

北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉱化作用

五十嵐 昭明* 横田 節哉*

Quaternary Mineralization in the Niseko Volcano Area, Western Hokkaido, Japan

By

Teruaki IGARASHI & Setsuya YOKOTA

Abstract

The Niseko volcano area is situated at the southwestern foot of the Shakotan peninsula, western Hokkaido. The volcanic activity in this area was characterized by the repeated eruptions of andesitic lavas with the intercalations of tuff breccia. The main volcanic bodies were formed in the late Pleistocene age.

Sulphur, iron and manganese ore deposits in this area were formed as a result of the post-magmatic activities of the volcanism.

The sulphur deposit is classified into two types; one is sublimation-impregnation deposit and the other is sedimentary one. The former belongs to an early stage of mineralization, and is characterized by local silicification composed of opal and cristobalite. The latter occurs horizontally with the intercalations of silicified pebbles and it is believed to be a kind of craterlake deposits. Formation of native sulphur related to the hot spring is observed in the piedmont of Mt. Chisenupuri, which is called "Pontoh type sulphur deposit". The wall rock alteration relating to this sulphur mineralization is characterized by alunite.

Limonite deposits are generally small on scale. They are frequently associated with jarosite or hydrous manganese dioxide.

Interesting behaviours of trace elements are observed in these ores. While the sulphur ore is very poor in trace metallic elements, the silicified wall rock are rich in them, thus, the trace elements associated with sulphuric gas might have been driven out into the surrounding rocks. On the other hand, trace metallic elements in the limonite ore are more abundant as compared with those in the sulphur ore, especially, Ag, As, Cu, Mn, Mo, Ni, Zn, and Sn are remarkable. The authors suggested that the iron-bearing acid solution collected a considerable amount of metallic elements from the wall rocks.

In this paper, the authors referred to a problem on the relation between the Quaternary mineralization and the Neogene one, and pointed out that the iron and sulphur mineralizations of the Quaternary period might be classified into two series of mineralization; e.g. the one might belong to the final phase of the Neogene mineralization which is represented by the bedded iron-sulphurpyrite deposit of the Abuta mine, and the other may be independent from the mineralization of the Neogene age, and is regarded to belong to the post-volcanic action of the late Pleistocene to early Holocene age. The iron and sulphur deposits of the Niseko volcano area noted under consideration should belong to the latter series of mineralization.

1. ま え が き

北海道における鮮新世以降の火山活動、とくに後火山活動は、硫黄・硫化鉄鉱・褐鉄鉱（鉄明礬石を伴う）マ

* 北海道支所

ンガン土などからなる鉱床を形成している。これらの鉱床の多くは噴気孔付近や山頂に発達し、鉱石構成元素は単純であり、中新世の鉱化作用とはいちじるしく異なっている。さらに鉱化作用に伴う母岩の変質にも独特の性格がみとめられる。

北海道では中新世鈹床区の中で、後第三紀の鈹床が重複して発達する地域が多く知られている。したがって後第三紀の鈹化作用の一部には先行する中新世鈹化作用と血縁関係を有するものがあるのではないかという疑問がある。この疑問を追求することは鈹床学上きわめて興味ある課題の1つである。

本論ではニセコ東部地域の第四紀鈹化作用の特徴をのべ、あわせて中新世鈹化作用との関係についても言及する。

ニセコ地域には、ニセコアンヌプリ・イワオヌプリ・チセヌプリなど10指に余る著名な火山が知られている。これら火山の山頂付近から中腹には、硫黄・褐鉄鈹・鉄明礬石・マンガン土鈹床が賦存している。とくに岩雄登硫黄鈹床は、かつて大規模に採掘されたことがある。

ニセコ火山およびその火山活動に関係して生じた鈹床については、従来から多くの研究報告がある。

大日方順三(1912)、田中館秀三(1918)は硫黄鈹床および岩雄登円頂丘についての研究をおこない、その後、渡辺万次郎(1932)は岩雄登火山の地形と硫黄鈹床について報告している。またニセコ火山西部地域の地質については、矢嶋澄策ほか(1939)による10万分の1地質図幅「寿都」がある。ニセコ火山東部地域については、広川治・村山正郎(1955)による5万分の1地質図幅「岩内」がある。さらにニセコ地域の全般的な鈹床調査が斎藤昌之(1952)によっておこなわれたほか、渡辺卓ほか(1964)の報告がある。また大場与志男(1960)はニセコ火山群の岩石学的研究をおこなっている。

筆者らは、上記研究成果を基盤として、ニセコ火山東部のとくにイワオヌプリ周辺の鈹床をとりあげ、母岩変質、鈹石中の微量元素の挙動、地表水(流水、湧水)の水質などを地球化学的に考察し、火山活動と鈹化作用の関係を明らかにすることに努めた。

なお本地域のうち、硫黄川付近の地形調査は村瀬正・池田国昭両技官に協力を得た。また水試料の分析結果の検討にあたって、狛武技官の助言を得た。

2. 位置および交通

調査対象地域は、5万分の1地形図「岩内」に含まれ、行政区画は岩内郡岩内町・磯谷郡蘭越町・ニセコ町および虻田郡倶知安町の4町にまたがっている。

本地域の東方から南方には国鉄函館本線があり、北方には同岩内線がある。国鉄線の岩内・倶知安・比羅夫・ニセコ・昆布・蘭越の各駅からは、いずれも登山道路がある。鈹床に至るのに最も便利なものは、倶知安駅からニセコアンヌプリとイワオヌプリの鞍部をとおり、国鉄

山の家(ニセコ温泉)、チセハウス(湯本温泉)を経て、昆布、ニセコ駅に通ずる道道^{注1)}で、ニセコ駅から国鉄山の家間には夏期、定期バスの便がある。この道路から各鈹床までは登山道路が通じており利用できる(第1図)。

3. 地形および地質

3.1 地形概説

ニセコ火山群は、海拔400~500m前後の緩い熔岩台地上に形成されたほぼ東西にのびるいくつかの火山からなる。すなわち東からニセコアンヌプリ(1,309m)・ワイスホルン(1,046m)・イワオヌプリ(1,118m)・小岩雄登(1,045m)・ニトヌプリ(1,083m)・チセヌプリ(1,135m)・目国内岳(1,203m)・岩内岳(1,086m)・雷電山(1,212m)がある。

これらの火山を東部(岩雄登火山)と西部(雷電火山)とに分ける^{注2)}。この報告の対象地域は岩雄登火山の一部である。

雷電火山は一般に熔岩流からなる単調な地形を示しているが、岩雄登火山は熔岩の流出後、円頂丘、爆裂火口の形成があり、複雑な地形を示している。

岩雄登火山は、イワオヌプリをとりかこんで、その西方にチセヌプリ、南東方にニセコアンヌプリ、北方にワイスホルンの主峰があり、これらが海拔400~500mで広がる裾野の上に急峻な地形を示して聳立している。

岩雄登火山の上述3つの主峰を中心とする各山体の境界には谷を刻んで、南方にニセコアンベツ川、北方に中の川、東方に硫黄川が流れている。西方には雷電火山の東部を形成する目国内岳が、南に流れるペンケ目国内川、北に流れる野東川を境にして、岩雄登火山と対している。

岩雄登火山の山麓をとりまいて、尻別川および堀株川^{ほりかつぶ}が流れ、それを境に東方には羊蹄山(1,893m)のなだらかな山麓がみられる。

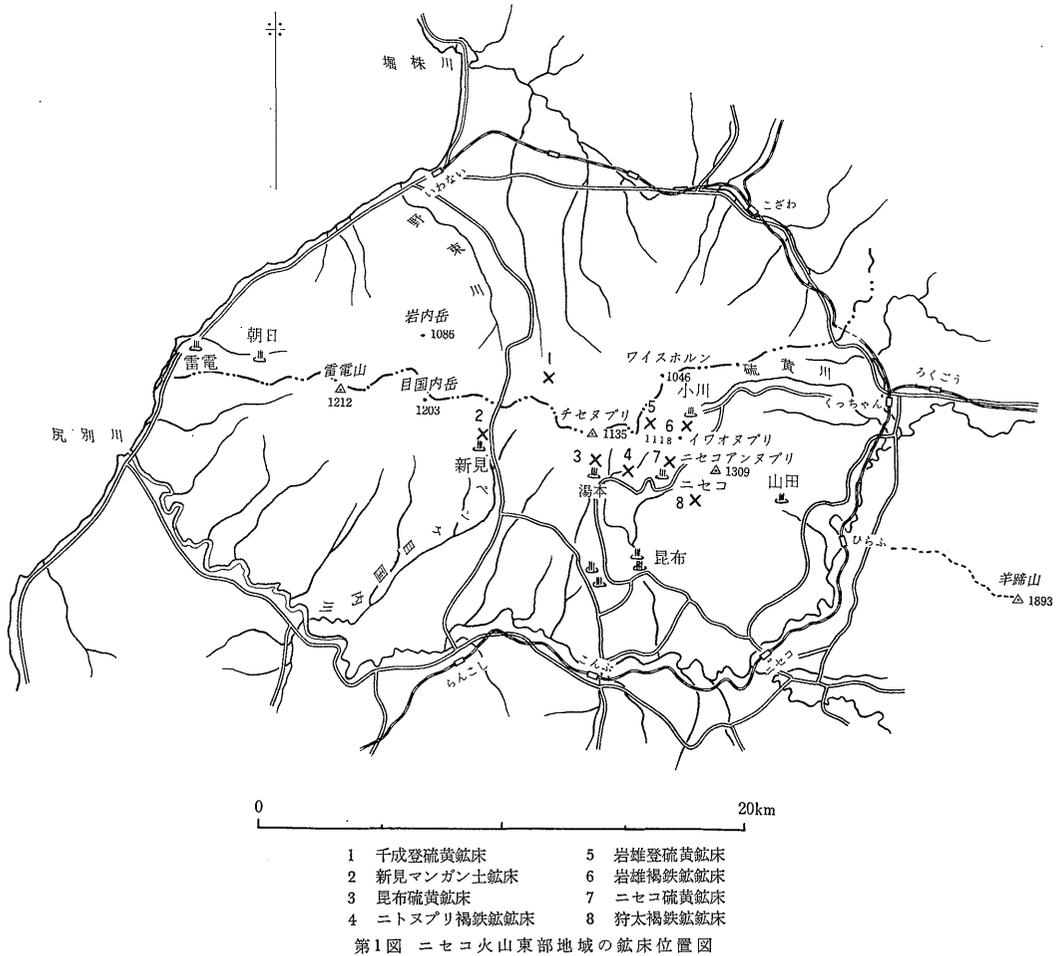
3.2 地質概説

本地域の基盤地質は、中新世の緑色凝灰岩・流紋岩・頁岩層とそこに介入する粗粒玄武岩々床からなる。これらは倶知安一小沢間の鉄道切割りや、尻別川沿いにわずかに露出がみられる。一方、西方の雷電火山では、雷電海岸に鮮新世の集塊岩層が厚く露出しているところから、ニセコ火山群の基盤は、東西両端で高くもりあがり、中央部で低いものと考えられている(大場与志男1960)。

第四系は、調査地域外の山麓に段丘地形を示して広く

注1) 県道に相当する地方道を北海道では道道という。

注2) 岩内駅—蘭越駅間のバス道路を境に西側を雷電火山、東側を岩雄登火山とする。……広川・村山(1955)による。



洪積層が分布する。本層はニセコ火山群の活動と密接な関係を有すると言われている。すなわち大場 (1960) は、新第三系の上には、洪積世初期におこった火山活動に関係する昆布角礫岩層があり、本層には断続的な地盤上昇による段丘面が刻まれている。さらにニセコ火山群の噴出物の一部は本層中に含まれていることから、ニセコ火山群の活動は洪積世初期にはじまったと思われるが、大部分は洪積世後半に活動したものであると述べている。

沖積世に入ってから火山活動は、イワオヌプリ付近に集中し、わずかに3個の溶岩円頂丘^{注3)}、爆裂火口の形成とそれにひきつづき硫気活動、温泉作用と次第に弱まり、現在は温泉作用のみみられるに過ぎない。

