2014 年 9 月 1 日

アレイ型地中レーダ「やくも」を用いた砂浜における遺品捜索の効率化

東北大学　東北アジア研究センター
（兼）　東北大学　災害科学国際研究所

佐藤　源之（さとう　もとゆき）
(022) 795 6075
sato@cneas.tohoku.ac.jp

1. はじめに

東日本大震災の地震、津波による未曾有の被災から 3 年以上経過しているが、津波被災地域での捜索活動は続けられている。

通常の砂浜捜索は、砂浜を歩きながら表面に露出してる物体を目視で確認したり、棒などで数 cm 程度の深さを探りながら物体を捜すのが限界である。

地中レーダ（GPR：ジーピーアールと呼びます）は電波を使って地中に埋まっている物体を検知することができる。特に砂浜では、深さ 1-2m 程度までの範囲で、大きさ 5cm 程度の物であれば、検知できる可能性が高い。また GPR が検知できる物体は金属だけで無く、木、竹、石、コンクリートなど非金属も含まれている。

我々が名取市閖上地域、仙台市蒲生地域で行った GPR 計測では、砂の表面から 30cm―1m の深さに、非常にたくさんの遺留品があることが確認できている。この程度の深さの遺留品は、地表面からでは全く痕跡が見られないので、GPR 技術を使う以外、検知は難しいと考えている。

2. アレイ型 GPR システム

一般的な地中レーダ（GPR）は、図 1 に示すような小型で一人の人間が牽引しながら計測を行う。このような装置では、人が歩いた線に沿った垂直断面図が得られる。レーダーの電波は幅 50cm 程度に広がるので、歩きながら埋設物の上を通りかかれば、垂直断面図から埋設物が確認できるが、1m 以上離れた場所を歩いても、埋設物は検知できず、見落とす可能性が高い。また従来装置を使って、広大な砂浜を隈無く捜索するには膨大な時間を要する。

図 1　通常の GPR 装置による砂浜捜索

図 2「やくも」による砂浜捜索活動

そこで東北大学は、2013 年に開発したアレイ型 GPR 装置「やくも」を利用して、砂浜の広い範囲を高速で GPR によって遺留品を検知する方法を提案した。「やくも」は幅 2m の装置であり、2-3 人で手動で牽引しながら計測できるように設計されている。

計測は 2m 幅全体を一度に可視化するから、この範囲での埋設物の見落としを防げる上、人が歩く程度の速度で、連続した計測ができるから、従来に比べて 10 倍以上の速度での捜索が可能になる。

また「やくも」は低圧タイヤを装備しており不整地での人力での計測を容易にしている。

3. 閖上海岸遺品捜索への適用

（測定準備）

私達は、2013 年 3 月に東日本大震災の津波により被災者約 1000 名を出し、市街地のほとんどが流出した宮城県名取市閖上（ゆりあげ）地区の砂浜で、砂に埋もれた遺品捜索を行った。

まず、捜索を行う範囲の 4 隅に、目印となる杭を置く。4 隅の杭の位置はトータルステーションなどの測量装置を使って決めると効率が良い。捜索範囲は長方形が望ましく、長辺の長さは 50m から 100m 程度が望ましい。短辺は 2m 以上であれば、50m 程度まで設定可能である。杭を決めたら、計測範囲の外側に巻き尺を設置し、位置の目安にする。

（測定）

計測は、長辺方向に、「やくも」を牽引しながら行う。2m 毎に横にずれて測定するので、目安となる 2m 間隔の巻き尺を設置しながら作業を行う。
閖上では 100mx50m の範囲を設定し、約 2 時間でデータを取得できた。

（測定結果）

設定した範囲の測定が終わったらただちにデータの整理を行う。この作業に 15 分程度要する。データ整理が終われば、直ちに結果を現場で PC 画面上で確認できる。図２、３に計測した「やくも」で得られた閖上海岸の垂直断面図、水平断面図を示す。
図 3 垂直断面図は横軸が水平方向の位置で、この場合 100m である。縦軸が深さを示しており、1m までを表示している。

図 4 は同じ場所の水平断面図であり、横軸 50m、縦軸 100m の測定範囲の一深度での画像を示している。図 3 は深さ 49cm の断面図である。パソコン画面上では 1m まで、深さを変えながら図 3 の画面を確認できる。

実際の捜索では、東北大学研究者がパソコン画面を観察し、図 5 のような検知された埋設物のマップを作成する。このマップでは 5m 格子で、検知された埋設物の深さを示している。警察などと協力して捜索を行う場合、この図面の位置情報を元に、砂を掘る作業を行っていただく。

