

ポケット型帯磁率計を用いたボーリングコアの定量的評価事例

物理探査 被破壊試験 測定

(株)田中地質コンサルタント 正会員 田中 謙次

〃

野村 成宏

1. はじめに

ボーリングコアによる地層の判定は、観察者の経験や技術的能力によるところが大きく、地質情報の正確な表現や、対比などが難しいといった問題がある。実際、崖錐堆積物と強風化岩のように、層相が似たボーリングコアでは地層の判定が困難な場合がある。また、地層内の微小な変化（火山灰などの混入）は目視で捉えきれないこともある。

本研究は、定性的評価を主体とするボーリングコアの観察に加えて、地層の判定を物理探査技術によって定量的に行うことを目的として、ポケット型帯磁率計を用いたボーリングコアの帯磁率を連続的に計測したものである。今回は、この評価事例を紹介する。

2. 帯磁率とは

帯磁率（Magnetic Susceptibility）は岩石や堆積物の磁化のし易さを表す指標であり、岩石や堆積物に弱い磁場をかけて誘導される磁化を測定して求める。誘導磁化 J と磁場 H の比例関係から、 $J = H \{ \text{ : 帯磁率 (SI unit) } \}$ と表現される。岩石や堆積物の帯磁率は、基本的に構成される磁性鉱物の量比、鉱物の種類および粒径によって決定される。

天然鉱物のうち帯磁率の値を左右する強磁性鉱物は、磁鉄鉱（マグネタイト）に代表される鉄の酸化物、鉄の硫化物、水酸化物などである。一般的に岩石および堆積物に含まれる鉱物のうち、特に強磁性鉱物である磁鉄鉱が含まれる場合、他の鉱物とは桁違いに高い帯磁率を有するため、磁鉄鉱の量比が岩石・堆積物全体の帯磁率を規制する。磁鉄鉱が風化あるいは変質により磁性の弱い赤鉄鉱（ヘマタイト）に変化すると帯磁率は小さくなる。

堆積物の場合、堆積物の供給源となる母岩の岩種、風化状態、堆積環境によって帯磁率は異なると考えられる。

従って、岩石や未固結の堆積物をもつ帯磁率（磁化特性）を用いることで、深度方向の相対的な変化を捉えることにより、客観的に地層区分を判定することが可能になると考えられる。

3. 帯磁率の測定方法

本研究では、帯磁率の測定にポケット型帯磁率計 WSL-C（写真—1）を使用した。測定は、計器底部にあるセンサーを木製のコア箱に入ったボーリングコア表面にあて、スライドさせる様に帯磁率を計測した。データの取得は原則として 10cm 間隔とし、異常値を示せばその都度記録した。ただし、コア箱についている金具や釘等（金属類）は計測に影響を与えるため、試料を可能な限りずらして測定を行ったが、明らかに異常を示す値は削除した。



写真—1 ポケット型帯磁率計 WSL-C（帯磁率の測定状況）

4. 帯磁率の測定例

帯磁率の測定には、以下に示す福井県内に分布する 2 地区のボーリングコアを用いた。

1. 青葉山周辺に分布する、新第三紀の地すべり地帯のボーリングコア。
2. 福井平野中央部付近に分布する、火山灰を含んだ軟弱地盤（ N 値 2 以下）のボーリングコア。

4. 1 地すべり地帯のコア

当地区のコアは、基盤を覆う崖錐堆積物等の被覆層と、新第三紀鮮新世に噴出した火山砕屑岩類および基盤を構成する第三紀中新世の泥岩・砂岩等の堆積岩である。計測した帯磁率の分布を各地層毎に整理し、図—1に示した。各地層における帯磁率は、被覆層（崖錐堆積物および盛土）では概ね $10^{-4} \sim 10^{-3}$ (SI)オーダーの範囲を示している。火山砕屑岩類は $10^{-4} \sim 10^{-2}$ (SI)オーダーの範囲で、堆積岩類（泥岩、砂岩、礫岩）は $10^{-5} \sim 10^{-4}$ (SI)オーダーの範囲で分布する結果を得た。また、同一の泥岩層であっても、砂質分に富む場合や礫岩片を伴うなど、混入物が多い部分ではその帯磁率が約

1～2 オーダー高い傾向を示すことが確認される．火山碎屑岩類の帯磁率は堆積岩類に比べて磁性鉱物の含有が多く，2～3 オーダー高い値を示している．崖錐堆積物は主として火山碎屑岩類が強風化した土砂であることから，火山碎屑岩類と同程度の帯磁率を示している．このように，まず岩種の違いによって測定範囲が異なることは，地質判定に向け有効な情報となる可能性が示された．

図-2には，帯磁率の深度分布図を示す．両孔とも火山碎屑岩類と堆積岩との地層境界付近で著しく変化する傾向が類似している．また，堆積岩層内部では岩質の分布と調和的な変化が認められる．B-2 孔の17.85～20.15m 間（波線で囲まれた区間）では，帯磁率が著しく低下している．これは，風化等による変質で粘土化が進行していることや，火山碎屑岩類に泥岩が混じり，岩相が繁雑であることに起因している．この区間ではすべり面の存在が孔内傾斜計の結果からも把握されており，すべり面の想定を帯磁率から推定できる可能性が見出された．

