

台湾金瓜石金・銅鉱床の探査

坊城 俊厚 本間 一郎
大津 秀夫 東野 徳夫

1. はじめに

鉱床の規模の大きさ 硫砒銅鉱の産出などで古くから著名である金瓜石鉱山は 台湾の中国返還後も彼の地におけるほとんど唯一の金・銅鉱山としてその地歩を失っていない。しかし長年の稼行の結果 鉱源の枯渇などを招き 現在の出鉱はその最盛期(1939年前後)のほぼ1/3となり漸く老化の芽しが現われている。

中華民国經濟部 台湾国立大学地質系などによる戦後の新たな地質・鉱床学的調査や探鉱は1948年当時から活発となり その後米国の資金援助もあって当鉱山の探鉱・開発について強力なテコ入れが行なわれてきた。一方戦前長らく当鉱山の経営にあたってきた日本鉱業(株)は技術調査団を派遣し つい最近まで現場に密着した探鉱の協力・援助などを担当していた。これらの結果 鉱区東部における新鉱体の発見・開発など注目すべき成果が挙げられてきたが 漸進的な鉱況の衰退は挽回しかねる大勢であった模様である。

1965年 中華民国政府は当鉱山の一層の若返りを目途とし「金瓜石金・銅鉱調査計画」を新しく樹て 日中両国政府協議の上 コロンボプランに準ずる「その他アジア地域技術協力計画」のベースにのせて実施に移した。以下の説明は主としてこの技術協力事業の一部として1966年3月から7カ月の間 われわれおよび中国技術者等によって行なわれた探査の概要である。

なお この技術協力事業の他の一部は当鉱山の探鉱・選鉱・事務など操業全般にわたる企業診断的調査であるが これは日鉄コンサルタント(和田成人 石原弘明 伊東

俊夫 平山昭4氏)の担当のもとに われわれの探査に先行し実施され 企業合理化案がまとめられた。

2. 自然条件

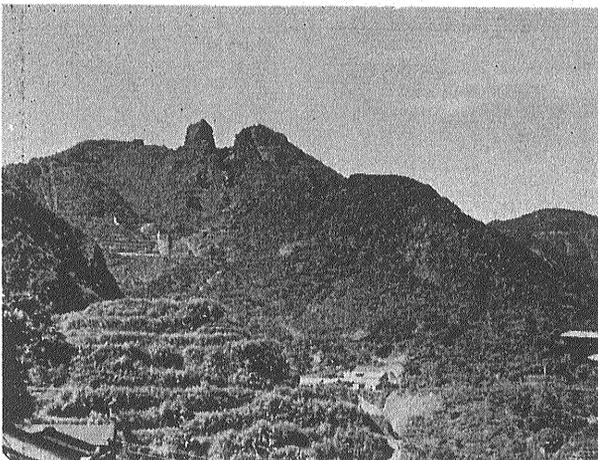
台北市の東約35kmにある当鉱山は 北に海を配する海拔500~600mの山間にあり その夜景の美しさは「小香港」とも賞されている。

この地域についての徳永重康 斉藤正次 渡辺万次郎など諸先輩の調査は古い時期のものとなってしまったが最近の黄春江 王源 顔滄波 陳倍源 坂崎英生 太田垣亨 凍武夫 何春藤 上島宏 北見伊などの方々のすぐれた業績とともに今回の仕事のよい道知ることとなった。

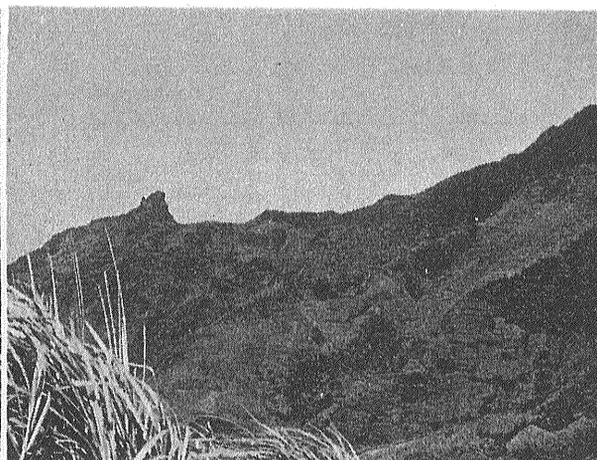
さらに 当鉱山の手により長年の間に蓄積された坑内資料も探査には欠くことのできない貴重なものであった。地質・鉱床に関する上記諸氏の記載や見解はそれぞれに独自のものをもっているが いくつかの問題(たとえば金の富化作用の機構 褐鉄鉱の起源)を除いて 差程大きなへだたりはみられないように思われる。

ここでは地質・鉱床を詳しく説明する余裕がないのでそれは上記諸氏の文献にゆずるとし 以下に今回必要限度内においてこの鉱山近傍の地質などの特性ともいべき諸点を要約してみよう。(第2図など参照)

- ・中新統の堆積岩類が広く分布し 石英安山岩類が数ヶ所でこれに貫入する。 鉱山付近では中新統より古い いわゆる基盤岩類についての情報は不明である。



鉱山のその名の起り そそりたつ“金瓜”の珪化露頭 往時の露天掘でだいぶ高さを削られたというが……



電探・化探のA測線 尾根を切り谷を横切って 主要な鉱床群上部を串刺りする 霧がかればその行衛はわからない

・顕著な構造は NE-SW 方向の褶曲および断層であり地層分布の大局はこれに支配される。造構運動の時期は Plio-Pliocene とされ より後期の N-S E-W 方向の断層が主要構造を修飾する。

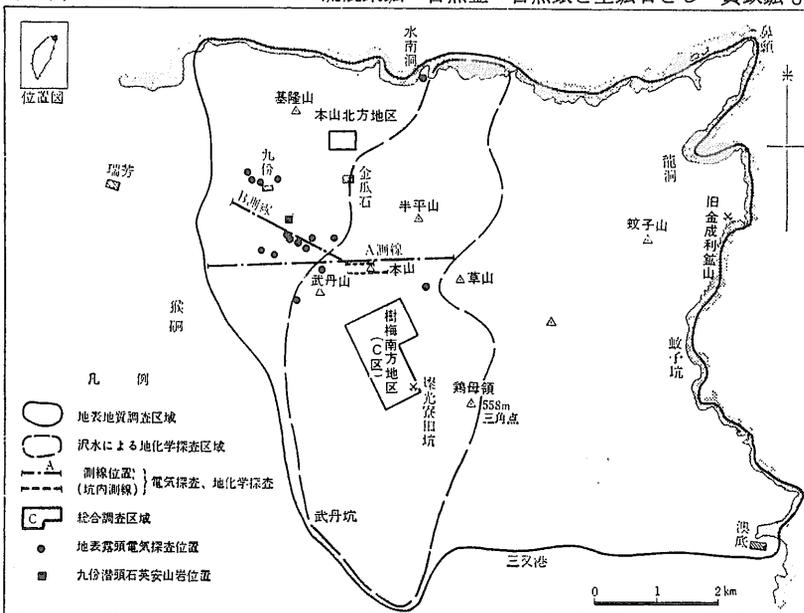
・鉱床の多くは N-S 性断層に胚胎する浅熱水性の割れ目充填鉱床で 形態は鉱脈・塊状(鉱筒状)・層状を示し 当鉱床で名付けられている鉱体のみで30余りに達する。

