

静岡県宇久須珪石鉱床電気探鉱調査報告

陶山 淳治* 小林 創* 高木 慎一郎*

Report on the Electrical Investigation for Silica-stone Deposit
of Ugusu Mine, Shizuoka Prefecture

By

Junji Suyama, Hajime Kobayashi & Shin'ichirō Takagi

Abstract

We performed the electrical investigation for Ugusu silica-stone deposit, in order to research some geoelectrical properties of silicified zone caused by the post-volcanic activity.

This deposit is of the shallow seated epithermal replacement type occurring in the volcanic rocks of Tertiary age, and is surrounded by the characteristic zoning; from deposit outward, there are zones of silica rock (i. e. silica-stone deposit)→alunite→clay→original rock.

In the 1st investigation, we carried out the measurements of the self-potential and resistivity distribution. The self-potential measurement of the area containing scattered outcrops of silica-stone, recorded potentials of more than 1,000 mV. The negative self-potential was distributed over the high resistivity (more than 400 kΩ-cm) zone, and the location of the negative center seemed to be dominated by the topographic condition. Generally, the distribution of the self-potential tends to have close relation with the resistivity distribution and the geological condition, that is, the zone of the shallow seated low resistive clayey zone shows the positive flat potential curve, but the negative potential anomaly is recognized in the high resistive silicified zone.

In the 2nd investigation, we studied about the self-potential distribution previously described.

The summarized results are as follows:

- a) The change of the measured potential value with laps of time can be neglected, at least the first approximation.
- b) The effect of regolith to the self-potential distribution is not sufficiently clarified, but according to our opinion, the so-called "surface layer polarization effect" could not be recognized in this field.
- c) The self-potential distribution seems to be closely related to the distributions of the chemical component and the resistivity.

要 旨

金属鉱床に対する電気探鉱の調査結果には、珪化帯の近傍に自然電位の負異常が分布する例がきわめて多い。しかし、その際の珪化帯の多くは硫化物その他の金属鉱物を散点状に含んでいる。金属鉱物その他の不純物の含量がきわめて少なく、かつその含有量が求められている例として、珪石鉱床がある。

筆者らは、珪石鉱床自体およびその周辺の明礬石帯、粘土帯等と珪石鉱床との関係について、かなり詳細な地質調査が行われている宇久須珪石鉱床について、自然電位および比抵抗の分布姿態を調査し、基礎資料とするこ

とは有意義と考えて今回の調査を行った。その結果

(1) 珪石帯と密接な関連を有するが、同時に地形的条件にかなり支配される様相を有する、自然電位の負異常が知られた。

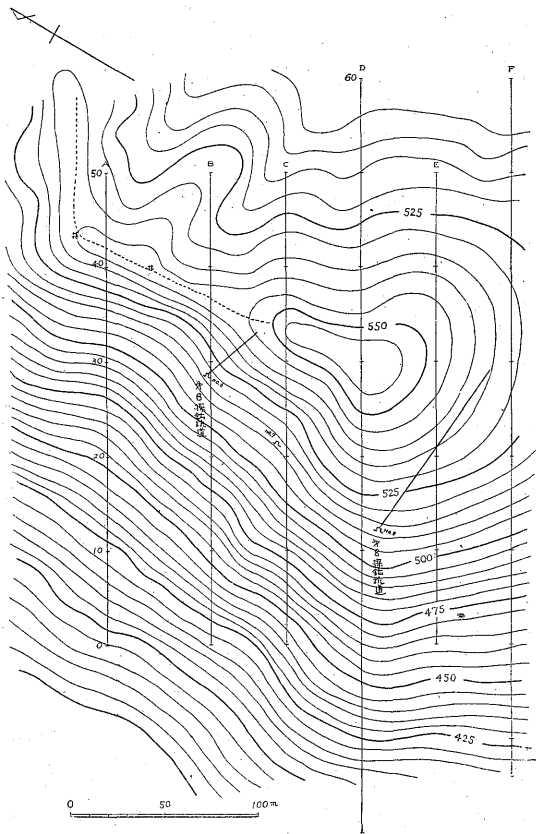
(2) 珪石帯と粘土帯とは比抵抗に明瞭な対応を示すことが知られた。

なお、このような結果からみて、探鉱坑道、およびツボ掘りを利用するとともに、切割を行って自然電位の立体分布について測定した。

1. 緒 言

昭和29年3月、電気探鉱の利用拡大に関する研究の

* 物理探査部

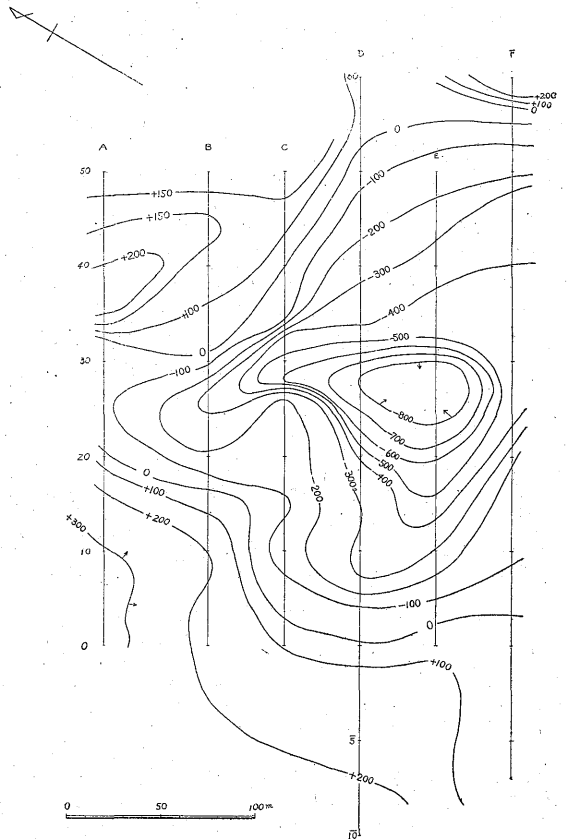


第1図 芝山第2鉱床地形ならびに測線図

一部として、静岡県賀茂郡宇久須珪石鉱床に対して電気探鉱調査を行い、その結果から、昭和30年8月、自然電位分布姿態の研究として、自然電位の分布についての実験を行った。ここにその結果を報告する。

宇久須珪石鉱床は、いわゆるプロピライト化作用を蒙った熔岩と火山碎屑岩を母岩とする、比較的規則正しい平面的拡がりを示す浅成の熱水性交代鉱床である。本鉱床は岩生周一¹⁾²⁾らにより詳細な調査が行われ、その全貌が比較的明らかにされている。

わが国には浅成の熱水性交代鉱床に属する金属および非金属鉱床は少なくなく、これらに伴う珪化帯、粘土化帯が電気探鉱の結果に及ぼす影響が種々の意味で問題となることが多い。したがって、全貌がかなり明らかとなっており、かつ比較的規則正しい形の累帯配列を示す鉱床に対し、電気探鉱に関する資料を得ておくことは意義あることと考えた。第1回の調査においては、主として珪石帯→明礬石帯→(褐鉄鉱に汚染された)多孔質珪石帯→粘土帯→原岩と漸移的变化を示す累帯配列と比抵抗分布との関連についての資料を得ることを目的として行った。その際、自然電位法を併用したところ、珪石鉱床附近に分布する約1,000 mVに達する負電位異常を



第2図 芝山第2鉱床自然電位分布図 単位 mV

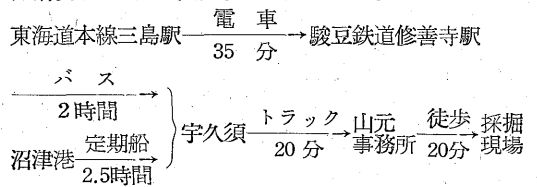
認めた。昭和29年頃から自然電位の実態を調べようとする気運が物理探鉱技術協会内に盛んになり、自然電位法研究専門委員会が設けられたが、たまたま上記負電位異常に対し強い関心もたれた。本所においては、かような学界および業界の要望に応えるため、前記専門委員会の協力によつて上記負電位異常の分布に関する実験的調査を行った。昭和29年3月の調査は、陶山・小林および高木が、昭和30年8月の調査は陶山および小林が担当した。

