

報 文

549.642.51 : 549.1+553.2 (521.15)

バスタム石の産状と鉱物学的性質

山形県大堀鉱山の鉱床学的研究 (第 1 報)

大津秀夫* 島崎吉彦* 大町北一郎* 安藤 厚** 原田久光***

Occurrence and Mineralogical Properties of Bustamite

Study on the Deposits of Ohori Mine, Yamagata Prefecture (Part 1)

by

Hideo Otsu, Yoshihiko Shimazaki, Hokuichirō Ohmachi,
Atsushi Andō & Hisamitsu Harada

Abstract

As the first step of investigation on the deposits of Ohori mine, Yamagata prefecture, the writers studied one of the fibrous minerals formed in the ore-bearing calcareous bed called "Shiro-ishi (White stone)", which is a member of Miocene series, of Kaninomata bed-form deposit of the mine. The X-ray powder diffractometry, optical study under the transmitted light and chemical analysis were performed, as well as field observation, and from these results, bustamite is identified.

Bustamite in Ohori mine occurs as aggregates of very fine fibrous crystals of white to pale pink color. It replaces primary calcite, and is replaced by sulfide ore minerals such as sphalerite, pyrite, chalcopyrite and galena, but rarely replaces sphalerite, and it has an intimate paragenetic relation to wollastonite, garnet and epidote. $\alpha=1.672$, $\gamma=1.684$. The X-ray powder pattern of this mineral is similar to those of bustamites in literature. The chemical formula is calculated from the result of chemical analysis as follows:



It is suggested, from the fluorescent X-ray spectrometry and variation of color, refractive indices and characteristics to isodynamic separator, that bustamite in Ohori mine may occur as mixture of fine crystals with varied chemical composition.

要 旨

大堀鉱山は山形県最上郡最上町字大堀にあり、新第三紀中新統中に存在する鉱脈および層状鉱床からなる。層状鉱床(蟹の又鉱床)は火山砕屑岩を主とする中部中新統の一部層である石灰質薄層を選択的に交代した閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・方鉛鉱鉱床である。富鉱部周辺の低品位部では、この石灰質薄層は緑簾石・珪灰石・柘榴石を主とする鉱物集合体に変化し、“白石”と称されている。この“白石”中に産出する灰白～淡褐または淡桃色の微細繊維状鉱物は、X線回折・屈折率の測定・化学

分析の結果、バスタム石と同定されるに至った。

1. 序 言

大堀鉱山は山形県最上郡最上町字大堀にあり、新第三紀層中の層状および脈状の、銅・鉛・亜鉛鉱床からなる。筆者らは大堀鉱山の、主として層状鉱床について、調査研究を行なっているが、層状鉱床の鉱石を胚胎する石灰質薄層中に、バスタム石をみいだしたので、まず、その産状および鉱物学的性質について報告する。

当鉱山にバスタム石が産出することは、すでに 1959 年の第 66 年日本地質学会年会の席上で、筆者らにより指摘されり、その鉱物学的性質の大要も、1959 年の昭和

* 鉱床部
** 技術部
*** 元所員

34年度日本鉱物学会年会において、筆者らにより発表された³⁾。また、その後、竹内常彦・荻木浅彦・鈴木光郎・阿部宏によっても記載されている⁴⁾。

バスタム石は、古期岩石中のマンガン熱変成鉱床⁵⁾⁶⁾、Broken Hill (Australia) や Franklin Furnace²⁾ 等の超変成岩中の亜鉛鉱床に産する例が良く知られていて、当鉱床におけるような、新第三紀層中のものは、きわめて珍しい産状といえることができる。

