

極東ロシア北部の金属鉱物資源

石原舜三¹⁾・神谷雅晴²⁾

まえがき

鉱物資源探査は時代と共に、新しい資源を求めて遠隔地に向かう。極東ロシア北部はかつて砂金などで何回かの資源ブームに沸き、大きな可能性を秘めているものと思われるが、これまで多くを知ることができなかった。

この度の旧ソ連体制の崩壊によりロシア側も資源情報を出し始め、この機会にアメリカの誘いでロシア・カナダを含む3国で国際研究共同プロジェクト『極東ロシア、アラスカ、カナディアン・コルディエラの鉱床生成とテクトニクス』を開始した。

これまで何回かの会合を重ねて今日に至っているが、この度その第一報が米国地質調査所のオープンファイルレポート(93-339)として公表された。これには西側基準から統一的に見た初めてのロシア鉱物資源情報が含まれており、極東ロシアにおける新鉱床探査、西側資本による既知鉱床の開発、西側技術による古い鉱石の再処理や公害・環境対策、などに有効な資料となるものと考えられる。内容は次の諸項目からなる。

- (1) 西経141°以西のアラスカにおける273鉱脈鉱床、43砂鉱床、および極東ロシア北部251鉱脈鉱床、41砂鉱床の一覧表。これには緯度・経度、鉱床タイプ、平均品位・鉱量・生産量に要旨程度の説明が付けられている。また、これらの400万分の1構造-層序図への表示、1,000万分の1の鉱床生成区図。
- (2) 表記地域の鉱床タイプの総括。
- (3) それらの母岩との関連における成因的解釈。

なお引き続き同一地域の基盤地質図、あるいは周辺地域へ拡大した鉱物資源情報が出版される予定である。

ここでは我が国に近い極東ロシア北部の鉱床につ

いて概要を紹介する。表記地域の鉱床は新しい試みとして付加体形成(白亜紀)前、同時期、形成後の3時期に分類されている。

付加体形成前の鉱床

ここには付加体形成以前に個々の地帯で生成した鉱床を全て含めるが、時代は主に古生代である。極東ロシア北部における鉱床は次の生成タイプからなる。

さや状クロム鉄鉱床・白金族鉱床

さや状クロム鉄鉱床はオフィオライト複合岩体中、超塩基性岩(ダナイト、ハルツバージャイト)に伴われて“さや”状にクロム鉄鉱が濃集するもので、母岩の断層、破碎、蛇紋岩化が著しいものである。クロム鉄鉱はもともと集積相と思われる。時代は古生代かそれ以前である。鉱床近傍には常にPGE^{注1)}鉱物が砂白金として産出することから、原岩は常にPGE 鉱物を含んでいる可能性がある。

