

大分県黒嶽鉍山のハロイサイト鉍床

林, 正雄
九州大学生産科学研究所

<https://doi.org/10.15017/4706221>

出版情報：九州大学理学部研究報告. 地質学之部. 9 (1), pp. 39-43, 1969-03-15. 九州大学理学部
バージョン：
権利関係：

大分県黒嶽鉱山のハロイサイト鉱床

林 正 雄

Halloysite deposit of the Kurodake Mine, Ōita Prefecture

By

Masao HAYASHI

(Abstract)

The Kurodake Mine embedded in the Pleistocene biotite andesite and its tuff breccia is situated on the southern slope of Mt. Kurodake (891.1 m) in the central part of Ōita Prefecture. Brown and white clays of this mine consist mainly of halloysite with small amounts of relic minerals such as biotite, hornblende and magnetite.

The halloysite deposit is composed of a broad flat body, 8 to 13 m in thickness, and is covered by tuff breccia. The boundary between the ore body and the tuff breccia is distinct, although some weakly crystallized halloysite also occurs in the tuff breccia.

In the thick portion of the ore body we find dark brown clay veins composed of halloysite and biotite, up to 15 cm in width. They are considered as passage-ways of the hydrothermal solution.

Halloysite in brown and white clays has 10 Å diffraction peak which is expanded to 11 Å by ethylene-glycol treatment. The d.t.a. curve of this mineral has two endothermic peaks at about 130°C and 570°C, and one exothermic peak at about 960°C. The chemical analyses of two kinds of ores show that the brown clay has more Fe₂O₃ than the white clay.

I. ま え が き

九州地方の火山岩地域には、熱水性起源と考えられているカオリン質粘土鉱床が数多く分布している。そのなかで halloysite を主成分とするものには、大村白土（長崎県大村市）、一勝^{いつしやうち}地粘土（熊本県球磨郡）、真幸^{まさき}粘土（宮崎県西諸県郡）、大口粘土（鹿児島県大口市）、入来粘土（鹿児島県薩摩郡）などが知られている。

黒嶽鉱山は 1961 年に開発された新しい鉱山で、halloysite を主成分とする白色および褐色粘土を産出する。本鉱山の特徴は、粘土化作用に伴って酸性変質を示す alunite や pyrite, また比較的高温変質を示す diaspore や gibbsite などを生じていないことであ

る。この点において大口鉱山の大口白土に類似する。ここでは浅熱水性のカオリン質粘土鉱床の 1 タイプとして黒嶽鉱山の記載を行なう。

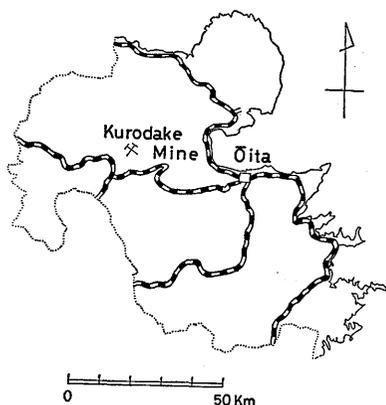
II. 地 質 概 説

黒嶽鉱山は大分県玖珠郡玖珠町^{ひじゅう}日出生にあり、大分県のはほぼ中央部に位置する（第 1 図）。鉱山に至るには、国鉄久大本線豊後森駅より湯布院行バスが 1 日 2 往復している。距離は約 12km である。

