

大分県滝上地熱地域における重力変動観測から考えられる熱水流動モデリング Modeling of Geothermal System from Gravity Monitoring at the Takigami Geothermal Field, Oita Prefecture, Japan

岡 大輔^{1*}, 藤光 康宏¹, 西島 潤¹, 福田 洋一²

Daisuke Oka^{1*}, Yasuhiro Fujimitsu¹, Jun Nishijima¹, Yoichi Fukuda²

¹九州大学大学院, ²京都大学大学院

¹Kyushu University, ²Kyoto University

再生可能エネルギーの中でも地熱エネルギーは24時間安定して発電が可能な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・還元を行うため、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。地熱エネルギー開発における重力変動観測では、地熱流体の生産・還元に伴って生じる流体の質量移動を、地表における重力変動として捉え地熱貯留層の質量変化・状態変化をモニタリングする。地熱貯留層管理のために様々な調査が行われるが、重力変動観測は複数点での観測により、地熱貯留層における密度変化を広範囲で面的に直接得ることができる。

研究対象地域である大分県滝上地熱地域は、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。九州大学地球熱システム学研究室では、滝上地熱貯留層における最適な開発規模の推定のために、生産・還元に伴う貯留層内流体の質量移動及び相変化を解明することを目的とし、本地域において1991年より現在まで重力変動モニタリングをカナダ Scintrex 社製のCG-3, CG-3M 及びCG-5型相対重力計を用いてほぼ1年に1回程度の割合で行っている。

繰り返し相対重力測定により観測された重力値には対象とする深部の地熱貯留層の密度変化のほかに、浅部の地下水流動の影響が含まれているため、地熱貯留層における流体挙動を示す重力変動を観測するためには、この浅部の影響を取り除く必要がある。本研究では、陸水による地下水擾乱を地下水学的な仮定に基づいて経験的に見積もるプログラムG-WATER[E](風間ほか, 2011)を使用し、浅部の地下水流動に対して支配的な降水量の重力値への影響を求め補正した。

また、1998年にはハイブリッド重力測定の野外フィールドへの適用を主要な目的として可搬型絶対重力計A10(Microg-LaCoste Inc.)が導入された。このA10により本地域では還元地域の1点(T26A)、生産地域の3点(T13B, T22A, T27A)において絶対重力の野外測定を行っているが、T26Aにおける絶対重力値をもとにした相対重力測定の基準点T1の重力変動は約10 μ gal程度と見積もられ、T1は相対重力測定の基準点として適当であると考えられる。

この結果、滝上発電所運転開始直後、生産地域において急激な重力減少が発生し、その後2年ほど安定したのち、対象地域全体で2002年まで緩やかに減少し、2002年以降重力が回復するという傾向が見られ、現在では滝上地熱発電所運転開始以前の程度にまで重力値は回復しているという観測結果が得られた。本研究ではこの相対重力測定より得られた各観測点における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開発前の自然状態も含めて、5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