6 鉱化帯が知られており(第1図)。クロム鉄鉱はPekulney, Tamvatney-Mainits では冶金用品に使用できる。

Vatyn 鉱化帯では、PGE 鉱物が斑れい岩・ダナイト・パイロキシナイトの累帯配列を持つ“アラスカ型”の超苦鉄質貫入複合体に伴われ、さや状クロム鉄床は少ない。

層状または層準規塊状硫化物鉱床と関連鉱床

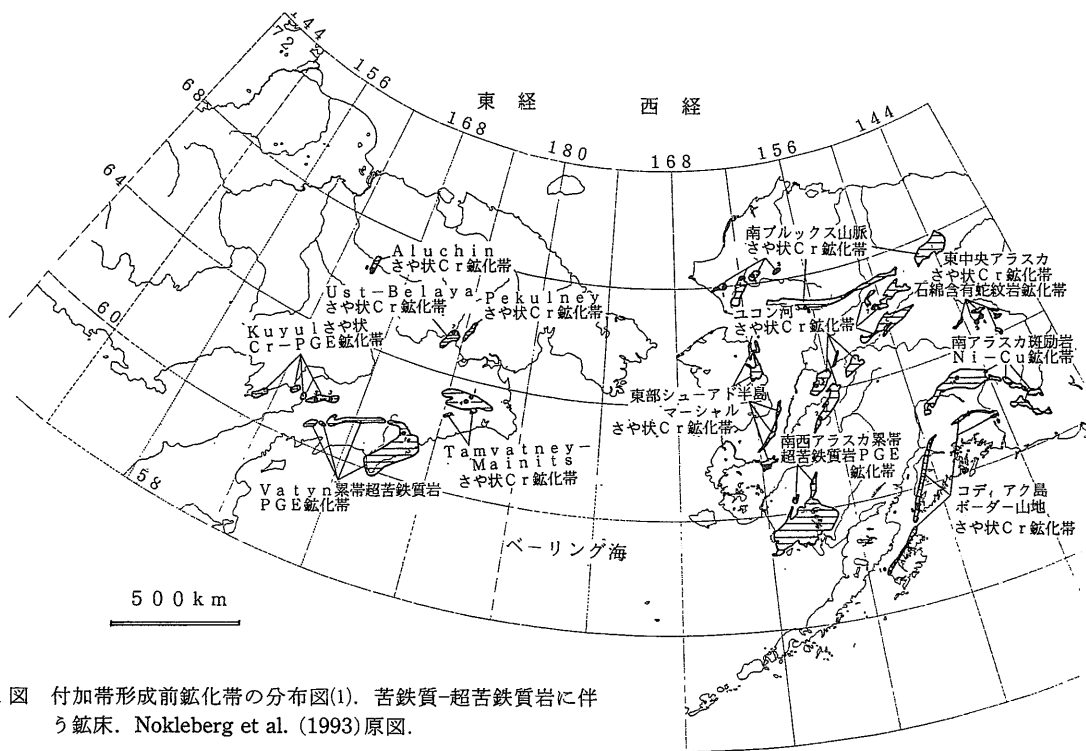
この種の鉱床は地域の西部に分布し(第2図)、基本的には次の10タイプに分けられる。

- 1) オーストリア型 W 鉱床
- 2) Kipushi 型 Cu-Pb-Zn 鉱床
- 3) ミンシッピバレー型 Pb-Zn 鉱床
- 4) 火山-堆積性 Mn 鉱床

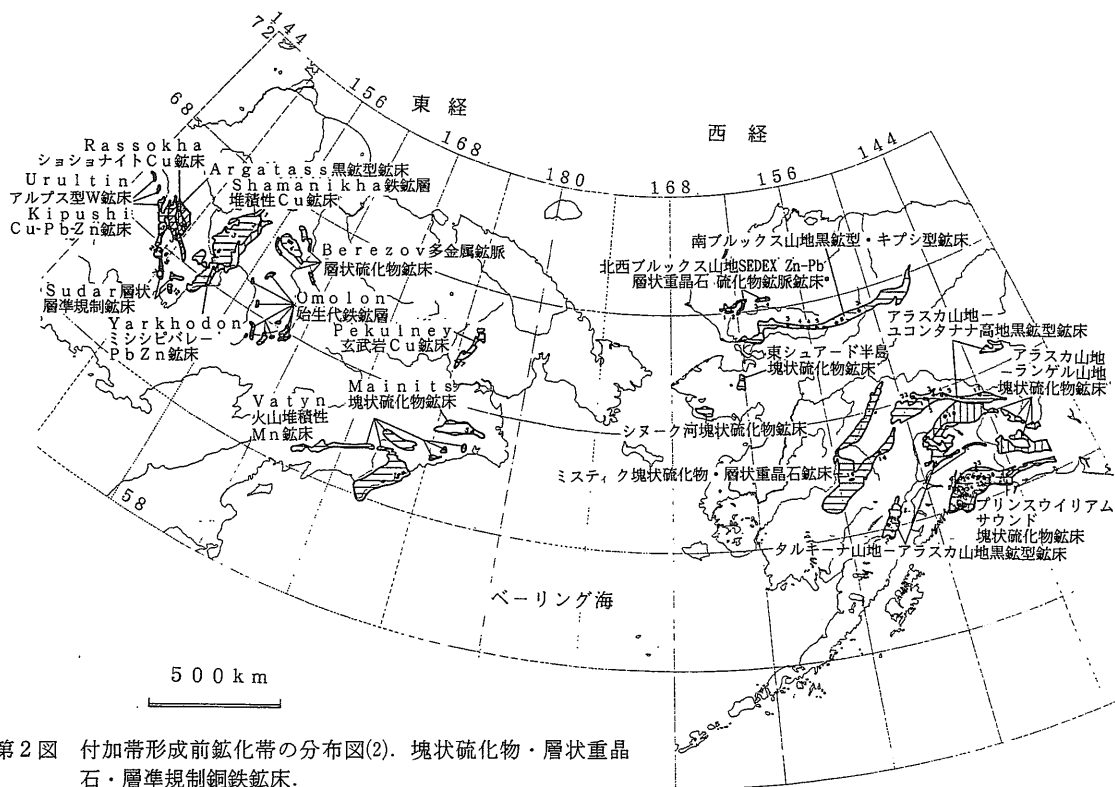
1) 北海道大学理学部地球惑星物質科学教室：
〒060札幌市北区北10条西8丁目
2) 元所員、現在 住鉱コンサルタント株式会社

