

電気探査による高松塚古墳墳丘内の水分分布調査報告

平成 17 年 4 月 25 日

東京工業大学大学院情報理工学研究所 亀井宏行

1 はじめに

一般に土壌の含水率が上昇すれば電気抵抗率が下がるという負の相関関係があることから、電気探査法と言う非破壊調査法により、土中の水分分布を推定することができる。本報告は、2003 年 5 月から 2004 年 9 月にかけて高松塚古墳において実施した電気探査による墳丘内水分分布調査ならびに水分分布変動モニタリングの結果報告である。

2 電気探査法の原理

電気探査法は、地下の抵抗率分布を求めることにより地下の構造を推定する手法である。大地の抵抗率を測定する方法は、大地に四本の電極を打ち込み測定する四極法が一般的である。電極の配置法は多数存在するが、本調査では、各電極を等間隔に配置する Wenner 配置を用いた。この電極配置では両端を電流電極、内側の二本を電位電極とする。そして電流電極から大地に電流を流し電位電極間の電位差を測定することにより「見かけ比抵抗値」と呼ばれる量を測定する。電極間隔を広げることで、より深い位置の見かけ比抵抗が測定できる。電極位置および電極間隔を変えて測定した見かけ比抵抗値の分布をもとに、真の抵抗率分布を計算により推定する（この過程を「逆解析」と呼ぶ）。

3 探査概要

3.1 墳丘内水分分布の推定

実施日：2003 年 5 月 19 日～23 日

保存対策に先駆けて、墳丘表面に図 1 に示すように測線を設置し、電気探査を実施した。本調査では、各測線上に電極を 0.25[m]間隔で、東西測線については 108[本]、南北測線では 99[本]設置し、電極間隔を 0.25[m]から 5.0[m]までの 0.25[m]刻みで広げていく Wenner 配置により測定した。

3.2 墳丘内水分分布変化のモニタリング

実施日：2003 年 9 月 17 日、9 月 21 日、10 月 7 日、11 月 10 日、
2004 年 2 月 24 日、5 月 17 日、9 月 12 日

2003 年 9 月から行われた墳丘部分の防水対策（竹の伐採、土嚢積み、防水シート被覆）後の墳丘内部の抵抗率分布の変化をモニタリングするため、図 2 に示すように墳丘表面に東西・南北方向に 1 測線ずつ電極を埋め込んだ。この 2 測線を利用して竹林伐採から発掘調査開始に至る期間、電気探査によるモニタリングを行った。電極配置間隔等は、上記 2003 年 5 月の測定時と同じである。

3.3 探査システム

本調査に用いた比抵抗計は、Geoscan 社製 RM-4 である。この比抵抗計に PC 制御のリレーによる多電極切り替え装置を接続し、データはこの制御用 PC に直接取り込み、蓄積・表示する。データの逆解析には Geotomo Software 社の RES2DINV、RES3DINV を利用した。

