

## ドレライト粉砕ガウジの低～高速摩擦特性

### Frictional properties of comminuted dolerite gouges at low to high slip velocities

和田 純一<sup>1\*</sup>, 野田 博之<sup>2</sup>, 岡崎 啓史<sup>3</sup>, 大橋 聖和<sup>1</sup>, 北島 弘子<sup>4</sup>, 高橋 美紀<sup>4</sup>, 金川 久一<sup>1</sup>

Jun-ichi Wada<sup>1\*</sup>, Hiroyuki Noda<sup>2</sup>, Keishi Okazaki<sup>3</sup>, Kiyokazu Oohashi<sup>1</sup>, Hiroko Kitajima<sup>4</sup>, Miki Takahashi<sup>4</sup>, Kyuichi Kanagawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻, <sup>4</sup> 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Chiba University, <sup>2</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, <sup>4</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

ドレライト試料の粉砕時間と粉砕ガウジの低～高速摩擦特性との関係を検討した。鉄乳鉢で粉砕しふるいにかけた、粒径 500  $\mu\text{m}$  以下のドレライト粉砕試料をさらに自動瑪瑙乳鉢で粉砕し、10 分間、6 時間、12 時間、以後 12 時間毎に 60 時間まで粉砕した。粉末 X 線回折分析の結果、粉砕時間 10 分間の試料には非晶質物質は含まれず、粉砕時間 6~36 時間までは粉砕時間に応じて非晶質物質含有量が約 40 wt% まで増加するが、粉砕時間が 36 時間以上になると粉砕時間が長くなっても非晶質物質含有量は増減しなくなった。

まず広島大学の高温二軸試験機を使用して、粉砕時間 10 分間、24 時間および 60 時間のドレライト粉砕試料を室温および 120  $^{\circ}\text{C}$ 、垂直応力 20 MPa の下で変位速度を 2, 20  $\mu\text{m/s}$  の間でステップ状に変化させながら摩擦実験を行った。その結果、温度や粉砕時間に関わらず摩擦係数は 0.7 程度で大きな差は認められず、また変位速度の増加（低下）に伴い摩擦係数が低下（増加する）速度弱化的挙動を示した。室温の実験では粉砕時間が短いとすべり軟化の挙動を示し、粉砕時間の増加に伴いすべり硬化の挙動を示す傾向が認められたが、120  $^{\circ}\text{C}$  の実験では粉砕時間によらず定常すべりの挙動を示した。

次に、産業技術総合研究所の回転式低速・高速剪断試験機を使用して、粉砕時間 10 分間、12 時間および 60 時間のドレライト粉砕試料を室温、垂直応力 2 MPa の下で、変位速度 20  $\mu\text{m/s}$ ~1.3 m/s の範囲で摩擦実験を行った。その結果、粉砕時間によらず変位速度 4 cm/s 以下では変位速度によって摩擦係数は大きく変化しない (0.54~0.69) が、変位速度 4 cm/s 以上になると変位速度の増加に伴って急激に摩擦強度が低下した（変位速度 1.3 m/s では摩擦係数 0.2 程度）。また変位速度 1.3 cm/s 以下の同一変位速度では、粉砕時間 12 時間および 60 時間の試料の摩擦係数 (0.59~0.69) が粉砕時間 10 分間の試料の摩擦係数 (0.55~0.6) より大きく、一方変位速度 13 cm/s 以上の同一変位速度では逆に、前者の摩擦係数 (0.14~0.47) が後者の摩擦係数 (0.21~0.54) より小さくなる傾向が認められた。また、変位速度 20  $\mu\text{m/s}$  では、二軸試験機による室温の摩擦実験と同様に、粉砕時間が短いとすべり軟化の挙動を示し、粉砕時間の増加に伴いすべり硬化の挙動を示す傾向が認められた。

以上のような粉砕時間の違いによるドレライト粉砕ガウジの摩擦特性の違いは、非晶質物質に吸着した水分により統一的に説明することが可能である。非晶質物質は空気中の水分の吸着と帯電により破碎粒子周囲に豆石状に付着する傾向があり、粉砕時間が長い試料ほど非晶質物質を多く含むことから水分を多く吸着すると想定される。ガウジが水分を吸着すると摩擦強度が増大する (Mizoguchi et al., 2006, GRL) ことから、すべり面の温度が 100  $^{\circ}\text{C}$  以下の場合には非晶質物質に水分が吸着し、その量が多い粉砕時間が長い試料ほど摩擦強度が大きくなると考えられる。一方、摩擦発熱によりすべり面の温度が 100  $^{\circ}\text{C}$  以上になると非晶質物質に吸着した水分が失われるため、その量が多い粉砕時間が長い試料ほど摩擦強度が大きく低下すると考えられる。従って、変位速度が 4 cm/s に達した際にすべり面の温度が 100  $^{\circ}\text{C}$  以上になった可能性が大きい。また、室温、変位速度 20  $\mu\text{m/s}$  で粉砕時間が短いとすべり軟化の挙動を示し、粉砕時間の増加に伴ってすべり硬化の挙動を示す傾向が認められるのは、非晶質物質への水分の吸着が実験中にも進行していることを示唆している。

キーワード: ドレライトガウジ, 非晶質物質, 低～高速摩擦特性

Keywords: Dolerite gouges, Amorphous phase, Frictional properties at low to high slip velocities