

秋田県北鹿地域における試錐岩芯の比抵抗測定

奥山良俊・上杉良市

Measurement of the Specific Resistivity of Boring Cores from Hokuroku District, Akita Prefecture, Japan.

Ryoshun OKUYAMA, Ryoichi UESUGI
(昭和57年10月30日受理)

Hokuroku district, northern part of Akita prefecture, is well known as Kuroko-Deposits area and geological researches were made by Metal Mining Agency of Japan.

On the basis of these researches, the authors intended to find the correlation between the electrical resistivity and the other properties of rocks.

The electrical resistivities of drilled cores from the district were measured by the Four-Electrode method under the condition super-saturated with pure water and at room temperature.

The results of this measurement are summarized as follows.

- (1) The specific resistivity and the water content are correlated with the lithofacies of rocks.
- (2) The relation between the specific resistivity ρ ($\Omega \cdot \text{cm}$) and the water content X (weight%) is given by the formula

$$\log \rho = A - BX$$

where A and B are the constants related to rock types.

1. ま え が き

秋田県北部の北鹿地域は黒鉱鉱床の胚胎地域としてよく知られており金属鉱業事業団及び民間鉱山事業会社によって広く調査されている。本稿においては特に金属鉱業事業団による精密調査報告書^{1)~3)}(1974, 1975, 1976)に基づく岩相区分と比抵抗値の対比について考察してみたい。

2. 測定試料及び測定方法

2・1 測定試料

北鹿地域の北部に位置する古遠部地区と青様地区において金属鉱業事業団によって試錐された地下数百米までのボーリングコアの中から特にHT-17, HT-18とHT-24, HT-25の孔井のものを選び直径26mm, 長さ40mm程度の円柱状に形成し測定試料とした。

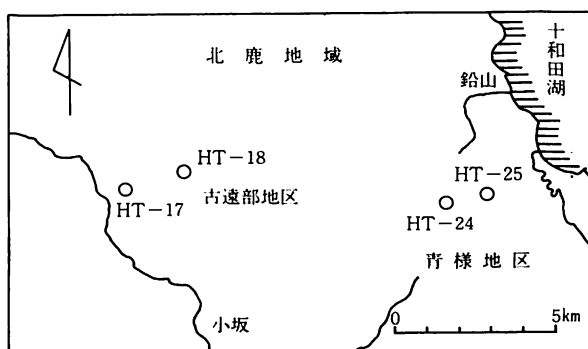


図1 孔井位置

孔井位置を図1に、また岩石試料の岩相区分(金属鉱業事業団による)を表1に示す。

2・2 測定方法

岩石試料の比抵抗測定においては加電圧による分極現象の影響と測定時における岩石の含水率によって抵抗値が大きく変動し測定値の再現性に乏しい。

表1 試料の岩相区分

(金属鉱業事業団による)

孔井	記号	岩質
HT-17	D ₂	石英安山岩(溶岩)
	B ₁	玄武岩(溶岩)
	D ₃ ~D ₄	石英安山岩(溶岩)
	T ₃	凝灰岩類
	B	玄武岩(貫入岩)
HT-18	B ₁	玄武岩(溶岩)
	D ₃ ~D ₄	石英安山岩(溶岩)
	B	玄武岩(貫入岩)
HT-24	D ₀₁	粗粒玄武岩
	T ₂	凝灰岩類
	M ₁ -a	泥岩
	T ₁	凝灰岩類
	M ₁ -b	泥岩
	T ₃	凝灰岩類
HT-25	D ₀	石英安山岩(貫入岩)
	T ₃	凝灰岩類
	M ₂ -a	泥岩

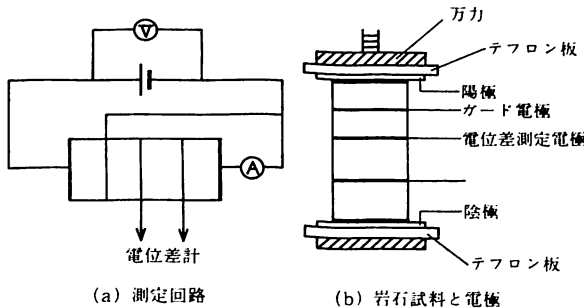


図2 測定回路

そこで乗富⁴⁾(1977), 奥山⁵⁾(1982)等がすでに指摘しているように四極法によって分極の影響を除くこととし, その測定回路は図2に示される。試料の断面積S, 電位差測定電極間距離L, 測定電位差 ΔV , 電流Iから次の(1)式によって比抵抗値 ρ を得る。

$$\rho = \frac{S}{L} \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

次に試料の含水率は完全湿潤状態における値としそれは真空吸引法によって得られたものである。かかる方法での測定値が良好な再現性を示したことからすべての試料について完全湿潤状態での測定を一つの基準と定めた。

