

第 132 回
火山噴火予知連絡会資料

(その 4) 御嶽山

平成 27 年 6 月 15 日

火山噴火予知連絡会資料（その4）

目次

御嶽山

気象庁（気象研含む）	3
名古屋大学	25
東工大他	30
日大他	37
地理院	39

御 嶽 山

(2015年5月31日現在)

御嶽山の火山活動には低下した状態が継続しており、火口から概ね1 km を超えて影響を及ぼすような噴火が発生する可能性は低くなっている。一方、火口からの噴煙活動や地震活動は続いており、今後も火口周辺に影響するようなごく小規模な噴火が発生する可能性がある。

平成 27 年 3 月 31 日 10 時 00 分に火口周辺警報（噴火警戒レベル 3、入山規制）を切り替え、警戒すべき範囲を変更した。

火口から概ね 1 km の範囲で噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意。また、降雨時には土石流の可能性があるので注意。

注：下線部の警戒すべき範囲は 6 月 15 日に変更予定の内容。

参考：これまでの防災対応の呼びかけ（平成 27 年 3 月 31 日 10 時 00 分火口周辺警報切替え）

「火口から概ね 2 km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石及び火砕流に警戒。これに加えて南西側（地獄谷方向）では火口から概ね 2.5km まで火砕流に警戒。」

概況（2015年2月～5月31日）

- ・噴煙及び火口付近の状況（第 1 図、第 2 図、第 3 図、第 4 図～第 5 図）

2014 年 9 月 27 日に噴火が発生した剣ヶ峰山頂の南西側の火口列からの白色の噴煙が引き続き観測されている。高さは火口縁上 100～500m であるが、上空の風の弱いときには一時的に 1000m を超えることがある。

2015 年 3 月 25 日に長野県消防防災航空隊の協力により実施した上空からの観測によると、剣ヶ峰山頂の南西側の火口列から白色の噴煙が認められ、噴煙の風下側で、硫化水素臭が認められた。また、赤外熱映像装置による観測では、複数の火口に対応しているとみられる高温部分が認められ、前回（2015 年 1 月 16 日）と比べて、高温領域の分布に特段の変化は認められなかった。

- ・火山ガスの状況（第 1 図、第 6 図）

今期間の二酸化硫黄の放出量は 1 日あたりおよそ 100～200 トン（速報値）で経過し、やや少ない状況が続いている。

- ・地震活動の状況（第 1 図、第 2 図～、第 3 図、第 7 図～第 12 図）

2014 年 9 月 27 日 11 時 52 分頃の噴火発生後、多かった地震回数は、その後次第に減少しているが、2014 年 8 月以前の状況には戻っていない。4 月 13 日 20 時 07 分頃に振幅の大きな A 型地震（M1.1：暫定値）が発生したが、その後地震が増加することなどはなく、活動に特段の変化はみられなかった。

火山性地震の震源は、主に剣ヶ峰山頂付近の深さ（海面下）0～2 km に分布しており、ほとんどが噴火発生直後に多発した震源分布の範囲内で発生している。2 月には、剣ヶ峰山頂の南約 2 km 付近の深さ（海面下）2 km でも発生した。

