

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	大深度遺跡における文化財探査技術
Title	Archaeological Prospection Methods for a Deep Archaeological Site
著者(和文)	亀井 宏行, 阿児 雄之
Authors	KAMEI Hiroyuki, AKO Takayuki
出典 / Citation	日本遺跡学会誌 『遺跡学研究』, , No. 8, pp. 164-167
Citation(English)	Journal of the Japanese Society for Cultural Heritage, , No. 8, pp. 164-167
発行日 / Pub. date	2011, 11
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本遺跡学会に帰属します。 Copyright (c) 2011 Japanese Society for Cultural Heritage.
Note	利用は著作権の範囲内に限られる

# 大深度遺跡における文化財探査技術

亀井 宏行・阿見 雄之 (東京工業大学)

Archaeological Prospection Methods for a Deep Archaeological Site

KAMEI Hiroyuki, AKO Takayuki (Tokyo Institute of Technology)

## 大深度遺跡における文化財探査技術

亀井 宏行・阿見 雄之（東京工業大学）

Archaeological Prospection Methods for a Deep Archaeological Site

KAMEI Hiroyuki, AKO Takayuki (Tokyo Institute of Technology)

- 電気探査法／ Resistivity survey    ●多電極切り替え装置／ Multi electrode selector
- 表面電位法／ Surface potential method    ●ローマ時代遺構／ Roman architecture

### 1. はじめに

文化財探査とは、遺跡など埋蔵文化財を非破壊で調査する方法である。その手法には、電気探査法、地中レーダ探査法、磁気探査法など複数の手法が存在する。探査者は、調査対象が持つ特徴的な物性値に着目して手法を選択し調査にあたる。例えば、電気探査法では地中の電気抵抗率分布を把握することによって、地下構造や埋蔵文化財の状況を推察する。

ソンマ・ヴェスヴィアーナ遺跡では、継続的な発掘調査の結果、大量の火山噴出物によって埋没した建造物や彫像などが発見されている<sup>1)</sup>。それも、現在の地表より10m以上深い地点にまでローマ時代の遺跡が保存されていた。特に、建造物については立体的な構造を維持した状態で存在していることが判明してきている。よって、本遺跡の調査における文化財探査では、地下深くまで立体的な構造を維持している可能性が高い遺構の存在を推定することが目的とされた。

従来の電気探査法では、広大な領域を対象としたもの、大深度の領域を対象としたものなど、個別の目的に対応した事例はあった。しかし、本調査で求められた、広範囲・大深度・高分解能な探査は存在していない。加えて、立体的な構造を有する遺構に対応するため、三次元的な解析結果も要求される。

本稿では、これら要求に答えるべく、新たに開発した多電極切り替え装置を用いて、表面電位法と二極法によって実施した電気探査結果を報告する。

### 2. 調査手法

#### (1) 多電極切り替え装置の開発

電気探査法は、地表面に複数の金属製の電極ピンを打ち込む。そして、それら電極から電流電極を2本選択して大地に電流を流し、他の電極にて電位を測定、地中の電気抵抗率を推定する方法である。電流・電位電極の配置により複数の手法が存在するが、いずれにしても、大地に設置した電極の制御が必要となってくる。広領域を高密度に調査する場合には、多数の電極を探査領域に設置し制御する必要がある。しかし、これまでの電極制御装置は、数十本程度しか制御できなかった。よって、新たに最大で8192本の電極切り替えを可能とする多電極切り替え装置“MEDUSA”を開発した(図-1)。本調査では、このMEDUSAへ比抵抗探査装置SuperSting R8/IP (Advanced Geosciences, Inc.)を接続して調査を実施した。



図-1 多電極切り替え装置“MEDUSA”

## (2) 表面電位法

表面電位法とは、大地に電流を流した時、地表面にあらわれる電位を電極にて測定し、測定電位から地下の抵抗率分布を推定する手法である<sup>2) 3)</sup>。電流電極の配置により、大地での電流経路が変化し、地下構造に応じて地表面にあらわれる電位分布も変化する。実際の測定では、複数の電流電極パターンでの表面電位分布を測定し、電流と電位から地下の抵抗率を計算する(図-2)。



