

2000年神津島東方海域におけるダイク貫入モデル*

Probable Dyke Intrusion in 2000, East Off Kozushima Island

名古屋大学大学院理学研究科

Graduate School of Science, Nagoya University

1. はじめに

2000年6月26日～27日にかけて、三宅島では急激な地震活動と地殻変動が観測された。そして、西側山腹の海底下に岩脈状にマグマが貫入したものと考えられている。ところが地殻活動は神津島周辺に飛び火し、7月1日には神津島東方15kmほどで発生した最大M6.4の地震を含む多くの地震が発生し、地殻変動と活発な地震活動が少なくとも8月末まで継続した。名古屋大学では、神津島周辺で時々発生する群発地震発生メカニズムを解明する目的で神津島・式根島・新島に10点の局地GPS観測網を設置していた(第1図)。この局地GPS観測網は現地収録システムであり、リアルタイムではないが同域で進行してきた地殻変動を解明するに有効だった。今回の群発地震発生後、東京大学地震研究所や高知大学などの協力を得て、現地収録システムから携帯電話によるテレメータシステムに移行させた。また、群発地震震源域により近接する神津島の東1.5kmにある無人島の祇苗(ただなえ)島においてもソーラパネルと携帯電話によるGPSテレメータ観測を実施した¹⁾。これらの群発地震・地殻変動は神津島付近での地殻変動源により継続的に励起されていると考えられるので、その変動源を限られた地殻変動のデータから推定した。

2. 結果

地理院の南伊豆観測点に対する神津島・式根島・新島(地理院)の東西・南北成分の変動を第2図に示す(日解析値)。7月1日に発生したM6.4の地震の影響は神津島の東西成分に顕著に表れているが、1日から7日までの変動は3mm/dayで7月中旬以降の平均値8-10mm/dayより小さい。初期の地震活動が三宅島西方海域から北西方向におよそ20km伸長した³⁾⁴⁾⁵⁾ことから、ダイクがほぼ水平に拡大したと考えられている⁶⁾⁷⁾が、7月中旬までの開口量は高々4cm/dayと余り急速ではなかったと推定される。

第3図から第5図までは、神津島・式根島・新島に名古屋大学が設置していた、一周波受信機での現地収録による8月上旬までのGPS連続観測結果を示す。それぞれの火山島内部での変形の時間変化が明らかになった。とくに、M6クラスの地震によるステップ的変動を推定するために役立っている。

第7図は、地理院の南伊豆観測点を固定として、神津島・式根島・新島における2000年6月26日～8月3日までの総変動量(左)と地震時(7月1日:M6.4と7月15日:M6.2)の変化を除去した変動量を示す。

3. 神津島・三宅島における大規模な群発地震とダイク貫入モデルの推定

南伊豆を固定点とすると新島は北東に、神津島は南西に動いている。また隆起は神津島が大きく、式根島はほとんど観測されていない。このような変動を岩脈貫入のみで説明しようとする式根島から南東にのびる岩脈を考えなければならず、地震活動の分布域とあわない。地震活動と整合させるためには、神津島南東で地震が集中している部分にダイクを考え、7月1日に発生したM6.4の震源域を塑性変形(クリープ)させることにより説明できる。図には示されていないが、防災科技研により神津島北部に設置されている傾斜計のデータも北西下がりを示しているこのモデルと整合する²⁾。またダイク貫入と塑性変形にかかわる水平応力場は、北西南東方向の圧縮場であり、この海域で発生した地震の発震機構と調和している⁶⁾⁷⁾。

モデルの鍵は断層のクリープである。7月1日の地震は余震が極端に少なく、温度の高い場所で起きたことが示唆される。また岩脈の北西端に位置するため継続する岩脈貫入により、固着する前に継続的に応力を受けクリープしていると考えられることもできる。

