

宮城県細倉鉱山の硫化鉱物中の微量成分について

伊藤 司郎* 大津 秀夫** 高橋 清*

Minor Constituents in Sulfide Minerals from the Hosokura Mine, Miyagi Prefecture

by

Shiro Ito, Hideo Otsu & Kiyoshi Takahashi

Abstract

As a part of investigating the minor constituents in the sulfide minerals from the deposits of Inner Northeast Japan Metallogenetic Province, the authors studied those from the well-known deposits of Hosokura mine, Miyagi prefecture, one of the biggest lead-zinc vein deposits of Japan. One hundred sphalerites, sixty galenas, two pyrites, one chalcopyrite and one stibnite specimens were analysed quantitatively by spectrochemical method for As, Sb, Bi, Ge, Ga, In, Sn, Ni, Co, Mo, Tl, Ag, Mn, Cd, Fe, Cu, Pb and Zn.

Behavior of minor constituents in sphalerite and galena from Hosokura mine was compared with that of the deposits of overall Inner Northeast Japan Metallogenetic Province and Shinjo-Tamatsukuri Mineralization District, and variations of minor constituents in sphalerite and galena were also studied according to different mining area, veins, ore types and depths in Hosokura mine itself.

In conclusion, minor constituents in sphalerite and galena from the mine are generally poor in contents, and from this point, the deposits are believed to be typical "common veins" in the province. But in fact, some sphalerites from the mine have anomalous contents of In and Sn, which are characteristically abundant in sphalerite from so-called "high temperature type" deposits. The anomaly was examined and discussed in regard to the specific nature of each vein and vein group, and for the difference of ore type (mineral assemblage of ore) and depth.

要 旨

東北日本内帯鉱床区に産する硫化鉱物中の微量成分の地球化学的研究の一部として、中新統中～下部のいわゆるプロピライト中に存在する宮城県細倉鉱山の単純鉛・亜鉛鉱脈を取り上げた。

細倉鉱山産閃亜鉛鉱約 100 試料、方鉛鉱約 60 試料、黄鉄鉱 2 試料、黄銅鉱・輝安鉱各 1 試料について、分光分析法により、これらの中の As・Sb・Bi・Ge・Ga・In・Sn・Ni・Co・Mo・Tl・Ag・Mn・Cd・Fe・Cu・Pb・Zn を定量した。

これら分析結果から、特に閃亜鉛鉱と方鉛鉱について、東北日本内帯鉱床区および新庄・玉造鉱化帯に分布する金属鉱床における微量成分の一般的傾向と比較し、また細倉鉱山内において鉱脈別、鉱石型別、地区別および深

さの影響について検討し、次の結果を得た。

(1) 東北日本内帯鉱床区ないし新庄・玉造鉱化帯の鉱脈型鉱床全般に比較して、細倉鉱山産閃亜鉛鉱は As・Sb・Ag・Sn・In 以外の微量成分に乏しい。方鉛鉱も Sb・Ag 以外は低含量を示した。

(2) 細倉鉱山産閃亜鉛鉱・方鉛鉱の大部分は、このように、微量成分に乏しく、普通型単純鉛・亜鉛鉱脈の典型的特徴を示しているが、一部の閃亜鉛鉱試料中には In や Sn の含量が比較的高く、若干の異常性が認められた。

(3) この異常性を種々検討した結果、鉱脈ないし鉱脈群の個性や深さが大きな影響を与えているものと考えられるに至った。

1. 緒 言

ここ数年來、筆者らは東北日本内帯鉱床区に分布する

* 技術部

** 鉱床部

各種金属鉱床の硫化鉱物中の微量成分について、地球化学的な研究を進めてきた。この研究に当って筆者らはまず、できうる限り多くの産地から硫化鉱物試料を収集し、地域的・鉱床型式的に広範囲なデータを作製し、それらを統計して概括的な見通しを立て、その後、このような概括的知識を第2の出発点にして、各種の鉱床にさらに詳細な検討を加えるという漸進的な方法でこの研究を進めてきた。そして現在までに、東北日本内帯鉱床区の金属鉱床を、“黒鉱鉱床”、高温型の鉱物共生関係を示す“ゼノサーマル型鉱床”および高温型共生関係を示さない“普通型鉱脈”に分類した場合、硫化鉱物中の微量成分はそれぞれに特徴的な挙動を示すことが明らかになり、さらにこのような総括的知識をもとにして、黒鉱鉱床およびゼノサーマル型鉱床に属する鉱床の2、3の代表例について、詳細な検討を行なってきた¹²⁾¹⁰⁾⁻¹⁷⁾。

一方、普通型鉱脈に産する硫化鉱物中の微量成分は、統計的にみて、変化に富みながらも含量に乏しいことが、概括的に明らかになっているが、この種の鉱床または鉱床群内での硫化鉱物中の微量成分の分布・挙動をさらに詳細に検討するため、今回は典型的な普通型鉛・亜鉛鉱脈と考えられている細倉鉱山の鉱床群を取り上げた。

なおこの研究に当り、三菱鉱業株式会社三枝守維地質鉱床課長、細倉鉱業所重松喜一地質課長はじめ地質課の方々に種々の有益な御便宜・御教示をいただいた。ここに深く謝意を表する次第である。

2. 鉱床・鉱石の概要

2.1 鉱床の概要

細倉鉱山の鉱床は、いうまでもなく、宮城県北部に存在する本邦屈指の鉱脈型鉛・亜鉛鉱床で、中新統中～下部層に相当すると推定されている変朽安山岩・同岩質凝灰岩・凝灰角礫岩・熔結凝灰岩・頁岩・砂岩・礫岩および流紋岩等からなる複雑な岩体内に胚胎されている。鉱脈の数は優勢なものだけでも数10に達し、東西3.5km以上、南北2.0km以上の広い範囲内に分布して、北方に隣接する大土森鉱山とともに、1つの鉛・亜鉛鉱床地帯を形成している。

細倉鉱山の鉱脈群は、開発の便宜上、東部より西部へ、感天地区(昭光鍾・本鍾・東亜鍾等)、富士地区(富士本鍾・明通鍾等)、二貫目地区(九貫目鍾・半三鍾・旭鍾等)、および鹿の子地区(鹿の子本鍾・鹿の子前鍾・鹿の子奥鍾・半三南鍾等)に4分されている。この地区的区分は、記載の便宜上、本報告にもしばしば採用した。

一般的にいつて、鉱脈はある深度以下では劣化し、全

地区を総合して、各脈の可採部または下底部は、西より東へ緩く傾斜する比較的平坦な zone または平面の上に乗ることが明らかにされている⁹⁾。ただし、北東端の昭光鍾は例外的に深くまで続き、通洞下260m坑準でも優勢で、付近の鉱脈と比較して、100mあるいはそれ以上も下部に利いている特異な鉱脈である。

2.2 鉱石の概要

鉱石は一般に典型的な裂か充填構造を示し、しばしば縞状構造や晶洞が見られ、美麗な輪鉱が認められるのもまれではない。一方このような裂か充填性鉱石に伴なつて、母岩側に、交代作用によつて形成されたと推定されるような構造を有する鉱石もしばしば認められる。

鉱石鉱物は閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱を主とし、局部的には黄銅鉱(鹿の子地区・昭光鍾下部等)、濃紅銀鉱、輝銀鉱(旭鍾・明通鍾等)、輝安鉱(半三南鍾等)が少量産出する。閃亜鉛鉱の色は変化に富み、それについてはすでに戸荻賢二の報告がある¹⁹⁾。褐～暗褐色のものが圧倒的に多い。閃亜鉛鉱はしばしば繊維状を呈する。これは繊維亜鉛鉱(ウルツ鉱)後の同質異像仮像と解されている²⁰⁾。繊維状のものは普通の粒状または塊状のものに比較して、概して濃色のものが多い傾向がある。閃亜鉛鉱、特に繊維状のものは、方鉛鉱・黄鉄鉱・緑泥石・石英・螢石等とともに、しばしば膠状沈殿組織を呈する。

脈石鉱物は緑泥石・石英を主とし、時には方解石・マンガン方解石・螢石・石膏・粘土等を伴なう。石英の外観は多様性に富み、透明で顕晶質なもの、白濁した微晶質なもの(いわゆる milky quartz)、玉髄質なもの等、多種多様である。

以上の鉱石および脈石鉱物の組合せに基づいて、鉱石の鉱物相を考え、鉱石を分類することが可能である。これに基づいて、三枝守維⁹⁾は鉱石を、緑泥石に富むもの2種、石英に富むもの3種、螢石に富むもの1種、その他2種の合計8型式に分類し、戸荻賢二¹⁹⁾もまたこの分類法を採用している。筆者らはこれらの全部を観察し、採取することができなかつたので、採取試料を、この分類法に基づき、それより大まかな次の5型式に分類した。

緑泥石質鉱石

- A₁: 緑泥石中に硫化鉱物が存在するもの。石英は少ない。
- A₂: 緑泥石と石英が密雑する中に硫化鉱物が分布するもの。

石英質鉱石

- B₁: 顕晶質石英に硫化鉱物が随伴するもの。
- B₂: 微～隠微晶質石英に硫化鉱物が随伴するもの。

螢石質鉱石

C: 螢石に硫化鉍物が随伴するもの。

一般に、各鉍脈はこれらのうちの2またはそれ以上の種類の鉍石により構成され、ただ1種類の鉍石のみからなることはない。また概していつて、緑泥石質鉍石は他の型の鉍石より早期の産物であり、石英質および螢石質鉍石はほぼ同時期のものと考えられる。緑泥石質鉍石、特に A₂ 型鉍石は鉍脈の下部に、石英質鉍石は上部に発達する傾向があり、特に昭光鍾で顕著である。細倉鉍山全体を概観すれば、A₂、B₁ およびこれらの複合型の鉍石が圧倒的に多い。

