

箱根山の火山活動（2015年2月～2015年5月）*

Volcanic Activities at Mt. Hakone (from February 2015 to May 2015)

神奈川県温泉地学研究所

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

1. 地震活動

当該期間（2015年2月～2015年5月）において、活発な活動が見られた（第2図、第3図）。

2015年4月26日以降、地震活動が活発化した。震源の多くは深さ6km以浅で、活動開始当初から5月7日頃までは大涌谷から神山にかけての中央火口丘北部であった。その後、地震活動は活動の中心を移しつつ、消長を繰り返しながら活発な状況が継続している。（第4図）

Double Difference 法による高精度震源決定では、湖尻付近や大涌谷付近では平面状の震源分布をすることが分かった。5月4日から5日にかけて発生した大涌谷直下の地震活動と、5月15日から16日かけての湖尻付近での地震活動の際には、震源が移動していく様子が確認できた。（第5図、第6図）

地震（ $M \geq 0.1$ ）の積算数の変化をみると、今回の活動は、緩やかに立ち上がって長期間継続する2001年、2006年、2013年の活動に近いが、地震数の増加はかなり速い。（第7図）。

2. 地殻変動

当所では、縦孔型傾斜計や光波、地下水位、GPS 観測を箱根カルデラ内および神奈川県西部地域で実施している。当該期間では、地震活動が活発化し始めた頃から、傾斜変動が観測されている（第8図、第9図）。これらの傾斜変動は、傾斜速度が大きいときに、観測点近傍で発生する地震数が増加傾向にあるように見える（第11図）。

箱根山での火山活動に伴う傾斜変動が観測されたのは、2001年、2013年に次いで3回目である。今回の傾斜計の変動速度は過去最大であった。また、今回の活動初期の傾斜変動からは、浅部の開口クラック2つが活動的であった可能性が示唆される（第12図）。

GPS の観測結果では、山体膨張が観測されている（第13図、第14図）。箱根周辺にある国土地理院のGNSS データを用いたスタッキング解析を行ったところ、地震活動の活発化に先行して基線長の変化が確認できた（第15図、第16図）。過去の群発地震の際にもこのような変化は観測されている。

その他、今回の活動に伴い光波測量にも若干の変動が見られているが、地下水位には特段の変化は見られていない（第17図、第18図）。

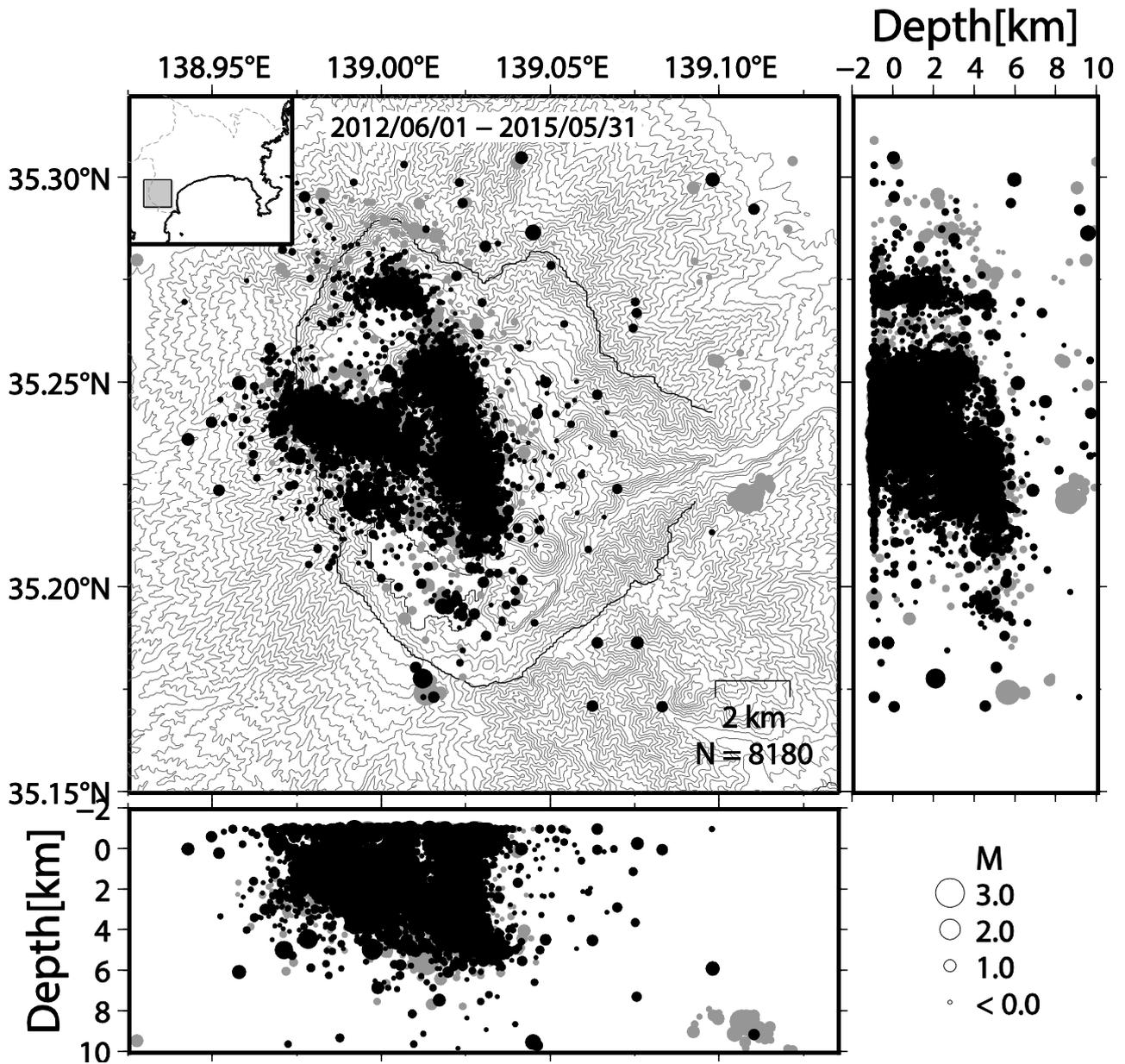
3. 地表面現象

2001年の活動の際には大涌谷の蒸気井の暴噴が生じたほか、地震活動が終わった後に上湯場（大涌谷の北側斜面）で噴気・地熱地帯の拡大などの変化が現れた。

今回の活動では、5月3日朝に蒸気井のひとつが暴噴状態になったことが確認され、干渉 SAR の解析結果では、暴噴している蒸気井の周辺で局所的な隆起が観測されている（第19図、第20図）。この隆起に伴うと考えられる亀裂が、噴気異常の周辺で確認された（第21図）。