キーワード：極東ロシア、アラスカ、付加体、砂金、砂白金、
Au 石英脈、Sn・多金属鉱床

注1) PGE: Platinum-group elements



第1図 付加帯形成前鉱化帯の分布図(1). 苦鉄質-超苦鉄質岩に伴う鉱床. Nokleberg et al. (1993)原図.



第2図 付加帯形成前鉱化帯の分布図(2). 塊状硫化物・層状重晶石・層準規制銅鉄鉱床. Nokleberg et al. (1993)原図.

と一致していない。この事実は未発見の金鉱脈、あるいは他のタイプの金鉱床が砂金鉱床の近くに潜在する可能性を物語っている。

ヤナ-コリマ鉱化帯

ヤナ-コリマ鉱化帯には、多い順に Au 石英脈、Sn 鉱脈、Sn グライセン、W 鉱脈、Hg 鉱床が古生代後期-中生代中期の堆積岩類とこれに貫入するジュラ紀後期-白亜紀初期のコリマ花崗岩類中に知られている。花崗岩類は大陸地殻の衝突帯に発生したものと考えられており、パーアルミナスの黒雲母花崗岩、両雲母花崗岩などからなる。花崗岩に先立って、安山岩岩脈類の貫入がある。

Au 石英脈と砂金鉱床は1945年から稼行されている Natalka 鉱山が著名で、他に Igumen など6 鉱山以上が稼行された。金鉱床は主として有機物に富む黒色頁岩を含むペルム紀-ジュラ紀の堆積岩-変成岩類を母岩とし、北西系で500-600 km も続く2組の横ずれ断層に主に規制される。随伴鉱物は硫砒鉄鉱と黄鉄鉱、3-5%以下の雲母、長石、炭酸塩鉱物、緑泥石を含む。鉱床は母岩の“熱的背斜部”に産出し、母岩は後退変成作用の証拠を有するので、鉱化作用は花崗岩貫入前の変成期に母岩中の堆積性 Au や磁硫鉄鉱、黄鉄鉱を含む火山噴気性共生鉱床からリサイクルして生成したものと考えられている。

付加帯形成期以後の鉱化帯

極東ロシア北部ではこの時期に7 鉱化帯が形成された(第5図)。これらの多くは白亜紀後期-新生代に大陸縁部で生じた著しい火山深成活動によって生成したものである。この時期には多種類の鉱脈型鉱床が生成し、大きな探査余地が残されている。鉱化作用は太平洋側へ向かって若くなる。