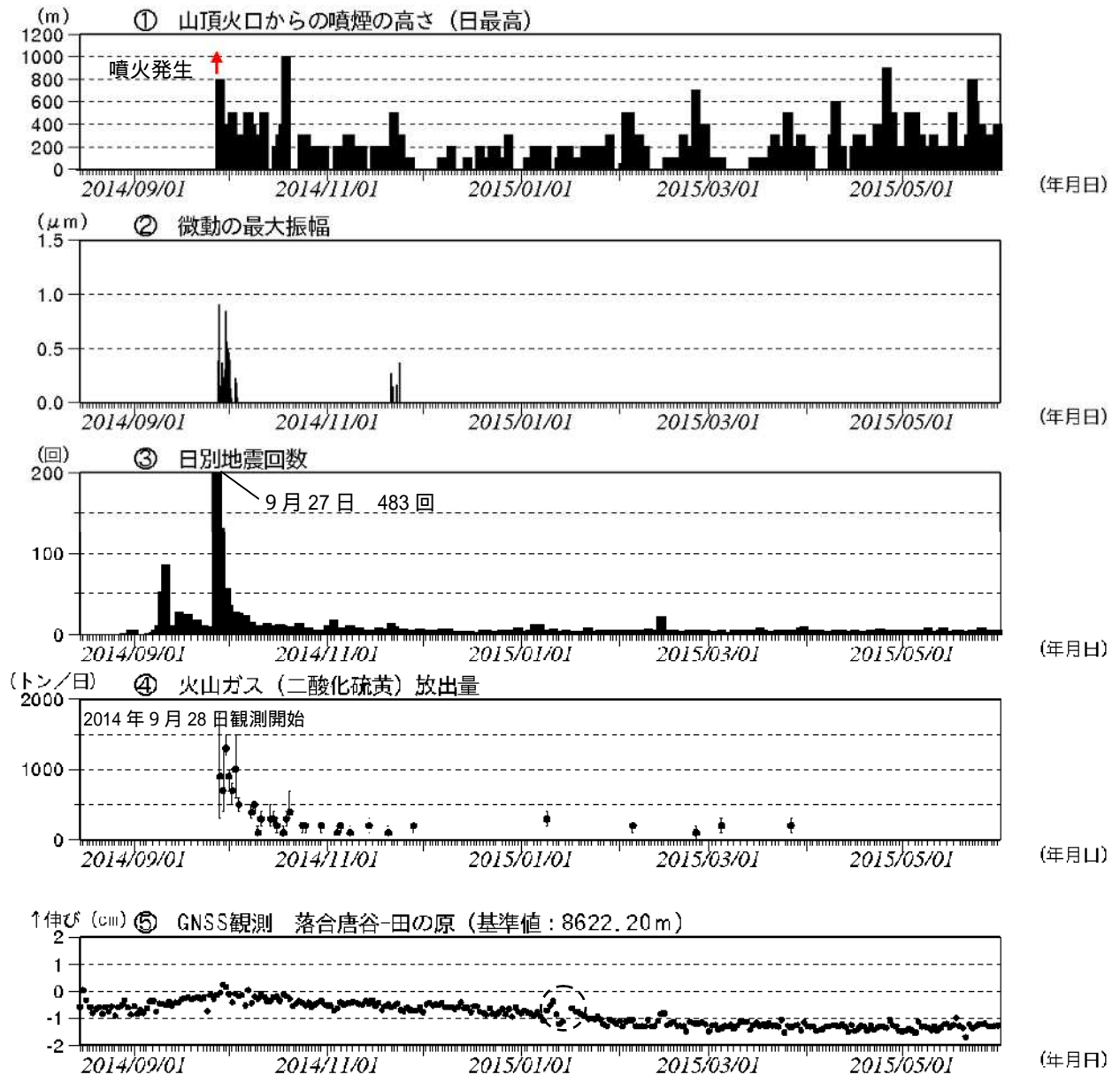
低周波地震は、2015 年 2 月 23 日に 2 回観測したほか、4 月 10 日、5 月 2 日、5 月 28 日にそれぞれ 1 回観測した。いずれも振幅は小さく、発生前後で他のデータに特段の変化はみられていない。

今期間、火山性微動は観測されていない。

この資料は気象庁のほか、中部地方整備局、国土地理院、東京大学、京都大学、名古屋大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、長野県及び岐阜県のデータも利用して作成した。

・地殻変動の状況（第 1 図、第 2 図、第 13 図～第 15 図）

気象庁によるGNSSデータの解析では、2014年10月頃以降山体付近の収縮によると考えられる縮みの傾向がみられる。その他特段の変化はみられない。



第 1 図 御嶽山 最近の火山活動経過図 (2014 年 8 月 15 日 ~ 2015 年 5 月 31 日 (速報値含む))

