

地震災害軽減を目指した地震活動時系列のモニタリング

— b 値による地震発生予測の試み —

国際航業(株) ○ 諏訪部瑠衣

東海大学海洋学部 曾谷大洋・中尾風佐・馬場久紀

1. はじめに

日本の自然災害では、特に地震による震災が甚大である。しかし、地震災害の軽減について、地震工学分野(例えば耐震・免震など)では技術がめざましく進歩を遂げているが、地震発生予測に関する取り組み(地震予知など)は立ち後れていると言わざるを得ない。本研究では、東海地震震源域(駿河湾)で地震活動時系列のモニタリングを2011年から実施している。そこで、地震発生頻度と規模の関係(b 値)について考察を行った。本発表では、 b 値の変化から地震発生予測の可能性について報告を行う。

2. 駿河湾における海底地震観測

東海地震の震源域である駿河湾では、過去に100~150年の周期で巨大地震が発生してきた。駿河トラフでは安永地震以降、約160年巨大地震が発生していないため、いつ巨大地震が発生してもおかしくないと言われてきたことから、駿河湾の地震活動の把握は重要である。東海大学海洋学部では、2011年11月より気象庁気象研究所と共同で、自己浮上式海底地震計(以降OBSと記す)を用いた海底定常地震観測点を展開している。図1(a)はOBSの全景である。

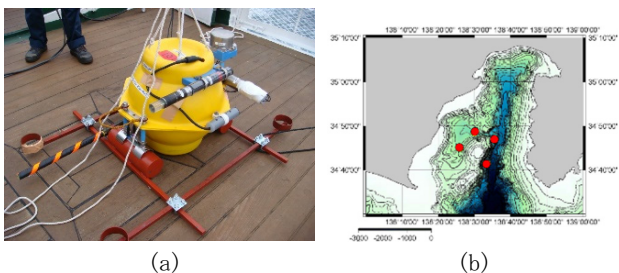


図1 (a)使用しているOBSの写真、(b)駿河湾におけるOBSの配置図

OBSは、駿河湾の4カ所(図1(b))に展開されており、バッテリーの都合上3ヶ月毎に設置・回収を行っている。海底地震観測は、現在のところ27回目の観測が継続して実施されている。

3. グーテンベルグ・リヒターの式

地震活動が変化する場合、地震の前兆現象として累積頻

度や b 値の時系列に変化が現れることがある。

b 値とは、グーテンベルグ・リヒターの式から横軸をマグニチュード(M)縦軸を地震数の対数で取った時の傾き b の値を b 値という。 M と地震の発生度数は M とともに指数関数的に減少しており、その経験式はグーテンベルグ・リヒターの式と呼ばれている(Gutenberg and Richter, 1944)。

$$\log n(M) = a - bM \quad (1)$$

(1) 式は一定の地域、一定の期間で発生した M から $M+dM$ までの地震の度数を $n(M) dM$ とするとき、 $n(M)$ と M の関係を示す式である。また、ここで M 以上の地震の総数を $N(M)$ とすると、

$$N(M) = \int_M^{\infty} n(M) dM \quad (2)$$

であるので、(1) 式は

$$\log N(M) = A - bM \quad (3)$$

と示すことができる。ここで、 $A = a - \log(b \ln 10)$ である。

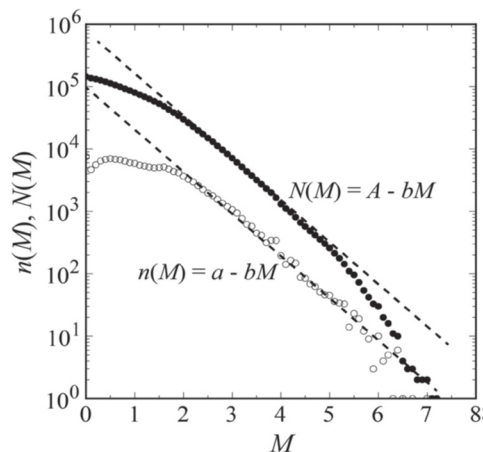


図2 グーテンベルグ・リヒターの法則と b 値

図2は2014年1月1日から12月31日までに日本周辺で発生した地震活動に関して M を0.1刻みで分類し、その度数分布を片対数グラフで示したものである。データは気象庁一元化震源データを使用している。図中の白丸は $n(M)$ であり、黒丸は $N(M)$ である。片対数グラフで示すことにより、グラフの各点は直線状に並んでいることが確認できる。図中の点線で示したグラフの傾きが b 値である。

グーテンベルグ・リヒター式は世界中の大地震から局所的な小地震や微小地震に至るまでほぼ成り立っていると考えられている。 b 値は通常 1 前後の値をとることが多く、これは M が 1 大きくなると地震の発生数はおよそ 10 分の 1 になることを意味する。 b 値は地震集団の性質を示す重要なパラメータとなる(宇津, 2001)。火山性の地震では b 値が小さくなる。大地震の前では b 値が小さくなることが指摘されている。

