奈良県神戸鉾山産セリサイトについて*

On the Sericite from the Kambe-mine,
Nara Prefecture.

湊 秀 雄** (Hideo Minato)

1. 序 言

奈良県神戸^{かんべ}鉾山は旧くよりアンチモン等を稼行したが、その一部には大量の粘土を産出する。この粘土は純白色を呈し、かつ著しい粘性を持つと共に K_2O 成分に富むためカリ粘土の名称が与えられ、カリ肥料原料として考慮されたこともある。この名称は 1942 年頃付けられたものと推定されるが、1943 年故田久保実太郎教授は山元における当粘土精製試料の化学分析を行い K_2O 6.23%²⁾ を得、更に他の成分の値よりこの粘土が絹雲母 (Sericite) である事を明らかにした。これは本邦の金属鉾床に伴う粘土よりセリサイトを見出した最初のものである。なおその後、須藤俊男はこの粘土の X 線粉末写真を撮り、外国産同種鉾物との対比及びその後産出の明らかにされた同種試料との対比を行った。

筆者は 1948 年及び 1949 年新たにセリサイトを稼行する目的の爲設立された大和アンチモン株式会社神戸鉾山長高橋一作氏の好意によりセリサイトを中心とした研究調査を行うことができた。その結果同種鉾物の詳細な産出状態及び鉾物学的性質が明らかとなつた。それらを故田久保実太郎教授の記念として発表しこの研究に対し種々助言をたまわつた田久保先生の靈に捧げたい。

なお当研究にあたり、現地及び研究室における御指導をいただいた東京大学理学部鉾物学教室伊藤貞市教授、粘土鉾物研究に関し御助言をいただいた東京教育大学理学部地質鉾物学教室須藤俊男教授、更に現地調査にあたり種々御便宜をいただいた神戸鉾山長高橋一作氏他関係諸氏に深く感謝する。なおまた X 線実験に御助力願つた東京大学理学部鉾物学教室高須新一郎学士に謝意を表する。

* この研究の大部は東京大学理学部鉾物学教室に於て行われ、一部は昭和 25 年 4 月日本地質学会年会において講演。1953 年 12 月 21 日受理。

** 東京大学教養学部地学教室。

2. 神戸鉾山の位置及び交通

神戸鉾山は奈良県宇陀郡神戸村本郷及び大西にある。交通の便は近畿日本鉄道^{はいばら}の榛原駅よりバスにより南方約 4 km 大宇陀町に至り、それより西方約 2.5 km は徒歩による。大宇陀町と鉾山間の道路は良好でトラックを通じ得る。なおまた鉾石等運送の便は鉾山より西北方約 20 km の関西線櫻井駅による。

3. 神戸鉾山の地質鉾床とその沿革

鉾床附近に分布する岩石は黒雲母花崗岩及び閃緑岩が主要なものであり、それらの間を花崗岩アプライト及びペグマタイト質石英脈が貫いている。地表においては大部分の岩石は風化分解し、その鑑別は容易ではない。その間に点々と粘土化した露頭が認められ、それらはおおよそ $N70 \sim 80^\circ E$ の方向に配列する傾向を示す。この方向は神戸鉾山の鉾床の走向とも略一致している。この種の粘土化帯は神戸鉾山附近において少くとも二条認められ（第1図参照）、その一は第五坑、第一坑及び鍛冶屋垣内部落西南方道路附近の粘土化した地点等を結ぶ線である。第二は第一の線の北側に認められるもので、第六坑、第七坑を結ぶ線であり、第七坑附近では道路北側において石英脈を伴うもののようである。

