

穂別町福山産砂白金

太田英順 * · 中川 充 *

Placer PGE alloys from Fukuyama, Hobetsu, Hokkaido, Japan

Eijun OHTA * and Mitsuru NAKAGAWA *

Abstract: Microscopic observation and EPMA analysis have been performed for placer PGE samples from Fukuyama village located in the southern Kamuikotan belt. All of the eight samples checked are fairly homogeneous Ir-Os-Ru alloys; one osmiridium, one ruthenosmiridium, two iridosmine, four rutheniridosmine. One rutheniridosmine sample is associated with small grains of Pt-Fe-Ni-Ir alloys. Most of the grains are presumably aggregates of tetraferroplatinum, platiniridium and an unknown phase of the Pt-Fe-Ni-Ir system. The aggregates exhibit complex internal texture which is attributed to rapid growth and/or exsolution of the phases within the grains.

None of sulfide, arsenide nor antimonide is detected in the eight samples. This is in strong contrast with the fact that half number of the placer PGE samples from Horokanai-Takadomari area in the northern Kamuikotan belt are associated with these compounds.

I はじめに

北海道の中軸帯（日高帯・神居古潭帯）には金、銀、水銀、銅、鉛、亜鉛、マンガン、ニッケル、コバルト、クロム、白金族元素などの金属資源が賦存し、かつては鴻ノ舞（金・銀）、イトムカ（水銀）、下川（銅）、八田・日東（クロム）、鷹泊（砂白金）など日本有数の規模の鉱床が分布していた。これらの金属の中でも、白金族（Pt, Ir, Os, Pd,