図-2 表面電位探査風景(2005年度調査)

## (3) 二極法(比抵抗法)

二極法は、最も一般的に用いられている電気探査手法である。遠電極とよばれる電流・電位電極一対を調査地から十分に離れた場所に設置する。そして、調査領域内にて、ある一定間隔を保ったまま電流・電極対(移動電極)にて測定をおこなう。この2対(4本)の電極にて測定された電流・電位値から、大地の見かけ比抵抗値という値が算出される。

算出された見かけ比抵抗は、移動電極間の中心、かつ移動電極間隔と同じ深さにおける比抵抗値とみなされる。例えば、移動電極対の間隔を1mに保ったまま、領域内にて複数箇所測定すれば、地表下1m地点での見かけ比抵抗分布を得ることができる。

しかし、この見かけ比抵抗分布はあくまでも見かけ上の比抵抗値であるため、より真の値に近い抵抗率分布を求めるために逆解析が必要である。そして、この逆解析計算によって導かれた地下抵抗率分布結果をもとに、埋没遺構の存在形態などを推察する。

## 3. 探査結果

### (1) 2005年度結果

2005年度調査領域は、発掘トレンチの東側に位置しており、その範囲は15m×15mである。多電極切り替え装置MEDUSAと比抵抗探査装置SuperStingによる表面電位法を用いた測定を行い、4,572データを取得した。これら測定データは、本研究室で開発した三次元逆解析プログラムを用いて解析した。開発したプログラムでは、地中を1m×1m×2m(縦×横×高さ)のブロックに分割し、それぞれのブロック内における抵抗値を計算する。この領域の場合には、深さ10mまで抵抗率を求めるブロックを設定し計算をおこなった。

三次元解析結果より、地表面からの深度が異なる位置の抵抗率分布を図-3に示した。解析結果をみると、調査領域の左下隅(南部)に構造物の存在を窺わせる高比抵抗部分がある。左下(南)から右上(北)に細長く分布している。そして、深さ2mぐらいから存在が明らかになり、深さ8mにおいても周囲と比べ高い抵抗率を示している。この高抵抗分布状況からは、壁状遺構の存在が推定できる。それも、地表下2mから8m付近まで連続して存在していると考えられ、壁面であればかなりの部分が保存されていると推定される。

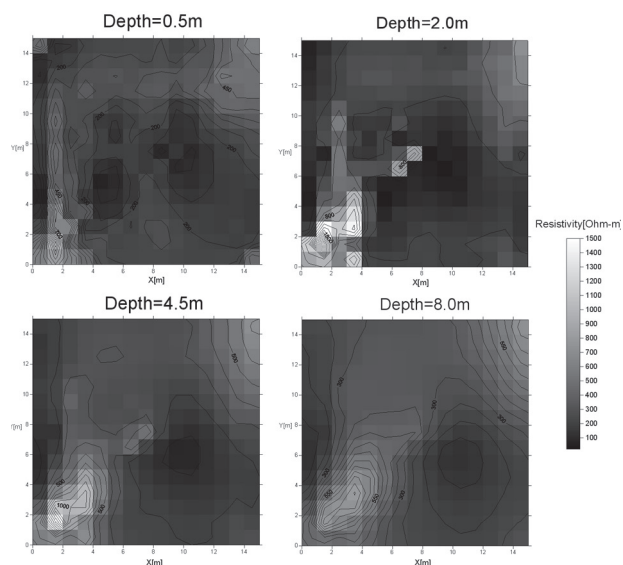


図-3 2005年度電気探査結果平面図

(2) 2007年度結果

2007年度の調査領域は、発掘トレンチの南側に設定した。調査範囲は東西170m×南北10mと細長い領域である。このような敷地形状であったため、測定は長辺方向に測定線を設定し、二極法を用いて実施した。測定線同士の間隔は1mとし、移動電極対の電極間隔は、最小1mから最大20mまで1mごとに変化させて測定を実施した。このような条件下で測定された計9測定線分のデータ(23,233データ)は、各測定線ごとの二次元断面における逆解析と、領域全体を対象とした三次元逆解析の両方で計算をおこなった。二次元逆解析に用いたソフトウェアはRES2DINV(GEOTOMO SOFTWARE Inc.)であり、三次元逆解析も同社のRES3DINVである。本解析においても地中を、一辺を1mとする正方形または立方体で分割し、そのブロック内での抵抗率を計算している。

