

## 微小地震の初期破壊過程 Initial rupture process of microearthquakes

自然計測講座 2年 Natural Measurement and Analyses, 2<sup>nd</sup> year

吉村 三智頼 Yoshimura, Michiyori

主任指導教官 平松 良浩 Hiramatsu, Yoshihiro

地震波形の P 波の始めの部分では大振幅の波の前に小振幅の波の部分、初期破壊、が見られる。Furumoto, et al(1983)では、大地震には破壊の準備過程が存在しその継続時間は地震モーメントに比例することが報告されている。この観測事実は初期破壊と最終的な地震規模との間には何らかの因果関係があることを示唆しており、地震の成長を何が支配しているかを考える上で初期破壊の研究の重要性は明らかである。本研究では、初期破壊の詳細を知ることを目的とする。初期破壊の研究をする上で、減衰の影響を受けず高精度の観測することが望ましい。鉱山では採掘に誘発されて地震を発生する。よって採掘予定の岩盤内に各種センサーを設置すれば、地表からの観測では実現できないような至近距離で、地震の準備過程から発生に至る過程を観測することができる。扱うデータは、南アフリカの Carletonville の Western Deep Level Mine の地下 2650m、quartzite の岩盤内の 200m の範囲に 3 成分ボアホール加速度計を 9 箇所埋設し、ダイナミックレンジ 120dB、最大 15kHz サンプルング、特性が 2kHz までフラットな収録システムで、1996 年 2 月から 10 月の間、観測したデータを用いた。初期破壊の解析として、波形インバージョンの手法を用いる。波形インバージョンとは、観測波形に対して理論モデルを立て、パラメータを統計的に計算し理論波形を観測波形に合わせることでどのような物理理論が正しいかを調べる手法である。本研究では Kinematic model と Dynamic model を考える。Kinematic model は、Sato and Hirasawa(1973)の自己相似モデルを扱う。円形クラックを考え、点から破壊速度一定で破壊が広がり、ある時間で強制的に止めるといったモデルである。よって地震発生の物理的背景はなく、初期破壊は震源から地震計に観測されるまでに減衰して見かけ上生成されたものと考えることができる。Dynamic model では、Sato and Kanamori(1999)のモデルを扱う。Griffith 理論を基礎としてエネルギー収支を考えている。脆性物体の破壊強度を支配している主要因が亀裂先端部の応力集中にあると考え、亀裂を含む物体のエネルギー収支に着目した破壊規準である。よって破壊の準備過程を表現することができる。よって、初期破壊は震源過程を反映したものだと考えることができる。これらのモデルを使って非線形波形インバージョンを行う。マグニチュードの大きい地震に注目したデータ 42 個から、Kinematic model では説明のつかない波形が 28 個見つかっている。Kinematic model のイベントは、Dynamic model のイベントに比べて、応力降下も低く、応力解放の少ないイベントが多い傾向にあった。Dynamic model のイベントは、応力降下が大きい。切りは先端の一番応力がたまるといわれる、50m から 120m あたりに地震が集中し、初期破壊が長いイベントが多数見つかった。これは初期破壊過程が応力状態と何らかの因果関係を持っていることが示唆される。切りはの応力が解放される領域では、地震は少なくなるものの、初期破壊が短いイベントしか見つかっていない。初期破壊は応力集中が高い空間で起こり、ある程度、解放された領域では、初期破壊は短く、顕著な初期破壊過程をもつイベントは見つからなかった。私は初期破壊の有無はこのような原因があげられると考えている。

### 関連既発表論文

- 1)Furumoto, M. & I. Nakanishi 1983. Source times and scaling relations of large earthquakes, *J. Geophys. Res.* 88. 2191-2198
- 2)Sato, T. & Hirasawa, T. 1973. Body wave spectra from propagating shear cracks. *J. Phys. Earth.* 21: 415-431.
- 3)Sato, T. & Kanamori, H. 1999. Beginning of earthquakes modeled with the Griffith's fracture criterion. *Bull. Seism. Soc. Am.* 84: 1199-1215.