

鳥根県石見銀山永久鉱床と福石鉱床の地質, 鉱石鉱物および成因

赤坂 正秀*・牧 貴浩**・鳥越 俊行***

Geology, mineralogy and genesis of the Eikyū and Fukuishi deposits in the Iwami-ginzan silver mine

Masahide Akasaka*, Takahiro Maki** and Toshiyuki Torigoe***

Abstract

The Iwami-ginzan mine produced an enormous amount of silver following its discovery in 1309, and thus played a very important role as a major silver producing field, not only in Japan, but also at a global scale. The Iwami-ginzan silver deposit contains two geologically contrasting ore bodies named the Fukuishi and Eikyū deposits. The disseminated Fukuishi deposit occurs at Mt. Sen-no-yama, which is composed of volcanic breccia and pyroclastic rocks produced from dacite magma. The Eikyū deposit consists of vein-type mineralization, and is genetically related to the dacite intrusion. Chronological studies dated the host Oe-Takeyama Volcanic Group volcanic breccias and pyroclastic rocks at Mt. Sen-no-yama and the dacite intrusion containing the Eikyū mineralization at only 1.0 to 1.5 Ma. Both deposits were thus generated during the Pleistocene epoch of the Quaternary. The pyroclastic rocks of Mt. Sen-no-yama overlie the Tsunozu Formation which consists of marine and non-marine sediments including conglomerate, sandstone and mudstone, and is of Pliocene to Pleistocene age. This is in turn underlain by the Kuri Formation of Miocene age (~15 Ma).

The Fukuishi deposit consists of disseminated mineralization in which metallic minerals were deposited in cavities within porous pyroclastic rocks, following penetration and cooling of metal-rich hydrothermal solutions. The Eikyū ore veins ranged from a few mm to a few cm in width, and were over 60 m in length. The veins were developed along east-west trending faults, and formed an anastomosing complex. Abundant dark green Fe-rich chlorite was generated in the wall rocks by hydrothermal alteration, lending the rock around the ore veins their characteristic dark green coloration.

Veinlets consisting mainly of siderite and of quartz were well developed in the ores from the Eikyū deposit, along with hematite veinlets formed after the siderite- and quartz-veinlets. A variety of ore minerals occurred within the siderite-veinlets, including native silver, argentite, electrum, matildite, polybasite, stromeyerite, silver-bearing tetrahedrite, aikinite, Bi-bearing polybasite, wittichenite, tetrahedrite-tennantite, enargite, chalcocopyrite, chalcocite, galena, sphalerite, and pyrite. Based on the mineral assemblages and the chemical compositions of constituent minerals, the genetic temperature of the Eikyū deposit is estimated to be about 200°C, consistent with filling temperatures of fluid inclusions in the ores (150–220°C).

Network veinlets of siderite were also developed in the ores from the Fukuishi deposit. These contained native silver, argentite, galena, and small amounts of chalcocopyrite, pyrite, sphalerite, bornite, and covellite. The disseminated Fukuishi ores contained not only native silver, argentite and hematite but also other silver minerals including jalpaite, mckinstryite, pearceite, stromeyerite, and chlorargyrite. The genetic temperature of the Fukuishi ores is estimated at about 100°C, based on the presence of jalpaite and mckinstryite. The occurrence of chlorargyrite further suggests highly oxidized genetic conditions.

Hydrothermal solutions related to the Oe-Takayama volcanism ascended through faults and/or fractures in the Tsunozu Formation and the Oe-Takayama Volcanics, depositing Cu-Pb-Zn sulfide minerals and siderite at temperatures between 220 and 150°C. This mineralization corresponds to the Eikyū vein deposit. When the hydrothermal solutions reached shallow depth, CO₂ gas was lost from the fluids by boiling, leading to increased oxygen and sulfur fugacities. At this stage the hydrothermal fluids could not carry copper, lead, or zinc because of the increased pH, but did transport silver and gold. The fluids deposited hematite, which occurs as veinlets lacking metallic sulfide minerals, and changed the color of the Sen-no-yama pyroclastic rocks to their present reddish hue. Native silver, jalpaite, and mckinstryite were precipitated at about 100°C, and the Fukuishi disseminated ores were produced.

Key words: Iwami-ginzan, silvermine, Eikyū deposit, Fukuishi deposit, ore deposit

* 鳥根大学総合理工学部地球資源環境学科
Department of geoscience, Shimane University, Matsue, 690-8504
** 現所属：鳥取県倉吉市役所 (〒682-8611 倉吉市葵町 722)
Present address: City office of Kurayoshi city, Kurayoshi 682-8611
*** 現所属：九州国立博物館 (〒818-0118 太宰府市石坂 4-7-2)
Present address: Kyushu National Museum, Dazaifu 818-0118

1. はじめに

石見銀山は、鳥根県大田市大森町にある。一四世紀から一九世紀までの銀を採掘していた時期に「石見銀山」と呼ばれ、一九世紀以降の含金銀銅鉱山の時期には「大森鉱山」と呼ば



第1図 石見銀山周辺の地形と鉱床の位置 (国土地理院発行2万5千分の1「仁万」を使用)