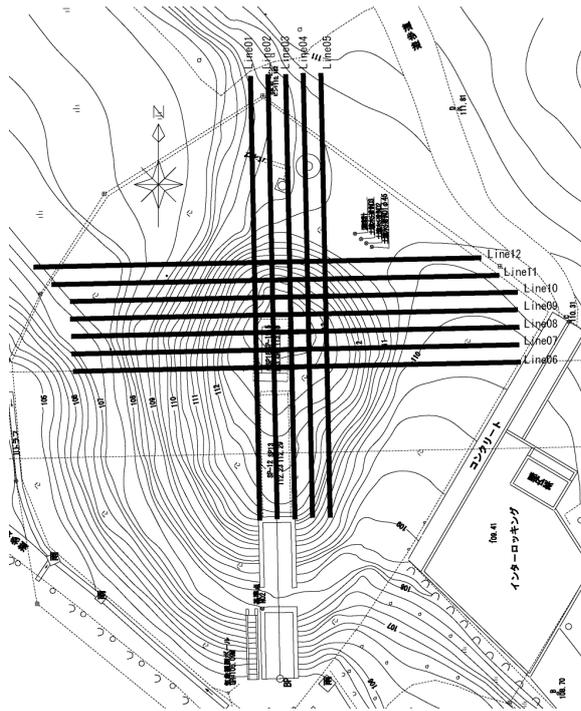


図 1：墳丘内水分分布推定のための測線配置図



図 2：墳丘内水分分布モニタリングのための測線配置図

4 探査結果

4.1 墳丘内水分分布の推定

図1に示す複数の測線で得られた結果を統合して3次元逆解析を行い、墳丘内の抵抗率の3次元分布をもとめた。図3は、抵抗率の3次元分布を、石室を東西、南北に横切る2枚の断面で表示したもので、墳丘南面から見た図となっている。この図では、抵抗率の対数値を色分けして表示しており、赤色が高い抵抗率、青色が低い抵抗率を表している。図中中央に赤色で示されている方形の部分、石室内空間を示す。

図3より高抵抗率部分（石室内空間部分）の東側に隣接して低抵抗率部分（濃い青色）が存在することが分かる。これより石室の東側には水分を多く含んだ土壌が存在することが推察される。

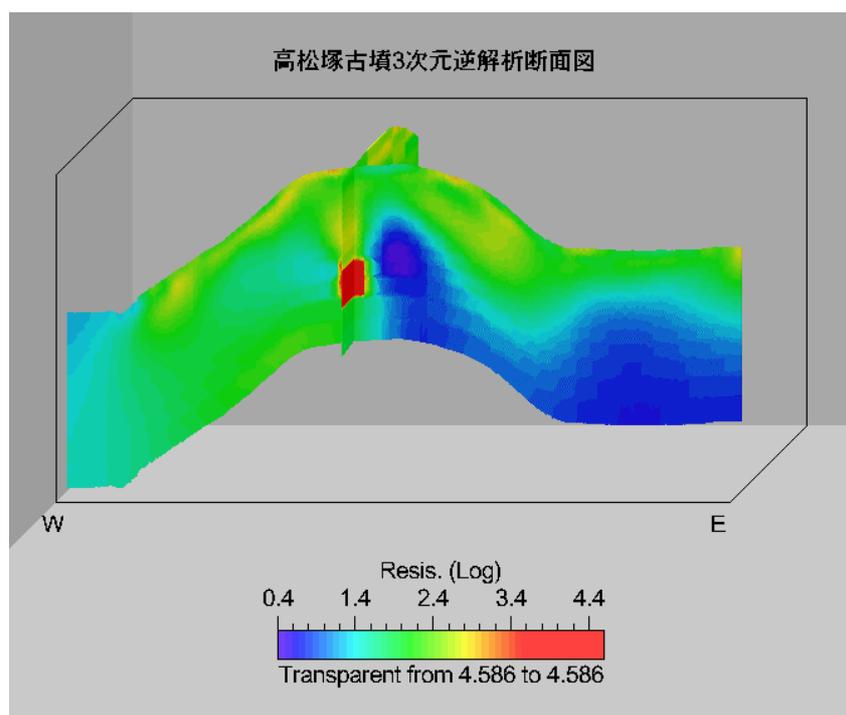


図3：高松塚古墳3次元逆解析断面図（2003年5月）

4.2 墳丘内水分分布変化のモニタリング

石室東側の水分分布に注目し、東西測線の2次元逆解析結果（抵抗率分布図）を日を追って図4～図10に示す。これらの図は、図3と異なり対数値ではなく抵抗率の値で色分けしており、すべて直接比較できるように、同一のカラースケールを用いている。青色が濃いほうが、抵抗率は低い。図中中央付近の白く抜けた方形の領域は石室内空間を表し、古墳表面に記した“+”のポイントは電極の位置を示している。標高値(縦軸)は測線東端を原点(0[m])とし、水平距離(横軸)は測線西端の水平位置を原点としている。