鉍石を構成する各種鉍物の晶出順序は、その中の微量成分の挙動を考察するに当つて、非常に重要な要素ではあるが、当鉍山の場合それを統一的に決定するのは非常に困難である。また、局部的な鉍物相互の前後関係から、鉍床全体にわたる大局的な晶出順序を組み立てる時には、鉍床生成と時間との間の関係に不明確な点が多いので、主観的要素の入り込む危険が少なくない。したがって今回は、鉍物組合せの型式、鉍脈相互の位置的關係、鉍脈内での位置的關係等の、客観的に知り得る要素のみに基づいて考察を進めることにする。

3. 試料の採取、分離および分析法

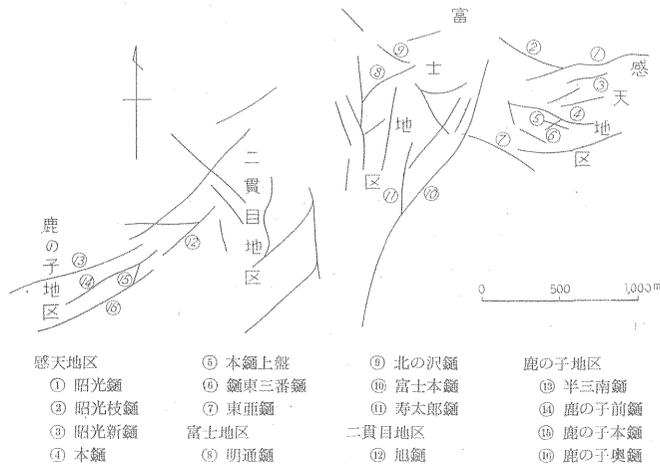
細倉鉍山の数多くの鉍脈から、試料採取が比較的容易であり、産状の観察が十分にできる鉍脈を、感天地区・富士地区および鹿の子地区より選定し、試料採取を行なつた。試料採取鉍脈の位置的相互關係の概略を第1図に示す。

採取試料は 60~80 mesh に粉碎し、双眼顕微鏡下で手選により、閃亜鉛鉍(纖維状のものを含む)・方鉛鉍・黄鉄鉍等を分離し、分析に供した。

分析法はすでに報告した通りで¹²⁾¹⁶⁾、分析試料を等量

第1表 各種元素の分析線および定量限界

元 素	分析線 (Å)	定量限界(ppm)
As	2349.84	50
	2780.197	100
Ag	3280.683	1
	3382.891	2
Bi	3067.716	5
	2989.029	25
Cd	3261.057	10
	2288.018	10
Co	3453.505	3
	3405.120	5
Cu	3273.962	1
	2943.637	2
Ga	2944.175	10
	2651.178	3
Ge	2709.626	7
	4511.323	10
In	3039.356	25
	2576.104	10
Mn	3170.347	1
	3158.165	5
Ni	3414.765	2
	3492.956	5
Pb	2833.069	10
	2311.469	25
Sb	2839.989	7
	3175.019	10
Sn	2767.87	2
	3282.333	100
Tl	3302.588	70
	3345.020	100



第1図 細倉鉍山試料採取鉍脈關係位置圖

第2表 細倉鉱山産硫化鋳物の分光分析結果 (Cr・V・Au・Be・Ba・B・Sr は検出されない)
その1: 閃亜鉛鋳 単位は ppm, たゞし Fe, Cd は %

採取箇所	鋳石型	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Pb	Mn	Cd	Fe		
昭光鍾, -170m	A ₂	—	—	25	—	30	—	5	—	—	—	50	—	150	++	100	0.65	2.2		
	A ₂	80	—	40	—	25	—	25	—	—	—	100	—	2500	+	320	0.50	3.5		
-200m	A ₁	—	—	10	—	40	—	10	—	—	—	75	—	1000	++	80	0.30	2.5		
	B ₁	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	100	—	~5000	+	150	0.35	4.2		
	A ₂	100	80	—	—	80	—	25	—	—	—	250	—	1500	+++	250	0.45	3.0		
	A ₂	—	50	—	—	20	—	10	—	—	—	200	—	2000	+++	200	0.30	5.5		
-230m	B ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	200	—	>5000	++++	400	0.45	6.0		
	A ₂	100	—	—	—	10	10	100	—	—	—	25	—	2000	++	300	0.40	4.0		
	B ₁	500	75	—	1	50	—	50	—	—	—	50	3	250	++	800	0.40	5.0		
	B ₁	50	50	—	1	30	—	10	—	—	—	100	—	100	++	300	0.25	4.8		
	A ₂	—	500	—	—	75	—	10	—	5	—	250	—	250	+++	250	0.35	4.8		
	B ₁	50	75	—	—	75	—	25	—	—	—	100	—	750	++	500	0.35	4.0		
	A ₂	250	250	—	—	40	10	25	—	—	—	—	—	150	++	300	0.55	4.0		
	A ₂	750	750	—	3	75	—	500	—	—	—	—	—	100	2	75	2000	250	0.50	3.4
	B ₁	2500	—	—	—	50	75	75	—	—	—	—	—	75	—	250	5000	300	0.40	3.0
	A ₂	500	1000	—	—	30	5	25	—	—	—	—	—	250	—	1000	+++	300	0.20	2.8
-260m	B ₁	100	—	—	—	40	100	100	—	—	—	—	—	100	—	500	++	300	0.35	2.4
	A ₂	100	500	—	—	20	25	100	—	—	—	—	—	250	—	2000	+++	250	0.45	2.4
	A ₂	500	1000	—	—	40	5	100	—	—	—	—	—	500	—	500	+++	250	0.30	3.2
	A ₂	2500	1500	—	—	30	50	25	—	—	—	—	—	750	—	500	+++	150	0.30	2.4
	A ₂	750	750	—	—	30	100	250	—	—	—	—	—	100	5	100	++	400	0.55	5.5
	A ₂	—	—	—	—	30	—	10	—	—	—	—	—	100	—	250	100	300	0.25	3.0
	A ₂	—	—	—	—	40	—	25	—	—	—	—	—	100	—	500	1000	800	0.40	3.0
	B ₁	—	—	—	—	40	—	7	—	—	—	—	—	50	—	800	++	180	0.35	2.7
	A ₂	—	—	—	—	80	—	10	—	—	—	—	—	100	—	~5000	+	200	0.35	3.5
	B ₁	—	—	—	—	50	—	5	—	—	—	—	—	75	—	1500	+	350	0.65	3.7
昭光上盤鍾, -110m	B ₁	—	—	—	—	25	—	30	—	—	—	—	—	50	—	1000	+	80	0.40	4.5
	B ₁	—	—	—	—	20	80	250	—	—	—	—	—	50	—	250	+	500	0.70	7.0
昭光枝鍾, -200m	B ₂	50	75	10	—	50	—	10	—	—	—	—	—	75	—	1000	+++	150	0.30	3.0
昭光新鍾, -230m	B ₁	—	50	—	1	50	—	25	—	—	—	—	—	100	—	750	+++	300	0.40	2.4
本鍾, -110m	A ₂	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	+++	80	0.20	2.2
	B ₁	—	400	5	—	35	120	500	—	5	—	—	—	250	—	2000	++++	200	0.40	6.8
本鍾上盤鍾, 0 m	B ₂	—	50	—	—	15	—	—	—	5	—	—	—	75	—	75	++	300	0.40	2.0
	B ₁	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	75	—	75	++	300	0.30	2.2
	A ₂	50	500	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	250	—	750	+++	400	0.40	4.5
	A ₂	—	50	—	—	15	—	7	—	—	—	—	—	75	—	250	++	200	0.30	4.5
	A ₂	—	—	—	—	20	—	7	—	—	—	—	—	25	—	75	2000	200	0.40	2.8
	B ₁	—	100	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	75	—	250	+	250	0.30	3.8
	B ₂	—	100	—	—	20	—	7	—	—	—	—	—	100	—	100	+++	500	0.45	4.0
	B ₂	—	75	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	100	—	50	+++	300	0.45	2.8
	B ₂	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	25	—	10	+	180	0.30	2.6
	B ₂	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	75	—	250	+	200	0.25	3.8
	B ₂	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	25	—	10	+	180	0.30	3.2
	B ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	25	—	50	1000	200	0.30	3.2

宮城県細倉鉱山の硫化鉱物中の微量成分について (伊藤司郎・大津秀夫・高橋 清)