れた。

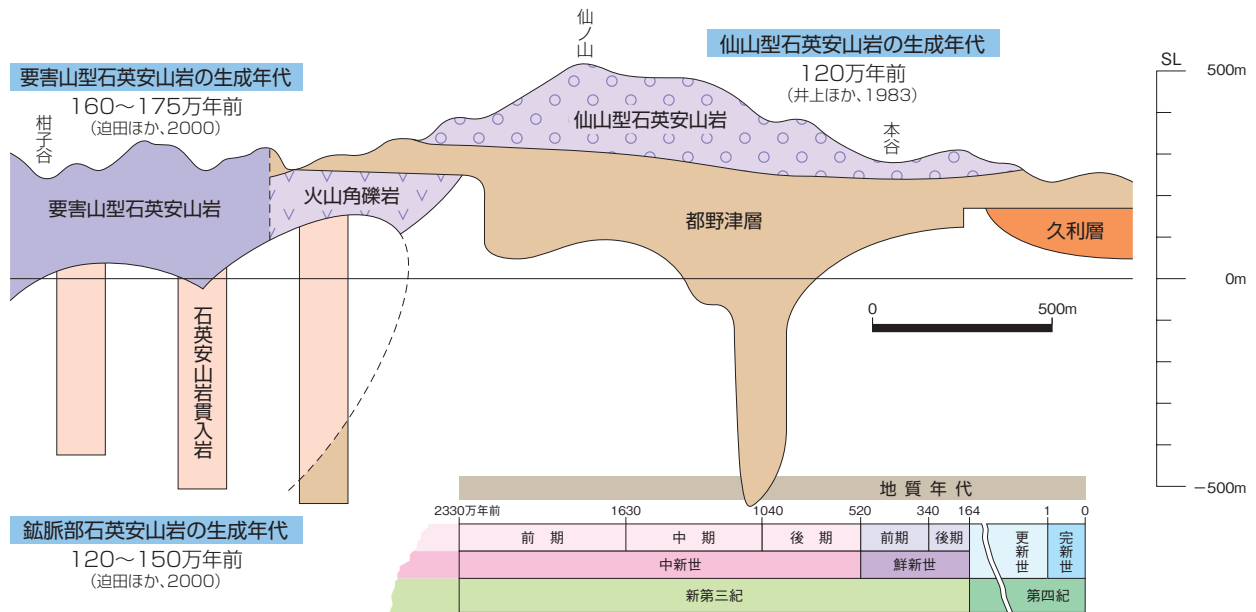
石見銀山(大森鉱山)は鉱染鉱床である福石(ふくいし)鉱床と鉱脈鉱床である永久(えいきゅう)鉱床というタイプの異なる鉱床からなり(第1図)、銀を多産したのは福石鉱床である。しかし、久原(1926a)が「両鉱床を併せて精密なる調査を経た結果、両者同一の成因を有し、福石鉱床は唯単に永久鉱脈の一異相に過ぎざることを発見したり」と述べているように、福石鉱床と永久鉱床は密接な関係を持つ鉱床である。石見銀山はかつて日本を代表する銀山であり、歴史的にも重要な役目を担ってきたが、地質、鉱石鉱物、成因に関する体系的な研究は少ない。本論では石見銀山を構成するこれらの鉱床の地質、鉱床の特徴、構成鉱物を解説し、成因を考察する。

2. 石見銀山の地質

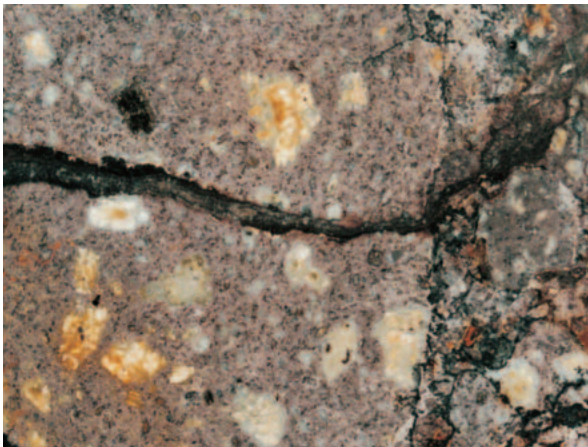
山上(1897)は地質図幅「三瓶山」および同説明書で大森鉱山の詳しい記述を行い、本地域の地質を凝灰質集塊岩、集塊岩質安山岩、輝石安山岩、頑火安山岩、第三紀層に区分した。久原(1926 a, b, c)は鉱床の詳細な研究を行い、永久鉱床と福石鉱床の関係と成因を解明し、火山岩類を角雲英安山岩、赤色角雲英安山岩、輝石安山岩、柑子谷集塊岩に区分した。また、久原(1926a)は永久鉱床が角雲英安山岩の岩脈に胚胎すると述べた。閉山後の報告としては、通産省(1967, 1968)による地質調査報告がある。日本鉱業協会(1968)は久原(1926 a, b, c)の研究結果と同和鉱業が行ったボーリング調査結果をまとめた。1983年には都野津(つのが)団研グループが本鉱床地域を含む広い地域の地質を解明し、新第三紀の久利