東アジア-北極圏火成鉱化帯

これは最も巨大な鉱化帯で、オホーツク-チュコート火山深成岩帯に沿って産出する。主要な鉱床タイプは Cu-Mo ポーフイリー型、Au-Ag 浅熱水性鉱脈、Au 硫化物鉱染型、花崗岩に関係する Au、Sn-Ag 多金属鉱脈、ポーフイリー、スカルン型、Hg-Sb 鉱床などである。この火山深成岩帯は太平洋側の前縁部で中間的厚さの大陸地殻に生じ、内陸部で先カンブリア系~中生層が厚く発達する大陸地

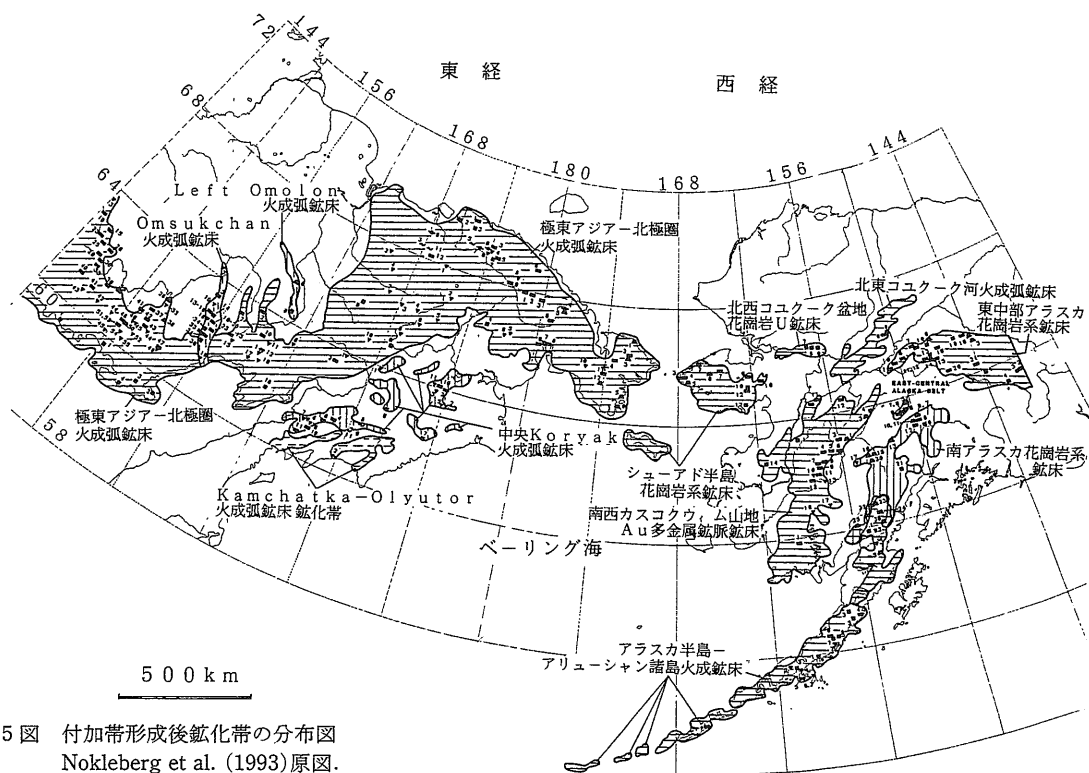
殻に形成されている。前縁部では玄武岩が卓越し、内陸部では安山岩と流紋岩が主体である。同時期の深成岩は花崗岩~斑れい岩で主に内陸部に産出する。これら火成活動は広域構造線の規制を受けており、流紋岩と花崗岩活動および関連する鉱脈鉱床は南北系と北西-南東系の断層に支配され、これがこの鉱化帯が内陸部へ幅広く発達する原因となっている。