熱赤外カメラによる大涌沢の観測結果では、蒸気井の温度は、低下傾向にある（第22図）。

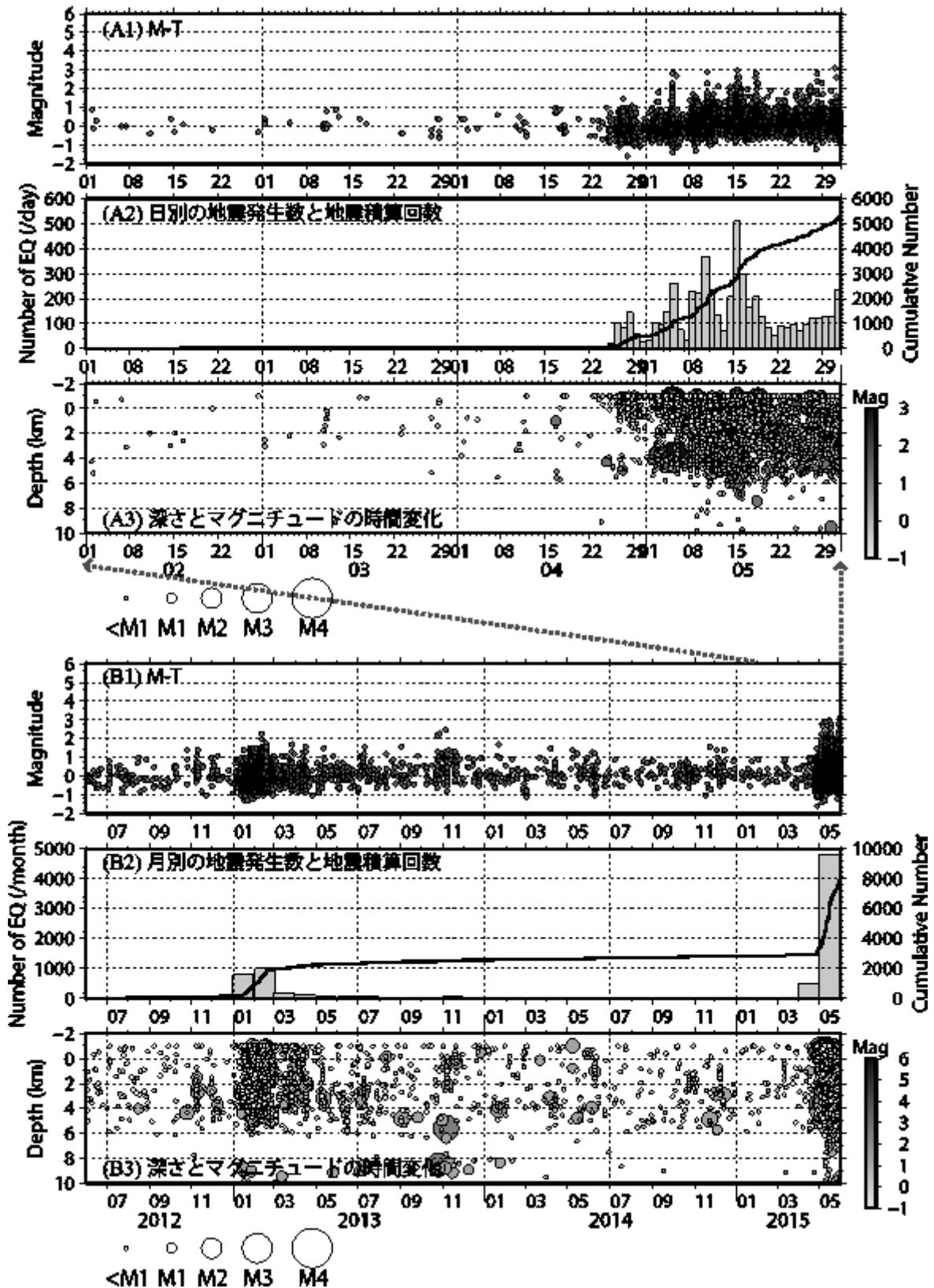
※ 2016年5月6日受付



第2図 箱根火山周辺の震源分布 (2012年6月1日～2015年5月31日)
 黒丸は2015年2月1日～2015年5月31日、灰色の丸は2012年6月1日～2015年1月31日を示す。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。

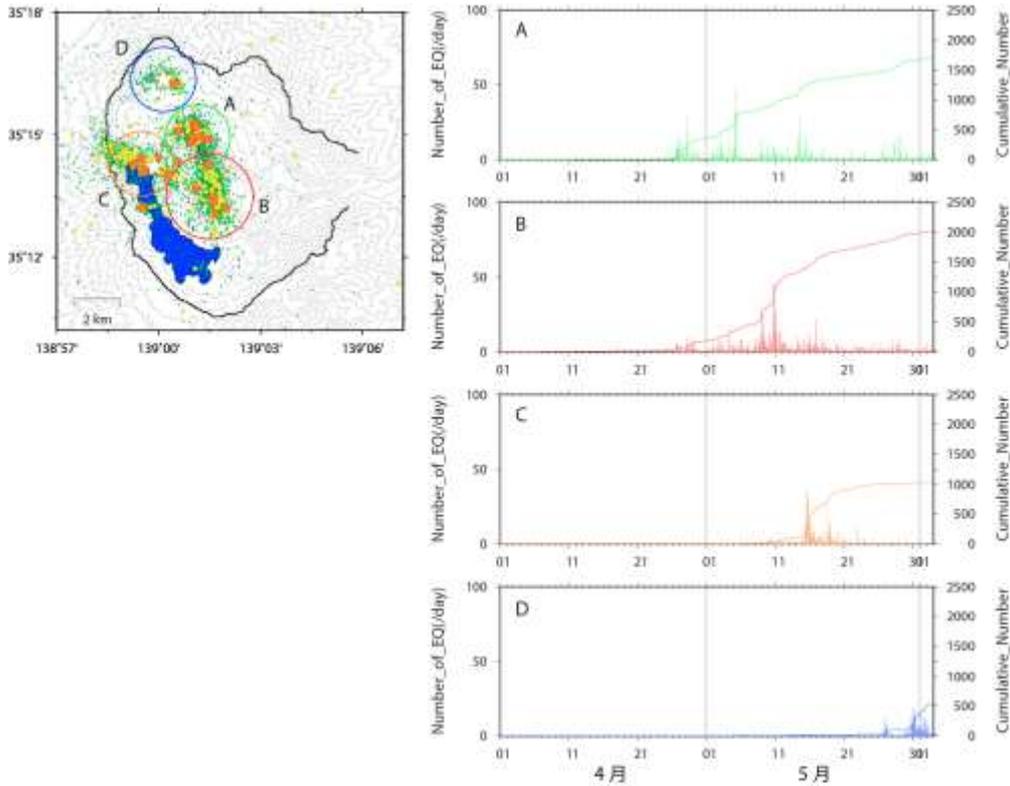
Fig. 2 Epicentral map and cross sections of hypocenters in the north-south and the east-west directions at Mt. Hakone. Black and gray circles represent earthquakes occurred in the periods of October 1, 2015 through January 31, 2015 and February 1, 2012 through May 31, 2015, respectively.



第3図 箱根火山周辺の地震活動 (2012年6月1日～2015年5月31日)

(A)は2015年2月1日～2015年5月31日、(B)は2012年6月1日～2015年5月31日を示す。

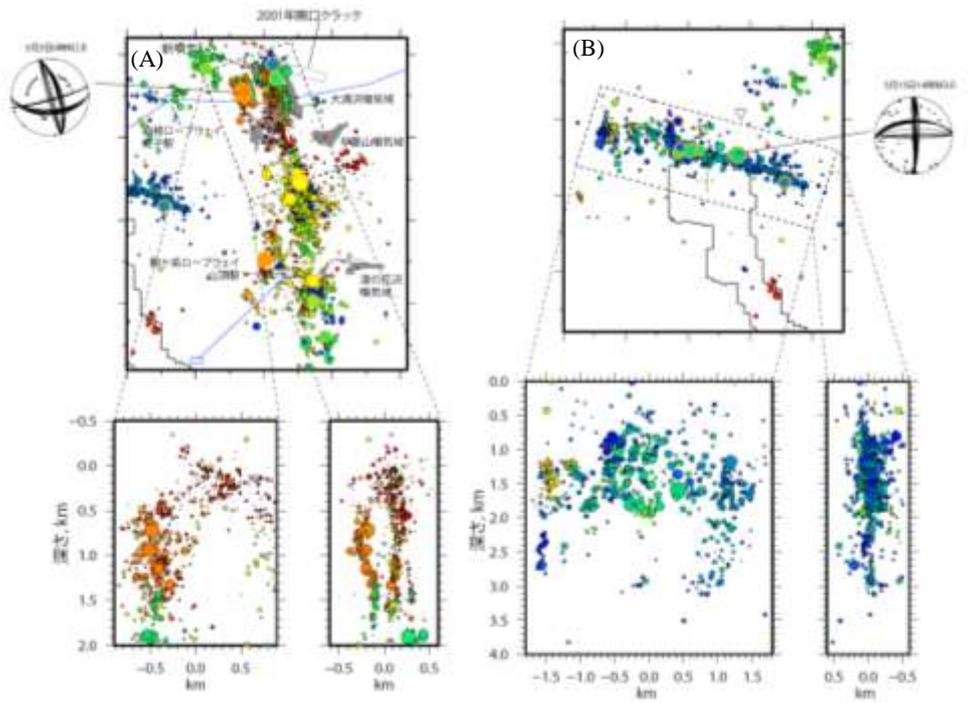
Fig. 3 Seismic activities at Mt. Hakone. (A) February 1, 2015 through May 31, 2015. (B) June 1, 2012 through May 31, 2015.