墳丘表面付近では抵抗値の変化が認められるものの、石室の東側に分布する水分は目立った変化が見られないままとなっている。

石室東側の抵抗率変化を詳細に見るために、東西測線西端より15mの地点（図2の赤い×印の点）における深度別の抵抗率の経時変化を示したグラフを図11に示す。

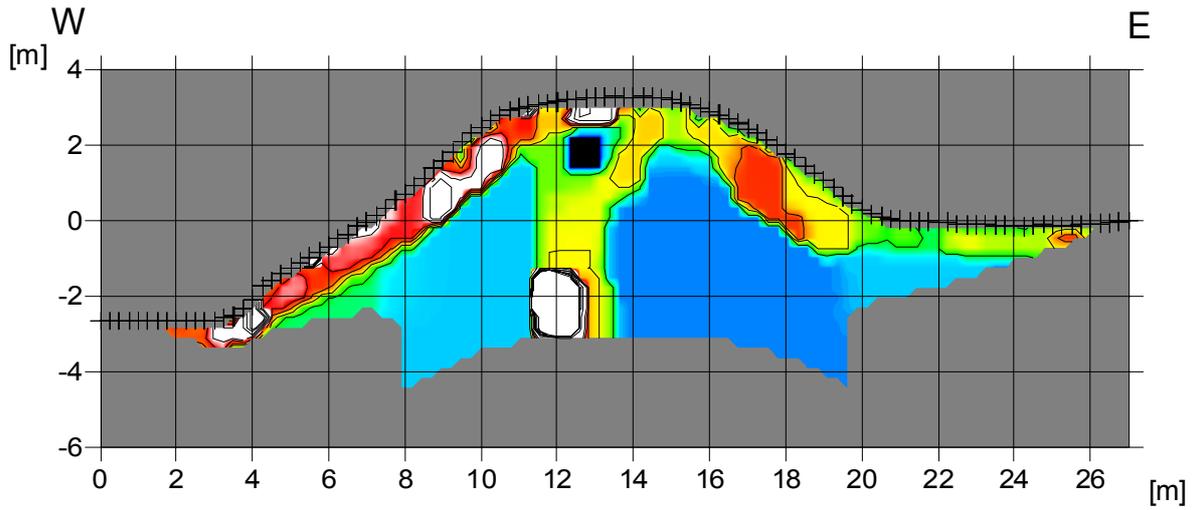


図 4 : 2003 年 9 月 17 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)

