

# 秋田県北鹿地域における試錐岩芯の電気比抵抗と 孔隙率について

奥山良俊・上杉良市

## Correlation between Electrical Resistivity and Porosity of Boring Cores from Hokuroku District, Akita Prefecture, Japan.

Ryoshun OKUYAMA, Ryoichi UESUGI

(昭和58年10月31日受理)

On the basis of geological researches in Hokuroku district, the authors measured the electrical resistivities for core samples from the district under the condition super-saturated with pure water and at room temperature.

The results of this measurement are summarized as follows.

- (1) The electrical resistivities are closely correlated with litho-facies and porosity of core samples.
- (2) The relation between specific resistivity  $\rho$  ( $\Omega$ -cm) and porosity  $\phi$  (volume %) is given by the formula

$$\log \rho = A - n \log \phi$$

where  $A$  and  $n$  are the constants related to characteristics of rocks.

- (3) This relation represents the same meaning of Archie's Law established for sedimentary rocks such as sandstones.

### 1. まえがき

黒鉱鉱床の発見とその胚胎地域として知られる秋田県北鹿地域は金属鉱業事業団によって広く地質学的調査のなされているところであり、それらの調査報告書に基づき著者等は同地域の試錐コアに関する電気比抵抗と岩相、また飽和含水率との関係についてすでに報告している<sup>1)~2)</sup>。一方、岩石の飽和含水率と孔隙率との密接な関連のあることから本稿においては電気比抵抗と孔隙率の関係について述べることにし次に報告する。

尚、測定に用いた岩石試料の記号、岩相区分等は金属鉱業事業団による精密調査報告書<sup>3)~5)</sup>によるものでありそのまま使用させて戴いた。

### 2. 測定方法

#### 2.1 測定試料

図1に示される秋田県北鹿地域の古遠部地区から孔井HT-15を選び粗粒玄武岩(Dol)について、ま

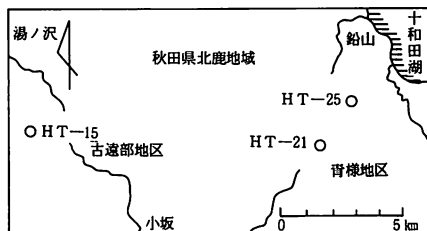


図1 孔井位置

た青嶺地区からHT-21及びHT-25を選び各々の石英安山岩(D<sub>1</sub>)及び(D<sub>6</sub>)について直径が25mm、長さが40mm程度の円柱状に形成された約80個の試料について測定している。

#### 2.2 測定方法

岩石の直流による比抵抗測定においては分極現象の影響が大きいため四極法を用いてその影響を除くこととし、測定のための電流電極、電位差測定電極及びガードリングの部分には銀製導電塗料を塗布して接触抵抗を小さくしている。また電位差測定には

秋田県北鹿地域における試錐岩芯の電気比抵抗と孔隙率について

電位差計による零位法を用いることとした。

測定時の岩石試料は真空減圧吸引法による完全湿潤状態とし常温常湿のもとでの測定ではあるが測定値の良好な再現性(相対誤差3%以下)が確認されている。

以上は測定方法の概略であるが測定回路や詳細については前報<sup>1)-2)</sup>において記載されている通りである。

3. 測定結果と考察

北鹿地域においては新第三紀中新世の西黒沢階から女川階にわたる酸性火山岩類が卓越しているが、粗粒玄武岩(Dol)、石英安山岩(D<sub>1</sub>)及び(D<sub>0</sub>)についての電気比抵抗と深度、孔隙率の関係を次に述べる。

3・1 粗粒玄武岩 (Dol)

図2にみられるようにHT-15においては50mから550mの深度まで厚い一様な粗粒玄武岩層からなり比抵抗対数値  $\log \rho (\Omega \cdot \text{cm})$  が3.5~5.0の広い範囲に分布している。280mまでは4.0~4.5程度の値を示し孔隙率  $\phi$  (volume %) がおよそ2%~6%であることとよく対応し、280m付近から400mまでは比抵抗対数値が3.5~4.0と小さくなっていることと孔隙率が5%~10%程度と大きいことが対応している。400m以深では試料数が少ないながらも比抵抗対数値が4.0~5.0と大きく孔隙率が7%以下