各測定線ごとの二次元逆解析結果断面図を図-4に示す。解析結果からは、発掘された遺構と関連性が高いと推定されるような抵抗値分布はみられなかった。しかし、40～50m地点および120m地点あたりで、ほぼ一定の抵抗値の分布が、すべての断面図で見られる。また、全体的な傾向として南北方向(測定線間同士)に連続的な抵抗値分布を見ることができる。

ヴェスヴィオ火山はちょうど本遺跡の南側に位置しており、火山噴出物の流入方向は南から北へ向か

う方向である。あくまでも推察であるが、電気探査結果にあらわれた抵抗値分布は、火山噴出物の堆積状況を示している可能性がある。特に深度5mより浅い部分では局所的に高抵抗率分布が集中するところがあり、その部分は火山噴出物の性質が周囲と大きく異なっていると推測される。

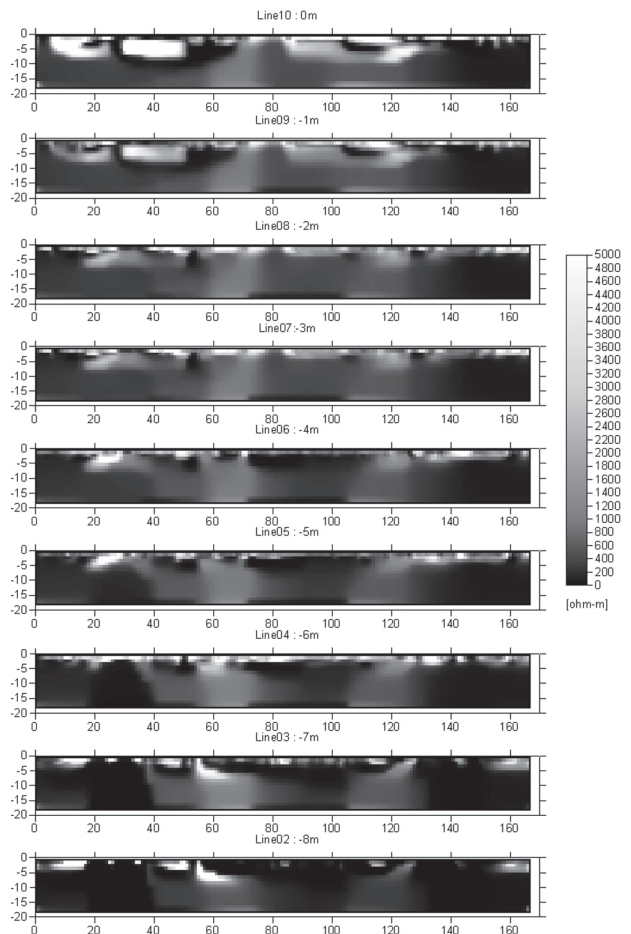


図-4 2007年度電気結果断面図

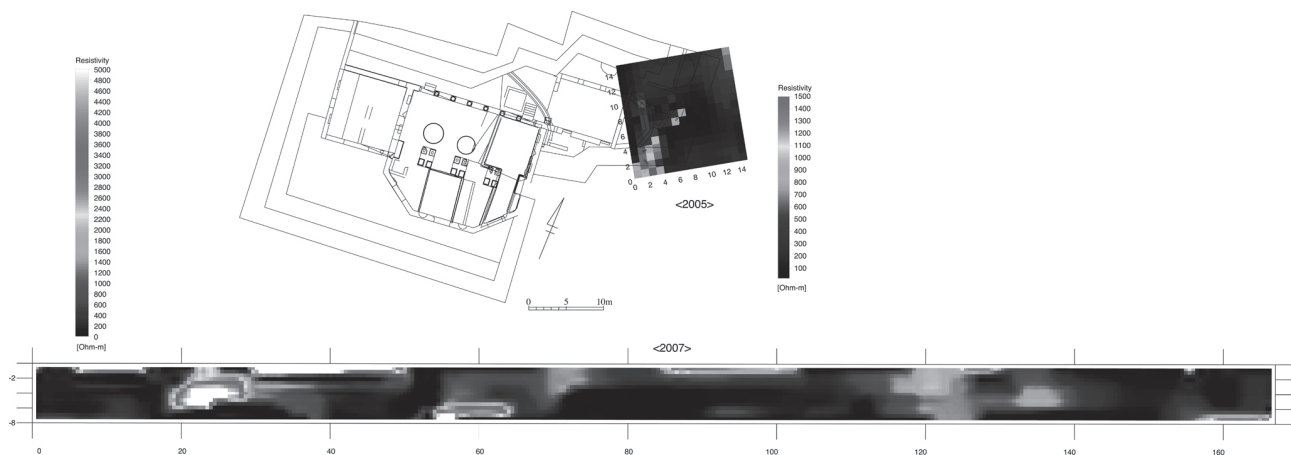


図-5 電気探査結果統合図

## 4. 考察

### (1) 発掘結果との照合

2005、2007年に探査した結果を、発掘トレンチとともに図-5に示す。発掘成果は2006年時のものを使用している。

2005年に探査した領域は、翌年の2006年に発掘が実施された。その調査では、ちょうど高比抵抗が分布していた部分からアプシスとそれを取り囲む壁が発見された。電気探査結果からは、これら遺構の存在は探査で推定できたものの、その種類を判別するまでには至らなかった。この原因のひとつは、逆解析時に用いた抵抗率ブロックの大きさにあると考えられる。地下構造の解析結果は地中を1m×1m×2mで分割したブロックの電気抵抗率を求めたものであり、高抵抗率を示す地下構造の存在を推定することはできるものの、それがどのような構造物にあたるのという判断を下すには、分解能が足りない状態であった。表面電位法を用いた電気探査のさらなる分解能向上が課題である。しかし、大量の火山噴出物で埋没した大深度にあるローマ時代の遺構を電気探査法にて、存在推定が可能であるという実例を得ることができた。

