

福島県真米鉾山物理探鉾調査報告

—接触交代型鉛・亜鉛鉾床に対する物理探鉾，特に磁気探鉾の適応性について—

小谷 良隆* 馬場 健三*

Geophysical Explorations at Magome and Mizuhiki Mines, Fukushima Prefecture —Investigation of the applicability of magnetic method for lead and zinc deposits of contact type—

by

Yoshitaka Odani & Kenzō Baba

Abstract

In order to study the applicability of geophysical prospectings for Pb-Zn deposits, the electrical, magnetic and radioactive surveys were carried out at both Magome and Mizuhiki mines in Fukushima prefecture.

These deposits are of contact metamorphic type, and occurred in Paleozoic limestone. The ore minerals are galena, zinblend and pyrrhotite.

As the results, both electrical and magnetic anomalies were clearly observed along the outcrop line of deposits. By the radioactive method tried in adits by using scintillator, the relation between radioactivity and variety of rocks or mineralization was studied. Granitic rock indicated the highest value, and the lowest value was observed in the vicinity of ore bodies.

In conclusion, it was found that the magnetic method was useful as well as electrical method in the exploration for Pb-Zn deposit associated with magnetic mineral.

要 旨

接触交代型鉛・亜鉛鉾床に対する物理探鉾の適応性を検討するにあたり，福島県南会津郡館岩村の真米鉾山および水引鉾山は磁硫鉄鉾を密接に伴なうので，電気探鉾との併用を試みた。その結果，各鉾床上で顕著な電気的および磁氣的示徴が認められ，この種の鉾床探査に対し，磁気探鉾が電気探鉾と同等，あるいはそれ以上の適応性を有することが明らかとなった。また，真米鉾山の坑内において放射能探鉾を実施し，岩質および鉾化作用と放射能強度分布との関連性を観察した。

1. 緒 言

含鉛・亜鉛鉾床に対する物理探鉾の適応性を検討する目的のもとに，昭和 31 年度および 32 年度に鉾脈型鉾床の調査を行なったが，昭和 33 年度は福島県真米鉾山周辺において接触交代型鉾床について検討を試みた。

調査は，まず 5 月下旬より 6 月中旬に真米鉾山を対象

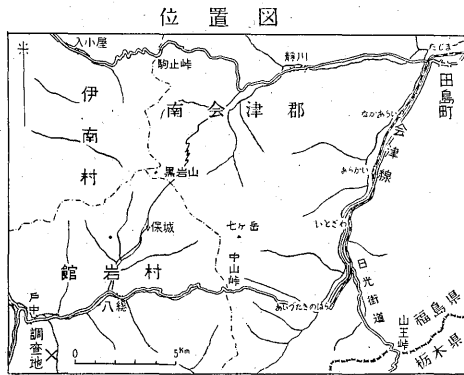
として電気・磁気ならびに放射能探鉾(坑内)を行ない，次いで 10 月上旬に支山の水引鉾山において電気・磁気探鉾を行なった。真米鉾山の調査には，筆者のほか小野寺公児が参加して地形測量を担当し，水引鉾山については筆者のうち小谷良隆が鉾山側の協力を得て調査を実施した。

本調査の実施に際し万般の便宜を与えられた只見鉾業株式会社社長相原章一氏，真米鉾山長益子正雄氏をはじめ関係各位に対して厚く御礼申し上げる。

2. 位置および交通

真米・水引両鉾山はともに福島県南会津郡館岩村湯ノ花にあり，国鉄会津線会津滝ノ原駅より前者は西方約 14 km，後者は南西西方 18 km にあたる。会津滝ノ原駅から中山峠經由山口行バスにて鱒沢入口に下車，南へ約 2 km で真米鉾山に至り，また前記バスにて湯ノ花温泉に下車，水引部落を経て南へ約 5 km で水引鉾山に至る。このほか積雪期以外には会津滝ノ原駅から鉾石輸送のトラックに便乗して直接両鉾山に達することもできる。会津滝ノ原駅へは国鉄のほか東武鉄道鬼怒川駅より

* 物理探査部



第1図 位置図

会津田島行バスによる便もある(地形図 20 万分の 1 日光, 5 万分の 1 糸沢)。

3. 真米 鉾山

3.1 地形地質および鉾床

本鉾山については山脇友治郎⁴⁾および福島県¹⁾による資料のほか、未利用鉄資源調査の一部として奥海靖、岡野武雄が行なった調査結果が明らかにされている²⁾ので、本文では概要を記述することとする。