3.3 岩雄登火山の形成とその噴出物

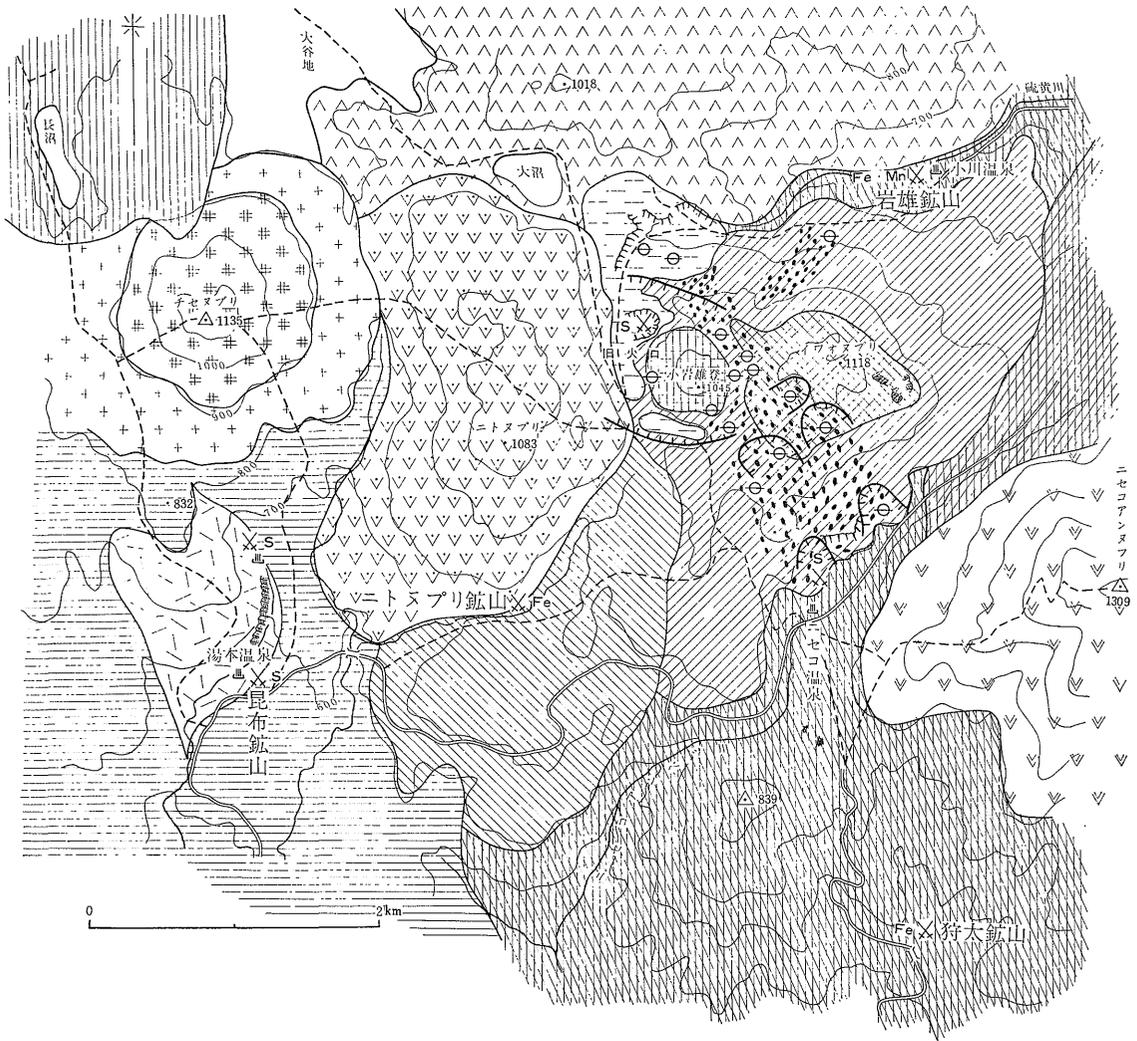
岩雄登火山の活動は洪積世初期にはじまり、沖積世に

注3) 東方からイワオヌプリ円頂丘、小岩雄登円頂丘、チセヌプリ円頂丘をいう(第2図)。

その活動はひきつがれている。このうち、火山体の大部分が形成された主要な活動期は洪積世後半と考えられている(大場, 1960)。

本火山の最初の活動はワイスホルンの形成で、この時期には、西方の雷電火山では岩内岳や、雷電山の下部山体が形成されている。ついで若干の削剝期をおいて主要な活動に入り、しゃくなぎ山・チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ・ニセコアンヌプリなどの下部を構成する噴出物の堆積がおこなわれた。この末期には活動中心はイワオヌプリ付近に集中し、沖積世に入って、この部分にチセヌプリ、小岩雄登^{注4)}、イワオヌプリの3個の溶岩円頂丘が形成された。これらの溶岩円頂丘の山頂

注4) 小岩雄登はイワオヌプリの西方にみられる火口状地形を示す部分から突出している。この部分には湖成堆積層が厚く堆積しており、採掘された岩雄登鈹山の沈殿硫黄鈹床はこの湖成堆積層の下位にある。筆者らは、この湖成堆積層を火口中に堆積したものと考え、本論ではこの火口状地形を示す部分を旧火口としてとりあつかうことにする(第2図)。



第2図 ニセコ火山東部地域地質図

- | | | | |
|--|---------------|--|----------------|
| | 砂・礫・粘土 | | ニトスプリ噴出物 |
| | 湖成堆積層 | | しゃくなぎ山噴出物 |
| | 小岩雄登円頂丘熔岩 | | ニセコアンヌプリ噴出物(3) |
| | イワオヌプリ円頂丘熔岩 | | ニセコアンヌプリ噴出物(2) |
| | チセヌプリ塊状熔岩(泥流) | | ニセコアンヌプリ噴出物(1) |
| | チセヌプリ円頂丘熔岩(2) | | ワイスホルン噴出物 |
| | チセヌプリ円頂丘熔岩(1) | | 火口および爆裂火口 |
| | イワオヌプリ噴出物(2) | | 昇華-鉱染硫黄鉱床 |
| | イワオヌプリ噴出物(1) | | 硅化変質帯 |
| | チセヌプリ噴出物 | | |

および周辺には、いくつかの爆裂火口や硫気孔が形成され、さらにチセヌプリの山頂北部には、山体の一部を破壊して泥流（塊状熔岩）が噴出し、複雑な地形を示すに至った。

本火山初期活動の噴出物は橄欖石を含有し、ついで主要な活動期の噴出物は角閃石と石英を含む輝石安山岩熔岩からなるが、初期、主要期の噴出物には下部に凝灰角礫岩が挟在する。

つぎに各噴出物について概説する。

1) ワイスホルン噴出物

イワオヌプリの北方に硫黄川を境に聳立するワイスホルンを構成し、熔岩の下部に凝灰角礫岩を伴う。本岩は暗灰色堅硬緻密で、斑晶として斜長石、普通輝石および紫蘇輝石がある。石基は短冊状ないし針状の紫蘇輝石、粒状あるいは長柱状の単斜輝石およびガラスからなる。

2) 主要活動期噴出物

ニセコアンヌプリ・チセヌプリ・ニトヌプリ・しゃくなぎ山およびイワオヌプリ火山の下部を構成する。このうち、イワオヌプリを構成するものは、それ以前のワイスホルン・ニセコアンヌプリ・チセヌプリの噴出物によって、その分布は制約される。イワオヌプリがこの期の活動末期の所産であることを示している。

2)ー1 ニセコアンヌプリ噴出物^{注5)}

岩雄登火山の南東部に分布し、海拔700~800mに平坦な台地状地形がみられる。ニセコアンヌプリはこの上に急峻な地形を示して聳えている。この噴出物の主体は安山岩熔岩で、火山砕屑物を伴う。本岩は灰色を呈し、堅硬緻密なものから多孔質のものまである。斑晶には斜長石、紫蘇輝石および普通輝石があり、まれに橄欖石をみることがある。石基は塊間組織を示し、斜長石・単斜輝石・ガラス・鉄質物・クリストパライトなどからなる。

2)ー2 チセヌプリ噴出物

この噴出物はチセヌプリおよびこの東西方向に位置するニトヌプリ、しゃくなぎ山などから噴出したと思われるもので、それらの北方、南方に分布している。安山岩質の軽石質噴出物、凝灰角礫岩および石英角閃石含有橄欖石輝石安山岩熔岩およびその砕屑岩からなっている。

2)ー3 イワオヌプリ噴出物

この噴出物は、それより以前のワイスホルン・ニセコアンヌプリ・チセヌプリ各噴出物に制約されて分布し、

注5) 第2図に示したニセコアンヌプリ噴出物(1)、(2)、(3)には岩質的な差異は認められないが、(1)、(2)はともに台地状地形を示して発達するもので、(1)は安山岩熔岩と火山砕屑岩との互層、(2)は熔岩を主とし、火山砕屑物が少ない。(3)は山頂部を形成し、熔岩からなる。

明らかにそれらより新しいものである。

第2図に示したように2度にわたる噴出がおこなわれ、いずれも火山砕屑物を夾在する安山岩熔岩である。噴出物(1)は海拔700~800m、(2)は700~900mに分布し、ともに台地状地形を示す。

一般に灰色緻密で、斑晶として多量の斜長石、少量の紫蘇輝石および単斜輝石があり、まれに石英・角閃石がみとめられる。石基は斜長石・ガラス・単斜輝石・鉄質物・クリストパライトなどからなる。

3) 熔岩円頂丘熔岩

ニセコ火山群の最末期の活動によって形成されたもので、チセヌプリ・イワオヌプリ・小岩雄登の3個の熔岩円頂丘である。チセヌプリ円頂丘は、中央部に複合的にドームが形成され、さらに山体の北部が破壊し、泥流（塊状熔岩）が生じている。

これらの熔岩の特徴は、石英・角閃石（オパサイト化）を含有する輝石安山岩熔岩で、全般に同源捕獲岩が含まれる。同源捕獲岩の鏡下における性質は上記噴出物とくらべて明らかに異なる。

以上、岩雄登火山の噴出物について概説したが、ニセコ火山群熔岩の鈹物量比について大場（1960）の報告を第1表に引用する。

4. 鈹 床

岩雄登火山の後火山作用によって生成された鈹床には、硫黄鈹床・褐鉄鈹床・マンガン土鈹床がある。

硫黄鈹床には、イワオヌプリ・小岩雄登の山頂~中腹付近に点在する昇華一鈹染鈹床、イワオヌプリ西方火口底の沈殿鈹床、チセヌプリ南麓の湯沼に現在生成されつつある沈殿鈹床（宝沼型）およびニセコ温泉鈹床がある。このほか第2図の枠外にしゃくなぎ山北麓の沈殿鈹床がある。

褐鉄鈹床は、イワオヌプリ・ニセコアンヌプリの山麓裾野に点在する。岩雄（小川温泉付近）・ニトヌプリ・狩太鈹山の各鈹床のほか、調査地域外の東方、南東方にニセコアンベツ川・昆布・樺山などの鈹床がある。いずれも沈殿鈹床で、このうち、小川温泉付近の鈹床には鉄明礬石・マンガン土が伴われている。

マンガン土鈹床は、上述の岩雄鈹山の褐鉄鈹床に伴うものと、新見温泉付近にみられるものがある。

これらの鈹床は、いずれも岩雄登火山の活動末期に生成されたもので、現在、チセヌプリ南麓の宝沼型硫黄鈹床（昆布鈹山）を除いて鈹化作用は終息している。

本地域の鈹山は、現在、すべて休止している。主な鈹床を第2表に示す。

第1表 ニセコ火山群熔岩の鉱物量比 (%)*

試料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10**	
岩石型	Vd	VIId		VIId		VIId	VC	VIId	Vd-C	Vd-C	
斑	斜長石	22.2	17.8	7.3	28.2	15.1	26.8	30.5	34.8	23.2	27.5
	普通輝石	2.9	2.8	0.6	5.0	9.0	4.4	3.5	2.4	3.6	3.4
	紫蘇輝石	1.5	0.9	0.7	2.4	2.3	1.9	4.4	2.6	1.9	4.0
	角閃石		0.2		0.2		0.0		1.7		
	石英		0.1	0.2	0.3		0.5		0.1		
	橄欖石		1.4	2.8	0.4	2.7	0.0		0.0	0.4	0.1
石	斜長石	17.3	12.7	32.0	3.8	14.7	4.2	14.8	2.6	17.4	9.6
	単斜輝石	0.5	4.2	6.5	1.3	4.1	3.8	0.8	0.2	6.8	2.5
	斜方輝石	1.4	0.7	4.7	0.8	5.8	1.7		0.2		
	アノソクレス							4.5		1.1	8.7
	珪酸鋁物	0.1	0.1	0.1	4.2		1.0		2.9	0.6	
	鉄鋁	4.7	4.1	3.9	3.3	6.3	6.3	5.0	2.7	4.8	5.0
	角閃石			14.6							
	磷灰石			0.2	0.8				0.2		
	緑泥石							0.9		1.4	
	緑簾石			0.1		0.4		0.5		1.2	
ガラス***	49.5	55.0	26.0	49.1	39.4	49.3	35.2	50.0	37.8	38.9	

* 大場与志男 (1960) による。 **微ベグマタイト質脈を他に含む。 ***Microlite も含む。

- 1 (新期) 紫蘇輝石・普通輝石安山岩, ニセコアンヌプリ山頂部熔岩
- 2 (最新期) 含石英・角閃石・橄欖石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩, チセヌプリ円頂丘熔岩
- 3 (最新期) 2に含まれる同源捕獲岩
- 4 (新期) 含石英・角閃石・橄欖石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩, ニトヌプリ熔岩
- 5 (新期) 4に含まれる同源捕獲岩
- 6 (最新期) 含石英・紫蘇輝石・普通輝石安山岩, 大イワオヌプリ円頂丘熔岩
- 7 (旧期) 普通輝石・紫蘇輝石安山岩, ワイスホルン熔岩
- 8 (新期) 含石英・角閃石・普通輝石・紫蘇輝石安山岩, イワオヌプリ熔岩 (II)
- 9 (旧期) 含橄欖石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩, 岩内岳熔岩
- 10 (旧期) 含橄欖石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩, 鳴神の滝熔岩

5. 火山活動と鉱化作用

すでに述べたように、ニセコ火山群の火山活動は洪積世初期にはじまり、洪積世末期にその主活動を終わっている。さらにその活動が弱まるにつれて、活動はイワオヌプリ付近に集中し、チセヌプリ・小岩雄登・イワオヌプリなど3個の熔岩円頂丘と爆裂火口とを形成し、その後の後火山活動は、硫気作用と温泉作用とにひきつがれ、それらに関係する昇華一鉱染硫黄鉱床・沈殿硫黄・褐鉄鉱・鉄明礬石・マンガン土鉱床を生成した。そしてこれらの活動は、現在、山麓に散在する温泉として残存する。これらの関係を第3表に模式的に示す。

ニセコ火山群の火山活動は、従来一般に那須火山帯に属するものと考えられてきた。しかし最近の研究によると鳥海火山帯の性格をあわせもつものであることが明らかになってきた。大場 (1960) は、ニセコ火山の岩石学的特徴から、本火山の初期噴出物は那須火山帯の岩石学

