

## 島根県東部・鍋山鉱山の変質作用と熱履歴 大平寛人\*

### Hydrothermal alteration and thermal history of the Nabeyama Mine Hiroto Ohira\*

\* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科, Department of Geoscience, Shimane University.

#### はじめに

島根県東部の雲南市三刀屋周辺には花崗岩の定置に関連したセリサイト鉱床が分布し、現在は鍋山鉱山が採掘を続けている。セリサイト鉱床は、花崗岩定置後の熱水が裂隙を充填し、花崗岩が変質することにより形成された。今回、鉱体のセリサイトの薄片観察を行うとともに、セリサイトの産状ごとに EPMA 分析を行い変質作用との関連を調べた。なおセリサイト鉱体の鏡下での特徴については岩生 (1953) にも詳しく述べられている。

花崗岩中に胚胎される (松浦ほか, 2005)。鉱体は、花崗岩中の裂隙を充填するようにレンズ状を呈し、全体に N55°W 方向に伸長し、長さ 100 m 以上、幅約 30 m、深さ 60 m 以上の規模をもつ (高木ほか, 2000)。鉱体と母岩との境界はほぼ直線を示し、北側は脈幅 1-2 m の粘土脈を境に母岩と接し、南側では母岩に漸移している (北川ほか, 1982)。セリサイトと共生する方解石の流体包有物均質化温度から鉱床生成温度は 200°-300°C と推定されている (北川ほか, 1982)。セリサイトの K-Ar 年代 (約 46 Ma) は周辺の花崗岩類の年代と同じかやや若い値を示すことから、鉱床は花崗岩の定置に関連した熱水活動によって形成されたと考えられる

#### 地質概要

セリサイト鉱床は因美期侵入岩類に相当する鴨

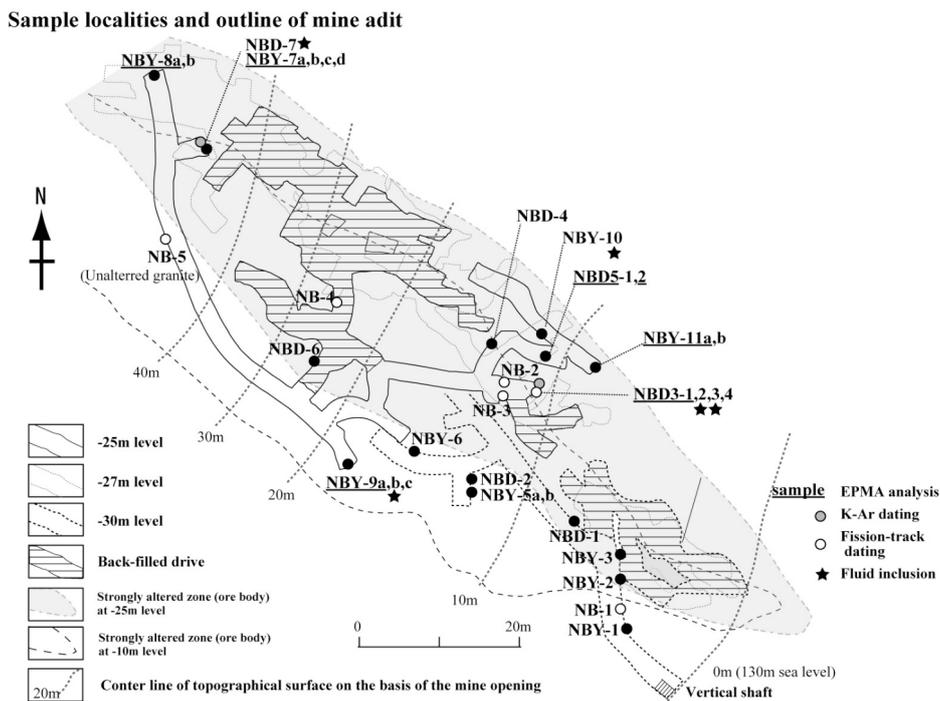


図1. 坑道図と試料採取地点

(Kitagawa et al., 1988).

