

A. f. IV.

地質調査所報告第189号

青森県尾太鉾山の硫化鉍物中の
微量成分について

地質調査所

昭和36年7月

549.3 : 553.32+553.43/.44(521.11) : 543.42

地質調査所報告

所長 兼 子 勝

青森県尾太鉾山の硫化鉍物中の微量成分について

通商産業技官	高 橋 清
通商産業技官	砂 川 一 郎
通商産業技官	大 津 秀 夫

目 次

要 旨	
I. はしがき	1
II. 地質および鉱床の概略	1
II. 1 尾太鉱山付近の地質	1
II. 2 鉱床および鉱石	2
III. 試料の採取, 調製および分析法	3
IV. 閃亜鉛鉱の微量成分についての考察	9
IV. 1 鉱床区全般についての特徴	9
IV. 2 閃亜鉛鉱の微量成分の分布	10
IV. 3 尾太鉱山の閃亜鉛鉱の微量成分	13
IV. 3. 1 閃亜鉛鉱の微量成分の分布	13
IV. 3. 2 種々の産状の閃亜鉛鉱についての検討	15
V. 黄銅鉱の微量成分についての考察	19
VI. 方鉛鉱の微量成分についての考察	20
VI. 1 一般的特徴	20
VI. 2 鉱床区全般の方鉛鉱の微量成分	22
VI. 3 尾太鉱山の方鉛鉱の微量成分	22
VII. 結 言	25
文 献	25
別 表	27
Abstract	

青森県尾太鉱山の硫化鉱物中の微量成分について

通商産業技官 高 橋 清
 通商産業技官 砂 川 一 郎
 通商産業技官 大 津 秀 夫

要 旨

青森県尾太鉱山は、新第三紀中新世の堆積岩を貫く鉛—亜鉛—(銅)—菱マンガン鉱脈鉱床で、その周辺には新第三紀完晶質岩が岩株状に分布している。

尾太鉱山の鉱脈は尾太本鍾および上盤鍾からなり、前者が主脈をなす。これらの鉱脈より鉱石試料を採取し、各鉱石鉱物に分離し、分光分析法により微量成分の分析を行なった。尾太本鍾の主鉱化作用によるもの、鉱石角礫、上盤鍾、晶洞中のものは、いずれも微量成分の分布・挙動を異にし、その生成条件のちがいに反映することを明らかにした。分析試料は閃亜鉛鉱 44 試料、黄銅鉱 22 試料および方鉛鉱 22 試料である。

I. は し が き

東北日本内帯鉱床区内に数多く分布する諸鉱床の硫化鉱物中の微量成分についての研究は、これら鉱床の成因解明の一手段として行なわれている。

最近、当鉱床区内の一部の鉱床でその鉱石鉱物の研究、鉱石の微量成分の挙動などから、高温生成鉱物の共生および高温型構造をもつ鉱石鉱物の存在が明らかとなり別表¹⁻⁴、別表文献¹²⁻²³、浅成高温鉱床の可能性が唱えられてきた。また硫化鉱物の微量成分の挙動についての研究がすすみ、浅成高温鉱床・浅成低温鉱脈鉱床および黒鉱鉱床における微量成分の挙動が明らかとなり、鉱石鉱物の研究とあわせて鉱床の成因解明の大きな鍵となつている^{13) 20) 22) 23)}。

このように当鉱床区内から数多くの硫化鉱物が集められ、鉱石鉱物の研究とあわせてその微量成分の挙動が、鉱床の型式によりそれぞれの特徴を示すことが明らかとなつた^{22) 24)}。あわせて一鉱床内の硫化鉱物の微量成分の挙動を考察するために、いくつかの鉱床を選び、硫化鉱物の産状、脈勢との関係、鉱床の深さとの関係あるいは鉱化作用の時期のちがいによる差異等についての考察を行なった。

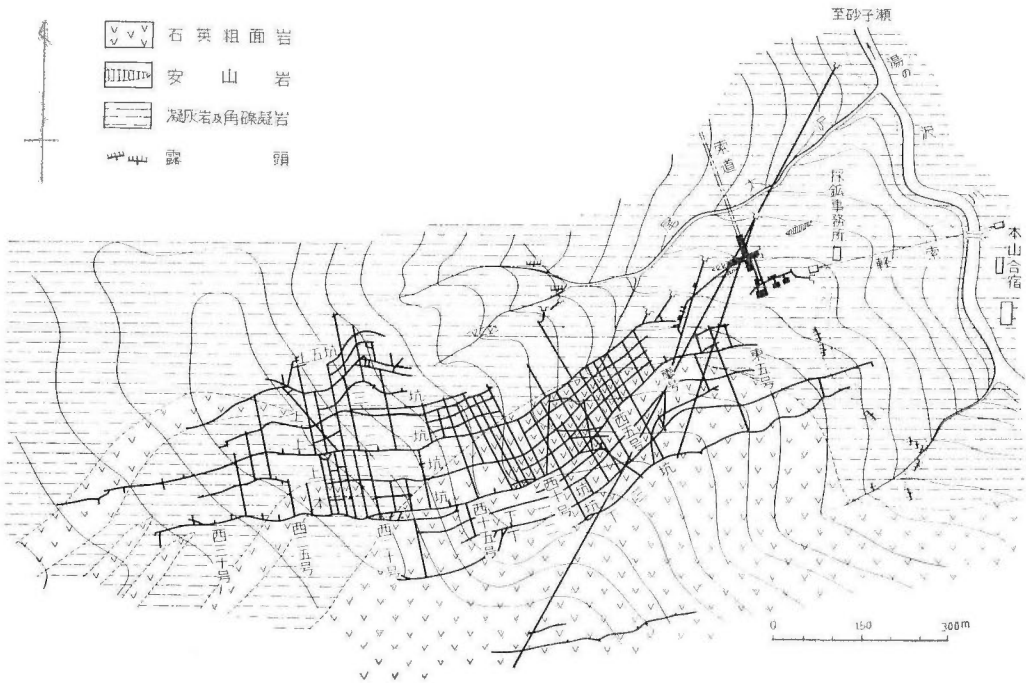
青森県尾太鉱山はその一つであり、この鉱床については、硫化鉱物として閃亜鉛鉱の微量成分の挙動の考察を主とし、黄銅鉱および方鉛鉱の結果をこれに付け加えた。

尾太鉱山は青森県中津軽郡西目屋村砂子瀬にあり、奥羽本線弘前駅南西方 28 km 砂子瀬よりさらに湯ノ沢川上流 8 km さかのぼつた尾太嶽 (1,083m) の北山腹にあり、選鉱場は砂子瀬にあり、現在尾富鉱業株式会社の手により開発が行なわれている。なお本研究は昭和 32 年 10 月から行なわれたものであるが、現地において尾富鉱業株式会社尾太鉱業所松尾高氏・渡辺憲一氏にはひとかたならぬ御世話になつた。こゝに厚く御礼申し上げる次第である。

II. 地質および鉱床の概略

II. 1 尾太鉱山付近の地質

尾太鉦山付近の地質は、古生代粘板岩を基盤とし、新第三紀中新世の緑色凝灰岩層がこれを覆い、これを貫くプロピライト・安山岩・石英粗面岩からなり、緑色凝灰岩層の上部は主として凝灰岩・角礫凝灰岩、下部は凝灰岩と黒色頁岩の互層からなる（upper green tuff；台島層—西黒沢層（第1図）。



第1図 尾太鉦山付近地質および鉦床図（鉦山原図）
Geological map of Oppu mine and its environment

また尾太鉦山の周辺およびその南部には、新第三紀完晶質岩が緑色凝灰岩層を貫ぬいて岩株状に分布しており、鉦山周辺のは半深成岩的であるが、その南部のは石英閃緑岩質である。これらは大沢禮・角清愛・平山次郎による「弘前」^{註1)}および「太良鉦山」^{註2)}の5万分の1地質図幅調査のさいに確認されたものである。

鉦床は石英粗面岩と緑色凝灰岩層との境に近い緑色凝灰岩層中に胚胎する鉦脈鉦床である。鉦脈は主脈をなす尾太本鍾と、別脈をなす上盤鍾からなり、尾太本鍾の一般走向N70°E、傾斜25~35°S、走向延長1,500m、傾斜延長約600m、脈幅は0.5~3mである。

富鉦部は一般に僅かながら変化する走向および傾斜の屈曲部に形成されることが多いようである。

II. 2 鉦床および鉦石

鉦脈は比較的単純な対称的縞状構造をもち、両盤側に黄銅鉦・黄鉄鉦部、中心部に閃亜鉛鉦部があり、方鉛鉦は閃亜鉛鉦中にレンズ状に存在することが多いが、まれに閃亜鉛鉦と方鉛鉦の混在している部分もある。

脈の上部では典型的な対称的縞状構造を示す場合が多いが、下部では鉦化作用途上の角礫化作用により輪状構造および礫状構造を示す部分がみられる。しかし構成様式は上部と本質的に変わらない。構成鉦物とし

註1) 大沢 禮：5万分の1地質図幅弘前および同説明書，未刊

註2) 大沢禮・角清愛・平山次郎：5万分の1地質図幅太良鉦山および同説明書，未刊

では上部では閃亜鉛鉱・方鉛鉱を主とし、黄銅鉱・黄鉄鉱は少ないが、下部では方鉛鉱は少なくなり、黄銅鉱も減つて閃亜鉛鉱が主となり、粗粒で分結良好のものが多い。また最末期の菱マンガン鉱が下部および脈の末端部で発達している。

また脈中には上部、下部を通じて晶洞に富み、晶洞内には黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱の美晶が多く、まれに板状結晶の磁硫鉄鉱を産している場合もある。

脈勢は劣化すると粘土脈に移行し、数多く存在する晶洞とともに本鉱床の一つの特徴となつている。

主脈中の各所に角礫状鉱石がみられる。膠結部は閃亜鉛鉱を主とするが、角礫部は石英に富み閃亜鉛鉱・方鉛鉱および黄鉄鉱を伴ない、前者よりも早期の鉱化作用に由来するものと考えられる。

尾太鉱山の鉱石鉱物についての研究は、現在行なわれているが、これについては別に報告する。

III. 試料の採取、調製および分析法

分析に使用した試料は尾太鉱山の各坑準から採取した鉱石を粉碎大別し、さらに30~50 mesh に粉碎して主として hand picking により分離採取したが、細粒で hand picking 困難な試料についてはスーパーパンナー、アイソダイナミックセパレータを使用し各硫化鉱物に単離した。

単離鉱物はめのう乳鉢で-200 mesh とし、不純物を含まない NaCl を重量比1:1に加え充分に混合し分析試料とした。

使用分光器は JACO 3.4 m Ebert 型格子分光器を大部分の分析に、島津 QF-60 型中型石英分光器を一部分分析に使用した。格子分光器使用の場合には、主として二次スペクトル線の一部一次スペクトル線を用い、それぞれの分解能は一次スペクトル1.26 Å/mm, 二次スペクトルでは2.52 Å/mm で行なつた。

発光および撮影条件は第1表のとおりである。

第1表 発光および撮影条件
Conditions of Spectrochemical Method

	JACO 格子分光器	島津 QF-60 石英分光器
発光法	陽極層永続弧光法	陽極層永続弧光法
電圧	200V DC	200V DC
電流	8.0±0.2 A	6.0±0.2 A
露出時間	90秒	60秒
スリット幅	20/1,000 mm	15/1,000 mm
電極	National Carbon Co. "Special" electrode	島津炭素補助電極
電極間隔	3 mm	3 mm
電極の形態	陽極：径2.4 mm深さ6 mmの中央孔 陰極：120°に削り尖らす	
使用乾板	Kodak No. 1 plate	さくら process hard 乾板
現像条件	D-19, 3分	FD-31, 3分

撮影した乾板は理学電機製自記式測微光度計により所定の分析線、および内部標準線の黒化度を測定記録し分析を行なつた。

標準試料系列としては、あらかじめ分光分析により存在元素の有無を確認した硫化鉱物を選び、分析試料

第2表a 閃亜鉛鋅分析結果
 Minor Elements in Sphalerites from Oppu mine, Aomori Pref.

