

## 高能率 CSMT 法電磁探査による地下水調査

Investigation of groundwater using high-efficient CSMT measurement system

○中里裕臣\*・土原健雄\*・白旗克志\*・石田 聡\*・北川典俊\*\*・川添雅弘\*\*\*

Hiroomi Nakazato, Takeo Tsuchihara, Katsushi Shirahata, Satoshi Ishida,  
Noritoshi Kitagawa and Masahiro Kawazoe

農研機構では、沿岸域の広域的な地下水調査を短期間で実施可能な高能率 CSMT 法電磁探査システムを開発した(中里ら,2017)。本システムは、受信器を多チャンネル化し送信時の受信可能エリアで同時多点受信を行うことで探査能率を上げるとともに、受信器では GPS 時計を利用して高精度に送信信号と時刻同期した全波形を記録し、スペクトル分解によりノイズの多い環境でも S/N を向上できる波形処理を行い、耐ノイズ性能を向上させている。

本研究の調査地は兵庫県南あわじ市における兵庫県営経営体育成基盤整備事業国衙地区であり、圃場整備に合わせた補助水源としての地下水開発地点選定のための調査手法として、CSMT 法電磁探査による比抵抗調査が選定された。

### 1. 調査地概要

国衙地区は、兵庫県南あわじ市のほぼ中央部に位置し、標高は南東部の花岡池付近の約 44m から、北西部の 13m の範囲を占め、南東から北西に馬乗捨川と牛内川が流れている。この緩斜面は、地区の北側に流域を持つ三原川と地区南東側の背後山地から流れる牛内川の複合扇状地に相当し、地形面としては中位段丘から低位段丘に相当する。

本地区の表層地質は、上記の地形に対応し、南東側の背後山地は中生代白亜紀の和泉層群の砂岩泥岩互層からなり、緩斜面には新生代第四紀更新世の扇状地性砂礫層が分布する。扇状地砂礫層の下位には、三原平野の北方に露出する新生代新第三紀鮮新世～更新世の大阪層群の未固結～半固結堆積物が分布し、上位の扇状地砂礫層とともに地下水の帯水層として利用されている。三原平野の西縁部には南北性の湊・本庄断層の伏在が知られており、大阪層群の基底面はこの断層に規制され、平野西縁部で厚いことが知られている。

既存の井戸資料に基づく地質断面図により国衙地区周辺の地下地質を概観すると、扇状地の上下流方向断面では、難透水性基盤と考えられる和泉層群の上位に帯水層として期待される大阪層群と扇状地性砂礫層が分布し、その層厚は下流側ほど大きい。扇状地の等高線方向断面では牛内川左岸側の和泉層群からなる尾根の延長部の伏在がボーリングにより確認されており、地下に基盤の高まりが存在する。



図1 送受信配置図(地理院地図を利用)  
Arrangement map of CSMT stations

\*農研機構農村工学研究部門 NARO, NIRE,\*\*兵庫県 Hyogo Prefecture,\*\*\*南あわじ市 Minami Awaji City

キーワード：比抵抗, 地下水, 扇状地礫層

牛内川右岸側の和泉層群からなる尾根の延長部も同様に伏在すると仮定すると、国衙地区の南東側では基盤深度が浅いことが推定された。

調査地区は扇状地性段丘の上流側に位置し、背後の丘陵山地を構成する和泉層群を難透水性基盤として、大阪層群砂礫層と扇状地性砂礫層が分布し、帯水層として期待される。しかし、上流側に位置することや基盤の尾根の伏在が推定され、三原平野中央部と比較して帯水層厚は期待できない。既往の電気探査では和泉層群は相対的低比抵抗、砂礫層は相対的高比抵抗を示すため、地下水開発候補地点としては電磁探査により高比抵抗層の発達する部分に着目した。

## 2. 調査手法

CSMT 法電磁探査では数 km 間隔の電極群からなる送信源に交流電流を流して送信信号とするが、送信源の midpoint から直交方向に対して両側 30~45° の範囲が受信範囲となる。さらに送信電磁波が受信点において平面波に近似できる必要があり、送信源を受信範囲から探査深度の 3 倍以上離すこととされており、調査範囲に対して適切な位置に送信源を設定する必要がある。今回の送信源は受信点に対して図 1 のように配置した。本地区では 100~200m の井戸掘削のための調査であることから探査深度を 300m 程度とし、20~16kHz の 20 周波数について各 3 分間ずつ送受信することとし、受信点 1 箇所あたりの測定時間は 1 時間とした。また、受信は 100m 間隔で同時に 3 点測定する受信システムを 2 式用意し、2 班で同時 6 点受信の体制とした。26 点の探査に要した時間は、送信源の設置・撤収を含め 3 日間であった。

