

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 25 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16348

研究課題名(和文)湖沼堆積物の高精度分析による完新世の気候変動復元

研究課題名(英文) Reconstruction of Holocene climate changes by high resolution analyses of lake sediments

研究代表者

福本 侑 (FUKUMOTO, YU)

立命館大学・立命館グローバル・イノベーション研究機構・研究員

研究者番号：20772974

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：フィンランドの各地の湖沼堆積物について珪藻化石などの分析した結果、これまでよりも詳細な環境変動や、年縞の堆積過程が明らかとなった。環境変動は主に、中世の気候変動期などの完新世後半の気候変動のほか、過去数百年の人為汚染による湖沼生態系への影響も明らかになった。特に最北部にあるケボ湖の試料については薄片スライドの作成、観察と年縞の計数により詳細な年代モデルを構築したうえで、環境変化や堆積過程を明らかにした。また古環境変動に加え、他の湖では湖盆全体で年縞の有無の分布を調べ、珪藻群集の変動傾向と合わせることで年縞が形成されるための気候や地理的、地質的条件についても知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候、環境変動のアーカイブの蓄積のほかに、陸水学や堆積物の研究全般に通ずる基礎資料となるデータが得られた。例えば、気候変動に加え年縞が形成される湖沼周辺の環境条件が明らかになった。また、湖盆全体から複数のコアを採取し分析を行った結果、局所的な違いが顕著にみられ、同じ湖盆でも複数のコア試料の分析が必要であることや、藻類の気候、環境変動に対する応答は物理、化学的な指標とは数十年の時間差があること、つまり藻類特有の緩衝性があることが示された。これらの知見は今後堆積物を採取する際の、湖沼の選定材料として広く使われると考えられ、また湖沼の生態系全体にわたる学術的な価値を有していると考えられる。

研究成果の概要(英文)：This research project aimed to reconstruct climate changes during the Holocene period by analyzing lake sediments retrieved from multiple sites in Finland. Diatom fossils were mainly used for analysis, and I also attempted to make clear the depositional processes of varve layers by observing their sedimentary structure precisely. Results showed unique environmental changes in all analyzed cores in addition to the well-known climate anomalies. Core sediments of Lake Kevo was characterized by thick varve layers deposited by seasonal fluvial activities. Its age model was constructed by varve counting and thin section observation. On the studies of Lake Lehmilampi, climate changes were found to be the main factor affecting the formation of hypoxia and varve formation. Studies on Lake Vesijarvi showed regionally different patterns of diatom assemblages within the same lake basin. All studies showed clear evidences of water pollution by human settlement for the past several centuries.

研究分野：古環境学

キーワード：湖沼堆積物 年縞 古環境 珪藻化石

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

完新世(約1万2千年前から現在)は、それまでの氷河期と異なり温暖で安定した気候が続いたと考えられていた。しかし古環境学の進展により完新世の間にもいわゆるボンドサイクルをはじめ、多くの気候変動があったことが分かっている。これら気候変動は、アジアや南半球にも同じタイミングで影響をもたらしたことが明らかになりつつあるが、地域によって規模や湿潤/乾燥化などの応答は様々であり、数百年の時間差もあったことが指摘されている。このことから、氷期間氷期サイクルを明らかにする千年スケールの分析精度とは別に、百~一年単位の気候復元が完新世において求められている。そのためには、高精度な環境変動を記録している年縞(1年ごとに堆積したラミナ構造)を使った古環境復元の研究が必要である。

2. 研究の目的

フィンランドの湖沼堆積物について各種分析を行い、完新世の中期以降の気候変動を復元することを目的としていた。特に今研究では年縞を微視スケールで解析して気候の季節変化による堆積過程の解明と詳しい古環境復元を行い、得られた気候変動データを世界各地の完新世のデータと照らし合わせて、グローバルな気候変動の原因、気候の応答メカニズムを明らかにすることを目的としていた。これまで定性的にしか議論されなかった湖沼の堆積プロセスとグローバルな気候変動の関係について知見を与えることも目的としていた。

3. 研究の方法

ボーリング調査で得られた湖沼堆積物について、珪藻化石の分析、化学分析を用いて環境変動を明らかにすると同時に、堆積物中のラミナ(年縞)の観察と枚数の計数により一年単位で堆積年代を特定し、珪藻群集の変遷を詳細に明らかにした。珪藻化石については数センチ間隔あるいは年縞ごとの分析を併用し、そしてラミナの層厚や、物理、化学量のデータとあわせて数年スケールの気候変動の復元を行った。また過去数百年間については、人為開発や汚染履歴の復元とともに、それが年縞堆積物の形成過程に与えた影響を明らかにした。