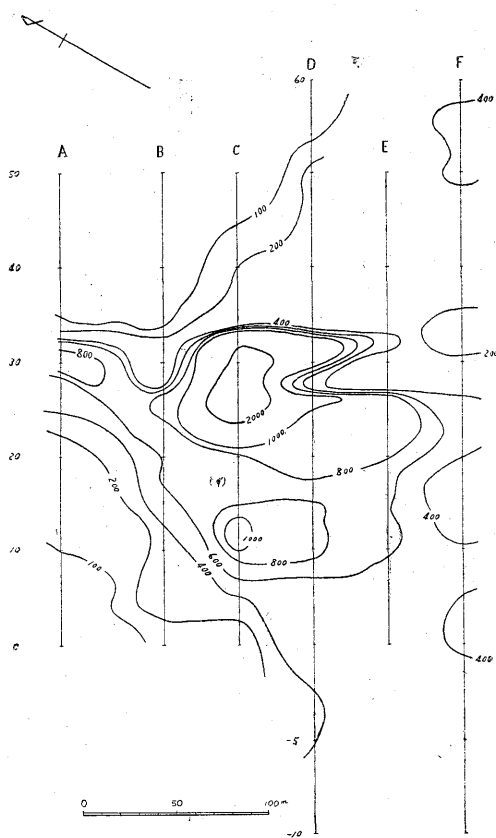
本調査施行に際し多大の御支援を賜つた東海工業株式会社伊豆工場の方々に深く感謝する。

2. 位置および交通

本鉱床は静岡県賀茂郡宇久須村、西豆村境界附近に跨つて分布し、西豆村小下田部落の東方約3 km、宇久須村宇久須部落の北北東約4 kmに位する。

採掘現場に至る交通は次の通りである。





第3図 芝山第2鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=10 m, 単位 kΩ-cm

3. 地形

鉱床分布範囲中の最高点は、海拔 669.6 m であつて、地形は全般的には、それほど急峻ではないが、鉱床附近では岩肌が露わに切立つて近付き難い部分がある。

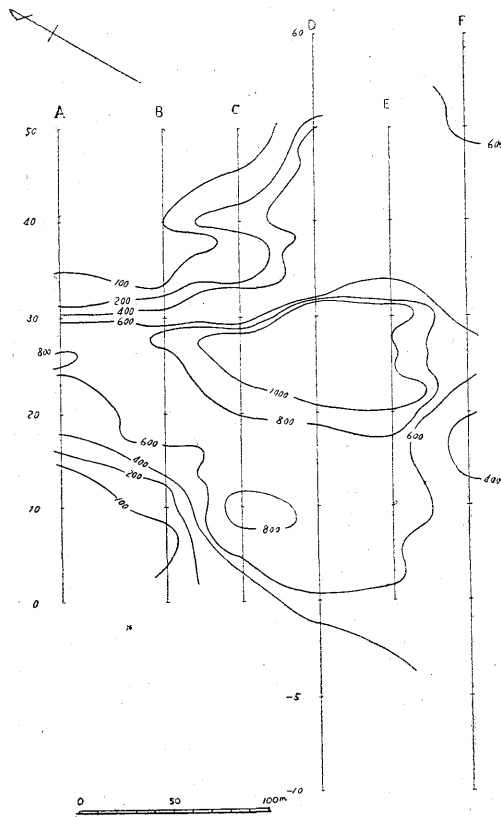
4. 地質鉱床

本調査地域附近の地質鉱床については、岩生周一の詳細な調査がある。

それによると、鉱床の母岩をなしている岩石の大部分はいわゆるプロピライト化作用を蒙つた熔岩類とその碎屑岩類とからなり、いずれも第三紀中新世に属するものと思われる。

これらを岩質と噴出順序に従がつて列記すると、

- (1) 輝石(または橄欖石・輝石)安山岩熔岩
- (2) 輝石(または橄欖石・輝石)安山岩質集塊岩および凝灰岩・凝灰角礫岩
- (3) 石英安山岩熔岩および閃緑玢岩(石英閃緑玢岩)
- (4) 石英粗面岩質凝灰岩および凝灰角礫岩であつて、このうち、安山岩質熔岩・集塊岩・凝灰角礫岩および



第4図 芝山第2鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=20 m, 単位 kΩ-cm

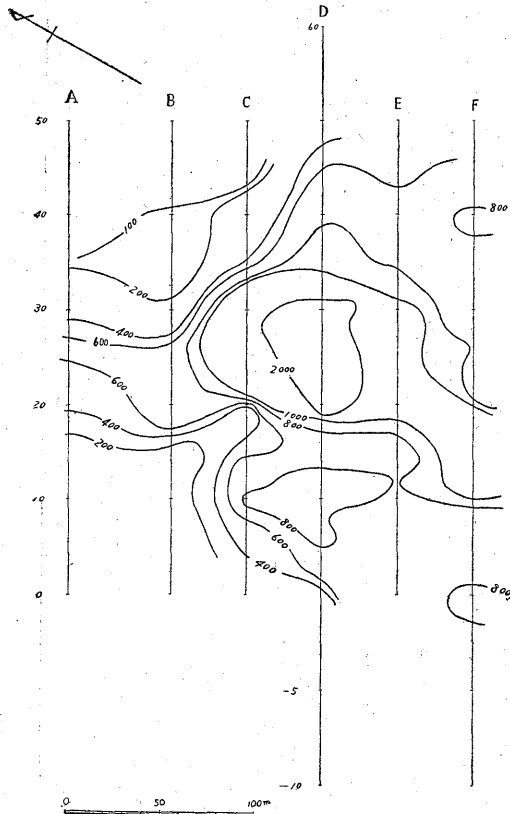
び凝灰岩が鉱床分布範囲の大部分を占めており、おゝむね凝灰岩類が上部に位する。なお、この安山岩類は湯ヶ島統に属し、石英粗面岩はおゝむねこれより後期のものとされており、ともに鉱化作用を蒙っている。

鉱床は上記火山岩類を交代してきわめて浅いところに来た熱水性交代鉱床であつて、芝山第1, 第2, 西豆第1, 第2, 八向第1, 第2, 第3, 第4の8鉱床が知られている。各鉱床ともに、それぞれ下部は明礬石の貧鉱体を経て粘土帯に移化している。この粘土帯は原岩がカオリン化されたものであるが、その程度、厚さともに一定でなく、芝山鉱床附近では 100 m 以上に達している。粘土帯と明礬石貧鉱体との間には厚さ 2 m 内外の褐鉄鉱で汚染された多孔質珪石帯が認められることがあり、粘土帯の下部は原岩に移化している。

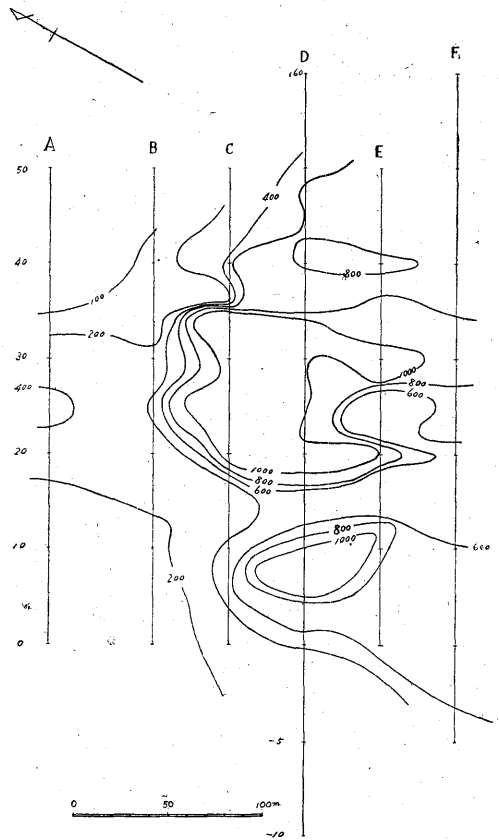
このように、本鉱床においては鉱体を中心として上部から下部へ、中心部から周縁部へ向かつて、

珪石帯→明礬石帯→(褐鉄鉱で汚染された)多孔質珪石帯→粘土帯→原岩の漸移的变化を示す累帯配列が認められる。

鉱石は石英(僅かに蛋白石を伴うことがある)を主体



第5図 芝山第2鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=30m, 単位 kΩ-cm



第6図 芝山第2鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=40m, 単位 kΩ-cm

とし、不純物として明礬石・金紅石・褐鉄鉱の微量を伴わない、ときに粘土鉱物・硫化鉄・硫黄を伴うことがある。鉱石の外観は原岩の種類、石英の粒度、不純物の量などによって異なるが、現在採掘中の高品位鉱はおもむね純白色に近く、多孔質均質である。

5. 第1次物理探鉱調査

5.1 調査目的

従来行われている各種金属鉱床に対する電気探鉱の結果に認められる、諸種の現象を究明するための参考資料を得ること、主として珪化帯-粘土帯-原岩の累帯配列と見掛比抵抗分布との関連についての資料を得ることを目的として調査を行った。なお、既知鉱床について得た結論の適応性を確かめるため、未探行鉱床に対しても電気探鉱調査を適用してみた。