2011 年東北地方太平洋沖地震では、地震の前後で b 値が変化したことが報告されている(Nagao et al., 2014) ことから、駿河湾の b 値の変化を捉える事は、東海地震の予測に繋がる事が期待できる。

4. 駿河湾で観測される地震発生回数

駿河湾の OBS で観測された自然地震について、日別頻度と累積地震数をグラフにまとめたものを図 4 に示す。

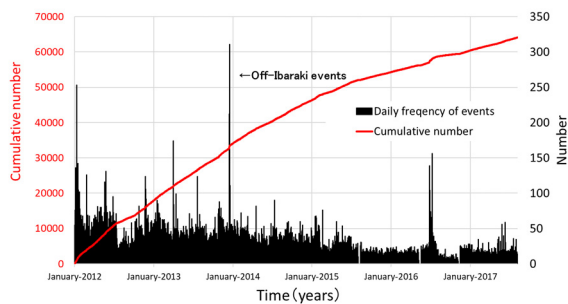


図 3 日別地震頻度(黒)と累積地震数(赤)について

図 3 のグラフの観測期間は 2012 年 1 月～2017 年 8 月までで、地震発生回数の累積(赤線)は 5.5 年間で約 64,000 個である。観測された地震は、駿河湾で発生した地震に限定されていない。最も地震が多く観測されたのは 2014 年 1 月 1 日で、茨城沖の地震によるものである(図 3 : ←)。地震発生回数の累積は、観測開始当初から次第に減少傾向にあることが解る。これは、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震の余震が減少したものと考えられる。

5. 考察：駿河湾の地震活動と b 値の変化

図 4 は、2015 年 2 月～2017 年 5 月の期間に本研究で決められた駿河湾およびその周辺の震源分布(図 4 (a))と決められた震源の M を 0.1 刻み ($1.0 \leq M \leq 3.5$) で分類し、その度数分布を片対数グラフ(図 4 (b))で示したものである。震源分布(図 4 (a))における決められた震源数 N は 2172 個であった。この期間における b 値は、0.81 であった。

2015 年 2 月～2017 年 5 月の間において 3 ヶ月間ごとの b 値の変化を図 5 に示す。

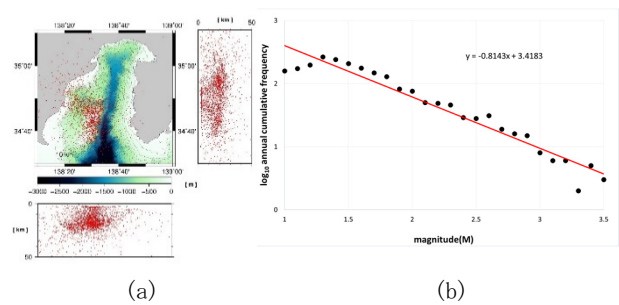


図 4 2015 年 2 月～2017 年 5 月の期間における OBS 観測点で決められた震源分布図(a)とマグニチュードと地震発生回数の関係グラフ(b)。

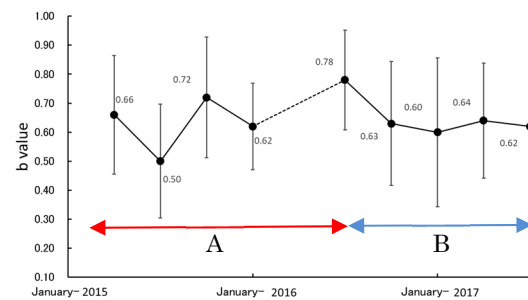


図 5 駿河湾における 3 ヶ月間ごとの b 値の変化

図 5 の A 期間は、2009 年に発生した「静岡沖の地震($M6.4$)」の影響が及んでいると考えられ b 値のばらつきが大きい。B 期間では、次第に b 値が安定していることが解る。以上のことから現状の駿河湾では、 b 値が安定し地震集団に変化がない。今後も b 値の様子が解れば、東海地震の前兆現象として b 値の変化を捉えられる可能性がある。

6. 参考文献

- Gutenberg, B., and C. F. Richter, Frequency of earthquakes in California, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 34, pp. 185-188, 1944.
- 井筒潤・長尾年恭, 地震災害予測のための b 値の空間分布マッピングと時系列変化, 東海大学海洋研究所報告, 37, pp.21-28, 2016.
- Nagao, T., Y. Orihara, and M. Kamogawa, Precursory Phenomena Possibly Related to the 2011 M9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.9 No.3, pp. 303-310, 2014.
- Nanjo, K. Z., N. Hirata, K. Obara, and K. Kasahara, Decade-scale decrease in b value prior to the M9-class 2011 Tohoku and 2004 Sumatra quakes, Geophysical Research Letters, VOL.39, L20304, doi :10. 1029/2012 GL052997, 2012.
- 宇津徳治, 『地震学 第 3 版』, 共立出版, 2001.