本鉾山は南方約 8 km の栃木県境付近に発して北流する鱒沢に臨み、鉾山付近では左岸は急峻な山地をなし、右岸はやゝ展けて比較的緩斜面の山地に連っている。

地質は古生代と推定される堆積岩類と、これを貫く火成岩類とからなる。堆積岩類は主として粘板岩で、一部に石灰岩および珪岩ないし珪質岩を挟んでいる。これら堆積岩類の走向は N 10~30°E、傾斜は 60~70°W である。粘板岩は一般にホルンフェルス化して黒色緻密、珪岩ないし珪質岩は淡灰青色で硬質である。石灰岩は白色を呈し、結晶質で主要鉾床を胚胎している。火成岩類は玢岩および花崗岩類で、玢岩は花崗岩類の進入以前に石灰岩と粘板岩との境へ貫入しており、花崗岩類のうち鉾山付近に分布するのは主として、花崗斑岩であって、宝鉾床付近から南方に露出する。鉾床は鱒沢左岸の山地にあり、いわゆる接触交代鉾床であって、方鉛鉱・閃亜鉛鉱・磁硫鉄鉱のほか少量の黄鉄鉱・黄銅鉱・硫砒鉄鉱およびスカン鉾物からなっている。おもな鉾床は、南から宝・山神・日陰・千貫目の4つが開発されており、このうち宝鉾床以外は石灰岩中または石灰岩と珪岩あるいは粘板岩との境界に賦存する。宝鉾床は粘板岩と珪質岩との境界にあり、石灰岩を交代して生成されたものかどうか明らかでない。これら各鉾床はレンズ状または不規則な水平断面を示して上下にパイプ状に続いている模様である。ただし、宝鉾床のみは下部探鉾がなされておらず、また鉾体に近く傾斜方向に花崗斑岩が存在するので

下部への連続性は疑問とされている。各鉾床とも露頭は著しい焼けを生じている。

3.2 調査区域および方法

調査区域は第2図のとおり、既知の4鉾床を含む範囲である。区域内の標高は約 810~950 m、東方もしくは南東方へ急斜し、日陰上2坑口付近に東西方向の沢がある。

測線は間隔 20 m を原則として西から「い、ろ、は...よ、た」とし、「る」線、と「を」線の間に日陰鉾床の上部にあたる「る」線を設けた。各測線の長さは各鉾床の水平的規模および地形等を考慮したため 80~150 m となり、宝鉾床の上部が短く、山神・日陰両鉾床の上部が長い。測点は各測線とも 10 m ごとに設け「い~と」線の南端を「0」として北方へ「1, 2, 3...27」と逐次番号を付した。

調査区域内の岩石分布は珪岩ないし珪質岩が優勢で第2図に記入された露岩の大部分を占め、その他の岩石としては「い、ろ」線北部に花崗斑岩、「た-21」に石灰岩がやゝ大きく露出しており、日陰坑と千貫目坑の間に玢岩が認められる。各鉾床の露頭は「い-3」(宝)、「ち-5」(山神)、「を-10」(日陰)、および前記「た-21」(千貫目)にあり、いずれも著しい露天化作用を蒙っている。

調査方法は前記の各測線について電気探鉾および磁気探鉾を実施し、坑内の一部において電気探鉾と放射能探鉾を試みた。

電気探鉾は全測線の自然電位分布を測定したほか「ろ」「は」「と」「ち」「り」「わ」および「よ」の各測線において電極間隔 10 m, 20 m, および 40 m の2極法による比抵抗水平探査を行なった。

