

沿岸域の地下水障害に対する効率的な地下水調査のための 電磁探査システムの開発（その2）

Development of Electromagnetic Survey System for efficient groundwater investigation to groundwater troubles in coastal area (Part 2)

○中里裕臣*・城森 明**・城森信豪**・近藤隆資**・竹内睦雄***・高屋 正***
Hiroomi NAKAZATO, Akira JOHMORI, Nobuhide JOHMORI, Takashi KONDOU,
Mutsuo TAKEUCHI and Tadashi TAKAYA

1 はじめに

本研究では、過剰揚水や高潮・津波災害等により沿岸域の浅層地下水に塩水化が生じた場合に必要となる、効率的な深層地下水探査手法開発を目的としている。このため、電磁探査法のうち1カ所の送信源に対し、数10km²の受信範囲を設定できるCSMT（人工送信源地磁気地電流）法に着目し、接続センサの多チャンネル化と複数装置展開による高能率化および周波数高分解能信号処理（城森ら、2010）による受信精度向上を図った受信器を試作し、基本性能を確認した（中里ら、2013）。本発表では、人工ノイズ源が多いと考えられる千葉県北部において、試作システムと従来装置による探査の比較を行った結果について報告する。なお、本発表は平成25年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「沿岸域における効率的な深層地下水探査手法の開発」の成果の一部である。

2 試作システムの概要

CSMT法では1カ所の送信源に対して、送信源からの距離3～10km程度の間が探査可能範囲となるため、同時に多点受信することで高能率化できる。本システムの受信器は1台あたり5つの入力チャンネルを持ち、磁場1ch、電場4chの接続により電場センサを設置した4点の同時探査が可能であり、さらに本研究では2台の受信器を試作した。CSMT探査では周波数を変化させて1カ所あたり数時間をかけて送受信を行うため、同時多点受信による現地作業時間の短縮は、広範囲を迅速・低コストで探査する上で重要である。

一方、送信源からの距離が大きくなるとS/N比が小さくなり受信信号の有意性判断が課題となる。一般的な従来装置では位相検波で得られたある周波数帯域の信号レベルを平均処理するが、城森ら(2010)はGPSの1PPS信号を利用し送信信号と厳密に時刻同期した長時間の時系列受信データをフーリエ変換し、周波数分解能を上げて信号とノイズを分離する周波数高分解能信号処理の有効性を示した。試作受信器では、バンドパスフィルタを廃し、送受信周波数1-8Hzではサンプリング周波数4096Hz、16-2560Hzでは16384Hz、4096-8192Hzでは32768Hzで24bitAD変換された時刻歴データを所定のスケジュールにより記録し、送受信終了後に城森ら(2010)の方法で信号処理を行う。送信側では新たにGPS時計とルビジウム発振器により受信器と時刻同期する1～8192Hz倍数系列と5～5120Hz倍数系列の送信周波数制御装置を試作し、外部入力を持つ既存の送信器（千葉電子製CH-98T）と組み合わせた探査を可能にした。なお、次節の比較探査では、従来装置として送信器に前述のCH-98T、受信器に同社製CH-98R（位相検波方式）を用いた。

3 現地比較探査結果

現地試験は、千葉県白井市の下手賀沼沿いに約1.4km間隔で設置した電極を送信源として、既存の比抵抗データがある白井市富士（送信源距離7.8km）および鎌ヶ谷市遠山（送

*農研機構（NARO） **（有）ネオサイエンス（Neo Science Co., Ltd.） ***株式会社日本地下探査（Nihonchikatansa Co., Ltd.） キーワード：地下水障害、深層地下水、電磁探査法、CSMT法

信源距離 6.0km) を受信点として実施した。両地点ともに深度 400m 程度までは 30~100 Ω m, 400m 以深では 10 Ω m 未満の比抵抗構造を示す。送受信周波数は既存装置で 0.625 ~ 5120Hz, 試作システムでは 1Hz~8192Hz の 14 種類とし, 1 箇所当たりの測定時間を 1 時間とした。