鉱山付近一帯は、黒雲母安山岩ならびに同質凝灰角礫岩が分布している。黒雲母安山岩は灰色のガラス質熔岩であり、鉱山北部の高地（黒嶽, 891.9m）を形成している。

1968年7月31日受理

林正雄：九州大学生産科学研究所



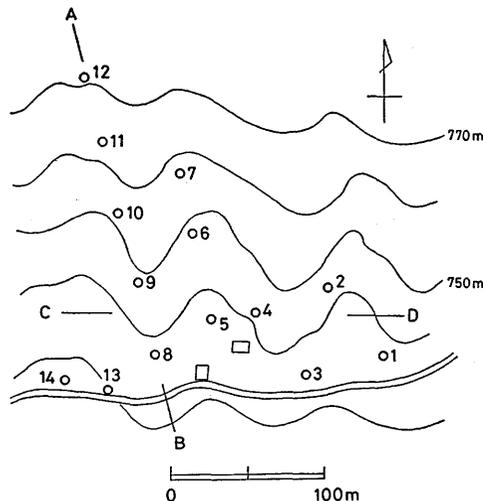
第 1 図 黒嶽鉱山位置図

凝灰角礫岩は、最大径 2 m に達する礫を交え、ところどころに薄い凝灰岩層を挟んでいる。礫の種類は大部分黒雲母安山岩であるが、稀に直径 20cm 位の流紋岩をも含んでいる。深さ 15~20m のハンドボーリングによれば、鉱体の下部はどの部分も黒雲母を含む火山灰層である。火山灰は淡灰色で SiO₂ 65% 前後の組成を有する (第 2 表)。

鉱山附近の地質は、今日までほとんど調べられておらず、これらの火山岩類の時代は明らかでない。しかし岩質から判断して更新世のものであろう。

III. 鉱 体

鉱体は黒嶽鉱山の鉱区西部の南斜面において発見された。地表でのトレンチや 14 本のハンドボーリング



第 2 図 ハンドボーリング地点

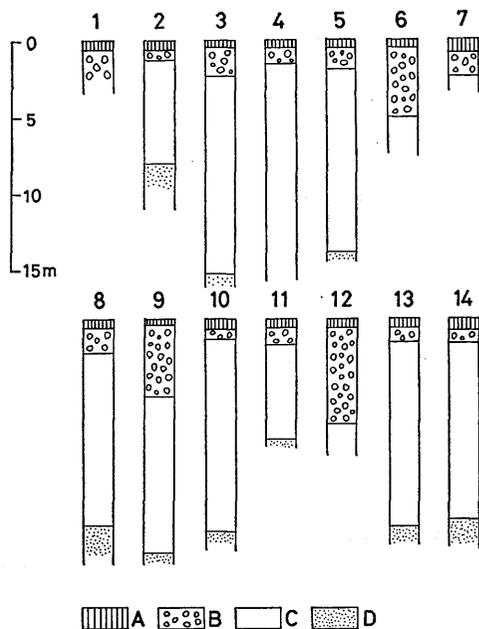
(第 2 図) によると、鉱体は明らかに板状を呈し、上部は凝灰角礫岩と接し、下部は火山灰に移化する。以下に粘土鉱体の上盤である凝灰角礫岩、鉱体、下盤である火山灰について記述する。

凝灰角礫岩: 板状鉱体と上盤である凝灰角礫岩とは明瞭に境されており、不整合と考えられる。境界面は振幅約 1 m の波型を示し、全体として地表面に平行している。

上盤も鉱体と同じような粘土化作用を受けているが、一般にその作用は弱く、凝灰角礫岩の基質部に結晶度の悪い halloysite が生ずる程度である。

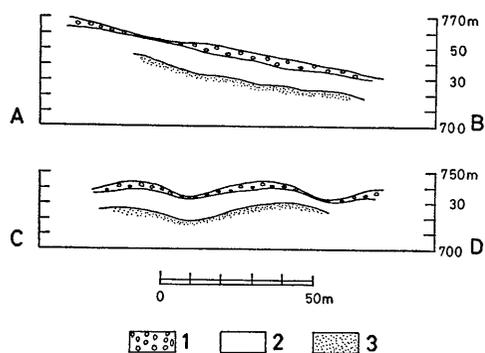
しかし、例外的に良結晶度の halloysite が凝灰角礫岩中の角礫をとりまくように生成している事がある。これは淡黄褐色、緻密な粘土であって、ボーリング No. 10 および No. 13 近くのごく限られた範囲にのみ見いだされた。この粘土の特徴は、化学組成は鉱石中の halloysite とほとんど変化が無いけれども (第 2 表)、耐火度が鉱石に比べて非常に高いことである (鉱石 SK 34~36, 淡黄褐色粘土 SK 38)。

