

むらかみ ひろあき

氏名	村上 裕晃
授与学位	博士(理学)
学位記番号	理工博甲683号
学位授与年月日	平成28年3月17日
学位授与の要件	学位規則第4条1項
研究科, 専攻の名称	理工学研究科(博士後期課程) 自然科学基盤系専攻
学位論文題目	西南日本における深部流体の特徴と地表付近での挙動について (The geochemical feature and behavior of the deep-seated fluid near the ground surface in southwest Japan)

論文審査委員	主査	山口大学教授	坂口 有人
		産業技術総合研究所	風早 康平
		山口大学教授	大和田 正明
		山口大学教授	宮田 雄一郎
		山口大学教授	田中 和広

【学位論文内容の要旨】

近年、地震観測データや計算機・分析機器の性能の向上と手法の開発により、日本列島下での精密な地震分布や地震波速度構造が解明され、地下 300m を超える深部に存在する非天水起源の流体、すなわち「深部流体」の存在や分布傾向が明らかになってきた。また、地表で湧出する深部流体はマントル起源の物質を含み、大規模な構造線に沿う傾向があると言われている。しかし、深部流体の上昇・湧出といった地表付近における挙動について詳細に検討された例はほとんどない。深部流体は地下水の地化学的・水理学的特徴に影響を与えるため、その挙動の解明は現在世界中で検討および展開されている高レベル放射性廃棄物の地層処分事業をはじめとして、地下深部の空間を利用する事業に対して重要な知見をもたらすと考えられる。

本研究では、島根県南西部～山口県北東部に分布する深部流体を対象として、地表踏査や水質・ガス分析などの調査結果から深部流体の地化学的な特徴や分布傾向を明らかにし、深部流体の地表近傍における挙動について考察を行った。

本研究で明らかになった主な点は以下である。

(1) 調査地域の深部流体について

- 調査地域の鉱泉水には、スラブから脱水した流体が関与していると考えられる。
- 調査地域の深部流体は表層水によって半分以下に希釈されている。この希釈は地下 1,600m の地点で生じている。
- 地震波トモグラフィーや深部低周波微動の分布に加えて、調査地域周辺における鉱泉水の塩化物イオン濃度やヘリウム同位体比の分布は、調査地域を中心としたスポット状を示す。これらのデータは、深部流体の拡がりを示す可能性がある。
- 深部流体の分布やその流量の傾向から、深部流体は大原湖-弥敷山西断層系を水みちとして利用していると考えられる。一方で、数 km スケールにおける深部流体の分布傾向からは、深部流体は活断層だけでなく、それと交差する地質断層や地層境界などに沿って分布すると推測される。
- 深部流体の湧出箇所は河床に偏在しており、上位に堆積層がある地域では地下に伏在している可能性がある。これらのことから、深部流体の地表付近における挙動は、表層地下水や地質・地質構造に大きく規制されていると考えられる。

(2) 西南日本に分布する深部流体の特徴について

- 深部流体の大局的な分布は、第四紀火山や大規模構造線などの地質的要因に規制されている可能性が

高い。また、深部流体は大規模構造線から水平に 20 km 程度の幅に分布する。その離間距離は、構造線の規模と関係している可能性がある。

- ・ 深部流体は、地表付近では活断層と交差する地質構造を利用していると考えられる。また地表付近では、断層破碎帯だけではなくその周辺に発達する透水性の高い領域を利用していると考えられる。
- ・ 兵庫県有馬地域を除き、深部流体は表層地下水によって半分程度に希釈されていると考えられる。表層水による希釈が生じている深度は千数百 m 規模である。

