

平成 21 年 4 月 24 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18540452  
 研究課題名（和文）花崗岩の定置に関連した複合熱水－資源形成システムの  
 熱年代学的手法による再評価  
 研究課題名（英文）Thermo-chronological study on multiple hydrothermal – resource  
 formation process relating to the emplacement of granitoids  
 研究代表者  
 大平 寛人（OHIRA HIROTO）  
 島根大学・総合理工学部・助教  
 研究者番号：60273918

## 研究成果の概要：

島根県内陸部の花崗岩中に胚胎する粘土鉱床（セリサイトやカオリン）を形成した熱水変質作用を主に放射年代測定や流体包有物温度から明らかにした。この地域の粘土鉱床は花崗岩の定置直後（50-55Ma）の熱水変質作用によって形成され、その変質温度はセリサイトで約 240℃、カオリンで約 160℃程度と見積もられた。いずれの鉱床においても鉱床形成後の低温の継起的熱水活動の存在が認められた。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,500,000	0	1,500,000
2007 年度	900,000	270,000	1,170,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	570,000	3,970,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：熱水変質，粘土鉱床，フィッシュン・トラック

## 1. 研究開始当初の背景

島根県には花崗岩の定置に関連した粘土資源が分布し、現在でもセリサイトやカオリンなどが採掘されている。これらの資源はこれまで花崗岩の定置に関連した熱水変質作用によって形成された粘土鉱床であると考えられてきたが、その解釈の基盤となる年代学的データや、温度データは極めて少なかった。特に資源を形成した熱水が花崗岩の定置によるものなのか、後期の火山活動による熱水活動の影響もあるのか、あるいは天水の寄与によるのかについては未解明な部分が多

い。そのため熱水の活動時代や温度、変質作用およびその熱履歴についてより詳細な検討が必要であると考えられてきた。

近年は放射年代測定の技術が進歩し、セリサイトの K-Ar 年代測定に際しての試料の前処理方法（塩酸処理）が改善されより精度の高い年代測定が可能となってきた。またフィッシュン・トラック年代測定においては、時代ごとの標準年代試料の整備によって絶対年代としての信頼性が向上するとともに、鉱物ごとの閉鎖温度と FT の熱によるアニーリング特性の詳細が明らかにされ、熱履歴解析

の精度が格段に向上してきた。そのため、これらの放射年代測定法を複合的に用いることに加えて、流体包有物などの温度指標を組み合わせることで、資源形成に関連した熱水変質作用の熱履歴を詳細に検討することができるようになった。

## 2. 研究の目的

本研究では山陰地方に分布する工業鉍物資源の形成に関連した熱水変質作用の地質条件（熱水活動の時代、熱水変質の温度や熱履歴、変質ステージ）を主に地質年代学的視点から再評価することである。また資源形成時の熱水活動に関わる地質学的セッティングを明確にすることにより、資源の探査・予測および適正な開発と利用を効率的に進めるための基礎データを提供する。

## 3. 研究の方法

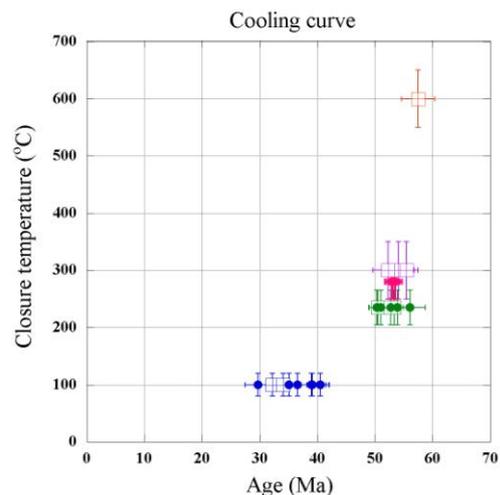
鉍体に産する粘土鉍物（主にセリサイト）を対象として高精度の K-Ar 年代測定を行い鉍床の形成時代（熱水活動の時代）を明確にする。また鉍体に含まれるジルコン、アパタイトを抽出し高精度の FT 年代測定を行う。このことにより鉍体形成前後の冷却年代を精度良く決定する。年代データをもとに鉍床を形成した熱水活動の熱履歴を T-t パス図上に復元する。顕微レーザーラマン分光法によるガス組成分析により鉍体を形成した熱水の性質（温度や塩濃度を含む）を明らかにすることである。なおこの過程でセリサイトやカオリンの鏡下観察や記載、EPMA 分析を通して変質ステージについても検討した。