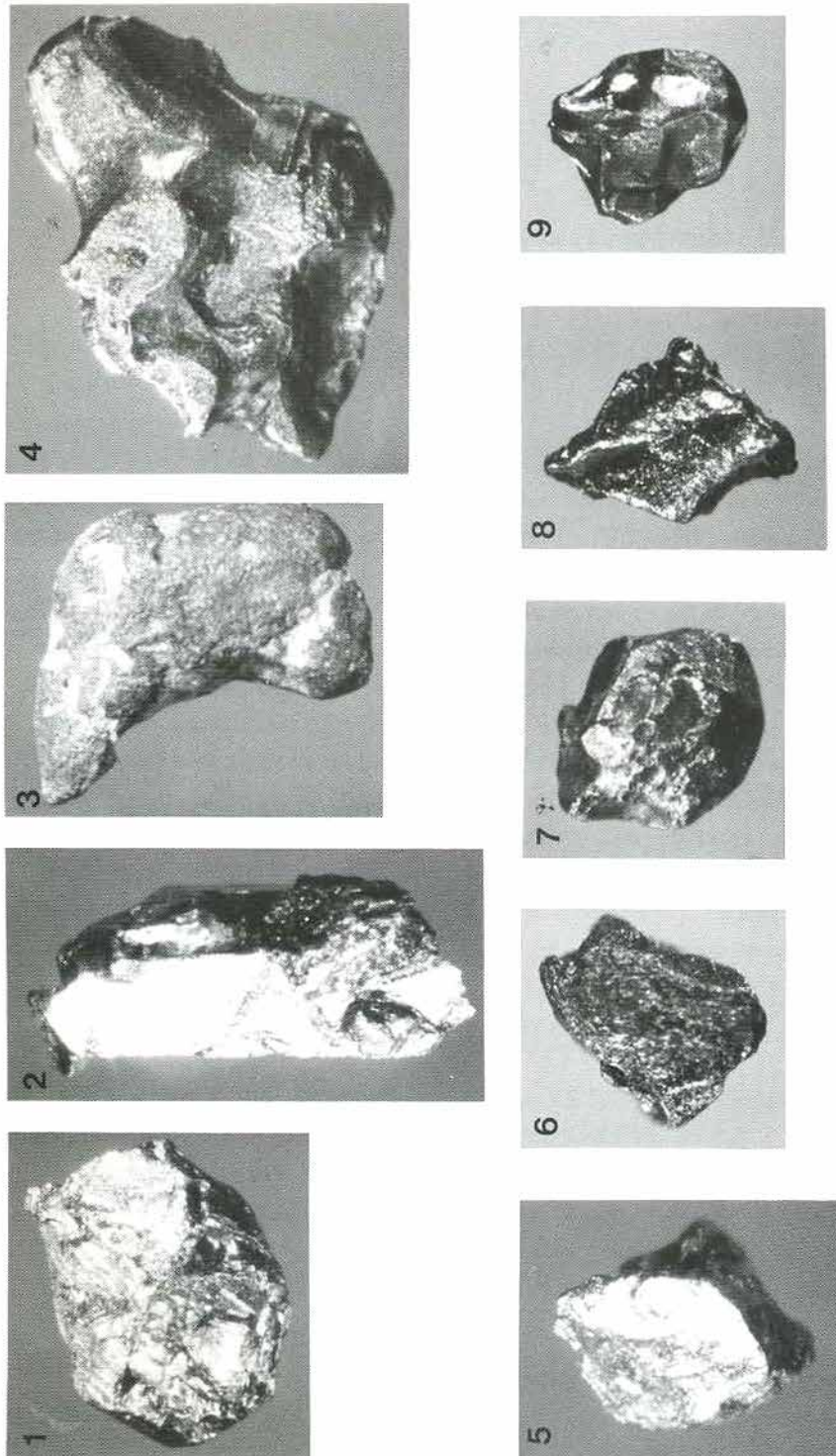
1989年12月19日 受理

*地質調査所北海道支所

札幌市北区北8条西2丁目 札幌第一合同庁舎

Geological Survey of Japan, Hokkaido Branch.

Kita-8, Nishi-2, Sapporo, 060 Japan.



第1図 穂別町福山産砂白金のマクロ写真 (写真撮影 矢島淳吉)

1, 8: Iridosmine 2, 5, 6, 9: Rutheniridosmine

4 : Osmiridium 7: Rutheniridosmine

(3は変形した散弾と思われ鉛の粒で表面に岩石小片が付着している)

1 mm

Rh, Ru) はクロムとともに神居古潭帯を特徴づける元素である。

宗谷支庁から日高支庁にかけての広い範囲で、かつて砂金とともに掘られた砂白金は“シロ”と呼ばれ、用途が不明のため買い手もつかずに捨てられていた時期があった。しかし、後に万年筆のペン先として需要が急増し、また、戦時中には兵器製造上必要不可欠のものとなり、国をあげてその確保に努めたので、一時は年5 kg程も掘られたという(彌永, 1984)。現在においても、白金族元素は触媒、特殊材料、装飾品などとしてなくてはならない存在であり、その価格も金に匹敵するが、もはや国内では採掘されておらず、全需要量を海外からの輸入で賄っている。

神居古潭帯のクロム鉱床については鈴木(1942)、番場(1957)等の総括的な報告があり、近年ではKATOH *et al.* (1988)の穂別町富内鉱山に関する報告があるが、白金についての報告は少ない。北海道の砂白金に関する学術的研究は浦島ほか(1972, 1976a, b)等によってなされているが、その対象は夕張岳以北の神居古潭帯に産する砂白金に限られており、塊状クロム鉱床を伴う南部神居古潭帯における白金の産状や化学組成についての詳しい報告は皆無であった。

筆者達は北海道中央地域の希少金属資源の研究(地質調査所)・日高南部地域レアメタル賦存状況調査(金属鉱業事業団)等を通じて、北海道中軸帯における希少金属について、その産状の解明と資源評価を行ってきた。これらの研究を通じて、確実に同定されたものとしては本邦初の、いわゆる“山白金”^{*}が穂別町八幡の通称大崩れ付近で発見され(中川ほか, 1989)、南部神居古潭帯における白金族元素の実態解明の必要性を強く感じていたところ、穂別町立博物館から砂白金試料を貸与される機会を得た。この試料は穂別町富内の長岡俊一氏が穂別町福山のオロロップ沢入口で採取し、1985年10月に同博物館に寄贈されたものである。貸与された砂白金のマクロ写真を第1図に示す。

