

## 地中レーダを用いた武蔵野・野川公園における地下水変動探査に関する一考察

首都大学東京 学生員 ○北嶋 駿一  
 首都大学東京 正会員 河村 明

首都大学東京 正会員 天口 英雄  
 首都大学東京 正会員 中川 直子

### 1. はじめに

近年、都市の発展に伴う不浸透域の増大により、都市型洪水や浸透量の減少による地下水位の低下、湧水の枯渇などの問題が発生している。これら水循環に関する問題に対処していくには、都市流域の水循環過程を水循環解析モデルにより把握することが有効である。水循環解析モデルの構築には、浸透量および地下水流動を検証するための観測データとして地下水位に関する情報が欠かせない。神田川流域周辺では、従来は地下水分布を民家の井戸水位を計測することにより把握していたが、近年は井戸にポンプが固定化され地下水位を直接観測することが困難になりつつある。そこで本研究では、都市における唯一のオープンスペースである公園緑地に着目し、雨水浸透に伴う地下水位の時間変化を、地中レーダ探査によって非破壊に把握することを試みた。

### 2. 地中レーダの観測概要

地中レーダは地中の様子を探査する装置で、近年では埋設管や空洞などを探査する際に用いられている。高周波の電磁波を地中に向けて放射し、地中から跳ね返ってくる反射波を測定することによって、地中の様子を探査するもので、地中の構造物や地層の変化などに伴う比誘電率の変化を捉えて、PCに画像として表示する仕組みになっている。地下水位は短時間に変動するので、観測地下水位と地中レーダ探査との整合性を確認出来れば地下水面の推定が可能になる。図-1は、本探査で用いた地中レーダ(Mala System, 100MHz)の観測風景を示したものである。図-2は武蔵野および野川公園内に設定した2つの探査経路を示したものである。地下水探査は地下水変動を把握するために、2012年5月から12月まで計8回を実施した。

### 3. 観測結果

図-3は武蔵野・野川公園において、図-2の赤矢印に示す経路を地中レーダ探査により取得したデータの一例を示したものである。ここに示すレーダプロファイルは、電磁波が返ってくるまでの時間(ns)で深度を表したものである。武蔵野公園では樹木や表層水分分布などの影響によりレーダが深部まで到達しにくい状態であったため、深部のプロファイルを捉えることが困難であった。野川公園において探査したレーダプロファイルは約10mの深度からの反射を捉えることができていたために、本研究では野川公園での地下水探査について考察していく。

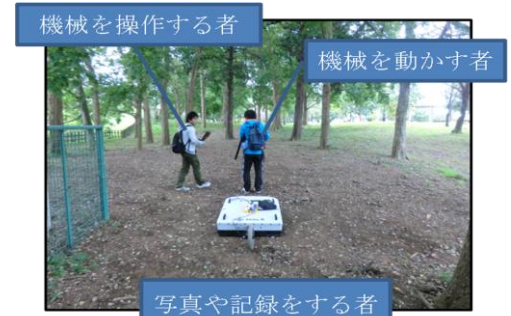


図-1 地下水探査の様子



図-2 観測経路と使用データ

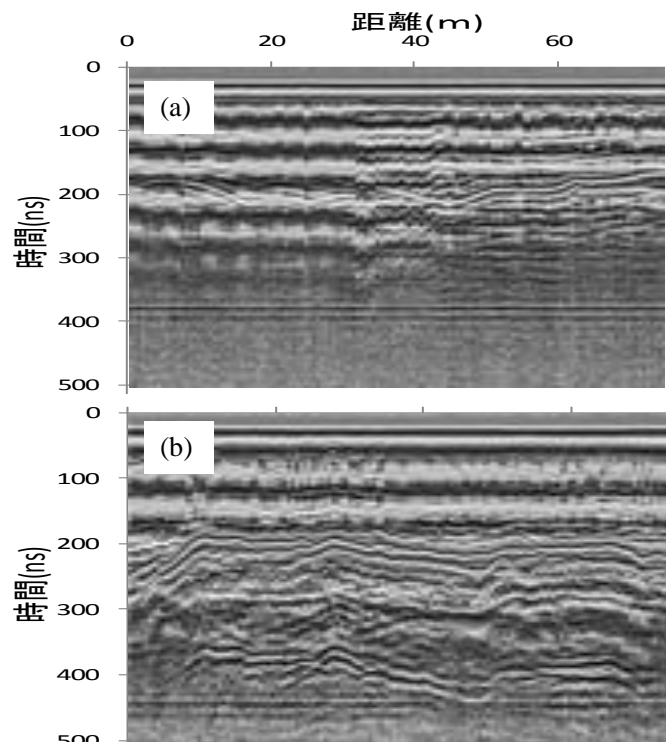


図-3 地中レーダプロファイルの一例(12/4)  
 (a)武蔵野公園, (b)野川公園

4. 地下水位変動探査と考察

地中レーダ探査による地下水位の推定は、地盤の電磁波伝搬速度特性を把握し、近傍の地下水観測データおよび既存のボーリングデータ<sup>1)</sup>などを参照しながら行うこととする。まず、電磁波伝搬速度は反射波の傾きに依存することがわかっているので、地中の構造物からの明瞭な反射波に注目し、MATGPR<sup>2)</sup>の機能 Fit Diffraction Hyperbola により求めた電磁波伝搬速度 0.040(m/ns)を用いて深度に変換する。次いで、図-4 に示す観測井の地下水位データ、ボーリングデータを参照して、7/4 の探査レーダプロファイルにおける地下水面の反射位置を推定していく。地下水面はボーリングデータから、礫層にあることが推定される。礫層では礫による回折波が多数見られることから、回折波のある A-C 間の層が礫層だと推察される。したがって、A-C 間に見られる反射 B を地下水面からの反射であるものと推定した。