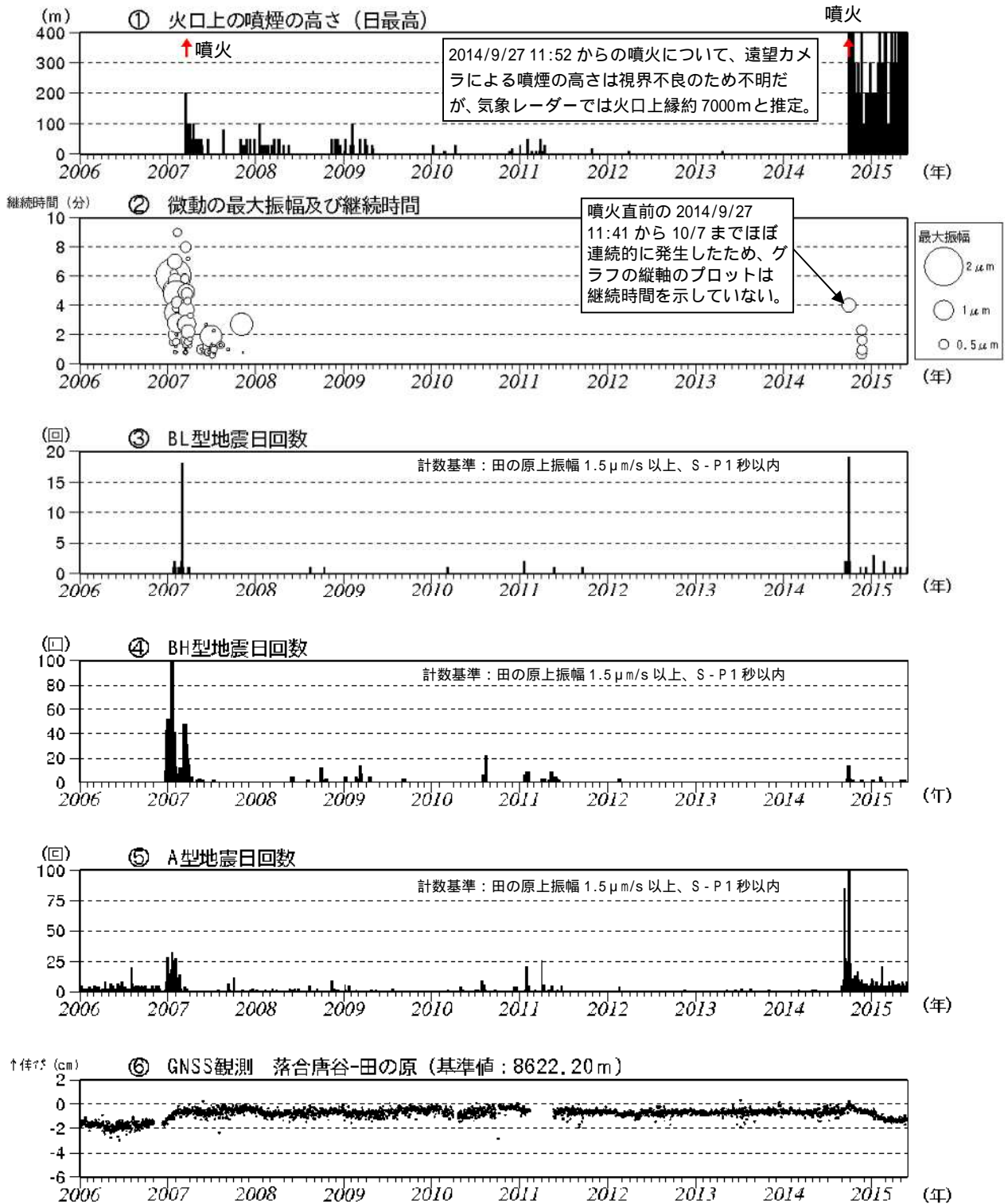
遠望カメラによる噴煙の高さ 噴煙の高さは日最大値 (噴火時以外は定時観測 (09 時・15 時) の値)。矢印は噴火開始を示す。また、視界不良時には噴煙の高さが表示されていないが、噴火発生以降は噴煙が連続的に発生しているものと考えられる。