Cu-Mo ポーフイリー型鉱床：このタイプの鉱床は火山深成帯の前縁部でマグマ貫入を規制する局部断層の交点に見られる。マガダン地域ではオホーツク海岸沿いの500 km に亘り、Osennel ほかの5 鉱床以上が発見されている。これら鉱床は Sr 初生値が低い白亜紀初期の斑れい岩、トナル石、斜長花崗岩に伴なわれ、白亜紀後期の斑れい岩・花崗岩類に関係するものは少ない。鉱床はしばしば直径7-12 km のリング構造の規制をうける。内陸部に向かって鉱床は Cu に代り Mo-W が富むようになり、これは内陸部にほどカリウムに富む優白質花崗岩が増加する事と関係する。

Au-Ag 浅熱水性鉱脈：この鉱床は主として南部に産出し、次の特徴を持つ。(1)直径10-60 km の陥没構造の周辺で貫入岩を伴うドーム状隆起部、(2)火砕岩を主体とする火山岩地帯、(3)流紋岩-デイサイトと流紋岩質イグニムバライトに富む、(4)カリウム質流紋岩、ラタイト、粗面安山岩と注入角礫岩の噴出または貫入キューボラ存在。(5)主要広域断層とリング状・放射状割目の重複箇所。(6)低温のプロピライト化変質。

Au-Ag 鉱脈は低-中程度の硫化物のほか、広く Ag-Sb スルホン塩、スルホン錫酸塩、Ag 硫化物、セレン化物、テルル化物、エレクトラムを伴う。鉱脈には石英のほかカルセドニー、水長石、炭酸塩鉱物を含み、盤際には水長石-絹雲母変質を伴う。Au/Ag 比は1~1/300である。鉱化年代は主に白亜紀後期~古第三紀、一部は白亜紀初期と思われる。

Au 硫化物鉱染鉱床：この鉱床はチュコート-オホーツク火山深成岩帯の縁部大規模鉱化破碎帯としてみられるもので、堆積岩中に硫化鉄鉱、黄鉄鉱と共に自然金が鉱染する。90%の金は針状硫化鉄鉱と As に富む黄鉄鉱中に含まれる。この種の鉱床は典型的には(1)火山帯に近いフレッシュ堆積岩帯、



第5図 付加帯形成後鉱化帯の分布図
Nokleberg et al. (1993)原図。

(2)これら堆積構造を切る断層などの割目の発達，特に衝上断層，ドーム構造，ホルスト構造など，(3)堆積岩にCが多いこと，などが重要である．この鉱染鉱床は浅熱水性鉱脈の基底部分との見方もある．

Sn, Sn-Ag 多金属鉱脈，ポーフィリー型とスカルン鉱床：この種の鉱床は次の2ヶ所，(1)チュコート中央と東部の北側と(2)オホーツク沿岸部の南西に分布し，地質的にはオホーツクチュコート火山深成岩帯の内側でフリッシュや大陸棚堆積物地帯に産する．鉱床は白亜紀後期の優白色黒雲母花崗岩マグマの貫入岩体あるいはドーム岩体に関する．火山性鉱床はAgとInが，ある場合にはWが多く含まれる傾向がある．チュコートのValkumeiは稼行中である．また既知Sn鉱量の多くはポーフィリー型Sn鉱床のPyrkakaiから得られている．

上記に関連するAg-Sn多金属スカルン鉱床はチュコート東部で古生代の炭酸塩岩中に産する．一部には流紋岩に伴うSn鉱脈があり，それは近傍に浅熱水性Ag多金属脈，スカルン，Co-As硫化物脈などを伴っている．いずれにしても，このSn鉱床にはAu鉱床並みにAgが多く含まれている．

HgとSb鉱床：Hg鉱床は極東アジア北極圏鉱化帯の北縁部で，北西，北東方向の断層に規制されて，一般的にAu-Ag鉱脈やSn鉱床帯と平行に配列し，時には重複して産出する．母岩は主に白亜紀流紋岩，デイサイト，安山岩類であり，時には基盤の堆積岩，火山岩類の場合もある．鉱物は主に辰砂で，しばしばSb, As, Au鉱物を伴う．鉱化は層状，ついで脈状あるいは網状にみられる．Sb鉱床は小規模脈状で，花崗岩や火山岩類中に産出する．

