

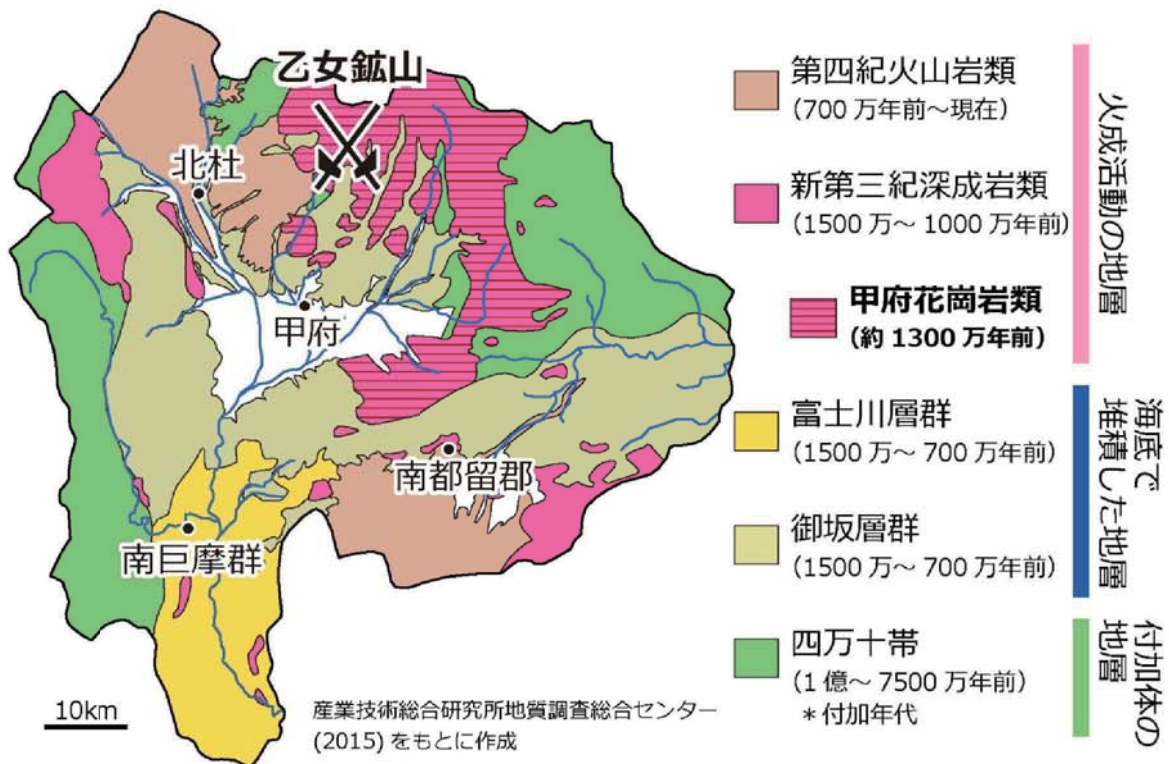
乙女鉱山とその周辺の地質

1. 乙女鉱山の概要

乙女鉱山は江戸時代から昭和時代にかけて約 200 年にわたり稼働した鉱山で、山梨市と甲府市の市境に位置します。採掘の対象となった鉱石鉱物は、水晶（宝石として価値のある石英）や珪石（宝石としては価値のない石英などの珪酸塩鉱物）といった非金属鉱物のほか、金、灰重石、輝水鉛鉱などの金属鉱物が知られています。特に明治時代には国内で最大のタングステン鉱山として稼働していました。乙女鉱山の名前の由来は、男の鉱夫に混じって若い乙女が鉱石の運搬人を務めたことに由来するといわれています。

