

## 高圧下におけるカタクレサイトおよび断層ガウジの軸変形に伴うガス浸透率の変化

### Gas permeability evolution of cataclasite and fault gouge during tri-axial deformation at high pressures

# 上原 真一[1], 嶋本 利彦[1]

# Shin-ichi Uehara[1], Toshihiko Shimamoto[2]

[1] 京大・院・理・地鋳

[1] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ, [2] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

断層帯の浸透率を考える上で、変形に伴う断層岩の浸透率変化を調べることは非常に重要である。本研究では、ガス圧式変形透水試験機を用いて、カタクレサイトおよび断層ガウジについて、変形時の浸透率変化を調べた。その結果、これらの断層岩の浸透率は変形によって非常に大きな影響をうけることが判明した。

断層運動サイクル（断層活動期 活動静穏期）の各段階における断層帯の浸透率を評価するためには、変形に伴って、断層岩の浸透率がどのように変化するかを調べることは必要不可欠である。しかしながら、断層岩について変形に伴う浸透率の変化はこれまでほとんど調べられてこなかった。そこで本研究では、カタクレサイトおよび断層ガウジについて、封圧下において、軸方向に変形させた際の浸透率の変化を調べた。

本研究で用いた試料は、長野県大鹿村で観察される中央構造線断層帯から採取した。カタクレサイトの原岩はトータル岩起源のマイロナイトと考えられ、その粒間が方解石によって充填されている様子が観察された。本研究では、破碎の度合いの異なる2種類のカタクレサイト試料 AK0916A と AK0916C について測定した。断層ガウジは、黒色のやや粗粒（モード粒径 0.1~0.25mm）のもので、主に粘土鉱物から構成されている。実験試料の形状は円柱形で、底面の直径はそれぞれの岩石で 20mm（カタクレサイト）および 25mm（断層ガウジ）、試料の長さは 22~25mm（AK0916C）、40~44mm（AK0916A）、37~44mm（断層ガウジ）である。カタクレサイトについては、コアリングマシンを用いて岩石ブロックから実験試料を採取した。断層ガウジは、内径 25mm のステンレス製のチューブを露頭面につきたてて、構造を乱さないように試料を採取した。断層ガウジ試料の軸方向は、断層面にほぼ平行かつ水平とした。試料は整形後、乾燥機において約 80℃ で数日間乾燥させてから試験機にセットした。測定は京都大学のガス圧式変形透水試験機を用いて行い、間隙流体には窒素ガスを用いた。温度は室温で、それぞれの岩石について3種類の有効圧（断層ガウジと AK0916C は 20, 50, 80MPa, AK0916A は 10, 20, 50MPa）で測定した。軸方向のピストン移動速度は、断層ガウジと AK0916C については 0.001mm/sec, AK0916A は 0.0001~0.001mm/sec の範囲である。浸透率の測定には、間隙圧振動法（間隙圧 20MPa）もしくは定差圧流量法（上流側の間隙圧は最大で 2MPa, 下流の間隙圧は大気圧）を用いた。浸透率と同時に、試料の強度の測定も行った。AK0916A の試料については、その表面に歪ゲージを軸方向と円周方向に貼りつけ、歪の変化を計測した。

測定の結果、今回測定した断層岩の浸透率は変形によって非常に大きな影響をうけることが判明した。断層ガウジの浸透率は、変形前は  $10^{-15} \sim 2 \times 10^{-14} \text{m}^2$  であったものが、変形の初期段階で、強度の増加とともに急激に約 2 桁下がり、その後の非弾性変形領域においてもゆっくりと減少し続けた。軸方向の歪が 20% の時には、浸透率は  $5 \times 10^{-18} \sim 2 \times 10^{-16} \text{m}^2$  という値になった。一方カタクレサイトについては、変形初期の浸透率の減少はガウジのそれよりも小さく（最大で一桁近く）、破壊が起きる前（破壊強度の 3 分の 1~3 分の 2）に急激な上昇が見られる。それぞれの試料は、変形前は  $5 \times 10^{-20} \sim 7 \times 10^{-19} \text{m}^2$ （AK0916A）および  $3 \times 10^{-19} \sim 10^{-17} \text{m}^2$ （AK0916C）という浸透率の値を示していたのが、最終的には  $10^{-20} \sim 10^{-17} \text{m}^2$ （AK0916A）、 $4 \times 10^{-18} \sim 4 \times 10^{-16} \text{m}^2$ （AK0916C）という値になった。このような変形に伴う浸透率の変化は、変形初期のほぼ弾性的な圧縮、および破壊前後のダイラタンシーを伴う非弾性変形によく対応している。このことから、セメンテーションの進んだカタクレサイトが地震発生の直前または地震発生時に変形するならば、カタクレサイト帯は地下水の流路に変わりうる事が予想される。それに対し、ガウジ帯では断層運動に伴って流体が通りやすくなるとは考えにくい。従って、地震活動の前もしくは最中では、断層帯の透水性構造がそれ以前の状況から著しく変化する可能性がある。

今回のカタクレサイトの結果に見られるような、破壊強度直前の浸透率の増加は、岩石の強度における水の影響に関連して重要であると考えられる。また、断層ガウジの結果から、浸透率の減少の度合いや間隙水の粘性率や圧縮性などの物性によっては、変形に伴って間隙水圧が上昇することが考えられる。これらの現象は、変形する岩石と間隙水の相互作用を考える上で非常に興味深い。