

# Petrological and geochemical study of the moonstone rhyolite

メタデータ	言語: eng 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/16176">http://hdl.handle.net/2297/16176</a>

氏名	石田 勇人
生年月日	
本籍	石川県
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第267号
学位授与の日付	平成10年9月30日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	Petrological and geochemical study of the moonstone rhyolite (月長石流紋岩の岩石学的・地球化学的研究)
論文審査委員	(主査) 石渡 明 (副査) 荒井 章司, 守屋以智雄, 寅丸 敦志, 佐藤 博明

## 学位論文要旨

### Abstract

Metaluminous high-silica rhyolite with abundant moonstone (sanidine;  $Ab_{49}Or_{51}$ ) and quartz phenocrysts occurs as a welded tuff at Mt. Wasso, Ishikawa Prefecture, central Japan. The 80m-thick welded tuff is composed of unwelded layer (>8m), pitchstone layer (8m), lithophysae layer (<2m), upper densely welded layer (<5m) and weakly welded layer (>57m) in ascending order. The lithophysae layer is characterized by high alkalis ( $K_2O=7wt\%$ ,  $Rb=270ppm$ ), and low CaO (0.18 wt%) and Sr (30ppm), while the pitchstone layer is depleted in alkalis ( $K_2O=1.5 wt\%$ ,  $Rb=120ppm$ ) and enriched in CaO (2.4 wt%) and Sr (670ppm). However, HFS elements such as Zr, Y and Nb are constant.

The perlitic cracks are developed in the pitchstone. Tiny Fe-rich silicate minerals form thin films between the glass shards. However, no such films are present along the perlitic cracks. This indicates that the hydrothermal alteration which modified glass chemistry and precipitated Fe-silicate films happened before perlitic cracking, possibly at high temperatures during cooling. As a result of the hydrothermal alteration, the whole rock isochron age reduced from all five analyzed samples yields  $19.5 \pm 0.6$  Ma. The initial Sr isotopic ratio is  $0.708970 \pm 0.000075$  ( $2\sigma$ ). The above petrographic observation suggests that the obtained age represents after deposition of the pyroclastic flow.

グリーンタフに覆われる新生代の月長石流紋岩及びアノーソクレス流紋岩は日本海に沿って分布し、同じ時代の月長石流紋岩の一部は対岸の朝鮮半島にも分布する。流紋岩は最も分化した岩石であり、これを元に当時の火成活動を推測する事は極めて困難である。しかし日本海拡大初期の火成活動の情報を何らかの形で保存しているはずであり、その研究は重要である。本研究では日本海拡大初期の火成活動として、これまでほとんど報告されていなかった石川県手取川上流に分布する鷲走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩について岩石学的・地球化学的研究を行った。研究の過程でアルカリ流紋岩質溶結凝灰岩中に、まれにみる Ca, Sr, Cs についての著しい垂直方向化学組成変化を発見し、この溶結凝灰岩について非常に誤差の小さい Rb-Sr 全岩アイソクロンを得た。このことについて詳しく検討する。

鷲走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩は後期白亜紀の手取層群を直接不整合に覆い、層厚 1000m を越す安山岩質から玄武岩質の凝灰角礫岩を主体とするグリーンタフに整合的に覆われている。この溶結凝灰岩は主要斑晶が石英とアルカリ長石からなり、斜長石斑晶をほとんど含まないアルカリ流紋岩である。この溶結凝灰岩は1つのクーリングユニットからなる。すなわち下部から、非溶結凝灰岩層 (8m), 強溶結凝灰岩層 (15m), 弱溶結凝灰岩層 (57m) に大別される。お

そらく一番上部にあったとされる弱溶結凝灰岩層は侵食されている。現在の層厚は約80mである。強溶結凝灰岩層は下部からさらにピッチストーン層(8m)、リソフィーゼ層(2m)、上部強溶結凝灰岩層(5m)に分けられ、ピッチストーン層の上部がガラス質である以外は全て脱ガラス化しているか(リソフィーゼ層以上の層)、著しく変質している(例えば下部の非溶結凝灰岩部およびピッチストーン層の下部)。月長石は量比にばらつきがあるがどの岩層にも見られる。

この溶結凝灰岩はSiO<sub>2</sub>を75wt.%以上含む高シリカ・パーアルミナス( $(Na+K)/Al < 1$ )流紋岩であり、岩層を問わず希土類元素やHFS元素に富むのが特徴である。例えばZr=440-490ppm, Y=70-100ppm, Nb=30-34ppmである。またいわゆるLIL元素は特徴的に岩層によって異なっている。ピッチストーン層ではK<sub>2</sub>O=1.5-2.7wt.%, Rb=114-143ppm, リソフィーゼ層ではK<sub>2</sub>O=7.8wt.%, Rb=270ppm含まれている。リソフィーゼ層のK<sub>2</sub>O及びRbの含有量は、ピッチストーン層のそれぞれ3~5倍と2倍である。またCa, Sr, Csは、ピッチストーン層に濃集しており、CaO=2.4-2.4wt.%, Sr=510-670ppm, Cs=55ppm含まれている。しかし、それより上位の層でこれらの元素は枯渇しており、CaO=0.27wt.%, Sr=20-40ppm, Cs=1-2ppmとなっている。ピッチストーン層より上位の層のCaO, Sr, Cs含有量はピッチストーン層のそれぞれ1/10, 1/20, 1/75~1/30程度である(Fig. 1)。このためRb/Srは0.28-12.1にばらつき、5サンプルで年代値19.5±0.6Ma, Sr同位体比初生値0.708971±0.000075のRb-Sr全岩アイソクロンを得た(Fig. 2)

