

郡山層における高密度電気探査の例

新協地水(株) 高橋 友啓

1. はじめに

福島県では除染で除去された土などの不燃物を一時的に保管する仮置場の造成が進められている。福島県郡山市地内に計画される仮置場候補地は、複数の陥没跡が認められており、戦時中燃料として亜炭（本稿では以下、泥炭層・有機質土も含め亜炭の呼称で統一する）の採掘が行われた可能性が報告されている¹⁾。採掘対象は品質粗悪な更新統であり、浅所陥没形態から人力による坑道式採掘（狸掘り）と判断される（写真-1）。

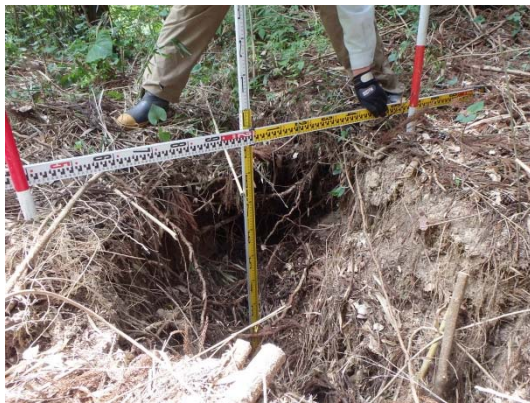


写真-1 浅所陥没跡

亜炭採掘跡または地下空洞の調査事例は数多く報告されている²⁾が、更新統分布地域における調査報告は少ない。

本稿では、中部更新統郡山層が分布する地域において、亜炭採掘範囲の推定を目的として実施した高密度電気探査（比抵抗二次元探査）の事例を報告する。

2. 調査概要

(1) 地質概説

郡山層は郡山盆地とその縁辺部に広く分布する中部更新統であり、下部と上部に区分される³⁾。地表に露出する大部分は郡山層上部に相当し、広域テフラ⁴⁾や亜炭層を挟在する砂・礫・泥の互層である。

(2) 調査概要

本業務は、47000m²におよぶ林野内において、地盤リスクの特定を目的としており、仮置総数や造成計画策定に係る全体工程から、短時間・低コストで効率良く不安定範囲（陥没・採掘跡）を把握することが求められた。既存資料に乏しく、不明な点が多いことから、採掘範囲の推定には以下項目を総合的に判断する手法を提案した。

- ・ 空洞として残る坑道の有無
- ・ 調査地に分布する亜炭の層準
- ・ 地表面に認められる浅所陥没跡の分布

1) 比抵抗二次元探査

空洞として残る坑道の有無を把握するため、比抵抗二次元探査法を用いた。比抵抗映像法を地下空洞の調査に用いる場合、①周囲の地盤と空洞との間に十分な比抵抗のコントラストがある、②空洞の直径が土被りの厚さに対して1/2以上である等の条件が必要となる⁵⁾が、本調査では、低比抵抗地盤中の坑道（地下水で満たされていない空洞状態）を想定した。探査深度は20.0m、電極配置は二極法とした。探査測線は全13測線（計1500m）、電極間隔は1.0mとした。

2) 機械ボーリング等

調査地に分布する亜炭層の層準把握、深部に認められる異常比抵抗部を確認・補完するため、機械ボーリングおよび各種サウンディング試験等を用いた。

3. 調査結果と考察

(1) 亜炭層と比抵抗値特性

亜炭層は大局的に3層分布し、上位より2層準目で層厚4.3mと最も厚い。概ね水平に堆積しているが、斜面方向（縦断終点方向）にやや層厚を増す傾向がある。粘性土を含み（写真-2）、N値はN=1~13と固結度は低い。



