

電気探査による水田の漏水箇所推定 Estimating leakage locations of a paddy field by resistivity survey

○井上敬資, 野見山綾介, 脇山恭行, 吉迫 宏, 楠本岳志, 正田大輔
○INOUE Keisuke, NOMIYAMA Ryosuke, WAKIYAMA Yasuyuki,
YOSHISAKO Hiroshi, KUSUMOTO Takeshi, and SHODA Daisuke

1. はじめに

平成 28 年熊本地震で被災した阿蘇の水田では、代掻き後でも湛水不良となったが、地表面では変状は見当たらず、漏水箇所の特定が困難であった。災害後（平成 28 年 12 月）の湛水試験中に電気探査を実施し、比抵抗の変化から漏水箇所の推定が試みられ、水田下よりも畔部の漏水が示唆された¹⁾。しかし、探査結果は測定データの解析からの推定であるため、漏水部を直接確認する必要がある。本研究では、漏水が推定された畔部に水分計を設置し、災害後の試験¹⁾と同等の調査を行い、水分量の変化と探査結果を比較した。

2. 調査地概要

調査地は阿蘇中央火口の北側にある阿蘇カルデラ内の水田である。地表への断層の露出が確認されている布田川断層の北東部に位置する。気象庁による推計震度では震度 6 弱が推定された。本水田では、地表の観測から亀裂等は確認されていなかったが、水稻作付中の代掻き後の湛水では全面湛水に至らず、漏水が顕著であった²⁾³⁾。

3. 調査方法

湛水試験は平成 29 年 12 月 20～22 日（12/20 13:17 湛水開始）に実施し、湛水前には代掻きは実施しなかった。湛水域は、3 面の畔(S, E, N)と波板で囲み、湛水域の畦 S 寄りのポンプからと畦 E 脇の水路の畦 S 寄りから給水した (Fig.1)。2 面の畔 (S, N) にそれぞれ深さ 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0m の孔をあけ、各孔の底に水分計(METER 社製 GS1)を設置した。水分到達の検知だけを目的としたため、水分計は土面に差さず存置し、孔の埋め戻しは行わなかった。供給水の電気伝導度は 124 mS/m (8.06 Ωm)で、湛水開始後の 4 時間と減水深調査（12 月 21 日 14:17～17:17）前の 2 時間半においてポンプで給水した。湛水開始 5 時間後波板が倒れて決壊しているのを確認した。その後、22 時間後の給水まで、水位が徐々に低下していったと推定される (Fig.2)。気象庁 AMeDAS（阿蘇乙姫）では、12 月 8 日～11 日に 13mm の降雨が観測されたが、湛水試験中に降雨はなかった。試験中の気温は、最高気温と最低気温がそれぞれ 7.5°C と -5.7°C で、朝の測定時には湛水面が凍結して

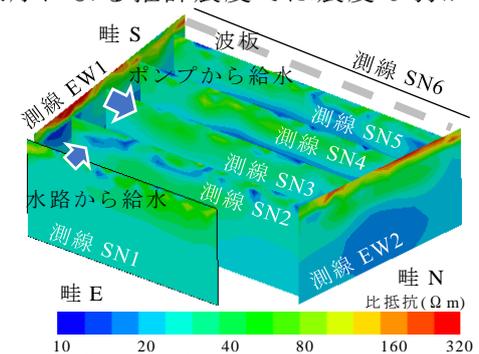


Fig.1 湛水開始前の比抵抗分布 (Profiler-4)
Resistivity distribution before water filling

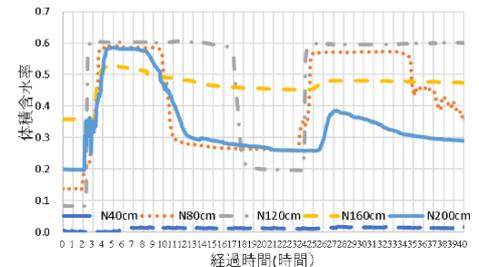
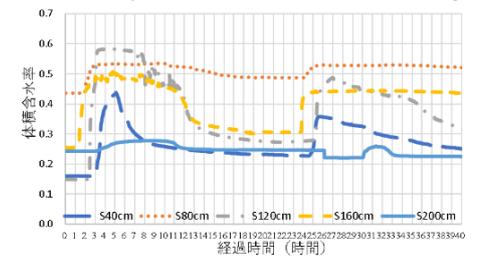


Fig.2 湛水開始からの体積含水率変化
Time lapse of volume water content

いた。電気探査の測線は電極間隔 1m で 8 測線 (SN1 ~6, EW1, 2) を設置し (Fig.1), 早い浸透過程を観測するために湛水開始後 (3~9 分後から 283~289 分後) は瞬時電気探査装置 (4D GeoTek 社製) ⁴⁾ を, 十分に時間が経過した後 (5~8 時間後から 39~42 時間後) は Profiler-4 (応用地質社製) を用いて測定した。瞬時電気探査装置は全ての測線 (192 電極) を 10 分間隔で測定し, Profiler-4 は測線 EW1,2, SN1~5 (160 電極) を 4 時間間隔で測定した。地中の比抵抗は, 様々な要因により変化するが, 本調査の湛水試験中は体積含水率が大きく変化するため, 湛水試験中の測定データの 2 次元比抵抗逆解析により比抵抗変化率 ⁵⁾ の分布 (Fig.3) を求めた (ダイヤコンサルタント社製 E-tomo)。