採取箇所	鉱石型	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Pb	Mn	Cd	Fe
東三番鍾, 0 m 東亜鍾, -140m	B ₁	—	250	—	—	40	—	—	—	—	—	100	—	100	++	300	0.35	3.8
	B ₂	50	750	—	—	50	25	250	—	—	—	500	—	750	2000	250	0.40	6.2
	B ₁	50	—	—	—	40	10	10	—	—	—	10	—	250	3000	80	0.60	2.8
	B ₂	—	75	—	—	30	25	25	—	—	—	100	—	500	++	180	0.25	4.0
	C	100	3000	—	—	40	250	75	—	—	—	750	—	1000	++	180	0.65	4.0
	B ₁	—	—	—	—	40	—	10	—	—	—	75	—	250	+	300	0.45	3.5
	A ₁	50	100	—	—	40	25	50	—	—	—	75	—	1000	750	180	0.45	3.5
	A ₂	—	75	—	—	30	—	25	—	—	—	75	—	750	1500	400	0.45	2.4
	B ₂	—	500	—	—	75	50	50	—	—	—	150	—	250	++	150	0.65	4.5
	C	—	—	—	—	15	—	—	—	—	5	—	10	—	250	1000	250	0.30
-170m 明通鍾, 0 m	C	—	75	—	—	50	—	—	—	—	—	100	—	250	+	80	0.25	2.2
	A ₂	—	—	—	—	50	—	75	—	—	—	50	—	75	+	80	0.40	2.0
	A ₂	—	—	—	—	20	—	10	—	5	—	25	—	250	1000	100	0.50	2.0
	B ₁	50	50	—	1	10	—	7	—	—	—	250	—	250	+	200	0.20	3.0
	A ₂	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	75	—	250	+	150	0.25	2.4
	B ₁	50	—	—	1	30	—	—	—	—	—	100	—	500	5000	100	0.25	4.0
	A ₂	100	250	—	—	10	—	—	—	—	—	750	—	500	+	700	0.20	4.0
	A ₂	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	75	—	250	5000	250	0.25	2.4
	B ₁	—	750	—	—	10	—	—	—	—	—	250	—	750	++	300	0.30	4.5
	B ₁	500	500	—	1	20	—	—	—	—	—	250	—	500	+++	300	0.25	5.0
北の沢鍾, 0 m 富士本鍾, 下3(-110m)	B ₁	—	—	—	—	20	—	7	—	—	—	250	—	250	++	250	0.20	4.0
	B ₂	—	50	—	1	30	—	7	—	10	—	100	—	250	+++	250	0.30	2.0
	B ₁	50	50	—	1	20	—	—	—	—	—	500	—	250	+	250	0.45	5.5
	B ₁	—	50	—	1	20	—	10	—	—	—	250	—	250	+++	250	0.30	2.0
	A ₂	—	500	—	—	10	—	7	—	—	—	250	—	250	+++	150	0.25	5.6
寿太郎鍾, 下3(-110m)	A ₂	—	—	—	—	20	—	—	—	5	—	100	—	250	+++	250	0.25	2.5
	B ₁	75	250	—	2	20	50	25	—	—	—	250	—	250	++	150	0.25	5.0
	B ₁	—	75	—	1	20	50	25	—	—	—	300	—	500	++	200	0.30	4.6
	A ₂	50	500	—	—	30	—	—	—	—	—	500	—	250	+++	300	0.30	3.5
	B ₁	—	750	—	—	20	—	—	—	—	—	250	—	100	+++	300	0.40	2.8
旭鍾, 0 m 半三南鍾, 下1 0 m 鹿の子前鍾, 0 m 鹿の子本鍾, 0 m	A ₂	—	—	—	—	50	—	5	—	5	3	75	—	75	+++	300	0.30	2.8
	B ₁	75	500	—	—	10	—	—	—	—	10	100	—	1000	++++	120	0.30	3.8
	B ₁	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	3	75	250	+	250	0.25	2.8
	A ₂	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	75	—	250	2000	200	0.30	3.8
	B ₁	—	50	—	—	10	—	—	—	—	—	250	—	100	+++	100	0.25	2.0
	B ₂	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	75	—	250	3000	200	0.45	2.8
	A ₂	—	50	—	—	60	—	—	—	5	—	250	—	500	+	150	0.50	2.5
	A ₂	—	100	—	—	20	—	—	—	—	—	75	—	250	+	100	0.30	2.8
	B ₂	—	100	—	—	10	—	—	—	—	—	150	—	750	+	80	0.35	2.8
	B ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	500	—	250	+	200	0.40	3.5
	B ₁	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	10	—	100	1000	250	0.35	3.5
	A ₂	—	50	—	—	30	—	—	—	—	—	100	—	250	+++	400	0.35	3.5
	B ₁	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	50	—	100	++	250	0.30	4.0
	B ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	100	—	250	++	80	0.30	2.8
	A ₁	50	—	—	—	30	—	—	—	—	—	25	—	250	250	250	0.30	2.8
A ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	100	—	75	+++	300	0.25	3.0	
B ₁	50	—	—	—	10	—	—	—	—	—	100	—	500	++	200	0.30	2.4	

地質調査所月報 (第13卷 第9号)

採取箇所	鉱石型	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Pb	Mn	Cd	Fe	
鹿の子奥鍾, 0 m	B ₁	250	—	—	—	20	—	—	—	—	—	100	—	500	++	200	0.25	4.2	
	A ₁	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	75	—	100	1000	250	0.30	3.0	
	A ₂	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	75	—	75	1000	250	0.40	2.4	
	B ₁	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	75	—	75	2000	250	0.30	3.8	
	A ₁	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	100	—	250	+	250	0.35	3.8	
	A ₂	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	100	—	100	+	500	0.25	3.5	
	A ₁	—	—	5	—	20	—	—	—	75	—	—	250	—	250	+	400	0.35	3.8
	B ₂	—	50	—	—	30	—	—	—	—	—	—	75	—	75	+	500	0.60	2.0
	A ₂	—	100	—	—	30	—	—	—	—	—	—	250	—	100	+++	100	0.35	2.5
	B ₂	—	—	—	—	50	—	—	—	25	—	—	50	—	100	+	300	0.55	2.8
	A ₂	—	50	—	—	30	—	5	—	—	—	—	75	—	75	++	250	0.30	2.5
	B ₁	—	—	—	—	50	—	—	—	5	—	—	75	—	250	+	100	0.60	2.8
	A ₂	50	100	5	—	50	—	—	—	7	—	—	500	—	100	++	150	0.25	3.2

その2: 方鉛鉱

採取箇所	鉱石型	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Zn	
昭光鍾, -200m	B ₁	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	100	250	
	A ₂	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	250	200	
	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	800	—	250	400	
-230m	A ₂	75	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	5	50	250	
	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	750	1	8	500	
	A ₂	—	2500	75	—	—	—	—	—	—	—	750	1	75	500	
	A ₂	—	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	750	3	10	1000	
	A ₂	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1	3	750	
	A ₂	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	3	500	1	100	250
	B ₁	—	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2000	—	7	~5000
-260m	B ₁	—	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	2000	2	20	>5000	
	B ₁	—	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	1500	—	5	2500	
昭光上盤鍾, -110m	B ₁	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	3	200	
本鍾, -110m	A ₂	—	400	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	7	100	
本鍾上盤鍾 0 m,	B ₂	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	25	750	
	B ₁	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	10	500	
	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	5	1000	
	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	5	750	
	B ₁	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	10	1000	
	B ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	750	1	25	250	
	B ₂	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	10	500
	B ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	10	5000
	B ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	10	1000
	B ₂	—	1000	50	—	—	—	50	—	—	—	—	750	5	10	750
	東亜鍾, -140m	A ₂	—	750	25	—	—	—	—	—	—	—	750	—	25	2500
B ₁		—	750	10	—	—	—	—	—	—	—	750	1	25	100	
B ₂		—	750	10	—	—	—	—	—	—	—	750	1	25	3500	
A ₂		—	750	25	—	—	—	—	—	—	—	750	1	10	750	
明通鍾, 0 m	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	50	500	

採取箇所	鉱石型	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Zn	
明通上盤鉱, 0 m	A ₂	—	600	—	—	—	—	—	—	—	3	500	—	10	500	
	A ₂	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	2500	1	10	500	
	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	1500	2	10	1000	
	B ₁	—	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	2500	1	10	2500	
富士本鉱, 下3(-110m)	A ₂	—	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	3	50	500	
	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	2500	1	75	1000	
寿太郎鉱, 下3(-110m)	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	750	1	7	250	
	A ₂	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	500	3	10	500	
旭鉱, 0 m	B ₁	—	500	—	—	—	—	—	—	—	10	250	5	1	1000	
	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	20	500	3	1	500	
半三南鉱, 上1	B ₂	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1	2	250	
	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	10	25	750	
	B ₂	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	2	500	
	B ₂	—	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	2500	1	50	750	
	A ₂	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	1	50	750	
	B ₁	—	250	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	5	500	
	B ₁	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	500	5	2	500	
	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	25	—	—	—	250	—	75	2500
	B ₁	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	10	750
	A ₁	—	500	10	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1	10	1000
鹿の子本鉱, 0 m	A ₂	—	500	—	—	—	—	—	—	—	—	700	—	25	500	
	A ₁	50	500	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1	1	250	
鹿の子奥鉱, 0 m	A ₂	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	3	500	
	A ₁	—	500	20	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	10	2500	
	A ₁	—	500	75	—	—	—	—	—	—	—	1000	1	8	1000	
	B ₂	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1	1	250	
	A ₂	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	25	100	
	B ₁	—	600	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1	3	250	
B ₁	—	750	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	3	10	250		

その3: その他の硫化鉱物

採取箇所	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ni	Co	Mo	Ag	Tl	Cu	Pb	Zn
黄銅鉱, 鹿の子本鉱, 0 m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	主成分	100	750
黄鉄鉱, 昭光鉱, -230m	2500	300	—	—	—	—	7	—	—	—	10	2	10	2000	10000
〃	250	150	—	—	—	—	10	—	—	2	100	—	50	2000	20000
輝安鉱, 半三南鉱, 上1	50	主成分	—	—	—	—	—	—	—	1	100	—	100	500	2500

の食塩と混合し, JACO エパート型 3.4m 格子分光器を用いて直流弧光法により定量した。分析に用いた各元素の分析線および定量限界を第1表に示す。また分析結果をまとめて第2表に示す。表中, 閃亜鉛鉱中の Pb で+で示したものは 0.7% 前後, ++++ は 5% 前後である。

4. 閃亜鉛鉱中の微量成分

4.1 東北日本内帯鉱床区全般との比較

すでに報告してあるように¹²⁾, 東北日本内帯鉱床区内の鉱床を黒鉄鉱床・普通型鉄脈・ゼノサーマル型鉄床に3大別すると, 閃亜鉛鉱では, Ge・Ga・As・Sb 含量は