的特徴と一致し、最新期 (熔岩円頂丘) の噴出物は鳥海火山帯の岩石学的特徴と一致する。そして火山体の大部分を形成した噴出物は、両者の性格を持っているとべている。

このような火山活動にみられる岩石学的特徴が、鉱化作用にどう反映されるかは、きわめて興味ある課題である。第四紀火山活動と鉱化作用との関連を明らかにするために、この種鉱床の生成時期を明確にし、それぞれに伴う鉱床種とそれに対応する母岩変質、元素の濃集機構などを検討することにつとめてみた。

5.1 鉱化作用の概要

本地域の鉱化作用は、イワオヌプリ円頂丘の周辺に集中しておこなわれている。このほかやや離れた位置 (第2図枠外) にしゃくなぎ山北麓の千成登沈殿硫黄鉱床、新見温泉付近のマンガン土鉱床がある。本章では主としてイワオヌプリ周辺の鉱化作用についてのべる。

洪積世末から沖積世の初期にかけて、イワオヌプリ西

第2表 ニセコ火山東部地域鉱床一覧表

鉱山名	位置および交通	地質および鉱床	鉱石	沿革・現況および生産実績	文献
(硫黄鉱床) いわおねより 岩雄登 (第2図参照) (第3図参照)	5万分の1「岩内」後志国虻田郡具知字町宇岩雄登。国鉄函館本線具知安駅から西方に硫黄川を10kmさかのぼり小川温泉まではトラックを通ずる。これから山道を2.5kmで達する。	岩雄登火山は洪積世末にその主として沖積世に入つた。3個の熔岩円頂丘が形成された。イワオヌプリ、小岩雄登はこれにあたる。イワオヌプリは岩雄登火山の外輪山に生成されたもので小岩雄登は旧火口底から突出している。硫黄鉱床と沈殿鉱床とがあり、そのほとんどは採掘された。昇華一鉱染硫黄鉱床はイワオヌプリの山頂から山腹にかけて約10カ所にみられる。沈殿鉱床は硫黄川上流の旧火口に堆積した湖成堆積層の下位にあり、縞状をなす鉱層で、4m, 10m, 0.5mのものがあったといわれている。採掘された鉱床の上位堆積層には昇華硫黄の礫が、蛋白石化した岩礫とともに層を形成しており、湖成層堆積時、すでに昇華硫黄鉱床が形成され、その一部が湖成層の構成物となつたことを示している。なおこの沈殿鉱床は小岩雄登の形成によって北部鉱床と南部鉱床に2分されている。	昇華一鉱染硫黄 S20~40% 沈殿硫黄鉱 (土状縞状鉱) S50~80%	安政3, 4年頃発見されたといわれている。採掘されたのは文久元年頃からで、ひきつづき稼行されてきたが、明治25年、三井鉱山合名会社によって開発され、さらに三井鉱山KKを経て北海道硫黄鉱業KKが稼行したが、昭和19年以降、休山している。明治37年から昭和12年までの精製硫黄(製品)は115,781tで、この間の粗鉱品位はS50%とされている。なお昭和17・18年の生産実績はつぎのとおりである。 粗鉱品位含有量(t) (%) 量(t) 昭和17~18年 硫黄鉱 2,923 S30 877 鉱床の大部分は採掘が完了した。	広川治・村山正郎(1955) 大日方順三(1912) 斉藤昌之(1954) 田中館秀三(1918) 渡辺万次郎(1932)
千成登 (参覚)	5万分の1「岩内」後志国岩内郡岩内町、チセヌプリの北西方3km、国鉄岩内線岩内駅から新見温泉を経て蘭越駅に至るバス道路を8km利用し、それから約2km、鉱床付近まで自動車を通ずる。	しゃくなぎ山凝灰角礫岩上に沈殿した硫黄鉱床で、一部、新見熔岩の輝石安山岩でおおわれている。鉱床は東西200m、南北600mの地域に不規則に層状またはポケット状をなして賦存する。厚さ3mほどの部分もあり、傾斜20~35°を示す。	沈殿硫黄鉱 比較的軟かい灰色、灰黄色、黒褐色のものと硬い黒色のものがある。 S40~70%	明治32年頃発見され、明治末期にハウル社によって稼行された。当時は参覚鉱山と称した。昭和16~18年までは日書人絹バルブKKが操業した。この間、1,000~1,500tの出鉱をみたといわれるが詳細は不明である。昭和9~18年間の生産実績は次のとおりである。 粗鉱品位含有量(t) (%) 量(t) 昭和9~18年 硫黄鉱 6,157 S48.8 3,006 鉱床の大部分は採掘が終り休山している。	広川治・村山正郎(1955) 大日方順三(1912) 斉藤昌之(1954)
昆布 (永寿) (第2図参照)	5万分の1「岩内」後志国磯谷郡蘭越町、チセヌプリの湯本温泉にある。国鉄函館本線ニセコ駅を通過する(冬期を除く)がある。	鉱床は湯沼から沈殿しつづつある岩内線型鉱床で、400m離れた位置に上、下2つの湯沼があり、さらに上の湯沼の100m上流に、小規模の昇華一鉱染硫黄鉱床がある。湯沼から沈殿する鉱石は湖底から多量の熱水とともに噴気する黄色中空球状(3~5mm)を示すものと、暗灰色泥状のものがあり、かつてこれを採取していた。	沈殿(溶融)硫黄鉱 中空球状鉱: S76~80% 泥状鉱: S60~65%	明治年間にハウル社が上の湯沼で硫黄を採取したといわれている。昭和15年、東洋硫黄KKが製錬設備を設けて永寿鉱山として操業したが、昭和19年休山、昭和25~26年、および31~32年再開、その後休山している。昭和17年以降の生産実績は次のとおりである。 粗鉱品位含有量(t) (%) 量(t) 昭和17~18年 硫黄鉱 756 S55.8 422 昭和25~32年 硫黄鉱 1,769 S76 1,253	広川治・村山正郎(1955) 斉藤昌之(1954)

鉱山名	位置および交通	地質および鉱床	鉱石	沿革・現況および生産実績	文献								
(褐鉄鉱鉱床)													
岩雄 (第2, 3, 4, 5 図参照)	5万分の1「岩内」胆振国虻田郡具知安町岩雄登, イワオヌプリの北東斜面で具知安町街の西方10km, 旧小川温泉付近にある。この間, トラック道路が通じている。	主要鉱床はイワオベツ川の右岸に, 延長300m, 幅200mの礫圈内にみられる。基盤は含角礫粘土層で, これをおおって褐鉄鉱層がある。鉱層は2~3層あり, 一層の厚さ0.3~0.5mであるが, 山腹に近づくと3mに達する。表土はきわめて薄い。上部にマンガン土鉱床を伴う。この鉱床の大部分は採掘が完了した。この鉱床の西側にも鉱床があり, ここには鉄明礬石を綺状に夾在する。この鉱床も一部が採掘されている。	蘚苔類の仮像を残す暗褐色, 堅硬の塊鉄, わずかに粉鉄を伴う黄褐色の塊状鉄。および暗褐色軟質の3種がある。鉄石品位は, 堅硬塊鉄で, Fe 50%前後, 黄褐色塊状鉄で Fe 48%前後, 軟質鉄で Fe 45%前後である。Sは0.5%程度, Pは0.2~0.3%程度である。	大正12年に鉱業権が設定され, 昭和13年から褐鉄鉱とマンガンを対象に稼行され, 同15年には, 褐鉄鉱3,000tの出鉱をみている。昭和24年から再度着業し, 同27年までに1,300t, 同28年には, 月1,500~1,700tを出鉱し, 同32年までに16,000tを出鉱した。その後, 休山している。昭和13~15年の生産実績は次のとおりである。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>粗鉄品位</td> <td>含有量(t)</td> <td>(%)</td> <td>量(t)</td> </tr> <tr> <td>昭和13~15年</td> <td>6,599</td> <td>Fe 52</td> <td>3,464</td> </tr> </table>	粗鉄品位	含有量(t)	(%)	量(t)	昭和13~15年	6,599	Fe 52	3,464	広川治・村山正郎(1955) 斉藤昌之(1954)
粗鉄品位	含有量(t)	(%)	量(t)										
昭和13~15年	6,599	Fe 52	3,464										
ニトヌプリ (第2図参照)	5万分の1「岩内」後志国磯谷郡蘭越町, ニセコアンベツ川左支流の上流ニトヌプリ南麓。国鉄函館本線ニセコ駅および蘭越駅からそれぞれニセコ温泉に至るバス路線を利用し, チセハウス(湯本温泉)で下車, これから山道がある。	洪積世末期の岩雄登火山基底噴出物である輝石安山岩が分布する。鉱床は沢沿いにみられるもので, 延長120m, 幅20m, 厚さ1m前後の沈殿鉄層で, 厚さ2mの良好な部分は40mの範囲である。	褐色綺状鉄石が主なり, 代表的な鉄石は Fe 55.17%, S 0.41%, P 0.28%, As 0.013%である。	昭和37年, 札幌市の佐藤金徳が3,000tほど出鉱した。なお若干の残鉄がある。	広川治・村山正郎(1955)								
狩太 (第2図参照)	5万分の1「岩内」胆振国虻田郡ニセコ町, イワオヌプリ南麓のニセコ温泉の南南東方ほぼ2kmの道路付近にある。国鉄函館本線ニセコ駅から北西方8kmで, トラック道路が通じている。	洪積世末期のニセコアンヌプリ火山噴出物が分布する。鉱床は沈殿褐鉄鉱層で, 小沢の底部に沢沿いに, 上, 中, 下の3層があり, 各層間に礫を夾在する。上層は上流にあつて表土は薄い, 粉鉄が多く厚さもうすい。中層は延長20m, 幅15m, 厚さ1mの鉄体で, 中層の下部に3~5mの礫層を挟んで下部層があり, その延長70m, 幅20m, 厚さ1mである。	上層の褐鉄鉱鉄石は粉鉄が多く中, 下層のものは蘚苔類の仮像をのこす暗褐色のやや軟質の塊鉄である。上層の鉄石品位は低い, 中, 下層のものは, 比較的優良で, 中層鉄石の分析例は Fe 51.38%, S 0.41%, P 0.72%となっている。	昭和16年頃から開発され, 昭和26年に佐藤信二によりほぼ2,000tを出鉱した。すでに大部分の採掘が終わっている。	広川治・村山正郎(1955) 斉藤昌之(1954)								
(マンガン土鉄床)													
岩雄 (第2, 3, 5 図参照)	5万分の1「岩内」胆振国虻田郡具知安町宇岩雄登, 硫黄川中流, 小川温泉付近で, 具知安町の西方約10kmにある。国鉄函館本線具知安駅からトラック道路が通じている。	鉄床はイワオヌプリの北東山麓に胎している。この鉄床は小川温泉を中心とする褐鉄鉱層の東縁部に分布する小川温泉跡鉄床と, この南東方250mにある熊の沢鉄床とがある。小川温泉跡鉄床: 褐鉄鉱層の南東端にある径30mの陥没状湿地帯に, 6m内外の幅でみられる。東側はイワオヌプリ噴出物の安山岩岩礫を介在するが, 西側は褐鉄鉱層の上位にこれと成層している。厚さは鉄体中央部で2m, 周縁は薄くなる。熊の沢鉄床: 熊の沢北西岸のやや高い位置にある陥没地に分布する。鉄体の厚さは0.7~2mで, 安山岩礫を多量に介在し, 採掘困難である。	黒色マンガン土鉄・パイロロース鉄を主とする。品位は Mn 55%, 最低26%, 平均品位はつぎのとおりである。Mn 29.77%, Fe 41.9%, SiO ₂ 10.58%, Al ₂ O ₃ 1.82%, MgO 0.88%, H ₂ O 15.83%	大正12年, 山本某によって, 鉄・マンガンの鉱業権が設定され, 小規模に稼行された。昭和12年, 日本探鉄Kが所有して, わずかに採鉄, 昭和13年, 昭和製鉄Kに移り, 鉄とマンガンを採掘し, 昭和16年, マンガニ土 2,500t (Mn 34%) を採掘, 昭和24年, 三ツ谷一郎が鉱業権をえて褐鉄鉱のみ採掘した。休山中。	広川治・村山正郎(1955) 斉藤昌之(1954)								

鉱山名	位置および交通	地質および鉱床	鉱石	沿革・現況および生産実績	文献
新見 (第10図参照)	5万分の1「岩内」後志国磯谷郡蘭越町字新見，蘭越町の北方，約8 km，しゃくなぎ山の山麓，新見温泉付近。国鉄函館本線蘭越駅から新見温泉を経て岩内町に至るバス路線が通じ交通至便。	鉱床は新見温泉の北西方約150 mの地点と，温泉旅館の敷地2カ所に沈殿鉱床をつくっている。すべて含マンガン鉱泉沈殿物で，厚さは5 mほどあったといわれている。	マンガン土 バイロルース鉱を主とする。	新見温泉北西方の鉱床は，かつて若干の採鉱がおこなわれた。	斉藤 昌之 (1954)

第3表 ニセコ火山東部地域火山活動と鉱化作用

年代・区分	火成活動	鉱化作用	鉱床の産状	鉱山名
沖積世	小岩雄登円頂丘 イワオヌプリ円頂丘 チセヌプリ泥流 チセヌプリ円頂丘	沈殿硫黄・温泉作用 沈殿マンガン土 沈殿褐鉄鉱・鉄明礬石 昇華一鉱染硫黄鉱床 沈殿硫黄鉱床 昇華一鉱染硫黄鉱床	湯沼に中空の硫黄球として浮遊(宝沼型) 層状 層状 層状	昆布 岩雄，新見 岩雄，狩太 ニトヌプリ 岩雄登，ニセコ 岩雄登
	末期 ↑ 初期	イワオヌプリ噴出物 チセヌプリ噴出物 ニトヌプリ噴出物 しゃくなぎ山噴出物 ニセコアヌプリ噴出物 ワイスホルン噴出物 基底角礫岩層	層状 脈状	千成登，岩雄登 岩雄登，昆布