第4図 箱根火山周辺の地震活動（2015年4月1日～6月3日）
地震活動域ごとの日別地震数と地震積算曲線を示す。

Fig. 4 Seismic activities at Mt. Hakone. April 1, 2015 through June 3, 2015.

The number of earthquakes according to the day which occurred every main activity area and the accumulation.



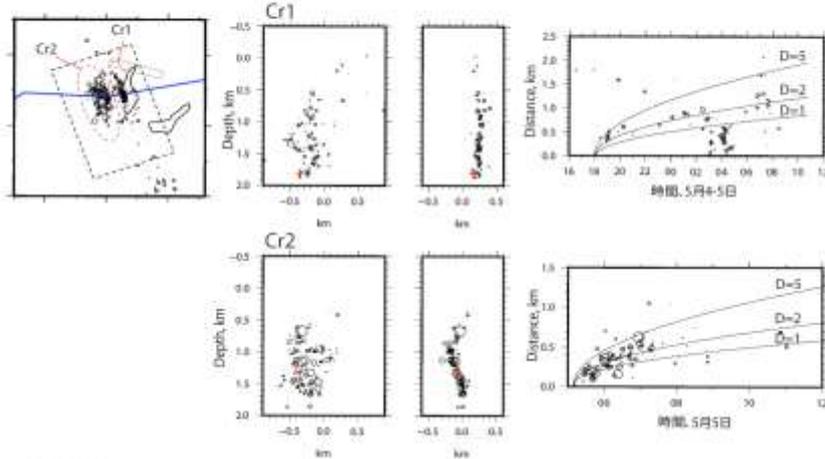
第5図 DD法によって推定された、震源の面上分布（2015年4月25日～5月17日）

(A) 中央火口丘（大涌谷、神山、駒ヶ岳）周辺の活動。(B) 湖尻周辺の活動。

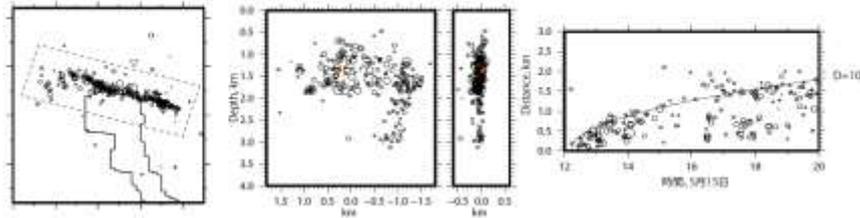
Fig. 5 Epicenter distribution determined by the Double-difference method in the periods of April 25, 2015 through May 17, 2015. (A) Epicenter distribution around central cone, (B) At Kojiri.

震源の移動(拡散)速度 $D(=m^2/sec)$ の推定

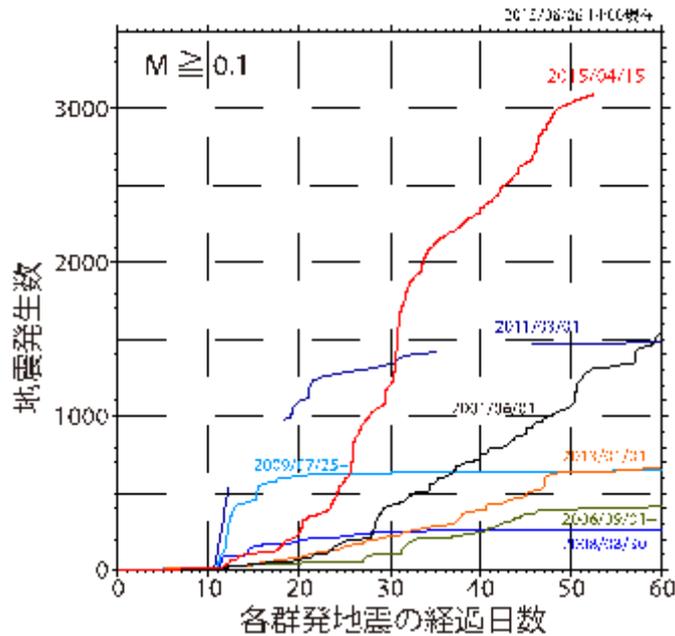
(A) 大涌谷域



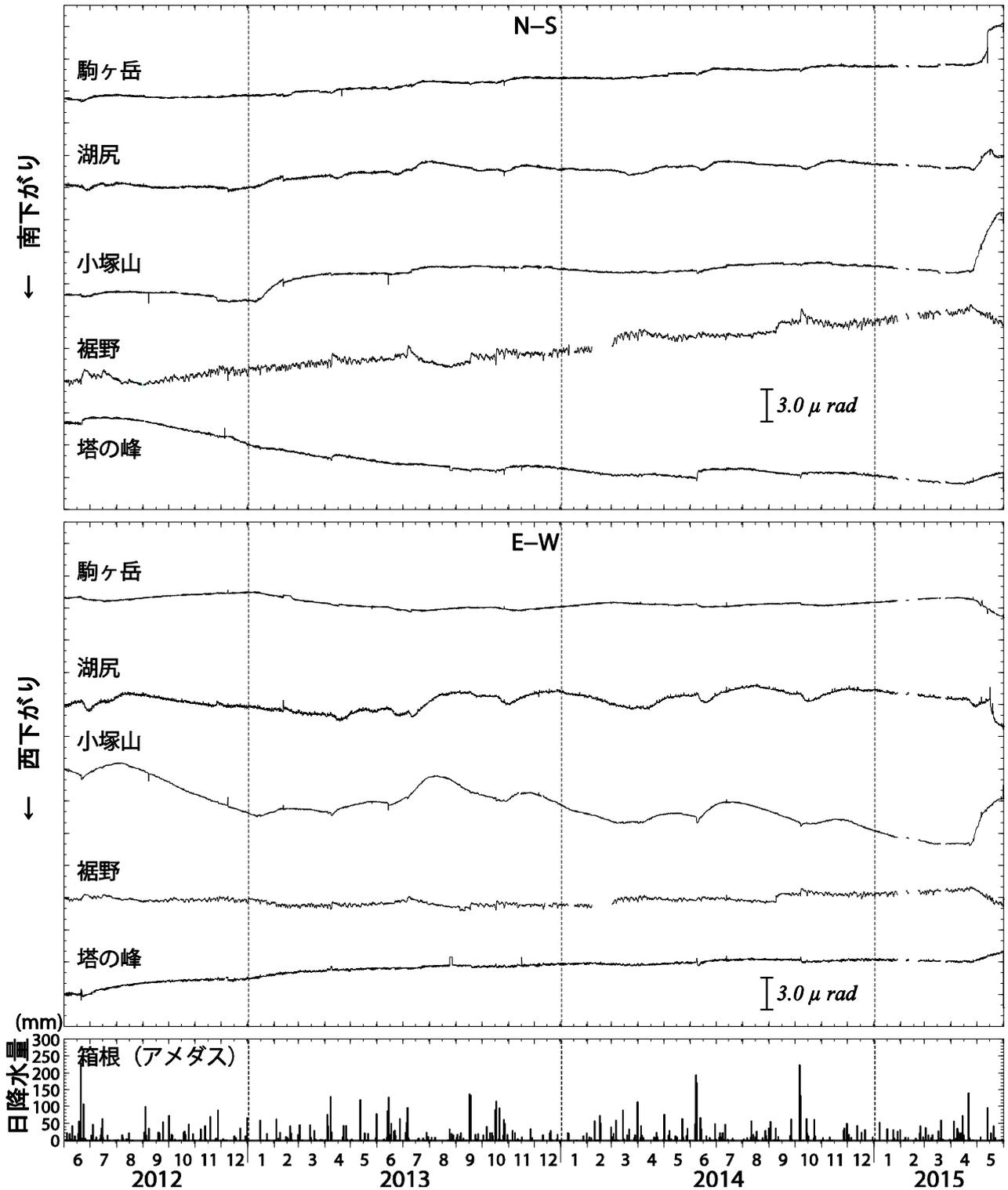
(B) 湖尻域



第6図 DD法による詳細な震源分布と震源の拡散速度の推定結果。
 (A)2015年5月4日～5月5日の大涌谷域下の活動、(B)2015年5月15日の湖尻域下の活動。
 Fig.6 Hypocenter distribution determined by the Double-difference method and diffusion like hypocenter migration. (A) Seismic activity in Owakidani region, from May 4 to May 5, 2015, (B) in Kojiri region, on May 15, 2015.