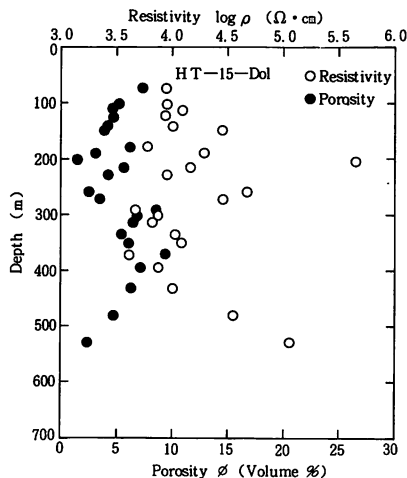


図2 比抵抗と深度、孔隙率の関係

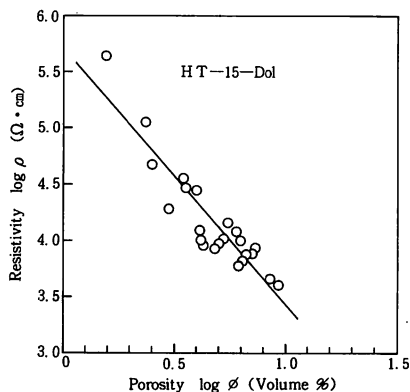


図3 比抵抗と孔隙率の関係

と小さいことと再び対応していることが示されている。

次に孔隙率の対数値  $\log \phi$  (volume %) に対する比抵抗対数値  $\log \rho (\Omega \cdot \text{cm})$  の関係は図3に示されそれらの関係は次の(1)式であらわされる。ただし  $r$  は相関係数である。

$$\log \rho = 5.7 - 2.3 \log \phi \quad (1)$$

$$(r = -0.92)$$

尚、粗粒玄武岩(Dol)の飽和含水率(weight %)は1~4%と範囲が小さく孔隙率(volume %)が2%~10%以下と範囲の狭いことと対応している。

3・2 石英安山岩 (D<sub>1</sub>)

図4に示されるようにHT-21では深度85mか

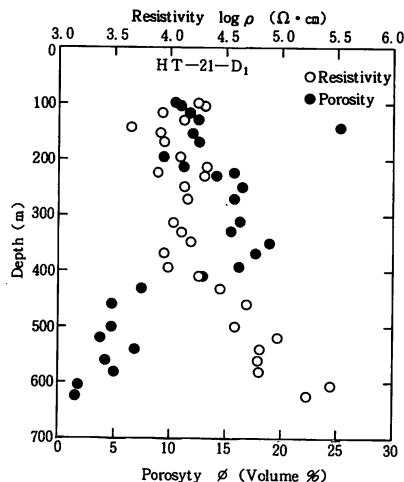


図4 比抵抗と深度、孔隙率の関係

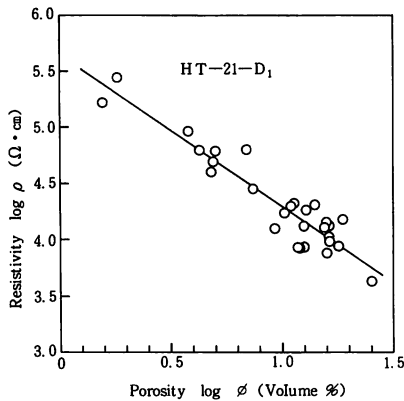


図5 比抵抗と孔隙率の関係

ら630 mまでの厚い石英安山岩の層からなり、比抵抗対数値が3.5~5.5と広い範囲に分布しているが410 mを境にそれ以浅で4.5以下、それ以深で4.5以上と二つの岩体に大きく区別される。それと対応して孔隙率もおおよそ10%~20%と2%~10%に大きく区別され、深度に対する孔隙率の変化と比抵抗値の変化の対比が明示されている。

次に孔隙率と比抵抗値の関係は図5に示されそれらの関係は次の(2)式によってあらわされる。

$$\log \rho = 5.6 - 1.4 \log \phi \quad (2)$$

$$(r = -0.94)$$

因に飽和含水率についても3%を境に、即ち深度410 mを境に岩体が大きく二つに区別され比抵抗値に与える飽和含水率と孔隙率の影響の相関が示唆されている。

### 3・3 石英安山岩 (D<sub>0</sub>)

図6はHT-25における深度139~628 mの厚い石英安山岩の層について比抵抗値、孔隙率、深度の関係を示したものである。深度345 mを境に、即ち比抵抗対数値の4.5を境として大きく二つの岩体に区別され孔隙率も同様に10%~25%と10%以下とに区別されよく対応していることがわかる。

