

地質図作成における試料分析システム —岩石カッター室設置機器を中心に—

高橋 浩¹⁾

1. はじめに

地質調査総合センターでは、国土の地質情報整備のための基幹業務として各種スケールの地質図幅を作成している。地質図幅とは、国土地理院が発行している地形図や地勢図に合わせて作成した地質図のことであり、現在、地質調査総合センターが出版している主な地質図幅には縮尺が20万分の1と5万分の1のものがある。5万分の1地質図幅は詳しい現地調査に基づいて作成され、20万分の1地質図幅はすでに発行されている地質図や論文などのデータを編集し補足調査を行って作成されている。これらの地質図幅類は国土の基礎地質情報として土地利用、災害防止、資源探査、環境対策、学術資料など幅広い分野で利用されている。

野外地質調査では、地層や岩石を観察・同定し、分布や構造を調べ、試料を採取している。採取試料は実験室に持ち帰り、岩石薄片の作製・顕微鏡観察や化学分析、年代測定等が行われている。堆積岩試料の場合は、化石の抽出・同定などを行っている。これらの野外データと室内分析データを基にして地質原図を作成している。

このように、地質図作成のためには、室内での試料分析が重要な役割を果たしている。

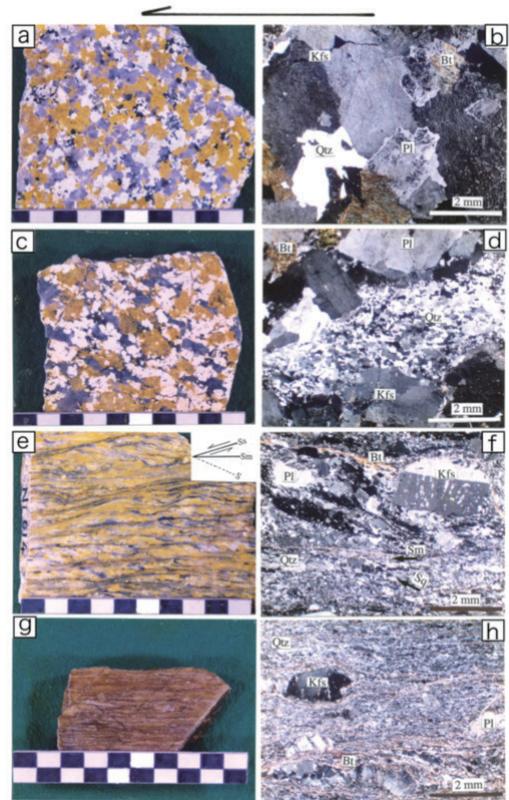
2. 地質図作成のための室内研究

以下に、地質図作成のための室内研究のうち岩石カッター室に関わりの深いものについて解説する。

1) 岩石薄片の作製

深成岩や火山岩等の火成岩や変成岩試料は、岩石薄片を作製し、偏光顕微鏡下で構成鉱物を同定するとともに岩石や鉱物の組織を観察する。変形した岩石の場合は、面構造に直交し線構造に平行な面を岩石カッターで切り出し、この面での岩石薄片（定方位薄片）を作製した後に偏光顕微鏡

下で組織観察を行い、非対称組織が存在すれば剪断センスを求めることができる（第1図）。堆積岩についても、砂岩等では岩石薄片を作製し、鏡下で鉱物を同定し砕屑粒子の割合を求めたり、砕屑性のざくろ石やスピネルが含まれる場合はそれらの化学分析を行って後背地の推定等を行うことが



第1図 日本国マイロナイトのマイロナイト化過程。非変形の岩船花崗岩 (a, b) から片麻状黒雲母花崗岩 (c, d), 黒雲母花崗岩マイロナイト (e, f), 黒雲母花崗岩ウルトラマイロナイト (g, h) へと順次マイロナイト化が進行している。マイロナイト化における剪断センスは左横ずれである。
a: 岩船花崗岩, b: 同顕微鏡写真, c: 片麻状黒雲母花崗岩 (定方位), d: 同顕微鏡写真 (定方位), e: 黒雲母花崗岩マイロナイト (定方位), f: 同顕微鏡写真 (定方位), g: 黒雲母花崗岩ウルトラマイロナイト (定方位), h: 同顕微鏡写真 (定方位)。Takahashi et al. (2012) より引用。岩石カッター室備え付けの岩石カッターを使用して、定方位試料の面構造に直交し線構造に平行な面を切り出して定方位の岩板 (定方位スラブ) を作成し、研磨機を用いて表面を研磨した後にカリ長石を染色した。

1) 産総研 地質情報研究部門

できる(七山, 1992; Takeuchi, 1994 など). また, 最近では, 碎屑性ジルコンの U-Pb 年代を測定し, 後背地の推定を行うようになってきた(中間ほか, 2010).

