

2010年9月14日、15日 地震研共同利用研究集会(2010-W-04)

リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリングに関する研究の高度化

- 地震発生帯の構造の時空間変化の解明に向けて -

大地震のすべり分布に対応する小地震の応力降下量

山田卓司（北大理）, Paul G. Okubo (USGS), Cecily J. Wolfe (Univ. of Hawaii)

Coherent variation in stress drop of small earthquakes to the slip distribution of a large earthquake

Takuji Yamada (Hokkaido Univ.), Paul G. Okubo (USGS), and Cecily J. Wolfe (Univ. of Hawaii)

1. はじめに

2006年10月15日に、ハワイ島北西岸のキホロ湾地下39kmにおいて、Mw6.7のキホロ湾地震が発生した。このキホロ湾地震（以下、本震と呼ぶ）は、ハワイ諸島の重みに起因する上部マントル内のひずみが引き起こした地震であると考えられている（例えば、McGovern, 2007）。

本研究では、強震動波形を用いた波形インバージョンを行い、本震のすべり分布を求めた。次に、本震断層面上で起きたと考えられる小地震の応力降下量を解析し、本震のすべり分布との関連を調べた。

2. 解析手法と結果

はじめに、本震のすべり分布を求めるために、経験的グリーン関数および複数のtime-windowを用いた波形インバージョン解析を行った。なお、経験的グリーン関数の計算には、Mw5.2の余震波形を用いた。Global CMT解の2つの節面をそれぞれ断層面であると仮定して解析を行った結果、本震の破壊は東西走行の断層面上を東から西へと一方向に伝搬したこと、破壊伝搬速度は3.0km/s（S波速度の63%に相当）よりも速かったこと、破壊開始点の西側に大きなすべりをおこした領域があることが明らかになった（Figure 1）。この結果は、余震の震央が東西方向に分布していること、および余震の震央が本震西側に多く分布していることと調和的である。

次に、2006年と2007年に本震震源域で起きた $2.5 < M_w < 3.5$ の地震について、静的応力降下量を求めた。解析した39地震のうち37地震が余震である。解析の結果、静的応力降下量は0.12MPaから8.6MPaの間の値をとり、本震時に大きなすべりを起こした部分で起きた余震は大きな応力降下量を持つことが明らかになった (Figure 2)。

3. 考察と課題

小地震時の Strength excess や、overshoot あるいは undershoot が顕著に大きくはないと仮定すると、Figure 2 で示した結果は、本震時に大きなすべりを起こした場所が、大きな「強度と動摩擦応力の差」を持っていた可能性を示唆している。2006年キホ口湾地震は、定常的な地震活動度が低い場所で起きたため、応力降下量解析ができた小地震のうち、本震前に起きた地震は2つしかない。したがって、「強度と動摩擦応力の差」が定常的に大きかったのかどうかは、残念ながら不明である。

一方、Allmann and Shearer (2007)は、2006年の Parkfield 地震（以下、PE06 と表記する）の震源域およびその周辺で起きた小地震の応力降下量は、PE06の前後で変化がなかったこと、また、PE06の震源域で起きた小地震は定常的に大きな応力降下量を持っていたことを示している。この結果は、小地震の応力降下量を定常的に調べることにより、「強度と動摩擦応力の差」の不均質分布をマッピングできる可能性を示唆している。PE06の震源域のサイズは20km程度であるが、本研究で示されたようなより小さな不均質構造も、小地震の応力降下量を見積もることにより推定できるかもしれない。

Figure 2 で示したような「本震のすべり量と小地震の応力降下量の相関」が他の大地震でも見られるのかどうかを調べるため、現在、日本で起きた過去の大地震についても同様の解析をすすめている。

4. 謝辞

本研究では、USGS National Strong-Motion Project の強震動波形データを使用しました。

5. 参考文献

- Allmann, B. P., and P. M. Shearer (2007),
JGR, 112, B04305, doi:10.1029/2006JB004395.
- McGovern, P. J. (2007)
GRL, 34, L23305, doi:10.1029/2007GL031305.

