

大分県滝上地熱地域における重力変動から見た地熱貯留層評価 Evaluation of Geothermal Reservoir from the Gravity Changes at the Takigami Geothermal Field, Oita Prefecture, Japan

岡 大輔^{1*}, 藤光 康宏², 西島 潤², 福田 洋一³, 谷口 真人⁴

OKA, Daisuke^{1*}, FUJIMITSU, Yasuhiro², NISHIJIMA, Jun², FUKUDA, Yoichi³, TANIGUCHI, Makoto⁴

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

¹Kyushu University, ²Kyushu University, ³Kyoto University, ⁴RIHN

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、エネルギーの安定供給の観点から特定のエネルギーに依存することのリスクが高く、再生可能エネルギーを含めた多様なエネルギーを複合的に使う必要性があるのだと我々は再認識することとなった。地熱エネルギーは再生可能エネルギーの中でも24時間安定して発電が可能であり、大きな賦存量を持つ有望な国産エネルギー資源であるが、発電に際し地熱貯留層において大量の地熱流体の生産・還元を行うので、地熱貯留層の挙動を見誤ると貯留層の枯渇を招く危険性がある。地熱貯留層の性情を正確に把握するために、種々の地熱貯留層評価手法が考案され適用されているが、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における重力変動として現れるため、地表にて重力を繰り返し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である。

九州大学地球熱システム学研究室では、地熱貯留層に最適な規模の地熱流体の生産・還元を行うために、大分県滝上地熱地域において1991年より現在まで重力変動モニタリングを行ってきた。但し、本地域においては重力基準点を使用した相対重力測定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てきた。絶対重力測定では基準点を必要とせず、それぞれの測点における重力値が独立しており、系統誤差が入りにくいという長所がある。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。しかし一方で、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領域を考えると、観測の条件はまだまだ相対重力計に比べると厳しい。このように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。2008年12月以降、A10絶対重力計を導入した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、生産地域では徐々に重力値が増加する傾向があることが分かった。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。さらに、相対重力測定の基準点T1における重力変動は10microgal程度と小さいと推定されたため、T1は相対重力測定の基準点として適していると判断された。繰り返し相対重力測定の結果、研究対象地域全体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、その後徐々に重力値が発電開始以前と同等のレベルまで回復しているという観測結果が得られた。

本研究では相対重力測定より得られた重力変動のパターンの違いによって、研究対象地域を西部・南西部・東部の3地域に分類を行った。さらに重力変動から推定される流体流動の経時変化は4つのステージに分類されると考えられる。地域分類と経時変化分類をもとに滝上地熱地域における熱水系挙動の概念モデルを導いた。

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