

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23651180

研究課題名(和文) 考古地磁気法を利用した低頻度メガリスク災害解明のための分析手法開発に関する研究

研究課題名(英文) Development of Analytical Method of Low Frequency High Impact Disaster by Using Archaeomagnetic Dating

研究代表者

宮島 昌克 (MIYAJIMA, MASAKATSU)

金沢大学・環境デザイン学系・教授

研究者番号：70143881

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：富山県と新潟県の遺跡の発掘により検出された液状化現象に伴う噴砂を考古地磁気法により分析した結果、中世の時代の地震など、古文書で知られる地震に対する噴砂が確認でき、当時の地震の規模や影響範囲が検討できた。また、古文書にない弥生時代の地震の年代を決定することができた。以上のように、考古地磁気法を利用することにより、古文書にも記されていない古くて大きな地震による液状化の発生を推定することができ、低頻度メガリスク災害の解明に向けた糸口を明らかにすることができた。さらに、大規模な深層崩壊の規模を推定する可能性も示唆された。

研究成果の概要(英文)：The archaeomagnetic dating method is practical because detailed secular variations in the geomagnetic field during the past 2,000 have been clarified in Japan. We conducted the archaeomagnetic dating in Toyama and Niigata Prefectures, where sand boiling of liquefaction phenomena was studied. We conclude that the archaeomagnetic dating is useful for the dating of low frequency high impact disaster such as eruption of volcano and extensive soil liquefaction.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム・自然災害科学

キーワード：考古地磁気学 ハザードマップ 低頻度メガリスク災害

1. 研究開始当初の背景

都市直下型地震や火山噴火によってもたらされる低頻度メガリスク災害は、文字通り再現期間が数百年から千年以上と非常に長いので、災害の記録が十分に残されていないのが現状である。しかし、発生頻度は低くとも繰り返し発生している災害にはいつかは遭遇することになるので、過去の災害の実情を可能な限り正確に把握し、ハザードマップの作成などに活用することが重要である。

近年、考古地磁気学の分野で、地磁気を利用して土砂流出により運搬された堆積物や火山活動による火山堆積物の年代や堆積過程を特定する手法が研究分担者の酒井により発表されている。すなわち、水中での堆積物は、供給源からの運搬、堆積の過程を残留磁化として記録しており、堆積物の粒子配向と構造は、堆積物の形成後に地殻変動などを受けなければ長期間変化しないので、この堆積過程の化石を帯磁率異方性により探ることができると期待される。

地盤液状化に伴う噴砂に適用することにより、同様の手法で古地震の年代推定も可能となる可能性がある。年代推定で汎用される放射性炭素年代推定法は噴砂そのものには適用できないので、地磁気を利用した年代推定が可能となれば画期的である。

また、火山堆積物については熱消磁法を用いた堆積時の定置温度推定と、火山堆積物の残留磁化が地磁気の化石となっている特性を利用した年代推定が可能となりつつある。

本研究では、有史以来繰り返し地震が発生している信濃川流域の噴砂の調査分析、白山別当谷の大崩壊による崩壊堆積物の調査分析を実施し、磁気物性を利用した低頻度メガリスク災害の分析手法の確立を目指すことを研究開始当初に想定した。

2. 研究の目的

考古地磁気学の分野で開発が進められている残留磁化を解析する手法を、過去に発生した低頻度メガリスク災害にいち早く適用し、その発生年代や災害規模を正確に把握することにより、低頻度メガリスク災害に対するハザードマップの精緻化に貢献することが、本研究の目的である。本研究では、有史以来繰り返し地震が発生している信濃川流域の噴砂の調査分析、白山別当谷の大崩壊による崩壊堆積物の調査分析を実施し、磁気物性を利用した低頻度メガリスク災害の分析手法の確立を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、信濃川流域の噴砂の調査分析、白山別当谷の大崩壊による崩壊堆積物の調査分析を実施し、磁気物性を利用した低頻度メガリスク災害の分析手法の確立を目指し、以下の方法で研究を行った。

新潟県では近年の50年間で3回の大きな地震が起きているが、理科年表によれば、863年の貞観地震以来十数回の地震が記録されている。これらの地震について文献調査を行い、信濃川流域で液状化の発生が推定される地震を明らかにする。