2) 全岩化学分析 (XRF, ICP-MS)

深成岩や火山岩等の火成岩は, マグマが固結した岩石なので, その全岩化学組成を測定することで, もとのマグマの性質や結晶分化作用, マグマ混合, 壁岩の混染作用等のマグマの進化過程を推定することが可能である. 蛍光 X 線分析装置 (X-ray Fluorescence Spectrometer: XRF) では岩石の主要元素と多くの微量元素含有量を測定することができる. また, 誘導結合プラズマ質量分析計 (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: ICP-MS) では, 希土類元素を含むほとんどの元素含有量の測定が可能である.

これらの装置の詳細は本特集号の報告や専門書で記述されているのでここでは述べないが, 採取試料をこれらの装置で分析するためには, 試料の風化変質箇所を取り除き新鮮な分析用試料を取り出すトリミングのために岩石破断機(ギロチン)や岩石カッターが必要であり, さらに, 岩石粉碎装置を用いて岩石を粉末にする必要がある. なお, トリミングや粉碎の際は, ギロチンや岩石カッターブレード, 粉碎装置使用による鉄等の混入を極力避け, また, 付着した混入物質を取り除く必要がある.

3) 鉱物化学分析 (EPMA)

深成岩や火山岩等の火成岩は, 上述の通り, 全岩化学組成の測定によりもとのマグマの性質や結晶分化作用等のマグマの進化過程を推定することが可能であるが, 深成岩の構成鉱物, 火山岩の斑晶鉱物やガラスの化学組成と併せて検討することによりさらに精度の高いマグマ過程の推定が可能となる. また, 変成岩類の場合は, 変成作用の温度圧力条件推定等のため, 変成鉱物の化学組成を測定する必要がある. 鉱物化学組成の測定には電子線マイクロアナライザー (Electron Probe Micro Analyser: EPMA) が用いられる. EPMA 分析は, 通常, 研磨薄片を用いるが, 鉱石の分析には研磨片が用いられることが多い.

4) 年代測定

深成岩, 変成岩や火山岩の生成年代を知るために各種年代測定が行われている. 各方法によって得られる年代の意味や精度が異なるため, 試料ごとに適した年代測定法の選択が必要であり, 得られた年代値の扱いには注意が必要である. 以下に, 現在行われている主な年代測定法について

解説する.

• K-Ar 法

一般的に広く行われている年代測定法であり, 火山岩類や深成岩類, 変成岩類を対象に多くの報告がなされている. 火山岩では, 通常, 全岩試料を粉末にして分析を行うが, 深成岩類や変成岩類では測定鉱物(主に黒雲母と角閃石)を分離して鉱物ごとに測定を行う. 火山岩類は地上に噴出してから急冷するため K-Ar 年代は火山岩類の固結年代を示す. 一方, 深成岩類や変成岩類では, マグマの固結や岩石の冷却に時間がかかり, 鉱物ごとに K-Ar 系での Ar 閉止温度が異なるため, 得られた年代は各鉱物が閉止温度を通過した年代, すなわち, 冷却年代を示している.

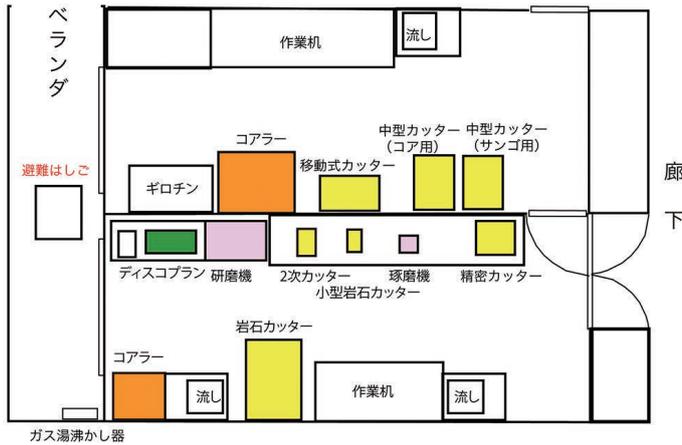
• Rb-Sr 法

Rb-Sr 法による年代測定は, 質量分析計を用いて行われており, 花崗岩類について多くの報告がある. 同一のマグマから分化したと考えられる岩体から分化程度の異なる複数の試料を分析しアイソクロンを引いて年代を求める方法(全岩アイソクロン法)と, 一つの岩石中の鉱物を分離し全岩と鉱物の分析を行いアイソクロンを求める方法(鉱物アイソクロン法)とがある. 全岩アイソクロン年代はマグマの固結年代を示し, 鉱物アイソクロン年代は冷却年代を示す.