2. 乙女鉱山の周辺地質

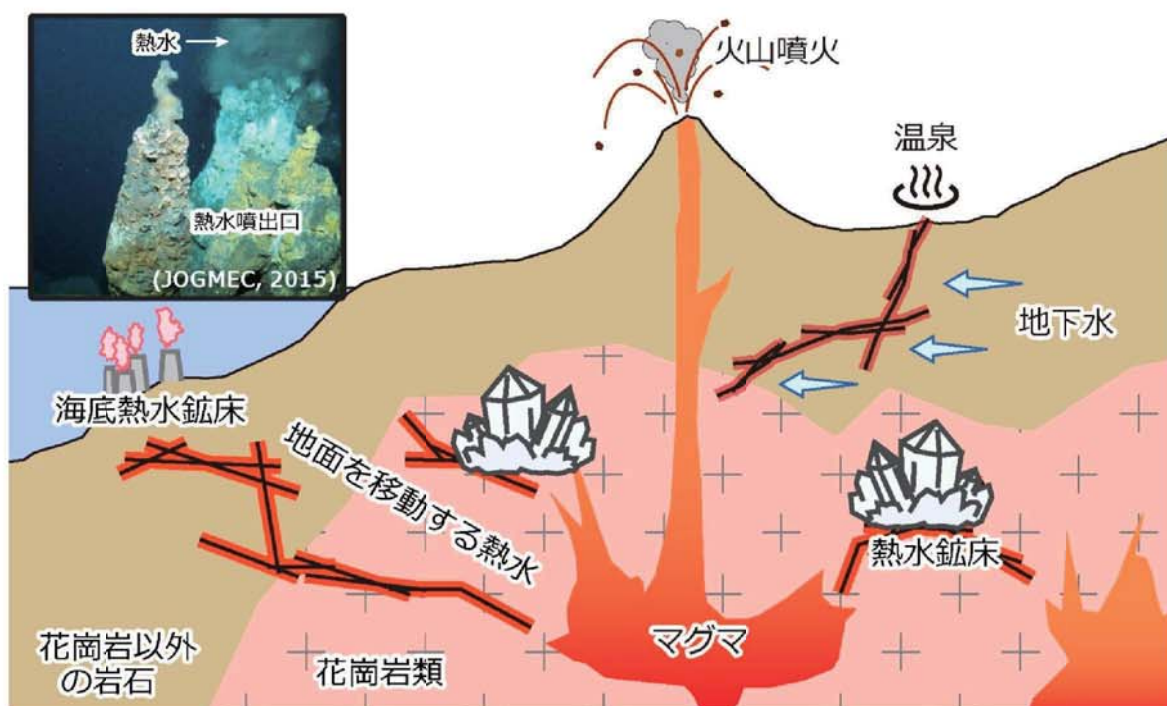
乙女鉱山は甲府市北部の金峰山南側に位置し、山梨市と甲府市の両市にわたって広がっています。鉱床としての乙女鉱床は甲府花崗岩類を基盤とする岩盤中に発達する網状熱水鉱床だと考えられています（例えば、角田, 1981）。



乙女鉱床の基盤となっている甲府花崗岩類は、マグマが地下深くでゆっくりと冷却されて固結して生成される岩石です。岩石はたくさんの鉱物の集合体ですが、それぞれの鉱物がいつマグマから晶出して結晶になったのかを調べることで岩石の生成過程を知ることができます。このような年代は鉱物の放射年代と呼ばれ、乙女鉱床周辺の甲府花崗岩体の放射年代を調べた研究から、花崗岩類のもととなったマグマができた年代（約 900°C; Iwano et al., 2013）は 1,680 万-1,340 万年前（Saito et al., 2007）、マグマから一部の鉱物が晶出してマグマと岩石の混合状態となった年代（約 350°C; Dodson and McClelland-Brown）は 1,570 万-1,080 万年前（Saito et al., 2007）だと報告されています。