更に 5m 格子の中で、掘るポイントを決めるために従来型の GPR を併用することも有効である。

（地中レーダーで検知できる遺留物）

閖上での砂は津波で数ｍの深さまで攪乱されたと思われ、均質な砂に明らかな人工物が多数含まれている。地上 30cm 位までには、非常に多くの木片などが含まれているのが確認できたが、それより深い場所にある明確な反応について、掘り起こしを行っ

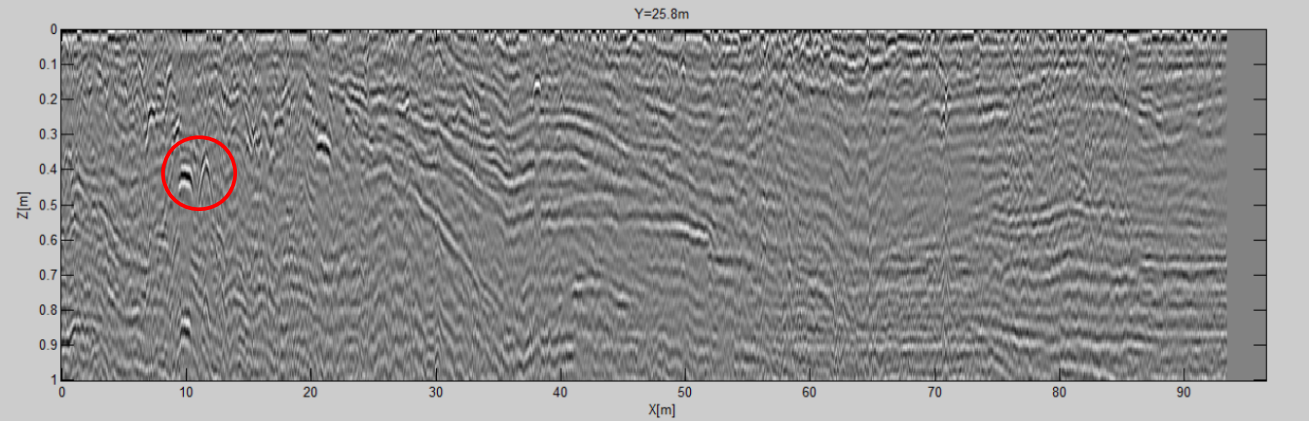

図３　「やくも」で取得した閖上海岸の垂直断面図。

た。この結果、建物の断熱材と思われるスポンジ状などでもレーダーが明確な反応を示すことがわかった。1m 程度の深度からは 1m 四方の建物の外壁と思われる金属板と、長さ 1. 5m、断面 15cmx30cm の木造建築の梁材と思われる木片が掘り出された。図 2、3 中の〇で囲んだ位置に木材のレーダー反応が確認できた。図 5 が掘り出された木片である。

