

8-4 DONET 内で同時期に観測された地震活動変化と圧力変動 -第2報-

Seismicity and pressure changes observed at DONET stations around the same time -Part 2-

独立行政法人海洋研究開発機構

Japan Agency for Marine-Earth Science Technology

鈴木健介・堀高峰・高橋成実・金田義行

Kensuke Suzuki, Takane Hori, Narumi Takahashi, Yoshiyuki Kaneda

海洋研究開発機構は、南海トラフで発生する地震・津波を常時監視することを目的として、熊野灘海域に地震・津波観測監視システム(Dense Oceanfloor Network system for Earthquakes and Tsunamis: DONET)を展開している。DONET の各観測点には、広帯域地震計・強震計・ハイドロフォン・微差圧計・水晶水圧計・温度計が設置され、海底ケーブルに接続されているためにデータがリアルタイムで常時陸上に伝送されてきている。陸から離れた海域に地震計が設置されているため、陸上観測点のみでは捉えることのできない微小地震を検知することが可能であり、微小地震を含めた詳細な地震活動およびその変化を捉えることができる。同様に、水圧計が常時海底に設置されているため、連続的に水圧変化を監視し、ローカルな地殻変動を捉えることが可能である。

海洋研究開発機構では、DONET に設置した広帯域地震計(図 1, 2)の記録から DONET 周辺の地震の検知を独自におこなっているため、トラフ軸近傍においても気象庁一元化カタログには載っていない微小地震を検知することができる。同一条件のもとで地震の検知がおこなわれた 2012 年 2 月~2014 年 3 月に発生した地震(図 1 の破線で囲まれた領域内)に ETAS モデル(Ogata et al., 1989)を適用(パラメータ推定は 2012 年のデータのみを使用)し、地震活動のモニタリングをおこなった。ただし、図 2 を参考に解析には M1.5 よりも大きな地震を用いた。地震の積算個数およびその傾き(図 3b)や積算個数の ETAS モデルとの残差(図 3a)に注目すると、2013 年 2~3 月以降はモデルから期待されるよりも地震活動が低調である。2013 年 6 月 18 日に M3.5 の地震が DONET 近傍で発生し、一旦はモデルから期待される程度まで地震活動が活発化したように見られたが、依然として地震活動は低調なままである。これらの地震活動の低下は主に 2004 年 紀伊半島沖地震の最大余震近傍のクラスター内の地震活動変化に起因する(図 5)。

各水圧計のデータから潮汐変動を除去したデータ(図 6)の一日ごとの平均値から隣接している同ノード内の観測点の平均値を差し引いた圧力計記録を作成し、2012 年の 1 年間のデータを用いて推定した線形トレンドを除去した圧力計記録を図 7 に示す。一部の観測点では機器の非線形ノイズによるステップ状の変化が存在する。一方、一部の観測点では線形トレンドの除去が不十分であることを考慮して変動の有無を確認すると、B ノードを除いた観測点では、地殻変動由来だと考えられる変動は確認できない。B ノードに注目すると、地震活動が低調になり始めた 2013 年 2~3 月から線形トレンドからのずれが圧力計に生じている(KMB05: +8 cm, KMB06: -2 cm, その他の観測点: ~0 cm)。

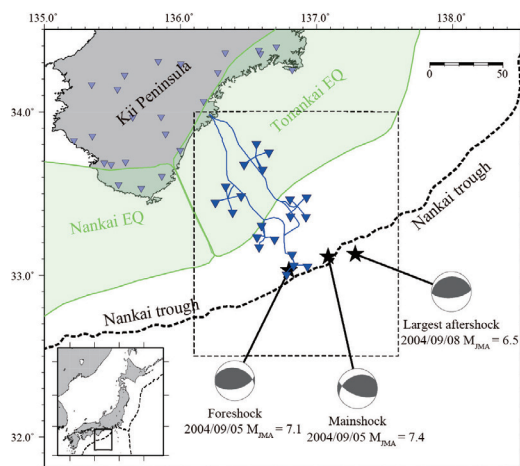


図1 観測点配置. ▼ : DONET, ▲ : 陸上観測点.
Fig. 1 Station distribution.

