

地中レーダーを利用した遺跡探査

—宮崎県西都市常心原地下式横穴墓群、鹿児島県西之表市小浜遺跡、南種子町広田遺跡について—

Site Survey Used by GPR (Ground Penetrating Radar)

宮崎県立西都原考古博物館 東 憲 章
鹿児島女子短期大学 竹 中 正 巳

1 はじめに

地中探査とは、非破壊的手法により地中の状況を把握することであり、遺跡の調査においては、発掘を行わずに遺跡の情報を入手するものである。

発掘調査とは、地中に埋まっている遺跡の状況を把握するために、実際に地面を掘り下げ、切ったり削ったりして土を除去する、いわば外科手術のようなものである。直接目で見て確認することができる代わりに、ある程度のダメージをも与えることになる。

これに対して、地中探査は、手術前に行われる診察やレントゲン検査のようなものであり、事前に遺跡の状況を把握することは、詳細かつ効率的な調査や保存のために遺跡へのダメージを最小限に止めるために必要不可欠なものである。

2 地中レーダー探査

地中の状況を知るためには、航空写真判読や地上の草木の生育状況の差、斜光による影の利用、雨後の乾燥速度や雪の解ける速度など、自然界の状況を注意深く観察することも有用な手段となる。

より積極的な探査手法として、電波や電気、磁気、振動（弾性力）など物理的な手段を利用するものがある。対象物までの深度や土質、乾燥や湿潤の程度などにより有効な手法は異なるが、地中レーダー探査は、その情報量の豊富さ、対象物の大きさや形状を詳細に捉える分解能の高さの面で、他の手法より優れている。火山灰土壌の発達した南九州においては、精度の高い結果が得られており、現在最も多用されている探査法である。

地中レーダー探査とは、電波を地中に送り込み、地層や遺構、遺物から反射して戻ってきた電波を捉えるもので、その速度と強さにより対象物までの距離や大きさを把握するものであり、飛行機のレーダーや魚群探知機と原理は同じである。しかし、空中や水中のように非常に均質性の高い物質の中にある異物を捉えることは比較的容易であるのに対し、地中は土、砂、粘土、石などが混在し、硬度や含水率、電波の伝達速度等が複雑に影響するため、電波の減衰が著しく、得られる情報にノイズが含まれることも多い。使用する周波数が数10～数100MHzと、テレビやラジオ、携帯電話など日常的に使用されている周波数領域に近いと、外部からの影響を受けることも

多い。高精度で有用な結果を得るためには、現場における探査（データ収集）と専用ソフトによる解析について、十分な習熟が必要である。

探査では、地表面上を送受信のアンテナを走らせることでデータを得る。アンテナを走らせた部分の地下の状況は、見かけの断面として記録される。これらのデータを、コンピュータ上で距離補正することで断面図が作成される。また、位置情報に従って整列させ、特定の深さ（時間）のデータを表示することで平面図を作成することができる。これは、特定の時間設定により地中データをフラットに切り取るものであることから、タイムスライスと呼ばれる。更に連続する時間の平面データを積み上げることで三次元化することも可能である。これにより、異質な部分の規模や形状を把握し、遺構や遺物の性格を推定することが可能となる。

ここで一つ注意しておきたいのは、地中レーダー探査は、医学で用いられるレントゲンやCTエコーのように対象物の実像写真を撮っているのではなく、対象物とその周囲との相対的な変位を捉え、異常反応部の規模や形状を推測するものであり、極端に狭い範囲での探査は有効ではないということである。

3 地中レーダー探査の実践

平成17・18年度鹿児島女子短期大学南九州地域科学研究所採択研究課題「南九州・南西諸島域における先史・古代人骨発見の試み」（研究代表者：竹中正巳）に伴い、3遺跡において地中レーダー探査を実施した。探査は東が担当し、Dean Goodman（マイアミ大学準教授、七尾市文化財探査研究所）の協力を得た。

