

## 秋田県花岡鑛山の物理探鉱について

佐藤光之助\*

Résumé

## Geophysical Exploration of the Black Ore Deposits ("Kurokō") at Hanaoka Mine, Akita Prefecture.

by

Kōnosuke Satō

The ores are massive replacement deposits of "Kurokō" type in Hanaoka Mine. The country rock is mainly of green tuff. It is supposed that basaltic andesite has acted as cap rock on these ore deposits.

A seismic and electric method has been performed to research the ore deposits which are hidden by Quaternary formation. The writer has recognized some indications of spontaneous polarization owing to the deposits which are hidden in shallow depth. Values of the negative centers are from 50 to 200 mV. The writer discovers the indication of spontaneous polarization at Ubazawa. A seismic method has been applied to determine the geologic structure of basaltic andesite which has played a part of cap rock on the ore deposits.

## 1. 緒言

花岡鑛山は秋田県北秋田郡花岡町に在り、奥羽本線大館駅の北方約 4 km に位する。花岡鑛山の鉱床は所謂黒鉱鉱床に属する塊状鉱床であつて、大山山脈東麓の緩傾斜部及びその周辺平地に存在し、これらは主に露頭及び試錐探鉱を基として開発されたものである。今後新鉱床発見のためには第四紀層で被覆された平地下の探鉱が問題となり、又探鉱深度の増大が望まれるのである。このためには地質鉱床調査、物理探鉱調査の必要が痛感されるのである。尙で地質鉱床については終戦後花岡鑛山におられた堀越義一氏、紺野芳雄氏等によつて大いにその様子が明らかにされて来た。又物理探鉱については大正 15 年京都大学藤田義象博士により堂屋敷鉱床附近において自然電位法による調査が行われて以来各方面の諸氏に

より主として電気探鉱、試験的に地震探鉱、重力探鉱等が行われた。

かような状況の下で筆者は偶々昭和 22 年 10 月中旬から同年 12 月中旬にかけて花岡鑛山において地震探鉱及び電気探鉱調査を実施する機会を得た。その結果平原下の地質状態についての推定を下し、今後の探鉱に対する指針を得たのである。その後鑛山において一部試錐探鉱が行われ、地下約 100m において新鉱床が発見された。勿論この鉱床は未だ充分明らかにされていないが、調査の結果はこの種の鉱床に対する物理探鉱の適用について有意義なるものと思われるので、調査結果を報告すると共に、物理探鉱の適応性について述べたいと思う。

調査に際しては元鉱業試験所長加賀山一氏、同和鉱業株式会社並びに同社花岡鑛業所の援助を得た。地質鉱床については堀越義一氏、調査計画及びその施行については紺野芳雄氏に負う処大である。ここに前記各位に対し深謝する次第である。なお本調査は筆者の外金子純、斎藤友三郎、細野武男が物理探鉱に従事し、野口保夫は測量を担当した。

## 2. 地形、地質及び鉱床

本区域西部には南北に連なる所謂大山山脈があり、各峰は海拔 300~400 m の高距である。大山山脈山麓に発達する台地は花岡附近のみならず附近一帯に広く分布し大館盆地を形成する。台地は海拔 100m 内外である。

本区域附近の地質は中新世の堆積岩類即ち緑色凝灰岩・凝灰質頁岩・砂岩・礫岩及び同時代の石英粗面岩・流紋岩・安山岩・玄武岩質安山岩と第四紀の堆積層から成つている。最古の岩石は古期の安山岩で礫岩及び砂岩がこれを不整合に覆つている。恐らくそれに続いて緑色凝灰岩が堆積し、これを覆つて所謂大山石英粗面岩の噴出があり、更に凝灰岩の堆積が行われたのであり、大山石英粗面岩噴出後、所謂猫鼻安山岩と称する玄武岩質安山岩の生成があり、最後に大森山石英粗面岩の噴出があつたものと考えられる。以上の様な安山岩及び石英粗面岩の噴出時代を過ぎ、第四紀層の堆積が行われた。第四紀段丘堆積層は石英粗面岩・安山岩・凝灰岩の礫及び浮石から成り、その中に粘土を挟んでいる。

