

## 地盤変形機構一考

## An idea on deformation of the shallow crust

# 前田 亟[1]

# itaru Maeda[1]

[1] 北大・理・地物

[1] Geophys. ,Hokudai

(1) 物質の存在形態は多様だが、それを記述する数理的道具は限られており実際の物質を記述するには大幅な仮定を必要とする。存在形態の両極は固体か液体かであるが、それは物質固有の性質ではなく、外場変化の特性時間に依存している。マグマの移動を考える場合、地盤(数キロ以浅の地殻)の力学応答は固体的か液体的か? を決定しなければならない。普通、暗黙で弾性体(即ち固体)を仮定して物事を考え、都合が悪い所を「破壊」で誤魔化す。この「破壊」は手に入れるだけであり単なる講釈以上のものではない。こういう破壊を含んだ話は理論には成り得ない。

(2) 変形に関して地盤は古典的粒子からなる多粒子系であると考えるのが妥当の様に思われる。そのサイズ分布は不規則で、大は数十メートルから小はミクロンである。粒子間の相互作用は明確で無く、摩擦という言葉で表してとしても明確にはならない。こういう対象を数理的に記述するには個々の粒子レベルに人間感覚的な原理を適用しても役に立たない。人間感覚的原理と言うのは各粒子の状態を思い浮かべそれに種々の摩擦力を働かせてその運動をニュートン1粒子力学的に記述する事である。この方法が無意味である事は粒子に対する外力を結果が個人のイメージに合う様に与える事ができる所にあり上述の「破壊」と同じ事になる。

もっと第1原理的なレベルから出発しなければならない。残念ながら基礎理論は十分進化していない。オンサーガーが唯一である。ここで揺らぎが非可逆過程を起動するという考えが大切である。揺らぎの平均が古典的拡散過程になると言うのはオンサーガーにおいては仮定であったが、線形応答の範囲では確立した理論であると思われる。微視的系においては揺らぎの起動力は熱運動である。

いま考えている多粒子系では分子熱運動は大きな役割をしないであろう。揺らぎの起動力はそれ自体が巨視的で互いに因果関係の無いような現象から由来するものと考えれば良い。数学的には起動力の物理的内容は重要では無い。因果関係が無いと言うのは注目している粒子の運動に対して外力が時間的にも空間的にもランダムに作用していれば十分である。しかも現実にはランダム変動の時間スケールが粒子の運動の時間スケールよりも十分短ければ実用上問題は無い。

ここ迄考えると、火山全体の変形に関して、雨水、地震等の作用は外力と看做され、注目する時間スケールが年のオーダーであれば十分時間的に短い変動をし、しかも互いに独立である。地震と雨が独立と言うばかりで無く、今日の雨の量と降り方は一昨日のそれとは殆ど関係が無い。ましてや1月も離れた間隔で降った雨の状態は明らかに関係が無い、即ち独立である。これは地盤一般に適用出来る。

此れ等の影響をランダム場と考え、その結果生じる揺らぎを起動力として変形が非可逆的に生じるとすればオンサーガーの考えをそのまま適用出来る。これは拡散過程であり平均場が拡散方程式を満たす筈であるが、その確率的記述は伊藤の確率微分方程式(最も単純な場合は Langevin EQ)になる筈である。この時設定として、外力の揺らぎが或敷い値を超えないと対象粒子の運動が生じないとするか、運動は生じてもその大きさが閾値を超えないと顕在化しないと看做すかの違いが出て来るかも知れない。後者の方が自然なような気がする。

以上の考えでは地盤は長時間平均では粘性流体的にふるまう。オンサーガーの理論を真面目に適用すれば Biot の理論になる。一番の問題は理論に含まれるパラメータを予め決定できない事である。従って、長時間が何時間になるか予め決められない。この場合の「粘性」は巨大粒子の「拡散」であり、明らかに人間感覚的な粘性でも分子拡散のそれでも無い。

この考えを実際の火山活動に適用しよう。