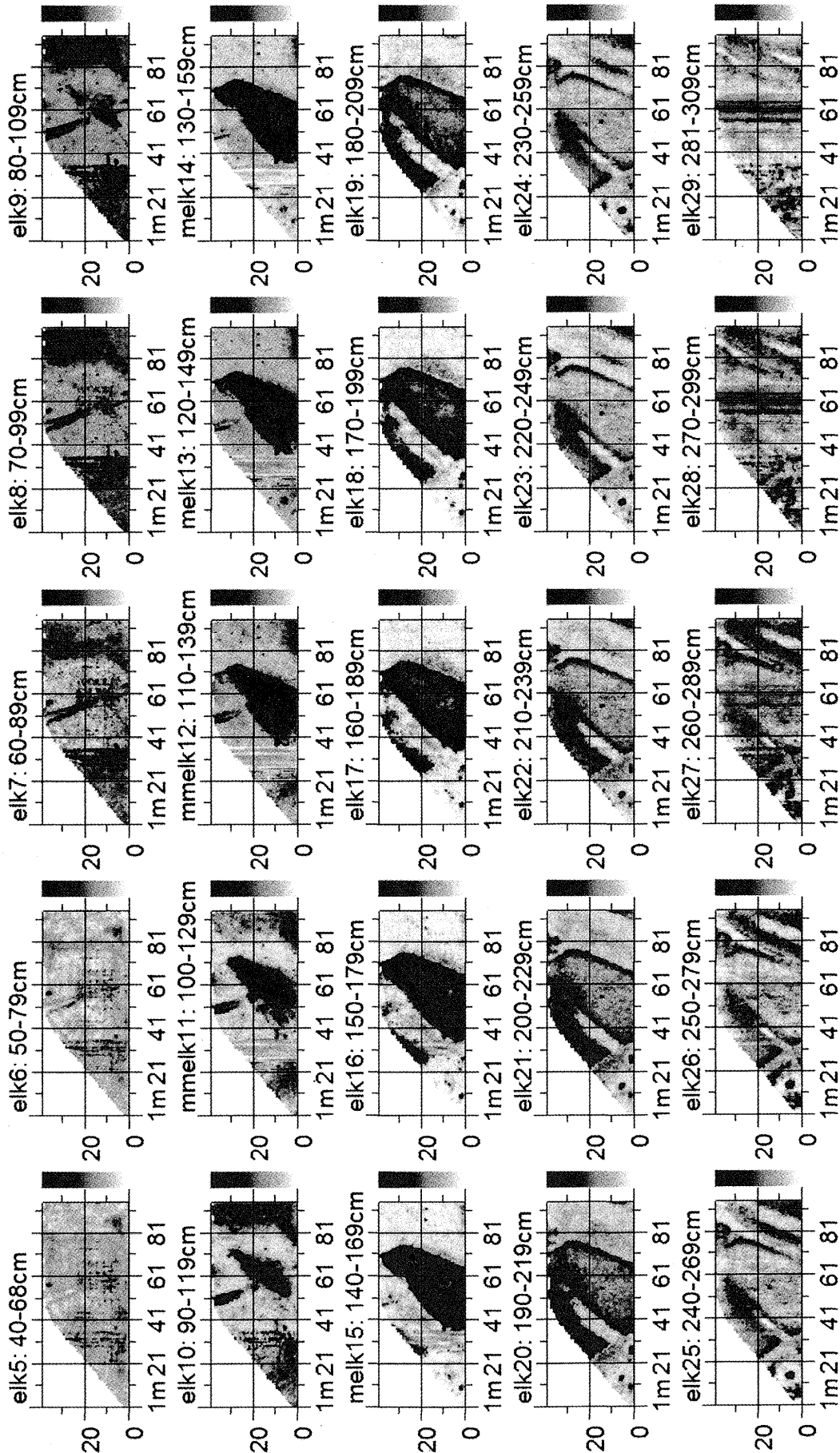
探査に使用した機材は、米国GSSI社製の地中レーダーシステムSIR-2000及びSIR-3000で、アンテナは500MHzである。解析は、GPR-SLICE（Dean Goodman製）を使用した。