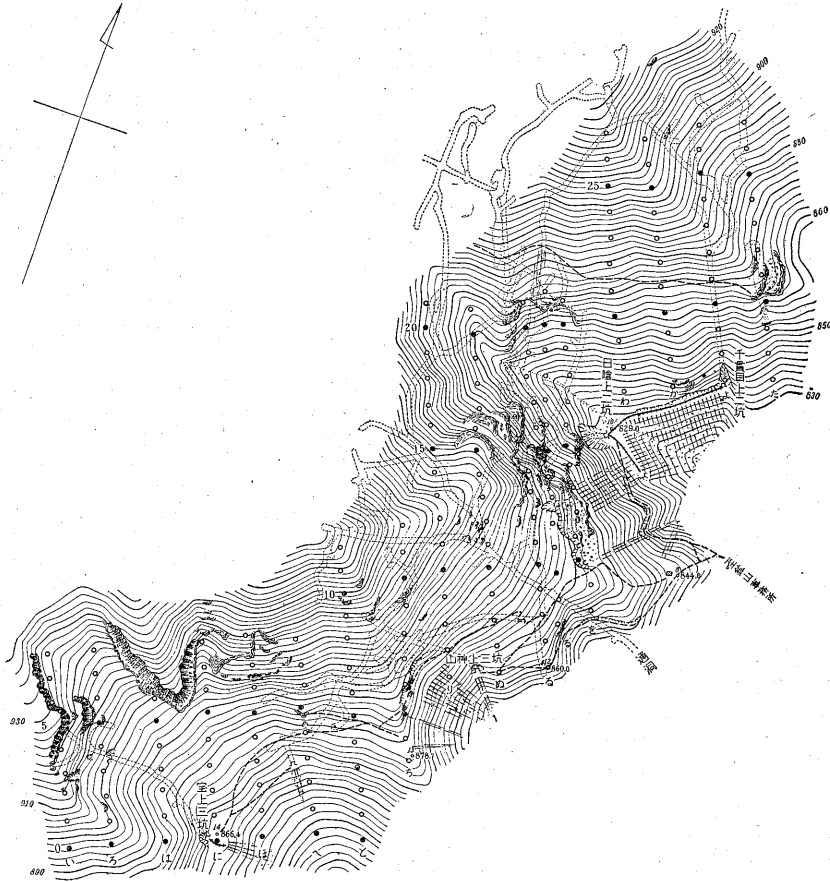
磁気探鉾は全測線についてシュミット型磁力計により鉛直磁力偏差を測定した。

坑内測定は上二準(日陰・千貫目)、上三準(山神・宝)および通洞において実施した。いずれも自然電位と放射能強度を測定し、千貫目上2坑北向については電極間隔 2 m および 4 m の2極法による比抵抗測定を併せて行なった。放射能探鉾器はロイヤル PR-1 型シンチレーションカウンタを使用した。

3.3 調査測定結果

各方法による調査結果を第3~7図に示す。第3~6図は地表調査に関するもので、第3図と第4図はそれぞれ自然電位および鉛直磁力の分布を示し、第5図と第6図は山神鉾床および日陰鉾床の上部における結果を地形断面とともに曲線図として示したものである。第7図は坑内における測定結果の一部を示している。各図に関連する記述は次のとおりである。

3.3.1 自然電位分布



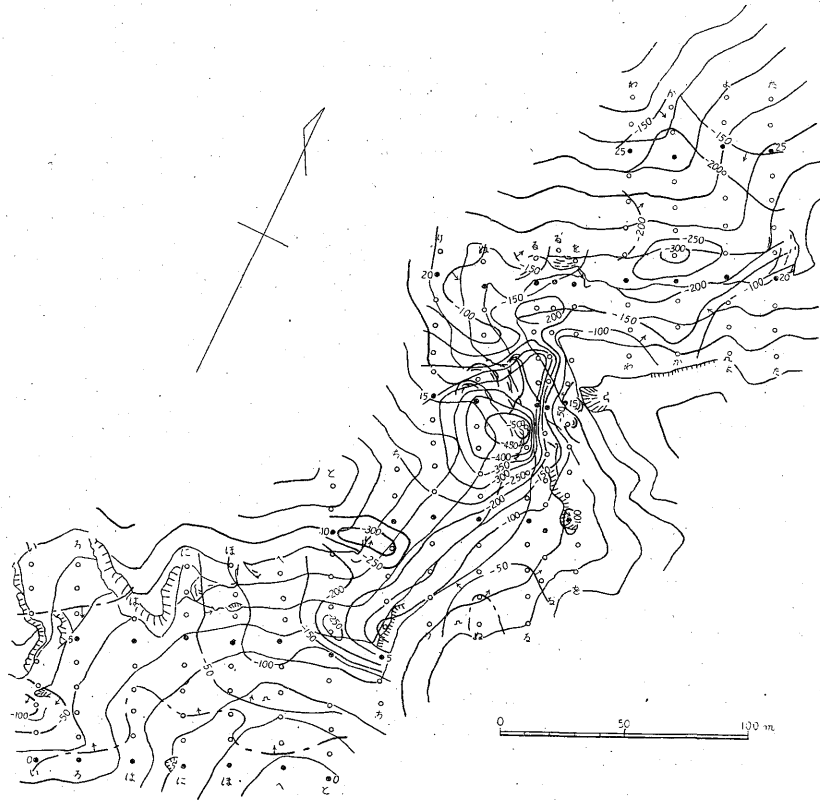
第2図 真米鉾山地形および物理探鉱測線配置図

自然電位は区域の周縁部から中心部に向かって降下する傾向が認められ、電位差は±550mVに達する。最も著しい低電位帯は「る-14」付近を中心として「り〜る」の中央部に認められ、その他や、小規模ないし局所的な低電位帯が「か-21」、「る、る'-19」、「を-10」、「ち、-9」、「と-6」、および「い-2」の付近にそれぞれ認められる。これらの低電位帯のうち「か-21」付近のものを除いて他はいずれも露頭あるいは既知鉾床と位置的に対応する。すなわち「る、る'-19」(日陰上一中段)、「ち-9」(山神上二)および「と-6」(山神上三)は既知鉾床の上部にあたり「を-10」(日陰露頭)および「い-2」(宝露頭)は露頭部周辺である。「り〜る」中央部の著しい低電位帯は、その東部すなわち「る、る」は日陰上一、上二準の既知鉾床の上部にあたり、西部の「り、ぬ」は上盤の珪岩ないし珪質岩帯である。「か-21」付

