

山形県磯部小山鉱山の金銅鉱床*

磯部 清**・保科恒二**・芭木浅彦***

The Gold and Copper Ore Deposits of the Isobe Koyama Mine,
Yamagata Prefecture

by

Kiyoshi ISOBE, Kôji HOSHINA and Asahiko SUGAKI

Abstract

The Isobe Koyama mine is situated at about 30 kilometers northwest of Yamagata City and is producing copper and gold ores. The district is composed mainly of Miocene pyroclastic rocks and their lava flows of intermediate to acid type with some mudstone. The ore deposits of this mine consist of twelve bodies which occur in mudstone, muddy tuff, and green tuff. They are of an epithermal type and occurring veins, stockwork or as disseminating bodies. Native gold, chalcopryrite, sphalerite, pyrite, and galena, are the principal ore minerals, associated with such gangue minerals as quartz, kaolin, chlorite, barite and carbonate minerals.

Native gold occurs in intimate association with quartz, kaolin, sphalerite and chalcopryrite. The ore comprising chalcopryrite, sphalerite chlorite and quartz is often so rich in gold that its gold tenor is more than one kilogram per ton. However, the grade of silver in the ore is always less than that of gold. The gold-silver ratio is a characteristic of the ore from the mine in comparison with that of the ores from the so-called epithermal gold-silver deposits in which the tenor of silver is usually ten or several ten times of that of gold.

The vertical zoning of ore deposit is obvious, often divided into the following five zones from upper to lower: 1) quartz-kaolin zone, 2) quartz-kaolin-sphalerite zone, 3) sphalerite zone, 4) sphalerite-chalcopryrite zone and 5) chalcopryrite zone. The native gold occurs in the zones 1), 2), 3) and 4), especially richest in zone 4). In zone 5), the tenor of gold rapidly decreases to less than 2 grams, per ton. This zoning is also found in lateral direction. The central zone is the chalcopryrite zone, which may indicate a center of mineralization in this mine. Also, the fissures filled with ores seem to be mostly tension fractures, judging from their pattern.

1. ま え が き

磯部小山鉱山は山形市の西北直距約 30 km, 山形県西村山郡西川町間沢川部落に位し, 新第三紀中新世に生成された東北日本の浅熱水性鉱床中には銅, 亜鉛, 鉛などの雑鉱型鉱石に高品位の金を自然金としてもなう場合がある(阿部宏, 1957; 堀純郎, 1940; 向山広, 1950). この種の鉱床は普通みられる金銀鉱床とは鉱床の形式, 鉱石の性質, および組成, 金銀の比率などそのおもむき

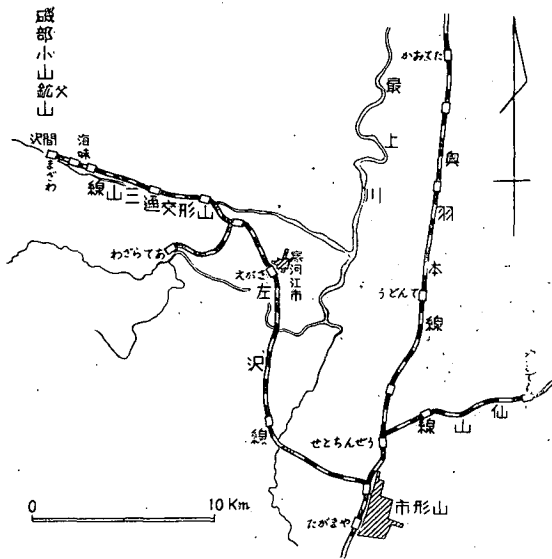
をまったく異にしている。その鉱石は一見普通の銅, 亜鉛鉱で, 石英をとまう場合でも含金鉱石の感じを与えない。とくに黄銅鉱, 緑泥石質鉱石にいたつては含金の予想はつけがたいが, このような鉱石がときに数 100 g/t~数 kg/t の高品位の含金を示すことがある。ここに報告する磯部小山鉱山の鉱床もこの一例で, 過去 10 数年間の開発によつて鉱床の状態がほぼ明らかになり, この結果, 鉱体中の帯状分布, これと含金率との関係, 金・銅富鉱部の位置など鉱床開発に重要な資料をある程度うることができたのでここに報告する。

当鉱山の歴史(西和田久学, 1907)は古く, 約 450 年前に開発せられたという。鉱床の規模は大きくないが,

* 1966 年 8 月 6 日受理

** 合同資源産業株式会社

*** 山口大学工学部資源工学科



第1図 小山鉱山位置図

明治、大正、昭和を通して安定した高品位の鉱石を産する金山として知られ、戦後現在の合同資源産業 KK の所有となり、開発が下部にのびるにつれて銅品位を増加し、現在は金銅山として稼行されている。最近数年のその産額を第1表に示す。

2. 付近の地質

当鉱山付近の地質（大津秀夫，1956；渡辺万次郎・萱木浅彦，1950）は第三系中新統西黒沢ないし女川階に属し、下部より流紋岩（A）、流紋岩質角礫岩ないし凝灰岩層（B）、泥岩ないし泥質角礫凝灰岩層（C）、緑色凝灰岩ないし角礫凝灰岩層（D）、石礫質凝灰岩層（E）、および白色凝灰岩、含浮石砂質凝灰岩互層（F）の地層よりなる。このうちCおよびD、一部Bが当鉱床の母岩になっている。以下そのおのおのについて簡単に説明する（第2図）。

（1）流紋岩 当鉱山の北方オブクロ沢、小倉・下屋敷部落一帯に熔岩状として広く分布する。本岩は灰褐色ないし淡灰紅色を呈するちみつ堅硬な無斑晶の石質岩で、柱状節理が発達して細かく破碎されやすい。ときに

第1表 小山鉱山出鉱量および品位

年度	粗鉱量 (t)	品位			精鉱量 (t)	品位		
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)
昭和36年	13,821	26.3	9.0	0.82	2,847	120.2	31.8	3.60
37 "	19,532	14.0	7.0	0.76	2,521	116.6	36.0	5.67
38 "	21,863	9.1	5.0	1.43	3,123	65.8	23.3	4.32
39 "	23,271	7.3	4.0	0.45	3,498	42.7	19.9	3.07
40 "	21,013	7.3	5.0	0.68	1,994	66.7	38.3	6.94

第2表 小山鉱山付近地質層序

時代	層序	層厚	特 性	鉄床岩
第三紀 中新世	F	250m	白色凝灰岩 含浮石砂質凝灰岩互層	
	E	300m	石礫質凝灰岩層	
	D	130m	緑色凝灰岩 ないし 角礫凝灰岩層	○
	C	100m	泥岩ないし 泥質角礫凝灰岩層	○
	B	150m	流紋岩質角礫岩 ないし 凝灰岩層	
	A	100m	流紋岩	

流理構造を示し、部分的に流紋岩質角礫凝灰岩および同質集塊岩を挟有している。本岩は一部珪化および陶石化作用*を蒙っている。

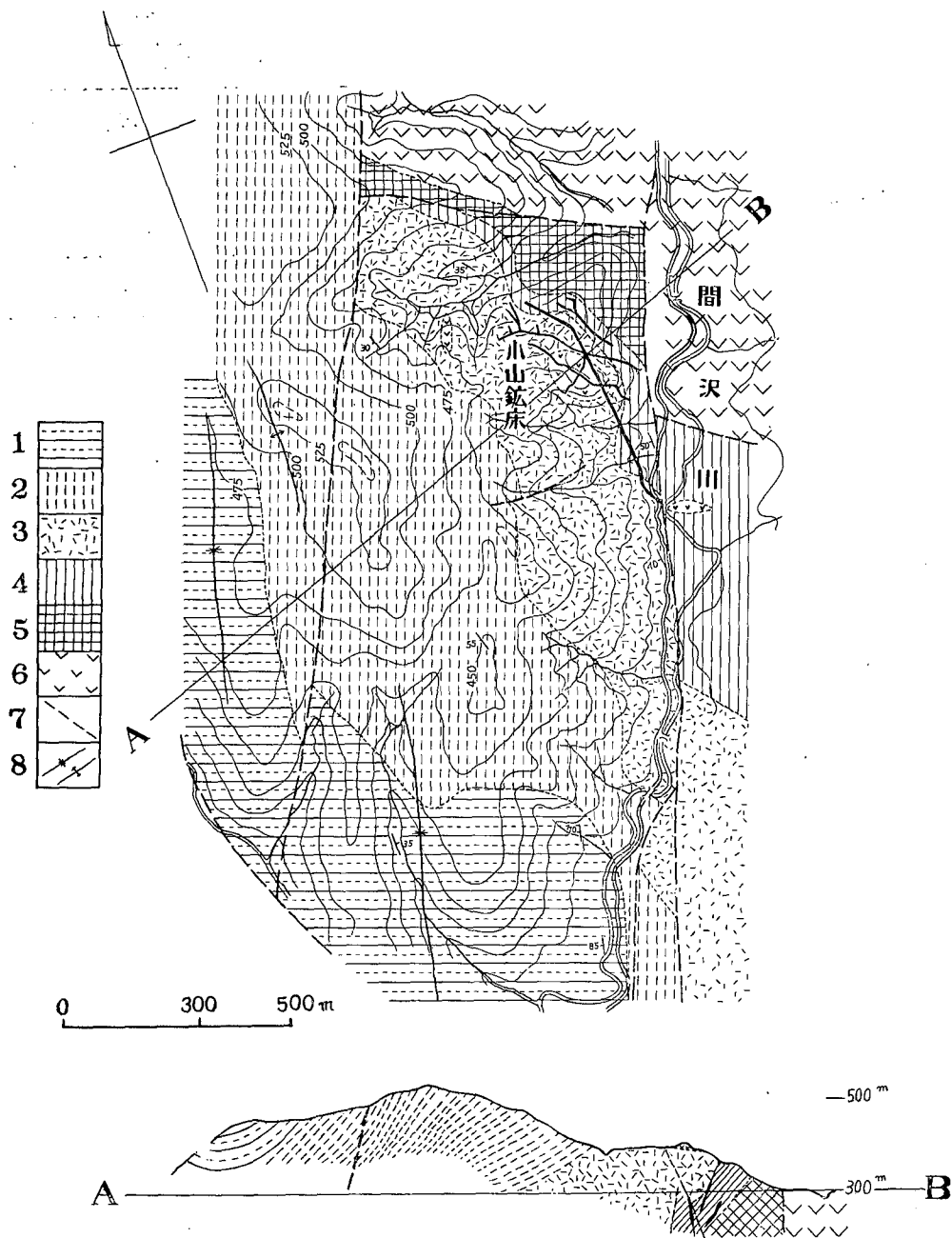
（2）流紋岩質角礫岩ないし凝灰岩層 上記流紋岩の上部に位する淡緑色ないし灰黄色の粗しような岩石で流紋岩の角礫を有する。本層中には俗称豆もち状凝灰岩とよばれる特長ある緑色角礫凝灰岩が挟有されている。上記流紋岩（A）、および本層は西黒沢階上部ないし女川階下部に対比されるものと考えられる。