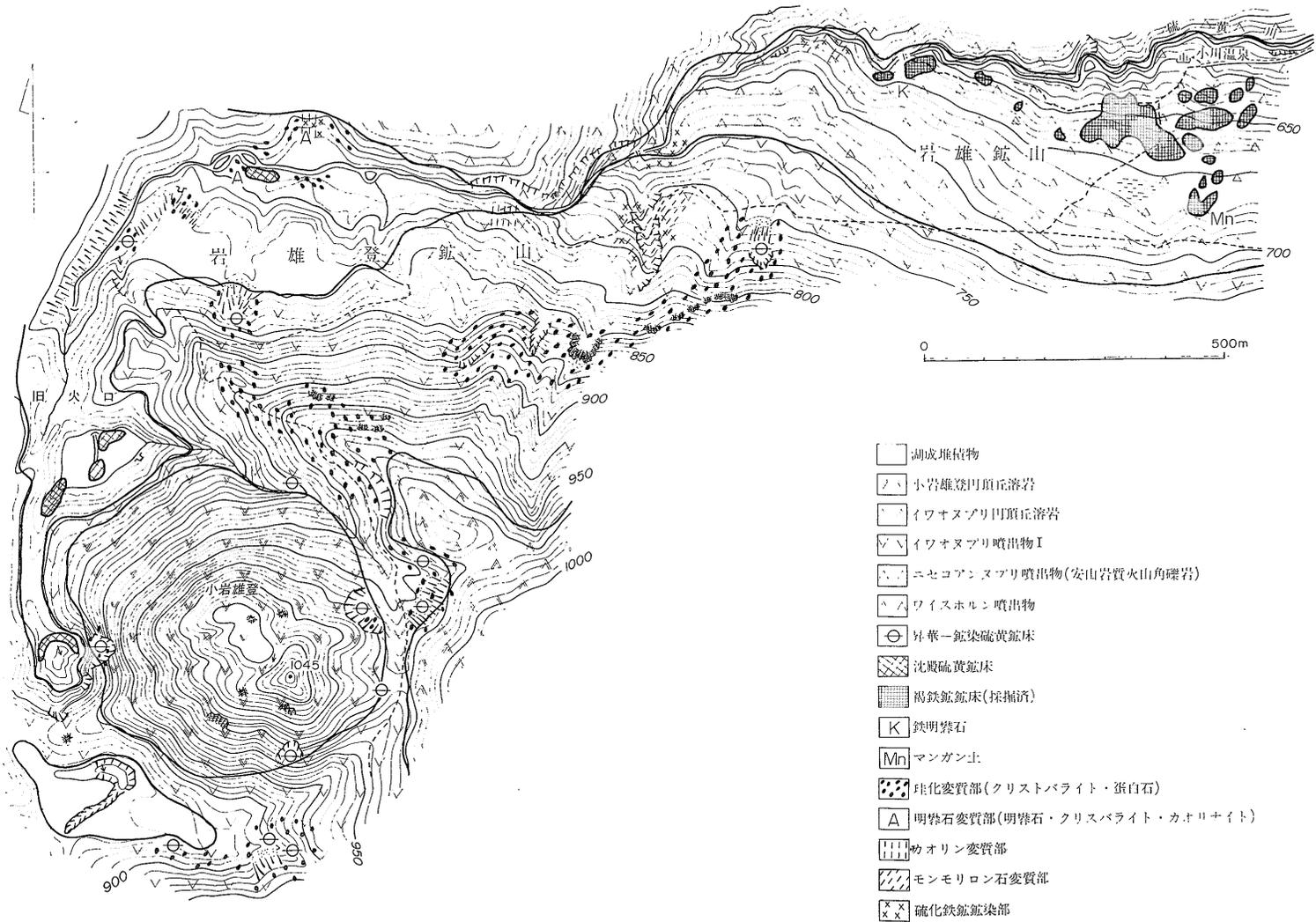
注) 同じ鉱山名が何回も出てくるが，鉱化作用の継続を示す。

方(硫黄川上流)の旧火口側壁およびその周囲に激しい硫黄作用によって昇華一鉱染硫黄鉱床が形成された。同時に旧火口底には湯沼を生じ，大規模の沈殿硫黄鉱床が形成された。この沈殿鉱床形成後も，火口の周囲には昇華一鉱染硫黄鉱床は生成されたものとみられる。それは沈殿鉱床上位の湖成堆積層に昇華一鉱染硫黄鉱や珪化岩礫からなる薄層をみることができからである。また小岩雄登円頂丘の東部には，円頂丘を母岩として数カ所に昇華一鉱染硫黄鉱床がみつめられる(第2・3図)。したがって小岩雄登円頂丘が火口底から隆起した後にも昇華一鉱染硫黄鉱床の形成はおこなわれたと思われる。

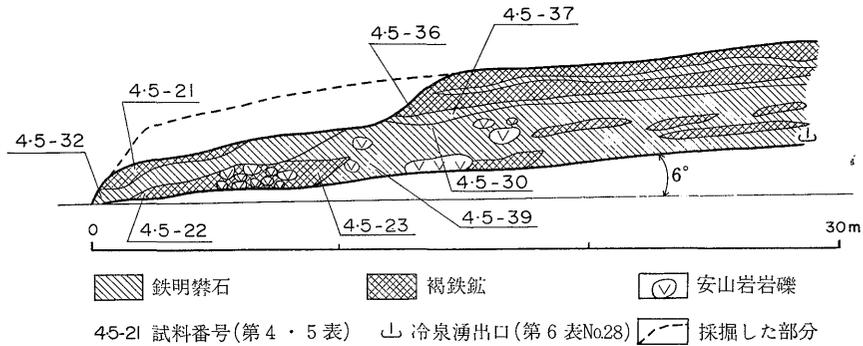
上述昇華一鉱染硫黄鉱床をもたらした鉱化作用が終息

する以前に，イワオヌプリ北方山麓の岩雄鉱山と，南山麓のニトヌプリ鉱山とに沈殿褐鉄鉱床が形成されている。本鉱床は前述の昇華一鉱染硫黄鉱床形成に伴う変質に際して，移動した母岩中の鉄分が地下水に溶解して運搬され，地下水の湧出した場所に沈殿した結果生じたものと思われる。岩雄鉱山の鉄鉱床は互層状に鉄明礬石を伴っており(第4図)，一方，マンガン土鉱床は，この沈殿作用の末期に形成されている(第5図)。

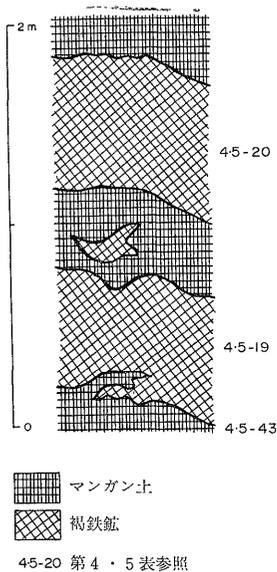
すでに述べた硫黄・褐鉄鉱床を形成した一連の鉱化作用は，温泉作用にひきつがれて現在に至る。そのことを裏付ける現象として，湯本温泉(チセハウス)の泉源である湯沼(昆布鉱山)には中空の球状~円筒状硫黄が



第3図 硫黄川上流地域地質鉱床図



第4図 鉄明礬石・褐鉄鈹の産状(岩雄鈹山西部鈹床)



第5図 マンガン土・褐鉄鈹の産状(岩雄鈹山東部鈹床)

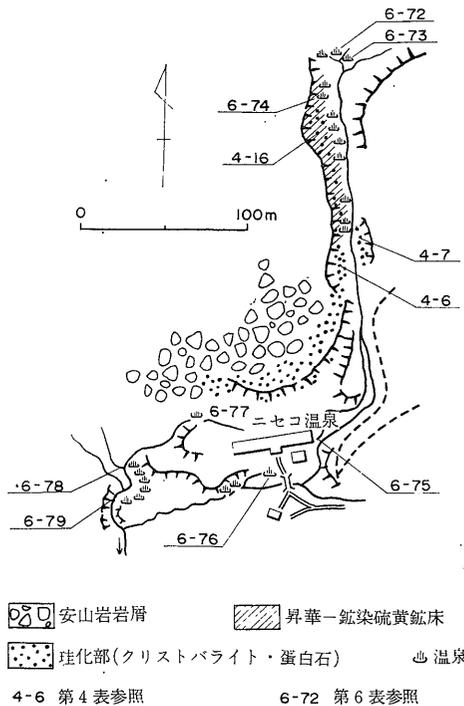
浮遊して、宝沼型鈹床を形成しているほか、ニセコ温泉の温泉作用は硫黄鈹床中に生じており、さらに岩雄鈹山の褐鉄鈹鈹床中にも小川温泉をはじめ、水温30°C前後の温泉が2, 3知られていることなどをあげることができる。

つぎに旧火口周辺の鈹床について鈹床種ごとに鈹化作用の概要をのべる。

5.1.1 硫黄鈹床

昇華一鈹染硫黄鈹床：イワオヌプリ円頂丘山頂部およびその周辺に散在する爆裂火口から西方の旧火口にかけて数多く形成されており(第2・3図), これらの鈹床の一部は採掘されたことがある。

鈹床は安山岩熔岩または同碎屑岩を原岩とする変質岩中に不規則網状あるいは細脈状をなす自然硫黄から形成



第6図 ニセコ温泉付近硫黄鈹床見取図

されており、この周囲にボサ状珪化岩(クリストバライト、蛋白石を主とし、ときに少量の石英を伴う)が発達する。この変質岩の周縁には少量のカオリナイト・ハロイサイト・モンモリロン石が形成されており、ついで斜長石の残存する変質安山岩(モンモリロン石・黄鉄鈹鈹染)をへて新鮮な安山岩に移化する(第3図)。

さきののべたとおり旧火口付近(岩雄鈹山)の昇華一鈹染硫黄鈹床は、小岩雄登円頂丘の形成前から生成がはじめていたものと考えられるが、その一部は削剝され、前述湖成堆積層に含まれている。

沈殿硫黄鉱床：主鉱床は3カ所に知られる。すなわち、チセヌプリ円頂丘を中心として、北西方に千成登鉱床、東方に岩雄登鉱床(旧火口)、そして南方に昆布鉱床がある。生成の時期は、千成登鉱床が洪積世末期、岩雄登鉱床は洪積世末～沖積世初期、昆布鉱床は現在生成されつつあり、古くから生成されていた昇華一鉱染鉱床付近に2つの湯沼を生じ、宝沼型硫黄を生成している。

このほかニセコ温泉背後の爆裂火口内に小規模の昇華一鉱染鉱床があり、この鉱床中にニセコ温泉の泉源が生じている(第6図)。

岩雄登鉱床は、旧火口底に生じた湯沼を介して沈殿した鉱床^{注6)}で、小岩雄登円頂丘の隆起によって、鉱体は南と北に区切られる。一般に鉱層の層理は乱されているが、鉱層を不整合に覆う湖成堆積層の層理はほとんど水平である。湖成堆積層は珪化岩礫および同質のシルトによって占められ、昇華一鉱染硫黄鉱の礫が薄層をなして三層確認される(第7図)。したがって沈殿鉱床形成後も旧火口周辺の昇華一鉱染鉱床はひきつづき生成され、その一部は削剥されて火口中に運搬されたものとみられる。旧火口周辺の昇華一鉱染硫黄化作用は、火口底の埋積によって火口底では噴出口を制御され、火口周辺にむ

しろ強くあらわれ、火口底では軽微となる。その結果、沈殿硫黄鉱床の下部に鷹の目硫黄の細脈を形成するに至った。

チセヌプリ南麓の昆布鉱山は、湯本温泉(蘭越町チセハウス)の北方200mに存し、ここにはその泉源をなす湯沼(下の湯沼)があり、中空球状～円筒状の宝沼型硫黄が生成浮遊している。この上流400mにも同様に活動中の湯沼(上の湯沼)がある。「上の湯沼」と「下の湯沼」の間および「上の湯沼」の背後には、珪化、黄鉄鉱化が著しく、「上の湯沼」の背後100mには昇華一鉱染硫黄鉱床が形成されており、かつて採掘された。また両湯沼の周囲には、砂、シルトからなる湖成堆積層が認められ(「上の湯沼」で5m+、「下の湯沼」で1m+、……湯沼水面よりの高さ)、湯沼の活動が一時休止したことを示している。現在生成中の宝沼型硫黄の供給源の大部分は、より古く生成された硫黄、硫化鉄鉱の再溶解に仰いでいるものと思われる。

岩雄登、昆布の両鉱床には、昇華一鉱染硫黄化作用と湯沼にみられるような温泉作用とが一部に重複しておこなわれており、このような部分に明礬石単独の変質帯あるいは明礬石・クリストバライト・カオリナイトからなる変質帯が形成されている。ニセコ火山東部地域の鉱化帯で明礬石のみられるのは、今のところこの2カ所である。

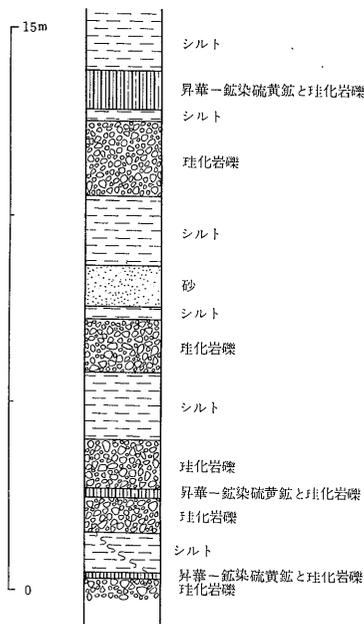
5.1.2 褐鉄鉱・鉄明礬石・マンガン土鉱床

褐鉄鉱鉱床には、岩雄(小川温泉付近)・ニトヌプリ・狩太の3鉱床があり、岩雄鉱山の鉱床には鉄明礬石、マンガン土が伴われることは既述のとおりである。また新見温泉付近にはマンガン土のみの鉱床がある。

