

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 24 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23540536

研究課題名(和文) 高分解能琵琶湖古環境変遷記録との対比による東アジアモンスーン変動メカニズム解明

研究課題名(英文) Mechanisms of East Asian Monsoon-Intensity variation based on high resolution paleoclimate record obtained from Lake Biwa proxy

研究代表者

井内 美郎 (Inouchi, Yoshio)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号：00294786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、湖底堆積物に記録された気候変動の歴史を読み出し、変動メカニズムを解明しようというものである。対象域を滋賀県琵琶湖に設定し、湖中央部で採取されたボーリング試料中の生物源シリカ濃度・全有機炭素濃度の分析結果から湖内一次生産の変遷を復元した。また、湖岸域で実施した音波探査記録とボーリング試料の含砂率変遷を基に湖水面高度変遷史復元を試みた。その結果、一次生産の時系列変遷からこれまで注目されてこなかった約6千年の周期が見出され、この周期は赤道域日射量の季節間格差でのみ見られるものであることが明らかになり、赤道域気候変動の影響が日本列島にまで及んでいる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify climate change history based on sedimentary proxy and to clarify variation mechanism of that change. Lake Biwa was selected as a model field and drilled sediment core taken at the central part of the lake was analyzed biogenic silica contents and total carbon contents as indicators of primary production in the lake. Lake level change history was clarified based on the analysis of acoustic records obtained at the coastal area and sand content profile of drilled core at shallow bottom. A periodicity of ca. 6000 years was shown in the primary production profile. The periodicity of this kind is only found in seasonal insolation change near equatorial area which means climatic variation around Japanese islands is sometimes affected by tropical climate change.

研究分野：数物系科学

キーワード：水収支 気候変動 湖沼 堆積物 生物源シリカ 音波探査 琵琶湖 野尻湖

## 1. 研究開始当初の背景

本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ

近年、東アジアモンスーン(夏季モンスーン)強度の変動が地軸歳差運動の影響を受けた日射量変動に大きく支配されて起こっていることが様々な研究の結果明らかにされてきた(Wang et al.(2008)、Nakagawa et al.(2008)など)。これらの研究結果をもとにすれば、東アジアの夏季モンスーン変動は、温室効果による影響を度外視すれば、今後徐々に弱体化を示すことになり、急激な寒冷化への対応は不要となる。つまり、その継続期間は(2.3 万年の半分程度なので)地球温暖化に比べれば非常にゆっくりした変動であると見込まれているからである。一方、上記の測定結果(とくに Wang et al.)にはさらに短周期(数十年~数百年)の変動(ダンスガード-オシュガーサイクルなどの急激な温暖化とやや緩やかな寒冷化およびハイインリッヒイベントなどの急激な寒冷化)が観察される。これらの変動がどの程度の環境変化を東アジアにもたらすか、またそれが次にいつ起こるか、つまりどのようなメカニズムによって引き起こされるかについては、様々なモデルが提案されているが明確な解答が得られていない。今回提案する研究では、様々な周期性を持った現象の存在を明らかにし、同等の質を持った東アジア他地域の古環境記録と比較(lead-lag や magnitude 等について)し、東アジア地域とくに日本列島周辺域の気候を支配するメカニズムを明らかにしようとするものである。

本研究では、中国の洞窟における鍾乳石などから得られたもの(Wang et al.)と同様の詳細な年代プロファイルを得た上で、様々な検討を加える予定であるが、過去約 13 万年間については琵琶湖の試料ですでに良質な高分解能の結果が得られている。一方、日射量変動との対応においては約 2000 年程度の遅延(lag)を生じており、その原因究明が望まれるところである。その原因としては、同じ東アジアモンスーンといっても大陸地域と海洋地域の熱容量の違いによる応答の違いや取り扱っているプロキシ(代理指標)の違いなどが考えられるが、現在のところよい解答案はない。さらに、短周期の変動のメカニズム解明のためにはデータの蓄積が必要である。