5.2 調査区域および方法

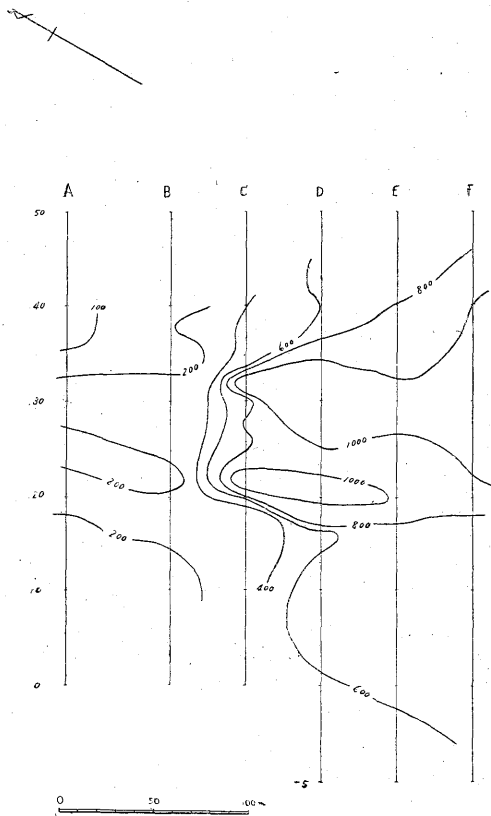
調査当時すでに鉱体の全貌が比較的明らかとなっていた芝山第2鉱床と、未探鉱の状態にあった八向第1鉱床とに対して、第1図および第8図に示したように測線お

よび測点を設けて調査を行った。すなわち、芝山第2鉱床附近においては、北東-南西に延びる長さ250~400mの測線を40m間隔に設け(ただし、「A」~「B」線間は55m)、各測線上に10mごとに測点を設けて、自然電位法および比抵抗法(2極法〔電極間隔(a)=10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 および 100m〕による水平探査)による調査を行った。八向第1鉱床附近においては、北東-南西に延びる長さ約250~350mの測線を約40m間隔に設け、各測線上に10mごとに測点を設定して、自然電位法および比抵抗法(2極法〔電極間隔(a)=10, 20, 40 および 80m〕による水平探査)による調査を行った。このほか、参考資料を得る目的で第6, 8, 10, 11探鉱坑道内において、5mごとに測点を設けて自然電位の分布を測定した。

5.3 調査結果および考察

(1) 芝山第2鉱床について

芝山第2鉱床附近の自然電位分布は第2図に示したように、区域北部・東部および西部は(+)-100~(+)-300mVの正電位が分布し、区域中央部では「D-29」, 「E-28」附



第7図 芝山第2鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=50m, 単位 kΩ-cm

近に (-)800mV 以下に達する負中心が認められる。なおこの負中心周辺に発達する負電位異常は、負中心部よりその北西方(「C-29」→「B-28」)およびその南西方(「D-10」)へ向かう傾向がみられる。

比抵抗測定結果から計算によつて求めた平均3極法による見掛比抵抗分布図を第2~7図に示した。それによると、区域北部および西部にはいずれの電極間隔においても数10~200 kΩ-cm の低比抵抗が分布し、この低比抵抗部は前記の正電位部とほぼ一致する。区域中央部の前記負電位異常部附近は全般的に高比抵抗が分布するが、特に、負中心附近には最高 2,000 kΩ-cm に達する著しい高比抵抗が分布する。また負中心から北西方および南西方へ向けて発達する負電位異常部分もかなり高い比抵抗が分布する。

区域北部および西部に分布する低比抵抗を示す正電位異常部には珪石帯周囲に発達する粘土帯が分布し、その厚さは10m以上に達する。電極間隔(a)=10mの場合、区域中央部に認められる400 kΩ-cm以上を示す高比抵抗部は、浅所に移行中の珪石鉱床が賦存する。したがつて、珪石帯の部分は400 kΩ-cm以上の高比抵抗を

示すものと推定される。同様に考えれば、「D」-「36~50」「E」-「30~50」および「F」-「30~50」附近が(a)=10mで200~400 kΩ-cmの低比抵抗を示しながら、(a)=20mで400~600 kΩ-cm、(a)=30mにおいては600~800 kΩ-cmの比較的高い比抵抗を示す現象は、この部分の浅所が粘土帯ないし珪石貧鉱体によつて覆われ、その下部に珪石帯が胚胎するために生じたものと推定される。このような推定はまだ確認されていない。同様な現象は「E」-「0~10」、「F」-「0~10」附近においても認められる。潜在鉱床探査の立場および本珪石鉱床の分布状態の全貌を明らかにするうえからも、何らかの手段によつてこのような推定が検討される機会がもたれることを希望する。電極間隔(a)が増大するに従つて、区域中央の高比抵抗部が南東~南西方向へ向け拡がる全般的な傾向は、深部における珪石帯の発達状況を反映するものと考えられる。

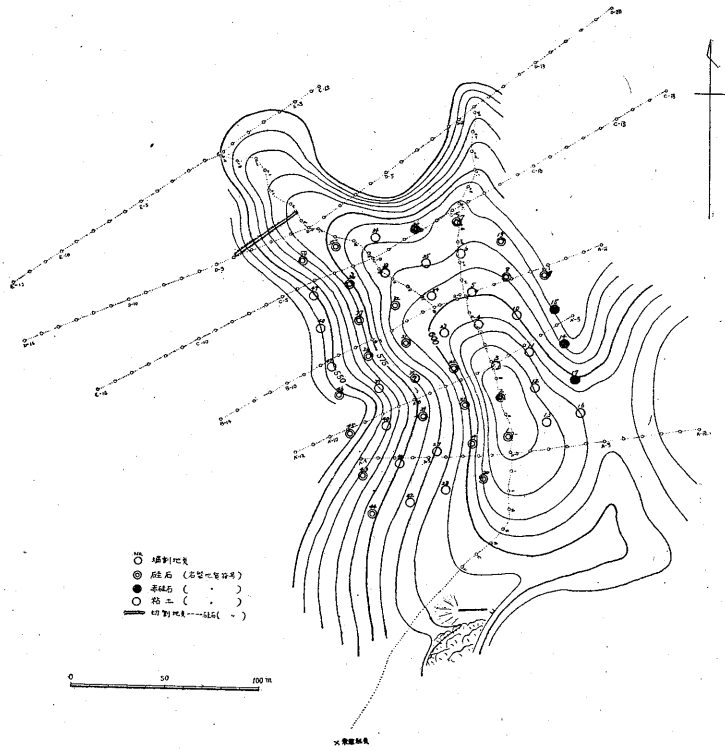
次に、前記負電位異常と高比抵抗との関連を考えてみる。全般的にみて負電位異常は高比抵抗部に分布し、かつ珪石帯の分布とも密接な関連を示している。すなわち、(-)400mV以下の負電位異常部は(a)=20mにおける「D~E」-「20~30」附近の800 kΩ-cm以上の高比抵抗部とほぼ一致する。このように、著しい負電位異常は浅所に高比抵抗(すなわち、珪石帯)の分布する部分に現われるようであり、なかでも、地形的に高所にある地点ほど負電位異常値が大きくなる傾向がみられる。

以上述べたように、粘土化帯は正電位・低比抵抗を示すように思われるが、その比抵抗値は数10~200 kΩ-cmであり、珪石帯の示す高比抵抗と較べれば明らかに低比抵抗であるが、地層比抵抗の値としてはそれほど低い値ではない。また、この正電位を示す部分には、多量の硫化鉄粒子が散点状に含まれている。もつとも、これらの硫化鉄粒子はいずれも酸化を受けていない。このような現象は粘土に包まれた硫化鉄粒子が酸化し難い条件におかれるため起きたものと考えられる(割れ目に沿い地下水、天水の流動する部分の表面においては、著しく酸化されている)。以上のような、硫化鉄の分布およびその酸化状況と電位分布との関連は興味深い事実である。