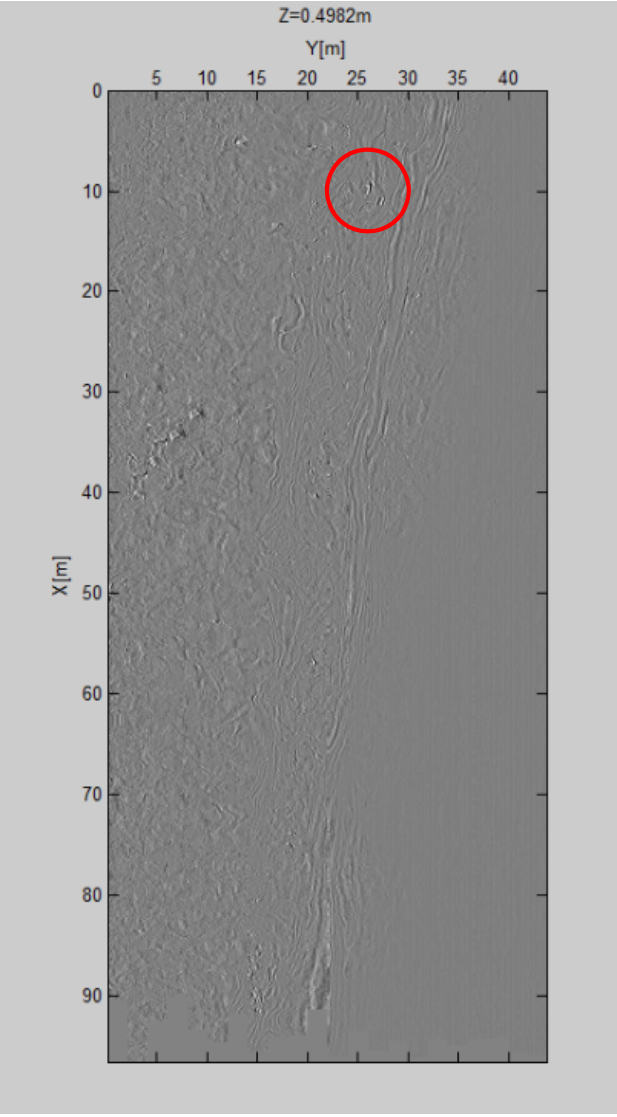

図 3　閖上海岸の深さ 49cm の水平断面図。赤い印が木材の発見された位置

以下に、蒲生海岸で実施した捜索で、GPR によって埋設物が確認された位置を掘ることで発見された遺物の写真を示す。

物体の大きさはさまざまであるが、金属、非金属を問わず、おおよそ 5cm 程度以上の大きさの物には反応していると考えている。

4. まとめ

「やくも」による砂浜遺留品捜索の概要を説明した。「やくも」は 50mx100m 程度の範囲を約 2 時間で測定し、深さ 1m 程度までの埋設物を検知できる。

検知できる物体は 5cm 程度以上の大きさであれば、金属、非金属を問わない。木材、プラスティック、金属などあらゆる材質の物体を検知できている。

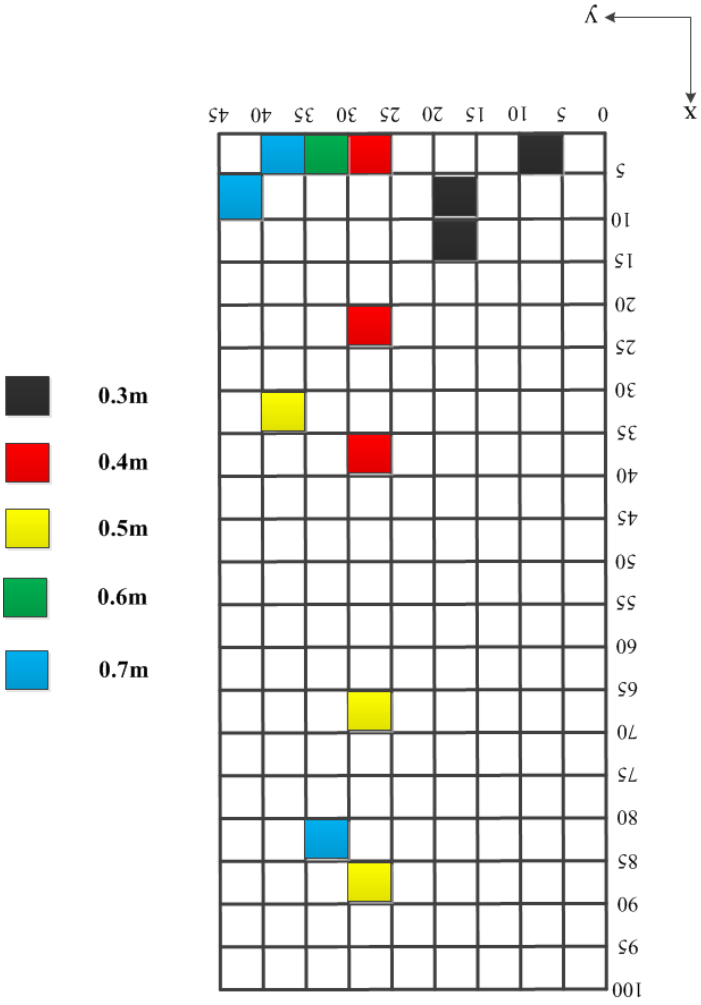

図 4　埋設物検知結果のまとめ

これまでの捜索では、遺体発見に直接つながるような遺品などの発見はできていないが、深度 50cm から 1m 程度にかなり大型の津波で流出した物体が埋没していることがわかった。人手では数人がかりでも 1m 程度の物体を掘り出すには 30 分以上必要であり、レーダーによって埋設物の位置情報が得られることで、今後の遺品捜索に役立つことがわかった。

図 5　閖上で「やくも」が検知し、掘り出された木材

以下の写真は蒲生海岸で「やくも」が検知し、掘り出した遺留物