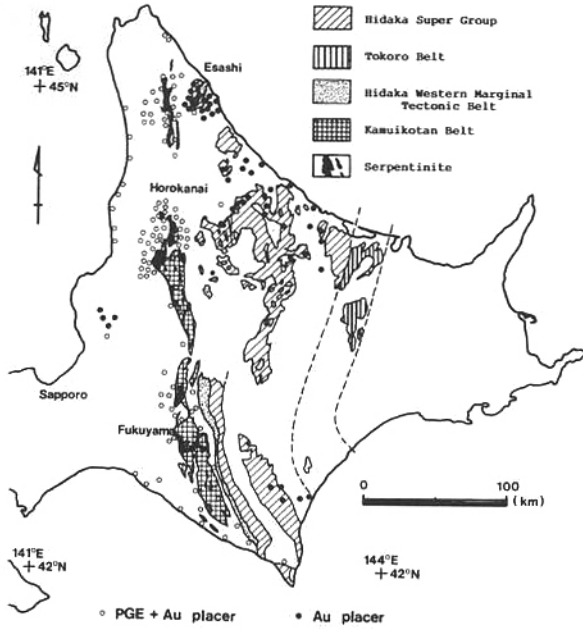
顕微鏡観察とX線マイクロアナライザーを用いたこれらの試料の同定・分析結果を以下に報告する。分析値の一部は太田ほか(1989)で公表したものである。

II 地質環境

北海道でかつて砂白金の産地として知られていたのは例外なく蛇紋岩分布域とその周辺部である(彌永, 1984)。蛇紋岩は北海道中央部を南北に稚内付近から三石に至る320kmにわたって断続的に分布しており(第2図)、神居古潭帯の主な構成岩石の一つである。蛇紋岩が比較的まとまって分布するのは北より知駒岳・幌加内・神居古潭峡谷・夕張岳・鶴川・沙流川流域である。これらのうち塊状クロム鉱床を伴うのは鶴川・沙流川流域にほぼ限られ(番場, 1957)、幌加内以北の地域は漂砂クロム鉱床が卓越している。このことを蛇紋岩の源岩である超苦鉄質岩類の性質のちがいによって説明する試みがなされている(加藤・中川, 1986)。

穂別町内に分布する蛇紋岩は鶴川蛇紋岩体に属し、福山西方から坊主山・八幡の大崩れにかけて露出している(第3図)。岩体の周辺部は剪断されて粘土化しているものが多いが、鶴川沿いでは塊状でダナイト・ハルツパージャイトからなる源岩の層状構造が観察さ

^{*} 露頭の岩石中に存在する白金族元素のことで砂白金と区別するための通称。



第2図 北海道中軸帯に於ける超苦鉄質岩と砂白金・砂金の分布

渡辺ほか (1986)、彌永 (1984) 等を編集し、簡略化したもの。

Hidaka Super Group: 日高累層群 (中生代の主として堆積岩類)

Tokoro Belt: 常呂帯

Hidaka Western Marginal Tectonic Belt: 日高西縁構造帯

Kamuikotan Belt: 神居古潭帯 (中生代の火成岩・変成岩類)