## 4. 研究成果

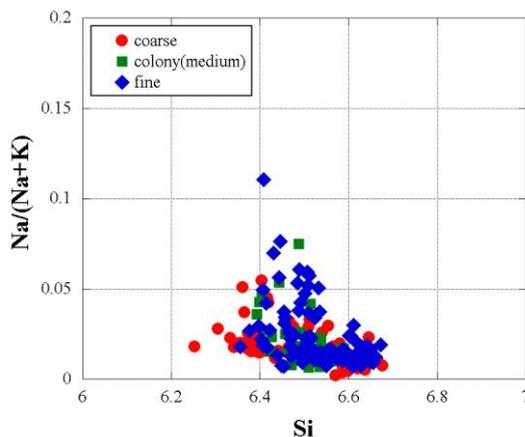
### (1) 花崗岩の定置に関連したセリサイト鉍床について

雲南省の鍋山セリサイト鉍床については、セリサイトの K-Ar 年は 52.9~53.5Ma を示し、既報の年代 (46Ma) よりも古い値を示した。粘土鉍体から抽出したジルコンの FT 年代は 50.3~56.1Ma、鉍体周囲の基盤花崗岩類（大東花崗閃緑岩と鶴花崗岩）では 50.5~53.4Ma であり、いずれの年代もセリサイトの K-Ar 年代と概ね調和的な値である。一方、アパタイトの FT 年代は鉍体で 28.4~40.5Ma、周囲の基盤花崗岩類で 32.2~34.1Ma であり、ともに調和的な値であるが前者ではややばらつき、鉍床形成後の低温域の熱水活動の影響を示唆する。鉍体に共生する方解石の一次流体包有物温度は鉍体全域で 240℃であり、鏡下での産状の特徴からこの温度はセリサイトの形成温度と考えられる。

以上の年代・温度データを冷却曲線にプロットすると鉍体の冷却曲線と鉍体外側の基盤花崗岩類の冷却曲線はほぼ一致し、セリサイトの K-Ar 年代も冷却曲線上に調和的にプ



第 1 図：鍋山セリサイト鉍床と周辺花崗岩類の冷却曲線



第 2 図：セリサイトの Na/(Na+K)-Si プロット

ロットされる（第 1 図）。セリサイト鉍床は花崗岩の亀裂を充填して産するが、岩体定置後の時代を経た再加熱を伴う熱水活動によって形成されたものではなく、花崗岩の冷却時に形成された可能性が高いことを示している。

鉍体の残留石英には二次流体包有物が豊富に含まれ、その温度は 280~290℃に明瞭な温度モードを示すことから粘土鉍体を形成した熱水は初成的には 300℃程度の熱水であったと考えられる。また鉍体全域に普遍的に含まれる 300℃以上の塩濃度の高い流体包有物には微細な輝水鉛鉍を伴うものがあることが顕微ラマン分光から明らかとなった。このことからセリサイトを形成した熱水は初成的にはこの地域の金属鉍床（モリブデン鉍床）を形成するような高温の熱水に関連していた可能性がある。

セリサイトの産状は微細葉片状、コロニー状、粗粒の 3 種類に分けられ、開放系の熱水変質作用により、前二者は斜長石とカリ長石

を起源としており、粗粒セリサイトは黒雲母を起源とする。その変質過程は黒雲母⇒緑泥石⇒微細緑泥石⇒微細葉片セリサイトであり、一部は酸化緑泥石として残存する。

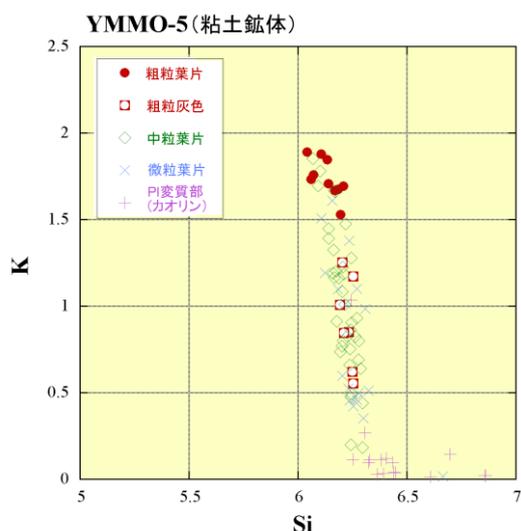
EPMA 分析の結果、セリサイトの産状ごとの組成の違いは認められないことから、一連の熱水活動における同一のステージでこれらのセリサイトが形成された可能性を示している（第2図）。