地中レーダ探査法を用いて信濃川河川敷および堤防における噴砂の痕跡を探査し、過去の地震において液状化発生の可能性が考えられる地域において集中的にサンプルを採取する。研究分担者の酒井が既に保有している超伝導磁力計、消磁装置、帯磁率異方性機器を用いて、噴砂の残留磁化を分析し、磁気の偏角、伏角と地磁気強度を明らかにし、過去の地磁気の変動から得られているシュミットネット投影図から噴砂として堆積した年代を推定する。その結果から、大規模地震における液状化領域を推定することができ、それらの情報をハザードマップの作成に反映することを検討する。

噴砂として堆積した年代を推定するばかりでなく、液状化状態で流動した移動量なども推定できる可能性が指摘されているので、液状化に伴う地盤大変形の推定手法の確立を試みる。変位量の推定も含めて、考古磁気学的分析の改善について検討する。

1934年に発生した白山別当谷の大崩壊では、前年の豪雪による残雪と豪雨の影響で白山の別当谷で大崩壊が発生し、源流から河口まで甚大な被害が発生した。この大崩壊の文献調査を行うとともに、崩落堆積物を採取する。崩壊堆積物を対象に残留磁化を分析し、磁気の偏角、伏角と地磁気強度を明らかにする。過去の地磁気の変動から得られているシュミットネット投影図を用いて堆積した年代を推定し、年代推定の誤差について検討する。崩落堆積物の地磁気強度と堆積物の流下距離の関係などについて検討し、ハザードマップへの利用方法について検討する。

4. 研究成果

理科年表に示されている貞観地震以来十数回の地震についての文献調査を行い、そのうち新潟県では貞観地震での液状化が広範囲に及んだことが明らかになった。一方、地球電磁気の研究手法による調査では、富山県の常願寺川護岸工事に伴う露頭において認められた、洪水性の堆積物と推定される堆積物について、磁気物性も含めた研究を実施し

た結果、安政飛越地震に伴う立山カルデラ崩壊物の可能性も示唆された。

さらに、富山県と新潟県の遺跡の発掘により検出された噴砂を研究した。噴砂の残留磁化が当時の地磁気方向を記録していることを確かめて、過去の地磁気変動と対比して時代を調べた。調査の結果、中世の時代の地震など、古文書で知られる地震に対する噴砂が確認でき、当時の地震の規模や影響範囲が検討できた。また、古文書にない弥生時代の地震の年代を決定することができた。以上のように、考古地磁気法を利用することにより、古文書にも記されていない古くて大きな地震による液状化の発生を推定することができ、低頻度メガリスク災害の解明に向けた糸口を明らかにすることができた。

一方、国土交通省により掘削されたボーリングコアについて磁化研究を行った結果、近傍地域での深層崩壊で流れ込んだ堆積層が判別でき、大規模な深層崩壊の規模を推定する可能性が示唆された。

考古地磁気法により、過去の液状化を伴う大きな地震の発生個所や頻度がある程度特定できたため、それらの地震動による、より広範囲な被害の推定を行うための手法の検討を行った。すなわち、地盤構成と地震被害の関係について、特に新潟県中越地震における被害を検証し、表層地質データとボーリングデータを用いた指標について検討した。この検討結果より、地盤災害の主要因として地下水の影響が大きいので、地域における土壌水分変化の特性を検討する必要性が明らかとなった。そこで、土壌水分を多点で測定し、リアルタイムでデータを取得するシステムを構築し、被害推定の精度向上を図る体制を整えた。水分計は河川堤防や地すべりが懸念される斜面にも設置しており、今後、水分量変化と地盤変状の関係について詳細な分析を行うことが期待できる。

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11件)

酒井英男、菅頭明日香、小黒智久、泉良紀、竪穴住居上屋土壌の火災による落下状況を残留磁化から探る研究、情報考古学、Vol. 19, pp. 28-35, 査読有, 2013.
杉本利英、酒井英男、花崗岩類熱水変質地帯でのトンネルの地質調査における磁気調査の有効性、土木学会論文集 F1 (トンネル工学) 特集号、Vol. 69, pp. 1-9, 査読有, 2013.

