９－１　西南日本における深部低周波微動活動（2010 年 5 月～ 2010 年 10 月）
Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (May, 2010 – October, 2010)

防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

西南日本の沈み込み帯で発生する深部低周波微動[1] は，フィリピン海プレートの走向に平行な帯状の領域内で時空間的に集中して発生し[2]，短期的スロースリップイベント[3] や周期 20 秒に卓越する超低周波地震[4]を伴うことがある．2010 年 5 月から 2010 年 10 月までの半年間（第１，２図）で，短期的スロースリップイベント[5] を伴った顕著な活動は，以下のとおりである．

・2010 年 5 月 23 日～ 5 月 28 日，紀伊半島北部～中部．この地域での活動は，2009 年 10 月以来約 7 ヶ月ぶりであった（第３図）．微動活動は，三重県北部で 23 日頃に開始し，その後南側へ活動域が拡大した（第４図）．この活動は，28 日頃まで続いた．

・2010 年 8 月 12 日～ 8 月 19 日，四国西部．この地域での活動は，20010 年 3 月以来，約 5 ヶ月ぶりであった（第３図）．この活動は 12 日頃に豊後水道で開始し，19 日にかけて東へ移動した（第５図）．

・2010 年 9 月 18 日～ 9 月 29 日，紀伊半島中部～南部．この地域における活動は，2010 年 3 月以来，約 6 ヶ月ぶりであった（第３図）．この活動は，三重･奈良県境付近において 18 日頃より開始し，22 ～ 24 日にかけて，北東および南西方向へ，活動域の移動がみられた．南西側の活動はさらに西へと移動し，29 日頃まで継続した．

以上の短期的スロースリップイベントによる傾斜変動を伴う活動について，2010 年 5 月の紀伊半島北部～中部の活動，および 2010 年 9 月の紀伊半島中部～南部の活動は，それぞれの地域に固有の周期とほぼ調和的であった．

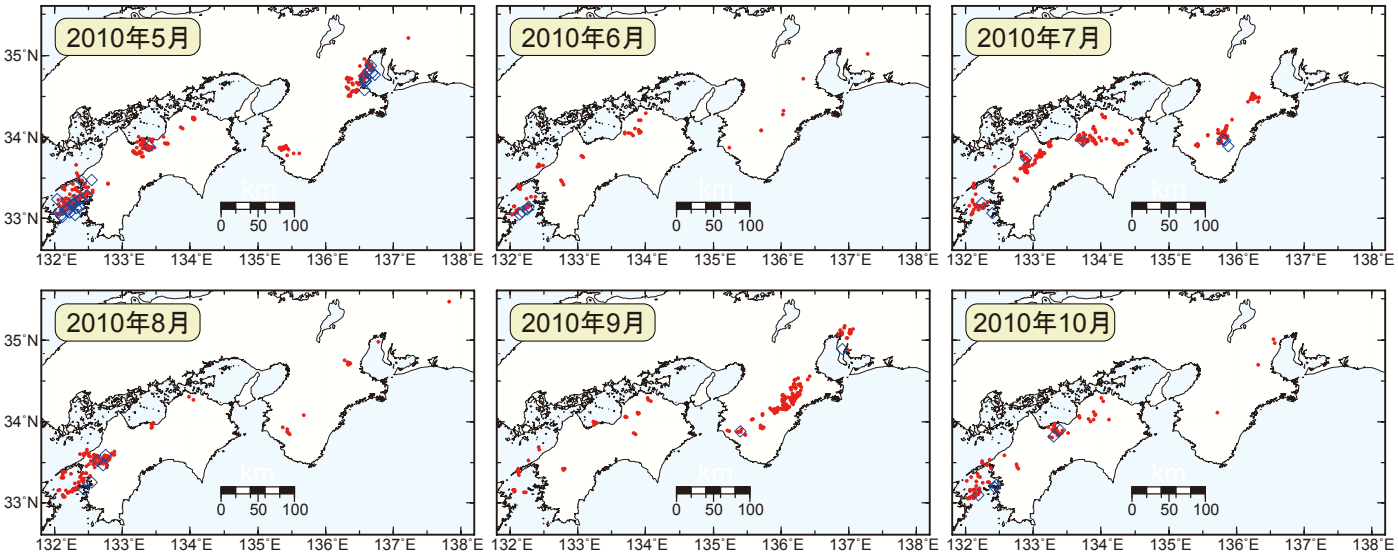
豊後水道においては，南東側の領域を中心として 1 月末より微動活動が断続的に活発化していた（第３，６図）．この領域での微動活動のレートは，6 月頃から低下し始め，10 月現在においては 2010 年 1 月以前のレートに近くなっている．この期間豊後水道においては，長期的スロースリップに対応するとみられる地殻変動が，GPS や傾斜計で捉えられており[6]，地殻変動の加速と減速の時期と，豊後水道の南東側領域で発生する微動の活動レートの増減に対応関係がみられる．

