

地中レーダーを用いた湿原地下イメージング実験

Experimental imaging under the marshland, Ground-Penetrating Radar, eastern Hokkaido

佐藤 真太郎 [1]; 村上 文敏 [2]; 七山 太 [3]; 石川 智 [4]; 渡辺 和明 [5]; # 吉川 秀樹 [5]; 重野 聖之 [6]; 池田 保夫 [7]
Shitaro Satoh[1]; Fumitoshi Murakami[2]; Futoshi Nanayama[3]; Satoshi Ishikawa[4]; Kazuaki Watanabe[5]; # Hideki Yoshikawa[5];
Kiyoyuki Shigeno[6]; Yasuo Ikeda[7]

[1] 北教大; [2] 産総研・地質情報; [3] 産総研・地質; [4] 九州大院・地球惑星科学; [5] 産総研; [6] 明治コンサルタント株式会社; [7] 北教大・釧路校

[1] Hokkaido University of Education; [2] AIST,IGG; [3] GSJ/AIST; [4] Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ.; [5] AIST; [6] Meiji C; [7] Hokkaido University of Education

地中レーダー (Ground-Penetrating Radar: GPR) は地面に電波を発信してその跳ね返りを受信することで地下構造を明らかにするための物理探査装置である。比較的安価で構造がシンプルであるため、既に様々な分野において普及し、実用化されている。近年地層研究の分野においても、深度 10 m 未満の調査に使用されはじめている。我々の研究では、電波の跳ね返りは堆積物の密度、粒度鉱物などの変化を反映するため、この探査手法は海浜堆積物の堆積構造の可視化にも有効であることが判明しつつある。特に GPR による記録は、2次元の同時時間線の解析にすぐれていることから、過去の地形変化を詳細に追跡することが可能であり、ボーリングデータと併用することによって堆積環境データや年代値と合わせた高時間分解能の時系列の総合的な解析が可能になることが期待されている。北海道東部太平洋沿岸域は、地震津波の常襲地帯であることがよく知られている。近年、この地域 (十勝～根室沿岸) の沿岸低地では、400-500 年周期で発生した巨大津波が陸上に残したと考えられる津波堆積物に関する研究が行われている。

今回の我々の GPR 探査の目的は、根室市南部沼や浜中町霧多布湿原を例として、この地の沿岸低地の浅層地下構造を実験的にイメージングし、この地に残された地震痕跡や津波痕跡調査への GPR の応用の可能性を検証することにある。

2. 研究手法

GPR は、産業技術総合研究所の沿岸都市地質研究グループが所持するカナダ Sensors & Software 社の pulseEKKO100 を使用した。今回は 100 MHz と 200 MHz の送受信アンテナを併用して探査を実施した。Noggin 250MHz も部分的に併用した。この際、送受信アンテナ間隔 1 m、測点間隔 0.25 m の条件で反射法調査を行った。なお、堆積層の電磁波速度は Common mid-point 観測結果から求めた。さらに、GPR 記録の地形補正を行うために VRS-RTK 方式を用いて位置決めを実施した。

3. 実験結果

探査実験の結果、100 MHz、200 MHz では 6~7m 程度のイメージングが出来、現在の湿原表層を覆う泥炭層 (層厚 1~3 m)、さらにその下位の海浜層も読み取ることができた。これは湿原環境での GPR 探査の有効性を意味する。さらに、泥炭層を透過し地表から下位の前浜～上部外浜堆積物 (浜堤堆積物) の堆積構造の可視化に成功した。これにより、汀線の後退によって湿原環境が広がっていった過程が読み取れた。

ここで泥炭層中の反射面に着目するならば、複数枚の反射面が認められ、これらは堆積構造の反映と考えられる。泥炭層は空隙が多く、含水率が高いものの、比較的均質であり、反射面を生じる要因は存在しない。よって、これらは泥炭と砂 (もしくは火山灰層?) の物質境界で生じた反射面と考えてよいであろう。一般に GPR 記録の垂直解像度は物質内の伝搬速度によって規定され、湿潤砂では 100MHz で 27-34 cm、200MHz では 13.5-17 cm が基準値である。泥炭層では、これよりもやや大きめの数値を示すと考えられる。よって、100 MHz で 30-50 cm、200 MHz で 20-25 cm がこの条件での GPR 探査記録の解像度の精度限界と推定される。この研究計画実施にあたって、既に 2006 年度に霧多布湿原の過去のボーリング掘削地点を中心とした 50 m の短い測線の探査実験を、100MHz アンテナを用いて試みた。

従来の津波痕跡調査は、トレンチあるいはボーリング等の掘削手法が主体であり、正確な地質学的情報は得られるものの“点”情報であるため、津波痕跡の空間的広がりに関する情報を正確に得ることが困難であった。本探査手法の開発と従来の掘削手法との融合化により、津波痕跡の空間的分布を 2次元あるいは3次元的に正確に把握でき、これにより、現地調査の効率化とその精度の向上が期待できる。反射面強度からは粒度等の堆積学的情報が得られる可能性もある。