

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：82706

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651019

研究課題名(和文)湖の年縞堆積物を用いた過去数百年にわたる気候変動復元

研究課題名(英文) Reconstruction of climate change over the past a couple of centuries using lake
verve sediment

研究代表者

原田 尚美 (HARADA, Naomi)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・研究開発センター長代理

研究者番号：70344281

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)：過去数十年にわたる我が国の気候変動の実態を明らかにした研究例はほとんどない。そこで東北地方の湖に堆積した年縞堆積物を利用し、過去約60年にわたる中国の砂漠起源のダストに記録された偏西風の卓越場の南北変動(南に卓越すると北日本は寒く、北に卓越すると北日本は暖かい傾向)について明らかにすることを目的として研究を実施した。秋田県一ノ目潟湖の堆積物の石英分析の結果、1960年代前半、1970年代後半から1980年代前半にタクラマカン砂漠からのダスト供給量がゴビ砂漠からの供給量に比べて増加していたことがわかった。このようなダスト供給源の変動は、十年規模の偏西風経路変動に伴って生じたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to understand the past environmental change over the past decades in the northern Japan where is the blank area and period of paleoclimatology, although the importance of reconstruction during the past centuries is described by IPCC report. We used the lake sediment core, Ichinomegata in Akita prefecture. This core has lamination and records annual or seasonal environmental change. We focused on the understanding the north and south migration of Westerly associated with climate change over the past 60 years. The northward prominent of Westerly means relatively warm climate in the northern Japan and vice versa. As a result, dust supply from the Taklimakan increased as compared with that from the Gobi in the beginning of 1960's, from the end of 1970's to early 1980's. The decadal oscillation that major dust source Desert changes between Taklimakan and Gobi might be related to the decadal oscillation of the Westerly north and south migration.

研究分野：古環境学

キーワード：古気候 湖堆積物 偏西風 ダスト

1. 研究開始当初の背景

「地球温暖化」は、地球上の生物圏全体がその影響を被る今世紀最大の環境問題である。大気中二酸化炭素濃度の増加速度を考えると、これまで地球が経験したことの無い速度で上昇している (Royer, 2006) ことから、地球史上最大の問題とも言える。この環境問題に対し、気温上昇や海面上昇および海洋酸性化など地球規模の危惧がなされる一方で、環太平洋における地域規模の気候変化について、特に我が国における実態を明らかにした研究例はほとんどない。さらに、過去数百年に遡った時代の気候復元の研究は、IPCC レポートでも重要視されているにも関わらず、我が国のデータは北米および北欧中心のグローバルネットワークに含まれていない (Mann et al., 2009)。従って、本研究結果を始め、環太平洋域の地域気候データの系統的な蓄積は、データの空白域を埋める点でも意義のある研究と言える。

2. 研究の目的

研究対象域は東北地方の一ノ目潟 (秋田県) と小川原湖 (青森県) である。我が国の気候はアジア夏季モンスーン、冬季モンスーンの影響を受ける。これまで、秋田県沖の日本海海底堆積物に含まれる石英の電子スピン共鳴信号強度 (ESR) 及び結晶化度データを利用したダストの供給源推定が行われ、1000 年スケール気候変動に伴ってダストの主な供給源が、タクラマカン砂漠とゴビ砂漠との間で時代によって変化してきたこと、それが偏西風卓越場の南北移動の影響によるものであることがわかってきた (Nagashima et al., 2007)。偏西風軸の南北移動はアジア夏季モンスーンや冬季モンスーンの盛衰と関係しており、北寄りに偏西風の卓越場が位置すると、北日本は夏の季節性が優位となり (温暖)、南寄りに位置すると冬の季節性が優位となる (寒冷)。この解釈を利用して、本研究では、北日本の湖沼や汽水域に堆積した年縞堆積物 (木の年輪のように縞模様になる年の堆積が記録された堆積物) を利用し、過去 100 年程度まで遡って、年や季節ごとの湖水の表層水温や中国の砂漠起源のダスト (石英粒子) に記録された偏西風の卓越場を復元することにより、同地域の気候がどのように変動してきたのかについて明らかにすることを目的としている。

3. 研究の方法

湖底堆積物は、2012 年の 8 月に一ノ目潟の中央部から採取された全長約 29cm (1949 年 ~ 2012 年に相当) の堆積物を用いた。小川原湖 (OGWR09 core, 20m) については、新学術領域研究「環太平洋の環境文明史」(H21~H25: 研究計画 A01 年縞堆積物による環太平洋諸文明の高精度環境史復元, 研究代表者: 米延仁志) によって採取された既存のコアを利用させていただいた。以下の 2 つの計