短期的・長期的スロースリップイベントに伴う傾斜変化が明瞭ではない期間にも，微動活動が，紀伊半島中部～南部で 2010 年 7 月下旬に（第２，４図），四国東部で 2010 年 7 月下旬に（第２，５図），四国中部で 2010 年 5 月上旬および 10 月中旬に（第２，５図），四国西部で 2010 年 7 月上～中旬に（第２，５図），それぞれ発生した．

（松澤孝紀・小原一成・田中佐千子）
Takanori Matsuzawa, Kazushige Obara, and Sachiko Tanaka

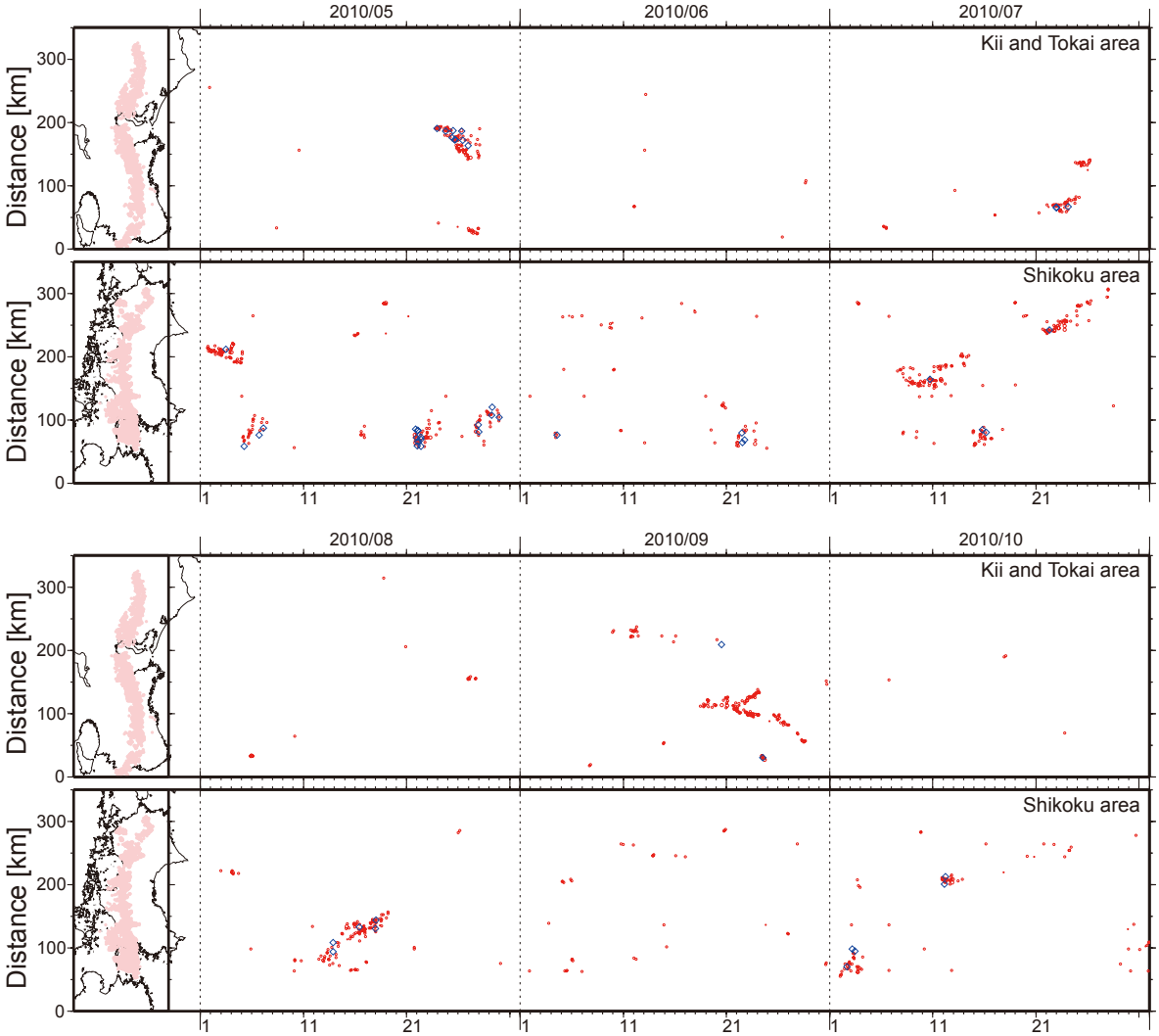
参　考　文　献

1) Obara, K. 2002, Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, Science, 296, 1679-1681.
2) Obara, K., Hirose, H., 2006, Non-volcanic deep low-frequency tremors accompanying slow slips in the southwest Japan subduction zone, Tectonophysics, 417, 33-51.
3) Obara, K., Hirose, H., Yamamizu, F., Kasahara, K., 2004, Episodic slow slip events accompanied with non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, Geophys. Res. Lett., 31, L23602, doi:10.1029/2004GL020848.
