

附録3 ダハシュール北遺跡における GPR 探査

岸田 徹*¹、津村宏臣*²、渡邊俊祐*³

1. はじめに

ダハシュール北遺跡内において、未発掘の遺構（シャフト墓）がどのように分布しているのか、また、遺跡の範囲がどこまで広がるのかを探るため、非破壊の地中レーダ（GPR）探査を実施した。

2. 探査の概要

探査は2010年9月に行った。米国GSSI社製SIR-3000及び同社製の200MHzアンテナを使用した。探査距離及び位置を正確に計測するため、アンテナには距離計を装着し探査を行った（Fig.1）。

遺跡内の鉄柵で囲まれた範囲内を50×50mの方形を基本としてN01～05、S01～05の計10箇所の探査区に細分した。その内、発掘調査が実施されていないN01～05、S02～05のほぼ全範囲を探査した（Fig.2）。

探査測線は0.5m間隔で設け、主に南北方向でアンテナを走査した。総探査測線長は、約35.5km、総探査面積は約20,000㎡となった。

探査データの解析には、Dean Goodman氏作成の『GPR-SLICE ver.7』および、Golden software社製『Surfer ver.8』を使用した。



Fig.1 GPR 探査風景

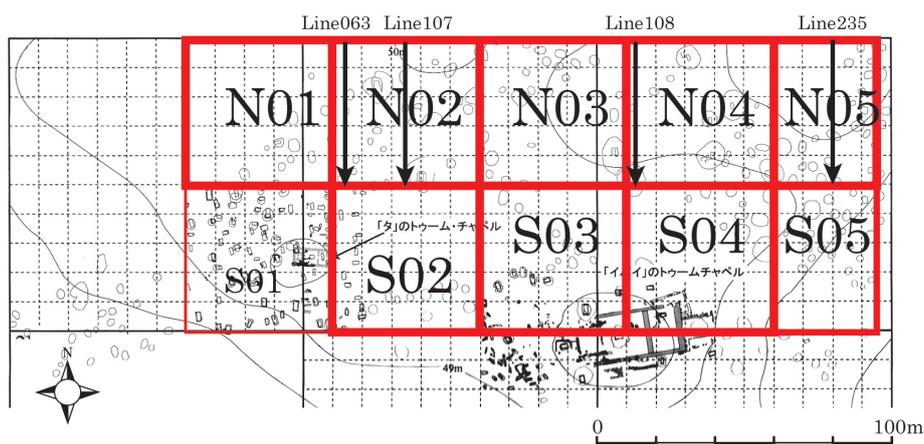


Fig.2 探査範囲と代表的な測線の位置

* 1 同志社大学文化情報科学研究センター嘱託研究員

* 2 同志社大学文化情報科学研究センターセンター長

* 3 同志社大学文化情報科学研究センター嘱託研究員

地中の電磁波速度は hyperbola fitting 法により求めた。これは、得られた GPR プロファイルから、点の異常源がもたらす双曲線 (hyperbola) 状の反射パターンを選び出し、その形状から地中の電磁波伝搬速度を推定する手法である。複数の双曲線状のパターンから平均伝搬速度を求めた結果、地表下 1.5m 迄の土壌ではおよそ 0.1m/ns と推定された。今回は、この値を参考に推定深度を推定している。

3. 探査結果

N02 区における代表的な GPR プロファイルを Fig.3 に示す。図上の GPR プロファイル (Line063) では、測線距離 0~18m、地表~深度約 1m までの領域で異常応答が認められる。これは、現地での地表の観察から、砂が厚く堆積している範囲と考えられる。また、測線距離 23~25m、および測線距離 31~34m では地表からの掘り込み (シャフト) を示唆する異常パターンが明瞭にあらわれている。

図下の GPR プロファイル (Line107) においても、測線距離 31~35m に、シャフトとみられる強い異常応答が認められる。異常応答は、深度 2m 程で途切れているが、これは、シャフトがその深度で底に達しているのではなく、より深い位置からの反射波は減衰のため、捉えられていないと考えられ、実際にはより深い深度までシャフトは掘削されているとみられる。

