

平成 22 年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2010 - G - 24

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：長期的スロースリップイベントの発生と非火山性微動の振幅度数分布変動の関連英文：Relation between variation in amplitude-frequency distribution of non-volcanic tremors and occurrence of the 2009-2010 long-term slow slip event in Bungo Channel region, southwest Japan4. 研究代表者所属・氏名 広島大学大学院理学研究科・須田直樹(地震研究所担当教員名) 東京大学地震研究所・鶴岡 弘

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日数	旅費支給
須田直樹	広島大学・准教授	臨時観測点への出張等	2010 4/1 - 2011 3/31	365	有

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード：非火山性微動, スロースリップ, 豊後水道, Reduced Displacement

成果概要：豊後水道地域では、2ヶ月に1回の割合で活発な微動活動が観測されており、これはほかの地域と比べて最も活発な活動である。また、これまでに1997-1998年、2003-2004年、そして2009年後半から2010年にかけて、長期的スロースリップイベントが観測されてきた。通常の地震では、規模の頻度分布の傾きであるb値は地震発生域の応力状態を反映して値の変動を示すが、微動について同様の量が2009-2010年の長期的スロースリップの前に変動するか調べた。データは、2004年から2009年の短周期および広帯域地震計の上下動連続記録を用い、微動の検出・震源決定を行ったのち、微動の見かけの地震モーメントであるReduced Displacement (RD)を求めた。そして、微動活動期ごとにRDの度数分布の傾きを求め、それらが時間変動を示すか調べた。その結果、RDの度数分布の傾きは、長期的スロースリップ発生前の6年間にわたってほぼ一定であることが分かった。

7. 研究実績報告 (公表された成果のリスト*¹または2000~3000字の報告書)(*¹論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

1. はじめに

西南日本では、沈み込むフィリピン海プレート沿い深さ約 35km 付近で深部非火山性微動が帯状に発生している (Obara 2002)。この帯状発生最西端の豊後水道地域では、微動活動がおよそ 2 か月に 1 回の頻度で見られ、その発生様式には豊後水道のみで発生し収束する場合と、四国西部地域の活動と連動して発生する場合がある。また、この地域では微動発生域よりも浅部プレート境界において、1997 年、2003 年、2010 年に長期的スロースリップイベントが発生しており (Hirose et al., 1999; Ozawa et al., 2004; Hirose et al., 2010)、定性的にはその発生が微動活動を活発化させることが示されている。

Gutenberg-Richter 則の b 値は 1 に近い値をとるが、地震発生領域が高応力状態ほど小さい値をとることが示されている (e. g. Schorlemmer et al. 2004; Schorlemmer et al. 2005)。また Nakaya (2006) は 2003 年十勝沖地震前の地震活動を解析し、 b 値は本震発生に向かって小さくなることを示している。豊後水道において、深部非火山性微動の b 値に対応する値が長期的スロースリップの前にどのように変化したかを調べることは興味深い。本研究では、豊後水道地域の地震観測点の連続波形記録を解析し、微動の Reduced Displacement を求め、それらの頻度分布を求めた。求められた頻度分布の傾きの時間変化を調べたところ、2010 年長期的スロースリップイベントの前には有意な時間変化が見られないことが明らかになった。

2. 解析

微動の場合は、図 1 で示されるように Reduced Displacement (以下 RD 値と呼ぶ) の頻度分布が片対数グラフで直線となる exponential 分布を示すことが知られている (Hiramatsu et al. 2008)。そこで、本研究ではこのような頻度分布の傾き (以下 s 値と呼ぶ) を微動の活動期ごとに求めた。データは、2004 年 1 月から 2009 年 8 月までの JDXnet および豊後水道日振島に広島大学が設置した臨時観測点 (図 2) の上下動連続波形記録を用いて、全 40 活動期の微動活動 (図 3, 表 1) について s 値を求めた。

