

岩石の水飽和度の変化に伴う透水係数と流路の変化

The change in hydraulic conductivity and flow paths associated with the change in the degree of saturation of a rock

西山 直毅^{1*}, 横山 正¹, 竹内 晋吾²

Naoki Nishiyama^{1*}, Tadashi Yokoyama¹, Shingo Takeuchi²

¹大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻, ²電力中央研究所地球工学研究所地圏科学領域

¹Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ., ²CRIEPI

地下水面より上方の地質媒体中では、浸潤と乾燥の繰り返しによって、水と空気が間隙中に混在した状態になる。このような不飽和状態下で新たな水の供給により水の輸送が起こる場合、透水係数は間隙中に残っていた水の割合に応じた影響を受けると考えられる。また、地質媒体中には様々な形状や大きさの間隙が存在し、水の流路は飽和度によって変化すると予測される。飽和度の変化に伴う透水係数や流路の変化を明らかにすることは、不飽和帯における物質輸送をより正確に予測する上で重要である。そこで本研究では、フォンテーヌブロー砂岩（有効間隙率：6.1%、主な間隙径：1 - 10 micro meter）を試料として用いて、まず、予め飽和させた岩石コアを乾燥させて飽和度を調整し、各飽和度における透水係数を定水位透水試験法にて測定した。さらに、流れを支配する重要なパラメータの一つとして間隙径に着目し、飽和度の変化に伴い、各サイズの間隙に含まれる水の量がどのように変化するかを調べた。具体的には、各飽和度の岩石コアの下面にガス圧をかけて、上面に押し出される水の量を測定した。そして、ヤング・ラプラスの式により記述される間隙径とガス圧の関係（ $\text{Differential pressure} = 2 * \text{Surface tension} * \cos(\text{Contact angle}) / \text{Pore radius}$ ）に基づいて、加圧によって排出される水量を各サイズの間隙ごとに定量化した。その結果、飽和度が100%から48%まで減少するのに伴い、透水係数の値は $1.5 \times 10^{-7} \text{ m/sec}$ から $6.4 \times 10^{-9} \text{ m/sec}$ へと大幅に減少した。また、飽和度が減少するにつれて、大きな径（7 - 9 micro meter）の間隙が水を失い、水を有する間隙の径が徐々に小さくなる傾向が見られた。

キーワード: 岩石, 透水係数, 不飽和透水係数, 流路, 乾燥

Keywords: rock, hydraulic conductivity, unsaturated hydraulic conductivity, flow path, drying