Serpentinite: 蛇紋岩

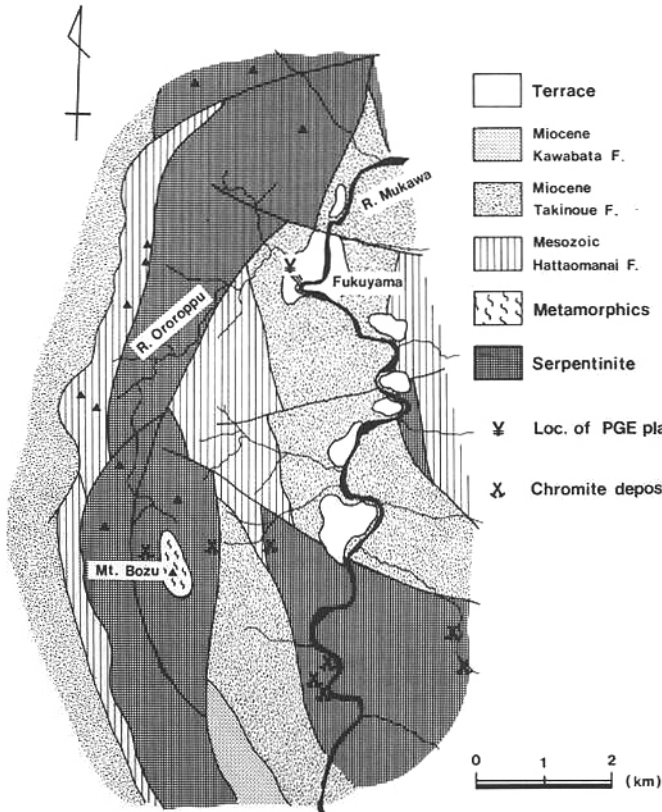
Sapporo: 札幌

Esashi: 枝幸

Fukuyama: 福山

PGE+Au placer: 砂白金と砂金が共に産する地点

Au placer: 砂金のみが産する地点
蛇紋岩の分布する地域とそこから流出する河川に沿って砂白金が産出することに注意。



第3図 砂白金資料採取位置付近の地質概略図

高橋・和田 (1985) を簡略化したもの。

Terrace: 段丘堆積物

Miocene Kawabata F.: 中新世川端層 (砂岩・泥岩)

Miocene Takinoue F.: 中新世滝ノ上層 (泥岩・砂岩)

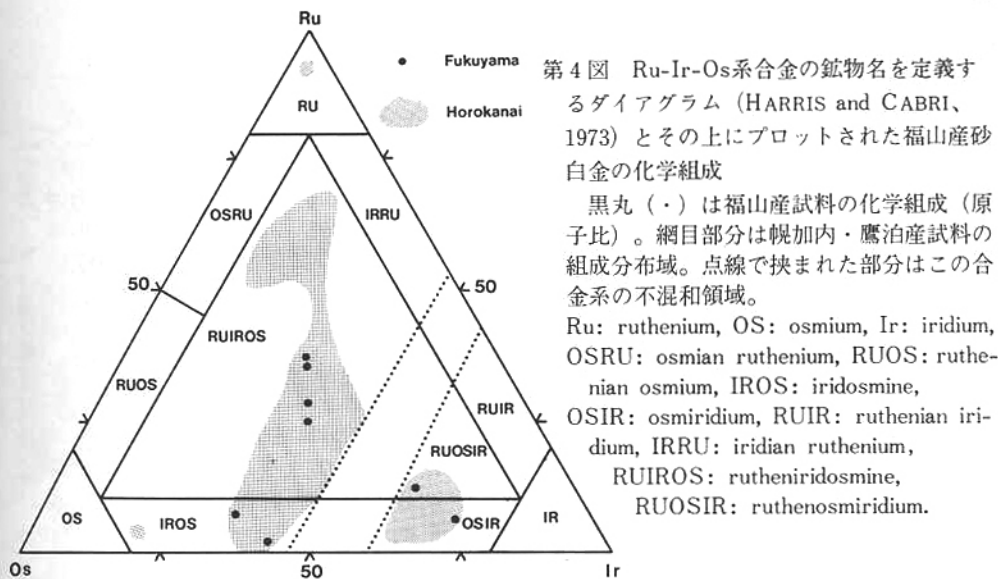
Mesozoic Hattaomanai F.: 中生代ハッタオマナイ層

Metamorphics: 変成岩類

Serpentinite: 蛇紋岩

Loc. of PGE placer: 砂白金試料採取地点

Chromite deposits: クロム鉱山



第4図 Ru-Ir-Os系合金の鉱物名を定義するダイアグラム (HARRIS and CABRI, 1973) とその上にプロットされた福山産砂白金の化学組成

黒丸 (•) は福山産試料の化学組成 (原子比)。網目部分は幌加内・鷹泊産試料の組成分布域。点線で挟まれた部分はこの合金系の不混和領域。

Ru: ruthenium, OS: osmium, Ir: iridium, OSRU: osmian ruthenium, RUOS: ruthenian osmium, IROS: iridosmine, OSIR: osmiridium, RUIR: ruthenian iridium, IRRU: iridian ruthenium, RUIROS: rutheniridosmine, RUOSIR: ruthenosmiridium.

