

## スケール依存する地震の特性時系列と予兆の物理的ウェーブレットを用いた抽出

### Extracting scale dependent earthquake property time series and precursors with physical wavelets

# 武田 文秀[1]

# Fumihide Takeda[1]

[1] 武田エンジニアリング(TEC)

[1] TEC Inc.

マグニチュード  $M$  の最新情報は、日本全国に埋設されている高感度地震観測網 (Hi-Net) からダウンロードできます[1]。その  $M$  を地震発生順に並べてみると、 $M$  の不規則性が、発生する地震の  $M$  の予測不可能性を印象付けます。したがって、受け入れやすい主張「地震の予知は不可能」が、その確たる根拠を、新たなべき乗形の Gutenberg-Richter (G-R) の関係に求める事は自然だと思えます[2]。その G-R 関係は、ランダム変動している  $M$  の統計性質が、自己相似である事、つまり、発生する地震の  $M$  を予測できる固有な観測窓 (スケール) が存在しない事を確約して、「地震予知は不可能」を理論的に保証するからです。ただし、 $M$  は、そのエネルギーや、モーメントや破壊面積を対数表示できるので、方対数で線形の G-R 関係は、既に自己相似性を表しています。

しかし、そのような G-R 関係は、頻度変動を平滑した累積統計分布を与えるので[3]、地震予知不可能の根拠に G-R を持ち出す事には反論があります[4]。また、G-R 関係のみ根拠にした地震予知不可能が、反論できない事実の一つに、G-R 関係に存在するマルチフラクタル性 (スケール依存性) が指摘されています[5]。そのようなスケールに依存する  $M$  の地震の発生は、Ductile 層と Brittle 層との境界層 (D-B 層) 付近で変形破壊を起こす地震にも存在し、地震活動領域に依存した 3 もしくは 4 の値を取るマグニチュード  $M_c$  も報告されています[6]。

この物理的根拠に基づいた  $M_c$  は、地震活動を、D-B 層より下層領域と上層領域に区別するにはとても有益な尺度になります。例えば、阪神・淡路大震災のような大地震の直前 (数ヶ月程前) に出現する急激な地震活動 ( $M \geq M_c$ ) の静寂さは、D-B 層そしてその上層部の Brittle 部分の破壊に必要な非常に大きな応力が Ductile 層に蓄積されている状況を表していると思えます。この静寂さは、ランダムな地震発生に隠れている非常に微妙な地震予兆の一つですが、我々が調査した最近のすべての大地震に普遍的に生じています[7]。その静寂さは、地震と次の地震との時間間隔 ( $T$ ) で表す事ができます。

余震等を除いたこの  $T$  の統計的な性質は、ランダム (ポワソン過程) なので[8]、確立的な地震発生の予知を除いて、「地震予知は不可能」の見解に飛びつくかもしれません。しかし、 $T$  の時系列の自己相関解析から、潮汐力や他の力の結合によると思われる多くの共鳴振動 (周期は分から月に及ぶオーダー) の存在が明らかになっています[7]。この様な、 $T$  の共鳴振動は、他にも多く報告されている様です[9]。

$M$  の時系列を含めて、震源の特性、つまり、震源の経度、緯度、深さ、を発生順に並べた時系列 (震源特性の時系列と定義します) にも、上述の共鳴振動が存在します[7]。したがって、尺度に依存する地震発生を覆すような反論は無いと確信できますので、地震発生の物理的な洞察を得るために、物理的なウェーブレット[10]と呼ばれるスケール (共鳴振動の周期に対応する) に依存する観測窓から、震源特性の時系列を観測してみます。そして、その観測窓を用いると、物理的な根拠に基づいた先の静寂さにも関連した予兆を容易に観測でき、 $M$  が略 6 以上で震源の深さが略 100km 未満と浅い地震の発生時刻と場所の短期予知に大きな希望を与えそうです[7]。場所は、震央が予測される局所的な地震活動領域を推定するものです。