

兵庫県南東部加古川市～高砂市の形成史と そこに分布する高級石材「竜山石」の色相変化のメカニズムを解明

川勝 和哉・藤本 さやか・竹内 時実・原 由洋

兵庫県立加古川東高等学校 地学部 (加古川市加古川町粟津 232 の 2)

kakogawah_koko@pref.hyogo.jp

Good quality of stone, “Ryuzan-seki”, quarried in Kakogawa-Takasago area, southwest Japan, was formed by hydrothermal process due to of rhyolitic magma and secondary alteration.

Kazuya Kawakatsu, Sayaka Fujimoto, Tokinori Takeuchi and Yoshihiro Hara

Kakogawa Higashi High School Earth Science Club (Awazu 232-2, Kakogawa-cho, Kakogawa city)

Abstract : Kakogawa-Takasago area in the southeast part of Hyogo prefecture is geologically located in the inner zone of southwest Japan. In the area, small masses of granitoids are interspersed throughout the Upper Cretaceous rhyolite-rhyolitic tuff and pyroclastic rocks. The rhyolitic tuff is quarried mainly in Takasago and has been used as “Ryuzan-seki”, good quality of stone since the early Tumulud period.

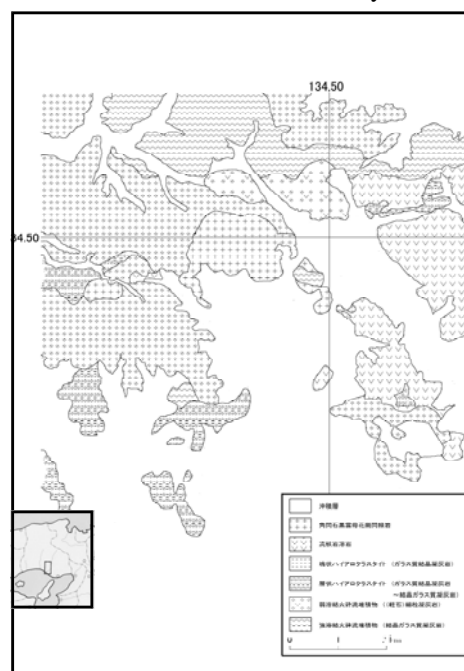
“Ryuzan-seki” is classified by color into three types : pale blue, pale yellow and pale red, of which the pale blue tuff shows the lowest degree of the alteration. The fine iron hydroxides formed by the alteration are throughout the matrix of the pale yellow tuff. In the pale red tuff, muscovite and calcite are predominantly observed, and it is indicated that pumice of the pyroclastic rocks was roasted as well as periphery of fragments of rhyolite. A large quantity of secondary iron oxides and iron hydroxides crystallized among grains of muscovite and calcite.

The layered hyaloclastite tuff originally consolidated to some extent as the pale blue type. But, before the tuff consolidated perfectly, the minerals in the tuff were reequilibrated and partly recrystallized as the thermal metamorphic minerals such as muscovite and calcite. The circumferences of a portion of iron oxides were roasted by the circulation of the hydrothermal fluid from rhyolitic magma. At this point, these parts of the pale blue tuff were changed to pale red by roasting. The heating experiments of the pale blue tuff (for 10 minutes under a condition of 1atm, 380 °C) showed that it changed into the same structure of the pale red type. The source of heat is attributed to the circulation of hydrothermal solution from magma. After that, the tuff was affected by weathering and alteration, mainly by rain water on the ground surface. And most of it was changed into the pale yellow type by secondarily crystallization of the iron hydroxides, except for the fresh parts, which remain pale blue shaped blocks in the depths of the underground. At that time, the iron hydroxides concentrated still more in places, where the muscovite and calcite had crystallized, and been roasted by the hydrothermal solution. On the basis of this process, the tuff changed its color into pale red.

Keywords : rhyolitic tuff, “Ryuzan-seki”, alteration, hydroxides, circulation of hydrothermal solution (fluid)

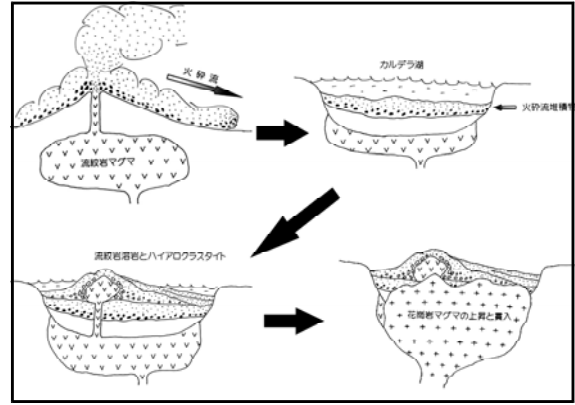
1. 地質概説

西南日本内帯に位置する兵庫県南東部加古川市～高砂市には、現在火山活動がみられないが、白亜紀後期には流紋岩～流紋岩質火砕岩の大規模な火山活動があり、凝灰岩類が広く分布している。高砂市を中心に切り出されるガラス質結晶凝灰岩「竜山石」は、優秀な石材として古墳時代前期から知られ、鎌倉～室町時代には五輪塔や石仏の材料として用いられ、江戸時代には姫路藩の専売品に指定されて全国に出荷された。筆者らは加古川市および高砂市をくまなく歩いて調査し、詳細な地質図を作成した。