（3）泥岩ないし泥質角礫凝灰岩層（以後これを泥岩層と称する） 暗灰色ないし灰色を呈するややシルト質の無層理泥岩とこれに灰白色の凝灰質物および浮石とを斑点状に多量含有する泥質角礫凝灰岩との互層で、その厚さ約100mである。本岩は鉱床中およびその付近で珪化作用のため硬化し、色も暗黒色となる。本層の上部は凝灰岩を挟み、あるいはこれと互層する。本層は女川階に対比される。

（4）緑色凝灰岩ないし角礫凝灰岩層 上記泥岩層を整合に被い、中谷沢、金山沢に露出する。浮石または流紋岩質角礫を含む緑色ないし淡緑色、一部灰白色石礫質の塊状凝灰岩で、ときに石英の斑晶を有する。また泥岩を挟み、この傾向は下部で著しく、互層状あるいは指交状を呈する。本層中にはまれに熔岩状または岩床状と思われる石質流紋岩がみられる。本岩は前記泥岩とともに当鉱床の主要母岩で、鉱床中およびその付近で著しく珪化および粘土化作用を蒙っている。

本層の上部には特長ある角礫岩の発達がある。これはふつう拳大ないし小児頭大、ときに1~3m大の硬質泥岩、流紋岩、凝灰岩などの角礫集合体で、ときに砂質ないし角礫凝灰岩を挟有あるいはこれに移化する。角礫岩の一部は局部的に珪化を受けている。

* このような岩石は現在西山陶石として採掘利用せられている。



第2図 磯部小山鉱山付近地質図

- | | |
|-----------------------|------------|
| 1: 白色凝灰岩および浮石質砂質凝灰岩互層 | 5: 流紋岩質凝灰岩 |
| 2: 石けん質砂質凝灰岩 | 6: 流紋岩 |
| 3: 緑色凝灰岩 | 7: 断層 |
| 4: 泥岩 | 8: 背斜, 向斜 |

(5) 石礫質砂質凝灰岩層 淡黄緑色ないし黄灰色の緻密な塊状岩で、ときに石英や斜長石の斑晶を有する砂質凝灰岩である。一般にモンモリロナイト化し、脂感が

あり石礫状を呈する。また本層中には真珠岩、流紋岩、緑色凝灰岩などの角礫岩がみられる。

(6) 白色凝灰岩・含浮石砂質凝灰岩互層 白色ない

し灰白色の塊状凝灰岩と浮石質の砂質凝灰岩の厚さ 1~3m の互層である。その一部には極めて微細な硫化鉄鉱の網状鉱染がみられる。泥岩層より上部本層まで女川階に対比されるものと考えられる。

(7) 地質構造概略 当鉱山はそのすぐ東側間沢川に沿ってほぼ南北に走る間沢川断層、北方金山沢に沿う金山断層、さらに西側はオブクロ沢-宝沢川を結ぶ断層などによって断れた地域に位し、そのうち間沢川断層、オブクロ、宝沢川断層はほぼ平行して $N 20^{\circ} E$ に走る南北性断層で、一方金山断層はこれらと直交する東西性 ($N 70^{\circ} W$) のものである。この区画内における地層は全般的には $N 20^{\circ} \sim 30^{\circ} W$ に走り、西方に $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ に傾むく単斜状の構造を呈する。しかし、これを詳細にみれば、地層の走向は南より北に向つて $N 30^{\circ} W$ より $N 20^{\circ}$

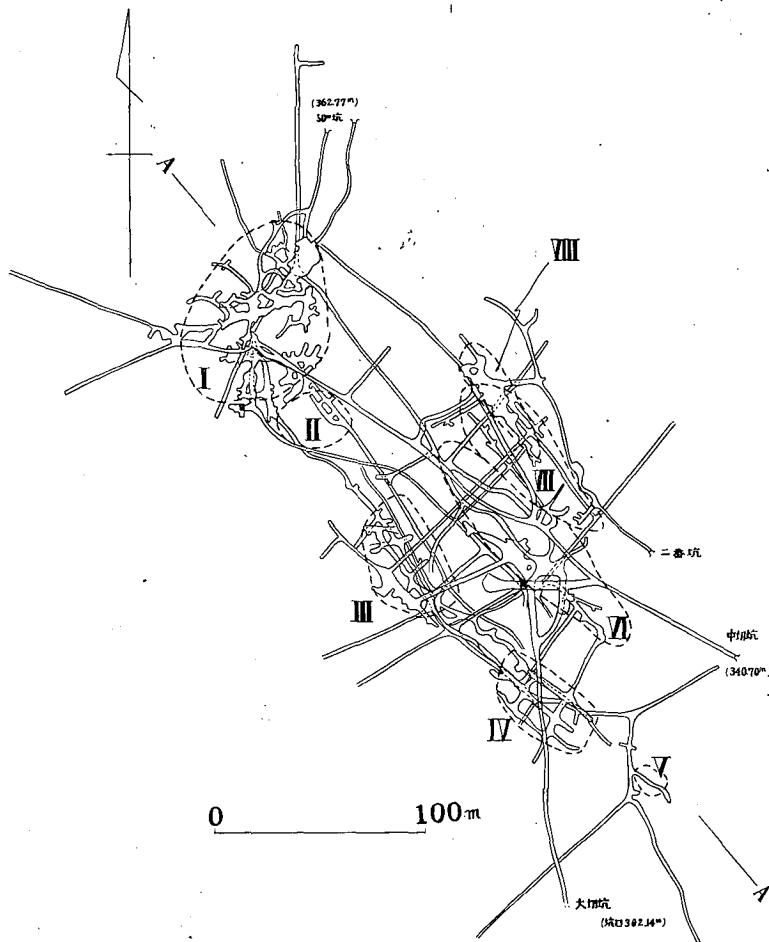
E, さらに $N 60^{\circ} W$, $N 10^{\circ} W$ をへて再び $N 30^{\circ} W$ に戻る変化をなし、傾斜も 30° より 80° にいたるまでやや急激な変り方を示している。ごく鉱床附近のみに限つたこの走向の変化は逆 S 字形を呈し、傾斜の変化も鉱床付近で烈しく急斜する場合が多い。

3. 鉱床概略

第三系中新統女川階に相当すると考えられる泥岩層 (C) および緑色凝灰岩ないし角礫凝灰岩層 (D) を母岩とする浅熱水性の鉱床 (大津秀夫, 1956 a, b; 荻木浅彦・保科恒二, 1956; 渡辺万次郎・荻木浅彦, 1950) で、これを細脈網状ないし脈状に貫ぬく石英・カオリン質、石英・閃亜鉛鉱質、石英・閃亜鉛鉱・黄銅鉱・緑泥石質の鉱石よりなり、これに普通自然金をともなう。鉱体は

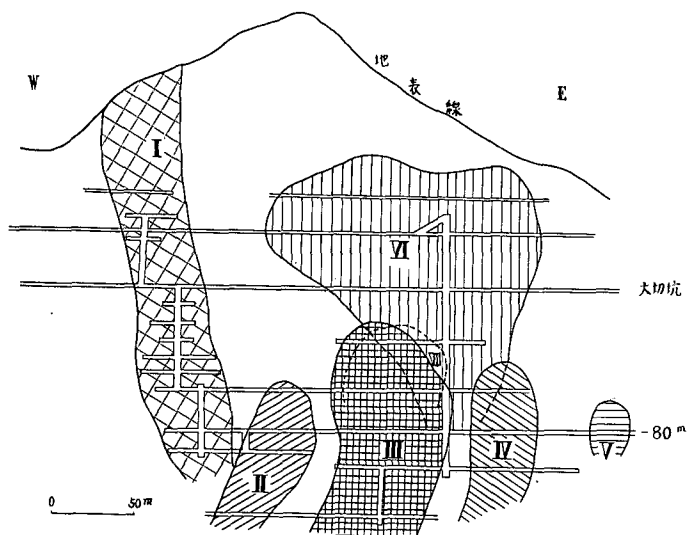
第 3, 4 図のように南北 350m, 東西 200m の範囲に梵天本鉱体, 梵天南第一鉱体, 同第二鉱体, 同第三鉱体, 同第四鉱体, 本鍾鉱体, 幸鉱体, 下盤鉱体, 鰐口鉱体, 中盛鉱体, 稻荷鉱体, 弁天鉱体など 12 鉱体が知られているが、現在採掘されているものは梵天本鉱体, 梵天南第一鉱体, 同第二鉱体, 同第三鉱体, 同第四鉱体, 本鍾鉱体および幸鉱体で、これ以外はほとんど採掘しつくされている。今各鉱体の規模およびその状態を表示すれば第 3 表のようである。

各鉱体中の鉱脈は脈幅普通 1~30 cm, 多くは 3~8 cm 程度の細脈で、この細脈が数 10 cm ないし 2 m 内外の間隙で、ほぼ平行して分布する場合や、これらが分枝錯綜して網状を呈する場合などがある。これら細脈自身の含金量は比較的高く 20~50 g/t, ときに数 100~1,000 g/t あるいはそれ以上に達し、その両側の母岩と共に採掘しても 6~20 g/t, ときに 50~100 g/t に達する。しかし脈からやや離れた部分は珪化帯でも Au 1~3 g/t, あるいは含金痕跡程度となる。また鉱体下部では、



第3図 小山鉱山鉱床分布図

I: 梵天本鉱体	IV: 梵天南第三鉱体	VII: 幸 鉱 体
II: " 第一 "	V: " 第四 "	VIII: 下 盤 鉱 体
III: " 第二 "	VI: 本 鍾 鉱 体	



第4図 小山鉱山鉱床断面図 (A-A' 断面) (凡例第3図に同じ)

上部では少ない黄銅鉱が急に増加し、金銅鉱あるいは銅鉱となる。上記のように鉱体の多くは細脈あるいはその集合体であるが、梵天南第二鉱体と同第三鉱体のものは明らかに脈状を呈し、とくに前者はその脈幅中石を含めて5mもあり、その平均品位 Au 15 g/t, Cu 2.5%を示す。

4. 産出鉱物

当鉱山からは自然金、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱の初生鉱石鉱物とこれにともなう石英、カオリン、緑泥石、炭酸塩鉱物、重晶石などの脈石鉱物を産する。

地並より下部では閃亜鉛鉱、黄鉄鉱および緑泥石などとともに脈状、一部鉱染状をなして産する。まれに黄銅鉱はその割目に沿って2次的生成の斑銅鉱細脈によつて貫ぬかれる。

黄鉄鉱 黄銅鉱同様鉱体の上部では極めて少量しかみられないが、下部では黄銅鉱、閃亜鉛鉱にともなわれ正6面体または5角12面体式の結晶あるいは粒状として産する。

方鉛鉱 中切坑ないし大切坑地並またはそれ以下の地並で僅量みられる。つねに閃亜鉛鉱と密に組合つて産するが、ときにこれを細脈状に貫ぬく。

自然金 微細粒として石英、カオリン、閃亜鉛鉱、黄銅鉱にともなわれる。この産状は顕微鏡下の観察によるもので、その形状は不規則多角形状、虫状、樹枝状、微粒状などを呈する。

