

## 島根県東部・鍋山鉍山および周辺花崗岩類の FT 年代と冷却史 大平寛人\*・根木大輔\*・田中俊寛\*

Thermal histories of the the Nabeyama Mine and host granitoids, NE Shimane,  
SW Japan, based on fission track studies

Hiroto Ohira\* , Daisuke Negi\* and Toshihiro Tanaka\*

\* 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(旧飯石郡)三刀屋周辺では古くからセリサイトが採掘されてきた。岩生(1953)によれば、この地域のセリサイト鉍床は、明治末期から大正末期にクレー原料として採掘された後に一旦休止し、戦後再び開発され大小20近いセリサイト鉍床が分布するとされる。現在既にほとんどの鉍山は採掘を停止したが、鍋山鉍山のみが斐川鉍業(株)によって採掘されている。今回、この鉍山のセリサイト鉍床形成に関わる熱水活動の熱履歴を明らかにする目的で、ジルコンとアパタイトの FT 年代を測定したので報告する。

### 地質概要

鍋山鉍山は因美期侵入岩類(飯泉ほか, 1985)に相当する鴨花崗岩中に胚胎され(松浦ほか, 2005), セリサイト鉍体は全体に N55° W 方向に伸長し、長さ 100 m 以上、幅約 30m、深さ 60m 以上の規模をもつ(高木ほか, 2000)。鉍体は花崗岩中の裂罅を充填するようにレンズ状を呈している。鉍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 の粘土脈を境に母岩と接し、南側では母岩に漸移している(北川ほか, 1982)。北川ほか(1982)は、鍋山鉍山のセリサイト鉍体に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ティップを調べ、鍋山鉍山では 2M1, 約 1.5km 東方に位置する井儀鉍山では 1M であり、ポリティッ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 K-Ar 年代を測定し、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、セリサイト鉍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。

### 試料および実験

試料は鍋山鉍山の - 25 m 準および - 30 m 準の坑道から採取した。また鉍床母岩である鴨花崗岩と、同時代の大東花崗閃緑岩からも試料を採取した。セリサイト鉍体は一般に淡緑色を呈し、もろく崩れやすい。また一部に細粒白色硬質な鉍体も存在する。今回坑道内から採取したのはこれらの鉍体に加え、青盤とよばれる弱変質岩である。鉍体の岩石はもろく崩れやすいため、ジョークラッシュャーで粗粉碎のみ行った。篩い分け、重液分離(プロモフォルム)、磁力選鉍を経て、重鉍物を回収した。ジルコンとアパタイトの分離にはジヨードメタン(d=3.3)を用いた。アパタイトをエポキシ樹脂に、ジルコンをテフロン樹脂にマウントし、ダイヤモンドペースト(3 $\mu$ m, 1 $\mu$ m)で結晶の約 1/3 を研磨・削剥し、完全な 4 $\pi$ 面を得た。具体的な実験手順は大平・永井(2004)に従った。中性子照射は京都大学原子炉実験所の黒鉛設備圧気輸送管(Tc-pn)において1時間(ジルコン)および5時間(アパタイト)行った。

ジルコンおよびアパタイトの測定者個人のゼータ値として 367.1 $\pm$ 4.1(大平, 2004)および 313.5 $\pm$ 5.1(柚原ほか, 2005)を使用した。また年代計算には Trackkey(Dunkle, 2002)を