近は日陰坑と千貫目坑との中間にあたり、下部の状況は知られていない。

3.3.2 鉛直磁力分布

鉛直磁力は±約5000γの変化を示し、各鉾床の露頭周辺にそれぞれ磁気異常が認められる。山神・日陰両鉾床においてとくに顕著であるが千貫目鉾床は比較的低調である。露頭周辺以外の磁気異常は山神上三準の上部にあたる「へ〜り」線の南部において著しく、上二準に深の鉾床上では「と〜り」線「8~12」に見られるように緩慢な変化を示している。このほか「と-12」、「ぬ-18~19」、「る-17~18」、「る-20~21」および「を-14~15」にそれぞれ小規模な磁気異常が認められる。これら小異常のうち「ぬ-18~19」および「る-17~18」は付近に敷設された送水用鉄管によるものと思われるが、その他のものは未知の鉾床に関連しているか、あるいは



第 3 図 自然電位分布図 (単位 mV)

比較的下部水準の鉱体が地形的に低所にある測点に反映したかのいずれかによるものと考えられる。

3.3.3 鉱床における結果

上述の調査結果により、自然電位および鉛直磁力の分布と鉱化作用との間に密接な関連性があることがわかるが、この点について既知鉱床周辺における各調査結果を比較検討してみると次のとおりである。

(1) 自然電位分布は露頭ないし推定露頭線で低電位を示すほか、上盤側の珪岩帯において著しい低電位を示す傾向がある。

(2) 鉛直磁力分布は露頭ないし推定露頭線で顕著な異常を生ずる。

(3) 比抵抗分布には露頭線を含む鉱化帯と上盤の珪岩とがそれぞれ低比抵抗帯および高比抵抗帯として反映される。「と」線において下盤側に認められる高比抵抗帯は抗内地質から玢岩あるいはホルンフェルスと推定され、珪岩と明らかに区別される。

3.3.4 坑内測定

坑内測定結果のうち、各鉱床の鉱体付近における状況を図に示す。附記した地質は前記奥海靖・岡野武雄の観察によった。

各坑道における測定結果を地質と比較してみるとそれぞれ次のような傾向が認められる。

宝 坑

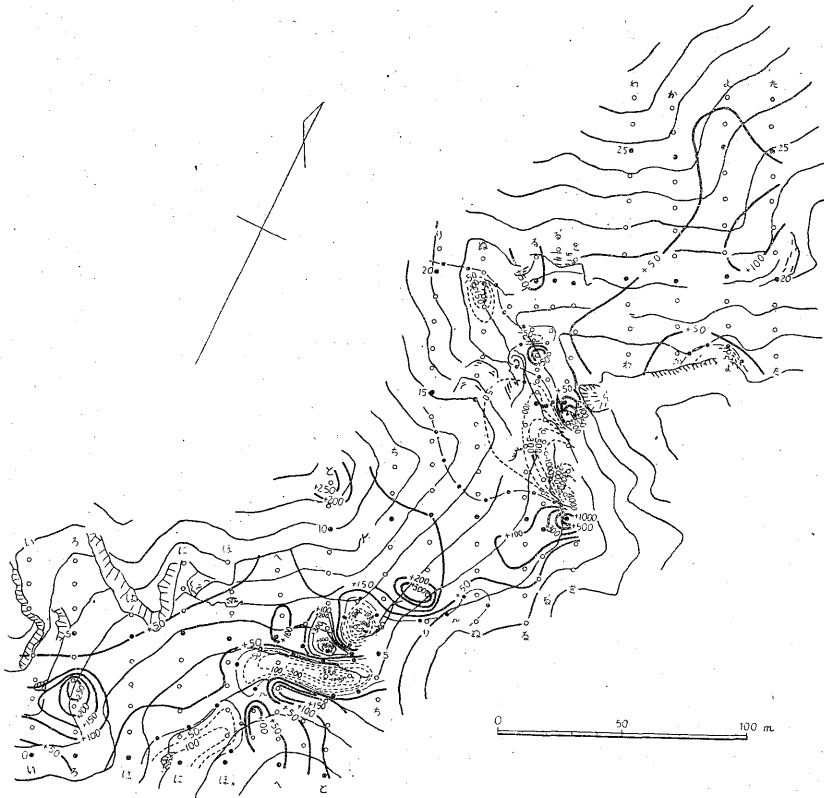
自然電位は鉱体およびその上盤の珪岩を含んで降下し、鉱体から隔たった部分では岩質と自然電位との関連性は認められない。放射能強度は花崗斑岩が堆積岩に比較して著しく大きく、堆積岩相互についてみると概してホルンフェルスが珪岩よりも大きく、鉱体に向かって減少し、鉱体の部分は最も小さい。

山 神 坑

30 m, 60 m, 80 m, および 90 m の付近でそれぞれ自然電位降下が認められるが、80 m 付近以外のものは鉱体が存在する。岩質との関連性は認められない。放射能強度も岩質による相違は見られないが、鉱体およびその周辺では低下する。前記自然電位降下部のうち 80 m 付近では放射能強度は減少していない。

日 陰 坑

自然電位は 25 m 付近および北向 15 m 付近に降下部が認められるほかは、単調な分布を示す。25 m 付近はホルンフェルス、北向 15 m 付近は鉱体を含む石灰岩およびホルンフェルスである。放射能強度は 0~20 m の



第4図 鉛直磁力分布図(単位 γ)