黒鉱鉍床産のものに特徴的に高く、普通型鉍脈では著しく低く、ゼノサーマル型鉍床ではさらに低くなっている。これと全く逆の傾向を示すのは In・Sn・Bi・Co・Ni 含量で、ゼノサーマル型鉍床で特徴的に高く、普通型鉍脈では低下し、黒鉱鉍床ではさらに低くなっている。Mo は黒鉱鉍床と一部のゼノサーマル型鉍床に特徴的である。このように普通型鉍脈に産する閃亜鉛鉍中の微量成分は、黒鉱鉍床とゼノサーマル型鉍床との中間的な性質を示し、概して微量成分に乏しいのが特徴である。細倉鉍山の鉍床はこの普通型鉍脈の典型的なものと考えられている。

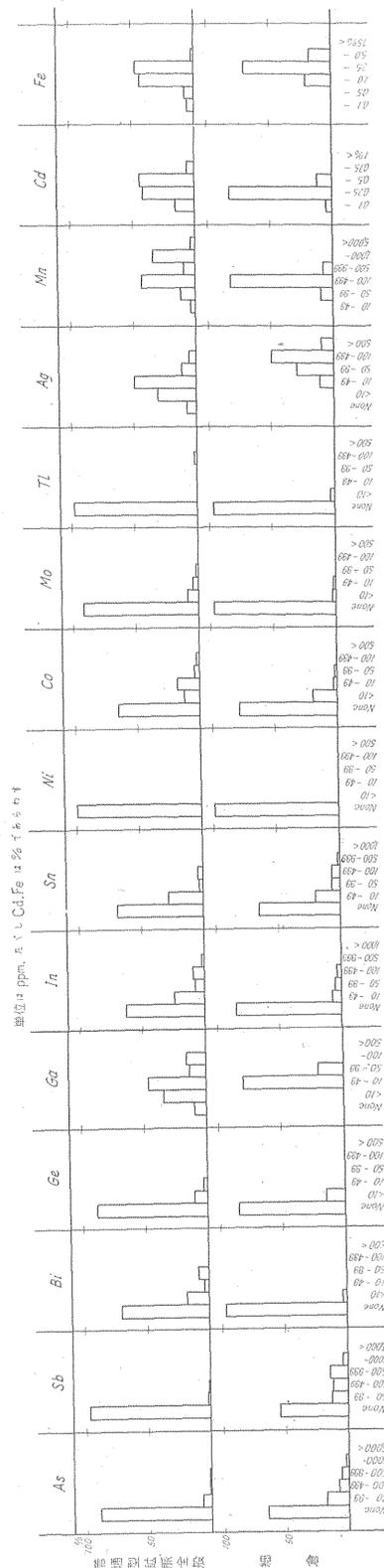
東北日本内帯鉍床区全般についての普通型鉍脈に産する閃亜鉛鉍中の微量成分の頻度分布と、細倉鉍山産閃亜鉛鉍のそれとを比較して第2図に示す。これからも明らかなように、細倉鉍山産閃亜鉛鉍は普通型鉍脈全般と比較した場合、非常に類似しているが、As・Sb・Ag・Sn 含量が若干高い特徴を持っている。

特に Sn が前記の普通型鉍脈の一般性に反して、細倉鉍山産閃亜鉛鉍にかなりの検出頻度を示すことは、非常に重大な問題である。ただし Sn 含量の高いものは、感天地区の、それも昭光鍾より採取した閃亜鉛鉍が大部分であり、かつ、昭光鍾の試料が比較的多数であったために、全体としての検出頻度が高くなったもので、昭光鍾の試料を除外すれば、普通型鉍脈全般における同等の検出頻度を示すことになる。これについてはさらに後で考察する。

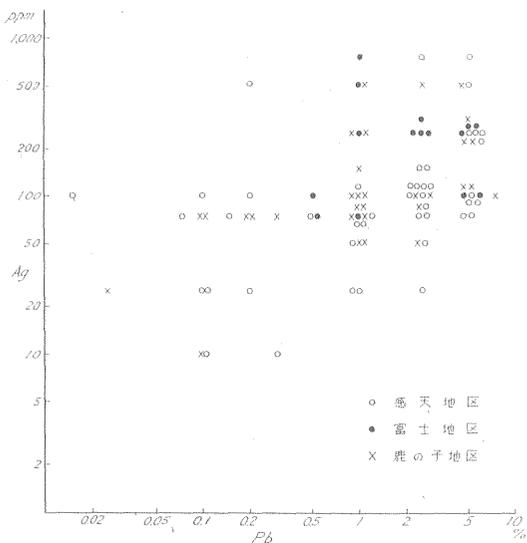
その他、Ag は普通型鉍脈全般におけるよりも1桁高い頻度分布を示した。三宅輝海によれば⁹⁾、細倉鉍山の高 Ag 閃亜鉛鉍は暗色種に限られるが、逆は必ずしも成立しない。また富鉍部の中心にある最後の晶出時に生成した閃亜鉛鉍に Ag 含量の高いものが多いと報告されている。筆者らの分析結果からは、第3図で見られるように、Ag が 150 ppm 以上の高含量を示した閃亜鉛鉍は、ほとんどすべて n% の Pb を含有している点から、閃亜鉛鉍中の高 Ag 含量の少なくとも一部は、分離し得なかつたきわめて微細な方鉛鉍に由来している可能性がある。Sb の場合も同様なことが考えられる (第4図)。

4.2 新庄・玉造鉍化帯全般との比較

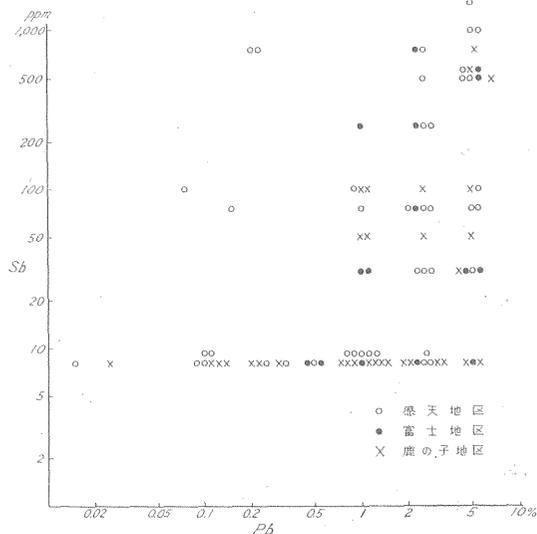
新庄盆地周辺より宮城・山形県境北部を経て、細倉鉍山周辺に至る陸羽東線沿線地域 (山形県新庄市・最上郡、宮城県玉造郡・栗原郡、秋田県雄勝郡) には、新第三紀の岩石やまれには古期の基盤岩中に、多数の熱水性鉍床が分布していて、一つのまとまった鉍床地帯を形成している。筆者らはこれを新庄・玉造鉍化帯と称している。細倉鉍山はこの新庄・玉造鉍化帯の東端に位置している



第2図 東北日本内帯鉍床区普通型鉍脈全般および細倉鉍山産閃亜鉛鉍中の微量成分の頻度分布図



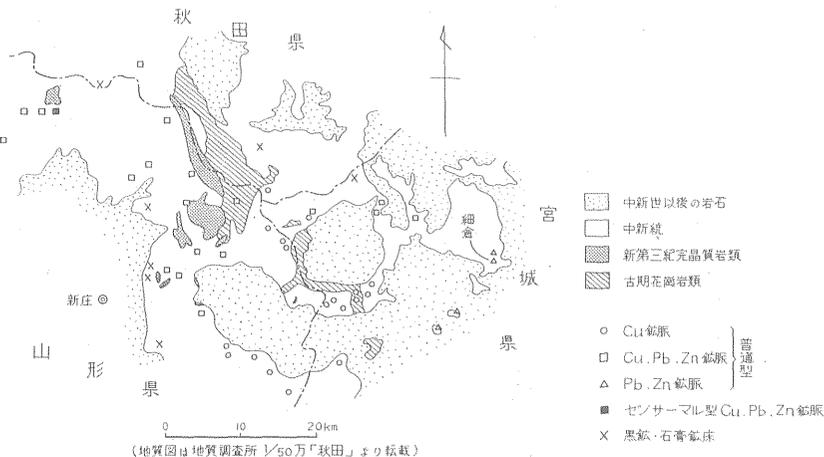
第 3 図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の Ag-Pb 関係図



第 4 図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の Sb-Pb 関係図

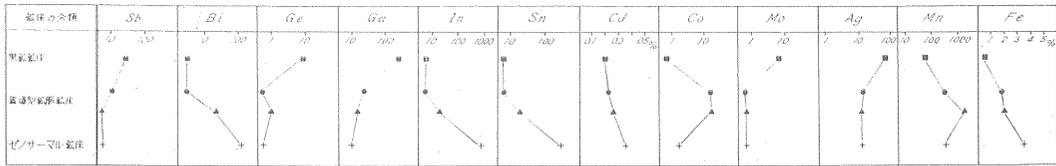
ことになる。当鉱化帯内における鉱床の分布は第 5 図に示す通りで、地域のほぼ中央部、県境付近の基盤花崗岩類の露出する地区には、閃亜鉛鉱や方鉛鉱に乏しく、赤鉄鉱をしばしば随伴する緑泥石・銅鉱型の鉱脈が密集し、その周囲、特に西側の新第三紀花崗岩質完晶岩類の分布する地区には、銅・鉛・亜鉛雑鉱脈が数多く見られる。東方は新期の火山碎屑岩類に被覆されているが、所所に中新統中～下部層が窓状に露出し、その中に細倉鉱山を始めとする鉛・亜鉛鉱脈または銅・鉛・亜鉛鉱脈が存在している。新庄盆地周縁や荒雄山(鬼首)カルデラの北方等の鉱化帯周辺部に分布する中新統上部層中には、黒鉄鉱床、黒鉄式網状鉱床、石膏鉱床等の広義の黒鉄鉱