層を貫く大江高山火山岩類の岩脈中に永久鉱床が胚胎することを示した。これは久原(1926 a)と同じ結果である。同年に井上ほかによる福石鉱床を胚胎する仙ノ山の火砕岩を含む大江高山火山群の溶岩類のフィッシュトラック法による年代測定が行われ、120万年前の生成年代が得られた。これは都野津団研グループの調査結果を支持し、福石鉱床の生成年代は120万年より新しいことを示す。1990年から1993年にかけて金属鉱業事業団による石見銀山地域の精密調査が行われた(金属鉱業事業団, 1990, 1991, 1992, 1993)結果、仙ノ山の下位は新第三紀後期鮮新世から第四紀前期更新世の礫岩・砂岩・泥岩からなる海成～非海成の堆積岩層である都野津層であり、1500万年前の久利層がその下位にあることが確認された(第2図)。金属鉱業事業団(1990, 1991, 1992, 1993)および迫田ほか(2000)は仙ノ山に分布するデイサイト質火山碎屑岩類を仙山型デイサイトあるいはS型デイサイトと名づけた。それに対して永久鉱床地域のデイサイトは一部が火山碎屑岩の産状を示すが、全体としては緻密な塊状で変質の程度が低く、緑がかった灰色をしているのが特徴であり、要害山型デイサイトあるいはY型デイサイトと名づけられた。更に、ボーリング調査の結果から永久鉱床を胚胎するのはそれと生成年代が異なるデイサイト質貫入岩であると結論付け、このデイサイト質貫入岩を貫入岩型デイサイトあるいはI型デイサイトと名づけた。彼らの行った年代測定結果によれば、要害山型デイサイト(Y型デイサイト)は160-175万年前、貫入岩型デイサイト(I型デイサイト)は120-150万年前の生成年代であった。貫入岩型デイサイトによって生成した熱水が永久鉱床を形成し、更に地表部から地表近くで福石鉱床を形成したとすると、年代的に合理的である。加納ほか(2001)は地質図幅「温泉津及び江津地域の地質」で本地域の地質についても詳細な検討を行った。永井ほか(2005)は大江高山火山岩類のフィッシュトラック法による年代測定を行い、井上ほか(1983)および金属鉱業事業団(2000, 2001, 2002, 2003)と同様の結果を得た。これらの研究結果と筆者らの調査に基づいた石見銀山地域の地質は以下のとおりである。

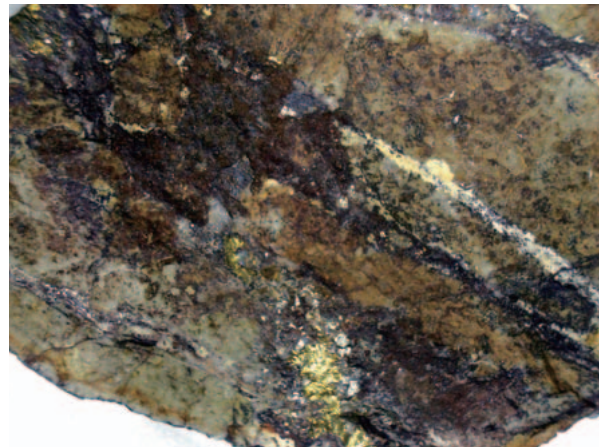
石見銀山地域の地質は、新第三紀中新世の海底火山噴出物による地層(久利層)が基盤であり、その上に新第三紀後期鮮新世～第四紀前期更新世の堆積岩層である都野津層が、更にそれを大江高山などの火山群から噴出した大江高山火山岩類が被さっており、石見銀山がその中に生成している。福石鉱床が存在した仙ノ山は、デイサイト(石英安山岩)質マグマから噴出した溶岩、角礫状噴出物や細粒噴出物が堆積して固結した火山碎屑岩類から成る。仙ノ山の火山碎屑岩は著しく変質しており、空隙が多く赤色がかっていることが特徴である。これらは山上(1897)の集塊岩質安山岩、久原(1926a)の柑子谷集塊岩、都野津団研グループ(1983)による柑子谷凝灰角礫岩、金属鉱業事業団(1990, 1991, 1992, 1993)および迫田ほか(2000)による仙山型デイサイトあるいはS型デイサイトに相当する。永久鉱床地域のデイサイトは上部の一部が火山碎屑岩の産状を示すが、全体としては緻密かつ塊状で変質の程度が低く、山上(1897)の頑火安山岩、久原(1926



第2図 石見銀山地域の断面図(平成4年度金属鉱業事業団精密調査報告書「北島根」に加筆修正)



第3図 福石鉱床の火山碎屑岩の写真(横幅3cm)



第4図 永久鉱床鉱石の写真(横幅10cm)

a)の安山岩、都野津研グループ(1983)の大江山火山岩類の貫入岩、金属鉱業事業団(1990、1991、1992、1993)および迫田ほか(2000)の要害山型デイサイトあるいはY型デイサイト、貫入岩型デイサイト(I型デイサイト)に相当する。永久鉱床は貫入岩型デイサイト(I型デイサイト)に伴い、約120万年前以降の生成年代と考えられる(迫田ほか、2000)。

