

サハリンの蛇紋岩メランジュは何を語るか?

加藤孝幸¹⁾・寺田 剛²⁾・D. F. Semjonov³⁾・A. Z. Zharov⁴⁾

1. はじめに

1988年以来, 数回にわたって我々はサハリンの地質研究機関との交流や現地での地質調査を行ってきた. そのなかで, 北海道とサハリンの古期岩類, すなわち中生界~古第三系の類似性を改めて認識することになった. ただし, 北海道では中新世に千島弧が衝突して, 著しい衝上運動や褶曲を引き起こした一方, サハリンではこのような構造運動の影響を免れている. このため, 両者の地質は単純に比較できない場合もあるかもしれないが, 比較的単純な地帯構造区分をもつサハリンの地質を知ることは北海道の地質の理解にも役立つことは間違いない. 既存のソ連-ロシアの文献に頼る以外にも, 北海道で得られているデータと直接比較検討できるようなデータを積極的に得る努力をすることはとても重要なことだと思われる.

ここでは, サハリン南部の蛇紋岩メランジュを中心に, 北海道やサハリン北部の蛇紋岩との比較を試みる. ここで報告する蛇紋岩の原岩である超苦鉄質岩類の多くは, もともとマントル上部で部分熔融を受けたあとの溶け残り物質(残留かんらん岩)であった. これが蛇紋岩化しつつ上昇する過程で, 上部に存在した様々の地殻物質を取り込んで, カオティックな蛇紋岩メランジュとして地殻の上部に定置したものといえる. 蛇紋岩メランジュは既存の付加体を切ったり, 異なる付加体の境界となる断裂帯である場合が多く, その意味で, 付加体を構成するメランジュとは区別する必要がある点を強調したい. 蛇紋岩メランジュは, しばしば周辺に現れている付加体よりも, さらに古い地質時代の上部マントル-地殻

の情報を含んでいるのである.

2. サハリンにおける蛇紋岩メランジュの分布

サハリンから北海道にわたる蛇紋岩メランジュの分布を第1図に示す. また, ロシアの文献を基にサハリンの主な蛇紋岩メランジュについてまとめると第1表のようになる. ただし, これらの一部には塊状でメランジュを形成していない岩体もある. Rikhter (1986)によれば, ススナイ変成岩分布域とその周辺はススナイ-神居古潭帯と呼ばれるので, ソーコルとカミサロフカの蛇紋岩メランジュはこの帯の所属になる. Semjonov (1982)はこれらをとくにソーコル・コンプレックスと呼び, 連続性のよい結晶片岩からなるススナイ・コンプレックスと区別している. トニノアニワ半島には小規模な蛇紋岩メランジュがある. 東サハリン山地の中生界のオフィョライト関連岩類(蛇紋岩・塩基性岩類・変成岩類)はススナイ-神居古潭帯とはやや異なり, Rikhter (1986)は西側をランゲル帯(Semjonov, 印刷中ではバリジン帯), 東側を東サハリン帯(同上, ナビル-リムニク帯)に区分している. それぞれに蛇紋岩メランジュが分布する. さらにシュミット半島にも蛇紋岩メランジュが分布するが, これは南東方向へオホーツク海中へ延長するので, ススナイ-神居古潭帯などとはまったく別の構造帯をつくっている. これはシュミット半島帯(Raznitsin, 1975)に属し, 蛇紋岩メランジュはレーベンシュテルン・コンプレックス(Semjonov, 1982)と呼ばれる.