2. 脈石鉱物

石英 主要鉱物の1つで灰白色を呈する玉髄質の微粒石英と淡紅紫色で半透明のバラ石英とがある。前者は単独あるいは閃亜鉛鉱をともなつて細脈状をなし、鉱床中普遍的に産する。一方バラ石英は前者より粗粒で、脈中櫛歯状構造あるいは晶洞構造をなす鉱床晩期の晶出物で、自然金をともなわない不毛石英である。

緑泥石 暗緑色ないし青緑色を呈し、多くの場合脈中閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱および石英などと共に産する。顕微鏡

第3表 小山鉱山各鉱体の形態、規模および品位

	形態	走向傾斜	規模			品位 (平均)		
			走向延長 m	上下深 m	脈幅 m	Au g/t	Ag g/t	Cu %
梵天本鉱体	塊 (細脈集合脈状鉱染)	鉱脈は走向NS性とEW性の2方向	長径50 短径40	200	—	8.4	7.0	0.5
梵天南第一鉱体	塊 (細脈集合脈状)	鉱脈はNS性	長径50 短径10	70+	—	2.8	2.0	1.0
梵天南第二鉱体	鉱脈状	N 35° W E 0° E	40	110+	5.0	15.0	7.0	2.5
梵天南第三鉱体	鉱脈状	N 60° W 70° N	40	40+	1.0	8.7	5.7	1.4
梵天南第四鉱体	鉱脈状	N 60° W 65° N	20	20+	0.2	8.0	4.0	0.4
本館鉱体	鉱脈状 (平行細脈集合)	N 50° W 70° S	120	150	2.0	5.0	4.0	0.1
幸鉱体	鉱脈状 (平行細脈集合網状)	N 40° W 70° W	150	60+	2.0	7.0	5.5	0.0
下盤鏡鉱体	鉱脈状 (平行細脈集合)	N 40° W 70° S	50	20+	5.0	2.8	—	—
鯛口鉱体	鉱脈状	N 65° E 50° N	30	30+	0.3	7.4	—	—
稻荷鉱体	細脈群	NS性	20	3+	1.0	3.0	—	—
中盤鏡鉱体	細脈群	—	—	—	—	—	—	—
弁天鉱体	塊 (細脈集合脈状)	細脈はEW性	長径15 短径10	20+	—	4.5	—	—

第4表 小山鉱山産
緑泥石質粘土（脈
鉱物）の化学分析
値

SiO ₂	38.04%
TiO ₂	tr
Al ₂ O ₃	25.75
Fe ₂ O ₃	5.19
FeO	4.75
MnO	0.29
CaO	1.34
MgO	7.65
Na ₂ O	0.61
K ₂ O	0.11
H ₂ O(+)	13.47
H ₂ O(-)	2.10
Total	99.30

(分析者 阿部宏)

第5表 小山鉱山産
緑泥石質粘土（脈
鉱物）の粉末X線
回折値

I	d(Å)	
10	7.21	ch. ka
2	4.73	ch.
5	4.41	
5	4.18	
10	3.57	ch.
4	3.35	qz.
7	3.13	ka.
3	2.76	ch.
3	2.66	ch.
6	2.53	ch.
4	2.40	ch.
4	2.34	
3	2.12	
3	1.19	ch. qz. ka.
6	1.91	ch. ka.
1	1.78	
3	1.66	ch. qz. ka.
5	1.54	ch.

ch: 緑泥石
qz: 石英
ka: カオリン第6表 小山鉱山産
カオリン質粘土
（脈鉱物）の化学分
析値

SiO ₂	51.92%
TiO ₂	0.29
Al ₂ O ₃	26.83
Fe ₂ O ₃	2.36
FeO	1.11
MnO	0.14
CaO	0.51
MgO	0.91
Na ₂ O	1.38
K ₂ O	1.49
H ₂ O(+)	9.55
H ₂ O(-)	2.98
Total	99.47

(分析者 阿部宏)

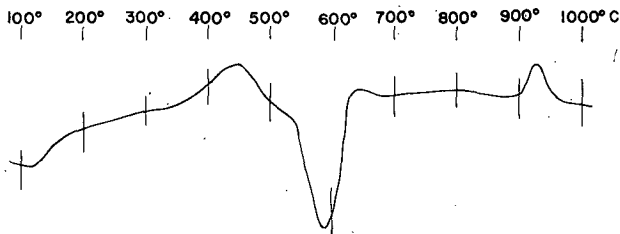
第7表 小山鉱山産カオリン質鉱物の粉末X
線回折値

(I)		(II)		
d	I	d	I	
7.264	24	7.264	4	K
		5.793	2	
		5.155	2	
4.488	2	4.488	3	K
4.283	40	4.283	35	Q
4.150	1			K
3.590	19	3.593	1	K
3.418	3			K
3.360	100	3.358	100	Q
		3.092	4	
2.502	2	2.984	2	
2.465	10	2.498	1	K
2.382	3	2.466	13	Q
2.351	3			K
2.289	10	2.344	2	K
2.244	5	2.290	10	Q
2.135	12	2.243	6	Q
1.986	6	2.135	9	Q
1.822	16	1.986	7	Q
1.674	7	1.822	16	Q
		1.674	6	Q

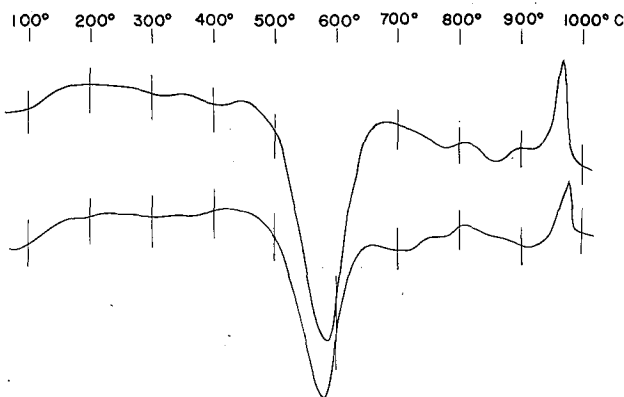
K: Kaolinite Q: Quartz

(I): 幸鉱体 -60m 坑

(II): 梵天鉱体 +70m 坑



第5図 小山鉱山産緑泥石（脈鉱物）の D.T.A. 曲線



第6図 小山鉱山産カオリン質粘土（脈鉱物）の D.T.A. 曲線

下で1~10μ大の繊維状あるいは鱗片状をなし、閃亜鉛鉱・黄銅鉱の間隙を充填して産するほか、方解石と組合つてこの両鉱物および石英を貫ぬいている。緑泥石は鉱床の上部には産せず、梵天本鉱体 -50m 地並以下で現われてくる。緑泥石質粘土*を化学分析（阿部宏, 1957）,

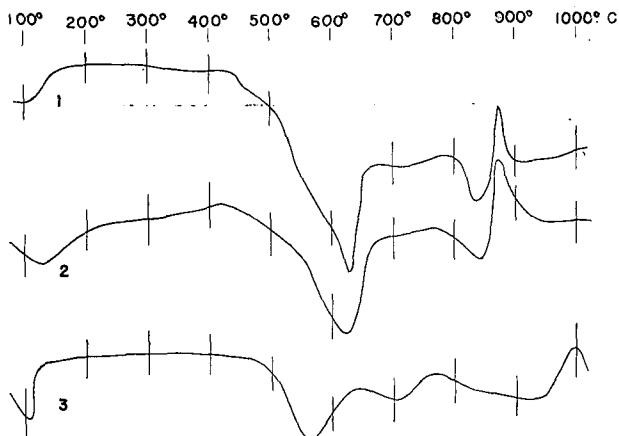
X線粉末回折および示差熱分析に供した結果（第4表、第5表および第5図）、この粘土はリビドライト質緑泥石（Brindly and Robinson, 1952; 須藤俊男, 1953）で、これを主とするが、このほか少量のカオリンおよび絹雲母をとまうことが明らかになった。

カオリン 灰白色粘土の単独脈として産するほか石英あるいは閃亜鉛質脈中にとまわれる。顕微鏡下で鱗片状の集合としてみられ、ときにこの内部あるいはこれと石英との境界部に自然金をとまう。本鉱物の化学分析、示差熱分析、粉末X線回折の結果を示せば第6表、第6図および第7表のようである。

炭酸塩鉱物 方解石、鉄苦灰石、菱鉄鉱などの炭酸塩鉱物を産する。これらはいずれも初生鉱物中もつとも晩期の晶出物で、黒被縞状脈中の中央部にみられ、ときに晶洞や犬牙状構造をなす。一部は緑泥石にとまわれる。

重晶石 梵天南第二および第三鉱体においてみられる。第二鉱体では -80m~-130m 間で黄銅鉱、閃亜鉛鉱、緑泥石脈にとまわれて産する。また第三鉱体 -60m 坑でみられるものは重晶石脈として現われ、0.5~1.0cm 大の板状結晶の集合状を呈する。

* ノーベル水銀装置によつて試料をえた。



第7図 小山鉱山産緑泥石質粘土(変質母岩)のD.T.A.曲線

- 1, 2: 緑色を呈する。苦土緑泥石を主とする
3: 淡緑色ないし灰白色粘土, モンモリロナイトを含む

5. 母岩の変質

鉱床付近の母岩は熱水変質による珪化および粘土化作用を蒙っている。

(1) 珪化作用 鉱床全般にわたって広範囲に行なわれているが、とくに鉱体の上部において著しい。この作用によつて母岩は硬質化されるが、母岩のうち緑色凝灰岩は脱色されて灰白色化し、その大部分が10 μ ~100 μ 大の玉髓質石英の集合体になつている。一方泥岩は逆に濃色化されガラス光沢ある暗黒色となり、顕微鏡下で粘土質物の間に微細粒の石英の生成がみられる一方亀裂に

第8表 小山鉱山産緑泥石質粘土(変質母岩)の化学分析値

	1	2
SiO ₂	41.95	71.42
TiO ₂	0.58	0.51
Al ₂ O ₃	25.18	12.42
Fe ₂ O ₃	2.49	2.06
FeO	1.45	0.49
MnO	0.16	0.02
CaO	0.45	2.37
MgO	11.23	2.01
Na ₂ O	1.40	1.28
K ₂ O	1.51	1.36
H ₂ O(+)	10.02	4.10
H ₂ O(-)	3.10	2.88
Total	99.52	100.92

1: 緑色を呈する粘土

(分析者 阿部宏)