この研究は、中外鉱業株式会社大堀鉱山の村山守信鉱山長はじめ職員各位の御好意御協力で負うところが多い。こゝに深甚な謝意を表す。

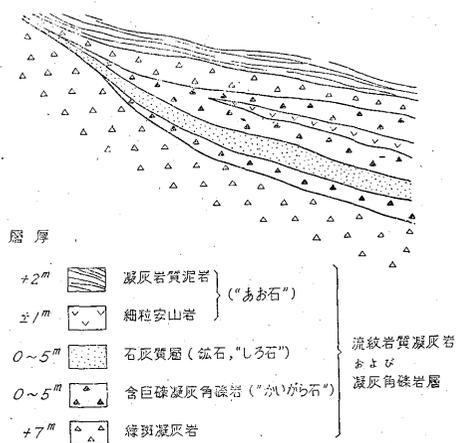
なお、現地における野外観察は筆者ら全員により行なわれ、室内実験および本稿のとりまとめは、全員の討論のもとに、主として、大津・島崎が行なった。化学分析は地球化学課高橋清の労をわづらわした。また、鉱床部関根良弘・岡野武雄・服部富雄および広渡文利が随時討論に加わった。

2. 地質および鉱床の概要

大堀鉱山付近の地質および鉱床については、別の機会に詳細に報告する予定であるので、こゝではその概略を記すに止める。

当鉱山付近には、下部より、変朽安山岩類・緑色凝灰岩および凝灰角礫岩類・流紋岩質凝灰岩および凝灰角礫岩類・凝灰岩質泥岩類からなる中新統が発達し、さらに変朽安山岩類を花崗閃緑岩が、流紋岩質凝灰岩および凝灰角礫岩類や凝灰岩質泥岩類を粗粒玄武岩が貫いている。

鉱床は流紋岩質凝灰岩類および粗粒玄武岩を貫く銅・亜鉛鉱脈(中の又および西の沢鉱床)と、流紋岩質凝灰岩および凝灰角礫岩類中の石灰質薄層を交代した層状亜

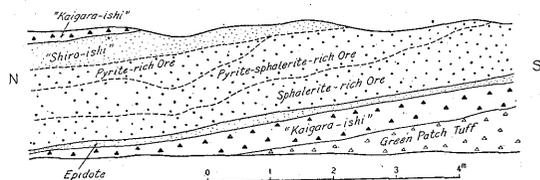


第1図 大堀鉱山蟹の又鉱床付近模式地質断面図

鉛・銅鉱床(蟹の又鉱床)からなる。中の又の鉱脈は走向 N 65~80°E, 傾斜 N 65~90°, 西の沢の鉱脈は走向 EW, 傾斜 S 40~45° を呈する。蟹の又の層状鉱床は、母岩の層理と平行して、平均走向 NS, 平均傾斜 W15° を呈するが、NE-SW 系の軸を有する微弱な褶曲構造および主として EW 系の数多くの小断層によりわづかに乱される。層状鉱床上下盤の母岩の層序関係は第1図に示すとおりである。

3. “白石”

流紋岩質凝灰岩および凝灰角礫岩類中には、“かいがら石”と称される含巨礫凝灰角礫岩に整合的に挟まれて、厚さ 0~5m, 平均 2m の石灰質薄層が存在する。この石灰質層は、閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・方鉛鉱を主とする鉱石を選択的に胚胎するほかに、こゝに述べるバスタム石や、そのほか、緑簾石・珪灰石・柘榴石等の鉱物を産出し、きわめて特徴的な岩層である。これらの珪酸塩鉱物は、いずれも概して淡色で、これらの集合物は、一般には、白色・淡桃色・淡黄緑色・淡褐色を呈し、“白石”と称されている。“白石”は富鉱部周辺の低品位部に発達し、時には鉱石鉱物をほとんど含まない。また富鉱部中に、上盤かいがら石との境界に沿って、または不規則に“白石”が含まれることもある。“白石”の産状の一例を第2図に示す。露頭部では、“白石”は二次的なマンガン分の浸出により、黒~暗褐色に汚染されることが多い。



第2図 蟹の又鉱床 410m 抗側壁スケッチ (“白石”産状の一例)

4. バスタム石

4.1 産状

“白石”は、肉眼的には、塊状・土状の外観を呈することが多いが、そのなかに、微細な灰白色・淡褐色または淡桃色の繊維状鉱物を、肉眼により認めることができる場合もある。さらに鏡下で観察すれば、塊状・土状の外観を有する“白石”も、主として、実は非常に微細な無色ないし淡褐色の繊維状結晶の集合により構成されていることが判明する。“白石”の主要構成物である、このような繊維状鉱物は、珪灰石であることが多いが、時にはバスタム石である場合もある。鏡下で、バスタム石