微動の最大振幅 田の原上観測点 (剣ヶ峰南東約 2 km) の上下動の変位振幅。

日別地震回数 計数基準: 田の原上振幅 1.5 μm/s 以上、S - P 1 秒以内。

GNSS 観測 第 16 図の基線 に対応。点線で囲んだ変化は、火山活動との関係はないと考えられる。

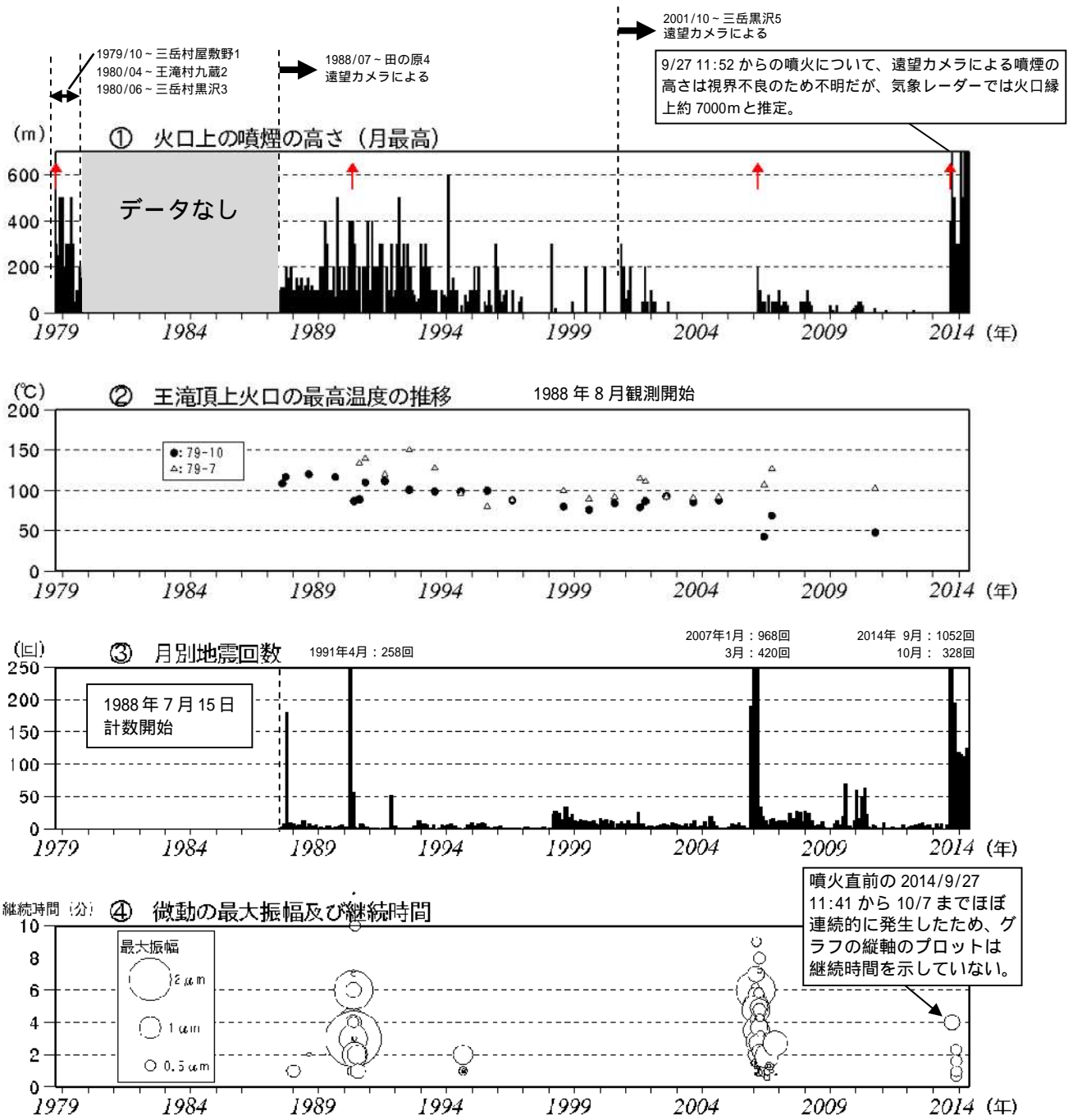
- ・ 火山性地震は減少してきているが、2014 年 8 月以前の状況には戻っていない。
- ・ 火山性微動は観測されていない。
- ・ 二酸化硫黄の放出量は 1 日あたり約 100 から 200 トンとやや少ない状態が続いている。
- ・ の基線で 2014 年 10 月頃以降、わずかな縮みの傾向がみられる。



第 2 図 御嶽山 火山活動経過図 (2006 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 13 日)