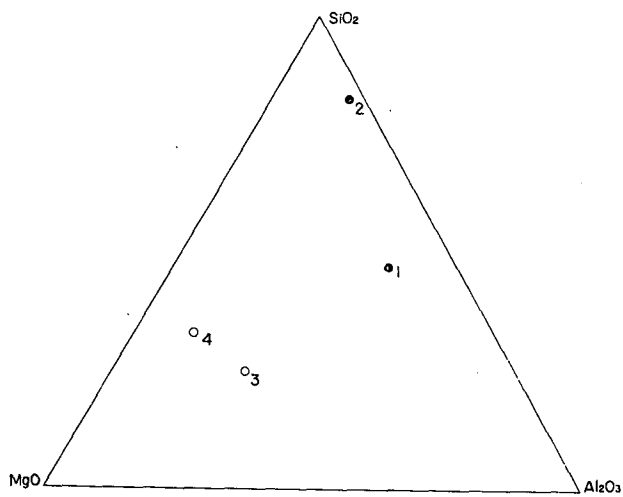
2: 淡緑色~帯緑灰白色粘土

沿つて石英細脈が発達している。凝灰岩の珪化著しき部分は珪酸分95%に達し、ときにAu3~7g/tを含む。このような部分を一時珪酸鉱として出荷した。しかし珪化母岩の多くはAu tr.~0.6g/t, Ag tr.~10g/t程度で稼行の対象にはならない。

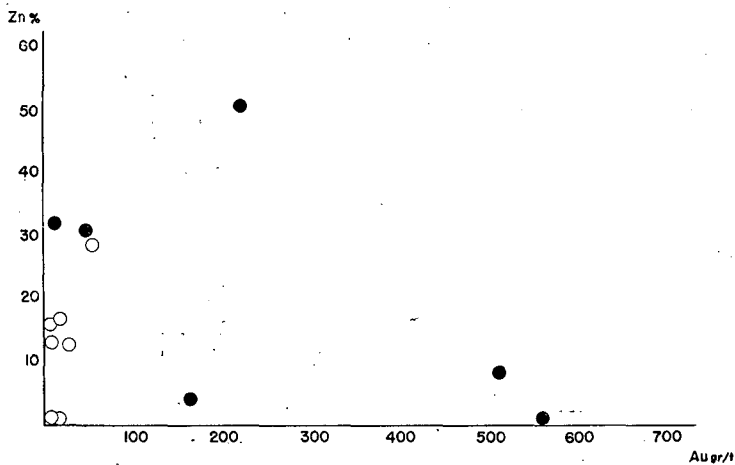
(2) 粘土化作用 この作用は泥岩より凝灰岩の方に著しくみられる。とくに梵天本鉱体や梵天南鉱体において大切坑以下-30m~-40m 坑より下部においてよく発達している。粘土化母岩は緑色ないし淡緑色、まれに灰白色を呈し、大部分粘土質物に変化しているが、浮石質ガラス、長石類、石英などが一部残存しているものもある。この作用によつて生じた粘土鉱物は顕微鏡試験、

粉末X線回折、示差熱分析、化学分析の結果より苦土質緑泥石、モンモリロナイトおよび絹雲母の3種がみつめられる。このうち前2者が主で、この量的割合は一律に決し難いが、鉱体に接する部分に苦土質緑泥石が発達する傾向がある。粘土化帯には黄鉄鉱微粒の鉱染がみられる。第7図の示差熱曲線は緑色粘土のもので、これは苦土緑泥石およびモンモリロナイトの存在を示し、これと同一試料の化学分析は第8表のようで、苦土緑泥石の理論値に一致せず、SiO₂-MgO-Al₂O₃三角図(第8図)中緑泥石の領域に入らず、苦土緑泥石とモンモリロナイトとの混合物であることを物語っている。また淡緑色ないし帯緑灰白色粘土の示差熱分析曲線は第9図のようで、上記のものとややことなり、モンモリロナイトを主とし、これに少量の苦土緑泥石を伴う粘土であることを示している。

(3) 珪化作用と粘土化作用との関係 梵天本鉱体の上部では珪化作用が著しく、粘土化作用は

第8図 小山鉱山産緑泥石質粘土(変質母岩)のSiO₂-Al₂O₃-MgO三角図

- 1: 緑色を呈するもの
2: 淡緑色または帯緑灰白を呈するもの
3: アメサイトの理論値
4: ペンシンの理論値



第9図 小山鉱山産含金亜鉛鉱における金一亜鉛品位の関係

●緑泥石・閃亜鉛鉱・(黄銅鉱)質鉱石 ○石英・閃亜鉛質鉱石

局部的に脈状あるいは不規則形をなして珪化母岩中にみられる程度で、部分によつては明らかに粘土化帯が珪化帯を貫ぬく場合もみられる。さきに珪化作用をこうむつた凝灰岩があとで粘土化されたと推測される部分も少なくない。このような部分を顕微鏡下で観察すれば珪化作用で生じた玉髓質石英粒の集合間隙を緑泥石あるいはモンモリロナイトの微細鱗片集合が埋めているのがわかる。これらより珪化作用は粘土化作用より早期のもので、かつ鉱床の鉱化作用に先行して生じている疑いが強い。

6. 鉱石について

当鉱山産鉱石はその構成鉱物によつてつぎの4種に分けられる。

(1) 含金石英閃亜鉛質鉱石 玉髓質石英と閃亜鉛鉱よりなり、普通幅 10~30 cm の脈状ないし細脈網状として産する。この両者は脈中で対称状の単純縞状構造を呈し、脈の中央部に石英、その外側に閃亜鉛鉱を配するが、その逆の場合もある。石英にともなわれてカオリンや絹雲母がみられる。鉱石の品位は一定しないが、Au 6~60 g/t, Ag 5~33 g/t, 普通 Au 15~20 g/t, ときに 100 g/t 以上に達する。局部的には閃亜鉛鉱が濃集し、かつてこのような部分を含金亜鉛鉱として採掘した。

(2) 含金粘土質鉱石 上記鉱石同様脈状ないし細脈網状として産する灰白色ないし灰色の粘土鉱で、主としてカオリン、一部絹雲母、氷長石、モンモリロナイトよりなる。まれに閃亜鉛鉱・黄鉄鉱などをともなう。鉱石品位 Au 4~30 g/t, Ag 3~30 g/t, 普通 Au 10~25 g/t 程度である。

(3) 含金黄銅鉱・閃亜鉛鉱・緑泥石質鉱石 各鉱体

の比較的下部にみられ、たとえば梵天本鉱体 -50 m 坑以下、梵天南第二鉱体に発達よく、脈状ないし細脈網状をなして産する。その品位は Au 5~800 g/t, Ag 7~85 g/t, 普通 Au 50~700 g/t, ときに 1 kg/t あるいはそれ以上にも達し、これに普通 1.0~2.0% 内外の銅をともない金銅鉱として採掘されている。脈石としては緑泥石のほかに石英、方解石をともない、まれに重晶石を産する。

(4) 黄銅鉱・緑泥石質鉱石 上記含金黄銅鉱・閃亜鉛鉱・緑泥石の鉱石はさらに鉱体の深部にいたれば黄銅鉱・緑泥石質鉱石に移化する。これには少量の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・石

英などをともなうが含金率はきわめて低く 1~2 g/t 以下で銅鉱としてのみ採掘されている。

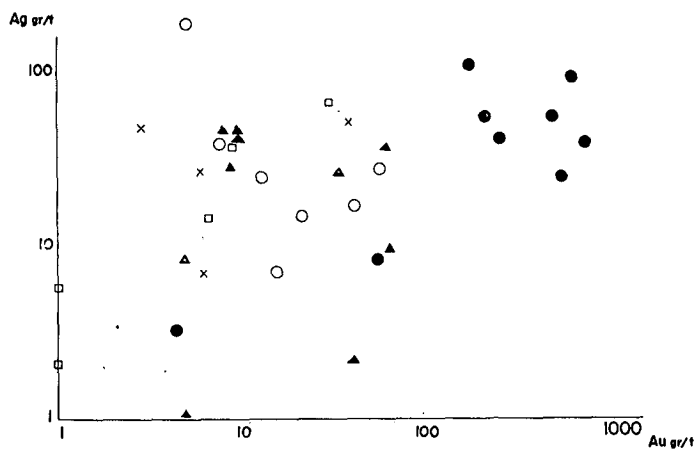
7. 自然金の産状

上記のように当鉱山産鉱石には普通数 g~数 10 g/t,

第9表 小山鉱山産鉱石および産出鉱物の金銀分析表

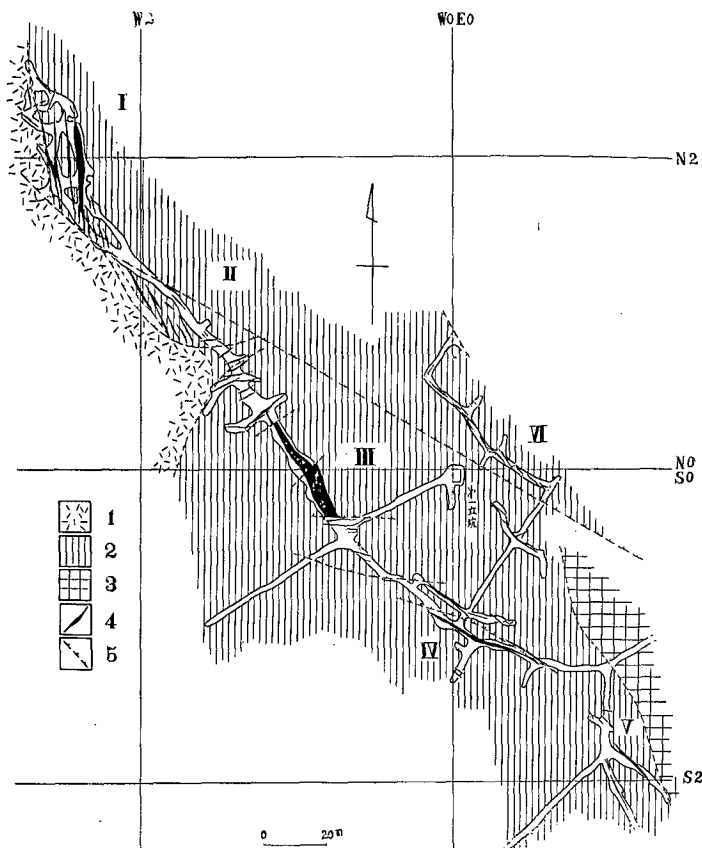
	品 位					備 考
	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Zn %	Pb %	
鉱 石	16.0	6.0	0.92	16.34	0.02	sp.cp.qz. 質
	59.0	24.0	1.13	28.25	—	sp.qz. 質
	216.0	44.0	4.12	50.86	tr	sp.cp.ch. 質
	24.0	12.0	0.84	12.51	—	sp.cp.qz. 質
	8.0	33.0	13.58	0.72	0.10	sp.cp.qz. 質
	44.0	14.0	2.87	30.82	0.10	sp.ch. 質
	166.5	86.0	23.76	3.09	0.10	cp.ch. 質
	10.3	20.0	9.98	32.97	1.13	cp.sp.ch. 質
	4.5	2.0	0.14	0.34	0.05	ch.qz. 質
	54.8	7.0	0.95	0.87	0.05	ch.qz. 質
	670.5	70.0	5.64	1.10	tr	ch.cp. 質
	260.5	32.0	2.28	0.60	0.11	ch.(cp) 質
	560.5	20.0	4.39	0.88	tr	ch.cp. 質
	508.0	48.0	3.96	7.65	0.08	ch.sp.cp. 質
	732.0	34.0	0.75	8.40	0.08	ch.sp.cp. 質
閃 亜 鉛 鉱	tr	40.0		58.74		ア メ 色
	0.3	49		61.23		ア メ 色
	42.5	2.0				暗 色
	65.5	28.0				暗 色
方 鉛 鉱	1.5	233.0			76.10	
黄 銅 鉱	0.5	93.0	28.42			
	1.0	tr	32.33			
	6.5	6.0	32.23	0.40		
	13.0	39.0	29.36			
石 英	12.50	15.0				白色石英
	6.1	12.0				白色石英
	1.0	tr				バラ石英

