

1989年伊豆半島東方沖群発地震のM5.5に2日先立つ応力の低下

Decrease in stress two days before M=5.5 in the 1989 earthquake swarm of the east off Izu Peninsula.

佐藤 志津加[1], 川方 裕則[2], 小笠原 宏[3], 関口 涉次[4], 見野 和夫[1]

Shizuka Sato[1], Hironori Kawakata[2], Hiroshi Ogasawara[3], Shoji Sekiguchi[4], Kazuo Mino[5]

[1] 立命館大・理工, [2] 地調, [3] 立命大・理工, [4] 防災科研

[1] Graduate School Sci. Engr., Ritsumeikan Univ., [2] GSJ, [3] Fac.Sci. Engr., Ritsumeikan Univ., [4] NIED, [5] Fac. Sci. Engr., Ritsumeikan Univ.

室内岩石破壊試験において、最終破損前に応力が低下を示すこと、ひずみ速度が急激に増加すると強度が増大することが確かめられている。震源域の応力状態を推定することは、地震発生の物理過程を解明する上で重要な課題であり、種々の条件が理想的ならば自然地震でも波形解析から震源域の応力状態を推定できるはずであるが、これらが観察された例は少ない。ところが南アフリカの金鉱山では、地震モーメントとエネルギーから算出されるパラメタの主破壊に対する前兆的变化がしばしば観察されている。そこで我々は1989年伊豆半島東方沖群発地震にこの手法を適用し、群発中最大の地震の2日前から震源域の応力が低下したことを示唆する結果を得た。

地殻内地震発生場における応力状態の推定は、地震発生場の物理過程を解明する上で非常に重要な課題である。実験地震学的な見地からは、三軸圧縮試験において、試料が強度に達すると応力が低下しながら変形が進み、最終破壊本震に至る。また、ひずみ速度を急激に増加させると、その媒質の強度が増加する。しかし、このような現象が自然地震で観察された例は世界的に見ても非常に少ない。その原因は、震源域の応力状態を直接知る手段がないこと、および自然地震の場合ひずみ速度が室内実験に比べきわめて低いことである。地震波形解析により間接的に応力状態を推定することは可能であるが、一般に前震の発生数はそれほど多くなく、地震波形は伝播過程で様々な影響を受けた後に観測点に到達するため、本震発生前(後)の震源域の情報を抽出することは困難である。また、中小規模の地震を対象とした近距離における広ダイナミックレンジ、高サンプリング周波数の観測もあまり行われていないため、本震の震源域の情報を持っている地震の完全な波形が広いマグニチュードの範囲で取りこぼしなく観測されることはほとんどない。一方、南アフリカの金鉱山では、震源域の極近傍において上の条件を満たす観測が行われており、観測波形から求められる地震モーメントとエネルギーから応力降下量の関数である複数の物理量を算出し、それらをモニターしている。これにより、採掘に伴う微小地震から主破壊に先立つ応力低下がとらえられ、地震発生予測に役立てられている。これは良質の波形データが得られていることはもちろん、鉱山の採掘による応力場の変動が自然地震のそれに比べきわめて速いことも成功の要因である。本研究では、ダイナミックレンジやサンプリング周波数、震源距離には多少の問題があるが、応力(ひずみ)場の変動速度が通常よりも大きく観測された1989年伊豆半島東方沖群発地震の際に国立防災科学技術センター(現科学技術庁防災科学技術研究所)の観測網で得られたデータを用いて、南アフリカの金鉱山における地震予測手法に基づき群発期間中の震源域の応力状態を推定し、同時期に観測された傾斜およびひずみのデータと比較した。同一の観測点(西伊豆)において、検知漏れがなくダイナミックレンジを超えていない規模の73イベントを抽出し、波形に影響を及ぼす非弾性減衰、震源断層に対する方位特性、発震機構などを注意深く考慮しながら解析を行った。その結果、震源域の変形、応力状態、強度の変化が時間とともに進行する中で、群発地震の期間中最大の地震(M5.5)発生の約2日前から震源近傍(3km×3km×4km)において応力の低下が始まり、最大の地震に至ったことを示唆する結果が得られた。