

千島列島における鉍化作用

石原舜三¹⁾

まえがき

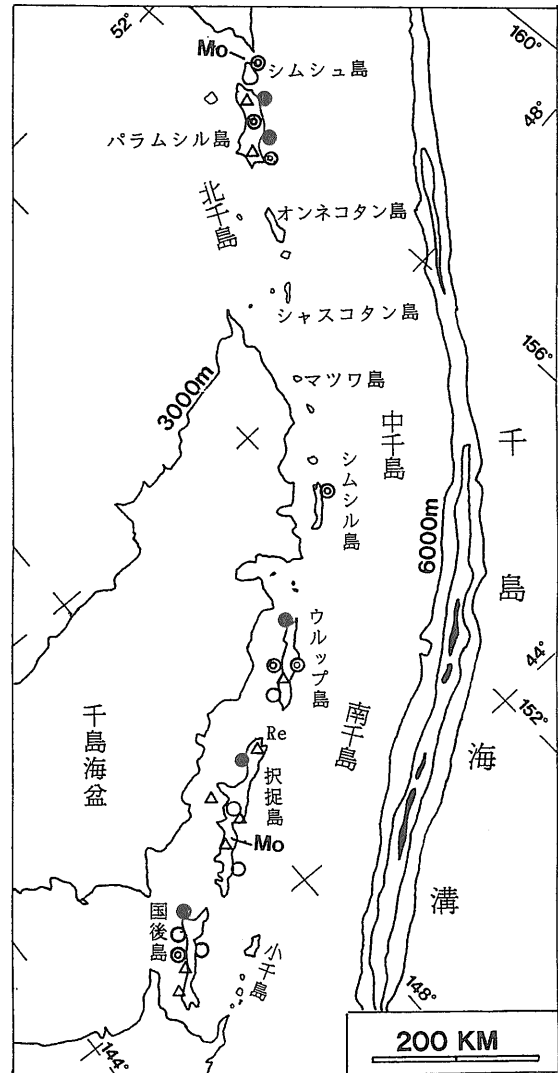
千島は択捉島以南の南千島が安政元年(1854)の日露下田条約により、ウルップ島以北の中・北千島が明治8年(1875)の樺太との交換条約によって日本領となり、第二次大戦の終了を迎えた経緯を持つ。そのため第二次大戦前、特に昭和7年以降の10年間に日本人研究者による組織的な調査が行われており、北海道大学の教官もその時代の要請に応じて、多数の調査報告とサンプルを残している。

北海道大学に保存中の千島の岩石標本は1992年に整理され、小冊子：北海道大学地質鉍物教室蔵『千島岩石標本一覧』(76 p., 1992年3月)にリストアップされた。総数は760個に及ぶ。主に火山岩類であり、その中には約70個の鉍石が含まれる貴重な研究試料である。同時に佐々保雄先生を囲む座談会を記録した『千島調査を語る』(40 p.)も出版された。

このような諸先輩の努力にかかわらず、千島列島の地質や鉍床について知識を得ようとすると、驚くほど総括論文が少ない。戦前の調査結果は25万分の一のカラー地質図(南千島の13葉、説明書なし)、根本(1958)の火成活動などに見られるにすぎない。またロシア側の英文情報としては簡潔な記載と共に出版された地球科学アトラス(Sergeyev and Krasny ed., 1987)がある。そこでこの北方域特集の機会に、断片的に得られる戦前の日本側および戦後のロシア側の情報を基に、鉍化作用についてその概要を紹介してみたい。

千島列島の概要

千島列島は根室半島北東方、色丹島に至る小千島(Lesser Kuril)とその背後に控える国後島以北の大



第1図 千島列島の分布と主要鉍床の位置(Sergeyev and Krasny ed., 1987). 白円はCu鉍床, 白二重円はCu多金属鉍床, 黒円は多金属鉍床. Moはモリブデン, Reはレニウム鉍物産出地.