リソフィーゼ層におけるK, Rbの濃集はリソフィーゼの成因と関係がある。リソフィーゼには径数mm以下のスフェルライトが生じているが、スフェルライトがそのまま大きく成長してリソフィーゼになったという証拠(例えば放射状に大きく発達した石英とカリ長石の連晶組織)は観察されない。むしろ溶結凝灰岩のユータキシチック組織は、リソフィーゼの同心円状構造とは無関係に伸びており、リソフィーゼ層も、もともとは通常の溶結凝灰岩であったと考えられる。SiO<sub>2</sub>に富む流体が上部強溶結凝灰岩層の底部の気泡に溜まり、これらの気泡を中心に溶結凝灰岩がノジュール状に堅くなったのがこのリソフィーゼなのであろう。ピッチストーン層におけるCa, Sr, Cs濃集は、もし現在のピッチストーン層における高いCa濃度がマグマ本来の組成を反映しているのなら、ピッチストーン層には斜長石斑晶が観察されてもよい。しかし、実際には観察されないでこの様な考えは排除される。ガラスとガラスの間にはFe, Mn, Caに富んだフィルム状の充填物が存在する。しかし、真珠岩状の割れ目にはその様なものは存在しない。また、すべてのガラスは色と大きさに無関係にCaに濃集している。ガラス中のCaの自己拡散係数と火砕流堆積物の冷却史を検討したところ、ピッチストーンは500℃以上の状態に数年さらされていたことがわかった。ガラスに見られるFeO\*含有量と相関がある累帯構造は、ガラスの外形に沿っているので、Feの拡散はガラス転移点温度以下で生じたと考えられる。この様なことから溶結凝灰岩は、2次的な熱水変質ではなく、溶結時に発生した1次的な高温の流体にさらされることによって非常に幅広いRb/Sr比(0.28-12.1)を持つに至ったと考えられる。数値実験によれば厚さ80mの溶結凝灰岩の冷却期間は十数年である。これは2000万年前という地質年代を考えれば一瞬のでき事である。すなわち各岩層から得られた5つのサンプルから導き出されたRb-Sr全岩アイソクロン年代は変質年代を示すのではなく、溶結凝灰岩の“堆積年代”を示すと考えられる(Fig. 2)。

ではなぜCa, Sr, Csがピッチストーン層に濃集したのか? 野外での観察及びガラス中のCaの自己拡散係数等を検討すると、これらの元素は外から持ち込まれたことが示唆される。従ってこのアイソクロンによって得られたSr同位体比初生値の扱いは慎重に行わなくてはならない。

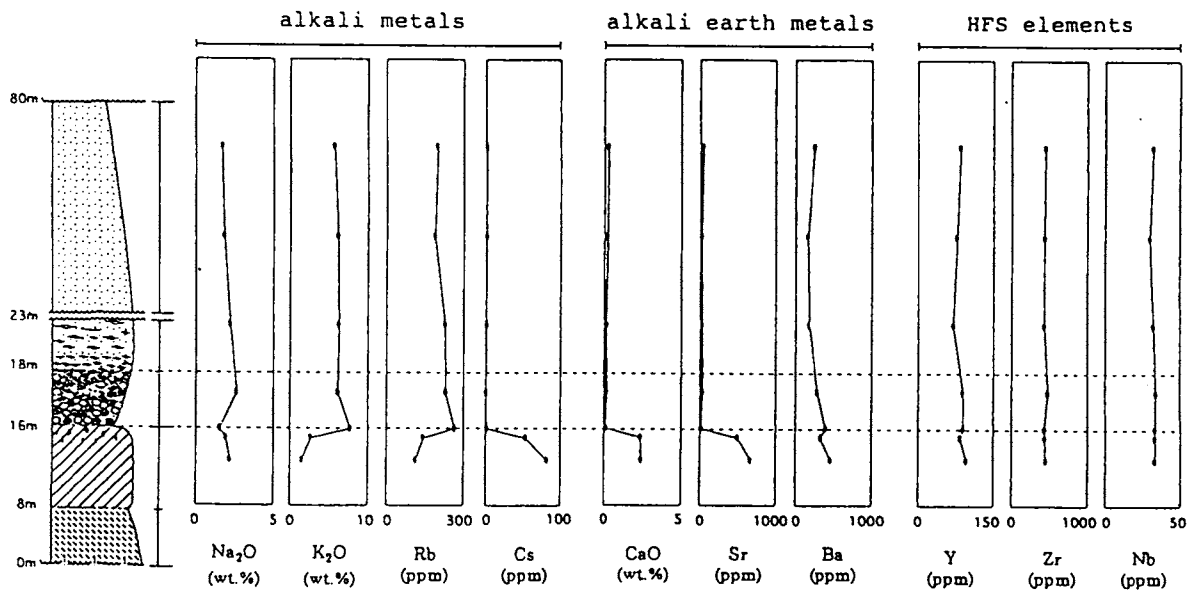


Fig. 1 Vertical chemical profiles of the Mt. Wasso welded tuff.

