

浅層地下水地域の水位変化と自然電位分布の関係について

秋田大学 学生会員 ○石戸谷溪太, 秋田大学 正会員 網田和宏

1. 研究背景・目的

自然電位法は地下における水の流動に対して感度のある物理探査法である。そのため、地下の静的な状態を明らかにする他の多くの探査法とは一線を画しており、その応用についても広範に及んでいる。しかし、その一方で自然電位法は地下水の流量や流速など、定量的な解釈を行うことについては難しい手法であるとされてきた。これは、地下水の状態（流動層の深さや量など）の変化に対して自然電位がどの様に応答するものであるのか、その詳細が明らかにされていないことに原因の一端があると考えられる。この問題に対して、田中¹⁾は、地下水位の測定が可能な浅層地下水地域において自然電位観測を実施し、水位変化と電位分布との関係性を明らかにしようと試みる研究を行った。その結果、地下水位が異なるいくつかの時期によって観測される自然電位分布に違いが認められることを示した。ただし、この結果は、同一測線で繰り返し測定を行って得たものであり、示された自然電位分布が地下数 m を流れる地下水流動の影響を受けたものであるかどうかについては検証が必要であると考えた。そこで本研究では、同一地域である秋田県六郷扇状地において、観測測線の方向が異なる自然電位データを取得し、地下水位のデータとの比較を行うことで、浅層地下水の流動によって発生する流動電位が自然電位分布に与える影響について検討を行うことを目的とした。

2. 研究概要

今回、自然電位観測を行った測線は、六郷扇状地の扇頂から扇端へと向かう軸線に直交するように走る幹線道路沿いに 2 本の測線を設定した。より標高の高い側を通り、北北西－南南西に延びる測線を A 測線、北東－南西に向けて延びる測線を B 測線とした。また、これらの測線で得られる結果に対して比較を行うと同時に、六郷扇状地の自然電位分布の状態を把握することも目的として、過去に測定が行われた東西方向に延びる幹線道路沿いの測線（C 測線）においても観測を実施した。それぞれの測線長は、A 測線：2.2km、B 測線：1.7km、C 測線：4.0km となった。各測線とも測点間の間隔はおおよそ 50m～100m としたため、測定点数は、A 測線で 28 地点、B 測線で 24 地点、C 測線で 63 地点となった。また、それぞれ標高差は A 測線：4m、B 測線：4m、C 測線：40m である。観測に使用する電極には、非分極性電極である銅－硫酸銅電極を自作して使用したが、電極内部液として用いる飽和硫酸銅溶液をゲル化³⁾させ内部液の消耗を最小限に留めるよう試みた。観測は 2019 年 8 月および 11 月に行った。また自然電位観測を行っている期間の地下水位変動を把握するため、観測の前後で扇状地の各地に設置されてある観測井（図 1）において地下水位測定も行った。

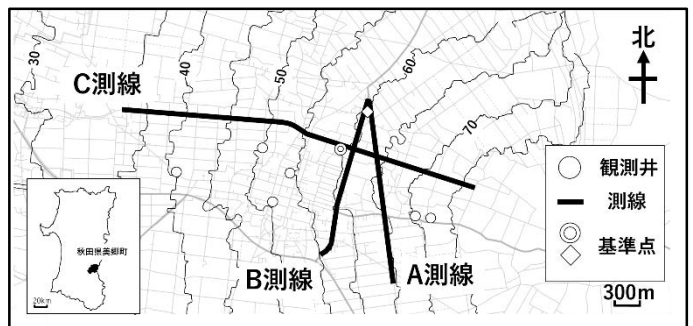


図 1 六郷扇状地にて行う観測測線

3. 結果および考察

A 測線および B 測線において得られた測定結果について図 2 に示す。図中、横軸に基準点から測点までの距離を、縦軸に測定された自然電位の値を示している。また、電位分布のグラフの上には測線の地形断面も示した。A 測線、B 測線ともに基準点とした地点の電位が最も高い値となったため、得られた自然電位は全て負の値として得られた。特に基準点から最初の数点までの電位の落差は大きく、100m あたりの電位低下が 30mV か、それ以上のものとして測定された。ただし、基準点から 200m～300m 地点より 1500m 地点付近までの区間の電位変化については比較的連続性が高く、極端な電位の上昇や下降は認められなくなった。さら