第 1 表 バスタム石の X 線粉末データ

猿 壁 山		野 田 玉 川		Franklin Furnace		Broken Hill		大堀(1115-25)		大堀(1115-25-3)	
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
3.78	20	3.78	15	7.19	<1	7.29	1	7.52	30	7.62	40
3.72	80	3.72	40	4.78	<1	6.76	<1	4.86	20	7.49	40
3.56	20	3.55	10	4.49	<1	4.78	<1	3.74	100	4.92	35
3.43	80	3.42	60	3.70	2	4.35	1	3.44	30	3.77	100
3.34	20	3.33	20	3.56	1	3.88	<1	3.40	20	3.46	60
3.22	100	3.22	100	3.41	2	3.67 ₅	3	3.23	40	3.41	30
3.16	10	3.16	10	3.29	1	3.56	1	3.04	60	3.27	80
3.01	100	3.01	40	3.19	5	3.39	3	3.02	60	3.25	80
2.98	20	2.96	10	3.09 ₆	1	3.31	1	2.90	20	3.14	20
2.91	30	2.89	10	2.98 ₉	6	3.19 ₅	7	2.66	25	3.06	90
2.85	10	2.63	15	2.880	10	3.10 ₉	<1	2.64	20	3.04	90
2.64	5	2.47	25	2.771	3	2.98 ₂	6	2.63	20	2.98	20
2.48	40	2.42	10	2.621	2	2.782	10	2.48	50	2.93	60
2.42	10	2.28	10	2.556	<1	2.701	1	2.28	30	2.91	60
2.28	10	2.24	45	2.509	2	2.618	2	2.25	30	2.67	35
2.24	50	2.10	10	2.462	1	2.551	1	2.24	30	2.55	20
2.10	10	1.93	15	2.408	2	2.503 ₅	1	1.934	20	2.50	50
1.93	20			2.260	2	2.454 ₅	4			2.45	20
				2.227	4	2.389	3			2.30	20
				2.117	2	2.261	2			2.29	20
				2.082	1	2.223 ₅	5			2.26	35
				2.016	<1	2.113 ₅	2			2.25	35
				1.956	1	2.101	2				
				1.922	2	2.020	1				
						1.953 ₅	2				
						1.915	2				

渡辺武男, 加藤昭, 1956 (6)

C.O. Hutton, 1956 (2)

*

* Diffractometer (Rigaku Denki), CuK α , 1.5418Å, Ni-filter 35kV. 15 mA, 4-1-4, 1°-1°-0.4 mm S.S. 2°/min Ch. S. 2cm/min.

は微細な繊維状結晶の束状集合体をなし、初生方解石を交代し、閃亜鉛鉱 黄鉄鉱 黄銅鉱 方鉛鉱等の硫化鉱物や、二次生炭酸塩鉱物により交代される。しかし、稀には閃亜鉛鉱を交代することがある (図版 1)。また、繊維の束状集合体の間隙には、柘榴石や緑簾石の粒状結晶が含まれる (図版 2)。繊維の長さは最大 2 mm に達し、肉眼的に認められるものもあるが、大ていは 0.1 mm 以下の非常に微細なもので、肉眼によっては繊維組織を認めることができない場合が多い。他の産地のものと比較して、このように微細な結晶の集合として、バスタム石が産出する例は、むしろ非常に珍しいことという。