(ppm)

No.	Sample number	Locality	As	Sb	Bi	Ge	Gu	In	Sn	Cd (%)	Mo	W	Ni	Co
1	Op-本-1c	本坑 L-E4	—	—	50	—	50	250	400	0.60	—	—	—	—
2	Op-本-3c	本坑 L-W2	—	—	25	—	50	200	800	0.50	—	—	—	—
3	Op-本-4c	本坑 L-W5	—	—	250	—	40	400	400	0.50	—	—	—	—
4	Op-本-5c	本坑 L-W8	—	—	—	—	50	250	250	0.75	—	—	—	—
5	Op-本-6b	本坑 L-W11 掘上 ^D	—	—	400	—	5	500	800	0.50	—	—	—	—
6	Op-本-8b	本坑 L-W17	—	—	25	—	—	250	50	0.60	—	—	—	—
7	Op-本-11	本坑 L-W26	—	—	—	—	10	250	80	0.50	—	—	—	—
8	Op-本-12c	本坑 L-W29 中段	—	—	—	—	10	—	20	0.45	—	—	—	—
9	Op-1b	本坑 L-W19	—	—	25	5	—	20	10	0.30	—	—	—	10
10	Op-1c	〃	—	—	—	7	80	100	100	0.40	—	—	—	—
11	Op-2c	上2 L-W26	—	—	—	—	10	10	15	0.75	—	—	—	5
12	Op-4a	上2 L-W37	—	—	—	—	50	25	250	0.60	—	—	—	—
13	Op-5b	上2 L-W29	—	—	25	20	50	100	80	0.45	—	—	—	—
14	Op-7c	上4 L-W19 下盤鍾	—	—	—	—	10	10	15	0.60	—	—	—	—
15	Op-8c	上4 L-W20 下盤鍾	—	—	80	—	5	250	200	0.75	—	—	—	—
16	Op-9c	上4 L-W19 下盤鍾	—	—	—	—	10	25	—	0.40	—	—	—	—
17	Op-10a	上4 L-W19 上盤鍾	—	—	—	40	200	15	400	0.45	—	—	—	—
18	Op-11	上4 L-W19 上盤鍾	—	—	—	30	250	100	1,000	0.50	—	—	—	—
19	Op-13b	上5 L-W21 上盤鍾	—	—	—	7	250	—	10	0.40	—	—	—	—
20	Op-14b	上3 L-W19 中段	—	—	100	—	—	400	100	0.40	—	—	—	—
21	Op-15b	上2 L-W11 中段	—	—	—	—	—	25	100	0.75	—	—	—	—
22	Op-16b	上2 L-W 8	—	—	—	—	10	500	200	0.60	—	—	—	—
23	Op-17c	〃	—	—	50	—	10	400	80	0.35	—	—	—	—
24	Op-19c	〃	—	—	—	—	25	250	50	0.40	—	—	—	—
25	Op-下1b	下1 L-W 6	—	—	—	—	50	250	250	0.30	—	—	—	—
26	Op-下3b	下2 L-W 9	—	—	—	—	80	80	200	0.50	—	—	—	—
27	Op-下3c	〃	—	—	—	15	150	10	400	0.40	—	—	—	—
28	Op-下4b	下2 L-W11	—	—	40	10	80	800	1,000	0.50	—	—	—	5
29	Op-下6b	下2 L-W 4	—	—	—	—	10	400	80	0.35	—	—	—	—
30	Op-下7b	下2 L-W 3	—	—	—	—	—	10	—	0.20	—	—	—	—
31	Op-下8b	下2 L-W 1	—	—	—	10	80	250	100	0.25	—	—	—	—

No.	Sample number	Locality	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Cd (%)	Mo	W	Ni	Co
32	Op-下9b	下2 L-0号	—	—	—	25	100	250	80	0.35	—	—	—	5
33	Op-下10a	下2 L-E1	—	50	250	40	80	200	250	0.50	—	—	—	—
34	Op-下11c	下2 L-E4	—	—	—	15	50	500	400	0.40	—	—	—	10
35	Op-下12c	〃	—	—	40	—	80	400	400	0.45	—	—	—	—
36	Op-下13c	下2 L-E6	—	—	40	—	50	200	400	0.30	—	—	—	—
37	Op-下14b	下3 L-W5	—	—	—	—	100	500	400	0.35	—	—	—	—
38	Op-下16c	下3 L-W11 引立	—	—	—	—	10	200	500	0.45	—	—	—	—
39	Op-下17b	下3 L-E4	—	—	—	—	5	250	100	0.40	—	—	—	—
40	Op-下18b	下3 L-E2	—	—	40	20	5	800	500	0.85	—	—	—	10
41	Op-23	第3露頭坑内	—	—	—	5	20	—	—	0.40	—	—	—	5
42	Op-21c	下3 L-E部	—	—	—	7	—	250	100	0.35	—	—	—	5
43	Op-21e	〃	—	—	25	—	—	250	200	0.40	—	—	—	—
44	Op-22	上5 L引立	—	—	—	—	10	80	50	0.60	—	—	—	—

Analyst : K. Takahashi

分析した硫化鉱物の産状と採取位置 (青森県尾太鉱山)

Locality and Occurrence for Analyzed Sulfide Minerals, from Oppu mine, Aomori Pref.

No.	Locality	Occurrence
1	本坑L-E4	(Cp-Py-Zb-Q) 本脈中の Zb, Cp に富む, 脈幅 0.3 m
2	本坑L-W2	(Cp-Py-Zb-Q) 本脈中の Zb
3	本坑L-W5	(Cp-Py-Zb-Q) 本脈中の Zb
4	本坑L-W8 段欠 掘上り	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 本脈中の Zb
5	本坑L-W11	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 本脈中の Zb 脈はW8よりやや劣化
6	本坑L-W17	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 本脈中の Zb Druse 部多し
7	本坑L-W26	(Cp-Py-Zb-Q) 本脈中の Zb 脈勢劣化 Druse 部多し
8	本坑L-W29	(Cp-Py-(Zb)-Q) 本脈中の Zb 脈勢は著しく劣化 Zb は少ない
9	本坑L-W19 中段	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 本脈肥大部中の brecciated ore の Zb (early stage?)
10	〃	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 本脈中の Zb
11	上2 L-W26	(Cp-Py-Zb-Ga-Q) 細脈中の Zb 脈勢劣化し網状脈となる
12	上2 L-W37	(Zb-Ga-Py-Q) 細脈中の Zb 網状脈, 本脈と別脈の可能性あり
13	上2 L-W29 下盤鍾	本脈中 Druse 中の Zb xst
14	上4 L-W19 下盤鍾	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈下盤鍾細脈の Zb, Cp は少ない
15	上4 L-W20 下盤鍾	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈下盤鍾の Zb, Zb は Ga xst 間を充填
16	上4 L-W19 上盤鍾	(Zb-Cp-Py-Q) 細脈中の Zb

No.	Locality	Occurrence
17	上4 L-W19 上盤鍾	(Zb-Ga-Q) 本脈上盤鍾の Zb
18	上4 L-W19 上盤鍾掘上り	(Zb-Ga-Q) 本脈上盤鍾の Zb 大晶
19	上5 L-W21 中段	(Zb-Ga-Cp-Q) 本脈の Zb
20	上3 L-W19 中段	(Cp-Zb-Ga-Py-Q) 本脈中の Zb
21	上2 L-W11 上盤鍾	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈中の Zb, Ga に著しく富む
22	上2 L-W 8	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 脈の Massive Zb-Ga-Cp-Py ore 中の Zb
23	〃	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 脈の druse 部の Zb
24	〃	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 脈の Massive Zb
25	下1 L-W 6	本脈 (Zb-Ga-Cp-Py-Q) 輪鉱中の Zb
26	下2 L-W 9	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈の Zb 大晶
27	〃	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈中の brecciated ore の Zb (early stage?)
28	下2 L-W11	(Zb-Ga-Cp-Py-Q) 本脈中の Zb, Ga に著しく富む部分 (Galena を混在)
29	下2 L-W 4	(Zb-Ga-Cp-Q) 本脈の Massive Zb
30	下2 L-W 3	(Py-Q) 脈の大 druse 中の Zb xst Cp eared+win, Py xst と共生
31	下2 L-W 1	(Zb-Cp-Py-(Ga)-Q) 本脈の Zb xst
32	下2 L-0 号	(Zb-Py-Rhod-Q) 本脈中の Zb
33	下2 L-E 1	(Zb-Py-Rhod-Q) 本脈中の Zb
34	下2 L-E 4	(Zb-Py-Rhod-Q) 本脈下盤の Zb
35	〃	本脈の大 druse 中の Zb xst
36	下2 L-E 6	本脈 (Zb-Pr-Cp-Q) の中の輪鉱中の Zb Rhodocrosite は少ない
37	下3 L-W 5 引立	本脈 (Zb-Py-Cp-Q) の大 druse 中の Zb xst
38	下3 L-W11	(Zb-Ga-Py-Cp-Q) 本脈のやゝ網状化した部の Zb
39	下3 L-E 4	本脈 (Zb-Py-Cp-Rhod-Q) の中の輪鉱中の Zb
40	下3 L-E 2	(Zb-Py-Rhod-Q) 本脈中の Zb
41	第3露頭坑内	脈勢劣化 (Py-Q) 細脈, Zb は少ない
42	下3 L-E部	本脈 (Zb-(Ga)-Py-Rhod-Q) 中の Zb
43	〃	〃
44	上5 L引立	やゝ脈勢劣化 (Cp-Py-Zb-Q) 脈中の Zb

第2表b 黄銅鉱分析結果
 Minor Elements in Chalcopyrites from Oppu mine, Aomori Pref.

(ppm)

No.	Sample number	Locality	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Cd	Mo	W	Ni	Co
1	Op-本-1	本坑L-E4	—	—	25	—	—	100	40	20	—	—	—	—
2	Op-本-3	本坑L-W2	—	—	80	—	—	40	20	10	—	—	—	—
3	Op-本-4	本坑L-W5	—	—	25	5	—	200	25	10	—	—	—	—
4	Op-本-5	本坑L-W8	80	—	100	—	—	80	10	10	—	—	—	—
5	Op-本-6	掘上段 本坑L-W11	—	—	40	—	—	80	25	20	—	—	—	—
6	Op-本-9	本坑L-W20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Op-本-10	本坑L-W23	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
8	Op-本-12	本坑L-W29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Op-1	中段 本坑L-W19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Op-1'	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Op-1 ₂	〃	80	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Op-1 ₃	〃	100	—	—	7	—	40	10	10	—	—	—	—
13	Op-2	上2 L-W26	80	—	—	—	—	10	—	25	—	—	—	—
14	Op-7	下盤鍾 上4 L-W19	—	—	—	—	—	20	10	20	—	—	—	—
15	Op-8	下盤鍾 上4 L-W20	—	—	—	—	—	80	10	—	—	—	—	—
16	Op-9	下盤鍾 上4 L-W19	—	—	—	—	—	50	25	20	—	—	—	—
17	Op-13	上盤鍾 上5 L-W21	—	—	25	—	—	100	10	—	—	—	—	—
18	Op-14	中段 上3 L-W19	—	—	40	—	—	40	20	10	—	—	—	—
19	Op-17	上2 L-W 8	80	—	40	—	—	25	10	20	—	—	—	—
20	Op-19	上2 L-W 8	100	—	—	—	—	10	10	40	—	—	—	—
21	Op-下3	下2 L-W 9	—	—	—	—	—	80	20	10	—	—	—	—
22	Op-下11	下2 L-E 4	—	—	—	—	—	200	40	20	—	—	—	—
23	Op-下12	下3 L-E 4	—	—	25	—	—	25	50	20	—	—	—	—
24	Op-下16	引立 下3 L-W11	—	—	25	—	5	200	400	25	—	—	—	—
25	Op-下21	下3 L-E部	80	—	—	25	5	80	40	10	—	—	—	—

Analyst : K. Takahashi

第2表c 方鉛鋅分析結果
 Minor Elements in Galenas from Oppu mine, Aomori Pref.

No.	Sample number	Locality	(ppm)												
			As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Ag	Tl	Mo	Co	Cd	
1	Op-本-1	本坑L-E 4	—	2,500	800	—	5	10	50	1,000	8	—	—	20	
2	Op-本-3	本坑L-W 2	—	2,500	10	—	—	—	40	1,000	2	—	—	—	
3	Op-本-5	本坑L-W 8	—	2,500	20	—	—	—	10	500	—	—	—	25	
4	Op-本-8	本坑L-W17	—	100	400	—	—	—	—	250	—	—	—	20	
5	Op-本-9	本坑L-W20	—	100	25	—	—	5	—	250	—	—	—	40	
6	Op-本-10	本坑L-W23	—	50	1,000	—	—	—	—	800	5	—	—	40	
7	Op-1	中段 本坑L-W19	—	—	750	—	—	—	—	2,500	8	—	—	10	
8	Op-1'	〃	—	40	75	—	—	—	—	250	—	—	—	20	
9	Op-1 ₂	〃	—	—	600	—	—	—	—	1,000	5	—	—	25	
10	Op-2	上2 L-W26	—	40	10	—	—	—	—	100	—	—	—	—	
11	Op-本-4	本坑L-W 5	—	2,500	10	—	—	—	10	1,000	—	—	—	10	
12	Op-7	上4 L-W19	—	—	60	—	—	—	—	250	—	—	—	10	
13	Op-8	上4 L-W19	—	75	500	—	—	—	10	250	—	—	—	15	
14	Op-10	上4 L-W19	—	500	10	—	—	—	—	750	—	—	—	—	
15	Op-13	上5 L-W21	—	—	10	—	—	—	—	100	—	—	—	20	
16	Op-14	中段 上3 L-W19	—	40	2,500	—	—	—	10	5,000	10	—	—	—	
17	Op-15	中段 上2 L-W-11	—	—	5	—	—	—	—	75	—	—	—	—	
18	Op-下3	下2 L-W-9	—	500	10	—	—	—	10	1,000	—	—	—	15	
19	Op-下4	下2 L-W-11	—	750	500	—	—	—	75	1,000	—	—	—	20	
20	Op-下10	下2 L-E 1	—	500	10	—	—	10	—	500	—	—	—	—	
21	Op-下15	下3 L-W-5	—	—	10	—	—	—	—	100	—	—	—	10	
22	Op-下16	引立 下3 L-W-11	—	750	50	—	—	—	75	1,000	5	—	—	40	

