

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 19 日現在

機関番号：83811

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25800282

研究課題名(和文) 一ノ目潟における年縞編年の構築とアジアモンスーン変動の高精度復元

研究課題名(英文) Asian monsoon activities reconstructed from varved sediments in Lake Ichi-no-Megata

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・准教授

研究者番号：60508167

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：一ノ目潟ボーリングコアを用いて、新しい編年モデルを構築し、高時間分解能地球化学分析に基づき、26,000年前以降の東北日本のアジアモンスーン変動を復元した。過去26,000年間の男鹿半島周辺のモンスーン変動が導く気候環境は、大局的に15 kaまでは寒冷乾燥期、15-9 kaは、寒冷乾燥期から温暖湿潤期移行期、9 ka以降は、温暖湿潤期となっている。また、変動の振幅の激しさは、15-9kaで最も大きくなる一方、9ka以降では中間程度、26-15 kaでは極端に小さくなっていることが明らかになった。このような傾向は、琵琶湖堆積物の記録と同調することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Thirty-seven meter long sediment cores were recovered from Lake Ichi-no-Megata, northeast Japan. Six lithozones were classified based on detailed lithology and physical properties of the sediment cores. Most of the sediment sequences were thinly laminated except one interval from 26.3 to 31.7 m, which is composed of volcanic materials of an adjacent maar, Lake San-no-Megata. Although these laminations had different structures and composition between the Holocene and the last glacial period, they have been related to an annual cycle of deposition, i.e. a varve. Multiple AMS ^{14}C dates enabled us to establish the detailed chronology agreed well with tephrostratigraphy over the last 30,000 years. The age-depth plots indicate a stable deposition environment with a linear sedimentation rate (0.727 mm/year) since after 25,000 cal BP. The continuous laminated sediments have great potential for high-resolution study of the past environmental changes since the last glacial period.

研究分野：自然地理学

キーワード：湖沼堆積物 古気候

1. 研究開始当初の背景

研究対象地域とした秋田県一ノ目潟では、申請者を中心とする 2006 年の湖沼掘削計画によって、AT 火山灰以降のから現湖底面まで厚さ約 37m の層準、つまり、過去約 30,000 年間にわたって年縞と考えられるミリスケール葉理の堆積が確認されている(図 1)。また、申請者によって異なる時期に採取したコア観察によって、年縞の年毎形成がはじめて確認された。

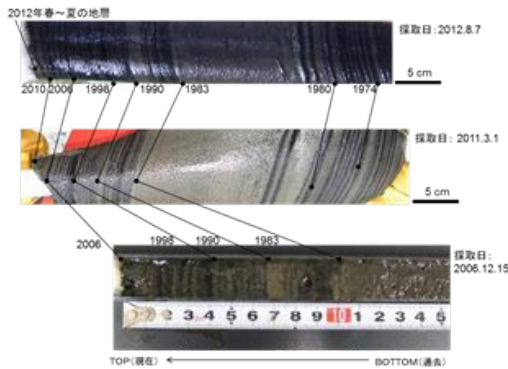


図 1 一ノ目潟の年縞

一ノ目潟では過去約 3 万年前以降から現在まで、水月湖に匹敵する年縞の形成・保存がおきている可能性が高い。これは世界的に見ても貴重な古環境アーカイブとなりうる。しかしながら、これまで既存のボーリングコアでは、岩相層序と放射性炭素年代測定以外に、積極的に活用できていなかった。

2. 研究の目的

秋田県男鹿市に位置する一ノ目潟マールの湖底には、サブミリスケールの平行葉理で特徴づけられる年縞の連続堆積が認められる。古陸水学や古気候学の分野において、この湖沼年縞を用いることは、詳細な編年構築を可能にさせ、過去の陸上古環境変動を超高精度に復元できる利点を持つ。そこで本研究では、この学術的に価値の高い古環境アーカイブである一ノ目潟年縞堆積物を対象として、複数の年縞計数法によるコアの時間軸(編年)を構築した上で、高時間分解能な地球化学分析を通じて、東北日本における過去約 3 万年間のアジアモンスーン変動を精緻に復元することを目的として、短期間で発生する急激な気候変動時の地域的な分布パターンを議論する。