れる。この地域にはかつて八田八幡鉱山を代表とするクロム鉱山が点在していた。

今回報告する砂白金が採取されたオロロップ沢は、坊主山に源を発して蛇紋岩分布域を北上し、福山西方で中新世澆の上層の泥岩上を流れて鷓川に合流する (第3図、採取地点を♣で示す)。

III Ir-Os-Ru系合金の分類

砂白金が化学的に純粋な白金 (Pt) のみからなることはむしろまれで、一般的には白金族元素と鉄・ニッケル・銅などの卑金属との間の種々多様な合金、あるいはこれらと硫黄、砒素、アンチモンなどの化合物などから構成されている。一個の粒が単独の鉱物 (合金あるいは化合物) からなることもあり、数種類の鉱物の複合粒であることもある。北海道の砂白金中にはIr-Os-Ru系の合金 (いわゆる広義のイリドスミン) が多く、幌加内・鷹泊産の砂白金の場合にはこれがほぼ半数を占める (太田ほか, 1989)。

今回化学分析の対象とした8粒の砂白金はいずれも径1mm内外の不規則な形態を有し、肉眼で灰白色の金属光沢を示す。研磨片の反射顕微鏡観察とアナライザー分析によれば、全ての粒がそれぞれほぼ均質な組成を有するIr-Os-Ru系合金 (osmiridium 1粒、ruthenosmiridium 1粒、iridosmine 2粒、rutheniridosmine 4粒) であるが、この内第1図の2に示した1粒 (rutheniridosmine) は幾つかのPt-Fe-Ni系合金の小粒を包有物あるいは付着物として伴っている。

Ir-Os-Ru系合金は第4図に示すような化学組成ダイアグラムによって鉱物学的に分類されている (HARRIS and CABRI, 1973)。この合金系に見られるIr50・Ru50からIr50・Os50付近にかけての不混和領域は1,300℃の高温 (通常の岩石は溶融する温度) でも存在するため、これまでの分析値でこの領域にプロットされるものはほとんど無い。この不混和領域を境にして結晶構造が異なり、Ir側が等軸晶系、Os-Ru側が六方晶系である。従ってosmiridiumとruthenosmiridium (等軸晶系) はiridosmineとrutheniridosmine (六方

第1表 穂別町福山産砂白金のEPMA分析値（上段：重量%、下段：モル%）

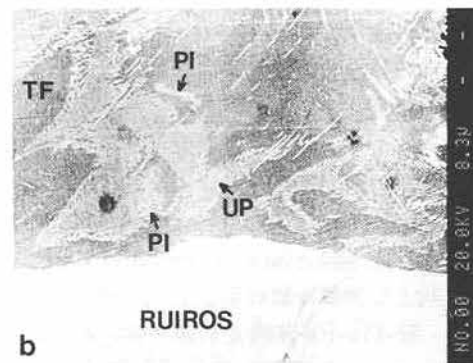
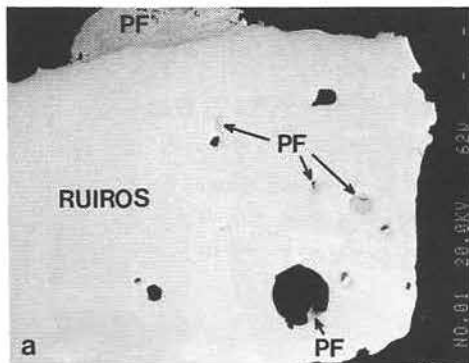
No.	Name	Fe	Ni	Cu	Ru	Rh	Os	Ir	Pt	Total
1	iridosmine	0.23	0.17	0.09	1.09	0.05	55.88	42.31	0.00	99.82
		0.77	0.53	0.27	2.02	0.10	55.02	41.22	0.00	100.00
2	ruthen- iridosmine	2.64	0.77	0.40	20.62	0.00	37.91	37.21	0.43	99.97
		7.09	1.98	0.94	30.63	0.00	29.92	29.06	0.33	100.00
3	osmiridium	0.56	0.23	0.07	2.38	0.81	22.63	70.70	4.13	101.51
		1.80	0.71	0.21	4.25	1.42	21.48	66.39	3.82	100.00
4	ruthen- osmiridium	0.30	0.27	0.08	5.68	0.92	26.02	61.64	6.43	101.34
		0.95	0.81	0.23	9.91	1.57	24.13	56.55	5.81	100.00
5	tetraferro- platinum	6.77	13.55	0.80	0.10	1.77	0.11	10.68	65.44	99.22
		15.65	29.82	1.61	0.12	2.21	0.07	7.17	43.34	100.00
6	鉱物名未詳	4.42	14.70	0.78	1.54	4.47	0.97	45.89	25.71	98.48
		10.21	32.27	1.57	1.97	5.59	0.66	30.77	16.98	100.00
7	platin- iridium	4.75	8.48	0.86	8.10	1.60	5.42	37.33	32.66	99.21
		11.67	19.82	1.87	10.99	2.13	3.91	26.64	22.97	100.00