神戸鉾山の鉾床は、閃緑岩が熱水交代作用を受けて生じた多量の粘土により構成される塊状鉾体及び同質の鉾脈と、それらに伴うかまたは単独に発達

第 1 図 奈良県神戸鉾山附近粘土分布図

する小石英脈とから成り立っている。この粘土鉱は黄鉄鉱^{*}、輝安鉱、硫砒鉄鉱、紅安鉱、炭酸塩鉱物等を伴う。石英脈は硫化鉄鉱物、輝安鉱及び硫砒鉄鉱等を伴う。当鉱山は 1933 年頃粘土鉱の採掘を目的として稼行を始めたのであるが、その後粘土脈に伴う輝安鉱の産出が明らかになると共に輝安鉱の採掘をもあわせ行つた¹⁾。ただしその量もそれ程多量ではなく、終戦後は少時休山状態であつたが再び粘土鉱の採掘を目的として稼行を始め、山元において簡単な方法を用い、水簸精製を行つた。当初は第四坑坑口附近において四坑採掘鉱石を用いて行つたものである²⁾。

その後経営者の変更等もあり 1948 年新らたに第一坑を中心とした粘土鉱の採掘、水簸精製が始められたが、本格的稼行に致らず目下再び休山中である。

筆者が調査を行つた 1948～1949 年は第一坑のみ採掘を行い、第四坑は坑内一部を観察し得る状態であり、第五、六、七坑は坑外廃石を観察し得るばかりであつたため、主として第一坑における状態を述べることにし、他は記録による。

4. セリサイトの産出状態

当鉱床の粘土鉱を形成する粘土鉱物は後述するようにセリサイトであるが、それは第一坑辻坑道、第一坑第三縦入の一部、第一坑第四縦入、第五縦入及び第四坑、第五坑及び第六坑に分布する。これらのうち第六坑のもの以外はどれも同一鉱体であつて、第一坑第四、第五縦入及び第四坑、第五坑のものは塊状を呈する同一鉱体であり、第一坑第三縦入に見られるものはその東方につづく細脈の部分である。これと第二縦入及び辻坑道に分布するものとの関係は不明である。(第 2 図参照)

筆者の観察することができたのは、第一坑だけであるから、主として第一坑内における状態を説明することにする。

第一坑は大略粘土脈に平行に第五坑々口東方に分布する粘土露頭(第 1 図)下部に向つて切られたもので、本坑道より北西方に向け 6 ヶ処に於て縦入坑道が切られている。それらは東より辻坑道、第一、第二、第三、第四、第五縦入であり、いづれもセリサイトを主とする粘土帯にあたっているが特に第

* この粘土中に産出する黄鉄鉱は径 1 cm に及ぶ良好な結晶となり、特に八面体のものは良好である。その形態晶癖については他の研究がある³⁾。

第 2 図 神戸鉾山坑内粘土分布図

四, 第五縦入附近において著しく広くなり, 未だその北盤は確定されて居らず, その見掛上の幅は 30 m を越えるもののようである。その部分の鉾体の向きは大略 $N70^{\circ}\sim 80^{\circ}E$, 傾斜 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}S$ となる。

鉾体周辺部において見られる母岩との関係は第 2 図中 c, d の地点で明らかである。その状態は第 3 図に示す処であつて, 広い鉾体と母岩との関係は c の如く白色粘土鉾中にレンズ状に黒色を帯びた粘土分の少いそさんな岩石分解物を挟んでいる。またこのレンズ状挟みの中央に白色を呈し石英の多い

比較的硬質の岩石を含む事がある。粘土部と黑色部の境界は明瞭であるが、後者と白石硬質部との間は漸移する。粘土鉱体は比較的明瞭な境界面を示して白色そさんな母岩に接する。鉱体に接する母岩には少量の粘土を生成しているが、粘土

図 3 図 神戸鉾山坑内スケッチ

原鉱として利用し得る程度には達しない。

次に第 2 図 d 地点においては広い鉱体の尖滅する部分と母岩との関係が現われているものと考えられ、白色そさんな岩石中に脈状を呈した粘土帯が存在する。その粘土帯の中央部には石英に富む硬質部を挟み、また粘土帯の一部には、母岩との境界面に平行する灰黑色縞模様が認められる。この灰黒色の縞は微細な硫化鉄鉱物が粘土中に混在するために現われたものである。

