

氏 名 (本籍)	ファトマ ハシャニ (チュニジア)
学 位 の 種 類	博 士 (環 境 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 5944 号
学位授与年月日	平成 23 年 11 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科
学 位 論 文 題 目	Application of Self-Potential Measurements to Investigate Groundwater Flow in Saijo Plain, Ehime Prefecture, Western Japan (愛媛県西条平野における自然電位測定の地下水流動系推定への適用)

主	査	筑波大学准教授	博士 (理学)	辻 村 真 貴
副	査	筑波大学教授	理学博士	田 瀬 則 雄
副	査	筑波大学教授	理学博士	濱 健 夫
副	査	筑波大学教授	工学博士	福 島 武 彦

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、地表面における自然電位測定により、地下水面の分布ならびに地下水流動の傾向を推定する手法を、水文地質条件の複雑な対象地域において適用することにより、自然電位測定による地下水流動系把握の適用可能性および、問題点等を明らかにすることを目的としたものである。

地球物理学的な手法により地下水流動系を明らかにする方法の中でも、自然電位測定手法は、最も簡易で測定機器が安価であるという特長を有するが、従来本手法は野外における適用事例が少なく、火山地域や、沿岸地域等、比較的単純な地形・地質条件の場において適用された事例が散見されるに過ぎなかった。また、地下水流動系に関する実測データの得られる地域において、実測と数値計算の両面から自然電位と地下水流動の特徴を比較検討した研究事例も、従来ほとんどなかった。さらに、本邦の扇状地や沖積平野において一般的にみられる、粘土層等の不透水層により被圧帯水層と不圧帯水層に分けられるような比較的複雑な帯水層構造の場において、自然電位測定を地下水流動系の推定に適用した事例は、きわめて少なかった。

本研究では、愛媛県西条市の西条平野を対象とし、硫酸銅電極による地表面の自然電位測定を、地下水涵養域である扇状地から流出域の沿岸近くの平野に至る、約 3 km に及ぶ複数の測線において、2009 年 6 月上旬 (水田灌漑による地下水位低下時期)、7 月下旬 (梅雨の降雨による地下水位上昇時期)、10 月下旬 (水田灌漑終了後) の 3 回にわたり実施した。

自然電位の実測データをもとに、1 次元の水理水頭－自然電位関係を説明する線型方程式により、地下水位を推定し、実測値との比較検討を行った。その結果、7 月および 10 月における自然電位測定結果から推定された地下水位は、実測のそれとよく一致したが、6 月においては良好な一致がみられなかった。6 月の扇状地から海岸部における自然電位測定値には、7 月、10 月のそれらと異なり、上流側の涵養域と下流側の流出域とで、顕著な負のアノマリーがみられた。6 月上旬は、水田の灌漑用水として地下水が多量に揚水され、地下水位が大きく低下することと、中下流域の水田地帯において灌漑水の浸透、降下浸透が顕著に生じることから、このような負のアノマリーが生じたものと考察された。

また、同時期に異なる測線において観測された自然電位データをもとに、地下水位を推定したところ、不

圧帯水層と被圧帯水層の境界を構成している不透水の粘土層が不連続に存在する地域では、推定された地下水位と実測のそれとに良い一致がみられたが、粘土層が連続的に存在する地域では、推定値と実測値との間に不一致がみられた。このことは、不透水層等の水文地質学的不連続性が顕著に存在しない地域においては、地表面の自然電位は比較的深層までの地下水流動系を反映することを示唆している。

さらに、不透水層が不連続に存在する測線における断面を対象に、実測された地下水の水力水頭分布をもとに、地中の電荷分布および地表面の自然電位分布を推定した。この結果、上流の涵養域において鉛直下向き方向の地下水流動が卓越する地域では、自然電位に負のアノマリーが、下流沿岸域近くの上向き地下水流動が卓越する地域では、正のアノマリーが現れることが示され、実測の自然電位分布と整合性がみられた。

以上のことから、地下水涵養域と流出域において、各々異なる地下水流動パターンに対応した地中の電荷プロファイルから、地表面における自然電位のアノマリーが出現していることが示された。従来の研究では、山腹斜面において斜面下部ほど、自然電位が上昇するというような定性的な特徴が把握されるにとどまっていたが、本研究により、地下水流動系と自然電位プロファイルとの関係が、実測データをもとにより明確に示された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

地表面における自然電位測定手法の地下水流動研究への適用は、測定の簡便さや測器の安価性等の理由により、期待されてきたが、従来の研究成果は比較的単純な地形・地質条件を対象とした適用事例に限られてきた。本研究では、帯水層が比較的複雑な水文地質条件からなり、また地下水流動に関する実測データが比較的豊富に得られる地域を対象とし、自然電位と地下水流動系の関係を示した。とくに、地下水面の形状だけでなく、地下水の涵養域、流出域からなる地下水流動系と自然電位との関係性を明らかにした点、また不透水層の存在と自然電位による地下水位推定の適用限界などについても検討した点は、本手法を地下水水文学的に適用する上で、重要な知見を得たものとして評価される。

平成 23 年 9 月 28 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。