

山形県大泉鉱山物理探鉱調査報告

小谷 良隆* 高木 慎一郎*

Geophysical Exploration at Oizumi Mine, Yamagata Prefecture

by

Yoshitaka Odani & Shinichirō Takagi

Abstract

The electrical and magnetic surveys were carried out in order to study the applicability of geophysical prospecting for lead-zinc ore deposit.

The ore deposit was fissure-filling vein occurred in Miocene tuffaceous rocks and propylite. Chief ore minerals were chalcopyrite, sphalerite and galena. Gangue minerals were mainly quartz, and accessory minerals, such as chlorite, carbonates, hematite and magnetite.

The veins of this type had a tendency to be found in inner northwest mineral province, and they showed often marked zonal arrangement of ores. In the case of this deposit, a eastern part riched in copper, and western part in lead-zinc.

As the results, the vein contained in dacite or rhyolite, was indicated both electrically and magnetically. However, the champion vein was not recognized clearly on the surface, though its indicator was found in adits.

Conclusions are as follows :

1. The applicability of electrical prospecting for deposits of this type was appreciated. In the magnetic prospecting, interesting anomalies were found. But before this method will be used in practice, it is desired that the distribution of magnetite in the deposit will be made more clear, if needed magnetic survey.

2. There was the possibility that the mineralization of the champion vein may not reach the near surface.

In addition to these explorations, a radioactive method using the scintillator was tried in adits so as to study the relation between radioactivity and variety of rocks, or mineralization. Satisfactory results were realized.

要 旨

昭和32年7月20日から25日間、山形県大泉鉱山において物理探鉱調査を行なった。

本調査は含鉛・亜鉛鉱床に対する物理探鉱の適応性の検討を目的とするもので、同鉱山の主要鉱床中、比較的鉛・亜鉛に富む大床第3鉱床の上部、猿田彦山三角点附近を調査区域とした。調査方法としては自然電位法および比抵抗法による電気探鉱のほか、磁気探鉱ならびに放射能探鉱を併用した。このうち磁気探鉱は鉱床に共生する磁鉄鉱に着眼したものであり、また放射能探鉱は鉱化作用、あるいは岩石分布と放射能強度との関連性に着眼したものである。

調査の結果を要約すれば次の通りである。

1) 各方法とも鉱化作用との関連を思わせる結果を示し、総合的な物理探鉱の実施により、この種の鉱床探査に寄与するものと考えられる。

2) 区域内に含まれるNS系、NW系およびEW系の各鉱化作用のうち、結果的にはNS系が卓越した関連性を示した。これが各系統の上部水準における消長を反映しているものか、あるいは物理探鉱に対する適応性の相違を示すものかについては、現在の段階では明らかでないが、坑内からの上部探鉱の進展によつて明らかになることが期待される。

3) 放射能探鉱は、坑内では鉱化作用、岩石分布とともに明らかな関連性を有することが認められたが、地表調査についてはなお、今後の検討を要する。

* 物理探査部

昭和32年度事業計画に基づき、含鉛・亜鉛鉱床に対する物理探鉱の適応性を検討する目的のもとに、第三紀層中に胚胎する銅・鉛・亜鉛脈の1例として、山形県大泉鉱山を選び、7月下旬から8月中旬に至る間、電気・磁気探鉱を実施し、併せて放射能強度分布の測定を試みた。こゝに結果を報告する。

本調査には筆者のほか小野寺公児が参加し、地表調査に伴う地形測量を担当した。

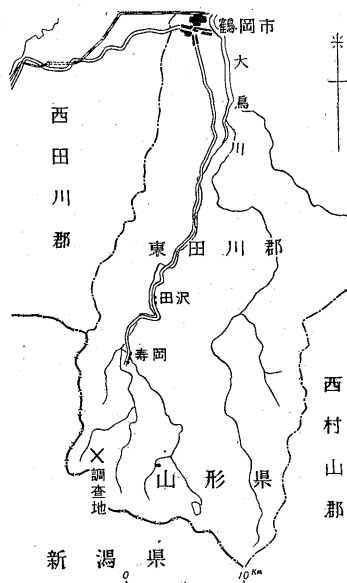
調査の実施に関して便宜を与えられた、大日本鉱業株式会社技術部、大泉鉱業所長および終始協力を惜しまれなかつた大泉鉱業所探鉱課の各位に対し、深甚なる謝意を表する。

