

令和 7 年 6 月 26 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2024

課題番号：21K18921

研究課題名（和文）過去100万年規模の宇宙線起源81Kr変遷の復元による地下水絶対年代測定法の提案

研究課題名（英文）Proposal of an absolute dating method for groundwater using the reconstruction of cosmic ray-derived 81Kr variations over the past 1 million years

研究代表者

太田 朋子（Ohta, Tomoko）

長岡技術科学大学・工学研究科・准教授

研究者番号：30373020

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：高レベル放射性廃棄物（HLW）の処分サイトの選定は国際社会における課題である。本邦の堆積岩地帯のフィールドで地下深部の核種情報、地下水年代（涵養時間）、地下水の起源情報を得るため、地下水のフィールド調査と地下水中の核種の化学分離精製・分析、および室内試験により地下水年代測定の精度に係わる要因を模索した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高レベル放射性廃棄物（HLW）の処分サイトの選定は国際社会における課題である。地下深部の埋設部より放射性核種が滲出したときに、核種が地下深部を移動できる駆動力は地下水のみである。本邦の堆積岩地帯のフィールドで地下深部の核種情報、地下水年代（涵養時間）、地下水の起源情報を得るためのフィールド試験、室内試験を行い、地下水年代測定の精度に係わる要因を見出す研究を行った。

研究成果の概要（英文）：The selection of sites for the disposal of high-level radioactive waste (HLW) represents a considerable challenge for the international community. In order to obtain information on radionuclides in deep underground, groundwater age, and the origin of groundwater in the country's sedimentary rock areas, field surveys were conducted. These field surveys involved the chemical separation and purification of radionuclides in groundwater, and laboratory tests were then carried out in order to investigate factors affecting the accuracy of groundwater age determination.

研究分野：環境動態解析

キーワード：地下水 放射性核種 宇宙線生成核種 地下水年代

1．研究開始当初の背景

地球上の水資源の中で人類がアクセスしやすく体積が大きい淡水資源は地下水であり、持続可能な資源として活用するために、地下水の循環速度の速さ（地下水年代の若さ）を指標にできる。高レベル放射性廃棄物（HLW）の処分サイトの選定は国際社会における課題である。地下深部の埋設部より放射性核種が滲出したときに、核種が地下深部を移動できる駆動力は地下水のみである。地下深部の水の流れは複雑であり、地下水流動の指標として地下水年代測定開発は重要である。

2．研究の目的

国内の地下水等を対象にした宇宙線由来の核種分析により、地下水が涵養された時間を明らかにする基礎研究を実施するとともに、地下水年代測定の精度に係わる要因の特定を行う。

3．研究の方法

本邦の堆積岩地帯のフィールドで地下深部の核種情報、地下水年代（涵養時間）、地下水の起源情報を得るため、地下水のフィールド調査と地下水中の核種の化学分離精製・分析、および室内試験により地下水年代測定の精度に係わる要因を模索した。

4．研究成果

- 1) 堆積岩地帯の地質・地理情報等および実地調査で得られた情報を基に、現地の採水（放射性希ガス、安定希ガス、地化学情報、放射性核種）で活用できる装置と降雪の時期の調査にも対応できるデバイスの改良・更新を行い、冬季の地下水フィールド調査も実施可能とした。
- 2) 堆積岩地帯で地下水のフィールド調査を行い、現地調査で地化学情報を得、フィールドで得られた地下水中の主要元素をイオンクロマトグラフィーとICP-OESで分析を行った。微量元素は誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)で、放射性核種分析を加速器質量分析計(AMS)等で分析を実施した。地下水中の水同位体比（ δD , $\delta^{18}O$ ）は安定同位体比分析装置（質量分析法）で実測値を得た。
- 3) 地質・地理条件の異なる数地点で核種の観測を行い、地下水年代情報を得た。先行研究では氷期に涵養された地下水と考えられていた地下水も調査対象としたところ、核種分析等の結果、氷期に涵養された可能性は低いことがわかった。
- 4) 断層付近の堆積岩地帯の地下水年代 100 年超の地下水を対象に、地下水中の放射性ハロゲン分析を実施したところ、核実験以降の天水起源の地下水の混入があることが判明した。
- 5) 堆積岩地帯の希ガス放出の基礎に係わる情報の取得のため、岩石中の希ガスの室内試験を行ったところ、地下深部の変動に伴い地下水へ溶出する希ガス量の増加がみられることが分かった。地下水年代測定の精度に影響のある因子を特定することができた。