1) アースサイエンス株式会社:

〒001 札幌市北区北39条西3丁目2-1

2) 北海道大学大学院理学研究科

3) Vostokgeology (Yuzhno-Sakhalinsk)

4) Sakhalingeology (Yuzhno-Sakhalinsk)

キーワード: ロシア, サハリン, 蛇紋岩メランジュ, ハルツバ-ジャイト, レルゾライト, 単斜輝石岩, 残留かんらん岩, 塊クロム鉱床, エクロジャイト, 高圧変成岩, 島弧ソレライト

3. ススナイ帯に伴う蛇紋岩メランジュ

ススナイ帯と呼ばれる神居古潭変成岩類によく似た結晶片岩の分布域には2帯の蛇紋岩メランジュが知られている。1つはソーコル蛇紋岩メランジュであり、ススナイ山地北西部のソーコル(旧日本名:白川)東方に分布する。もう1つはススナイ山地南部にあるカミサロフカ流域に発達するもので、カミサロフカ蛇紋岩メランジュと呼ばれる(第1図)。

3.1 ソーコル蛇紋岩メランジュ

ソーコル川に沿って、幅500 m~600 mで北東-南西方向に2.5 kmにわたる分布を示す蛇紋岩メランジュ帯である。南東傾斜の固体侵入面をもつと考えられている。Rikhter (1986)によるススナイ帯の3区分の中部ブロックと北部ブロックの境界をなす断層に沿って侵入している。

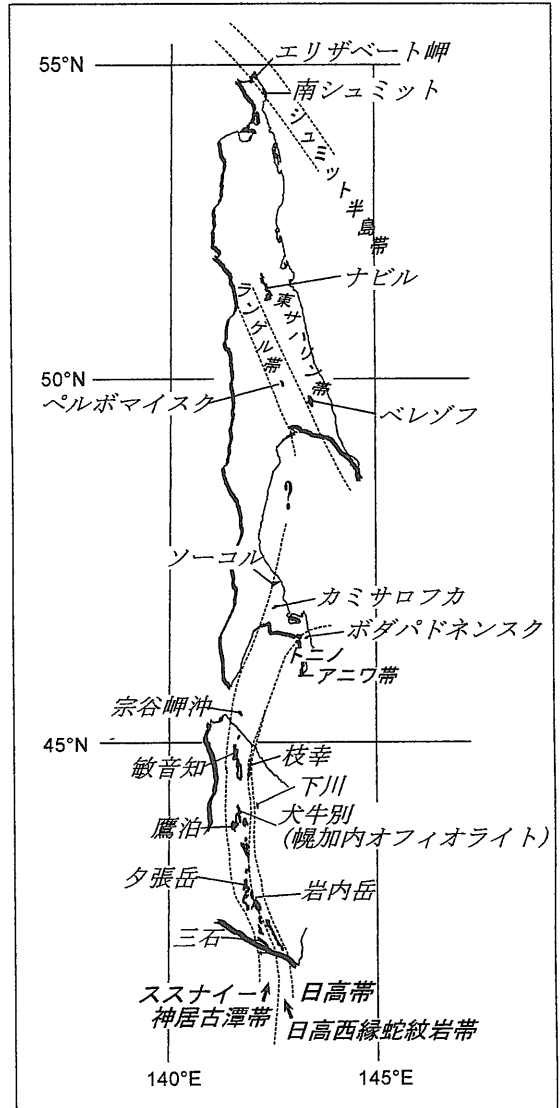
超苦鉄質岩は完全に蛇紋岩化しているうえ、片状化が著しく原鉱物はクロムスピネルを残すのみである。原岩はハルツバージャイト(斜方輝石かんらん岩)、ダナイト(ダンかんらん岩)および少量の斜方輝石岩である。なお、Semjonov (1982)によれば、ソーコル・コンプレックスにはレルゾライトも存在するとされているが、Semjonov(印刷中)では修正・削除されている。

蛇紋岩の組織に注目すると、神居古潭帯の高圧タイプの変成岩類を伴う蛇紋岩に似た、アンチゴライトから成る縞織り状のものが卓越している。

この蛇紋岩メランジュには普通角閃石岩や大小の角閃岩塊が含まれ、さらにその中には珪化作用を受けたエクロジャイトが包有される(Dobretsov, 1974など)。興味深く、かつ信じがたい気もするが、その一部からは微細なダイヤモンドが見いだされている(Bekhtoryd et al., 1988, Bekhtoryd and Semjonov, 1990)。エクロジャイト岩塊のK-Ar年代は133 Maである。これに対し、周囲のススナイ変成岩は角閃石片岩や白雲母石英片岩で96-90 Ma, 藍閃石片岩・白雲母石英片岩・白雲母片岩で77-55 Maである(Dobretsov, 1974; Gouchi et al., 1992)。