Omsukchan 火成弧鉱化帯

この鉱化帯はオホーツクチュコート火山深成岩帯に直交する北北西走向の幅10~70 km，長さ250 kmの火成弧で独立するものである．この鉱化帯は多数の多金属性，浅熱水性鉱床で特徴づけられる．北部や中心部ではSn, Ag多金属鉱脈とW, Au, Co鉱脈が，南部ではAu-Ag浅熱水性鉱脈とMo-Cuポーフィリー型が産出する．Sn鉱床は深部では花崗岩，浅部では火山岩と関係し，また鉱石鉱物にも垂直変化が認められる．高品位錫鉱床は1940年代に採掘済みである．

Ag鉱床の最大のものはDukatにあり，これは超

カリウム質流紋岩に伴われ、鉍染交代型の Ag や Cu, Pb-Zn 硫化物を伴う氷長石-菱マンガン鉍石英脈からなる。この鉍床は、一般の Au-Ag 鉍床とは Ag が多いことと鉍化作用が白亜紀初期から古第三紀初期まで長時間に亘った点で異なる。

Omsukchan 鉍化帯は厚さ 52 km の大陸地殻内で生じたもので、リフト内には炭層を含むモラッセ、それを不整合に覆う白亜紀初期の安山岩、流紋岩、イグニムブライトで埋められ、全層厚 3,000 m に達する。このリフト帯の深成岩類はカリウムに富む黒雲母花崗岩で、放射年代は 90 Ma である。

Left Omolon 火成弧帯

この鉍化帯も上記と同様に北西-南東方向の白亜紀初期花崗岩類の貫入帯で、300 km 近くオモロン河沿いに走る。主たる鉍床は Mo-Cu ポーフイリー型及びスカン型鉍床である。ポーフイリー型鉍床は Au-Ag, Pb-Zn 鉍脈鉍床を周囲に伴う。関係火成岩は花崗閃緑岩である。

中央 Koryak 火成弧帯

Koryak 高原の火成鉍床帯は北東-南西方向に 1,000 km に及ぶ。鉍脈型を主体とするもので、主に Sn 多金属鉍脈, Au-Ag 浅熱水性鉍脈, Hg-Sb 鉍脈, Mo-Cu ポーフイリー型鉍床などが、始新世後期-漸新世(45-25 Ma)のカルクアルカリ岩系マグマ活動に伴われて産出する。

Sn 多金属と Au-Ag 浅熱水性鉍脈は大陸地殻が厚い(40 km)南部に主として分布する。前者は変成堆積岩類, 火山岩類, 花崗斑岩, 流紋岩ストックや岩脈を母岩とし、鉍床の下位には花崗岩が潜在する。鉍床は Ag, In, Bi, 時には Au に富む。浅熱水性鉍脈は Ametistovoe, Ivlg, Sprut などにみられ、中性斑岩類に伴われ、Sn 多金属鉍床の上部・側部の可能性がある。従ってこれらの地域では Sn 鉍床の探査余地が大きい。

Hg 鉍床はこの火成弧の南端部と北端部で発見されている。白亜紀後期-古第三紀の砂岩・頁岩層に中性岩類が貫入する地域で、堆積岩類中の断層破碎帯沿いに辰砂、輝安鉍、鶏冠石が鉍染する。他に火山岩を母岩とするものもあり、また温泉型 Hg 鉍床と類似のものもある。Sn, Hg 鉍脈の双方ともこの火成岩帯を横切る北西方向の断裂系の規制をうける。

Kamchatka-Olyutor 火成弧帯

この鉍化帯はカムチャッカ半島北部の千島-Olyutor 大陸縁辺火山深成岩帯に産出するもので、ペーリング海沿いに長さ 600 km に及ぶ(第 5 図)。稼行し得る鉍床は Hg, Au, Mo, Cu, Pb, Zn を含むもので、これらは火山構造に規制されて産出する。Cu-Mo ポーフイリー型, Au-Ag 浅熱水性鉍脈, Sn 多金属鉍脈がこの火成岩帯の南縁沿いに分布し、Hb-Sb と Hg-As 鉍化帯は Olyutor 湾沿いに 100 km に亘って産出する。