これらの中 ^{ほんざん}本山脈は走向に約2000m 傾斜方向に750mにおよぶ「チャンピオン・ペイン」で 多くの平行支脈をともなる(第3図)。

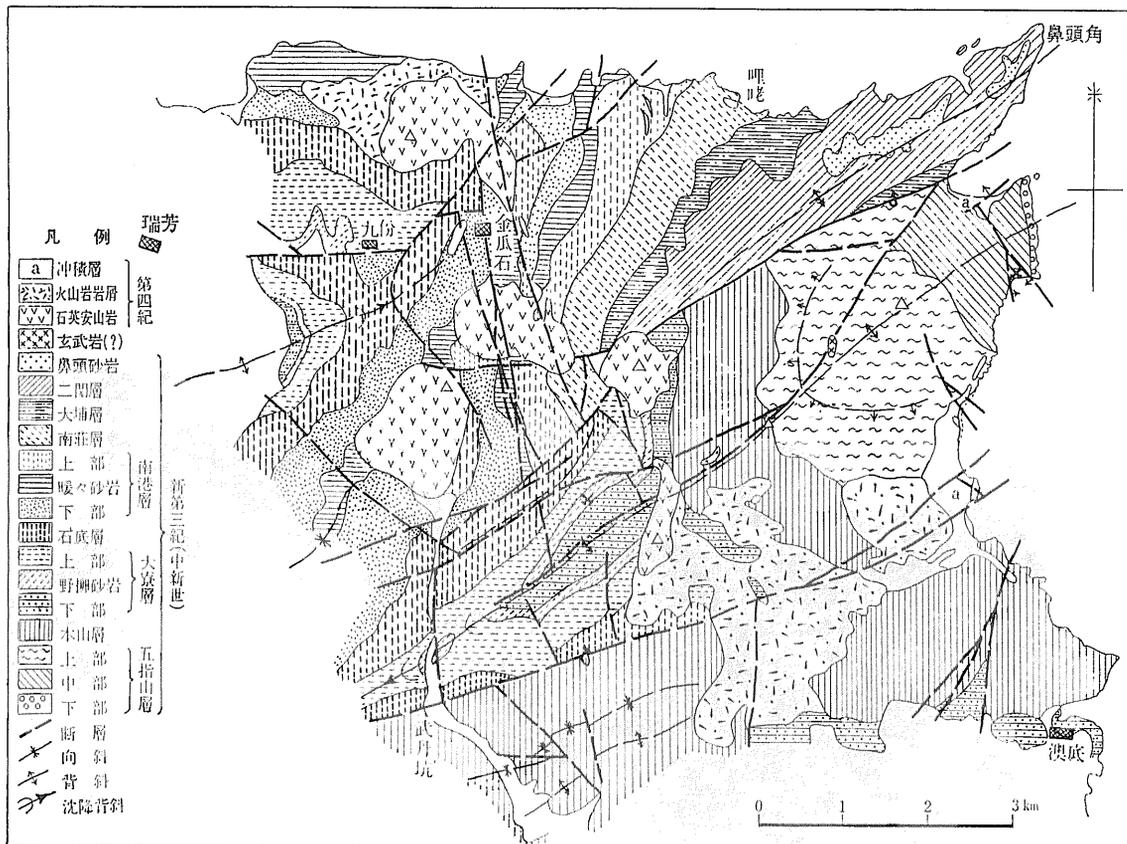
・鉱床賦存の場としては断層はもちろん 裂か 層理面 節理 石英安山岩体周縁部などが挙げられ また鉱床の富化には断層面傾斜の変

換部 母岩の特定層準(たとえば石灰質砂岩層)などが密接に関連する。しかし鉱床の伸長方向は N-S 性であることが通例である(第4図)。

・硫砒銅鉱 自然金 自然銀を主鉱石とし 黄鉄鉱も



第1図 位置および探査区



第2図 地質図

多産する。脈石は石英（比較的少量） 褐鉄鉱 重晶石 カオリナイト 明ばん石が主である。本山脈におけるように鉱床の上部に金 下部に銅が濃集するなどの鉱石の帯状分布がみとめられる。

- ・母岩は石英安山岩および第三紀の砂岩 泥岩などで 鉱床近辺の母岩は珪化 粘土化 緑泥化などの変質をうける。これら変質帯は累帯配列を示す。
- ・金瓜石鉱山西方には金・方解石脈を主とする瑞芳鉱山（台陽鉱業股份有限公司所有） 西南方には金・黄鉄鉱・石英脈の瑞三鉱山がある（第3図）。

3. 今回の探査概要

中国政府の要望は次のようなものであった。

- ▲既知鉱床延長部の追跡
- ▲地質・構造上の類似性にもとづく処女区域の新鉱床探査
- ▲地質調査以外の新技術による探査と技術の紹介

いずれもかなりの難問であるが 関係者協議の上 金瓜石鉱山を中心とするやや広範な地域を選び そこにまず ①地質 鉱床（変質帯）の状況がよく判っている地区に対する物理探査と地化学探査（既知

地区の探査)

これと併行的に

- ②金瓜石鉱山を中心とする広範囲の地表地質調査と沢水による地化学探査（広域概査）

最終に

- ③前記の① ②の結果による有望地区の総合的調査（総合調査）

を逐次実施した(第1図 第1表参照)。

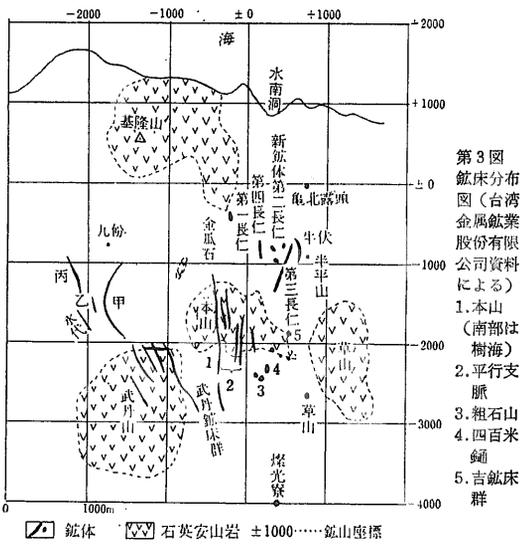
① 既知地区の探査

地域の地質・鉱床に対してはいかなる方法による物理探査 地化学探査が効果的であるか 鉱床・変質帯などどのような情報を示すかなどを予備・実験的に検討し この結果を未知・未開発の鉱床探査におよぼす目的であった。本山石英安山岩を横断する4kmのA測線 九份の潜頭石英安山岩の直上を横ぎる2kmのB測線を作りさらに一部の立入坑道を利用し所要の探査を行なった。これらの成果は後記(4.5)するが 電気探査における深部直流法など あるいは銅 砒素を指示元素とした地化学探査の結果は鉱床 変質帯などとの対応性が強く一応満足すべき状況であった。しかしB測線による潜頭石英安山岩体の電気探査の試みは 後記のように問題を後に残した。

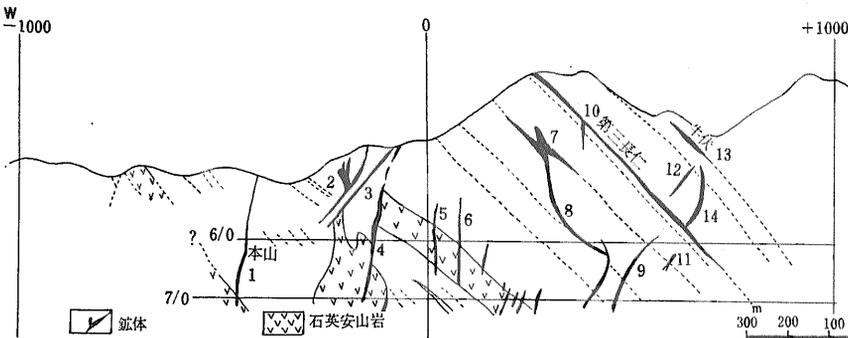
② 広域概査

台湾省地質調査所の協力によって調製された1/10000縮尺の地形図をもとに約60km²の地域の概査を行なった。地質調査の結果は第2図などとして示すが 地域内の層序の再検討 構造の解明とともに珪化帯など変質帯 石英安山岩体などの探査・発見に重点がおかれた。層序については従来の二層層の上位に「鼻頭砂岩」を区分した。この「砂岩」は鼻頭向斜軸部に局部的にみられ 上限は不明で層厚も薄いが 基底部に断続する粗悪炭をはさみ 全体明色の中～粗粒の砂岩からなる。暗色で海棲貝化石類を多産する二層層とは層相上明らかな差異があるので分離して扱ったが「層」として独立させるには問題があるかも知れない。しかし第2図のとおりその図示表現(mappability)は十分である。