間のホルンフェルスが明らかに大きく、玢岩・石灰岩の順に減少して鉾体周辺が最も小さい。25 m 付近の自然電位降下部には放射能強度の変化は認められない。

千貫目坑

自然電位は鉾体を含む石灰岩とその上盤の珪質岩・珪岩の部分とでそれぞれ降下し、珪岩と頁岩との境界付近で上昇している。放射能強度は鉾体を含む石灰岩の部分で減少し、その上盤では漸次回復して、頁岩に入ると明らかに増大する。比抵抗は鉾体を含む石灰岩の両盤側で顕著な低下を示す。岩質と比抵抗との関連性については珪岩が最も高比抵抗を示し、玢岩・珪質岩・頁岩においては比抵抗を減ずるものようである。石灰岩はこの坑道の場合、鉾床を胚胎しているので、この比抵抗曲線によって他の諸岩石と比較するのは適当でない。

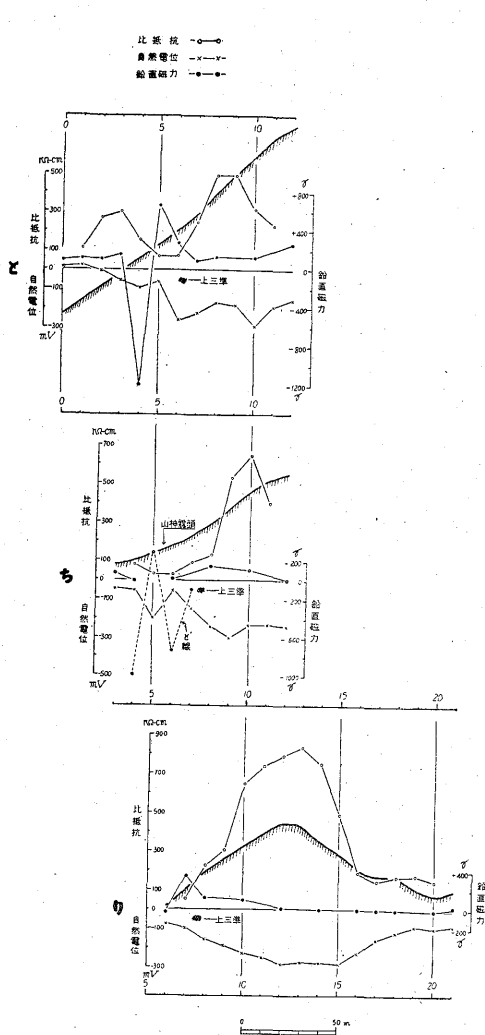
3.4 結果に対する考察

真米鉾山における調査結果に対し、総合的な考察として次の2点が挙げられる。

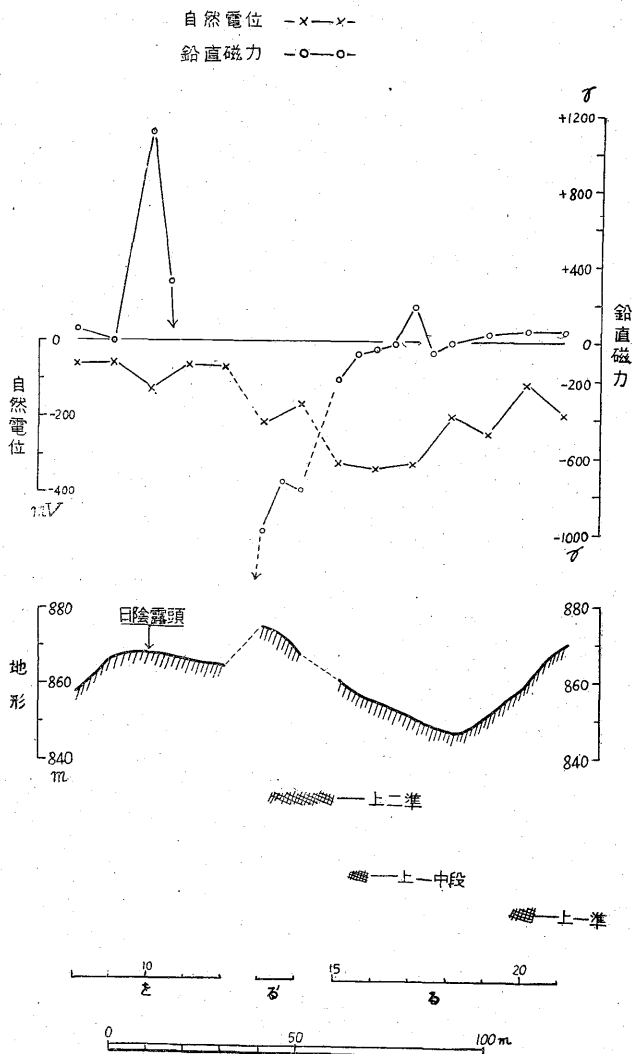
1) 自然電位の低電位帯が低所の鉾化作用と関連を有することは明らかである。しかしながら、たとえば日陰鉾床上で見られるように岩質のいかんが示徴の規模あるいは異常値に、少なからず影響する可能性があるので、