連絡先：〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2372

キーワード：自然電位，地下水位，浅層地下水

に、単調増加や単調減少といった地形効果のような分布は示していないことも分かった。それぞれの測定結果をみると、8月に得られた2本の測線の電位分布のパターンは互いに似ていることが分かる。さらに8月と11月のA測線の結果についても、11月のデータが全体的に高い電位を取る傾向認められたものの、変動のパターン自体は共通する点が多いことが分かる。異なる測線、あるいは異なる時期の観測で同じような電位分布が得られたことから、A、B測線で得られた電位分布は、局所的、あるいは短期的な影響を受けたものではなく、扇状地の地下の状況を反映したものであることが示唆された。次に東西方向、すなわち地下水が流動する方向に平行なC測線で得られた結果について示した（図3）。C測線では過去の研究から「測定地点の標高が低くなるほど、自然電位が高い値を示す」、いわゆる地形効果が測定する時期によって異なることが示された測線であるが、今回の観測においても、それら再現するような結果が得られた。図3中には過去に確認された2種類の地形効果の傾きを灰色の直線で表示してある。C測線の8月の観測において得られた自然電位分布は地形効果の大きい場合に相当している。一方、11月の観測結果では地形効果が小さい場合に相当する電位分布となった。以上のように、今回、観測を行った8月および11月は、地下水の流れに沿う方向に測定を行った場合には様相の異なる電位分布が示される一方で、地下水の流れを横切る方向のA、B測線においては明瞭な違いは認められなかった。一般に、河川や地下水の流れを自然電位の測線が横断するところでは、低電位が示されるとの報告もあるが³⁾、A、B測線にみられた、周囲よりも電位が下がる領域を地下水が流れている経路であると解釈すれば、異なる測線であっても、電位のパターンが似通っていることに対して一定の説明が可能となる。また、近傍の井戸における地下水位測定の結果から、8月と11月とではA、B測線付近の地下における地下水面までの距離の差は1mか、それ以上の差があったものと推定されるが、そのような地下環境の違いが、同じA測線における電位の値に差を生じさせたと考えれば、流動経路は大きく変わらない、すなわち、電位の変動パターンが同じようなものになることについても説明できるのではないかと考える。

4. まとめ

本研究では、想定される地下水の流れに対して直交する測線、および平行な測線において、それぞれ自然電位データを取得し、得られる自然電位分布と流動電位との関係について検討を行った。その結果、地下水の流れの方向に対して直交する測線では、測線配置の違いや観測時期の違いに関わらず、同じような電位分布を示すことが分かった。これらの結果より、得られた電位の分布は、局所的・短期的な影響を受けたものではなく、扇状地の地下の水環境を反映したものであることが示唆された。

参考文献

- 1) 田中宏尚：浅層地下水地域における地下水変動が自然電位分布におよぼす影響，秋田大学修士論文，2017
- 2) 村上英記：自然電位観測用のゲル化電極の試作，Conductivity anomaly 研究会論文集，p. 125 - 130，2010
- 3) 河邊 洋：雲仙・眉山周辺における熱水の流動，火山，第42巻5号，p. 359-366，1997

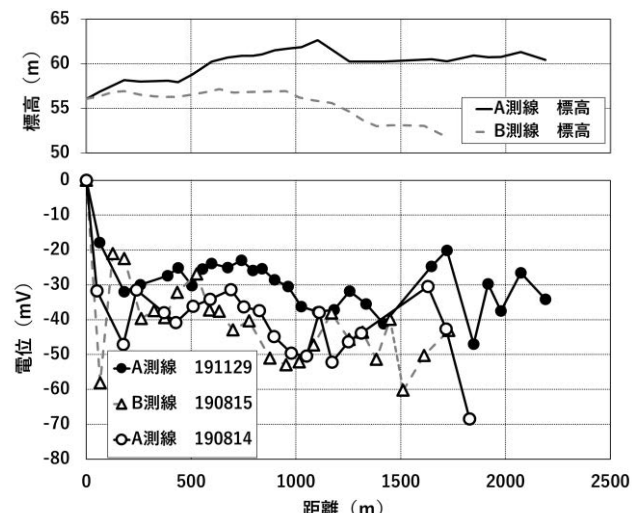


図2 A・B 測線における電位分布と標高の関係

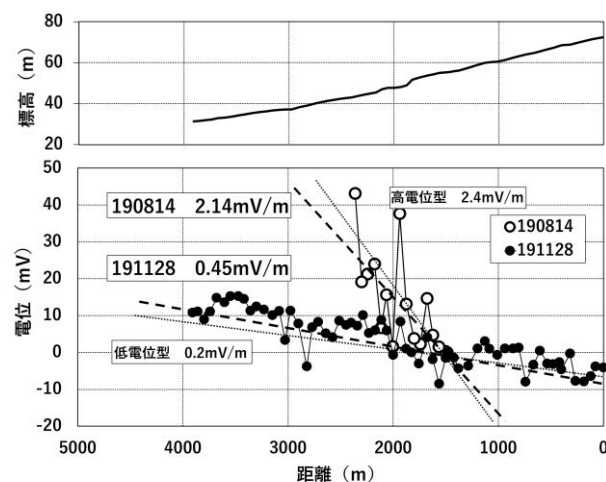


図3 C 測線における電位分布と標高の関係