構造はNE~SW性の主要構造を 猴洞背斜区 鼻頭向斜区 鷄母嶺背斜区 三叉港褶曲区の4に区分した。



第3図 鉱床分布図 (台湾金属鉱業股份有限公司資料による)
 1.本山 (南部は樹海)
 2.平行支脈
 3.粗石山
 4.四百米鍾
 5.吉鉱床群



第4図 座標 -800 東西断面図

現在の金瓜石 瑞芳 武丹山の各鉱床群はいずれも猴洞背斜区に賦存するが その南限は 大きくみて撈洞断層 (Thrust?) 付近とみるのが妥当のようである。撈洞断層は猴洞背斜区と鼻頭向斜区の両者を鷄母嶺背斜から区別するもので 正確には幅をもった断層帯とみることができる。この断層帯に沿う地質構造はきわめて複雑で すでに北見伊氏の指適するように一部では地層の逆転が考えられるが この断層帯中にも2~3の小規模な珪化 鉱染帯が認められた。これらは草山南西部の草山鉱床 (現在休止) の存在とともに注目すべきものである。

撈洞断層以南に展開する鷄母嶺 背斜区には龍洞南方の金成利鉱山と鷄母嶺西方の燦光寮の2旧坑がある。

従来この両者についての記載が全くなかったので 今回一部の坑内調査も行なってその概要を明らかにした。

沢水による地化学探査では半平山の沢(哩嗶溪) 武丹坑溪上流部の一部で異常地点が検出されたが それらは後の章でふれる。

③ 総合調査

前記① ②の結果の外に電気探査などの作業条件の難易などを考慮し 当鉱山の「チャンピオン・ペイン」である本山脈の北方および南方への延長部に対する錐先き探鉱を地質 物理探査 地化学探査の協同のもとに実施した(第1図CおよびD区)。

地質調査は物理探査のために設定した測線を利用し 1/2000縮尺によりデータを総括した。樹海南部(C区)は西から石底 南港 南莊の諸層が東へ単斜し 南港層暖々砂岩の層準に当る樹梅の強珪化露頭が南部へ伸長する。

珪化帯は金瓜石五坑裏坑南のポンプ小屋付近にまで延びて一部は武丹坑溪をわたって撈洞断層帯にあることは前述した。撈洞断層帯以南には石底およびその下位の大寮層が鷄母嶺背斜

の北翼の一部としてNE-SWの方向をとり 撈洞断層以北のN-S性の方向とは対底的である。

C区の南端に前記の燦光寮鉱床(斎藤正次氏によって記載されたものとは別のものらしい)があるが これは戦前金を稼行したといわれる。現在入坑可能な2坑についての調査では 鉱床はE-W性の走向 南傾斜45~60度の平行鉱脈群で 幅0.5~1.5mの採掘跡がみられた。母岩は局部的に弱い珪化があり 硫化物の鉱染もきわめて微弱である。母岩は Ditrupa および貝化石を多産する塊状の砂岩層その他で これらは大寮層中部の野柳砂岩およびこれの直下の層準のものである。

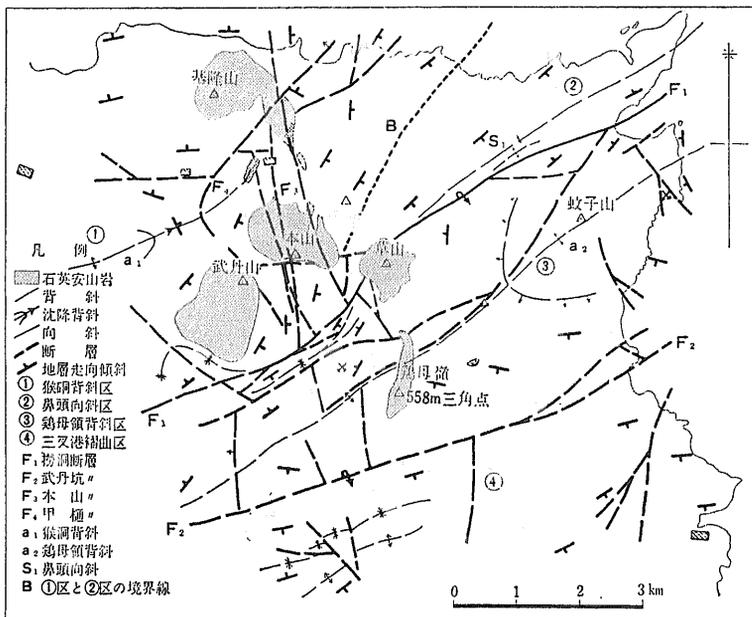
一方本山脈の北方(D区)は主として石底層の砂岩泥岩が N-S 走向で東に傾斜し 地区東半は基隆山石英安山岩体からつづく「サイレン山」石英安山岩の占めるところとなる。この区は金瓜石の市街地の一部でありさらに珪化転石の密集層が厚く詳細な地質は把握しがたいが 一部には地山とみられる強珪化砂岩があつて本山脈の北方への伸びが推定される。

4. 電気探査

金瓜石鉱山においては 今回われわれの調査以前に経済部鉱産測勘団において 前後2回にわたる電気探査が実施されていた。その結果2 3の興味ある異常も発見されているが未だ試験的段階であつた。従つて今回の電気探査においては 日本において鉱床探査に利用されている浅部探査技術を十分に使うて鉱床探査を行なうと共に 深部探査技術を紹介導入してその技術的水準の向上をはかった。

第1表 探査総括表

調査法	作業量	備考
地質調査 坑内調査	約50km ²	
比抵抗法 自然電位法	測線総延長21.8km 測点数1600	一部坑内電気探査 露頭電気探査
電気探査	沢水にすする深さ 土壌 岩石	49地点 分析試料約200kg 450
地形調査	Terrace 標尺 地形図	約50km ²
測線調査	電探・化探 測線・測点	台湾省地質調査所担当 台湾全国鉱業公司担当



第5図 地質構造概念図

今回の探査は 現在日本で行なわれているこの種の調査においても大規模な調査に属する。すなわち測線延長 21.8km 総測点1600点におよぶ。

① 調査計画

まず調査地域を大きく分けて次の2つに分類する

(1)金瓜石本山鉱床および九份鉱床一帯で 坑道が縦横に通じ その地質構造および鉱床分布状態が多くの人たちによって研究され 多くの既往の資料を有している区域 (前記3の①)

(2)現在稼行されている区域の周辺地域は既知鉱床の露頭延長部にあたり 地質鉱床の状況未だ明らかでない区域 (前記3の② ③)

(1)に対して行なった電気探査を既知区域に対する電気探査 (2)に対して行なった電気探査を未知区域に対する電気探査と呼称する。

今回の調査においては 既知鉱床地帯において電気探査を実施し その結果をもって周辺の未知鉱床地域の探鉱を行ない鉱床賦存の可能性を追求しようとする意図した。

すなわち既知区域に対しては 地下浅部 中間帯 深部探査等3種類の調査を実施して 既知鉱床に対する電気探査の適応性を検討すると共に 深部探査を通じて新技術の導入をはかり 技術者の訓練育成に努めた。

未知区域に対しては 鉱床探査という事を重点的に考え 既知鉱床露頭部を含んだ調査区域を選定して露頭延長部方向の鉱床存在の可能性についての吟味を行なった。

調査にあたっては既知区域内に2ヵ所 A測線・B測線未知区域内に2ヵ所C区 D区なる調査地を設定した。(第1図) これらの区域の調査目的を下に列挙する。

- 既知地域 { A測線; (a)電気探査の既知鉱床に対する適応性 (b)新技術の紹介指導
- B測線; 潜頭石英安山岩の形状および賦存状態の究明

- 未知地域 { C区; 既知鉱床の鍾先探査
- D区; 既知鉱床の鍾先探査

その外実際電気探査において野外より得られる多量のデータを解釈する基礎的資料を収集するために

- (1)坑道内における電気探査
 - (2)地表における各種露頭電気探査
- 等を実施した。

② 調査区域および方法 (第1図など参照)

A測線: 本測線は金瓜石本山鉱床露頭南方を通る東西線 4km 九份鉱山小粗坑南より小金瓜南方大粗坑・金瓜石本山鉱床群 半平山を通過して草山北麓に至る線で その間ほぼ大粗坑部落より半平山東部の沢に至る2350mの測定を10m毎に実施

B測線: 小粗坑北方の大断崖より小金瓜の北麓を通過して金瓜石-草山道路に至る2kmの測線

C区: 樹梅鉱床南部を区域の最北端とし 最南端に燧光寮鉱床を含む南北1500m東西約1000mの区域

D区: 本山鉱床の北部延長部に設けたもので 東西400m 南北300mの区域である。

今回実施した調査方法は 次のとおりである。

- 地表露頭電気探査 比抵抗法垂直探査四極法
- 坑道内電気探査 比抵抗法水平探査二極法 a=5.10.20m
- A測線…… { 比抵抗法垂直探査シュランベルジア法
水平探査二極法 a=10.20.40.80m
水平探査シュランベルジア法
 $\frac{AB}{2}=150m \quad \frac{MN}{2}=2.5m$
水平探査シュランベルジア法
 $\frac{AB}{2}=400m \quad \frac{MN}{2}=10m$
- B測線……比抵抗法垂直探査 シュランベルジア法
- C区……比抵抗法水平探査二極法 a=10.20.40.80m
- D区……比抵抗法水平探査二極法 a=10.20.40.80m
自然電位法



地化探現場 —PH測定— 器具をのぞくは戴国邦技師 胸前は充分



電探A測線の観測を現地視察中の日本大使館濃野書記官(左)と李瑞庭氏(左から4人目)ご苦労様!