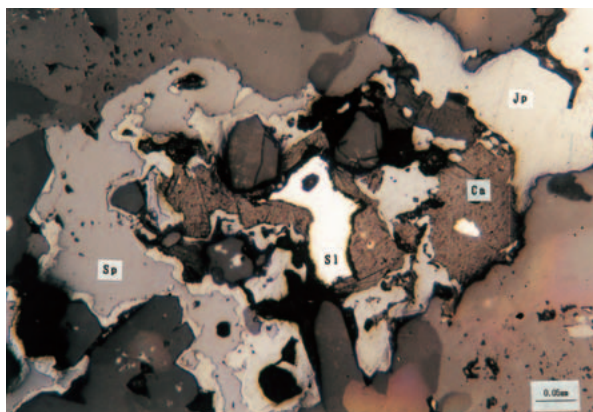
3. 福石鉱床と永久鉱床の特徴

石見銀山の鉱床に関しては、すでに紹介した研究のほかに、筆者らも研究を行ってきた(牧・赤坂, 1991; 牧, 1992; Maki and Akasaka, 1992; 鳥越・赤坂, 1994; 鳥越, 1997)。これらの研究結果をもとに、福石鉱床と永久鉱床の特徴を述べる。

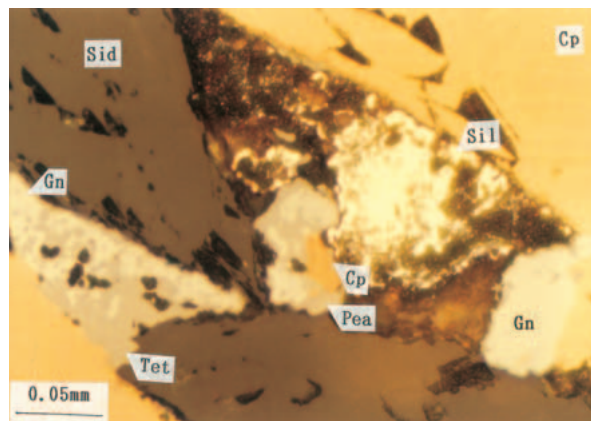
福石鉱床は鉱染鉱床であり、網脈状の部分と鉱染部から成り立っている。すでに述べたように、福石鉱床を胚胎する仙ノ山の火山碎屑岩は著しく変質しており、空隙が多く赤色が

かっていることが特徴である(第3図)。他方、永久鉱床は鉱脈鉱床であり、個々の鉱脈は延長、上下、左右共に60mを超えるもので、それが連鎖状に配列して「鉸(つる)」と呼ばれる脈の集合体を形成している。鉱脈付近のデイサイトは鉱化変質により多量の緑泥石が生成し、緑色を呈する(第4図)。

福石鉱床の母岩のデイサイト質火山碎屑岩は、火山噴出物の角礫が多く、それらを火山灰からなる凝灰岩が埋めており、空隙の多い凝灰角礫岩である。この母岩の空隙に自然銀が豊富に入っていて鉱石の品位が高かったことから「福石」と呼ばれたのである。基質が仙ノ山デイサイト質火山碎屑岩の特徴である赤みをおびた灰色を呈するのは、微細な赤鉄鉱が拡散して生成していることによる。久原(1926b)は、福石鉱床の網脈部の細脈は主に菱鉄鉱(FeCO_3)からなり、その中に少量の自然銀(Ag)、輝銀鉱(Ag_2S)、方鉛鉱(PbS)、微量の黄銅鉱(CuFeS_2)、黄鉄鉱(FeS_2)、班銅鉱(Cu_3FeS_4)、銅藍(CuS)が存在すること、福石は細脈から放散した自然銀、輝銀鉱、



第5図 福石鉱床鉱石の反射顕微鏡写真 Ca：方解石，Jp：ジャルパ鉱，SI：自然銀，Sp：閃亜鉛鉱



第6図 永久鉱床鉱石の反射顕微鏡写真 Cp：黄銅鉱，Gn：方鉛鉱，Pea：ピアス鉱，Sid：菱鉄鉱，Sil：自然銀，Tet：四面銅鉱

酸化鉄によって鉱染されていること，を述べている．筆者らが福石鉱床の坑内の網脈部から採集した試料には，自然銀は肉眼で認められなかったが，研磨した試料を顕微鏡で観察すると自然銀が認められた（第5図）．更に詳細に研究した結果，上記の鉱石鉱物の他にジャルパ鉱（ Ag_3CuS_2 ），マッキンストリー鉱（ $(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S}$ ），ピアス鉱（ $\text{Ag}_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$ ），輝銀銅鉱（ CuAgS ），角銀鉱（ AgCl ）の銀鉱物を新たに見出した（第5図）（鳥越・赤坂，1994；鳥越，1997）．Sinner（1966）によればジャルパ鉱およびマッキンストリーはそれぞれ117℃および94℃以下でのみ安定な鉱物であり，角銀鉱は非常に酸化的な環境で生成する鉱物である．したがってこれらの鉱物は，福石鉱床の生成条件を推定する上で重要なものである．また，細脈の主要鉱物である菱鉄鉱はマンガンを含み，菱鉄鉱の量は多いことがわかった．これも鉱床の生成過程を検討する上で重要な結果である．