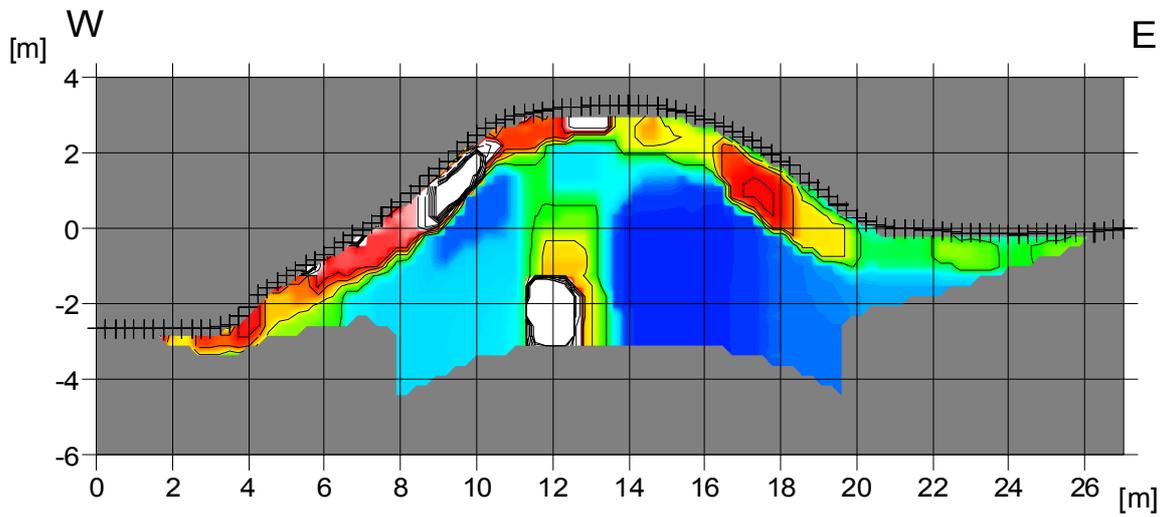


図 5 : 2003 年 9 月 21 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)

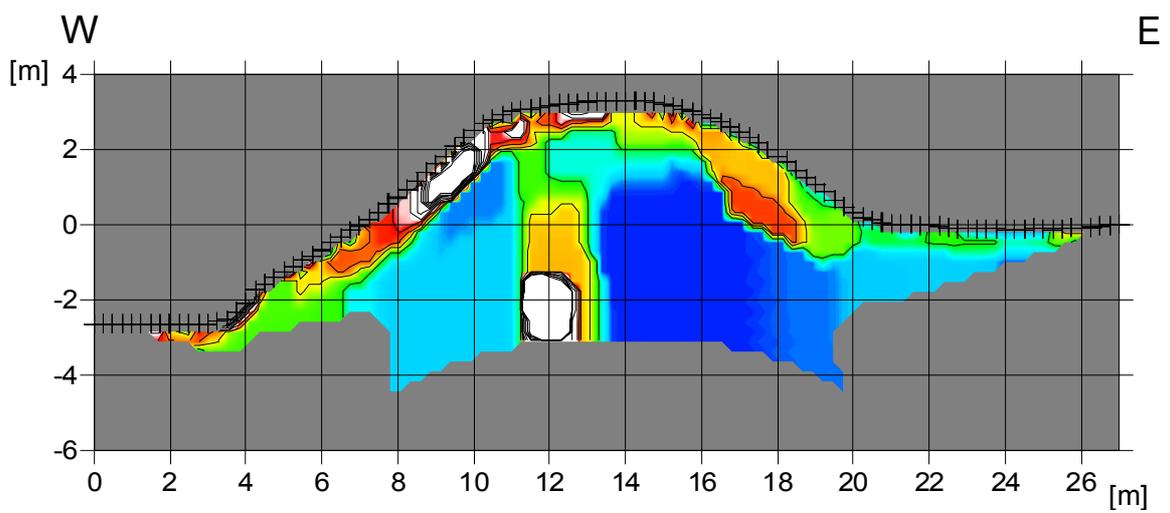
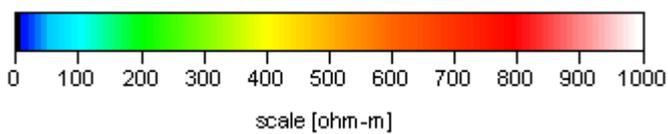


図 6 : 2003 年 10 月 7 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)