Analyst : K. Takahashi

と同様に既知量の各元素含量をもつ NaCl を加えて標準試料とした。内部標準物質としては特定の化合物を加えず、各硫化鉱物の主成分である Zn, Fe, Pb 特定線を選んで内部標準線とした。

閃亜鉛鉱・黄銅鉱および方鉛鉱の分析結果を第2表 a, b, c にそれぞれ示した。

尾太鉱山の硫化鉱物中には Ni および W は検出しえなかつた。

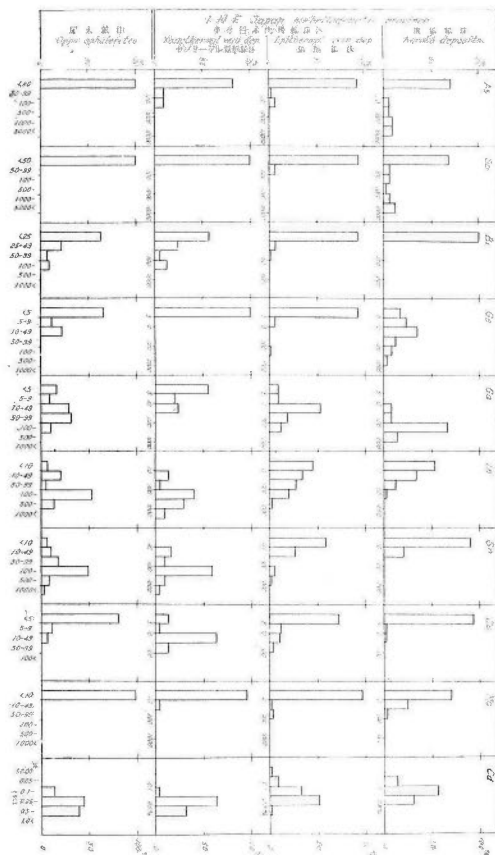
IV. 閃亜鉛鉱の微量成分についての考察

IV. 1 鉱床区全般についての特徴

東北日本内帯鉱床区に分布する諸鉱床の閃亜鉛鉱中の微量成分の挙動については、一括報告の予定であるが、鉱床の形態のちがいによる微量成分の挙動の差異が顕著であることが明らかとなつた。

すなわち一般に黒鉱脈床、浅成低温鉱脈床および浅成高温鉱床において、それぞれの鉱床の閃亜鉛鉱の微量成分の分布は、その頻度分布から明らかなように、Bi, Co, Ga, Ge, In, Sn では、黒鉱脈床で Ga および Ge 含量が高く、浅成高温脈床で、Bi, Co, In および Sn 含量が高い。

浅成低温脈床は、上記2鉱床の中間的な分布を示している(第2図)。



第2図 東北日本内帯鉱床区および尾太鉱山の閃亜鉛鉱中の微量成分頻度分布図(単位 ppm)
Minor elements in sphalerites from Inner Northeast Japan metallogenic province and Opu mine, Aomori prefecture

このように当鉱床区の鉱床においては、閃亜鉛鉱の微量成分は鉱床の形態と関係があると考えられる。

一般に閃亜鉛鉱中の微量成分については、機械的な混入を除けば、次のような可能性が考えられる。すなわち

1) 閃亜鉛鉱の主成分である Zn^{2+} と原子価およびイオン半径の類似により Zn^{2+} と置換して閃亜鉛鉱結晶内にはいる。Fe²⁺, Mn²⁺ および Cd²⁺ などはこの例であろう。

2) 閃亜鉛鉱の結晶構造 (tetrahedral structure) と類似した結晶構造をもつ鉱物では、S に対して金属元素は共有結合をとり、この結合はそれら元素の共有半径 (tetrahedral covalent radii) により支配され最大 10% 程度、共有半径の類似した金属元素を置換しうる。それゆえ閃亜鉛鉱の場合には原子価およびイオン半径が類似していなくても共有半径の類似した元素は結晶格子中に Zn と置換して入り得る。第 3 表は共有結合をとる元素の半径を示した¹⁰⁾。

第 3 表 共有結合半径 (Å)

Tetrahedral covalent radii (Å)						
Mn	Cu	Zn	Ga	Ge	As	S
1.40	1.35	1.31	1.26	1.22	1.18	1.04
	Ag	Cd	In	Sn	Sh	Se
	1.53	1.48	1.44	1.40	1.36	1.14
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Te
	1.50	1.48	1.47	1.46	1.46	1.32

L. Pauling (1940)

このようにして Zn と置換しうる元素として Cu, Sn, In, Ge, Ga などが考えられる。

3) また閃亜鉛鉱と類似した結晶構造をもつ硫化鉱物あるいは硫酸鉱物が、鉱物の沈殿生成のさいに固溶体をつくり、その生成条件によつては、閃亜鉛鉱中に離溶体として存在することがあり、黄銅鉱・黄錫鉱などの懸滴状構造が閃亜鉛鉱中に存在するのはこの例である。

東北日本内帯鉱床区全般の閃亜鉛鉱については、Fe および Mn の定量分析はまだ行なっていないので、主としてその他の微量成分について論議しているが、これら元素の共有半径と密接な関係が存在していることが多いようである。

すなわち Zn (1.31Å) より小さい共有半径をもつ Ga (1.26Å), Ge (1.22Å) は、黒鉱鉱床および浅成低温脈状鉱床の閃亜鉛鉱中に濃縮し、Zn より大きな共有半径をもつ In (1.44 Å), Sn (1.40 Å) などは浅成高温脈状鉱床の閃亜鉛鉱に特徴的である。

ここで述べた浅成高温脈状鉱床では、鉱石鉱物として輝蒼鉛鉱・磁硫鉄鉱・黄銅鉱・磁鉄鉱等が発見され、組織としては閃亜鉛鉱中で規則正しく配列する懸滴状黄銅鉱、黄銅鉱中の星状閃亜鉛鉱骸晶、懸滴状黄銅鉱中でのキューパナイト様鉱物の葉片状溶離が見付けられている鉱床をいう。閃亜鉛鉱の微量成分はこの種の鉱床では特徴的に In, Sn 含量が高く Bi, Co 含量も高い。

上の特徴を示さない鉱脈鉱床をここでは浅成低温脈状鉱床とし、この鉱床では一般に閃亜鉛鉱の微量成分は乏しく Ga のみが普遍的である。時に少量の Ge かあるいは In, Sn, Co, Bi を含有することがある。

IV. 2 閃亜鉛鉱の微量成分の分布

As

第 2 図で明らかなように当鉱床区の閃亜鉛鉱中の As の分布は、黒鉱鉱床を除いていずれも現出頻度は低い。黒鉱鉱床でも下北半島および上北鉱山の黒鉱鉱床で As 含量が 250 ppm 以上である外は低含量である。

Stoiber²¹⁾ は低温生成鉱床である Mississippi Valley 型鉱床、欧州の低温生成鉱床群および Central Kentucky barite 鉱床群の閃亜鉛鉱は、中・高温鉱床のそれより As 含量が高く、これらの間で差異のあること

を認めている。

Sb

Sb は As と全く同様の挙動を示し、黒鉱鉱床以外の閃亜鉛鉱では Sb の現出頻度は稀である。

Bi

Bi 含量の鉱床の成因的形態による差異は、黒鉱鉱床では全く含まれず、低温鉱脈鉱床、高温鉱脈鉱床の順にその現出頻度は高くなっている。閃亜鉛鉱の Bi の定量または半定量分析結果は余り多くなく、微量成分としてその中に入り得る原因を考えることは難しいが、Warren および Thompson²⁵⁾ は西部カナダ産の閃亜鉛鉱の Bi について、自然若鉛・輝砒鉛などの微細鉱物の混入を仮定したが、高温または中温生成鉱床の閃亜鉛鉱では Bi 含量が高い事実よりうなづける仮定である。

Ge

当鉱床区の閃亜鉛鉱では、一部の例外を除いて、鉱脈鉱床では著しく Ge の現出頻度は低く黒鉱鉱床がその大部分を占めている。

閃亜鉛鉱中の Ge 含量については古くから多くの研究が行なわれており、低温生成鉱床で Ge 含量は高いことが一般に認められている。本邦産の閃亜鉛鉱の Ge 含量の高いものは大部分が黒鉱鉱床産である。

Kullerud⁹⁾、Fryklund⁴⁾ は、FeS-ZnS 系の研究より閃亜鉛鉱の Fe 含量を地質温度計として利用することを提案し、その生成温度と Ge 含量とは無関係であると述べているが、多くの結果⁷⁾¹⁵⁾ を総合すれば閃亜鉛鉱中の Ge 含量は低温生成鉱床で高いという一般的事実は認められる。

当鉱床区の黒鉱鉱床でも、As、Sb と同様に Ge 含量も下北半島・上北鉱山の黒鉱鉱床で著しく高いことが認められている。

Ga

当鉱床区の閃亜鉛鉱の Ga の挙動および分布は、Ge と類似の挙動を示し、Ge に較べて Ga の現出頻度は高い。

Ge と同じく閃亜鉛鉱の Ga 含量は低温生成の鉱床で最も高く、中または高温生成鉱床で低くなることは、多くの研究により一般に認められている⁷⁾¹⁵⁾²¹⁾²⁵⁾。

In

当鉱床区では浅成高温鉱脈鉱床で In 含量は著しく高く、黒鉱鉱床で最も低い。しかし下北半島および上北鉱山の閃亜鉛鉱では In の現出頻度が高く、いわゆる微量成分の Telescope が認められ、異常黒鉱鉱床と考えられる。

主要な含 In 鉱物は、閃亜鉛鉱・黄銅鉱・四面銅鉱・黄錫鉱などであり、いずれも閃亜鉛鉱と類似の結晶構造をもち、結晶を構成する金属元素はその共有半径により支配されている。

一般に、閃亜鉛鉱の In 含量は Ge、Ga とは全く逆に中ないし高温生成鉱床で高いことが認められている¹⁾²¹⁾²⁵⁾。

Sn

Sn は In と類似の挙動分布を示し、当鉱床区の場合でも例外とはならない。

Sn 含量は In と同様に一般に中ないし高温生成鉱床で高いことが認められている。

Kullerud⁹⁾、Fryklund⁴⁾ は、閃亜鉛鉱の生成温度と微量成分はほとんど無関係であると述べているが、Sn については、低温生成の 34 試料中 33 試料で Sn 10 ppm 以下であり、中ないし高温生成のものに Sn 含量が高いことを認めている。

Schneiderhöhn および Ramdohr¹⁷⁾ は Bolivia および英国の中・高温熱水性鉱脈鉱床の閃亜鉛鉱中に難溶体として黄錫鉱の存在を確認しており、当鉱床区の秋田県立又鉱山でもこれを認めている¹⁹⁾。

Cd

当鉱床区では、浅成高温鉱脈鉱床でやや高い Cd 含量を示し、他の鉱床では低くなっている。

Stoiber²¹⁾ は低温生成鉱床では Cd 含量は多くの場合 0.1~1% で、中ないし高温生成鉱床では低いと述

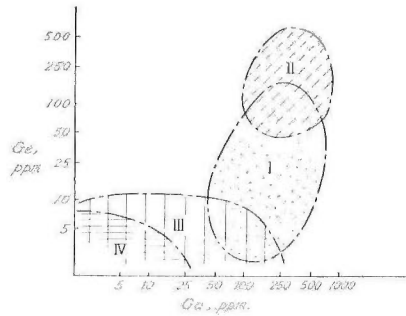
べているが、他の結果によると低温生成鉱床では0.6%以上のCd含量を示すことは稀であるが、中ないし高温鉱床ではCd含量変化は大きいといわれている。

このようにCd含量と閃亜鉛鉱の生成条件の関係は明らかでないが、特定の鉱床区内ではその関係を示す場合もある。当鉱床区の場合はその一例であらう。

Co

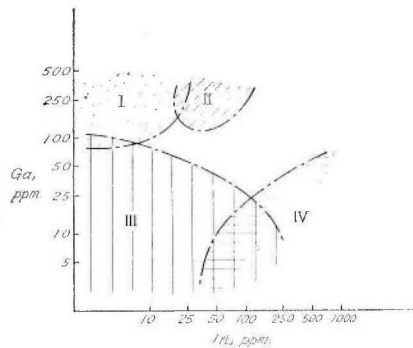
閃亜鉛鉱のCoの分布は浅成高温鉱脈鉱床でもつとも現出頻度は高く、低温鉱脈鉱床、黒鉱鉱床の順で減少する。

Oftedal¹¹⁾ および Gabrielson⁶⁾ は高温生成の接触交代鉱床の閃亜鉛鉱については、Co含量は他の低温生



- | | | |
|-----|-------------|-------------------------|
| I | 黒鉱鉱床 | Normal Kurokō deposit |
| II | アブノーマルな黒鉱鉱床 | Abnormal Kurokō deposit |
| III | 鉱脈鉱床 | Epithermal vein deposit |
| IV | ゼノサーマル型鉱床 | Xenothermal deposit |

第3図 東北日本内帯鉱床区の閃亜鉛鉱中のGeおよびGa含量の関係
Profile of Ge-Ga relationship for sphalerites from Inner Northeast Japan metallogenetic province