③ 測定結果について

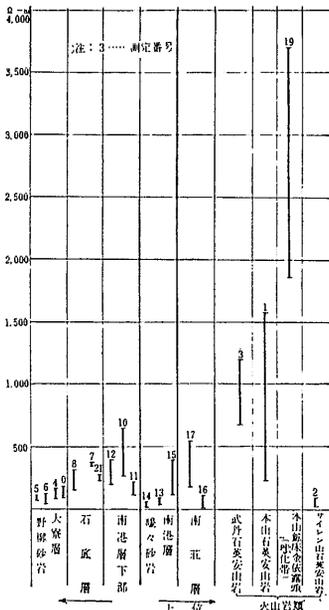
以下にのべる地表露頭電気探査とは 調査地近傍に分布する代表的な地層・岩石上において電気探査を実施し各地層・岩石の層比抵抗を決定しようとするものであり坑道内電気探査とは 坑道内において坑壁に見られる地層および鉱床を横断して そこに分布する地層の比抵抗値および鉱床生成に伴う変質帯(たとえば珪化・粘土化等)の比抵抗値を知ろうとするものである。

(1) 地表露頭電気探査

測定を実施した測点の位置は第1図に示した。四極法により a=20mまで垂直探査を実施した。これらの測定より VES 曲線を作成し 地下非常に浅い部分は長年月にわたる岩石の風化あるいは含水分の影響を受けているので除き それ以深の曲線の比抵抗値の最大値・最小値を両端とする線分をもってその層の比抵抗値を表わしているとした。

これらの各層と比抵抗との関係を第6図として表わした。この図は横軸に各地層・岩石の状態をとり 縦軸に各層岩石のもつ比抵抗値をとった。この図より 次のようなことがわかる。

- 石英安山岩類は堆積岩類よりも幾分高比抵抗値を示している
- 本山露頭における石英安山岩の珪化帯は 他に比較して著しい高比抵抗値を示す
- 堆積岩類はいずれも 600Ω-m 以下の値を示し 上位層準の堆積岩類が下位層準の堆積岩類より高比抵抗値を有する
- 大寮層・石底層は最低の比抵抗値 200Ω-m 以下を示し その層比抵抗もほぼ一定の値をもつようになる



第6図 金瓜石地表露頭電気探査比抵抗岩層比較図

(2) 坑道内電気探査

坑道内電気探査については金瓜石五坑本路の東西立入れ2本について実施した。そのうちの金瓜石五坑四百米鍾立入坑道の場合を説明する。同立入れは 東西方向に約 430m の延長をもち この間 5m 毎に測定を行なった。坑道内における母岩はすべて石英安山岩でありその中を 本山脈およびこれとほぼ平行に零号脈・一号脈・三号脈・四号脈・四百米鍾の6本の鉱脈が南北に走っている。その結果を第7図として示す。

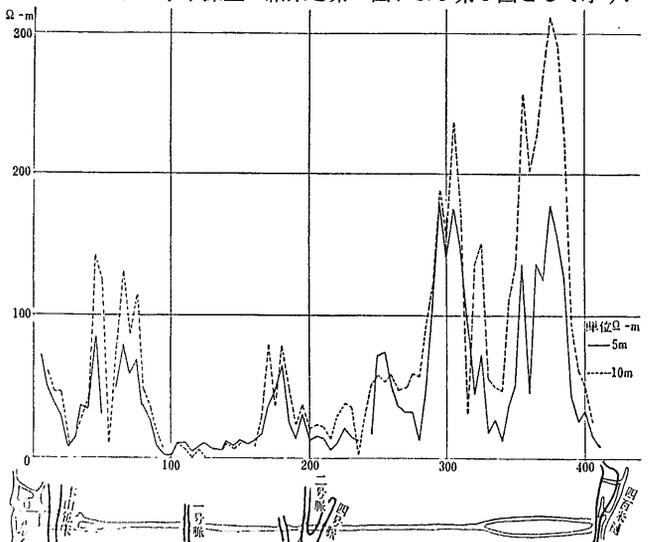
これらの比抵抗曲線を見ると 鉱床との間にある一定の関連が認められる。

- 本山脈零号脈~四百米鍾に至る各鉱体上において いずれも 10~20Ω-m の低比抵抗値を示している
- 何れの鉱体においてもその西側に 80~100Ω-m 以上の顕著な高比抵抗部を伴っている これは珪化帯である事が推定される
- 四百米鍾の西側に分布する高比抵抗部は約 140m にわたって分布する広範な珪化帯と推定される

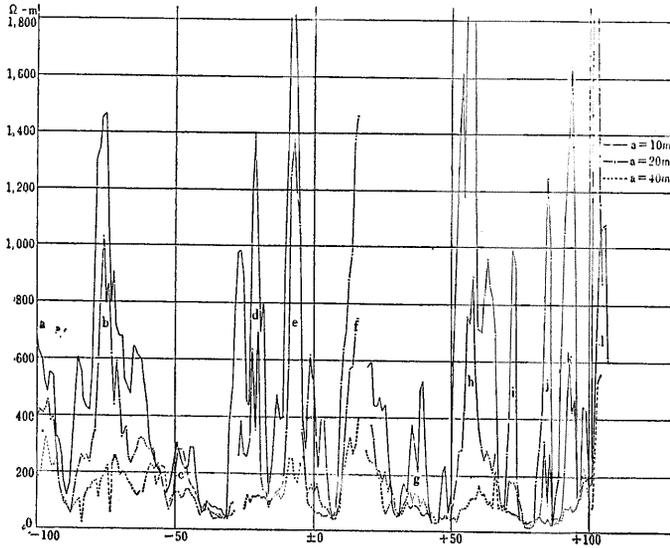
(3) A 測線

本測線は九份地区および金瓜石地区にまたがる地域内の主要な既知鉱脈の上部を通っている。西より台陽鉱業九份鉱床の主脈である甲鍾をはじめ金西・本山脈・それに平行する零号脈・一号脈・三号脈・五号脈・さらに四百米鍾の上部を通して五百米鍾・吉鉱床群のわずか北方を走っている。すなわち 本測線は本地域主要既知鉱床群に対する電気探査の適応性を検討し 未知鉱床地域を探索する場合の方針確立には好個のものである。

電気探査は 浅部探査と深部探査の2種類の方法により 主として水平探査法により適応性を検討した。これら水平探査の結果を第8図および第9図として示す。



第7図 金瓜石五坑四百米鍾(1860)比抵抗曲線図(平均三極法)水平探査 a=5m・10m



第8図 金瓜石A曲線比抵抗曲線図(平均三極法) 水平探査 a=10, 20, 40m

さてこれらの結果を平均三極法による比抵抗曲線を主体とし これに深部探査の比抵抗曲線シュランベルジア法を参照しながら考察する

ここに高比抵抗値を示して異常と考えられる地点を西側より a b …… k l の12点とした。

これらのうち浅部・深部ともに異常として認められるものを拾って これら異常帯と鉱床を順次対比させて行く。 a b c の異常帯は 九份鉱床地帯にあり 甲錫・乙錫・丙錫等多くの鉱床(特に甲錫は珪化の度合は著しい)による異常と考えられる。

d は本山石英安山岩と第三紀堆積岩との接触部に胚胎した金西錫に伴う珪化帯を示している。 g h i については これらの地帯は本山脈の東部地域にあたり 本山脈の平行支脈が南北に走っている。 これらの事より g