この鉱床の熱履歴を調べる目的で近年フィッショソ・トラック法による年代測定が試みられたが、閉鎖温度-年代値プロットにおいては、基盤の花崗岩類の冷却曲線と鉱体(変質部)の冷却曲線は大局的には調和的であるという結果が示されている(大平ほか, 2006)。一方流体包有物温度は鉱物種によって異なり、鉱体に共生する方解石の初生包有物の均質化温度は幅広い値を示し 220°-240°C にモードを有するとされる。一方残留石英中の二次包有物群の充填温度のモードは 280°-290°C であり、方解石の初生包有物温度に比べてより高温であるとされる(Ohira et al., 2006)。

### 試料及び実験

試料は鍋山鉱山の -25 m 準および -30 m 準の坑道から採取した(図1)。EPMA 分析に供した試料の採取地点は坑道図上の試料名に下線で示した。

鉱体の岩石はもろく崩れやすいため乾燥後エポキシ充填し薄片を作成した。鉱体は主にセリサイトと方解石からなり、緑泥石、二次石英、アナテースを伴う。鉱体の南東部では方解石や二次石英の中に針状緑れん石を伴う。また岩石のジョイントに石膏を伴う場合がある。これらの鉱物は XRD によっても同定される。鏡下におけるセリサイトの産状は多様であるが、大きく3つに分けることができる。長石類が変質した細粒葉片、それらが集合成長したように見えるコロニー状(中粒)葉片、黒雲母が変質交代した粗粒セリサイトである(図2)。これら産状ごとに EPMA (JEOL・JXA8800M) による主成分分析を行った。分析条件は試料電流  $2.5 \times 10^{-8}$  A、ビーム径 5  $\mu$ m、特性 X 線のピーク測定時間は 10 秒である。