また抵抗値が加電圧に対して依存するのですべての試料について加電圧は5.0Vに統一し同様に測定

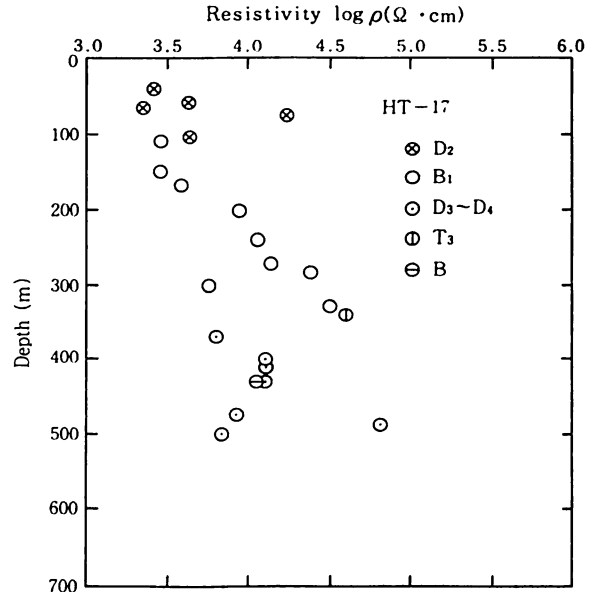


図3 比抵抗と深度, 岩相の関係

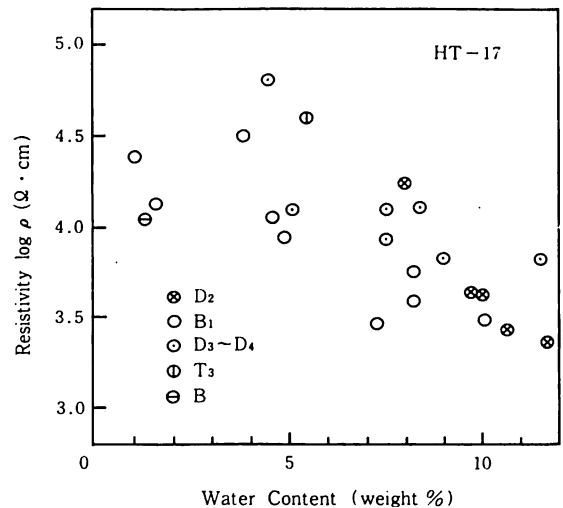


図4 含水率と比抵抗の関係

の基準としている。

測定時の温度は26°C~30°Cの室温でありその変動幅が小さく, また湿度は50%~70%であったが試料が完全湿潤状態であることとガードリングで表面電流を除いているので環境条件の影響は入らないものと考えている。

