

空隙率を考慮した風化皮膜発達モデル

Porosity Concerned Model of Weathering-rind Development

小口 千明[1]

Chiaki Oguchi[1]

[1] 筑波大・地球

[1] Inst. Geosci., Univ. Tsukuba

那須野ヶ原における5つの地形面（離水年代：0 ka、20 ka、130 ka、290 ka、660 ka）から採取した安山岩礫について、空隙率を考慮した風化皮膜厚の発達モデルを構築した。まず、岩石物性の調査に基づき2つの風化層が定義された。最表層は酸化と溶脱の両方を経験し、力学的強度がきわめて低い。その内側の層は溶脱のみにより特徴づけられ、そのフロントは力学的強度とCa濃度が減少し始める深さと一致する。これら2層の厚さと風化時間および空隙率との関係を調べた結果、溶脱に関わる層（最表層から内側の層まで）の厚さは時間と空隙率に依存するが、酸化に関わる層（最表層のみ）の厚さは空隙率に依存しないことが判明した。

風化に伴う岩石物性の時間的変化を調査し、空隙率を考慮した風化皮膜の発達モデルを構築した。現河床（離水年代：0 ka）と、4つの河成段丘（離水年代：20 ka、130 ka、290 ka、および660 ka）からなる複合扇状地である那須野ヶ原を調査地域に設定し、各地形面に共通して含まれている安山岩礫（以降、20-ka rocks、130-ka rocks、290-ka rocks、および660-ka rocks と呼ぶ）を調査対象岩石とした。現河床の礫が未風化であると仮定し、それぞれの地形面の形成年代（離水年代）から現在までの期間を風化継続期間と見なすことにより、風化速度の議論が可能となる。

肉眼観察では、0-ka rocksには風化層は見られないが、20-ka rocksには、厚さ1 mm以下の風化層が存在する。130-ka rocks、290-ka rocks、660-ka rocksには、灰色を呈した中心部分（interior）と、それとは明らかに異なる厚さ3~6 mmの褐色風化皮膜（brown weathering rind）がある。薄片観察とX線粉末回折分析からは、interiorには石英、トリディマイト、長石、輝石、磁鉄鉱が、brown weathering rindにはカオリン鉱物、スメクタイト、マグヘマイト、ヘマタイトが存在していた。バルクの化学組成は蛍光X線分析により求められ、brown weathering rindにはSiO₂、Al₂O₃、Sr、Ca、Na、Mgが少なく、ignition loss、TiO₂、FeO+Fe₂O₃が多い。この結果はEPMAによる元素濃度マップおよびICP分析からも支持される。また、これらの分析からはCaが他の元素と比較し最も深部から溶脱が開始し、かつ溶脱の程度も著しいことも明らかになった。岩石のかさ密度や空隙率などの物理的性質については、水銀圧入法による間隙径分布測定から求めた空隙体積により換算した。空隙率は、interiorよりもbrown weathering rindにおいて大きく、対照的に、かさ密度はinteriorよりも小さい。力学的性質としては、礫を切断して風化断面を切り出した試料を用いて、岩石表面から中心部に向かいヴィッカーズ硬度を測定した。Brown weathering rindにおけるヴィッカーズ硬度は数10 gf/mm²程度ときわめて小さいが、深くなるほどその値は増加し500~700 gf/mm²の高い値で一定となる。岩石試料の中には深さの増加に伴い硬さが徐々に増加し、一定値に達しないものもある。

岩石表面からの深さと岩石物性との関係に基づき、2つの風化被膜の層（Band A、Band B）が定義された。Band Aはヴィッカーズ硬度が低い部分に対応し、Si、Al、Sr、Ca、Na、Mgが少なく、ignition loss、Ti、Feが多い。この層は酸化と溶脱の両方を経験し、褐色の色はFeの酸化の影響を、ignition lossが高いことは水和や加水分解の影響を示している。その内側すなわちinteriorの外側部分には、Sr、Ca、Na、Mgの溶解により特徴づけられるBand Bが存在し、そのフロントはヴィッカーズ硬度およびCaの濃度が減少し始める深さと一致する。

認定された風化皮膜2層の厚さをヴィッカーズ硬度の測定結果より求め、風化時間および空隙率との関係を調べた。Band A+B（L(A+B)）の厚さは時間（t）と空隙率（n）に関係するのに対し、Band A（L(A)）の厚さは空隙率に依存しない。これらの関係は、それぞれ、 $L(A+B) = 0.3240 (n \cdot t)^{1/2}$ と $L(A) = 0.1692 \cdot t^{1/2}$ という拡散式で表される。空隙率がきわめて小さい場合には、この2つの式はほとんど同じ曲線形を示し、空隙率が大きくなるほど曲線間の開きが大きくなる。すなわち、Band Bは空隙率が小さい時にはきわめて薄い、空隙率が大きくなるほど厚くなる。