3. 研究の方法

本研究は、2 つの柱で進める。一ノ目潟堆積物の年縞計数による高精度編年の構築、堆積物試料の CN 分析および安定同位体比分析による過去のアジアモンスーン変動の復元である。 について、平成 25 年度は、全層準で切り出したスラブ試料の軟 X 線写真観察と、樹脂固定・薄片スライドの作製を行う。また、非破壊蛍光 X 線分析のルーチン作業化のための微調整を行う。作製作業終了後は、速やかにそれぞれの方法による年縞計

数分析を行い、平成 26 年度末を目途に終了する。 については平成 25~26 年度にかけて、約 1000 試料について CN 分析、およびバルク有機物の炭素・窒素安定同位体比測定を行う。最終的に、平成 27 年度中にとりまとめを行い、 で構築した編年モデルに基づき、 で得られる古気候プロキシ データに基づき過去約 3 万年間のアジアモンスーン変動を明らかにする。その上で、国内外で解明されている複数の古気候記録と対比させることで、東北日本の気候変動の一般性や地域性について考察をおこなう。

4. 研究成果

本研究では、一ノ目潟ボーリングコアを用いて、新しい編年モデルを構築し、高時間分解能地球化学分析に基づき、26,000 年前以降の東北日本の陸上古環境変動を復元した結果を報告する。秋田県男鹿半島に位置する一ノ目潟では、2006 年秋、湖中央部においてシンウォールコアリングによる平行コアリング法(Nakagawa et al., 2012)によって、湖底下から約 37m まで完全な連続堆積物(IMG06 コア)を採取している。

IMG06 コアのコンポジット深度 - 年代モデルを構築する際、イベントフリー編年モデルを作成した。つまり、堆積物中で、層厚 1cm 以上褐色層(上方細粒化の構造あり)をイベント層として、これら一過性の堆積物を除外したイベントフリー・コンポジット深度に対して、合計 74 個の放射性炭素年代値から求めた暦年代値をプロットして、編年モデルを作成した。なお、イベント層は、全層にほぼ均一に挟在し全体の約 4 割を占めることが明らかになった。その結果、過去 28,000 年間において、堆積速度の異なる 3 つのステージが存在して、0.5~16 ka、16~24 ka、24~28 ka で、それぞれ 0.325、0.463、0.786 mm/year と求められた(図 2)。また、コアの表層部(コンポジット深度で 0~80 cm)は、年縞計数により、435 年分の堆積物であることも示された。

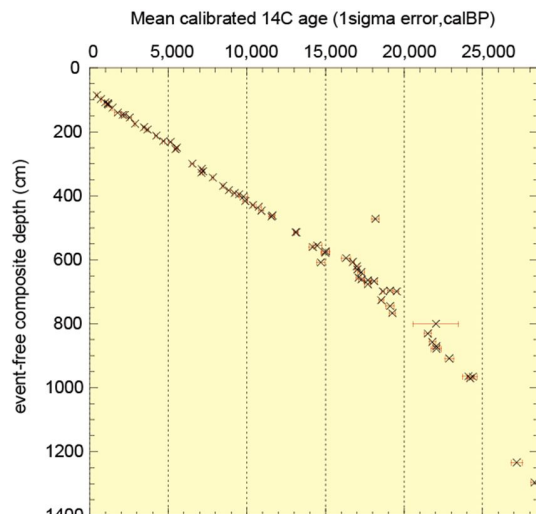


図 2 一ノ目潟の編年モデル

次に、気候プロキシによる環境変動を明らかにするために、深度 26.1m より上位の年縞堆積物の部分（タービダイト層は含まない）の試料（n=887）について CNS 元素分析及び ICP-AES によって総数 17 の主要及び微量化学成分量を求めた。分析の試料間隔は平均 15 mm であり、分析用試料は層厚 2~10 mm で分取し、その時間分解能は最大で 30 年と見積もられた。