3.2 カミサロフカ蛇紋岩メランジュ

北東-南西方向のトレンドをもつ幅1 km, 長さ6 kmほどの蛇紋岩メランジュ帯である。Rikhter (1986)のススナイ帯の3区分のうちの南部ブロッ



第1図 サハリンから北海道中軸部における蛇紋岩メランジュの分布。“宗谷岬沖”は、地質調査所(1979)による。

ク中に介在する。南東傾斜の地質体で、北西へ向かって衝上し、ナップをつくったと考えられている。蛇紋岩の原岩はハルツバージャイトとダナイトおよび少量の斜方輝石岩である。メランジュ中の異質岩塊のK-Ar年代は、普通角閃石岩で206 Ma, クロス閃石含有緑色岩で178 Ma, 藍閃石片岩およびローソン石含有緑色岩で96 Ma, 角閃石片岩で90 Maである(Dobretsov, 1974)。変はんれい岩や輝石岩(単斜-か斜方-かは不明)も岩塊として含まれる。石灰岩塊も含まれ、これからペルム紀~トリアス紀

の有孔虫が見い出されている。

4. ボダパドネスク蛇紋岩メランジュ

トノノアニワ半島の東海岸中央部に分布する北西-南東方向に伸びる、幅500 m、長さ3 km程度の蛇紋岩メランジュである。周囲には黑色頁岩・砂岩を主とし、玄武岩・チャート・石灰岩の異地性岩塊を含む地層が分布する。この付近一帯はトノノアニワ帯(Semjonov, 印刷中)と呼ばれているが、北海道北東部に分布するいわゆる日高帯とよく似た岩相と年代を示す(本特集の七山ほかを参照)。蛇紋岩の原岩はハルツバージャイト・ダナイト・レルゾライトを主とし、少量の斜方輝石岩を含む(第2図)。ダナイト中の赤褐色のクロムスピネルは自形で、ダナイトがマグマ起源であることを示唆する。ハルツバージャイト・レルゾライト・斜方輝石岩中でスピネルは他形のことが多く、これらは残留かんらん岩であると考えられる。

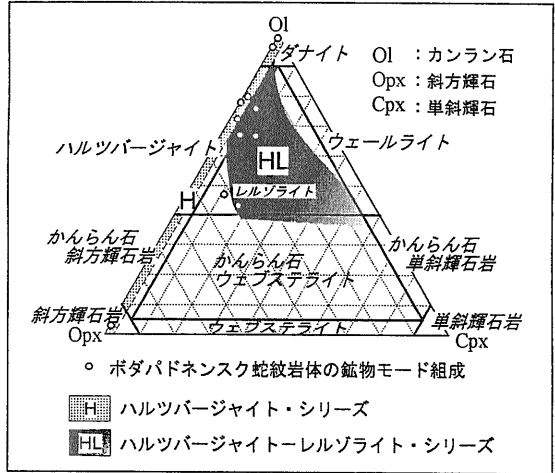
蛇紋岩は、リザルダイトとクリソタイト(石綿の1種)からなる格子状のメッシュ組織を示すので、緩織り状の蛇紋岩よりは、低温・低圧で蛇紋岩化が起こったようである。また、神居古潭帯・日高西縁蛇紋岩帯の蛇紋岩メランジュと同様に、微閃緑岩-微はんれい岩による貫入を受けている。岩相の組み合わせも考慮すると、日高西縁蛇紋岩帯や神居古潭帯の南部と類似している。なお、日高帯に含まれている下川輝緑岩体から、完全に蛇紋岩化したハルツバージャイトが認められている(高橋照之氏 私信)が、これもボダパドネスク蛇紋岩メランジュと類似しているようである。