### (2) 新たな探査手法への試み

2007年に実施した二極法は電気探査法の中でも最も古くから使用されてきた測定手法である。従来、この手法を用いる場合には、移動電極対を一定間隔で木枠などに固定し、測定点で電極ピンをその都度差し込む作業手順が取られていた。しかし、本調査では、予め複数本の電極ピンを地表面に設置しておき、電流・電位電極対を機械的に制御し選択する手順へと変更した。この変更により、電極対間隔を20mにとることも可能となって、大深度の抵抗率分布解析に必要な測定を実施することができた。しかし、分解能の面では、表面電位法と同じく、地中を一辺1mの正方形、立方体にて分割したうえで逆解析をおこなっているため、決して高いとは言えない。

大深度、広領域を対象とした電気探査法は、本調

査を通じて、一定の成果を挙げることができた。しかし、分解能に関しては、遺構種別を判断できるまでの情報を得ることはできていない。今後は、発掘調査と違い、何度も同じ領域を調査できる電気探査法の特徴を活かし、測定条件の異なる複数回の測定データを用いて解析をおこない、分解能の高い抵抗率分布を導くことなどが求められる。

### 【補注及び参考文献】

- 1) 本研究は、文部科学省科学研究費補助金『特定領域研究』「火山文化罹災地域の文化・自然環境復元」計画研究：代表 亀井宏行「火山噴火罹災地域の地力回復過程の時空間分析に関する研究」（課題番号：16089206）の一部として実施された。
- 2) Arai,H.; Kamei,H. et al. 2005 : Three dimensional resistivity survey system using surface potential : The 6th international conference on archaeological prospection Proc., p.p.191-194
- 3) 亀井宏行・河原健一郎・本田誠彦 2008「遺跡探査と電気探査－表面電位法の開発」『最新の物理探査適用事例集』物理探査学会 p.p.347-354
- 4) Ako,T.; Kamei,H. and Kogawa,K. 2009 : Electrical resistivity imaging for investigating the Augustus' villa - Somma Vesuviana, Italy : Japan geoscience union meeting 2009 Proc.