鉱体 (halloysite): 第 3 図および第 4 図から明らかのように、鉱体は板状を呈し上限は地形にほぼ平行している。鉱体の厚さは通常 8~13m であり、ボーリング No. 4 付近では 15m 以上である。



第 3 図 ボーリング地点の柱状図

A : 黒色表土, B : 凝灰角礫岩,
C : 粘土層, D : 火山灰



第 4 図 鉍体断面図

- 1 : 凝灰角礫岩, 2 : 鉍体,
- 3 : 火山灰

水平的広がりには少なくとも $60 \times 60\text{m}^2$ である。

鉍体は白色および褐色粘土よりなり、両者の位置関係は不規則であるが、一般に褐色粘土は鉍体上部に、白色粘土は下部に多い傾向がある。鉍体上部にある褐色粘土の一部には、明らかに凝灰角礫岩の構造をとどめるものがあり、褐色粘土の原岩の一部は凝灰角礫岩であるとい得る。鉍体下部にある白色粘土は均質であり、下盤の火山灰に移化する部分が観察されるので、白色粘土の原岩は火山灰であると考えられる。

白色および褐色粘土は、ともに halloysite を主成分として、少量の biotite と微量の hornblende, magnetite, hematite などを含んでいる。副成分鉱物はほとんど残晶鉱物であって、halloysite 以外の 2 次鉱物は非常に微量である。白色粘土は褐色粘土に比べて粘性が高く、より細粒である。褐色粘土は乾燥すると灰白色粘土になり、比較的粗粒でザラザラした感じのものが多い。しかし、両者の化学組成はよく類似

しており、耐火度も両者間でほとんど差がなく SK 34~36 の範囲にある。

鉍体の厚い部分には、板状鉍体をほぼ垂直に切る褐色粘土脈が交錯している。この粘土脈は鉍体下部の火山灰と接する付近では幅 2~3cm で、鉍体上部に行くにしたがって幅が広くなり、最大幅 10~15cm にまで発達し、最後に上盤の凝灰角礫岩に切られている。鉍物組成は、halloysite の他に多量の biotite を伴っている。

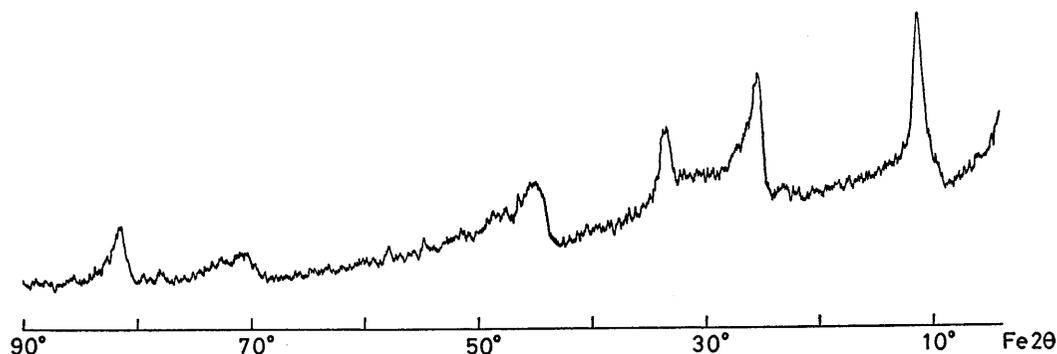
鉍体内には稀に火山ガラスの密集した個所がある。火山ガラスは直径 5mm 以下の粒子で、透明感があり、X線的に非晶質、屈折率 $n = 1.488 \sim 1.494$, S. G. 2.34 などの性質を有している。さらに、加熱すると膨張することからパーライトに最も類似する。分析値を第 2 表に示す。

火山灰：今までに確かめられた下盤は全て火山灰である。鉍体と火山灰との間は明瞭な境はなく漸移しているものと考えられる。鉍体と漸移する部分の火山灰は、少量の halloysite の他に、少量の 7Å のカオリン鉱物を含んでいる。このカオリン鉱物は、X線回折にて 001, 002, 060 の 3 ピークしか現われない低結晶質のものである。