*Received 30 Nov., 2001

第8図は、このモデルによる計算値とモデル構築に用いたGPSの観測量との比較である（神津島空港点は名大、それ以外は国土地理院）。データは2000年6月28日から8月13日までのものを用い、地震時の変動は除去してある。ただし、この解析には三宅島全体やその島内の変動の影響は小さいと見なして考慮していない。

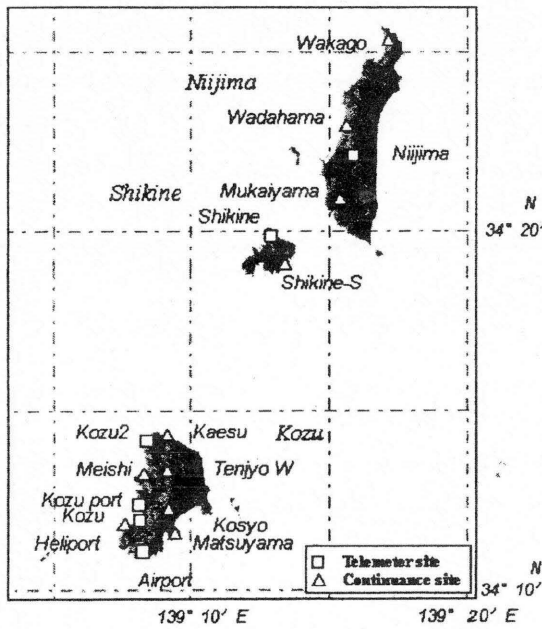
貫入したマグマの体積は、ダイクが三宅島西方から北西方向へ20km、深さ15km程度、神津島東方までに至る地域で平均開口量が2-3mとなり、総体積1立方km弱程度と推定された²⁾⁸⁾¹¹⁾。しかし、ダイク貫入は式根島や新島における水平変動から、神津島より北側までに達していないことが、とりわけ展開していた局地GPS観測からあきらかになった。また、ダイクの貫入は20kmの範囲で均一ではなく、空間的・時間的にゆらいていると考えられるが、観測点分布がダイク貫入場所から10kmも離れており、詳細は明らかにできなかった。

神津島と式根島・新島のデルタ地域ではダイク貫入でなく、体積増を伴わない変形（深さ10km程のところにある断層のずれと等価）で説明できる（第8図）。

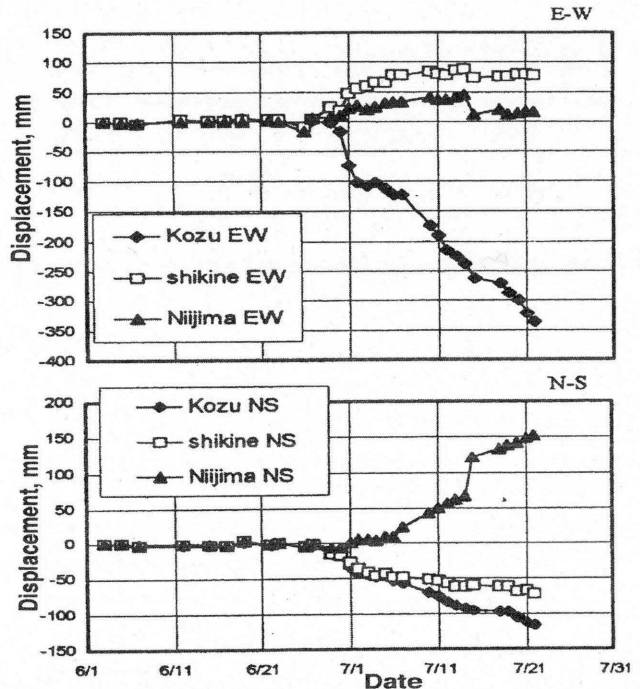
しかし、2000年6月までは、この地域は少なくとも10年以上の長期にわたる群発地震活動の中心であった。今回の神津島東方沖のダイク貫入事件と2000年三宅島噴火との関係を第9図に示す。神津島や新島での1996年以降のGPS観測から、点状圧力源（茂木ソース）を仮定すれば、この地域が膨張中心となる。その割合は高々数cm/yr程度であり、今回の変動とは桁違いに小さい。そして、地震波の減衰が顕著であり、マルチチャンネル反射地震探査で深さ数km程に強い反射面が発見されていることは注目に値する¹²⁾。