## 2. 研究の目的

日本列島における長期的(数千年オーダー)・短期的(数 100 年オーダー)水収支変動を予測する基礎資料として、日本列島における東アジアモンスーン変動の記録を復元し、その長期的・短期的変動メカニズムを検討する。モデルフィールドを琵琶湖に設定し、現有的高島沖ボーリング試料の高分解能生物源シリカ分析を前課題から引き続いてさらにさかのぼるとともに、愛知川河口沖ボーリング試料の解析や音波探査測線の解析か

ら想定された湖水面変動の記録を再解釈することによってさらに確かなものとする。東アジア地域の様々な高精度古環境プロキシとの比較によって類似点・相違点を明らかにし、東アジアモンスーンの変動メカニズム解明を目指す。

## 3. 研究の方法

東アジアモンスーンの変動メカニズムを明らかにするため、氷期-間氷期サイクルの高分解能気候変動記録を復元する。そのために生物源シリカ濃度・全炭素全窒素濃度の高分解能記録復元を更に拡大・継続する。これにより夏季モンスーン変動の記録を復元する。次に日本列島中部の水収支の歴史を明らかにするために、琵琶湖などの湖水面変動の歴史を明らかにする。湖水面変動の記録は琵琶湖に堆積した湖底堆積物およびそのシーケンス層序学的検討によって可能である。ボーリング試料の分析および音波探査で得られた記録の解析結果から湖水位変動史を明らかにする。さらに構造運動による堆積盆の沈降も考慮して再解析を行う。

## 4. 研究成果

本研究は、湖底堆積物に記録された気候変動の歴史を読み出し、変動メカニズムを解明しようというものである。対象域を滋賀県琵琶湖に設定し、湖中央部で採取されたボーリング試料中の生物源シリカ濃度・全有機炭素濃度の分析結果から湖内一次生産の変遷を復元した。また、湖岸域で実施した音波探査記録とボーリング試料の含砂率変遷を基に湖水面高度変遷史復元を試みた。その結果、一次生産の時系列変遷からこれまで注目されてこなかった約 6 千年の周期が見出された。この周期は赤道域日射量の季節間格差でのみ見られるものであることが明らかになった。従来、日本列島の気候は偏西風帯の位置によって変動すると考えられてきた。特に、グリーンランド周辺域の気候がテレコネクションによって伝播すると考えられてきた。今回の結果は、それに加えて赤道域気候変動の影響が日本列島にまで及んでいる可能性が示唆されたことになる。さらに海水準変動より短い周期で湖水位が変動していたことを明らかにした。このことは近未来の気候に急激な変化が起こる可能性を示すものであり、注目に値する。

## 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)

中村祐貴・井内美郎・井上卓彦・近藤洋一・公文富士夫・長橋良隆:長野県野尻湖における過去約 4.5 万年の湖水位変動とその要因. 第四紀研究(査読付),vol. 52, 2013, 203-212.

行木勝彦・井内美郎・長橋良隆:福島県猪苗代湖湖底堆積物に記録された歴史的な古地震および古洪水の記録. 第 23 回環境地質学シンポジウム論文集(査読なし), 23, 2013, 201-206.

村越貴之・根上裕成・山田和芳・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリングコア中の過去約 13 万年間の生物源シリカ含有率から見た古気候変遷．第 23 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），23,2013,207-212.

井内美郎・山田和芳・岡村 眞・松岡裕美・里口保文・芳賀裕樹・林 竜馬・根上裕成・村越貴之：過去約 4.5 万年間の琵琶湖古水位変動．第 23 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），23,2013,213-218.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリング試料中の生物源シリカ含有率から復元された過去約 15 万年間の東アジア夏季モンスーン変動．第 22 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），22,2012,57-62.

Kumon, F., Kawai, S. and Inouchi, Y., 2012, High-resolution climate reconstruction during the past 72 ka from pollen, total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) analyses of the drilled sediments in Lake Nojiri, central Japan. Ono, A. and Izuhou, M.(eds.), Environmental changes and human occupation in East Asia during OIS 3 and OIS 2, British Archaeological Reports International Series 2352, 1-12. (ISBN 9781407309385)

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・岩本直哉・井内美郎：琵琶湖試料中の生物源シリカ含有率からみた過去約 15 万年間の気候変動とその要因．第 21 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），21,2012,129-134.

