

宮崎地殻変動観測所における地殻変動と日向灘地域の地震活動 —最近30年間(1986–2015)の観測結果—

Continuous Observations of the Crustal Movement at Miyazaki Observatory and Seismic Activities around the Hyuganada Region of Kyushu -A Recent Result for 30 years(1986-2015)-

寺石眞弘・小松信太郎・山崎健一・山下裕亮・澁谷拓郎

Masahiro TERAISHI, Shintaro KOMATSU, Ken'ichi YAMAZAKI, Yusuke YAMASHITA and Takuo SHIBUTANI

Synopsis

Large earthquakes with magnitude 6.9 and 6.7 occurred on October and December, 1996 at the central part of Hyuganada Sea, east off Kyushu. In previous reports, crustal movement before and after these earthquakes are examined by using data at Miyazaki Observatory, DPRI, Kyoto Univ. Epicenter distances of these two events from the observatory were 52 km and 19 km, respectively. In this paper, we reexamine the relation between the crustal strain at the Miyazaki observatory and seismicity of Hyuganada region based on recent data.

キーワード: 日向灘, 歪変化率, 経年変化, 積算地震数

Keywords: Hyuganada, strain rate change, secular variation, cumulative number of earthquakes

1. はじめに

日向灘地域では過去100年間にM7クラスの地震が10~20年間隔で発生している。最近20年間には、M7以上の地震は発生していないが、1996年には、10月にM6.9, 12月にM6.7の地震が連続して発生した。Fig. 1 に九州地方で発生した $M \geq 5.5$ の地震(1923年~2015年)の震央分布を示す。大きな四角Dで示した日向灘地域は地震活動の特徴から A, B, C の小さな四角で示される3つのブロックに区分できる事が既に報告されている(古澤ら, 1991; 寺石ら, 2002)。1996年の2つの地震は、日向灘地殻活動総合観測線(高田ら, 1987)による震源決定では、10月の地震は宮崎観測所までの震央距離 52km 深さ 28km, 12月の地震は震央距離 19km, 深さ 29kmで、最も地震活動が活発な中央部(B)で発生した。一方、Fig. 2 の観測坑道図で示す宮崎観測所の伸縮計には、歪の経年変化に約1年前からそれまでの記録と違った歪変化率を示

す歪記録が現れていた(Fig.5)。また地震後も、この2つの地震を含む日向灘中央部の最も地震活動が活発な地域(B)の積算地震数の変化と歪の経年変化の間には相関がみられた(寺石ら, 1999; 寺石ら, 2002)。

地震予知研究センター宮崎観測所では、各観測点に地震計を設置し地震観測を行い、1987年から独自の震源決定により日向灘地域の地震活動の研究を進めてきた(高田ら, 1987; 古澤ら, 1988)。その後、気象庁等で地震観測網が充実された事や、テレメータ処理装置が老朽化してきた事に伴い、宮崎観測所総合観測線としての地震観測は2005年に宮崎観測所及び宿毛観測点を残し廃止した。

本稿では、気象庁の震源データ(地震カタログ及び福岡管区震源リスト)を使用して、1986年以降2015年までの30年間の宮崎観測所で観測された歪変化と地震活動との関連について考察した。

2. 日向灘地域Dの地震活動

2.1 気象庁震源情報(1986~2015)について

気象庁震源データは地震観測網の充実や震源決定方法の改善によってデータの質や量が時期により異なる。このため、ある程度の大きさ以上の地震であれば「精度の相違に大差が無い」だろう、という考えで、ここではM2.5以上の地震を抽出して地震活動変化の判断資料とした。また本稿では、1986年から2015年7月までは気象庁地震カタログ、2015年8月から12月までは福岡管区の震源リスト(速報)をそれぞれ使用した。