なお第一坑坑道では極めて小規模な断層が二種認められる。その一つは粘土を伴うものであり、他は全く粘土を伴わないものである。後者は粘土鉱体内にも発達し、硫化鉄鉱物細粒を伴い灰黒色を呈する。その走向は $N40 \sim 60^\circ E$ と $N40 \sim 60^\circ W$ の二系統があり、共に傾斜は垂直に近い。

また粘土鉱体と別種の粘土小脈が数ヶ処に認められるが、不純物の混入多きためその鉱物種の決定は出来なかつた。

5. 試料の水簾と化学分析

第一坑第四縦入(第 2 図中 b)と第四縦入第五縦入間坑道南壁(同図中 a)で採集した新鮮な試料及び第六坑坑外に数年間放置された試料の 3 個につき次のような操作を行つた。

水 簾 法*

採集された粘土鉱は白色塊状であつて表面は絹糸光沢を示すが、セリサイト以外に相当量の石英粒、母岩分解物、硫化鉄鉱等を混在するため、純粹試

* 本報文にては実験室内において行つた方法を述べるのみであるが、工業的方法は他の報文⁴⁾に詳述してある。

料を得る必要上水簾を行つた。各試料約 10 g を粗く碎き 500 c.c. ビーカー中に蒸留水を用いて粘土鉾物を浮游懸濁させ、石英等の不純物質沈澱後セリサイト懸濁液をサイフォンを用い他のビーカーに取り、放置沈澱を行う。通常の試料であれば約 24 時間にて沈澱する。上透の水は再びサイフォンを用いて取り出す。残余の水分は濾紙等により吸取り乾燥して研究試料とする。この試料は後述する如き方法により不純物の混入の殆ど認められない事を認めた。

第 2 図中 a 地点にて採集された試料は当鉾床に産出する粘土中最も粗粒のものであり a, 粗粒試料とする。又 b 地点に産出する試料は代表的の粘土試料であるが、その水簾にあたり、約 24 時間にて沈澱の完了する部分と、沈澱に約 1 ヶ月を要する部分とがある。両者を分離沈澱を行い 2 試料を得、それぞれ b-1, 並粒試料及び b-2, 微粒試料とする。

第 1 表 神戸鉾山セリサイト水簾試料の化学成分

試料番号	a		b-1		b-2		—	
試料 産出地点	第一坑第四, 五 縦 入 間		第一坑第四 縦 入		同 左		第六坑々外 放 置 物	
試料特性	粗 粒		並 粒		微 粒		並粒淡褐色	
化学成分	wt. %	mol. prop.	wt. %	mol. prop.	wt. %	mol. prop.	wt. %	mol. prop.
SiO ₂	48.20%	.802	47.75%	.795	46.46%	.775	48.48%	.807
TiO ₂	0.05	.001	0.30	.004	0.38	.005	0.53	.007
Al ₂ O ₃	35.13	.341	37.06	.360	34.19	.332	32.46	.315
Fe ₂ O ₃	0.74	.005	0.16	.001	0.55	.003	0.88	.006
FeO	0.02	—	0.48	.007	0.17	.002	2.27	.032
MnO	non.	—	0.09	.001	non.	—	non.	—
MgO	1.01	.025	1.26	.031	1.70	.042	1.23	.031
CaO	0.08	.001	0.64	.011	non.	—	0.06	.001
K ₂ O	5.57	.059	5.43	.058	6.65	.071	5.18	.055
Na ₂ O	tr.	—	0.50	.008	0.73	.012	0.97	.016
H ₂ O(+)	8.61	.478	6.05	.336	7.07	.393	5.91	.328
H ₂ O(-)	1.17	.065	0.93	.052	1.45	.081	1.24	.069
SO ₃	0.32	.004	0.20	.003	1.34	.017	1.52	.019
Total	100.90		100.85		100.69		100.73	