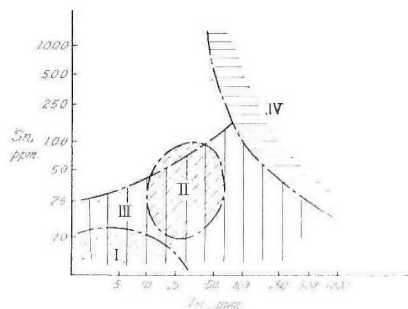


第4図 東北日本内帯鉱床区の閃亜鉛鉱中のGaおよびIn含量の関係
(凡例第3図と同じ)

Profile of Ga-In relationship for sphalerites from Inner Northeast Japan metallogenetic province
(Legend: see Fig. 3)

成の鉱床より高いことを認め、Kullerud も閃亜鉛鉱の生成温度は Co 含量と僅かながら相関することを示した。

これら微量元素について、とくに Ge, Ga, In, Sn の相互の関係を取り、当鉱床区の鉱床の型式との関係を模式的に図示すると第 3～5 図のようになる。



第 5 図 東北日本内帯鉱床区の閃亜鉛鉱中の Sn および In 含量の関係
(凡例第 3 図と同じ)

Profile of Sn-In relationship for sphalerites from Inner Northeast Japan metallogenic province
(Legend : see Fig. 3)

IV. 3 尾太鉱山の閃亜鉛鉱の微量元素

本鉱床では閃亜鉛鉱は脈の上下部、富鉱部および劣化部、晶洞中など全鉱床を通じて普遍的に分布しているので、種々の考察を行なううえで非常に好都合であった。

閃亜鉛鉱の微量元素の挙動については、次の諸点に注目し考察を行なった。

1) 本鉱床産の閃亜鉛鉱と東北日本内帯鉱床区全般のそれとの比較
2) 主脈中および鉱石角礫の閃亜鉛鉱についての比較—これにより鉱化作用の時期の差異と微量元素の挙動との関係を考察した。

3) 主脈の上部、下部の閃亜鉛鉱の比較

4) 脈勢の優劣による閃亜鉛鉱の微量元素の差異

5) 分岐脈(別脈)である上盤鍾と主脈との比較

6) 本鉱床の特徴となっている多数の晶洞中の閃亜鉛鉱についての考察

これら種々の閃亜鉛鉱の産状とその微量元素の挙動との関係を明らかにすることにより、鉱床の生成の条件等を考察した。

IV. 3. 1 閃亜鉛鉱の微量元素の分布

尾太鉱山の閃亜鉛鉱には As, Sb, Ni, Mo および W は全く含まれず、Bi, Ge, Ga, In, Sn, Co および Cd が認められた。Fe, Mn はかなり高含量であるが、その定量分析は行なっていない。Bi, Ge, Ga, In, Sn, Co および Cd の各試料別の分布図(第 2 図)でみられるようにその分布範囲はかなり広いが、閃亜鉛鉱の産状より、上 4 坑準 W19—20 の上盤鍾 (Anal. No. 17, 18, 19)、鉱石角礫中のもの (Anal. No. 9, 27)、別脈と考える脈からのもの (Anal. No. 12)、脈勢が著しく劣化した細脈中のもの (Anal. No. 8, 11, 14, 16)、および晶洞中の閃亜鉛鉱 (Anal. No. 23, 30, 35) を除いて主脈中の閃亜鉛鉱のみについて

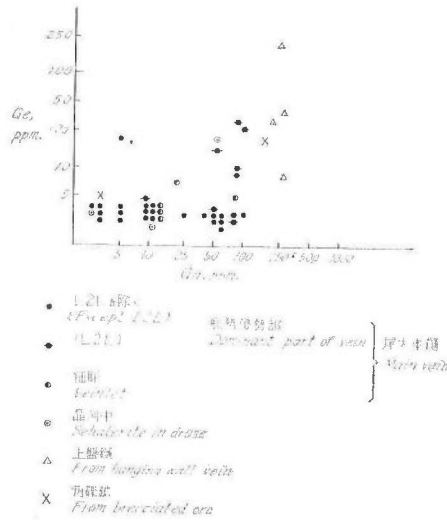
みれば、その分布範囲は限定される。

Bi は全試料の 35% が 25 ppm 以上で、No. 9 を除きすべて主脈中のものである。Bi のはいり方、含量は不規則であるが一般に東部で Bi 含量は高い。本坑準ではほとんど全部 Bi を含み、下 3 坑準および上 5 坑準で少ない。

Ge は主脈を除いては上盤鍾および鉛石角礫中の閃亜鉛鉱に現出し、主脈では下 2 坑準のものは Ge に富み、他の坑準では Ge はほとんど含まれない。

Ga も Ge とほとんど同様の挙動を示しており、Ge を含む試料は Ga も対応して高い。

Ge と Ga との関係は第 6 図で示されているが、主脈では下 2 坑準の閃亜鉛鉱が、また分岐脈の上盤鍾の



第 6 図 尾太鉛山閃亜鉛鉱中の Ge および Ga 含量の関係
Ge-Ga relationship for sphalerites from Oppu mine

ものおよび鉛石角礫中のものが、いずれも Ge, Ga 含量が高く特殊な位置を占めている。他の主脈中のものは、Ge は 5 ppm 以下、Ga は 100~5 ppm である。Ga は東部でやや含量が高い。上盤鍾、鉛石角礫中の閃亜鉛鉱の Ge, Ga の挙動は既述した黒鉛または黒鉛式鉛床のそれとよく似ている。

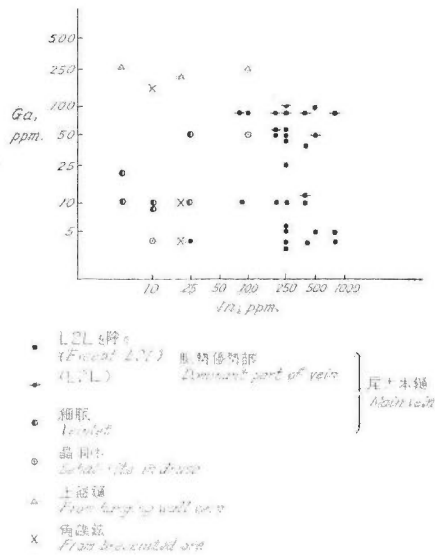
In は分布図で明らかなように、主脈中では 100 ppm 以上で大半は 250 ppm か、それ以上の In 含量を示している。In と Ga の関係は第 7 図のように、上盤鍾、鉛石角礫中のもの、脈勢の劣化した部分のものなどは、In 含量は少なく主脈の閃亜鉛鉱の In の挙動と大分異なっている。既述の In と Ga の関係図の黒鉛鉛床に近い部分を上盤鍾および鉛石角礫中のものが占め、浅成高温鉛床に近い部分を主脈の閃亜鉛鉱が占めている。

Sn の分布は In と同様で、主脈中では、50 ppm 以上の Sn を含み、その大半は 100 ppm 以上であり、In と Sn の関係 (第 8 図) で認められるように、主脈以外の閃亜鉛鉱は、主脈のそれと比較して特殊な位置を占めている。

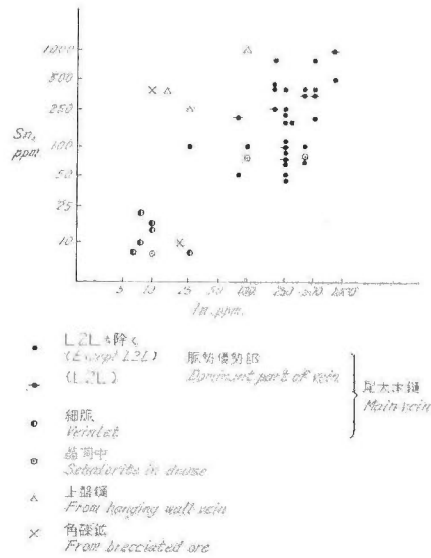
Cd は 0.20~0.85% の範囲内に分布し、晶洞中のものがやや低含量である以外は大きな特徴がみられず、主脈の場合とそれ以外とでの Cd 含量の差異は判然としない。

Co 含量は約 18% に検出されるが、いずれも 10 ppm 以下で、その産出による差異は明瞭ではなく、Bi と同じく不規則に現出している。

このように尾太鉛山主脈中の閃亜鉛鉱は、その微量成分の挙動から Ga 含量はやや高いが、浅成高温鉛床



第7図 尾太鉱山閃亜鉛鉱中の Ga および In 含量の関係
Ga-In relationship for sphalerites from Oppu mine



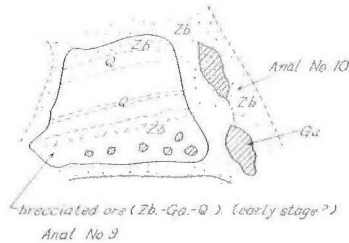
第8図 尾太鉱山閃亜鉛鉱中の Sn および In 含量の関係
Sn-In relationship for sphalerites from Oppu mine

の分類にはいる可能性が多く、これは今後の鉱床調査および鉱石研究により明らかにされることとなろう。

IV. 3. 2 種々の産状の閃亜鉛鉱についての検討

1) 鉍石角礫中の閃亜鉛鉱

すでに述べたように、尾太鉍山の主脈中には石英に富み、閃亜鉛鉱・方鉛鉱を構成鉱物としている鉍石角礫が、閃亜鉛鉱や菱マンガン鉱に膠結されて産出する。本坑準中段W-19の主脈富鉍部にみられるもの、および下2坑準W-9の主脈中のものがその典型であり、産状は第9図に示すように本坑準中段W-19の場合には主脈の閃亜鉛鉱部に礫状にはいり、大は径70 cm程度からさまざまな大きさで存在している。このよう



第9図 本坑L-W19中段 (Anal. No. 9, 10) スケッチ
Sketch map for "brecciated ore" in main vein (O_{1m}, W-19)

な産状より、鉍石角礫は主脈の鉍化作用より初期の鉍化作用により生成された鉍石が、その後破碎され主脈中に礫状に分散しているのではないと思われる。

微量成分の挙動は既述の Ge-Ga の関係、In-Ga の関係、In-Sn の関係などから、鉍石角礫中のもの (Anal. No. 9, 27) は主脈のものに較べ非常に異なつた挙動を示している。

まず上2坑準中段 W-19 の鉍石角礫中の閃亜鉛鉱は主脈のものに較べて、微量成分は少ない。すなわち含 Ge であるが、Ga は含まず In および Sn も低い。ところが下2坑準 W-9 (Anal. No. 27) では、含 Ge でありしかも Ga 含量は高く In は低い。しかし Sn 含量は非常に高い。In-Ga-Ge の三角図標では、黒鉍鉱床の位置を占め、主脈の浅成高温鉍床の位置を占めるのと対称的である。このように鉍石角礫中の閃亜鉛鉱は、Anal. No. 9 では微量成分含量が少ないので比較が難しいが、Anal. No. 27 では黒鉍鉱床的挙動を示している。

採取した鉍石角礫の試料が少ないために、確証を挙げることは難しいが、初期の鉍化作用により生成した閃亜鉛鉱の生成過程は、なんらかの点で黒鉍鉱床に類似のものであるという可能性が考えられる。

2) 分岐脈(上盤鍾)の閃亜鉛鉱

主脈の分岐脈である上盤鍾は上2坑準中段以上西部にみられる。上盤鍾は盤側に黄銅鉱—黄鉄鉱—石英を、中心部は閃亜鉛鉱—方鉛鉱を構成鉱物とし、珪化帯を挟んで、主脈と考えられる下盤鍾と接している。

上盤鍾の閃亜鉛鉱 (Anal. No. 17, 18, 19) は、主脈と較べて Ge 含量が高く、また Ga 含量は著しく高い。In および Sn 含量はやや高いが主脈ほどではなく分布は不規則であり、鉍石角礫中の閃亜鉛鉱 (Anal. No. 27) とよく似た微量成分の挙動を示す。下盤鍾の Anal. No. 15 は、In, Sn は高含量で、Ge を含まず Ga の少ない主脈型であるのに較べて、この差異は特徴的である。Anal. No. 27 と同様に、上盤鍾は主脈の鉍化作用と異なつた時期に生成された脈であるために、このように黒鉍鉱床産に近い挙動を示す閃亜鉛鉱を産するのかも知れない。上盤鍾の鉍化作用の時期については、鉍床調査が進んでいないために明らかではなく今後の問題である。

上盤鍾と下盤鍾との間の珪化帯には、網状の石英、閃亜鉛鉱—石英、閃亜鉛鉱—方鉛鉱—黄銅鉱—石英の細脈が発達しており、この細脈中の閃亜鉛鉱 (Anal. No. 14, 16) は特徴的に微量成分含量は少なく、上盤鍾および下盤鍾のいずれにも類似しておらず、特殊な分布を示している。