画を進める。

(1) 一ノ目潟ならびに小川原湖の湖底堆積物に記録されたアルケノン (植物プランクトンが合成する水温指標性の有機化合物。分解耐性があり、堆積物にもよく保存される) 並びに石英の ESR・結晶化度分析による過去の湖水水温とダスト供給源変動の復元を行う。

(2) 両湖の表層水中懸濁粒子のアルケノン分析を行い、季節湖水水温変化のデータ蓄積とアルケノン水温換算式を構築する。懸濁粒子中のアルケノン分析を行う。3 年間データを蓄積することでアルケノンが主に合成される季節を把握する。

4. 研究成果

一ノ目潟の表層コア試料を用いて、試料中の碎屑物の粒度分析や鉱物組成分析、ダストの主要構成鉱物であり風化や続成の影響を受け難い石英の電子スピン共鳴 (Electron Spin Resonance, ESR) 信号強度および結晶化度 (Crystallinity Index, CI) さらに予察的にカソードルミネッセンスの測定を行った。このうち、特に東アジア起源のダストの識別に有効である粒度分布、石英の ESR 信号強度と CI の結果について報告する。

(1) 碎屑物の粒度分布

一ノ目潟コアに含まれる陸源碎屑物は clay ~ medium sand サイズの粒子からなり、1964 年の新潟地震と 1983 年の日本海中部地震によって堆積したと推定されるタービダイト層では coarse silt ~ sand の割合が増加した (図 1)。日本列島に降下したダスト試料の粒度分布と比較した結果、ダストは一ノ目潟・陸源碎屑物の 20 μm 以下に含まれていることが期待され、20 μm 以上のほとんどが湖周

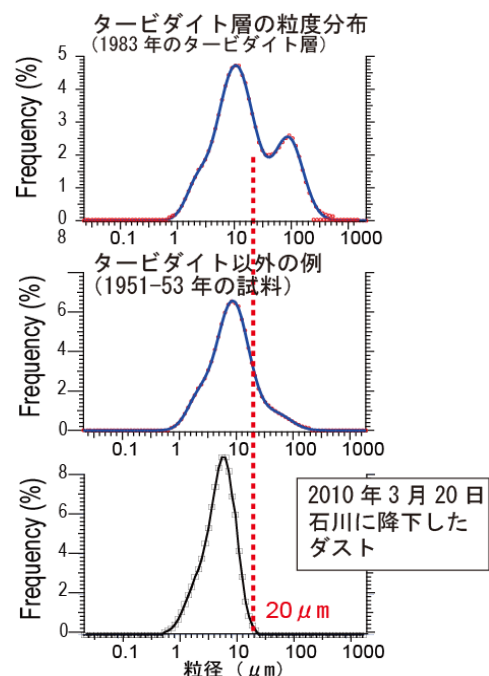


図 1. 一ノ目潟堆積物中の碎屑物とダスト試料の粒度分布比較

辺から運ばれた砕屑物であることが分かった。

(2) 石英の ESR 信号強度および結晶化度
 ダストの寄与が期待される 20 μm 以下の砕屑物粒子のうち、ESR 分析に適さない 0-4 μm を取り除いた 4-20 μm と、湖周辺からの寄与を示す 20 μm 以上について、石英の ESR 分析および結晶化度の測定を行った。その結果、4-20 μm の石英は 20 μm 以上の石英に比べ高い ESR 信号強度を持つことが分かった (図 2)。ESR vs. CI のダイアグラム上で、主な砂漠 (タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠) の分布と比較した結果、一の目潟に堆積する 4-20 μm の石英の約 10~30% (周辺からの石英の値をここでは仮に一の目潟 > 20 μm 石英の値 ESR=0.5±0.2, CI=6.7±0.5 とした) がダスト由来の石英であると推測される (図 2)。

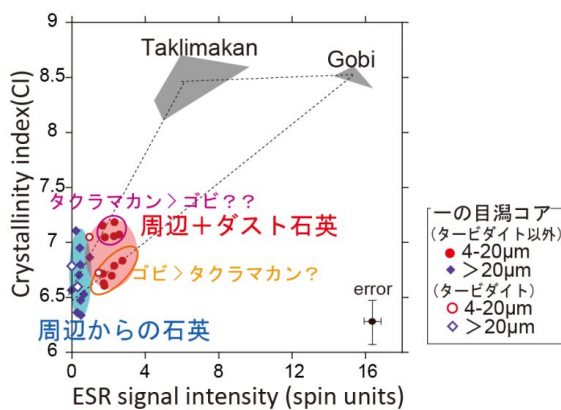


図 2. 石英 ESR 信号強度 vs. 結晶化度
 タクラマカン・ゴビ砂漠の値は Sun et al. (2007) に基づく

次に、ESR vs. CI のダイアグラムを基に推定した湖周辺、タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠起源の石英の割合を、4-20 μm の石英フラックス (定容量サンプル中の陸源砕屑物の重量、年縞、石英含有量から推定) に掛け合わせて各石英フラックスを計算したところ、両砂漠から供給されたダスト由来の石英フラックスは 4-26 g/m²/yr の値を持ち、2009-2010 年の日本付近のダスト沈積フラックス (Osada et al., 2013) に平均的なダスト中の石英含有量を掛け合わせた値 (3-7 g/m²/yr) の約 1