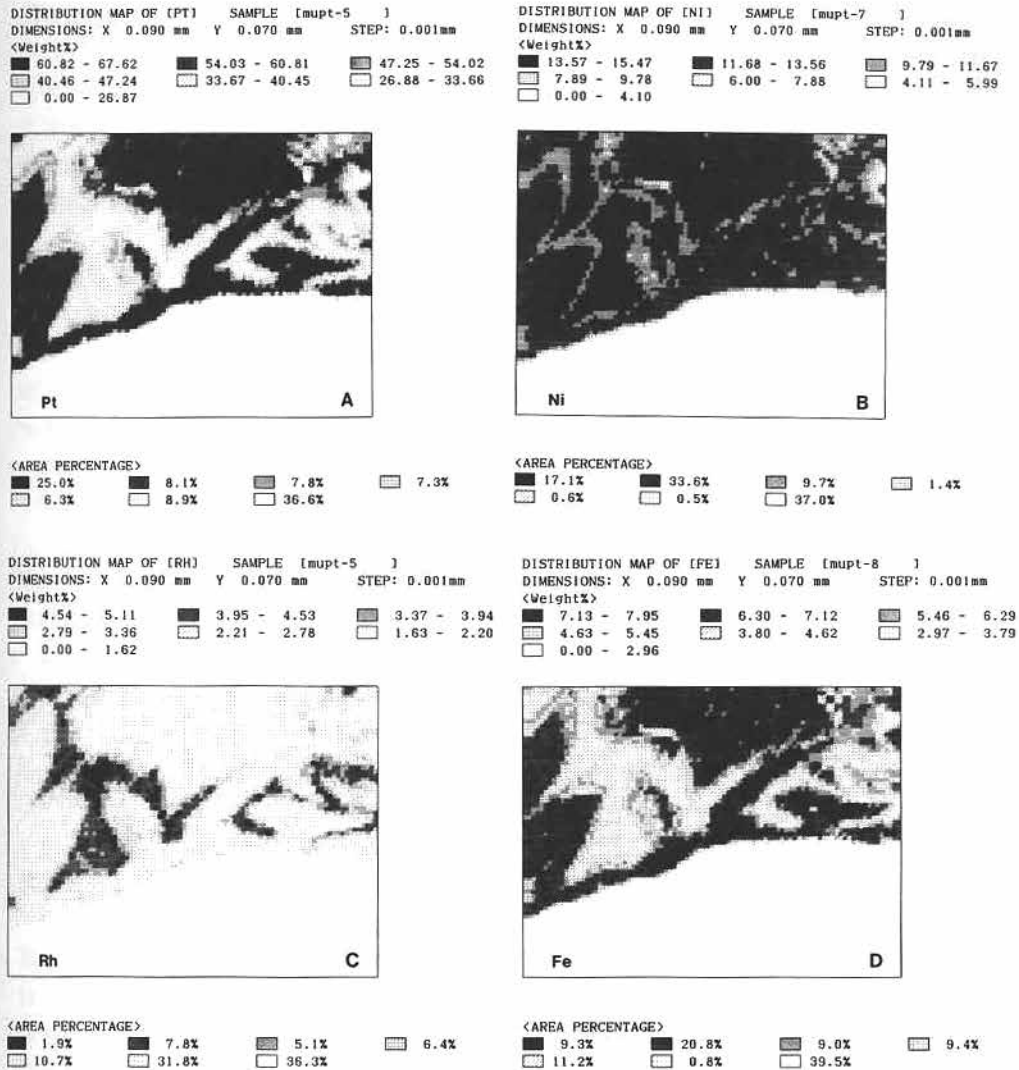
分析装置：島津EPMA8705Q

標準試料：純金属

分析条件：加速電圧20kV、試料電流20nA (MgO上)