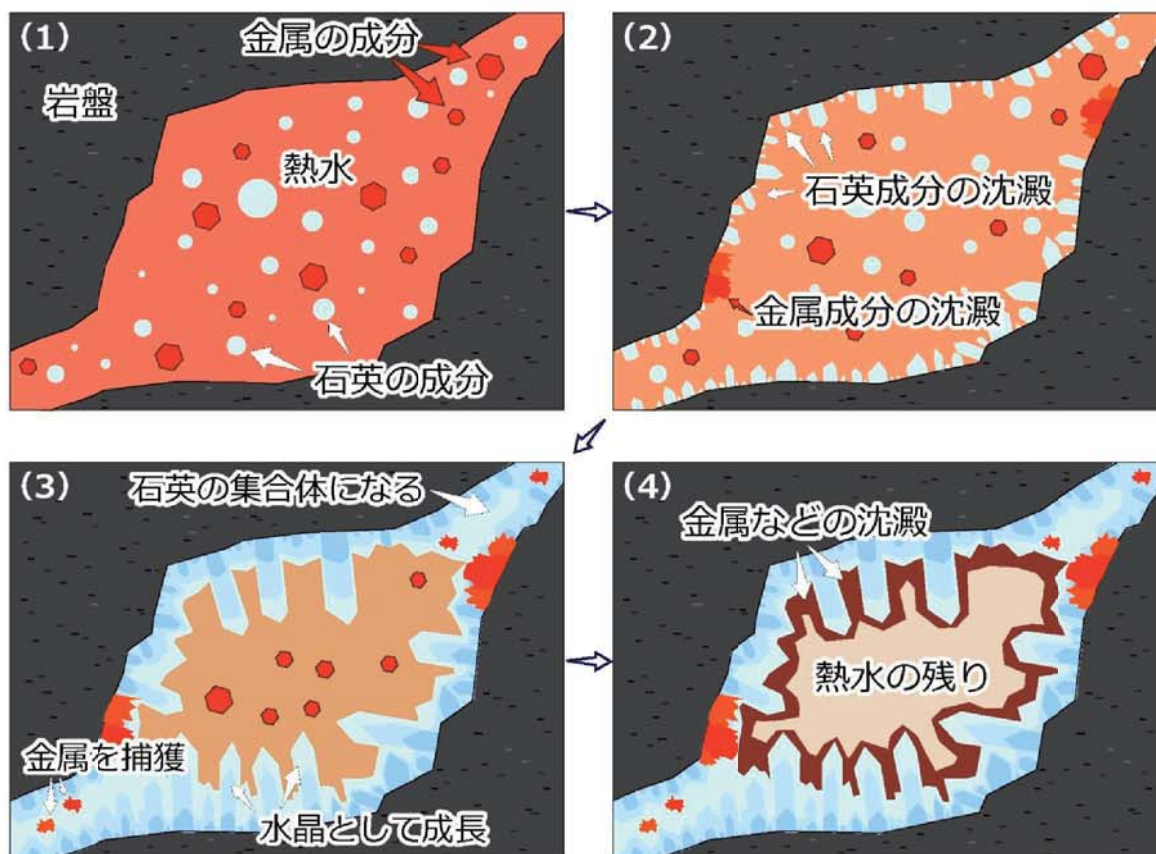
3. 乙女鉱床の成因

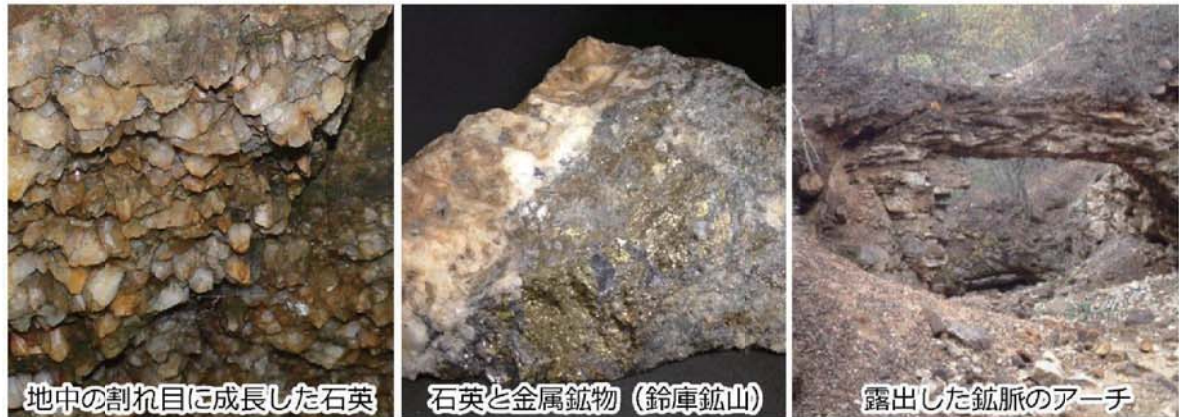
乙女鉱床は鉱床の分類では熱水鉱床という種類の鉱床に分類されます。熱水とはマグマによって熱せされた流体（液体、気体もしくは超臨界状態）で、地下の割れ目を移動する間に周囲の岩石やマグマから様々な元素を溶かし込みます。この熱水が地下から上昇する間に冷やされると、熱水に溶けていた様々な成分が地面の割れ目に析出（晶出）して鉱床を作ります。ちなみに、この熱水が地表付近まで上昇し、地下水などと混ざり合いながら地表で噴出したものが温泉になります。温泉には塩化物泉や炭酸水素温泉など様々な種類がありますが、温泉のもととなった熱水が地下深くでどのような成分を溶かし込んだかによって温泉の成分が変わってきます。