sp: 閃亜鉛鉱 cp: 黄銅鉱 qz: 石英 ch: 緑泥石



第 10 図 小山鉱山産含金鉱石における金—銀品位の関係

● 緑泥石・黄銅鉱・閃亜鉛鉱質鉱石 ○ 石英・閃亜鉛鉱質鉱石
▲ 閃亜鉛鉱 × 黄銅鉱 □ 石英



第 11 図 小山鉱山 -80m 地並鉱床図

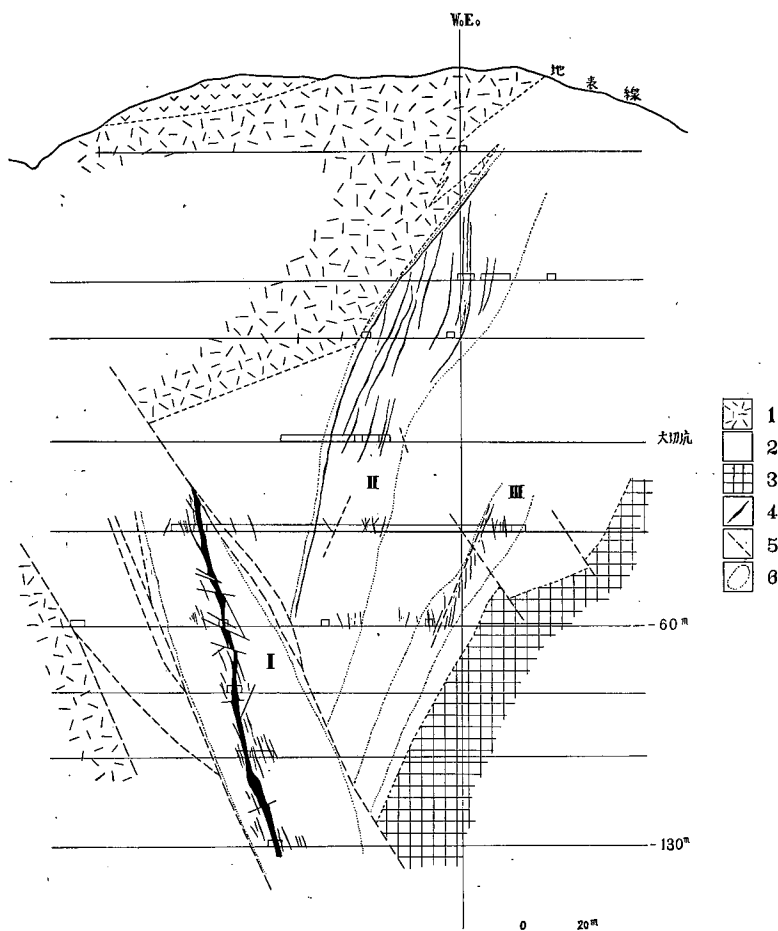
I: 梵天本鉱体 1: 緑色凝灰岩
II: 梵天南第一鉱体 2: 泥岩
III: " 第二 " 3: 流紋岩質凝灰岩
IV: " 第三 " 4: 鉱脈
V: " 第四 " 5: 断層
VI: 準鉱体

多い場合には数 100 g~数 kg/t の金を含有する。この金は自然金として存し、ごくまれに肉眼的なものもみられるが、多くは極めて微細で顕微鏡的なものが多い。その大きさは数 μ より数 100 μ まで種々で一定しないが、顕微鏡下での観察では数 10 μ 大のものが多い。その形状はこれまた種々で、粒状、小塊状、樹枝状、虫状、勾玉状、三角形状あるいは不規則多角形状などを呈する。

顕微鏡下での自然金は 1) 石英の粒状集合体中その結晶粒の間隙をうめて多角形状をなして産する。2) 石英と閃亜鉛鉱あるいは黄銅鉱との境界に産する。3) 閃亜鉛鉱あるいは黄銅鉱中に存するなどの場合がみられる。1) の石英中カオリン様粘土鉱物や絹雲母が存する場合には自然金は石英とこれら粘土鉱物との境界部にしばしばみられる。

含金鉱石中の各構成鉱物をできるだけ単体に分離し、その各単体試料について金銀の分析を行なった結果は第 9 表のようである。これによれば灰白色玉髓質石英中には Au 0.5~14 g/t, Ag 2~28 g/t, 閃亜鉛鉱中には Au 0.3~68 g/t, Ag 1~4 g/t, 黄銅鉱中には Au 0.5~13 g/t, Ag 6~93 g/t, 方鉛鉱中には Au 1.5 g/t, Ag 233 g/t となり、上記の結果では閃亜鉛鉱がもつとも金にとむことになるが、必ずしも閃亜鉛鉱にとむ鉱石が含金率が高いとは限らず、第 10 図および第 9 表のように両者の関係は一定していない。しかし、淡色の鉛色閃亜鉛鉱より暗色閃亜鉛鉱の方が金品位が高い傾向がみとめられる。また黄銅鉱についても銅品位と含金率の関係は閃亜鉛鉱同様一定しない。一方石英はときに含金率低く 1 g/t 程度のものであるが、がいて含金率に均一性がみられる。まれに産する肉眼的自然金のほとんどが石英にともなわていることなどをあわせ考えればこの石英と自然金とは成因的に密接な関係があるものと推察される。しかしバラス石英にはほとんど自然金をとまわれない。

上記の分析資料中にみられる金銀の比



第 12 図 小山鉱山梵天南第二鉱体、本鑛、幸鉱体断面図

- | | | |
|-----------|-----------|-------|
| I：梵天南第二鉱体 | 1：緑色凝灰岩 | 4：鉱脈 |
| II：本鑛鉱体 | 2：泥岩 | 5：断層 |
| III：幸鉱体 | 3：流紋岩質凝灰岩 | 6：珪化帯 |

率は一定しないが、方鉛鉱および黄銅鉱の一部をのぞき、浅熱水性金銀鉱床産鉱石に比し、銀品位低く、金量とはほぼ同じか、ものによつては金品位よりむしろ少ない場合さえある。この現象はこの種鉱床産鉱石の特長であろう。なお自然金の顕微鏡的共生については稿を改めて報告する。

8. 鉱床各論

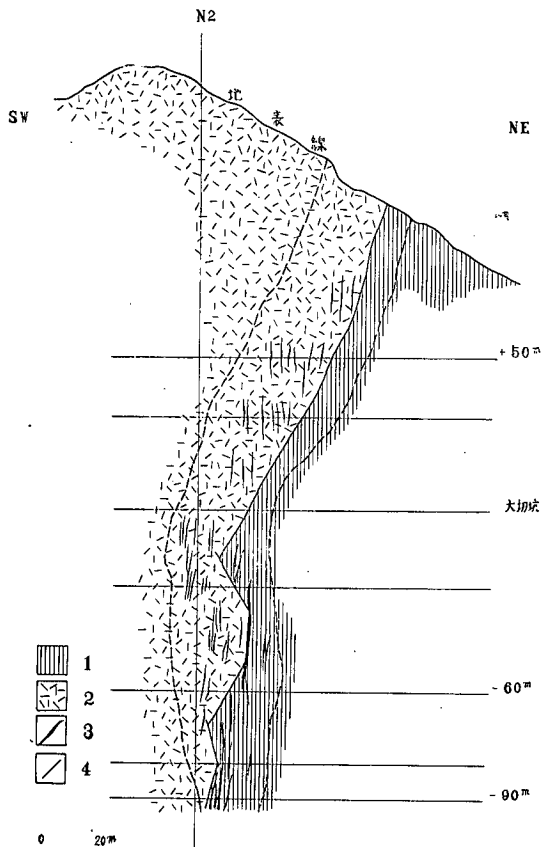
上述した当鉱山の諸鉱体のうち、梵天本鉱体、梵天南第一、第二、第三鉱体、本鑛鉱体などの関係を示せば第 11 図および第 12 図のようである。以下これらの鉱体について説明する。

(1) 梵天本鉱体 第 14 図のように緑色凝灰岩と黒色泥岩との境界に沿つて胚胎する鉱体で、当鉱山の鉱体中もつとも規模が大きい。幅 1~30 cm、平均 4~8 cm

の細脈集合体でときに網状、鉱染状となり、全体としてはほぼ直立せる不規則形の円筒状を呈する。この細脈は大略的に南北性のものと、東西性のものがみられる。上記の凝灰岩と泥岩との境界はほぼ南北で、ふつう断層であり（第 13 図）、これに沿つて優勢な鉱脈を配することがある。凝灰岩と泥岩とでは裂罅系統がことなり、大略的に凝灰岩中では東西性（第 14 図）、泥岩中には南北性あるいはこれに近い脈の発達が見られる。当鉱体の規模は第 3 表のようで、その上下深約 200 m に達する。しかし、その下限は -90 m 坑で、これ以下は梵天断層（走向 N 50° W、傾斜 EN 50°）にて断たれ明らかでない。産出鉱物としては石英、カオリン、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、緑泥石などを主とするが、これらは深度によつてその鉱物組成を異にし、鉱体の上部（中切坑より上部露頭まで）では石英・カオリン質脈が主で、これに少量の閃亜鉛鉱をとめない、鉱体の中部（中切坑~大切坑 -50 m 坑）では石英・閃亜鉛鉱脈となり、とくに大切坑以

下 -20 m 坑、-30 m 坑では閃亜鉛鉱脈の発達いちじるしく、脈幅 20~50 cm、脈中品位 Au 30~50 g/t、Zn 10~20% で、金・亜鉛鉱として採掘された。下部（大切坑 -50 m 坑~-90 m 坑）では石英・閃亜鉛鉱のほか緑泥石があらわれ、これに黄銅鉱もともなわれ、品位 Au 30~100 g/t と高い値を示す。-70 m 坑以下になると黄銅鉱の量が増加し、-90 m 坑では加背幅平均 Cu 1.0~1.5% の黄銅鉱・緑泥石質鉱石となるが、金品位は急に低下して 1~2 g/t 以下となる。

(2) 梵天南第一鉱体 上記梵天本鉱体とその性質を同じくする鉱体で、緑色凝灰岩と泥岩との境界部に胚胎する細脈集合あるいは鉱染状の鉱体で、細脈は石英、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、緑泥石などよりなり、含金量 1~2 g/t 以下で低いが銅分にとむ。この鉱体の北限および上部は梵天断層によつて断たれ、その西側、さらに南側および