表1 ジルコンおよびアパタイトのFT年代測定結果

Sample ( zircon ) Name	No. crys.	$\rho s$ (Ns) ( $\times 10^6/cm^2$ )	$\rho i$ (Ni) ( $\times 10^6/cm^2$ )	$P(\chi^2)$ %	$\rho d$ (Nd) ( $\times 10^5/cm^2$ )	r	U ppm	Age(Ma) ( $\pm 1\sigma$ )
NB-1 (青盤・弱変質岩)	23	6.036(3386)	3.612(2043)	0.05	1.748(6927)	0.87	276.7	53.0 $\pm$ 1.8
NB-2 (細粒白色硬質鈹体)	31	6.181(5934)	3.665(3518)	2.69	1.747(6922)	0.92	276.3	53.9 $\pm$ 1.6
NB-3 (淡緑色鈹体)	32	5.555(6421)	3.523(4073)	8.75	1.745(6916)	0.94	279.1	50.3 $\pm$ 1.4
NB-4 (青盤・弱変質岩)	28	6.298(7450)	3.939(4660)	0.0	1.744(6911)	0.78	295.4	51.0 $\pm$ 1.4
NBD3-2 (緑色鈹体)	10	5.470(1444)	3.269(863)	0.2	1.835(7070)	0.54	227.2	56.1 $\pm$ 2.6
NBD3-3 (淡緑色鈹体)	10	8.378(1508)	5.217(939)	16.6	1.835(7070)	0.69	354.3	53.9 $\pm$ 2.4
EG4 (鶯花崗岩)	24	6.873(4770)	4.321(2999)	3.53	1.838(7284)	0.91	330.2	53.4 $\pm$ 1.5
NB-5 (鶯花崗岩：坑道内)	31	6.480(6033)	3.915(3645)	2.4	1.743(6906)	0.93	294.6	52.7 $\pm$ 1.6
EG7 (大東花崗閃緑岩)	23	7.287(4008)	4.849(2667)	0.26	1.836(7277)	0.74	358.3	50.5 $\pm$ 1.5

Sample ( apatite ) Name	No. crys.	$\rho s$ (Ns) ( $\times 10^6/cm^2$ )	$\rho i$ (Ni) ( $\times 10^6/cm^2$ )	$P(\chi^2)$ %	$\rho d$ (Nd) ( $\times 10^5/cm^2$ )	r	U ppm	Age(Ma) ( $\pm 1\sigma$ )
NB-1 (青盤・弱変質岩)	25	0.386( 382)	1.677(1660)	90.7	9.759(6333)	0.97	23.5	35.1 $\pm$ 2.1
NB-2 (細粒白色硬質鈹体)	9	0.466( 218)	2.509(1174)	92.1	9.782(6340)	0.86	42.2	28.4 $\pm$ 2.2
NB-3 (淡緑色鈹体)	17	1.011( 858)	4.226(3588)	3.3	9.793(6355)	0.94	54.7	36.6 $\pm$ 1.6
NB-4 (青盤・弱変質岩)	16	0.452( 366)	1.778(1440)	92.5	9.816(6378)	0.97	26.3	39.0 $\pm$ 2.5
NBD3-2 (緑色鈹体)	22	1.074(1101)	4.046(4147)	24.9	9.755(5275)	0.95	56.8	40.5 $\pm$ 1.6
NBD3-3 (淡緑色鈹体)	13	0.500( 259)	1.950(1010)	94.8	9.769(5283)	0.99	35.5	39.1 $\pm$ 2.9
EG4 (鶯花崗岩)	23	0.172( 207)	0.825( 993)	87.3	9.869(5337)	0.96	11.4	32.2 $\pm$ 2.6
EG7 (大東花崗閃緑岩)	13	0.310( 273)	1.405(1239)	63.1	9.912(5361)	0.94	17.2	34.1 $\pm$ 2.4

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) 367.1 $\pm$ 4.1 (ジルコン; 大平, 2004) および 313.5 $\pm$ 5.1 (アパタイト; 柚原ほか, 2005) 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 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

使用した。

## 結果および考察

年代測定結果を表1に示す。淡緑色のセリサイト鈹体および青盤のジルコン FT 年代は 50.3 ~ 53.9Ma であり, アパタイト FT 年代は 36.6 ~ 40.5Ma であった。細粒白色硬質のセリサイト鈹体のアパタイト年代のみが若い値を示し 28.4Ma であった。ただしこの若い値については, 測定された粒子数が少ないため, 粒子数を増やして検討する必要があるかもしれない。一方鈹床母岩の鶯花崗岩および大東花崗閃緑岩のジルコン FT 年代

は 50.5 ~ 53.4Ma であり, アパタイト FT 年代は 32.2 ~ 34.1Ma であった。ジルコン FT 年代に関しては, セリサイト鈹体と母岩の花崗岩類で有意な差異は認められなかった。アパタイト年代については鈹体によってばらつく傾向があるが, 細粒白色硬質鈹体の若い値を除いて考えれば, 母岩花崗岩類よりも鈹体のアパタイト年代ほうが古いようにも思える。このことについては測定精度を高めてさらに検討する必要がある。

