

10. 水源井候補地の選定を目的とした高密度電気探査による地質構造解析

A geological structure analysis by high-density electric sounding to select well candidate site.

○佐藤 貴史 片山 直樹
(株式会社日本海技術コンサルタンツ)

1. はじめに

比抵抗探査法の電気探査は、直流電流を利用して地盤の比抵抗値を測定し、地盤の地下構造を解釈する手法である。この電気探査の他にも、地下構造を推測するための比抵抗探査法としては、電場と磁場の両方を利用する電磁探査があり、これらの手法の使用割合の現状としては、電気探査の地表面から測定を行う比抵抗法が全体の約8割を締めている。

地下水の賦存状況は、地下地質構造と密接な関わりをもっている場合がほとんどであることから、地下の水源位置を特定することを目的とした今回の調査では、比抵抗探査法を利用して地下地質構造を把握し、その上で地下水の賦存状態を推定し、水源位置を判断する方針とした。

また、地盤の比抵抗値の2次元的な分布状況を把握するために、探査密度を高めた高密度（電気）探査とし、電極配置は一般的なウェンナー法とした。

高密度電気探査結果をもとに効果的な水源位置の提案、及び施工時における必要水量の確保ができたので、ここに報告する。

2. 高密度電気探査

2.1 調査地周辺の地質

地表踏査の結果、調査地周辺北側の谷沿いにはジュラ紀もしくはそれ以降の地質年代に形成された基盤岩のドレライトが露頭しており、その上位を部分的に新第三紀後期鮮新世の礫混じり粘土が被覆する地質構造となっている。この礫混じり粘性土層が分布する範囲は、地形的に台地状の緩斜面をなす特徴的な範囲とほぼ一致していることから、礫混じり粘性土は基盤岩であるドレライトの凹凸を均すように覆っているものと推察された。

2.2 高密度電気探査測線設定

今回の調査で水源候補地を選定するに当たり、以下に示す地下水涵養源となりやすい地質構造が存在することが望まれた。

① 基盤岩（ドレライト）上面の凹地

難透水性を示すと推測される基盤岩上面が、凹地状に窪んでいることで、地下水を貯留しやすい構造となる。

② 地質境界部

固結度の低い上位礫混じり粘性土層は、火成岩であるドレライトと比較して透水性が高いと考えられる。この相対的に高い透水性を示す上位礫混じり粘性土層内を流れる地下水は、下位のドレライト岩体の上面で遮水され、地質境界に沿って流下する地下水理構造である可能性が高い。

③ 基盤岩（ドレライト）の地質構造線

基盤岩であるドレライト岩体に、断層破碎帯などの亀裂系を多く含む地質構造線が存在した場合、その構造線に沿う地下水流動が期待できる。

高密度電気探査では、これら3つの地質構造の位置を特定できる測線配置を考えると、地形図判読や地表地質踏査などから、その存在位置が推定できるものは②と③である。

②については、ドレライトの上位を礫混じり粘性土が被覆している構造は明らかであり、地下深部までの高密度電気探査の実施により、地質境界が判別できると考えられるため、高密度電気探査の測線設定の判断材料とはしないものとし、③の地質構造線の存在を判断できる測線配置とした。

地形図判読により、調査地周辺を通るリニアメントを読み取った結果、調査地にはN-S方向、E-W方向、NE-SW方向の3系統のリニアメントを読み取ることができ、これらの方向に断層などの地質構造線が存在する可能性が考えられた。

