不在を検証する手法である。Fietola et al.,(2008)が、湖沼水試料を用いたこの分析手法による解析をはじめて報告した以降、生態系を解明する画期的ツールとして大きな注目を集めている。一方、年縞堆積物(以降、「年縞」と呼ぶ)とは、土の年輪とも呼ばれる湖底地層に形成される毎年 1 セットのラミナ模様が形成される地層のことである。この年縞は一年あるいは季節単位での古環境復元が可能な、高精度時間軸レコーダーである。研究代表者を中心とする研究グループは、最終氷期以降の気候変動や、地震発生頻度を精緻に復元してきた。その結果として、年縞には「天然の時計」以外に、「天然のアメダス」や「天然の自然災害記録計」(図 1)となってきた。さらに、この年縞は、環境考古学分野において、自然と人間活動、ひいては環境と文明の関係性を復元できるものと論じられてきた。しかし、過去の環境を明らかにする微化石などの環境プロキシは、完全な形として肉眼的、物理的に見えることが必要であり、定量的にその自然環境や景観を表すのかについて、未だ議論の余地が残り、環境考古学への貢献に対するボトルネックが存在していた。

2. 研究の目的

本研究目的は、以下の 2 点に集約される。

環境 DNA によって、古環境を復元することはできるのか

景観を構成する生物相や人間活動履歴を時系列変化として読み取ることができるのか

この 2 軸の目的を中心にして、世界で初めての年縞 DNA 解析の手法の確立を目指した。本研究は、その足掛かりとなるもので、その有効性、信頼性の検証を行うことである。年縞 DNA による研究方法によって、環境考古学、ひいては文化人類学の新しい潮流をつくりたい。

3. 研究の方法

本研究の計画は、北海道藻琴湖および、静岡県浜名湖の年縞を対象として、環境 DNA の解析手法を援用して、景観を構成する生物相や人間活動履歴を時系列変化として復元する。

研究ステップとして 2 段階方式をとった。

ステップ 1: 手法の確立、抽出情報の整理。

ステップ 2: 年縞 DNA による時系列景観情報の解明と、従来の古環境学的解析

データや、考古学・自然人類学的データとの比較検討。

復元検証のための方法の確立 - 年縞中の DNA 損傷の程度が不明瞭を評価するため、既存および、新規採取する年縞サンプルの両方を用いて、堆積年代の異なるスポットサンプルによる、メタ解析による DNA 分析を一次的実施する。

抽出できる情報の整理 - 年縞から抽出した DNA を用いて次世代シーケンサーによるメタバーコーディング解析をおこなう。抽出情報の整理から、これまで欠いていた景観要素と、観察可能であった要素を分類しながら、本解析の復元限界を認定する。

年縞 DNA による景観復元 - 完新世をカバーする 2 か所の年縞サンプルについて年縞 DNA 解析をおこない、時系列データとして動植物相の在不在の履歴を復元する。そして、従来の古環境学的解析(化学成分、微化石)データや、考古学・自然人類学的データと比較検討し、当該地域の人間活動履歴も含めた景観変遷を論じる。

4 . 研究成果

全体の分析フローを確立することができ、堆積物中の DNA の損傷程度に堆積環境や堆積年代によって違いがあることを突き止めた。その中で、藻琴湖においては、かつて生息していたイトウの在不在を議論できる可能性が見出された。浜名湖においては、従来の方法にて湖水環境が一変した西暦 1498 年の前と後、また、太陽活動と関連する小氷期の気候変動を復元できた。しかしながら、このような環境変化における海水魚の出現頻度については、明瞭な関係を見出すことができなかった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

1. Cho, A., Kashima, K., Seto, K., Yamada, K., Sato, T. and Katsuki, K. 2019 Climate change during the Little Ice Age from the Lake Hamana sediment record. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 223, 39-49.
2. 山田和芳 2018 年縞にみる環境史学の課題と展望 . *Proceedings of the 28th Symposium on Geo-Environments and Geo-Technics*, 81-82.
3. 山田和芳 2018 浜名湖の湖底地形 (1) 湖心部 . *東海自然誌*, 11 , 9-14 .
- 4.

〔学会発表〕(計4件)

1. Koji Seto, Hisashi Fujii, Takuya Sato, Keitaro Uemura, Kota Katsuki and Kazuyoshi Yamada 2018 年 12 月 . The developmental history of water mass structure during the Common Era in Lake Hamana, Shizuoka prefecture, central Japan. AGU fall meeting. USA Washington.
2. Kazuyoshi Yamada 2019 年 3 月 . Introductory comments: Environment and Civilization in Island region: From perspective of varved environmental history. The 3rd International Symposium on “ The future of the Earth: insights from island civilizations, Shizuoka Convention and Arts Center ‘ Granship ’ (Shizuoka City)
3. Keisuke Sakai, Toshiyuki Fujiki, Kazuyoshi Yamada, Koji Seto and Kota Katsuki 2019 年 3 月 . Vegetation history caused by human activity since 1930 based on pollen analysis of a Lake Mokoto sediment core, eastern Hokkaido, northern Japan. The 3rd International Symposium on “ The future of the Earth: insights from island civilizations, Shizuoka Convention and Arts Center ‘ Granship ’ (Shizuoka City)
4. Koji Seto, Hisashi Fujii, Takumi Sato, Keitaro Uemura, Kota Katsuki and Kazuyoshi Yamada. 2019 年 3 月 . The reconstruction of paleo-water mass structure during the late Hoocene in Hamana-ko Lagoon, Shizuoka prefecture, central Japan. The 3rd International Symposium on “ The future of the Earth: insights from island civilizations, Shizuoka Convention and Arts Center ‘ Granship ’ (Shizuoka City)

〔図書〕(計1件)

1. 山田和芳 2018 一ノ目潟年縞堆積物による環境史研究 . 岩田修二責任編集『実践統合自然地理学 - あたらしい地域自然のとらえ方 - 』、古今書院、157-167p . (編著 ・ 分担共著)

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：瀬戸 浩二

ローマ字氏名：Seto, Koji

所属研究機関名：島根大学

部局名：学術研究院環境システム科学系

職名：准教授

研究者番号（8桁）：60252897

研究分担者氏名：香月 興太

ローマ字氏名：Katsuki, Kota

所属研究機関名：島根大学

部局名：学術研究院環境システム科学系

職名：講師

研究者番号（8桁）：20423270

研究分担者氏名：藤木 利之

ローマ字氏名：Fujiki, Toshiyuki

所属研究機関名：岡山理科大学

部局名：理学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：10377997

研究分担者氏名：高山 浩司

ローマ字氏名：Takayama, Koji

所属研究機関名：京都大学

部局名：理学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：60647478