（1）宮崎県西都市、常心原地下式横穴墓群の探査

常心原地下式横穴墓群は、宮崎県西都市大字上三財に所在する。遺跡に隣接して終末期古墳である常心塚古墳（方墳）が所在し、1980年代以降に6基の地下式横穴墓が確認・調査されている。出土遺物等から6世紀の後半～末にかけて造営されたものと考えられる。周辺には更に多くの地下式横穴墓が存在することが予想されていた。

探査は、地権者である江藤昭男氏の御理解を得て、平成17年12月10・11日に実施した。探査範囲は、南北最長95m、東西最長40mで、面積は約2600m²である。対象地である畑の南東端を基準点とし、500MHzのアンテナを東西方向に引き、50cm毎に北へ移動しながらデータを収集した。

Joushinbaru 500MHz GPR-Survey



第1図 西都市常心原地下式横穴墓群 地中レーダー探査 タイムスライス

探査結果のタイムスライス図を第1図に示す。図中のelk5から徐々に深い位置の状況を示している。言わば、土層を上から順に剥ぎ取っているような状態である。

elk10（深度約1m）からelk24（深度2.5m）のあたりまで、調査地中央に強い反射が見られる。この反射は、深度が増す毎に徐々に大きくなり、略台形の形状を呈している。このことは、底面形が台形で上に行くほど形状が小さくなる高まり（マウンド）の構造であることを示している。第2図に明らかなように、台形のほぼ中央部に一際強い反射が見られる。これは、平成14年度に西都市教育委員会が調査を実施した4号地下式横穴墓と見られる。なお、このマウンド状の構造については、その後の確認調査等を実施していないため詳細は明らかなではないが、自然の地形の影響とは考えにくく、何らかの人為的な構造物、あるいは地形改変の跡と推定される。