2. 位置および交通

大泉鉱山は、山形県東田川郡朝日村大字大鳥地内にあり、鶴岡市の南方約47kmに位置する。

鉱山に至るには羽越線鶴岡駅から上田沢^{としおか}、寿岡^{やろおき}(鉱業所、選鉱場所在地)を経て谷地置(探鉱課所在地)に達する。この間の交通は、鶴岡—上田沢間(約28km)にはバスの便があり、上田沢—寿岡間(約8km)は積雪期を除いて小型自動車を通ずるが、寿岡—谷地置間(約11km)は車両を通じない。鉱石および物資の輸送は谷地置—寿岡—上田沢の間を索道により、上田沢—鶴岡間はトラックによつている。

調査区域は谷地置の南方直距約1.4km、高距約500mの猿田彦山三角点西方で、谷地置から徒歩約2時間を要する(第1図位置図および20万分の1地勢図酒田・村



第1図 位置図

上、5万分の1地形図鶴岡・湯殿山・勝木・大鳥池)

3. 地形・地質および鉱床

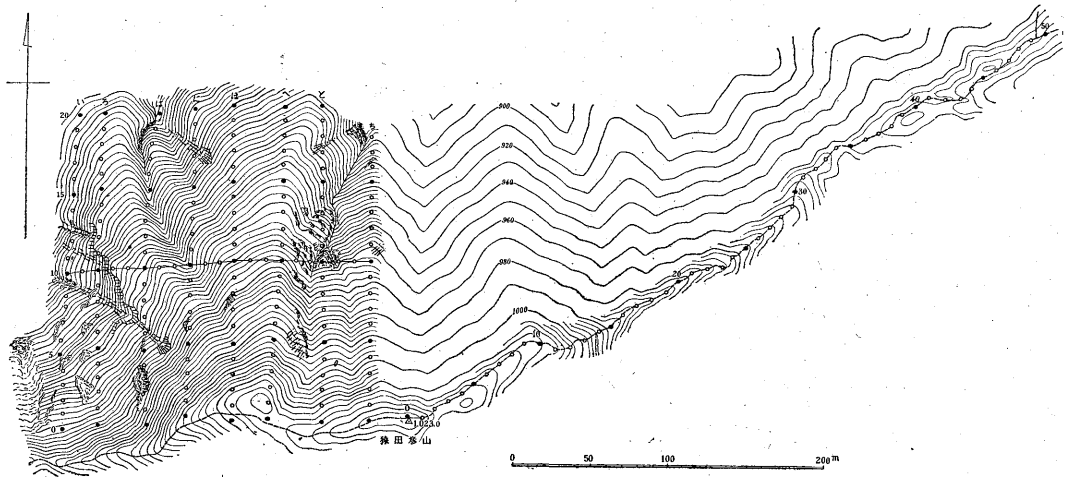
本鉱山については服部富雄による鉱床調査報告¹⁾に全般的な記述がなされており、また数年来、鉱業所においても探鉱課調査係が中心となつて、電気探鉱・地化学探鉱および試錐等を併用する地質鉱床調査が積極的に行なわれつつある。そのほか本調査と前後して、北海道大学学生小原実により大床第3鉱体を中心とする地質鉱床調査が行なわれた。これらの諸資料によつて、本調査に関係のある部分の概要を述べる。