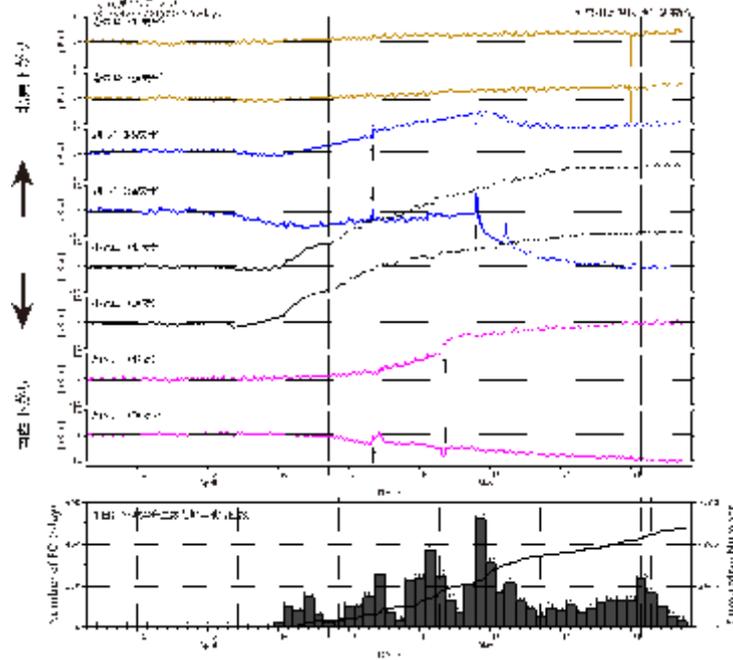


第7図 群発地震活動の時間経過の比較
 M0.1以上の地震について、過去の群発地震活動における活動開始からの地震の積算数を比較。
 Fig.7 Cumulative number of earthquakes ($M \geq 0.1$) during the first 60 days for each earthquake swarm activity.



第8図 傾斜変動 (2012年6月1日～2015年5月31日)
 ステップや異常値の一部は取り除いている。日降水量は気象庁アメダス観測点 (箱根) を使用した。

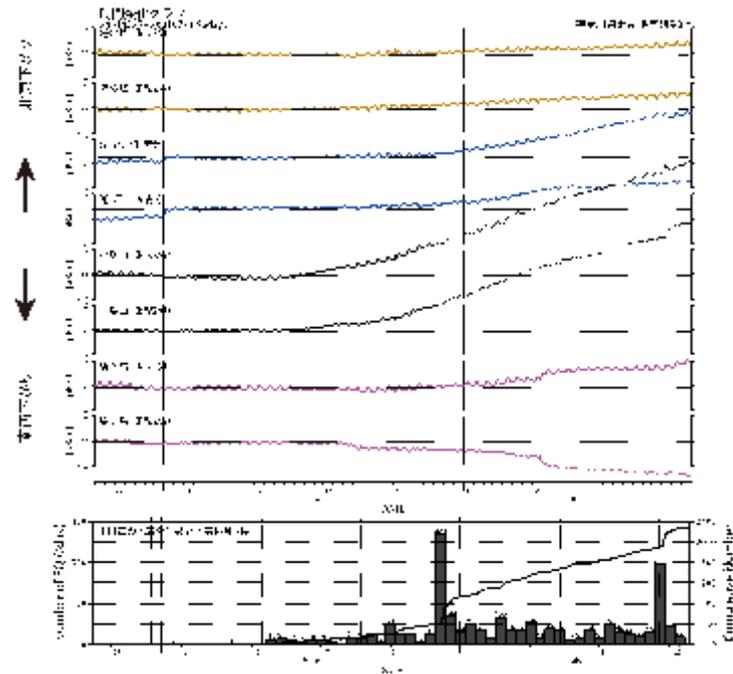
Fig. 8 Tiltmeter data in the period from June 1, 2012 to May 31, 2015.



第 9 図 傾斜変動 (2015 年 4 月 7 日～6 月 5 日)

矢印は、地震によるとびを示す。湖尻観測点に見られる 5 月 15 日以後の急激な変動は、ごく近傍で発生した地震による影響。

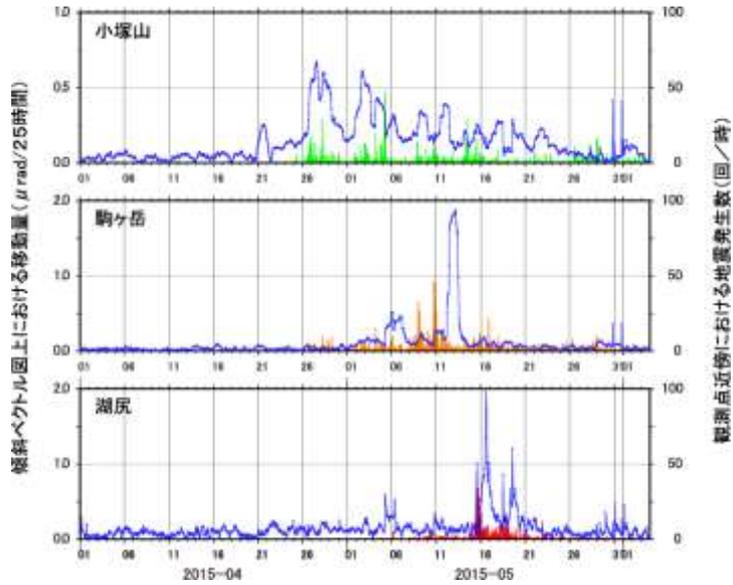
Fig. 9 Tiltmeter data in the period from February 1 to June 5, 2015.



第 10 図 傾斜変動 (2001 年 5 月 25 日～7 月 23 日)

2001 年群発地震活動の際の傾斜変動 (参考)。

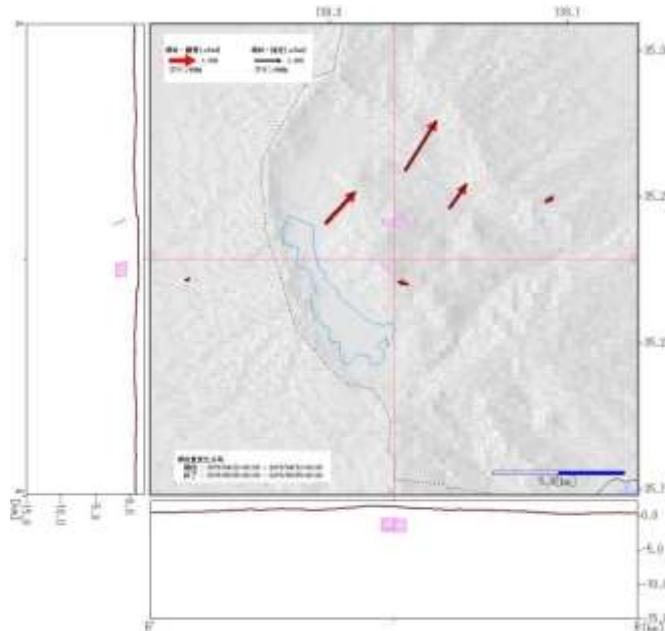
Fig. 10 Tiltmeter data in the period from May 25, 2001 to July 23, 2015.



第 11 図 傾斜の 25 時間階差と観測点近傍で発生した地震数との比較

駒ヶ岳、湖尻、小塚山観測点の傾斜の 25 時間階差。地震数は、第 4 図に示された同じ色の園内で発生したもの。

Fig. 11 Change in ground tilt every 25 hours at Komagatake, Kojiri, Kozukakyama observation point respectively. The number of earthquakes were totaled in each area shown by circles different in the color in Figure 4.

