

寒天と地球内部のマグマ移動 - 粘弾性物質の破壊 -

Agar Gel and Magma in the Earth -viscoelastic Fracturing-

平田 隆幸[1]

Takayuki Hirata[1]

[1] 福井大・工・知能システム

[1] Dept Human and Artificial Intelligent Systems, Fukui Univ

地球内部でのマグマの移動を、寒天を粘弾性物質のモデル物質としてみちいた流体注入実験をおこなうことによって調べた。マントルや地殻は、多くの場合、弾性体あるいは粘性流体として近似され取り扱われるが、本質的には、粘弾性物質である。ここでは、粘弾性体で流体移動では、どのような現象がおこるのかを調べた。ヘレショウセルに寒天を充たし、空気を注入する実験をおこない、流体のダイナミックな侵入パターンをCCDビデオカメラをもちいて得ることに成功した。また、引っ張り強度、粘度などの寒天の粘弾性物質のモデル物質としての性質を明らかにした。

球内部地でのマグマの移動は、どのようにおこっているのだろうか？破壊であろうか流動であろうか？地殻やマントルが弾性体であるとするならば、粘性流体であるマグマの移動は、弾性体である媒体を破壊しながらの移動しなければならない。つまり、マグマの移動にともなって、弾性体である地殻が tensile fracture をおこし、マグマが移動するための通路がつけられ、そこをマグマが移動するという現象である。これは、Spanish peak などにみることができる。

一方、マントルダイアピルという考えをしてみると、まったく違ったシナリオでマグマは移動する。マグマは、粘性流体として近似されるマントル内を浮力によって上昇する。ここには、破壊という概念は登場しない。マントルの粘性流動によって、マグマが移動するための道筋が形成されるのである。では、マントルは粘性流体であるかということ、答えは"Yes"であり"No"である。マントル対流などの時間スケールでは、マントルは粘性流体であるが、地震波の伝播などのスケールでは、マントルは弾性体として振る舞うのである。つまり、マントルなどの地球内部物質は、変形速度の関数としてその振る舞いが異なる粘弾性物質として取り扱うのがより正確な取り扱いである。

さて、地殻やマントルを、粘弾性体として取り扱うとどのようなことが見えてくるのであろうか？例えば、マグマの移動を考えた場合、破壊と流動を考慮したマグマの移動過程を考えなければならない。弾性体の破壊現象でさえ難しい問題であることを思い出すと、これは非常に困難な問題であることが理解できるだろう。それゆえ、粘弾性体のモデル物質を用いたアナログ実験が大きな役割を果たすであろうことが期待される。

粘弾性体のモデル物質としては、どのようなものがよいだろうか。まず、一般的にはゼラチンなどを思い浮かべるかもしれない。ゼラチンは、光弾性実験にもつかえるので、非常に有力な物質である。しかし、室温付近の温度領域で、少し温度が変化するとその粘弾性の性質が大きく変わる。寒天は、日本が原産の分子生物学の発展にもっとも大きく貢献したものの一つとしてよく知られている。寒天は、DNA の分離などもちいる電気泳動法で欠かせないものである。寒天は、分子生物学で多く使われているので、非常に純度の高いものが安価に手に入れやすいという利点がある。また、一般の微生物は寒天に含まれるセルロースを分解できないので、寒天は、腐ったりしない（ゼラチンは、黴が生えたりしやすい）。また、室温付近での粘弾性的性質が安定しており、数度程度温度が変化しても粘弾性的性質（粘度、破壊強度）がほとんど変化しない（Hirata 1998）。

ここでは、粘弾性物質のモデル物質として寒天をもちいて、粘弾性体に流体を注入する実験をおこなうとどのような面白い現象がおきるかを紹介したい。実験としては、ヘレショウセルに寒天を充たし、空気を注入する実験を、寒天の粘弾性的性質および空気の注入圧力を系統的に変えておこない、流体侵入パターンがどのように変化するかを調べた。また、地球内部でのマグマ移動など地球科学の現象にどのように応用できるかを議論したい。