本鉱山附近は、朝日連峰の北部から、西方の新潟県境にわたる標高1,000m内外の山岳地帯であつて、地形は一般に急峻であり、沢には随所に大小の県瀑をみ、上流は盛夏においても雪渓をなしている。調査地はNE—SW方向に連なる尾根の北側斜面で、標高約870~1,000m、北流する2つの小沢を含み、平均傾斜は約30°である。区域内には比較的露岩が多く、とくに南西部は一带に岩盤が露出し、湧水の流路周辺に若干の草地をみる程度で、急傾斜と相まつて歩行には困難を伴う(第2図)。

本地域の基盤をなすものは、秩父古生層に属する粘板岩・砂岩と花崗岩であつて、これらを不整合に被覆して、安山岩・凝灰岩類およびこれらのプロピライト化したものを主とする新第三紀層が広く分布し、石英安山岩ないし石英粗面岩が岩脈状あるいは不規則な岩体をなして貫入している。新第三紀層の走向・傾斜は一定していないが、東西性の走向をもつて北方に傾斜するものが代表的な傾向と思われる。これらの諸岩石のうち、調査区域に分布しているのは、凝灰岩類と石英安山岩ないし石英粗面岩とであつて、前者は一般にプロピライト化作用を蒙つており、後者は区域の中央部にNNE—SSWの方向をもつて細く岩脈状をなしている。

本鉱山の主要な鉱床は、本地域に発達する各種方向の裂隙群を充して新第三紀層中に胚胎する、銅・鉛・亜鉛の複成鉱脈であるが、NW系の鉱脈のうちにマンガンが多産するものがあり、またEW系のものが一般に脈勢が優れているなど、裂隙群の方向によつて鉱石鉱物の種類や鉱況に特徴がある。主脈である大床鑛は、走向がほぼEW、傾斜は70~80°N、走向延長約2,000mであつて、東から第1、第2、第3の各鉱体に大別され、傾斜延長は約200mまで確認されている。東部の第1、第2鉱体は銅に富み、第3鉱体はむしろ鉛・亜鉛に富んでおり、本調査区域は第3鉱体の推定露頭線附近に相当する。

鉱床生成に伴う変質作用として、若干の粘土化・珪化等が認められるが、いわゆる脈際変質はほとんど盤際



第 2 図 山形県大泉鉦山地形および物理探査測線図

に限られている。脈石は主として石英であり、多少の緑泥石・炭酸塩鉱物・赤鉄鉦・磁鉄鉦等も認められる。磁鉄鉦の存在は選鉦過程でみいだされ、微量であるため坑内における産状は明らかでなかつたが、小原夷により、鉦脈中、前期の高温下で生成されたものに赤鉄鉦と密接に共生して産することが確かめられた。

4. 調査区域および方法

調査区域は前記の通り大床鉦中、鉛・亜鉛に富んだ第3鉦体の推定露頭部附近であつて、猿田彦山三角点(1,023m)から西方の大行山(996m)に至る尾根の北側斜面に、第2図のように8本の測線を設けて、西から「い,ろ,は,……,ち」とし、各測線上には10m間隔で測点を配して南から「0,1,2,……,20」の番号を付した。測線長および測線間隔はそれぞれ200mおよび30mを原則としているが、地形上の制約によつて「い」線と「ろ」線との間隔は20m,また「ち」線は180mである。

調査区域に関連のある既知鉦床としては、大床鉦(EW系),314m鉦(NS系)のほか、大切坑内において大床鉦の南方にあるNW系の小鉦脈群も含まれるものと推定される。区域内に露頭は知られていないが、「い-6」の西方約30mの箇所に、掘下りと水平坑道からなる旧坑があり、これを中心としてNW方向に幅約50mの鉦化帯が区域の南西部に及んでいる。この旧坑と鉦床との関係は明らかでないが、鉦化帯の位置と方向性から、大切坑内で認められている前記NW系の鉦化作用が地表に及んでいるのではないと思われる。