以上のような測定方法, 測定条件のもとで得られた結果を相対的に比較検討し測定値に有意性を見出すこととした。

3. 測定結果と考察

HT-17, HT-18(古遠部地区)及びHT-24 HT-25(青椏地区)における試料の比抵抗値と深

秋田県北鹿地域における試錐岩芯の比抵抗測定

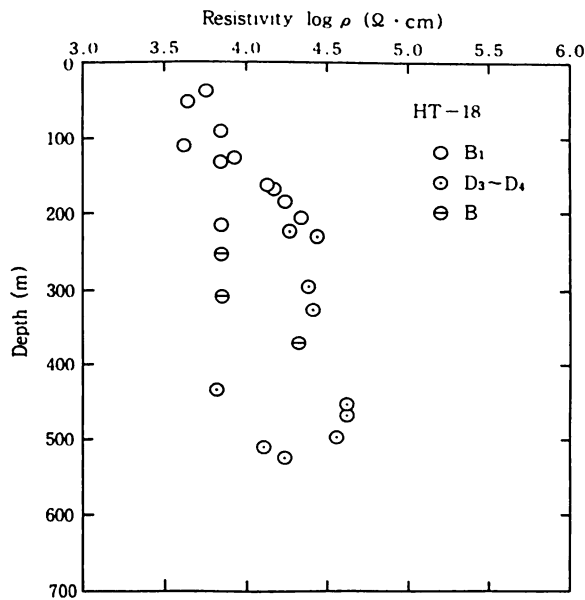


図5 比抵抗と深度、岩相の関係

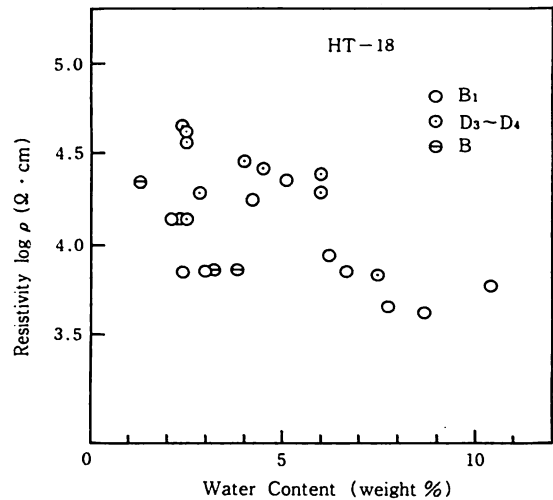


図6 含水率と比抵抗の関係

度、岩相区分並びに含水率の関係を図3から図10に示す。

3・1 HT-17

図3において女川階下部の石英安山岩溶岩D₂の比抵抗値ρ(Ω·cm)の対数值が3.5程度の低い値を示し図4からも知られるように含水率が10%程度と大きいことと関連している。同様に玄武岩溶岩B₁はおおよそ3.5～4.5の範囲にわたるが深度100m～200mと、200m～330mでは比抵抗値に差があり含水率も4%を境としてよく対応している。また西黒沢階の石英安山岩D₃～D₄については400m～470mと470m～500mでは比抵抗値に相違がみられこれらは岩質の微細な変化を示唆している。

図4において比抵抗値はD₂、B₁、D₃～D₄ともばらつきを示しているが比抵抗値の対数值と含水率X(weight%)の関係は次の(2)、(3)、(4)式に示される。rは相関係数である。

$$D_2 : \log \rho = 6.1 - 0.24 X \quad (2)$$

$$(r = -0.96)$$

$$B_1 : \log \rho = 4.8 - 0.14 X \quad (3)$$

$$(r = -0.86, X > 4\%)$$

$$D_3 \sim D_4 : \log \rho = 4.9 - 0.11 X \quad (4)$$

$$(r = -0.75)$$

3・2 HT-18

図5において玄武岩溶岩B₁の比抵抗対数值が3.5～

4.5の範囲にわたるが、深度160mまでと160m～220mでは値が異なり含水率でも4%を境として対応することが図6に示されている。次に西黒沢階D₃～D₄については深度500mまでと500m以深で相違が認められ、図6からも500m以深では含水率が3%以下でありながら比抵抗値が小さく、これらはHT-17と同様に岩質の変化を示している。

$$B_1 : \log \rho = 5.0 - 0.17 X \quad (5)$$

$$(r = -0.94, X > 4\%)$$

$$B_1 : \log \rho = 4.8 - 0.32 X \quad (6)$$

$$(r = -0.73, X < 4\%)$$

$$D_3 \sim D_4 : \log \rho = 4.9 - 0.12 X \quad (7)$$

$$(r = -0.91, 500m \text{以深を除く})$$

$$B : \log \rho = 4.6 - 0.21 X \quad (8)$$

$$(r = -0.96)$$

3・3 HT-24

図7からわかるように多くの種類の岩相区分に分けられ各々についての測定試料数が不足しているので凝灰岩類T₂と粗粒玄武岩Dolについてのみふれる。T₂では比抵抗対数值が3.5～4.0と小さい値を示し含水率が6～10%と大きいこととの関連がみられる。またDolではおおよそ4.0～5.0の値を示し図8にみられるように含水率が3%以下であることと対応している。