次に孔隙率と比抵抗値の関係を図7に示す。またそれらの関係は次の(3)式であらわされる。

$$\log \rho = 6.0 - 1.6 \log \phi \quad (3)$$

$$(r = -0.97)$$

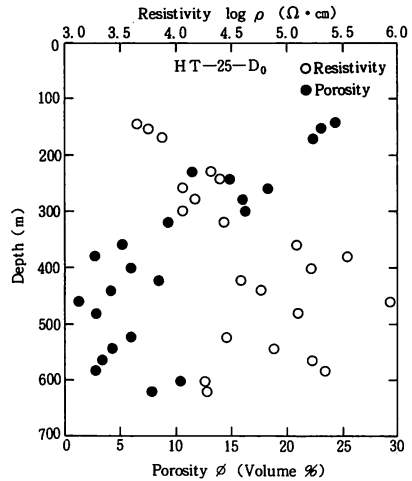


図6 比抵抗と深度、孔隙率の関係

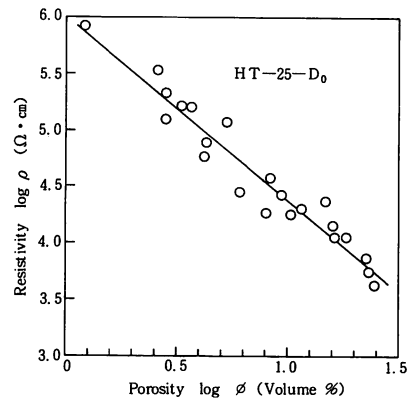


図7 比抵抗と孔隙率の関係

尚、飽和含水率では4%以下とそれ以上の、二つの岩体に345 mの深度を境に区別され、孔隙率がおおよそ10%を境に同様に区別されることと対比される。

## 4. ま と め

秋田県北鹿地域の古遠部地区及び青椏地区のボーリングコアで比較的多くの試料が得られた粗粒玄武岩 (Dol)、石英安山岩 (D<sub>1</sub>) 及び石英安山岩 (D<sub>0</sub>) の比抵抗測定を完全湿潤状態、常温常湿のもとで行なった結果次の事柄が明らかになった。

(1) 深度、孔隙率及び岩相と比抵抗値の間に明瞭な対比が認められる。

秋田県北鹿地域における試錐岩芯の電気比抵抗と孔隙率について

- (2) 孔隙率  $\log \phi$  (volume %) と比抵抗値  $\log \rho$  ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) の間の関係は次の式によって示される。

$$\log \rho = A - n \log \phi$$

ここで  $A, n$  は 岩体の岩相, 岩質に関係した定数である。

- (3) 前式は砂岩などの堆積岩類に関して示された次式のアーチーの法則と一致している。

$$\rho = \rho_w \phi^{-n}$$

- (4) 本測定で用いた試料に関して比抵抗値と孔隙率の間に良好な相関 (相関係数  $r = 0.92 \sim 0.97$ ) が得られたことはアーチーの法則が本地域の火山岩類にも適用され得ることを示し, 孔隙中に含まれる水の比抵抗と関連して岩石の変質に伴うイオンの溶出など比抵抗変化に寄与する一つの要素を示唆するものと考えられる。

- (5) 岩石試料の飽和含水状態における比抵抗測定では孔隙率による比抵抗変化と前報<sup>1)~2)</sup>において述べた飽和含水率に対する比抵抗変化を併せ考えることにより岩質の相異を知る上でより有力な手掛りが得られるものと思う。

以上報告するにあたり御指導戴いた秋田大学鉱山学部乗富一雄教授に厚く御礼申し上げ, コアを使用させて戴いた金属鉱業事業団の御厚意に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 奥山良俊・乗富一雄  
秋田県北鹿地域における試錐岩芯の電気比抵抗について  
秋田大学鉱山学部地下資源研究施設報告  
No. 48, 43-60, 1983
- 2) 奥山良俊・上杉良市  
秋田県北鹿地域における試錐岩芯の比抵抗測定  
秋田工業高等専門学校研究紀要  
No. 18, 103-107, 1983
- 3)~5) 金属鉱業事業団  
精密調査報告書 北鹿地域  
1974, 1975, 1976
- 6) E. I. Parkhomenko  
Electrical Properties of Rocks  
Plenum Press, New York. 1967
- 7) E. J. Lynch  
FORMATION EVALUATION  
HARPER & ROW, New York. 1964