5. サハリンの蛇紋岩メランジュは何を語るか？

さて、その他のサハリンの蛇紋岩メランジュも含めてまとめた第1表を見ていただきたい。これから、以下のように2-3の指摘をしておきたい。

5.1 島弧下の残留かんらん岩

蛇紋岩の原岩である超苦鉄質岩類はサハリンでは、いずれの岩体でもハルツバージャイト(斜方輝石かんらん岩)が主体である(第1表)。このことは何を意味するのだろうか。



第2図 超苦鉄質岩の分類と、ボダパドネスク蛇紋岩メランジュの鉱物モード組成。ハルツバージャイト・シリーズは、ススナイ帯?~神居古潭帯南部西側まで認められる。ハルツバージャイト-レルゾライト・シリーズは、日高帯・日高西縁蛇紋岩体および神居古潭帯南部東側で認められる。

神居古潭帯ではハルツバージャイト-レルゾライト(両輝石かんらん岩)-ウエブステライト(両輝石岩)-斜方輝石岩は、いずれも残留かんらん岩であると考えられる(例えば、加藤・中川, 1986)。残留かんらん岩中にはダナイトが比較的多く出現するが、これは部分熔融によって生じたマグマがその通路内で固結したものであると考えられている(山崎・新井田, 1993)。

マントルのかんらん岩は、部分熔融を受ける前はレルゾライト主体である。これが海嶺で玄武岩質マグマを吐き出すが、溶け残った残留かんらん岩の主体は依然レルゾライトである。このことは、現世の海嶺などでドレッジされる超苦鉄質岩の大多数がレルゾライトであることから明らかである。

ハルツバージャイト主体の残留かんらん岩は、海溝の陸側斜面でしばしばドレッジされ、島弧火成活動に伴って形成されたものと考えられている。つまり、マントルから部分熔融によって次々にマグマが生じ、最後に溶けずに残ったものがハルツバージャイトである(レルゾライトの部分熔融実験を行うと単斜輝石が消失するので、カンラン石+斜方輝石+クロムスピネルが残る。これがハルツバージャイト)。この海溝陸側斜面の蛇紋岩は比較的高温・低圧で形成された角閃岩や低温・高圧タイプの結晶片