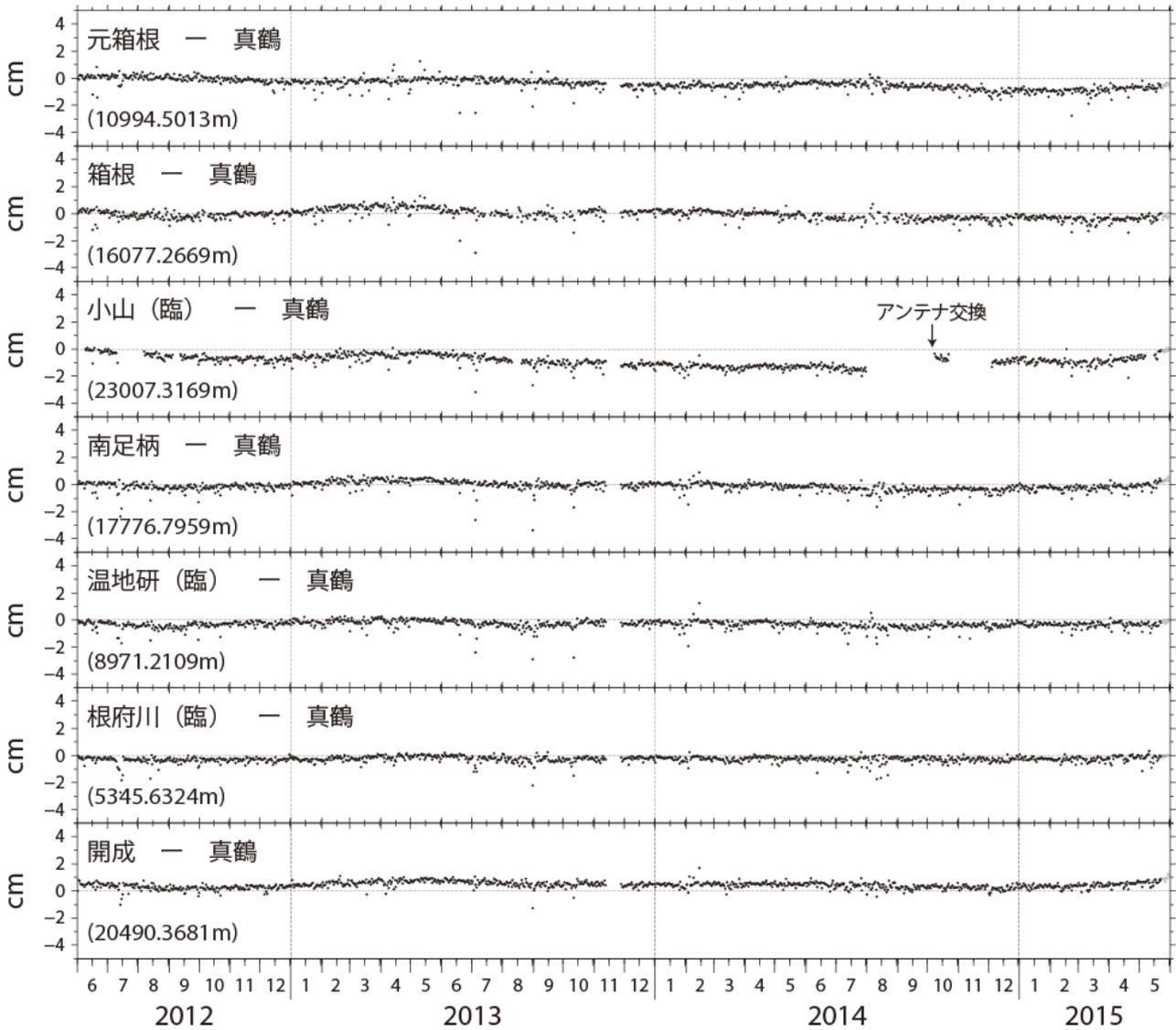


経度[度]	緯度[度]	深さ[km]	長さ[km]	幅[km]	走向角[度]	傾斜角[度]	滑り角[度]	滑り量[m]	開口量[m]
139.027148	35.241359	1.5	0.9	1.7	268	97	0	0	0.304
139.024737	35.225115	1.3	0.7	1.5	137	85	0	0	0.513

第 12 図 活動初期（4 月 26 日～5 月 5 日）の傾斜変動から推定した、圧力源モデル

2001 年群発地震活動の開口クラックモデル（代田他，2009）を初期モデルとした。解析には MaGCAP-V（気象研究所）を使用した。

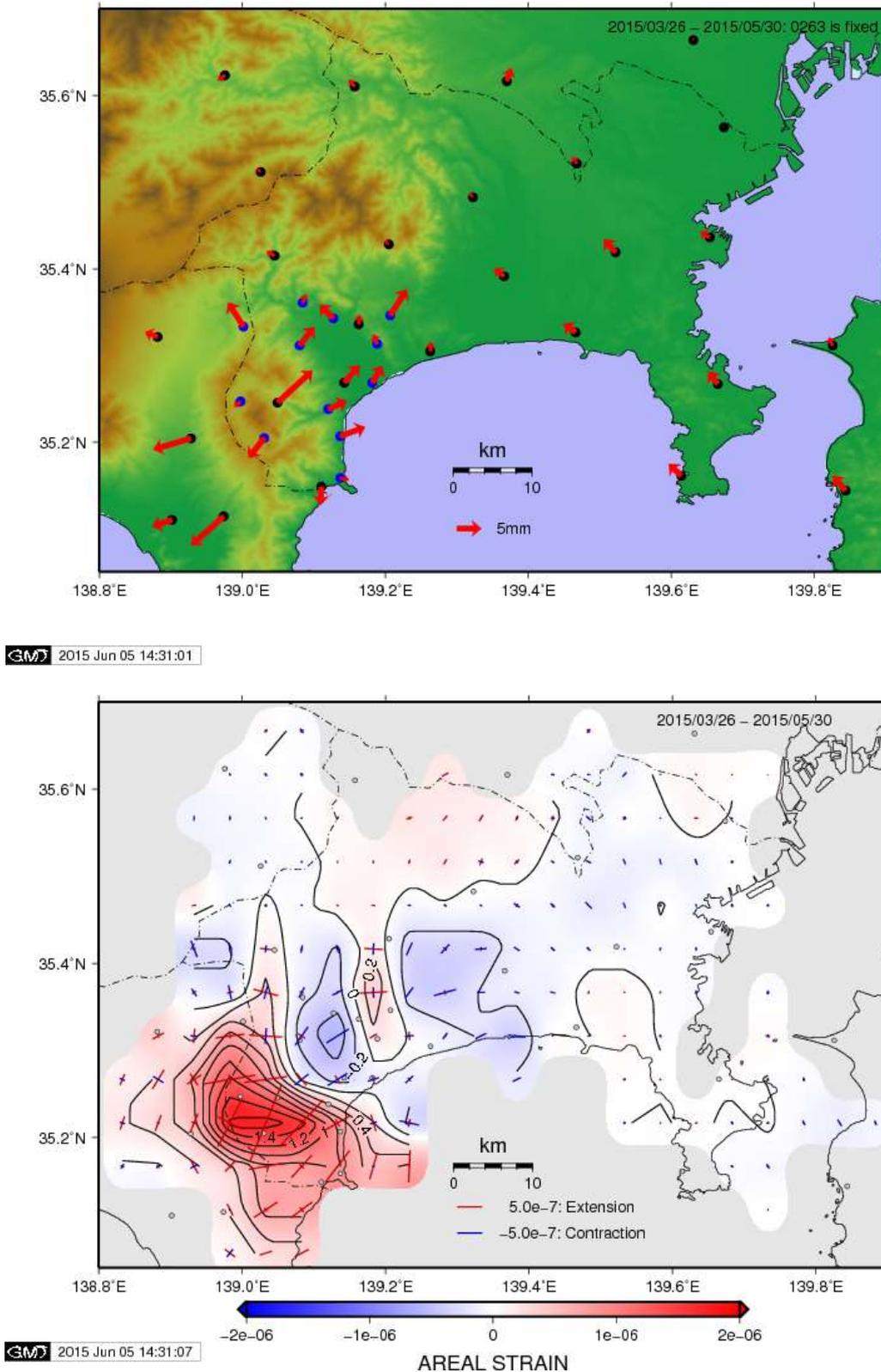
Fig. 12 Preliminary result of source model estimated from tiltmeter data in the period from April 26 to May 5, 2015.



