

南ア Bambanani 金鉱山の M2 地震の至近距離歪記録とその議論のための Double-difference 法によるより高精度な震源決定の試み

Strain change with M2 events within 100m and an attempt for better location with double-difference method to discuss it

下田 直之[1]; 竹内 淳一[2]; 小笠原 宏[1]; 石井 紘[3]; 中尾 茂[4]; 安藤 雅孝[5]; 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[6]

Naoyuki Shimoda[1]; Jun'ichi Takeuchi[2]; Hiroshi Ogasawara[1]; Hiroshi Ishii[3]; Shigeru Nakao[4]; Masataka Ando[5]; Sumitomo Norihiko International Research Group for Semi-controlled Earthquake Generation Experiment at South African Gold Mine[6]

[1] 立命館・理工; [2] 立命館・理工; [3] 東濃地震科学研究所; [4] 東大・地震研; [5] 名大・地震火山センター; [6] -

[1] RitsumeiUniv.; [2] RitsumeiUniv.

; [3] TRIES; [4] ERI, Univ of Tokyo; [5] RCSV, Science, Nagoya Univ.; [6] -

震源断層およびその周辺の非弾性領域の挙動を知ることは、地震発生の物理を考える際に非常に重要である。その最も直接的な方法の一つは、震源に可能な限り近づいて歪変化を観測することである。南ア金鉱山半制御地震発生実験研究グループは、Bambanani 金鉱山の地下 2.4km の堅固な珪岩 (V_p 約 5.5km/s) に埋設された 4 成分石井式歪計によって収録された、距離 20m ~ 100m の $M > 0$ にともなう興味深い 24bit 25Hz 歪変化について、これまでに報告してきた (石井・他 2000 秋地震学会; 小笠原・他 2002 合同学会; 森山・他 2002 秋地震学会; 竹内・他 2002 秋地震学会)。そして、100m 以内で発生した M2 級地震の 10 のマイナス 4 乗級の歪変化を完全に収録することによってとうとう成功した (Takeuchi et al. 2003 IUGG; 2003 AGU Fall)。2003 年 2 月 14 日、本震 36.5 秒前の M1.4 から前震活動が顕著になり始め、もう一つの M1.4 の 2 秒後に M2.5 の本震が発生した。2003 年 4 月 12 日は、前震を伴わないまま M2.6 が発生した。ポスターでは、その概略をまず紹介する。また、さらなる解析の第一ステップとして、Double-difference 法 (Waldhauser and Ellsworth 2000) による高精度な震源決定を試み、その結果を報告する予定である。

Bambanani 鉱山には、森山・他 (2002; 秋地震学会) で報告されたように、20 の地震観測点があり、間隔は 400 ~ 500m である。それぞれの観測点には 3 成分地震計が、坑道から 10m 前後の深さのボアホールに埋設されている。16 観測点は Geophone で 2kHz サンプリング、4 点が加速度計 (15kHz サンプリング) である。平日には数百個の地震 ($M > -1$) の地震が観測され、P と S の到来時刻から震源がルーチ的に決定されている。決定精度は 20 ~ 30m であるため、本震前後の地震活動の、本震との相対的な震源位置関係を議論したり、歪計と震源断層の位置関係に基づいて歪記録を議論したりするには精度不足であった。

Double-Difference 法では、通常の方法で読み取られる P と S の到来時刻を使用しても、2 ~ 3 m の誤差で震源決定できる (Waldhauser and Ellsworth 2000) はずである。今回は、通常の方法で読み取った P と S の到来時刻の Double-difference だけでなく、P 波の到来方位の Double-difference 法の観測方程式の中に組み込み、深さの決定精度向上も試みる。そして、まず、2003 年 2 月 14 日の M2.5 の本震の 36.4 秒前から発生し始めた前震の震源決定をより正確に行い、最終破壊面形成過程を詳しく見る予定である。

Double-Difference 法で決定されるのは相対位置であるが、鉱山では、鉱脈付近は 1 m 以下の精度で、震源となりうる断層やダイクの位置が決定されているため、これらと比較することによって、震源断層の絶対位置をかなり絞り込むこともできると期待される。Takeuchi et al. が報告した、震源距離 100m 以内の M2 の高精度の余震震源分布から、断層面の位置を決定することによって、顕著な余効変動の原因 (dilatation によるのか、剪断変形によるのか) を議論したい。

Bambanani 鉱山では、歪計が 1 点のみしか埋設されていないため、歪変動源の位置を特定することが困難であるのが観測の欠点である。変動源の位置を特定するには、通常歪計が複数箇所に必要である。しかし、Bambanani 鉱山では複数の M2 級地震が、歪計に対して異なる方位で発生しているため、高精度に決定された震源断層とスリップ方位に準拠した歪計の相対位置を合成することによって、複数の地点で歪観測をしたものと等価に扱うことができ、変動源の場所 (断層の中央なのか端なのか) に関する議論を深めることができると期待している。

南ア・サイドの研究グループのメンバーのうち、A Mendecki, G van Aswegen, S Ebrahim-Trollope の貢献が、本研究に対して大きかった。観測協力は Bambanani 鉱山、データ提供は Geohydroseis 社によった。