上記の調査区域について電気・磁気探鉦および放射能強度の測定を行なつたほか、大床鉦および中ノ沢鉦(N

W系)の各推定露頭線と交わる尾根沿いの登山道約500mの間において、10mごとに自然電位および放射能強度の測定を行ない、また坑内において大切通洞その他数カ所を選び、鉦化作用あるいは岩質による自然電位および放射能強度の変化を観察した。

各調査法の実施要領は次の通りである。

4.1 電気探鉦

電気探鉦は昭和30年に鉦業所によつて試みられた坑内測定の結果、鉦床附近で顕著な自然電位の降下が認められたので、以後は主として自然電位法により、未知区域の探鉦が試みられつつあるが、既知鉦床上部における状態を観察して、地表調査に対する適応性を確認するために、自然電位法と比抵抗法とを実施した。自然電位法は5mごとに測定を行ない、比抵抗法は10mごとに電極間隔10m,20mおよび40mの2極法による水平探査を行なつた。

坑内測定は新盛鉦向立入の西部35mと新盛鉦北押175mおよび大滝鉦向立入の着脈点附近25mの各所において自然電位を測定した。測点間隔は新盛鉦附近については5mとし、大滝鉦附近については50cmないし5mである。電位の基点は各箇所ごとに、独立に設けた。

4.2 磁気探鉦

磁鉄鉦の分布状態はまだ完全に解明されていないが、すでに1年間以上、選鉦過程において継続的にその存在が認められ、鉦床に普遍的に伴なわれている可能性がある。本調査に際して鉦床上で磁気探鉦を試み、一応その適応性を検討することとした。使用機器はアスカニア社製シュミット型磁力計で、10mごとに鉛直磁力偏差を測定し、示微部については適宜に測点を加えた。

4.3 放射能強度の測定

金属鉱床における放射能探鉱は、従来比較的その例が少なく、探鉱法として確立されるに至っていないが、鉱化作用の存在あるいは岩質の相違が、放射能強度に反映する可能性のあることはすでによく知られているので、主として今後の研究に対する資料を得るために、地表および坑内において放射能強度の変化を観察した。

測定器としてはアメリカ P. R. I. 社製の Royal scintillator 118-B型を用い、地表調査においては、一部科研製の2進式 geiger counter (β線用) を併用した。地表調査における測点は電気探鉱の測点を利用し、時間的に剝土の余裕がなかつたため、各測点に深さ約 20cm の孔を掘り、プローブを挿入して測定を行なった。測定要領は、scintillator の場合、時定数 45 秒によつて1分後の指示値を讀取り、geiger counter の場合は5分間測定して毎分の平均値を求めた。scintillator の較正は、添付の標準試料により、測定開始前、昼食時および測定終了時に行ない、また零点調整は各測線ごとに行なつた。

坑内測定は大切坑(坑口—大床鍾第3鉱体間約 1,350 m)のほか、鉱脈と母岩との相違を観察するために、数カ所で局部的な測定を行ない、また大滝鍾向立入の着脈点附近で自然電位法の測点を利用して、両者の比較を行なった。

測点間隔は大切坑においては 50m として、部分的に 5~10m の精査を行ない、その他の箇所については 1m を原則とした。測定要領はプローブを側壁または天盤に着けたほかは、前述の地表調査と同様である。零点調整は測定箇所ごとに行なつた。

5. 調査および測定結果

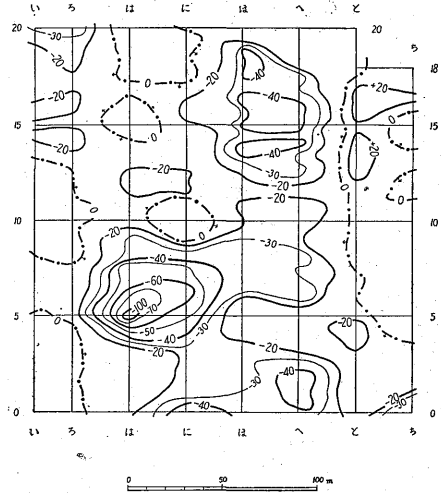
地表および坑内において得た結果を第3~9図に示す。

第3~7図および第9図は地表調査の、また第8図は坑内測定のそれぞれの結果である。以下、図の順序に従つて記述する。

5.1 地表調査

5.1.1. 自然電位法 (第3図)

