

## 島根県東部鍋山鉱山の FT 年代 大平寛人

### Fission track ages from the Nabeyama Mine, East Shimane Hiroto Ohira

島根大学総合理工学部, Dept. Geoscience, Shimane Univ.

#### はじめに

島根県東部の雲南市(旧飯石郡)三刀屋周辺の東西 4km 南北 8km の地域では古くからセリサイト鉱床が採掘されてきた(岩生, 1953)。いずれの鉱床も花崗岩中に胚胎し, 花崗岩類が熱水変質作用を被ることによって形成されたとされる(北川ほか, 1982)。多くの鉱山は既に採掘を停止したが, 現在三刀屋大塚付近の鍋山鉱山が斐川鉱業(株)によって稼業している。なお, 国内でセリサイトを採掘している鉱山は, 鍋山鉱山のほかに, 愛知県振草・粟代セリサイト鉱山が知られている。今回, 鍋山鉱山のセリサイト鉱床を形成した熱水変質作用の熱的セッティングを明らかにする目的で, アバタイトの FT 年代を測定したので報告する。

#### 地質概要

鍋山鉱山の母岩は竜駒花崗岩(角閃石黒雲母花崗岩)の北西延長部とされる(高木ほか, 2000)。セリサイト鉱体は全体に N55° W 方向に伸長し, 長さ 100m 以上, 幅約 30m, 深さ 60m 以上の規模をもつ(高木ほか, 2000)。鉱体と母岩との南北の境界はほぼ直線を示し, 北側は特に脈幅 1-2m の粘土脈を境して母岩と接し, 南側では母岩に漸移している(北川ほか, 1982)。三刀屋地域のセリサイト鉱床の鉱体の伸長方向は鉱床ごとに異なり, 大きく N15° ~ 20° E と N50° ~ 70° W の 2 方向の鉱体に分けられ, 傾斜はほぼ垂直である(北川ほか, 1982)。鍋山鉱山の鉱体の規模が周囲の鉱床に比べて大きいことは, 本鉱山が 2 系統の脈の交差する部分に位置することに関係するとの考えもある(高木ほか, 2000)。

北川ほか(1982)は, 鍋山鉱山の共生する方解石の流体包有物均質化温度から, セリサイトの生成温度を 200-300°C と推定している。またセリサイトのポリタイプを調べ, 鍋山鉱山では 2M<sub>1</sub>, 約 1.5km 東側の井儀鉱山では 1M であり, ポリタイプの違いは生成温度に関連していると述べた。Kitagawa et al.(1988)はこの地域のセリサイトの K-Ar 年代を測定し, 周囲の花崗岩類の年代と同じかやや若い値を示すことから, セリサイト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している。

#### 試料

試料採取地点を図 1 の坑道図上に示す。現在の坑道は武坑(タケシ坑)と呼ばれ, 木枠充填工法によって採掘されている。試料は -25m 準および -30m 準から採取した。図 1 中には, 海抜

