

## 地下水流動に伴う重力変化の水文学的モデリング：胆沢扇状地への適用例

### Hydrological modeling of gravity change associated with groundwater flow: application to Isawa Fan in northern Japan

風間 卓仁<sup>1\*</sup>, 田村 良明<sup>2</sup>, 大久保 修平<sup>1</sup>, 浅利一善<sup>2</sup>, 真鍋 盛二<sup>2</sup>

Takahito Kazama<sup>1\*</sup>, Yoshiaki Tamura<sup>2</sup>, Shuhei Okubo<sup>1</sup>, Kazuyoshi Asari<sup>2</sup>, Seiji Manabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学地震研究所, <sup>2</sup>国立天文台水沢VLBI観測所

<sup>1</sup>ERI, Univ. Tokyo, <sup>2</sup>NAO

重力観測は地殻変動や火山活動を監視するのに最も有効な方法の1つである。というのも、これらの活動に伴う質量分布変化は重力変化として直接検出できるからである。しかしながら、地下水分布変化（すなわち地下水流動）に伴う重力変化が地殻変動・火山活動の重力シグナルをかき消す場合がある。したがって、重力観測からこれらの活動過程を詳細に理解するには、この地下水流動起源の重力変化を適切にモデル化し補正する必要がある。

地下水流動起源の重力変化をモデル化した例として、Kazama and Okubo (JGR, 2009)がある。彼らは地下水流動を地下水学的アプローチによりモデル化し、地下水流動起源の重力変化を見積もった。その結果、大雨時の重力上昇および大雨後の重力減少を再現することに成功した。しかしながら、Kazama and Okubo (2009)は浅間山への適用例しか示しておらず、他の地域でも彼らのモデリングが有効であるかを検証する必要がある。

そこで本研究では、岩手県奥州市の胆沢扇状地を対象地域に選択した。なぜなら、この地域では地下水面が浅い（地表から5m以内）ために地下水観測が容易であり、地下水流動起源の重力変化も高振幅で検出できるからである。我々は国立天文台（奥州市水沢区）の敷地内に超伝導重力計・土壌水分計・地下水位計を設置し、重力と地下水の並行観測を実施した。その結果、降雨時には土壌水分および地下水位が増加し、重力値も上昇する現象が観察された。これは、地表付近に水質量が増加することで、下向き万有引力が重力計に強く働くためである。

次に本研究では、Kazama and Okubo (2009)に基づいて地下水流動および重力変化のモデリングを以下の通りに実施した。まず、土壌水分の拡散方程式を差分コード化し、地表面ー地下水面間の土壌水分の時空間分布を計算した。なお、境界条件には降雨強度および地下水位の観測データを使用し、「地表の地下水鉛直流速が降雨強度と一致する」「地下水面で土壌が飽和する」という条件を課した。次に、計算によって得られた土壌水分分布を空間的に積分し、地下水起源の重力値を見積もった。

その結果、地下水モデリングで計算された土壌水分変化は、降雨時に急激に上昇、降雨後に指数関数的に減少しており、実際の水分観測データを観測誤差の範囲内で再現していることが分かった。また、地下水モデリングで見積もられた重力変化は降雨時に急上昇、降雨後に直線的に減少しており、超伝導重力計で観測された重力変化をRMSにして1マイクロガル以内で再現していることが分かった。しかしながら、積雪時には観測値と計算値の差が大きいことから、観測点周辺の積雪分布や積雪ー地下水の相互作用をモデル計算で考慮する必要があることが明らかになった。

キーワード:重力変化,地下水流動,胆沢扇状地,超伝導重力計,積雪

Keywords: gravity change, groundwater flow, Isawa Fan, superconducting gravimeter, snow cover