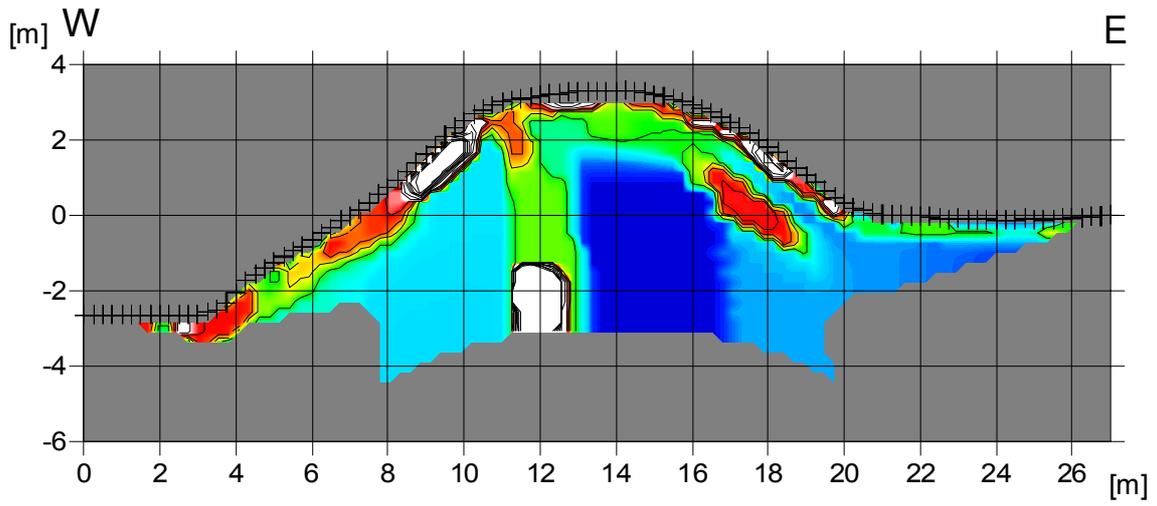


図 7 : 2003 年 11 月 10 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)

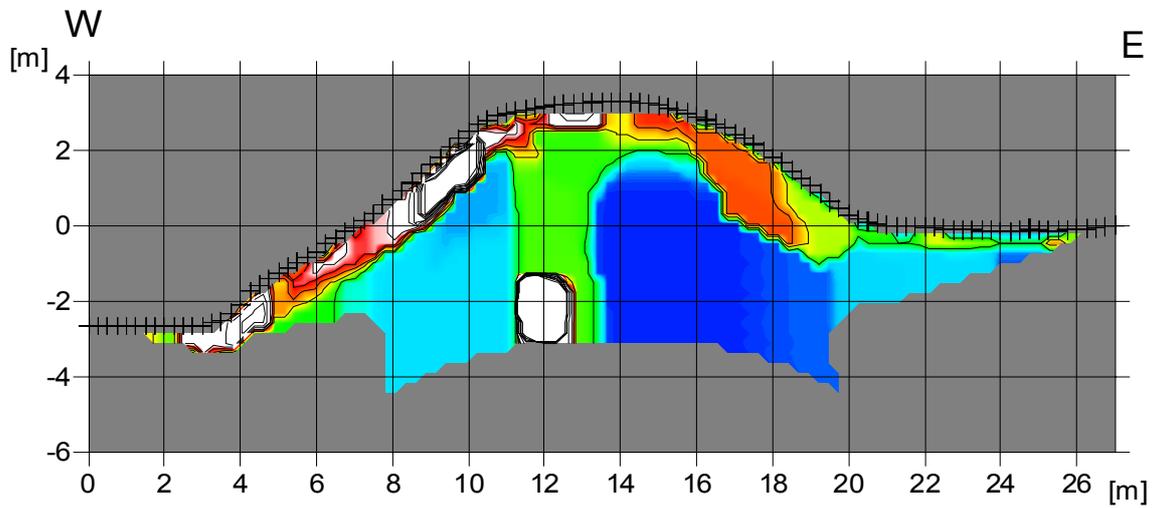


図 8 : 2004 年 2 月 24 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)