よって、これら3系統のリニアメントを包括して解析できる測線配置とした(図1)。

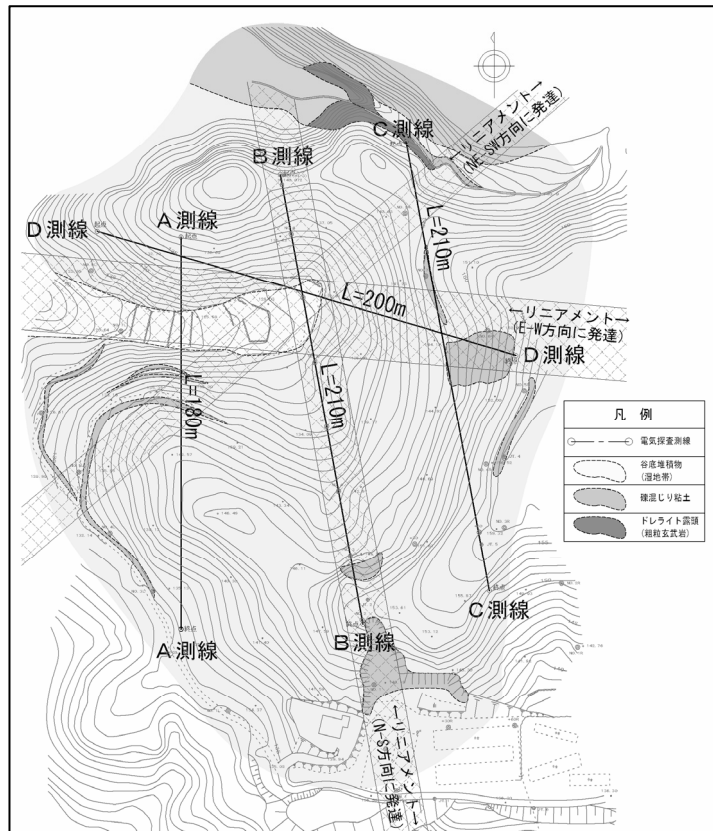


図1 高密度電気探査実施測線

2.3 探査結果

高密度電気探査で得られた地盤の見掛け比抵抗から、2次元的な見掛け比抵抗区分図を作成し、図2~4に見掛け比抵抗区分図として示す。以下にこの結果から解釈できる事柄を測線毎にまとめる。

(1) A 測線

全体的に表層からGL-5~10m付近までの範囲で150~190Ωm以上の高比抵抗ゾーンが認められ、深度に従い比抵抗が低下する傾向が認められる。

A 測線起点から40~50m付近の谷地形においては、測定当時、当該箇所において暗渠排水管の敷設工事がなされ、埋戻土や採石が盛られた状態であり、その影響を受け、深部の測定結果にも波及している。

A 測線起点から60m程度までの範囲のGL-10mより地下深部については、比抵抗が深度に伴い高くなる傾向が認められる。終点側にみられるように、当該地区に分布する礫混じり粘性土層は、地下深部ほど飽和度が高まり、比抵抗が低下する性状であることを考えると、起点側は異なる性状の地質、即ちドレライトが分布することを示す結果と評価した。

ドレライト分布域と推測される範囲においても、比抵抗の高低差が認められる。起点より50m付近に描ける境界線(地質構造線)を境として、終点側においては比抵抗が全体的に低く、等値線のコンターも乱れている。この比抵抗が低いゾーンは風化が進行し粘土化が著しい部分であるか、もしくは亀裂が発達し地下水の流入量が多い箇所である可能性が高い。

(2) B 測線

A 測線同様、地下深部に従い低い比抵抗ゾーンに漸移する傾向が認められる。起点より 50~75m 区間あたりで、終点側に潜るような直線状に、明瞭な比抵抗の境界が認められ、ドレライト内部に発達する地質構造線の影響を反映したものと推測される。この構造線を境にドレライトの性状も大きく異なると推測されることや、推定される地質境界線が構造線付近で凹地をなしていることなどから、断層などの比較的規模の大きい地質構造である可能性が高い。

(3) C 測線

A, B 測線同様、起点より 40~75m 区間あたりで、終点側に潜るような直線状に、明瞭な比抵抗の境界が認められ、地質構造線が存在する可能性が高い。

(4) D 測線

D 測線は、測線の中央部付近を境として比抵抗分布の状態が全く異なる。中央部より終点側は、深度に伴う比抵抗の減少が認められるため、礫混じり粘土層の分布域である可能性が高い。一方、起点から中央部付近までは、深度に伴う比抵抗の減少傾向が少なく、GL-20m 付近より深部には徐々に比抵抗が増加する傾向が認められる。

