

葛根田地熱貯留層における流体包有物の水素同位体比分布 - 天水の浸透深度についての考察 -

Hydrogen isotopic distribution of fluid inclusions in the Kakkonda geothermal reservoir, northeast Japan

福田 大輔[1], 笠井 加一郎[1], 加藤 修[1], 能登 征美[2], 小出 和男[3]

DAISUKE FUKUDA[1], Kaichiro Kasai[1], Osamu Kato[1], Masami Noto[2], Kazuo Koide[3]

[1] 地熱エンジニアリング, [2] 九電産業, [3] 新エネルギー・産業技術総合開発機構

[1] Geo-E, [2] Kyuden Sangyo, [3] NEDO

<http://www.geothermal.co.jp>

葛根田地熱地域（岩手県雫石町）は十和田 - 八幡平国立公園の南端に位置し、その周辺は仙岩地熱地域と呼ばれる広域地熱地帯である。葛根田地熱地域には熱水卓越型地熱貯留層が存在し、その地熱流体を利用した葛根田地熱発電所（1号機 50MWe, 2号機 30MWe）が稼働している。葛根田地熱貯留層の特徴は、深度 2,000 ~ 3,000m に貫入年代約 1Ma の新しい花崗岩（葛根田花崗岩）が分布することである（Kato and Doi, 1993; 蟹澤ほか, 1994）。NEDO は深部地熱資源開発の指針を作成するために深部調査井 WD-1a（掘削深度 3,729m）を掘削した。その温度構造から、貯留層は浅部地熱貯留層（地表 ~ 深度 1,400m）、深部地熱貯留層（深度 1,400 ~ 3,100m）および熱伝導域（深度 3,100m 以深）に区分され、葛根田花崗岩が熱源となっていることが明らかとなった（Ikeuchi et al., 1998; Komatsu et al., 1998）。従って天水を起源とする地熱流体の対流域は深度 3,100m までと解釈されている。

WD-1a は地熱流体を噴出することはなかったが、代わりに坑内水が採取され、その化学・同位体組成が測定された（Kasai et al., 1998）。坑内水の塩濃度は非常に高く（総塩化物濃度約 40wt%）、水素同位体比は同地域の地表水・坑井噴出流体と比べて重水素に富む。この水は葛根田花崗岩中の熱伝導域に存在する水で、水素同位体比からマグマ水と考えられている。

地熱流体の貯留深度（=天水が浸透する深度）を推定するためには、貯留層内の水の起源（天水/マグマ水）とその分布を調べる必要がある。本研究では流体包有物に着目し、その中に含まれる水の水素同位体比を測定した。

以下に実験方法を記す。試料は石英に含まれる流体包有物に限った。石英試料は WD-1a とその他の深部井から得られた岩石試料（コア・カッティングス）から分離・収集した。岩石試料は深度・岩石種とも偏りがないように選択した。岩石試料の採取標高は WD-1a で 630 ~ -3,016m asl（深度 50 ~ 3,728m）を網羅しており、岩石種は凝灰岩、凝灰角礫岩、頁岩、葛根田花崗岩にわたる。石英の分離には、ふるいわけ・重液分離・磁力選鉱・酸処理・手選を用い、一回の測定のために 1 ~ 20g の石英を収集した。流体包有物からの水の抽出にはデクレピテーション（加熱温度 540 または 800 ）を用いた。抽出された水は金属ウランを用いて水素ガスに還元し、質量分析器を用いて水素同位体比を測定した。

測定された水素同位体比と試料の採取深度（岩石）から流体包有物に含まれる水を以下の 3 つのグループに区分した（試料採取標高は WD-1a に基づく）。グループ A： $D = -99 \sim -46\text{‰}$, 630 ~ -2,145m asl（浅部/深部貯留層に相当：凝灰岩、凝灰角礫岩、頁岩）。D は坑井噴出流体・地表水と同じか 10 ~ 20‰ 低い（深くなるにつれて低くなる）。このグループは天水起源の地熱流体と解釈した。グループ B： $D = -110 \sim -95\text{‰}$, -2,520 ~ -2,739m asl（熱伝導域に相当：葛根田花崗岩）。深度と D の関係ではグループ A の延長上にあたり、グループ A と同じく天水起源の地熱流体と考えた。また、熱伝導域上部（深部貯留層直下）に分布することから、地熱流体（天水）の熱伝導域への浸透が進行していると推察した。グループ C： $D = -61 \sim +16\text{‰}$, -2,230 ~ 3,016m asl（熱伝導域に相当：葛根田花崗岩）。坑井噴出流体・地表水よりも重水素に富んだ水素同位体比を持ち、高温火山ガス（ $D = -10 \sim -35\text{‰}$; Giggenbach, 1992; 日下部・松葉谷, 1986）と WD-1a 坑内水の水素同位体比と類似することからマグマ起源と推定した。