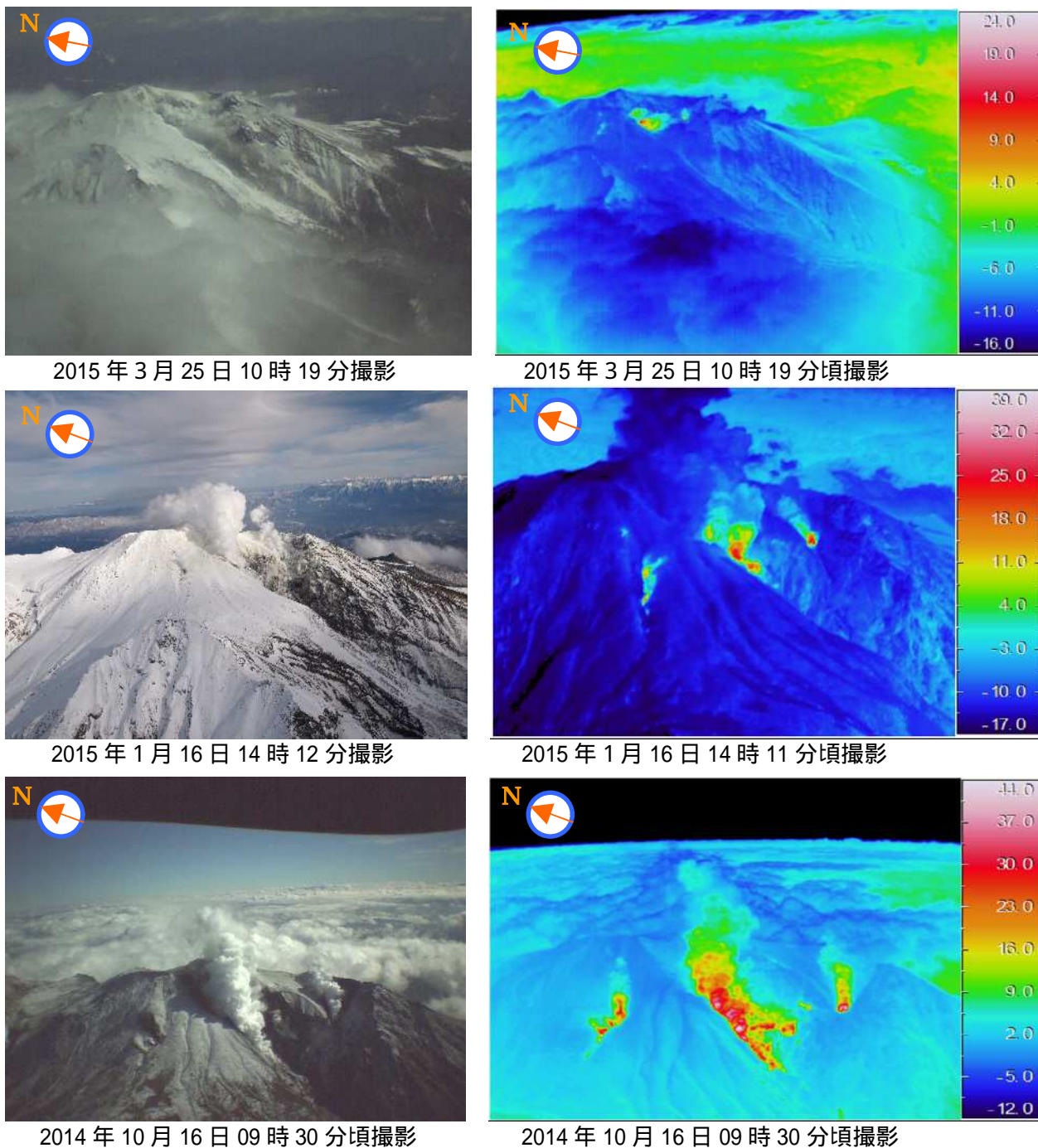
2010 年 10 月以降の GNSS データについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報層を用いている。

図中 は第 16 図の GNSS 基線 に対応し、空白期間は欠測を示す。



第 3 図 御嶽山 長期の火山活動経過図 (1979年10月～2015年5月31日)

- : 月最大噴煙高度(遠望カメラ名に付いた番号は第22図の配置図参照)赤矢印は噴火を示す。
- : 王滝頂上噴気地帯の温度変化(サーミスタ温度計による)
- : 月別地震回数グラフ 計数基準: 田の原上振幅 1.5 $\mu\text{m/s}$ 以上、S-P1秒以内。
- : 火山性微動振幅グラフ 計数基準: 田の原上変位振幅 0.05 μm 以上。



第4図 御嶽山 可視及び赤外熱映像装置による火口付近の状況及び地表面温度分布
 (上及び中央図)長野県消防防災航空隊の協力により南西側上空から撮影
 (下図)航空自衛隊の協力により南西側上空から撮影

- ・前回(2015年1月16日)と比べて、高温領域の分布に特段の変化は認められなかった。
- ・噴煙の風下側で硫化水素臭が認められた。



2014 年 10 月 17 日 15 時 00 分



2014 年 10 月 30 日 08 時 42 分



2014 年 11 月 11 日 15 時 39 分



2014 年 11 月 27 日 14 時 47 分



2014 年 12 月 12 日 11 時 48 分



2014 年 12 月 24 日 08 時 58 分



2015 年 1 月 5 日 15 時 00 分



2015 年 1 月 13 日 15 時 00 分

第 5 - 1 図 御嶽山 噴煙の状況 (剣ヶ峰の南南西約 6 km の中部地方整備局設置の滝越カメラによる)