写真-2 調査地に分布する亜炭層

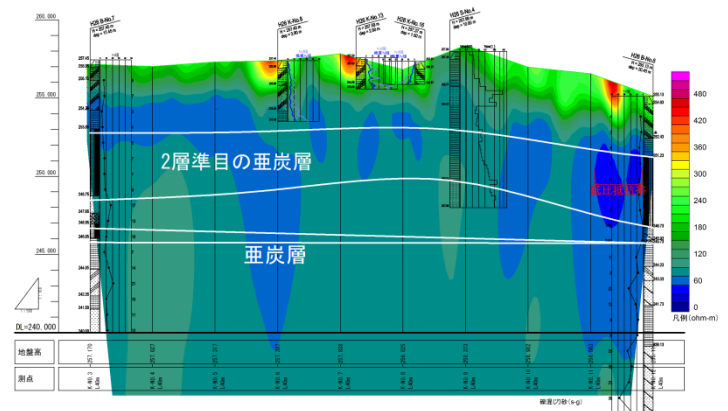


図-1 比抵抗二次元探査結果

調査地における比抵抗値は未固結更新統の地層構成を反映し、概ね100 (Ω-m) 程度で推移する。第2層準目の亜炭層は比抵抗値が40-60 (Ω-m) 程度と低い。表層部には、200-400 (Ω-m) 程度のやや高い比抵抗帯が散在する（後

述). 亜炭層分布深度に当初想定した空洞状態の高比抵抗帯は確認されなかった. ただし, 亜炭層分布深度に卓越する低比抵抗帯は, 地表部に200-400 ($\Omega\text{-m}$) 程度の高比抵抗帯を伴うことが明らかとなった.

(2) 浅所陥没跡の分布と比抵抗値特性

調査地表層には, 41箇所の陥没跡が認められる. 陥没跡は直径1.0m~5.0m, 深さ0.12m~0.35m程度で, 円形~楕円形のものが多い. また, 陥没跡は北側斜面に集中する傾向があり(図-2), 内部に切株等が充填されたものもあった. 調査地の比抵抗特性に対し, 直径が2.0mを超える陥没跡は概ね比抵抗値が200-400 ($\Omega\text{-m}$) と高く, 陥没跡分布範囲と高比抵抗帯の範囲は一致する(図-3).

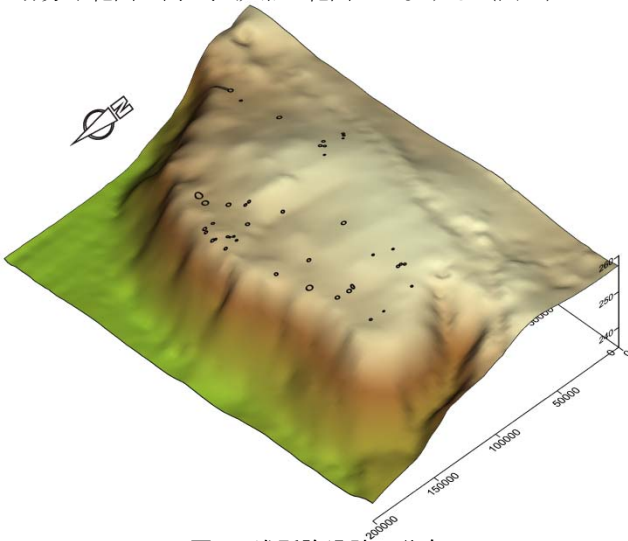


図-2 浅所陥没跡の分布

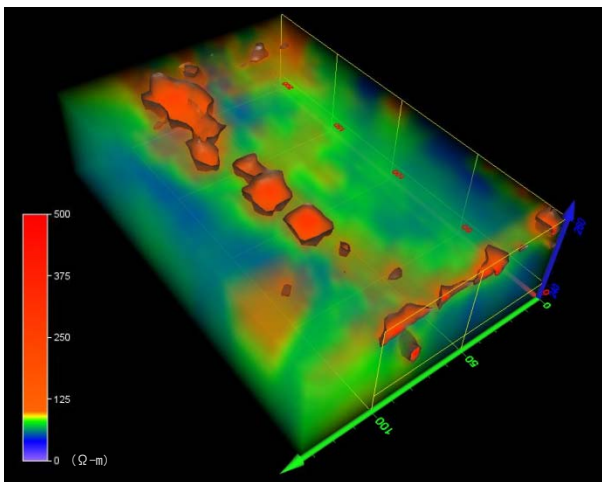


図-3 調査地の比抵抗モデル

(3) 採掘範囲の推定

地表部に陥没跡を伴う亜炭層低比抵抗帯箇所にて実施した機械ボーリングでは, 亜炭層下端付近で著しい層相の乱れとゆるみが認められた. このことは, 亜炭層分布深度に認められる低比抵抗帯と陥没跡の組み合わせが, 崩落後の坑道跡である可能性が高いことを示している(図-4). 採掘範囲は, 調査地を20mメッシュで区切り, 調査結果に基づく確実性と残存するリスクを段階評価で示し(図-5), 造成計画に反映させた.