第六坑坑外に放置された純白色粘土試料の水簾にあたつては水簾後の上透水に淡褐色の着色が認められた。この水はそのまま蒸発濃縮するにしたがい赤褐色水酸化鉄の沈澱を遊離する*。数回水を取りかえて鉄分の溶出せぬまで水洗を行つた後乾燥し研究試料としたが、それでも他の3試料に比しわずかに褐色を帯びる。

上記の四種の水簾試料を用い珪酸塩鉱物化学分析法により化学分析を行つた結果第1表に示す如き結果が得られた。

上記の分析値は各試料がいずれもセリサイトに属する事を示しているが、そのうち第六坑坑外の試料では異常に鉄分及び硫酸根の含有量が多い。これはこの試料が淡褐色を帯びていることから予期されることであるが、鉄分の吸着がある事を示している。この吸着成分は水洗のみによるこれ以上の分離は殆んど不可能である。

b-2 の微粒試料においては SiO_2 , Al_2O_3 の量が他の試料の値より幾分低くなり、他に K_2O , H_2O , SO_3 等が高くなつてゐる。但しその $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ のモル比は b-1 の場合と殆んど一致する。これは、粘土鉱物は同一成分のものであるが、その粒子がきわめて細かいため他成分の吸着が強い事、及び水簾後の乾燥にあたり、相当多量の水を蒸発乾固したため、水簾水中の可溶性成分を試料に吸着させざるを得なかつた事により、多くの不純成分を混入したものと考えられる。

以上述べたところで明らかになつたように b-2 と第六坑の試料の分析結果は純粹なセリサイトの化学成分とはいひ得ない。よつて分子式の計算は a と b-1 の結果についてのみ行つた。分子式の計算法に關しては、最近粘土鉱物等に適用されている方法即ち陰イオンを $\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ として、水分の量に支配されない方法を用いた。分子式を求める過程は第2表 A, B に示すとおりである。セリサイト類の分子式 $\text{X}_{0-1} \text{Y}_{2-3} \text{Z}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_2$ の式にあてはめると、第2表下欄のとおりになる。

X 項の係数が 1 より小なること、Y 項の係数が 2.0 より大なること、及び

* この淡褐色の水中より、濃縮後鏡檢分析法により Fe, SO_4 , K 等のイオンを検出し得た。なおこれらのイオンの存在は第四坑々内水についても明らかにされた。第一坑内の新鮮な a, b 試料の水簾上透水についてはそのような事実は認められない。以上の關係から、粘土鉱中に含有される硫化鉄鉱物の酸化分解により硫酸鉄と硫酸が生じ、その硫酸はセリサイトと作用してそのカリ分を溶解し硫酸カリを生じたものと考えられる。

Z 項の Al:Si が 1:3 より小なることは、いづれもセリサイトの分子式の特長を示すものである。

第 2 表 神戸鉾山産セリサイト分子式計算表

	(A) a 試 料 (粗 粒)			
	wt. %	mol. prop.	ratio of	cations
SiO ₂	48.20 %	.802	Si 3.32	} 4.00
TiO ₂	0.05	.001	—	
Al ₂ O ₃	35.13	.341	Al 2.76	
Fe ₂ O ₃	0.74	.005	—	} 2.08
FeO	0.02	—	—	
MnO	non.	—	—	
MgO	1.01	.025	Mg 0.10	} 0.49
CaO	0.08	.001	Ca 0.01	
K ₂ O	5.57	.059	K 0.48	
Na ₂ O	tr.	—	—	

分子式 (Ca, K)_{0.5} (Mg, Al)_{2.1} (Al, Si)_{4.0} O_{10.0} (OH)_{2.0}
 Ca:K=1:48, Mg:Al=1:20, Al:Si=1:5