4) Ito, Y., Obara, K., Shiomi, K., Sekine, S., Hirose, H., 2007 Slow earthquakes coincident with episodic tremors and slow slip events, Science, 315, 503-506.
5) 防災科学技術研究所，西南日本における短期的スロースリップイベント（2010 年 5 月～ 2010 年 10 月），本連絡会報（9－2）.
6) 防災科学技術研究所，豊後水道長期的スロースリップイベント（2009 年～ 2010 年），本連絡会報（9－4）.
7) Maeda, T., Obara, K., 2009, Hypocenter distribution of deep low-frequency tremors in Nankai subduction zone, Japan, J. Geophys. Res., 114, B00A09, doi:10.1029/2008JB006043.
8) Obara, K., Tanaka, S., Maeda, T., Matsuzawa, T., 2010, Depth-dependent activity of non-volcanic tremor in southwest Japan, Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2010GL043679.



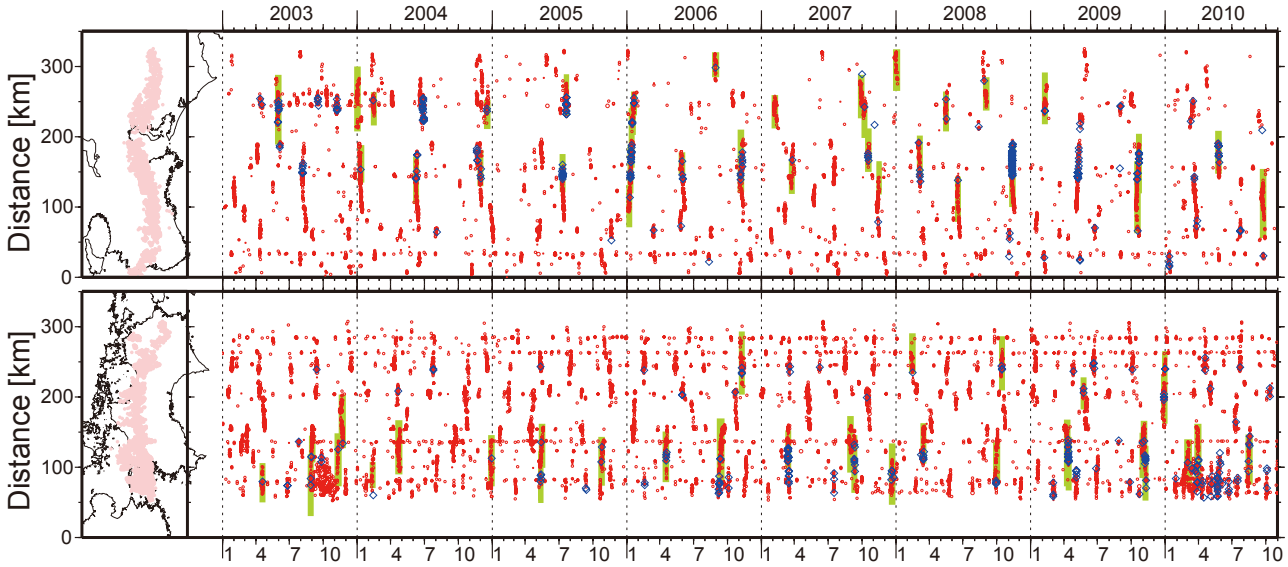
第１図　西南日本で発生した深部低周波微動及び超低周波地震の月別震央分布．赤丸が当該期間の微動の震央を表す．震央はエンベロープ相関・振幅分布ハイブリッド法[7]及びクラスタリング処理[8]によって１時間毎に自動処理された微動分布の重心である．青菱形は深部超低周波地震[4]の震央を示す．