2. 加古川市～高砂市の形成過程

加古川市～高砂市に分布する火山岩類および凝灰岩類は、8千万年前～7千万年前の白亜紀後期の、一連のカルデラを形成する火成活動によって生じた流紋岩質火砕流堆積物である。火山砕屑物が厚く堆積したことにより、溶結凝灰岩となった。これと前後して、形成されたカルデラに水が進入し、そこに流紋岩溶岩が噴出した。そのために、自破砕流紋岩が形成され、その縁にハイアロクラスタイトが形成された。その後、花崗岩マグマが上昇し、凝灰岩類に貫入した。



3. 播磨国風土記および古地図の解析

奈良時代に書かれた「播磨国風土記」や1605年の「慶長播磨国絵図」の読み取りから、白亜紀後期の流紋岩質火成活動で、現在の基本的な山体が形成された後、河川による砂の運搬と海進による砂浜堤の形成がおこり、「竜山石」を採石している主要な山体の裾野が肥沃な三角州として埋められ、縄文時代末期には現在の地形に近い状態が完成された。

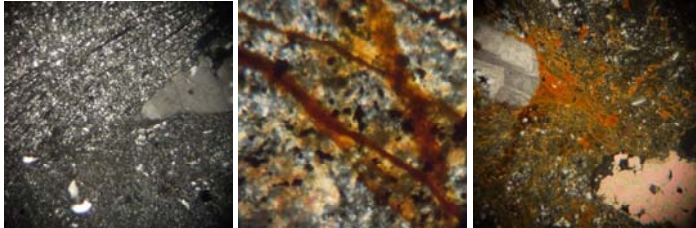


4. ガラス質結晶凝灰岩「竜山石」の岩石・鉱物記載

淡青色凝灰岩

淡黄色凝灰岩

淡赤色凝灰岩

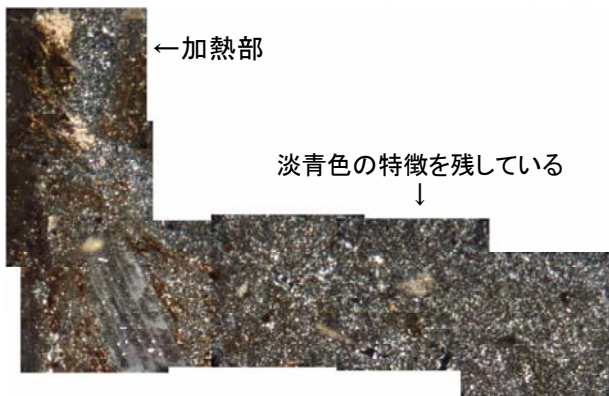


「竜山石」には大きく分類すると、淡青色、淡黄色、淡赤色があり、一般に石材として利用されているのは前二者で、淡赤色のものは耐久性がない。「竜山石」は明瞭な層状構造をもつ層状ハイアロクラスタイトで、もっとも変質作用の程度が低いのは淡青色凝灰岩である。

地表面から深部に向かって淡黄色に変色がすすみ、ブロック状に淡青色の凝灰岩が取り残されている。これらは、淡青色の凝灰岩が風化変質を受けることによって淡黄色化したことを示す。淡黄色凝灰岩は、変質によって基質全体に微細な水酸化鉄鉱物がひろがっている。淡赤色凝灰岩が淡青色凝灰岩と直接接するのは、節理面に沿った部分のみである。高い干渉色を呈す白雲母やカルサイトが多く、焼けこげた軽石や流紋岩片、酸化鉄鉱物が多くみられる。既存の鉱物にこのような影響を与えた熱源は、マグマ残液の熱水と考えられる。節理が形成される固結末期に、節理に沿って熱水残液が上昇し、淡赤色化が進行した。一方淡黄色凝灰岩に包まれる淡赤色凝灰岩は、さらに結晶間を、淡黄色凝灰岩と同様の水酸化鉄鉱物が浸潤するように覆っている。

5. 「竜山石」の加熱実験

淡青色凝灰岩を380℃で10分間加熱すると淡赤色化し、天然の竜山石と同様に、白雲母やカルサイト、酸化鉄鉱物の微細粒が生じた。



6. 色相変化のメカニズム