これらは鉱層をなし、その上位は表土を欠くか、あるいは薄く腐食土に覆われているに過ぎない(岩雄・ニトヌプリ・狩太・新見)。また鉱層の基盤や、夾みに昇華一鉱染硫黄化作用に関係して生じた蛋白石・クリストバライトからなる珪化変質岩礫または同質のシルトがみとめられる(岩雄・ニトヌプリ)。このほかイワオヌプリ円頂丘熔岩の岩礫が介在する(岩雄)などの諸現象がみられる。

上記の事実から考えて、これらの鉱床は沖積世に形成されたものとみることが適当である。

硫黄鉱床をもたらした激しい硫黄活動は、その周囲に広く珪化、粘土化変質岩を形成したが、その形成過程で母岩中の鉄分は溶脱され、一部は変質岩の外側に排出され、そこに硫化鉄鉱染部をつくっている。鉄分の多くは地下水によって移動運搬され、さらに通路にあたる岩石中の鉄分を溶存しながら硫酸性冷泉として地表に湧出



第7図 旧火口北壁の地質柱状(岩雄登鉱山)

注6) 第2, 3図に示したように旧火口北方の硫黄川流域にも、小規模の沈殿硫黄鉱床と湖成堆積層がみとめられる。この付近の基盤岩は全般的に珪化、粘土化をつよくうけている。これは昇華一鉱染硫黄化作用と湯沼が複合的に生成されていたことを示しており、部分的に明礬石の変質帯がつくられている。

第4表 ニセコ火山東部地域鈳石分析表

No.	Fe (%)	SiO ₂ (%)	Total S (%)	P (%)	As (%)	SO ₃ (%)	Ig.loss (%)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	K ₂ O (%)	鈳石の種類
9			69.04				99.55				昇華一鈳染硫黄鈳
10			97.65				99.81				
11			73.70				77.79				沈殿硫黄鈳
12			14.00				22.45				
13			76.84				81.98				
14			32.23				40.12				
15			50.33				55.63				
16			42.31				49.30				
17			89.75				99.65				
18			67.33				83.86				
19	39.19	6.31	0.51	0.34	0.025						褐鉄鈳
20	41.79	10.74	1.54	0.20	0.015						
21	45.60	2.87	3.82	1.59	0.218						
22	53.06	1.14	3.77			6.39			0.75		
23	49.28	0.71	4.79			10.44			1.92		
24	50.06	9.41	0.24	0.43	0.025						
25	56.41	4.57	0.00	0.21	0.007						
26	49.62		0.47	0.59	0.000						
27	48.80	7.81	0.26	0.28	0.013						
28	55.17	9.50	0.41	0.64	0.114						
29	56.65	1.84	0.92	1.09	tr						
30	54.15	42.86	1.08	0.46	0.032						
31	52.53	4.81	0.33	0.84	0.056						
32	56.61	1.44	0.95	0.94	0.000						
34	55.64	1.80	1.12	0.57	tr						
35	36.52	1.78	11.07			24.72				5.40	鉄明礬石
36	22.22	10.44	13.26			23.97				5.04	
38	45.96	2.66	5.66	0.48	0.085	19.55				2.25	
39	32.70	6.01	11.27			24.83				5.12	
40	33.04	0.76	12.75			22.74				4.40	
41	3.73	31.36					27.84	18.27	22.82		マンガン土
42	4.89						11.45	12.35	17.41		
43	4.93	10.44					22.77	35.79	56.05		
44	7.56						18.62	38.11	43.54		

- 注) 1) ニセコ地域西部地域の雷電褐鉄鈳鈳石3コについても実験した。
 2) 鉄明礬石と褐鉄鈳とは肉眼的な区別によって区分した。
 3) 試料 No. は第5表と同じである。

し、そこに褐鉄鈳鈳床を生成した。狩太・ニトヌプリの2鈳床は褐鉄鈳のみからなるが、最も規模の大きい岩雄鈳床は鉄明礬石とマンガン土を伴っている。鉄明礬石は岩雄鈳山の西部鈳床の下盤側に多く沈殿し、その上位では褐鉄鈳と互層をなす(第4図)。また東部鈳床には褐鉄鈳鈳層の上部にマンガン土が褐鉄鈳と互層をなす部分

があり、沈殿作用の末期にマンガンと鉄の沈殿が交互におこなわれたことを示している(第5図)。

なお岩雄鈳山・ニトヌプリ鈳床の下盤には、クリストバライト・石英・少量のカオリンからなるシルトが賦存し、鈳層中にも同質の薄いシルトが夾在する。シルトの構成鈳物は昇華一鈳染硫黄鈳床に伴う珪化変質岩の鈳物

組合せと同様で、これを供給源と考えて無理がない。

つぎに上記鉍化作用によって生成された鉍石の分析結果を示す。

5.2 微量元素の挙動と鉍化作用

岩雄登火山の後火山活動の一環である鉍化作用の過程で、微量元素がどのような挙動を示したかを分光分析に

第5表 ニセコ火山東部地域母岩・鉍石の微量元素

		No.	採取位置	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Sb	Sn	V	W	Zn	Zr	
安山岩 熔岩		1	ワイスホルン噴出物	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
		2	小岩雄登円頂	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
		3	イワオスブ	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
		4	〃	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
変質岩	珪化	5	硫黄川	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
	粘土	6	ニセコ	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	
硫黄鉍石	昇華	8	小岩雄登東方	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	鉍染	9	小岩雄登東方	-	-	-	±	+	-	-	±	-	+	-	-	-	-	-	-	
黄鉍石	沈殿	10	硫黄川	-	-	-	±	+	-	-	±	-	+	-	-	-	-	-	-	
		11	〃	-	-	±	+	+	-	-	±	-	+	-	-	-	-	-	-	
		12	硫黄川	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		13	〃	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		14	〃	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		15	〃	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		16	ニセコ	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		17	チセハ	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		18	千成	+	±	±	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	±	+	+	±
		褐鉄鉍石(沈殿)		19	岩雄鉍山	+	+	-	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20		〃	+	+	-	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	21		〃	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	22		〃	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	23		〃	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	24		ニトヌブリ南麓	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25		〃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	26		〃	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	27		〃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	28		〃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	29		〃	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	30		小岩雄登南方	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	31		狩雷	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	32		大電	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	33	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	
	34	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	
鉄明礬石(沈殿)		35	岩雄鉍山	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		36	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		37	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		38	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		39	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		40	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
		40	〃	+	+	-	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	
マンガン土(沈殿)		41	岩雄鉍山	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
		42	〃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
		43	〃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
		44	新見鉍床	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
沈殿鉍石に 伴うシルト		45	岩雄鉍床	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		46	〃	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		47	ニトヌブリ南麓	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		48	〃	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		49	〃	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		50	〃	+	±	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

注) 卍多量, 卍少量, +微量, ±痕跡, -不存

よって検討した。そのねらいは、早期の昇華一鉍染、沈殿硫黄鉍床と晩期の沈殿鉍床 (硫黄・褐鉄鉍・マンガン土) とでは、それぞれの生成過程で微量元素がどのような挙動を示すかを明らかにすることにあつた。

試料は第5表に示したように50コで、内訳は、新鮮な安山岩4コ、昇華一鉍染硫黄鉍床に伴う珪化変質岩 (蛋白石・クリストパライト) 3コ、同粘土化岩1コ、鉍石として、昇華一鉍染硫黄鉍 (純粹の自然硫黄) 3コ、沈殿硫黄鉍7コ、沈殿褐鉄鉍15コ、鉍染褐鉄鉍1コ、鉄明礬石鉍6コ、マンガン土鉍石4コ、褐鉄鉍に伴うシルト6コ、計50コである。

検討した元素は、Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Sb, Sn, V, W, Zn, Zr, の16種である。

分光分析は島津 QF-60 型分光分析器を用い、発光は島津万能発光装置を使用して脈流弧光放電法 (200V 3相交流, 100V交流) でおこなつた。

試料は 250メッシュに粉碎し、これに塩化ナトリウムをよく混ぜあわせ、両者を 1:1 として 0.1g 土を使用した。鉍石試料中、昇華一鉍染鉍は 0.5~1mm 程度に粉碎したものを双眼顕微鏡で選別し、純粹の硫黄のみを試料とした。その他の鉍石試料はそのまま粉碎し試料として調整した。

電極は炭素棒を使用し、電極間隔 3mm, 露光時間 60秒でおこなつた。

スペクトル線の解析には島津投影式測微光度計 PD-20 型を用いた。

上述の分析の結果、Co, W はほとんど量的変化を示さない。以下に火山岩と鉍石との分析結果を、その形成期の古いものから順次検討してみる。

新鮮な安山岩は、ワイスホルン噴出物 1コ、イワオヌプリ噴出物 (2) 2コ、小岩雄登頂丘熔岩 1コ の計 4コ について微量元素を検討した。これらの噴出物は上記のすべての微量元素を含んでいる。量的にやや多いものは Cd, Co で、他はごく微量で As, Sn は痕跡にすぎない。本岩が珪化した部分には Zn が顕著に現われる。

硫黄鉍石は、金属元素のいちじるしい欠乏によって特徴づけられる。すなわち、昇華一鉍染硫黄鉍 (小岩雄登東方の爆裂火口) に属する純粹な自然硫黄には、微量の Co, Cd, Mn, Mo, W, Ni が検出されるのみで、他の元素はほとんど存在しない。このような元素不存の原因は、激しい硫黄作用によって、微量元素が溶脱し、多量の亜硫酸ガスの放散とともに大部分は大気中に、一部は変質母岩中へ逸散したものと考えられる。

沈殿硫黄鉍石については、岩雄登鉍山旧採掘場、昆布鉍山、千成登鉍山から得られた 7コ の試料について検討

した。前述のように、ここでも全般的には金属元素に乏しいが、Ba, Mn, Mo, Zn は濃集している。

沈殿褐鉄鉍、鉄明礬石、マンガン土鉍石の微量元素を検討すると、全般的に金属元素の濃集が認められる。全体を通じて、Ag, As, Mn, Cu, Mo, Ni, Sb, Zr, V, Sn がきわだつて濃集するほか、褐鉄鉍、鉄明礬石鉍には Ag, As, Mn が、マンガン土には Cd, V が強い濃集を示している。また同一鉍体として互層をなす褐鉄鉍と鉄明礬石との間では、褐鉄鉍の側により強く微量元素の濃集がみとめられる。

これらの微量元素の挙動の主たる要因は沈殿作用の媒体をなした浸透水の酸性度の変化に大きく支配されたものとみられる。この浸透水は、高酸性度で多量の鉄を溶存していたもので、Cu, Sn, Zn を浸透水の通路となった側壁から獲得し、側壁との反応で急速に中性化し、これらの元素を再沈殿したものと考えられる。

第四紀に生成された鉍床は、地表または地表近くにあるものが多いため、空気、流水による影響がきわめて大きいと考えられる。そこで、地表部で進行する種々の作用を考慮する必要がある。そのためには地表水の性質を検討することが重要で、野外における水の地化学探査を試みた。その結果を以下にのべる。

6. 地表水 (流水および湧水) の地化学的性質

本地域の流水と湧水とについて、金属を溶解する可能性の強い水はどのようなものであるか、またどのような地域にそれがあるかを検討するため水の地化学調査を地質調査とともにおこなつた。調査対象地域のうち、とくに硫黄川流域を重点とし、ニセコ温泉付近、湯本温泉付近および新見温泉付近についてもあわせて調査を行なつた。

