

極東ロシア南部の金属鉱物資源

V. V. Ratkin¹⁾(訳: 石原 舜三²⁾)

まえがき

極東ロシア南部には金属鉱物資源が豊富で、多くの稼行鉱山がある。これら鉱山から全ロシア生産量の内の金10%, 銀40%, 鉛・亜鉛40%, タングステンと錫50%以上, 螢石90%, 硼素100%が生産されている。

この地域の主要な構造単元は次の5つに分けられる。

- (I) シベリア地塊
- (II) 原生代-古生代のブレア(Burea)-ハンカ(Khanka)帯(またはスーパーテレイン)
- (III) 古生代初期-中生代モンゴル-古オホーツク帯
- (IV) 中生代-新生代のシホテアリン褶曲帯
- (V) 千島活火山帯

鉱床の生成に関わる主要な構造運動・火成活動は次の7時期である。

A. 原生代中期(Riphean)の地溝帯(1,900-1,100 Ma)

これはシベリア地塊南部において地溝帯に発達する亜アルカリ岩質な珪長質火山岩類とアノーツサイト貫入岩類としてみられる。

B. 原生代最末期(Vendian)-カンブリア紀初期の地溝帯(650-550 Ma)

これは東-西系のモンゴル-古オホーツク海盆の始まりであり、まず原生代末期(Vendian)-カンブリア紀初期に原生代地塊の縁辺部で堆積作用、火山活動が生じたものである。モンゴル-古オホーツク帯の南部に存在する。

