

## 断層ガウジにおける偏析の発生条件 Grain size segregation in a fault gouge model

伊藤 諒<sup>1\*</sup>  
Ryo Itoh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所  
<sup>1</sup> Earthquake Research Institute

Chelungpu 断層ガウジでは、ガウジの大きい粒が上に、小さい粒が下に集中しているのが観測されている [Bouiller et al., 2009]。このような偏析の発生メカニズムとしては「kinetic sieving」と呼ばれる機構が現在知られており、その必要条件是重力と十分な空隙である。もし断層においてもこの機構で偏析が起こったとするならば、地震滑り時にはガウジの空隙率が非常に高かったことを意味する。もちろん一般に断層では 100MPa オーダの高圧がかかっているため空隙率は高くなれない。ただし、地震すべりの摩擦熱によって空隙流体の圧力が上昇する現象 (thermal pressurization) が起これば、断層にかかる実効圧力が小さくなり、空隙率は高くなりうる。したがって、ガウジの偏析は thermal pressurization の有力な証拠となると考えられている。

ただし、以上の推論は、「偏析を起こすメカニズムは kinetic sieving である」という仮定に基づくことに注意すべきである。最近になって、パイプ流において kinetic sieving では説明出来ない種類の偏析があることが発見された [Fan and Hill, 2011]。同種のメカニズムが断層すべりにおいても発現可能ならば、偏析の発生は必ずしも thermal pressurization を意味しなくなる。

本研究において示すことは、「空隙流体が存在せず、なおかつ十分な空隙がない場合でも偏析は発生する」ことである。用いる手法は 2 次元粒子シミュレーションであり、簡単のため断層ガウジは大小 2 種類の粒で構成された粉体とする。

まず母岩を動かして粉体に剪断をかけると、空隙率が高いほど偏析が発生し、一見、重力による kinetic sieving によって偏析が発生したかのようだが、一方で、偏析の有無は速度場の非線形性とも対応していた (速度場が非線形なときに偏析が発生)。どちらの要因が本質的であるか調べるために、非線形速度場を人工的に入れてシミュレーションを行ったところ、低空隙率においても偏析が発生した。極端な場合では 0.146 という低空隙率においても偏析が発生したことは特筆される。つまりガウジの偏析は必ずしも高空隙率を意味しない。空隙率の大小によらず、非線形速度場によって偏析が発生するのである。次に、2 粒子の質量と大きさを独立に変えてシミュレーションを行った。大きさが同じで質量だけ異なる場合では偏析が発生せず、質量が同じで大きさが異なる場合は偏析が発生した。ゆえに、ここでの偏析メカニズムは質量の違いで駆動されるのではなく、粒子のサイズの違いによって駆動されることを発見した。何れの場合においても、大きい粒子が速度勾配の大きい領域に集まる。したがって低空隙率での偏析発生に本質的な要因は、(1) 非線形速度場、および、(2) 粒子の (質量ではなく) サイズの大小である。

ただし、非線形速度場がなぜ・どのようにして、断層に形成されるのか、まだ分かっていない。粉体層における非線形速度場の形成メカニズム解明が将来の課題として残されている。

キーワード: 偏析, ガウジ, thermal pressurization, 非線形, 粉体  
Keywords: segregation, gouge, thermal pressurization, non-linear, grain