母岩の変質より見たる高玉鉱山の鉱床*

正 会 員 柳 生 六 郎**

The Takatama Gold-Silver Deposits Observed from the Rock Alteration

Rokurō YAGYŪ

The Takatama Mine located in the north-eastern Japan is one of typical epithermal gold-silver deposits, comprising from over one thous and veins. The country rocks formed of alternation of liparitic tuff and shale have undergone severely and extensively, silicification and adularization (alkalization). The above rock alteration has taken place before the ascension of mineral solutions which filled up fissures.

In this paper is discussed the relation of position and age between rock alterations and deposits, and also briefly described gold in veins, gangue minerals, and two remarkable indicators for bonanzas.

高玉金山は福島県安達郡熱海町にあり、磐越西線岩代熱海駅の北方 4km の便利な地を占める標式的な石英粗面岩系浅熱水性金銀鉱床である。当山に対する筆者の研究は近く「鉱山地質」にも登載することにしたが、その要旨を本誌に簡叙して大方の叱正を仰ぎたいと思う。

1. 鉱 床 の 特 性

高玉鉱床は鉱脈の規模としては大きくはないが、多数集つて大規模の鉱叢を形成するところに大金山としての資格を具え、現在までに開発された鉱脈の数約 1,000 條、過去 35 年間に亘る産出金量 21 t、銀量 203 t に上るわが国屈指の大金銀山である。石英粗面岩系の凝灰岩・頁岩の累層中に発達した標式的な浅熱水性金銀脈群から成り、脈石の 3 分の 2 は石英、残りは氷長石により構成せらる比較的類例の少ない鉱床である。氷長石はいまではわが国における浅熱水性鉱床の脈石としてむしろ普遍的に認められているが、筆者が高玉の研究に着手して間もなく氷長石と確定されたのは日本における最初の発見であつた。その後大正末年ごろまでの間に筆者は日本における多数の類似鉱床中に氷長石の存在を確認した。

2. 脈 石 英 と 金 粒

高玉鉱床の脈石英の種類を顕微鏡下の簡単な観察の助けを借りる程度で 8 種に分類した。高玉における多数の鉱脈の上部・中部・下部、並びに脈の中心部と左右末端部、さらに富鉱部と貧鉱部とにおける脈中の位置の違いに相応して、脈石英の種類に如何なる差別があるかを検討した結果、その間に系統立つた習性のあることを明ら

かにした。既知諸鉱脈についてこの位置的習性を調べておくと、新発見の露頭や探鉱坑道において捕捉した新脈が一つの鉱脈としての如何なる部位を占めるか、探鉱の価値があるかないか、探鉱は上部へ向うべきか下部を本命とすべきかなどにつき有力な手がかりが得られる。

わが国諸方の浅熱水性金銀鉱床の脈石英は、常に高玉と同一型の習性を示すとは限らないが、どの鉱床区にもその個所独特の習癖が認められ、その習性をつきとめることはいつの場合にも新鉱床開発の上に役立つのであつた。

鉱脈中の金粒も脈石英の場合と同じく、脈の上部と下部、中心部と末端部とではその形状・大きさ・純度を異にし、位置に対する大体一貫した習性が判明した。金粒の諸性質の位置的傾向も亦鉱床探索の上に役立つものがあつた。

3. 母岩変質の特徴

当山では後火山作用の最初に当り、鉱液の上昇に先立つて昇騰した珪酸熱水液が非常に多量であつたため、母岩への珪化が甚だ強くその範囲も広汎に亘つた。母岩の珪化作用は浅熱水性鉱床の場合に極めてありふれた変質であるが、当山の珪化帯はその変成度が強く第三紀層の変質岩が永年石英粗面岩と誤認されていたほどであつたことや、特殊の帽子岩となつて台地性山相を呈し、その下底に優勢な鉱叢を伏在させていることが著しい特徴となつている。

上部地層が珪化された直後、加里と礫土に富んだ熱水珪酸液が上昇したが、このときは既珪化帯を避けてその下部と周辺に浸透し母岩をアルカリ化（氷長石化—Adularization）した。したがつて優秀なアルカリ化変