参 考 文 献

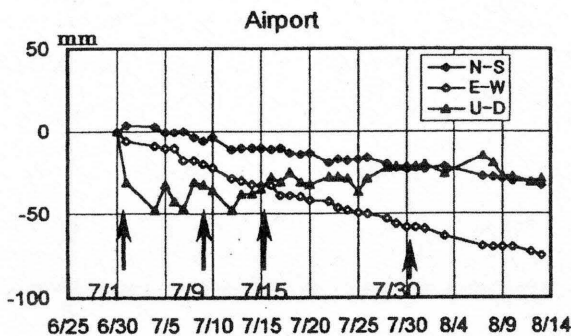
- 1) 木股文昭他（2000）：神津島・新島周辺の地殻変動：一三宅島噴火後のマグマ貫入モデル、2000年秋季火山学会講演，A11.
- 2) 山岡耕春（2000）：三宅島・神津島の地下で、何が起こっているのか，科学，70，926-935.
- 3) 酒井慎一・他（2001）：地震活動から見た三宅島2000年噴火時のマグマの移動，地学雑誌，110，145-155.
- 4) 東京大学地震研究所地震地殻変動観測センター（2001）：伊豆半島付近の地震活動（2000年5月～2000年10月），地震予知連絡会報，65，132-139.
- 5) 気象庁地震予知情報課（2001）：2000年三宅島近海及び新島・神津島近海の地震活動，地震予知連絡会報，65，140-148.
- 6) 気象庁地震予知情報課（2001）：三宅島および新島・神津島周辺の発震機構解，地震予知連絡会報，65，154-157.
- 7) 溝上恵（2001）：伊豆諸島地域におけるM6クラスの地殻活動とその特性について，地震予知連絡会報，166-169.
- 8) 国土地理院（2001）：伊豆半島及びその周辺の地殻変動，地震予知連絡会報，65，170-269.
- 9) 国土地理院（2001）：東海地方の地殻変動，地震予知連絡会報，277-329.
- 10) 茂木清夫（2001）：伊豆諸島における地殻活動，地震予知連絡会報，65，289-299.
- 11) 海上保安庁水路部（2001）：伊豆・小笠原弧北部の変動地形とテクトニクス，地震予知連絡会報，65，303-310.
- 12) 宇平幸一他，（2001）：神津島・三宅島付近の深部構造探査（序報），2001年地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，V0-011.



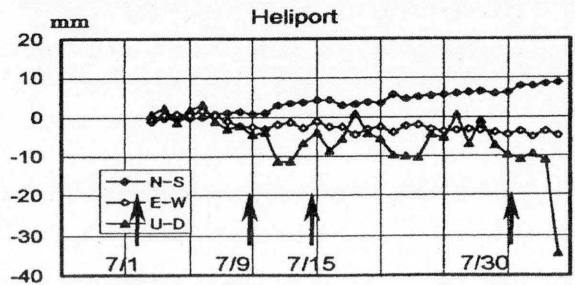
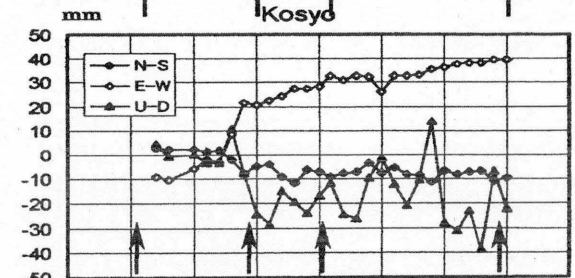
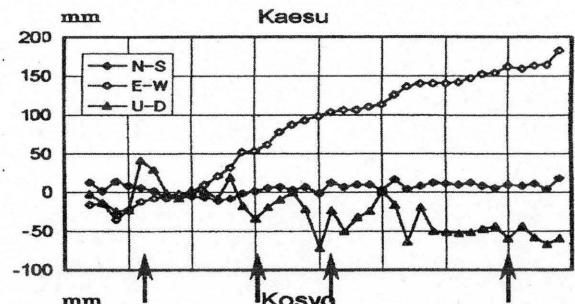
第1図 神津島・式根島・新島におけるGPS観測網：
□：テレメータ方式(地理院・水路部・名大など)、△：現地収録(1周波受信機)。
Fig. 1 GPS observation sites in Kozu, Shikine, and Nijima Islands: □: Telemeter (GSI, JHD, Nagoya-U, etc), △: Recording at each site (Single wave receiver).



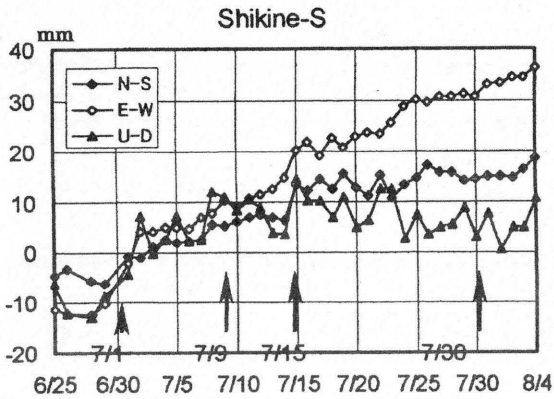
第2図 神津島・式根島・新島における6-7月の地殻変動(南伊豆を固定)
Fig. 2 Deformation during June -July, 2000 at Kozu, Shikine, and Nijima Islands (referred to Minamilzu/GSI).



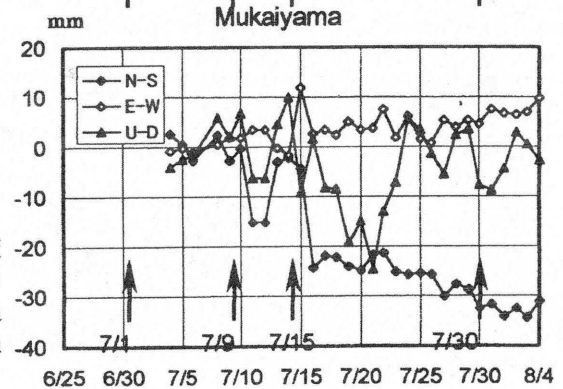
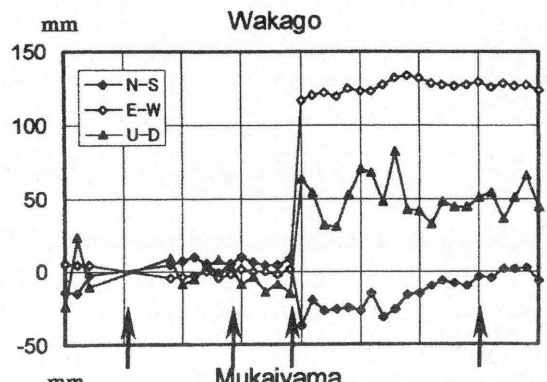
第3図 神津島の空港観測点における地殻変動(地理院の神津島基点を固定)。図中の矢印は、M6クラスの地震発生で、それぞれ7月1日M6.4、7月9日M6.0、7月15日M6.2、7月31日M6.4を示す。
Fig. 3 Displacements of Airport station at Kozushima (Fixed: Kozushima-1 by GSI). Arrows indicate the occurrence of M6 class earthquakes, July 1 (M6.4), July 9 (M6.0), July 15 (M6.2), and July 31 (M6.4), respectively.



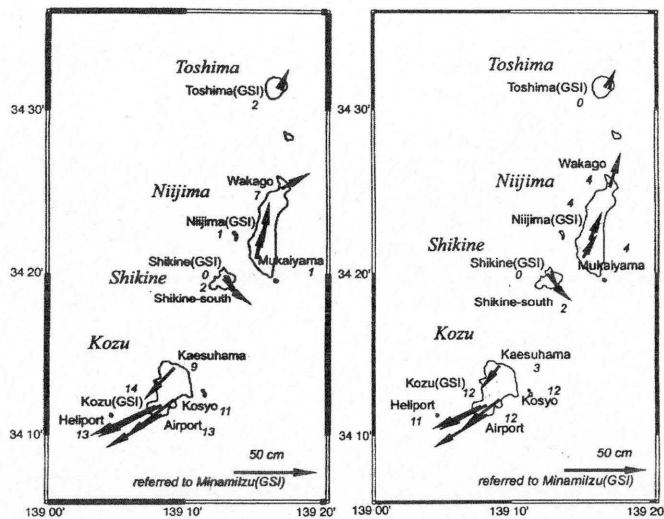
第4図 神津島の返す浜(上)、高処山(中)、ヘリポート観測点における地殻変動(地理院の神津島基点を固定)。(矢印は第3図に同じ)
Fig. 4 Displacements of Kaesuhama (top), Kosyo (middle), and Heliport (bottom) stations at Kozushima (Fixed: Kozushima-1 by GSI). (Arrows are the same as in Fig.3)



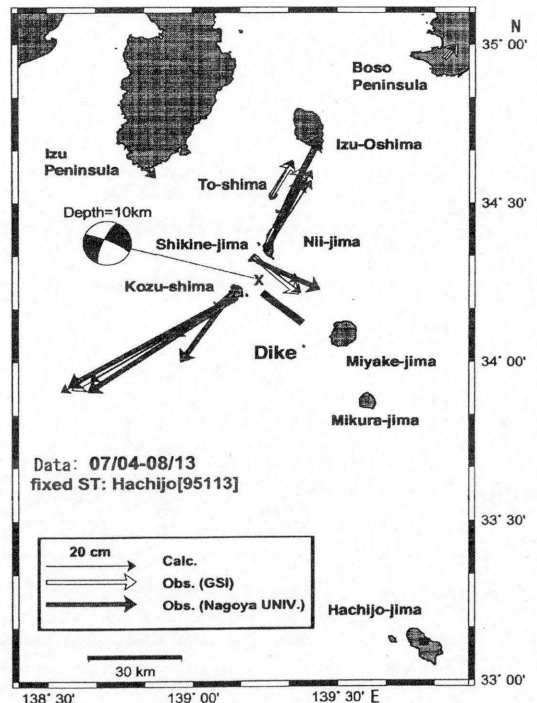
第5図 式根南観測点における地殻変動（地理院の式根島基点を固定）。(矢印は第3図に同じ)
 Fig. 5 Displacements of Shikine-south station (Fixed; Shikine by GSI). (Arrows are the same as in Fig.3)



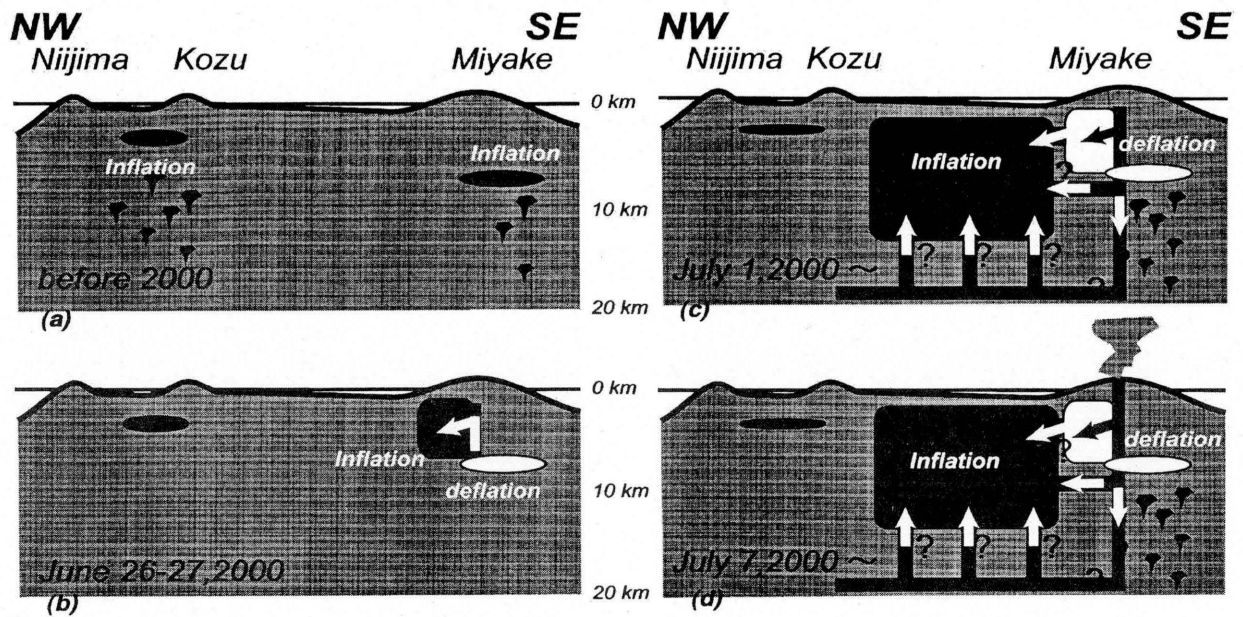
第6図 新島の若郷（上）と向山（下）観測点における地殻変動（地理院の新島基点を固定）。(矢印は第3図に同じ)
 Fig. 6 Displacements of Wakago (top) and Mukaiyama (bottom) stations. (Arrows are the same as in Fig.3)



第7図 神津島・式根島・新島における2000年6月26日～8月3日までの総変動量（左）と地震時（7月1日:M6.4と7月15日:M6.2）の変化を除去した変動量（南伊豆を固定）。(矢印は第3図に同じ)
 Fig. 7 [left]: Total displacements at Kozu, Shikine, and Niijima Islands from June 26 to Aug. 3, 2000, [right]: Corrected displacements subtracting for co-seismic displacements of July 1 (M6.4) and July 15 (M6.2) earthquakes (Fixed at Minamiizu).



第8図 ダイクと塑性変形によるモデル
 Fig. 8 A model with a dyke and plastic deformation.



第9図 神津島東方沖のダイク貫入と三宅島噴火との関係：(a) 2000年6月までは、神津-新島間と三宅島直下で緩やかな膨張、(b) 6月26日-27日に三宅島西側山腹から割れ目噴火、7月1日までに北西方向にダイクが20km伸張、(c)ダイクの膨張と三宅島深部の収縮、(d) 三宅島のカルデラ形成と噴火と同時に8月末までダイクの膨張が継続。

Fig. 9 Intrusion process of a dyke east off Kozushima and eruption of Miyakejima volcano. (a) Until June 2000, gradual inflations beneath Kozu-Niijima and Miyakejima have been continued, (b) Flank eruption of Miyake-jima occurred on June 26 to 27, and a dyke intrusion towards NW direction occurred until July 1, (c) the dyke continuously inflated and deep part of Miyake-jima deflated, (d) Caldera has formed at the summit and eruptive activities of Miyake-jima started, whereas the dyke has kept inflated until the end of August when the eruption has ended.