	(B) b-1 試 料 (並 粒)			
	wt. %	mol. prop.	ratio of	cations
SiO ₂	47.75 %	.795	Si 3.14	} 4.00
TiO ₂	0.30	.004	—	
Al ₂ O ₃	37.06	.360	Al 2.84	
Fe ₂ O ₃	0.16	.001	—	} 2.10
FeO	0.48	.007	—	
MnO	0.09	.001	—	
MgO	1.26	.031	Mg 0.12	} 0.56
CaO	0.64	.011	Ca 0.04	
K ₂ O	5.43	.058	K 0.46	
Na ₂ O	0.50	.008	Na 0.06	

分子式 (Ca, Na, K)_{0.6} (Mg, Al)_{2.1} (Al, Si)_{4.0} O_{10.0} (OH)_{2.0}
 Ca:Na:K=2:3:22, Mg:Al=1:20, Al:Si=1:4

微粒の試料 b-2 は前にも述べたように吸着成分が多いので純粋なセリサイトの化学成分を表わしていないが、主成分は試料 b-1 に類似する。この

点を考慮すれば、粗粒試料 a、並粒試料 b-1 と微粒試料 b-2 の間において化学成分は大略一致している。即ち粒度によるセリサイトの化学成分の相異は、当鉱山においては著しくない。同様な事実は筆者の研究により青森県上北鉱山においても明らかにされた⁴⁾。一方粒度による化学成分の相異の明らかな例も筆者等によつて明らかにされている。その例は島根県雲南鉱山産のセリサイトである⁵⁾。

当鉱山産試料の化学式を本邦における他産地の試料のそれと比較すると、Y 項に入る Mg が比較的多い点が特長といい得る。又 X 項の係数が異常に低い、これについては別の機会に報告したい。

6. 水 箴 試 料 の 粒 度 及 び 光 学 性

化学分析を行つた試料を顕微鏡下に観察し、屈折率の測定及び粒度の測定を行い、第 3 表に示す如き結果を得た。

第 3 表 神戸鉱山セリサイトの光学性及び粒度

試料番号	a	b - 1	b - 2	—
試料産出地点	第一坑第四、五 縦 入 間	第 一 坑 第 四 縦 入	第 一 坑 第 四 縦 入	第 六 坑 々 外 放 置 物
試料特性	粗 粒	並 粒	微 粒	並粒淡褐色
屈 折 率 α	1.556	1.558	1.550	1.558
β	1.574	1.576	1.560	1.580
γ	1.586	1.585	1.582	1.589
複 屈 折 $\gamma - \alpha$	0.030	0.027	0.032	0.031
粒 度	mm 最小粒 0.025 × 0.010	mm 0.013 × 0.002 0.003	mm 0.004 × 0.001 0.0005	mm 0.013 × 0.002
	最大粒 —	0.025 × 0.005	0.008 × 0.001 0.002	0.025 × 0.005

試料はどれも純粹に近く、異種鉱物として認め得るものはきわめて少量で、酸化チタン鉱物と推定されるものの他は、粒子の微細にすぎため鉱物名の明かにされ得るものはない。

光学性についてはその粒度のため、分散法による屈折率の測定のみが可能であつた。その際一部の試料に関して粒度が微細になれば屈折率の低下する事実が認められた。他産地のセリサイトの屈折率と比較すれば中位の値に相

当する⁴⁾。

7. X 線 粉 末 廻 折 線

当鉾山産セリサイトの X 線粉末写真はすでに須藤俊男⁷⁾により報告されている如く、代表的試料となつてゐるが、今回は化学分析に用いた試料中代表的試料 b-1 を用い計数管 X 線スペクトロメーターにより廻折線を得た。その主要廻折線に指数を附し第 4 表に示す。