*昭和 28 年 7 月受理

** 日本鉱業株式会社 日本鉱山地質学会々長

質区域は地表に現われず、珪化帯の下部坑内に始めて広汎な露出を見せ、当山主要鉱床潜在の舞台となつた。アルカリ化変質は母岩を氷長石化して加里と礫土とを増加し、やがてカオリンや絹雲母に変化したため、岩石に明るい感じの冴えた一種の色澤をおぼしめるに至つた。

母岩のアルカリ化は珪化と異なり、わが国では比較的珍らしい変質作用で、高玉以外には著例として鴻之舞の一部、兵庫県竹野などが挙げられるに過ぎない。これら鉱床中には常に多量の氷長石を脈石として含有し、時には氷長石が脈石の主成分をなすことすらある。

熱水変質のために外貌が石英粗面岩に酷似するに至つた第三紀の諸岩層は、その中に鉱床を抱蔵する可能性が大きく探査上注目すべき地帯である。眞の石英粗面岩の場合には必ずしもその内に鉱床の存在を予期することは出来ず、熱水変質岩の場合に比し鉱床に対する親和性が一段稀薄なわけである。

4. 石英粗面岩の抹殺

広汎かつ高度の珪化及びアルカリ化のため、石英粗面岩と誤認されていた当山の第三紀諸岩層は筆者の手によつてその仮面を剥ぎとられ本来の姿に引戻された。末梢的な岩脈・岩床などの形で現われる小規模の石英粗面岩と流紋岩は確かに存在するが、それらは鉱床に直接関連のない全く重要性のないものばかりである。かかる誤認はひとり当山のみに限らず、石英粗面岩系鉱床地区に從來からその弊が多く、脱色珪化された変朽安山岩化地域にすらもその例がなくなかつた。この意味において現在もなおわが国第三紀鉱床地区の地質図には検討の余地が残されているように思われる。

5. 母岩変質の機能とその時期

石英粗面岩漿中にはガスに富んだ多量の熱水液が貯溜され、それはさらに分離して金銀などを含まない過剰の珪酸熱水液と、金銀などを含有する珪酸液すなわち鉱液とに分れるであろう。過剰の珪酸熱水液はさらに単純珪酸液と加里・礫土に富んだ珪酸液との2種に分離すると思われる。後火山作用として最初に上昇したのは恐らく単純珪酸熱水液で、この時の上部岩層は沈積後間のない粗鬆質の凝灰岩や頁岩の累層で、熱水液は其中へ自由に万遍なく滲透し、ここに広汎かつ強度の珪化作用が逞しく行われた。上部沈積岩が世代を経過して緊密な岩質に固化した後では、かような思いのままの珪化は容易に行われ得なかつたに違いない。石英粗面岩その他の火山岩・火成岩または古期水成岩に対し、珪化というテクニクが普通無難作に使われているが、それらの岩石が多孔質・粗鬆質・破屑性・裂碎性などでない限り、そういう堅岩に対して珪化作用が大規模に行われるということ

は考えにくいことである。

つぎに加里と礫土に富んだ熱水液の上昇となるが、この際はすでに上部岩層が強く珪化を蒙つた後であるから勢いその下部または周辺の弱珪化または無珪化区域へ滲透してそこにアルカリ化作用が行われたであろう。以上をもつて当山の母岩変質は終止符を打ち、その後変質母岩中に発生した裂隙・弱線最後の上昇液たる鉱液が充填してここに始めて鉱脈の出現を見るに至つた。

以上高玉鉱床生成過程を要約すれば、石英粗面岩噴出の後火山作用として、1) 単純珪酸液の上昇—母岩の珪化、2) 加里・礫土に富んだ珪酸熱水液の上昇—母岩のアルカリ化（以上をもつて母岩の広域変質完了）、3) 弱珪化強アルカリ化地域すなわち山頂台地の下部に裂隙の生成、4) 裂隙に沿う鉱液の上昇—鉱脈群の発達の順序をもつて偉大な営力が鸞・本山・青木葉3山体に対して逞しうせられた。鉱脈の生成と母岩の変質とは不可分の関係を持ち、むしろ先駆をなした母岩の変質が鉱床の受入態勢を作り、鉱床を誘導規制した主動的立場にあつたものと言える。母岩の変質を鉱床の生成に附随したものとする従来の解釈は全く當を得ないものと言わなくてはならない。