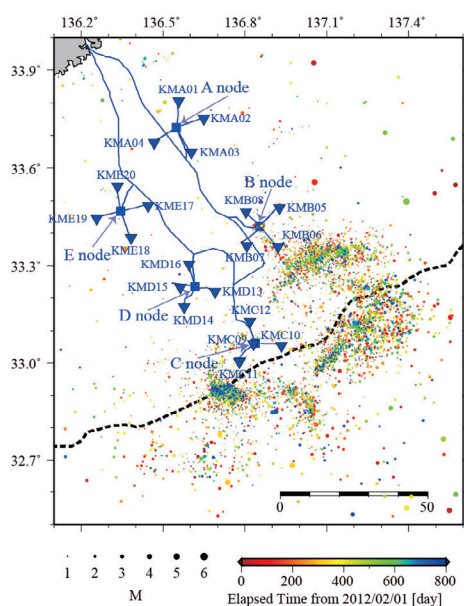


図2 観測点と震央分布図. ● : 発震時刻によって色分けをした震央. ▼ : DONET 観測点. ■ : ノード.
Fig. 2 Distribution of the DONET ocean-bottom seismic stations and the earthquakes detected in this study off the Kii Peninsula. Plotted area is shown by dashed rectangle in Figure 1. Earthquakes are plotted by circle and those colors and sizes represent elapsed time form 1st February 2012 and earthquake magnitude. Blue reverse triangles and squares show stations and science node deployed to DONET. The fiber optic cables connected to them are shown by blue line.

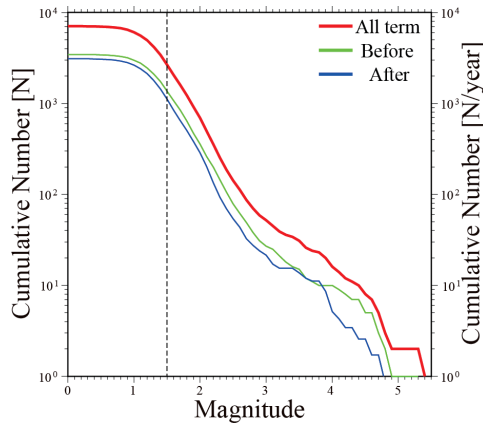


図3 図1内の破線で囲まれた領域内において発生した地震の累積頻度分布(左, 赤実線:全期間)と一年間あたりの発生個数に換算した累積頻度分布図(右, 緑:2012年2月1日~2013年1月31日, 青:2013年02月01日~2013年3月31日)。

Fig. 3 Frequency-magnitude distribution of earthquakes in our catalogue. Black dashed line is the lower cut-off magnitude used in this study. Left axis shows cumulative number of all earthquakes in our catalog (Red line (All term): 1st February 2012 ~ 31st March 2014). Right axis shows cumulative number converted to number per 1 year (Green line (before): 1st February 2012 ~ 31st January 2013, Blue line (after): 1st February 2013 ~ 31st March 2014).

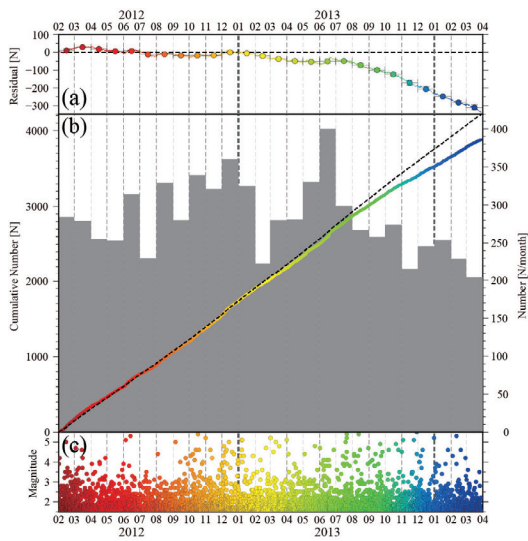


図4 図1内の破線で囲まれた領域内において発生した地震の ETAS モデルによる地震活動評価。カラーは、2011 年 1 月 1 日からの経過日数を表す。(a) 積算発生個数の残差(観測-ETAS モデル)の月平均。(b) 積算発生個数(カラー:観測, 破線:ETAS モデル)と月別発生個数(棒グラフ)の時系列。(c) MT 図。

Fig. 4 Comparison of observed seismicity and the expectation by the ETAS model. We used earthquakes occurred in the dashed rectangle in Figure 1 and having more than magnitude 1.5. Color of each symbol shows elapsed time from 1st February 2012. (a) Residual between observed and expected cumulative number of earthquakes. (b) Left: Colored and dashed lines show the observed and expected by ETAS model cumulative number of earthquakes. Right: Gray bars show numbers per 1 month of earthquakes. (c) MT diagram of earthquakes.