IV. Halloysite

第 5 図は、凝灰角礫岩の基質部に生成した耐火度 SK 38 の Halloysite の X線回折図である。10Å の 001 ピークは、エチレングリコール処理により 11Å に、150°C に加熱すると kaolinite と同じ 7Å に変化する。また、020 ピークは非対称である。

鉍石中の halloysite は、上記のものより全般に低



第 5 図 Halloysite の X 線回折図

(淡黄褐色粘土, 耐火度 SK 38)

結晶質である。白色粘土と褐色粘土の間では、結晶度の差は見い出されない。しかし、水中で早く沈澱するものほど結晶度がよい傾向があり、24~48時間後に沈澱したものは10Å以外のピークは認知できない。

褐色粘土は HCl (1:1), 25°C にて処理すると、徐々に脱色されて白色粘土になる。脱色されるに従って結晶構造が破壊され、白色になったものはX線を全く回折しない。また、HCl 溶液は着色されて黄色味をおびる。

第2表に halloysite の化学組成を示す。褐色粘土は白色粘土に比べて Fe₂O₃ がいくぶん多い。耐火度 SK 38 の淡黄褐色粘土は白色粘土より Fe₂O₃ が少な

第1表 Halloysite のX線回折データ

Fe2θ	dÅ	I	Fe2θ	dÅ	I
11.2	9.93	10	46.4	2.46	2
17.4	6.40	0.5	47.7	2.40	1
25.3	4.42	8	57.8	2.00	0.5
33.5	3.36	6	70.8	1.67	0.5
45.0	2.53	3	81.7	1.48	4

Instrumental settings

FeKα 30KV, 10mA, scanning speed 1deg/min.,
chart speed 10mm/min., time constant
2.5sec., full scale 1000cps/sec.,
slits 3-2-0.6 mm

第2表 化学組成

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SiO ₂	75.00	71.12	65.51	40.83	40.08	37.55
TiO ₂	—	—	0.75	—	0.03	—
Al ₂ O ₃	14.13	12.77	17.62	32.91	33.20	32.29
Fe ₂ O ₃) 1.85	0.17	0.32) 2.34) 3.73) 5.84
FeO		0.87	0.73			
MnO	—	—	—	—	—	—
CaO	1.55	1.10	2.88	1.27	0.72	0.23
MgO	tr	0.55	—	1.95	0.51	0.47
Na ₂ O	3.64	4.12	3.13	—	—	—
K ₂ O	3.45	3.09	3.10	—	—	—
H ₂ O(+)	0.77	6.55	5.84	13.76	14.02	13.15
H ₂ O(-)	0.11	—	1.89	6.34	8.71	11.26
Total	100.50	100.43	101.41	99.42	101.00	100.63

- (1) パーライト, 大分県玖珠郡玖珠町日出生
(2) パーライト, 新潟県新発田市赤谷
(3) 火山灰, 大分県玖珠郡玖珠町日出生

- (4) 淡黄褐色粘土 (halloysite), 同上
(5) 白色粘土 (ditto), 同上
(6) 褐色粘土 (ditto), 同上

い点が注目値する。淡黄褐色粘土は、耐火度に最も関係が深いと考えられている Al₂O₃ 成分量については、鉱石粘土と差がほとんど無い。

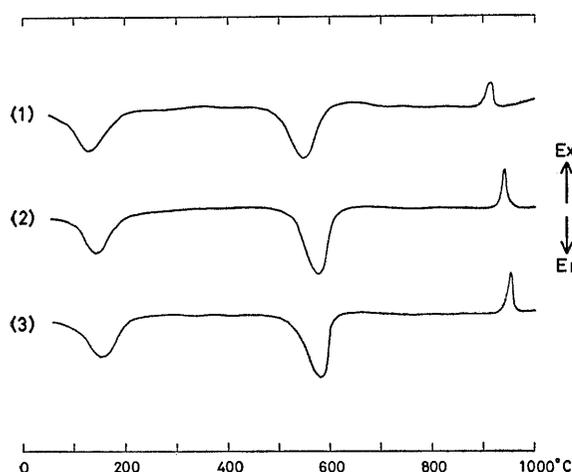
第6図に halloysite の示差熱分析曲線を示す。Halloysite は、100°~150°C と 500°~600°C の2回の吸熱ピークと、900°~1000°C の発熱ピークが現われる。示差熱分析曲線において、500°~600°C の吸熱ピークと 900°~1000°C の発熱ピークは、結晶度が良くなるにしたがってピークの位置は高温側に移動し、発熱ピークの形はよりシャープになる。須藤 (1961) は、火山灰の風化作用により生成した halloysite は示差熱分析曲線のピークがより低温側に幅広く現われることを指摘した。この説によると第6図 (1) は風化生成