從來母岩の熱水変質は鉱液が上昇して裂隙を充填する際、両盤母岩中へ滲透して生じたものと説明されてきた。事実脈の両盤至近の母岩の諸変質は上記の如くにして行われたことに間違はない。しかし鉱床地帯の広汎な区域に亘る母岩の変質は、上記の説明で納得されるほど単純な様相を示してはおらない。鉱脈から両盤母岩中へ離れ行く距離に比例順応する変質度の動きは、脈に極めて近接した距離に限つてのみ正しく、決して遠くまでその影響は波及していない。実際には鉱脈に近い所で変質の弱いことがあり、脈からかなり離れた箇所や、附近に全く脈のない箇所が強い変質を現わしていることもあり、母岩変質は鉱脈の存在に対し常に必ずしも忠実な関連を示すとは限つていない。ただ大局から見て鉱床区を形成する外廓と、大まかに見た変質帯の範囲とが大体の一致を見るというに留つている。

鉱液が裂隙の側壁を通じて両盤へ滲透を始めると、間もなく温度の低下と側盤との接触による触媒作用によつて鉱液中に晶出を始め、その後は滲透力を急激に低下して鉱脈自身の発育に主力が注がれる。両盤への滲透変質は、脈生成の初期においてのみ見られる現象で、脈から遠く離れた母岩の変質を鉱脈から派及した作用として説明せんとするには非常な無理を覚える。

鉱脈生成の際両盤至近の母岩に与えた変質の如きは、鉱床区全体の母岩変質から見るときは眞に九牛の一毛に過ぎず、鉱脈を捉えて始めて盤際の変化が分る実情で、探鉱上に役立つべき価値は殆んどないと言わねばならな

い。これに反し鉍床生成の先駆をなした広域母岩変質こそ極めて力強く行われた後火山作用で、かかる変質圏こそ後より続く鉍床発達^のの舞台となり、探鉍有望地帯として極めて重視するべきものである。この雄大な営力を閉却して、いわば残渣的ともいうべき鉍液の上昇に際する両盤への微々たる変質結果のみを見て、母岩変質の全貌または全機能とするが如きは誤れるの甚しきものと言わなければならない。

6. 裂罅の生成と鉍脈の出現

母岩の広域変質が完了した後、側圧のため裂罅・弱線などを発生する段階に入るが、強度の珪化を受けた上部岩層中には裂罅が出来にくく、その下部を占めて適度の珪化と強いアルカリを蒙つた地域がこの変動を受ける舞台となる。無珪化・無アルカリ化地帯にも裂罅は生れず鉍脈もまた出現しなかつた。金団粘土^{きんどん}は母岩変質後ガスの噴騰爆発によつて引起された擾乱帯で、この中にも裂罅は出来得べくもなかつた。最後に上昇した熱水液すなわち鉍液は強珪化帯の下部または周辺に発生した多数の裂罅を充填して、ここに雄大な鉍叢を作つた。すなわち母岩の変質・金団粘土の生成・裂罅の発生・鉍液の上昇・脈群の発達という過程をとつたものと思われる。鉍脈は現在占める脈巾だけの空隙を持つた裂罅が必ずしも始めからあつたわけではなく、微細な隙間へも鉍液は毛細管現象でよく上昇し、晶出結晶力をもつて両盤を押拡げつつ逐次果帯を重ねて今日見る如き脈巾・脈構造を示すに至つたものであろう。また高玉の鉍脈は美しい縞状組織を呈するのを常とするが、厳正な対称組織を呈する場合は案外少なく、幾多の独立した細脈が同じ割目へ相ついで上昇した複雑な複成脈を形成しているのが普通である。

鉍液晶出の初期においてはまだ金銀を伴わず主として氷長石のみを晶出する。中期に入り石英と氷長石が細かい果帯を重ねて金銀黄鉄鉍を随伴し、金銀は特にこの期の初期にその大部分が析出される。末期においては再び石英のみを晶出して最早金銀分を伴わない。金銀分を晶出する中期においては鉍液中に加里分が減少して、金属分は膠状体となつて分離し易い状態となつている。珪酸と加里との平衡状態が極めてデリケートで、アルカリ度の僅かな濃淡化によつてあるいは氷長石帯が生れ、あるいは石英帯が生ずる。すなわちアルカリ化が高まれば金銀分を溶解したままで単に氷長石のみを析出し、氷晶石晶出につれてアルカリ度が低下して石英帯を晶出してこのとき金銀を析出する。