2015年2月25日 15時40分



2015年2月25日 15時29分



2015年3月21日 13時27分



2015年3月21日 13時36分



2015年4月12日 08時30分



2015年4月12日 08時29分

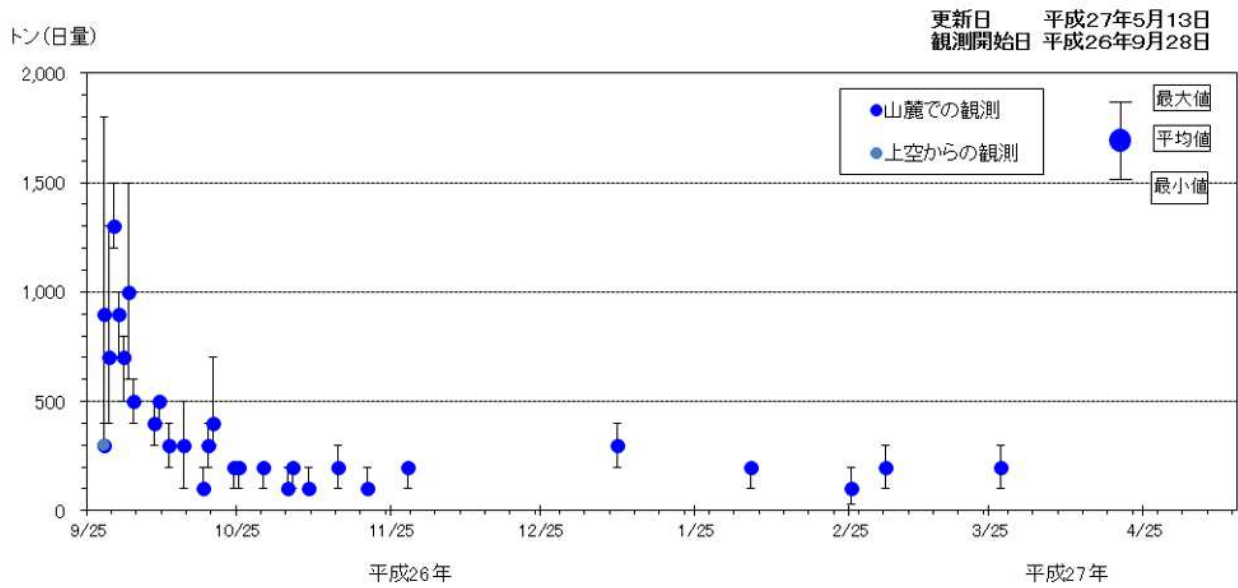


2015年5月3日 12時10分



2015年5月3日 12時09分

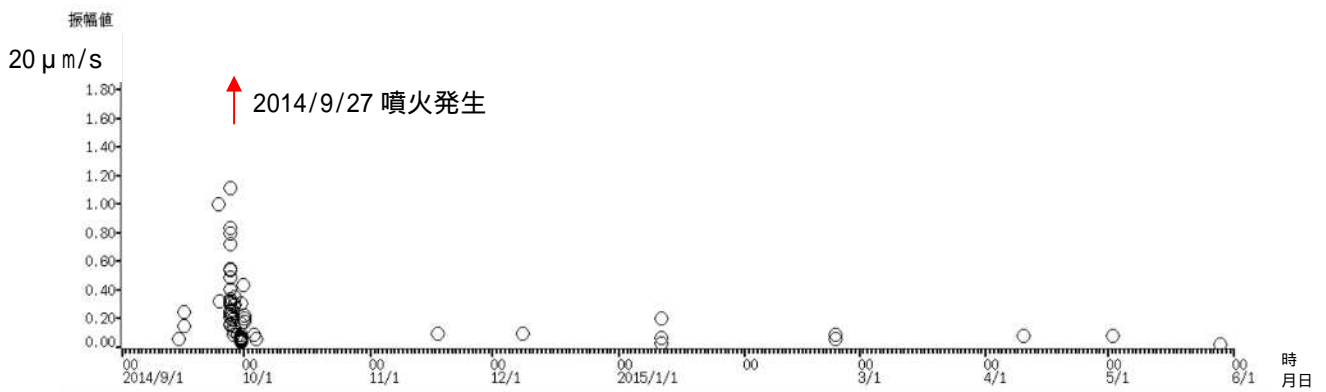
第 5 - 2 図 御嶽山 噴煙の状況（剣ヶ峰の南南西約 6 km の中部地方整備局設置の滝越カメラ（左）及び剣ヶ峰の南東約 15km の三岳黒沢遠望カメラ（右）による）