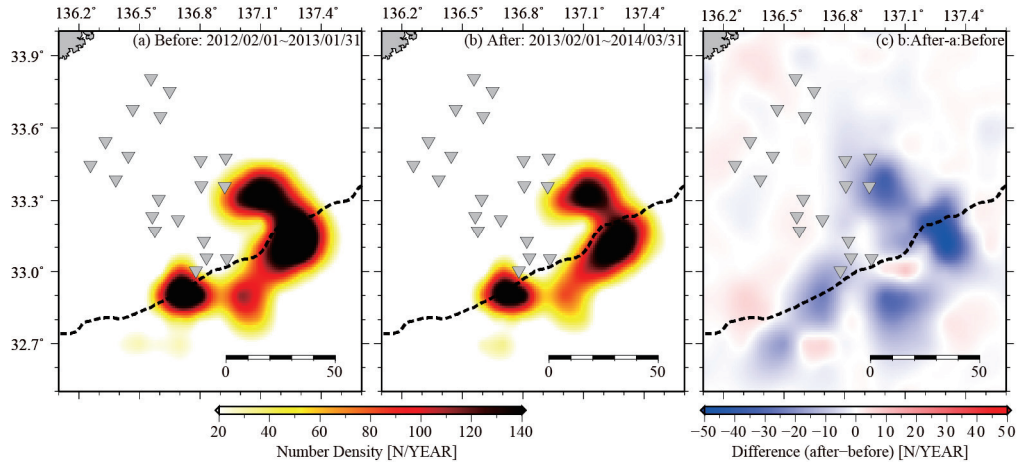


図5 地震の発生個数の数密度分布図. (a) 2012 年 2 月 1 日～2013 年 1 月 31 日. (b) 2013 年 2 月 1 日～2014 年 3 月 31 日. (c) 2013 年 2 月 1 日前後の差.
Fig. 5 Spatial distributions of earthquake number density per year.

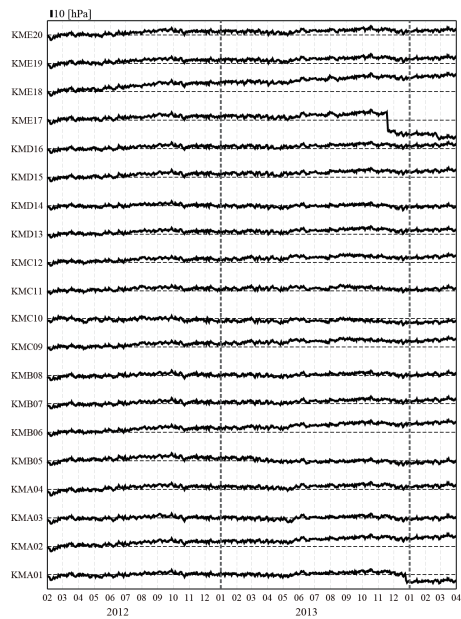


図6 潮汐変動を取り除いた DONET 観測点における圧力計記録.
Fig. 6 Ocean-bottom pressure changes at each station deployed to DONET with tidal component removed.

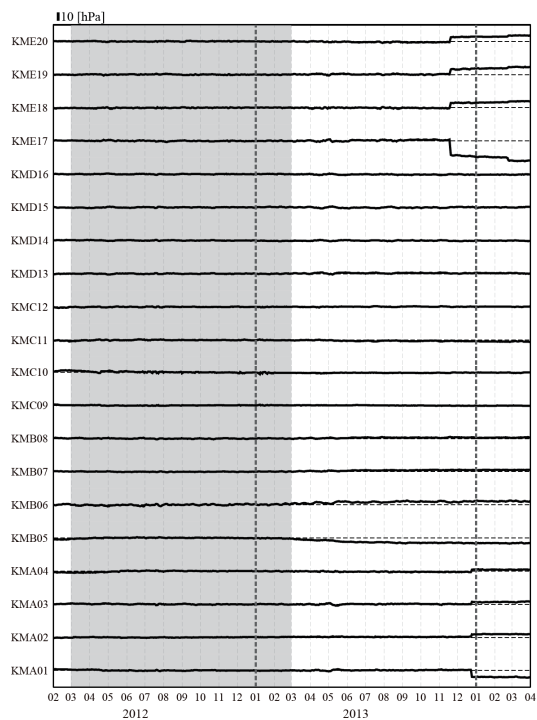


図 7 海底面の上下変動に起因した DONET 観測点における圧力変動 (DONET 内)

Fig. 7 Ocean-bottom pressure changes at each station deployed to DONET with ocean mass variation and sensor drift components removed. Gray area is the term for estimating the sensor drift.