これらの高時間分解能試料を用いた無機分析結果に基づき、気候プロキシを用いて推定された過去 26,000 年間の男鹿半島周辺の気候変動は、大局的に 15 ka までは寒冷乾燥期、15-9 ka は、寒冷乾燥期から温暖湿潤期移行期、9 ka 以降は、温暖湿潤期となっている。また、変動の振幅の激しさは、15-9ka で最も大きくになる一方、9ka 以降では中間程度、26-15 ka では極端に小さくなっている。とくに、晩氷期の気候変動に着目すると、今回の一目瀉堆積物の記録は、15 ka より緩やかな気候温暖湿潤化が生じており、その中で、14 ka 付近と、12.5-11.3 ka に、一時的な気候寒冷乾燥化傾向が認められる（図 3）。このような傾向は、琵琶湖堆積物の記録と同調する一方、中国の石筍やグリーンランドの氷床コアの記録とは類似しない。

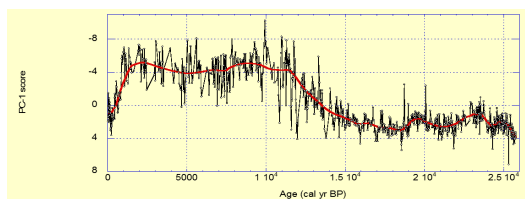


図3 一ノ目瀉で検出された過去 2.6 万年のアジアモンスーン変動

この原因として、男鹿半島周辺の気候変動が、アジアモンスーンのような大気循環の変化よりも、海水面の急激な上昇による対馬暖流の流入による気候変動の影響を大きく受けた可能性があげられる。15 ka からのゆるやかな温暖化傾向は、14.6 ka 頃の海水準変動の急激な上昇（MWP1a：Yokoyama and Esat, 2011）にともない、それが対馬暖流の日本海への本格的流入を促し、それが、男鹿半島で徐々に気候温暖化を生じさせたと解釈される。一方、ヤングアドリアス期は、男鹿半島では 12.5-11.3 ka あたりに存在しているものの、そのシグナルは弱い。これは、男鹿半島のような日本列島の日本海沿岸地域では、顕著にあらわれなかった可能性がある。

今後の課題としては、地震性タービダイトなどイベント地層の認定についても層厚以外の説明根拠を示す必要があること。さらに堆積年代誤差を小さくする方法などがあげられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 9 件)

Kitagawa, J., Morita, Y., Makohonienko, M., Gotanda, K., Yamada, K., Yonenobu, H., Kitaba, I. and Yasuda, Y. 2016: Understanding the human impact on Akita-sugi cedar (*Cryptomeria japonica*) forest in the late Holocene through pollen analysis of annually laminated sediments from Ichi-no-Megata, Akita, Japan. *Vegetation History and Archaeobotany*, in press. (査読有)

DOI: 10.1007/s00334-016-0570-2

Suzuki, Y., Tada, R., Yamada, K., Irino, T., Nagashima, K., Nakagawa, T. And Omori, T. 2016: Mass accumulation rate of detrital materials in Lake Suigetsu as a potential proxy for heavy precipitation: a comparison of the observational precipitation and sedimentary record. *Progress in Earth and Planetary Science*, 3, 5. (査読有)

DOI: 10.1186/s40645-016-0081-x

Fukamoto, Y., Xun Li, Yasuda, Y., Okamura, M., Yamada, K. and Kashima, K. 2015: The Holocene environmental changes in southern Indonesia reconstructed from highland caldera lake sediment in Bali Island. *Quaternary International*, 374, 15-33. (査読有)