4. 乙女鉱床の鉱物

乙女鉱床の基盤である花崗岩類について元素の割合を調べると、珪素 (Si) が 60-70 %, アルミニウム (Al) が 14-17%, 鉄 (Fe), カルシウム (Ca), ナトリウム (Na), カリウム (K) が各 2-6 % とその他の元素から構成されていることが知られています (Saito et al., 2007). 熱水はこれらの花崗岩類を作ったマグマや, 花崗岩類を移動する過程で元素を取り込むので, 必然的に珪素 (Si) の成分が最も多くなります. そのため乙女鉱床には, 珪酸塩鉱物と呼ばれる珪素を主成分とする鉱物が多く産出します. 例えば石英 (SiO_2) や, 長石 $((\text{Na,K,Ca,Ba})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8)$ がその代表です. また, マグマから岩石ができる際に岩石内に取り込まれにくい元素は熱水の中に取り込まれることが多く, 例えばレアアースと呼ばれる金属の希土類元素なども熱水の中に溶け込んでいる場合があります. 前述したように乙女鉱山では珪酸塩鉱物やタングステンと呼ばれる金属を含む鉱物を採掘しており, 乙女鉱山を作った熱水にタングステンが溶けていたことがわかります. 熱水鉱床では採集した石英 (水晶) の表面に黒や茶色の粘土のようなものが付着していることが多くあります. この粘土のような物質は実際には粘土ではなく, 石英の結晶化後に熱水の中に残っていた金属元素などの成分が石英の表面に沈澱したものです.





ところで、乙女鉱山産の鉱物として水晶が知られていますが、水晶はどのようにできるのででしょうか。水晶は英語では *crystal* と呼ばれますが、国際鉱物学連合には *crystal* という鉱物は登録されていません。水晶は鉱物ではないのでしょうか。水晶という名称は石英 (*quartz*) という鉱物につけられた宝石としての名称です。つまり、見た目が美しく、宝石としての価値がある石英を水晶と呼ぶこととなります。その基準はあいまいですが、鉱物本来の形である自形の形を保っているものや、不純物などの包有物が少なく、透明度の高いものが一般的には水晶と呼ばれています。熱水から石英が晶出する際に自形の形を保ったまま結晶が大きくなるためには、周囲に広い空間があり、結晶の成長が阻害されないことが重要になります。

5. 引用文献

- 角田謙朗, 1981, 乙女鉱山周辺の構造と鉱化作用. 山梨大学教育学部研究報告, 自然科学系, **33**, 102-108.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2015, 20 万分の 1 日本シームレス地質図 2015 年 5 月 29 日版.
<https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Ogasawara, M. and Hirata, T., 2013, Zircon multichronology: Fission-track, U-Pb, and combined fission-track-U-Pb studies Preface. *Island Arc*, **22**, 261-263.
- Saito, S., Arima, M., Nakajima, T., Misawa, K. and Kimura, J., 2007, Formation of Distinct Granitic Magma Batches by Partial Melting of Hybrid Lower Crust in the Izu Arc Collision Zone, Central Japan. *Jour. Petrol.*, **48**, 1761-1791.
- Dodson, M. H. and McClelland-Brown, E., 1985, Isotopic and paleomagnetic evidence for rates of cooling, uplift and erosion. *Geol. Soc. Mem.*, **10**, 315-325.
- 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC), 2015, 沖縄県久米島沖に有望な海底熱水鉱床の存在を確認 (ニュースリリース). http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_000184.html.