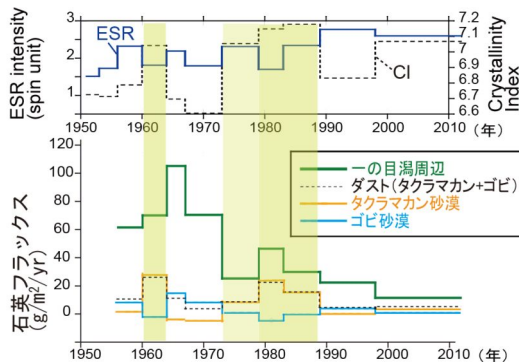


図 3. 4-20 μm 石英の ESR 信号強度、結晶化度、供給源毎の石英フラックス推定値の時系列変化。緑色のハッチは、タクラマカン砂漠からの供給が卓越する時代を示している。

~4 倍の値を示した (図 3)。ダスト石英フラックスの経年変動はその推定誤差 (それぞれの値に対して 10-60% の推定誤差を持つ) を考えると、有意とは言えないが、1960 年代前半、1970 年代後半~1980 年代前半に、タクラマカン砂漠からの石英供給がゴビ砂漠からの石英供給に対して有意に増加したことが分かった。こうしたダスト供給源の変動は、十年規模の偏西風経路変動に伴って引き起こされた可能性が高く、ダスト輸送の季節性の変化を反映している可能性も考えられる。なお、本研究ではより古い時代に遡るため、過去に一の目潟で採取された掘削コアの予察分析も行ったが、年縞による年代決定を行っている最中であり、より長期のダスト供給源推定については今後の課題となった。

引用文献

Mann et al., 2009, Science 326 DOI: 10.1126/science.1177303
 Nagashima et al., 2007, Palaeo-3, 247, 144-161
 Royer, 2006, Geochim Cosmochim Acta 70, doi:10.1016/j.gca.2005.11.031; <http://www.cmdl.noaa.gov>
 Sun et al., 2007, Atmos. Environ. 41, 8537-8548.

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 3 件)

長島佳菜 (2014) 石英結晶の物理的性質に基づくダスト供給源推定と過去の偏西風変動の復元、地球化学 14, 1-12 (査読あり)。
Nagashima, K., R. Tada, S. Toyoda (2013) Westerly jet-East Asian summer monsoon connection during the Holocene. Geochemistry Geophysics Geosystems, 14, doi:10.1002/2013/GC004931 (査読あり)。
長島佳菜、豊田新 (2012) 風成塵から眺めた古気候研究、エアロゾル研究 27, 284-291 (査読あり)。

[学会発表](計 5 件)

長島佳菜、笹岡晃征、東久美子、原由香里 (2014) 「堆積物を用いた、アジアダスト長距離輸送の季節性の検証」風送ダスト研究会、2014年12月12日、「九州大学応用力学研究所 (福岡県博多市)」
長島佳菜、多田隆治、豊田新 (2014) Westerly jet-East Asian summer monsoon coupling on a millennial time scale during the Holocene. 第16回AMSシンポジウム、2014年3月20日「日本原子力研究開発機構 (茨城県東海村)」
長島佳菜、鹿山雅裕、西戸裕嗣、豊田新、黒崎泰典 (2013) カソードルミネッセンス

を用いた個別石英粒子の供給源推定、2013年度日本地球化学会第60回年会、2013年9月11日、「筑波大学（茨城県つくば市）」
長島佳菜、山田和芳、原田尚美、米延仁志、（2013）「一ノ目潟・年縞堆積物中ダストから何がわかるのか？」 2012年度古海洋シンポジウム、2013年1月7日、「東京大学大気海洋研（千葉県柏市）」
Nagashima, K. (2012) Provenance study of Asian dust based on ESR signal intensity of the E1' center, crystallinity, and spectrum of quartz, 3rd Asian Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance dating, 2012年11月21日、「岡山理科大学（岡山県岡山市）」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原田 尚美 (HARADA, Naomi)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
観測研究開発センター・研究開発センター
長代理
研究者番号：70344281

(2) 研究分担者

長島 佳菜 (NAGASHIMA, Kana)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
観測研究開発センター・技術研究員
研究者番号：90426289