物であるといえる。

V. 粘土鉱床の成因

黒嶽鉱山の halloysite 鉱床は、明らかに板状鉱物であって、鉱石は halloysite 以外に残晶鉱物の bio-tite, magnetiteなどを少量含むだけである。

仮りに粘土化作用をもたらした熱水が比較的高温であるならば、大村白土のように粘土化作用に伴って boehmite, gibbsite, α-cristobaliteなどを生ずるのであろうし、熱水が酸性であるならば各地の温泉地に見られるような alunite, pyrite, kaolinite, titanium



第6図 Halloysite の示差熱分析曲線

- (1) 凝灰角礫岩の基質部に生成している halloysite
- (2) 白色粘土中の halloysite
- (3) 淡黄褐色粘土(純粋なhalloysite, 耐火度 SK 38)

oxide などが生成する。また, magnetite, hematite などの鉄鉱物は残晶として残らない。熱水がアルカリ性であるならば, halloysite を生じ得ない。したがって, 黒嶽鉱床の粘土化作用をもたらした熱水は, 低温かつ中〜弱酸性であったと考えられる。

他の1つの可能性は, 風化生成説であるが, 風化説では鉱体をほぼ垂直に切る褐色の halloysite 脈の成因が説明困難である。この褐色粘土脈は, 粘土化作用をもたらした低温かつ中〜弱酸性の溶液の通路であったと考えられる。

VI. 要 約

1. 黒嶽鉱山は黒雲母安山岩地帯にあり, halloysite を主成分とする白色および褐色粘土を産出する。

2. 鉱体は厚さ 8~13m の板状鉱体であり, 上部は凝灰角礫岩と起伏のある面で接し, 下部は火山灰に移化する。

3. 鉱体の厚い部分には, 鉱体をほぼ垂直に切る最大幅 15cm の褐色粘土脈があり, この粘土脈は halloysite を主成分とし多量の biotite を伴っている。

4. 鉱床を形成した粘土化作用によって, halloysite 以外の2次鉱物はほとんど生じていない。

5. 白色および褐色粘土に含まれる halloysite は結晶度がよく, 示差熱分析曲線の発熱ピークはシャープで熱水性起源のものと考えられる。

6. 黒嶽粘土鉱床は低温かつ中〜弱酸性の浅熱水粘土化作用によって形成されたと考えられる。

謝辞: 本研究は九州大学理学研究科で行ったもので, 終始御指導を賜った吉村豊文教授, 白水晴雄教授, 桃井斉助教授に深謝の意を表す。現地調査にあたっては, 大分鉱産(株)の方々, 特に間曾省三郎氏に大変お世話になった。最後に, 発表の許可を与えられた九州大学生産科学研究所山崎達雄教授に感謝申し上げる。

文 献

- BRINDLEY, G. W. (1951): *X-ray identification and crystal structures of clay minerals*. 544 p., Min., Sci, London.
- 木下亀城(1961): 日本地方鉱床誌“九州地方”, 695p., 朝倉書店.
- 桑原 寛(1961): パーライト資源探査上の二三の問題, 一本邦産パーライトの研究, その3-1. 第8回全国鉱山探査現場担当者会議資料.
- 須藤俊男(1961): 粘土鉱物. 275p., 岩波書店.
- 種村光郎(1964): 愛知県瀬戸地域の粘土および珪砂鉱床の地質学鉱物学的研究. 地調報告, 203号
- ROY, R. and OSBORN, E. F. (1954): The system $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$. *Amer. Min.*, **39**, 853-872.
- 浦島幸世(1963): 北海道の熱水鉱床にともなう粘土. 北鉱誌, **19**, (1), 17-25.