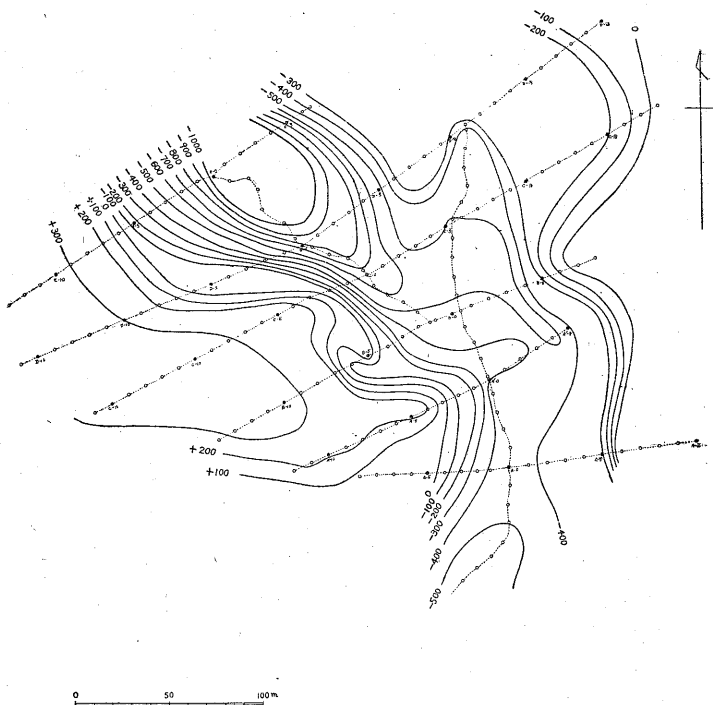
(2) 八向第1鉱床について

八向第1鉱床附近の自然電位分布は第9図に示したように、「E」-「0~4」附近にある(-)1,000mVに達する負中心を含み、これより南東へ延びる負電位異常が区域中央部に分布する。この両側すなわち区域東部および西部には正電位が分布するが、区域西端「B~E」-10以西には(+300mV内外)に達する高電位が認められる。

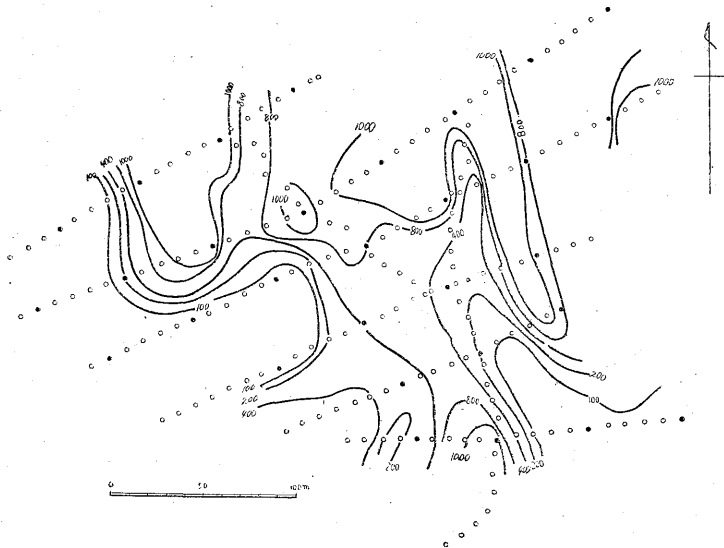
比抵抗測定結果から計算によつて求めた平均3極法による見掛比抵抗分布図を第10~12図に示した。それに



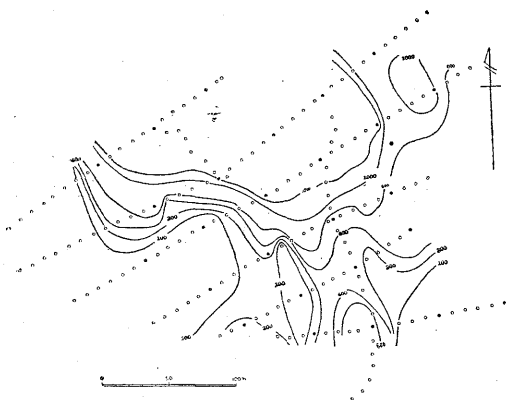
第8図 八向第1鉱床附近地形ならびに測線図



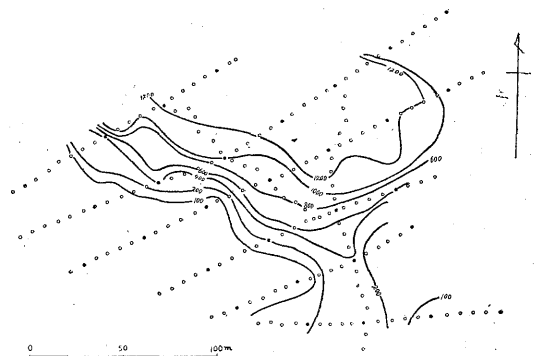
第9図 八向第1鉱床附近自然電位分布図 単位 mV



第10図 八向第1鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=10m, 単位 kΩ-cm



第11図 八向第1鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=20m, 単位 kΩ-cm



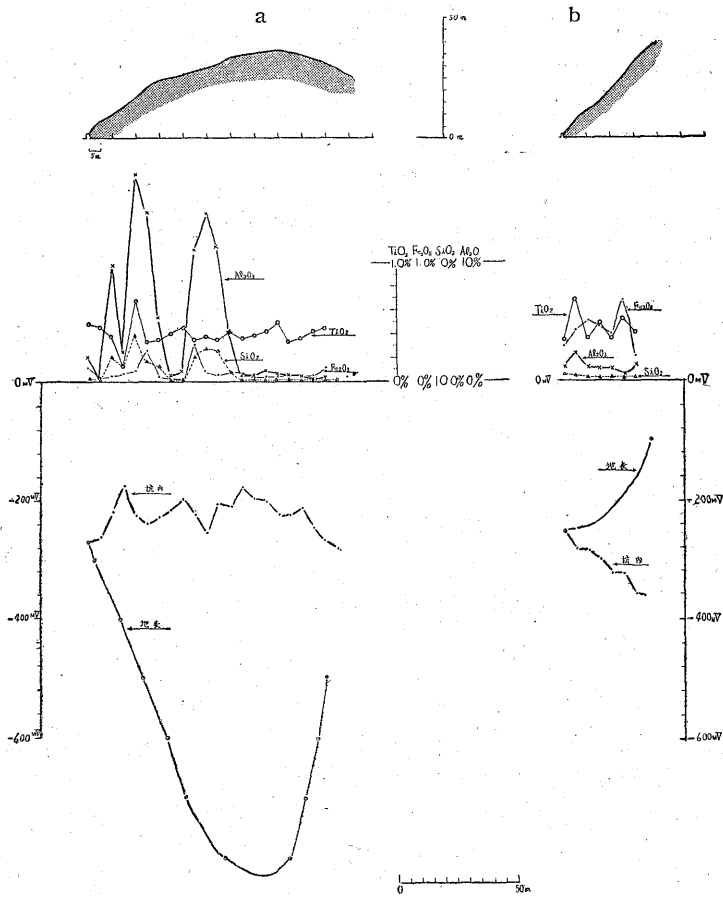
第12図 八向第1鉱床比抵抗分布図
平均3極, a=40m, 単位 kΩ-cm

よると、区域北部および北東部にはいずれの電極間隔の場合でも 400 kΩ-cm 以上の高比抵抗が分布し、区域西部および南東部には 100 kΩ-cm 以下の低比抵抗が分布する。芝山第2鉱床附近における調査結果を考慮すれば、上記高比抵抗部には浅所に珪石帯が、低比抵抗部には粘土帯が賦存するものと推定される。このほか、区域南部においては、電極間隔 (a)=10m の場合、「B」-「2~4」を通り「A」-「0~3」へ抜ける高比抵抗部、「B」-「3~5」を経て「A」-「4」に至る高比抵抗部および「A-8」、「A'-7」以西の区域南西端に分布する高比抵抗部が認められるが、これら高比抵抗部にも珪石帯の賦存が推定される。

本調査後に施行されたツボ掘り探鉱の結果、ツボ掘り区域内では、(a)=10m における上記高比抵抗部に珪石

帯、低比抵抗部に粘土帯の賦存が確認され(第8図参照)、(a)=10m における比抵抗分布状態は浅所における珪石帯および粘土帯の賦存状態を反映していることが明らかとなった。次に、区域西部の低比抵抗部(すなわち粘土帯)はかなりの厚さに達するものと考えられるが、区域北部の高比抵抗部は電極間隔の増大とともに南東方へ拡大する傾向があり、(a)=10m の場合において「B-0」から「A-5」にかけて分布する低比抵抗を示す粘土帯の厚さは「B-0」附近では薄く、南東へ向かうにつれて増す。これらの下部には珪石帯が賦存するものと考えられる。

次に比抵抗分布と電位分布の関連については、おゝむね高比抵抗部に負電位異常が分布し、浅所で著しい高比抵抗を示す部分に著しい負電位が、低比抵抗部に正電位が分布する傾向があつて芝山第2鉱床附近で行つた調査