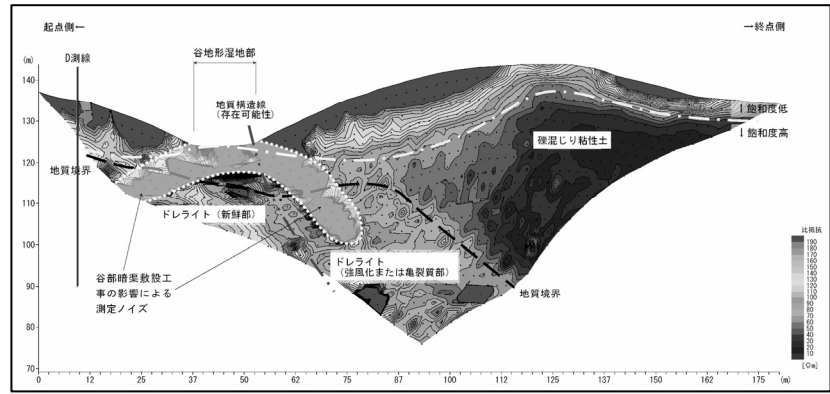


図 2 A 測線 見掛比抵抗区分図

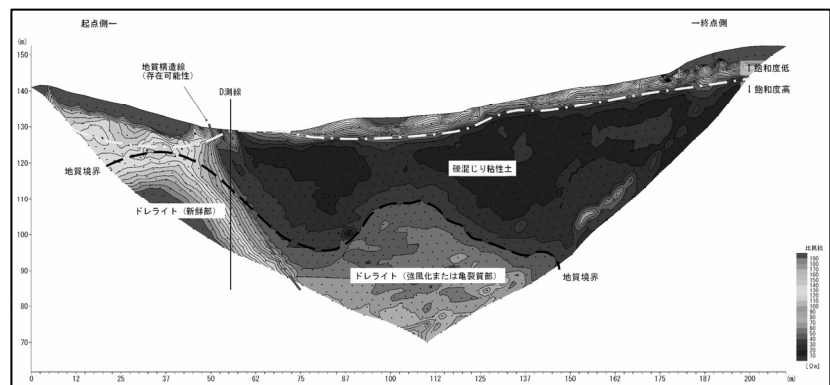


図 3 B 測線 見掛比抵抗区分図

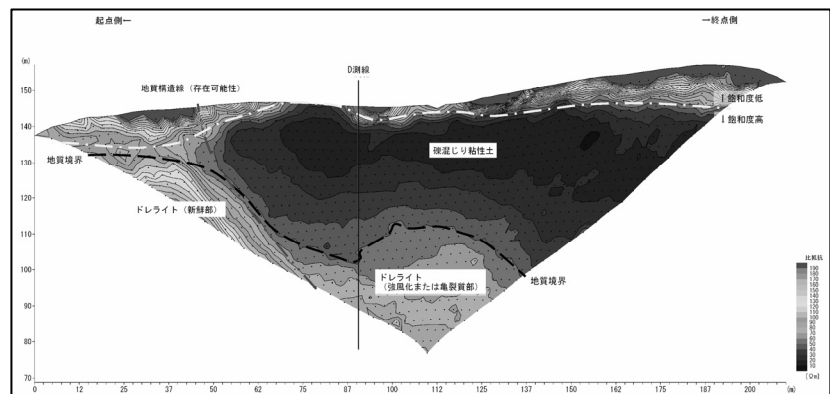


図 4 C 測線 見掛比抵抗区分図

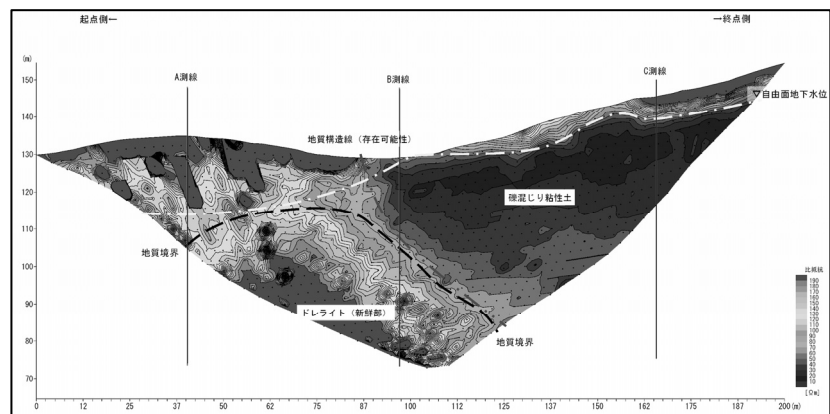


図 5 D 測線 見掛比抵抗区分図

3. 考察

水源確保を目的として、(1)地形図判読(リニアメント判読)、(2)地表地質踏査、(3)高密度電気探査を行った。それらの結果から推定される地質構造において、豊富に地下水を涵養すると考えられるポイントを以下にまとめる。

① 基盤岩であるドレライト岩体上面の凹地

B 測線の起点から 60~90m 区間付近に基盤岩の凹地があるものと推定された。上位の固結度の低い礫混じり粘性土層と比較して、ドレライトは透水性が低いと考えられ、この凹地に地下水が貯留されやすいものと考えられた。