$$T_2 : \log \rho = 4.4 - 0.087 X \quad (9)$$

$$(r = -0.74)$$

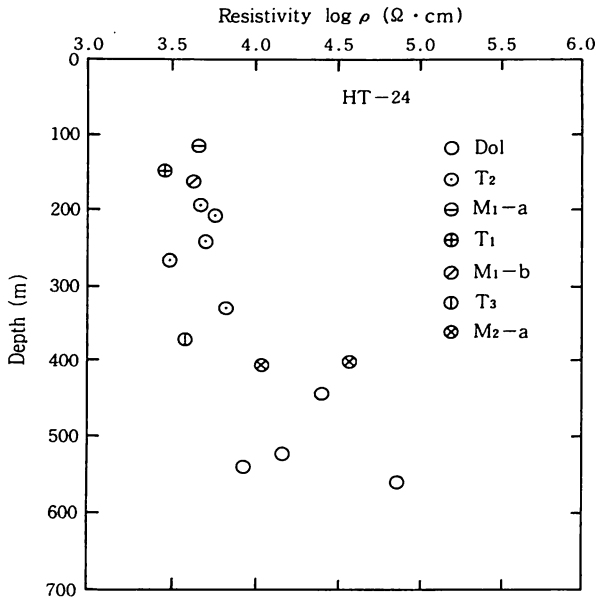


図7 比抵抗と深度、岩相の関係

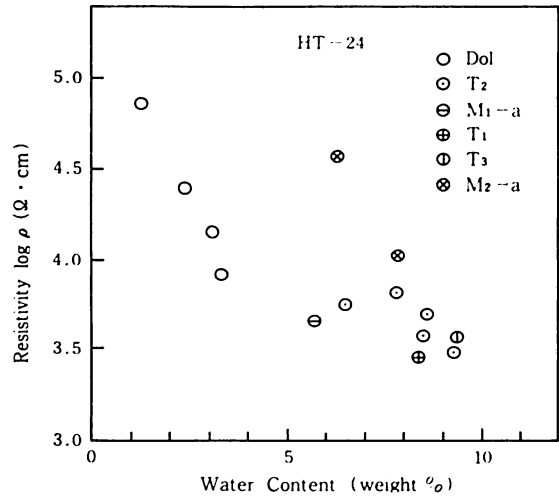


図8 含水率と比抵抗の関係

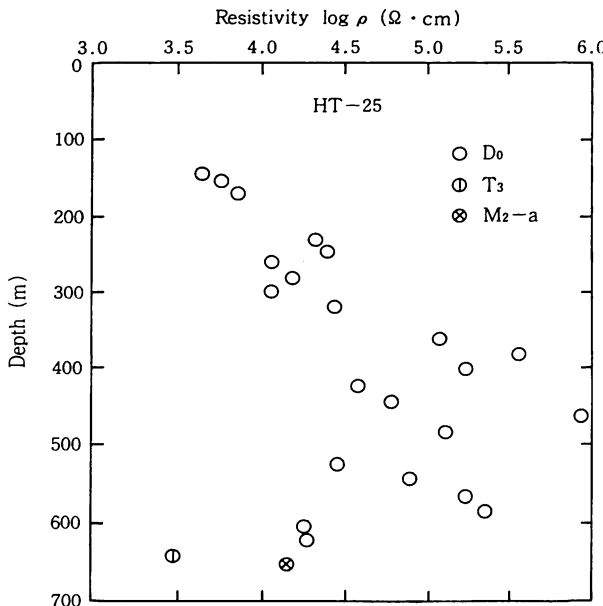


図9 比抵抗と深度、岩相の関係

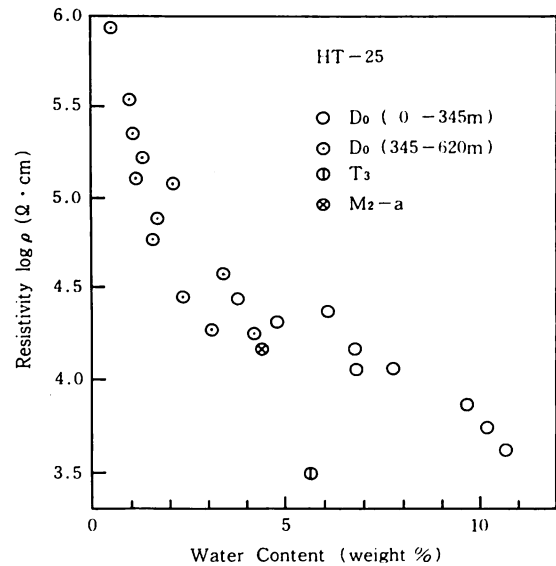


図10 含水率と比抵抗の関係

$$\text{Dol} : \log \rho = 5.4 - 0.44 X \quad (10)$$

($r = -0.99$)