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

キーワード: 大千島, 小千島, 国後島, ウルップ島, グリーン
タフ活動, 多金属鉍床, 金・銀鉍床

千島(Greater Kuril)から構成される。前縁には千島海溝を、背後には南千島で千島海盆を伴っている(第1図)。

千島列島の構造運動と構成岩類は(1)先島弧期、(2)島弧期に大きく分けられる。先島弧期の構成岩類は根室半島から連続して小千島に分布し、スピライト-輝緑岩類、砂岩・頁岩類、玄武岩類、粗面玄武岩類、さらに海洋底玄武岩層が新生代に入ってオブダクトしたと思われる斑れい岩-輝岩-ダナイト複合体からなる。

島弧期の構成岩類は新生代火山岩類を主体とし、堆積岩類を挟む。大きな島では同時代の花崗岩類が小規模に露出する。火山岩類は様々の変質作用を受け、ロシア側でも“グリーンタフ”と呼ばれている。

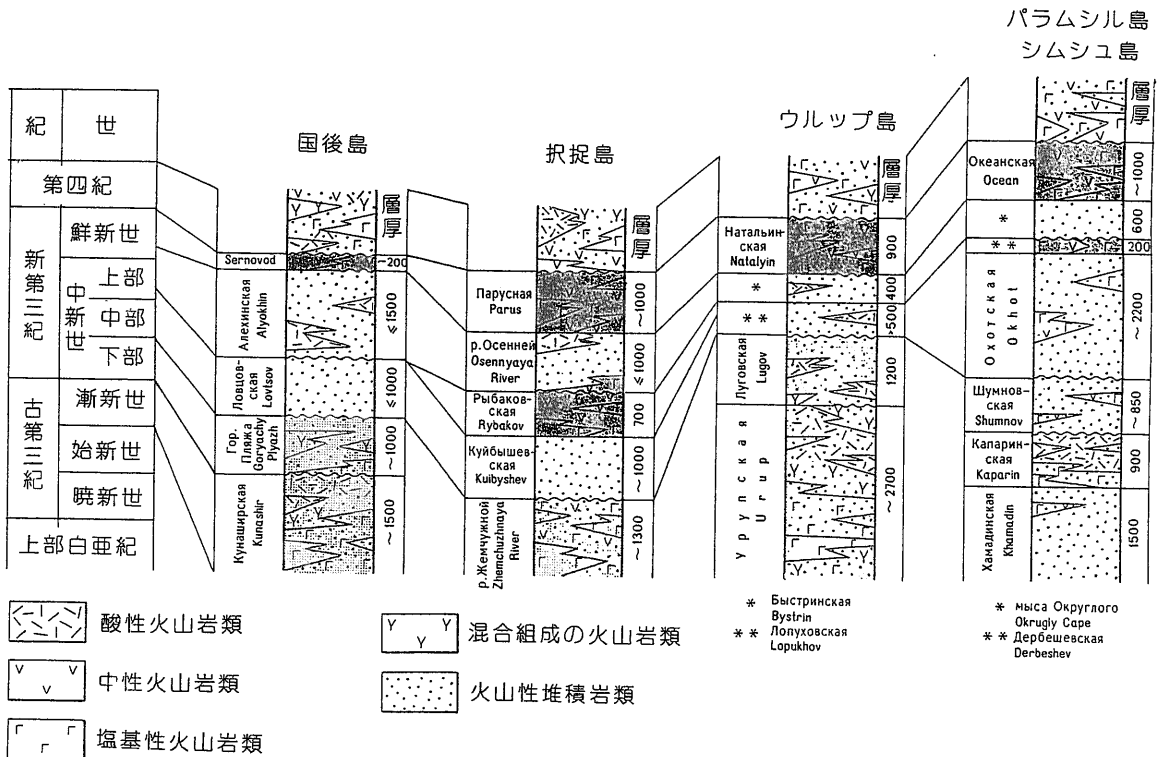
根本(1958)は大千島の火成活動を中新世-鮮新世、更新世-現在に二分し、いずれも珪長質から苦鉄質へそのマグマ活動が変化していると述べている。大千島は雁行状に並んだ十余りの島からなる。各島間の水道は数十~数百mの深度であるが、ムシル海峡と北ウルップ水道は共に1,800mの深度を有していることから、根本(1958)はこれを南千島