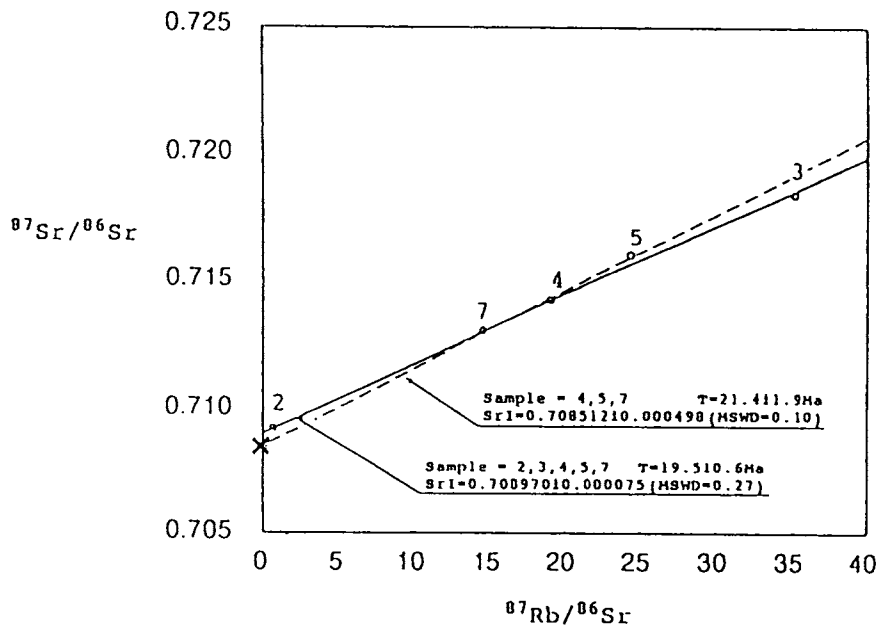


Fig. 2 Rb-Sr whole-rock isochrons reduced from several analyzed samples from Mt. Wasso welded tuff (Ishida *et al.*, 1998). Solid line: shows the isochron reduced from all five samples, and broken line shows the isochron reduced from three samples excluding pitchstone layer and lithophysae layer. A Cross on the vertical axis indicates the inferred water sea initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio ( $Sr_i$ ) range from 0.708428 to 0.708586 at  $19.5 \pm 0.6$  Ma (Oslick *et al.*, 1994). 2 pitchstone layer; 3 lithophysae layer; 4 transition zone between lithophysae layer and upper welded layer; 5 upper welded layer; 7 weakly welded layer.

## 学位論文審査結果の要旨

本論文は石川県鳥越村鷲走ヶ岳に分布する月長石流紋岩の成因について、著者の6年間にわたる岩石学的・地球化学的研究をまとめたものである。

本論文では、まず、この岩石が石英と月長石(サニディン)の斑晶のみを含み、斜長石斑晶をほとんど含まない特異なアルカリ流紋岩マグマの火砕流堆積物(溶結凝灰岩)であり、その全岩化学組成は、島弧地域の通常の流紋岩より Zr, Y, Nb に富む点で大陸リフト帯の流紋岩に類似することを示し、第三紀中新世のグリーンタフの下位に位置するこの岩石が、日本海拡大初期のリフト帯活動期に噴出した状況と調和することを示した。

また、この溶結凝灰岩下部のリソフィーゼ層とピッチストーン層では、HFS 元素の濃度は一定であるのに、K, Rb, Cs, Ca, Sr などの濃度が 10 - 100 倍も異なることを見だし、急冷してガラス化したピッチストーン層と、徐冷して結晶化した他の層との間で、熱水による元素の移動があったことを示した。著者は、ガラス片の内部や粒間における元素分布と岩石組織の関係を詳細に検討し、火砕流堆積物の冷却過程やガラス中での元素拡散に関する実験結果と比較しながら、この元素移動が起こった時期と温度を明らかにした。そして、この溶結凝灰岩各層の Sr 同位体組成から描かれるアイソクロン(19.5Ma)は、火砕流冷却年代の可能性が高いことを示した。

以上のように、本論文は、これまで地質学的、岩石学的、地球化学的情報が全くなかった鷲走ヶ岳月長石流紋岩について、非常に興味深い事実を明らかにし、それを深く掘り下げて研究したものであり、その成果の一部は既に学会誌に公表されている。従って本論文は十分博士の学位に値するものと判断される。