鉱床は大山山脈東麓の緩傾斜部及び第四紀層に覆われた平地の南北 2,000m、東西 1,200m の区域中に大小多数

\* 物理探鉱部  
地質月報第 2 巻第 1 号

存在し、地表に露出するか、或いは地下浅所に存在し、最も深い神山鉱床に於いては鉱床頂部は地下80mである。鉱床の種類は所謂黒鉄鉱床で、その形は塊状をなし、その規模も種々あつて、最大の堂屋敷鉱床は径400mの円形で垂直に100m以上連続している。鉱床の母岩は主に緑色凝灰岩で、安山岩は鉱床生成の熱水溶液の上昇を阻止し、所謂「キャップ、ロック」となりその下部の凝灰岩中に鉱床を生成せしめたと考えられることが多い。鉱床周囲の岩石は種々変質作用を蒙り、又鉱床と母岩との境には多くの場合粘土を挟む。鉱石には黒鉄・黄鉄・珪鉄の3種があるが、1鉱体にこれが必ず共存するとは限らない。

### 3. 調査方針

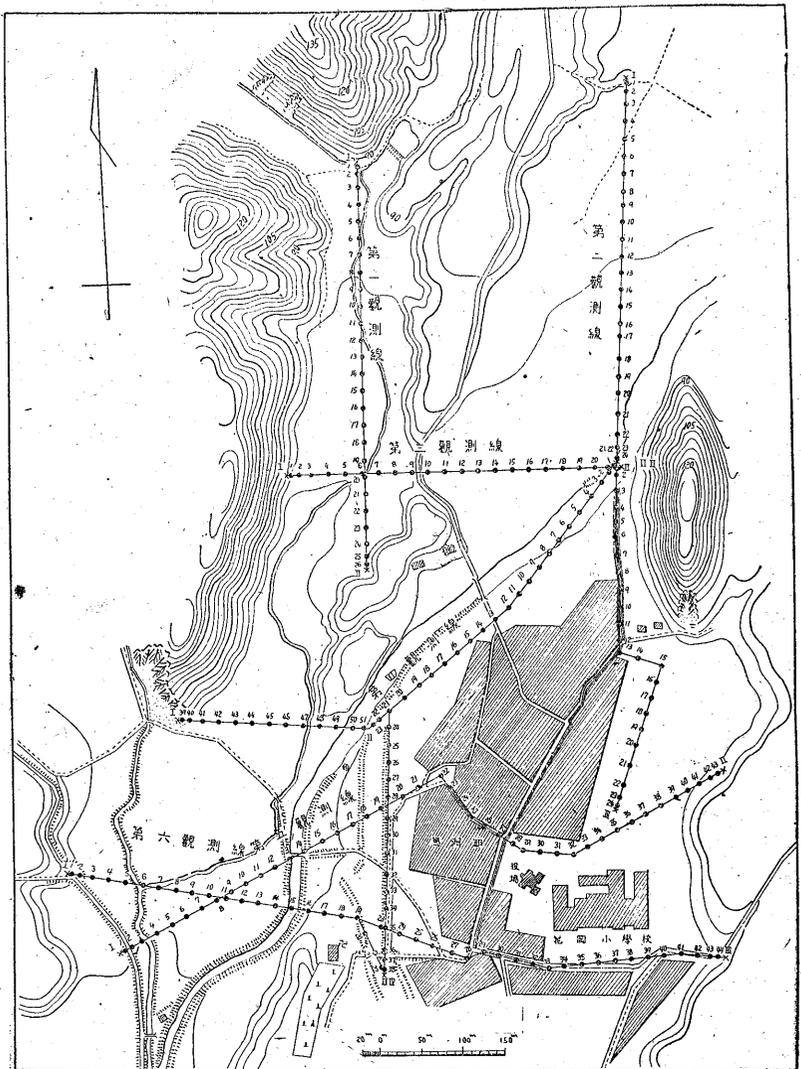
花岡鉱山においては前述の様に平原下の潜在鉱床の探鉱が問題となつてゐるが、その方法として電気及び地震探鉱を実施した。これによつて(1)鉱床に関係ある現象を把握して直接探鉱を行う、(2)地下の地質構造を明らかにして、鉱床と地質構造との関係から探鉱に対する指針を与えることである。電気探鉱に於いては自然電位法による探査を行つたが、これは直接潜在鉱床の探知を目的とした。但し探鉱法の性質上探鉱範囲は比較的浅所に限られるものと思われる。地震探鉱は屈折法によつて地下の弾性波傳播速度の分布を明らかにし、(1)及び(2)に対する資料を得んとした。この場合或る程度深部探鉱が可能である。