第 4 表 神戸鉾山産セリサイト (b-1 試料) の X 線廻折線

	I d(Fe K α) 指数		I d(Fe K α) 指数		I d(Fe K α) 指数
1	28 17.48Å	18	15 4.239Å	35	10 2.624Å
2	25 14.61	19	13 4.162	36	17 2.584
3	25 12.53	20	15 3.987	37	18 2.570 (20 $\bar{2}$)
4	46 12.07	21	16 3.892	38	12 2.524
5	100 10.29 (002)	22	16 3.840	39	9 2.457
6	21 8.551	23	34 3.716 (023), (113)	40	13 2.413
7	17 8.492	24	21 3.555	41	11 2.387
8	18 7.178	25	18 3.512	42	11 2.253
9	18 6.607	26	86 3.349 (006), (114)	43	11 2.220
10	15 6.455	27	24 3.219	44	10 2.164
11	14 6.137	28	18 3.099	45	9 2.098
12	16 5.900	29	18 3.059	46	43 2.013 (0010)
13	25 5.574	30	18 2.996 (11 $\bar{5}$), (025)	47	8 1.972
14	74 5.073 (004)	31	14 2.886 (115)	48	6 1.885
15	22 4.517 (110)	32	17 2.837 (11 $\bar{6}$)	49	8 1.688
16	17 4.412	33	9 2.726		
17	15 4.319	34	9 2.701		

I: 廻折線の強度, d: 面間距離

この結果は大略セリサイトの X 線廻折線に一致するものである。

8. 総 括

本報告では神戸鉾山に産出するセリサイトに関し、特に粒度と化学成分及び粒度と光学的性質に新しい結果が得られた。なお須藤俊男等は筆者の試料 a 及び b-1 を用い示差熱分析を行い両者共に他産地のセリサイトとほと

んど同じ結果を示すことを明らかにした⁷⁾。

また神戸鉱山における母岩と鉱体との関係及び共生する硫化鉄鉱物の分解に伴う諸事実は興味ある問題である。以上の諸問題に関し、更に他産地のセリサイトの同様な研究による比較対照が行われることが望ましい。

文 献

- 1) 鶴川平八郎：地質 44 537 (1937)
- 2) 加藤武夫，立見辰雄：日本学術振興会第 58 小委員会速報 No. 83 (1942) (非公式資料)
- 3) 砂川一郎：地調月報 3 77 (1952)
- 4) 日本学術振興会鉱物新活用委員会，セリサイト研究委員会編：セリサイト資源とその利用 (1951)
- 5) H. Minato and Y. Takano: Sci. Pap. Coll. Gen. Edu. Univ. Tokyo., 2 189 (1952)
- 6) 須藤俊男：地質 53 7 (1947)
- 7) T. Sudō, K. Nagasawa, M. Amafuji, M. Kimura, S. Honda, T. Mutō and M. Tanemura: Jour. Geol. Soc. Jap., 58 115 (1952)

山 口 県 沖 ノ 山 炭 礦 の 石 膏

山口県宇部市在の沖ノ山炭礦より産したという石膏の美晶を早稲田大学の直良信夫氏より頂いた。採集者である同炭礦湯山鉱務課長によれば石膏は大派層古洞の炭鑿のわれ目に産したとのことであるが、何れも無色透明で扁平長柱状の結晶をなし $m(110)$, $b(010)$, $l(111)$ を主とし、しばしば $n(\bar{1}11)$ の小面を伴う。 l 面は明らかに二つの微斜面よりなっており、両者の境はゆるやかなカーブをもつ曲線である。大なるものでは $7 \times 4 \times 45 \text{ mm}$ に達するが普通は長さ 2 cm 位である。なおこれと全く同様な晶相をもつ石膏が愛媛県喜多郡出海村金山(カナヤマ)鉱山の含銅硫化鉄鉱床の割目に産することが報ぜられている(中本 明：日本鉱物資料，続 1 234 (1935))。(桜井 欽一)