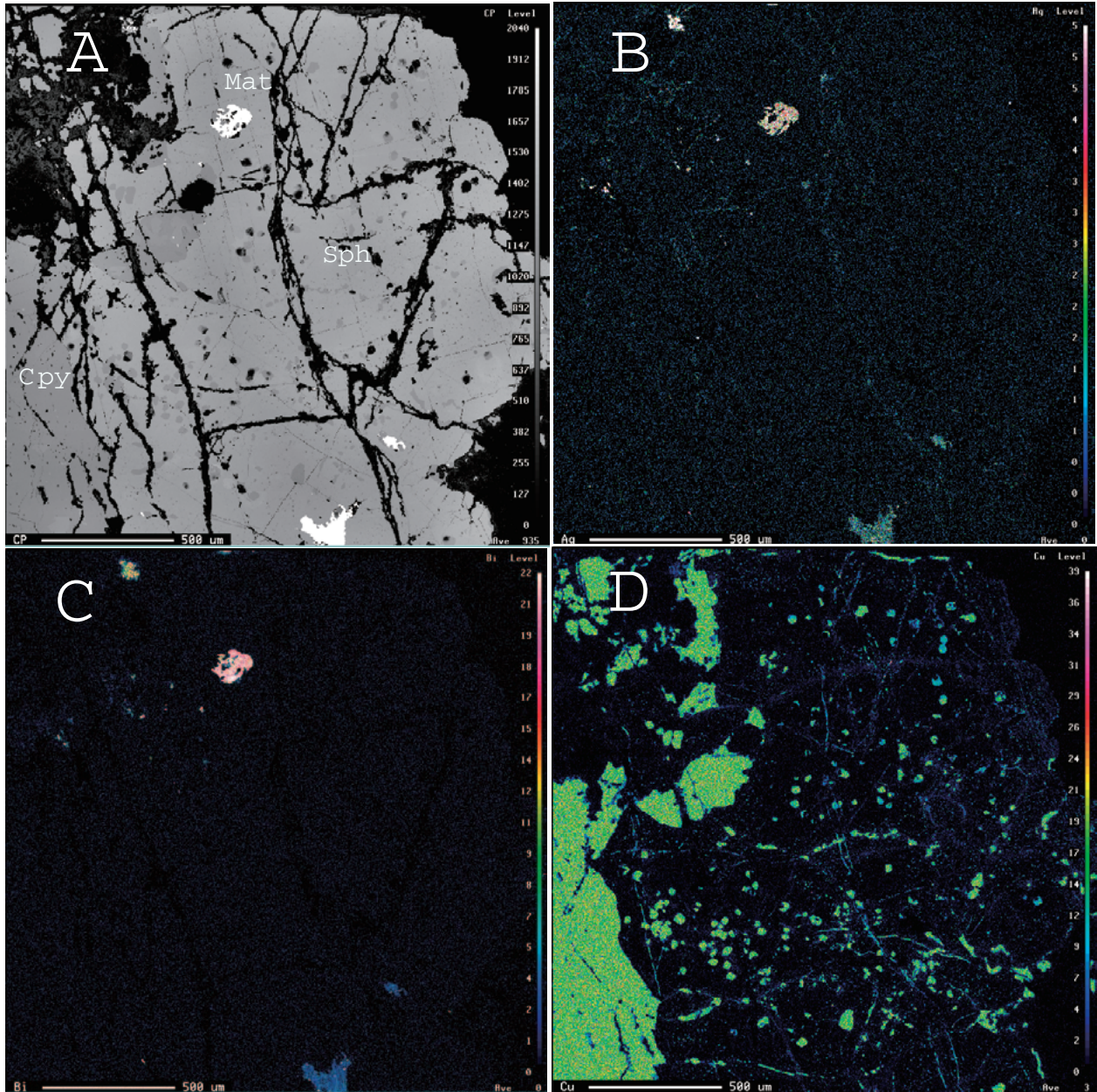
他方，永久鉱床の銀鉱物に関する久原（1926b）の記載は自然銀，輝銀程度であったが，その後の研究で多様な含銀鉱物が見出されている．筆者らが選鉱場から採集した試料では，主に菱鉄鉱からなる脈と，主に石英からなる脈があり，菱鉄鉱の脈は赤鉄鉱の脈に切られている（第4図）．このことから，菱鉄鉱の脈が先に出来て赤鉄鉱の脈が後から出来たということが分かる．同様のことは，久原（1926b）も述べている．この菱鉄鉱の脈に，自然銀，輝銀の他にエレクトラム（ (Au, Ag) ），ピアス鉱（ $\text{Ag}_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$ ），マチルダ鉱（ AgBiS_2 ），ポリバス鉱（ $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$ ），輝銀銅鉱，未詳 Ag-Cu-Bi-Pb-S 鉱物という多様な含銀鉱物が存在する（第6図，第7図）（添田ほか，1989；金属鉱業事業団，1990；牧・赤坂，1991；牧，1992；Maki and Akasaka，1992；本研究）．銅鉱物である四面銅鉱の銀含有量も高い．さらに筆者らはアイキン鉱（ PbCuBiS_3 ），Bi-ポリバス鉱（ $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{S}_{11}$ ），閃蒼鉛銅鉱（ Cu_3BiS_3 ）の含ビスマス硫化鉱物を見出した．マチルダ鉱やアイキン鉱は金属鉱業事業団によるボーリングコア試料からも報告されている（金属鉱業事業団，1990；追田ほか，2000）．その他に安四面銅鉱一砒四面銅鉱，硫砒銅鉱，黄銅鉱，輝銅鉱などの含銅硫化鉱物，方鉛鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱などが産出する．

他方，同じ永久鉱床でも赤鉄脈ではエレクトラムが認められるのみで，その他の含銀鉱物，含ビスマス鉱物，銅鉱石鉱物は認められない．このように，菱鉄脈および石英脈にだけ主要な各種金属鉱物が生成している．これも本鉱山の生成過程を検討する上で重要な事実である．これらの鉱物の共生関係や化学組成から，永久鉱床の生成温度は200℃前後と推定され（牧・赤坂，1991；牧，1992；Maki and Akasaka，1992），鉱物中の流体包有物の充填温度（150から220℃）（金属鉱業事業団，1990）とほぼ一致する．ただし，鳥越（1997）は永久鉱床上部に相当する竜源寺間歩でジャルパ鉱およびマッキンストリー鉱を発見しており，福石鉱床と共通した特徴を示すことを明らかにした．これは，永久鉱床の生成は要害山型（Y型）デイサイトではなく貫入岩型（I型）デイサイトの活動に伴うものとする追田ほか（2000）の結論と調和的である．

以上の石見銀山構成鉱物をまとめて第1表に示す．

久原（1926a）は，福石鉱床が永久鉱床の最上部相であり，本質的に同じ成因を持つものであると述べている．つまり，地下に鉱脈鉱床である永久鉱床があり，永久鉱床をもたらしした鉱液（熱水）が地表付近で仙ノ山を構成する火山砕屑岩に浸入拡散して福石鉱床が生成した，ということである．筆者らの研究結果も久原（1926a）の結論を支持する．

鹿園（1988）は，「銅・鉛・亜鉛脈鉱床では，一つの鉱床でも深いところには銅が多く，浅くなると鉛・亜鉛が増え，さらに浅くなると金・銀に富んでくるということがある」こと，「銅・鉛・亜鉛に富む鉱脈鉱床は黒鉄鉱床の分布と大体一致しているが，金・銀脈鉱床の分布は黒鉄鉱床の分布と一致していない」ことを指摘している．石見銀山永久鉱床は上記の銅・鉛・亜鉛脈鉱床の特徴を示している．しかし同時に，福石鉱床は「銅・鉛・亜鉛脈鉱床の最上部相」としては異例の豊富な銀を産出したことにその特異性を認める必要がある．鹿園（1988）は，「銅・鉛・亜鉛に富む鉱床は海成の火山岩類中に多いが，金・銀に富む鉱脈鉱床は陸成の火山岩類中にもある」とも述べており，金・銀含有量の高い石見銀山は陸成の火山岩類に伴う金・銀に富む鉱脈鉱床の特質も兼ね備えている．



第7図 永久銅床試料の反射電子像と Ag, Bi, Cu 元素濃度分布. A. 反射電子像. B. Ag 特性 X 線像. C. Bi 特性 X 線像. D. Cu 特性 X 線像. Cpy: 黄銅鉱, Mat: マチルダ鉱, Sph: 閃亜鉛鉱. スケールバーは 500 μ m.

4. 石見銀山の生成プロセス

以上のような石見銀山をめぐるこれまでの研究成果と黒銅床および銅脈銅床に関する多くの研究結果をもとに、筆者らはこの銅床の形成プロセスを大まかに次のように考えている(第8図)(赤坂, 2003)。

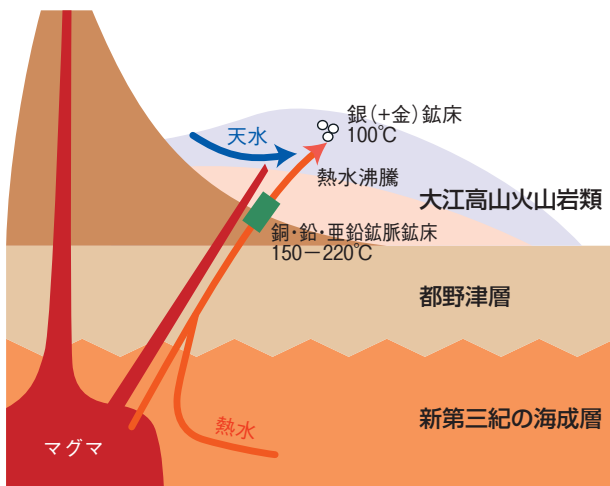
石見銀山を含む地域は今から 1500 万年ほど前(新第三紀中新世)は海底にあって、海底火山活動による火山噴出物が堆積し、熱水による銅化作用も起こっていた。黒銅床ができたかもしれないし、そうでなくとも少なくともある程度の銅化作用を受けたと考えられる。この時期の地層は久利層と呼ばれる。約 350 万年前から約 200 万年前の間に海成～非海成の堆積岩層である都野津層が、それに引き続いて大江高山