第13図 GPS基線長変動(2012年6月1日~2015年5月31日)

真鶴観測点を中心とした、各観測点の基線長変化。精密歴(●)および超速報歴(○)を用いた解析結果を示す。小山観測点は、(独)防災科学技術研究所との共同研究による観測点である。

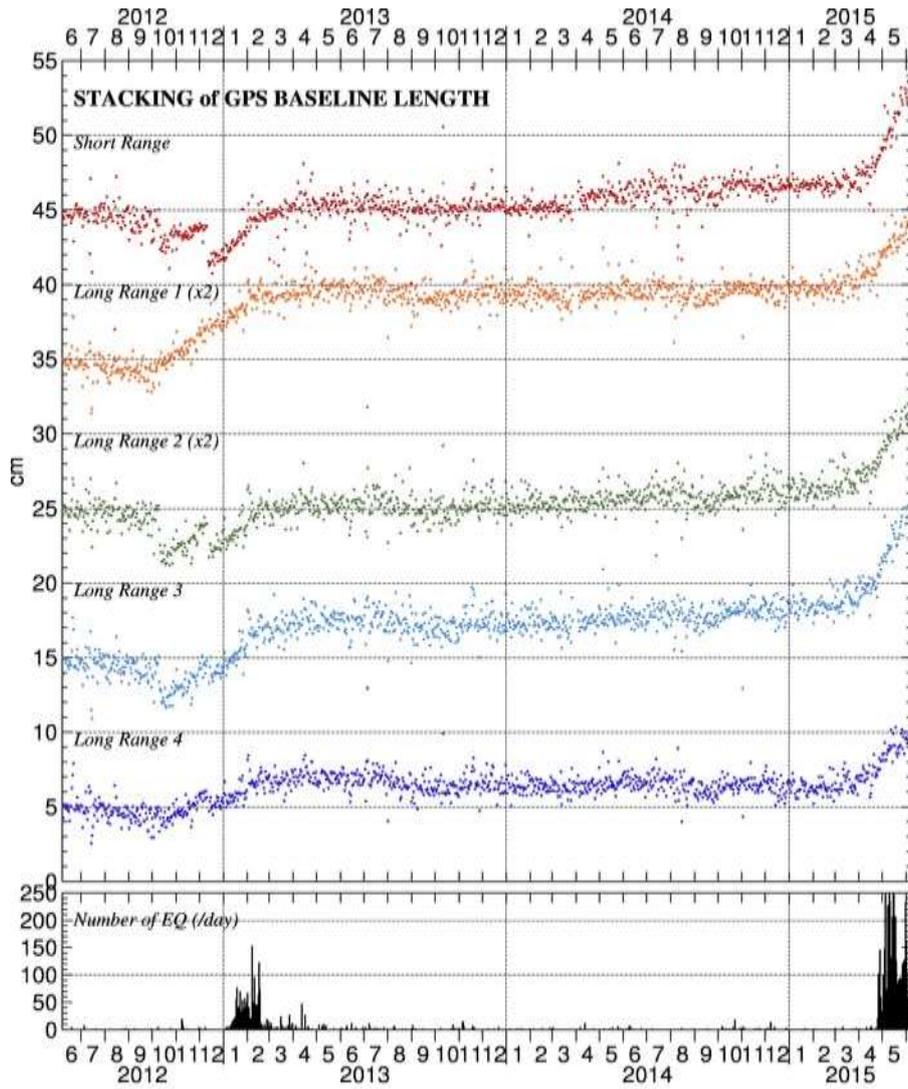
Fig. 13 Time variation of baseline lengths obtained by GPS in the period from June 1, 2012 to May 31, 2015.



第14図 GPSデータから推定した変位ベクトル（上）とひずみ分布（下）

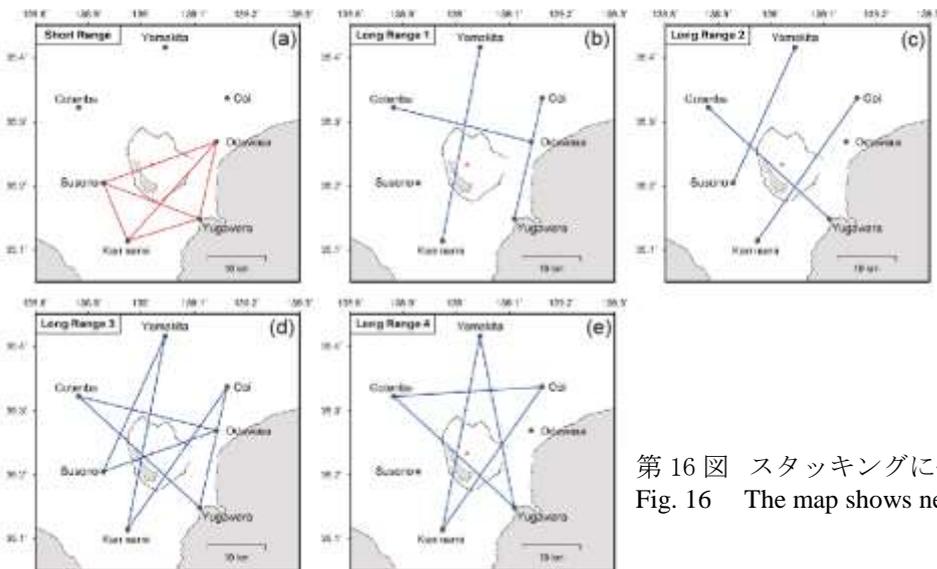
3月21～31日の平均値と、5月25日～6月4日の平均値の差から推定した。黒丸の観測点は国土地理院、青丸の観測点は温泉地学研究所による観測点。

Fig. 14 Distributions of GPS displacement vectors (top) and strain (bottom)

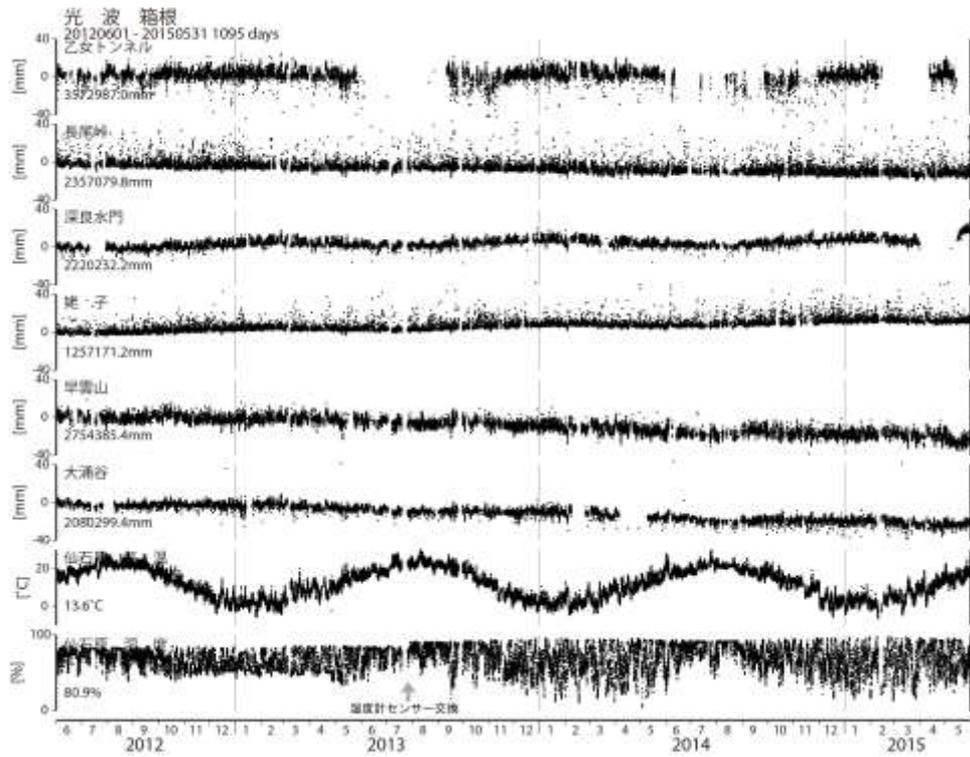


第 15 図 GPS の基線長データをスタッキングした波形
 Fig. 15 Time variation of stacked GPS baseline lengths and daily number of earthquakes at Hakone volcano.