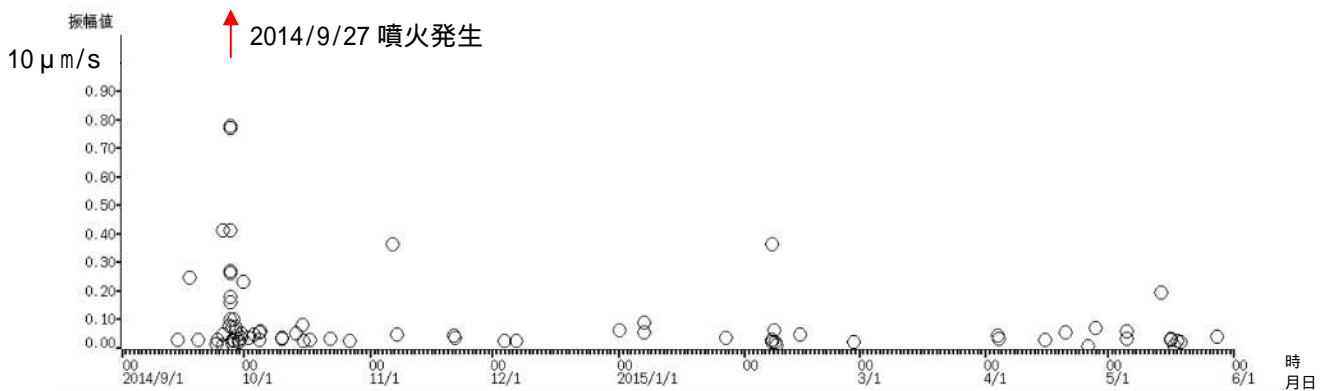
第 6 図 御嶽山 火山ガス（二酸化硫黄）観測結果（2014 年 9 月 28 日～2015 年 5 月 13 日）

- ・2014 年 9 月 28 日以降、上空及び山麓で実施した火山ガス観測では、二酸化硫黄の放出量は、噴火直後は 1 日あたりおよそ 500 トンから 1500 トンで推移したが、10 月下旬以降は 1 日あたりおよそ 100～300 トンに減少している（いずれも速報値）。
- ・今期間の二酸化硫黄の放出量は 1 日あたりおよそ 100～200 トン（速報値）で経過し、やや少ない状況が続いている。

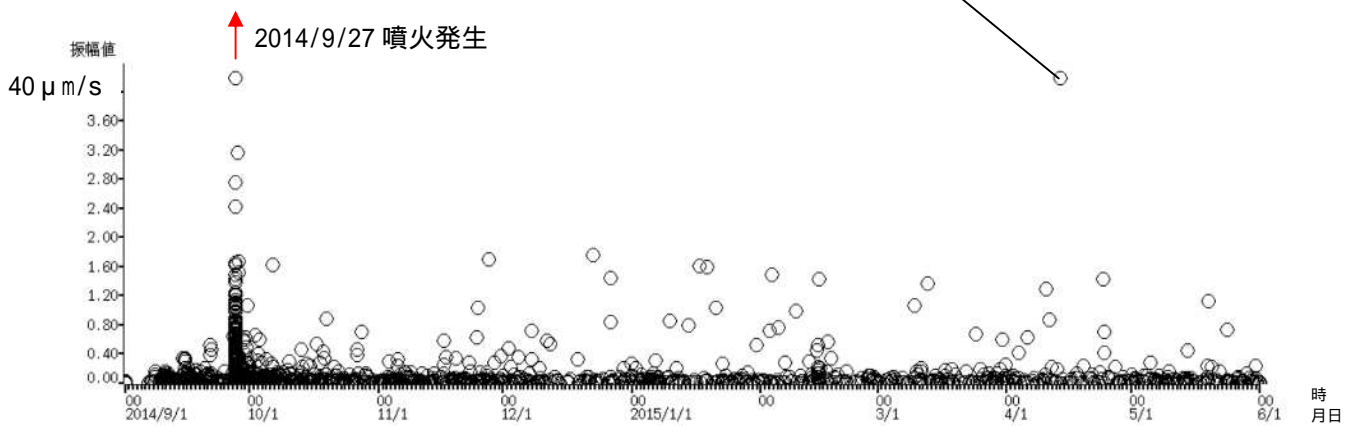
低周波地震 (BL 型地震)