Fig.4 に各探査区で得られた GPR プロファイルを総合して解析した異常の平面分布図 (time slice 図) を示す。約 0.5 ~ 1.0m 深度では、N01 ~ 02 区にかけて、北東-南西方向に土壌の違いを示す境界が存在する。これは前述の Line063 で捉えられた砂が厚く堆積する範囲と対応し、探査範囲の北西では砂の堆積が厚いと考えられる。

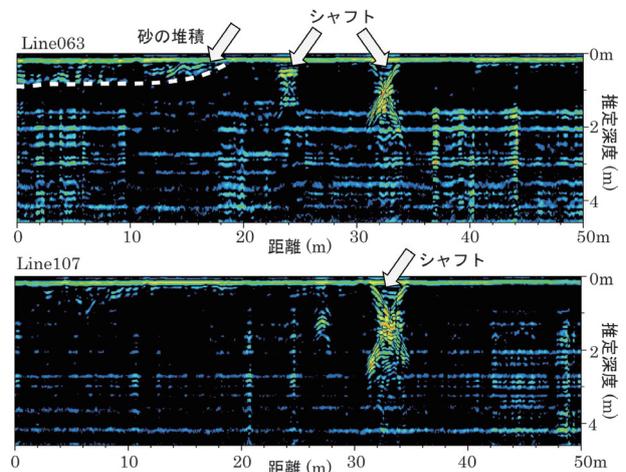


Fig.3 N02 区における代表的な GPR プロファイル (上 : Line063, 下 : Line107)

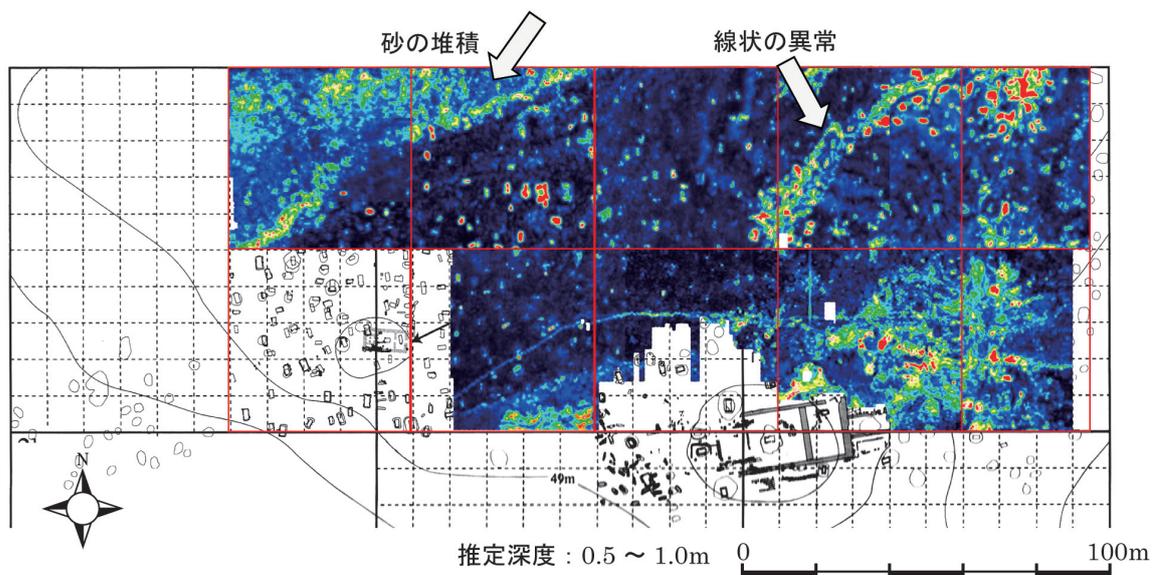


Fig.4 time slice 図 1 (解析深度 : 約 0.5 ~ 1.0m)