• U-Pb 法 (SHRIMP, Laser ICP-MS)

近年, 高分解能イオンマイクロプローブ (Sensitive High Resolution Ion MicroProbe: SHRIMP) を用いた年代測定が行われるようになってきた. SHRIMP は, 数~数十 μm 径の微小領域における同位体分析が可能で, 地球の岩石中に含まれるジルコンの U-Th-Pb 年代測定を得意とする. ジルコンの U-Pb 年代は U-Pb 系の閉止温度 (900 $^{\circ}\text{C}$; Cherniak and Watson, 2000) が高いため珪長質岩においてはマグマの生成年代を示すとされている. また, ジルコンは風化・変質を受けにくく, 風化・変質した岩石においても岩石の形成年代を求めることができる. このように SHRIMP によるジルコンの U-Pb 年代は地質年代の解明のために有用であるが, 機械が高価で, 現在, 日本では, 広島大学, 国立極地研究所に設置されているのみであり, 今のところ, 分析データは限られている.

最近, SHRIMP と同様に, ジルコンの U-Th-Pb 年代を測定可能な Laser ICP-MS が日本国内各地の地質関連研究機関に導入され, 多くのデータが生産されている. Laser ICP-MS は SHRIMP に比べて安価で, 分析精度はやや劣るものの, 分析速度が速く効率がよい. 現在, 共同利用実験室に導入され調整作業が進行している.



第2図 岩石カッター室（7-3A棟221室）見取り図。



写真1 岩石カッター室設置の岩石カッターおよび円筒整形機。

3. 岩石カッター室設置機器について

現在、共同利用実験室の一つである岩石カッター室（7-3A棟221室）には、岩石カッター、中型岩石カッター（2台）、精密カッター（クリスタルカッター）、2次カッター、小型岩石カッター、円筒整形機（コアラー、2台）、研磨機、岩石薄片作製装置（ディスコプラン）、岩石薄片用琢磨機、岩石破断機（ギロチン）等の機器が配置され（第2図、写真1）、岩石薄片作製用具一式（電熱器、スライドグラス、接着剤等）も備えられている。上述のように、岩石カッターや研磨機等は、岩石薄片作製や各種分析の下準備に欠かせない装置であり、使用頻度は定常的に高く使用に際しては予約制をとっている。今年度は、老朽化し更新が求められていた岩石カッター、円筒整形機および岩石薄片作製装置（ディスコプラン）を更新し、同時に排水系の改修工事を行い、岩石カッター室は効率的で使いやすくなった。

岩石カッター室設置機器類の安全かつ積極的な使用により、多くのデータが効率的に生産され、研究成果につながる事が望まれる。

4. おわりに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震により地質調査総合センターの共同利用実験室の分析機器も被害を受けた。本館5階に設置されていたEPMAやXRFをはじめとする共同利用実験室設置機器類は地震の揺れに備えて1階へと移動された。共同利用実験室の1階への移転は、小笠原前共同利用実験室運営委員長をはじめとする関係者の尽力により実現できたものであり、岩石カッター室の改修や機器更新も関係者のサポートによるところが大きい。

今後も岩石カッター室をはじめとする地質調査総合センターの共同利用実験室設置機器が積極的に活用され、多くのデータが生産されることにより地質調査総合センターの一層の活性化と研究能力のさらなる向上に貢献することを期待したい。

文献

- Cherniak, D. J. and Watson, E. B. (2000) Pb diffusion in zircon. *Chemical Geology*, **172**, 5–24.
- 中間隆晃・平田岳史・大藤 茂・青木一勝・柳井修一・丸山茂徳（2010）日本列島の古地理学—砕屑性ジルコン年代頻度分布と造山帯後背地の変遷—。地学雑誌, **119**, 1161–1172.
- 七山 太（1992）北海道中軸部、日高帯・中の川層群において認められる3帯のpetroprovinceとその意義。地質学論集, no. 38, 27–42.
- Takahashi, Y., Mao, J. and Zhao, X. (2012) Timing of mylonitization in the Nihonkoku Mylonite Zone of north Central Japan: implications for Cretaceous sinistral ductile deformation throughout the Japanese Islands. *Jour. Asian Earth Sci.*, **47**, 265–280.
- Takeuchi, M. (1994) Changes in garnet chemistry show a progressive denudation of the source areas for Permian–Jurassic sandstones, Southern Kitakami Terrane, Japan. *Sed. Geol.*, **93**, 85–105.

TAKAHASHI Yutaka (2013) System of sample analyses for publication of geological maps—with special reference to equipments in the rock cutting laboratory—.

（受付：2012年12月10日）