現地ではできるだけ多数の試料を採取するように努め、気温、水温、pH, RpH, Fe^{2+} , Total Fe の測定および定量を行なつた。

その他の成分については、ポリエチレンびんに採取し、実験室で定量を行なつた。

これらの分析結果を第6表に示す。

第6表に示すように、水温は 1.0℃ の雪どけ水から温泉水の 80.5℃ にわたるが、通常 7~15℃ のものが多い。

pH は 1.8~7.4 と変化が大きいが、一般に 3~4 を示すものが多い。

Total Fe は通常 1 mg/l 以下であるが、硫黄川流域の流水と温泉水とくに含有量が多く、地域的特徴がみられる。

SO_4^{2-} は、全般的に含有量が多く、Total Fe の多いも

第 6 表 ニセコ火山東部地域

採取地域	No.	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	RpH	Fe ²⁺ (mg/l)	Total Fe (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)	4.3酸度
	1	—	7.2	4.6	4.7	0.00	0.00	tr	0.06	0.05
	2	16.5	7.4	2.8	—	0.36	10.75	148	0.00	1.14
	3	13.4	7.6	2.8	2.8	—	23.95	342	0.00	1.62
	4	20.4	6.3	1.9	2.0	—	30.00	1,094	0.16	9.88
	5	20.4	5.3	3.0	3.0	—	—	—	—	—
	6	14.5	8.0	3.0	3.0	—	—	—	—	—
	7	16.2	8.6	3.5	3.6	tr	0.41	10	0.10	0.06
	8	7.9	5.2	3.4	3.4	—	0.30	22	0.00	0.16
	9	7.9	7.2	2.8	2.8	—	12.40	382	0.08	2.04
	10	20.2	5.2	2.8	2.8	—	12.95	265	0.00	1.42
	11	20.2	7.2	2.2	2.2	0.71	22.60	654	0.00	4.87
	12	6.7	6.7	1.8	1.8	—	16.40	1,056	0.14	10.78
	13	7.4	7.4	2.8	2.9	—	12.40	382	0.00	2.16
	14	7.4	7.0	3.0	3.1	—	0.66	78	0.00	C.44
	15	7.2	6.3	2.6	—	—	26.30	467	0.00	3.44
硫	16	19.1	12.3	3.2	3.2	0.67	0.67	100	0.00	0.42
	17	8.0	8.2	4.6	4.6	0.00	0.00	tr	0.09	—
	18	8.1	7.2	3.9	4.0	—	0.00	187	0.08	0.02
	19	8.7	7.2	3.9	3.9	0.00	0.00	178	0.13	0.04
	20	8.4	8.3	6.9	7.0	0.00	0.00	100	0.08	—
黄	21	8.1	7.6	3.9	3.9	0.00	0.00	174	0.00	0.02
	22	8.6	8.0	2.9	2.9	—	12.60	407	0.00	2.09
	23	9.8	7.5	3.2	3.2	0.50	0.58	173	0.00	0.28
	24	9.4	7.5	4.2	4.3	0.00	0.00	43	0.00	0.00
	25	8.6	6.9	6.8	6.9	0.00	0.00	7	0.00	—
川	26	10.5	32.2	3.0	3.0	0.06	10.40	246	0.00	3.51
	27	11.2	8.2	3.2	3.2	—	23.95	363	0.00	1.75
	28	—	28.2	2.8	—	0.17	10.60	835	4.55	2.22
	29	17.8	28.0	3.0	3.0	0.00	8.90	825	0.00	2.30
	30	17.8	25.0	3.0	3.0	—	—	—	—	—
硫	31	—	14.5	3.0	3.2	0.00	tr	447	0.24	0.68
	32	16.1	14.8	3.0	3.2	0.00	0.15	403	0.41	0.46
	33	16.1	8.1	5.8	5.8	0.00	0.00	tr	0.00	—
	34	16.1	13.4	3.2	—	0.00	1.36	360	0.08	0.51
	35	14.3	7.8	4.2	4.2	0.00	0.00	252	0.30	0.0
域	36	14.2	9.0	4.9	5.0	0.06	0.06	215	0.00	—
	37	14.2	12.6	6.7	6.8	0.00	0.00	tr	0.00	—
	38	14.2	15.2	4.2	4.2	tr	0.06	403	0.00	0.0
	39	14.2	13.2	4.2	4.2	0.00	0.00	370	0.35	0.0
	40	14.7	31.5	5.4	5.4	0.92	0.95	980	1.53	—
	41	14.7	13.6	4.6	4.6	0.00	0.00	330	0.00	—
	42	14.7	11.3	3.3	—	—	14.30	337	0.00	1.34
	43	13.7	12.0	5.8	5.9	—	0.00	375	0.92	—
	44	—	17.5	5.8	5.8	0.92	0.92	503	0.00	—
	45	14.0	10.6	6.9	7.0	0.00	0.00	260	0.00	—
	46	14.4	8.0	7.4	7.4	0.00	0.00	240	0.00	—
	47	—	—	5.4	5.4	0.00	0.00	300	0.00	—
	48	—	—	6.9	7.2	—	tr	247	0.00	—
	49	—	—	6.2	6.4	—	0.21	276	0.00	—
	50	21.0	13.0	4.5	4.6	0.00	0.00	346	0.00	—
	51	21.1	21.3	4.2	4.2	0.00	0.22	400	1.24	0.00
	52	21.1	7.2	5.3	5.5	0.00	0.00	256	0.00	—
	53	20.0	10.8	4.5	4.6	0.00	0.00	327	0.00	—
	54	22.9	10.6	4.3	4.4	—	0.00	468	0.00	—
	55	22.9	9.8	4.4	4.4	—	0.00	259	0.45	—

北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鈹化作用（五十嵐・横田）

水試料分析結果表

4.3アルカリ度	8.4酸度	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	備 考
—	0.04	0	3	0.6	2.0	7	1	流水 (支流)
—	1.14	1	3	0.8	3.0	9	30	流水 (支流)
—	2.00	31	7	2.7	12.5	14	0	流水 (支流)
—	—	12	3	1.6	8.2	12	65	湧水
—	—	—	—	—	—	—	—	流水 (支流)
—	—	—	—	—	—	—	—	流水 (本流)
—	0.10	0	1	0.5	0.0	5	2	流水 (支流)
—	0.02	0	4	0.9	4.5	9	31	流水 (支流)
—	2.67	27	7	2.6	12.2	13	67	流水 (本流)
—	1.90	9	6	2.3	8.8	11	61	湧水
—	5.24	11	3	3.4	9.5	13	66	流水 (支流)
—	—	6	7	4.2	9.8	21	65	流水 (支流)
—	3.58	23	7	2.7	11.5	13	65	流水 (本流)
—	0.78	45	4	1.4	6.5	11	33	流水 (支流)
—	5.01	42	4	2.5	8.8	11	57	湧水
—	0.68	2	4	0.9	4.5	11	36	流水 (支流)
0.03	0.02	53	3	0.5	1.5	6	5	流水 (支流)
—	0.49	27	14	1.9	12.5	11	60	流水 (支流)
—	0.42	28	9	1.9	15.2	13	58	流水 (支流)
0.28	0.04	11	7	3.0	14.8	9	50	流水 (支流)
—	0.40	6	4	1.8	13.0	11	57	流水 (支流)
—	3.46	64	7	2.7	12.2	13	58	流水 (本流)
—	0.85	28	11	1.6	10.8	10	53	流水 (支流)
—	0.14	11	3	2.0	9.0	11	41	流水 (支流)
0.22	0.04	6	4	1.3	6.2	10	22	流水 (支流)
—	5.43	64	116	29.5	199.0	44	90	湧水
—	2.87	28	6	3.1	15.6	19	58	流水 (本流)
—	4.00	61	108	26.0	176.0	324	86	湧水
—	3.84	61	107	26.0	176.0	317	78	湧水
—	—	—	—	—	—	—	—	流水 (支流)
—	1.46	70	38	8.9	71.5	90	70	流水 (支流)
—	1.17	72	148	7.1	62.5	69	65	流水 (支流)
0.12	0.01	1	3	1.0	5.5	10	8	流水 (支流)
—	1.23	65	24	5.0	36.8	60	63	流水 (支流)
—	0.44	72	11	3.1	19.8	17	53	流水 (支流)
0.05	0.11	69	10	3.0	16.0	15	48	流水 (支流)
0.17	0.02	4	2	0.8	6.8	10	12	流水 (支流)
—	0.18	99	38	2.8	24.5	18	62	流水 (支流)
—	0.23	87	37	3.8	21.2	17	62	流水 (支流)
1.79	0.04	280	109	29.5	122.5	23	86	湧水
0.04	0.13	81	30	4.6	21.5	19	63	流水 (支流)
—	2.35	39	11	3.2	22.0	28	53	流水 (本流)
0.05	0.14	91	35	4.0	21.2	17	60	流水 (支流)
0.07	0.04	111	58	8.2	38.8	31	67	湧水
0.18	0.02	63	28	3.0	18.8	13	50	流水 (支流)
0.42	0.02	62	30	4.0	17.5	13	50	流水 (支流)
0.07	0.03	93	25	4.1	18.8	13	66	流水 (支流)
0.40	0.04	96	13	3.9	7.0	12	58	流水 (支流)
0.22	0.04	140	—	3.6	17.5	12	61	流水 (支流)
0.06	0.08	115	35	4.1	21.2	18	69	流水 (支流)
—	—	137	50	5.1	25.5	21	75	流水 (支流)
0.44	0.08	79	23	3.6	7.0	13	58	湧水
0.03	0.10	96	28	3.7	8.0	15	61	湧水
0.01	0.06	134	39	5.2	23.5	19	70	流水 (支流)
0.01	0.03	92	37	3.8	18.5	16	58	流水 (支流)

地質調査所月報 (第21巻 第6号)

採取地域	No.	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	RpH	Fe ²⁺ (mg/l)	Total Fe (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)	4.3酸度
硫黄川流域	56	19.0	9.5	4.5	4.6	0.00	0.00	257	0.00	—
	57	20.0	12.8	4.4	4.4	—	0.43	372	0.00	—
	58	19.1	15.4	5.8	5.8	0.11	0.11	360	0.00	—
	59	19.1	14.5	4.9	5.0	0.00	tr	377	0.00	—
	60	21.8	10.4	4.4	4.5	0.00	0.00	227	0.00	—
	61	17.6	8.0	4.2	4.3	0.00	0.00	221	0.10	0.00
	62	17.5	10.8	4.1	4.1	0.00	0.00	257	0.00	0.00
	63	20.6	14.3	3.4	3.4	0.00	0.38	358	0.71	0.19
	64	20.1	14.0	2.8	2.8	0.00	1.24	403	1.16	0.82
	65	19.5	8.3	3.0	3.1	0.06	2.01	292	0.00	0.63
	66	18.7	10.2	3.2	3.4	0.09	0.63	178	0.00	0.09
	67	—	4.4	4.3	4.3	0.00	0.00	5	0.00	—
	68	23.4	12.8	4.1	4.2	0.00	0.00	4	0.00	0.00
	69	21.9	1.4	3.7	3.8	0.00	0.00	6	0.10	0.03
70	18.8	16.2	3.0	3.1	0.27	8.50	887	0.47	1.31	
71	17.5	1.0	4.7	4.7	0.00	0.40	tr	0.13	—	
ニセコ温泉付近	72	—	62.6	3.1	—	—	24.00	1,500	1.93	2.16
	73	—	53.0	2.6	—	0.15	26.60	928	1.08	7.30
	74	—	80.5	5.8	6.0	0.00	tr	1,834	10.50	—
	75	—	48.5	5.7	—	—	0.12	1,650	10.60	—
	76	—	47.0	3.0	3.0	—	5.30	1,610	1.19	1.60
	77	14.8	55.0	3.2	—	0.92	1.93	995	1.15	0.92
	78	14.5	5.8	3.7	3.9	0.00	tr	95	0.00	0.04
	79	14.5	5.5	3.8	3.9	0.00	0.00	77	0.00	0.05
	湯本温泉付近	80	23.0	59.0	4.0	4.0	—	0.40	45	0.00
81		23.0	74.0	4.9	5.6	0.00	0.00	73	0.00	—
82		22.0	13.5	7.1	7.3	0.00	0.00	5	0.00	—
83		18.6	21.6	3.9	—	0.00	2.86	83	0.00	0.14
84		—	12.7	6.9	7.1	0.00	0.00	25	0.00	—
85		—	60.5	4.5	—	tr	0.42	67	0.00	—
86		—	48.0	6.0	—	tr	tr	148	0.00	—
新見温泉付近	87	19.3	9.8	6.7	6.8	—	tr	tr	0.00	—
	88	17.9	23.4	6.3	6.6	—	0.18	8	0.00	—
	89	19.0	9.6	6.7	6.8	—	0.13	5	0.00	—
	90	18.1	63.6	7.4	7.6	—	0.00	700	0.00	—
	91	18.1	16.0	5.7	5.7	—	0.00	4	0.00	—
	92	18.1	65.0	7.4	7.6	—	0.00	864	0.00	—
	93	18.0	10.5	6.4	6.4	—	0.00	15	0.00	—
北東ニセコ地域	94	—	—	2.7	—	—	10.70	452	0.00	2.88
	95	—	—	3.2	—	—	8.05	145	0.00	0.74
	96	—	—	4.7	—	—	0.00	8	0.00	—
	97	—	—	6.0	—	—	0.00	6	0.00	—

注) 一は no data

のは SO₄²⁻ も多い傾向にある。

Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, および Cl⁻は流水と湧水とで著しい違いがみられる。すなわち前者はこれらに乏しく、後者はこれらに富んでいる。

以下主として、pH, Total Fe, SO₄²⁻について、硫黄川

流域、ニセコ温泉付近、新見温泉付近について、測定値に示された特徴を述べる。

硫黄川流域 (第8・9図)

硫黄川およびその流域の沢水、湧水等の pH, Total Fe, SO₄²⁻ はそれぞれに水質の違いが認められる。すなわち、

北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉱化作用 (五十嵐・横田)

4.3アルカリ度	8.4酸度	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	備考
0.03	0.10	94	13	3.1	16.0	13	60	流水 (支流)
0.12	0.08	132	18	3.8	20.7	15	65	流水 (支流)
0.11	0.05	136	32	5.0	25.0	18	74	流水 (支流)
0.11	0.06	141	20	4.2	24.8	17	75	流水 (支流)
0.11	0.08	115	0	5.0	16.0	13	57	流水 (支流)
—	0.19	97	0	3.0	15.5	14	58	流水 (支流)
—	0.40	81	15	3.2	21.0	18	66	流水 (支流)
—	0.70	90	27	5.5	43.5	55	78	流水 (支流)
—	1.32	57	34	9.0	70.0	93	76	流水 (支流)
—	1.31	52	15	2.2	15.5	12	68	流水 (支流)
—	0.63	39	10	1.5	11.0	8	68	流水 (支流)
0.00	0.05	0	2	—	—	5	1	流水 (支流)
—	0.04	0	0	0.8	0.0	4	2	流水 (支流)
—	0.06	0	0	0.5	0.0	5	1	流水 (支流)
—	4.51	166	5	3.6	21.2	14	71	流水 (支流)
0.05	0.02	0	1	0.5	0.0	6	tr	流水 (支流)
—	3.15	166	290	132.0	385.0	542	80	温泉水
—	10.84	62	50	22.0	75.0	96	67	温泉水
0.50	0.20	235	421	194.0	650.0	864	99	温泉水
0.72	0.43	254	396	194.0	630.0	864	97	温泉水
—	2.54	174	278	120.0	378.0	556	99	温泉水
—	1.42	204	243	110.0	345.0	543	101	温泉水
—	0.72	11	3	1.6	7.2	7	40	流水
—	0.59	11	6	1.5	7.2	7	44	流水
—	0.24	10	9	2.1	8.8	7	44	温泉水
6.25	0.24	29	16	14.0	150.0	5	100	温泉水
0.83	0.03	14	8	1.0	9.8	8	27	流水
—	0.28	18	3	2.2	9.0	8	46	流水
0.31	0.08	13	4	1.6	7.0	8	29	流水
0.00	0.72	11	5	2.0	8.8	8	41	温泉水
3.70	0.59	133	—	19.0	65.0	3	90	温泉水
0.37	0.02	7	2	0.9	6.0	8	13	流水
0.14	0.00	4	3	0.8	5.0	7	6	たまり水
0.22	0.04	4	2	1.0	6.2	9	13	流水
0.58	0.04	308	3	6.4	100.0	15	58	温泉水
0.08	0.03	3	3	1.0	5.5	8	7	流水
0.51	0.04	312	0	6.3	102.5	14	60	温泉水
0.07	0.02	6	2	1.0	5.5	7	14	流水
—	3.41	27	9	2.7	8.0	11	57	流水
—	1.03	10	5	1.9	6.8	9	38	流水
0.06	0.04	3	5	0.7	0.0	2	2	流水
0.25	0.03	7	7	1.3	5.0	5	32	流水