火山群の噴出物が堆積した。この火山活動を引き起こしたマグマから直接熱水が発生したか、あるいは、マグマの熱で新第三紀層に含まれていた海水が加熱されて NaCl 成分に富む熱水が発生した。この熱水は炭酸熱水であり、CO₂ 分圧が高いために酸性で、新第三紀層から銅・鉛・亜鉛・鉄・銀などの金属元素とイオウを溶かし込んだ。熱水は都野津層や大江高山火山岩類の裂隙に沿って上昇し、220℃ から 150℃ の温度になったときに菱鉄銅とともに銅・鉛・亜鉛の硫化銅物が晶出し、銅脈銅床(永久銅床)が形成された。その後更に浅い部分に上昇した熱水は沸騰し、CO₂ ガスが抜けるとともに酸素分圧、イオウ分圧が上昇し、かつ、溶液の pH が上昇して銅・鉛・亜鉛はもはや溶けないが金・銀は溶けやすいという状態となった。酸素の多い天水も添加されたと考えられる。

第1表 石見銀山の構成鉱物

鉱物名	英語名	理想化学式	永久鉱床の構成鉱物	福石鉱床の構成鉱物
エレクトラム	Electrum	(Au,Ag)	2), 3), 4), 5), 6), 7), 10)	
自然銀	Native silver	Ag	1), 5), 6), 7)	1), 2), 8), 9)
自然銅	Native copper	Cu	1), 2)	
黄鉄鉱	Pyrite	FeS ₂	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	9): 微量
白鉄鉱	Marcasite	FeS ₂	3), 4)	
黄銅鉱	Chalcopyrite	CuFeS ₂	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	1), 8), 9)
閃亜鉛鉱	Sphalerite	ZnS	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9), 11)	1), 8), 9)
ウルツ鉱	Wurtzite	ZnS	4), 10)	
方鉛鉱	Galena	PbS	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	1), 2), 8), 9)
輝銀鉱	Argentite	Ag ₂ S	5), 6), 7), 9)	1), 2), 8), 9)
輝銅銀鉱 (輝銀銅鉱)	Stromeyerite	CuAgS	3), 4), 9)	8), 9)
安四面銅鉱・碲四面銅鉱	Tetrahedrite-Tennantite	(Cu,Ag) ₁₀ (Zn,Fe) ₂ (Sb,As) ₄ S ₁₃	3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	9)
ピアス鉱-ポリバス鉱系鉱物	Pearceite-polybasite	(Ag,Cu) ₁₆ (As,Sb) ₂ S ₁₁	3), 4), 5), 6), 7), 9)	9): 微量
ジャルパ鉱	Jalpaite	Ag ₂ CuS ₂	9)	8), 9)
マッキンストリー鉱	Mckinstryite	(Cu,Ag) ₂ S	9)	8), 9)
未詳 Ag-Cu-Bi-S 系鉱物	Unknown Ag-Cu-Bi-S mineral		5), 6), 7)	
未詳 Cu-Ag-Fe-S 系鉱物	Unknown Cu-Ag-Fe-S mineral		5), 6), 7)	
未詳 Ag-Cu-Bi-Pb-S 系鉱物	Unknown Ag-Cu-Bi-Pb-S mineral		3), 4), 5), 6), 7)	
角銀鉱	Chlorargyrite	AgCl		9)
Bi-ポリバス鉱	Bi-polybasite	(Ag,Cu) ₁₆ (Bi,Sb) ₂ S ₁₁	5), 6), 7)	
マチルダ鉱	Matildite	AgBiS ₂	3), 4), 5), 6), 7), 10)	
閃着鉛銅鉱	Wittichenite	Cu ₂ BiS ₃	3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	
アイキン鉱	Aikinite	PbCuBiS ₃	3), 4), 5), 6), 7), 9), 10)	
硫砒銅鉱	Enargite	Cu ₃ AsS ₄	3)	9): 微量
ルソン銅鉱	Luzonite	Cu ₃ AsS ₄		9): 微量
斑銅鉱	Bornite	Cu ₅ FeS ₄	1), 9)	2)
輝銅鉱	Chalcocite	Cu ₂ S		9)
銅藍	Covellite	CuS		2), 8)
赤鉄鉱	Hematite	Fe ₂ O ₃	2), 3), 5), 6), 7), 9), 10)	9)
菱鉄鉱	Siderite	FeCO ₃	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 9)	1), 9)
菱マンガン鉱	Rhodochrosite	MnCO ₃	3), 10)	8)
重晶石	Barite	BaSO ₄	2), 3), 10)	
緑泥石	Chlorite	(Mg,Fe,Al) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂	3), 5), 6), 7)	
石英	Quartz	SiO ₂	1), 2), 5), 6), 7), 9), 10)	9)

- 1) 山上 (1897)
- 2) 久原 (1926b, c)
- 3) 添田ほか (1989)
- 4) 金属鉱業事業団 (1990, 1991, 1992, 1993)
- 5) 牧・赤坂 (1991)
- 6) 牧 (1992)
- 7) Maki and Akasaka (1992)
- 8) 鳥越・赤坂 (1994)
- 9) 鳥越 (1997)
- 10) 追田ほか (2000)