晶系) に比べてかなり異なった光学性を有する。これに対し、osmiridiumとruthen-
osmiridiumの間、またiridosmineとrutheniridosmineの間の区別は人為的なものであって、
物理・化学的な性質はそれぞれの間で連続しているため、光学的に明瞭な境界があるわけ
ではなく、鏡下においても見分けるのは非常に難しい。Ir-Os-Ru系合金に含有される
Pt、Rh、Pdは一般に少量なため、以上の分類に際しては無視している。





第6図 第5図bの領域の化学組成マップ

前頁

- 第5図a 福山産 rutheniridosmine粒(RUIROS、白色)とそれに伴う Pt-Fe-Ni系合金 (PF、灰色)のX線マイクロアナライザー反射電子像
- b 第5図aの上端に見られる Pt-Fe-Ni系合金の拡大図。
 明るい部分ほど平均原子番号が大きい(重い)。暗灰色部分(TF)は tetraferroplatinum, 明るい小粒(PI)は platiniridium, 明灰色部(UP)は鉱物名未詳相(本文と第1表参照)。

IV 顕微鏡下の性質と化学組成

上に述べた理由で、osmiridiumとruthenosmiridiumあるいはiridosmineとrutheniridosmineを反射顕微鏡下で区別することは難しいが、前二者と後二者を見分けることは容易である。鏡下で、前二者はクリームがかった白色を示すのに対し後二者は灰青色を帯びた白色で弱い異方性を示す。福山産のIr-Os-Ru系合金は、個々の粒の内部はほぼ均質であるが、全体としてはかなり広い組成範囲を有する(第1表、第4図)。幌加内・鷹泊産のものとの間に有意の組成差は認められず、幌加内・鷹泊産のものの方がより広範な組成を示すのは単に分析数が多いためと考えられる。

第5図aが示すように、福山産のPt-Fe-Ni系合金は8粒の砂白金の内の一粒(rutheniridosmine)に包有あるいは付着して産し、顕微鏡下でosmiridiumよりもわずかに黄色味が強い。最大の一粒が約0.2mm×0.1mm、他はいずれも径0.04mm以下と微粒であるにもかかわらず、tetraferroplatinumとplatiniridiumが入り混じった複雑な構造をもっている。この構造は光学顕微鏡ではほとんど識別することが出来ず、X線マイクロアナライザーの高感度反射電子像で明らかとなったものである(第5・6図)。第5図bはPt-Fe-Ni合金粒の中では最大のもので、rutheniridosmineの表面に付着している唯一(他は全て包有されている)の粒の反射電子像である。第6図に同じ部分の化学組成マップを示す。両図を見比べると、第5図bで暗灰色の部分がtetraferroplatinum(第1表のNo.5)、それよりやや明るい部分が第1表のNo.6の組成を有する鉱物名未詳相、最も明るい短冊状の細粒がplatiniridium(第1表のNo.7)であることがわかる(下部の明るい均質な部分はrutheniridosmine)。また、第5図aの中央部やや右側でrutheniridosmineに包有されているPt-Fe-Ni合金の小粒も不均質で、同様の複雑な内部組織を持っている。

V まとめ

いままで述べたことから推察できることと、今後解明されるべき問題点を以下にまとめてみる。

1. 神居古潭帯北部の砂白金にはlaurite (RuS_2), irarsite (IrAsS)等、白金族元素とS、As、Sbなどの化合物が伴われ、特に幌加内周辺ではこれらを伴うものがほぼ半数を占める(太田ほか、1989)。もし福山の砂白金の半数が同様の化合物とすれば、無作意に拾い上げた8粒全てがこの種の化合物を含まない(合金のみからなる)確率は256分の1という極めて低い値である。このことから、福山の砂白金にはS、As、Sb等の化合物が少ないと言えよう。これと同じことが南部神居古潭帯全域を通じて成立するかどうかは今後確かめるべき重要な課題である。クロム鉱床が神居古潭帯の南部と北部で産状を異にしている事実に対応して白金の産状にも南北差のあることが予想され、これを確認することが神居古潭帯の超苦鉄質岩の起源を解明する際に避けて通れない過程だからである。