床が知られている。新庄盆地北方にある日正鉱山の鉛・亜鉛(・銅)鉱脈は、新第三紀花崗岩質完晶岩類のごく近傍にあり、折本三千夫⁷⁾によりゼノサーマル型鉱脈と考えられている。また新庄盆地東方の大堀鉱山には、普通型の銅・鉛・亜鉛鉱脈のほか、石灰質薄層を交代したと考えられる特異な鉛・亜鉛層状鉱床がある⁸⁾¹⁸⁾。また当地域中央部の竜神鉱山には、磁鉄鉱を多産する銅鉱脈の存在が筆者らにより認められている。以上の諸鉱床は、黒鉄鉱床や日正鉱山・大堀鉱山の特殊な鉱床を除けば、ほとんどすべて普通型鉱脈に属するものと考えられる。



(地質図は地質調査所 1/50万「秋田」より転載)

第 5 図 新庄・玉造鉱化帯鉱床分布図



第 6 図 新庄・玉造鉛化帯閃亜鉛鉱中の微量元素の挙動 (単位 ppm, ただし Fe, Cd は%であらわす)
 As は平均 20 ppm 以下, Ni, Tl は検出されない
 Fe, Cd を除いて, 対数目盛であらわす
 普通型鉛脈のうち, ●は鉛・亜鉛脈, ▲は銅・鉛・亜鉛脈と緑泥石・銅脈脈とを合わせたものを表わす

新庄・玉造鉛化帯の鉛床群の詳細については、別の機会に報告する予定であるが、上記のように当鉛化帯においては、広義の黒鉛鉛床、普通型鉛・亜鉛脈、普通型銅・鉛・亜鉛脈、普通型緑泥石・銅脈脈が比較的規則正しい水平累帯分布を示し、その中に 1, 2 のゼノサーマル型と思われる鉛脈が存在する。これらの各型の鉛床に産する閃亜鉛鉱中の微量元素含量を、鉛床型別に平均し、鉛床型に対する推移をたどれば第 6 図のようになる。

普通型鉛脈のうち、細倉鉛山の諸鉛脈のような単純鉛・亜鉛脈は、緑泥石・銅脈脈や銅・鉛・亜鉛脈に較べて、鉛液からの分別分化が進んだ状態にあると考えられ、したがってこれらの各種鉛脈の硫化鉛物中の微量元素含量には、互いに差異があると推測される。普通型鉛脈を鉛・亜鉛脈、銅・鉛・亜鉛脈および緑泥石・銅脈脈に分類すると、一般的には、この順に閃亜鉛鉱中の Bi・In・Sn・Co 等の含量は増加し、逆に As・Sb・Ge・Ga・Tl 等の含量は減少する傾向があるが、当鉛化帯においても、第 6 図に示したように、これとはほぼ一致する変化傾向が認められ、その中で細倉鉛山産閃亜鉛脈は、普通型鉛・亜鉛脈としての特徴を明瞭に示している。ただしこの場合も、一部の試料中に In や Sn の含量が異常に高いものがあることは、前記の鉛床区全般との比較において指摘したと同様に、注目すべき事実である。

4.3 鉛脈別の比較

細倉鉛山内での閃亜鉛鉱中の微量元素の挙動の変化傾向を求めるために、まず、鉛脈別の検討を行なった。各元素に関する鉛脈別の頻度分布を第 7 図に示す。ここに、昭光枝脈・昭光新脈は昭光脈に、寿太郎脈は富士本脈に、明通上盤脈・北の沢脈は明通脈に、本脈上盤脈・東三番脈は本脈に含め、鹿の子前脈・同奥脈・同本脈はまとめて鹿の子脈とした。

(A) Au・B・Ba・Be・Bi・Co・Cr・Ge・Mo・Ni・Sr・Tl・V

これらの元素はいずれも、各脈ともに、ほとんどが検出限度以下であり、ごくまれに検出限度に達するものが

あるにすぎない。

(B) As・Sb

この 2 元素は第 7 図に示したように、各脈とも大半は検出限度以下であり、含量が多くなるにつれて、頻度が急激に低下する型の分布を呈する。ただし昭光脈からの試料のみは若干異なり、含量に対する頻度の変化が比較的少ない特徴を有する。

(C) Ga・Fe・Mn

これらの元素は、ある含量に対して頻度の極大値を有する正規型の分布を示す。極大の位置は各元素とも鉛脈によつてはほとんど変化しないが、東亜脈の Mn のみは他の鉛脈とは異なる位置に極大を有する。また富士本脈と東亜脈の Fe は、他の鉛脈の場合と比較して、わずかに歪んだ頻度分布を示す。

(D) Cd・In・Sn

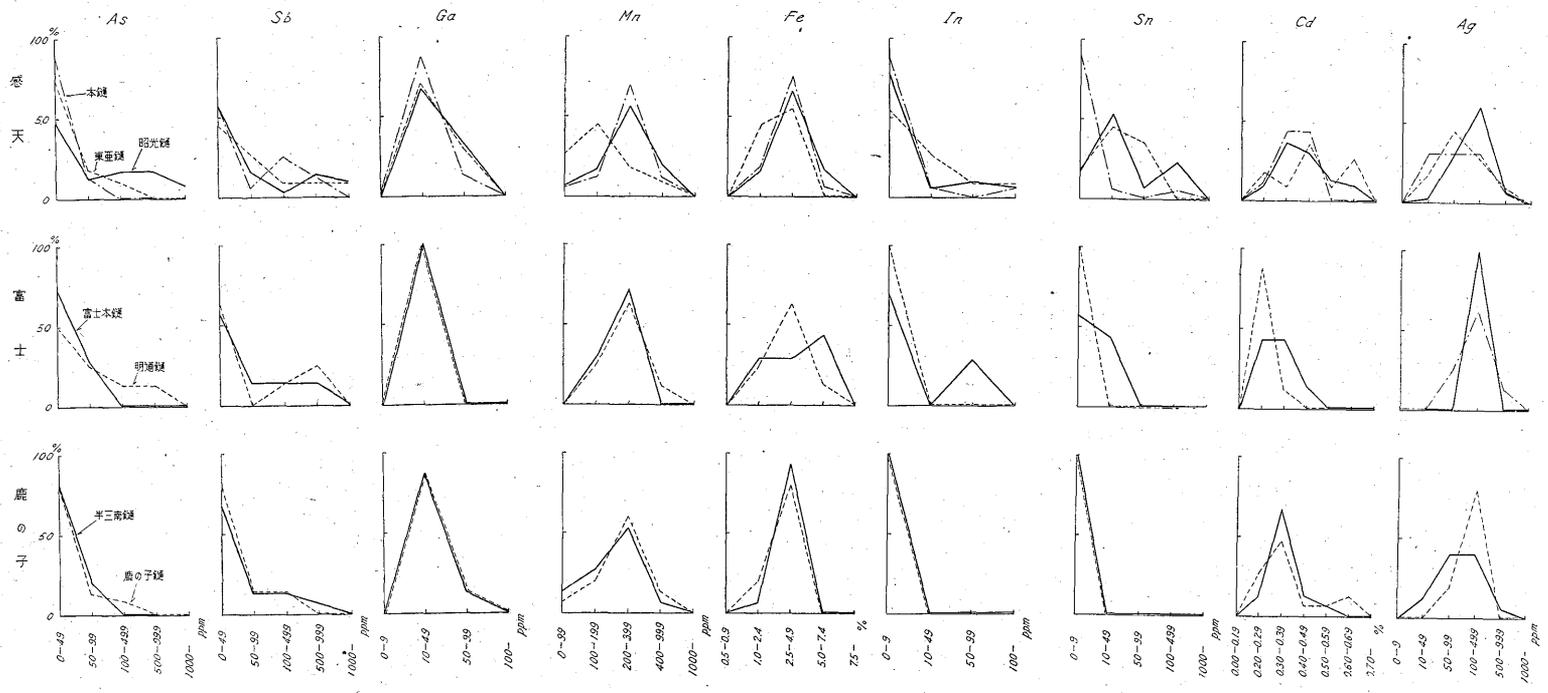
これらの 3 元素は、鉛脈によつて異なる非常に不規則な頻度分布を示す。明通脈・鹿の子脈・半三南脈の In・Sn は (B) と同型、東亜脈以外の各脈の Cd は (C) と同型の頻度分布を示すが、昭光脈・東亜脈・富士本脈の In・Sn、東亜脈の Cd はかなり不規則な頻度分布を有するものである。

(E) Ag

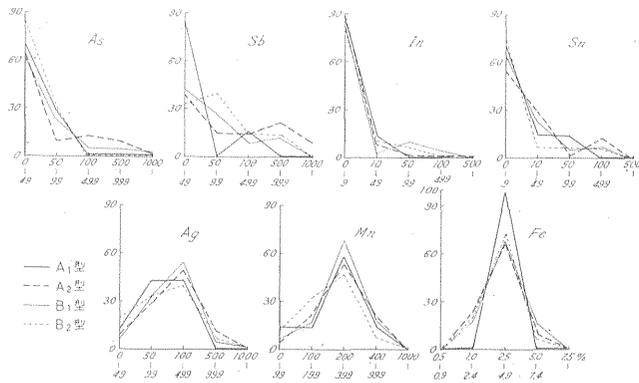
Ag は鉛脈によつて特徴的な規則的頻度分布を示す。すなわち、各鉛脈ともに対数正規型分布を示しながら、本脈・東亜脈・半三南脈・鹿の子脈・明通脈・昭光脈・富士本脈の順に、極大の位置が高含量の方へ移動するとともに、頻度の極大値が増大する。このような Ag の頻度分布に関する鉛脈相互の関係の原因は、いまのところ明らかでないが、鉛脈によつて、したがって多分生成環境によつて、Ag の頻度分布が非常に敏感であるという可能性は十分に考えられる。