(国後-ウルップ)、中千島(シムシル-マツワ)、北千島(ジャスコタン-シムシュ)に分けた(第1図)。また隆起量の大きい南千島と北千島では酸性-中性の火山岩類が多く、隆起量が少ない中部千島には僅かに中性の鮮新世火山岩類が露出するにすぎないと述べている。

大千島のグリーンタフ火成活動

大千島の“グリーンタフ”層は旧ソ連地質省発行の50万分の1の地質図によると(Sergeyev and Krasny ed., 1987), 1,300-3,900 mの層厚を有し、上中下の3つの単位に分けられる。

最下位層は前期中新世以前と思われ、パラムシル島、シムシュ島にのみ分布するもので凝灰質な粘土、砂質粘土、砂岩からなる(第2図)。中位層は前-中期中新世と思われ、全域に発達し、安山岩-珪長質凝灰岩を挟む玄武岩質火山角礫岩、火山岩起源砂岩、礫岩が主体であるが、玄武岩・安山岩・デイサイト質の溶岩も多い。これらの諸岩石は著しいプロピライト化を受け、アルバイト、緑簾石、方解



第2図 千島列島のグリーンタフ層序の比較(Sergeyev and Krasny ed., 1987).



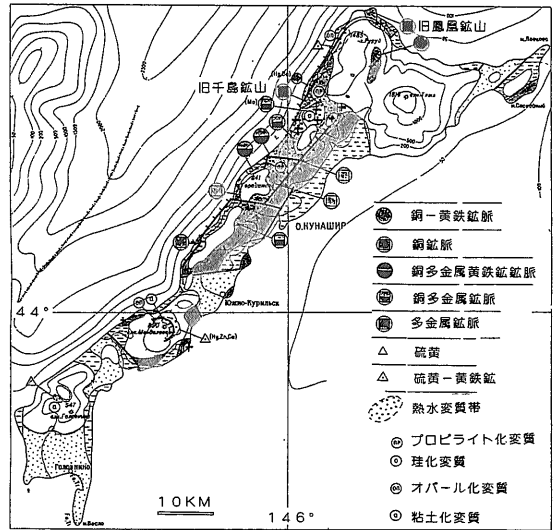
写真1 ウルップ島の鯨湾の鉱脈Ⅳに見る重晶石(板状結晶)と閃亜鉛鉱(円形暗色). 左右14 cm(No.250-26).

石, セオライトを生じている.

一方 Piskunov et al. (1991)はこの時期の火山活動を前-中期中新世としてとらえ, 玄武岩-安山岩-デイサイト活動と同源と思われる貫入岩類として斑れい岩-閃緑岩-斜長花崗岩が特徴的で, 主に火山構造隆起部に噴出・貫入したと解釈した. この時期のものと思われるウルップ島の花崗閃緑岩は $Fe_2O_3/FeO=1.04$ を示し(根本・渡辺, 1936), これが磁鉄鉱系(同比0.5が境界)に属することを示す. 根本(1936)はこれが中新統に不整合に覆われるので基盤と見做しており, ロシア側の見解と異なるので, 今後の詳細な年代測定が必要である. この時期の構造的弱線に沿って Fe, Cu, Zn (Pb)などの鉱化作用があり, それに関する変質絹雲母は14 Ma 付近の値を示す. その上位層は砂岩を含む礫岩と角礫岩で特徴付けられるが, 上位に向けて凝灰岩, 凝灰質シルト岩, 砂岩の比率が高まる.

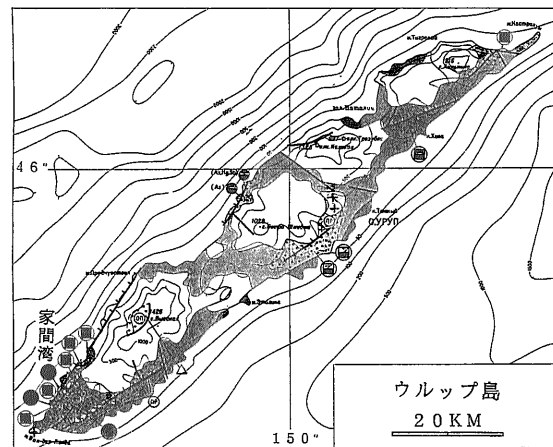
後期中新世から鮮新世にかけては, 安山岩-デイサイト-流紋岩とそれと同源の斑れい岩-閃緑岩-石英閃緑岩-花崗閃緑岩の活動が火山性陥没帯と隆起帯の双方で生じた. 石英閃緑岩や花崗閃緑岩の放射性年代は6-8 Maを示す. この時期には Ba-Cu-Zn-Pb と Au-Ag 鉱化作用が存在する.