② ドレライト岩体に存在すると考えられる断層

NE-SW 走向、南傾斜の正断層が存在する可能性が指摘された。断層は広域に発達し、破碎帯を伴うため、広い範囲の地下水が断層に沿って流入しやすい。断層が実在した場合、豊富な地下水が存在する可能性が非常に高い。

③ ドレライト岩体南側部分の強風化部または亀裂質部

ドレライトの新鮮部と考えられる $100 \Omega m$ 以上の高比抵抗ゾーン、地下水位以下の礫混じり粘性土層分布域と考えられる $60 \Omega m$ 以下の低比抵抗ゾーンの中に、 $60 \Omega m \sim 100 \Omega m$ を示す比抵抗ゾーンが認められた。これはドレライトの強風化部または亀裂質部であると考えられ、断層破碎帯の可能性も考えられる。いずれにしても、間隙が多く地下水を多く涵養した状態にあるものと推察される。

これらの3つのポイントすべてに該当する箇所が、地下水が多く存在する可能性が高いと考えられ、これを踏まえ水源候補地は図6の範囲とした。取水層は3つのポイントを考慮したドレライト上面の GL-30m 付近~地質構造線が推定できる GL-55m の区間を対象とし、掘削深度は L=60m と設定した。

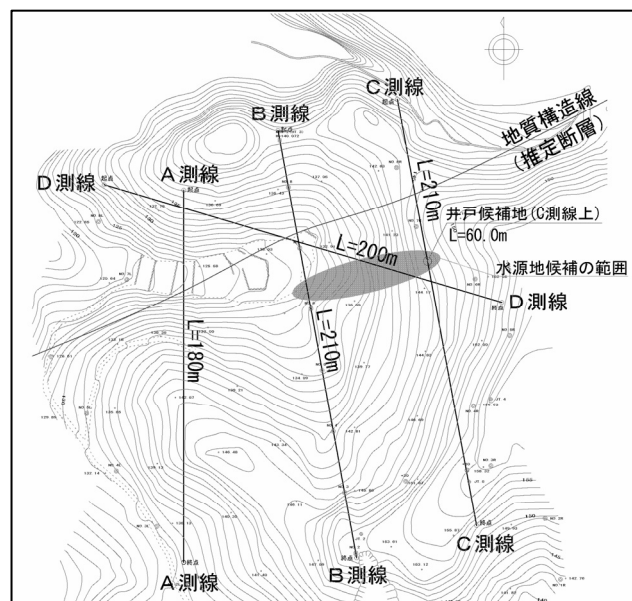


図6 水源候補地 平面位置図

4. おわりに

施工時の水源井掘削は、用地の制限上、図6、図7に示す候補範囲のC測線上で行われた。調査結果と同様な地質分布が確認でき、揚水試験の結果、必要水量を満足する $100 \text{ m}^3/\text{min}$ (限界揚水量) の結果を得た。

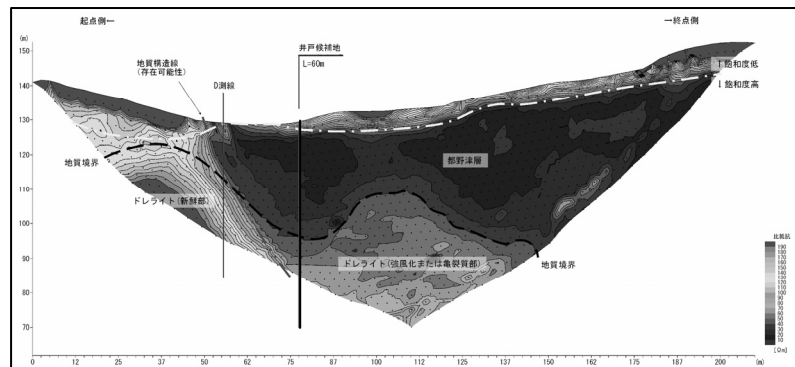


図7 水源候補地 断面位置図(C測線)

高密度電気探査の実施にあたっては、既存資料や地表地質踏査などによって、あらかじめ地質学的判断を整理し、その後の調査結果を地質学的所見を含む総合判断によって解釈することが大切であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 地盤の可視化と探査技術 (2001): (財)災害科学研究所 トンネル調査研究会