

ランダムなすべり成分をもつ地震断層によって解放される地殻の歪みエネルギー

Strain energy released by an earthquake: Contributions of random slip fluctuations

*齊藤 竜彦¹、野田 朱美¹

*Tatsuhiko Saito¹, Akemi Noda¹

1. 独立行政法人 防災科学技術研究所

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

地殻に蓄えられた歪みエネルギーが、地震断層運動を引き起こす原因である。これまで、南海トラフのプレート固着が内陸地殻に引き起こしている剪断歪みエネルギー変化が地震活動へ影響を与えていること(Saito et al. 2018 JGR), 熊本地震による剪断歪みエネルギーの増加域で余震活動が活発化していること(Noda et al. 2018 ACES; Tanaka et al. 2018 JpGU)を報告してきた。地殻に蓄えられた歪みエネルギーが地震によって解消される量は、地震発生機構を考えるうえで、最も基本的な情報のひとつである。地震による応力降下量が断層面で一定である場合、地震によって解消される歪みエネルギー、地震モーメント、初期応力、応力降下量を関係づける基本的な式がある(例 Aki and Richards 2002)。例えば、この関係式では、地震モーメントと歪みエネルギーが比例しているため、マグニチュードが1増えると、地震によって解消される地殻内の歪みエネルギーが32倍増加するといった、地震に関する基本的な性質を導くことが出来る。しかし、実際のすべり分布には無視できないほどの短波長成分が含まれ、応力降下量は断層面で著しく変化する。

本研究では、すべり分布のゆらぎによって、応力降下量が断層面で変化する場合の、地震によって解放される歪みエネルギーと地震モーメントの理論的關係を導出した。特に、すべり分布のゆらぎを確率論的にモデル化し、すべりゆらぎ分布のスペクトル形状と解放される歪みエネルギーの数式表現・スケーリング則を得た。得られた式から、以下のことが導かれる。(1) 同じ地震モーメントの場合、応力降下量が断層面で変化するると、応力降下量が一定の場合に比べて、地震によって解放される地殻の歪みエネルギーが小さくなる。(2) このことは、エネルギー分配の観点では実効的な平均応力降下量が大きくなることを意味する。本質的に同じことが、Noda et al.(2003 GJI)やHirano and Yagi (2017 GJI)で既に指摘されている。本研究では、実効的な平均応力降下量を、基準となる一定応力降下量とすべりゆらぎのスペクトルを使って解析的に表現している。(3)すべり分布のゆらぎがある場合(応力降下量が一定で無い場合)、一般には、地震モーメントと歪みエネルギーは比例しない。すべりゆらぎの相関距離が、モーメントの1/3に比例する場合(つまり、断層長に比例する場合)は、地震モーメントと歪みエネルギーは比例する。(4)エネルギー分配の観点から、地震が発生するために必要となる初期応力の条件が導かれる。初期応力は実効的な平均応力降下量の半分とみかけ応力(剛性率 \times 地震波エネルギー/地震モーメント)の和より、大きくなければならない。

キーワード：歪みエネルギー、ランダムすべりゆらぎ、応力

Keywords: strain energy, random slip fluctuations, stress