今後の探鉱に電気探鉱を用いる場合、自然電位法と比抵抗法との併用が必要と考えられる。なお、坑内における両者の判別には放射能探鉱の併用も効果が期待される。鉾床上盤の珪岩と自然電位との関連については、本鉾山における自然電位法の適応性を考えるうえにも、また、技術的にも重要な問題であるが、坑道が原則的に上盤に入ると掘進を終了しているため、坑内において検討を重ね得なかった。

2) 鉾床の露頭線および浅在鉾体は鉛直磁力分布の示徴によって明確に示され、例えば「へ、と-3~4」付近の示徴を探鉱の結果、下盤側にも鉾体の賦存が確認された。また鉛直磁力の変化が比較的緩やかな千貫目鉾床周辺についても「た-21~23」から「わ」線の南端にわたって分布する数 10γ 以上の正異常帯は鉾化作用に関連を有するものと考えられる。すなわちこの異常帯は「か-20~22」を中心とする低電位帯のや、下盤寄りにあたり、また「わ、よ」線の比抵抗測定によれば珪岩が「21」付近以北に分布するものと推定され、電気探鉱の結果としては山神・日陰両鉾床の場合と類似した傾向にある。磁気異常が顕著でない点については、磁硫鉄鉾の磁性において室内実験によれば千貫目鉾床と他の鉾床との間に



第5図 山神鉾床自然電位・比抵抗・鉛直磁気力曲線および地形断面図



第6図 日陰鉾床自然電位・鉛直磁気力曲線および地形断面図

特徴的な相違が認められないので、その量および深度に関連するものと考えられ、地質鉾床調査の結果として千貫目鉾床における磁硫鉄鉾の分布が下部において優勢であるとされていることと符合する。

4. 水引鉾山

4.1 地形・地質および鉾床

鱒沢の西方を同じく北流している湯ノ岐川の上流「日^{ひつ}詰の滝」からさらに約500m南方に位置し、兩岸ともに急斜面の山地が迫っている。地質³⁾は直米鉾山と類似しており、堆積岩類と花崗岩類とからなっている。鉾山付近では堆積岩類は主として右岸に分布し、花崗岩類は左岸に多く、右岸では北部の坑内において認められる。

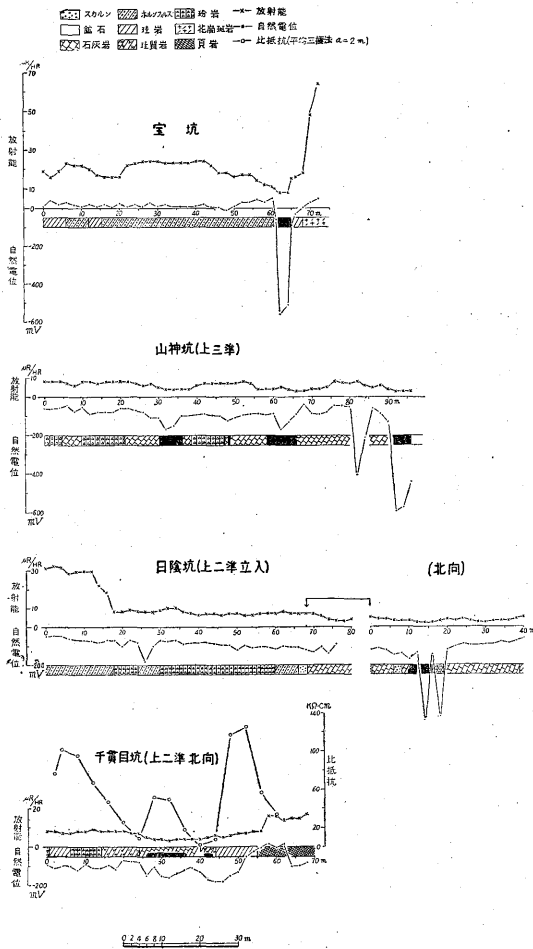
このほか新期に属すると思われる石英粗面岩が北部の川底から北方に分布している。鉾床は右岸の堆積岩類中に胚胎される鉾塊の集合からなり、本坑鉾床とその北方約500mの新坑鉾床とに分かれている。鉾床と母岩との関係および鉾石鉾物は真米鉾山に類するが、鉾塊の賦存傾向がやゝ不規則で、探鉾上の障害となっている。