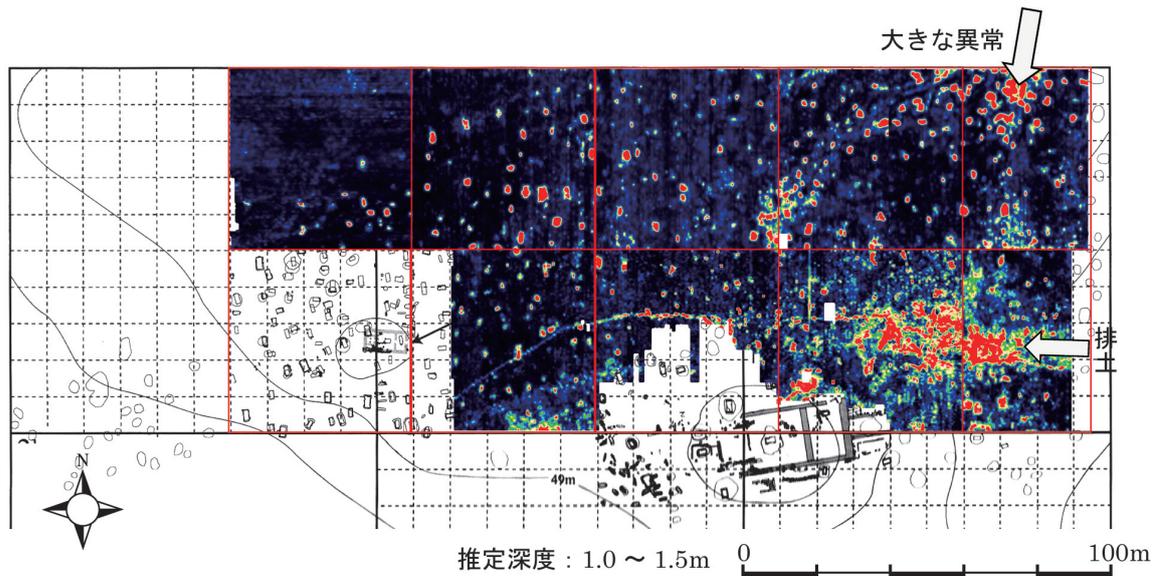


Fig.5 time slice 図2 (解析深度：約 0.5 ~ 1.0m)

N04 区と N03 区の一部にかけても、北東-南西に線上の異常が延びている。この異常は南北に縦断する GPR プロファイル (Line108, Fig.6 上) から、地表面もしくはその直下の土壌の違い、礫層の部分的な露出や砂の堆積状況によるものと推定される。

Fig.5 に示す time slice 図 (深度約 1.0 ~ 1.5m) で点状に分布する強い異常は、シャフトがもたらす異常と解釈できる。これらの異常は、N01, N02 区にみられた砂が厚く堆積する境界の外側 (北西側) では捉えられていないことから、シャフト墓の分布の北西限がこの地点に存在すると考えられる。

それ以外の地域ではシャフトとみられる強い異常は全域に分布しているが、やや北東部にかたまっている傾向がみられる。特に N05 区に大きな異常が捉えられた。異常の大きさは南北約 6m、東西約 4m と推定される。この異常を捉えた N05 区の代表的な GPR プロファイル (Line235, Fig.6 下) をみると、シャフトと考えられる周辺の異常とはその異常パターンが異なる。シャフトではなく、石灰岩層の露出、もしくは局所的に砂が溜まっている自然地形の状況が反映されている様に考えられる。

探査区南東部で東西約 60m、南北約 10m の範囲にまとまった異常が認められるが、これは積み上げられた排土の影響とみられ、実際の地下構造を反映しているものではない。

現地表では目視で確認できる地表の窪みや局所的な砂溜まりがあり、シャフトの痕跡と考えられている。早稲田大学によりこれらの窪み・砂溜まりの位置が測量・記録されている。Fig.7 はその位置と深度約 1.0 ~ 1.5m における time slice 図を重ねたものである。地表の窪みと探査で捉えたシャフトの異常地点は良く整合する。しかし、地表に何ら痕跡が認められない地点にも、GPR 探査ではシャフトと考えられる異常地点が捉えられており、地表に痕跡を残さないシャフトも多く存在することが推測される。