硫黄川本流の流水は、pH 2.8~3.3, Total Fe は 12.40~23.95 mg/l, SO₄²⁻ は 337~407 mg/lである。一方その支流の沢水では pH は 1.8~7.4, Total Fe は 0.00~22.60 mg/l, SO₄²⁻ は 0~1,050 mg/l とそれぞれの含有量に著しいバラツキがある。また硫黄川流域付近の湧水では、pH

2.6~5.4, Total Fe は 0.00~30.00 mg/l, SO₄²⁻ は 148~1,094 mg/l で沢水と同様にそれぞれのバラツキが大きい。またその他の成分はとくに Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺および Cl⁻ が多く湧水としての特徴がみられる。

これらの沢水、湧水はともに硫黄川の北岸側(ワイスホ

ルン側)からのものがpHが比較的高く、Total Fe・SO₄²⁻の含有量は低い(No. 20, 25, 33, 37)。南岸側(イワオヌプリ側)のものは北岸側よりpHは低く、Total Fe・SO₄²⁻が高い傾向を示している(No. 19, 21, 23, 26, 28, 29, 31, 32, 34)。

ニセコ温泉付近(第6図)

ニセコ温泉の北方約250m上流には爆裂火口内から多数の温泉が湧出しており、この一帯をニセコ鉱泉地とよんでいる。これらの温泉はいずれも、イワオヌプリ火山に熱源を仰いでいるものと考えられている(鈴木ほか1965)。

これら温泉のpHは2.6~5.8の範囲にあり、湧出量の多い温泉はpHが比較的高く、湧出量の少ない温泉はpHが低い傾向を示す。

鈴木ほか(1965)の報告によれば湧出している温泉は、爆裂火口下部の硫黄鉱床を通過する際に、硫黄をと

かしたものと考えられている。またこれらの温泉はCa²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺ および Cl⁻ の多いのが特徴である。

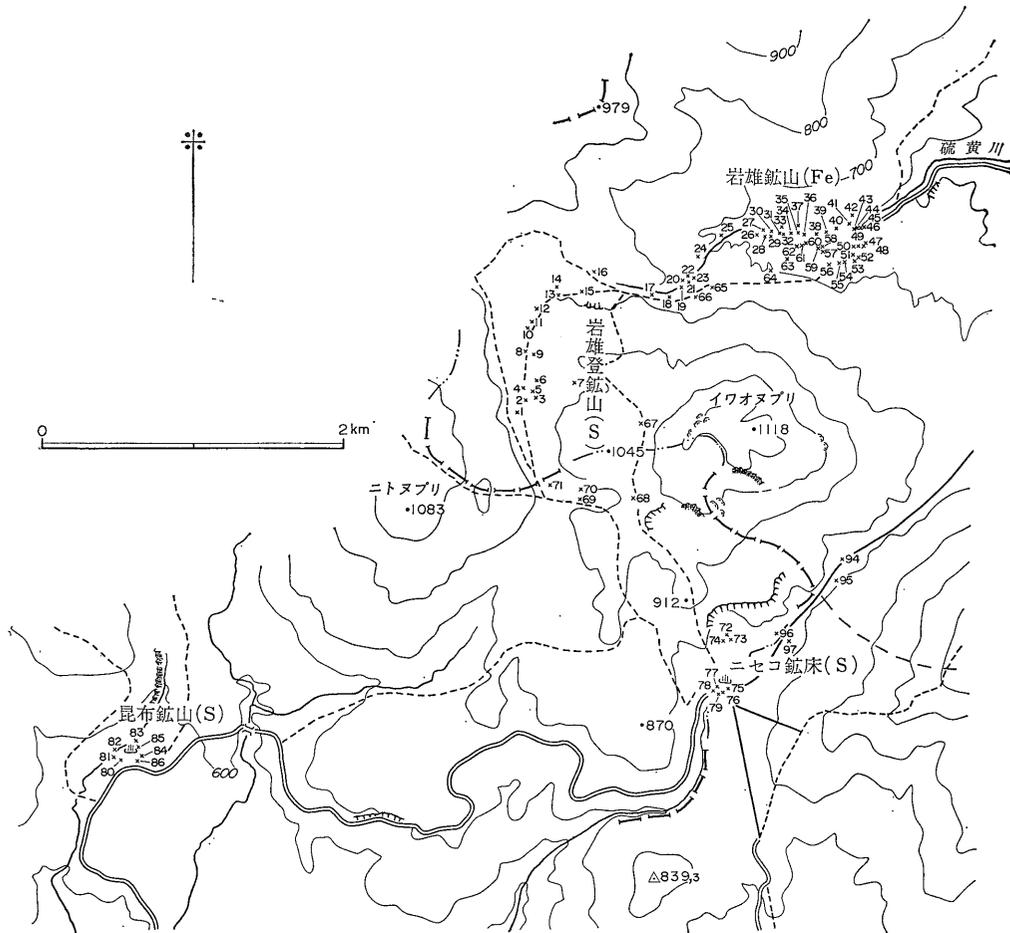
新見温泉付近(第10図)

新見温泉付近には2カ所にマンガン土鉱床が知られている。1つは新見温泉の敷地内にあり、他はこの敷地の北西方にあって、採掘あととなっている。

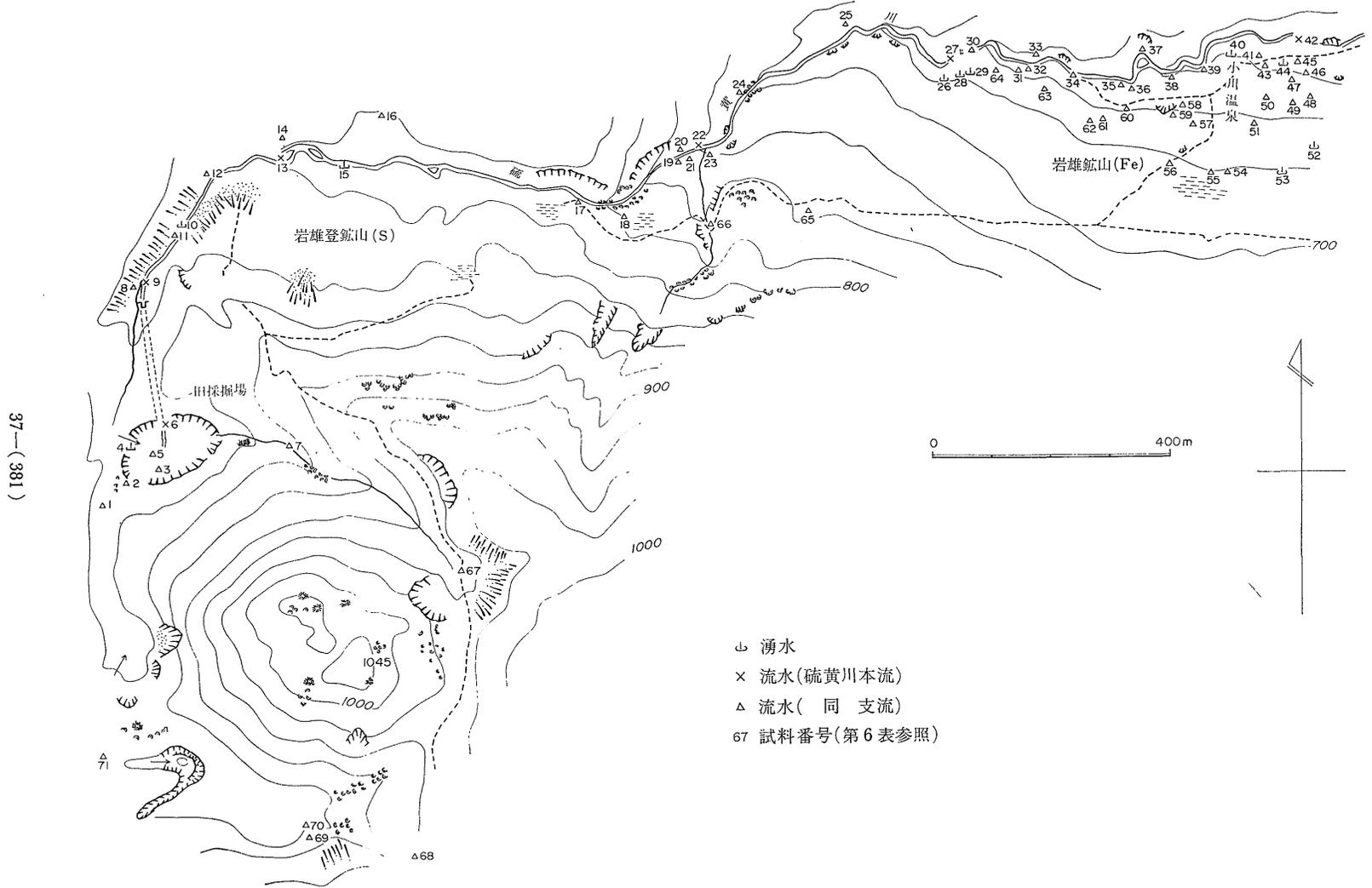
この温泉付近の流水および湧水は、pH 5.7~7.4の範囲にあり、Mn²⁺ はいずれも検出されなかった。とくにNo. 90, 92の試料は水温60°C以上でpH 7.4、SO₄²⁻ 700 mg/l以上を示し、Ca²⁺、Na⁺ の多いのが特徴である。

一般に温泉は流水より溶存成分が多く、多くの研究者によって溶存成分の比率にもとずいて、いくつかの温泉の分類が試みられている。

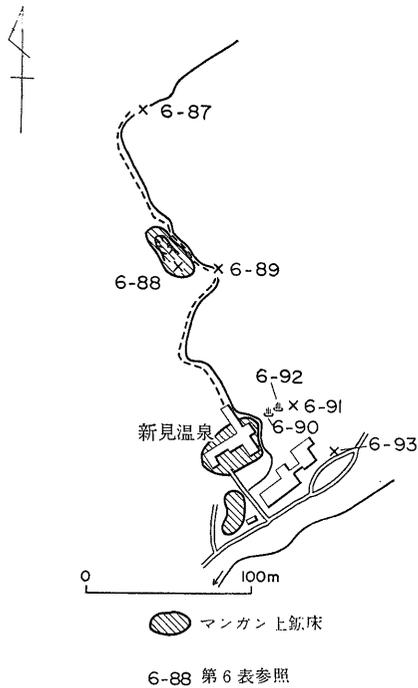
太秦ほか(1965)によれば、ニセコ地域の温泉は、Cl⁻ HCO₃⁻ SO₄²⁻ 3成分の当量百分率によって、次の3つの型に分類される。



第8図 ニセコ火山東部地域水試料採取位置図



第9図 硫黄川上流地域水試料採取位置図



第10図 新見温泉付近水試料採取位置図

すなわち

- (a) SO_4^{2-} -型(I) : SO_4^{2-} 95%以上を占めるもの。
- (b) SO_4^{2-} -型(II) : SO_4^{2-} 70~75%, Cl^- 20%を占めるもの。
- (c) Cl^- -型 : Cl^- 60~80%, HCO_3^- 10~35%を占めるもの。

であり、上述の3つの型注7)は、 SO_4^{2-} -型(II)を中心として、 SO_4^{2-} -型(I)がその西に位置し、 Cl^- -型の温泉がその南麓に湧出するという興味ある分布を示している。

本地域の温泉は Cl^- - HCO_3^- - SO_4^{2-} の3成分を検討することによって特徴が認められる。すなわち SO_4^{2-} は湧水に多く含有される。また HCO_3^- は4.3アルカリ度の測定値から推定した。その結果では HCO_3^- は局所的に偏在している。また Cl^- はこの地域内のほとんどの水に含まれるが、温泉の Cl^- 含有量は流水のそれより多い等の特徴が示された。

一般に酸素を多く含む水は、硫黄・硫化鉄鉱床の中を流れると、硫化鉄を溶解して、硫酸第一鉄と硫酸が生成される。これらがさらに他の地表水・岩石と接触する

注7) 今回の調査範囲で、この分類を適用すると、 SO_4^{2-} -型(II)はニセコ温泉 (No. 72~77) がこれにあたり、 SO_4^{2-} -型(I)は新見温泉 (No. 90, 92) で、 Cl^- -型温泉は調査範囲外の南方に位置する昆布温泉にあたる。

ことによって、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等を溶解すると共にpHは酸性度が低下する。この水の酸性度がより低下すると鉄は酸化されてついには水酸化第2鉄となるであろう。

そこで第6表の分析結果を用いて、pHとTotal Feとの関係図を作った(第11図)。

第11図よりTotal FeはpHがほぼ3.5以上になるとほとんど溶存することなく、pH 3.5以下で溶存量が急激に多くなることがわかった。

次にpH 3.5以下でTotal Feを多く含む水のpHと SO_4^{2-} との関係図を作った(第12図)。

第12図より、pHが小さい程 SO_4^{2-} が多くなる傾向が認められる。すなわち SO_4^{2-} を多く含む水は、pH 3.5以下でより多くの鉄を溶解する能力をもつものと思われる。