last gps data; 2015/6/6
 update; 2015/06/07 23:00

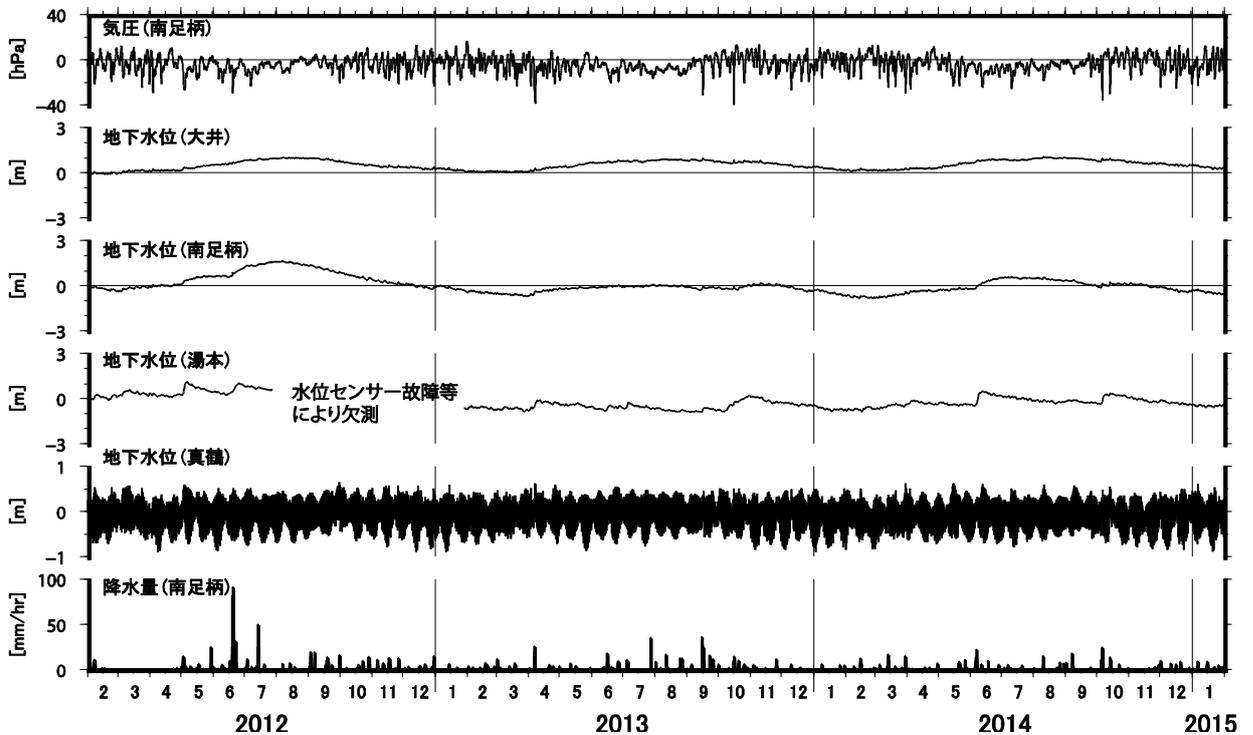


第 16 図 スタッキングに使用した基線網
 Fig. 16 The map shows network for stacking calculation.



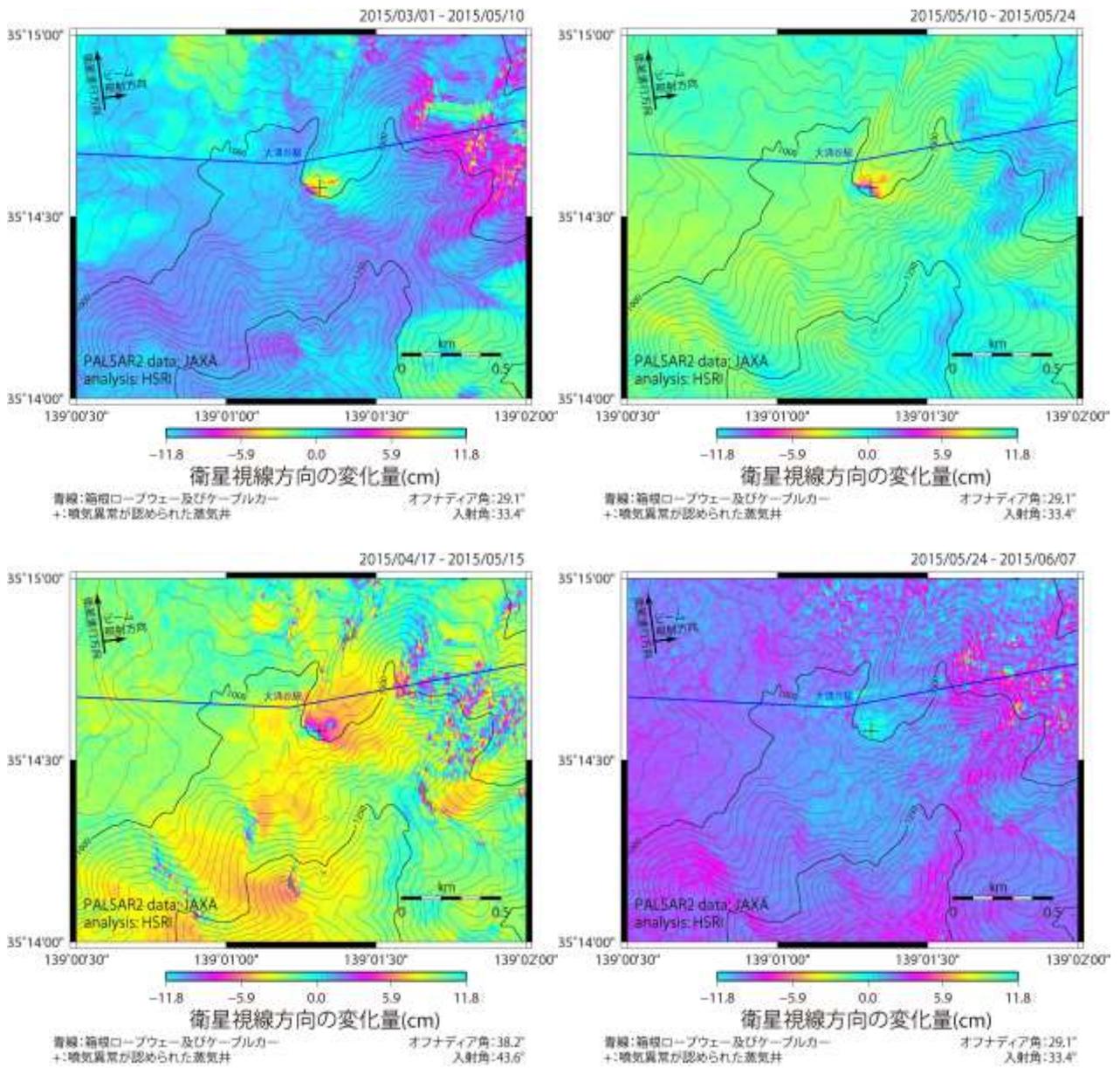
第17図 光波測量 (2012年6月1日～2015年5月31日)

Fig. 17 Time variation of baseline lengths obtained by EDM (Electric Distance Measurement) in the period from February 1, 2012 to May 31, 2015.