Joushinbaru 500MHz GPR-Survey
overlay 200-269cm

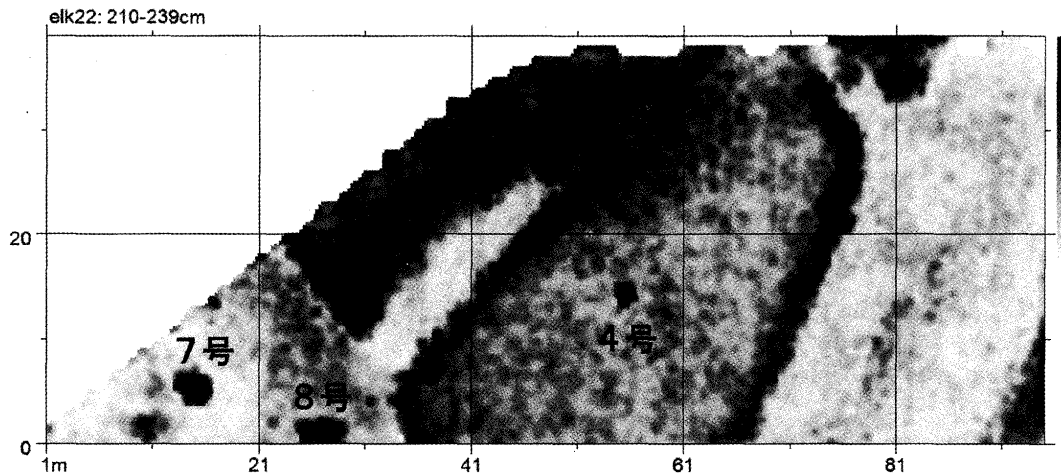
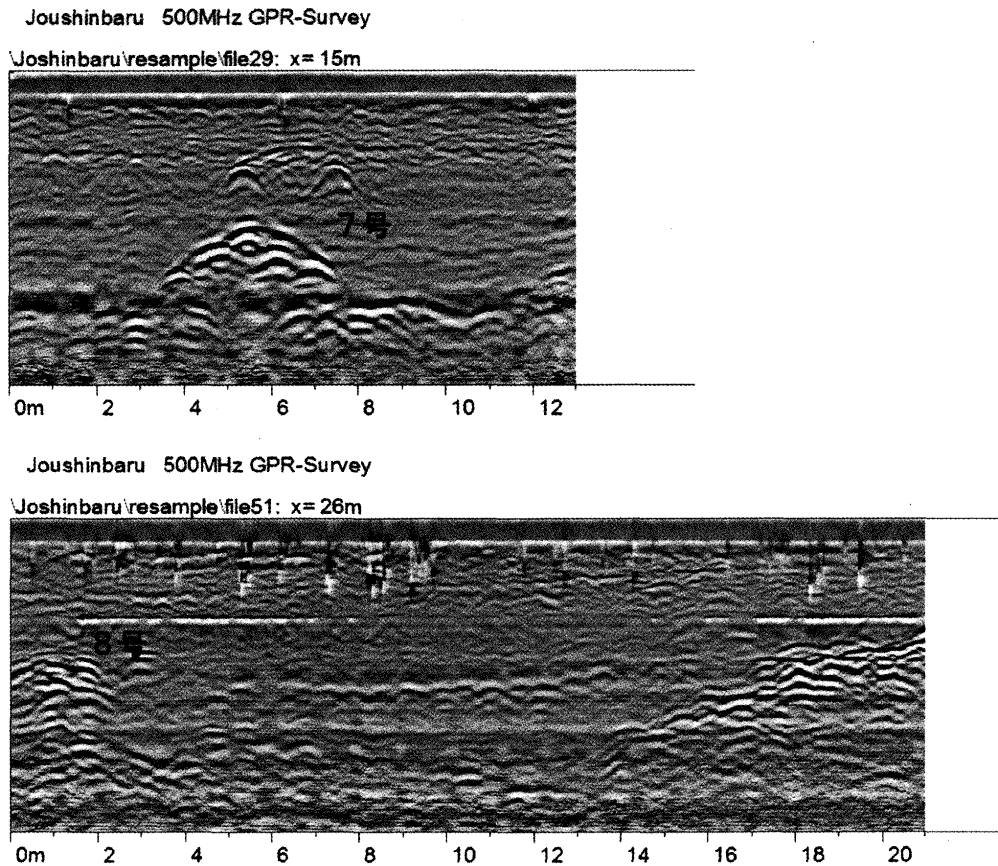


図2 常心原地下式横穴墓群 タイムスライス（オーバーレイ処理）

また、elk18～elk25には、調査区南西部に3カ所の強い反射が見られる。これは、反射の断面図（第3図）等から、地下式横穴墓に伴う空洞反射と推定された。この3カ所については、平成18年3月に発掘調査を実施し、地下式横穴墓であることを確認した。このうちの1基については、堅坑を検出したものの、玄室は隣接の畑へと向かっていることが推測されたため、発掘調査は行わなかった。7号、8号とした2基の地下式横穴墓の発掘調査では、それぞれから3～5体の人骨と須恵器、土師器、鉄鏃等が出土した。調査の概要については、今後公表される報告（竹中ほか）を参照されたい。