4.4 鉛石型別の比較

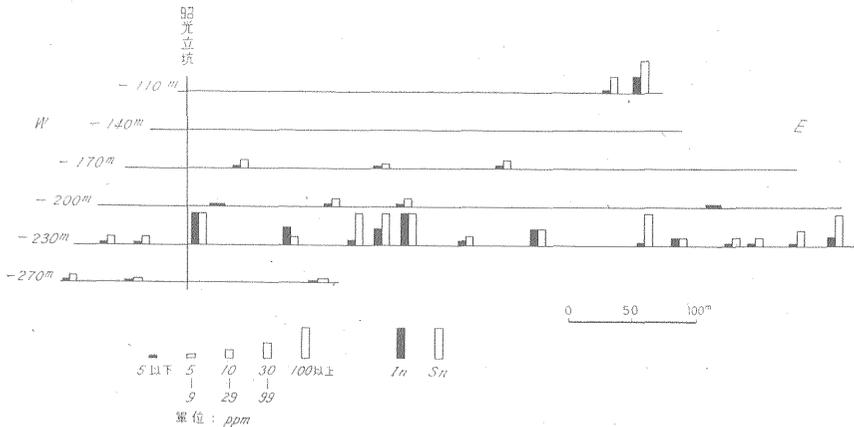
次いで、採取した閃亜鉛鉛試料を 2 で述べた鉛石型について分類し、それぞれの型における微量元素の挙動を検討した。比較的検出率の高い微量元素について、その鉛石型別頻度分布を第 8 図に示す。ここに縦軸は頻度



第7図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の微量成分の鉱脈別頻度分布図



第8図 細倉鉛山閃亜鉛鉱中の微量元素の鉱石型別頻度分布図



第9図 細倉鉛山昭光鍾におけるInとSnの分布図

(%)、横軸は含量 (ppm, Fe のみは %) を表わす。C型のもは他の型のものに較べて、試料数が非常に少ないので省略した。

第8図から明らかなように、これらの元素の頻度分布は鉱石型によって大きな変化はないものと考えざるを得ない。ただ Sb のみについては、幾分変化が著しいが、Sb 含量の大部分はすでに述べたように、不純物として含まれる方鉛鉱に由来すると考えられるところから、その原因を直接鉱石型に求めることは非常に疑わしい。また In と Sn の高含量部において、若干の鉱石型別差異が認められるが、In と Sn に富む昭光鍾の試料を除外すれば、各型ともほとんど同一の頻度分布を示すようになり、したがって、In と Sn の頻度分布は、鉱石型別よりはむしろ鉱脈別の特徴をより強く示すものであると考えた方が妥当であろう。昭光鍾のみについても、Sn 含量の特に高い試料が A₂ 型に見られるほかは、大きな鉱石型別の差異を認めることができなかった。

C型に属する閃亜鉛鉱についても、この鉱石型を特徴付けるに足るデータは得られていない。

以上のように、現在のところでは、微量元素の挙動が鉱石型によって著しく相違するというを積極的に認めることはできない。

4.5 深さに対する検討

鉱脈別の検討において異常の認められた昭光鍾・東亜鍾・富士本鍾における試料の採取箇所は、他の鉱脈における採取箇所が通洞坑地またはその付近にあるのに対して、かなり下部にある。すなわち、富士本鍾では通洞坑下 110 m、東亜鍾では 140 m ないし 170 m、昭光鍾では 110 m ないし 260 m の坑準での試料である。したがって、このような“深さ”という要素が微量元素の挙動の異常性に影響している可能性は充分考えられる。たしかに、今回の採取試料に関して、ほぼ同一坑準からの本鍾・明通鍾・半三南鍾・鹿の子鍾産の試料中の微量元素の鉱脈別頻度分布は、みなほぼ同一の性格を有し、下部から

採取した富士本鍾・東亜鍾・昭光鍾産の試料は、みな異常な頻度分布を示す点は非常に対称的である。

昭光鍾における試料採取箇所と In および Sn の含量との関係を第9図に示す。In と Sn の含量は下部の-230 m 坑準において急激に増大するが、さらに下部の-260 m 坑準ではあまり高含量ではない。ただしこの場合、-260 m 坑準の試料が鉱体の周辺部に限られている点を考慮に入れる必要がある。微量成分の含量は鉱体の中心部(富鉱部)において高く、周辺部(貧鉱部)において低いことがしばしば認められているからである¹²⁾。1つの鉱脈における微量成分の含量と深さとの関係は、さらに綿密な試料採取の下に、さらに多数の試料について考察する必要があるが、概していうと、In や Sn の頻度分布に異常性が認められた富士本鍾・東亜鍾および昭光鍾を括めてみれば、深さとともにその異常性が逐次的に増大している。

以上に述べてきたところでは、“深さ”を非常に単純に、坑準という水平面で表現してきた。たしかに坑準の深浅は鉱化作用に関する“深さ”の概略をある程度は示すものであるが、広い範囲を考える時には、かなりの注意を必要とする。上述のように In・Sn の異常性と深さとの関係がある程度認められる鉱脈は、今回の試料採取では、実は広い細倉鉱山の中でも、主として東部の感天地区に限られて存在するものである。細倉鉱山全般を考えれば、2.でその概要を述べたように、西方のものほど鉱化作用が上方の坑準に達して、したがって同一坑準では、西方のものほど鉱化作用に関して深い位置にあるものと考えられている。例えば鹿の子地区の通洞坑準は、同地区が細倉鉱山の最西部に位置しているため、鉱化作用に関してはかなり深い位置にあるものと考えられ、東部の感天地区の東亜鍾・昭光鍾等で今回試料採取した坑準にほぼ相当する“深さ”にあるものと推定される。したがって微量成分の挙動が、鉱化作用に関する深さに一様に関係があるものとするれば、鹿の子地区の通洞坑準で採取した試料の少なくとも一部には、In や Sn の含量の異常性が認められても良いはずである。しかし実際は、それが全く認められていない。一方感天地区の本鍾の通洞坑準は、鉱化作用に関してかなり上位にあるにもかかわらず、そこで採取した試料の一部には In や Sn が検出されている。

西部の鹿の子地区等のさらに下部に、異常性のある閃亜鉛鉱を産するか否かは、今後の開発をまつほかはないが、以上のように考えてくれば、深さのみが In や Sn の異常性に関与しているとするのは非常に危険であろう。

4.6 地区別の比較

深さに関する検討の項ですでに言及したように、In や Sn に関して異常性が認められた鉱脈は、東部の主として感天地区のものに限られていて、異常性鉱脈の分布に地区的なかたよりがある可能性がある。そこで、細倉鉱山の鉱脈を感天・富士・鹿の子の3地区に分けて、それぞれの閃亜鉛鉱中の微量成分を検討した。第10図に閃亜鉛鉱中の微量成分の頻度分布を地区別に示す。なお二貫目地区に入る旭鍾の2試料のデータは、距離的に近い鹿の子地区に入れた。

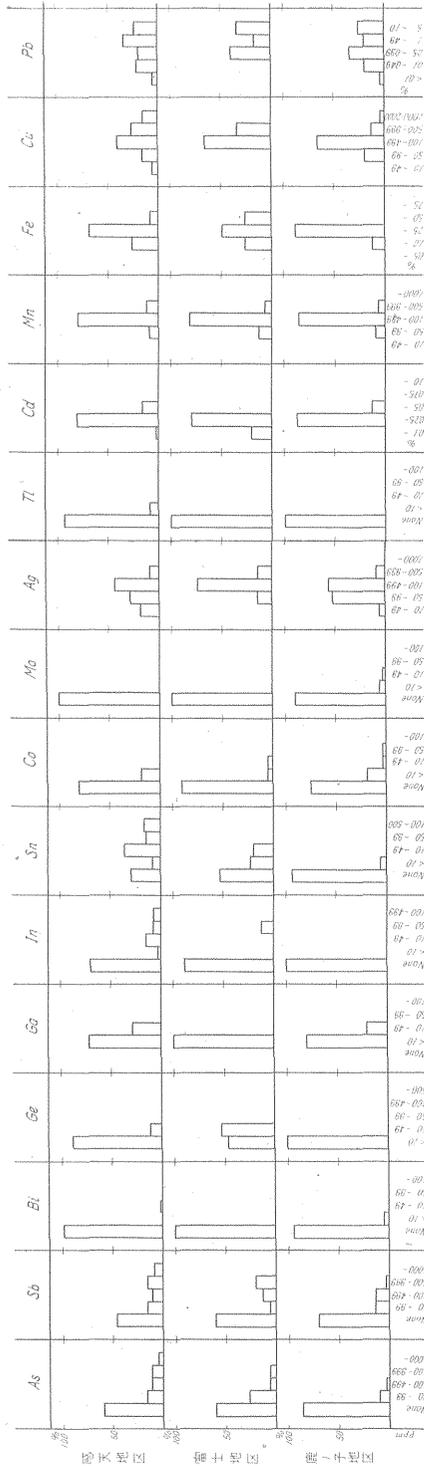
第10および7図から、3地区はそれぞれ微量成分上の特徴を持つているように考えられる。すなわち、感天地区から採取した試料は他の2地区からのものに比較して、As・Sb・In・Sn が特徴的に多く、Co が少ない。これに対して鹿の子地区から採取した試料には In と Sn がほとんど全く検出されず、As や Sb の含量も少ないが、Co や Mo の含量が多少高い。富士地区は試料数が他の地区に較べて少ないので問題はあがるが、Ag 含量が比較的高いことを除けば、頻度分布からは一応位置の関係に対応して、感天・鹿の子両地区の中間に位置すると考えられる。