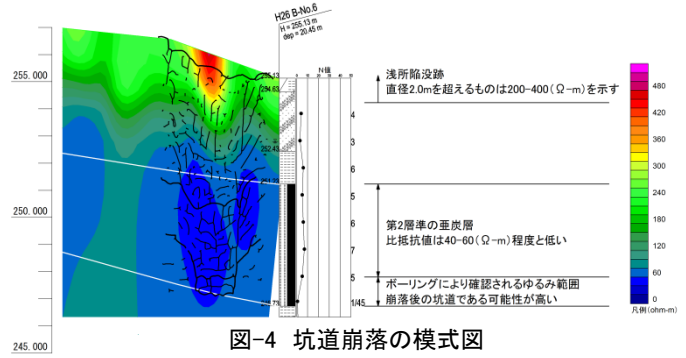


図-4 坑道崩落の模式図

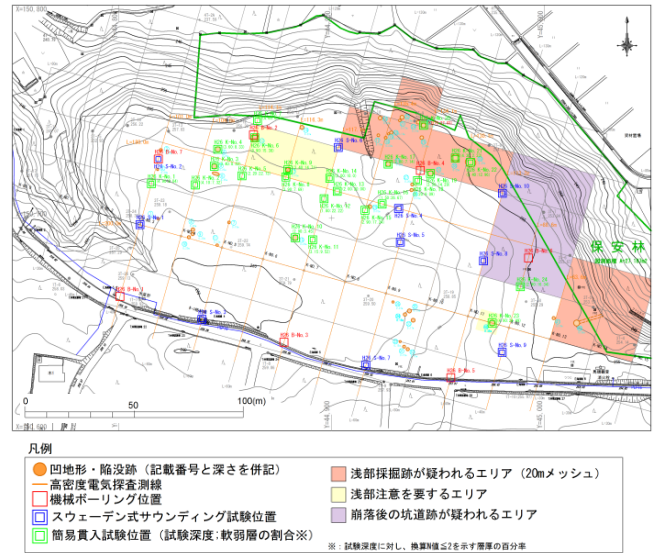


図-5 亜炭採掘範囲の推定

4. まとめ

- ・調査地において, 亜炭層分布深度に卓越する低比抵抗帯は, 地表部に高比抵抗帯を伴う.
 - ・直径が2.0mを超える陥没跡は概ね比抵抗値が高い.
 - ・亜炭層分布深度の低比抵抗帯と浅所陥没跡の組み合わせは, 崩落後の坑道跡を示している可能性が高い.
- 本稿は, 特殊条件下における調査事例であり, 現時点では汎用性に乏しい. 第四系に生じる陥没等災害調査の一手段として, 今後類似条件のデータ蓄積が望まれる.

《引用・参考文献》

- 1) 福島県: 福島県林業研究センターだより, あさかの森から, 21, p.1, 2006.2.
- 2) 川本 脩万: 地盤陥没災害と地下空洞調査について, 物理探査, 58, 6, p.589-597, 2005.
- 3) 鈴木 敬治・吉田 義・伊藤 七郎・相馬 寛吉: 郡山盆地における第四紀地史, 福島大学教育学部理科報告, 17, p.49-67, 1967.
- 4) 笠原 天生・鈴木 毅彦・河合 貴之・今泉 俊文: 郡山盆地地下における中期更新世降下テフラと火砕流堆積物の層序, 日本地球惑星科学連合大会予稿集(CD-ROM), HQR23-15, 2012.
- 5) 島 裕雅・梶間 和彦・神谷 英樹: 比抵抗映像法, p.115-116, 1995.