

## 不飽和状態の岩石の風化における水膜の影響

## Effect of water film on weathering of rock under unsaturated condition

横山 正<sup>1\*</sup>, 西山 直毅<sup>1</sup>Tadashi Yokoyama<sup>1\*</sup>, Naoki Nishiyama<sup>1</sup><sup>1</sup> 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻<sup>1</sup> Department of Earth and Space Science, Osaka University

地表付近の岩石内部では、断続的な降水・乾燥・排水のため、しばしば間隙中に空気と水が共存する不飽和状態になる。不飽和状態における岩石の風化の進み方には、いくつかの可能性が考えられる：(1) 空気が入っている間隙の表面は全く反応しない、(2) 空気が間隙中に入っている間隙表面は水膜で覆われていて（濡れている）間隙が水で満たされている場合と同様に反応する、(3) 間隙によって濡れの程度と反応のしやすさが異なる。不飽和状態における鉱物と水との接触面積（反応表面積）、鉱物表面の水膜の厚さ、水膜中での溶解・沈殿反応の速度や元素輸送の効率を理解することは、地表付近の岩石の風化を考える上で非常に重要である。本研究では、不飽和状態の岩石-水反応において水膜がどのような影響を及ぼしているかを調べた。

流紋岩（間隙率 18%，鉱物組成：ガラス 87%，斜長石 9%，石英 4%）のコアを作成して側面を樹脂でシールし、一定水圧下でコアに水を透過させた。このとき、岩石内部では水と鉱物の接触部分で溶解が起こり、溶出した元素を含んだ溶液がコアから流出する（透水・溶解実験）。この溶液中の Si 濃度を測定することにより、岩石全体からの Si の溶解量が分かる。この溶解量を飽和状態と不飽和状態とで比較するために、予め間隙を水で満たした場合と乾燥させた場合の両方について実験を行った。乾燥試料を用いた場合、透水開始後、水が間隙に浸入して水飽和率（間隙を水で満たしている割合）が上昇し、2 時間後には 30% になった。その後は水飽和率の変化が小さくなり、6 日経過後の水飽和率は 41% であった。ここで、コアからの溶液の流出速度を  $Q$  ( $\text{cm}^3/\text{s}$ )、流出液中の Si 濃度を  $C$  ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )、鉱物-水反応表面積を  $A$  ( $\text{cm}^2$ )、鉱物の溶解速度を  $R$  ( $\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$ ) とすると、以下の関係が成り立つ：

$$Q_{\text{飽和}} C_{\text{飽和}} = A_{\text{飽和}} R_{\text{飽和}}$$

$$Q_{\text{不飽和}} C_{\text{不飽和}} = A_{\text{不飽和}} R_{\text{不飽和}}$$

Si 濃度が低い場合は  $R_{\text{飽和}} = R_{\text{不飽和}}$  となるため、 $Q_{\text{飽和}}$ 、 $C_{\text{飽和}}$ 、 $Q_{\text{不飽和}}$ 、 $C_{\text{不飽和}}$  を測定することにより、不飽和状態と飽和状態の反応表面積の比 ( $A_{\text{不飽和}}/A_{\text{飽和}}$ ) を計算することができる。実験の結果、透水開始直後は  $A_{\text{不飽和}}/A_{\text{飽和}}$  が水飽和率と近い値を示したが、その後時間と共に増加し、6 日後には  $A_{\text{不飽和}}/A_{\text{飽和}}$  が 1 に近づいた。同様の結果は、砂岩（間隙率 6%，ほぼ 100% 石英）を用いた透水・溶解実験でも得られている。砂岩の場合は、実験開始後すぐに  $A_{\text{不飽和}}/A_{\text{飽和}}$  がほぼ 1 になった。これらの結果は、間隙構造や鉱物組成が異なる流紋岩と砂岩の両方について、不飽和状態においてほぼ間隙表面全体が水膜で覆われて溶解が進行することを示している。

キーワード: 風化, 溶解, 水膜

Keywords: weathering, dissolution, water film