### 4. 電気探鉱

花岡鉱山に於いては大正15年京都大学藤田博士により調査が行われ、その後京都大学松原博士、地質調査所植村、紺野両技師、電気試験所岩佐博士、花岡鉱業所橋本技師等により調査が行われた。以上の諸氏の結果を見ると堂屋敷鉱床上に於いては約200 mVの著しい自然電位の負異常が認められるが、神山鉱床上に於いては潜在鉱床に帰因す

ると考えられる徴候は明らかでない。これは堂屋敷鉱床の如く硫化鉄に富む鉱床で、その潜頭部が地表下20m程度の浅所に存在し、鉱床上部に酸化帯を生成している場合には、著しい自然電位の徴候が生じ、その探鉱は容易である。然るに神山鉱床の如く地表下80mの比較的深所に余り大規模でない鉱床が潜在する場合には、鉱床に帰因する自然電流が比較的弱く、且つそれが深所にあるため、地表上に於いて認められる自然電位は微弱なものとなり、地表附近の不規則性によるものとの区別が困難となる。

今回の調査に際し堂屋敷鉱床の南西々1,000mに位置する堤沢鉱床に於いて試験的調査を行つた。堤沢鉱床は凝灰岩中に胚胎する硫化鉄鉱体及び石膏体からなり、鉱床



第1図 花岡鉱山地震探鉱調査線配置図 (第1区域)

上部の硫化鉄鉱体の潜頭部は地表下25mに位する。なおこの区域に於いては地表から15mは玄武岩質安山岩によつて被われている。自然電位は鉱床上に於いて約50mVの負異常があり、鉱床による明らかな徴候が認められる。

堂屋敷鉱床の西方に当る姥沢において自然電位法による調査を行つたが、この区域においては正負異常値の差は100mV以上に達し、調査区域北東部に負中心が見出された。この区域は既に試錐探鉱により一部鉱床の潜在が知られている處であつて、この既知部は自然電位の負中心とははずれ、その周辺部に当つている。自然電位の結果から考えると、負異常の主因としては鉱床既知部のみではなく、更に負中心附近から東南方にその起源が推定されるのである。

以上述べた様に、花岡鉱山においては浅所の鉱体の探鉱には自然電位法の適用が期待されるのである。この場合鉱床は凝灰岩中に胚胎し、その上部にある「キャップ、ロック」の安山岩が削られているか、もし存在するとしても余り厚くない場合であると考えられる。

## 5. 地震探鉱

調査区域は(1)鉱山北方花岡町附近の第1区域(2)堂屋敷鉱床南方鉱山事務所附近の第2区域である。第1区域に於いては6測線を、第2区域に於いては2測線を設けた。各測線上に約5~20m毎に測点を配置し観測した。爆発点は各測線に2~4点設けた。爆発孔としては深度約5m内外のものを掘鑿し、同一爆発孔に於いて深度を変え数回爆発を行つた。測定器は変磁束型受振器、真空管6C6, 6D6, 76の抵抗容量結合三段増幅器、横河電気製作所製12成分オシログラフから成る電気式地震計を使用した。調査方法は屈折法により地下の弾性波傳播速度の分布を明らかにすることとした。

### 〔第1区域〕

各測線に於ける結果を総合してみると次の事が考えられる。

(1) 第1区域に於いて地表近くに分布する低速度層は0.7~1.6km/secの速度で含水率その他の条件によつて影響される度合が大きく、場所によつてその値を異にする。これは第四紀層に属するものである。