3・4 HT-25

図9にみられるように女川階後期の石英安山岩D0の厚い層をなしているが比抵抗対数値が深度345mまでと、345m以深では4.5を境に相違が明確に認められ、図10からも含水率4%を境として比抵抗値とよく対応していることがわかる。これは地質学的調査の結果として345mまでは気孔が発達していると指摘されていることとよく一致している。

$$\text{D}_0 : \log \rho = 4.9 - 0.11 X \quad (11)$$

($r = -0.96, 0 \sim 345m$)

$$\text{D}_0 : \log \rho = 5.8 - 0.41 X \quad (12)$$

($r = -0.89, 345 \sim 620m$)

以上のことから各々の岩相区分と比抵抗値がよく対応し、また含水率の比抵抗に及ぼす影響と岩相区分との関連が(2)~(12)式に明確に示されている。勿論図3から図10において明らかに不相当と思われる値は岩石試料のクラック、不均質などの影響によるも

秋田県北鹿地域における試錐岩芯の比抵抗測定

のとし除外している。

4. ま と め

秋田県北鹿地域におけるボーリングコアの比抵抗測定から得られた結果は次のようにまとめられる。

(1) 少数の試料の測定結果のみではその岩体に関して有意性は認められないが同一の岩相区分の試料で多くの測定値が得られた場合にはその岩相区分、岩質に関して比抵抗値との対応が明らかに認められ、孔隙率と直接に関係する飽和含水率を合わせ考えると岩体、岩質の変化との対比がより明確になる。

(2) 3・1から3・4にみられる内容が示されたことから完全湿潤状態における試料の四極法による測定で、すべての試料について加電圧を統一することと合わせて良好な測定値の再現性が常温、常湿下でも得られることを示している。常温、常湿下の測定で有意性が認められたことは数多くの試料の測定に際して特に湿度のコントロールの時間的難かしさを考えるとこの実験での測定方法は数多くの試料の測定結果を相対的に比較検討する上で簡便、有効な方法といえる。

(3) HT-17, HT-18の比較においてD₂を除けばB₁, D₃~D₄の比抵抗値の類似性から二つの孔井における地質構造の類似性が明確に示される。

またHT-24においてはT₂, Do₁に関して含水率による比抵抗変化に明確な相違が認められ各々の岩体の含水率に関する孔隙率の相違と含水量による比抵抗値への影響の程度など岩体の特性の相違が明らかに示されている。

次にHT-25においてはDoに関して深度に応じた地質学的区分と比抵抗値の対応が試料数の多いこと

により典型的に示されており、同一の岩相区分の試料に関して岩体の微細な変化と比抵抗値がよく対応していることを示している。

(4) 測定結果の(2)~(2)式にみられるように比抵抗値 ρ ($\Omega \cdot \text{cm}$), 含水率X(weight %)の間に明確な相関関係が認められ次の式に示される。

$$\log \rho = A - BX$$

ここでA, Bは各々の岩相区分, 岩体に関係する定数であり各々の特性を示している。

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、またコアを使用させて戴いた金属鉱業事業団に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) ~ 3) 金属鉱業事業団
精密調査報告書 地鹿地域
1974, 1975, 1976
- 4) 乗富一雄・松岡清幸
含水岩石の温度に対する比抵抗の変化
秋田大学鉱山学部地下資源研究施設報告
No 44, 17-26, 1977
- 5) 奥山良俊・上杉良市
直流法による岩石の比抵抗測定における
分極現象について
秋田工業高等専門学校研究紀要
No 17, 78-81, 1982
- 6) E. I. Parkhomenko
Electrical Properties of Rocks,
Plenum Press, New York, 1967