Fig. 1　Monthly epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in southwest Japan from May 2010 to October 2010. Red circles indicate epicenters of tremor for the period shown at the upper-left corner. The epicenter is the centroid location from one hour distribution estimated by the hybrid method based on the envelope correlation considering the spatial distribution of amplitude[7] and clustering process[8]. Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes[4].



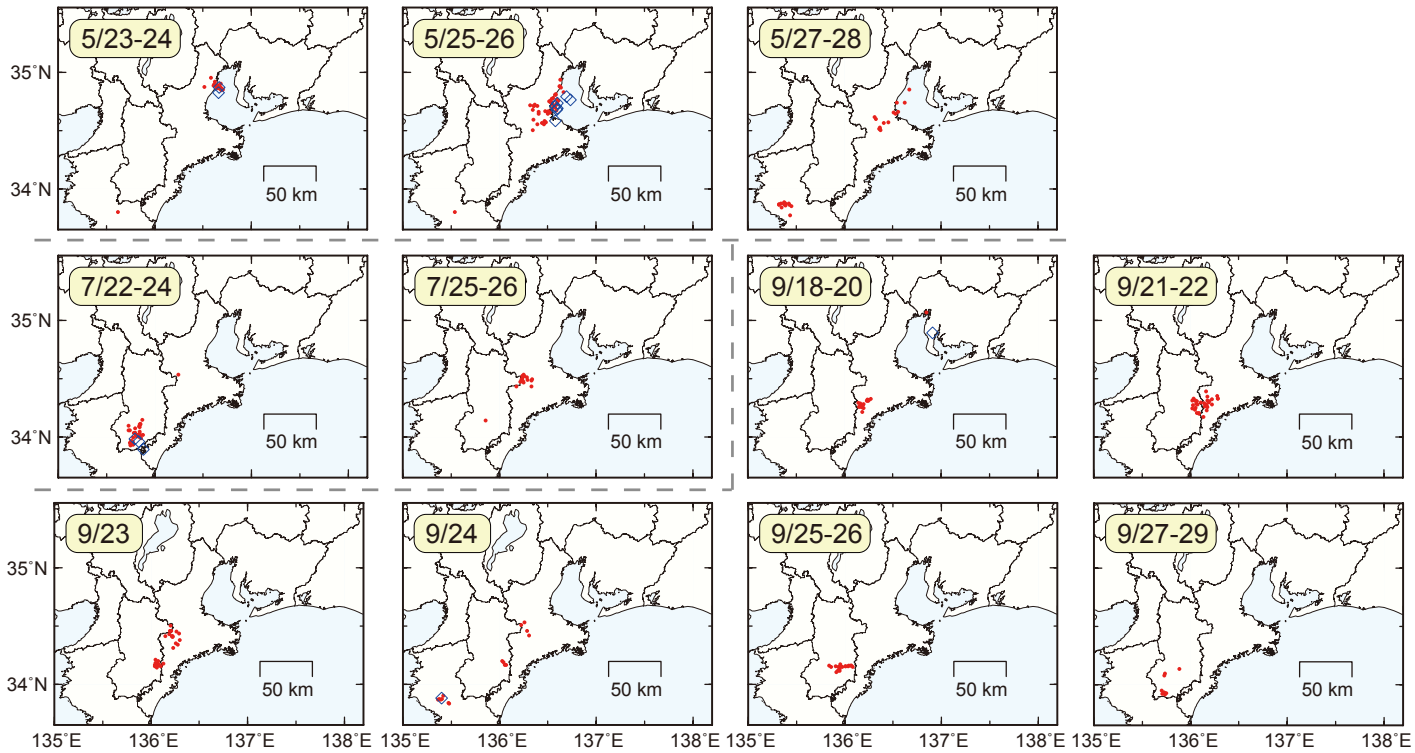
第２図　西南日本で発生した深部低周波微動及び超低周波地震の６ヶ月間の時空間分布．

