

11 - 8 2004 年 Parkfield 地震の特徴と意味, 残された問題

2004 Parkfield earthquake, its meaning and problems left behind

東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

長谷川 昭

Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions,

Graduate School of Science, Tohoku University, Japan

Akira Hasegawa

2004 年 9 月 28 日 10 時 17 分 (PDT) に, 予測されていた Parkfield で Mw6.0 の地震が発生した. Parkfield では, サンアンドレアス断層 (SAF) のほぼ同一セグメントの破壊による同じ規模の地震が, 1857, 1881, 1901, 1922, 1934, 1966 年に繰り返し発生した¹⁾. この規則的な発生の仕方から次の Parkfield 地震の発生が予測され, 地震や地殻変動等多項目の集中的な観測網が展開されていた. 今回の地震は当初の予測 (1988 年 ± 7 年) から大分遅れて発生したものの, そのように集中観測が行われていた中で発生した地震であった.

これらの集中観測によるデータの解析は, 現在多くの研究者により進められているところであり, 今後 AGU 等で順次発表されてゆくと思われるが, ここでは UJNR 第 5 回地震調査部会とその後の field trip で見聞きしたこと, USGS や CISM の HP で得た情報及び Langbein et al. (2004)²⁾ に基いて, 今回の地震の特徴等について報告する. 上記のように, 集めた情報は極めて限定的でかつ予備的解析結果等が多く含まれていることから, 本報告もあくまでも序報である.

今回の地震を予測と比較すると以下の通りである (CISM HP). 今回の地震の発生は 1984 年の予測を部分的に満たすものであったが, 全てが予測通りに起ったわけではない. 予測通り, これまでの Parkfield 地震とほぼ同じマグニチュードで, SAF のほぼ同じセグメントを破壊した. しかし, 北西から始まって南東に破壊が広がった 1922 年, 1934 年, 1966 年の地震と違って (予測と違って), 今回の地震では破壊は南東から始まり北西に伝播した. また, 1934 年, 1966 年の地震では 17 分前に本震付近の同一のアスペリティパッチで M5 の前震活動があったが, 今回は $M > 0$ の前震活動はみられなかった. 1966 年の地震では直前に, 断層面に沿うクリープ活動を示す water pipe の破裂や地表の crack が断層直上で見つかったが, 今回はそのような現象は認められなかった.

また, 余震域は 1966 年の地震のそれとほぼ同じ範囲であるが, 余震域の南東への広がり, 本震から 7 ~ 8 km 程度であり, 1966 年の地震の場合より有意に短い. 余震の震源は, 1966 年の地震の余震や background の地震活動のそれと同じ位置に分布する傾向がある²⁾. この地域の background の地震活動の約 4 割が repeating earthquakes である³⁾ ことから, 余震の中には repeating earthquakes の再活動が多数含まれていると想像される. なお, SAFOD では M2 クラスの隣り合う二つの repeating earthquake の震源断層を掘り抜くことを計画している. 次回の活動は 2006 年のはずであったが, 今回の Parkfield 地震の 2 日後に時期を早めて発生した. このことは, M6 の地震の震源域の端部に位置する小さな (約 100 m 程度) アスペリティのパッチが, M6 の地震が発生しても保存されていることを示している.

地震波形データと GPS データのインバージョンにより推定された地震時すべりの分布 (の予備的結果) によると, 1) 余震の分布とアスペリティの分布は相補的である, 2) 1966 年の地震のアスペリティの分布と似た分布のようにもみえる. 一方, 測地データのインバージョンによる推定結果では, 同様に測地データから推定された 1966 年の地震の結果とやや異なる. 今回の地震では Gold Hill より南東側へはすべりが及んでいない. ただし, この傾向は地震波形データのインバージョン結果でも同様である.

また測地データに基いて推定された1966年以降の slip deficit は、今回の地震でその全ては解放されなかった（特に余震域の南東部及びその南東側延長で）。

現時点では、（1）1966年以降の slip deficit のうち、今回の地震で解放されなかった分は、いつどのように解放されるのか？（2）今回の地震の発生が予測より遅れた原因は？（3）何故南東側から破壊したか？ preslip は検出されたか？（4）fluids の役割は？等の問題に答えを出す段階に至っていない。（1）については、現在も継続している postseismic slip の観測結果を含めて検討する必要がある。また、（2）については、Parkfield 地震のセグメントの南東に隣接する1857 Fort Tejon 地震（M8）を起こした大きなアスペリティのパッチとの interaction⁴⁾ を考えれば、今回の Parkfield 地震の発生が遅れたのは当然のようにも思える。（3）については、震源域周辺に設置されている孔井式歪計の観測データでは、10 nanostrain を越える変化はみられなかったとのことである²⁾。いずれにしても、今回の地震により貴重なデータが得られたことから、今後 SAFOD を含め集中観測データの解析に基づく詳細な研究の進展によって、これらの問題が解決されることが期待される。

参考文献

- 1) Bakun, W. H. and T.V. McEvilly, Recurrence models and Parkfield, California earthquakes, *J. Geophys. Res.* 1984, 89, 3051-3058.
- 2) Langbein, J., R. Borchardt, D. Dreger, J. Fletcher, J. L. Hardebeck, M. Hellweg, C. Ji, M. Johnston, J. R. Murray, R. Nadeau, M. J. Rymer, and J. A. Treiman, Preliminary Report on the 28 September 2004, M 6.0 Parkfield, California Earthquake, *Seism. Res. Lett.*, submitted, 2004.
- 3) Nadeau, R. M., W. Foxall, and T.V. McEvilly, Clustering and periodic recurrence of microearthquakes on the San Andreas Fault at Parkfield, California, *Science*, 1995, 267,503-507.
- 4) Ben-Zion, Y., J. R. Rice, and R. Dmowska, Interaction of the San Andreas Fault creeping segment with adjacent Great rupture zones and earthquake recurrence at Parkfield, *J. Geophys. Lett.*, 1993, vol.98, NO.B2, 2135-2144.