4.2 調査区域および方法

本鉾山の調査には地形測量を省略したので鉾山側の資料により第8図を作成し、地形および測線配置を示した。

4.2.1 本坑区域

区域の南側を八太郎沢が西流し、その北方に東から西に延びる尾根があるが、地形は一般に西方へ急斜し、標



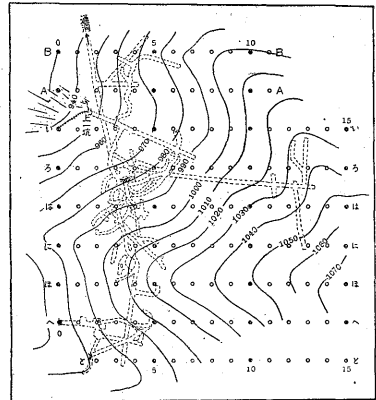
第7図 真米鉾山坑内測定結果図

高は約 930~1,070m である。

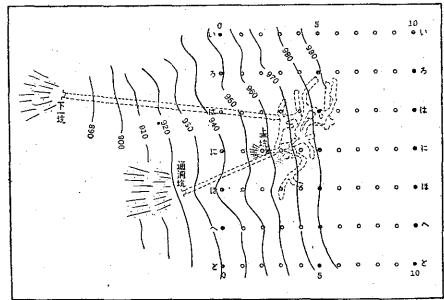
測線は上1坑口の南から各 20m 間隔に「い,ろ,は...へ,と」を設け,さらに「い」線より北側に同じく各 20m 間隔の「A」線および「B」線を加えた。測線の長さは「い~へ」の各線は 150m,「と」線は西端に研場があるので 130m,「A,B」両線は 110m である。測点は各測線上に 10m 間隔で配置し,西から東へ「0,1,2...」と番号を付した。

区域内は露岩に乏しく,明確な岩石分布は明らかでないが,坑内の状況等から,2枚の石灰岩層を挟んで主として粘板岩が分布するものと考えられ,珪岩ないし珪質岩は比較的少ない模様である。鉾床は2枚の石灰岩層のうち西側のものに発達しており,東側のものにはやゝ銅に富んだ脈状の鉾化作用が認められるが,これについてはまだ十分な検討がなされていない。後者の露頭と思わ

1. 本坑区域



2. 新坑区域



第8図 水引鉾山地形および測線配置図

れる焼けが「は~ほ」線の東部に点在し,それぞれかってトレンチが掘られた。

調査方法は磁気探鉱と自然電位法を併用して,全測線の鉛直磁力偏差と自然電位分布とを測定した。

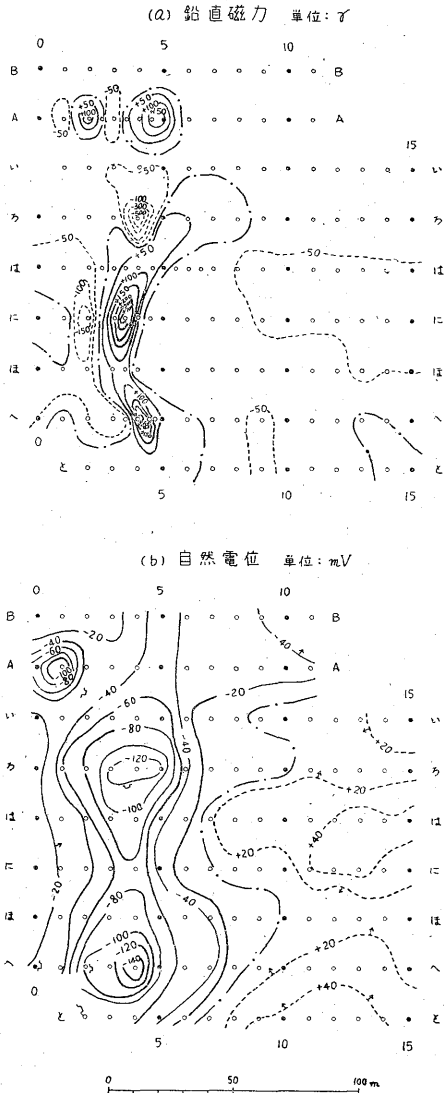
4.2.2 新坑区域

本坑の北方約 500m にある新坑鉾床上に既知鉾床を中心として 10,000 m² の調査区域を設けた。地形は東から西へ急斜し,標高は約 930~1,020m である。通洞坑口の東方 20m を通る南北線を基準として,これと直角に各 100m の測線 7本を 20m 間隔で設け,北から「い,ろ,は...へ,と」と名付けた。これらの各測線には 10m ごとに測点を設け,西から西へ「0,1,2...10」と番号を付した。

区域内の岩石分布は,東部および中部にそれぞれ石灰岩が露出しているほかは明らかでないが,坑内の状況から,西部には粘板岩が主として分布するものと推定される。鉾床は中部の石灰岩層に胚胎され,「に-4」付近には露頭と思われる著しい焼けおよび旧坑がある。