第1表 サハリンの主な蛇紋岩メランジュ

地帯 区分	蛇紋岩体 (分布域)	岩体の 形態 幅×長さ (km)	岩相 (%)	超苦鉄 質岩脈	塊クロ ム鉱床	微閃緑 岩類岩 脈	捕獲岩塊		備 考
							変成岩・深成岩 (放射年代)	火山岩・堆積岩 (化石年代)	
シ ュ ミ ツ ト 半 島 帯	エリザベート岬 蛇紋岩 メランジュ (シユミツト 半島)	2×4 北北西— 南南東方 向に伸長	H(50) D(30) Opx(10) L(10)	Cpx W	◎	○?	はんれい岩	緑色岩(玄武岩)	
	南シユミツト 蛇紋岩 メランジュ (シユミツト 半島)	3×19. 北北西—南 東方向に 伸長。は 塊半分で は西落状 の層状西 面も落ち					はんれい岩 角閃岩 斜長花崗岩	緑色岩(玄武岩 ~輝緑岩) ひん岩 透質頁岩 (ジュラ紀~前 期白亜紀) 石灰岩 (デボン紀)	
東 サ ハ リ ン 帯	ナビル蛇紋岩 メランジュ (東サハリン 山地北部)	2×50 (断続的) 南北方向 に連なる	H(50) D(35) L(10) Opx(5)	?	○	?	角閃岩 エクロジャイト 様岩 はんれい岩 アルカリ火成岩 緑色片岩	緑色岩(玄武岩 ・輝緑岩)、ジャ スパ、グレイ ワック砂岩、石 灰岩(ジュラ紀 ~白亜紀後期)	火成岩・堆積 岩は、周囲に 地層として分 布。
	ベレソフ 蛇紋岩体 (東サハリン 山地東部)	2.5×7 北北西— 南南東方 向に伸長	H(45) Opx(20) No(15) D(5) L(5) Web(1) —断層— Gb(8)	Cpx W	○	◎?	はんれい岩		ノーライトは ハルツバージ ャイト主体の 岩体上位に整 合的に存在。 はんれい岩類 は142-94Ma。
ラ ン ゲ ル 帯	ペルボマイスク 蛇紋岩 メランジュ (東サハリン 山地西部)	0.5×40 (断続的) 南北系・ 東傾斜の 断層群に 伴われる	?	?	○	?	藍閃石片岩 (178Ma?) ローソン石片岩 エクロジャイト (133Ma?) 角閃岩(120Ma?)		周囲に分布す る白雲母片岩 は92-58Ma。 年代の?は東 サハリン山地 ではあるが、 このメランジ ユ中のものか 未確認。
ス ス ナ イ ー 神 居 古 潭 帯	ソーコル 蛇紋岩 メランジュ (ススナイ山地 北西部)	0.6×2.5 北東—南 西方向に 伸長。南 東傾斜。	H(50) D(45) Opx(5)	×	×	?	普通角閃石岩 エクロジャイト (133Ma) 角閃岩 変はんれい岩		周囲のススナ イ変成岩は90 -55Ma。エク ロジャイト中 にダイヤモンド 含有。
	カミサロフカ 蛇紋岩 メランジュ (ススナイ山地 南部)	1×6 北東—南 西方向に 伸長。南 東傾斜で 北西へ衝 上。		×	×	?	普通角閃石岩 (206Ma) クロス閃石含有 緑色岩(178Ma) 藍閃石片岩 (96Ma) ローソン石含有 緑色岩(96Ma) 角閃石片岩 (90Ma)	石灰岩 (ペルム紀~ トリアス紀)	変はんれい岩 塊や輝石岩塊 も含む。
(日 高 帯)	ボダバドネン スク蛇紋岩 メランジュ (トニノアユニワ 半島東海岸)	0.5×3 北西—南 東方向に 伸長。	H(60) D(20) L(15) Opx(5)	×	×	○			周囲には後期 白亜紀の堆積 岩類(黒色頁 岩・砂岩・玄 武岩塊・石灰 岩塊・チャー ト岩塊)。

◎:多量 ○:認められる ×:認められない ? :不明 C:コンプレックス(複合岩体)

D:ダナイト(ダンかんらん岩) H:ハルツバージャイト(斜方輝石かんらん岩) L:レルソライト(両輝石かんらん岩)
W:ウェールライト(単斜輝石かんらん岩) Opx:斜方輝石 Web:両輝石 Cpx:単斜輝石 No:ノーライト(紫
蘇輝石はんれい岩) Gb:はんれい岩

岩相(カッコ内は分布面積を%で表現)は主としてSemjonov(1982)に基く。さらに、Dobretsov(1974)・Raznitsin(1975)・
Yurukova(1977)・Rozhdestvenskiy(1973・1982)・Rozhdestvenskiy&Rechkin(1975)・Semjonov(印刷中)や筆者らの観察を基に
作成。岩体名は、呼称のあるものはそれを尊重し、ないものは新たに命名した。

岩類を捕獲していることもある。

このように見るとサハリンの超苦鉄質岩は、神居古潭帯(加藤・中川, 1986)と同じ様に、ほとんどすべてが島弧火成活動に関連して形成されたものであると考えられる。神居古潭帯の超苦鉄質岩は少なくとも旭川市西方の神居古潭峡谷以北ではレルゾライトも単斜輝石岩脈も塊クロム鉱床もまったく伴わず、世界で最も部分溶融の進んだ残留かんらん岩の1つである(H シリーズ: 新井田・加藤, 1978)。サハリンの超苦鉄質岩のうち、ススナイ帯に伴うソーコルおよびカミサロフカの蛇紋岩メランジュがこれに似ている。他の蛇紋岩メランジュはこれらに比べれば多少ともレルゾライトを伴うので、相対的にはやや部分溶融の程度は低い。なお、北海道の蛇紋岩にレルゾライトが出現するのは神居古潭帯の南部東側およびそのさらに東側を並走する日高西縁蛇紋岩帯である(HL シリーズ: 新井田・加藤, 同上)。