4. 研究成果

主にこれまでよりも詳細な気候、環境変動や、年縞の堆積過程などが明らかとなった。環境変動は主に、中世の気候変動期などの完新世後半の気候変動のほか、過去数百年の人為汚染による湖沼生態系への影響も明らかになった。最北部にあるケボ湖の年縞堆積物について珪藻分析を行うとともに、炭素年代測定と年縞の計数により年代モデルを確立した。ケボ湖は河川の淀みに位置しており、堆積物は湖に比べて気候変動に対する応答が鈍いと考えられたが、小氷期や中世の気候変動期などの変動が発見された。また薄片スライドの作成、観察により季節毎の流入物を明らかにし、年縞の堆積過程を明らかにした。

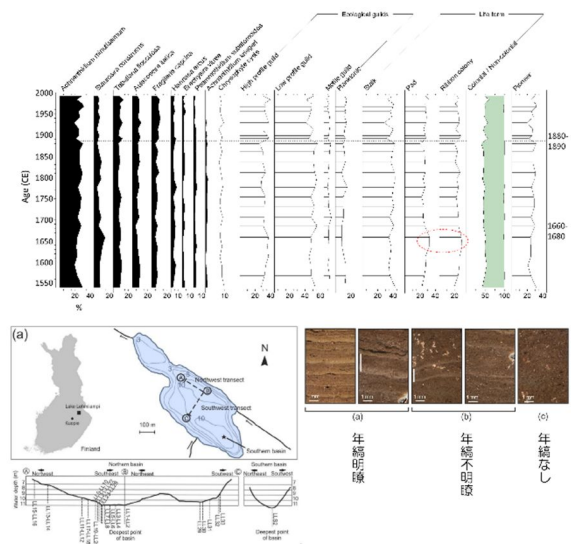
中部のカッラベシ湖の堆積物について行った珪藻分析では、第二次大戦後の人為汚染に伴う珪藻種組成の顕著な変化が示された。クニンカイセン湖における分析結果では、湖沼周辺の地質の違いも、珪藻の気候変動に対する応答や、年縞の堆積過程に影響を与えることが示された。また年縞の計数により明らかにした堆積物の年代をもとにして、100年間程度の突発的な気候変化が復元され、発表を行った。

東部のレヘミランピ湖における研究では、珪藻分析による気候変動の復元や年縞構造の観察に加え、湖盆全体から30本以上のコアを採取し、年縞の有無の分布と水深ごとの変遷を調査した。その結果、年縞の形成を規制する条件は、湖盆形態に加え、湖底の酸化還元度が大きな影響を与えており、それは気候変動によって大きく左右されていることが珪藻群集から明らかになった。また完新世後期における短期の気候変動が発見された。

(右上図)ケボ湖における珪藻分析結果、およそ1680年から1880年の期間は寒冷で多雪、貧栄養な水質が推定された

(右下図)レヘミランピ湖におけるコア試料の採取地点の分布図と、堆積構造中の年縞の有無、構造の変化

中部の主要都市ラハティ近郊にあるベシ湖において、広範囲より複数のコア試料を採取し分析を行った。過去数百年間の人為汚染による珪藻群集の変化とともに、年縞の有無や堆積構造の



変化など明らかにした。珪藻群集は、同じ湖で行われた先行研究とは異なる群集変動が見られ、同じ湖盆内でも都市や農地からの栄養流入減からの距離に応じて、局地的に藻類の増減が見られることが判明した。これは地域全体の水質の変遷の指標としては1本のコア試料では十分に代用できず、複数のコア試料が必要であることを示唆していた。また最終年度に、大型 XRF 測定装置を用いた詳細な化学組成の分布を明らかにする予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大の影響で渡航は中止となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Salminen, S., Saarni, S., Tammelin, M., Fukumoto, Y., Saarinen, T.	4. 巻 2
2. 論文標題 Varve distribution reveals spatiotemporal hypolimnetic hypoxia oscillations during the past 200 years in Lake Lehmilampi, Eastern Finland	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Quaternary	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） 10.3390/quat2020020	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 該当する

1. 著者名 鹿島薫, 福本侑, Saarinen Timo	4. 巻 4
2. 論文標題 フィンランドにおける年縞堆積物から産出する珪藻遺骸群集-人新世環境変動アーカイブとしての年縞湖沼堆積物の活用をめざして-	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 53-63
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 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 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Eeva Haltia, Timo Saarinen, Saija Saarni, Yu Fukumoto
2. 発表標題 Detailed hydroclimatic varve record (2017-1909 CE) from Northern Finland
3. 学会等名 EGU General Assembly 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Saija Saarni, Yu Fukumoto, Timo Saarinen, Eeva Haltia
2. 発表標題 Arctic hydroclimate variability during past 500 years reconstructed from varved sediments of Lake Kevo jarvi, Northern Finland
3. 学会等名 EGU General Assembly 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tammelin, M., Fukumoto, Y., Saarni, S.
2. 発表標題 Paleoecological Late Holocene tale of varved Lake Kuninkaisenlampi, eastern Finland - Diatoms, natural eutrophy, and erosion intensity changes
3. 学会等名 20th Congress of the International Union for Quaternary Research (国際学会)
4. 発表年 2019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