(2) 2.0km/sec層は花岡町部落附近に分布している。第2測線II~III附近に於いては約50m迄分布している。又第4測線I~IIの浅所にも存在している。

(3) 2.9km/sec層は第5.6測線I附近から花岡町部落西方に亘つて分布する。これは凝灰岩に相当するものと考えられる。

(4) 第3測線の3.0km/sec層、第1測線の3.3km/sec層は地表の低速度層下に分布する。これは凝灰岩上に安山岩或いは石英粗面岩の薄層が分布しているものに相当すると推定される。又第2測線II附近から北方に亘つて3.6km/sec内外の速度層を認めるが、これは安山岩に相当するものと考えられる。この様に安山岩の傳播速度が場所によつて異なるのは、その厚さによつて岩石の硬さに差異があるものためと想像される。

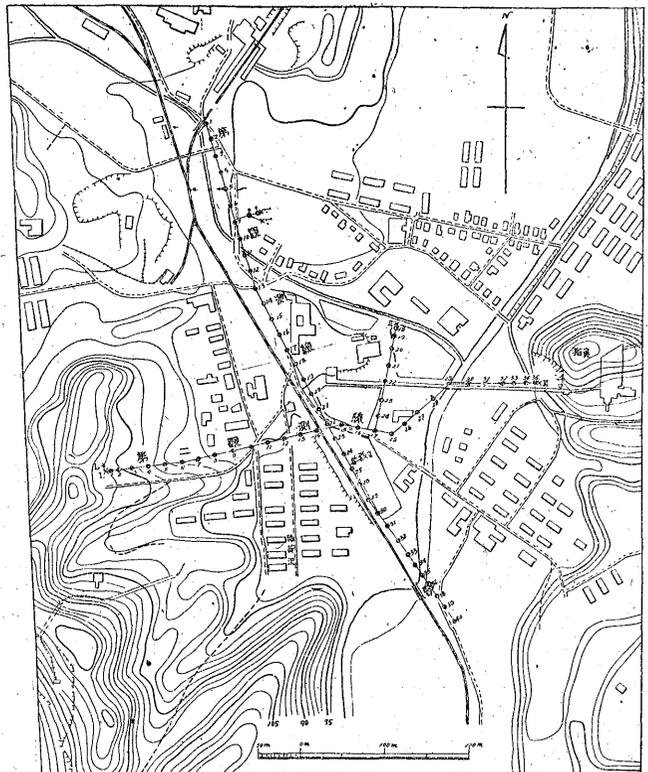
(5) 第5, 6測線東端附近に3.7km/sec内外の速度層が浅所に分布するが、これは石英粗面岩と推定される。

(6) 第4測線II附近から第6測線II附近に亘り4km/sec以上の速度の物質が潜在する。この形状深度については充分明らかにすることは出来なかつたが、地質構造解釈上注意すべきもので、恐らく安山岩乃至は珪化された石英粗面岩の様に思われる。

### 〔第2区域〕

第1, 2測線の結果を総合して次の事が考えられる。

(1) 第1測線I附近から北方にかけて0.8km/sec層が比較的厚くなつているのは、この附近に分布する粘土化された凝灰岩及び第四紀層に相当するものと考えられる。



第2図 花岡鉱山地震探鉱測線配置図(第2区域)

(2) 第2測線 II 附近には地表の低速度層下に1.5km/sec 層が比較的厚く分布している。

(3) 地表の低速度層下に2.1~2.5km/sec 層がある。これは凝灰岩に相当するものと思われるが、第1区域の西南部の凝灰岩の速度より小なる値を示している。

(4) 第1測線 30~40 の 4.4 km/sec 層及び第2測線 29~III の 3.8km/sec 層は安山岩と推定され、これらは稻荷沢社宅南方及び第2測線 III 附近に露出する安山岩と相連るものと考えられる。

(5) 第1, 2測線交点附近から第2測線 9 附近にかけて、4 km/sec 程度の速度大なる物質の潜在が推定される。これは速度から考えると安山岩程度のものである。