【論文審査結果の要旨】

本審査論文は、深部岩盤を対象とする放射性廃棄物の地層処分における深部流体の影響を評価することを目的として、西日本における深部流体の起源と地表付近での挙動を議論している。地化学分析と地質調査とをベースとして、既存の物理探査や地震観測データと組み合わせて、プレート沈み込み帯における総括的な深部流体移動モデルを提案している。特に津和野地域を例としてきわめて詳細な地質調査や化学成分分析に基づいて、深部流体は地殻浅部では活断層を主な流動経路としていることを指摘し、プレート沈み込み帯の大局的な深部からの流動を前提として、地表付近における流体挙動をモデル化している。そしてこれに基づいて放射性廃棄物の地層処分における深部流体の影響を評価できる調査方法プロトコルを示している。地層処分に關しては、様々な観点から処分場のサイト選定や安全評価に關して検討されているが、深部流体の実態分析に基づいた具体的な評価方法を提案するものはなかった。本論文は、その基礎データからモデル化、そして安全評価方法の提案までを試みる包括的内容である。

本論文は下記の 7 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の目的と研究の位置づけを述べるとともに、地層処分事業における深部流体の考え方の概説を述べている。

第 2 章では、深部流体の既往研究を整理し、深部流体を定義している。また、深部流体を化石水、火山性流体、有馬型流体の 3 つの小分類し、それぞれの特徴について概説している。

第 3 章では、島根県南西部から山口県北東部における高塩濃度流体の調査研究の結果が述べてある。調査地域の地質概要と既往研究、高塩濃度地下水とガスの湧出位置の概略、そして調査内容が記され、スラブを起源とする深部流体が湧昇していると結論づけている。

第 4 章では、第 3 章の結果をもとに、調査地域に分布する高塩濃度地下水の起源について議論されている。そして深部から上昇してきた流体は、地表付近では断層や地質境界などの亀裂に沿って移動するモデルが提案されている。

第 5 章では、深部流体が地層処分システムに与えると考えられる影響について、地化学的な影響と水理学的な影響について整理してある。

第 6 章では、これまでの結果をもとに、深部流体の調査手順が提案されている。

第 7 章では、本研究の成果についてまとめ、研究成果の意義が述べられている。

公聴会では、(1) 地表での地質や水質の調査と深部の岩盤と流体との対応、(2) 天水の影響を受ける深度、(3) プロセスゾーンなどの流体移動経路の閉塞や開口などの時間的变化、(4) 将来における歪集中帯の変遷の可能性、(5) 湧出場所と地質や断層系や堆積層などの影響、(6) 地層処分の選定手順の詳細、などに活発なコメントや質問がなされ、いずれの質問に対しても発表者からの確かな回答がなされた。

以上より本研究は独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士(理学)の論文に十分値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文および参考論文の発表状況は下記のとおりである

関連論文 計 2 編
査読のある雑誌等

1) 筆者氏名：田中和広・東田優記・村上裕晃

論文題目：紀伊半島の中央構造線付近に見られる深部流体と地質・地質構造

学術雑誌名：日本水文科学会誌

巻, 号, 頁：第 43 巻, 第 4 号, 137-150 頁

発行年：平成 25 年 11 月

(本文との関連：本文の第 4 章及び第 5 章の一部に該当)

2) 筆者氏名：村上裕晃・田中和広

論文題目：島根県津和野地域に分布する高塩濃度地下水の地球化学的特徴と湧出機構

学術雑誌名：日本地下水学会誌

巻, 号, 頁：第 57 巻, 第 4 号

発行年：平成 27 年 11 月

(本文との関連：本文の第 3 章から第 5 章の一部に該当)

参考論文 計 2 編

1) 筆者氏名：天野由記・南條 功・村上裕晃・藪内 聡・佐々木祥人・岩槻輝希

論文題目：北海道幌延地域における深部地下水調査 -地上からの地球化学調査の妥当性評価と地下施設建設に伴う地球化学特性変化-

学術雑誌名：日本地下水学会誌

巻, 号, 頁：第 54 巻, 第 4 号, 207-228 頁

発行年：平成 24 年 11 月

2) 筆者氏名：Miyakawa, K., Tokiwa, T. and Murakami, H.

論文題目：The origin of muddy sand sediments associated with mud volcanism in the Horonobe area of northern Hokkaido, Japan

学術雑誌名：Geochemistry

巻, 号, 頁：vol. 14, no. 12, pp. 4980-4988

発行年：平成 25 年 12 月