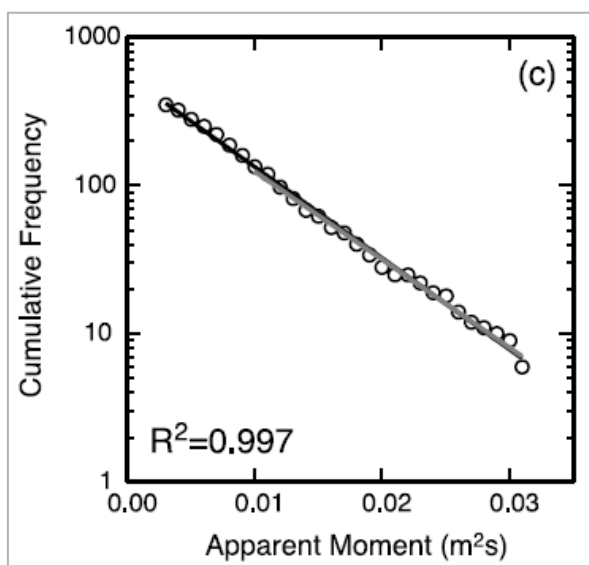


図 1 微動の RD 値の頻度分布 (Hiramatsu et al. 2008)

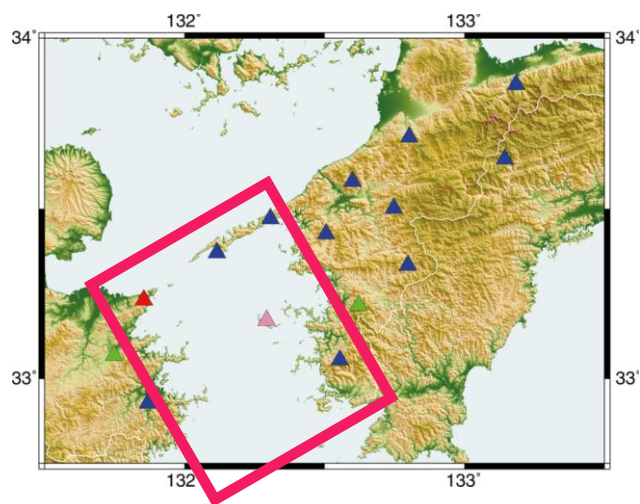


図 2 三角のシンボルは地震観測点 (青 : Hi-net; 赤 : 九州大学; 緑 : 気象庁; ピンク : 広島大学)。赤枠は解析した領域を示す。

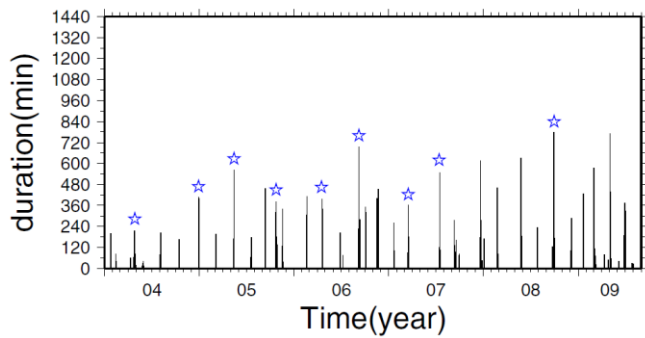


図3 各活動期における微動の継続時間。星印は四国西部との連動微動を示す。

表1 解析した微動の活動期間,卓越アスペリティ, 四国西部との連動性

2004	1	25~26	SW	2007	1	20~21	SW			
	2	13~15	NE		3	16~20	NE	☆		
	4	9~10	SW		7	16~19	SW			
	4	20~30	SW		☆	9	10~13	NE	☆	
	5	26~30	SW			9	17~18	SW		
	8	1~5	SW			9	30~10/1			
	10	13~15	SW			12	19~28	SW		
	12	28~1/2	SW		☆	2008	1	3~5	NE	
	2005	3	5~7		SW			2	23~28	SW
		5	12~14		NE		☆	5	24~29	SW
		7	18~21		SW		7	27	SW	
		9	11~13		SW		9	24~29	NE	☆
10		21~29	NE	☆	12	3~6	SW			
11	16~19	NE		2009	1	20~22	NE			
2006	2	18~20	SW			3	02~10	SW		
	4	18~20	NE		☆	4	11			
	6	27~28	SW		5	3~7	NE			
	7	9			6	26~7/3	NE			
	9	6~12	SW	☆	8	2~3				
	10	4~6	SW							
11	16~23	NE								