C. オルドビス紀-シルル紀(450-350 Ma)

上記の大陸縁辺活動帯の融合・衝突とブレア-ハンカ変動帯の形成。

D. ジュラ紀中期(180-160 Ma)

ブレア-ハンカ変動帯とシベリア地塊の衝突。東西系のモンゴル-古オホーツク海盆の終息。

E. ジュラ紀後期-白亜紀初期(160-100 Ma)

南北系のシホテアリン褶曲帯の形成。衝突帯火山活動とシベリア地塊と付加体内でプレート内超塩基性-塩基性岩類の貫入。

F. 白亜紀後期-古第三紀(100-50 Ma)

付加体形成後の沈み込みに伴う火成岩帯(シホテアリン)の形成。

G. 新生代後期(25-0 Ma)

日本海の生成、千島弧活動の勃発。

原生代中期の地溝帯

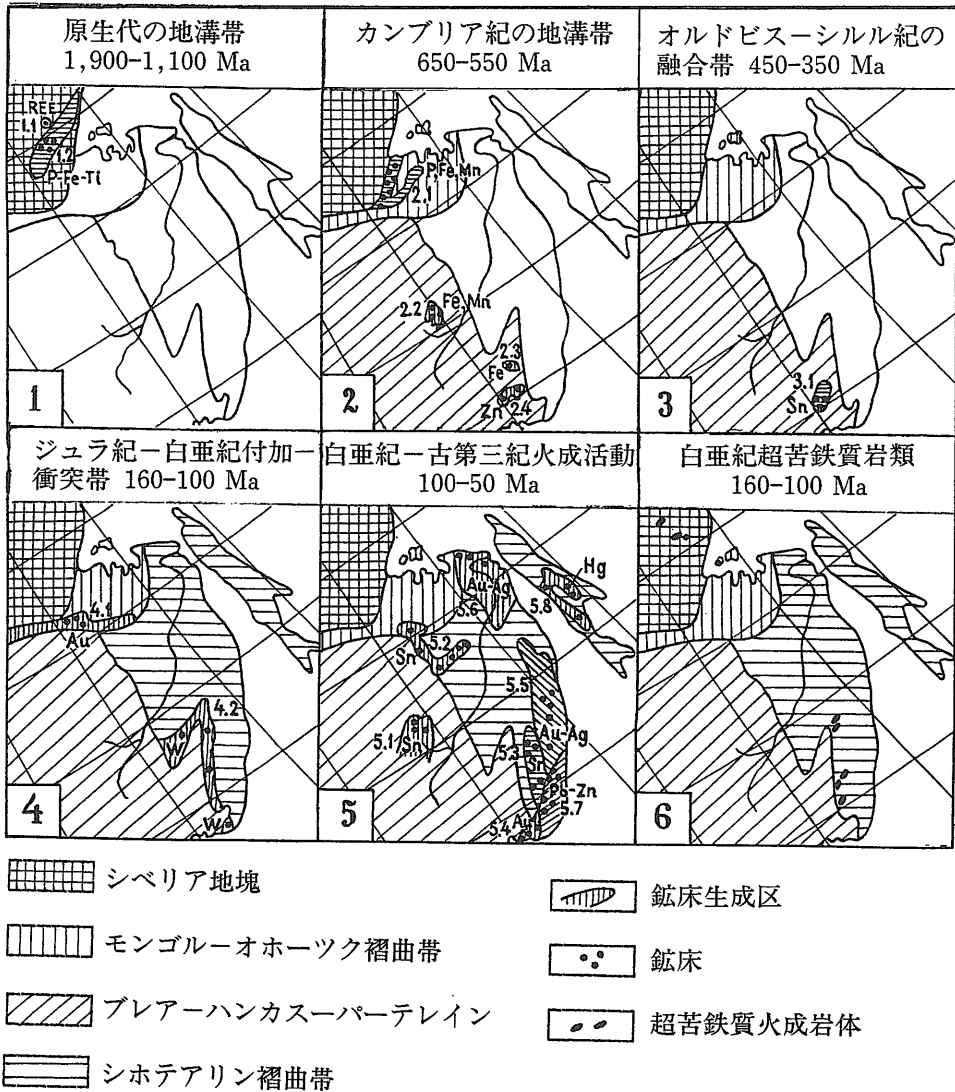
これはシベリア地塊の周辺に位置し(第1図-1), この地溝帯に属する Djugdjur 帯にはアノーツサイトに伴われて巨大なチタン鉄鉱-燐灰石鉱床がある。予想鉱量は P_2O_5 40億トンである。現在4鉱床が探鉱済みである。鉱床は斑れい岩、斑れい-閃長岩、輝岩に、燐灰石-チタン鉄鉱-含チタン磁鉄鉱が含まれるものであり、燐灰石とジルコンの U/Pb 法による年齢は17億年である。

Djugdjur 山地の150 km 北方, Ulkan にはユニークな REE 鉱床が数多くある。これらは火山地溝帯の亜アルカリ火山岩に伴われるもので、その時代は U/Pb 法で19-18億年、火山岩類はラパキビ式の花崗岩(17億年)の貫入を受ける。この花崗岩に関係して Be, Nb, Ta を含むこの REE 鉱床は生成したもので、母岩はまずアルカリ熱水液によるアルバイト化、次いで鉱化をうけ、それは幅数 m であるが長さは数 km に及ぶ。このほかに Ulkan 帯には11

1) ロシア科学アカデミー極東地質研究所, ウラジオストク, ロシア

2) 北海道大学理学部地球惑星物質科学教室

キーワード: 金属鉱物資源, モンゴル-古オホーツク帯, 地溝帯, 付加体, テレイン解析, 燐灰石-チタン鉄鉱床, 錫鉱床, 金鉱床



第1図 極東ロシア南部の鉱床生成区図

- 1.1 Ulkan, 1.2 Dzhugdzur,
- 2.1 Galam, 2.2 南ヒンガン, 2.3 Kabarga : 鉄鉱層, 2.4 Voznesenka : 石灰岩中の塊状硫化物
- 3.1 Yaroslavka : 螢石, Sn グライゼン, Nb-Ta 鉱床,
- 4.1 Selemdzha-Kerbi : 変成金鉱床, 4.2 Samarka : W スカルン,
- 5.1 ヒンガン : Sn グライゼン, 鉱脈, 5.2 Badzhal-Ezop : Sn グライゼン, 鉱脈, 5.3 Luzhki : Sn グライゼン, 鉱脈, 5.4 Sergeevka : Au 石英脈, 5.5 Kema : Au-Ag 浅熱水性鉱脈, 5.6 アムール下流域 : Au-Ag 浅熱水性鉱脈, 5.7 Taukha : B, Pb-スカルン, 鉱脈, 5.8 サハリン : Hg 鉱床