は三号・四号脈 h は四百米鍾 i w は五百米鍾に各々対応すると推定される。

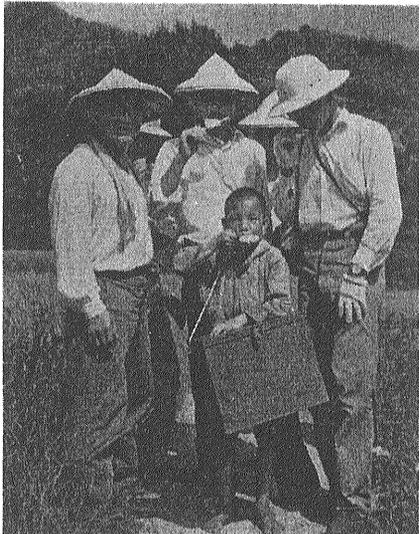
j k l の異常については 測点「+94」(測線原点から東を+とし10m単位で表示) 付近を半平山の尾根が通り その両側はかなり急傾斜をなし また測点「+97」は 西側の本山石英山岩と東側の南荘層との接触部にあっている。 またこの地域南方には最近盛んに開発の行なはれている吉鉱床群があり 現在最も多く鉱石を産出している。 こういう状態より見て これらの異常はおそらく吉鉱床群によるものと思はれる。 この外 e・f の異常については 浅部のみ認められ深部においては認められない。

e は金瓜石鉱山の主脈である本山脈の西側の部分にあっている。 現在までのところ鉱床の存在は知られていない。 f については 浅部における高比抵抗値は本山鉱体に伴う珪化帯を示しているが 深部においては鉱床は採掘し尽くされているので低比抵抗帯を示すものようである。

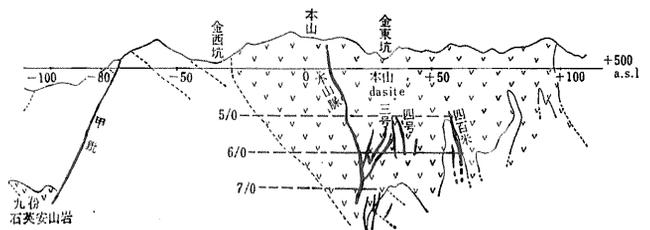
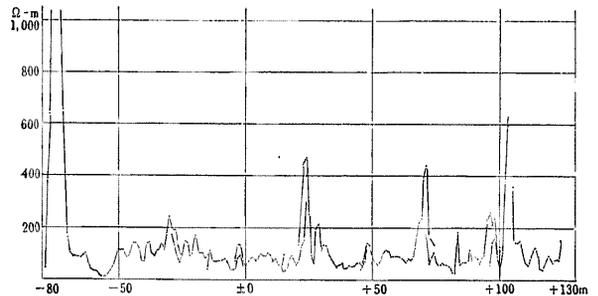
以上A測線における各異常帯に対して概略の考察を行なったが その結果既知鉱床と電気探査の異常はきわめてよく一致している。

(4) B 測線

B測線については潜頭石英安山岩に対する試みを実施した。 九份地域および金瓜石地域の金銅鉱床が石英安山岩と密接な関係をもつことについては すでに認められており 従って潜頭石英安山岩の調査は今後の探鉱にとって非常に重要であるが この地域においては地質構造 地形の影響 電車電流等多くの困難な問題があり 今回の結果を参考にして今後大いに研究すべき課題である。



地化探査はアイスキャンデーも探査する 連日 37°C 以上水筒はカラ 山奥の民家を売り歩く キャンデー売りの少年に会うとホットする



第9図 金瓜石A測線比抵抗曲線図

(シュランベルジア法) 水平探査 $\frac{AB}{2} = 400m$ $\frac{MN}{2} = 10m$

(5) C 区 (樹梅南部)

その結果を第10図として示した。この図を見ると大略Q線を境として Q線の北部区域と南部区域とでは等比抵抗線の流線の方向が違っている。北部区域においては等比抵抗線は南北の方向性をもっているが、南部区域においては等比抵抗線はいずれも東西の方向性をもっている。これはおそらくQ線付近を境として地質構造が相違しているためと推定される。

事実地質調査の結果 この付近に分布する堆積岩の走向傾斜は 北部地区では走向は N-S 方向で東に傾斜約 30° を呈し 南部地区では走向 E-W 方向で傾斜は北または南に約 40° を示し P 測線と Q 測線との間付近を撈洞断層が東西に走ることが推定される(3の③参照)。

本地域をQ測線を境として 北部区域と南部区域とに分けて説明する。

北部区域

異常 a (第10図) については著しい高比抵抗を有しその南北方向の延長はC測線より約500m 最大幅40mにわたって逆「く」の字型に分布する。この異常帯は本山脈延長部の珪化帯によると推定される。また地表状況はE測線までは珪化転石の密集地帯である。

bについては 樹梅鉱床西側の平行支脈の延長部にあたりと推定され 現在は開発されていない部分である。この異常は先端で2方向に分かれ 東側の高比抵抗帯は地表に珪化転石の密集地帯がみられる。c・f・g・hについては 粗石山鉱床の珪化帯の延長部にあたりが珪化転石の影響も考慮し慎重な検討が必要である。

j・o・pこれらの異常はいずれも小規模でかつ500Ω-m程度の局所的な異常を示し 電極間隔を増大すると異常は消失する。この地帯は金脈石水源地のポンプ小屋付近で 異常を示した地点はいずれも小さな珪化露頭が見られる。

一方この付近は地化学探査においては C区最大の異常を示している点を考慮すると 興味ある地帯である。

南部区域

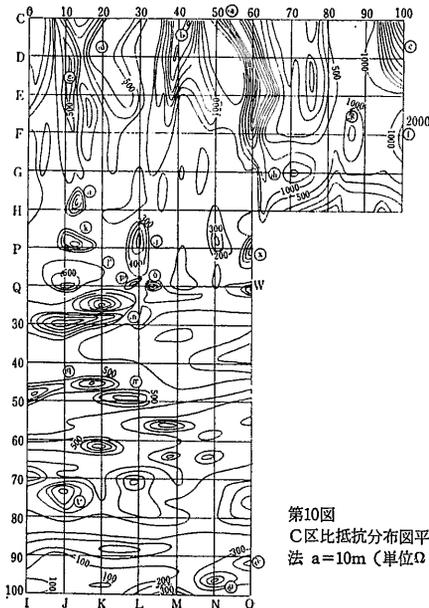
南部区域は北部区域に比較すると低比抵抗地帯が分布するが おもなる高比抵抗部を拾って見るとm・n・q・r・u等である。m・n・q・rについては m・nとq・rとはいずれも一対の組をなしてほぼ東西の方向性をもって分布しているのが特徴的である。

これらはいずれも地表には石底層の分布地であり 地表には顕著な珪化帯などはみとめられない。従ってこれらの異常を検討するにあたっては 石底層にしばしば夾在する石英質の粗しょうの「白砂岩」など岩質による影響も考慮されるわけである。異常が対をなして分布するのは地形による原因がおもなるものと考えている。

uについては本区南端に位置する燦光寮鉱床付近の弱珪化帯による公算が強い。

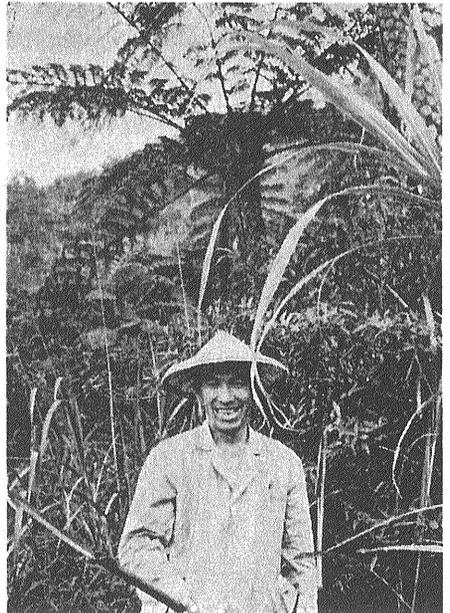
(6) D 区 (本山北部地区)

本山脈の北方への延長部にあたるこの地区では 探査の結果3条の異常帯を見出した。しかしこれらの解釈にあたっては基礎的地質状況の詳細が明らかでなく また前記のように珪化転石の分布も必ずしも克明になって