2. 砂白金のうちIr-Os-Ru系合金粒の内部はほぼ均質であるが、Pt-Fe-Ni系が複雑な組織を示すことは、前者の融点が後者よりはるかに高く、後者の晶出時には既に十分に焼きなまされて均質な固相として存在していたためと考えられる。第5図に見られるrutheniridosmineに包有されたPt-Fe-Ni系合金粒はその外形が球あるいは滴状であること、

内部が樹枝状組織を示すこと、その不均質性にもかかわらず平均化学組成はどの粒もほぼ同じであることなどの共通点を有する。このことから、これらは先ず液相（少なくとも均質な粒子）の状態で rutheniridosmine に包有され、その後第 6 図に示した Pt-Fe-Ni 系合金の付着・成長が起こったのとはほぼ同じ時期に相分離・固化を起こしたものと推定される。もしそうであれば、Pt-Fe-Ni 合金相の融点は地殻内では実現しそうな高温と考えられるから、このプロセスのうち少なくとも rutheniridosmine 中への包有まではマントル内で行なわれたであろう。相分離・固化の過程で樹枝状の組織を生じたことは急激な温度降下があったことを意味し、おそらくマントルから地殻浅所への急速な移動を裏付ける。

3. 神居古潭帯の白金の資源としての価値は、現在では未知数である。しかし、レアアースエレメントなどと同じ様に、学術的なトレーサーやキーエレメントとしては、今後様々な応用が考えられ、地球科学の発展に寄与するところが大きいであろう。

謝 辞：分析に用いた砂白金試料を快く貸与して下さった穂別町立博物館に心から感謝いたします。

文 献

- HARRIS, D. C. and CABRI, L. J. (1973) The nomenclature of the natural alloys of osmium, iridium and ruthenium based on new compositional data of alloys from world-wide occurrences. *Canadian Mineralogist*, **12**, 104-112.
- 番場猛夫 (1957) 北海道のクロム鉱床. 地質調査所報告, **176**, 1-57.
- 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 **31**, 119-135.
- KATOH, T., NAKAGAWA, M., BAMBA, T. and KOKUBU, H. (1988) Podiform chromite-bodies associated with clinopyroxenite-cumulates in the Tomiuchi Mine, Hokkaido, Japan. *Mining Geology, Spec. Issue*, No.12, 127-140.
- 中川 充・太田英順・黒沢邦彦 (1989) 神居古潭帯鶴川蛇紋岩体中に発見された白金族元素鉱物. 平成元年度三鉱学会講演要旨集, C-35. 新潟.
- 太田英順・中川 充・矢島淳吉 (1989) 神居古潭帯に産する白金族元素プレーサー. 同上, C-36.
- 鈴木 醇 (1942) 北海道及び樺太の砂格魯謨鉱床. 岩石鉱物鉱床学会誌, **27**, 229-239.
- 高橋功二・和田信彦 (1985) 穂別町の地質. 穂別町立博物館研究報告, **2**, 1-15.
- 浦島幸世・若林忠男・寺崎靖則 (1972) 北海道天塩産砂白金の鉱物組成. 鹿大理報, **21**, 119-135.
- 浦島幸世・若林忠男・正木俊行 (1976 a) 北海道幌加内の osmian ruthenium と platinum alloys. 鹿大理報, **25**, 165-171.
- 浦島幸世・若林忠男・正木俊行 (1976 b) 北海道鷹泊の白金粒の鉱物組成. 鉱山地質, **26**, 48-49.
- 渡辺暉夫・柴草英彦・中川 充 (1986) 神居古潭帯の変成作用の特徴とメランジの概要—リサイクルモデルの検討—. 地団研専報 **31**, 97-106.
- 彌永芳子 (1984) 北海道の砂金と砂白金. 212p, みやま書房, 札幌.