Fig. 2　Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for six months from May 2010. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



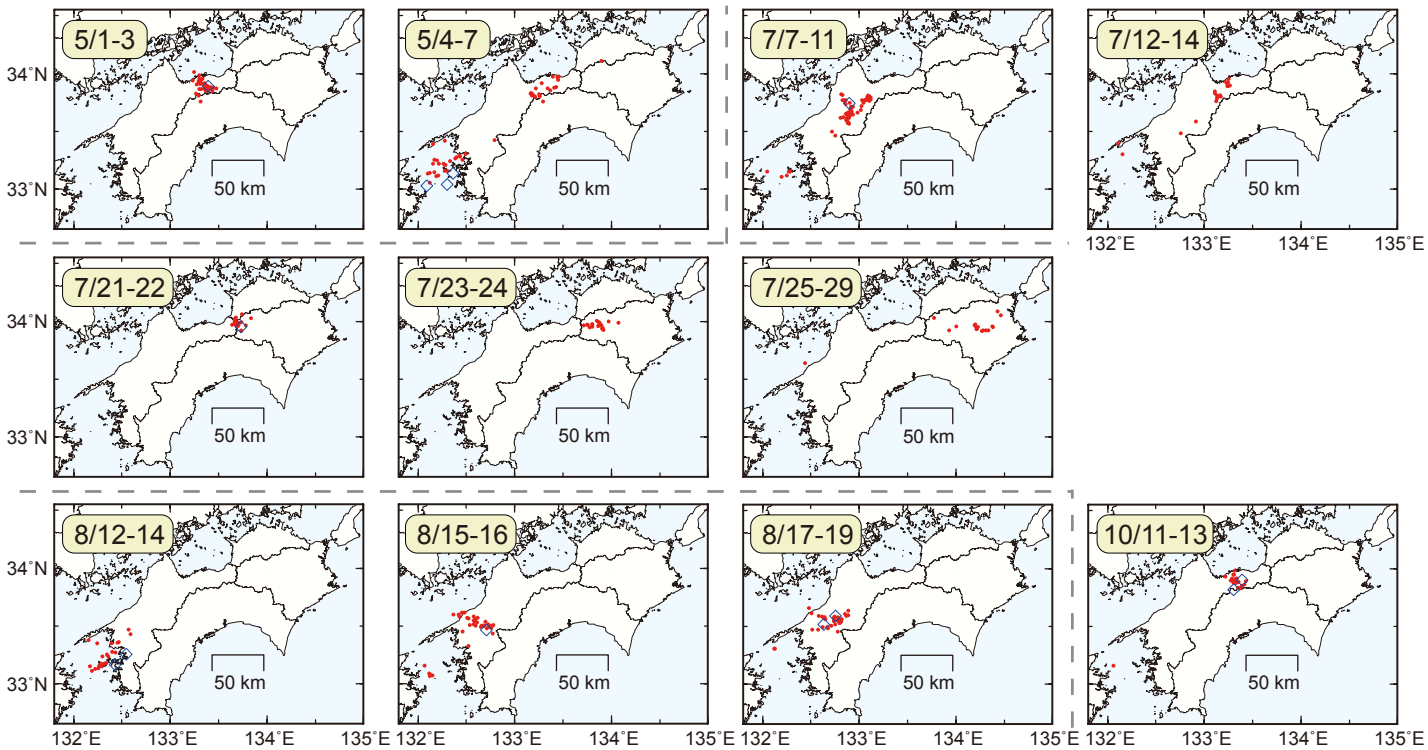
第３図　西南日本で発生した深部低周波微動及び超低周波地震の 2003 年から約８年間の時空間分布．黄緑色太線は，傾斜計によって検出された短期的スロースリップイベントを示す．