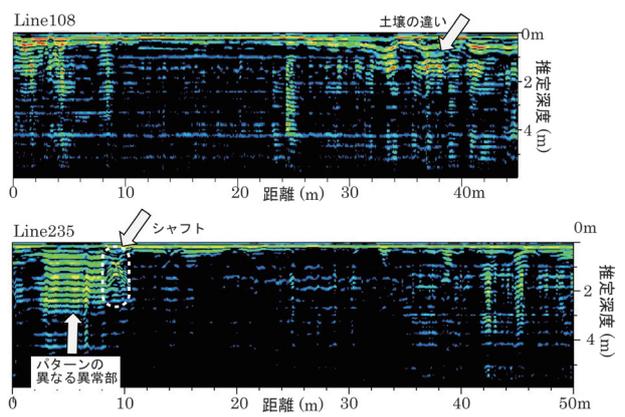


Fig.6 N04 区, N05 区における代表的な GPR プロファイル (上: Line108, 下: Line235)

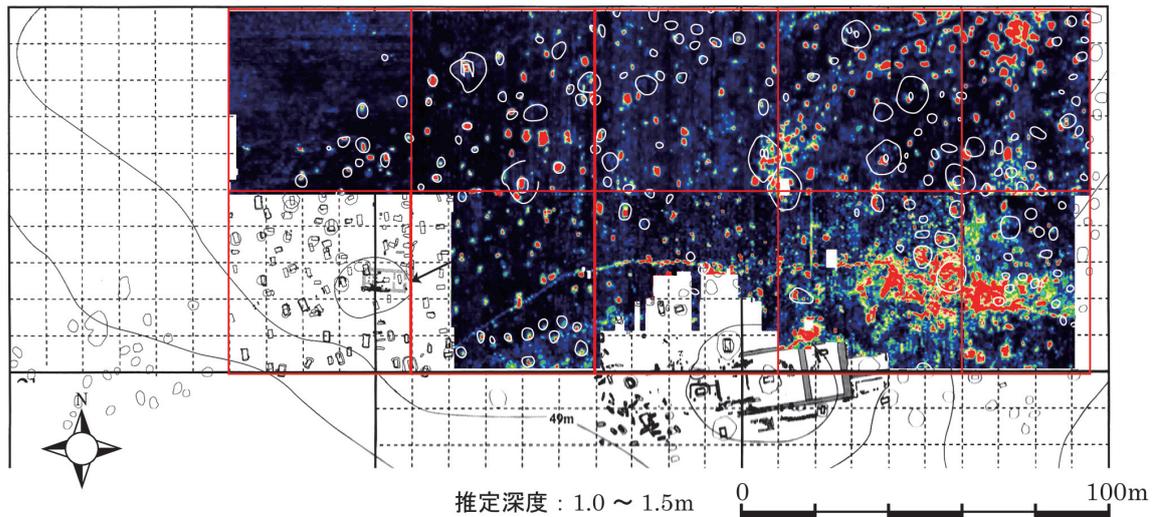


Fig.7 地表の窪みと探査結果との対比

4. まとめ

ダハシュール北遺跡においてGPR探査を行った結果、シャフト墓が密に分布するダハシュール北遺跡の様相を非破壊で明らかにすることが出来た。

同探査でシャフトは強い反射をもたらす異常として捉える事ができた。time slice 図から、比較的大規模なシャフトはその平面形や長軸方向を明瞭に判読できるものもあり、掘削年代を探査結果から推定することも可能であろう。

検出されたシャフトの総数は200基以上であり、地表に痕跡を有しないシャフトの位置も推定することが出来た。これらのシャフト墓は盗掘の被害を受けていない可能性があり、今後の発掘調査を計画する上で貴重な情報と言える。

鉄柵の区画内において、北西部においてはシャフトとみられる異常は認められなかった。墓域の北西限が同地点にあると考えられ、今後、遺跡の範囲、及び保護区域設定に際し、有益な情報となる。

今後、発掘結果と探査データを詳細に比較、検討し、シャフトの異常パターンとその内部構造（埋土の状況や煉瓦張の有無）を判別・分類することが課題となる。それによって探査結果の信頼性・精度を向上させることができれば、広範囲に分布するシャフト墓の数、分布する範囲を非破壊で把握することが可能となり、今後の発掘調査、及び遺跡の保存計画を考える上で非常に有用な情報となる。