

福岡県西方沖の余震活動での相対的静穏化と ストレスシャドウと前駆すべりのシナリオについて

尾形良彦(統計数理研究所)

余震の確率予報によるとM5.5以上の大余震の可能性は高々10%と見積もられていたが、本震後1ヶ月経って4月20日朝にM5.8の最大余震が起きた。余震の確率予報は余震活動が改良大森関数に則って順調に推移している事を前提としているので、裏を返せば今回の余震活動はそうでなかった可能性が高い。余震活動の静穏化の有無を解析することによって大きな余震または付近での本震以上の地震発生の確率的な予測の利得があがることが期待されているので、今回の余震を解析することで前駆すべりのシナリオをたてて予測を試みた。

その後の最大余震が発生したが、結果的には、警固断層内でのすべりで無いことを除き、考慮したシナリオのいずれでもなかった。しかし、その発振機構や2次余震の震源分布から、前駆すべりのモデルをたてると本余震の静穏化や、時間経過とともに余震分布密度が浅いほうに移動していること、海の中道から博多湾のオフフォールト地震活動が最大余震10日前頃から顕著に低下していることが説明可能である。

最大余震の余震、つまり2次余震についても解析した。これらの中で最大のM5.0の余震が5月2日未明に発生したが、前駆すべりを仮定したストレス変化によって2次余震の静穏化や2次余震がM5.0の余震に向かって収束している様子を説明できる。

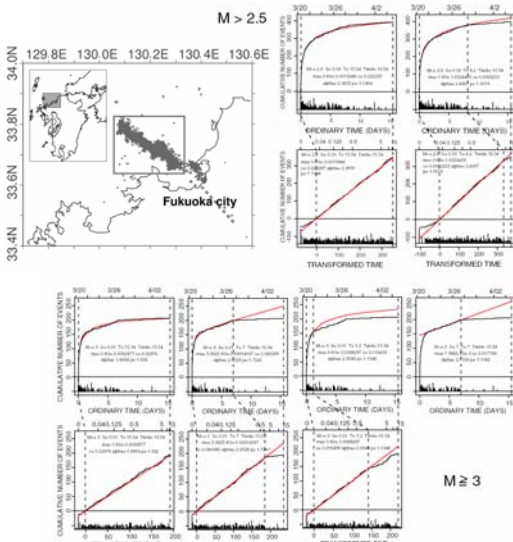


Fig. 1. 2005年3月20日の福岡県西方沖の地震 (M7.0) の4月4日までの余震 (左上の震央図) の累積数 (黒色は実際のもので赤色は理論的なもの) とMT図。上段がM2.6+で下段がM3.0+の余震列。上下段とも左側図は余震全体に一つのETASモデルを当てはめたもの、上段右側図は変化点(3月28日の点線 $\Delta AIC = -5.2$) を境に前半はETASで後半はポアソン過程モデルを当てはめたものである。下段右3列の図は、左から順に同様のモデル(3月27日, $\Delta AIC = -4.2$)、そして2回分の変化点のモデル(3月21日と27日, $\Delta AIC = -4.2$) の図である。横軸は点線で繋いだ2図の上図が通常の時間経過で下図がETASによって変換された時間。

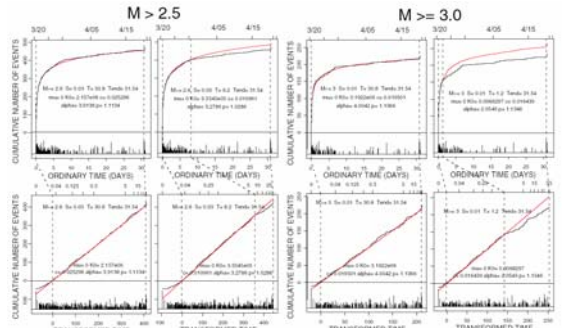
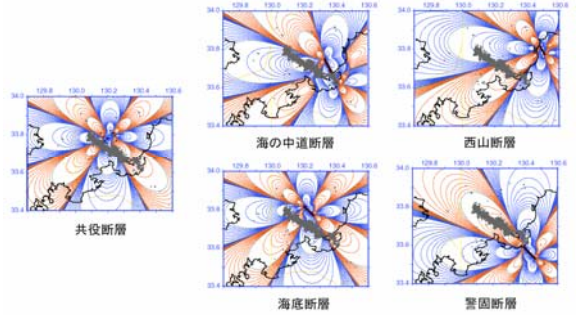


Fig. 2. 第1図の余震列の4月20日の最大余震 (M5.8) までの累積数とMT図。第1図と同じ変化点で有意な静穏化の継続がみられる (M2.6+で $\Delta AIC = 0.0$, M3.0+で $\Delta AIC = -7.8$) 。

