

地中レーダー探査の方法

吉岐・原の辻遺跡の例

地中レーダー探査の特徴 地中レーダー探査 (Ground Penetrating Radar=GPR) は、遺跡探査に応用される各種方法のなかでは、測定迅速さとデータ収集における密度の高さから、採用される機会の多い方法である。すなわち、アンテナを地表面に沿って走査して、電波を地中に向け放射、地下から戻ってきた電波を受信するだけで、測定ができるという作業能率の良さが特徴である。

しかしながら、測定に際してはアンテナを走査する必要があるため、丘陵や山地の斜面では作業が困難であったり、ときには不可能なことがある。また、地上に立ち木が存在していたり、木や竹の根が高く残っているような場合には、アンテナの移動が容易ではない。このような条件下では、位置によってはアンテナの地面との距離に差が生じる結果、測定データにも不均質がもたらされることになる。

有効探査深度 GPRでは電波を応用するので、有効探査深度はそれの到達能力に依存する。例えば、湿潤な土壌では電波の減衰が大きく、したがって、深い層位の探査は期待できない。一方、乾燥した砂地や火山灰などでは、深い層位まで探査することができる。

しかし、有効探査深度はまた、使用するアンテナの周波数と、それと関連する電波の波長によっても左右される。通常、遺跡探査に使用されるアンテナには300から700MHz程度の周波数のものが多いが、近畿地方などにみられる沖積地の粘土質の水田では、300や400MHzのアンテナを用いた場合、約1.5m程度の深さが探査できるととどまる。それでも、もし降雨の後など地面が湿潤な場合には、当然ながらさらに浅い層位しか探れなくなってしまう。

500や700MHzのアンテナでは、経験的にいえば、到達深度は300や400MHzの約半分程度である。しかし、波長が短いので分解能すなわち対象物を判別する能力は高い。一方、周波数の低いものは分解能では劣るが、探査深度は深い。したがって、遺跡の実際に臨んだ場合、もし、遺構が浅い位置にあると予め判明しておれば、最初から高い周波数のアンテナを応用することになるが、不明のときにはまず低い方を用いて概要をつかみ、作業計

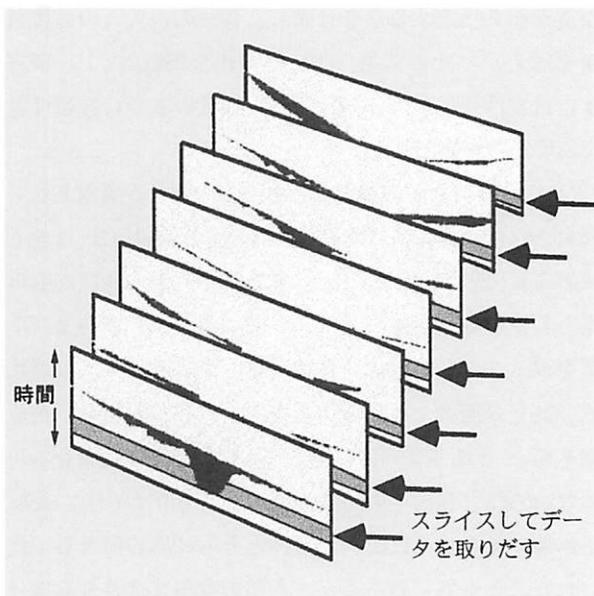


図1 Time Sliceの方法

画を立てるといふ手順をふむことが必要となる。

測定の実際とデータ処理 先に述べたように、GPRではアンテナを地表面に沿って走査する。つまり電波の送信と受信を繰り返す。そして、受信した電波を順に並べ、白黒の濃淡やカラーで表示すると、地層の疑似的断面の画像が得られる。これを観察することにより、遺構や遺物の存在を推定するのである。

しかし、遺構などの規模や形態をこの画像から知るためには、発掘調査において行なう検出遺構の実測のような作業が必要となる。この作業では、恣意的な理解が入り込む余地がある。

そこで、測定データを客観的かつ平易に表示する方法としてGPR平面図が考え出された。この方法では、一定の測線間隔で採取した疑似断面データを計算機の中で並べ、ある時間帯すなわち深さに対応するデータを取り出して平面におく。そうすると、電波の反射、屈折、減衰などを表す平面分布図が得られることになる。一定の時間幅にあるデータを取り出すところから、これをGPR Time Sliceの方法と呼ぶ (図1)。

壱岐・原の辻遺跡における探査の課題 長崎県壱岐郡石田町と芦部町にまたがる原の辻遺跡は、魏志倭人伝に記録されている弥生時代の一支（壱岐）国の中心的集落として注目されている。ここでは、丘陵上と周囲の水田から竪穴住居や掘立柱建物、墓、三重の環濠、運河、船着場などが発見されている。遺跡の範囲は少なくとも東西350m、南北750mに及ぶと推定されている。