日向灘地域(D)で発生した $M \geq 2.5$ の地震について、地震活動の特徴から区分される各ブロックA, B, C毎に、海岸線に平行な方向への断面に投影した時空間分布を Fig. 3 に、積算地震数の変化を Fig. 4 に示す。積算地震数 Fig. 4では地震発生数の変化を判別し易くするため、各ブロックにおいて矢印で示した期間の積算地震数を定常的地震発生数と見なし、その割合で全期間(1986~2015)に延長した仮想的な定常的積算地震数を緑線で表し、実際の積算地震数(青線)と定常的積算地震数との差を「積算地震の増分」として赤線で示した。

2.2 A, B, Cで示される日向灘区域での地震活動の特徴(2002~2015)

宮崎観測所独自の地震観測と震源決定により報告された、1986年~2001年までの日向灘地域の地震活動については、震源活動の特徴から北部(A)、中部(B)、南部(C)の活動域に分けられ、各ブロックで独自の活動をしている事が先行報告で指摘されている(寺石ら, 2002)。以下に述べるように、その後の地震活動(2002年以降)においても、各ブロック毎の地震活動の特徴は以前の報告と同じで、また、各ブロック間の相互関係も見られず独自の活動をしているように見える。

(1) 区域A

Fig. 3(A), Fig. 4(A)から見てとれるように、時間・空間的に集中する活動はなく、地震の分布はブロック全体に散らばっている。2000年から2008年にやや地震回数が増え、2002年11月のM5.9, 2014年8月M6.0の地震時には余震により一時的に地震発生数が増えているが、余震は順調に治まっている。時空間分布図 Fig. 3(A)では余震が重なり判別しにくい、2014年8月に発生したM6.0地震の深さは18Kmと浅く、余震においてはその震源の深さは5~20Kmで、時間の経過と共に段々と浅くなる傾向があった。

(2) 区域B

1996年の地震活動が治まり、その後特にまとまった大きな地震の発生は見られないが、2008年頃からM5クラスの地震が単発的に発生している(2008年3月M5.1, 2009年4月M5.6, 2013年11月M5.2)。また時空間分布図 Fig. 3(B)で1996年地震の前後を比べると、余震域で空白域らしい区域が窺える。この区域の北部では2015年8月26日M5.2の地震が発生し、このB区域では地震発生数がやや増えている。

(3) 区域C

2003年7月と2010年4月に見られるように、群発的に地震が発生し、一時的に積算地震数(Fig.3(A))が増えるが、その変動は小さく地震活動は低調である。

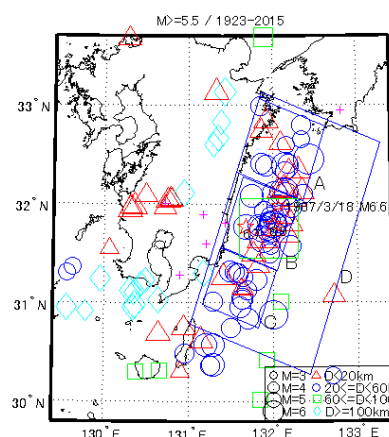


Fig. 1 Epicenters distribution of earthquakes determined JMA during the period of 1923-2015 ($M \geq 5.5$). Wide squared area (D) means the Hyuganada region. This region is divided into three Sections (-small squared area of A, B, C).

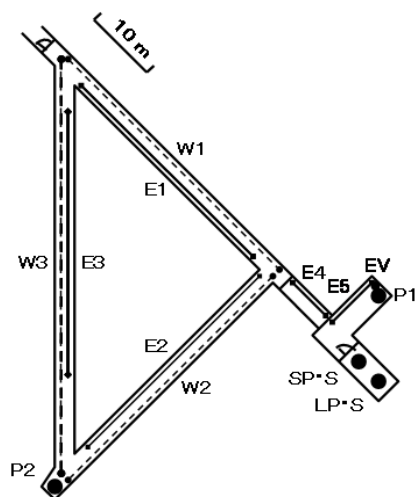


Fig. 2 Top views of observation vaults of Miyazaki observatory. W: Watertube tiltmeter. E: Super-invar-bar extensometer.

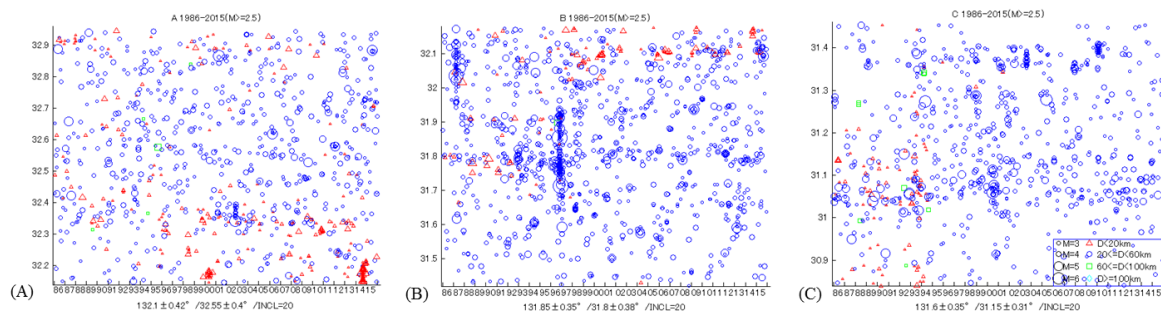


Fig. 3 Space-time plot of seismicity of 1986-2015 in active zone shown by squared areas (A), (B), (C) of Fig. 1 along N20°E-S20°W section. Color of each plot indicates focal depth, as defined in (C).

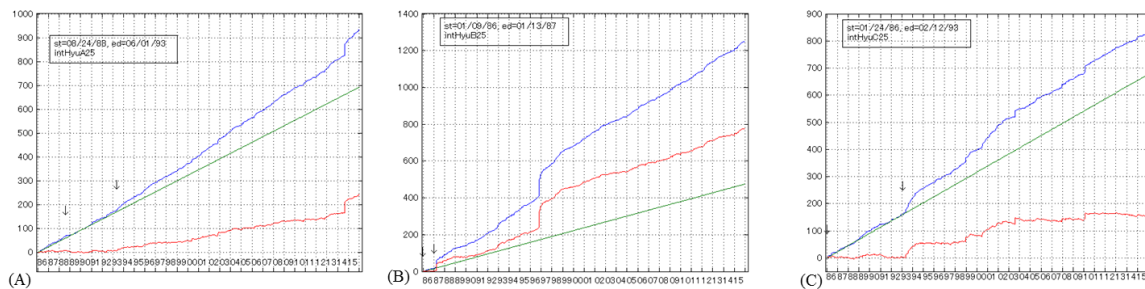


Fig. 4 Diagrams of cumulative number of earthquakes in active zone shown by squared areas (A), (B), (C) of Fig.1 for the time span 1986-2015.

3. 日向灘中部Bの地震活動と歪経年変化 (1986~2015)

宮崎観測所における横坑観測坑と観測計器配置を Fig. 2 に示す。Fig. 5 上図は、長スパン(38.45 m)の伸縮計3成分による歪記録で、E1(青)とE2(緑)が直交する成分を、E3(赤)がこれらと45°の角をなすものを示す。さらに、直交する2成分を用いて (E1 + E2) により計算した面積歪を薄青で示した。歪記録は降雨の擾乱が大きい、しかし直交する2成分(E1, E2)は降雨に対し逆方向の伸縮応答を示す傾向があり、歪量も同程度なので、和をとることで降雨の影響がある程度減殺される。歪記録は毎日0時のオリジナル値(彩色)と、降雨、気温、気圧等の影響による年周変化を取り除くため365日移動平均処理を行った経年変化(下部黒線)を示している。降雨については、月間雨量(棒グラフ)と、歪経年変化との比較のため、日雨量の365日移動積算値(赤紫)を下部に示した。Fig. 5 下図には、歪変化と地震活動を比較・検討するため、Fig. 4(B)(日向灘地域のBブロックの積算地震回数)を並べて掲載した。