第11図に Fe と Mn の含量の関係を示す。牟田邦彦⁹⁾によれば、閃亜鉛鉱中の Fe と Mn とは正の相関を示すとされているが、細倉鉱山の場合は、この図からも明らかのようにばらつきが著しい。ただし、鹿の子地区の試料は Fe 含量が多くなると Mn もほぼ多くなる傾向を有し、富士地区の試料は Fe 含量が変化しても Mn 含量がそれほど変化しない傾向がある。感天地区の試料は完全にばらつくが、本鍾の試料のみを取つてみると、富士地区の場合に似た傾向を有する。細倉鉱山産閃亜鉛鉱の含鉄量については三宅輝海⁴⁾の報告があり、かなりのばらつきを認めている。また戸菊賢二¹⁹⁾によれば色の濃いものほど含鉄量が多いという一般的な事実も、細倉鉱山の場合には当てはまらないことがあるとされている。今回の分析結果でも、特に淡色のもの場合、色の濃淡と含鉄量に著しい不一致の認められるものがあつた。

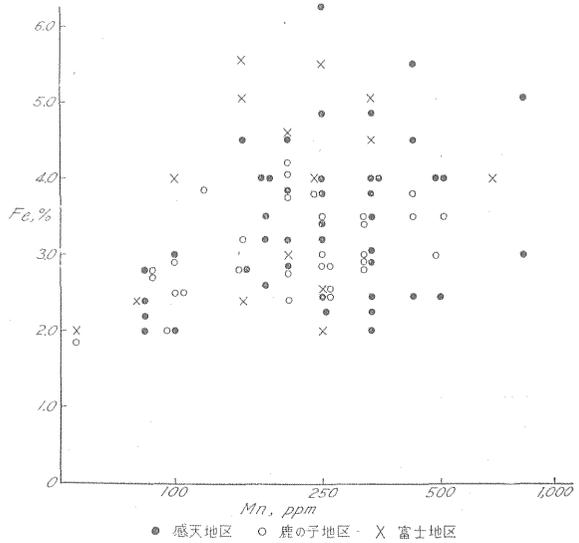
Fe と Cd との関係(第12図)についても同様にばらつきが著しいが、鹿の子地区からの試料では、Fe 含量が多くなれば Cd 含量が少なくなる傾向が認められる。富士地区の試料は、Mn の場合と同様に Fe 含量が変化しても Cd 含量はあまり変化せず、感天地区の場合は Fe と Cd の間に関係が認められない。

5. 方鉛鉱中の微量成分

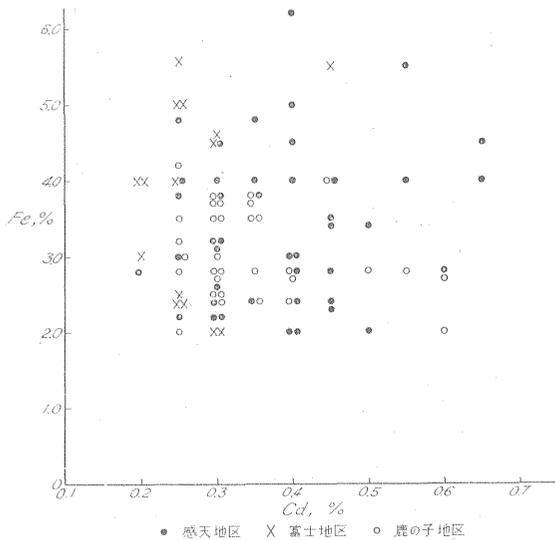
今回細倉鉱山で採取した方鉛鉱試料の数は、閃亜鉛鉱の試料数に較べてかなり少ないので、閃亜鉛鉱ほどには



第10図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の微量元素成分の地区別頻度分布図



第11図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の Fe-Mn 関係図

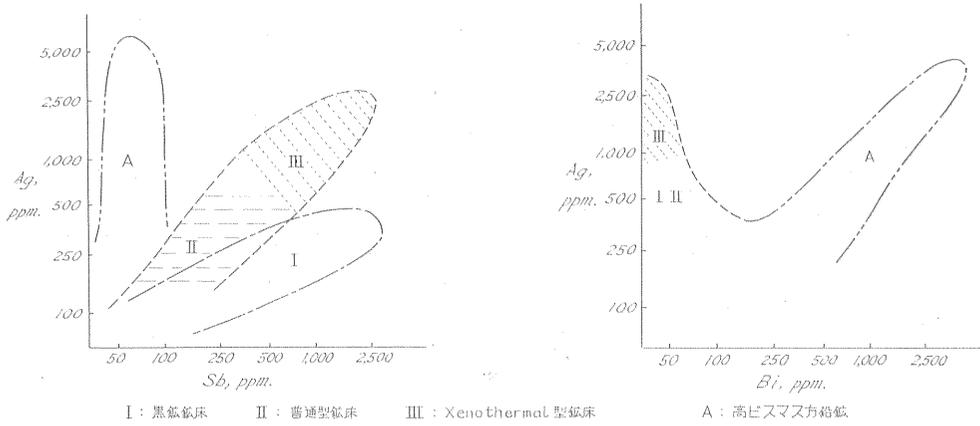


第12図 細倉鉱山産閃亜鉛鉱中の Fe-Cd 関係図

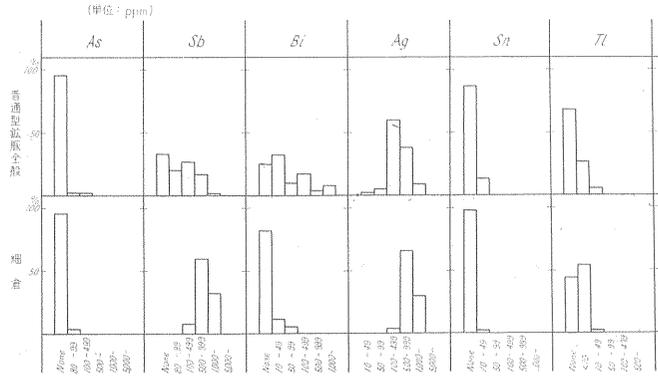
検討できなかったが、ここにその中の微量元素の特徴の2, 3について気付いた点を述べることにする。

5.1 東北日本内帯鉛床区全般との比較

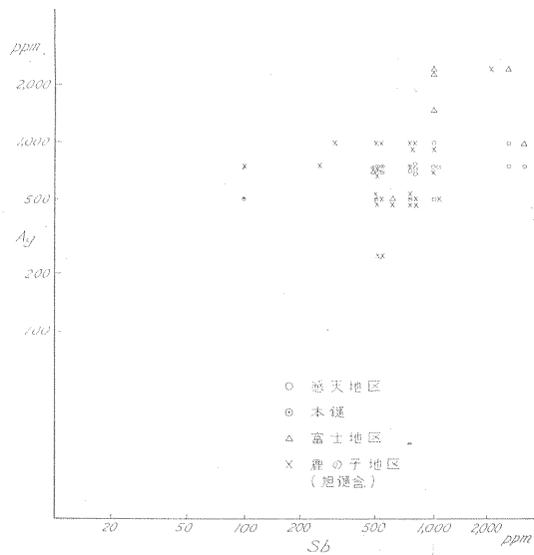
東北日本内帯鉛床区の方鉛鉱中の微量元素成分は、Sb・Bi・Ag・Tlがおもなもので、そのほかにAs・Snが時々検出される。方鉛鉱中の微量元素成分は閃亜鉛鉱の場合と同様に、黒鉛床、普通型鉛脈、ゼノサーマル型鉛床にそれぞれ特徴的な配分を示す。すなわちAs・Moは黒鉛床、普通型鉛脈、ゼノサーマル型鉛床の順にその検出



第 13 図 東北日本内帯砒床区の方鉛鉱中の Ag-Sb および Ag-Bi 関係図



第 14 図 東北日本内帯砒床区普通型砒床全般および細倉産方鉛鉱中の微量成分の頻度分布図



第 15 図 細倉産方鉛鉱中の Ag-Sb 関係図

率と含量を減少し、Bi・Sb・Ag・Tlはその逆の変化を示す⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。SbとAg、BiとAgの関係を第13図に示す。Ag含量が高くSb含量の低い型の方鉛鉱を除けば、SbはAgと正の相関関係にある。この高Ag、低Sb方鉛鉱はほとんど例外なくBiに富んでいる。Biを含む方鉛鉱のみを取れば、BiはAgと正の相関を示す。一方、Biを含まず高Ag含量を示す方鉛鉱は、ほとんどSb含量が高い。したがってBi含量とSb含量の和は常にAgと正の相関関係にあることになる。一般にSbは方鉛鉱中に普遍的に存在する元素であるが、Biはかなりの地域性を持つている。

第14図に東北日本内帯鉛床区の普通型鉛脈の方鉛鉱中の微量元素の頻度分布と、細倉鉱山のそれを比較して示した。この図から明らかなように、細倉鉱山産方鉛鉱中のSb・Agは、普通型鉛脈全般の場合よりも、高含量の方へ頻度がずれている。これに対してAs・Bi・Snは検出率、含量ともに非常に低い。Tlは比較的检测率が高いが、含量は多くない。