今回は詳細なデータは示さないが, 北川 (1982) で示されたように, セリサイト鈹体に共生する方解石の流体包有物均質化温度は 220 ~

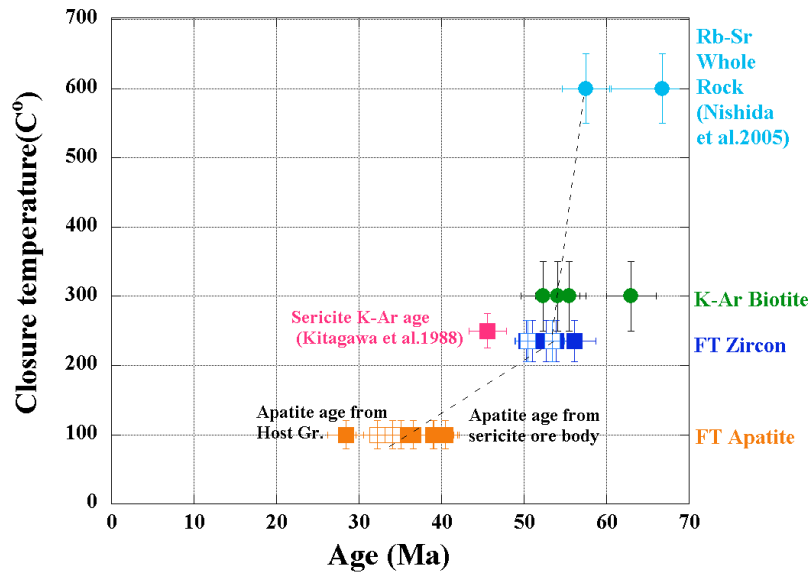


図1 閉鎖温度-放射年代プロット

240°Cにピークを有している場合が多い。しかし鉍体によっては、より高温で幅広い均質化温度の頻度分布を示す試料もあり、試料によって大きく異なる結果が現在までに得られている。このような流体包有物の多様な温度データは、鉍床の形成に関連して温度の異なる熱水が継起的に活動したことを示唆しており、アパタイト年代のばらつきと関係しているかもしれない。

これまでに報告されているこの地域の母岩花崗岩類の Rb-Sr 年代 (西田ほか, 2005), 黒雲母 K-Ar 年代 (河野・植田, 1966 ; 1967) およびセリサイトの K-Ar 年代 (Kitagawa et al., 1988) とともに、これまでに得られた FT データを、放射年代-閉鎖温度プロット上に示した (第 1 図)。第 1 図において十字の白抜き四角が母岩花崗岩類の FT 年代で、べた塗りの四角が鉍体および青盤 (弱変質岩) の値である。ここでは鉍床周辺の母岩の花崗岩類が閉鎖温度の高い領域から比較的スムーズに冷却している様子が伺うことができる。ジルコン FT 年代については鉍体と母岩と

の間に有意な差異はなく、アパタイト FT 年代はややばらつきが大きい。大略的にはセリサイト鉍体と母岩花崗岩類との冷却曲線が大きく異なるものではないように思える。このことは、鉍体を形成した熱水活動が、周囲の花崗岩類の冷却と調和的な温度条件で生じたことを意味しているのかもしれない。セリサイトの K-Ar 系の閉鎖温度は本来 300°C 程度と思われるが、共生する方解石の流体包有物重点温度 (240°C) から、その温度でセリサイトが生成したと考えて、閉鎖温度 240°C の位置にプロットした。この場合、セリサイトの値はジルコンやアパタイトから求めた冷却曲線からややはずれた位置にプロットされる (第 1 図)。このことがどのような意味をもつのかについては、さらに検討する必要がある。

#### 参考文献

飯泉 滋・澤田順弘・先山 徹・今岡照喜 (1985) 中国・四国地方の白亜紀~古第三紀火成活動-火成岩の対比を中心として-。地球科学, 39, 372-384.

- 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.
- Dunkle I (2002) TRACKKEY : a Windows program for calculation and graphical presentation of fission track data. *Computers and Geosciences*, 28, 3-12.
- 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.
- 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, 72 p.
- 西田和浩・今岡照喜・飯泉 滋 (2005) 山陰中央部における白亜紀〜古第三紀火成活動: Rb-Sr アイソクロン年代からの検討. *地質学雑誌*, 111, 123-140.
- 大平寛人・永井淳也 (2004) 放射年代学 (FT法) 入門. *地球科学* 58, 185-189.
- 大平寛人 (2004) 埼玉県比企丘陵および荒川河岸に分布する第三紀中新世凝灰岩の FT 年代. *地団研専報* 52, 51-65.
- 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.