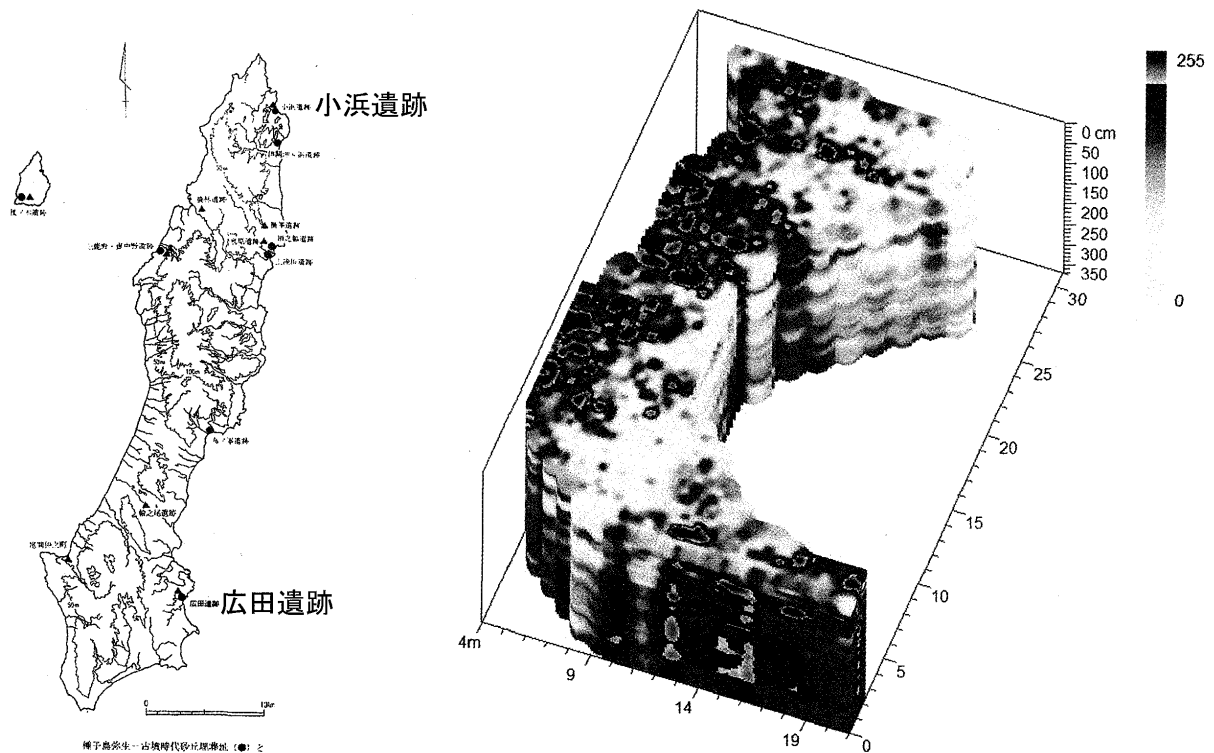
第3図 常心原7号・8号地下式横穴墓 地中レーダー断面

(2) 鹿児島県西之表市小浜遺跡の探査

小浜遺跡は、種子島北部東岸に位置する中世の埋葬遺跡である。これまでに、鹿児島大学等により発掘調査が実施され、中世の人骨等が検出されている。遺跡は、海に面した砂丘上に立地し、波や風雨による浸食により砂丘の一部が崩れ、比高差約5m程の崖状となっている。断面に埋葬人骨が表出し、発掘調査が実施された。今回は、崖上面の平坦地に対し、埋葬遺構の広がりを確認する目的で探査を行った。

探査は、平成18年2月5日に実施した。対象地は、南北最長31m、東西最長17mで、面積は約250㎡である。現地は小竹が密生しており、地元の方々による協力で伐採されていたものの、竹根が多く、探査の際にアンテナが浮いた状態となることが多かった。そのためノイズを多く含むデータとなったが、解析ソフトによる増幅とフィルター処理により第4図のような結果を得た。

これを見ると、調査区西側に2、3m間隔で2列の直線状に並ぶ強反射が見られる。この付近では、地表面に一部露出した大振り（30～50cm大）の石が見られた。強反射箇所は、これらの石を捉えた可能性もあるが、これらの石自体が埋葬施設に関するものである可能性もある。探査後の試掘調査等が行われていないため、探査結果の検証は今後の調査の実施を待たねばならない。