中村祐貴・井内美郎・公文富士夫・井上卓彦・近藤洋一：長野県野尻湖における過去約 4.5 万年の湖水面変動と急激な寒冷化イベントとの対応．第 21 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），21,2012,135-140.

井内美郎・中村祐貴・公文富士夫・井上卓彦・近藤洋一：野尻湖湖水面変動の実態と人間生活への影響．第 21 回環境地質学シンポジウム論文集（査読なし），21,2012,141-146. [学会発表]（計 38 件）

中村祐貴・井内美郎・井上卓彦：長野県野尻湖における過去約 4.5 万年の湖水位変動とその要因．日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月 20 日・21 日、幕張メッセ.

井内美郎・山田和芳・岡村 眞・松岡裕美：琵琶湖高島沖コアの年代モデル改訂について．日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月 20 日・21 日、幕張メッセ.

村越貴之・根上裕成・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリングコア中の過去約 13 万年間の生物源シリカ含有率から見た古気候変遷．日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月 20 日・21 日、幕張メッセ.

村越貴之・根上裕成・井内美郎：琵琶湖高島沖コアの生物源シリカ濃度から見た過去約 13 万年間の古気候変動．日本地質学会第 120 年学術大会，2013 年 9 月 16 日、東北大

学.

井内美郎・山田和芳・岡村 眞・松岡裕美・里口保文・芳賀裕樹・林 竜馬・根上裕成・村越貴之・岡田涼祐・松久幸樹・松野下晃治：滋賀県琵琶湖における過去約 4.5 万年間の湖水位変動：日本地質学会第 120 年学術大会，2013 年 9 月 16 日、東北大学.

村越貴之・根上裕成・山田和芳・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリングコア中の過去約 13 万年間の生物源シリカ含有率から見た古気候変遷．第 23 回環境地質学シンポジウム，2013 年 11 月 30 日、産総研.

井内美郎・山田和芳・岡村 眞・松岡裕美・里口保文・芳賀裕樹・林 竜馬・根上裕成・村越貴之：過去約 4.5 万年間の琵琶湖湖水位変動：第 23 回環境地質学シンポジウム，2013 年 11 月 30 日、産総研.

Yoshio Inouchi, Yuuki Nakamura, Fujio Kumon, Takahiko Inoue, Youichi Kondo : Lake-level change history of Nojiriko and its impact to human society. The 33rd International Congress (33IGC) in Brisbane, Australia, 2012.8.8, Brisbane, Australia.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・岩本直哉・井内美郎：琵琶湖試料中の生物源シリカ含有率の過去約 10 万年間の変動とその要因．日本地球惑星科学連合 2012 大会，2012 年 5 月 21 日、幕張メッセ.

村越貴之・根上裕成・井内美郎：琵琶湖高島沖コアの生物源シリカ濃度から見た過去約 12~25 万年間における気候変動．日本地球惑星科学連合 2012 大会 2012 年 5 月 21 日、幕張メッセ.

中村祐貴・井内美郎・公文富士夫・井上卓彦・近藤洋一：長野県野尻湖における過去約 4.5 万年の湖水面高度変動とその要因．日本地球惑星科学連合 2012 大会，2012 年 5 月 21 日、幕張メッセ.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリング試料中の生物源シリカ含有率から復元された過去約 15 万年間の東アジア夏季モンスーン変動．第 22 回環境地質学シンポジウム，2012 年 12 月 7 日、産総研.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・井内美郎：琵琶湖高島沖ボーリング試料中の生物源シリカ含有率から推定される過去約 12 万年間の高分解能古気候変動．日本地質学会第 119 年学術大会，2012 年 9 月 15 日、大阪府立大学.

村越貴之・根上裕成・井内美郎：琵琶湖高島沖コア中の生物源シリカ濃度から見た過去約 12~25 万年間における気候変動．日本地質学会第 119 年学術大会 2012 年 9 月 15 日、大阪府立大学.

