

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

○平田 康人・千木良 雅弘

○Yasuto HIRATA, Masahiro CHIGIRA

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. We investigated the spheroidal weathering of columnar-jointed granite porphyry and basalt from the viewpoints of petrology, mineralogy, chemistry, and physics, and we found that the primary rock textures and structures in these rocks exerted a strong control on the development of the spheroidal weathering. The primary 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 proceeded according to the distribution of rock structures and exfoliated rock surface layers.

球状風化は節理から化学的風化が進むことで、岩石表層の風化層が次々と剥離して、節理に囲まれた中心に球状のコアストーンが残り、岩塊の周囲を球状に剥離物が覆うという岩石の典型的な風化現象である。球状風化は古くから多数の火成岩に報告されてきたが、その形態の発現理由は、岩石の初生的構造、化学的風化過程および物理的性質の変化を踏まえた形で明確に説明されておらず、特に亀裂の発達過程は明らかでなかった。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、この初生的組織・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。

その初生的岩石組織は石柱表面の緻密な領域および同心円状の間隙分布からなり、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、または節理の交差部の内側を面取りする亀裂からなる。それらの構造のほとんどは柱状節理の形成後の岩石が延性を持つ状態で冷却により形成されたと推測される。

花崗斑岩と玄武岩の化学的風化は、地表からの

地下水が柱状節理の隙間を通過して供給されるために、柱状節理から始まる。化学的風化が石柱内部の横断節理または面取り亀裂に達すると、その曲面がコアストンの表面になり、コアストーンは丸みを帯びる。ただし、両岩石では、鉱物の化学的風化、風化に伴う岩石の物性変化、および亀裂発達のメカニズムが異なる。花崗斑岩では、斑状に分布する有色鉱物の集合体中の黄鉄鉱と緑泥石が酸化して、集合体の周囲に水酸化鉄沈殿を生じ、それに伴う膨張が微小亀裂を発生・進展させて、厚さ6 cm以下の皮殻状の剥離物を生じていた。水酸化鉄沈殿を生じたコアストーン表層部では、P波速度は未風化部分の3.5-4.0 km/sよりも0.2-0.5 km/s増加したが、岩石の引張強度は10 MPaから7 MPaへ減少していた。玄武岩では、斜長石がハロイサイトへ変質し、カンラン石がイディングス石に変質していた。ハロイサイトの形成に伴う体積増加と、ハロイサイトが節理表面で脱水・収縮することによって、横断節理または面取り亀裂の先端部を拡大させ、その外側を皮殻状に剥離させていた。その斜長石の変質は石柱内部の平均0.22  $\mu\text{m}$ の間隙径のところよりも、石柱表面の平均0.07  $\mu\text{m}$ の間隙径を示す緻密な領域で著しく弱かった。また、それは玄武岩内部の同心円状の明暗の縞模様においても、緻密な暗色の部分で遅れていた。したがって、玄武岩の表層暗色層や暗色帯は反応物の拡散が遅いために、コアストーン表面からの風化がその内側よりも遅れ、コアストーンから

皮殻状に分離していると考えられる。一方花崗斑岩では、風化帯中に見られるコアストンの直径が柱状節理の間隔の0.3-0.6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。