第4図 小浜遺跡 3Dタイムスライス

(3) 鹿児島県熊毛郡南種子町広田遺跡の探査

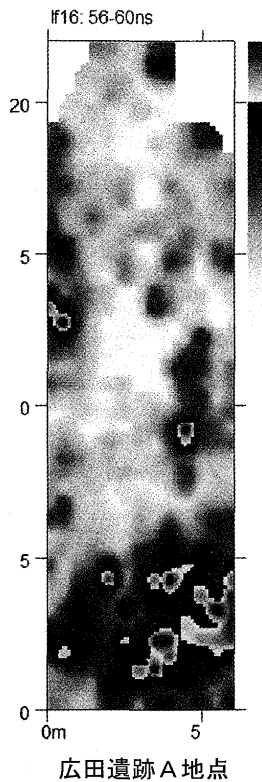
広田遺跡は、昭和30年代初頭に発見され、同32～34年に発掘調査された弥生時代後期～古墳時代の埋葬遺跡である。100体以上の古人骨と数万点にも及ぶ貝製品が出土し、人類学研究はもとより、古代の交易を研究する上でも最も重要な遺跡の一つである。出土貝製品は、平成18年春に国の重要文化財に指定された。現在は、地元南種子町による遺跡の保護と整備が計画され、試掘調査が実施されている。

探査は、平成18年2月6日に実施した。対象地は2ヶ所で、広田川河口に沿ったA地点は、南北6m、東西22mで、面積は約120㎡である。海岸線に沿ったB地点は、昭和30年代の調査地を含み、南北50m、東西16mで、面積は約400㎡である。

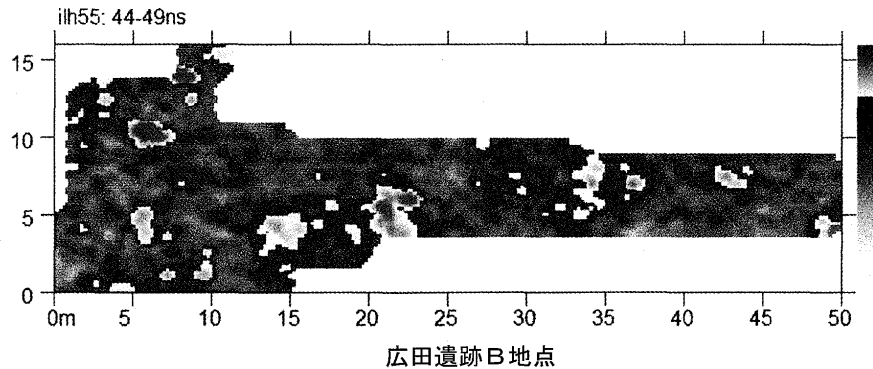
探査結果を第5図に示す。A地点では、調査区北東隅に強い反射が見られる。これは、町教育委員会が試掘調査で確認した後に埋め戻された覆石墓と推測される。また、調査区中央北寄りの部分にも強反射が見られる。試掘の結果、土坑、小振りのサンゴ塊、貝片の散乱が見られたという。これらの何に反応したのか、今後の検証が必要であるが、いずれにしてもその周辺で何らかの行為が行われていたことは確かであろう。

B地点では、幾つかの強反射が確認される。この内の調査区西端のものは、町教育委員会による試掘調査で覆石墓であることが確認されている。このことを考慮すると、探査で見られた強反射は、同様の覆石墓を捉えている可能性が高い。

HIROTA2006 500MHz GPR-Survey
A 30 - 60NS overlay



HIROTA2006 500MHz GPR-Survey
B 32 - 49NS overlay



第5図 広田遺跡(A・B地区) 3Dタイムスライス

5 おわりに

常心原地下式横穴墓群の探査では、南九州に特徴的な火山灰台地上に発達した黒ボク土壌において、非常に高い精度で地中レーダーが威力を発揮することが追認された。

また、種子島における地中探査はこれまでに事例がなく今回が初例であるが、同島の砂丘遺跡においても地中レーダー探査が有効であることを確認することができた。

しかし、小浜遺跡と広田遺跡において、ある一定の深さで電波が急激に減衰し、それ以上の深さが明瞭に解析できないという状況が見られた。これは、海水による塩分の蓄積と水分によるイオン化傾向の影響などが想定されるが、詳細な原因は明確ではない。

海岸に面した砂丘部での探査は、今後も活用されることが期待されている。電波減衰の原因と何らかの対策の究明が必要であろう。

(平成18年11月16日 受理)