細倉鉱山産方鉛鉱はBiをほとんど含まないため、前述の鉛床区全般における関係からも予想されるように、AgとSbはほぼ相関する(第15図)。Ag-Sb図上での細倉鉱山の位置は、尾太鉱山や大泉鉱山等のゼノサーマル型鉛床の場合と一致するが、それらはSnを含有するのにに対して、細倉鉱山の場合はSnが検出されない点で異なっている。

5.2 地区別および鉛脈別の比較

方鉛鉱中の微量元素の地区別頻度分布を第16図に示す。方鉛鉱の場合は閃亜鉛鉱の場合に較べて、地区別の差は顕著でない。強いていえば、感天地区からの試料は他の2地区からのものと比較して、Biが多く、Agが少ない傾向があるが、これも同地区の東亜鉛から採取し

た試料が高Bi・低Agの特徴を鮮明に持つていて、その鉛脈別特徴が反影していると解釈した方が妥当である。同地区の昭光鍾や本鍾の試料は、必ずしも高Biや低Agではない。その他のわずかに認められる地区別の差異も、大部分はこのような鉛脈別の特徴の反影とみなした方がよいようである。

鉛脈別の比較は、各脈の試料数が少ないため、閃亜鉛鉱におけるように、鉛脈別の頻度分布図を作製して検討はしていないが、第2表の分析値を通覧して、昭光鍾および富士本鍾から採取した試料はSbが比較的多く、鹿の子鍾・本鍾からの試料は逆にSbが比較的少なく、東亜鉛から採取した試料は例外なくBiを含むとともに、Agが比較的少ないという特徴を有することが判明する。

5.3 鉛石型および深さに関する検討

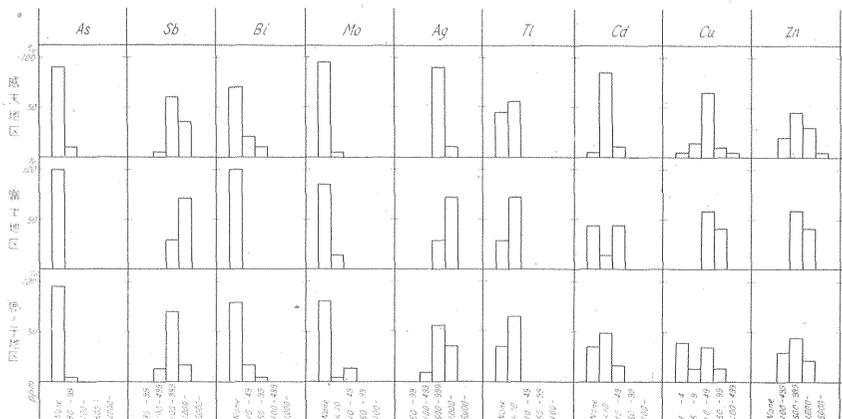
今回採取した試料中の微量元素の鉛石型別頻度分布を第17図に示す。A₁型およびC型はほとんど、あるいは全く試料がないので除外した。また縦軸は試料数をそのまま表わしている。この図から、A₂型、B₁型、B₂型の方鉛鉱の微量元素の間には、積極的な差異を認めることができない。

一方、富士本鍾、東亜鉛および昭光鍾の下部から採取した試料の微量元素には、まだいまのところ、共通性が認められず、したがって深さによる影響も、まだ明らかでない。

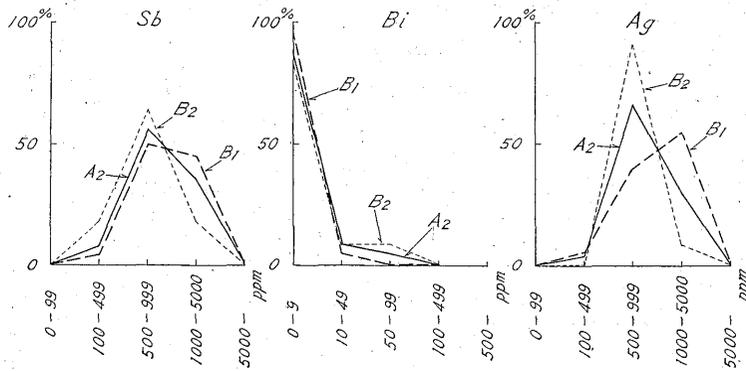
6. 考察および総括

細倉鉱山産閃亜鉛鉱および方鉛鉱中の微量元素の挙動を総括すれば次の通りである。

(1) 当鉱山の閃亜鉛鉱および方鉛鉱は、概して微量元素に乏しく、東北日本内帯鉛床区ないし新庄・玉造鉛化帯の普通型単純鉛・亜鉛脈の典型としての一般性



第16図 細倉鉱山産方鉛鉱中の微量元素の地区別頻度分布図



第 17 図 細倉鉾山産方鉛鉾中の微量成分の鉾石型別頻度分布図

質を有するものである。微量成分に乏しいことは、細倉鉾山の鉾脈を生成した鉾液が、金属元素の分別沈殿に関して進んだ段階にあり、主成分金属元素はもちろん微量元素に関しても非常に単純になつたためと考えられる。このように分化の進んだ鉾液は、その起源からの距離が大きく、温度・圧力・濃度の著しく低下した状態にあるものと推定され、この点は地質状況や鉾石の鉾物組成等から予想されるところと一致している。

(2) 一方、このような一般的特性に反して、一部の閃亜鉛鉾試料が In や Sn という高温型鉾床に特徴的な微量成分に比較的富むこともまた見逃すことのできない事実である。今回の試料採取では、これらの微量成分の検出された試料は、富士地区の富士本鉾、感天地区の東亜鉾・昭光鉾の下部から採取したものに集中していて、その他の試料中にはほとんどあるいは全く検出されていない。

(3) この異常性を地区別、鉾脈別、鉾石型別および深度別に比較検討した結果、これらの各要素が単独では、この異常性は説明できないことが明らかになつた。この異常性には上記の要素が複合していて、特に深度と鉾脈ないし鉾脈群(地区)としての個性が最も重大な影響を与えているものと考えられる。

以上のように、きわめて正常な鉾化作用の中に若干異常な鉾化作用が含まれる事実は、細倉鉾山以外においても予想されるところで、これらの間の関係の解明は、種種の鉾床型の相互関係の究明に重要な役割を果すものと考えられる。このような事実の発見、その詳細の記載およびその成因の究明が、今後に残された最大の課題の一つとなるであろう。

(昭和 35 年 2 月～3 月調査)

文 献

- 1) 地球化学課・鉾石課：硫化鉾物中の微量元素の問題，地質ニュース，No. 41，地質調査所，1958
- 2) 地球化学課・鉾石課：硫化鉾物の微量成分——閃亜鉛鉾，地質ニュース，No. 63，地質調査所，1959
- 3) 今井秀喜：宮城県細倉鉾山産所謂纖維亜鉛鉾(Wurtzite)に就いて，地質学雑誌，Vol. 48，No. 578，p. 505～515，1941
- 4) 三宅輝海：細倉選鉾場産物の顕微鏡による統計的研究(第 1 報亜鉛精鉾)，日本鉾業会誌，Vol. 66，No. 746，p. 324～334，1950
- 5) 三宅輝海：細倉選鉾場産物の顕微鏡による統計的研究，鉛精鉾および鉾石における銀の存在状態，鉾山地質，Vol. 1，No. 1，p. 12～22，1951
- 6) Muta, K.: The Variation of FeS Solubility in Sphalerite from Kyushu and its Relation with Minor Elements, Mem. Fac. Eng. Kyushu Univ., Vol. 57, p. 139～162, 1958
- 7) 折本三千夫：未発表資料
- 8) 大津秀夫・嶋崎吉彦・大町北一郎・安藤厚・原田久光：バスタム石の産状と鉾物学的性質，山形県大堀鉾山の鉾床学的研究(第 1 報)，地質調査所月報，Vol. 12，No. 5，p. 337～342，1961
- 9) 三枝守維：細倉鉾山の地質および鉾床，三菱金属鉾業株式会社資料，1951
- 10) 高橋清・砂川一郎・大津秀夫：東北日本内帯鉾床

- 区における硫化鉍中の微量元素に関する地球化学的研究(第1報)(講演要旨), 鉍山地質, Vol. 8, p. 57, 1958
- 11) 高橋清・田母神司郎・大津秀夫・浜野一彦: 東北日本内帯鉍床区における硫化鉍中の微量元素に関する地球化学的研究(第2報)(講演要旨), 鉍山地質, Vol. 9, p. 32, 1959
- 12) 高橋清・砂川一郎・大津秀夫: 青森県尾太鉍山の硫化鉍中の微量元素成分, 地質調査所報告, No. 189, 1961
- 13) 高橋清・伊藤司郎: 硫化鉍物の微量元素成分—方鉛鉍, 地質ニュース, No. 87, 地質調査所, 1961
- 14) 高橋清・伊藤司郎: 方鉛鉍の微量元素成分について, 地質調査所月報, Vol. 12, No. 10, p. 783~798, 1961
- 15) 高橋清: 硫化鉍中の微量元素成分について, 日本鉍業会誌, Vol. 78, No. 884, 1962
- 16) 高橋清・大津秀夫・伊藤司郎: 山形県大泉鉍山の硫化鉍中の微量元素成分, 地質調査所月報, Vol. 13, No. 1, p. 29~42, 1962
- 17) 高橋清・伊藤司郎・大津秀夫: 福島県八総鉍山の硫化鉍中の微量元素成分, 地質調査所資料, 1961
- 18) 竹内常彦・荳木浅彦・鈴木光郎・阿部宏: 山形県大堀鉍山の鉍床について, 鉍山地質, Vol. 10, No. 1, p. 8~28, 1960
- 19) 戸苅賢二: 宮城県細倉鉍山産閃亜鉛鉍の色について, 鉍物学雑誌, Vol. 1, No. 6, p. 391~402, 1954