億年の時代を示す U-Mo, REE 鉱床がある。これはカリウム質苦鉄質岩岩脈に伴われるものである。

近年、同じ地域に Y, Ce 鉱床を発見、探鉱中である。これは亜アルカリ岩的な珪長質岩の変質岩に伴われるもので、アルバイト・燐灰石交代岩に含ま

れる。他に Nb-Ta-Mo 赤鉄鉱鉱床があって、これも同時代(11億年)と思われるが、粘土化変質岩中に産出する。赤鉄鉱は Nb に富み、Nb 1% に達する。

原生代最末期-カンブリア紀初期の地溝帯

この地溝帯には層状の Fe, Mn 鉱床が顕著である。これには生成環境を異にする2つのタイプがある。一つはモンゴル-古オホーツク盆地の深海底でチャートや玄武岩活動に密接に伴われた Galam 帯の鉱床である。同じタイプに、もともと玄武岩海山の頂部に磷酸塩鉱床 (phosphate coquina) が伴われたものがある。

他の一つは Kabarga および南ヒンガン (Khingan) 鉄鉱化帯に属するものである。ここでは堆積性 Fe (Mn) が先カンブリア系の基盤を覆う浅海性の原生代末期-カンブリア紀初期の碎屑性炭酸塩岩類を母岩とし、その陥没帯に生成したものである。主要鉱床は南ヒンガン帯の Kimkan と Kastengi である。推定鉱量は約30億トンである。

同様な陥没帯はカンブリア紀炭酸塩岩類中に多く、そこでは鉄ではなく鉛・亜鉛鉱物を伴う (すなわちミンシッピーバレー型である。訳者註)。Voznesenka 鉱床が最大で、すでに剝土とピット作業が完了し、推定鉱量400万トン (平均 Zn 4%) が得られている。

オルドビス-シルル紀の融合-衝突帯

古生代初期には大陸縁辺活動帯の融合と衝突によってブレア-ハンカ帯が生成したが、その最末期には多数の衝突型花崗岩類が生じた。そのうちの黒雲母花崗岩に伴われてグライゼン型の錫、螢石、電気石-石英脈が分布する。その鉱化作用の特種なものに Li-螢石-優白質花崗岩 (第1図-3) に伴われる Voznesenka 螢石鉱床がある。近傍の Pogradichnoe 鉱床を含めてその推定鉱量は4,500万トン (Ca F₂32%) と算出されている。

この鉱床は花崗岩体直上のカンブリア紀石灰岩が螢石と雲母により交代されるもので、一部の螢石は花崗岩体中にトバズ-螢石グライゼンとしても産出する。鉱化年代は Rb-Sr 法によれば450-440 Ma である。鉱床に産する電気石は、その硼素同位体 (¹¹B25%) が蒸発岩起源であることを示すことから、基盤の先カンブリア紀の堆積性螢石鉱床が地殻溶融型のマグマ発生過程で再生された為に、この花崗岩が本来的に F や B に富み、この巨大な螢石鉱床を

生んだものと解釈された。この優白質花崗岩は螢石のほかに REE 鉱床を伴っている。Pogradichnoe 鉱床では2,500万トン (Ta 酸化物0.012%, Nb 酸化物0.016%) の鉱量が計算されている。

ジュラ紀中期鉱化作用

モンゴル-古オホーツク海の閉鎖、ジュラ紀中期の衝突帯の形成は金鉱化作用にとって非常に重要である。この時期に衝突によるブレア-ハンカ帯の諸岩石の変形と変成作用 (緑色片岩相) によってモンゴル-古オホーツク帯に多数の金鉱床が生成している。Tokur 鉱床などいくつかは巨大であり長年稼行されているが、多くは小規模で現世の砂金鉱床の起源となっている。Bi に富む金鉱床はジュラ紀後期-白亜紀初期の衝突帯花崗岩に関係したものである。

ジュラ紀後期-白亜紀初期鉱化作用

ロシア南東部の“中生代”の Sn, Pb, Zn, Au-Ag, W 鉱床の多くは南北系のシホテアリン褶曲帯に産出する。母岩は主にジュラ紀後期-白亜紀初期の付加体 (Samarka, Bikin, Badzhal など)、白亜紀初期の付加体 (Taukha, Gorinsky, アムール河下流など) の諸岩石である。島弧的な Kema テレインの破片が日本海海岸近くに識別できるが、これは白亜紀中期のシルト岩、砂岩、少量の安山岩、玄武岩質安山岩から構成されている。