3) 脈勢による影響

主脈は脈の上部あるいは西部地域では脈勢は弱まり、珪化作用を伴う石英脈、あるいは粘土脈に漸移し、

硫化鉍物は網状の細脈をなしてこれに伴なわれるにすぎない。本坑準 W—29 (Anal. No. 8), 上2坑準 W—26 (Anal. No. 11), 上4坑準 W19—20の上盤鍾と下盤鍾に挟まれた珪化帯 (Anal. No. 14, 16) および第3露頭坑内 (Anal. No. 41) は、脈勢が劣化し細脈となつた部分の閃亜鉛鉱である。その微量成分はいずれも含量が低く、Ge, Ga, In, Sn は全試料を通じて 25 ppm 以下であり、主脈の閃亜鉛鉱のそれと比較して著しい差がある。

この原因としては、脈勢劣化のために閃亜鉛鉱の生成の条件が著しく変わり、鉍液中に含まれる Ge, Ga, In, Sn は、このために、途中で分別沈殿してしまい、脈勢劣化部で閃亜鉛鉱を生成する場合には、ほとんどこれら元素群は鉍液中に残っていない状態にあつたと考えざるをえない。

東北日本内帯鉍床区のいくつかの鉍脈鉍床の閃亜鉛鉱には、富鉍部中にありながら、尾太鉍山の脈勢劣化部と同様にこれら微量成分に乏しいものがあるが、これも大きな鉍化作用における鉍液中の微量成分の分別沈殿がほとんど終り、鉍液中にはこれらの元素が乏しくなつてから生成した鉍床と考えられる。これらの鉍床の形態は、銅—緑泥石—石英脈型およびこれと含銀鉛—亜鉛脈の混合型の場合がほとんどで、構成鉍物が黄銅鉍・黄鉄鉍を主とし、閃亜鉛鉱の量の少ない部分で、微量元素が乏しいようである。山形県西村山地区の鉍床群¹⁴⁾はこの良い例であろう。

4) 晶洞中の閃亜鉛鉱

本脈中には晶洞が多く、尾太鉍床の一つの特徴となつているが、晶洞中の閃亜鉛鉱の採取試料は少なく、上2坑準 W—8 (Anal. No. 23), 下2坑準 W—3 (Anal. No. 30) および下2坑準 E—4 (Anal. No. 35) に止まつているので、主脈の閃亜鉛鉱との比較は充分にはできなかつた。

分析結果から明らかなように、Anal. No. 23 および Anal. No. 35 とは、主脈の閃亜鉛鉱とほとんど変わらず、Anal. No. 30 では微量成分はほとんど含まない。前者の場合、晶洞のある主脈はいずれも構成鉍物は閃亜鉛鉱を主とし、黄銅鉍—黄鉄鉍がこれに次いでいるが、Anal. No. 30 の場合は石英—黄鉄鉍脈で、閃亜鉛鉱の少ない部分の晶洞であるので、このような結果が現われるものと考えられる。晶洞中の硫化鉍物の微量成分は一般に低含量を示す場合が多いが、尾太鉍山主脈の場合には、晶洞部の脈の状態、とくに構成鉍物の存在量比により変わり、閃亜鉛に富む部分にできた晶洞中の閃亜鉛は主脈のものほとんど変わらず、閃亜鉛に乏しい部分の晶洞中のものは微量成分も乏しいことが明らかとなつた。

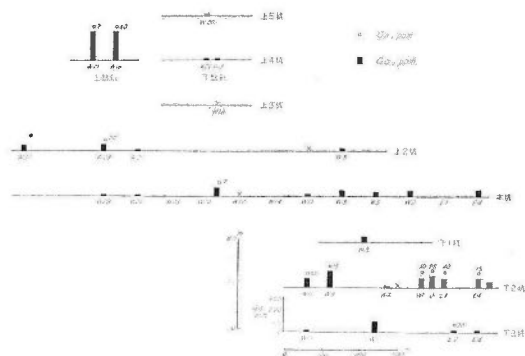
II. 1. 4 より明らかなように、尾太鉍山の鉍脈中の閃亜鉛鉱は、鉍化作用の時期が主脈と異なる場合(鉍石角礫中および上盤鍾)、脈が細脈となつた場合および晶洞部のもの一部は微量成分の挙動が、主脈のものとなつているが、主脈中では Ge, Ga 含量にやゝ差はあるが一般に低く、In および Sn 含量が高く、不規則に Bi および Co が検出され、Cd 含量も他の鉍脈鉍床のそれと較べてやゝ高い浅成高温鉍床型の挙動がはつきりと現われている。

5) 脈の上部、下部における閃亜鉛鉱の微量成分の挙動

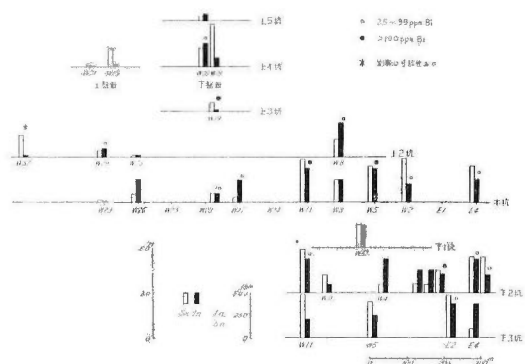
尾太鉍山では、現在なお探鉍採掘を主としており、各坑準の開発は日々に進んでいる。もつとも開発が進んでいるのは本坑準であり、次いで上2坑準および下部となつている。上部は旧坑の採掘跡等もあり、それほど開発は進んでいない。上、下部を通じて主脈中の閃亜鉛鉱は普遍的に存在しており、脈の上、下部における微量成分の挙動を比較するには好都合である。

各坑準の試料についての Ge, Ga の分布は第10図で示される。産状と微量成分の挙動の項で明らかにしたように、上盤鍾および鉍石角礫中のものは Ge, Ga 含量は高い。主脈では下2坑準の閃亜鉛鉱はほとんど全部含 Ge で、Ga 含量もやゝ高く、また下3坑準の東部も同様でやゝ特殊な分布を示している。

上部では、上盤鍾のものを除けば、主脈中では、Ge, Ga は著しく低含量で下部と対称的である。第11図は In, Sn および Bi の分布を示しているが、主脈の東部および西部の W—20 付近までは、いずれも In, Sn は高含量で、西部の W—20 以西の脈の劣化とともに、In, Sn は低含量となつてくる。Bi は本坑準の東部および西部の W—20 付近までの閃亜鉛鉱では普遍的に含まれるが、他の坑準ではその現われ方がやゝ不規則である。鉍脈の劣化部では Bi を検出することはほとんどなく、鉍化作用の時期の異なる鉍石角礫中の



第10図 尾太鉱山閃亜鉛鉱の Ge および Ga の分布図
Ga and Ge in zincblende from Oppu mine



第11図 尾太鉱山閃亜鉛鉱の In, Sn および Bi の分布図
In, Sn and Bi in zincblende from Oppu mine

ものおよび上盤鍾では全く Bi を伴わない。Cd は全坑準を通じて、0.20~0.85%の間を不規則に分布しており、主脈中のものがやゝ高含量を示すほかは、とりあげるべき特徴をもたない。

下2坑準および下3坑準で、他の坑準に較べて Ge および Ga 含量がやゝ高いことは、これら2坑準には、角礫状構造および輪状構造を示す鉱石が多く、上部でみられる上盤鍾のような異なつた鉱化作用により生成した鉱石が主脈中に破砕分散し、分析に供した試料が、これらの混合した形となつていることによるのかも知れない。

これらをまとめると次のとおりである。

(1) 尾太鉱山の閃亜鉛鉱中の微量成分は主脈中の閃亜鉛鉱では上部・下部を通じて Ge および Ga 含量が低く、In および Sn 含量は逆に高く、また Bi, Co が不規則に検出される東北日本内帯鉱床区の浅成高温鉱床の分類にはいる閃亜鉛鉱であることを確かめた。

(2) 主脈中に散見する鉱石角礫および分岐脈と考えられている上盤鍾の閃亜鉛鉱は含 Ge でしかも Ga 含量が高く、In は主脈のものに比較して低い黒鉱鉱床の分類にはいる閃亜鉛鉱であるようで、本鉱床の初期の鉱化作用によつて生成された鉱床は、なんらかの点で黒鉱鉱床に類似する生成過程を経てきた鉱床である可能性がある。

(3) 主脈の劣化部では、閃亜鉛鉱中の微量成分は著しく低含量で、これは Ge, Ga, In, Sn のような

微量成分が、鉱液より分別沈殿した後に生成したことが原因と考えている。

(4) 晶洞部の閃亜鉛鉱では、晶洞のある脈の脈勢により微量成分は支配されているようであり、脈勢が強く閃亜鉛鉱に富む部分では主脈の閃亜鉛鉱と変わらず、脈勢劣化部では、微量成分は乏しい。

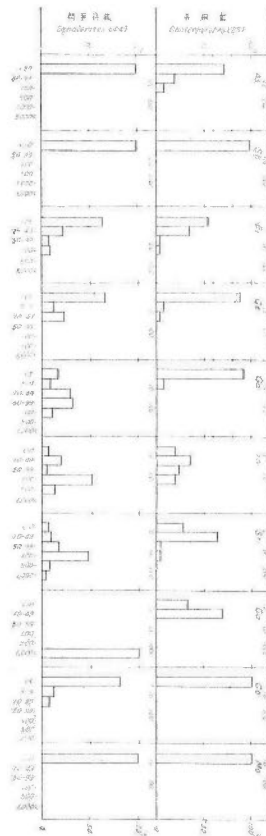
(5) 主脈中での上部および、下部での微量成分の挙動は、下2坑および下3坑東部では含 Ge で Ga 含量はやゝ高い。また Bi は本坑準では普遍的である。

V. 黄銅鉱の微量成分についての考察

黄銅鉱は閃亜鉛鉱型 (Sphalerite type) に類似の結晶構造をもち、主成分元素である Cu^{2+} 、 Fe^{2+} とイオン半径、原子価の類似した他の元素を置換し、また閃亜鉛鉱と同様に金属元素の S との結合が共有結合であるために、共有半径 (tetrahedral covalent radii) に支配されて類似の共有半径をもつ金属元素を置換してその微量成分としている。

類似の結晶構造をもつ閃亜鉛鉱・黄錫鉱、ある種の蒼鉛鉱物などとは固溶体をつくり、条件によつては離溶する。

このように黄銅鉱中にはいろいろの微量成分は、閃亜鉛鉱の場合とよく似ている。実際に東北日本内帯鉱床区の黄銅鉱についてみれば、その微量成分の分布は閃亜鉛鉱のそれとよく一致している。



第12図 尾太鉱山の黄銅鉱および閃亜鉛鉱の微量成分頻度分布図 (単位 ppm)
Frequency distribution for chalcopyrites and sphalerites from Oppu mine

個々の微量元素についてみれば、黄銅鉱で As, Bi 含量が一般に閃亜鉛鉱におけるより高含量を示すが、その他の微量元素—Ge, Ga, In, Sn, Co および Cd—については常に閃亜鉛鉱よりも低含量である。硫化鉱物中に Mo を検出しうる鉱床では Mo は黄銅鉱が閃亜鉛鉱中より高含量を示す。

黄銅鉱の微量元素について鉱床の型式からみれば黒鉱鉱床では As, Ga が比較的高含量で As を含有する黄銅鉱では Sb を検出することが多い。Ge 含量は一般に低い、他の脈脈鉱床に較べて現出する頻度は高い。

浅成低温脈脈鉱床では、一般に閃亜鉛鉱と同様に黄銅鉱は微量元素含量は低く、鉱床によつて低含量の As, Bi, Ga, In, Sn を現出するにすぎない。

浅成高温脈脈鉱床の場合には、In, Sn 含量が高く Bi 高含量の場合が多い。また Co の現出頻度が高いことも閃亜鉛鉱の場合と同様である。

黄銅鉱の微量元素の挙動は、閃亜鉛鉱とほぼ同様で、閃亜鉛鉱の項で述べたように温度勾配等の生成条件の差による微量元素の分別沈殿により支配されているものと思われる。

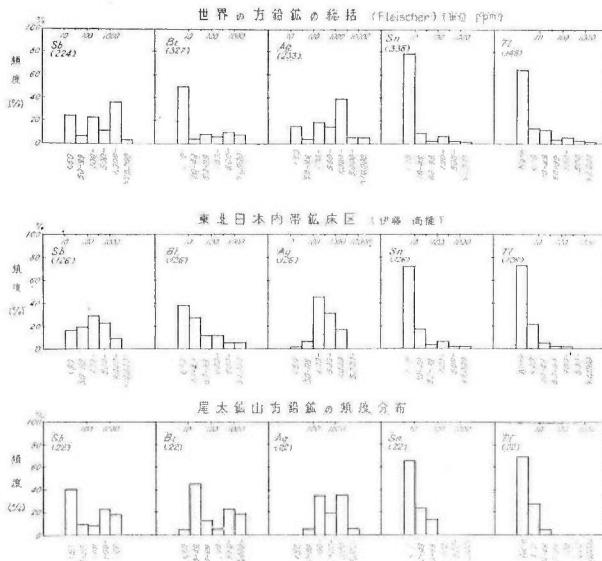
尾太鉱山産の黄銅鉱 25 個の微量元素の分析結果は第 2 表 b に示したが、これと閃亜鉛鉱 44 個の微量元素の分布を比較すると第 12 図のようになる。黄銅鉱の微量元素の分布は閃亜鉛鉱の分布とほぼ同様であり、しかもいずれも低含量であることが明らかである。