Yoshio Inouchi, Toshiki Nakanishi, Naoya Iwamoto, Arata Kioka : Temperature variation record in Lake Biwa, Japan during the last 46ka: based on correlation

between observed mean temperature and biogenic silica content of surface cored sediment. XVIII International Union for Quaternary Research Congress, 2011.7.25, Bern, Switzerland.

井内美郎・中村祐貴・公文富士夫・近藤洋一・井上卓彦:海水準変動に支配されないシ-ケンス層序 長野県上水内郡信濃町野尻湖の例 . 日本堆積学会 2011 年長崎大会, 2011 年 12 月 23 日、長崎大学.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・岩本直哉・井内美郎:琵琶湖試料中の生物源シリカ含有率からみた過去約 15 万年間の気候変動とその要因. 第 21 回環境地質学シンポジウム, 2012 年 1 月 25 日、早稲田大学.

中村祐貴・井内美郎・公文富士夫・井上卓彦・近藤洋一:長野県野尻湖における過去約 4.5 万年の湖水面変動と急激な寒冷化イベントとの対応. 第 21 回環境地質学シンポジウム, 2012 年 1 月 25 日、早稲田大学.

井内美郎・根上裕成・喜岡 新・公文富士夫:琵琶湖湖底堆積物の高分解能生物源シリカ濃度プロファイルに示される過去約 4.6 万年間の気候変動周期性. 日本地質学会第 118 年学術大会, 2011 年 9 月 11 日、茨城大学.

根上裕成・中西俊貴・喜岡 新・中村祐貴・岩本直哉・井内美郎:琵琶湖高島沖ボーリングコア中の生物源シリカ含有率から推定される過去約 15 万年間の古気候変遷. 日本地質学会第 118 年学術大会 2011 年 9 月 11 日、茨城大学.

21 村越貴之・中西俊貴・岩本直哉・天野敦子・井上卓彦・喜岡 新・井内美郎:琵琶湖高島沖ボーリングコア中の生物源シリカ含有率から復元された過去約 4.6 万年間の古気候変遷. 日本地質学会第 118 年学術大会, 2011 年 9 月 11 日、茨城大学.

22 中村祐貴・近藤洋一・井内美郎:長野県野尻湖におけるユニブーム音波探査記録から見た相対的湖水面変動史. 日本地質学会第 118 年学術大会, 2011 年 9 月 11 日、茨城大学.

23 井内美郎・根上裕成・喜岡 新・公文富士夫:琵琶湖湖底堆積物の高分解能生物源シリカ濃度プロファイルに示される過去約 4.6 万年間の古環境変遷. 日本地球惑星科学連合 2011 大会, 2011 年 5 月 25 日、幕張メッセ.

24 村越貴之・喜岡 新・中西俊貴・岩本直哉・天野敦子・井上卓彦・井内美郎:琵琶湖高島沖ボーリング試料の生物源シリカ含有率から復元した高分解能古環境変遷史. 日本地球惑星科学連合 2011 大会, 2011 年 5 月 25 日、幕張メッセ.

25 根上裕成・喜岡 新・中西俊貴・岩本直哉・中村祐貴・井内美郎:琵琶湖高島沖ボーリングコア中の生物源シリカ含有率からみた過去約 15 万年の気候変動. 日本地球惑星科学連合 2011 大会, 2011 年 5 月 25 日、幕張メッセ.

26 喜岡 新・中西俊貴・根上裕成・中村祐貴・

岩本直哉・公文富士夫・井内美郎:琵琶湖高島沖ボーリング試料中の生物源シリカ含有率から復元された過去約 14 万年間の東アジア夏季モンスーン変動. 日本地球惑星科学連合 2011 大会, 2011 年 5 月 25 日、幕張メッセ. [ 図書 ] ( 計 0 件 )

[ 産業財産権 ]  
出願状況 ( 計 0 件 )

取得状況 ( 計 0 件 )

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

井内美郎 ( INOUCHI YOSHIO )  
早稲田大学人間科学学術院 教授  
研究者番号 : 00294786