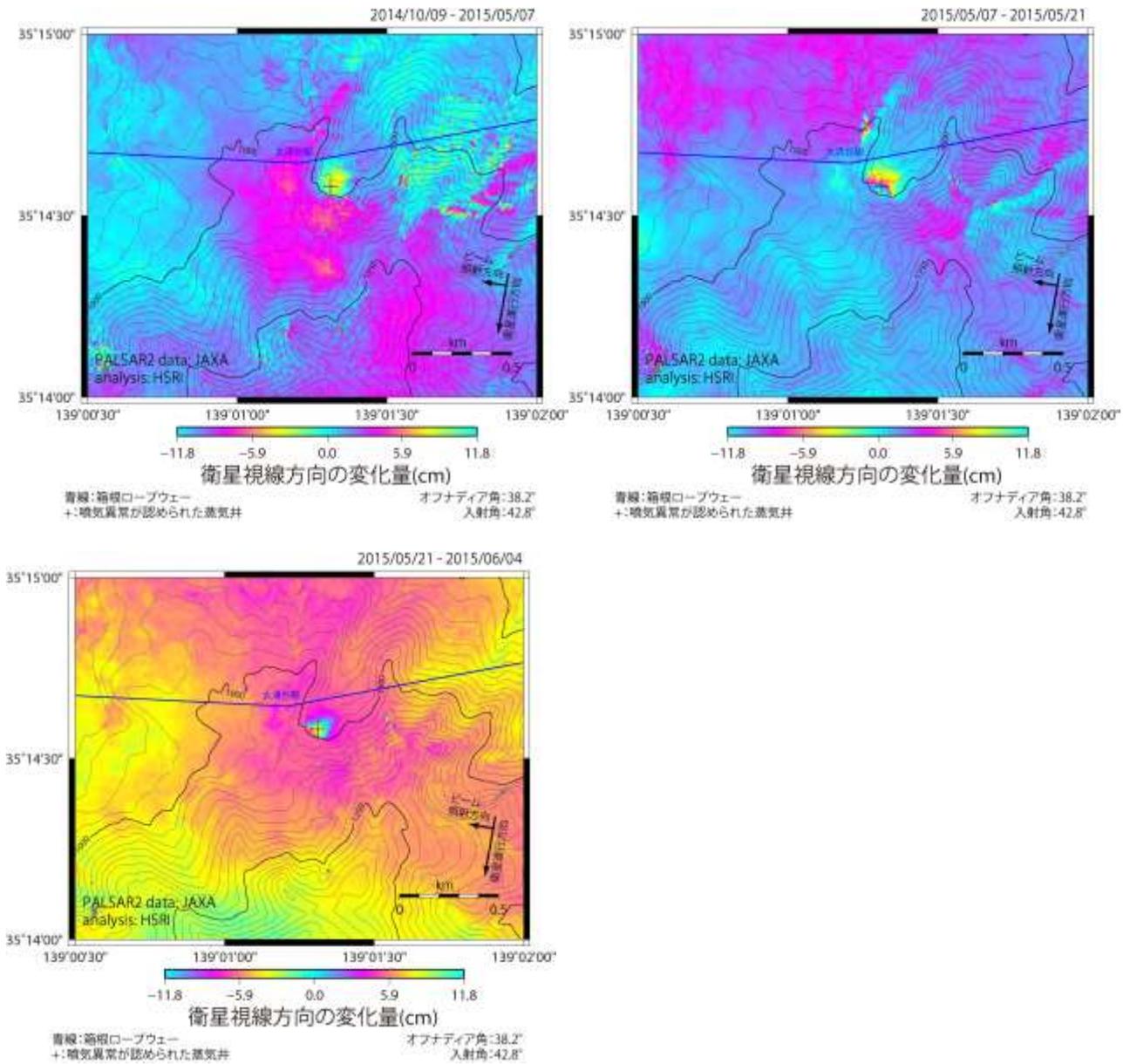
第18図 地下水位変動 (2012年6月1日～2015年5月31日)

Fig. 18 Time variation of ground water level in the period from February 1, 2012 to May 31, 2015.



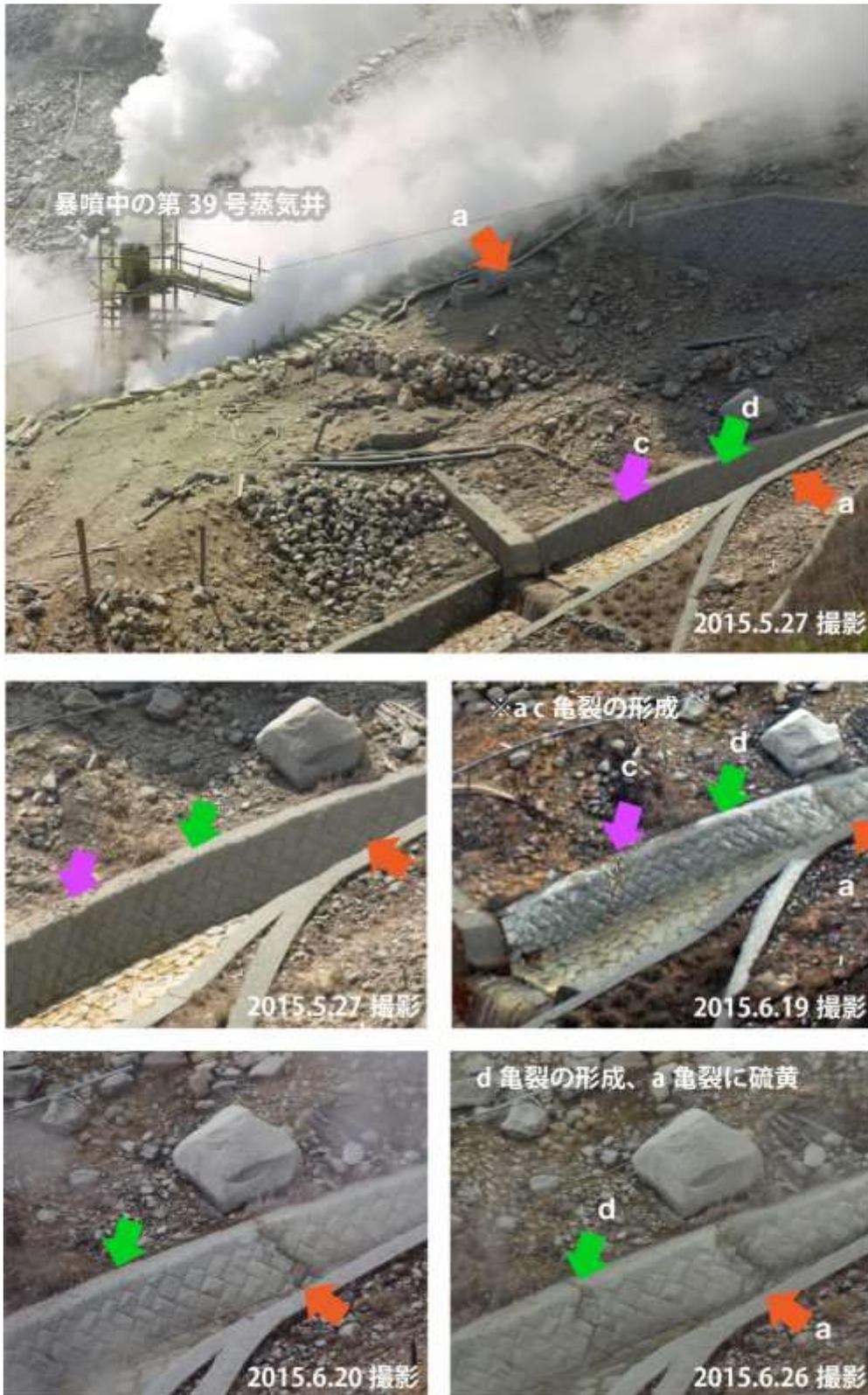
第 19 図 ALOS-2/PALSAR-2 データを使った InSAR 解析結果 (西からの視線方向)

Fig. 19 SAR interferograms obtained from ALOS-2/PALSAR-2 data.



第20図 ALOS-2/PALSAR-2 データを使った InSAR 解析結果 (東からの視線)

Fig.20 SAR interferograms obtained from ALOS-2/PALSAR-2 data.



第21図 暴噴する蒸気井付近の地表にあらわれた亀裂

Fig.21 Open cracks appeared around the uncontrolled steam well.