4.2 光学性

バスタム石は、肉眼的には、灰白色・淡褐色または淡

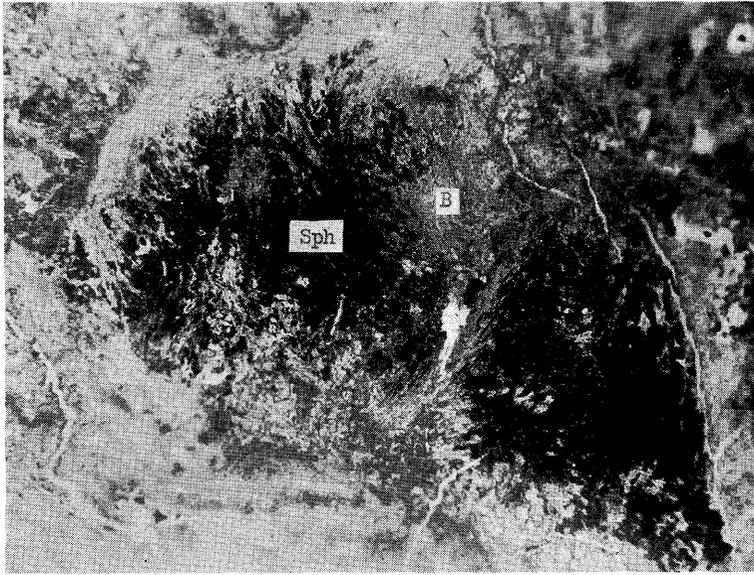
桃色で、純粋に分離したものも、わずかに褐色または桃色を帯びる場合があるが、大ていは白色ないし灰白色である。したがって、珪灰石との肉眼的な区別は非常に困難である。鏡下では無色ないし淡褐色を呈し、非常に微細なため、屈折率 β と光軸角の測定は不可能であった。屈折率 α および γ は、

$$\alpha=1.672, \quad \gamma=1.684$$

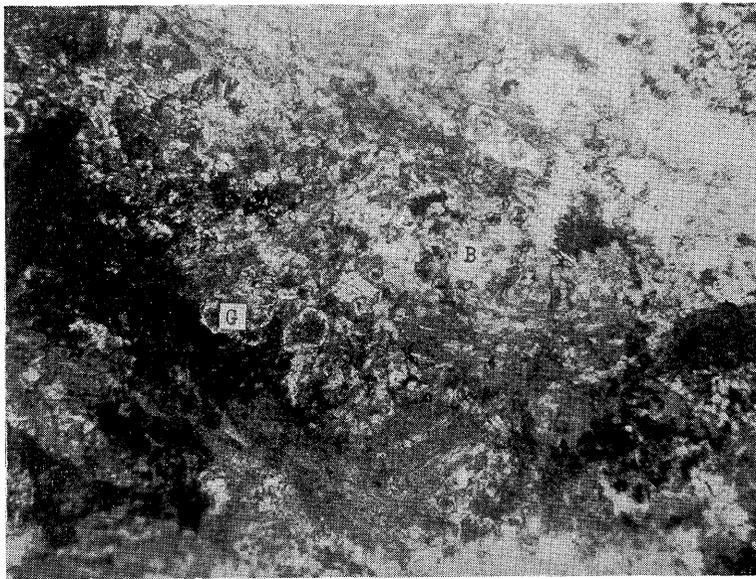
で、従来発表された値と良く一致する (第 2 表参照)。粉末を油浸で観察する時も、不定方位の薄片においても繊維状のバスタム石は、ほとんど直消光のものが多く、この場合、伸長方向に対して正である。

4.3 X 線的性質

150~200 mesh に分級し、水洗した試料を、isodynamic separator および重液として methylene iodide を用い



図版 1 閃亜鉛鉱を交代するバスタム石 (1115-25)
 B: バスタム石 Sph: 閃亜鉛鉱

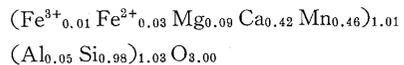


図版 2 柘榴石と共生するバスタム石 (1111-7)
 B: バスタム石 G: 柘榴石

た遠心分離により、純粹試料を分離・採取した。純粹試料について求めたX線粉末回折データは、第1表に示すように、従来発表されたデータと、比較的良く一致する。しかし強度に関しては、発表されたデータの間にも、互いにかなり著しい相違が認められる。これは産地や化学組成の相違以上に、晶癖や試料作製方法に基づく、試料粒子の偏向によるものと考えられる。