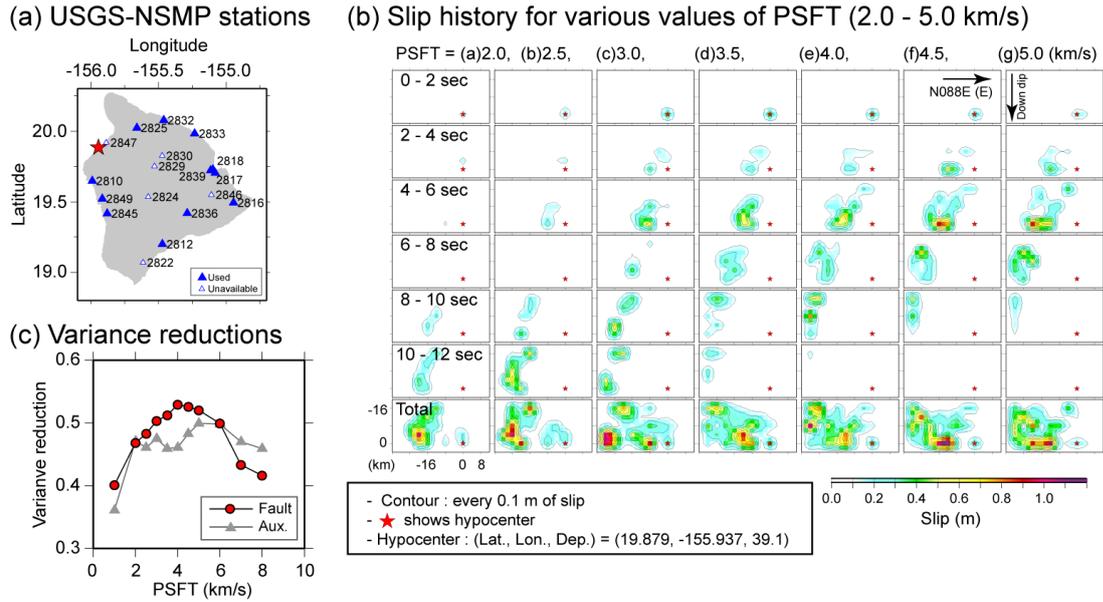


Figure 1. (a) Stations of the USGS National Strong-Motion Project (NSMP) on the Island of Hawaii. Stations shown with solid symbols are used in the waveform inversion. Seismograms at stations with open symbols lack records for the main shock. Star shows the epicenter of the main shock. (b) Slip history for various propagation speeds of the first time window (PSFT). Star at (0, 0) km shows hypocenter. Contours are drawn in 0.1 m interval of slip. Snapshots for values of the PSFT equal to or faster than 3.5 km/s have almost the same slip distribution in the corresponding time periods, which suggests that the rupture speed was faster than 3.0 km/s (63% of the shear wave velocity). (c) Variance reductions for various values of PSFT. Red and gray plots indicate values for the fault and auxiliary planes, respectively.

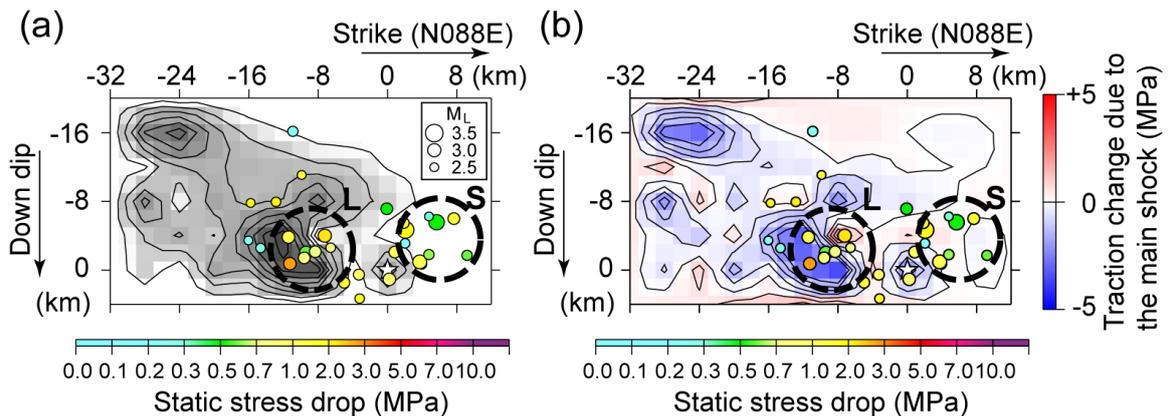


Figure 2. Static stress drops of small earthquakes plotted on (a) the slip distribution and (b) the traction change parallel to the slip direction of the main shock (PSFT = 3.5 km/s), similar to Figure 8. Color of solid circles indicate the value of the static stress drop and the size of symbols shows magnitude. Contours are drawn in 0.1 m (Figure 2a) and 0.5 MPa (Figure 2b) intervals, respectively. Earthquakes in and on the edge of patches with a large slip during the main shock (marked with L) are likely to have larger stress drops than those occurred at an area with a very small displacement during the main shock (marked with S).