シホテアリン山地には付加体形成前の鉱床はほとんどなく、主要な鉱床で最も古いものは白亜紀初期の衝突に関連するもので、Samarka 付加体に産するタングステン スカルン鉱床である。これは130-110 Ma の高アルミナ S タイプ花崗岩に関係する。ジュラ紀後期-白亜紀初期のオリストストロームにペルム紀石灰岩が伴われ、これがスカルン化、グライゼン化を受ける。Vostok-2 鉱床がよく研究され、かつ大規模で、ロシア最大の灰重石鉱石の採掘量と選鉱場を持つ。

白亜紀後期-古第三紀鉱化作用

この時期の鉱床は沈み込み運動に関して生成したものである。それは付加帯形成期以後、主に日本

海沿岸の一部、さらに内陸部のハンカテレインの火山深成岩活動に伴って生じた(第1図-5)。

錫鉱床が最も卓越し、Khingán, Badzhal-Ezop, Luzhkiの3地域が著名である。鉱床は1億年-6,000万年前の優白質花崗岩、モンゾ閃緑岩-花崗閃緑岩質の火山・深成岩類に関係して生成したが、その構造的背景は様々である。

ヒンガン帯では鉱化はブレア-ハンカスーパーテレインの古期基盤岩類に付加体形成後の火山岩類が噴出した所にみられる。Badzhal西部-Ezop帯~Pravourmiisky地域では、鉱床はブレア-ハンカスーパーテレインに中生界が衝上する部分の優白質花崗岩に伴われて産出する。Badzhal東部-Ezop地域では大陸棚起源またはフリッシュ堆積物からなる付加体に、Luzhki帯では同じ大陸地塊の周辺でモンゾ閃緑岩-花崗閃緑岩に伴われて産出する。

金銀鉱床は3地帯に分布する。そのうちKemaおよびアムール河下流域では白亜紀後期-古第三紀火山岩類に関係して日本海沿岸近くに産出する。これら鉱床は浅熱水性で、幅広いAu/Ag比を持ち、Kema地域の火山岩類中に産出するものは特にAgに富む。Tayozhnoe鉱床はAgサルフォソルト型でその構成鉱物は著名なメキシコのGuano Ag鉱床と酷似する。Au-Ag型はアムール河下流域で、この地域のフリッシュ堆積物からなる付加体を覆う火山深成岩類に関係して産出する。

これら浅熱水性鉱脈のほか、鉱染網状鉱脈型に属するものが白亜紀中期の花崗閃緑岩貫入岩体中に産出する。白亜紀最末期にも浅熱水性鉱脈があって、その最大の鉱床はMnogovershinnoeである。

ウラジオストクやナホトカ市街地に近いSergeevka含金鉱化帯は特異なものである。それはSergeevkaテレインの古生代初期変成岩類に貫入する白亜紀花崗岩類に伴われて産出する。Sergeevkaテレインはブレア-ハンカスーパーテレインの一部であり、主に玄武岩、斑れい岩類からなり、古生代初期の大陸地殻の周縁相を構成していたものと思われる。鉱床は変成岩類中の含金珪化帯あるいは小規模鉱脈としてみられる。Askold鉱脈はAskold島にあり、金量3トン規模、他に砂金が海岸部に存在する。昨年度の地質・地化学探査で、このSergeevka古生代変成岩類地域には多数の鉱徴が得られた。

1994年8月号

シホテアリン山地には上記鉱床に加えて、大規模で特異なPb・Znスカルン鉱床が含硼素珪酸塩鉱物と共に産出する。これはTaukha付加体中の三畳紀の石灰岩ブロックをとり込むオリストストローム中において、このオリストストロームのマトリックスは粗粒の未分級の石英、長石、砂岩であるため大陸棚の最上部堆積物と解釈されている。

鉱化作用は白亜紀最末期の火山活動に関係して石灰岩とそれを含むシルト岩との境界で発達するもので、方鉛鉱と閃亜鉛鉱を主体とし、回収可能な量のCd, Biを含み、Ag品位は50g/トンである。鉛・亜鉛量として50万~100万トンの鉱量を持つものとして、Sadovoe, Nikolaevskoe, Partizanskoe鉱床などがある。