鮮新世から第四紀にかけては塩基性火山岩類が主体で, 一部に斑れい岩, 斑れい-閃緑岩を伴う. 深成岩の全岩年代は2-3 Maである. 一部にデイサイト質の酸性岩があり, Ag 硫化物-硫酸鉱物-石英脈を伴っている.



- 断層
- 鉱化規則断裂系
- 第四紀層 (未固結)
- 第四紀安山岩
- 後期中新世-鮮新世安山岩
- 中期中新世-鮮新世火山性堆積岩
- 初-中期中新世グリーンタフ層
- 中期中新世深成岩類
- 銅-黄鉄鉱脈
- 銅鉱脈
- 銅多金属黄鉄鉱脈
- 銅多金属鉱脈
- 多金属鉱脈
- 硫黄
- 硫黄-黄鉄鉱
- 熱水変質帯
- プロピライト変質
- 珪化変質
- オパール化変質
- 粘土化変質

第3図 国後島の地質および鉱床図(Sergeyev and Krasny ed., 1987).



第4図 ウルップ島の地質および鉱床図. 凡例は第3図と同じ(Sergeyev and Krasny ed., 1987).

大千島の鉱化作用

大千島の鉱化作用は次の3時期に分けられる(Sergeyev and Krasny ed., 1987).

I 新第三紀銅-黄鉄鉱, 黄鉄鉱-多金属, 銅-多金属鉱脈

これらは“グリーンタフ”火山岩類と斜長花崗岩, 石英閃緑岩を母岩とし, 国後島, ウルップ島, パラ

ムシル島に産出する。国後島(第3図), ウルップ島(第4図)ではNE系の断層の発達が著しく, 走向延長50-60 km, 幅5 kmに達する。この断層群は太平洋プレートの斜め沈込みに伴うに右横ずれ断層であるために大規模なものと思われる。鉍脈はこの断層帯を満たし, また所によってはNW系鉍脈と共役セットを形成する。

黄鉄鉍鉍脈はプロピライト化凝灰岩を母岩とし, それは主にデイサイト質, 一部で安山岩質の“グリーンタフ”である。鉍脈の近くでは石英脈は明礬(ばん)石化, 石英-緑泥石化, 珪化, 石英-粘土化を受ける。鉍脈や鉍染型の鉍化は著しい珪化帯の発達と共に見られ, 塊状鉍体は一般に著しい粘土化岩中に産出する。

銅-黄鉄鉍鉍床は黄鉄鉍, メルニコバイト, 黄銅鉍, 石英(またはオパール)を主とし, 少量の斑銅鉍, 輝銅鉍, 閃亜鉛鉍, 重晶石, 石膏を含む。黄鉄鉍-多金属鉍床では, 黄鉄鉍, 閃亜鉛鉍, 黄銅鉍, 重晶石, 方鉛鉍を主とし, 少量鉍物として輝鉛鉍, 斑銅鉍, メルニコバイト, オパール, 石膏, セオライト, ポリバサイト, テルル鉍物を含む。

銅-多金属鉍脈は“グリーンタフ”と石英閃緑岩や斜長花崗岩に産する(国後島, ウルップ島)。脈幅は数cm~5-6 m, 一般には1-2 mで, 延長は数十mから1 km以上に及ぶ(例 プラソロフ)。盤際変質は石英-緑泥石-黄鉄鉍化や珪化である。鉍脈は石英を主とし, 黄銅鉍, 閃亜鉛鉍, 方鉛鉍, 黄鉄鉍, まれに輝銅鉍, コベリン, 斑銅鉍を含む。テルル鉍物, Acanthite, 輝水鉛鉍, 白鉄鉍, 葉片状重晶石, 炭酸塩鉍物を含む。以上の鉍床生成年代は中新世前-中期と思われる。