(土)約 130mV の電位変化が認められ、東部の「と」「ち」線の大半と、西部の「い」「ろ」線の中中部・南部とに (+)30mV を最大値とする高電位が分布し、区域の中中部には (-)100mV の負中心を初めとして、広く低電位が分布している。かゝる自然電位の分布と地形との間には関連はみられず、むしろ岩石の露出部、あるいは比較的表土の薄い部分が 高電位を示している傾向があつて、



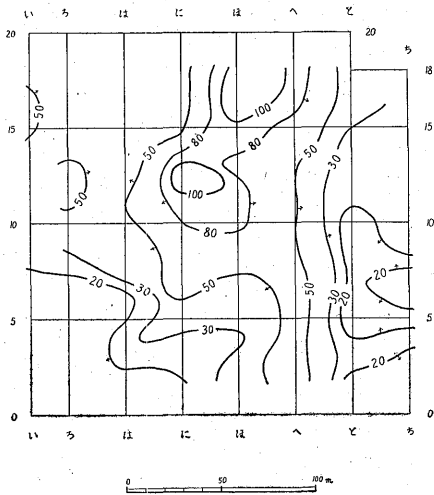
第3図 自然電位分布図 単位: mV

「は—15~16」, 「に—9~11」の局部的な高電位部でも容易に岩盤をみる事ができる。

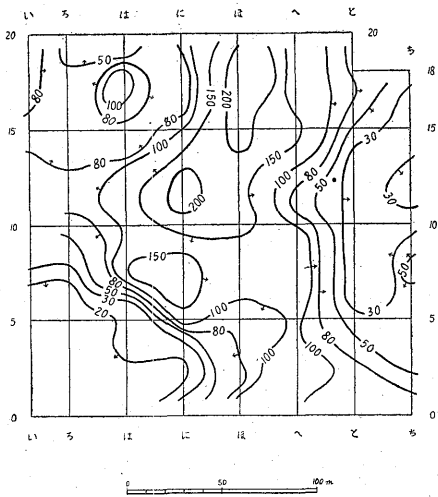
区域中部の低電位帯には「は, に—5」附近および「ほ, へ—15」附近にそれぞれ負異常部が認められるほか、「に」「ほ」「へ」線の南部に (-)30mV 以下の明瞭な低電位部があり、局部的なものとして「い, ろ—20」附近および「ち—0」附近にも電位降下が認められる。これらの異常部のうち「は, に—5」附近のものは「は—5」を最低電位として「へ」線までは東西に負中心を形成しており、とくに「は, に—4~8」附近では顕著な電位降下を示している。これに対して「ほ, へ—15」周辺の異常部は電位変化が緩慢で、明確な中心部は認められない。また「に」「へ」線南部の低電位部は、さらに南方に及び、あるいは「ち」線南部に通じることも考えられる。

5.1.2 比抵抗法 (第4, 5図)

附図は2極法による測定結果を、平均3極法に換算したものである。電極間隔 10m および 20m の両者を通じて、区域の東部と南西部とに数 10kΩ-cm 以下の比較的低い見掛け比抵抗値が分布し、この間の区域中部には数 10kΩ-cm 以上、約 200kΩ-cm に達する値が分布する。かゝる見掛け比抵抗値の分布と、前記の自然電位分布との間には一般的な分布傾向に関連性があつて、区域中部の高比抵抗帯は自然電位の低電位帯に、また東部と南西部の低比抵抗帯は高電位帯に、それぞれほぼ対応する。たゞ、自然電位の低電位異常部と目される前記各箇所は見掛け比抵抗についてみると、次の2つの傾向に分ける



