

地殻応力の臨界状態の検出-東海地方の測地データを例に-

To detect a critical state of the critical strain state: an example of geodetic data in the Tokai District, central Japan.

五十嵐 丈二[1]

George Igarashi[1]

[1] 東大・理・地殻化学

[1] Lab. for Earthq. Chem. Univ. of Tokyo

我々の周囲には、「自己相似」あるいは「フラクタル」などと呼ばれる幾何学的システムが様々なところにみられる。これらのシステムは、巨視的に見ても微視的に見ても、非常によく似ているので、見ただけではそれらを特徴付けるスケールはわからない。

地殻内の亀裂のサイズ分布もフラクタルであることが知られている。岩石を顕微鏡で見た時のマイクロクラックの幾何学的分布と、日本列島を航空写真で見た時の断層の分布とは、非常によく似ていると言える。岩石に応力を加えながら顕微鏡で観察することを想像してみよう。応力が増加するに従って岩石中のマイクロクラックは増えていくだろう。しかしその増え方はランダムで、次の瞬間にどこにどれくらいの大きさのクラックが生成されるかは予測できない。同様に、日本列島をどんなに詳しく観察しても、次に、いつ、どこに、どれくらいの大きさの断層が生成されるかは予測できないであろう。したがって、地震発生の予測は不可能である。

あるシステムを上記のように単なる幾何学的なシステムと考えると、その時間発展はカオスであり、予測不可能であると言えるだろう。しかし、システムを構成する各要素間に相互作用が働くような物理システムであると考えたと話は変わる。システムの時間発展とともに相互作用の強さが増すと、システムの幾何学的形体に変化があらわれ、場合によっては「相転位」が起こって全く別のシステムに変化する。たとえば、磁性体を「スピン」という物理量を持つ要素の集合体と考え、幾何学的形体を特徴づける量「フラクタル次元」を磁気相互作用の関数で表し、自己相似性の「特異点」として、強磁性体から常磁性体に転位する「キュリー点」の存在を示すことができる。

要素間相互作用がシステムの幾何学的形体に影響をおよぼすような系では、系を特徴づける長さが存在し、システムの自己相似性はこの特徴的長さの整数倍でのみ満たされればよい。これを数学的に表現するには、フラクタル次元を実数から複素数に拡張すればよい。現実の物理量は実数なので、フラクタル次元の虚数部は、ある条件を満たす任意の周期関数で表せる。たとえば時間発展する系を考え、 $t = t_c$ が臨界点であると仮定すると、その周囲で周期が $\log(t_c - t)$ の逆数に比例する変動が現れることが示される。この振動は臨界点に近づくにつれて周期が短くなり、 $t = t_c$ で周期がゼロになる。

地殻の亀裂システムにも「臨界点」は存在するのだろうか。もしある領域において起こり得る最大の地震の発生を、相互作用をおよぼしあう亀裂システムの臨界点と捕えるならば、その時刻を予測することは原理的には可能であろう。実践的には、上に示したような、周期が $\log(t_c - t)$ の逆数に比例して徐々に短くなる振動を何らかの観測で検出すればよい。

ここでは、静岡県浜岡町の水準点の、掛川市に対する比高の経年変化（国土地理院による）のデータに注目した。年周変化を除去するために前後5点の移動平均を取ってみると、一見してこの対数周期変動モデルに当てはまるであろうことがわかった。2001年1月までのデータで計算すると、臨界点の時刻は 2004.3 ± 0.8 年という結果を得た。