波形データに Suda et al. (2009) の方法を適用して微動の検出と震源決定を行った。震源が決定された場合は, Reduced Displacement (Aki & Koyanagi, 1981) $A \cdot r$ (A : 変位 RMS 振幅, r : 震源距離) を計算した。その際, 変位エンベロープ振幅の 2 分間 RMS 平均と震源距離から観測点ごとに RD 値を求め, 上位・下位 10% を除いた観測点平均として 2 分ごとの RD 値を求めた。活動期ごとに図 4 および図 5 (c) に示されるような頻度分布を作成し, 宇津(1965)と同様の式を用いて傾きである s 値を計算した。また, s 値の誤差はブートストラップ法(Efron 1982)で計算した。

豊後水道における微動の活動形態には 2 種類ある。一つは豊後水道で発生し収束するものと, もう一つは四国西部の活動と連動するものである。図 4 および図 5 にそれぞれの場合の震央分布・RD 分布・RD 値頻度分布を示した。豊後水道には日振島を挟んで北東側と南西側に活動の極大が見られることが RD 分布から分かる。ここではこれらをそれぞれ北東アスペリティと南西アスペリティと呼ぶ。解析の結果, 各活動期では 2 つあるアスペリティのどちらかが卓越することが分かった。

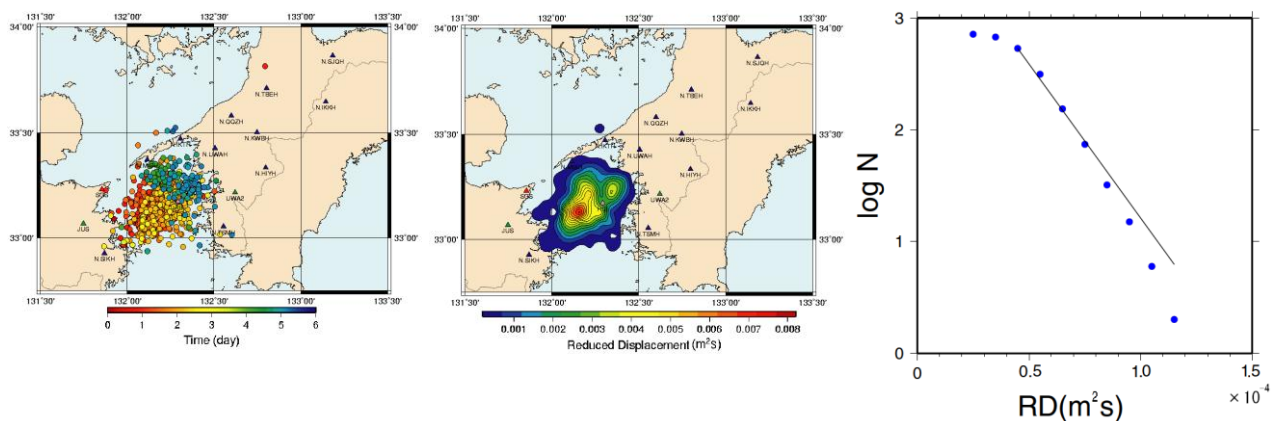


図4 2008年5月24日から29日の微動活動:(a)震央分布。色は震源時を示す。(b)RD分布。RD値を積算して平滑化して求めた。日振島の南西側に活動の極大が見られる。(c)RD値の頻度分布。直線は直線的な部分ではめたもの。