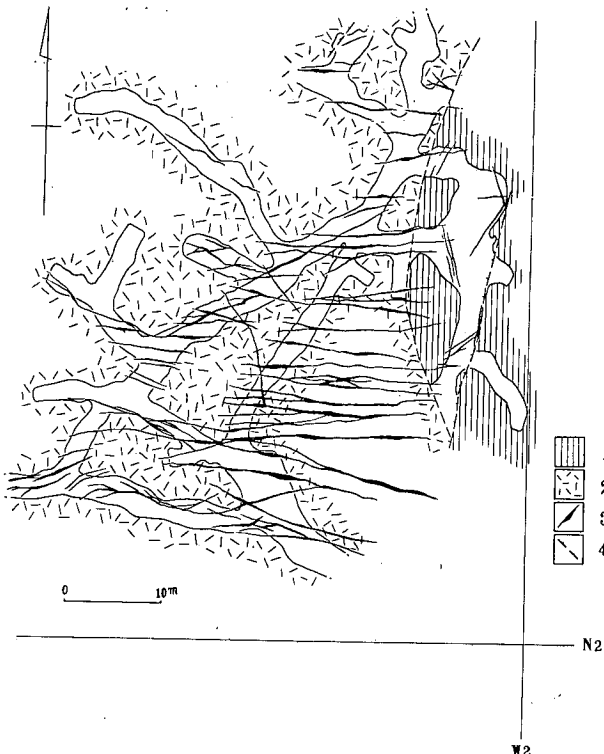
第 13 図 小山鉦山梵天本鉦体 N 40° E 断面図

1: 泥 岩 3: 鉦 脈
2: 緑色凝灰岩 4: 断 層

下部も断層にて境されている。

(3) 梵天南第二鉦体 上記第一鉦体のすぐ東南方に隣接する鉦脈状鉦体で、黄銅鉦、黄鉄鉦、閃亜鉛鉦、緑泥石、カオリン、石英などよりなり含金量高く、脈幅は普通 1.0~1.5m, その外側に多数の細脈をともない、母岩の中石を含めて幅約 5.0m が可採幅となる。この鉦脈の構造は主脈の中央部に幅 0.5~0.8m の閃亜鉛鉦にとむ部分、その両側約 30~50 cm は主として黄銅鉦・緑泥石質でこの両者が含金量高く、Au 200~600 g/t, Ag 20~60 g/t, Cu 2~7%, Zn 3~5% にも達し、ときに Au 1t~3 kg/t の異常に高品位の鉦石をも産する。この外側に閃亜鉛鉦、黄銅鉦の細脈網状鉦染部があり、さらにその外側に珪化泥岩中の鉦染帯を配する。細脈網状鉦染部は Au 15 kg/t, Ag 7 g/t, Cu 3.2%, Zn 1.9%, 外側の珪化鉦染帯は Au 1.8 g/t, Ag 25 g/t, Cu 1.6%, Zn 1.7% を示し、ともに採掘せられている。

本鉦体は -20m 坑で梵天断層にて断れ、その上部は明らかでない (第 12 図)。下部は -130 m まで確められ



第 14 図 小山鉦山梵天本鉦体中切坑鉦床図

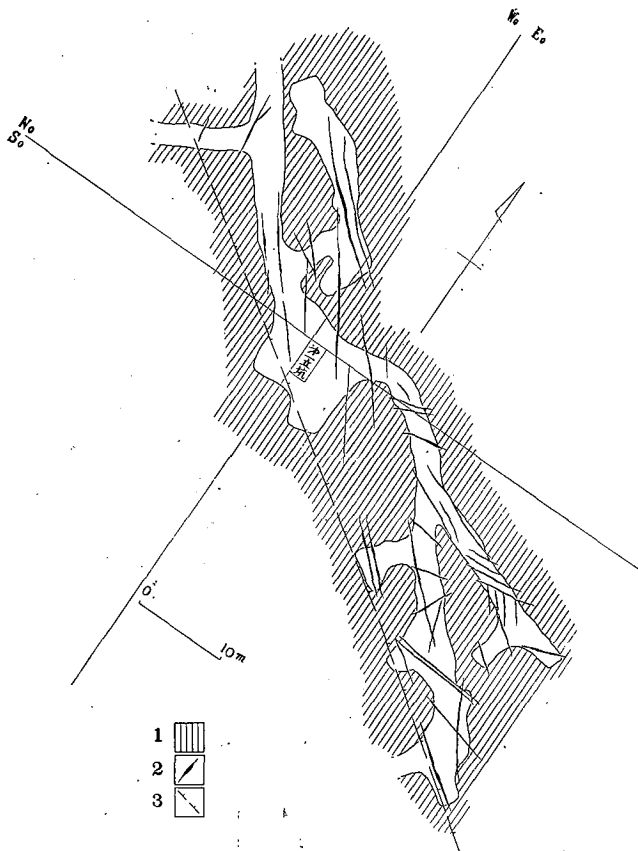
(凡例)は第 13 図に同じ

ているが、金品位は著しく低下し 0.4 g/t であるが、Cu 4.7% にも達する。鉦脈の末端部は珪化作用が弱く、黄鉄鉦が増加し、方解石、重晶石などの脈石鉦物が多くみられるようになる。

(4) 梵天南第三鉦体 第 11 図のように第 2 鉦体の東南 30m にあり、同一裂罅系の鉦床で、鉦脈幅 0.5m で上盤に鉦染し、1.0~1.5m を採掘幅としている。鉦物種は第二鉦体と同様で、脈中品位 Au 30~50 g/t, 局部的には Au 1~4 kg/t にも達するが、その量は限られ連続しない。本鉦脈の上部末端は -60m 坑で、ここでは母岩の珪化度微弱となり、重晶石・方解石脈に移化し、尖滅あるいは断層にて断たれている。-60m 坑~-80m 坑での脈質は閃亜鉛鉦・黄銅鉦、-100m 坑では黄銅鉦を主とする。鉦体の落しは西北方に 60° 内外傾斜している。本鉦体には第 11 図のようにその上盤側に

第 10 表 小山鉦山梵天南第三鉦体上盤 1 号および同 2 号鉦脈の規模と品位

	走 向	傾 斜	走向延長 m	上下深 m	脈 幅 m	品 位		
						Au g/t	Ag g/t	Cu %
上盤 1 号	N60°W	N70°	40	30+	1.0	34.6	15.0	0.86
上盤 2 号	N60°W	N60°	30	10+	1.0	13.4	10.0	0.61



第 15 図 小山鉱山本鑛 -60m 坑鉱床図

1: 泥岩, 2: 鉱脈, 3: 断層

2 条の平行脈を有する。第三鉱体上盤 1 号および 2 号がそれで、その状態および規模は第 10 表のようである。

これら鉱脈の鉱質は第三鉱体同様である。

(5) 本鑛鉱体 梵天本鉱体とともに当鉱山の主要鉱体であるが、その大部分はすでに採掘済みで、目下その下部の一部を採掘、あるいは探鉱中である。鉱床は第 15 図のように珪化された凝灰質泥岩、黒色泥岩、一部角礫凝灰岩を母岩とする平行あるいはこれと斜交する細脈の集合脈で、細脈は幅 1~5 cm、ときに 5~15 cm になり、集合脈の採掘幅は 1~3.5 m; 最大 7 m, その金品位 4~8 g/t, 普通 5.0 g/t 程度である。鉱体の上部では石英・カオリン質脈を主とし、これに少量の閃亜鉛鉱を随伴するが、硫化物はいたって少ない。下部では上記鉱物のほかに黄銅鉱、黄鉄鉱、緑泥石をとまってくる。しかし、これらの量は上記した梵天諸鉱体に比し少量である。

鉱体の規模は第 3 表のようであるが、走向延長は下部に行くにしたがつて減じ、扇状の形態をなす。傾斜も下

部では 70°~80° に急斜するが、中切坑より上部では 50°~60° に緩斜し、その下盤に下盤鑛、上盤側に鑛口鉱体を配する。

(6) 幸鉱体 最近発見せられた鉱体で、本鑛鉱体の東北方約 40 m 下盤側にある(第 12 図)。-30 m 坑ないし -80 m 坑間で開発せられている。珪化黒色泥岩中の平行細脈集合ないし網状で、全体として鉱体幅 1.5~2.0 m, 最大 5 m の脈状鉱体をなし、平均品位 Au 6~8 g/t, Ag 5~6 g/t, 最大 Au 200 g/t を示す。これに若干量の閃亜鉛鉱、微量の黄銅鉱、黄鉄鉱をとまうが、緑泥石はほとんどみられない。母岩の珪化の程度は本鑛鉱体より低い。

以上の鉱体のほかに梵天南第四、下盤鑛、鑛口、中盤、稲荷および弁天などの諸鉱体がある。その規模および賦存状態は第 3 表のようで、いずれもほとんど採掘済みである。

9. 鉱床の帯状分布

当鉱山においては各鉱体とも垂直方向に鉱物組成の変化がみられる。すなわち一般的傾向として上部で石英・カオリン質脈であるものが下部に行くにしたがつてこれに閃亜鉛鉱をとまない、ついでこれに黄銅鉱、緑泥石をまじえ、さらに下部では黄銅鉱を主とし、これに黄鉄鉱・緑泥石をとまうにいたる。い

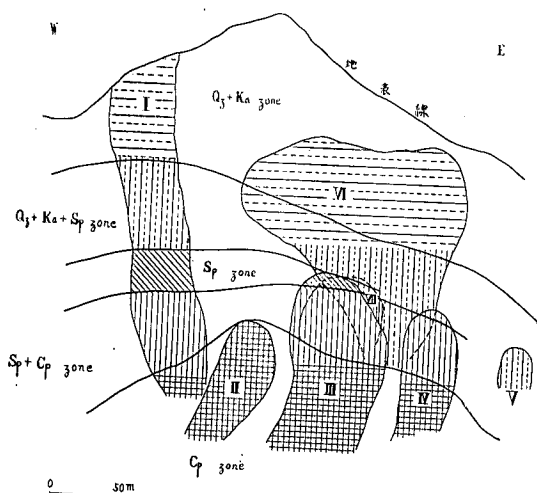
まこれらを主要構成鉱物によつて分帯すれば、第 16 図のように上部より 1) 石英・カオリン帯、2) 石英・カオリン・閃亜鉛鉱帯 (移行帯 I)、3) 閃亜鉛鉱帯、4) 閃亜鉛鉱・黄銅鉱帯 (移行帯 II)、5) 黄銅鉱帯の順となる。自然金はこれらの帯すべてにともなうが、3)~4) 帯において著しく濃集し、5) 帯では急にその品位を低下する。以下主要鉱体の上下変化について述べる。