第10図
C区比抵抗分布図平均三極法 a=10m (単位Ω・m)

ヤブを払い 毒蛇を切り?
地質調査に活躍の大津技官
身に付いたイデタチ



おらず 種々困難な面が多い。今後資料の集積をまって再度解析などを行なう必要がある。

以上電気探査の立場から主として成果をとりまとめると次のことがいえる。

- (1) A測線の半平山尾根以東の地区は浅部 深部探査ともに異常がみとめられ 吉鉱床群の北方にあたって地表に珪化帯鉱染部もみられるので注目すべきである
- (2) C区では 樹梅鉱床の西盤側の珪化帯によるとみられる異常並びに金瓜石水源ポンプ小屋付近の異常につき一層の精査を要する
- (3) CおよびD区とも今後 深部探査法による精査が望ましい

5. 地 化 学 探 査

地化学探査班は 中国政府要請の趣旨(前記3)に添って 下記の内容について調査を実施した。

- ① 金瓜石鉱山周辺地域における沢水による地化学探査
- ② 金瓜石鉱山における岩石 土壤による地化学探査に適する指示元素の検討
- ③ 既知鉱床鍾先延長部地域における土壤による地化学探査

などである。なお 当金瓜石鉱床においては 過去数例の地化学探査が実施されている。すなわち

- (1) 1957年3月～5月にかけて ROSENBLUM によって 本山露頭周辺上部の土壤を対象とした地化学探査(指示元素は銅)
- (2) 1957年6月～12月には 大田垣氏らによって草山と粗石山周辺の沢水を対象とした地化学探査(指示元素は亜鉛)
- (3) 1958年8月～9月には經濟部鉱産測勘団と台湾金属鉱業公司によって 半平山地域における電気探査の測線を利用した土壤による地化学探査の試験(指示元素は銅)
- (4) 1959年9月～1961年6月には台湾金属鉱業公司によって 坑内岩石による地化学探査(指示元素は銅)などの実施報告がある

しかしながら これらの実施例は小規模に行ない 主として適応性の検討のみに終わっていたようである。以下に今回の調査結果の概要を述べよう。

① 金瓜石鉱山周辺地域における沢水による地化学探査について

通常沢水による地化学探査は地質鉱床調査の初期の段階で 広い地域の概査として行ない おおよその鉱化帯の範囲を推定することに重点がおかれる。今回の調査は金瓜石の外圍地区を主体に鉱化帯の範囲を推定する目的で行なった。調査地域は第1図に示す。採取した試料は小沢が47本 湧水が1点の計48個である。

指示成分としては pH Zn SO₄ を用いた。分析の結果 異常地域と思われる地域は2つ認められ 1つはA測線の+85周辺(測線座標3の③など参照) 1つは 樹梅鉱床の南部地域である。前者は 本山石英安山岩地域を流下する小沢であるが 流域には鉱化作用による粘土化と思われる変質帯が認められる。後者の異常帯地域には 珪化した砂岩が流域に分布し 一部には微弱ではあるが鉱化を受けた転石などが認められ それらの風化 溶出による異常と考えられる。とくに後者の異常は 本山 樹梅鉱床の南部延長方向にあるので 鍾先の探査という面で総合的な精査を行なう必要がありう。

② 金瓜石鉱山における地化学探査(岩石・土壤対象)に適する指示元素の検討

既知鉱床周辺の探査に 岩石 土壤による地化学探査を行なうに際しては まず使用する指示元素を選定する必要がある。そのためには 第1段階として鉱体成分の1次分散が行なわれている既知鉱床の坑内岩石について 鉱化作用を指示しそうな元素分布を明らかにし 鉱体との関連性を把握する。第2段階としては 鉱体成分の2次分散が行なわれている既知鉱床上部の土壤につき 第1段階で検討して得られた結果をもとにして 土壤中の元素の分布と鉱床との関連性を把握する。このように2段階のデータを検討した上で 既知鉱床鍾先延長地域の地化学探査を実施するのが望ましいと考えた。

上記観点から岩石については 五坑本路 -1860(鉱山位置座標)東立入と -2180東立入の2坑道 既知鉱床上部の土壤については A測線とB測線の2測線について検討を試みた。

(1) 坑内岩石についての指示元素の検討

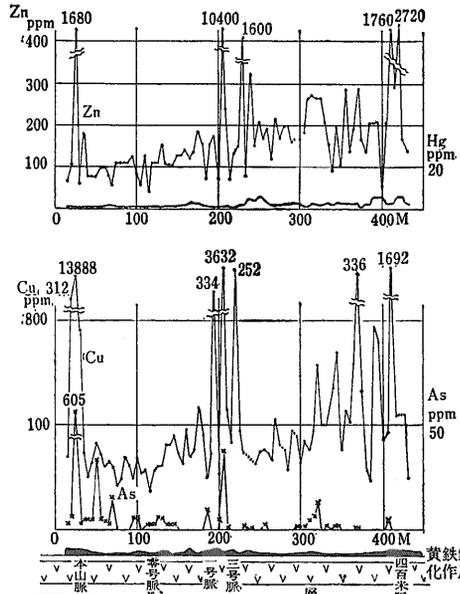
金瓜石の鉱床は石英安山岩を母岩とする場合 新第三紀の堆積岩を母岩とする場合 および 石英安山岩と堆積岩の接触部に胚胎する場合がある。今回取り扱ったのは前者の場合についてである。五坑本路-1860東立入の坑道は石英安山岩中のものであり -2180東立入りは主として堆積岩中の坑道で部分的に石英安山岩がみられる。両坑道とも数本の鉱体を切っており 鉱体と母岩中の元素の関連性を検討するには適当な坑道である。試料は5m間隔で採取し 乾燥後 クラッシャーおよび特殊鋼乳鉢で28メッシュ以下にしたのち メノウ乳鉢で100メッシュ以下としたものを分析試料とした。検討した元素は金瓜石の鉱石から判断して 銅・亜鉛・水銀・砒素の4元素とした。各元素による結果は 両坑道ともほぼ同様の結果を示している ので ここでは五坑-1860の結果を例として述べる。結果は第11図に示す。

銅について…銅含有量は 大部分が 50ppm 以上の値であるが 鉍体に接近するにしたがって増加の傾向がみられ 高含有量値を示す地点は鉍体と対応している。すなわち No. 20 周辺は本山鉍体 No. 195~225 は 1, 3号脈 No. 310~320 は層状脈の北部延長部 No. 400 にみられる異常は 400m 鉍体などである。また銅量の増加は黄鉄鉱化にも関連を有し 試料中の黄鉄鉍の量を肉眼観察によって少一中一多と分類し 銅含有量との関係をもとと中→多の試料は概して銅含有量が高い傾向にある。なお銅含有量のバックグラウンドは 石英安山岩と堆積岩では明らかな差異が認められ 坑内試料については前者が 60~70ppm に対して後者は 20~30ppm 程度である。また 坑外の試料として金瓜石周辺で採取したものについての結果は第 2 表に示す。

亜鉛について…亜鉛の含有量は銅の場合のようにとくに岩質による差異は認められず 大部分が 100ppm 以上の値を示しているが 鉍体の周辺で高含有量値になることは銅と同様である。五坑本路-1860での高含有量値と鉍体との関係は 次のとおりである。

すなわち No. 15~40は本山脈 No. 195~240は 1号~3号脈 No. 310~370は層状脈北部延長部 No. 405~425は四百米鑛にそれぞれ対応している。

水銀について…水銀の含有量は若干の変化がみられるが 必ずしも鉍体の位置とは対応せず 鉍体から少し離れた上・下盤に濃縮している傾向を示し 銅 亜鉛あるいは後述の砒素のように鉍体との対応性は不明瞭である。しかしながら金瓜石鉍床群の中には自然水銀・



第11図
金瓜石五坑本路-1860東立入地化学探査図

辰砂の産出もみられる地域があるので 今後検討を要する問題である。

砒素について…砒素の含有量は鉍体に接近するにしがたい増加の傾向を示し 鉍体から離れたと 0 ppm になる。五坑本路-1860の異常点と鉍体との関係をもとに No. 15~50は本山脈 No. 185~205 は 1号および 3号脈 No. 310~320 は層状脈の北部延長部 No. 405~415 は四百米鑛に対応している。