Fig. 3　Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about eight years from January 2003. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1. Thick light green lines are short-term slow slip events detected by Hi-net tilt meters.



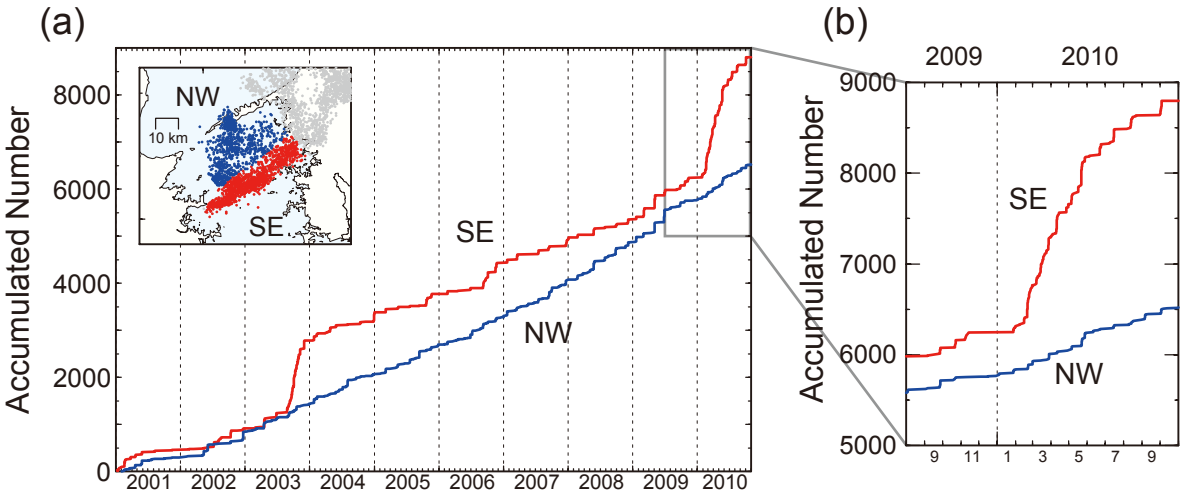
第４図　2010 年５月から 2010 年 10 月までに東海・紀伊半島で発生した主な深部低周波微動及び超低周波地震における震央分布スナップショット．赤丸が当該期間の微動，青菱形が超低周波地震を表す．

Fig. 4　Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep low-frequency earthquakes in Kii and Tokai area for major episodes from May 2010 to October 2010. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第５図　2010 年５月から 2010 年 10 月までに四国で発生した主な深部低周波微動及び超低周波地震における震央分布スナップショット．赤丸が当該期間の微動，青菱形が超低周波地震を表す．

Fig. 5　Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from May 2010 to October 2010. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第６図　(a) 豊後水道南東側（赤線）及び北西側の領域（青線）における 2001 年からの微動活動積算個数．図中の地図には南東側，北西側に位置する微動の分布をそれぞれ赤丸，青丸で示した．また，灰丸は上記以外の領域の微動分布を示した．(b) 2009 年８月～ 2010 年 10 月までの期間の拡大図．

Fig. 6　(a) Cumulative number of tremor since January 2001 in the southeastern (red line) and the northwestern (blue line) region in the Bungo channel. Red and blue circles in the inset map show the tremor distribution which occurred in the southeastern and northwestern region, respectively. Gray circles indicate the tremor in the other region. (b) Enlarged figure of (a) from August 2009 to October 2010.