第13図 a 第8探鉱坑道 b 第6探鉱坑道

結果と酷似する。「A~C」線においてはかような関連が保たれているが、「D~E」線においては、「D」-「8~13」, 「E」-「5~7」にかけて高比抵抗が分布するにもかかわらず、地形的に最も高い「E」-「0~4」附近のみに負中心が認められ、著しい負電位異常の値は地形的条件によりかなり支配されているように思われる。

(3) 探鉱坑道内における測定

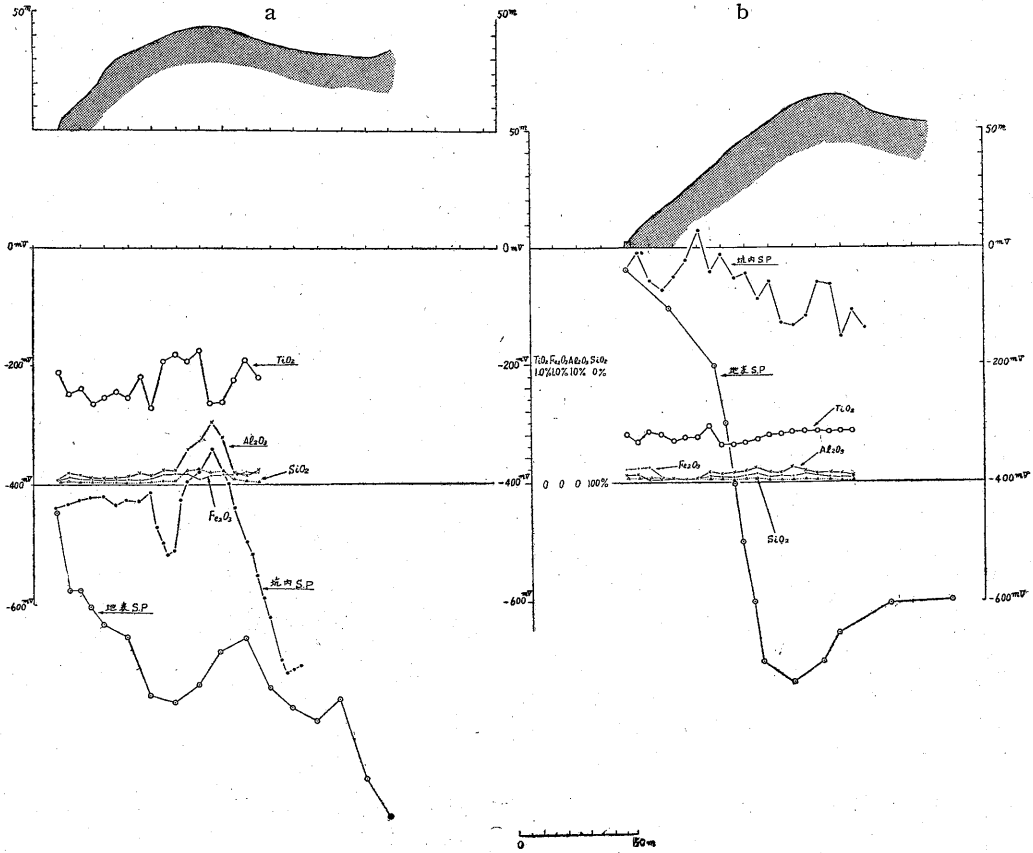
第6, 8, 10および11探鉱坑道内における自然電位分布測定結果を、坑道上における自然電位分布、地形および該坑道内において採取した試料の分析結果とともに第13~14図に示した。これらの結果については、後に述べる。

5.4 結 び

(1) 珪石帯は 400 kΩ-cm 以上の高比抵抗を示し、粘土帯は数 10~200 kΩ-cm の低比抵抗を示す。かように両者の比抵抗値の対応が顕著であり、かつその各帯の規模がかなり大きいものであるため、浅所においては珪石帯・粘土帯の形状がかなり明確に、深所においてはその大略の拡がり比抵抗分布により推定しうる。両者の

間に夾在する明礬石帯、褐鉄鉱により汚染された多孔質珪石帯は、これらのほど中間の比抵抗を示す模様であるが、それらの規模が小さいため判然と識別することはできない。

(2) 浅所を低比抵抗を示す粘土帯が厚く覆う部分は正電位を、浅所に高比抵抗を示す珪石帯が分布する部分は負電位を示す。負電位帯においては、著しく高比抵抗な部分ほど著しい負電位異常を示す傾向があるが、負異常値はこのほかにも地形的条件により影響される傾向があり、負中心は地形的に高い場所に現われるようである。すなわち、地形的に高い位置を占めている地点であっても、その附近に著しい高比抵抗が分布しないところでは、著しい負異常を示さず、ときにはむしろ正電位を示す。また、高比抵抗が分布する部分が地形的にあまり高い位置を占めていない場合には、その部分は著しい負電位を示さないことがある。もちろん、この部分は近傍の低比抵抗を示す部分よりはいくらか電位が低くなっている。



第14図 a 第10探鉱坑道 b 第11探鉱坑道

6. 第2次実験調査

6.1 実験目的

5. で述べたように、本鉍床においては珪石帯附近に約 1,000 mV に達する負電位異常がみられる。かような電位異常と類似の異常は、硫黄・硫化鉄鉍床^{5) 7) 8) 9) 10)}において、すでにしばしばみだされておられ、自然電位の発生機構の問題に関連して多くの議論がなされている。したがって、宇久須鉍床周辺の自然電位分布について検討することは有意義であると考え、今回の実験を行った。

実験は、(1) 坑内電位測定法に対する検討と自然電位の立体分布測定とを目的とする坑内における実験、(2) 表土層内の電位分布および剝土に伴う地表電位の変動を調べることを目的とする地表における実験とに分けて行った。

6.2 実験地域および方法

八向第2鉍床第10および11探鉱坑道内において、坑

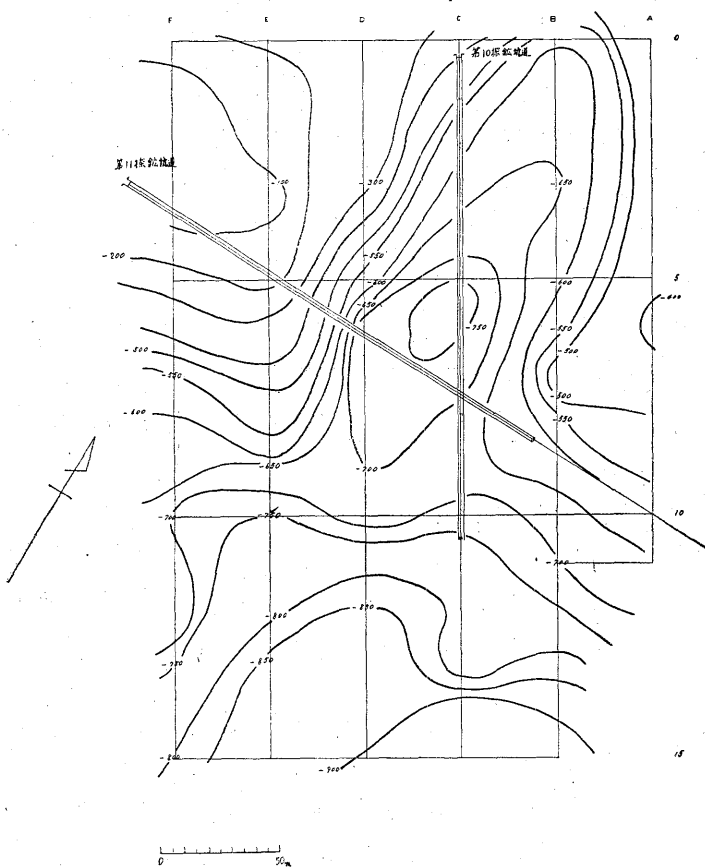
道内電位分布を測定した。第10および11探鉱坑道の位置と地表電位分布との関係図は第15図に示した(第6および8探鉱坑道、芝山第2鉍床は調査当時は危険な状態にあり、近づくことはできなかつたので、第10および11探鉱坑道を利用した)。

八向第1鉍床附近の地表において、最も電位傾度の大きい地点を選び剝土を行い、表層内の電位分布を測定するとともに、剝土に伴う地表電位の変動状態を調べた。この地域の地形図および地表電位分布図はすでに第8および9図に示してある。

なお、本実験の計画は自然電位法研究専門委員会により立案されたものである。

6.3 坑内における実験結果および考察

(1) 坑内における電位測定法についての基礎資料を得る目的で、測定日時および箇所を変えることによつて起きる電位の値の変動を調べた。すなわち、第10および11探鉱坑道において、右踏前(第10探鉱坑道)、左踏前(第11探鉱坑道)に設けた測点について7月31日、8月1日の両日に、右側壁(第10探鉱坑道)、左右側壁(第11