置物などに加工されているダルネゴルスク鉱床産の有名な硼素珪酸塩スカルンは鉛・亜鉛スカルンより早期生成で、白亜紀中期の爆発的な火砕流噴火に関係したものである。このスカルンは石灰岩を交代する巨大な石榴石-ヘデン輝石-珪灰石スカルンで、ボーリングにより地下1kmまで続くことが確認されている。硼素は主にダトー石、斧石に、一部はダンブリ石として産出する。B同位体比からその起源は珪長質マグマと考えられる。この鉱床はオープンピットで採掘中で化学プラントも保有してロシアの硼素需要の100%を供給している。

千島弧火山活動

極東ロシア南部で最も若い鉱化作用は千島列島のものである。ここには中新世初期の海底火山によって生じた黒鉱型の小鉱床がある。中新世後期には陸成火山岩類に伴って浅熱水性Au-Ag, Cu-Pb-Zn, Sn鉱脈が生成した。

第四紀には多数の硫黄鉱床が現世の火口付近に生じている。千島で稼行可能な鉱床はAu-Ag鉱脈と噴気硫黄と思われる。

ま と め

以上に記述した様に、極東ロシア南部の鉱物資源は基盤や中-古生層のテレイン解析によってとらえることができる。すなわち、Sn：古期結晶質岩類または新期の大陸棚近くに堆

積したタービダイトからなるテレイン。

Au: 苦鉄質火山岩類に富むテレイン。

B, Pb, Zn: 大陸棚堆積物の付加体テレイン。

以上の範疇に入らないテレイン解析で未区分の鉱床に次のものがある。

プレート間に貫入する苦鉄質-超苦鉄質岩に関係するクロム鉄鉱, チタン鉄鉱, 白金族元素鉱床。これはシホテアリン, モンゴル-古オホーツク, シベリア地塊などに分布する。白金鉱床としては Kondyor が著名である。シホテアリンのものは白金は少量であるが, 斑れい岩や輝岩に含まれる燐灰石-チタン鉄鉱鉱石は高品位で経済性がある。

またテレイン解析の範疇に入らない今ひとつの鉱

床は Hg である。これは大規模な広域的断層や日本海盆の生成に関係した横ずれ断層沿いに産出するので深所起源と考えられる。

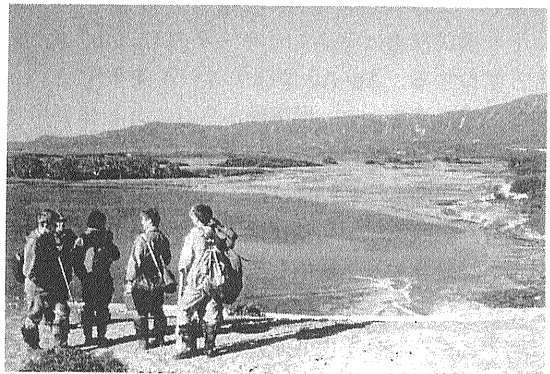
結論的に, Sn, Pb, Zn, Ag, Au などは上部地殻(15-20 km)におけるマグマ活動, 変質作用で生じたもので浅所起源であり, Cr, Ti, Pt 族, Hg などは付加体岩類が関係しない下部地殻にその起源を持つものである。

RATKIN Vladimir V. (transl.: ISHIHARA Shunso) (1994):
Metallogeny of the southern Far East Russia.

〈受付: 1994年 5月10日〉

カムチャッカ半島のカルデラ寸景

J. W. Hedenquist¹⁾



1. Ksudach カルデラ

カムチャッカ半島には多数のカルデラがある。Ksudach カルデラは半島南部(51.8°N)にあって, 直径 18×22 km, 玄武岩および玄武岩質安山岩からなり, 更新世中期に生じた。中心部には 1×1.7 km の Stubel クレーターがあり, 1907年 3月15日の火砕岩噴火で生じた。上部左から右手へ多くの火山が見られるが, 手前のピークは Zjeltovsky 火山である(Sergei Fazlullin 提供)。

2. Uzon カルデラ

Uzon カルデラは半島中部(54.5°N)にあって, 直径 9×12 km, カルデラ壁は200-800 m の高さを持つ。その火山活動は玄武岩-流紋岩質で, 11万年前に始まり, 2万年前の氷河期に終了した。現在は南-北方向 5 km に亘って熱水活動があり, 写真のように蒸気と熱水変質帯が見られる。深相水は中性 pH-Cl 型, 地表水には一部硫酸酸性水が見られ, 地表土壌に日本の恐山のような As-Sb-Hg が鉱染する。

1) 地質調査所 鉱物資源部