(1) 梵天本鉱体 +70 m 坑より上部はほとんど石英・カオリン脈 (石英・カオリン帯)、これより下部中切坑、大切坑地並に向うにつれて閃亜鉛成分を増し、石

第 11 表 小山鉱山梵天本鉱体における産出鉱物の深度変化

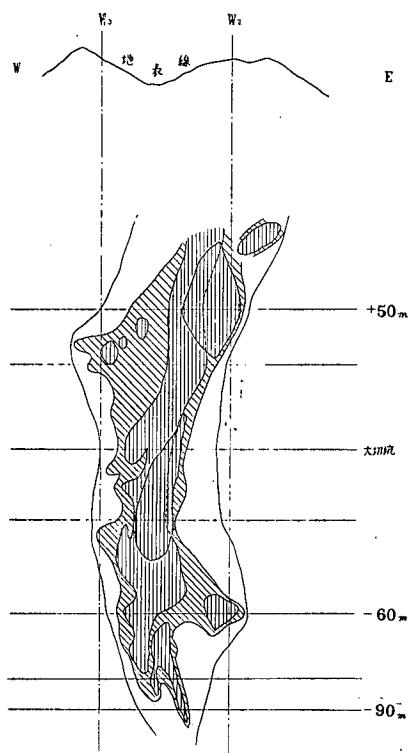
産出鉱物 地並	自然金	閃亜鉛鉱	黄銅鉱	石 英	カオリ ナイト	緑泥石
(上部)+70m 坑	+			+++	+++	
0m 坑	+	+		+++	+++	
-30m 坑	+++	+++	+	++	++	
-70m 坑	+++	++	++	++	++	++
(下部)-90m 坑	+	+	+++	+	+	+++

+ の数は量を表わす



第 16 図 小山鉱山垂直帯状分布図

- I: 梵天本鉱体 V: 梵天南第四鉱体 Ka: カオリン
 II: 梵天南第一鉱体 VI: 本鑛鉱体 Cp: 黄銅鉱
 III: " 第二 " VII: 牽鉄体 Sp: 閃亜鉛鉱
 IV: " 第三 " Qz: 石英



10% > 5% > 1%
 Au

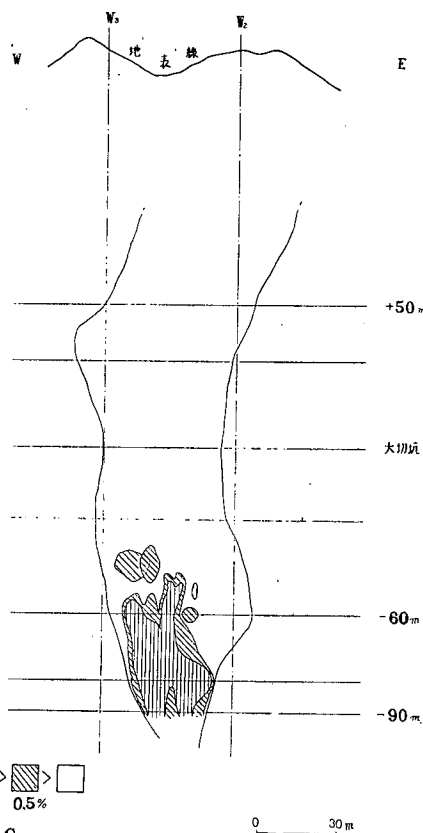
第 17 図 小山鉱山梵天本鉱体金富鉱帯図

英・カオリン・閃亜鉛鉱帯となる。大切坑 -20m 坑、-30m 坑では閃亜鉛鉱の量をさらに増加し、閃亜鉛鉱帯に入る。-60m 坑地並では閃亜鉛鉱のほか、黄銅鉱を少量ともない、脈石として緑泥石が現出しはじめる。さらに下部になれば黄銅鉱の量は次第に増加し、これに緑泥石をともない閃亜鉛鉱-黄銅鉱帯となり、-90m では黄銅鉱帯に入り坑道幅で Cu 1.2% の銅鉱石を産するに至る。いま産出鉱物と鉱石品位の上下変化を示せば第 11 表および第 12 表のようである。この両表から上下の帯状分布をうかがいしることができる。また当鉱体における金富鉱部および銅富鉱部を示せば第 17 図および第 18 図のようになる。これから帯状分布が理解される。

(2) 梵天南第一鉱体 -80m 坑より上部では閃亜

第 12 表 小山鉱山梵天本鉱体平均品位

品位	Au g/t	Ag g/t	Cu %
地 並			
+70m 坑	5.9	6.0	0.10
0m 坑	7.8	12.0	0.20
-30m 坑	15.7	17.0	0.50
-70m 坑	14.1	8.0	0.96
-90m 坑	2.5	6.8	1.19



1.0% > 0.5%
 Cu

第 18 図 小山鉱山梵天本鉱体銅富鉱帯図

第 13 表 小山鉱山梵天南第二鉱体における産出鉱物の深度変化

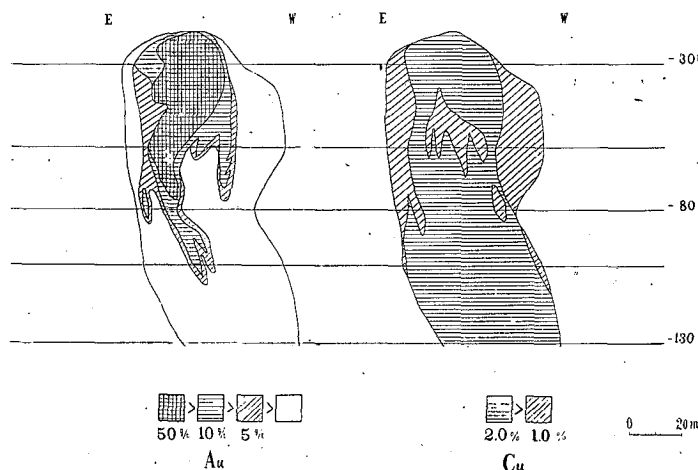
産出鉱物	自然金	閃亜鉛鉱	黄銅鉱	石英	カオリン	緑泥石	重晶石	方解石
地 並								
(上部)-30m 坑	++++	+++	++	++	++	+		
-60m 坑	+++	++	+++	++	+	++		+
-100m 坑	+	+	++++	+	+	+++		+
(下部)-130m 坑			++++	+		++++	++	+

+の数は量を表わす

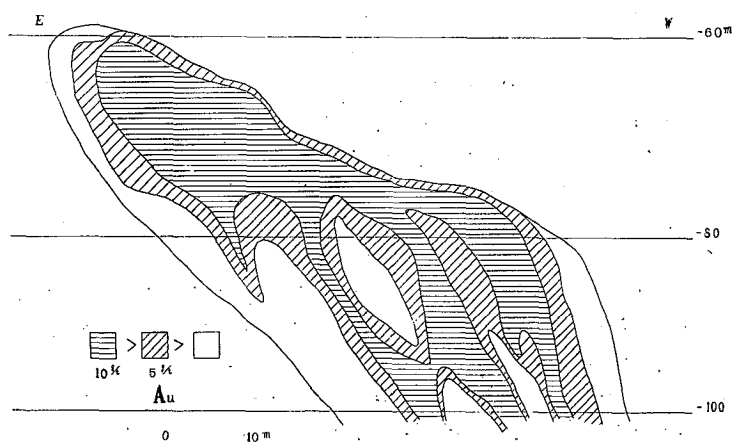
第 14 表 小山鉱山梵天南第二鉱体平均品位

品 位	Au g/t	Ag g/t	Cu %
地 並			
-25m 坑	90.1	13.0	1.93
-40m 坑	167.7	15.0	2.47
-70m 坑	34.8	9.0	2.81
-100m 坑	0.7	0.5	4.16
-130m 坑	0.4	0.5	4.68

鉛鉱-黄銅鉱帯 (移化帯Ⅱ), 下部では黄銅鉱帯に属する。



第 19 図 小山鉱山梵天南第二鉱体金銅富鉱帯図



第 20 図 小山鉱山梵天南第三鉱体金富鉱帯図

(3) 梵天南第二鉱体 最上部坑の -20m 地並より -30m 地並間では閃亜鉛鉱帯, -30m 坑地並より -80m 坑地並では閃亜鉛鉱・黄銅鉱帯 (移化帯Ⅱ), それ以下最下部坑の -130m 地並までは黄銅鉱帯になる。産出鉱物の各地並における分布状態を表示すれば, 第 13 表のようで, 黄銅鉱帯には多量の緑泥石, 一部重晶石をとまう。また各地並の鉱体平均品位を示せば第 14 表のようで -100m 坑以下では金銀はほとんどなく, 銅のみの富鉱体となる。この場合の金品位の変化も急激である。いま上下方向における金銅富鉱部の状態を図示すれば第 19 図のようである。

(4) 梵天南第三鉱体 最上部の -60m 坑では黄銅鉱, 閃亜鉛鉱質でその末端では重晶石, 方解石脈となる。-80m 坑でも黄銅鉱, 閃亜鉛鉱帯に属するが, -100m 坑では黄銅鉱の成分を増加し, 黄銅鉱帯に移化する。金品位は上部の -60m ないし -80m 坑では脈品位

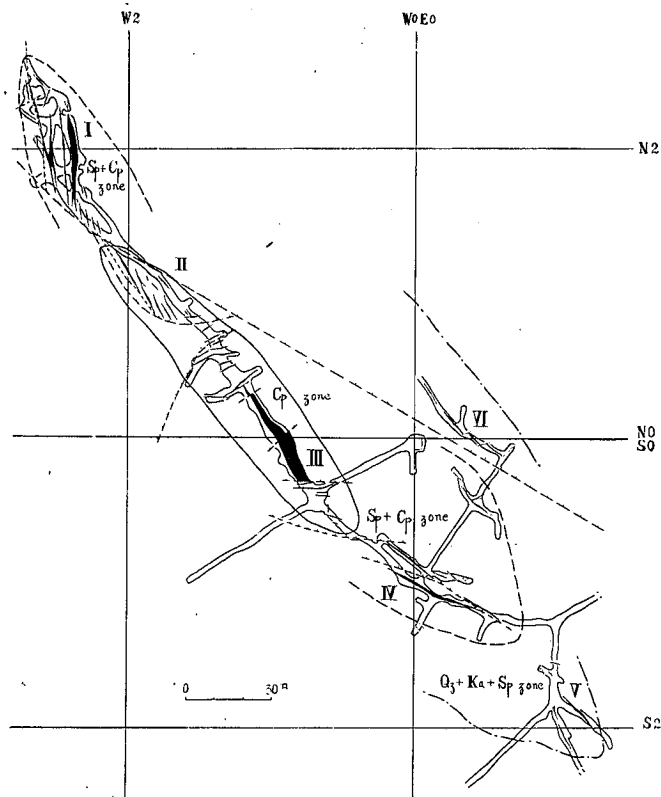
30~50 g/t, 局部的には 4 kg/t の異常に高い値を示すが, -100m 坑では脈品位 10 g/t 以下に低下し, -130m 坑では痕跡程度となり, 反面 Cu 1.2% に達する。いま金品位の分布状態を示せば第 20 図のようで, 下部で富鉱部が尾縮する状態がよくわかる。

(5) 本鉱体 大坑地並より上部では石英・カオリン帯で, 硫化鉱物はきわめて少ないが, -30m 坑地並付近より閃亜鉛鉱をややともない, -60m 坑地並以下では黄銅鉱がみられるようになる。しかし本鉱体では前記諸梵天鉱体に比し硫化鉱物の量が少なく, したがってその带状分布も明瞭でない。