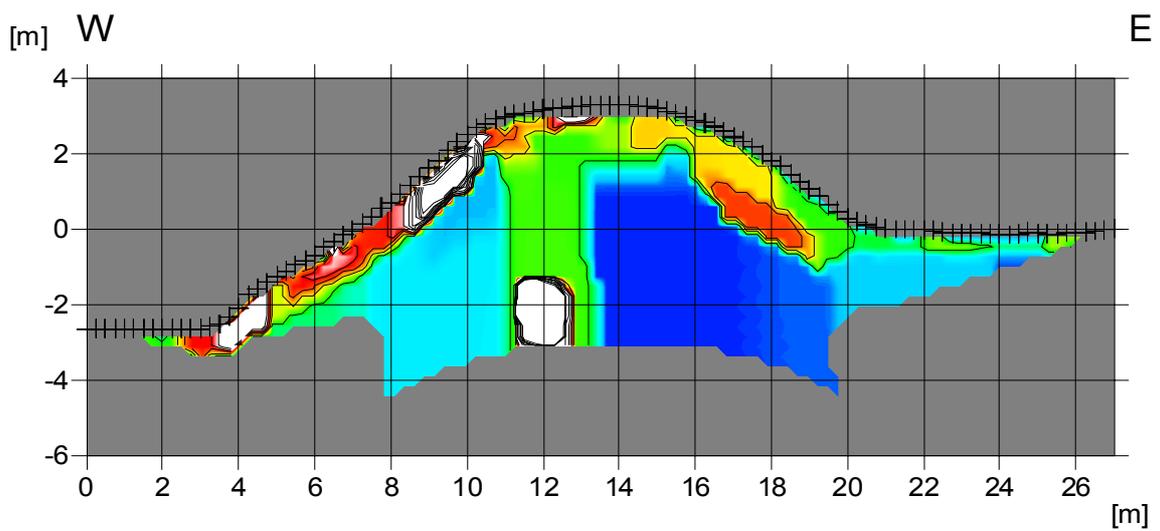
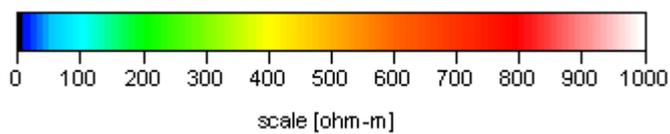


図 9 : 2004 年 5 月 16 日 探査結果の逆解析結果 (抵抗率分布)