## (2) 花崗岩類の定置に関連したカオリン鉱床について

奥出雲町に分布するカオリン鉱床は花崗岩中の斜長石石英岩を母岩とするカオリン鉱床であるが、カオリン鉱体および鉱体外側からのジルコン FT 年代が調和的な値を示し両者の冷却曲線には差異が認められない。またカオリン鉱体に共存するセリサイトの K-Ar 年代も冷却曲線状上に調和的にプロットされる。このことから岩体の定置直後の冷却過程における熱水活動によって形成されたことが明らかとなった。

変質過程について、長石類は直接カオリンに変質しており両者の境界は明瞭である。またカオリン鉱体に豊富に含まれるセリサイトは変質の進行とともに、セリサイト中にカオリンの薄層が形成するようになる。そのため変質の進行とともに見かけ上 K の値が減少するように見える（第3図）。

熱水による溶脱を免れた鉱体中の残留石英の流体包有物は、気液比が変化に富み均質化温度が幅広い値を示す。このことから初成的には沸騰流体が関与したことを示しており、その温度は均質化温度の下限から 160～170°C と見積もられた。



第3図 カオリン鉱床中のセリサイトの Si-K プロット

以上の研究から、この地域の花崗岩類に胚胎される粘土資源を形成した熱水活動の時代や性質について多様な視点から明らかにすることができた。特に、最新の放射年代測定法によっても岩体の定置と粘土鉱床を形成した熱水活動との間には地質学的な時間間隙は認められず、このことからこの地域の粘土鉱床の形成には岩体形成直後の初成的な熱水システムが寄与していることが明らかとなった。セリサイトやカオリン形成の変質過程についても明らかにされ、鉱床を形成した主要な熱水活動に引き続いて、低温の熱水活動が普遍的に存在することも明らかとなった。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 6 件）

① 大平寛人，島根県東部矢野馬木鉱床の FT 年代，査読無，フィッション・トラックニュースレター，21，45-48，2008。

② 大平寛人，島根県東部・鍋山鉱山の変質作用と熱履歴，査読無，フィッション・トラックニュースレター，20，48-51，2007。

③ 大平寛人，三角 寿，流体包有物から見た島根県大田市周辺のゼオライト化変質，査読無，島根大学地球資源環境学研究報告，特別号，17-22，2007。

④ 大平寛人，島根県内の工業鉱物資源の分布と地質概要，査読無，島根大学地球資源環境学研究報告，特別号，9-15，2007。

⑤ 大平寛人，根木大輔，田中俊寛，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，査読無，フィッション・トラックニュースレター，19，11-14，2006。

⑥ 三角寿，大平寛人，島根県大田市周辺のゼオライト化変質と FT 年代，査読無，フィッション・トラックニュースレター，19，19-23，2006。

〔学会発表〕（計 5 件）

① 大平寛人，島根県東部，矢野馬木ハロイサイト鉱床の熱水変質と流体包有物。資源地質学会第 58 回年会講演会，2008 年 6 月 25 日，東京大学小柴ホール。

②大平寛人, 島根県東部矢野馬木ハロイサイト  
ト鉱床のFT年代, 第32回フィッション・ト  
ラック研究会講演会, 2008年1月11日, 松  
江テルサ.

③大平寛人, 島根県東部鍋山セリサイト鉱床  
の変質作用と熱履歴, 資源地質学会第57回  
年会学術講演会, 2007年6月20日, 東京大  
学山上会館.

④大平寛人, 島根県東部鍋山セリサイト鉱床  
の変質作用と熱履歴, フィッション・トラッ  
ク研究会第31回講演会, 2006年, 12月8日,  
日本原子力研究開発機構東濃地科学センタ  
ー.

⑤Ohira H, Taguchi S, Tanaka S and Negi D,  
Thermal history of the Nabeyama sericite mine,  
NE Shimane, SW Japan, based on fission track  
and fluid inclusion studies, 19<sup>th</sup> General Meeting  
of International Mineralogical Association (IMA),  
2006年7月24日. 神戸国際会議場

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大平 寛人 (OHIRA HIROTO)

島根大学・総合理工学部・助教  
研究者番号: 60273918

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号:

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号: