

震源分布の相関次元とその数理モデル

Correlation Dimension of Hypocentral Distributions and It's Mathematical Model

都筑 基博 [1]; 小山 順二 [2]

Motohiro Tsuzuki[1]; Junji Koyama[2]

[1] 北大・理・自然史; [2] 北大・理・自然史科学

[1] Natural History Sci., Hokkaido Univ.; [2] Natural History Science, Hokkaido Univ.

震源の空間分布の性質についての研究では、震源の分布の特徴、つまり震源がどの程度密集しているのか、どのような形で分布しているのかを定量的に表し、地震活動がどのように広がるのかを知る必要がある。そのためにフラクタル次元がよく使われている。フラクタル次元にはその求め方によって数種類あるが、本研究ではその中の相関次元を用いた。

相関次元は相関積分法によって求められる。相関積分法では、2つの震源間の距離 r を領域内に発生した n 個のすべての震源について計測し、となる場合の数を調べる。そして

$$C(R)=2N(R)/n(n-1)$$

と定義したときに

$$C(R)=aR^D \quad (a, D \text{は定数})$$

なるべき関係が成り立てば、 D を相関次元とみなし、震源分布を特徴づける値とする。この相関次元の値によって様々な震源分布を定量的に比較することができる。

本研究では、世界全体での地震の震源分布と2003年十勝沖地震についてそれぞれ相関次元を求めた。世界全体の震源分布はUSGSのデータ、2003年十勝沖地震では気象庁一元化データを使用した。

世界全体の震源分布では、特徴的なスケールが大きくなるにつれて相関次元が約2(面的)から約1(線的)に変化することがわかった。つまり小さいスケールで震源分布を眺めるとプレート境界面上に震源が分布しているように見えるが、大きいスケールではプレートの沈みこむ方向の震源の分布がプレートの長さ方向の拡がりに比べて、相対的に小さくなるため線的に震源が分布しているように見えることに対応している。この結果は、相関次元が2の地域的分布が集まることにより、世界全体として1の分布になったとも考えられる。

また2003年十勝沖地震では、マグニチュードの下限を変えると相関次元がどのように変化するのかについても調べた。その結果、マグニチュードの下限がどの値でも、約1.5kmから4.5kmのスケールで相関次元が減少する結果が得られた。さらに、マグニチュードの下限が大きくなるほど、相関次元の減少量が大きくなった。これは、クラスター間に起こる地震の数が少なく、クラスターの配置も地震のスケールによって異なるためだと考えられる。

これらの結果を説明するために、自己相似性を崩す規則を加えられたSierpinski gasket modelを用いて、このような震源分布の特徴を数理的に考査した。