また黄銅鉱の産状等による微量元素の挙動も、閃亜鉛鉱の場合とほとんど変わりはなく、主脈中の黄銅鉱に比較して、鉱石角礫および上盤鍾の黄銅鉱は微量元素含量に乏しく、晶洞中のものも同様である。

VI. 方鉛鉱の微量元素についての考察

VI. 1 一般的特点

方鉛鉱中の微量元素としては、Sb, Bi, Ag が普遍的に現われ、As, Sn, Tl, Cd, Se および Te がこれに次いでいる。



第 13 図 方鉛鉱の微量元素頻度分布図

Distribution maps for minor elements in galenas from the world, the Inner Northeast Japan province and Opu mine

Fleischer³⁾ が示した多くの研究者による方鉛鉱の微量成分の総括結果、および東北日本内帯鉛床区の種類の鉛床の方鉛鉱 126 個の分析結果と、尾太鉛山産 22 個の方鉛鉱中の微量成分分布を頻度分布図として示した (第 13 図)。

As, Te, Cd は検出頻度が低いので頻度分布図より省略した。

方鉛鉱中の微量成分の挙動については多くの研究があるが、いずれも方鉛鉱の結晶構造が ionic crystal の特徴を示し、また metallic crystal の特徴をも示すいわゆる semi-metallic な結晶であることにより種々考察を進めている。

個々の微量成分元素について略述すると次のとおりである。

Se, Te

方鉛鉱 (PbS) の S を置換して PbSe (clausthalite) と固溶体をつくり、PbS 中に PbSe が 0.04 ~ 93.7 分子百分率ではいろいろのことを、Coleman²⁾ などは X 線的研究により明らかにしている。一般に方鉛鉱の多くは含 Se であるといわれているが、Se の分光分析法が確立されていないので、本報告では分析結果を示すことができなかつた。また PbS は PbTe (altaite) と固溶体をつくることが知られているが、東北日本内帯鉛床区では 2 鉛床の方鉛鉱に 200~500 ppm の Te をみだしたにすぎない。

As, Sb

As, Sb は Se, Te の場合と同様に、PbS の S を置換して方鉛鉱中にはいろいろのことが知られている。しかし As に比べて Sb は方鉛鉱の主要微量成分であり、Goldschmidt⁶⁾ は PbS と SnSb とが同形をなすことを述べており、このように S と Sb との置換しやすさが、Sb が普遍的に方鉛鉱の微量成分としてはいつてくる原因となつている。Schroll¹⁸⁾、Tischendorf²⁴⁾ は方鉛鉱中の Sb 含量はその生成条件と関係があり、生成温度の低下とともに Sb 含量も低下することを述べている。

Bi

Bi もまた方鉛鉱の主要微量成分をなしている。As, Sb 等とは異なり、Bi は PbS 結晶格子の Pb を置換しているといわれる。方鉛鉱の 50% 以上に Bi を検出するが (第 13 図)、ときとして 1% 以上の Bi 含量をもつ方鉛鉱もみだされている。

高 Bi 含量の方鉛鉱では一般に Ag 含量も高く高含 Bi 方鉛鉱中に AgBiS₂ (matildite) のような Ag-Sulphobismuthite の存在を暗示している。Schroll¹⁸⁾、Tischendorf²⁴⁾ は Bi および Bi 化合物が方鉛鉱中では高温で安定であること、および Sb, Ag と相関する事実から方鉛鉱の生成温度が高いほど高 Bi 含量であると述べている。しかし方鉛鉱の分析結果を検討した結果、Sb, Ag とは無関係に Bi がいろいろのことを Goldschmidt⁶⁾ は説いている。

Tl

Tl はその metallic radii, tetrahedral covalent radii が Pb および Bi と類似しているために、高含 Bi 方鉛鉱で高 Tl 含量を示す。

Ag

方鉛鉱中に最も普通に含まれる微量成分であり、Ag が方鉛鉱中にはいる機構については Goldschmidt⁶⁾ が種々考察している。すなわち方鉛鉱のその Semi-metallic な構造のために、Ag の捕捉を Pb と Ag の tetrahedral covalent radii の類似により説明している。

方鉛鉱中では一般に 0.0n~0.1n % Ag であるが、Ag 含量は、高温生成の方鉛鉱および高含 Bi 方鉛鉱で高い。これは方鉛鉱中への Ag の溶解度が温度の低下とともに減少することにより説明されている。

Sn

Oftedal¹²⁾ は、Norway 産の方鉛鉱および閃亜鉛鉱中の Sn 含量を検討し、高温で Sn は方鉛鉱中にはいると述べている。Hoehne⁸⁾ は Saxony および Czechoslovakia の熱水性鉛床の方鉛鉱中の Sn 含量について検討している。

牟田邦彦¹⁰⁾ は九州産の方鉛鉱の Sn の分布についての研究を行ない、方鉛鉱中の Sn 含量は第三紀花崗岩

鉱床区産 (xenothermal 型鉱床) のもので高く、Sn の分布より、鉱床の成因や鉱床区が推定できると述べている。

VI. 2 鉱床区全般の方鉛鉱の微量元素

本鉱床区の種々の鉱床産の方鉛鉱の微量元素の挙動については別に報告するが (高橋・伊藤1959)註3, 鉱床の型式による分類と、微量元素との関係は一般に次のとおりである。

1) 黒鉱鉱床

Sb 含量は一般に高いが Ag 含量は低く Bi は不規則に現出する。黒鉱鉱床の方鉛鉱中に Sn を含むことは稀である。

2) 浅成高温脈脈鉱床

同一鉱床内で産状の違いにより、差はあるが、一般に Sb, Ag 含量は高く、Bi の分布は不規則である。Sn 含量の現出頻度は最も高い。

3) 浅成低温脈脈鉱床

Sb, Ag 含量は低く、なお Bi の分布は他の鉱床と同様に不規則である。Sn の現出頻度は低い。

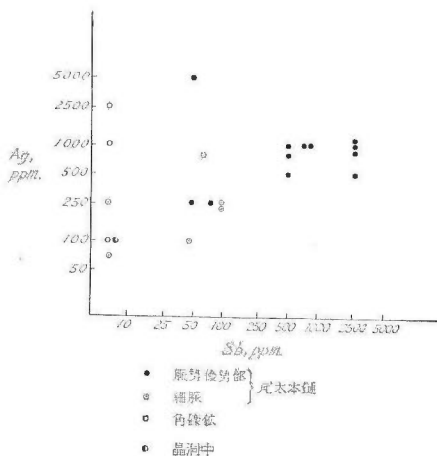
一般に東北日本内帯鉱床区産の方鉛鉱では鉱床の型式によらず、不規則ではあるが Bi の現出頻度は高く、本鉱床区の一つの特徴となっている。

VI. 3 尾太鉱山の方鉛鉱の微量元素

尾太鉱山の方鉛鉱 22 個について、閃亜鉛鉱で行なつたと同様に、産状による微量元素の挙動の差異、すなわち主脈中および鉱石角礫中の方鉛鉱の比較、脈勢の優劣による差異等を東北日本内帯鉱床産の方鉛鉱と同様に、Ag-Sb, Ag-(Sb+Bi), および Ag-Bi の関係を第 14~16 図に示し、種々の検討を行なつてみた。

1) Ag-Sb の関係

第 14 図でみられるように主脈中の方鉛鉱では Ag, Sb 含量ともに高く、主脈中でも脈勢劣化部になるに従い Ag, Sb 含量は漸減し、晶洞中の方鉛鉱 (Anal. No: 21) では著しく微量元素含量に乏しい。



第 14 図 尾太鉱山方鉛鉱中の Ag および Sb 含量の関係
Ag-Sb relationship of galenas from Oppu mine

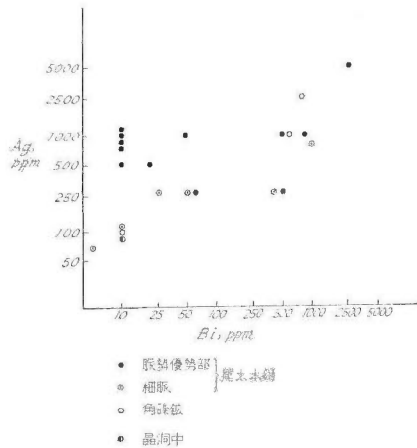
註3) 日化地球化学討論会講演要旨集 (1959)

本坑中段 W-19 でみられる鉱石角礫中の方鉛鉱では、Ag 含量のみ高い (Anal. No. 7, 9)。これはこれら方鉛鉱中で Bi 含量が著しく高いために Ag 含量も高いのであろう。

一般にさきに述べた閃亜鉛鉱の微量成分の挙動においても、脈勢の強い主脈中のものは浅成高温鉱床の分類にはいるが、方鉛鉱の場合でもほぼ同様であり、角礫状鉱中のものは主脈のそれと全く違った挙動を示している。

2) Ag-Bi の関係

Ag-Sb の関係で述べたように脈勢が強く主脈中の方鉛鉱では高 Ag 含量を示し、また角礫状鉱中のものは高 Bi 含量であるために Ag 含量は高い。第 15 図は Ag-Bi の関係を示すが、主脈中の脈勢劣化部 (Anal.



第 15 図 尾太鉱山方鉛鉱中の Ag および Bi 含量の関係
Ag-Bi relationship of galenas from Oppu mine

No. 6, 4) で Bi 含量が 500 ppm 以上であるために高 Ag 含量を示している。

一般に Bi の現出する産状には Sb ほど規則性がないが、角礫状鉱中の方鉛鉱ではいずれも特徴的に Bi 含量は高い。

高 Sb 含量を示す大部分の主脈中の方鉛鉱を除いては、Ag および Bi 含量は相関関係を示し、方鉛鉱中の Ag-sulphobismuthite の存在の可能性を暗示している。

3) Ag-(Sb+Bi) の関係

Ag と Sb 含量は、一般にその生成条件に関与していると考えられ、高 Bi 含量の方鉛鉱を除いて相関関係にあり、また Ag と Bi 含量も高 Sb 含量の方鉛鉱を除いて相関関係を示す。それゆえ、Ag-(Sb+Bi) の関係は明瞭な相関を示している (第 16 図)。この場合、主脈中の脈勢劣化部、晶洞部、上盤鍾の方鉛鉱は低 Ag-(Sb+Bi) の位置に点示される。

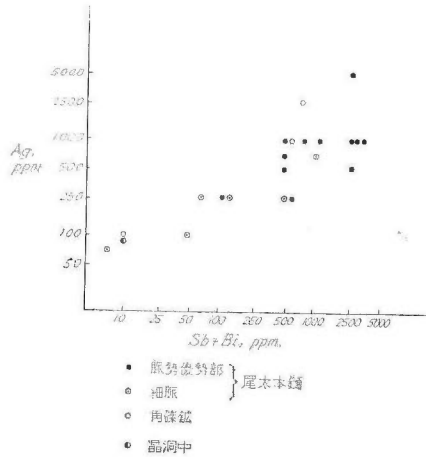
4) Sn

尾太鉱山の方鉛鉱 22 個のうち 9 個に 10~75 ppm Sn が認められ、いずれも脈勢の強い主脈中の方鉛鉱であり、その他の方鉛鉱では Sn は検出しえなかつた。これは東北日本内帯鉱床区の方鉛鉱で Sn の現出頻度は浅成高温鉱脈鉱床で最も高い事実と対比される。

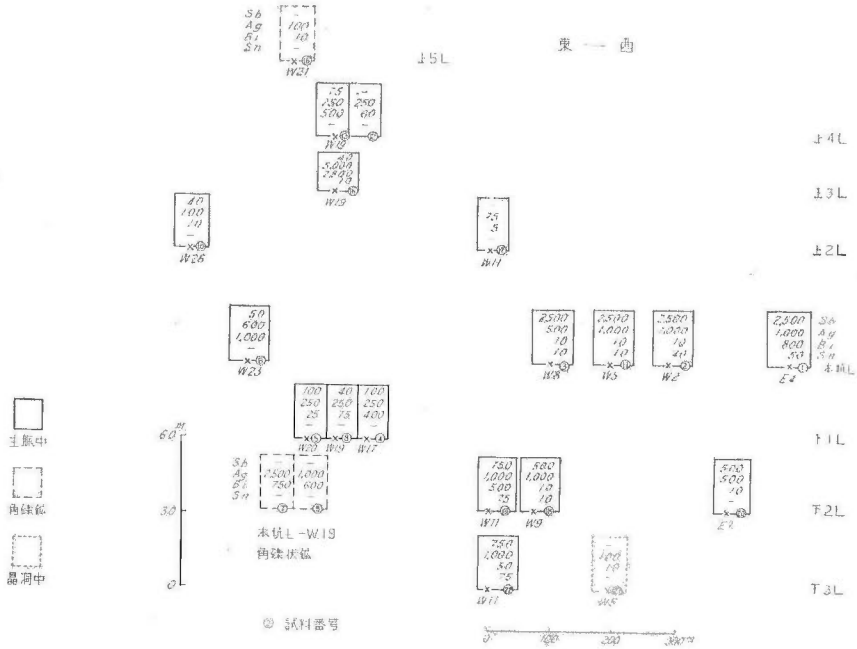
5) Tl

Tl は高含 Bi 方鉛鉱で比較的高含量を示しているが、尾太鉱山の場合、産状との関係は明瞭ではない。

以上の関係と方鉛鉱採取位置との関係を模式図で現わすと、第 17 図のようになる。主脈中の方鉛鉱についてみれば、高 Sb, Ag 含量のものは、本坑準の W-11 より東部、および下 2 および下 3 坑準の東部に集