Fig. 5 に灰色の影で示した部分が、歪計E1, E3, 面積歪(E1 + E2)において歪変化率が大きく変動している期間であり、面積歪(E1 + E2)下部に茶色の破線で示した部分が、歪変化率が小さな期間として判別できる。地震活動との比較ため、歪変化率が大きく

変動している灰色の影の部分、下図積算地震回数図まで引き伸ばした。こちらの図には、地震の積算回数が少なく、地震活動が低調と思われる期間の下部を点線で示す。

宮崎観測所での地殻変動記録には降雨による擾乱が大きく現れ、雨の降り方や量により年毎に様相が異なる。このため365日移動平均処理により得られた歪経年変化においてもなお、降雨による擾乱が残る、降雨の移動積算値に対応するような、一時的なゆらぎが見られる。一方このような短周期のゆらぎとは別の、経年変化率が大きく変化していると思われる節目がある。先行報告では、1995年から2001年までに見られた大きな歪経年変化は、1996年の地震を含んだ日向灘中央部B地域での地震活動との関連性が有ると指摘されている(寺石ら, 2002)。日向灘地域では、1996年の地震以降の地震活動は2002年半ば頃から低調となり、歪の経年変化率の方も1996年から2000年にかけて見られた大きな経年変化率は現れていない。しかし、1996年から2000年にかけての大きな変化程ではないが、2007年から2011年の期間はやや歪変化率が大きくなっている様に見える(灰色の影で示した部分)。一方この期間で、積算地震回数図でやや地震数が増えているのは2005年から2012年中頃までと、歪変化率が大きい期間の前後1年半ほど長い期間に当る。

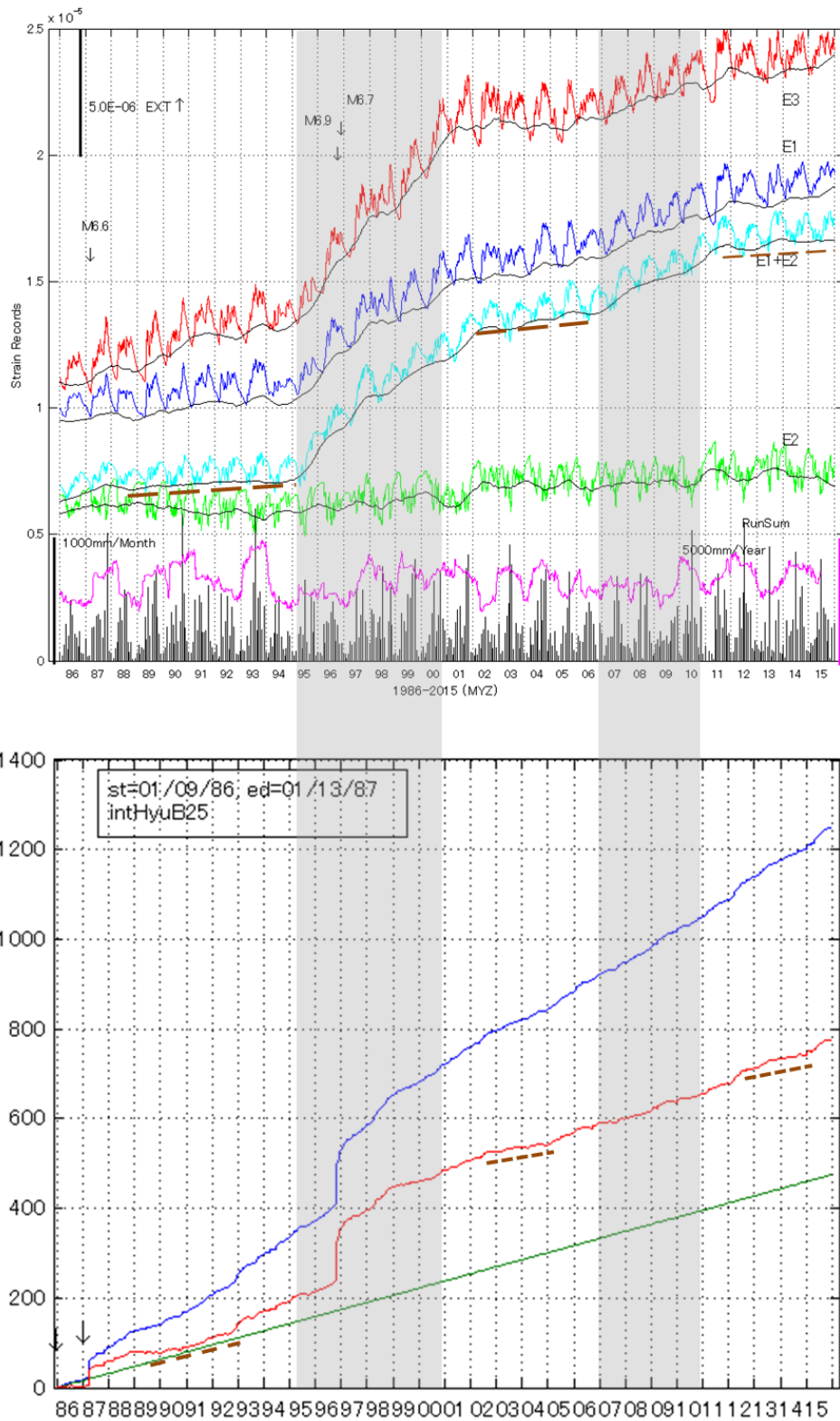


Fig. 5 Upper: Secular variations of ground-strains (E1, E2, E3) and monthly precipitation observed at the Miyazaki Observatory. 365 days running mean of strains and running sum of precipitation are also plotted in parallel

Lower: Diagrams of cumulative number of earthquakes in active zone showed by squared area (B) of Fig.1 for the time span 1986-2015.

4. おわりに

気象庁震源カタログの1986年以降の震源情報を使い、日向灘における過去30年の地震活動と宮崎観測所における歪経年変化の相関を検討した。

先行報告では、1996年M6.9,6.7の大きな地震時には、その震源域を含む日向灘中部の地震活動の推移と、宮崎観測所における歪記録に良い相関が見られている事が指摘されたが、2002年以降の観測結果では大きな地震活動が無い期間でもあり、歪変化と地震活動の推移との相関について断定できなかった。しかし、歪変化率がやや大きくなった2007～2010年の期間に対し、積算地震回数はこの期間を含む2005～2012年半ば頃まで増加していることが確認できた。

謝 辞

本稿では地震震源情報として、気象庁の震源カタログおよび福岡管区气象台週報(速報)を使わせて頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美（1987）：日向灘地殻活動総合観測線，京都大

学防災研究所年報，第30号B-1，pp. 29-40

寺石眞弘・大谷文夫・園田保美・古澤 保（2002）：日向灘地殻活動総合観測線による地殻変動連続観測と地震活動，京都大学防災研究所年報，第45号B，pp. 535-544.

寺石眞弘・大谷文夫・園田保美・古澤 保（1999）：日向灘地殻活動総合観測線による地殻変動連続観測－1996年10月、12月の地震（共にM6.6）に関連した地殻活動－，京都大学防災研究所年報，第42号B-1，pp. 135-142

古澤 保・森井 互・寺石眞弘（1991）：日向灘地域の地震活動（1987－1990），京都大学防災研究所年報，第34号B-1，pp. 297-304.

古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美（1988）：日向灘地殻活動総合観測線による地震の検知能力について，京都大学防災研究所年報，第31号B-1，pp. 41-46

（論文受理日：2016年6月13日）