II 鮮新世後期-第四紀鉍床

これはこの時期の安山岩に成因的に関係して生成した硫黄鉍床で, 択捉島, パラムシル島に多い。硫黄鉍床は, (1)噴気ガスから晶出したもの, (2)火口湖に沈殿したもの, (3)硫黄流として生成したもの, (4)鉍染交代型に分けられる。

鉍染交代型は硫黄-黄鉄鉍または黄鉄鉍鉍床と関係している。黄鉄鉍のFeは母岩から硫酸酸性溶液による抽出により供給されたものであり, この過程で石英のオパール化や粘土化変質が生じている。

硫黄-黄鉄鉍鉍床はメンデレーフV火山などではHg, Zn, Pb, Sbを含む。輝水鉛鉍も深部の露出部分

で2-3 cm幅の細脈中に産することがある(択捉島のノボエ, パラムシル島のカルピンスコエ, サオゼノエなど)。鶏冠石, 石黄(As_2S_3), 輝銅鉍, コベリンも産することがある。

III 砂鉍床

第三の鉍床タイプは海岸の磁鉄鉍とチタン磁鉄鉍砂鉍であり, これらは中新世後期-第四紀の軽石層から洗い出されて生成した。

小千島には鉍床はなく, アミグダル玄武岩中に銅鉍物が, また斑れい岩中に磁鉄鉍シュリーレンが見られる事がある。

大千島の前期-中期中新世には海成火山岩類が多く, 当然の事ながら黒鉍鉍床の存在が予想されるが, まだ確実な記載の報告はなく, 北海道大学に保存中のサンプルにも細粒硫化鉍物からなる“黄鉍”的鉍石は見られるものの, 明らかな黒鉍鉍石は含まれていない。鉍床のほとんどは, 広い意味での鉍脈型であり, 日本側の文献では, 通常のベースメタルと金銀鉍床の, ロシア側では“多金属性”の表現が目立ち, 一致点が現状では見出せない。そこで以下に日本側調査(ウルップ島)とロシア側調査(国後島)の例を紹介してみたい。

ウルップ島の鉍床

ウルップ島では, 島の南西部の家間付近で多数の鉍床が発見されたために, 昭和7年(1932)7月から, 4夏を通して資源調査がなされ, その成果が正式な報告書として出版されている(根本・渡辺, 1936)。まずはその緒言から調査経緯について原文のまま記そう。

『昭和7年7月下旬, 筆者の一人(根本)及び下斗米俊夫の第1回得撫島地質調査の際, 家間付近において数多の鉍脈露頭存在を認め, 又特に鯨湾沿岸にて採集せる鉍石標本中に含金銀鉍石の優良なるものを見出せり。其結果更に家間近傍の地質及び鉍床の調査を詳細に行う必要を感じ, 翌昭和8年北大理学部鈴木 醇教授を首班とする調査班を組織せり。根本, 渡辺及び教室員増子新太郎及び植物学教室山田幸男教授の一行5名は札幌を7月21日出発, 農林省監視船に便乗し7月27日家間に上陸し, 家間狼舎を根拠として約3週間滞島し, 付近の鉍床を調査し, 8月19日離島, 8月21日帰札せり(中

略)。根室より家間湾に至る距離500 kmにして直航約30時間を要すべし。』

家間湾からその北方の鯨湾にかけては3 km以上に亘って、多数の鉱脈あるいは鉱徴があり、北東から南西に第1号から第33号まで番号が付けられた。鉱脈は海岸線にほぼ直交するN30-60°W、北東へ急斜するものが多い。すなわち、ここでは鉱脈が島弧方向に直交する特徴を持つ。脈幅は一般に1 m以下、平均して50 cm程度である。母岩は中新世と思われるプロピライトと緑色凝灰岩類で、前者では小裂かが多く鉱脈がばらけ、後者で鉱脈は安定する。