以上の結果から一次分散を主とする岩石については銅 亜鉛 砒素の含有量と鉍体との関連性が得られ 地化学探査の指示元素となり得ることが判明した。

(2) 既知鉍床上部における土壤中の指示元素の検討

2・(1)で一次分散を主体とする岩石については銅 亜鉛 砒素の含有量と鉍体との関連性が得られ 指示元素として有効なことが明らかになった。ここで得られた資料をもとにして 既知鉍床上部の 2次分散を主体とする土壤について検討を行なった。測線としては 物理探査と同様に AB の測線を用いた。

測点間隔は 10m とし 試料は土壤区分の B 層に相当する部分で採取した。指示元素としては岩石の結果より銅 亜鉛 砒素の 3 元素を取り上げた。その結果の 1 例として A 測線の結果を第 12 図に示す。

銅について…銅の含有量は 石英安山岩と堆積岩地域に明瞭な差異があり 銅含有量の頻度分布上から 10~20ppm にピークを有する地域は堆積岩にあり 41~

石英安山岩			砂岩・泥岩		
試料番号	岩体名	銅 ppm	試料番号	地層名	銅 ppm
No. 25	武丹山 I	63	No. 0	大 塚	9
26	" II	61	4	" 微細粒砂岩→泥岩	31
27	" III	40	5	" 微細粒砂岩	11
28	草山 I (転石)	45	6	" 泥岩	31
29	" II ()	25	7	石 底	3
30	蓋隆山 (長仁堀) I	47	8	" 微細粒砂岩 泥岩の夾みあり	14
31	" () II	84	10	南 港	6
32	" () III	43	11	" 泥岩	16
33	" (山頂) IV	42	12	" "	24
34	" () V	46	15	" 微細粒砂岩→泥岩	20
35	" () VI	44	17	南 庄 微細粒砂岩 泥岩の夾みあり	13
36	" () VII	49	21	石 底	7
37	サイレン山 I	46			
38	" (長仁堀) II	47			
39	" () III	34			
40	本 山	I			
41		II			
42		III			
43		IV			
44		V			
45		VI			
46	猪母嶺(三角点) I (転石)	34			
47	" () II ()	28			
48	" () III ()	30			

第 2 表
金瓜石鉍山周辺地域の
石英安山岩砂岩および
泥岩中の銅含量

50ppm にピークを有するものは石英安山岩の地域である。この結果は 岩石の場合の石英安山岩と堆積岩の関係とよく一致する。このことは 岩石が風化して土壌が生成されても 少なくとも銅量に関しては余り大きな変化がないことを示しているものと考えられる。このことを前提として考えると 堆積岩地帯の土壌が30~40ppm 以上 石英安山岩の土壌が60~70ppm 以上の値を示すところについては主として鉱化作用による供給源が考えられる。このような観点から異常地帯とその要因についてみると No. +100~103 (測線座標3の③参照) No. +68~+78 No. +48~+62 No. +4~+16 No. -27~-30 No. -89~-97 などの地点の異常は 下部の鉱床あるいは鉱化帯と対応し 銅が指示元素として有効なことが示されている。

亜鉛について……亜鉛の含有量は大部分が 50~100 ppm の範囲のもので それ以上の値を示す地域は No. +97~+101 No. +83~+90 No. +58~+63 No. +4~+17 No. -28 No. -92~-97 などである。このうち 銅の異常と一致するものは -28地点だけでそれ以外の異常は漠然として鉱体との間には明瞭な関連性は得られない。その要因としては 亜鉛は銅に比し広く拡散するためと考えられる。

砒素について……砒素の含有量は大半が 0 ppm であるが No. +102 No. +70~+72 No. +61~+62 No. -28~-29 の各測点の範囲は数 ppm の砒素がみられ これらの点はいずれも銅の異常とほぼ一致し 鉱体あるいは鉱化帯との関連性を有する。

以上の結果から 全瓜石の鉱床地帯において2次分散を主体とする土壌による地化学探査に際しては 銅と砒素が有効な指示元素であることが示唆された。

③ 鉱床錐先延長地域における土壌による地化学探査

調査団と鉱山側関係者などと協議の結果 探鉱面で重要地域として取り上げた樹梅鉱床の南部地域 (C区) と本山鉱床の北部地域の錐先延長部 (D区) について 物理探査と同じ測線を用いて土壌による地化学探査を実施した (第11図など参照)

測線間隔は100m 測点間隔は10mとし 土壌試料はB層のものを採取し 指示元素は銅 砒素の2元素とした。一例として C区地化探の結果を第13図に示す。

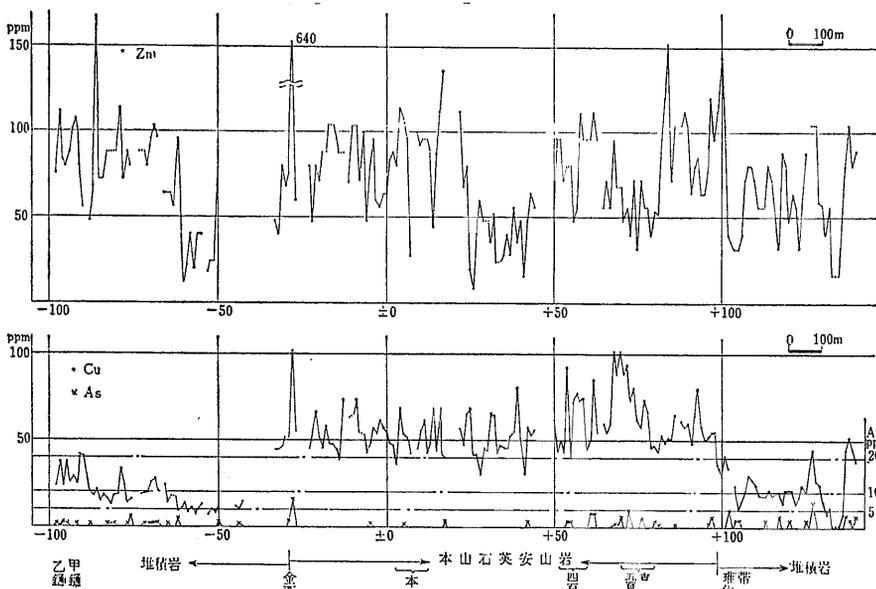
この図にみられるように銅の異常地域は3つに大別することができ それぞれA B Cの符号で示す。

Aの異常地域は現在稼行している樹梅鉱床の西側にあたり C-41 D-37 E-40の各点を結ぶ異常地域には砂岩の珪化帯の存在が確認されている。したがってその珪化に伴う鉱化作用による異常と考えられる。

Bの異常地域は本山鉱体の南部延長部にあたる地域でそこには珪化した砂岩の分布がみられ 異常とほぼ一致しているが 異常地点の分布が沢筋にそっている部分もあるので 沢水による影響も考慮に入れねばならない。それ故地化学探査の結果のみでは鉱床との関連性が不明瞭なので他の探査法と比較する必要がある。

Cの異常地域は銅の含有量値のみからみると F測線

でAの異常地域と分離されているようであるが Aの異常ののびの方向 Cの異常ののびの方向等から考え合わせると連続するものと解した方がよさそうに思われる。この異常地域は地質の調査によるとQ-30周辺に小規模ではあるが 珪化帯の存在が認められること またこの珪化帯に褐鉄鉱あるいは石英脈の存在が認められること さらに地質構造の面からみるとこの地域の南部に NE~SW 性の撈洞断層がと



第12図 金瓜石 A 測線地化学探査図 (土壌)

おり この断層を境として地質構造が変るが 撈洞断層帯には草山鉱床が胚胎し 他にも小規模ながら珪化帯がみられること等々……の要素が集中している地帯でもあるので 十分注意すべき地域と考えられる。

砒素の異常が認められる地帯は永順—草山の沢の北部で 銅の異常分布地域とほぼ一致し 鉱化との関連性が認められる。

D区の結果は 石英安山岩と石底層の分布地域に銅・砒素の異常分布がみられ とくに砂岩地域の異常は本山脈の北部延長方向に相当するが 地表の土壌の状況が余りよくない(巨大転石が多い)こと 地質調査においても不明確な点もあるので今後の精査が望まれる。

