

## 大分県滝上地熱地域におけるハイブリッド繰り返し重力変動観測による地熱貯留層モニタリング Geothermal Reservoir Monitoring by the Hybrid Repeat Gravity Measurement in Takigami Geothermal Field

岡 大輔<sup>1\*</sup>, 藤光 康宏<sup>2</sup>, 西島 潤<sup>2</sup>, 福田 洋一<sup>3</sup>, 谷口 真人<sup>4</sup>

Daisuke Oka<sup>1\*</sup>, Yasuhiro Fujimitsu<sup>2</sup>, Jun Nishijima<sup>2</sup>, Yoichi Fukuda<sup>3</sup>, Makoto Taniguchi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院工学府, <sup>2</sup>九州大学大学院工学研究院, <sup>3</sup>京都大学大学院理学研究科, <sup>4</sup>総合地球環境学研究所

<sup>1</sup>Kyushu University, <sup>2</sup>Kyushu University, <sup>3</sup>Kyoto University, <sup>4</sup>RIHN

地熱エネルギーは地球温暖化を抑制する低炭素社会を実現するために有望な国産エネルギー資源であると考えられている。地熱資源開発において地熱貯留層の挙動を把握することは、地熱発電に使用される地熱流体を長期間安定して生産するために非常に重要である。さらに、地熱地域では大量の地熱流体の生産と還元が行われるため、生産・還元の周辺環境に対する影響を評価することが必要である。このような地熱貯留層を評価するための手法が考案されており、その一つに繰り返し重力変動観測がある。地表下における地熱流体の移動は地表面における重力変動として現れるため、地表面にて重力を観測することによって地熱貯留層における質量収支を評価することが可能となる。

滝上地熱地域は大分県南西部に位置し、1979年から出光地熱開発(株)により地熱資源の調査が行われ、1996年11月には出光大分地熱(株)と九州電力(株)により地熱発電所の運転が開始された。従来、滝上地熱地域においては種々の観測が行われており、発電所の運転開始前後の地熱貯留層内における質量変化を捉えることを目的として繰り返し相対重力変動観測が1991年以降継続して行われてきた。但し、本地域においては重力基準点を使用した相対重力観測のみが行われてきたため、重力基準点の変化についての評価がなされていなかった。そこで本研究では、2008年2月より Micro-g LaCoste 社製 A10 絶対重力計を導入し、還元地域 1 観測点 (T26A)、生産地域 3 観測点 (T13B, T22A, T27A) の合計 4 観測点で絶対重力測定を行った。A10 絶対重力計は、従来広く使われてきた Micro-g LaCoste 社製 FG-5 絶対重力計に比べてコンパクトとなり、バッテリーで駆動可能となっているため滝上地熱地域のような山間部にも搬入することができ、AC 電源がとれないような屋外の観測点でも絶対重力測定が可能ではあるが、一方で測定時間が 1 点当たり 1 時間程度かかることや重力計設置に必要な面積を考えると、観測の条件はまだまだ相対重力計に比べると厳しい。このような絶対重力計と相対重力計のそれぞれが持つ長所及び短所を考慮すると、それぞれの長所を生かした相互補完的な測定が効率の良い測定であると考えられる。そこで従来使用してきた SCINTREX 社製 CG-3, CG-3M および 2009 年度に導入した CG-5 相対重力計と A10 絶対重力計を併用したハイブリッド繰り返し重力変動観測を行い地熱流体の挙動を調べた。

滝上地熱地域は大分県南西部に位置し、1979年から出光地熱開発(株)により地熱資源の調査が行われ、1996年11月には出光大分地熱(株)と九州電力(株)により地熱発電所の運転が開始されている。繰り返し相対重力測定は発電所の運転開始前後の質量変化を捉えることを目的として1991年以降継続して行われている。その結果、生産地域において地熱流体の生産開始直後から2002年にかけて最大約90microgalの重力減少が観測され、地熱流体の還元地域においては還元開始直後最大約20microgalの急激な重力増加が見られ、その後あまり大きな変化が見られないという観測結果が得られた。2008年12月以降、絶対重力測定の結果として還元地域での重力はほぼ安定している一方、生産地域では2009年6月に最大約50microgalの重力増加が観測された後、2009年10月にはほぼ横ばいになっていることが分かった。このように生産地域と還元地域で地熱流体の生産・還元に伴う挙動が異なることが観測された。

2008年4月に滝上地熱発電所において定期メンテナンスが行われ、これに伴い地熱流体の生産・還元を停止していた期間の前後で絶対重力測定を行った結果、還元領域の絶対重力観測点(T26A)において還元停止に伴う還元領域からの質量流出を表わす重力変動を観測することができた。また、相対重力測定に使用していた基準点の重力変動を観測することを目的として実施しようとしたが、相対重力測定に使用していた基準点(T1)においてはA10絶対重力計を設置するための十分な面積を確保できなかったため、還元地域において得られた絶対重力値の変動を元にT1の重力変動を見積もった。その結果、10microgal程度の小さな変化となつたため、T1は繰り返し相対重力変動観測の重力基準点として適していると考えられる。

キーワード: 繰り返し重力観測, 絶対重力計, 相対重力計, 滝上地熱地域

Keywords: Repeat Gravity Measurement, Absolute Gravimeter, Relative Gravimeter, Takigami Geothermal Area