(6) 幸鉱体 -30m 坑地並より -80m 坑地並にわたって開発されているが, 上部では石英・カオリン帯, 下部ではこれに僅量の閃亜鉛鉱をとまう。黄銅鉱, 黄鉄鉱はまれである。

以上の鉱体のほか, 梵天南第四鉱体は石英・カオリン・閃亜鉛鉱帯に属し, 下盤鍾鉱体は石英・カオリン帯に入る。

(7) 総括 上述のように各鉱体は下部に行くにしたがつて閃亜鉛鉱, 黄銅鉱などの硫化鉱物を増加する一般的傾向がみられるが, これら鉱物の変化



第 21 図 小山鉾山 -80m 地並带状分布図

I: 梵天本鉾体 III: 梵天南第二鉾体 V: 梵天南第四鉾体
II: 梵天南第一鉾体 IV: " 第三 " VI: 幸鉾体

する深度、その量的割合は各鉾体によつて異なる。いま黄銅鉾を取りあげて考えてみるに、各鉾体のうち黄銅鉾のもつとも濃集したものは梵天南第二鉾体で、いまこれを中心と考えてみるに、これより離れるにつれて黄銅鉾の量を減じ、水平方向にも上下のそれと同様な带状分布が推定される。たとえば、-30m 坑地並を基準にした場合、梵天南第二鉾体では閃亜鉛鉾、黄銅鉾帯、梵天本鉾体では閃亜鉛鉾帯、本鉾鉾体では石英・カオリン・閃亜鉛鉾帯、幸鉾体では石英・カオリン帯となる。この状態をいま -80m 地並について模式的に示せば第 21 図のようで、これらの事実から当鉾床生成の鉾化作用は梵天南第 2 鉾体を中心に行なわれた疑いがある。

10. 裂罅系について

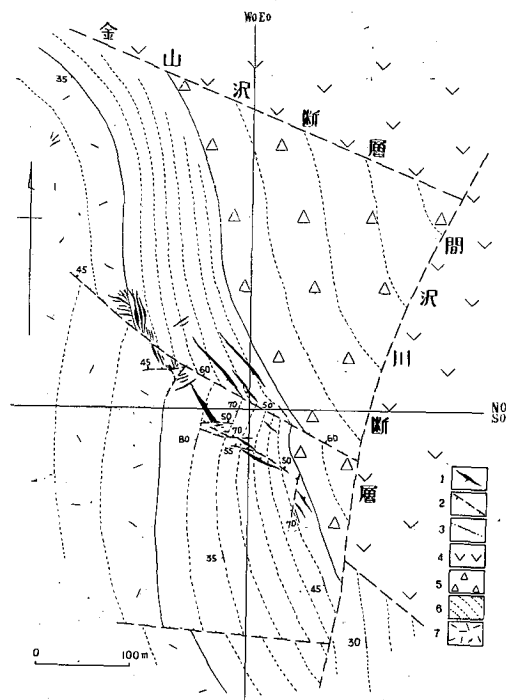
(1) 鉾床胚胎の裂罅 上述のように当鉾床は裂罅充填式の単純鉾脈ないし平行細脈集合体または網状鉾染鉾体で、単純鉾脈ないし平行細脈集合体としては、梵天南第二鉾体、同第三鉾体、同第四鉾体、本鉾鉾体、下盤鉾鉾体および幸鉾体などで、その主要裂罅系は N 35°~60°

W で、東北方あるいは西南方に 70°~80° 急斜している。一方細脈集合の網状ないし鉾染状の塊状鉾体は梵天本鉾体、梵天南第一鉾体および弁天鉾体などで、細脈裂罅としては南北性と東西性とが卓越している。これらの各鉾体の配置を模式的に記せば第 22 図のようで鉾脈系はほぼ平行な 2 群があり、1 つは梵天南鉾体群ではほぼ同一弱線上に第二、第三、第四の 3 鉾体が配列し、他の 1 つはその北側にみられる本鉾鉾床群で、本鉾鉾体、幸鉾体、下盤鉾鉾体などがある。これらの傾斜は逆とともに内側に急斜している。塊状鉾体中梵天南第一鉾体は梵天南鉾脈系の走向延長上に位し、梵天本鉾体および弁天鉾体はその位置より母岩の走向が南から北に向つて NW—SW より N—S ないし NE—SW をへてふたび NW—SW になる逆 S 状褶曲部に相当し、かかる部分は地層の傾斜も急となり、断層も生じている。

(2) 断層 鉾床付近の主な断層は地質図にみられるように間沢川に沿う間沢川断層、オブクロ沢に沿うオブクロ沢断層など走向 N 20° E (南北性) のものと、ほぼこれに直交する金山沢断層などがみられる。

坑内で観察される主要なものには梵天断層

があり、これは走向 N 50°~60° W で東北方 45°~60° に傾斜している。この梵天断層に付随してこれと類似した断層が部分的にみられる。梵天南第一鉾体の下盤を限る断層や第 3 鉾体中にみられる断層などがそれである。梵天本鉾体や本鉾鉾体はこれによつて一応下限が決められ、梵天南第一鉾体および同南第二鉾体は本断層およびこれにともなう断層によつて上限が定められている。梵天本鉾体は上述の逆 S 状褶曲部における緑色凝灰岩と黒色泥岩の両者を母岩とするが、この境界がしばしば断層になつている。この状態は -40m 以下でよく観察され、走向はほぼ南北を示し、西方に 70°~85° 急斜するか、ときに逆転している。さきに述べた鉾床を胚胎している裂罅系とこの断層群との成因的な関係が問題になるが、これらの断層と裂罅系の間にはある関係がみとめられる。南北性断層、東西性断層の剪断裂罅に対し、鉾脈ないし平行細脈式の裂罅は空間的配置では張力裂罅に当る。実際にこの裂罅は鉾脈の場合走向延長が短いわりに脈幅広く、かつ雁行的配列を示し、両盤のずれがないなど張力裂罅の特長を有している。一方塊状鉾体において



第 22 図 小山鉬山付近地質構造および裂コ系統図

- | | | |
|---------|------------|----------|
| 1: 鉬脈 | 4: 流紋岩 | 6: 泥岩 |
| 2: 断層 | 5: 流紋岩質凝灰岩 | 7: 綠色凝灰岩 |
| 3: 走向傾斜 | | |

は逆 S 状褶曲によって南北性、東西性、あるいはこれらに斜交する裂隙などがみられる。南北性のものは剪断裂隙が主で、東西性のものおよびこれに斜交するものは張力裂隙、一部剪断によるものである。この裂隙は褶曲にともなつて局部的に生じたもので、上記の鉬脈系のものとは裂隙の方向、配列などやや趣をことにする。上記のような主要断層および張力裂隙を生じせしめた圧力はおそらく北西-南東方向より加わつた公算がつよい。この種の構造圧力によって鉬床生成前にすでに南北性、東西性両断層とこれに斜交する張力裂隙とが生じ、鉬液は主として抵抗の少ない張力裂隙を選択的に上昇し、これを充填して鉬床を形成したものと考えられる。もちろん、この断層は鉬床生成後も断続的に運動をくり返し、鉬床にも影響を与える一方、現在みられる地質図にも主要な構造線となつてあらわれてきている。このほか断層には鉬床生成後に生じたものも少なくなく、梵天断層はこの 1 つで、鉬体がこれに断たれ、移動されている。

11. 鉬床形成に関する考察

すでに述べたように当鉬床では上下方向にやや顕著な帯状分布がみられる。この傾向は当鉬床に限つたわけではなく、当地域にある陸合、高旭、幸生などにおいても明

らかに認められる。これらの関係については大津秀夫 (1956 a) による研究がある。このような上下変化がみられることは鉬液の温度、圧力、組成など条件の変化が急激であつたためと思われ、この要因は恐らく鉬床生成の場がかなり地表から浅い部分であつたことによるものと考えられる (Borchert, 1951; Schneiderhöhn, 1949)。すでに地質の項で述べたように当地域には酸性火山活動が著しく、流紋岩および同質凝灰岩の発達が良い。この活動と鉬床の生成と密接な関係があることが一応想像され、この活動は西黒沢階上部ないし女川階下部より中部に至るものと考えられる。また地質の項でのべたように鉬床の胚胎に関係あると思われる鉬化作用を蒙っているのは A~D 層であつて E 層、F 層には鉬床を胚胎せず、とくに F 層 (白色凝灰岩、含浮石砂質凝灰岩互層) およびその上部の浮石質凝灰岩・灰色泥岩・砂質泥岩の累層 (女川階上部に相当) 中に鉬化作用の影響がみられないことは、鉬床生成にあずかつた主要鉬化作用がこれらの地層堆積前にすでに終つていたことを暗示しているのかも知れない。もしそうであるならば当鉬床生成期は女川階下部ないし中部になる可能性が考えられる。このように考えれば、鉬床生成時の深度は地層の厚さなどより大略的に当時の地表あるいは海底より 300~500m あるいはこれより浅いと考えられる。

謝辞 本研究にあたり始終御指導いただいた東北大学名誉教授渡辺万次郎先生に感謝の意を表する。また宮城教育大学舟山祐士教授には当地域の地質について御教示を頂き、同大学阿部宏助教授には化学分析に御協力を仰いだ。更に磯部小山鉬床所佐藤所長、本社鉬山事業部の方々には種々御援助を頂いた。ここに厚く謝意を表する。

参 考 文 献

- 阿部 宏 (1957): 金鉬石にともなう緑泥石について。岩鉱, 41, 192~193.
- Borchert, H. (1951): Die Zonengliederung der Mineralparagenesen in der Erolkruste. Geol. Rdsch., 39, 78~51.
- Brindly, G.W. and Robinson, K. (1952): X-ray identification and crystal structure.
- 堀 純郎 (1940): 尾去沢鉬山におけるナルミ鉬 (金鉬) について。地質雑誌, 47, 183~187.
- Mckinstry, H.E. (1948): Mining Geology. 290~307.
- 向山 広 (1950): 高嶺鉬山の鉬石中の金の遊状について (要旨)。地質雑誌, 56, 232.
- 西和田久孝 (1907): 羽前国西村山郡西山村間沢金山。金鉬調査報文, 第 1 回, 113~117.
- 大津秀夫 (1956 a): 山形県中央部の鉬床地帯における鉬化作用と裂隙系に関する研究。鉬山地質, 6, 12~24, 67~77.
- 大津秀夫 (1956 b): 山形県中央部の鉬床の概要。鉬山地質, 6, 51~53.
- Schneiderhöhn, H. (1949): Erzlagerstätten. 22.
- 須藤俊男 (1953): 粘土鉬物, 107.
- 菅木浅彦・保科恒二 (1956): 山形県小山鉬山の地質および鉬床 (要旨)。地質雑誌, 62, 379.
- 渡辺万次郎・菅木浅彦 (1950): 山形県西村山郡西山村の金銅鉬床。鉬技試報告, 9 号, 1~6.