

震源距離100mで観測されたM2イベントとその前震 - 地震発生の制御実験 - 南アフリカ金鉱山における - (22)

The M2 event and its foreshocks monitored at 100m distance - Semi-controlled Experiment in SA Gold Mine (22)

吉井 弘治[1], 小笠原 宏[1], 見野 和夫[2], 西井 聡[3], 南アフリカ金鉱山における半制御地震発生実験 国際共同グループ 住友則彦

Koji Yoshii[1], Hiroshi Ogasawara[2], Kazuo Mino[3], Satoshi Nishii[4], International Research Group for Semi-controlled Earthquake Generation Experiment at South African Gold Mine Sumitomo Norihiko

[1] 立命大・理工, [2] 立命館大・理工, [3] 立命館大学・理工

[1] School Sci.Engr.,Ritsumeikan Univ., [2] Fac.Sci. Engr., Ritsumeikan Univ., [3] Fac. Sci. Engr., Ritsumeikan Univ., [4] Fac. Sci. & Engr., Ritsumeikan Univ.

破壊過程の物理を理解するために、南アフリカ金鉱山で震源距離100mで我々は、ダイナミックレンジ132 dB、15 kHz サンプリングの観測を行っている。観測期間中最大のイベント(M2)の波形は、自然地震における巨大地震のように複雑で、また、初期フェイズが表れている。前震群のいくつかのイベントについて、ポイントソースを仮定してメカニズム解の決定を行った結果、採掘済みのひとつの切羽面に走向がほぼ平行な正断層型であることがわかった。我々は、M2イベントの破壊過程と、その一連の前震群の分布およびメカニズム解から、地震核形成とその準備過程を明らかにしていきたいと考えている。

地震波の詳しい解析から、メインフェーズの前に小さな振幅の波を伴う地震の例が数多く報告されており、初期フェイズなどと呼ばれている。そして、その継続時間と地震の大きさに正の相関があることが指摘されている。また、初期フェイズが現れる原因についてはいくつかの考え方があり：地震波によって励起されたひずみによって多数の小断層にすべりが引き起こされ、これが大振幅の地震波の始まりに対応するというもの、また、ゆっくりした破壊伝播から高速破壊伝播に遷移する加速ステージに対応するのが初期フェイズであるとするものがある(佐藤、1998)。そして、至近距離での地震観測が、その破壊過程において何が起きているのかを理解するためにも、とても重要なことである。

南アフリカ金鉱山では地下2650mにおいて、採掘中の鉱脈から50m下の直線上に分布した9点において、15 kHzのサンプリング、132 dBのダイナミックレンジで3成分の加速度波形が記録されており、この至近距離での地震観測が実現されている。約1年の観測期間においておよそ2万7千個のイベントが記録されており、採掘の行われている時間・場所で多数のイベントが発生し、採掘と地震発生のかかわりが強いことがわかっている。しかし、規模別頻度分布では、グーテンベルグリヒター則が成り立ち(三輪、1997)、応力降下量や地震モーメントとマグニチュードの関係、震源の大きさとマグニチュードの関係においても自然地震との類似性が指摘されている(長、1998)。

収録されたデータのなかで、最大のイベント(M2)は採掘の影響が少なく、かつ、至近距離の観測データであることから地震発生の準備過程を見ることができると期待される。このイベントは、3方向を採掘済みの領域で囲まれた非常に高い垂直応力がかかっていると考えられる場所で発生し、震源距離100mの8点の観測点で記録された。コーナー周波数は107 Hzで自然地震におけるM2のイベントと変わることはないが、最大加速度は7 Gを超えるものが記録されている。M2イベントとその前震・余震群は、6ヶ月間の採掘の行われていない期間に発生しており、採掘地域に比べて発生数がおおよそ200個と少ないが、6ヶ月の十分長い期間、採掘によらない地震活動の推移を克明に追うことができる。M2イベントの直前では、3日間地震の起きていない期間があり、その後数時間で4つの小地震、2回のバースト、そして本震(M2)へと推移した。M2イベント発生のおとは地震活動が活発になり、M1.8、M1.6などの比較的規模が大きく、応力降下量の小さい地震を伴いながら、多くの余震が発生している。M2発生から約2ヶ月後には余震活動もおさまっている。

前震の小さなイベントの波形は単純なパルス状であるのに対して、M2イベントの波形は地表で観測される巨大地震の波形と同じように非常に複雑である。また、M2のP波のパーティクルモーションが、少しづつその方位を変えているため、移動震源であることを示している。最大振幅が1 Gほどで継続時間が15 msのメインのP波のまえには、さらに、およそ振幅が1/10の小振幅のフェイズが7 msほど観測点で同じように観測されており、初期フェイズと考えられる。これらのことはM2のような微小地震に対しても、複雑な破壊過程を考慮しなければならないことを示している。

我々は、前震群のいくつかのイベントについて、ポイントソースを仮定してメカニズム解の決定を行った。その結果、採掘済みのひとつの切羽面に走向がほぼ平行な正断層型であることがわかった。これをもとにして、M2

イベントの破壊過程と、その一連の前震群の分布およびメカニズム解から、地震核形成とその準備過程を明らかにしていきたいと考えている。