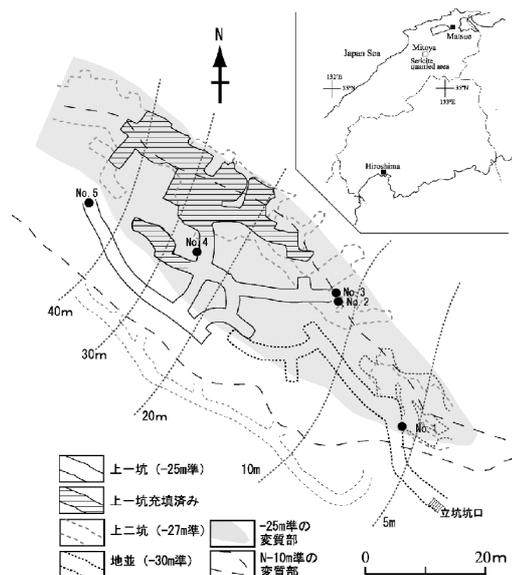


図 1 鍋山鉱山の坑道および試料採取地点

表1 鍋山鉱山のアパタイトのFT年代測定結果

Sample Name	No. crys.	$\rho s$ (Ns) ( $\times 10^6/\text{cm}^2$ )	$\rho i$ (Ni) ( $\times 10^6/\text{cm}^2$ )	P( $\chi^2$ ) %	$\rho d$ (Nd) ( $\times 10^5/\text{cm}^2$ )	r	U ppm	Age(Ma) ( $\pm 1\sigma$ )
NB-1(粗粒青盤(弱変質))	25	0.386(382)	1.677(1660)	90.7	9.759(6333)	0.97	23.5	35.1 $\pm$ 2.1
NB-2(白色細粒鉍体)	9	0.466(218)	2.509(1174)	92.1	9.782(6340)	0.86	42.2	28.4 $\pm$ 2.2
NB-3(淡緑色粗粒鉍体)	17	1.011(858)	4.226(3588)	3.3	9.793(6355)	0.94	54.7	36.6 $\pm$ 1.6

測定は研磨面を使用した外部ディテクター法によって行った。年代値は NIST-SRM612 ガラスとそれに対する校正定数(ゼータ値) 313.5 $\pm$ 5.1 を使用して計算した。中性子照射には京都大学原子炉実験所黒鉛設備圧気輸送管(Tc-Pn)を使用した。 $\rho s$  (Ns): 自発トラック密度(数),  $\rho i$  (Ni): 誘発トラック密度(数),  $\rho d$  (Nd): 線量ガラス NIST-SRM612 に貼り付けたマイカの誘発トラック密度(数), P( $\chi^2$ ):  $\chi^2$  乗検定結果, r: 自発-誘発トラック密度の相関係数, U: ウラン濃度

5m~ -10m 準の大まかな変質部(高木ほか, 2000)も点線で示している。-30m 準の坑道は一部を省略している。以下に試料の概要を述べる。なお現在まで年代測定を終えているのは採取した5試料のうちNB-1, 2, 3の3試料のみである。

[NB-1]-30m 準. 青盤

一部が淡緑色に変質した黒雲母花崗岩。斜長石は粘土鉱物(セリサイト)に、黒雲母は緑泥石へ変質している。脈状あるいは塊状の方解石が多数認められる。

[NB-2]-25m 準. 鉍石

白色細粒で緻密・硬質な岩石。原岩の組織は全く残存していない。塊状の方解石とセリサイトの集合体からなる。

[NB-3]-25m 準. 鉍石

粗粒な白色鉍物を含み、基質が淡緑色を帯びた岩石。粗粒白色の鉍物は鏡下では塊状の方解石であり、淡緑色の基質は全てセリサイトからなる。原岩の組織は全く残存していない。

[NB-4]-25m 準. 青盤

粗粒淡緑色の岩石。鉍石として採取したが、鏡下では岩石組織が残存している。ただし石英以外は全て変質している。長石は仮像を残して全てセリサイト化している。方解石の平行脈が多数認められる。

[NB-5]-25m 準. 母岩

中粒黒雲母花崗岩。黒雲母の約半分は緑泥石化している。長石類はあまり変質しておらず、文象組織が特徴的である。一部に緑れん石を含む。数条の方解石の平行脈が認められる。

## 実験

上述の5試料から粉碎、篩い分け、重液分離、磁選を経て、ハンドピッキングによりアパタイトを抽出した。エポキシ樹脂にマウントし、ダイヤモンドペースト(3 $\mu$ m, 1 $\mu$ m)で結晶の1/3以上研磨し、完全な4 $\pi$ 面を得た。7% HNO<sub>3</sub>水溶液(25 $^{\circ}$ C)で約30秒間エッチングを行った。試料およびNIST-SRM612ガラスにディテクターを貼り付け京都大学原子炉実験所の黒鉛設備圧気輸送管(Tc-pn)で5時間の中性子照射を行った。試料およびガラスに貼り付けてあったディテクターを46% HF(25 $^{\circ}$ C)にて12分間および20分間エッチングした。FTの計測には生物顕微鏡を用い総合倍率1000倍で行った。