ところで、このような蛇紋岩メランジュ帯は、かつてそこで海洋プレートの沈み込みが起こっていたことを示すとされる。そこで、その沈み込み帯に対応する高温変成帯あるいは島弧火成活動帯が見つかれば、かつての島弧海溝系が復元できる。Rozhdestovskiy (1982)は、シュミット半島帯を白亜紀後期の沈み込み帯と考え、これとシホテ・アリンの127-58 Ma の島弧火成活動帯とが対であると考へた。このことについては、本特集の合地ほかにも参照いただきたい。

5.2 塊クロム鉱床の成因

一般に、豆さや型(ポディフォーム型)と呼ばれる塊状のクロム鉱床が、残留かんらん岩起源の蛇紋岩中からしばしば見いだされる。神居古潭帯では、蛇紋岩は北海道最北端まで分布しているのに、塊クロム鉱床は不思議なことに神居古潭峡谷以北の蛇紋岩には伴わない。Katoh et al. (1988)は単斜輝石岩脈もまた、峡谷以北では認められないことを指摘し、塊クロム鉱床と単斜輝石岩(単斜輝石±カンラン石)がセットでマグマから形成される実例を示した。このタイプの塊クロム鉱床は単斜輝石岩脈の存在する超苦鉄質岩に伴う集積岩(キムレート)の1種らしい。

このような目で第1表を見ると、シュミット半島帯や東サハリン帯の単斜輝石岩(およびウェールライト)を伴う岩体に塊クロム鉱床が伴われている

が、南部の岩体にはいずれも伴わない。すなわち、神居古潭帯で指摘された関係はサハリンでも成立しているようにみえる。

5.3 微閃緑岩-微はんれい岩の意味

神居古潭帯には蛇紋岩-角閃岩体中に限って、微閃緑岩ないし微はんれい岩と呼ばれるやや細粒の岩石が貫入している。この岩石は、島弧ソレイトの性質を示し(加藤ほか, 1989)、そのK-Ar年代は100 Ma(資源エネルギー庁, 1989)である。同様の岩石が、ボダパドネンスク蛇紋岩メランジュに含まれることを今回確認したが、サハリンの地質家はこれらの岩石もオフィオライトの構成岩石として一括して扱っているようである。東サハリン帯のペレゾフ蛇紋岩体に伴うはんれい岩類は142-94 Maであるが、これらに微閃緑岩や微はんれい岩が含まれている可能性がある。もしそうだとすれば、白亜紀初期~中頃にかけて、サハリン-北海道と南北に連なる前弧域に島弧ソレイトの活動の場があったことになる。このことと塊クロム鉱床の生成は関係しているのかもしれない。

5.4 捕獲岩塊が教えること

最後に、サハリンの蛇紋岩メランジュ中の捕獲岩塊について、まとめてみる。つまり、捕獲岩塊の生成条件やその年代の多様性に着目してみたい。

最も多様性に富むのは、ススナイ帯とランゲル帯の蛇紋岩メランジュである。これらには、藍閃石片岩・ローソン石片岩・エクロジャイトなどの高圧変成岩が認められる。神居古潭帯の蛇紋岩メランジュの一部(神居古潭峡谷や夕張岳メランジュ)も藍閃石片岩やローソン石片岩を含むが、エクロジャイトは認められない。また、ススナイ帯やランゲル帯の捕獲岩の一部は、神居古潭帯よりもかなり古い変成年代を示す。

これに対して、より東側の東サハリン帯にはエクロジャイト様岩が認められているものの、藍閃石片岩やローソン石片岩は認められていない。また、シュミット半島帯には、高圧変成岩の捕獲岩は今のところ記載されていないようである。なお、角閃岩はトニノアニワ帯を除き、他の全ての蛇紋岩メランジュから見いだされている。

要するに、最もユーラシア大陸側に分布する蛇紋岩メランジュには、より古い時代の多様な構成を持つ付加体の破片が含まれている。その東側では、蛇

紋岩に貫かれた付加体自体の構成がより単純なように見える。

さきに述べたように、岩相や構成鉱物の特徴から、西側の蛇紋岩は部分熔融を最大限に受けた残留かんらん岩を原岩とすることが推定されるが、これと捕獲岩塊が多様なことには、何か関係がありそうでとても興味深い。