図 1 は従来装置の探查結果で, 青点は個別データ, 赤点は平均値を示す。両地点ともにばらつきが大きく, 富士の見かけ比抵抗は比抵抗構造に対し高めの値を示す。遠山の見かけ比抵抗は富士よりも集中度が高く値も比抵抗構造と調和的で, 10Hz 未満の低周波側データはニアフィールドの特徴を示す。位相データは 10Hz 以上で集中度が高い一方, 値はばらついている。図 2 の試作システムの結果では, 緑点はある時間毎の個別波形処理データ, 赤点は測定時間全体の波形処理データを示す。富士では個別波形処理データのばらつきが大きい, 波形処理時間の長い全体処理データは 100 Ω m 未満の見かけ比抵抗を示すものが多い。遠山では 1,2Hz の個別波形処理データのばらつきが大きい, 見かけ比抵抗, 位相ともに個別波形処理データの集中度が高く, 全体処理データはそれらの中央値付近にプロットされ, なめらかな変化を示し, 見かけ比抵抗は比抵抗構造と調和的である。

試作システムについて例として 64Hz の波形処理結果を見ると, 富士ではノイズレベル以上の磁場信号をとらえているが, 電場信号はノイズレベルであること, 遠山では電場・磁場ともノイズレベル以上の信号をとらえていることが把握できる(図 3)。このように試作システムでは S/N 比を詳細に把握し, 必要に応じて送信電流の増大や測定時間の延長などの対応をとることができ, 従来装置に対する探查精度の向上が期待される。

文献: 城森ら(2010): 応用地質, Vol.51, 62-72; 中里ら(2013): 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 538-539.

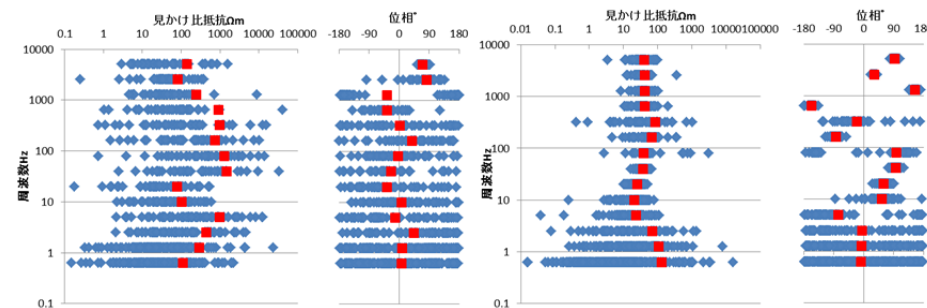


図 1 従来装置探查結果 (左: 富士, 右: 遠山)
Survey result of the conventional type system

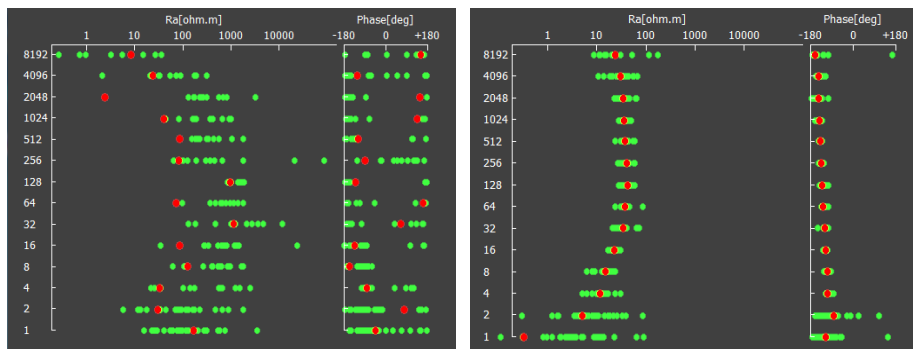


図 2 試作システム探查結果 (左: 富士, 右: 遠山)
Survey result of the prototype system

図 3 試作システム波形処理結果 (黄色バー: 64Hz 信号, 赤色バー: ノイズ, 縦軸は 1 目盛り 0.25mV)
Waveform processing result of the prototype system