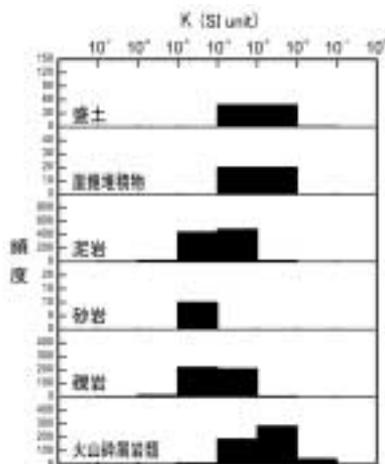


図-1 各地層毎の帯磁率の分布範囲

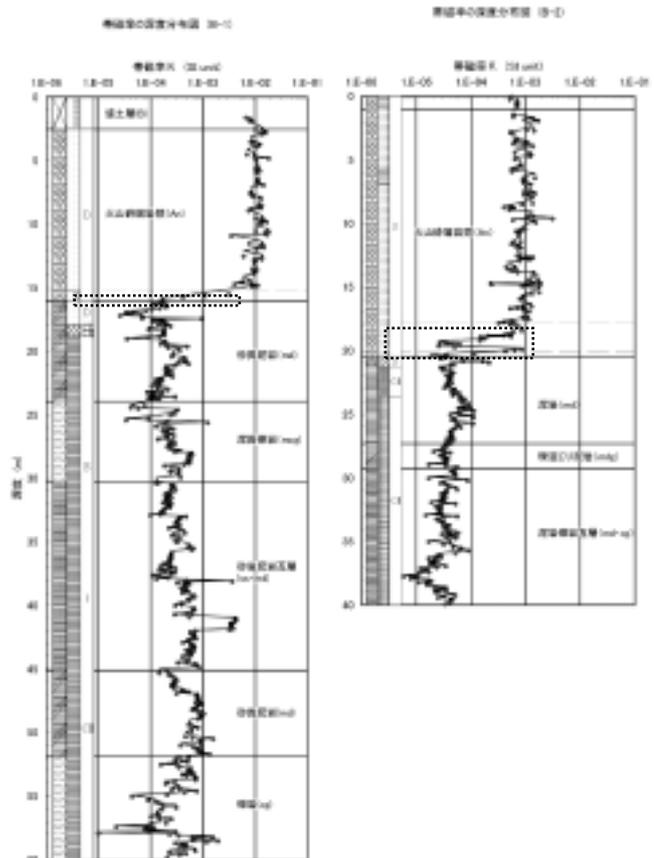


図-2 ボーリングコアの帯磁率測定例その1

4.2 火山灰を含むコア

未固結堆積物のコアを計測した結果を図-3に示す．測定に用いたコアは，主として沖積層の粘性土および砂質土から構成される．B.No.2 孔の GL-8.65～8.75m 間には，火山灰コアが観察で確認されており，ここでは帯磁率も極めて低い値を示している．

一方，B.No.1 孔では，コアの観察からは火山灰は確認されなかった．帯磁率測定の結果では，GL-9.55m 付近に帯磁率が部分的に低くなる箇所が認められた．大局的に見れば，両孔の帯磁率の変動は類似しており，観察では確認が困難であった僅かな火山灰の混入を示唆するものと考えられる．このことから，両区間に分布する火山灰は鍵層として捉え，第2粘性土層は同一層準に相当するものと判断した．

5. まとめ

今回の研究では，ボーリングコアの帯磁率を測定することによる定量的な地層判別の有効性が示された．また，目視では判別が困難な層相についても，その変化をほぼ的確に捉えることができた．

帯磁率の測定は，非破壊試験で手軽に行えるメリットがある．また，野外フィールドや露頭などにおいても迅速に計測することができ，地層判定に大いに役立つ．今後は，帯磁率測定がより確実な定量的な地層判別の指標となる様にデータの蓄積に努めていきたい．

<参考文献> 1) Shunso ISHIHARA, Ryoji TANAKA, Mitsuhiro NAKAGAWA and Yoshihiko GOTO (1995) : Magnetic Susceptibility

Cenozoic Volcanic Rocks of East-Central Hokkaido and the Kuril Islands. Resource Geology Special Issue, No.18, 217-228

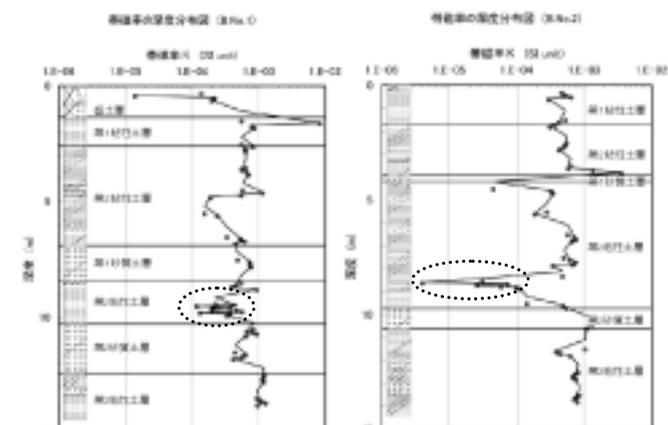


図-3 ボーリングコアの帯磁率測定例その2