この地帯の鉍床母岩は漸新世上部-中新世下部のフレッシュである。Hg, Sb, As 鉍床は第三紀火山岩類やメランジュ帯の蛇紋岩を母岩にする場合もある。また Mo-Cu ポーフイリー型鉍床も閃緑岩や花崗閃緑斑岩に伴われて数箇所で見出されている。

む す び

以上極東ロシア側についてのみ、金属鉍物資源の概要を示した。かつて筆者の一人石原は、磁鉄鉍系花崗岩が多いアメリカ大陸のなかでチタン鉄鉍系花崗岩が卓越するアラスカは地質学的にはアジアであると述べたことがある。引用した図で分かるように、アラスカ側にもロシアと同時代に同様の鉍床が分布している。今回は紙数の都合でアラスカ側は紹介出来なかったが、より研究が進んでいるアラスカ側を知ることによってロシア側資源についての理解がさらに深まるであろう。

極東ロシアの特色は何と言っても金鉍床の探査が進み、発見例が多いことであろう。これは近年の西側社会の金鉍床探査ブーム以前からのことであり、金への歴史的な執着がうかがえる。また古第三紀生成の金鉍床が多数知られていることはこの北方域の浸食率が非常に低かったこと、同時にその他金属鉍床の探査余地が大きく残っていることも示している。

Sn, Ag 鉍床も広く分布し、両元素はどちらも密接に伴うらしい。一部に地殻溶融型花崗岩として記載され、グライゼン Sn 鉍床を伴い、完全に S タイプ-チタン鉄鉍系花崗岩帯も分布するが、多くの地域で Sn と Ag のみならず、W, ベースメタル, In, Bi などが混在するようであり、ゼノサーマル型の性格を持っているようであるが、各元素の量的な表

示が十分でなく、今後の定量的な研究が必要である。

金属元素の起源については、Auのみならず他の元素についても、母岩中の微量なものが変成作用時の熱や母岩に含まれる水の循環で濃集し、鉱脈を形成した立場をロシア側の委員会はとっている。これは勿論一つの解釈であって、マグマ活動に関連づける解釈も成立するはずである。今後は違った立場から詳細に研究する必要がある。

文 献

- 石原舜三(1985): テネシー州のミシシッピバレー型鉱床. 地質ニュース, no. 375, 6-19.
- Nokleberg, W. J. and 10 others(1993): Metallogenesis of Mainland Alaska and the Russian Northeast. U. S. Geol. Surv. Open File Rept. 93-339, 222 p.
- 武内寿久彌・佐藤興平(1990): オーストリアのFelbertal層準規制型灰重石鉱床. 地質ニュース no. 427, 40-48.

ISHIHARA Shunso and KAMITANI Masaharu (1994):
Mineral resources of the northern Far East Russia.

<受付: 1994年5月9日>

アムール低地寸景

ハバロフスクから西に向かうシベリア鉄道は、アムール川の鉄橋を渡ってから3時間ほど、湿地帯の広がる低地を走る。所々に群生するかぼそい白樺以外に目に入るものはない。

アムール川の河口から500 km 以上も遡ったこの辺りでも、低いところは標高が50 m を下回る。このアムール低地は、第三紀以来ずっと低地であったらしい。この地下には、古第三紀以降の地層が厚く積もっているという。ハバロフスクの市街地はその一角に現れた基盤(ジュラ紀付加体)の上に築かれている。

この低地を過ぎると、ヒンガンの山並が見えて来る。西側の基盤すなわちブレヤ地塊の古期岩類(先カンブリア紀-古生代の堆積岩・変成岩・花崗岩類など)からなる地帯である。(佐藤興平)