母岩は広範囲に変質作用をこうむり、沸石、緑泥石、方解石、絹雲母、黄鉄鉱などを生じている。盤際変質としては珪化が最も著しい。脈石鉱物は石英と重晶石である。石英は粗粒、一部で晶洞質で長さ数 cm に達し、また櫛歯構造を示す。重晶石は第4, 27号鉱脈において板状結晶として見られる(写真1)。鉱石鉱物は黄鉄鉱と黄銅鉱を主体とし、少量の方鉛鉱や閃亜鉛鉱を伴う。二次鉱物として斑銅鉱や褐鉄鉱も見られる。

最近のロシア側の文献(Sergeyev and Krasny ed., 1987)によると、当地には銅-黄鉄鉱脈2か所と銅脈1か所の印が付けられている。また大きなNE系の断層が描かれており(第4図)、鉱化割れ目はこの断層に直交する派生裂かであろうと思われる。

多金属鉱床の例-プラソロフ

大千島の金属鉱床には既述のように多金属性の記述が多い。北海道の北見地域には多金属性鉱脈はなく、道南西部の豊羽鉱山で近年その多金属性が話題となっている。多金属性鉱脈の一つである国後島の北端部の西方にある(第3図)プラソロフ(Prasolov)鉱床について、最近Dunchenko(1992)がやや詳細にその鉱物組合せを発表しているので紹介してみたい。

この鉱床は中新世-鮮新世のプラソロフ隆起帯に位置し、そこでは中新世の玄武岩-流紋岩、後期中新世-鮮新世の安山岩-デイサイト-流紋岩、鮮新世の安山岩-玄武岩、第四紀の玄武岩-安山岩が分布する。これらのうち、中新統は斑れい岩-閃緑岩-斜長

花崗岩の貫入を受ける。石英閃緑岩の年代は10-11 Maである。

火山岩・堆積岩中に黄鉄鉱脈、Cu-Zn黄鉄鉱脈などがあるが、問題の多金属鉱脈は貫入岩類中に分布する。鉱脈は北東系と北西系、急傾斜のもので、脈幅は平均1-2 m、まれに9 m、走向方向に500-700 m、最大3.5 kmに達し、傾斜方向に270 m確認されている。

鉱脈は複合鉱脈からなり、早期から晩期へ次の4つの組み合わせからなる。①金-錫石、②金-多種硫化物、③金-テルル化合物、④金-氷長石。

①金-錫石鉱脈

これは流紋岩-デイサイト岩脈中の石英脈に黄鉄鉱、錫石、自然金が鉱染するものである。錫石と黄鉄鉱は盤際に濃集することがあり、②と③の鉱脈に切られる。デクリピ法による石英の生成温度は580-300°C、Au/Ag比は0.7である。

②金-多硫化物鉱脈

これは更に次の3つの組み合わせに分けられる。
(a)黄鉄鉱-黄銅鉱-閃亜鉛鉱(—Altaite—自然金)
(b)方鉛鉱-閃亜鉛鉱(—テルル化合物-セレン化合物—自然金-銀鉱物)
(c)斑銅鉱-輝銅鉱-コペリン

これら鉱脈のデクリピ温度は580-120°Cと変化し、Au/Agは0.03であり、著しく銀に富む。最近、この時期のものと思われる鉱石から含インジウム閃亜鉛鉱(1.5% In)やroquesite(CuInS₂)が発見されている(Kovalenker et al., 1993)。

③金-テルル化合物-石英脈

これはAu/Ag比0.4~1.7を持ち、金に富む。金はテルル、セレン化合物のほか、四面銅鉱、goessite、含水雲母と共存する。デクリピ温度は金-四面銅鉱とgoessite-petciteの組み合わせで360-300°C、金-セレン-テルル化合物と金-含水雲母の組み合わせで200-90°Cである。特異な鉱物として18%Seを含む自然金、9%Seを含むgoessiteなどが発見されている。

