

南アフリカ金鉱山の地震発生・制御・防災と予知

Protection, prevention and prediction of mining induced earthquakes in South African deep gold mines

小笠原 宏[1], 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

Hiroshi Ogasawara[1], International Research Group for Semi-controlled Earthquake Generation Experiment at South African Gold Mine Sumitomo Norihiko

[1] 立命大・理工

[1] Fac.Sci. Engr., Ritsumeikan Univ.

内陸M7超級の地震の再来周期は千年以上。海溝M8超級でも再来周期は百年以上。だから、巨大自然地震の発生に頼る限り、地震予知研究は慢性的な経験不足から逃れることはできない。我々地震を研究する者が社会に対してすべきことは、より頻繁に発生する小地震の至近距離観測することによって、経験を多く積み、巨大地震予知のために現在行っている観測が有意義であるということを実証することである。

南アフリカ金鉱山では、地下2~3kmの厚さ1m以下の薄板状金鉱脈の採掘に伴って、採掘地点の至近距離でM2級が毎日どこかの鉱山で発生し、M5級が発生することもある。採掘に伴って至近距離で地震が発生するため、応力状態がある程度予想された予定震源域に事前に観測計器を設置して、地震の一生を完全収録することが可能であり地震学的に非常に貴重で重要なフィールドである。また、鉱山では広帯域高周波数サンプリングで地震波形を完全に収録し、解析から得られる個々の地震震源パラメータやその時・空間分布から地震発生を予見させる兆候を見出そうとする技術開発が非常に進んでおり、学ぶべきところが多い。地震発生は、人材とインフラに被害をもたらすため、地震発生という宿命の下で生産活動を続ける南アフリカ金鉱山は、地震発生が避けられない活断層と同居している大都市の縮図として見ることもできる。

本講演では、南アフリカ金鉱山の採掘・地震発生の概略を述べ、坑内で発生した大地震の一例として、2001年8月に発生したM4.2の地震震源の現地取材結果を紹介する。そして、鉱山がどのように大地震発生を制御しているか、減災を試みているかの概観する。また、多くの鉱山で日常的に行われている地震活動モニター・予知の現状を紹介する。

採掘レイアウトの変化による応力変化の推定や、地震活動や地震波から得られる情報に基づく地震活動予測は南アフリカ金鉱山では日常的に行われているが、岩盤の挙動の直接観測はあまり進んでいない。そこで、「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」は、これまでに、ISS International社(南アの鉱山地震観測会社)の協力の下、1つのパイロット・フィールドと3つの実験フィールドを開拓し、石井式ボアホール歪計による岩盤挙動監視を行いながら、南アフリカ金鉱山で日常的に行われている地震活動/発生予測手法と比較しながら地震発生準備過程の研究を行ってきた。本講演では、これらの主な成果と新しい試みを紹介する。

例えば、第一フィールド(地下2650m)では、採掘域から離れた残鉱柱に発生したM2とその前後の小地震群を震源距離100~200mで完全収録し、震源域の変形が単調に進行する中で、小地震活動度が加速し、同時に地震パラメータが変化して本震が発生したことを見出した。また、第二(地下2400m)第三(地下2800m)フィールドでは、M3級の地震断層から10m未満の位置で、25Hz、24bit連続歪観測を開始し、地震直前の震源域の岩盤の挙動の完全収録を試みている。

しかし、南アフリカ金鉱山で我々が研究を行うに際し、課題・障害もある。本講演ではそれらについても触れると同時に、諸外国の最近の動きや、今後の研究の発展性についてもコメントをする。