第4図 比抵抗分布図 平均3極法 $a=20m$ 単位: $k\Omega\text{-cm}$



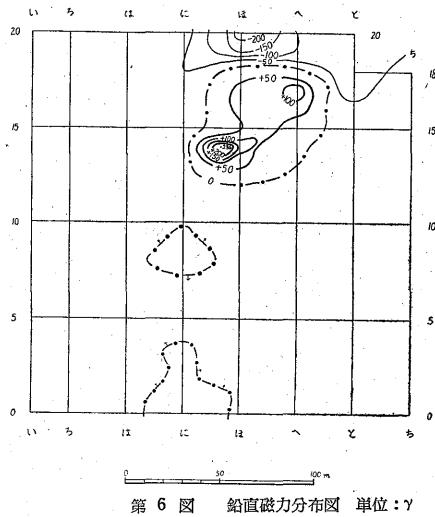
第5図 比抵抗分布図 平均3極法 $a=10m$ 単位: $k\Omega\text{-cm}$

ことができる。その1つは、低電位部が高比抵抗と低比抵抗とにわたるもので、「は、に-5」附近および「に、は、へ」南部がこれに属する。すなわち前者はその西部が $30k\Omega\text{-cm}$ 以下の低比抵抗、東部が数 $10k\Omega\text{-cm}$ 以上の値を示し、中心部は見掛け比抵抗の明瞭な境界に相当する。また後者においても西部は比較的比抵抗であるが東部は高比抵抗を示している。これに対し傾向を異にするのは「は、へ-15」附近であつて、一帯にほぼ $100k\Omega\text{-cm}$ 以上の高比抵抗を示し、低電位・高比抵抗といえるものである。低電位部が見掛け比抵抗に関して

のようにその傾向を異にすることは、本区域における低電位示徴の基因するところが一様でないことを示すものであろう。

5.1.3 磁気探鉱 (第6図)

磁気異常は「は」「へ」線の北部に限られた感があり、(±) 約 500γ の示徴が認められる。すなわち、「は、へ-18」附近を境としてその南側に正異常、北側に負異常が分布しており、正異常部には「は-14」附近の約 (+) 300γ を最大値とする顕著な示徴のほか「へ-17」附近にも (+) 100γ 程度の示徴が認められ、また負異常は、「は-20」附近の (-) 200γ を最大値として東西に拡がり「に、と」線の北部にも及んでいる。



第6図 鉛直磁力分布図 単位: γ

この磁気異常部の形は、球状磁性体の場合に類似した印象を与えるものであり、位置的には電気探鉱における低電位・高比抵抗の示徴部に対応する。自然電位の低電位示徴部が見掛け比抵抗に関して2種類に分かれることは前に述べたが、磁気探鉱においても「は、に-5」附近および「に、は、へ」南部の低電位部には明確な示徴が認められない。

5.1.4 放射能強度の測定

本区域は斜面の傾斜が急で、概して表土は厚くないようであるが、測定にあたり、直接岩盤について行なつたものと、岩盤に達しないものがあつて、条件が一様でないので測定結果は図示せず、岩盤上で測定した分を主として、概要を述べる。数値の単位は毎時当りのマイクロレントゲンである。

放射能強度は8~18で、南西部の露岩地帯が比較的 low、約12以下の値を示し、区域東部の「へ」「と」線

の中央部および「ち」線の北端部にみられる露岩では、13以上の値を得た。その他は「は、に」線北部では9~11、また「に-14」、「ほ-12」附近では11~12である。

岩盤に達していない測点の値は、附近の露岩における値と同じ、ないし、やや小さい程度のもが多いが、北西部では両者の差が比較的大きく、表土の厚さの相違を反映しているのではないかとも思われる。