## 年代測定結果

年代測定結果を表1に示す。現在までに測定を終えた3試料の年代は、それぞれ35.1 $\pm$ 2.1(NB-1), 28.4 $\pm$ 2.2(NB-2)および36.6 $\pm$ 1.6(NB-3)であった。粗粒の青盤(弱変質岩)(NB-1)と粗粒の鉍石(NB-3)には有意な年代差は認められない。白色細粒・硬質の鉍石(NB-2)のみが約28Maと有意に若い値を示し、その差は約7Maである。

アパタイト粒子の多くは、内部に気液2相の流体包有物を包有していたり、C軸方向に平行な棒状あるいは針状包有物を多数含んでいる。そのためエッチング後のアパタイト表面は清浄ではなく(FT以外のノイズが多く)年代測定が難しい。そこで、多数のアパタイト粒子を処理して、エッ

チング後の表面状態の良好な粒子のみを年代測定に用いた。なお、表 1 には示されていないが、一つの試料の中でも個々のアパタイト粒子の U 濃度は大きく異なる。10ppm 程度の粒子が多いが、約 50~60ppm を示す粒子もわずかに含まれており、年代測定の精度を上げるには、後者を数多く測定する必要がある。表 1 の FT 密度が試料によって大きく異なっているのは、測定された FT 密度の高い粒子数を反映している。

### 考察

三刀屋地域の花崗岩類およびセリサイトについては K-Ar 年代が報告されている。河野・植田 (1966) は三刀屋町伊萱の中粒桃色黒雲母花崗岩から 64Ma、三刀屋町五反田付近の中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩から 52Ma の黒雲母 K-Ar 年代を報告した。河野・植田 (1967) は三刀屋町栗谷付近の中粒閃雲花崗閃緑岩から 45Ma の黒雲母 K-Ar 年代を得ている。一方、セリサイトについては、Kitagawa et al. (1988) は、中国地方の粘土鉱床の K-Ar 年代を測定するなかで、鍋山鉱山のセリサイトから  $45.6 \pm 2.3$ Ma という値を得た。また、この地域のセリサイトの K-Ar 年代が 45.6~51.3Ma と、母岩の花崗岩類の年代に非常に近い値であることから、セリサイトの形成は花崗岩の定置直後の熱水活動に密接に関連すると述べた。Ishihara et al. (1980) は三刀屋町多久和西方の樋の谷鉱床のセリサイトから 51Ma の K-Ar 年代を報告し、母岩の年代値に近いことから、セリサイトの形成は花崗岩の固結に関連すると述べた。なおこれらの年代値は今岡ほか (1994) にもコンパイルされている。

図 2 に閉鎖温度-年代値プロットを示した。Kitagawa et al. (1988) によれば 49~52Ma をこの地域の母岩の黒雲母 K-Ar 年代として採用している。これに加えて上述の他の年代値もプロットした。黒雲母の K-Ar 系の閉鎖温度を 300℃、アパタイト FT のそれを 100℃とした。セリサイトの閉鎖温度の扱いについては、北川ほか (1982) は、鍋山鉱山の共生するカルサイトの流

体包有物の均質化温度が 215~280℃であることから、セリサイトの形成温度を若干の圧力補正を考慮しても 200~300℃と推定している。そこで、花崗岩の固結後、250℃前後まで冷却した時点の熱水によってセリサイトが形成されたとして、形成温度を閉鎖温度の代わりにプロットした。