第 16 図 尾太鉄山方鉛鉱中の Ag および Sb+Bi 含量との関係
Ag-(Sb+Bi) relationship of galenas from Oppu mine



第 17 図 尾太鉄山方鉛鉱中の微量元素分布図
Schematic profile of the minor element distribution in galena of Oppu mine

中しており、本坑準の西部および本坑準より上部ではいずれも低 Sb, Ag 含量を示している。Sn も同様に高 Sb, Ag 含量の方鉛鉱にのみ現出している。

また高 Bi 含量の方鉛鉱は、本坑準中段 W-19 の鉄角礫中のもおよび主脈中で不規則に現われる。

VII. 結 言

青森県尾太鉱山の尾太本鍾から採取単離した硫化鉱物（閃亜鉛鉱 44 個，黄銅鉱 22 個および方鉛鉱 22 個）の微量成分を分光分析法により分析し，種々の検討を行なつた。

(1) 大部分を占める主鉱化作用により生成した硫化鉱物の微量成分は，東北日本内帯鉱床区全般の浅成高温鉱床の分類にはいる分布および挙動を示す。すなわち閃亜鉛鉱では，In, Sn 含量は高く，また Bi, Co の現出頻度も高い。方鉛鉱では Ag, Sb 高含量でいずれも Sn を含んでいる。

初期の鉱化作用による鉱石角礫あるいは上盤鍾の硫化鉱物では，閃亜鉛鉱で Ge, Ga 含量が高く，方鉛鉱で Ag, Sb 含量の低い浅成低温鉱床あるいは黒鉱鉱床に類似の微量成分の挙動を示している。

(2) 晶洞中では，硫化鉱物の微量成分は，脈中のものと挙動はあまり変わらないが一般に微量成分含量は脈中のものより減少している。また晶洞部の脈勢とも関係があり，脈勢の強い部分に較べて劣化部の晶洞中の硫化鉱物はほとんど微量成分を含まない。

(3) 硫化鉱物の微量成分は，脈勢と関係があり，尾太本鍾下部より上部に向かつて，また東部から西部に微量成分含量は減少している。

(4) これらの結果から尾太本鍾の大部分を占めている硫化鉱物は，浅成高温の条件下で生成した可能性がある。

(5) 尾太鉱山およびその周辺の鉱床では，太良鉱山の場合と同様に，鉱石鉱物に高温性鉱物がみいだされ，また一部に高温型鉱床にみられる鉱物共生および組織がみられ，あわせて前述したような硫化鉱物の微量成分の挙動も高温型に属すること，および付近に新第三紀完晶質岩の存在などから，尾太鉱山の鉱床は浅所高温の条件下で生成したものと考えられる。

この研究は，東北日本内帯鉱床区の硫化鉱物中の微量成分の研究の一部として行なわれたものである。

文 献

- 1) Anderson, J.S. : Observations on the geochemistry of indium, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, Vol. 4, p. 225~240, 1953
- 2) Coleman, R.G. : Galena-clausthalite solid solution series, *Amer. Mineral.*, Vol. 44, p. 166~175, 1959
- 3) Fleischer, M. : Minor elements in some sulfide minerals, *Econ. Geol.*, 50th Anniversary Volume, p. 970~1024, 1955
- 4) Fryklund, V.C. Jr. & Fletcher, J.D. : Geochemistry of sphalerite from the Star Mine, Coeur d'Alene district, Idaho, *Econ. Geol.*, Vol. 51, p. 223, 1956
- 5) Gabrielson, O. : Studier över elementfordelningar i zinkblenden från Svenska fyndorter-Sver, *Geol. Undersökn.*, Ser. C, No. 468, Årsbok 39, No. 1, p. 1~52, 1945, *Chem. Abst.*, Vol. 41, p. 1963, 1947
- 6) Goldschmidt, V.M. : *Geochemistry*, Oxford, 1954
- 7) Graton, L.C. & Harcourt, G.A. : Spectrographic evidence on origin of ores of Mississippi Valley type, *Econ. Geol.*, Vol. 30, p. 800~824, 1935
- 8) Hoehne, K. : Quantitativ chemische und erzmikroskopische Bestimmung von Arsen, Antimon, Zinn und Wismut in vorwiegend schlesischen Bleiglanzen, *Chemie der Erde*, Vol. 9, p. 209~268, 1934

- 9) Kullerud, G. : The FeS-ZnS system, a geological thermometer, *Norsk Geol. Tids.*, Vol. 32, p. 61~147, 1953
- 10) 牟田邦彦 : 九州産方鉛鉱中の Sn の分布, *九大工学集報*, Vol. 30, p. 229~235, 1957
- 11) Oftedal, I. : Untersuchungen über die Nebenbestandteile von Erzmineralein norwegischer zinkblän-de-führender Vorkommen, *Norsk. Videnskap. Akad. Skrifter, Mat.-Naturwiss. Kl.*, No. 8, p. 103, 1940
- 12) Oftedal, I. : On the occurrence of tin in Norwegian minerals, *Norsk Geol. Tids.*, Vol. 19, p. 314~325, 1939
- 13) 大町北一郎・大津秀夫・関根良弘 : 日本の Subvolcanic Deposits における鉱化作用の特性 (11) —特に東北日本内帯の鉱化帯における Zoning 現象について—, *鉱山地質*, Vol. 9, p. 32, 1959
- 14) 大津秀夫 : 山形県中央部の鉱床地帯における鉱化作用と裂隙系に関する研究, *鉱山地質*, Vol. 6, p. 13~24, p. 67~77, 1956
- 15) Papish, J. & Stilson, C.B. : Occurrence of gallium in Zinc minerals, *Amer. Mineral*, Vol. 15, p. 521~527, 1930
- 16) Pauling, L. : The nature of the chemical bonds, 1940, (邦訳; 小泉正夫, 化学結合論, 共立出版)
- 17) Schneiderhöhn, H. u. Ramdohr, P. : Lehrbuch der Erzmikroskopie, Berlin, 1931
- 18) Schroll, E. : Spurenelementparagenese (Mikroparagenese) ostalpiner Bleiglanze, *Oesterr. Akad. Wiss. Anz. Math-Naturw. Kl.*, p. 21~25, 1951
- 19) 関根良弘・大津秀夫・郷原純造・吉田善亮 : 秋田県立又鉱山における錫鉱物の産出について, *鉱山地質*, Vol. 7, p. 288, 1957
- 20) 関根良弘・大町北一郎・大津秀夫 : 日本の Subvolcanic Deposits における鉱化作用の特性, 特に東北日本の Miocene 完晶質岩類との関係, *鉱山地質*, Vol. 8, p. 49, 1958
- 21) Stoiber, R.E. : Minor elements in sphalerite, *Econ. Geol.*, Vol. 35, p. 501~519, 1940
- 22) 高橋清・砂川一郎・大津秀夫 : 東北日本内帯鉱床区における硫化鉱物中の微量元素に関する地球化学的研究 (第1報), *鉱山地質*, Vol. 8, p. 57, 1958
- 23) 高橋清・田母神司郎・大津秀夫・浜野一彦 : 東北日本内帯鉱床区における硫化鉱物中の微量元素に関する地球化学的研究 (第2報), *鉱山地質*, Vol. 9, p. 32, 1959
- 24) Tischendorf, G. : Paragenetische und tektonische Untersuchungen auf Gangen des fluorbarytischen Bleiformation Freihergs, *Freiberger Forschungshefte v. C* 18, p. 1~129, 1955
- 25) Warren, H.V. & Thompson, R.M. : Sphalerites from western Canada, *Econ. Geol.*, Vol. 40, p. 309~335, 1945

別表1~4は関根・大津・大町(1958)²⁾(1959)⁴⁾の“日本の Subvolcanic Deposits における鉱化作用の特性”についての研究において、西南北海道鉱床区および東北日本内帯鉱床区の異常な鉱石鉱物、異常構造、変質帯における異常鉱物随伴型式および磁鉄鉱の産状について総括したものである。

別表1 異常な鉱石鉱物の産状
Occurrences of Abnormal Ore Minerals

Mine	Type of deposit	Abnormal ore minerals	Source
豊羽	Pb-Zn vein	Magnetite, Arsenopyrite, Pyrrhotite	石橋(1957) ¹⁾ ・藤原・斎藤(1958) ²⁾
手稲	Au-Ag-Te(Cu) vein	Bismuthinite, Te-minerals	渡辺(万)(1932) ³⁾ ・渡辺(武)(1943) ⁴⁾
大豊	Au-Ag-(Cu) vein	Bismuthinite Tetrahedrite, Luzonite	杉本(1958) ⁵⁾
寿都	Pb-Zn vein	Cassiterite, Stannite, Famatinite	石橋(1951) ⁶⁾
倶登山	Au-Ag-Cu vein	Sn-tetrahedrite, Arsenopyrite	滝本(1944) ⁷⁾
大玖	Kurokō deposit	Molybdenite	石川(未発表)
今金	Cu-Pb-Zn vein	Magnetite	高畠(1950) ⁸⁾
上北	Kurokō deposit	Orange bornite Stanbergite, stromeyrite	竹内・南部・鈴木・岡田(1956) ⁹⁾
尾太	Pb-Zn vein	Pyrrhotite	高橋・砂川(未発表)
太良	Pb-Zn vein	Pyrrhotite, cubanite	田代・菅木(1956) ¹⁰⁾
小真木	Chl-Cp-Py vein	Bismuthinite, Cu-Bi minerals (?)	三宅(1949) ¹¹⁾ ・大町(1953) ¹²⁾
山館	Chl-Cp-Py vein	Cu-Bi mineral (?) Bismuthinite, Magnetite, Pyrrhotite	榊原(1957) ¹³⁾
大倉	Chl-Cp-Py vein	Bismuthinite	榊原(未発表)
大葛	Au-Cu vein	Bismuthinite	榊原・篠原(1957) ¹⁴⁾
立又	Cp-Mag vein	Magnetite, Pyrrhotite, Arsenopyrite, Stannite, Cubanite ?	竹内・菅木(1957) ¹⁵⁾ 関根・大津・郷原・吉田(1957) ¹⁶⁾
明又	Cp-Po vein	Cu-Bi mineral Pyrrhotite, Cubanite ?	竹内・菅木(1957) ¹⁷⁾
富田又	Cu-(Pb-Zn) vein	Bismuthinite	大町(1953) ¹²⁾
卯根倉	Chl-Cp-Py vein	Molybdenite	佐藤・高橋(1956) ¹⁸⁾
日正	Mag vein	Magnetite, Apatite, Hornblende	五十嵐・小泉(未発表)
羽前	Mag vein	Magnetite	鈴木(未発表)
竜神	Cp-Mag vein	Magnetite, Pyrrhotite	大津・五十嵐(未発表)
大泉	Pb-Zn vein	Pyrrhotite Magnetite, Bismuthinite, Stannite	高橋・島津他(未発表)
八総	Chl-Cp-Py vein	Native Bismuth	大町(未発表)

別表2 異常な鉛石組織の産状
Abnormal Ore Texture

Mine	Type of deposit	Abnormal ore texture	Source
寿 都	Pb-Zn vein	B	大町(1957) ¹⁹⁾
太 良	Pb-Zn vein	A · B · C	田代 · 萱木(1956) ¹⁰⁾
大 葛	Au-Cp vein	A	榊原(1957) ¹⁴⁾
立 又	Cp-Mag vein	A · B	竹内 · 萱木(1957) ¹⁵⁾
明 又	Cp-Po vein	A · C	竹内 · 萱木(1957) ¹⁷⁾
大 泉	Pb-Zn vein	A · B	高橋 · 島津他(未発表)

A : Zinc star in chalcopyrite (or pyrrhotite)
B : Well-ordered Cp. dots in sphalerite

C : Cp-Cubanite exsolution

別表3 異常な母岩の変質
Abnormal Rock Alteration

Mine	Type of deposit	Abnormal altered mineral	Source
青 森	Kurokō deposit	Diaspor, Pyrophyllite	林(1958) ²⁰⁾
大 揚	Kurokō deposit	Diaspor, Pyrophyllite	向山 · 白石 · 塚田(1958) ²¹⁾
上 北	Kurokō deposit	Diaspor, Pyrophyllite	須藤 · 林 · 下坂 · 横倉(1957) ²²⁾
花 岡	Kurokō deposit	Diaspor, Brucite	〃
大 堀	Pb-Zn	Wollastonite, Diopside, Epidote, Grossularite	奥海 · 萱木 · 鈴木(1956) ²³⁾ 大町他(未発表)