## 6. 調査結果に対する考察

今回の調査において鉦床に直接関係あるものと思われるのは、自然電位の徴候である。自然電位の徴候は地下浅所に賦存する鉦床の探鉦には、ある程度利用が期待出来るものと思われる。但し表土層が相当厚くなつた場合鉦床による徴候が微弱であると、表層の不規則性による自然電位の変化との区別がむずかしくなる場合も予想される。なおこの区域の安山岩の山地或いは第四紀段丘堆積層からなる山地においては、地形による自然電位の変化が多少認められる。即ち地形上昇するに従い自然電位の上昇の傾向が認められたが、これは自然電位の解釈の際注意すべき事である。

鉦床の弾性波傳播速度については、多くの鉦床が現在稼行中のため、その状態を明らかに出来なかつたが、鉦床周辺においては低速度の物質が相当広く分布している傾向がある。これは恐らく粘土化されたものの影響と思われる。

今回の調査においては地震探鉦によつて主として地質分布を明らかにした。この場合安山岩と石英粗面岩との速度を比較すると、前者が多少速度大なる様であるが、その差は小さく、又フロッ状に分布するものや変質を受けたものは、速度が変化する傾向があるため、時にその区別が困難となる。しかし凝灰岩とこれら火成岩との区別は明らかである。このことは探鉦上役に立つものと思われる。例えば第2区域においては表土層下には凝灰岩が分布しているが、この南部には安山岩が表土層下に来ている。もし鉦床が安山岩を「キャップ、ロック」としてその下に胚胎するものとするれば、凝灰岩区域に鉦床があれば極めて浅い処に胚胎するわけである。或いは凝灰岩中にも安山岩が局部的に入りこんでいるものがあれば、この下に鉦床賦存の可能性が考えられる。前者の場合には自然電位、或いは弾性波傳播速度から鉦床の潜在が推定されるものと思われる。後者の場合には自然電位

法或いは地震探鉦法によつて直接鉦床を探知しようとする事はなかなか難しい。しかし凝灰岩中の安山岩の分布を明らかにすることが出来れば、この区域における探鉦区域が限定されるわけである。例えば第2区域において第1, 2測線交点附近から西方に亘つて 4km/sec 程度と推定される速度のものが潜在しているが、これは一応安山岩と推定したわけである。この区域においては鉦山において試錐探鉦を行つたが、凝灰岩下の地下約 70 m に安山岩が存在し、その下に鉦床(地下100~140m)が賦存していることが明らかになつた。

さて次に考えられることは、安山岩区域の下に胚胎する鉦床の探鉦である。これは堤沢鉦床の様に比較的浅い場合には自然電位による徴候によつて探鉦し得る場合もある。しかし深さを増すに従つて困難性が増してくる。地震探鉦屈折法によつては浅所に安山岩の様な速度大なるものがあるため、その下の速度分布を明らかにすることはむずかしい。ただここで考えられることは「キャップ、ロック」となつた安山岩が変質をうけているため周囲の安山岩と差異がありはしないかと云うことである。この変質に帰因しておこる自然電位・比抵抗・速度等の変化がどの程度のものであるか。この点を利用して間接的に探鉦を行い得ないかの問題である。この点については未だ充分検討するまでに到つていないが、今後更に究明すべき点と考えられる。

## 7. 結 論

秋田県花岡鉦山において、第四紀層に覆われた平原下の黒鉦床の探査については、直接鉦床に関係ある徴候による場合、地質状態を明らかにすることにより間接的に探鉦を行う場合が考えられる。直接鉦床に関係ある徴候としては、浅所に胚胎する鉦床による自然電位の如きものがある。しかし乍ら鉦床に直接関係ある徴候によつて探鉦を行い得る場合は条件のよい時である。従つて一般的には地質状態を明らかにして試錐探鉦等に対する指針を与え間接的に探鉦を行う場合を考えるべきである。この場合明らかにされた地質状態と鉦床胚胎との間の関係によつてその場合の探鉦的価値が決まつて来る。今回の調査においては鉦床胚胎の「キャップ、ロック」となる安山岩の分布を明らかにした。この場合凝灰岩中に局部的に分布する安山岩を明らかにしてこの区域の試錐探鉦に対し極めて有効なる指示を与え得たのである。安山岩区域の潜在鉦床探査については、鉦床生成による安山岩の変質等による徴候を利用することにより、將來更に探鉦上の進歩が期待されはしないかと想像される。

(昭和 22 年 10~12 月調査)