

2000年鳥取県西部地震の余震活動に関する見かけ応力の時空間分布

川方裕則・長田絹絵

1. はじめに

地震にともなう地震波動エネルギー解放の度合い (Energy Index ; EI) は、応力状態をあらわすパラメタであり、その時空間的な変化は、その後発生する地震の規模、活動度と相関をもつことが期待される。1989年に発生した伊豆半島東方沖群発地震では、最大規模 ($M \sim 5$) の地震が発生する前にその震源域近傍で EI が減少したことが報告されており (Kawakata *et al.*, 2002) 、このことは地震発生前に応力レベルが低下したことを意味している。

本震発生後、余震がどのような領域で発生し、どのように推移していくかを理解することは、二次、三次災害を未然に防ぐために非常に重要であり、そのためには余震発生場の応力状態を把握することが重要である。

本研究では、2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震を対象とし、その余震活動における EI の時空間変化を求めた。波形データは、防災科学技術研究所による高感度地震観測網 (Hi-net) の12月31日までに起こった $2.6 < M_{JMA} < 5.2$ の余震168イベント分を使用し、震源、および断層面解は気象庁による地震火山月報のものを使用した。空間分布については本震時のすべり分布 (岩田・関口, 2002) と比較することにより、初期応力場の不均質の度合いについても議論をおこなった。

2. Energy Index

Energy Index (EI) はその中のひとつであり、地震波動エネルギー E をそのイベントの地震モーメント M_0 に対する期待値 $\bar{E}(M_0)$ で正規化したパラメタである。これは、次式で表現される。

$$EI = \frac{E}{\bar{E}(M_0)}, \quad \bar{E}(M_0) = 10^{a \log M_0 + b}.$$

ここで、 a 、 b はエネルギーとモーメントとの関係から推定される定数である。

これと似たようなパラメタとして、見かけ応力 s_a は広く知られている。見かけ応力は、 $s_a = s/2 + s_r - s_f$ (s : 応力降下量, s_r : 残留応力, s_f :

摩擦応力) で定義され、 E/M_0 に比例する値である。 E/M_0 が成立する場合には、 EI は s_a と1対1の正の相関を示す。

様々な地震をコンパイルすると、 M_0 と E はほぼ比例関係にあるという有名なスケーリング則が存在する。大中規模地震のみのデータしかなかった頃はこの関係はほぼ満たされていたが、微小地震や鉱山地震、室内実験のアコースティック・エミッションなどのデータが蓄積されるにつれ、ある規模以下の地震の場合には比例関係が必ずしも成立せず、冪状の関係しか成立しない可能性が指摘されるようになった。そしてこの問題は現在もなお重要な課題として残されている。見かけ上のこの原因の一つとして、観測波形の周波数レンジ不足によるエネルギーの過小見積りが挙げられる。このような場合、見かけ応力は地震の規模に依存するが、Energy Index は地震規模に独立であり、応力状態のパラメタとして適しているといえる。

3. 時空間変化

EI は本震発生後数日は不安定であるが、その後安定し、2ヵ月半ほど経過したころに低下傾向を示した。低下傾向を示した時期が解析期間の最後にあたるため、不確かさは残るが、このことは、余震活動が収束に向かうにつれて、応力レベルが低下していることを意味している。

空間分布については、本震震源の北西側で低く、南東側で高い傾向が見られた。岩田・関口(2002)によると、震源南東側で大きなすべりが推定されており、このことは、本震で大きなすべりを生じた領域で余震時に EI が高いという結果を示している。すなわち、この地震の震源域では初期応力場の不均質が極めて強く、本震発生だけでは十分に不均質を解消し切れなかった、もしくは本震震源南東側の領域は元来地震効率の高い領域であった、と考えることができる。いずれにせよ、絶対初期応力の空間分布が重要な鍵を握るため、高精度かつ高空間分解能をもつ応力測定が待ち望まれる。