

南アフリカ Mponeng 金鉱山 104/44 における半制御地震発生実験（第二報）

The second report on the Semi-controlled Earthquake-generation Experiment at the 104/44 Mponeng gold mine, South Africa.

森下 健[1]; 小笠原 宏[2]; 飯尾 能久[3]; 中谷 正生[4]; 竹内 淳一[5]; 下田 直之[2]; 加藤 愛太郎[6]; 石井 紘[7]; 山内 常生[8]; McGill Rob[9]; van Aswegen Gerrie[10]; Mendecki Aleksander[10]; Ward Tony[11]; Lenegan Patric[12]; du Plessis Francois[12]; 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[13]

Ken Morishita[1]; Hiroshi Ogasawara[2]; Yoshihisa Iio[3]; Masao Nakatani[4]; Jun'ichi Takeuchi[5]; Naoyuki Shimoda[2]; Aitaro Kato[6]; Hiroshi Ishii[7]; tsuneo yamauchi[8]; Rob McGill[9]; Gerrie van Aswegen[10]; Aleksander Mendecki[10]; Tony Ward[11]; Patric Lenegan[12]; Francois du Plessis[12]; Sumitomo Norihiko International Research Group for Semi-controlled Earthquake Generation Experiment at South African Gold Mine[13]

[1] 立命・理工・物理; [2] 立命大・理工; [3] 京大・防災研; [4] 東大地震研; [5] 立命館・理工; [6] 東大・地震研; [7] 東濃地震科学研究所; [8] 名大・環境・地震火山・防災研究センター; [9] Mponeng mine; [10] ISSI; [11] Seismogen; [12] ISS International; [13] -

[1] Physical Science, Ritsumeikan Univ; [2] RitsumeiUniv.; [3] DPRI; [4] ERI; [5] RitsumeiUniv.

; [6] ERI, Univ. Tokyo; [7] TRIES; [8] RCSVDM; [9] Mponeng mine; [10] ISSI; [11] Seismogen; [12] ISS International; [13] -

小さい岩石試料の破壊実験で得られた結果と実際の巨大地震発生機構とのスケールギャップを埋めるにはメソ・スケールでの観測とその検討が必要である。故に、そのスケールの地震が多く発生する鉱山での半制御地震発生実験は、地震発生過程の解明には非常に重要である。我々、南アフリカ金鉱山半制御地震発生国際共同グループ（以下、南アグループ）は、鉱山会社独自の地震観測網に加えて、強震計や石井式歪計等を用いてこれらの地震の至近距離完全収録を1992年より試みている（飯尾・深尾 1992）。そして、Bambanani 金鉱山においては2003年2月4日に発生したM2.5で震源距離約100mのイベントや2003年4月12日に発生したM2.4で震源距離約100mのイベントなどの歪変化の24bit 25Hz完全収録に成功した。しかしながら、震源域近傍に設置した加速度計が落盤により観測データを得られない状態になってしまい、さらに歪計の設置も1台のみだった為にアスペリティーや歪の変動源の位置決めが容易ではなかった（竹内・他 2004、下田・他 2004）。これらの問題を解決すべく、我々、南アグループは半制御地震発生地震実験の新機軸として2003年度からMponeng 金鉱山の地下約2.9kmのPretorius断層帯にredundantな強震計・歪計・変位計・精密温度計の観測アレイを設置した（Ogasawara et al. 2004, 2005, Nakatani et al. 2004, 2005）。このサイトは、既存の鉱山の約500mスパンの地震観測網に位置し、また、約200mスパンの稠密臨時観測網に隣接していることが従来にないもう一つの特徴である。このサイト近傍では、断層帯内で15~30mのドリリングが9本行われ、そのボアホール内やコア、あるいは坑道壁面の観察により、M2級の震源となる可能性が大きい弱面を10cm精度で位置が決められている（Nakatani et al. 2004）。その弱面で地震が発生した場合、詳細な震源核形成の議論、(pre-・co-・post-) seismicな歪変化の議論が期待される。

本発表は、昨年秋の地震学会での第一報に続き、採掘と地震活動の概況を報告した後、これまでには出来なかった2台の石井式歪計の記録を比較することによって明らかになった地震前後の歪変化や長期的な歪変動について報告する。

現在、Mponeng 金鉱山の含まれる鉱山帯は世界最深部(地下3.6km以深)まで採掘がおこなわれて採掘作業に伴って応力集中が起こり、数多くの地震が発生している。鉱山全体で2004年3月~9月の期間において最大のイベントでM3.9が発生しており、M1のもので533イベント、M0のもので6079個観測されている。1日あたりではM0が約40イベント観測されている。観測アレイ周辺、500m×500m×500mの範囲で見ると最大のイベントでM2.7が発生し、M0以上のイベントに限ると384イベントが発生していた。また、この期間におけるb値は0.952であった。

この期間、2台の歪計でそれぞれ 1.4×10^{-6} 、 0.7×10^{-6} [strain/day] の速度で面積歪が蓄積され続け、観測開始から9月までに、共に10⁻⁴級の歪(数十MPaの応力に相当)が蓄積している。そのトレンドは、「無歪の状態から断層滑りを伴わずに逆断層的な地震発生準備が進行するセンス」、あるいは、「正断層的破壊の準備が完了した状態から正断層的の滑りが起こったセンス」である。co-seismicな歪変化に関しては震源距離約180m、M=1.8のイベントに対して2つの歪計で、それぞれ、 2.42×10^{-5} と 2.21×10^{-5} の10⁻⁵クラスの歪ステップ収録に成功した。また、採掘に伴う誘発地震の歪ステップの収録等、数多くの歪ステップも報告する。