Geiger counter による測定は、電気探鉱および磁気探鉱とともに示徴を認めた「に-0~10」と自然電位の低電位部を含む「ほ-10~20」とにおいて試み、毎分約35~60 countの値を得たが、その分布が不規則で電気・磁気の示徴部においても明瞭な傾向は認められない。

自然計数は、scintillator においては約8、geiger counter においては約20 countである。

5.1.5 尾根道における測定 (第7図)

自然電位は(±)約65mVの変化を示し、比較的低電位を示すのはNo. 0~No. 10, No. 22 および No. 28のそれぞれ附近である。

この尾根道の地質は凝灰岩類からなり、服部富雄の報告によれば、No. 22 附近で大床鍾の、また No. 28 附近では中ノ沢鍾のそれぞれ露頭線ないし裂隙に交わるもの

と推定されている。

放射能強度については、露岩部がなく、変化もほとんど誤差範囲に属する微弱なものであつて、自然電位の分布傾向と併せ検討するには至らなかった。

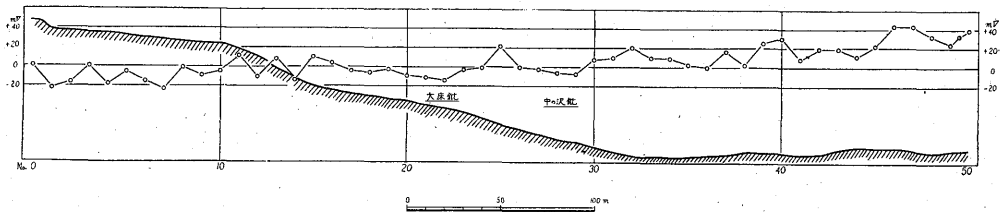
5.2 坑内測定 (第8図)

5.2.1 放射能測定

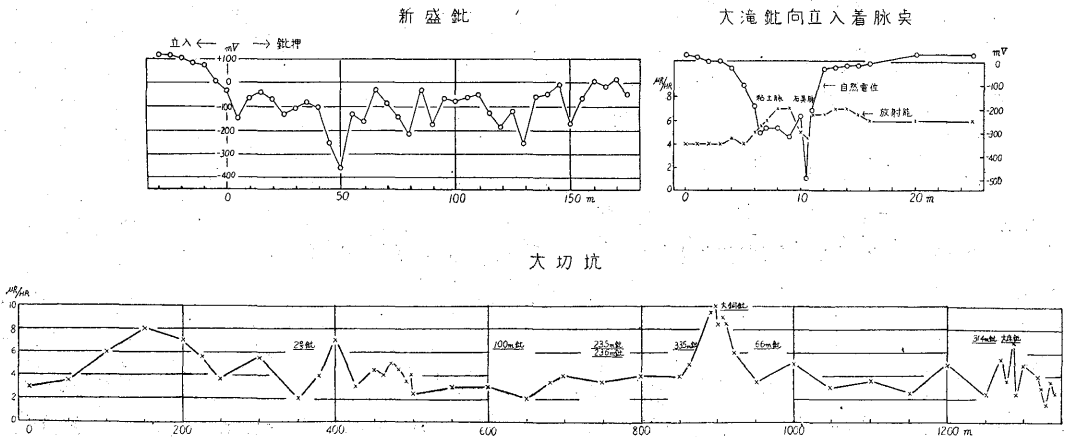
坑内における放射能強度の変化は、毎時約2~11マイクロレントゲンで、母岩と鉱脈、および岩石相互間に明瞭な差異が認められ、放射能強度と坑内地質とはよく対応している。各測定箇所における結果は、すべて同一の傾向を示しているので、大切通洞および大滝鍾向立入の着脈点附近における結果を掲げる。