④金-氷長石-石英脈

最末期の金-氷長石-石英脈は、ほかに方解石-石英、黄鉄鉱-粘土-石英などの組み合わせを持つ。Au/Ag比は0.5、デクリピ温度は230-90°Cである。

プラソロフ鉱床はかつて千島鉱山として稼行された鉱床と思われるが、鉱脈の方向が少し違うからそ

の周辺鉍脈群かもしれない。北海道庁(1957)によると千島鉍山は昭和6年に探鉍, 翌年に開坑し, 同9年より日立鉍山と発盛鉍山に金銀鉍を売鉍した。鉍床は花崗岩を母岩とし, 南北樋(本樋)と東西樋(元山樋)からなり, 厚さは最大10 m, 普通5-6 m, 走向延長は3 kmに達する。鉍石は時にマンガンを含み, 黒色のものほど良質で最高135 g/tAu, 売鉍平均品位は37 g/tAuであったと言う。

国後島では他に当時探鉍中の金鉍床として千寿, 見初などがあった。千寿鉍床は千島鉍山に近く, N20° E, 50-80° W, 幅2 m以下, 品位は14 g/tAuであった。見初鉍山は前二者とは異なり, プロピライトと流紋岩を母岩とする幅6 mに達するN80° E, 40° Nの珪化帯で, 金銀の他, 黄銅鉍・黄鉄鉍が鉍染したが, いずれも低品位であった。

そのほか国後島で試掘実績のある鉍山としては, 鳳凰鉍山がある。これは流紋岩中のN30-50° W, 55-80° SWの方鉛鉍-閃亜鉛鉍-石英脈であるが, 脈幅は30 cm程度で小さいものであった(北海道庁, 1957)。これは現在では多金属鉍脈に分類されている(第1図)。地質的には国後島と知床半島は非常に類似しており, 国後島に鉍床があることは, 知床半島にも存在する可能性を暗示している。

む す び

千島列島-カムチャッカ半島の地質学的研究で国際誌に目立つのは第四紀火山岩類の同位体研究(例, ^{10}Be)などのかかなり高度な研究である。その理由はロシアが持つ唯一の現世火山群を貴重な国の財産として, 火山研究所を近くに設置するなどして重点的に研究を進めているからであろう。

一方, 鉍物資源の研究には面的な調査が必要であり, その調査・開発条件が不利なことと合わせて, 十分に進んでいないようである。断片的な情報によ

っても, 多金属性など北海道の北見地方に無い特徴が得られている。千島列島の鉍床は海洋環境下の低成熟度の島弧の鉍化作用を理解する上で, 非常に興味深く, 今後は共同研究などによって, その火成活動や鉍化作用が克明に解明されることを期待したい。

終りに戦前の試料を整理された北海道大学地質学鉍物学教室の方々に敬意を表すると共に, 文献についてご教示頂いた岡野武雄, V. Ya. Danchenkoの両博士, 粗稿を読まれ有益な助言をいただいた佐藤興平博士に厚くお礼申し上げる。

文 献

- Danchenko, V. Ya. (1992): The gold-telluride ores in the Kuril Island Arc (abs.). Proc. Tectonics and Mineral Resources of NE Asia. Korea Univ., 35-39.
- 北海道庁(1957): 鉍業調査. 千島報告書. 89-103.
- Kovalenker, V. A., Laputina, P., Znamenskii, V. S. and Zotov, I. A. (1993): indium mineralization of the Great Kuril island arc. Geol. Ore Deposits. 35. 491-495.
- 根本忠寛(1936): 千島に於ける深成岩, 特に得撫島に於いて新たに発見せられたる花崗閃緑岩に就いて. 地質雑, 43, 1-10.
- 根本忠寛(1958): 千島の火成活動. 鈴木醇教授還暦記念論文集, 237-243.
- 根本忠寛・渡辺武男(1936): 得撫島図幅説明書. 北海道地質調査報告, 8, 72 p.
- Piskunov, B. N., Danchenko, V. Ya. and Rybin, A. V. (1991): Magmatism and mineralization in crustal structures of the Kuril Island Arc (abs.). Proc. 1st. Intern. Sym., Lithosphere and Asthenosphere Structure of Asia-Pacific region. Khabarovsk, 2p.
- Sergeyev, K. F. and Krasny, M. L. (ed). (1987): Geology-geophysical atlas of the Kuril-Kamchatka Island system. Ministry of Geology, USSR.

ISHIHARA Shunso (1994): mineralizations in the Kuril Islands.

<受付: 1994年5月10日>