第8図 石見銀山形成過程と熱水の性質

この時に多量の赤鉄鉱が晶出して、金・銀鉱物や銅・鉛・亜鉛の硫化鉱物を含まない赤鉄脈が生成した。この赤鉄脈が原因で仙山のデイサイト質火山砕屑岩は赤色を呈することとなった。約 100°C に温度が下がった鉱液が火砕岩の中に拡散した際にジャルパ鉱、マッキンストリー鉱、自然銀などの銀鉱物が晶出し、鉱染状の福石鉱床が生成した。

5. おわりに

以上、従来の研究結果と著者らの研究結果による石見銀山の永久鉱床と福石鉱床の特徴、およびそれに基づいて筆者らが考える生成プロセスを述べてきた。山陰地域には石見銀山のほかにも銅・鉛・亜鉛の鉱脈鉱床が幾つかあっても多かれ少なかれ金銀を含んでいるが石見銀山ほど銀鉱物が濃集している鉱床はない。したがって福石鉱床は「永久鉱床の最上部相」であるにしても、かつて石見銀山の本体をなしていた福石鉱床の特異性も認める必要がある。また、他の金・銀を含む銅・鉛・亜鉛鉱床で石見銀山並みの銀鉱床が生成しなかった理由は何か、ということにも興味を持たれる。山陰地域ではすでに金属鉱床は稼行されていないが、地殻にほんの微量にしか存在しない資源元素が濃集して鉱床を形成する過程を解明する上で、石見銀山をはじめとする山陰地域の金属鉱床は研究対象として極めて重要である。

謝 辞

Barry P. Roser 博士には Abstract の査読をしていただいた。記して感謝する。

引用文献

- 赤坂正秀 (2003) 石見銀山の地質と鉱床. 中国地域と対外関係 (岸田裕之編), 山川出版, pp. 119-131.
- 井上多津男・高島勲・酒井禮男・飯塚信行 (1983) 大江高山火山群の溶岩類のフィッシュン・トラック年代. 地球科学, 37, 275-278.
- 鹿野和彦・宝田晋治・牧本 博・土谷信之・豊 遥秋 (2001) 温泉津及び江津地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 129 p.
- 金属鉱業事業団 (1990) 平成元年度精密調査報告書北島根地域, 84 p.
- 金属鉱業事業団 (1991) 平成二年度精密調査報告書北島根地域, 76 p.
- 金属鉱業事業団 (1992) 平成三年度精密調査報告書北島根地域, 56 p.
- 金属鉱業事業団 (1993) 平成四年度精密調査報告書北島根地域, 55 p.
- 久原幹雄 (1926a) 大森鉱山地質及鉱床概論 (一). 地質学雑誌, 33, 159-175.
- 久原幹雄 (1926b) 大森鉱山地質及鉱床概論 (二). 地質学雑誌, 33, p.211-232.
- 久原幹雄 (1926c) 大森鉱山地質及鉱床概論 (三). 地質学雑誌, 33, p.257-272.
- 牧 貴浩 (1992) 島根県大森鉱山 (石見銀山) の鉱化作用について. 島根大学大学院理学研究科修士学位論文, 98 p.
- 牧 貴浩・赤坂正秀 (1991) 島根県大森鉱山永久鉱床産の鉱石鉱物. 日本鉱物学会 1991 年年会講演要旨集, p.45.
- Maki, T. and Akasaka, M. (1992) Sulfide mineralogy of the Omori Au-Ag-Cu deposit, Shimane Prefecture, Japan. 29th International Geological Congress, p. 738.
- 永井淳也・永島晴夫・山内靖喜・大平寛人 (2005) 山陰地域に分布する江津層群および大江高山火山群の FT 年代. フィッシュン・トラックニュースレター, 18, 13-17.
- 日本鉱業協会 (1968) 大森鉱山. 日本の鉱床総覧 (下巻), p.701-706.
- 迫田昌敏・小玉敬義・井上常史 (2000) 島根県大森鉱山 (石見銀山) の Au-Cu-Ag 鉱化作用と K-Ar 年代. 資源地質, 50, 45-60.
- 鹿園直建 (1988) 地の底のめぐみ—の化学. 裳華房, 182 p.
- 島根県地質図説明書編集委員会 (1985) 「島根県の地質」, 島根県, 646 p.
- Skinner, B. J. (1966) The system Cu-Ag-S. Economic Geology, 61, 1-26.
- 添田 晶・渡辺 洵・星野健一・磯辺 清 (1989) 島根県大森鉱山における金銀鉱物. 1989 年度三鉱学会講演要旨集, p.120.
- 都野津団研グループ (1983) 島根県中部の都野津層と大江高山火山群. 地団研専報, 25, 151-160.
- 鳥越俊行 (1997) 島根県大森鉱山の鉱脈鉱床, 鉱染鉱床における銀鉱化活動. 島根大学大学院理学研究科地質学専攻修士論文, 65 p.
- 鳥越俊行・赤坂正秀 (1994) 島根県大森鉱山福石鉱床の銀鉱物とその生成条件. 平成 6 年度三鉱学会講演要旨集, p.103.
- 通商産業省 (1967) 昭和 41 年度広域調査報告書北島根地域. 26 p.
- 通商産業省 (1968) 昭和 42 年度広域調査報告書北島根地域. 23 p.
- 山上萬次郎 (1897) 20 万分の 1 地質図幅「三瓶山」および同説明書, 140 p.