このように広範な遺跡では、その限界や内部構造の総てを、通常の発掘調査で解明するのは容易ではない。また、確認の手段として発掘のみに頼れば、遺跡保存上での不都合が生じることも予想される。

本遺跡でGPR探査を応用する目的は、このような広範な遺跡調査に役立つ、迅速な探査方法を確立すること。次には、GPR探査では遺跡のおかれている環境によっては、有効探査深度が限定されるので、その拡大を図る点にある。

すなわち、本遺跡で主たる探査対象とした運河は、粘土質の水田土壌に埋没しており、しかも地下約3mもの深さにある。このような環境下でもGPR探査の有効性が実証できれば、それは単に本遺跡における調査に役立つだけでなく、同様の自然環境にある遺跡へも応用できることになり、本探査方法の適用範囲拡大を図ることができる。

探査の結果 対象とした場所は、運河に連なる船着場の南西の水田である。使用装置はアメリカGSSI社製のSIR-2 P型で、アンテナ周波数は400MHzである。測定に際しては、フィルターの選択やスタッキングの方法など工夫をした。しかし、100nsよりも深い位置のデータは、ノイズが多く利用できる状態にはない。また、断面画像の観察では、運河の位置はまったく不明で読み取れない。そこで、Time Sliceの方法によりデータ処理をした。

その結果、80-100nsの深さで、南北方向に連なる構造を指摘することができた。そこでは電波の減衰が大きいので、運河と推定した。また、測定区南端で溝か池らしきものが東西に広がる様子もみえる（図2）。

このレーダー探査の結果は、直ちには発掘調査などで確認することができず、当否の判定ができない。そこで、他の測定原理に基づく探査も同一範囲に適用して、照合確認することにした。電磁誘導探査である。

使用した装置はカナダGeonics社製EM31で、コイル

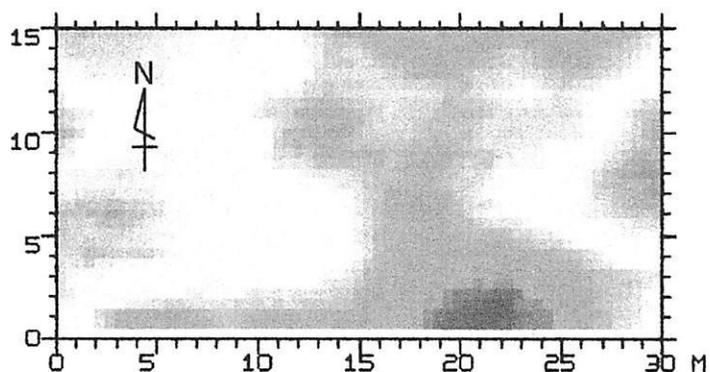


図2 Radar Time Slice (80-100ns)

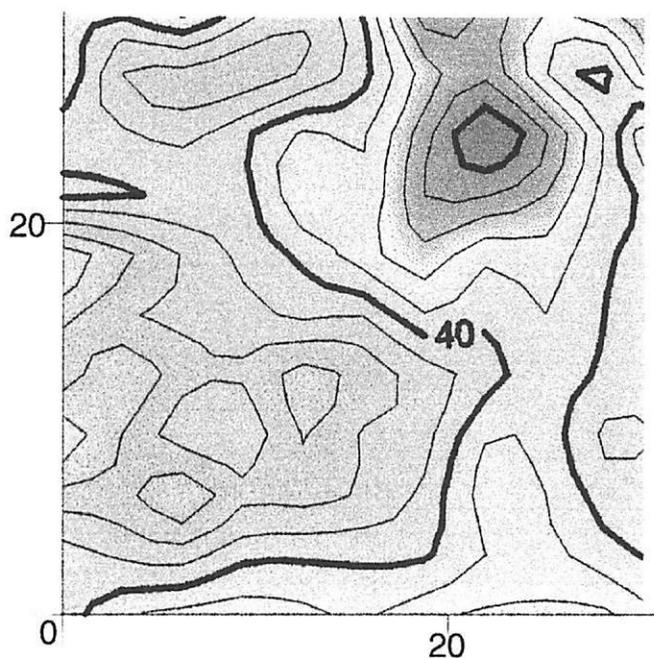


図3 EM31による探査結果

間隔は3.6mである。この間隔から、有効探査深度は約5mちかいといわれている。

この探査結果によれば、GPRでみたのと同様位置に運河と思われる構造がみえる（第3図）。測定している物理的要素が違うにもかかわらず、類似した成果が得られたことは、GPR探査の結果が正当なものであることを実証しているといえよう。

ここでの実験的測定で、GPRでも3mにも及ぶ深さの探査ができることが確認できた。今後は、本遺跡以外にも同様の成果が得られるかどうかを確認するために、探査例を増加させる必要があるだろう。

（西村 康／埋文センター）