### 結果および考察

セリサイトの産状は上述のように、細粒葉片、

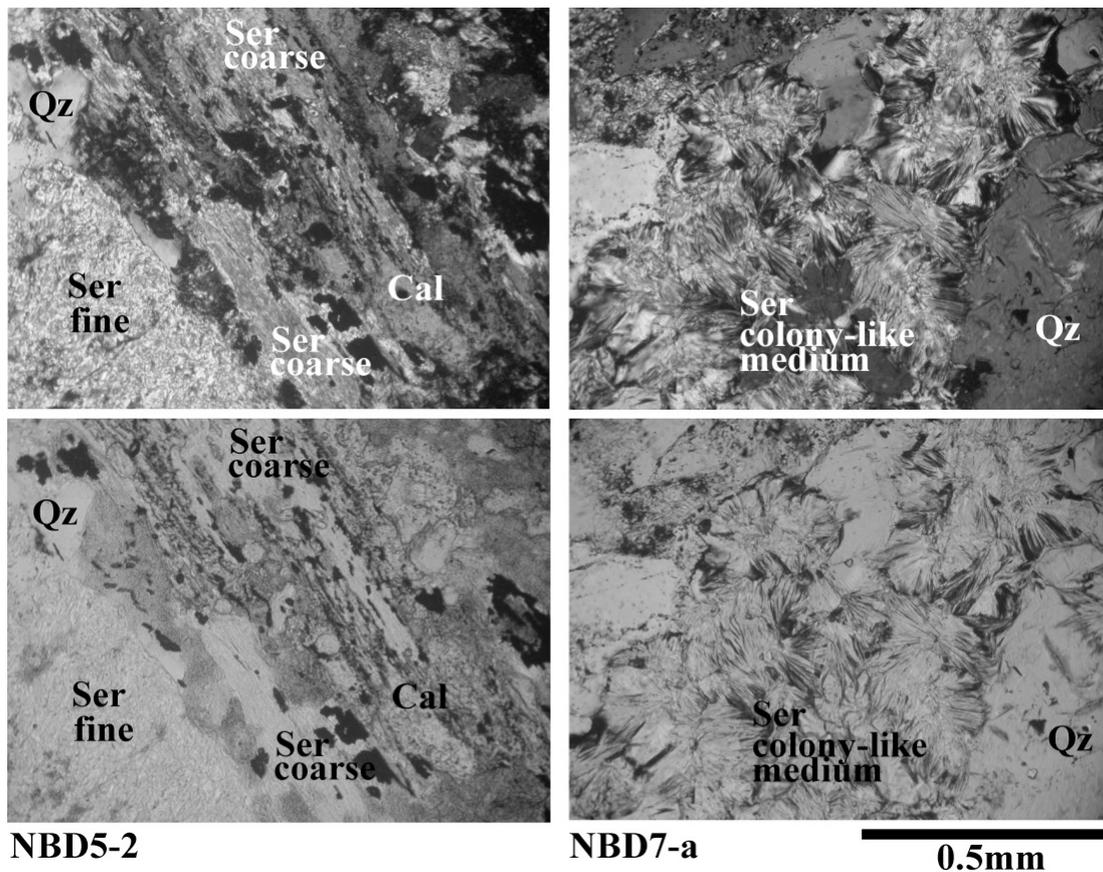


図2. 鏡下でのセリサイトの産状, クロス(上) オープン(下)

コロニー状葉片，黒雲母が変質交代した粗粒セリサイトに大きく分けることができる。細粒葉片は長石類の仮像を伴うことから，長石類の熱水変質により形成されたと考えられる。コロニー状葉片はそれら微細セリサイトがさらに成長したように見え，斜長石仮像をとまなうセリサイト中に発達する場合もある。粗粒セリサイトはその産状から黒雲母が熱水により変質・交代して形成されたと考えられる。鉍体およびその外側の比較的変質の弱い部分を含めると黒雲母からセリサイトへの変質過程を観察することができる。鉍体縁部から外側の特に変質の弱い部分では黒雲母は緑泥石に変質するのみであるが，やや変質の強い部分では緑泥石は微細葉片化する。さらに変質の進んだ鉍体では緑泥石の微細葉片中に微細なセリサイトが形成され，緑泥石の一部は酸化緑泥石として残存する。方解石は緑泥石あるいはセリサイト葉片に分

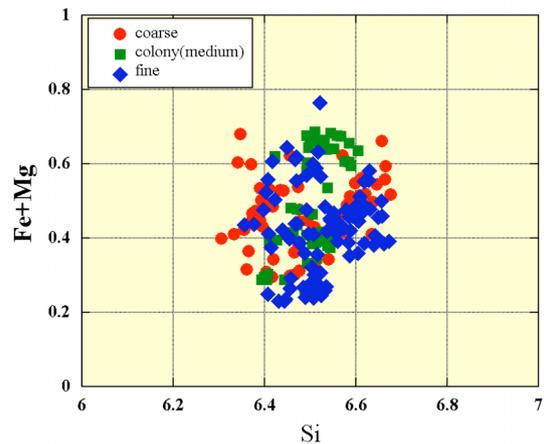


図3. セリサイトの Si に対する Fe+Mg 比

け入るよう成長しているように見える。最も変質の進んだ良質の鉍体では黒雲母（を起源とする緑泥石）は完全にセリサイトに交代している。

セリサイトの産状ごとの典型的な分析結果を表1に，Si に対する Fe+Mg 成分（原子比）を図3に

表1. 典型的なセリサイトの産状ごとの分析値

Sample	coarse		fine		colony(medium)	
<i>Wt. %</i>						
SiO <sub>2</sub>	49.01	49.44	49.35	47.49	49.70	48.88
TiO <sub>2</sub>	0.19	0.21	0.06	0.12	0.17	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.30	32.10	33.66	32.38	33.55	33.01
FeO*	2.70	2.82	2.24	2.30	2.34	2.07
MnO	0.02	-	0.04	0.03	-	-
MgO	0.40	0.51	0.58	0.69	0.46	0.38
CaO	0.01	0.03	0.10	0.07	0.06	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.19	0.12	0.24	0.25	0.26	0.23
K <sub>2</sub> O	9.80	9.56	9.29	9.71	9.26	9.51
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.03	-	-	-	-
Total	95.62	94.83	95.55	93.03	95.8	94.22
<i>Cations on the basis of 22 oxygens:</i>						
Si	6.476	6.578	6.488	6.454	6.514	6.522
Ti	0.019	0.021	0.006	0.012	0.017	0.011
Al	5.186	5.034	5.216	5.187	5.184	5.191
Fe	0.231	0.314	0.246	0.261	0.256	0.231
Mn	0.003	0	0.004	0.003	0	0
Mg	0.075	0.102	0.114	0.140	0.089	0.075
Ca	0.004	0.004	0.014	0.010	0.008	0.004
Na	0.058	0.031	0.061	0.065	0.067	0.058
K	1.619	1.622	1.559	1.683	1.548	1.618
Cr	-	0.003	-	-	-	-
Total	13.764	13.709	13.708	13.816	13.684	13.711