謝辞：北方圏地質研究会(会長：北川芳男 静修女子大学教授)の皆様には、事務手続きをはじめ、調査に御同行いただくなど日頃からお世話になっている。VOSTOKGEOLOGY(局長：D. N. Shaimardanov)の関係各位には、調査に際し大変お世話になった。石原舜三北大教授には、本報告を発表する機会を与えていただいた。これらの諸氏に厚く感謝します。

文 献

Bekhtoryd, A. F., Biryukov, B. M., Kosuigin, Y. A. and Semjonov, D. F. (1988): Dokl. Akad. Nauk, SSSR, **302**, 391-393(ロシア語).

Bekhtoryd, A. F., Semjonov, D. F. (1990): Pacific Geology, no. 1, 121-126(ロシア語).

地質調査所(1979)：北海道周辺，日本海およびオホーツク海域海底地質図。

Dobretsov, N. L. (1974): Glauconite-schist and glauconite-eclogite complex of the USSR. Nauka, Novosibirsk, 430p.(ロシア語).

Gouchi, N., Omata, M., Katoh, T., Itaya, T. and Watanabe, T. (1992): K-Ar ages of white mica fractions from the subduction metamorphic rocks in Sakhalin, Far East Russia. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., **23**, 281-286.

加藤孝幸・中川 充(1986)：神居古潭構造帯超苦鉄質岩類の由来。地団研専報, no. 31, 119-135.

加藤孝幸・酒井利啓・榊原正幸・五十嵐敏彦・新井田清信(1989)：神居古潭帯幌加内地域，“微閃緑岩”類の島弧的性格。日本地質学会第96年大会，演旨, p. 566.

Katoh, T., Nakagawa, M., Bamba, T. and Kokubu, H. (1988): Podiform chromite-bodies associated with clinopyroxene cumulates in the Tomiuchi Mine, Hokkaido. Mining Geol. Spec. Issue, no. 12, 127-140.

新井田清信・加藤孝幸(1978)：北海道中軸帯の超苦鉄質岩類。地団研専報, no. 21, 61-81.

Raznitsin, Y. N. (1975): Comparative tectonics of ultrabasic basalts in the Schmidt peninsula (Sakhalin), Papua (New Guinea) and Sabah (Kalimantan). Geotectonics, **9**, 108-115.

Rikhter, A. V. (1986): Structure and tectonical development of the Sakhalin in the Mesozoic. Nauka, 90p.(ロシア語).

Rozhdestvenskiy, V. S. (1973): Geologiya Geofizika, **10**, 131-134(ロシア語).

Rozhdestvenskiy, V. S. (1982): Dokl. Akad. Nauk, SSSR, **264**, 923-926(ロシア語).

Rozhdestvenskiy, V. S. and Rechkin, A.N.(1975): Dokl. Akad. Nauk, SSSR, **221**, 1156-1159(ロシア語).

Semjonov, D. F. (1982): Magmatic Formation of Pacific Ocean Fold Belt, a case of Sakhalin. Nauka, Moscow, 168p.(ロシア語).

Semjonov, D. F.(in Press): Geological Map of Sakhalin, 1:500,000.

資源エネルギー庁(1989)：昭和63年度希少金属鉱物資源の賦存状況調査報告書-日高南部地域. 119 p.

山崎大輔・新井田清信(1993)：神居古潭帯岩内岳カンラン岩体：高Mg-カンラン岩中のマグマチャネル。日本地質学会第100年学術大会，演旨, p. 575.

Yurukova, R. M. (1977): Seriya Geologicheskaya, **2**, 101-108(ロシア語).

(ロシア語の文献の表題は省略した)

KATOH Takayuki, TERADA Takeshi, Dmitry F. SEMJONOV, Alexander Z. ZHALOV (1994): Serpentinite melange of Sakhalin, Far Eastern Russia.

<受付：1994年3月22日>