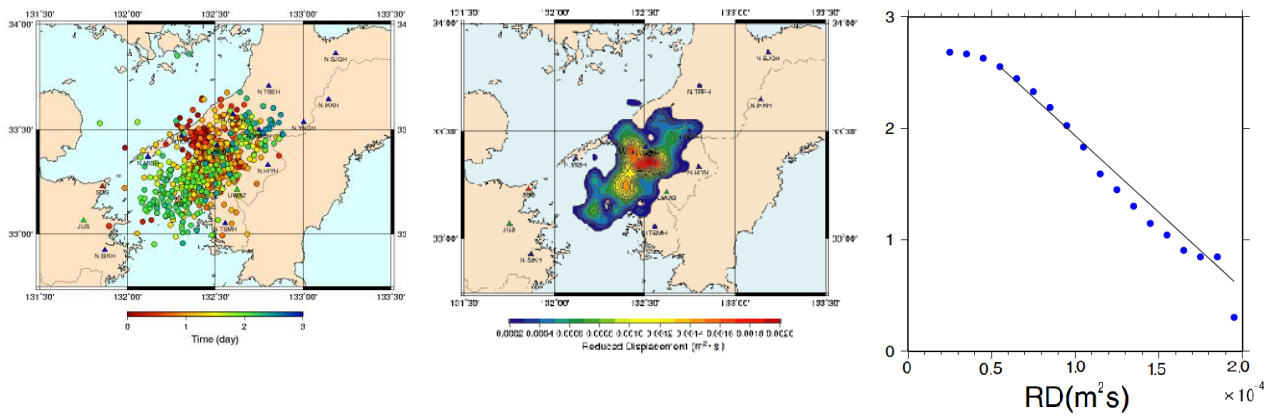


図5 図4と同様。ただし、2006年8月18日から20日の微動活動。この活動では、四国最西部の他に日振島の北東側に活動の極大が見られる。

3. 結果・議論

図6に求められた s 値の時間変化を示す。ここでは、 s 値が精度良く求められなかった小規模な13活動期の結果は削除して示している。長期的スロースリップは2009年の半ばより発生している(国土地理院による)。直線の当てはめでは s 値はやや増加傾向を示しているが、誤差の範囲を超えた有意な変動ではない。

豊後水道地域におけるフィリピン海プレート境界面では、長期的スロースリップ発生に向けて応力が蓄積されて、それが s 値の変動として現れることが期待されたが、対応する変動は見られなかった。微動発生域では2-3ヶ月毎に短期的スロースリップが発生して応力を解放しているため、 s 値は長期的スロースリップ発生の直前でも有意に変動しなかったと考えられる。今後は、長期的スロースリップ発生中における s 値の時間変動を調べる予定である。

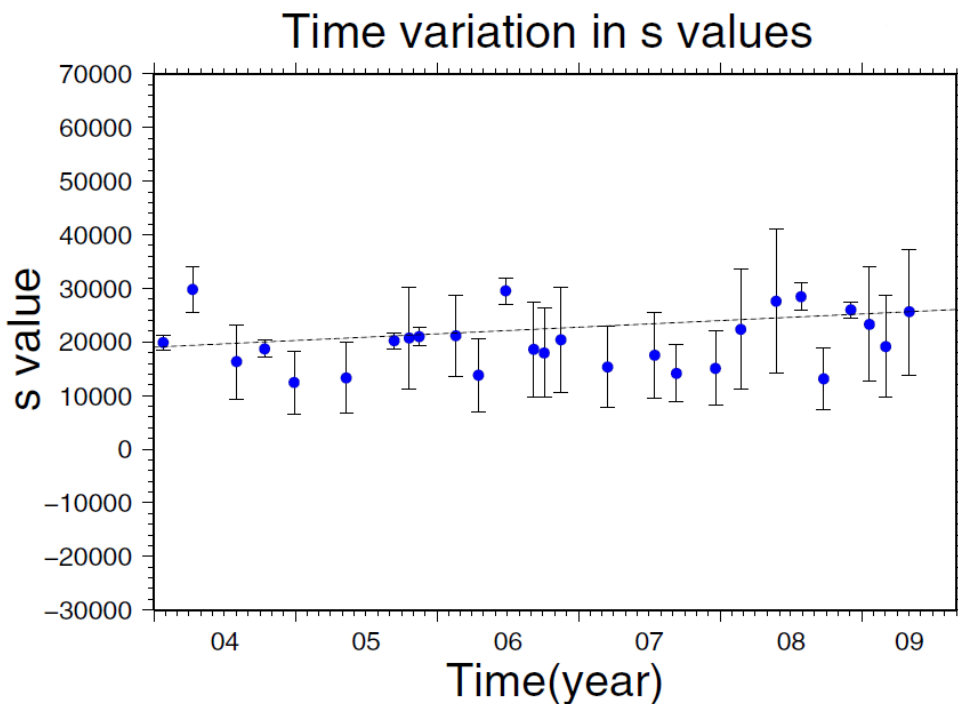


図6 s 値の時間変動。誤差を超えた有意な時間変化は見られない。