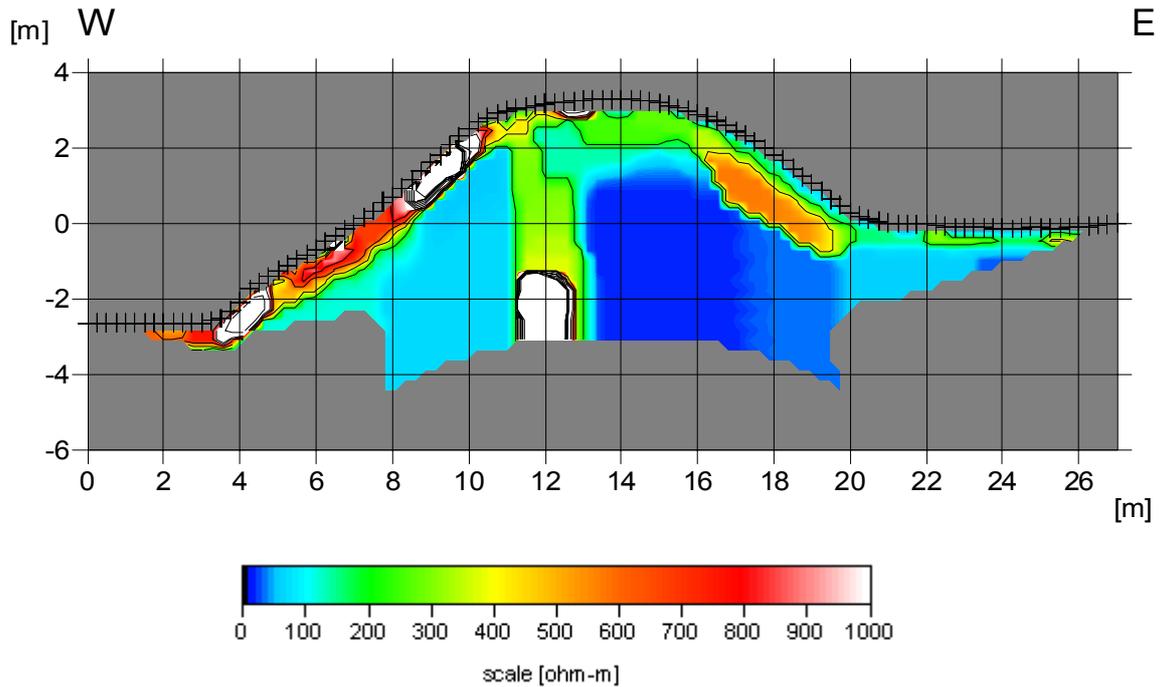


図 10：2004 年 9 月 12 日探査結果の逆解析結果（抵抗率分布）

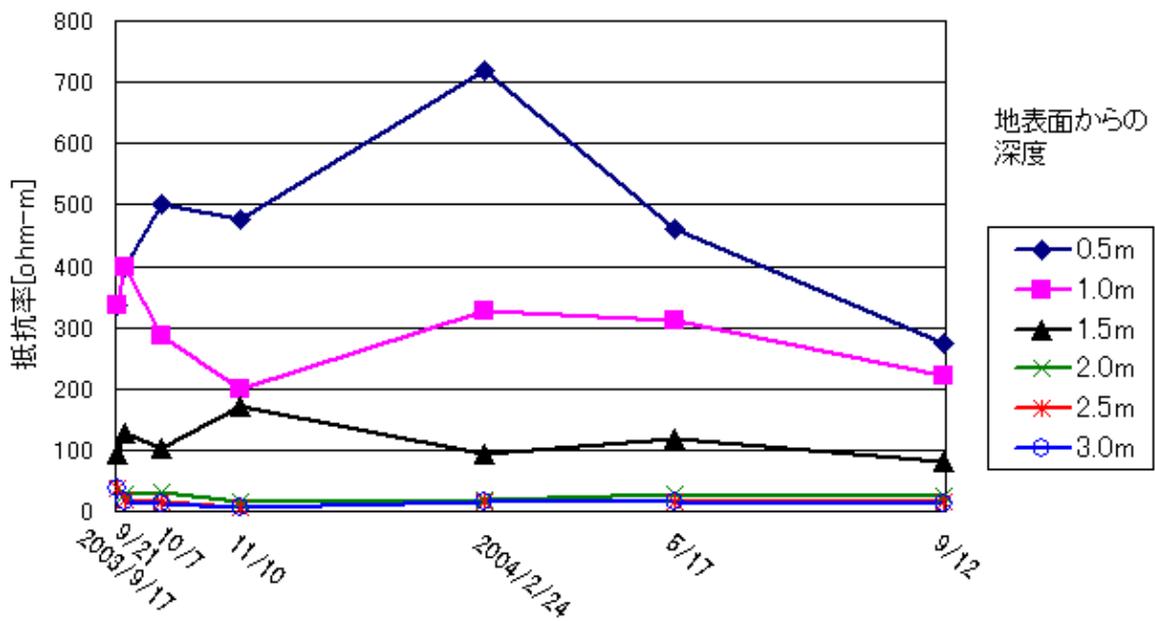


図 11：石室東側における抵抗率の深度別経時変化

5 まとめ

墳丘内部の水分分布は、もともと石室東側の深部（地表下 2m 以上）に水分が多いという状態で、石室東側深部の抵抗率は、図 11 に見られるように、防水対策前後とも $40[\Omega - m]$ 以下という非常に低い値で推移している。墳丘深部の水分分布を支配している要因は、上部からの雨水の浸透というよりは、おもに地下水であることが推察される。また、石室東側と西側での水分分布に偏りが見られる現象も、防水対策後も変化していないことから、これも墳丘上部からの対策では取り除けない、地下水の流れを含む墳丘内部構造に起因するものと考えられる。