## 圃場浸透実験における表面波のモニタリング

黒田清一郎\*(農研機構)·斎藤広隆(東京農工大) 平塚賢二郎·平塚貴大(平塚地質)

# Monitoring for seismic surface wave during infiltration tests into agricultural fields

Seiichirou Kuroda\* (NARO) Hirotaka Saito (TUAT) Kenjiro Hiratsuka, Takahiro Hiratsuka (Hiratsuka Geological Survey Co.,LTD)

**Abstract:** Infiltration process from soil surface into vadose zone is important for agriculture. We conducted the application of various kinds of geophysical prospecting methods to monitoring for infiltration tests into agricultural fields. In this report, we show the results of monitoring for infiltration tests using not only electromagnetic methods, such as GPR, but also the results of monitoring for seismic surface waves.

#### 1. はじめに

農業分野において土壌表面から不飽和帯土壌への浸潤現象は重要である。その現象は、土層の構造やマクロポアといった土の内部の構造といった不均一性に影響を受けることから、地盤の構造を可視化し、またそこで生じる変化を監視することのできる物理探査は有効な観測手法と言える。今までそのような浸透現象の把握の場合には電磁気探査や地中レーダ等<sup>120</sup>が用いられる場合が多かった。一方で近年表面波探査などの弾性波探査により浸透現象やそれにともなう不飽和帯の水分率変化をモニターする試みも行われている<sup>3)</sup>.今後は、河川堤防の分野で展開されてきた統合的物理探査<sup>4)</sup>と同様に、圃場での浸透現象のモニタリングという応用においても、多種の物理探査のそれぞれの特長を活かしながら、あるいは短所を補いながら、複合的な物理探査手法を適用することが期待される。

そのような方向性に基づき,現在,農研機構内の圃場等において,複合的な物理探査による浸透現象のモニタリングを試みている.本報ではその結果の一部について報告を行う.

#### 2. 反射および透過型地中レーダによるモニタリング

農研機構農村工学研究部門内の試験圃場において、 多孔質灌水チューブによる浸潤試験を行い、それに対する各種物理探査を適用しモニターした (Fig.1). 注水は 1 分当り 10mm 相当を目安に調整した. ここでは地表からの反射型地中レーダと孔井間レーダによる結果を Fig.2, Fig3 に示す. 反射型地中レーダについては、地表から非破壊で浸潤にともなう水分変化を簡易に追跡できる跡できるが、探査深度が表層に限られる.

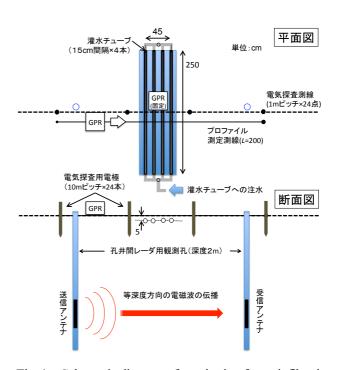


Fig. 1 Schematic diagram of monitoring for an infiltration experimental test

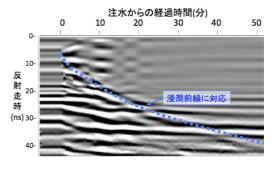


Fig. 2 Change in waveform of reflection from fixed Surface-GPR antennae during the infiltration test

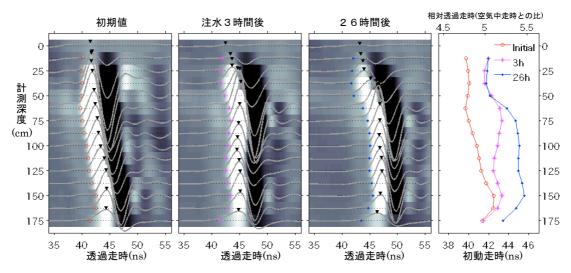


Fig.3 Change during infiltration test in original waveform and relative travel time measured by cross-borehole

一方で, 透過型のレーダは深層までの水分変化を追跡できるが, 複数の観測孔を設置する必要がある.

### 3. 圃場浸透試験における表面波探査結果

2.で示したのと同様な浸潤試験を行い、カケヤによる表面波探査を実施した.表面波探査の分解能を考慮し、浸潤領域は2.よりも大きい範囲とし、23mの測線の片端から5mの範囲とした(Fig.3(a)).浸潤領域において、表面波探査の結果から推定された速度は低下しており(Fig.3(b))、圃場浸透試験において表面波探査によるモニタリングは有効な手段と考えられた.

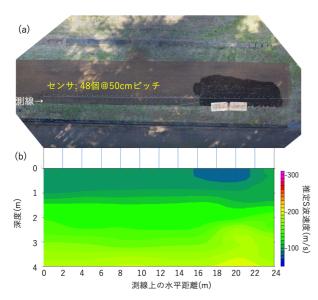


Fig.3 Estimated S-wave velocity distribution in the infiltration test field, (a) Aerial photo of the test field taken by a drone, (b) Estimated distribution of S-wave velocity in the infiltration test field

#### 4. おわりに

2.で示したように地表からの地中レーダ探査は、非破壊的に簡易に行うことができる方法であるが、粘土質である場合が多い我が国の農地では、探査深度が表層に限られる場合がある.一方、表面波探査については、3.で示したように比較的深層までを探査の対象深度とすることができる.また力学的特性と関連の深い弾性波速度を推定できる表面波探査は、例えば豪雨により土壌水分や地下水の変化が、農地地盤の力学特性に与える影響の評価に関する情報を提供しうることが期待される.今回は、カケヤ起振による表面波を観測対象としたが、今後は常時微動における表面波の観測なども含めて、総合的な検討を行なう予定である.

#### 参考文献

- 1) 黒田清一郎,浅野将人,二平聡,奥山武彦,斎藤広隆,金喜俊,竹内睦雄(2007)繰り返し孔井間地中レーダ探査による不飽和帯涵養過程の定量的評価,物理探査,60(6),467-474,
- 2) 斎藤広隆, 黒田清一郎,横田俊之(2007)地中レーダ を用いた不飽和土中水分移動解析:現状と今後の 展望.物理探査,60(6),455-466,
- Atsushi Suzaki1, Shohei Minato, Ranajit Ghose, Chisato Konishi1, Naoki Sakai (2017) Modelling time-lapse shear-wave velocity changes in an unsaturated soil embankment due to water infiltration and drainage, FIRST BREAK, 35, pp.69-78
- 4) 物理探査学会統合物理探査調査研究委員会(2017): 統合物理探査による地盤物性評価と土木建設分野 への適用,統合物理探査調査研究委員会報告書, pp.1~101