

Void Fraction Dynamics in Fluidization

京大 理 佐々 真一 東北大 理 早川尚男

多孔質の底板を持つ箱の中に粉体を入れ、下から気体（液体）を速度 u_0 で流入する。この時、流体の粉体を引きずる力が重力より小さいと粉体は充填されており、粉体間の接触圧力がその差を補うように働くが、 u_0 を大きくしていくと、流体の粉体を引きずる力と重力が釣り合うようになる。この状態では粉体は自由に動くことが出来るので、この現象は流動化現象 (fluidization) と呼ばれる。fluidization は、戦後、化学工学において化学反応を促進させる技術として、その研究がなされてきた。ところで、工学的には好ましくないことであるが、流動状態はしばしば不安定になる。不安定な流動状態では、粉体と気体が相分離して、気体が泡を作って上昇するなど、興味深いパターンの変化が見られる。（これはある種の火成岩のパターンができる理由にもなっている。[1]）そこで、流動状態におけるダイナミクスについて考える。具体的には、不安定な流動状態の転移はどのようなおこるのか？泡のダイナミクスや大きさの分布は？相分離系のパターンダイナミクスや沸騰との類似点や相違点は？等々、他にも色々考えられるだろう。

まず、砂の流体力学の現象論的方程式として G.K. Batchelor によって与えられたモデルを考える [2]。このモデルから空間占有率のダイナミクスを記述する非線形偏微分方程式を導く。これを Void Fraction Dynamics と呼ぶ。この方程式は、流動化状態の線形安定性に関する Batchelor の結果を再現し、ある条件下で流動状態が不安定化することを示す。不安定点近傍では小振幅の解が現われ、その後期課程の運動は K-dV 方程式に支配されることがわかった [3]。さらに、不安定点近傍から離れた状態を調べるために、数値シミュレーションを実行し、流体の注入速度に応じて、slugging や bubbling と呼ばれる相分離状態が実現することを確かめた。

参考文献

1. アーサー・ホームズ: 一般地質学 1 (東京大学出版会 1983).
2. G.K. Batchelor: J.Fluid.Mech 193 75-110 (1988).
3. S. Sasa and H. Hayakawa: preprint(1991).