4.3 調査測定結果および考察

第9図に本坑区域,第10図に新坑区域のそれぞれ鉛



第9図 本坑区域鉛直磁力および自然電位分布図

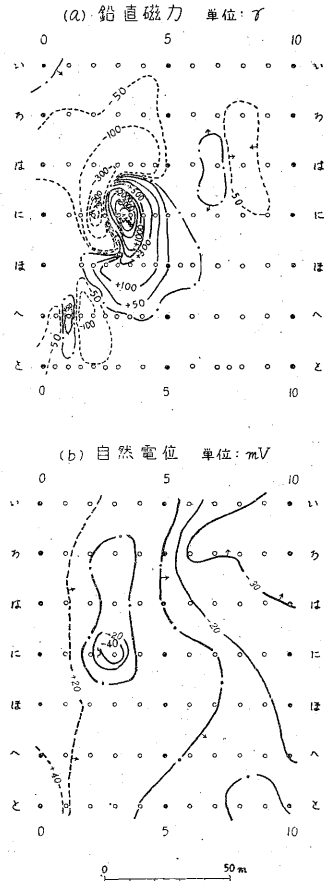
直磁力および自然電位分布を示す。調査結果およびそれに対する考察は次のとおりである。

4.3.1 本坑区域 (第9図)

a) 鉛直磁力

最も顕著な示徴は「に-2~4」付近の土約 850 γ であり、この付近から南北性の正異常が「ろ」線から「と」線にわたって認められる。この異常帯は本坑鉱床における鉱体の賦存範囲と密接な関連性を有するものと解され、「に-3」および「へ-4」を中心とするときに著しい異常は潜在露頭を示すものと考えられる。

ほかに「A-1~5」に $\pm 150\gamma$ 程度の異常部が連って認められ、また「ろ-4」付近には最大値 -500γ の負



第10図 新坑区域鉛直磁力および自然電位分布図

異常が認められるが、前者は上1坑、後者に上2坑のそれぞれ坑口付近にあたり、研、施設等による人為的な異常と思われる。

b) 自然電位

「い」線以南では、東高西低の地形と同じく区域の東半部が高電位、西半部が低電位を示す。この低電位帯の断面は No. 4 線を中心とする V 字型をなし、「ろ-4」および「へ-4」に $-120\sim-140\text{ mV}$ の負中心が認められる。

図における負電位帯は鉛直磁力異常の分布および坑内における鉱体の賦存状況に比較してかなり広いが、負中心の位置およびそれを 中心とする 南北性の 分布傾向から、鉱化作用に関連するものと解される。北部の「A, B」線では南部に比較して電位の変化が乏しく、坑内の状況と合致している。「A-1」に認められる局所的な低電位部は、前記のとおり、上1坑口付近の研山にあたる。

4.3.2 新坑区域 (第10図)

a) 鉛直磁力

「に-2~4」を中心として「ろ」線から「へ」線にわたる正負一對の顕著な示徴が認められ、本区域における鉾床の賦存範囲に対応するものと思われる。±約 5,000 γ を示す中心部「に-3」付近には露頭と推定される著しい焼けと旧坑がある。その他の異常として「は-7~8」および「へ-0~2」に小規模な示徴が認められる。前者は、現鉾床を胚胎する石灰岩層の下位に存在する別個の石灰岩層に属するが、この磁気異常から直ちに鉾化作用の存在を期待することは困難であり、また後者については異常がきわめて小さいことから探鉾上の考慮に値するものとは考えられない。

b) 自然電位

本坑区域の場合と異なって東方、すなわち地形の高所へ向かって自然電位が漸次降下しているが、このような一般的傾向の中にあっても「ろ~に」線の No. 3 を連ねる南北性の低電位帯が認められ、「に~3」に前項に記した推定露頭部にあたる。本坑区域に比較して鉾床上部における示徴の規模が鉛直磁力および自然電位のいずれも劣勢である点については、鉾床周辺の諸条件に格別の差異が認められないので、鉾床としてのまとまり、換言すれば鉾化作用の規模が本坑鉾床よりも劣ることが考えられる。

5. 結 論

(1) 真米・水引両鉾山の各鉾床は、いずれも小規模

な鉾体の集合からなっているため計画的な探鉾を困難とされていたが、本調査の結果、物理探鉾によって鉾床の水平的な賦存範囲をほぼ限定しうることが明らかとなり、今後の探鉾を計画的、かつ能率的ならしめる有力な方法として期待される。

(2) 金属鉾床の物理探鉾は多くの場合電気探鉾についてその適応性を論じられているが、本調査の場合、電気探鉾のみならず磁気探鉾がこの種の鉾床探査に重要な役割を演ずることが確認され、また放射能探鉾もさらに多くの資料を加えることによって坑内探鉾の能率化に寄与しうる可能性がある。したがって物理探鉾の適応性を単に鉾種、あるいは特定の方法についてのみ考えることは適当でなく、鉾床および周辺の状況に応じた多角的な検討が必要と思われる。

(昭和 33 年 5 月~6 月, 10 月調査)

文 献

- 1) 福島県：開発を待つ地下資源，1953
- 2) 奥海 靖・岡野武雄：未利用鉄資源第4輯，p. 318，日本鉄鋼連盟，1957
- 3) 奥海 靖・岡野武雄：未利用鉄資源，第5輯，p. 248，日本鉄鋼連盟，1958
- 4) 山脇友治郎：福島県南会津郡館岩村真米鉾山附近の地質および鉾床，東北大学論，1953