第15図 八向第2鉛床附近自然電位分布図

探鉛坑道) に設けた測点について8月1日に測定を行った。

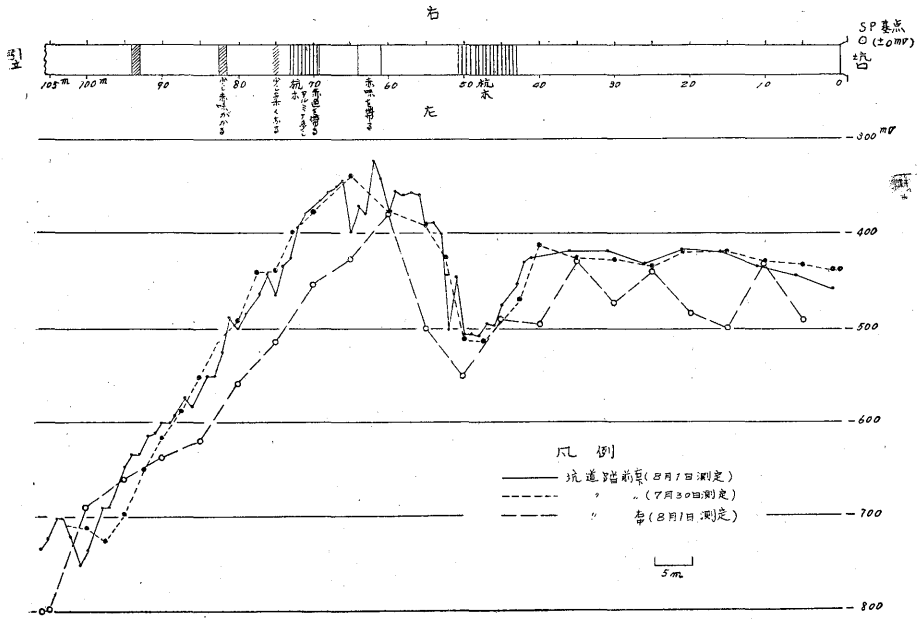
その結果、第16および17図に示したように、7月31日、8月1日の両日における同一測点に対する電位測定値はおもむね等しく、その差は20mV以内に止ることが知られた(この場合、第10探鉛坑道65m、第11探鉛坑道0m、30m、55m、75m、および95mの各測点における測定値は例外であり、むしろ測定日時の違い以外の他の原因により差異が起きたものと考える)。

したがって、後述する測定位置の変化によって生ずる電位変化に較べ、測定日時の相違に伴なう電位変化はあまり著しいものでないよう考えられる。8月1日に得た坑口から等距離にある左右側壁および踏前上の各測点に対する測定値相互を比較すると、これらの間にかなり著しい差異がみられ、はなはだしい場合にはその差は150mVに達することがある。したがって、両坑道内に

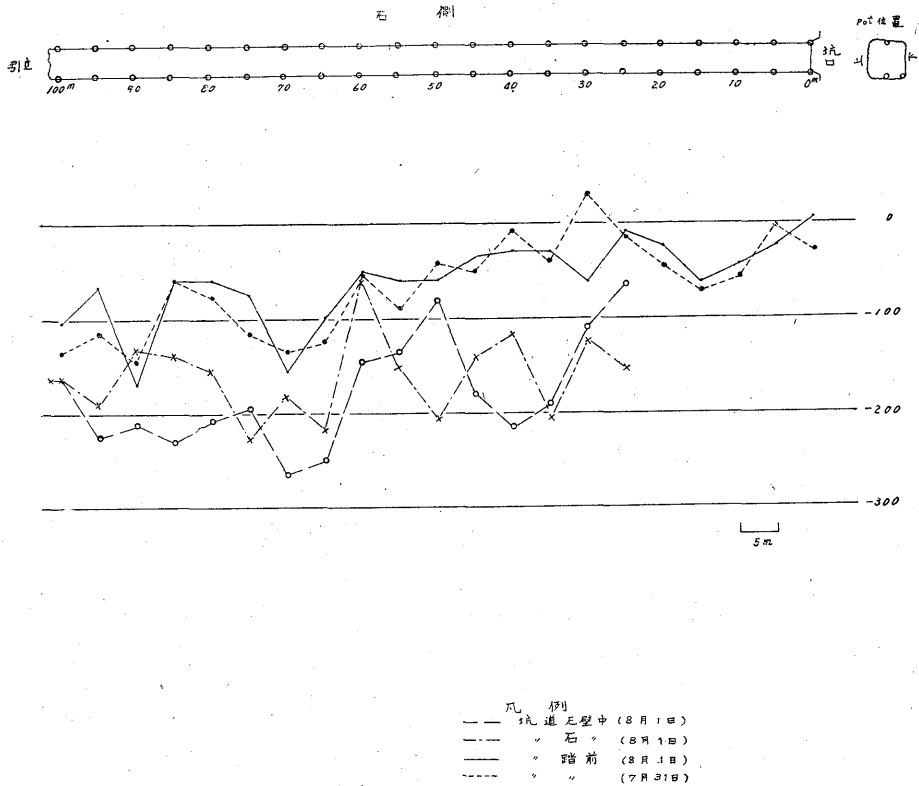
おける電位測定値に変化を及ぼす要素としては位置的要素が主要なものと考えられ、時間的要素は位置的要素に較べて遙かに小さくおもむね無視しうるものと思われる。

次に、坑口から等距離にある地点において側壁、踏前等測点設置箇所を違えた場合に生ずる電位測定値の変動について検討するため、第11探鉛坑道31m附近において、第18図のように測点を設けて電位を測定した。その結果、31m附近においては測点設置箇所のかんによって約80mVの電位変化が存在することが知られた。また、踏前においては電位の変化は少なく、踏前の電位は左右側壁および天盤における電位に較べ全般的に高い電位を示していた。

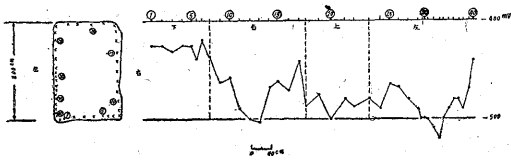
次に、第11探鉛坑道75m部附近の左側壁にみられる割れ目に沿って汚染を受けた部分で、これを横切る測線を設けて電位分布を測定し、かような汚染された部分



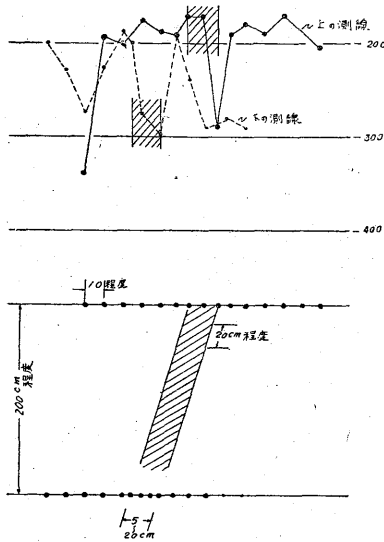
第 16 图 八向第 2 鉱体上部(第 10 探鉱)坑道内自然電位分布图



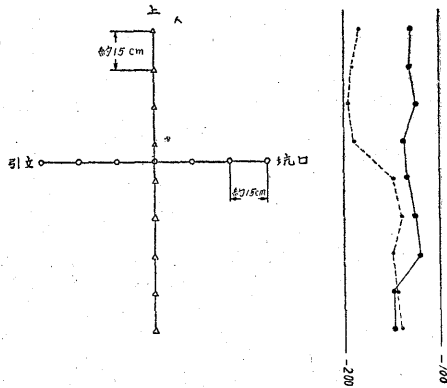
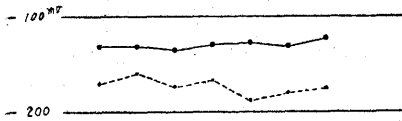
第 17 图 下部(第 11 探鉱)坑道内自然電位分布图



第18図 上部坑道 31 m 附近自然電位分布図(第10探鉱坑道)



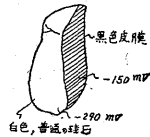
第19図 下部坑道 75 m 附近左側壁自然電位分布図(第11探鉱坑道)



第20図 下部坑道引立(100m)右側壁附近自然電位分布図(無異常帯と考えられる部分)

で全体の電位分布に及ぼす影響を調べた。その電位分布は、第19図に示したように、上の測線においては汚染された部分と、汚染されない部分との境界近くの1測点において、下の測線においては汚染された部分において