別表4 種々の磁鉄鉱の産状
Occurrences of Magnetite

Mine	Type of deposit	Occurrence	Source
豊 羽	Pb-Zn vein	A · B	石橋(1957) ¹⁾ · 藤原 · 斎藤(1958) ²⁾
今 金	Pb-Zn(Cu) vein	A	高島(1950) ⁸⁾
山 館	Chl-Cp-Py vein	A · C	榊原(1957) ¹³⁾
立 又	Cp-Mag vein	A · B · C · D	竹内 · 萱木(1957) ¹⁵⁾
日 正	Mag vein	C	五十嵐 · 小泉(未発表)
羽 前	Mag vein	?	鈴木(未発表)
竜 神	Cp-Mag vein	C · E	大津 · 五十嵐(未発表)
大 泉	Pb-Zn vein	A · B · C	高橋 · 島津他(未発表)

A : Pseudomorph (fibrous Hematite)
B : Pseudomorph (fibrous Unknown minerals)
C : Granular

D : Dentritic
E : Massive

別表文献

- 1) 石橋正夫：豊羽鉱山産の磁鉄鉱について、*鉱山地質*, Vol. 7, p. 290, 1957
- 2) 藤原哲夫・斎藤昌之：豊羽鉱山における赤鉄鉱および磁鉄鉱の産状について、*岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol. 42, p. 15~22, 1958
- 3) 渡辺万次郎：北海道手稲鉱山産天然テルル鉱について、*岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol. 8, p. 101~112, 1932
- 4) 渡辺武男：北海道手稲鉱山に於ける碲砒銅鉱族鉱物の産状、*岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol. 30, p. 74~84, 1943
- 5) 杉本良也：石狩国小樽内川流域の地質鉱床について、*岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol. 42, p. 238, 1958
- 6) 石橋正夫：北海道後志国寿都町寿都鉱山における Sn-Te-Bi-Sb 鉱化作用について、*地質学雑誌*, Vol. 57, p. 324~325, 1951
- 7) Takimoto, K. : Studies on the tin deposits of Japan, *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, Vol. 19, No. 1~4, 1944
- 8) 高嶋 彰：北海道後志国今金鉱山銅・鉛・亜鉛鉱床調査報告、*地質調査所月報*, Vol. 1, p. 199~204, 1950
- 9) 竹内常彦・南部松夫・鈴木勝・岡田広吉：上北鉱山の含ゲルマニウム鉱石について、*鉱山地質*, Vol. 6, p. 231~243, 1956
- 10) 田代忠一・荻木浅彦：秋田県太良鉱山産鉱石の離溶共生について、*岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol. 40, p. 223~230, 1956
- 11) 三宅輝海：小真木鉱山における Bismuthinite および Supergene chalcocite, wurtzite の産状について、*太平洋鉱業鉱研試験報告*, No. 26, 1949
- 12) 大町北一郎：秋田県宮田又・小真木鉱山および北海道相泊鉱山の地質鉱床と輝砒鉛鉱の産状について、*鉱山地質*, Vol. 3, p. 181~186, 1953
- 13) 神原忠政：秋田県山館鉱山の鉱物共生について、*鉱山地質*, Vol. 7, p. 288, 1957
- 14) 神原忠政・篠原邦彦：秋田県大葛鉱山の金鉱について、*地質学雑誌*, Vol. 63, p. 423, 1957
- 15) 竹内常彦・荻木浅彦：秋田県立又鉱山産鉱石の共生関係について、*鉱山地質*, Vol. 7, p. 76, 1957
- 16) 関根良弘・大津秀夫・郷原範造・吉田善亮：秋田県立又鉱山における錫鉱物の産出について、*鉱山地質*, Vol. 7, p. 288, 1957
- 17) 竹内常彦・荻木浅彦：秋田県明又鉱山産鉱石の鉱物共生について、*鉱山地質*, Vol. 7, p. 288, 1957
- 18) 佐藤元昭・高橋勝也：緑色凝灰岩中の輝水鉛鉱の鉱化作用について、*鉱山地質*, Vol. 6, p. 98~99, 1956
- 19) 大町北一郎：ZnS-CuFeS₂ 系について（特に北海道産鉱石について）、*地質学会北海道支部講演*, 1957
- 20) 林 久人：青森鉱山の変質帯の鉱物学的研究、*鉱山地質*, Vol. 8, p. 51, 1958
- 21) 向山広・白石豊・塚田靖：大湯鉱山における構造規制と母岩の変質作用について、*鉱山地質*, Vol. 8, p. 51, 1958
- 22) 須藤俊男・林久人・下坂康哉・横倉弘：黒鉱鉱床の母岩の変質帯に見出された注目すべき鉱物随伴型式、*鉱山地質*, Vol. 6, p. 76, 1956
- 23) 奥海靖・荻木浅彦・鈴木光郎：山形県大堀鉱山の鉱床、特に蟹の又鉱床について、*鉱山地質*, Vol. 6, p. 113, 1956

MINOR CONSTITUENTS IN SULPHIDE MINERALS FROM THE OPPU MINE, AOMORI PREFECTURE

By

Kiyoshi TAKAHASHI

Ichiro SUNAGAWA

Hideo OHTSU

Abstract

The deposits of the Oppu mine located at the southwestern part of Aomori prefecture, belong to the Inner Northeast Japan Metallogenic Province, where the ore deposits are formed in late Tertiary age, and generally belong to the "Subvulkanisch" type of H. Schneiderhöhn's classification.

The ore deposits of the Oppu mine are one of the several lead-zinc-rhodochrosite veins in this province. The main ore minerals are sphalerite and galena associated with some chalcopyrite, pyrite and pyrrhotite, and gangue minerals are quartz, rhodochrosite and calcite.

In this study, the behaviours of minor constituents in sulphide minerals of various occurrences in the main lode of the Oppu mine are discussed.

The results of quantitative spectrographic analyses of minor constituents are given of 44 sphalerites, 25 chalcopyrites and 22 galenas.

In general, the main sulphide ore minerals from the various deposits in the Inner Northeast Japan Metallogenic Province are statistically characterized by the behaviours of their minor constituents as follows :

(1) Sphalerite : The behaviours of minor constituents in sphalerites vary according to the different types of ore deposits, as being shown in the following table :

Type of dep.	As	Sb	Bi	Ge	Ga	In	Sn	Co	Mo	Cd
Kurokō deposit	+	+	-	++	##	-	-	-	+	##
Epithermal vein	±	±	±	±	##	+	±	±	-	##
Xenothermal vein	-	-	++	-	+	##	##	+	-	###

(2) Chalcopyrite : The behaviours of minor constituents in chalcopyrite are similar to those of sphalerite, but their concentrations are always less than those of sphalerite of the same occurrences.

(3) Galena : The galenas from xenothermal vein deposits show high contents of Ag and Sb, while those from epithermal vein deposits show low Ag and Sb contents. The behaviour of Bi has no connection with the type of deposits but the frequency distribution of Bi in galenas from xenothermal type shows a little higher frequency than the other types of deposits.

Distributions of minor constituents in sulphides from the Oppu mine are considered to be controlled by various factors, such as the stage of mineralization, occurrence, grade of ore minerals in vein, etc.

Almost all sulphides are formed in the main mineralization stage. Their minor constituents are plotted in the area of xenothermal vein type in the variation diagram of some minor constituents ; that is, they show high In, Sn, Bi, Co and low Ge, Ga for sphalerites and high Ag, Sb contents for galenas.

On the other hand, sulphides from brecciated ores and Uwaban-Hi vein which are formed in the stage of early mineralization, show the same characteristics as in the case of epithermal or Kurokō deposit.

Sulphides in druses from high grade parts of the vein show similar behaviours of minor constituents as those in the vein, while those from low grade parts show low concentrations of minor constituents.

A systematic variation of content of minor constituents has been found according to the different localities of the vein. The concentrations of minor constituents in sulphides tend to show a gradual decrease from lower level and eastern part to upper level and western part, corresponding to the variation of ore grades from high to low.

From these results, it is concluded that almost all sulphides from the Oppu mine are precipitated under the xenothermal condition, and those from early mineralization have the similar characters in behaviours of minor constituents in sulphides as epithermal or Kurokō type of deposits.

青森県尾太鉱山の硫化鉱物中の微量成分について

Takahashi, K.
Sunagawa, I.
Otsu, H.

高橋 清・砂川一郎・大津秀夫

地質調査所報告, No. 189, p. 1~30, 1961

17 illus., 9 tab.

青森県尾太鉱山は、新第三紀中新世の堆積岩を貫ぬく鉛—亜鉛—(銅)—菱マンガン鉱脈鉱床で、その周辺には新第三紀完晶質岩が岩株状に分布している。尾太鉱山の鉱脈は尾太本鍾および上盤鍾からなり、前者が主脈をなす。これらの鉱脈より鉱石試料を採取し、各鉱石鉱物に分離し、分光分析法により微量成分の分析を行なった。尾太本鍾の主鉱化作用によるもの、鉱石角礫、上盤鍾、晶洞中のものは、いずれも微量成分の分布、挙動を異にし、その生成条件のちがいに反映することを明らかにした。分析試料は閃亜鉛鉱 44 試料、黄銅鉱 22 試料および方鉛鉱 22 試料である。

549.3 : 553.32+553.43/.44(521.11) : 543.42

The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Report of the Geological Survey.

Hereafter, all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The Report will be consecutive to the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule, each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- | | | |
|------------------------------|---|-------------------------------|
| A. Geology & allied sciences | { | a. Geology |
| | | b. Petrology and Mineralogy |
| | | c. Paleontology |
| | | d. Volcanology and Hot spring |
| | | e. Geophysics |
| | | f. Geochemistry |
| B. Applied geology | { | a. Ore deposits |
| | | b. Coal |
| | | c. Petroleum and Natural gas |
| | | d. Underground water |
| | | e. Agricultural geology |
| | | Engineering geology |
| | | f. Physical prospecting, |
| | | Chemical prospecting & Boring |
| C. Miscellaneous | | |
| D. Annual Report of Progress | | |

本所刊行の報文類の種目には従来地質要報・地質調査所報告等があったが、今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番号は従来地質調査所報告を追って附けることにする。そして報告は1報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次の如くアルファベットによる略号を附けることにする。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

地質調査所報告

第 179 号

小穴進也：汽水域の研究 II. 浜名湖底質の間隙水化学成分と有機および無機物の溶出機構について, 1958

第 180 号

石和田靖章：汽水域の研究 III. 浜名湖の現世有孔虫群集——汽水域有孔虫類の研究——, 1958

第 181 号

徳永重元：本邦炭の花粉学的研究 II. 北海道中部諸炭田における花粉層位学的研究, 1958

第 182 号

金子徹一：地震探鉱における群設置法と多孔爆発法の研究, 1959

第 183 号

本島公司：天然ガス鉱床の成因的研究, 1959

第 184 号

Nagumo, S. : On the propagation of transient elastic waves, 1960

第 185 号

松井 寛：上部石狩層群の堆積過程における豊里堆と芦別沈降盆地, 1960

第 186 号

本島公司, 外：八橋油田鹹水の地球化学, 1960

第 187 号

Tanai, T. & Onoe, T. : A Mio-Pliocene flora from the Ningyo-toge area on the border between Tottori and Okayama prefectures, Japan, 1961

第 188 号

Sano, S. : On the distribution of gamma ray intensity due to natural radioactivity near the earth's surface

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 179

Oana, S. : Studies on the brackish water 2. Determination of the chemical constituents of interstitial water in lake mud and the experiment on the dissolution of organic and inorganic substances from mud of Lake Hamana-ko, 1958 (in Japanese with English abstract)

No. 180

Ishiwada, Y. : Studies on the brackish water 3. Recent foraminifera from the brackish Lake Hamana-ko, 1958 (in Japanese with English abstract)

No. 181

Tokunaga, S. : Palynological study on Japanese coal 2. Pollenstratigraphical investigations in the coal fields, middle Hokkaido, 1958 (in Japanese with English abstract)

No. 182

Kaneko, T. : Some aspects of multiple geophone setting and pattern shooting in seismic reflection prospecting, 1959 (in Japanese with English abstract)

No. 183

Motojima, K. : Genetic studies of natural gas accumulations, 1959 (in Japanese with English abstract)

No. 184

Nagumo, S. : On the propagation of transient elastic waves, 1960 (in English)

No. 185

Matsui, H. : On the Toyosato barrier and Ashibetsu basin in the geohistory of the deposition of the deposition of the upper Ishikari group, Hokkaido, 1960 (in Japanese with English abstract)

No. 186

Motojima, K. : Geochemical study of brine from Yabase oil field. 1960 (in Japanese with English abstract)

No. 187

Tanai, T. & Onoe, T. : A Mio-Pliocene flora from the Ningyo-toge area on the border between Tottori and Okayama prefectures, Japan, 1961 (in English)

No. 188

Sano, S. : On the distribution of gamma ray intensity due to natural radioactivity near the earth's surface (in English)

昭和 36 年 6 月 30 日印刷

昭和 36 年 7 月 5 日發行

工業技術院地質調査所

印刷者 田 中 春 美

印刷所 田中幸和堂印刷所

© 1961 Geological Survey of Japan

REPORT No. 189

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Katsu KANEKO, Director

**MINOR CONSTITUENTS IN SULPHIDE
MINERALS FROM THE OPPU MINE,
AOMORI PREFECTURE**

By

Kiyoshi TAKAHASHI

Ichiro SUNAGAWA

Hideo OTSU

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

1961

地質調報

Rept. Geol. Surv. J.

No. 189, 1961