6. おわりに

以上は今回の仕事のごく概略にすぎないが 次に2,3の補足と今後の課題など気の付いた点にふれておこう。

①今回の探査は広域な地表地質調査の実施や電気探査などの新技術の紹介 技術の適用性の検討など基礎分野の業務をかなりふくんでいた。また やや長期的な観点からの計画にもとづいた側面も強く その性格は「明日への探査」といえるようなものである。

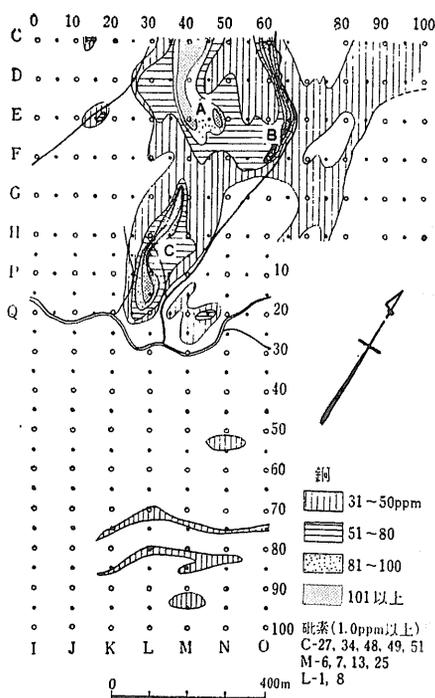
従って現在の企業と密接した いわゆる企業化調査としての貢献は必ずしも十分でなかったように考えられる。

②現在の稼行区域に近接した いくつかの地区については ここにわれわれが指適するまでもなく早急に探鉱が望まれている。 半平山の強珪化帯をふくむ鉱区の東部地区 亀などいわゆる長仁系鉱床群の北方延長部 八坑レベル以下の本山脈の深部などがこれらである。 これら地区の探鉱は 鉱山自体の手によって企業化調査として実施されるのが至当であるが 現在も鉱山の探査部門によって坑道探鉱 坑内試錐を主とした調査が計画的に推進されている。しかし 何れの地区に探鉱の重点をおくべきかについては議論がある。

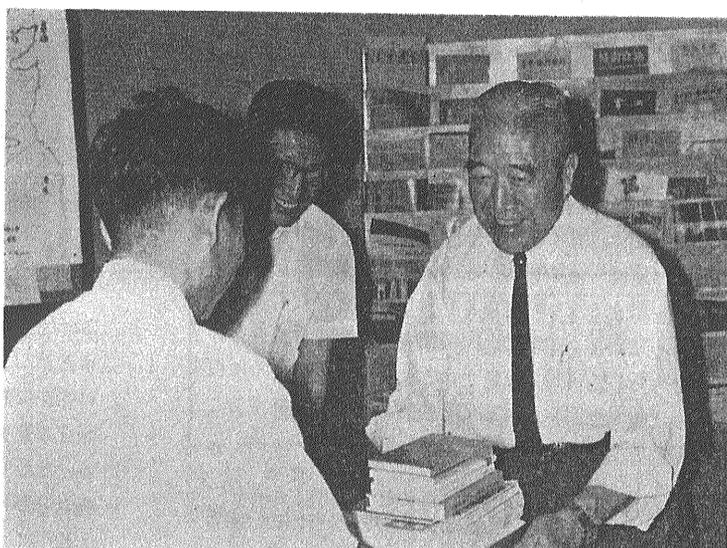
③今回は期間などの制約によって本山脈の錐先き探査のみを重点的に行なったが 上記のように今後の探査が切望される地区は鉱山周辺の随所にみられる。

さらに一応の探査が終了したかにみえる 本山脈の錐先についても 今後電気探査や地化学探査の一層きめの細かい精査が必要なことはすでに本文中に述べたとおりである。 われわれは中国政府の希望によって今回の総合調査地区(C D区)を中心とした試錐計画の原案を作成したが 今回のデータなどをさらに検討の上実施に移されることを希望する。本試錐計画中には 鉱体の発見に直接結び付くもの以外に層序・構造的意味をもつものもふくめたが 「明日の探査」への足がかりとしてこのような試錐が惜しみなく行なわれることが必要であろう。

④最近 金瓜石鉱業所 鉱廠副廠長の蕭克長氏からの私信連絡によれば 本山脈の北方延長部(六坑-中レベルなど)において 稼行価値があらうとみとめ



第13区 C 区地化学探査図(土壌)



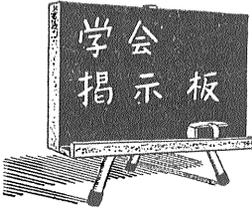
探査報告会の傍 經濟部鉱業研究服務組へ 日本地質調査所出版物を寄贈 受けるは邵逸周召集人

られる新しい水銀鉱体が発見され また 七坑レベルにおける亀鉱体の下部延長部の発見があった由である。このような朗報とか今回の探査の成果などを考え併せるとき 当鉱山の既知鉱床のいくつかはさらに水平 垂直方向に発展し またすでに黄春江教授などが指摘されたように 新しい衛星鉱床が発見されるなどの可能性は十分高いものと考えてよ

い。

終りにのぞみ 今回の探査に終始協力された 中国側技術者 関係者の労を多とするとともに 探査内容の発表を許可された中国政府経済鉱業研究版務組に謝意を表する。

(筆者らは燃料部・物理探査部・鉱床部・技術部)



・地学団体研究会

1. 昭和42年 5月3日(水) ~ 5日(金)
2. 地学団体研究会第21回総会
3. 東京教育大学G館 (文京区大塚窪町24)
4. 地学団体研究会
5. 東京都豊島区南池袋 2-32-12
地学団体研究会事務局
Tel. 東京 (03) 983-3378

・日本写真測量学会

1. 昭和42年 5月20日(土)
2. 通常総会と年次講演会(研究発表会)
3. 東京大学生産技術研究所中央講堂(港区麻布新電土町10)
4. 日本写真測量学会
5. 東京都港区麻布新電土町10
東京大学生産技術研究所第5部 丸安研究室
Tel. (03) 402-6211

・石油技術協会

1. 昭和42年 5月24日(水)~27日(土)
2. 石油技術協会 第32回通常総会
3. 日本都市センターホール(千代田区平河町 2-6)
4. 石油技術協会
5. 東京都千代田区大手町 1-5
石油鉱業連盟内 Tel. 東京 (03) 279-5841

・日本鉱物学会

1. 昭和42年 5月31日(水)~6月2日(金)
2. 日本鉱物学会年会および総会
3. 国立科学博物館(台東区上野公園)

4. 日本鉱物学会

5. 東京都台東区上野公園
国立科学博物館 地学研究部 地学第II研究室
Tel. 東京 (03) 822-6111 (内線58)

・石膏石灰学会

1. 昭和42年 6月2日(金)
2. 第18回総会および第35回学術講演会
3. 葛生会館(栃木県葛生町)
4. 石膏石灰学会
5. 東京都千代田区神田駿河台 1-8
日本大学理工学部大学院内 石膏石灰学会
Tel. 東京 (03) 293-3251(内線359)

・日本分光学会

1. 昭和42年 5月15日(月)~16日(火)
2. 通常総会・講演会・装置部会討論会
3. 東京教育大学光学研究所
4. 日本分光学会
5. 東京都新宿区百人町 4-400
東京教育大学光学研究所内
日本分光学会
Tel. 京東 (03) 362-7881

・九学会連合

1. 昭和42年 5月13日(土)~14日(日)
2. 第21回九学会連合大会
3. 東京大学理学部2号館講座
4. 東京都文京区本郷 7-13-1
東京大学理学部地理学教室内
日本地理学会内 九学会連合

[注] 1. 開催年月日 2. 会合名 3. 会場
4. 主催者 5. 連絡先(掲載順位は原稿到着順)

海外地質調査 協力室の新設

安齊 俊男

本年(昭和42年)4月1日付をもって 地質調査所に「海外地質調査協力室」という新しい組織が誕生しました

た。これは調査所内で年々増加しつつある海外関係の業務をとりまとめて よりよい成果をおさめられるようかねてからの所内外の要望が実現されたものです。

地質調査所はその業務の性質上 海外との関係はもと多く 諸外国の地質調査所・学会・大学などの学術上の交流 文献の交換などは古くから行なわれて来ましたが 昭和33年頃から いわゆる技術協力が行なわれ