低い電位を示している。しかしながら、この汚染した部分から取出した岩石試料について測定した結果では、汚染を蒙った部分は、(-)150mV、清純な珪石の部分は(-)290mVを示し、汚染を受けた部分の電位が140mV高くなる。以上2つの結果から判断すれば、汚染を蒙った部分は電位分布に特異な影響を与えるとは断定し得ない。



次に、坑内に露出する岩石の風化現象が電位測定側に及ぼす影響を調べる目的で、電位変化に乏しい第11探鉱坑道引立(坑口から約100m)において次のような実験を行った。まず、以前から露出する岩石の上で、15cmごとに電位を測定した後、各測点において新鮮な岩石を露出させ、この新鮮な岩石上の電位を測定した。第20図はその結果を示したものである。一般的には新鮮な岩石上の電位は、在来から露出している岩石上の電位に比べ、30~50mV低くなる傾向がみられるが、踏前近くにおいては両者の間にあまり顕著な差異は認められない。かように、古い岩石上の電位と新鮮な岩石上の電位との間にみられる差異は、風化現象に起因するものか、坑道側壁に垂直な方向の電位傾度に基づくものであるか判然としない。

以上述べたように、坑道内における電位測定値に及ぼす時間的な影響は特に考慮を要するほどのものではない。測定日時の違いによつて生ずる電位測定値の変動は、測点設置箇所のいかんによつて生ずる(すなわち、踏前の左右いずれか、または側壁ないし天盤に測点を設けるかによつて生ずる)測定値の変動に比べ、無視しうるほど小さい。後者はかなり著しい変動を示し、その値は150mVに達することがある。

凡例
 — 旧い面
 - - - 新い面
 () (一測定経過後
 (一度もいてFRESH
 な面を露出した場合)
 単位; mV

次に、踏前の電位は天盤および側壁の電位に比べ全般的に高い電位を示す傾向がみられるが、この傾向は地表電位と坑道内電位との関係より知られる深部ほど電位が高くなる傾向と一致する。坑道面と平行な水平方向につ

いても電位勾配が存在する(第16, 17図参照)。

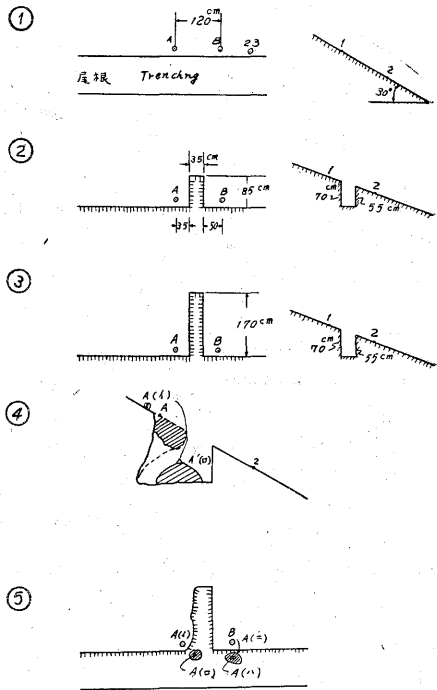
したがって、坑道面に直角な水平方向についてもいくらかの電位勾配が存在すると考えられる。

かように考えるならば、側壁に測点を設けて、測定を行う際に、側壁に直角な方向の電位勾配の影響を受け、新しい側壁面と旧い面における測定値の間に差異が生じうるように思われる。先に述べた新しい面と旧い面における測定値の間の差異が、側壁に直角な方向の電位勾配の存在の影響として、すべて説明されるものとは筆者は考えない。このような差異に対しては、風化現象もまたいくらかの影響を与えうると思われる。しかしながら、今回の実験においては、この問題に対しいかなる要素がどれほどの影響を与えるものであるかという点を明らかにするには至らなかった。

われわれが坑道内において電位の測定を施行する際は、電極に接触する物質、風化状態、地質条件等に留意しつつ、できる限り一様な条件のもとで行う必要がある。特に、坑道内の測定においては測定機器の絶縁状態および正確な測点位置の記載に留意して入念に行う必要がある。

(2) 坑道内電位分布と地表電位分布との関係、坑道内電位分布と化学成分の分布との関係をみるため、第13, 14図にこれらの関係図に地形断面図を加えて図示した。第10探鉱坑道についての資料は、坑道内電位分布と地表電位分布および化学成分(特に、 Al_2O_3)の分布との間に相関が期待されるが、第11探鉱坑道においては、かような相関はあまり顕著でない。上記3者の関係については、諸説があるが、資料不足のため解説を加え得べき段階に達していないので、こゝでは結果を図示するに止めた。

(3) 自然電位の局所的変化は自然電流の表層内における電位降下によつて起きる現象であるか否かを検討しておくことは、自然電位異常の発生機構について議論をする際必要なことと考えられる。自然電流の表層内における電位降下が地表のわれわれの観測する自然電位変化であるとすれば、表層内に人為的異常抵抗物質を導入することにより、電位分布の乱れを観測しうるはずである。このような現象について実験的に検討するため、等電位線にほぼ平行な第21図のような「切割」(cutting)をつくり、その大きさを抜けて行つた際、この「切割」の両側に設けた測点A, Bの電位がどのように変化するものであるかを試した。この第1回の実験の結果、第1表に示したように、「切割」の抜がるとともにBA間の電位差が増加するような傾向が認められた。しかしながらかようなBA間の電位差の増大する傾向をさらに確認するため、測点Aの下部に第21図④のような空洞を作ろうとしたが失

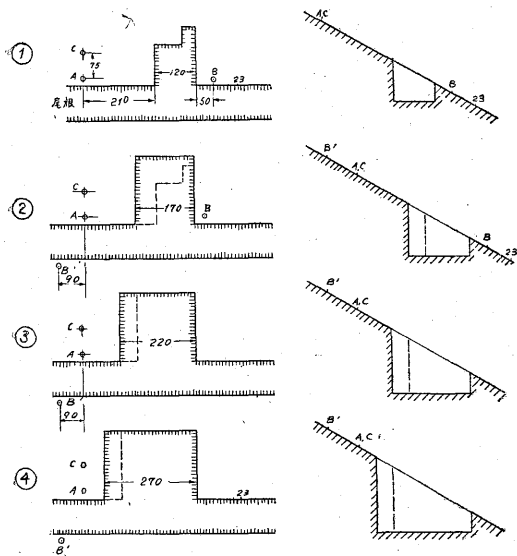


第21図 cuttingによる地表自然電位の変動測定(第1回)

第 1 表

| A | B | B-A | 説明図番号 | 備 考 |
|--------|-------|------|-------|--|
| -104.5 | -46.6 | 57.9 | ① | 測点22, 23の中間に2点定め、腐蝕土を取り除き、Pot A, Bを図のように設置し電位が安定するまで繰返し測定す |
| -101.5 | -47.3 | 54.2 | | |
| -105 | | | | |
| -117.5 | -42.0 | 75.5 | ② | cutting 後 |
| -124.4 | -40.0 | | ③ | さらに cutting を行つた後 |
| -139.3 | | | ④ | 点線のように掘ろうとして失敗 |
| -94.3 | | | | |
| -94.6 | | | ⑤ | 崩落した上を cutting 中に移動 |
| -56.5 | | | | |

敗した。そこで、この失敗を補い第1回の実験結果でみられた傾向を再確認するため、第22図のような「切割」について同様な実験を繰返し行つた(第2回実験)。その際、実験途上において測点Bが「切割」作業の障害となり、測点BをB'へ移動した。このため、実験結果が充分でないきらいがあるが、第2回の実験結果は、第2表に示したように、電位差の増大する傾向を示していない。結局以上2回の実験では、表層内の電位降下の存在



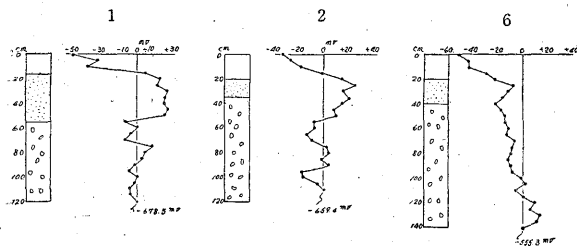
第22図 cutting による地表自然電位の変動測定(第2回)

第 2 表

| A | C | B' | B | A~B' | C~B' | 説明図 番号 |
|--------|--------|--------|------|------|------|--------------|
| -136.2 | -148.4 | | 48.7 | | | ① |
| -137.3 | -148.6 | | | | | ② |
| -139.3 | -154.0 | -218.3 | | 79.0 | 64.3 | B→B' に 移動 |
| -141.3 | -153.3 | -221.0 | | 79.7 | 67.7 | ③ |
| -146.4 | -155.8 | -222.3 | | 75.9 | 66.5 | ④ |
| -147.0 | | | | | | |