DOI: 10.1016/j.quaint.2015.03.020

Kigoshi, T., Kumon, F., Hayashi, R., Kuriyama, M., Yamada, K. and Takemura, K. 2014: Climate changes for the past 52 ka clarified by total organic carbon concentrations and pollen composition in Lake Biwa, Japan. *Quaternary International*, 333, 2-12. (査読有)

DOI: 10.1016/j.quaint.2014.04.028

Kitagawa, J., Fujiki, T., Yamada, K., Hoshino, Y., Yonenobu, H. and Yasuda, Y. 2014: Human impact on the Kiso-hinoki cypress forest in Japan: A history of exploitation and regeneration. *Vegetation History and Archaeobotany*, 23, 649-664. (査読有)

DOI: 10.1007/s00334-013-0423-1

山田和芳・五反田克也・篠塚良嗣・斎藤めぐみ・藤木利之・瀬戸浩二・原口 強・奥野 充・米延仁志・安田喜憲 2014: 年

編年学の進歩 月刊地球 ,号外 63 ,25-30 .
(査読無)

齋藤めぐみ・山田和芳・リチャード スタ
ッフ・中川 毅・米延仁志・原口 強・竹
村恵二・クリストファー ラムジー
2013 : 水月湖ボーリングコアを用いた天
正地震 (AD 1586) 前後の湖底堆積物の分
析 地学雑誌 122 巻 3 号 ,493-501 [http://
jlc.jst.go.jp/DN/JALC/10021049919](http://jlc.jst.go.jp/DN/JALC/10021049919)

[学会発表] (計 2 1 件)

井内美郎・山田和芳・里口保文・芳賀裕
樹・林 竜馬・岡村 眞・松岡裕美, 過
去約 5 万年間の琵琶湖古気候変遷史 . 日
地質学会, 2015 年 9 月 23 日, 信州大学
(長野県・松本市)

井内美郎・山田和芳・里口保文・芳賀裕
樹・林 竜馬・岡村 眞・松岡裕美, 過
去約 5 万年間の琵琶湖湖水位変動 . 日本
第四紀学会, 2015 年 8 月 30 日, 早稲田
大学 (東京都・新宿区)

Kitaba, I., Staff, R.A., Shinozuka, Y.,
Yamada, K., Gotanda, K., Kitagawa, J.,
Haraguchi, T., Nakagawa, T.,
Yonenobu, H.: Spatio-temporal
structure of deglacial climate change:
climate changes reconstructed from
varved sediments of Lake Ichi-no-
Megata, Northern Japan, and its
correlation with global references,
XIX INQUA Congress 2011, Nagoya, Japan,
July 26 - Aug. 02, 2015.

山田和芳, 網走湖の生い立ちと年縞堆積
物 . 汽水域研究会 ,2014 年 10 月 4-5 日,
東京農業大学オホーツクキャンパス (北
海道・網走市)

山田和芳・篠塚良嗣・瀬戸浩二・米延仁
志・五反田克也・原口 強・安田喜憲,
最終氷期最寒冷期以降の一ノ目潟におけ
る陸水環境の変化 . 日本地質学会, 2013
年 9 月 14-17 日, 東北大学 (宮城県・仙
台市)

[図書] (計 3 件)

篠塚良嗣・山田和芳 2015 : 年縞による縄
文時代における気候変動 (分担共著). 津
軽海峡圏の縄文文化, 雄山閣, 49-68 .

米延仁志・山田和芳・五反田克也 2014 :
湖の底から環境の変遷をみる (分担共著).
文明の盛衰と環境変動, 岩波書店, 4-22.

山田和芳・瀬戸浩二・五反田克也・藤木
利之・原口 強・米延仁志 2014 : 内湾堆
積物に記録された過去約 2,000 年間の沖

縄諸島環境史 (分担共著). 琉球列島先
史・原史時代の環境と文化の変遷, 六一
書房, 3-17.

[その他]

ホームページ等

<https://www.fujimu100.jp/research/researcher/>

6 . 研究組織

(1) 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・准教授

研究者番号 : 6 0 5 0 8 1 6 7