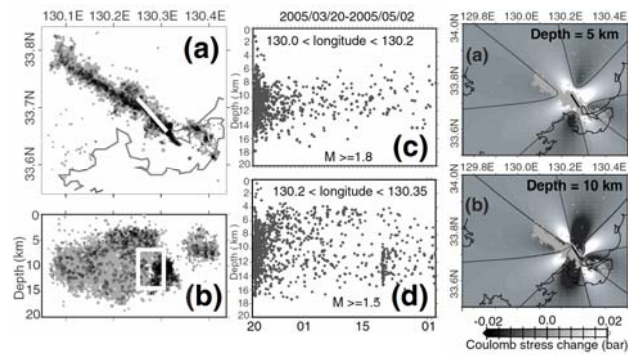


Fig. 3. 5月2日までの余震震央分布 (左上)、地表線分XYで切った深さ断面の余震分布 (左下)、全ての余震域の余震の深さ対経過時間 (中上) および最大余震寄りの領域のもの (東経130.2度以東、中下図)。黒丸プロットは最大余震発生以後のものである。黄色線の領域内 ($H = 8\text{km}$, $L = W = 8\text{km}$, $\text{strike} = 320$) で仮定された左横ずれの前駆すべりによる、本震と同様の左横ずれのメカニズム5) ($\text{strike} = 300$) の余震に対する、深さ5km (右上) と深さ10km (右下) でのDCFSパターン; 赤色が正の値で、青色が負の値。

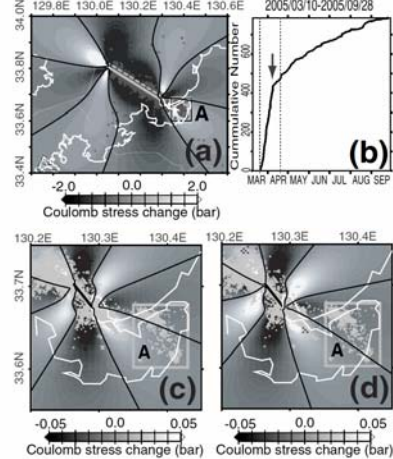


Fig. 4. 博多湾地域でのオフフォールト余震活動 (下図中央の累積数、縦の点線は最大余震の発生時) に対する深さ7km前後での ΔCFS パターン。本震モデル5) (上2図) と最大余震の前駆すべりモデル (下両図、第3図参照) に対して受け手の断層群は左横ずれを仮定、走行は海の中道近辺 (左側2図) で300度、箱崎近辺 (右側2図) で320度。

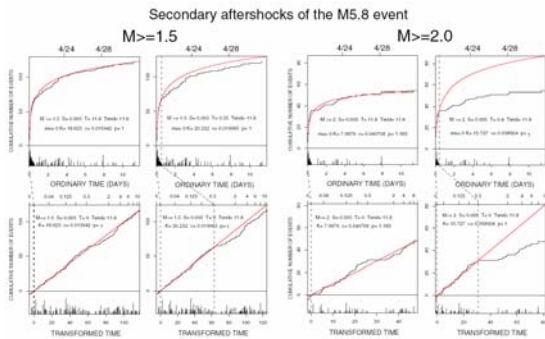


Fig. 5. 左上4図は最大余震 (M5.8) の2次余震 (M2.0+) で5月2日未明のM5.0の余震までの累積数とMT図。左側の列のものが全体区間、右側のものが点線の時刻 (0.4日) を境に別々の改良大森公式モデルを当てはめたものである。変化モデルを支持する有意性は $\Delta AIC = -1.0$ である。

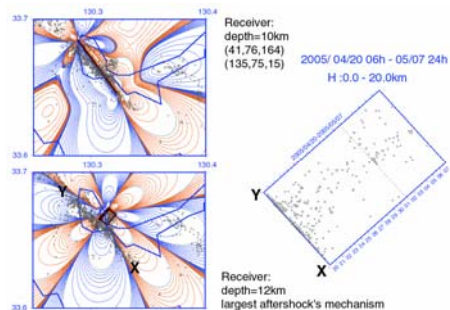


Fig. 6. 最大余震 (M5.8) の断層モデル (第3図参照) に対してM5.0の余震の断層パラメタ (気象庁メカニズム解) を受け手としたときの ΔCFS パターン。右下図は逆にM5.0の2次余震の前駆すべり断層モデルに対して最大余震のメカニズムを受け手とする ΔCFS パターン。右上図は2次余震の震源帯X-Yに沿った時間空間プロットで、点線はM5.0の2次余震の発生時刻。