7. 金団粘土と黒粘土層^{きんどん}

当山において脈群の密集した地域にしばしば大きな芋

状の形を呈して現われる金団粘土は外観角礫断層に酷似しているが、種々の特性から見て噴騰ガスの営力によつて形成された擾乱帯と考えるのを妥当とする。炭酸ガス・硫化水素・亜硫酸ガスなどを含んだ多量の水蒸気が熱水の上昇に先立つて噴騰し、圧力と温度の低下につれて爆発を喚起し、現在見る如き含礫粘土帯を形成したものである。金団粘土が現在示す形状はその後の地圧でさらに歪曲された最後の姿である。

金団粘土の出来た時期はその中に含まれる礫がすでに変質を完了していること、その中に鉍脈破片を全然含有しないことなどから見て、明らかに母岩変質作用完了後であつて、鉍脈出生前でなくてはならない。歪曲性に富むこの粘土帯中には裂罅は出来ないから鉍脈も自からその中には発生しなかつた。金団粘土を作り上げた多量のガスの根源は、すなわち鉍液の貯溜箇所でもあつたから、金団粘土の周辺地区に鉍液の上昇が相つぎ、ここに優勢な鉍叢の発達を見るに至つたのは不思議とするに足りない。金団粘土はその周辺の地盤中に脈群潜在の可能性が強いという意味において、当山における探査上有力なインデケーターとなつている。

当山の富鉍体示唆に対するいまいつのインデケーターは黒色粘土化頁岩層である。鶯・本山を通じて南北に走る一大向斜軸の東翼に位置する1頁岩層は、循環水の影響と熱水変質とのために艶のいい黒色粘土に変つている。裂罅に対してこの粘土層はbarrier bed 又はimpervious の働きをつとめ、下底から上昇した鉍液はその下に停留して富鉍体を形成した。本山及び鶯の一部にはかかる機構によつて発生した優勢な富鉍帯が多数にあつた。

すなわち金団粘土はこれを取まく周辺地盤中に脈群の伏在を予期する意味において、また黒色粘土層はその直下に富鉍体の潜在を期待する意味にて、ともに探鉍上重視するに足るインデケーターである。

8. 鉍脈の生長と構造

この件についてはすでに前々節において触れたが改めてここに一言する。鉍液は細い裂罅・弱線・破碎帯・断層・時には単なる層理面に沿つて上昇したであろう。鉍液から晶出するときに発生する強晶力によつて細い割目も両盤へ押拡げられ、鉍液は裂罅を拡大しつつ脈石及び鉍石の果帯を重ねて、終に相当の巾を持つ縞状鉍脈を作り上げるに至つた。小は巾数 cm から大は2mに及び、それらには10数條ときに数10條の縞が見られる。これらの脈は一見美しい対称構造を示すが如くであるけれど、仔細にみればその中の細い1條1條の筋は独立性を持つことが多く、厳正な意味の対称構造をとる場合は案外に少ないことが分る。しかしながら大局から見るときは一

般的標式としてつぎの4帯の発達順序が挙げられぬわけではない。すなわち最初側壁に生成するA帯は石英の微粒を少し混えた氷長石の大晶から成り普通金銀黄鉄鉱を随伴しない。次のB帯は石英・氷長石の小粒から成り金銀黄鉄鉱を含有し、ときにC帯と合して大きく発達しほとんど鍾の内全部を占めることがある。つぎにくるC帯は外観B帯に似るが氷長石の含有が少なく、僅かに石英微粒間に不規則な形で介入するに止まる。この帯中にも金銀を多含し黄鉄鉱を随伴する。最後のD帯は鮮明な石英の大中晶のみから成り晶洞を持つことが多い。この中には一般に金銀を含有しないが稀に銀分だけを伴うことがある。

9. 母岩の変質と探鉱

当山の如き第三紀層中の浅熱水性鉱床においては、母岩の変質状態を検討することによつて鉱床潜在の可能性ある探鉱有望区域を発見することが出来る。高玉鉱山を構成する重要な1鉱床区となつた青木葉坑は、この見地から従来全く考慮外におかれていた休眠鉱区を明るみへ引出し、やがて盛山させるに至つた好例である。地表における岩石の強硅化帯（台地性の特色ある山相を呈す）