\*Total Fe as FeO

示す。表1に示すように  $\text{SiO}_2$  (約 50%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (33%),  $\text{K}_2\text{O}$  (9-10%) に対して  $\text{FeO}$  を 2-3% 含むという特徴があるものの、産状ごとの大きな組成上の違いは認められない。原子比では Si (6.5), Al (5-5.2), K (1.5-1.6), Fe (0.25) であり、典型的な 2 八面体雲母の分析値と比較すると、例えば Virginia の Yellow Sericite に近い値である (Deer et al., 1962)。層間陽イオン K の量比 (Rieder et al., 1998) を考慮すれば分析されたセリサイトは白雲母 (フェンジャイト) ではなく明らかにイライトに区分される。分析されたセリサイトの Si に対する Fe+Mg の比は、微細、コロニー状 (中粒)、粗粒という産状 (形態的特徴) の違いによらずほぼ同じ領域にプロットされる (図3)。今回は省略するが Si に対する Na (Na+K) プロットでも同様の結果である。このように組成が極めて近似しているという結果は、産状の異なるセリサイトが、一連の変質作用における同一のステージで形成された可能性が高いことを示している。

これまでの研究では方解石の初生包有物の均質化温度は幅広い値を示し、 $220^\circ\text{C}$ - $240^\circ\text{C}$  に主要な温度モードを有することが述べられている。一方、残留石英中の二次包有物の均質化温度は、方解石の初生包有物温度よりも高温で  $260^\circ\text{C}$ - $300^\circ\text{C}$  の値を示すが、 $280^\circ\text{C}$ - $290^\circ\text{C}$  に主要なモードを有すると述べられている (Ohira et al., 2006)。このような温度データは、温度幅の広い継起的な熱水活動が鉱床形成に関与したことを示している。セリサイトの生成がいずれの熱水と関連しているのかについては、鏡下でのセリサイトと方解石あるいは二次石英との晶出関係をより詳しく検討する必要がある。

## 謝辞

斐川礦業 (株) の伊藤通規氏、伊藤滋敏氏には試料採取に際して便宜を図っていただき、また鉱山全般に関してご指導を賜った。心より感謝申し上げます。

## 文献

- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., 1962, Rock forming minerals -Sheet silicates-. Longman Pub, P17.
- 岩生周一, 1953, 島根県飯石郡の淡緑色絹雲母鉱床一特に母岩の変質に関連して一。地調月報, 4, 223-238.
- 北川隆司・柿谷悟・舟木晃, 1982, 島根県飯石郡三刀屋町付近のセリサイト鉱床中の雲母粘土鉱物。粘土科学, 22, 54-67.
- Kitagawa, R., Nishido, H., Ito, Z. and Takeno, S., 1988, K-Ar ages of the Sericite and Kaolin Deposits in the Chugoku District, Southwest Japan. Mining Geol. 38, 279-290.
- 松浦浩久・鹿野和彦・石塚吉浩・高木哲一, 2005, 木次地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 72p.
- 大平寛人・根木大輔・田中俊寛, 2006, 島根県東部・鍋山鉱山および周辺花崗岩類の FT 年代と冷却史。フィッション・トラックニュースレター, 19, 11-14.
- Ohira, H., Negi, D., Tanaka, T. and Taguchi, S., 2006, Thermal history of the Nabeyama sericite mine, NE Shimane, SW Japan, based on fission track and fluid inclusion studies. Abstract of general meeting of 19th IMA, P202.
- Rieder, M., Cavazzini, G., Dyakonov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.I., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P.V., Muller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovichi, E.W., Robert, J.L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z. and Wones, D.R., 1998, Nomenclature of the micas. Canadian Mineralogist, 39, 905-912.
- 高木哲一・内藤一樹・飯泉滋, 2000, 島根県東部の花崗岩類と鉱床。日本地質学会第 107 年学術大会見学旅行案内書, 35-44.