

柱状節理の発達した火成岩の組織・構造と それに規制された球状風化メカニズム

平田 康人

要旨

球状風化は節理から化学的風化が進むことによる典型的な風化形態であるが、その形態の発現理由は、岩石の初生的構造と風化進行プロセスを踏まえた形では明確に説明されていなかった。本研究では、柱状節理の発達した火成岩の球状風化過程を明らかにすることを目的として、紀伊半島南東部の熊野花崗斑岩と近畿北部の田倉山火山の玄武岩質溶岩を対象に、節理と岩石の初生的構造を調べ、風化に伴う岩石の物理的性質、鉱物組成と化学組成の変化を調べた。これらの花崗斑岩と玄武岩は柱状節理に囲まれた岩石内部に初生的構造を有し、節理から供給される酸素と水による化学的風化の進行と、その風化に伴う亀裂形成とが、この初生的構造に強く支配される結果、球状風化を示すことが明らかになった。その初生的岩石構造は、石柱の中央から広がって柱状節理近傍で柱状節理軸方向に湾曲した低角節理、石柱表面の緻密な領域および同心円状の間隙分布、または節理の交差部の内側を面取りする亀裂からなり、それらは柱状節理形成とほぼ同時期の冷却過程で生じる。花崗斑岩と玄武岩の化学的風化は柱状節理から始まり、石柱内部の初生的な節理や亀裂まで進むと、それらの割れ目がコアストンの表面になることで、コアストンは丸みを帯びる。ただし、化学的風化に伴って岩石に亀裂が生じるメカニズムは両岩石で異なる。花崗斑岩では、黄鉄鉱や緑泥石が酸化して水酸化鉄沈殿を生じ、それがコアストン表層部に膨張力を発揮して亀裂を生じていた。玄武岩では、斜長石からハロイサイトへの変質が初生的な亀裂を拡大させていた。その斜長石の変質は石柱表面の平均 $0.07 \mu\text{m}$ の間隙径を示す緻密な領域よりも、石柱内部の平均 $0.22 \mu\text{m}$ の間隙径のところ著しく進んでいた。また、見つかった花崗斑岩のコアストンの直径は柱状節理の間隔の $0.3\text{--}0.6$ 倍に集中していた。その傾向は、未風化石柱がその範囲で力学的強度が大きいと P 波速度やシュミットロックハンマーの反発値から推測されたことと調和的であった。このように、柱状節理の発達した火成岩は、その初生的な岩石組織・構造に影響を受けた球状風化の形態を示すと考えられる。

Spheroidal weathering of columnar-jointed igneous rocks:
control of primary rock textures and structures

Yasuto Hirata

Abstract

Spheroidal weathering is an important form of rock weathering and has been attributed to chemical weathering from joint surfaces. However, the effects of the original rock structures on the processes of spheroidal weathering have not been well addressed. For this thesis I investigated the spheroidal weathering of columnar-jointed granite porphyry and basalt from the viewpoints of petrology, mineralogy, chemistry, and physics, and I found that the primary concentric rock textures and structures in these rocks exerted a strong control on the development of the spheroidal weathering. The rock textures and structures were curved cross-joints that separate rock columns, stiff layers beneath the surfaces of columnar joints and cross-joints, and the concentric arrangements of pores or weak planes in rock columns. All of these were formed during the cooling of the rock before or just after the development of the columnar joints. Chemical weathering by water and dissolved oxygen proceeded from the joint surfaces according to the distribution of textures or structures, and exfoliated rock surface layers. The exfoliation process depended on the rock type. In the granite porphyry, precipitation of iron hydroxide derived from the oxidation of pyrite and chlorite caused a volumetric expansion that resulted in the development of exfoliation cracks. In the basalt, the transformation of plagioclase into halloysite caused a volumetric expansion and exfoliation of the surface layers. Such exfoliation proceeded gradually inside a block of rock, and corestones were formed. It was found, therefore, that the primary rock textures and structures that developed more or less synchronously with the formation of the columnar jointing provided favorable conditions for the spheroidal weathering to develop.