図 2 から明らかなように、アパタイトの FT 年代値は母岩の周辺の花崗岩やセリサイトの K-Ar 年代に比較すると 10Ma 以上若い。Kitagawa et al. (1988) や Ishihara et al. (1980) を考慮すれば、300℃以下に冷却した時期の熱水によってセリサイトが形成された後、アパタイトの閉鎖温度 100℃付近まで、ゆっくりと冷却したと考えるのが妥当であろう。

興味深い点は、-25m 準の坑道で採取された NB-2 (白色緻密で硬質な鉱石) と NB-3 (淡緑色粗粒で軟質の鉱石) のアパタイト年代に約 7Ma の年代差が存在することである。NB-2 と NB-3 はいずれも武坑 (タケシコウ) の東部、上一坑の先端部において採取された。両者は明瞭な境界で接しており、採取地点は 2m と離れていない。なぜ両者間に約 7Ma の年代差が生じるのであろうか。この理由として、35Ma~28Ma に至るまで熱水の活動が継続していた可能性も考えられるし、あるいは、冷却後の他の火成活動による熱の影響を被った結果であるのかもしれない。この点を明らかにするために両者の関係を明らかにすると

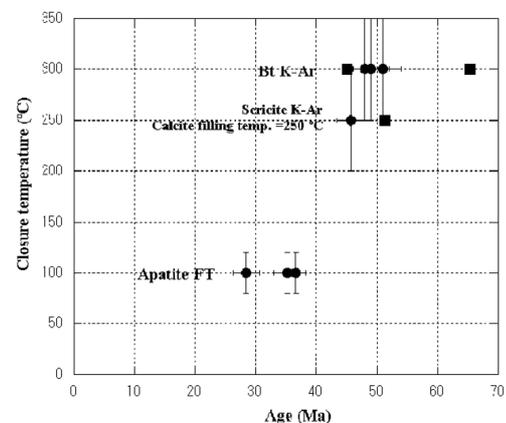


図 2 閉鎖温度-年代プロット

もに、ジルコンの FT 年代測定を進める必要がある。

母岩の花崗岩の年代や岩質についても検討が必要である。鍋山鉾山の坑道内試料 (NB-5) は淡紅色のカリ長石を含む文象組織の顕著な中粒黒雲母花崗岩であり角閃石を含まない。この岩石とセリサイト鉾石母岩との関連も詳しく検討する必要がある。また、既報の黒雲母 K-Ar 年代の多くは角閃石黒雲母花崗閃緑岩から報告されていることから、鉾床母岩の年代として直接対比できないものも存在するように思える。この点についても検討する必要がある。

### 謝辞

斐川礦業(株)の伊藤瑞章氏、伊藤通規氏、伊藤滋敏氏からは鉾山について数多くのご教示を賜り、試料採取に便宜を図っていただいた。心から感謝いたします。

### 参考文献

今岡照喜, 大平 武, 沢田順弘, 板谷徹丸, 1994, 中国・四国地方における白亜紀～第三紀火成岩類の放射年代. 岡山理科大学自然科学研究所研究報告, 20, 3-57.

Ishihara S., Shibata K., Kitagawa R. and Kakitani S., 1980, K-Ar ages of Sericites from the Chugoku District, Japan. Bulletin of the Geological Survey of Japan, 31, 221-224.

岩生周一, 1953, 島根県飯石郡の淡緑色絹雲母鉾床—特に母岩の変質に関連して—, 地調月報, 4, 223-238.

河野義礼, 植田良夫, 1966, 本邦産花崗岩の K-Ar dating (V)—西南日本の花崗岩類—, 岩鉱, 56, 191-211.

河野義礼, 植田良夫, 1967, 本邦産花崗岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩鉱, 57, 177-187.

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鉾床中の雲母粘土鉾物, 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.

高木哲一, 内藤一樹, 飯泉 滋, 2000, 島根県東部の花崗岩類と鉾床, 日本地質学会第 107 年学術大会見学旅行案内書, 35-44.