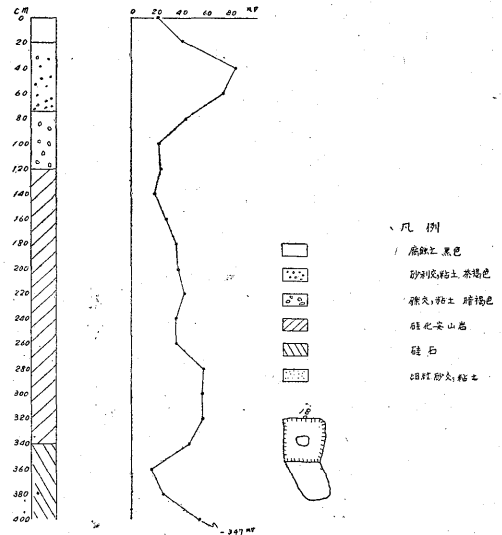
を確かめるに至らなかったが、今回の実験に検討を加えることにより次回に成果が期待されるものと考え。

(4) 次に、第8図に示した切割地点(trenching ということにする)において剝土作業を行った際、岩盤に近づくに従って電位がどのように変化するものかを調べた。その結果、岩盤に近づくに従って電位が上昇する傾向を示す部分と、なんら顕著な傾向を示さない部分とが認められた。次に、trenching の側壁に沿って電位の垂直分布を調べたところ、第23図のように表層内において



第23図 trenching 垂直自然電位分布

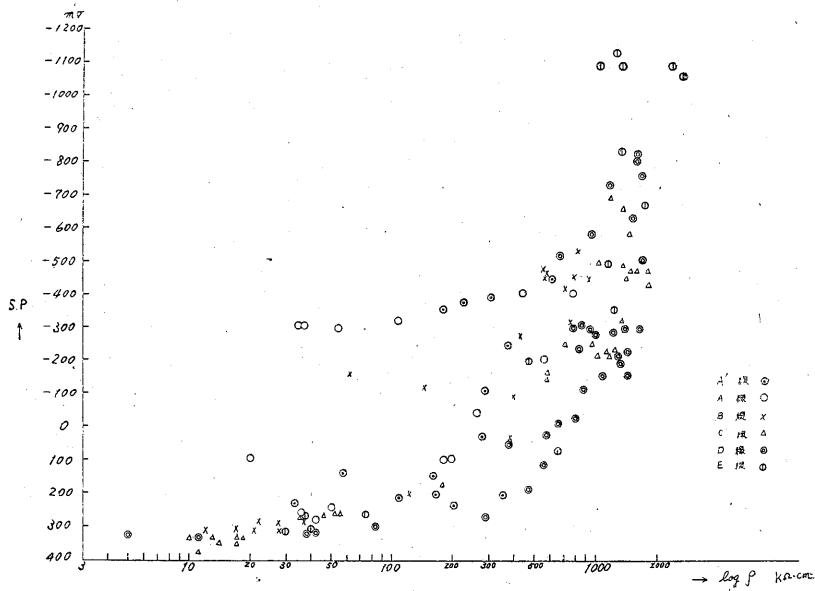
は、下部にゆくに従って電位が一次的に増加する傾向はみられず、むしろ表層内の土質によつてかなり影響を受けた電位分布が認められる。その際の電位分布と表層土質の条件とがどのような関係にあるかはまだ明らかでない。しかしながら、土質によつて影響されるように思われる電位変化の量は、地表においてわれわれの観測した明瞭な負異常を打消してしまうほど大きなものではない。岩盤上においても、地表における同様な電位勾配が認められた。なお、表層内の電位分布についての資料を得るため、堀割の側壁に沿って電位の測定を行った。その1例を第24図に示しておく。



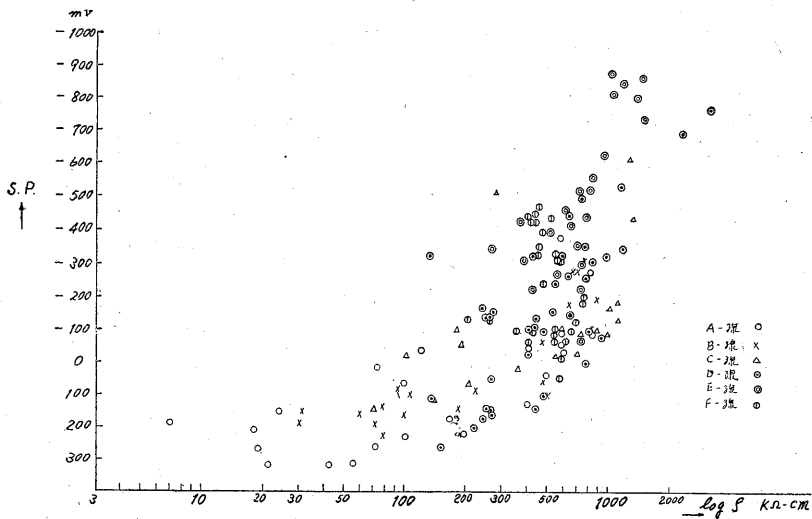
第24図 ビット内垂直自然電位分布

(5) 次に、八向第1鉦床附近において測定した自然電位分布と比抵抗分布との関係を見るため、S.P. と $\log \rho_a$ (ρ_a は平均3極法 (a)=20m に対する見掛比抵抗である)との関係を図示した(第25図)。C, D およびE線においては ρ_a の値は平均3極法 (a)=10m に対する見掛比抵抗値とほとんど等しいので、その値はかなり岩盤の真の比抵抗に近いものと考えられる。A, A' およびB線においては、 ρ_a が真の比抵抗に近いと思われるものは、C, D およびE線における S.P. と $\log \rho_a$ との関係を充している。しかし浅所に分布する低比抵抗媒質の影響を受けていると思われる見掛比抵抗 ρ_a を示すものは、上記の関係より偏倚し、低比抵抗媒質の影響を多く受けているものほど、その偏倚は著しい。また芝山第2鉦床についても同様な関係が認められる(第26図)。

かような関係、および芝山第2鉦床、八向第1鉦床のいずれにおいても平均3極法 (a)=20m で高



第25図 八向第1 鉱床 S.P.- ρ 関係図



第26図 芝山第2 鉱床 S.P.- ρ 関係図

比抵抗を示す部分に負電位異常が存在することと表層内の電位分布の状態より、筆者は本鉱床附近に分布する負電位異常について次のように考える。この負電位異常は浅所における分極²⁾によるものでなく、幾何かの深度に分布する珪石帯に関連の深いものである。また、同種の型の硫化鉄鉱床について、Kruger³⁾らが得た関係と類似した現象もみられるが、この負異常が明礬石の分布によるものと考えすることは難しく、むしろ深部にゆくに従がつて電位の上昇がみられる際には動電位効果に注目すべきであるとする考え¹⁾の方が興味深い。

6.4 結語

今回の実験においては、特に新しい結論を得るに至らなかったが、自然電位法の問題点の一部は明らかにし得たものとする。

(昭和29年2月, 30年8月調査)

文献

- 1) Cagniard, Louis: La Prospection Geophysique, Universitaires de France press, 1950
- 2) 淵田隆門: 自然電位分布に関する考察, 物理探

- 鉍, Vol. 5, No. 4, 1952
- 3) 岩生周一: 静岡県宇久須珪石鉍床調査報告, 地質調査所速報, No. 27, 1947
- 4) 岩生周一: 日本の明礬石鉍床調査報告 (附宇久須の珪石鉍床), 地質調査所報告, No. 130, 1949
- 5) Kruger, F. C. & W. C. Lacy: Geological Explanation of Geophysical Anomalies near Cerro de Pasco, Peru, Econ. Geol., Vol. 44, No. 6, 1949
- 6) 室住正義: 青森県大揚鉍山電気探鉍調査報告, 地質調査所月報, Vol. 5, No. 7, 1954
- 7) 柴藤喜平: 福島県沼尻鉍山電気探鉍調査報告, 地質調査所月報, Vol. 4, No. 4, 1953
- 8) 柴藤喜平: 岩手県松尾八幡平硫黄鉍床電気探鉍調査報告, 地質調査所月報, Vol. 5, No. 1, 1954
- 9) 柴藤喜平: 栃木県越路鉍山における電気探鉍について, 地質調査所月報, Vol. 5, No. 2, 1954
- 10) 陶山淳治: 草津白根地区硫黄鉍床物理探鉍調査報告, 一硫黄鉍床調査結果に認められる諸現象についての考察, 地質調査所月報, Vol. 5, No. 3, 1954