図にみられる通り、鉱脈附近では放射能強度は極小値を示し、母岩との区別が容易であるが、鉱脈に多量の粘土を伴っている場合には、比較的放射能強度が大きく、母岩との差異が明らかでない。鉱脈附近で放射能強度が減少すること、および粘土脈では比較的大増大することは他の鉱山においても認められている。

諸岩石の放射能強度は、坑内測定によれば石英粗面岩が最も大きく、以下プロピライト、輝石安山岩の順に減少する。



第7図 尾根道の自然電位



第8図 坑内測定

その原因が明らかではないが、「ち」線南端の低電位および猿田彦山三角点附近の電位降下(尾根道の測定において)とを併せて考慮すべきかも知れない。

次に「は、へ-10~14」の低電位帯は、前記2)の示徴部に連なつてEW性の傾向を示していることから、大床鍾との関連も一応は考えられるが、比抵抗の分布にはこれと対応する傾向がみられないので、本調査の範囲ではこの低電位帯を大床鍾に関連づけるには問題がある。

「い、ろ」線北部の低電位帯は、北端部に(-)30mV以下の低電位が認められるほか、No.15附近に(-)20mV程度の低電位があり、不規則な分布ではあるが、一応低電位帯とみなされるものである。区域の周辺部であつて、これらの低電位分布の規模が明らかでなく、比抵抗分布にも特徴的な傾向がみられないが、地形的には区域中最も低位にあり、高所、とくに内部の鉱化帯附近からの流土がこの附近に及んでいる場合も考えられるが、判定の資料を有しない。

4) 高電位帯

区域内の高電位帯は露岩あるいは沢の附近に分布し、この分布状況は他の区域における鉱業所側の調査結果にも認められているので、一般的な傾向と思われる。これら高電位を示す部分の比抵抗は概して低く、高比抵抗を示すもの、例えば「に-9」附近、「は-17」附近はいずれも表土がきわめて薄い部分である。

7. 結 論

1) 物理探鉱の適応性について

自然電位法による示徴が、鉱化作用に関連性を有するものと考えられ、いわゆる地形の影響は一応考慮を要しないようであるから、精しい地質資料を準備すれば、自然電位法のみによつて、ある程度探鉱に利用できる可能性はある。比抵抗分布と自然電位分布とは単純な対応を示さないが、結果の考察上、比抵抗分布が有力な資料と

なる場合が本区域以外についても予想されるので、極力両法の併用が望ましい。磁気探鉱についても適応性を認めたが、今後探鉱法として加えるか否かは、磁鉄鉱の分布状態が充分明らかになつてから、あらためて検討されるべきである。

放射能探鉱については、坑内における地質分布をよく反映するので、間接法として有力な手段と思われるが、鉱脈附近での示徴範囲がきわめて局部的であるから、直接的な探鉱法としては疑問があり、また地表調査に対してはさらに慎重な検討を要する。

2) 今後考慮すべき問題について

調査区域に含まれるNS系、NW系およびEW系の各鉱化作用のうち、結果的には前二者、とくにNS系の傾向が電気・磁気探鉱を通じて卓越した関連性を示し、EW系が坑内における脈勢に反して、明確に反映していない感のあることは興味がある。たゞ本区域におけるNS系(314m鍾)は岩脈と密接な関係にあるので、本調査の結果が裂罅系の特徴を代表しているとはいえず、各裂罅系がおのおの物理探鉱に対して個々の特徴を有するか否かという点とともに、今後の探鉱上、重要な問題である。

EW系の傾向が明瞭でないことについては、鉱脈上部の地質条件が探鉱の進展によつて明らかになることを期待するとともに、自然電位の示徴が、本鉱山では不規則な形で断続する傾向があることを考慮して、調査区域を充分広く設け、示徴の連続性を検討する必要がある。

(昭和32年7月調査)

文 献

- 1) 服部富雄：山形県大泉鉱山銅・鉛・亜鉛鉱床調査報告、地質調査所月報、Vol.2, No.7, 1951