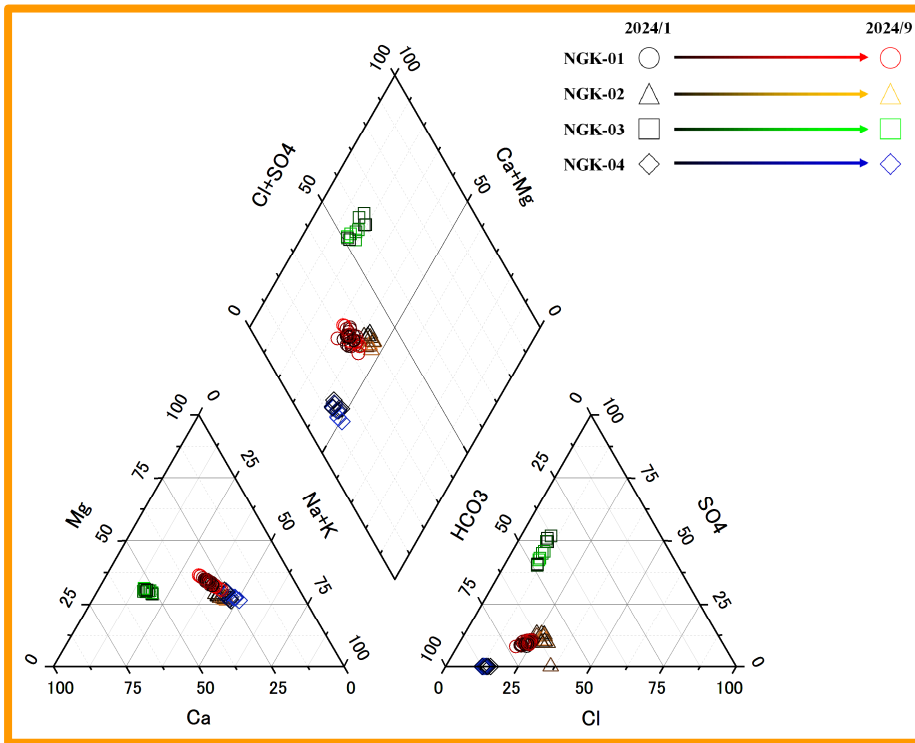


図1 堆積岩地帯フィールドの水質マップ

- 6) 能登半島地震前後の新潟・堆積岩地帯の地下水中のラドンの連続観測を行ったところ、地下水中のラドンの変動は見られなかった。一方、人間活動の影響により、地下深部の変化に起因するラドンの変動が観測された。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Ohta Tomoko, Fukutani Satoshi, Kubota Takumi, Mahara Yasunori	4. 巻 40
2. 論文標題 Tritium concentration in the modern commercial D2O reagents	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1927 ~ 1930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-024-00615-6	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 Ohta Tomoko, Fifield L. Keith, Palcsu L?szl?, Tims Stephen G., Pavetich Stefan, Mahara Yasunori	4. 巻 13
2. 論文標題 Record of 3H and 36Cl from the Fukushima nuclear accident recovered from soil water in the unsaturated zone at Koriyama	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-46853-y	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

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 武雄諒, 太田朋子, 高田晋
2. 発表標題 新潟県長岡地域における地理条件と地下水ラドン濃度の関係性調査
3. 学会等名 日本原子力学会関東甲越支部 第 16 回学生研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢澤透唯, 武雄諒, 高田 晋, 吉田喜洋, 徳永朋祥, 太田朋子
2. 発表標題 長岡地域における地下水中ラドン濃度の季節変動調査
3. 学会等名 日本地下水学会2024年秋季講演会
4. 発表年 2024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
研究 分担 者	窪田 卓見 (Kubota Takumi) (90335240)	京都大学・複合原子力科学研究所・助教 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------