4.4 化学組成

X線試験に供した純粹試料の1つについて、高橋清により、化学分析が行なわれた。その結果を第2表に示す。それから求めた大塚鉱山産バスタム石の化学式は、



である。

第2表 バスタム石の化学分析値および光学性

	I	II	III	IV	V	VI
SiO ₂	46.25	47.80	47.80	48.44	46.32	45.88
TiO ₂	0.02	0.02			0.08	0.15
Al ₂ O ₃	0.31	0.06			1.02	1.87
Fe ₂ O ₃	0.02	0.31				0.66
FeO	0.75	2.55	0.62	0.27	8.63	1.62
MnO	38.09	34.12	27.64	25.20	26.50	25.30
MgO	1.07	2.40	1.47	0.65	0.88	2.86
CaO	12.24	12.17	21.97	25.20	14.98	18.56
Na ₂ O	0.17	0.13				0.27
K ₂ O	0.49	0.05				0.36
+H ₂ O	0.00	0.67			1.05	1.09
-H ₂ O	0.13	0.25			0.24	1.08
Other		P ₂ O ₅ : 0.10		ZnO: 0.53 Ig.loss: 0.34		
Total	99.54	100.63	99.50	100.63	99.70	99.70
分析者	原村 寛	原村 寛	広渡文利	E.S. Larsen	C.E. Tilley	高橋 清
α	1.690	1.689		1.662	1.692	1.672
β	1.702	1.700		1.674	1.705	
γ	1.705	1.702		1.676	1.707	1.684
2V	41°±2°	35°±2°		44°	35°	

- I 野田玉川鉱山 } 渡辺武男・加藤 昭, 1956, (6)
 II 宮古市猿壁山 }
 III Franklin Furnace 広渡文利 (未発表)
 IV Franklin Furnace C.O. Hutton, 1956, (2)
 V Treburland C.E. Tilley, 1946, (5)
 VI 大堀鉱山 (1115-25)

5. 今後の問題点

本鉱物は光学性やX線・化学分析による研究結果から、特異な産状を呈しながらも、明らかにバスタム石と同定される。しかし大堀鉱山に産するバスタム石には、産出地点により、屈折率やX線回折図から求めた面間距離の測定値に、ごくわづかながら変動が認められる。場合によっては、分離の際、isodynamic separatorの電流や傾斜角をわづかずつ変えることにより、4種またはそれ以上の“バスタム石”を、同一 hand specimen から分けることができ、しかもこれらはほぼ同一のX線回折図形を与える事実がある。このように精密に分離された各部分は、色や屈折率に関して、バスタム石の従来の研究結果の範囲内で、わづかずつ変化するが、これらの混合試料中では、肉眼的にはもちろん、鏡下においてすら、それぞれを区別することはほとんど不可能である。以上のことは、大堀鉱山産のバスタム石には成分変化があることを暗示しているように考えられる。同一 hand

specimen から精密に分離した4種類の“バスタム石”のそれぞれについて、シンチレーション・カウンタを用いた真空中での蛍光X線分析により求めた MnK α と C α K α との強度比の比率は

$$1.00:1.08:1.11:1.64$$

となり、明らかに成分変化の存在が示される。第1および2表に示したX線のデータや化学組成は、実はこれらの混合物についての値である。このような数種の“バスタム石”相互の詳細な比較は、バスタム石の鉱物学的研究ばかりでなく、“白石”ないしは鉱床の成因の考察に関しても、重要な手がかりを与えるものと考えられるので、今後に残された重大な課題の1つである。

(昭和33年11月調査)

文 献

- 1) 原田久光・大町北一郎・大津秀夫・島崎吉彦・関根良弘・岡野武雄・安藤厚・服部富雄: 山形県大堀鉱山の蟹の又鉱床について (講演

要旨), 地質学雑誌, Vol. 65, p. 444, 1959

- 2) Hutton, C.O.: Manganpyrosmalite, bustamite, and ferroan johannsenite from Broken Hill, New South Wales, Australia, Amer. Min., Vol. 41, p. 581~591, 1956
- 3) 島崎吉彦・大津秀夫・大町北一郎・原田久光: 大堀鉾山産バスタム石, 日本鉱物学会年会講演, 1959
- 4) 竹内常彦・萱木浅彦・鈴木光郎・阿部宏: 山形県

大堀鉾山の鉾床について, 鉾山地質, Vol. 10, p. 8~28, 1960

- 5) Tilley, C.E.: Bustamite from Treburland manganese mine, Cornwall, and its paragenesis, Min. Mag., Vol. 27, p. 236~241, 1946
- 6) 渡辺武男・加藤昭: 岩手県野田玉川鉾山および宮古市猿壁山産 Bustamites について, 1956 年度地下資源関係学協会合同秋季大会講演, 1956