Takahara, T., A Study on the New Evaluation Method for Liquefaction Considering Topology and River Basin,

International Journal of Landslide and Environment, Abstract Volume, Vol. 1, No. 1, pp. 99-100, 査読無, 2013.

Yoshida, M. and Miyajima, M., Application of Liquefaction Countermeasure Technique by Log Piling for Existing Residential Houses, International Journal of Landslide and Environment, Abstract Volume, Vol. 1, No. 1, pp. 133-134, 査読無, 2013.

酒井英男、富山市今市遺跡の洪水堆積物、焼土、道路上遺構堆、富山市埋蔵文化財調査報告、Vol.54, pp. 56-63, 査読無, 2012.

酒井英男、西金屋・西金屋窯跡における土師器焼成遺構の地、富山市埋蔵文化財調査報告、Vol.48, pp. 21-24, 査読無, 2012.

酒井英男、遺跡の電磁気探査と考古地磁気の紹介、埋文とやま、Vol. 119, pp. 2-3, 査読無, 2012.

酒井英男、木村克之、菅頭明日香、泉良紀、富山県高岡市下佐野遺跡の焼土および噴砂の磁化と年代の研究、北陸新幹線建設に伴う埋蔵文化財発掘報告、富山県埋蔵文化財調査振興財団、pp. 148-153, 査読無, 2012.

Takahara, T., In Situ Measurements Using Developed High Resolution Capacitance Type Sensor and Its Performance Evaluation, Proceedings of the International Workshop on ICT in Geo-Engineering, pp. 69-76, 査読無, 2012.

Takahara, T., Relationship between Damage of Levee and Its Resonant Frequency in Shinano River Subjected to Niigata Chuetsu Earthquake in 2004, Proceedings of 10th International Symposium on Mitigation of Geo-disasters in Asia, pp. 33-40, 査読無, 2012.

酒井英男、木村克之、新潟県阿賀野市境塚遺跡で認められた噴砂の探査と磁化の研究、阿賀野市埋蔵文化財発掘調査報告書第4集、新潟県阿賀野市教育委員会、pp. 200-205, 査読無, 2011.

〔学会発表〕(計5件)

Miyajima, M., Performance of Drinking Water Pipelines in Liquefaction Areas in the 2011 East Japan Earthquake, The 11th International Symposium on Mitigation of Geo-disasters in Asia (招待講演), 2013.10.22-24, Radisson Hotel, (Kathmandu, Nepal).

杉本利英、宮島昌克、高原利幸、野村誠

紀、PL 値と流域地形を組み合わせた新しい液状化危険度区分の提案、第 48 回地盤工学研究発表会、2013 . 7.23 - 24、富山国際会議場（富山県富山市）

高原利幸、静電容量式水分計の性能評価、第 47 回地盤工学研究発表会、2012 .7.14 - 16、八戸工業大学（青森県八戸市）

酒井英男、岩石磁気計測の砂防への応用、砂防学会平成 24 年度砂防・土木技術者研修会（招待講演）2012 .7.7 - 9、京都大学防災研究所（京都府宇治市）

酒井英男、自然界の残留磁化 - 磁場、電流、温度のセンサとしての、電磁力関連のダイナミクス（SEAD24 シンポジウム）（招待講演）2012 .5.16 18、富山大学（富山県富山市）

〔図書〕（計 1 件）

酒井英男、考古学を科学する、中條利一郎、酒井英男、石田一編著、臨川書店、292 頁、2011 .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

宮島 昌克(MIYAJIMA MASAKATSU)
金沢大学・環境デザイン学系・教授
研究者番号：70143881

(2)研究分担者

酒井 英男(SAKAI HIDEO)
富山大学・理工研究部・教授
研究者番号：30134993

吉田 雅穂(YOSHIDA MASAHO)
福井工業高等専門学校・環境都市工学科・教授
研究者番号：90210723

高原 利幸(TAKAHARA TOSHIYUKI)
金沢大学・環境デザイン学系・助教
研究者番号：20324098