はその下部に鉱床の潜在を暗示し、坑内では母岩のアルカリ化（氷長石化）が脈叢の伏在を示唆している。坑内外に亘つてこれら両変質作用の強度に応ずる分布を吟味し、地形・地質を考慮に入つつ検討を進めて行けば、隠れた探鉱有望区域も天日のもとに姿を現わすことになる。

この探査方法は後火山作用の大きな営力に基づく地盤の広域変質作用に着眼した鉱床学的に合理的な効率の高い一種の新探鉱法と言うことが出来ると思う。筆者は高玉における経験を基礎として、石英粗面岩系統では北の王・北隆・高玉附近の諸金銀山・西沢・根羽沢・三川・旭日（兵庫）・玖珠（大分の金山）など、安山岩系の鉱床では徳星（北海道）・赤羽根（福島）・河津・竹野・星野・鯛生・春日など、その他中生層の大谷・統営（朝鮮）などに対し、この研究を活用する機会を得たが、大局から見て高玉の考えを否定する場合は1つもなかつた。安山岩系の場合はアルカリ化に代うるに変朽安山岩化がとり上げられ、その検討は石英粗面岩系の場合よりもむしろたやすく且つ効果的である。鯛生金山はこの研究によつて一時行詰つた鉱況が挽回され従来より一層の発展を遂げた実例の1つである。

書評

理学博士 京都大学教授 滝本清 著

鉱床学

滝本理学博士の近著「鉱床学」を手にして、まずその緒論に目を通し、「地球および地殻」を読過し、「鉱床の成因」の章に及んで興味津々、遂に巻を措くを忘れ、耽読3日にして全巻を読了した。

著者は「まえがき」の中で「本書においては、現時に於ける鉱床学発

達の趨勢を示して、鉱床学を学ばんとする人々や鉱山技術者の方々の参考と資せんとするものである」と述べているが、洵に本書の内容はこの意図に違わず、その論旨平明肯綮に中り、引例亦博渉適切である。

本書は3編52章379頁から成り、第1編総論、第2編各論、第3編日

本の鉱物資源、に分れている。緒論は著者が最も力を入れた部門と思惟されるが、古来の学説を涉獵論述して余す所なく、鉱床理論の推移に対して後学の士に大なる示唆を与えている。各論に於ては内外著名の鉱床例を収められていて甚有益であるが、その内に著者自らの研究調査の結果を数多く引用されている事を高く評価し度い。

書中若干の鉱山例示の欠漏、魯魚の謬を認めたが之等は後日の訂正に俟つべく、本書の眞価を傷けるものではない。鉱床学の好個の参考書として広く世の同学の士に推薦したい。（西尾滋）

A5判 400頁 定価800円 白亜書房 東京都中央区日本橋茅場町1-8

日本學術振興會鉱物新活用委員會編

褐鉄鉱々床にともなうカリ、 燐及び砒素（新資源叢書2）

本書は先に編者によつて出版された『セリサイト資源とその利用』の続編である。

褐鉄鉱はわが国の重要な鉄鉱資源の一つであるが、その完全な開発・処理・利用などを行うためには、先ずもつて鉱床に伴う、又は鉱石に含まれている色々な成分の状態を明らかにする必要がある。内容は含水鉄カリ硫酸塩鉱物ジャロサイトの産状・鉱物的性質・処理法・肥効試験などの詳細を記し、特にわが国の老朽水

田にジャロサイト肥効が顕著なることを明かにしている。

次で含砒・含燐褐鉄鉱の砒素・燐が、従来見逃されていた種々の含水燐酸塩鉱物に由来することを詳細具体的に収録し、トーマス製鋼法による利用状況を記述してある。

又、本邦の褐鉄鉱中のヴァナデウム・燐の地球化学的の分布状態を明かにしてある。

全篇を通じて基礎的データが盛られているので、褐鉄鉱の問題だけ

でなくカリ・燐・砒素などに関する鉱業・精錬などの技術面に貴重な参考資料を与えるものと思う。

（岩生周一）

B5判 161頁 図版74表 定価180円
発行所 碩学書房 東京都千代田区神田小川町3の14