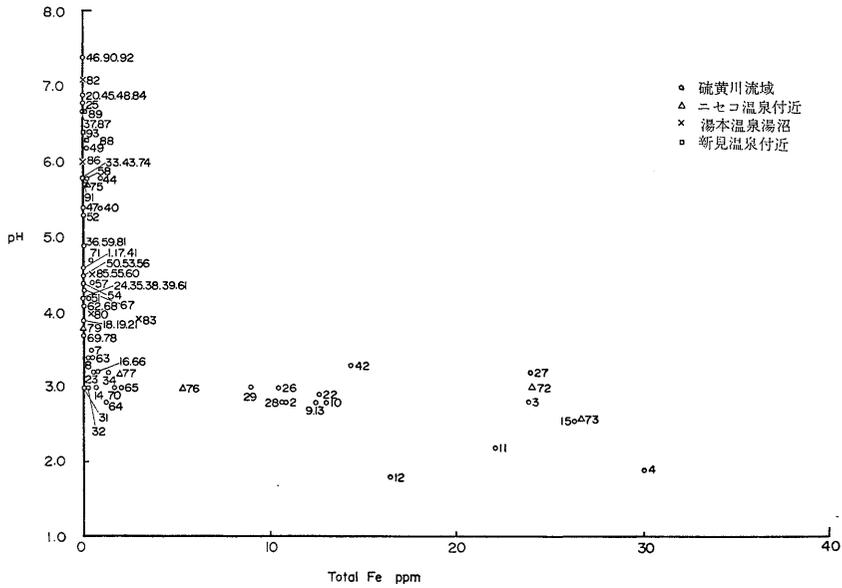
ニセコ地域にみとめられるこの種の褐鉄鉱床の鉱化作用は、上述のような条件を必要としたものと考えられる。硫黄川硫黄川流域においては、前述の金属を溶解する能力をもつ水は、岩雄登鉱山と岩雄鉱山付近に偏在し、岩雄登鉱山では旧採掘場周辺と、硫黄川および硫黄川南岸側の支流にみられ、岩雄鉱山付近では西部鉱床のNo. 26, 28, 29に分布している(第9図)。

いずれにしても鉱床周辺部の沢水・湧水に金属を多く溶解する傾向が認められ、その他の地区では、小岩雄登南麓のNo. 70と、ニセコ温泉北東方のNo. 94, 95にその傾向を見ることができる。

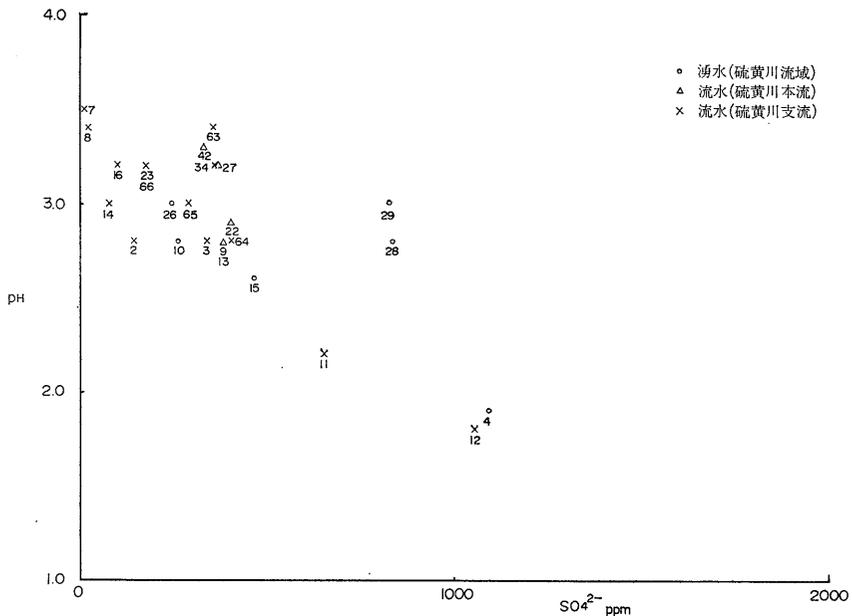
岩漿水は一般に溶存成分にとみ、温度が高いものと考えられるが、地表部で地下水と混合し、希薄化されることは容易に推定される。本地域で求めた分析結果にもとづいて、 SO_4^{2-} 800 mg/l、 Cl^- 100 ± mg/l またはそれ以上を含む水を、筆者らは岩漿水の要素をとどめているものと考察した。この種の水は、硫黄川流域では岩雄鉱山付近のNo. 28, 29で西部鉱床から湧出しているものが、またニセコ温泉付近ではNo. 72, 73, 74, 76, 77がそれに相当する。これらの温泉では、湧出量の多いものはpHが比較的高く、 Cl^- 量も多い傾向を示し、湧出量の少ないものはpHが低く、 Cl^- も少ない傾向を示している。これらはいずれも温泉の分類でみると SO_4^{2-} -型(II)タイプに属する。

一方、新見温泉付近では、新見温泉の北西方約100mと、温泉の敷地内にマンガン土鉱床が知られている。No. 90, 92の温泉はいずれも敷地内から湧出しており、pH 7.4で、 Cl^- に乏しく、 SO_4^{2-} と Ca^{2+} 、 Na^+ に富む。これは地表水が地下に浸透し、熱せられて上昇したものと思われる、 SO_4^{2-} -型(I)タイプに属する。

北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉱化作用（五十嵐・横田）



第11図 pH と Total Fe の関係図



第12図 pH と SO₄²⁻ の関係図 (硫黄川上流地域)

7. 新第三紀鉱化作用との関係について

新第三紀中新世鉱化作用は、本地域の北方、積丹半島にそって、いわゆる積丹方向 (NNW) ぞいに多数の浅熱水性鉱床をもたらし、1つの鉱床密集地域を形成している (積丹・洞爺鉱床区)。この地域は中新世末期の上昇地

塊で、同期の海成層を欠き、変朽安山岩や第三紀花崗岩の活動がおこなわれている。とくに第三紀完晶質岩は NNW 方向に配列し、この地域の中央背斜構造を規制している。

重要鉱床は上記完晶質岩を軸とし NNW 方向に累帯配列を示す。すなわち中央帯には稲倉石・大江・豊羽鉱山

によって代表されるところの鉛亜鉛マンガン鉱床群を、その両翼には手稲、千歳両鉱山で代表されるところの金銀を主とする鉱脈をもたらしめている。

中央帯での母岩変質は、脈際で石英絹雲母緑泥石または緑泥石曹長石からなる変質帯が顕著である。一方、両翼の金銀鉱化帯では石英氷長石からなる変質帯がいちじるしい。

上記のようなデータにもとづいて、鉱化帯の両翼は中央帯にくらべて、より低温型であり、一種の累帯配列を示しているものと考えられる。

G. M. VLOSOV と M. M. VASILEVSKII (1963)が中央カムチャツカ鉱床帯の研究でのべているように、内生的鉱床生成深度が徐々に浅くなることによって、はじめに賤金属を沈殿した鉱液はつぎに金銀を沈殿し、さらに浅くなれば、条件が開放的になり、そこではじめて硫黄鉱床を形成するであろうとしている。

すなわち賤金属鉱化作用から硫黄の鉱化作用までを一連の鉱液の産物とみなしていることがうかがわれる。筆者の一人、五十嵐は上述積丹・洞爺鉱床区の南部にみとめられる種々の鉱床は、その配列状態から、いずれも血縁関係を有するものであろうと考えてきた(五十嵐, 1967) すなわち洞爺湖付近には虻田・徳舜營・幌別鉱山など硫黄・硫化鉄鉱・褐鉄鉱からなる鉱床が密集している。これらがいずれも新第三紀の金銀鉛亜鉛鉱床の濃集度の高い地域を母胎としていることを重視して、硫黄・硫化鉄鉱・褐鉄鉱鉱床の生成期がたとえ第四紀に及ぶものであっても、これらはいずれも新第三紀からひきつがれた一連の鉱化作用によるものと考えてきた。

しかしながら本論でのべたニセコ火山地域の硫黄褐鉄鉱床は、新第三紀鉱化作用から独立したものと考へたい。その理由として、1)ニセコ火山地域は、北～東側の新第三紀鉱化帯から独立した位置を占めていること、2)ニセコ地域の鉱床が硫黄・褐鉄鉱・マンガン土からなるのに対して、洞爺地域では硫化鉄鉱がむしろ重要鉱種となっていること、3)ニセコ地域の鉱化作用は第四紀火山作用と密接な関係を有しているが、洞爺地域のものはむしろ新第三紀火山岩を母胎としていることなどをあげることができる。

8. あとがき

ニセコ火山群は、洪積世初期から活動をはじめ、沖積世に至って完成した火山からなる。本地域の硫黄・褐鉄鉱・マンガン土鉱床をもたらしめた鉱化作用は、この火山活動と密接に関係していることは明らかである。すなわち火山活動の末期に硫黄ならびに褐鉄鉱床を形成し、

さらに終末にはマンガン土鉱床をもたらしめている。

昇華一鉱染硫黄鉱床は、イワオヌプリ円頂丘の主として側壁に発達する多くの爆裂火口に形成されており、その周囲に蛋白石・クリストパライトからなる珪化帯とその外側にカオリナイト・ハロイサイト・モンモリロン石からなる粘土化帯を形成している。

沈殿硫黄鉱床は、昇華一鉱染硫黄鉱床とほぼ同時期に生成された。これに属するものは旧火口底に沈殿した大規模の岩雄登鉱床、チセヌプリ北方の千成登鉱床および南方の湯沼に現在生成中の宝沼型鉱床がある。

褐鉄鉱床は、ことなる火山噴出物の境界付近に形成されている。岩雄鉱山の西部鉱床には鉄明礬石を、東部鉱床には鉱化作用末期のマンガン土鉱床をそれぞれ伴っている。

上述諸鉱床には微量元素の興味ある挙動がみとめられる。

硫黄鉱石は、昇華一鉱染、沈殿の別を問わず金属元素に乏しく、とくに Co, Cu, Sb, Sn などの諸元素が完全に溶脱している。これらの元素の大部分は大気中に放散、一部は珪化変質岩石中に拡散したものと考えられる。

また昇華一鉱染硫黄鉱と沈殿硫黄鉱とを比較してみると、後者の金属元素が若干高い値を示している。

一方、褐鉄鉱・マンガン土およびこれらに伴うシルトにおける微量金属元素は、上述硫黄鉱石にくらべてはるかに多量である。とくに Ag, As, Cu, Mn, Mo, Ni, Zn, Sn の濃集がいちじるしい。その理由は鉄の鉱化作用の媒体をなした酸度の強い浸透水が、その通路である側壁から金属元素を獲得したことによるものと解釈した。

さらに本論では、この種鉱床が新第三紀中新世の鉱化作用とどのように関連するかについての考察をおこない、第四紀に生成された鉄と硫黄の鉱床には2つの鉱化系列に属するもののあることを指摘した。その1つはいわゆる新第三紀鉱化作用の終末の産物であり、他はそれから独立したところの第四紀火山活動に関する鉱化作用によるものと思われる。本論でのべたニセコ火山地域の鉱床は、後者に属し、虻田鉱山によって代表されるところの硫黄硫化鉄鉱褐鉄鉱床は前者に属するであろうと示唆した。(昭和38年6月、44年8月調査)

参考文献

- 広川 治・村山正郎 (1955) : 5万分の1地質図幅「岩内」, および同説明書, p. 26, 地質調査所
藤木忠美・他3名(1961) : ニセコ温泉群の調査, 北

北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉍化作用（五十嵐・横田）

- 海道温泉調査報告, no. 18, p. 177~180
- 五十嵐昭明・狛武 (1963) : 天塩国増毛群岩尾鉍山の硫黄・褐鉄鉍鉍床, 北海道地下資源調査資料, no. 83, p. 1~29
- 五十嵐昭明 (1967) : 新第三紀後期~第四紀の鉍床区, 鉍化作用, 北海道金属非金属鉍床総覧, p. 30~34, 42~43, 地質調査所
- 大場与志男 (1960) : ニセコ火山群の地質と岩石, 地質学雑誌, vol. 66, no. 783, p. 788~799
- 大日方順三 (1912) : 後志国及胆振国の硫黄鉍床及び鉄鉍調査報告, 鉍物調査報告, no. 8, p. 1~29
- 斎藤昌之 (1954) : ニセコ地帯の褐鉄鉍・滴俺土および硫黄鉍床の概貌, 北海道地下資源調査資料, no. 16, p. 1~20
- 斎藤昌之 (1954) : 雷電褐鉄鉍床調査報告, 北海道地下資源調査報告, no. 11, p. 5~10
- 鈴木醇・他4名 (1961) : ニセコ地方温泉地質班調査報告, no. 8, p. 191~209
- 田中館秀三 (1918) : 岩雄登円頂丘と硫黄鉍床, 地質学雑誌, vol. 25, p. 231~240
- 太秦康光・他2名 (1959) : 温泉の化学的研究, 第45報, 北海道西南部の諸温泉 (その4), ニセコ地方, vol. 80, no. 9, p. 992~995
- VLOSOV, G. M. and VASILEVSKII, M. M. (1963): Zonal distribution of ores and altered rocks of Central Kamuchatka. Problems of post magmatic ore Deposition. Prague. p. 83~86.
- 渡辺万次郎 (1932) : 岩雄登火山管見, 火山, vol. 1, no. 1, p. 16~19
- 渡辺卓・他2名 (1964) : 雷電地区, 鉄鋼原料, no. 2, p. 17~19