4. 解析結果

減水深は 162 mm/d と前年度と同様の値 (160mm/d) で, 一般的な水田よりも極めて高い値を示した。湛水試験前の比抵抗分布は, 水田内で低く, 畦畔部の浅部で高かった (Fig.1)。水田内の低い比抵抗は, 土壌中の細粒分の割合が高いことを反映し, 畦畔部の浅部の高い比抵抗は土壌の密度が低いことを示している可能性があるが, 比抵抗分布からは漏水箇所を推定するのは困難である。湛水試験前の比抵抗に対する湛水試験中の比抵抗変化 (Fig.3) では, 畦部で低下が見られ, その低下領域は増加した。一方, 湛水初期では水田内の比抵抗はほとんど変化しなかった (Fig.3a,b)。湛水前後では, 体積含水率のみが変化しているため, 比抵抗の低下は土中の水分量の変化を反映していると考えられる。それぞれの畔で測定した体積含水率の時系列変化 (Fig.2) では, 畔 S は 1 時間 20 分後に, 畔 N が 2 時間後に水分量が増加した。これは給水位置が畦 S に近いためであるが, 比抵抗も畔 N より畔 S のほうが早く変化した (Fig.3a)。これらの結果から, 比抵抗の変化は水分量の変化を反映しており, 湛水初期では, 漏水箇所は水田内ではなく畦であることが示唆された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 18K05891 の助成を受けたものです。調査にご協力頂いた皆様に感謝申し上げます。

【引用文献】1)井上ら(2019), 九州沖縄農業研究センター研究資料, (95), 18-29. 2)脇山ら, 九州沖縄農業研究センター研究資料, (95), 47-64. 3)丸山ら(2019), 九州沖縄農業研究センター研究資料, (95), 10-17. 4)今村 (2007), 物理探査学会第 117 回学術講演会講演論文集, 219-222. 5)杉本 (1995), 物理探査学会第 92 回学術講演会講演論文集, 57-62.

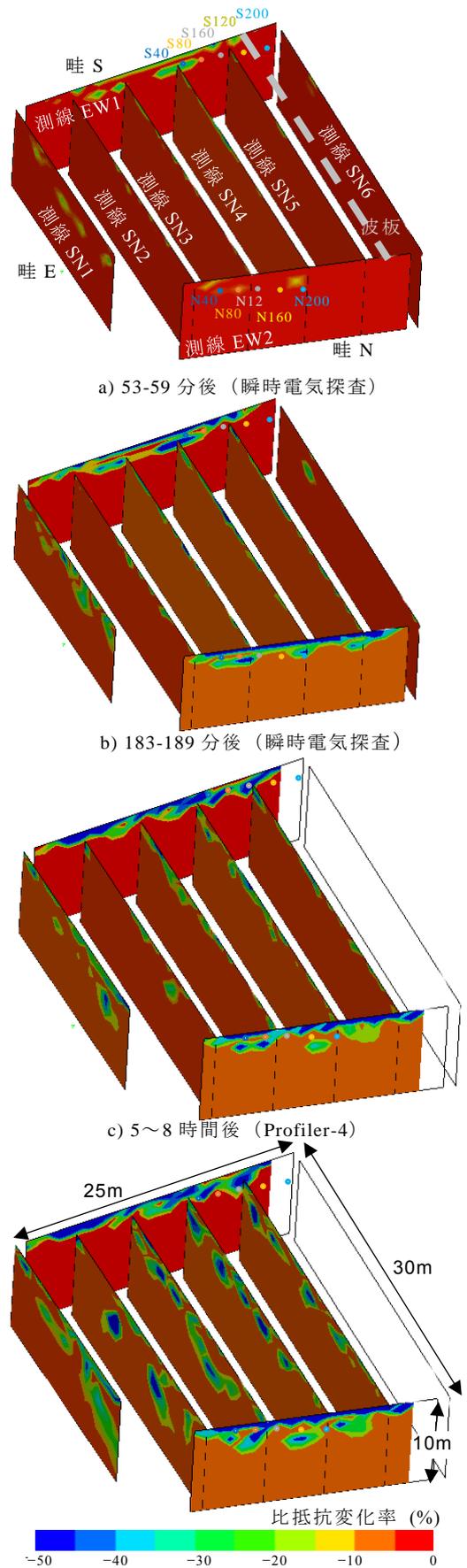


Fig.3 湛水前に対する比抵抗変化
Resistivity change after water filling