この推定をもとに時系列での地下水位の変動特性を考察する。図-5 に観測井の地下水位時系列データを示す。表-1 に 6/26、10/9、12/18 における、地中レーダ探査による地下水位と、観測井の地下水位の変動を比較した結果を示す。いずれのデータについても同様に減少を確認することが出来たので、地下水位変動特性が一致しており、地中レーダにより地下水面の変動が把握出来ているものと考えられる。

5. むすび

本研究では、地中レーダを用いて武蔵野・野川公園における地下水変動探査を実施した。武蔵野公園では樹木や表層水分分布などの影響により地下水位を把握することができなかったが、野川公園では地下水変動に加えローム層、礫層などの地下構造も推定することができた。舗装された道路の多い都市部において、地中レーダにより地下水分布を把握することは困難であろうと予想されるが、地中レーダには容易に広域の地下構造を把握できるという利点があるため、今後は深部まで反射を捉える事が出来る観測条件を検討する予定である。

参考文献

- 1) 河合将文, 国文邦紀, 川島眞一, 小原利美, 石村賢二, 長谷川治雄, 岡田佳久, 真田茂樹, 上之原一有: 武蔵野公園付近の水文環境—地下水保全と活用に関する研究—, 2005, 土木技研年報
- 2) Andreas Tzanis : MATGPR Release 2 Manual and Technical Reference, Athens, 2010.

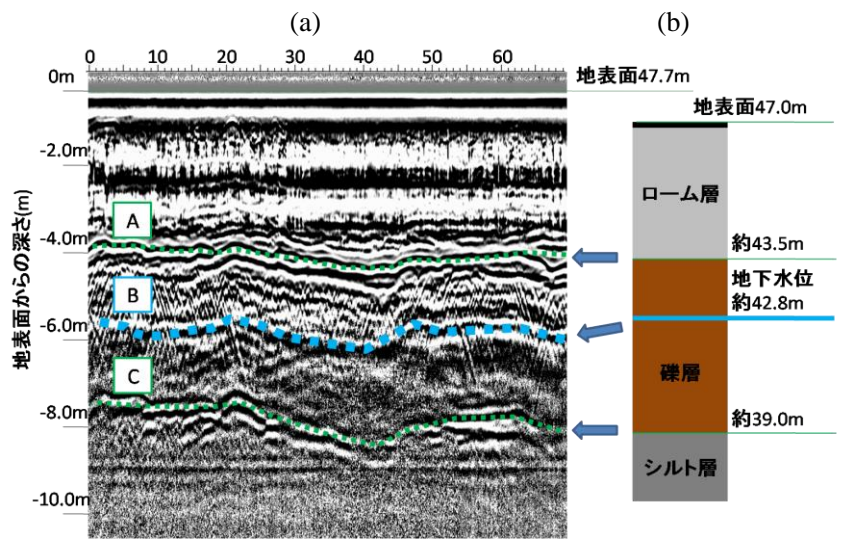


図-4 観測データとボーリングデータの比較, (a) 探査結果 (7/24), (b)ボーリングデータ

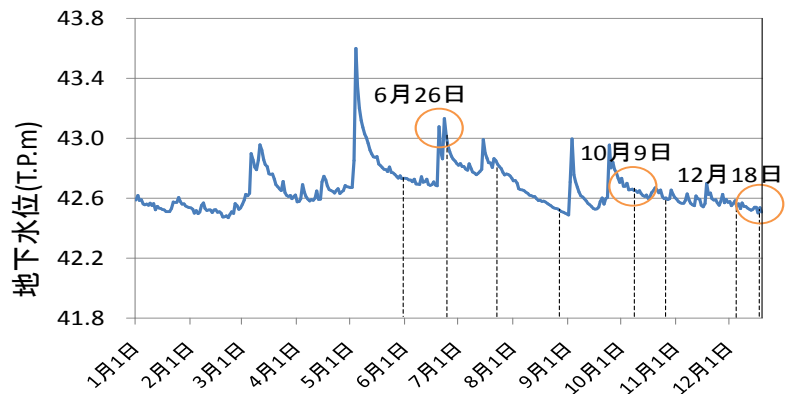


図-5 観測井の地下水位データ

表-1 地下水位変動の比較

	6/26	10/9	12/18
探査データ	-5.7m	-5.9m	-6.2m
観測井	-5.3m	-5.8m	-5.9m