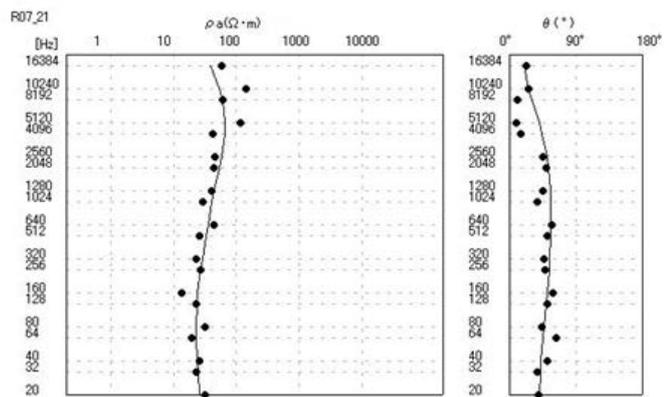


図2 探査結果の例 Example of survey data  
(点:測定データ, 曲線:1次元解析モデルの理論曲線)

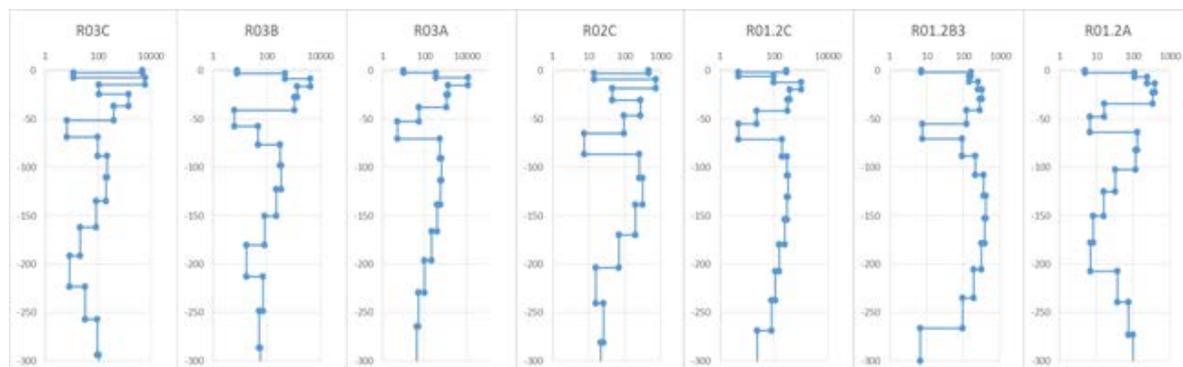


図3 地区南東部の比抵抗柱状図 (横軸:比抵抗  $\Omega m$ , 縦軸:深度 m)  
Resistivity columns in the southeastern part of the survey area

## 3. 調査結果

受信データは受信点毎に周波数毎の見かけ比抵抗及び位相のグラフ (図 2) に整理し、1 次元逆解析により比抵抗柱状図を得た。

図 3 は調査地区南東部の最上流部において地下水開発が必要なエリアの比抵抗柱状図である。この範囲では深度方向の比抵抗構造の場所による変化は小さく、深度 50m 付近に低比抵抗層が分布する。前述の水文地質構造を考慮すると、この低比抵抗層より上位の高比抵抗層が帯水層と考えられ、低比抵抗層は南側の牛内川にむけてわずかに深くなるため、この範囲では南側ほど地下水開発可能量の増大が期待された。地区全体では高比抵抗層の層厚が大きい点が 2 箇所あり、地下水開発候補地点として指摘することができた。

謝辞: 現地調査及び資料収集に当たり、近畿農政局、兵庫県、南あわじ市、株式会社ジオ・ヴェスト、有限会社ネオサイエンスの関係各位に多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表します。

文献: 中里ら(2017)地盤工学会誌, Vol.65, 46-47. .