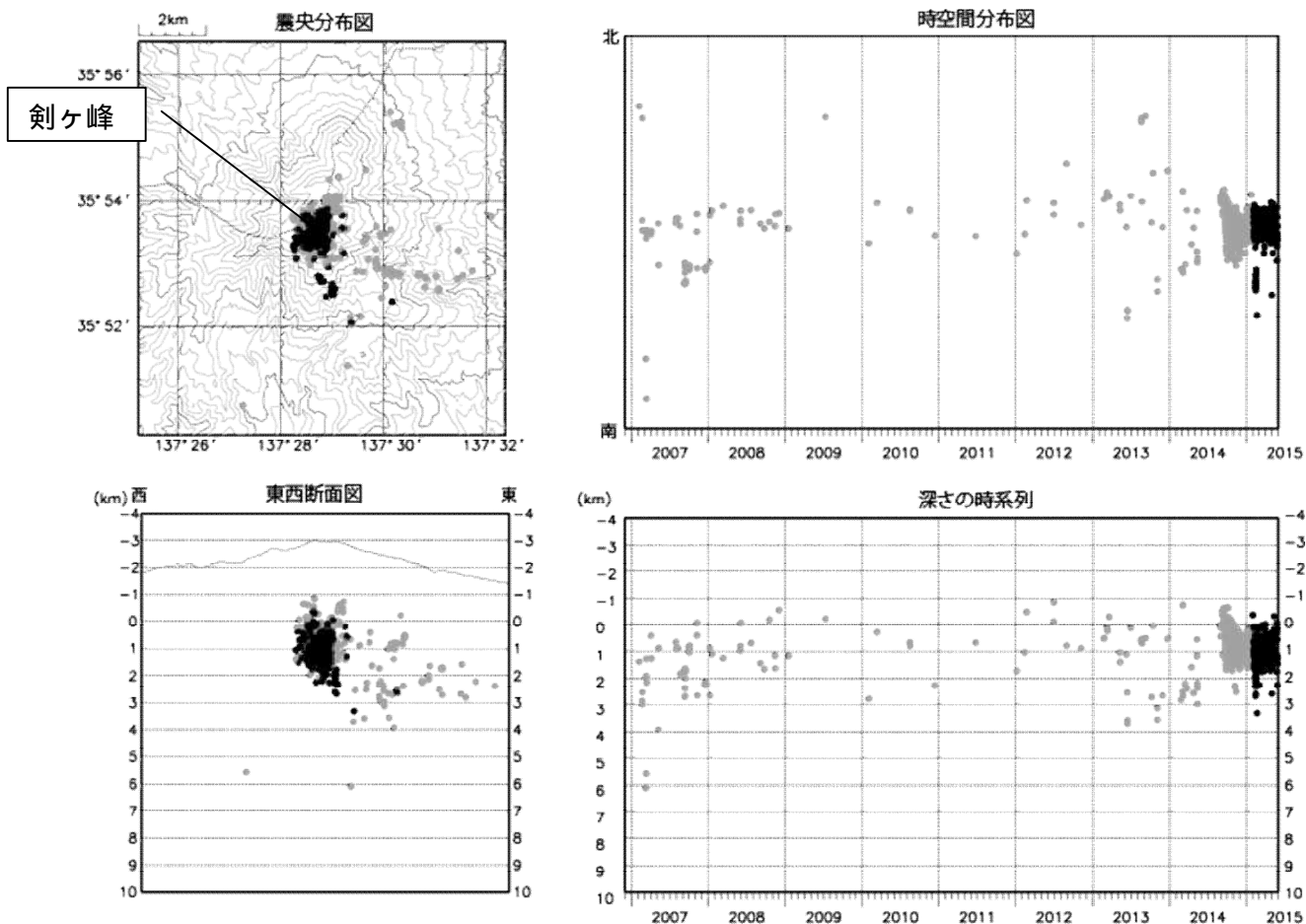
やや低周波地震 (BH 型地震)



高周波地震 (A 型地震)

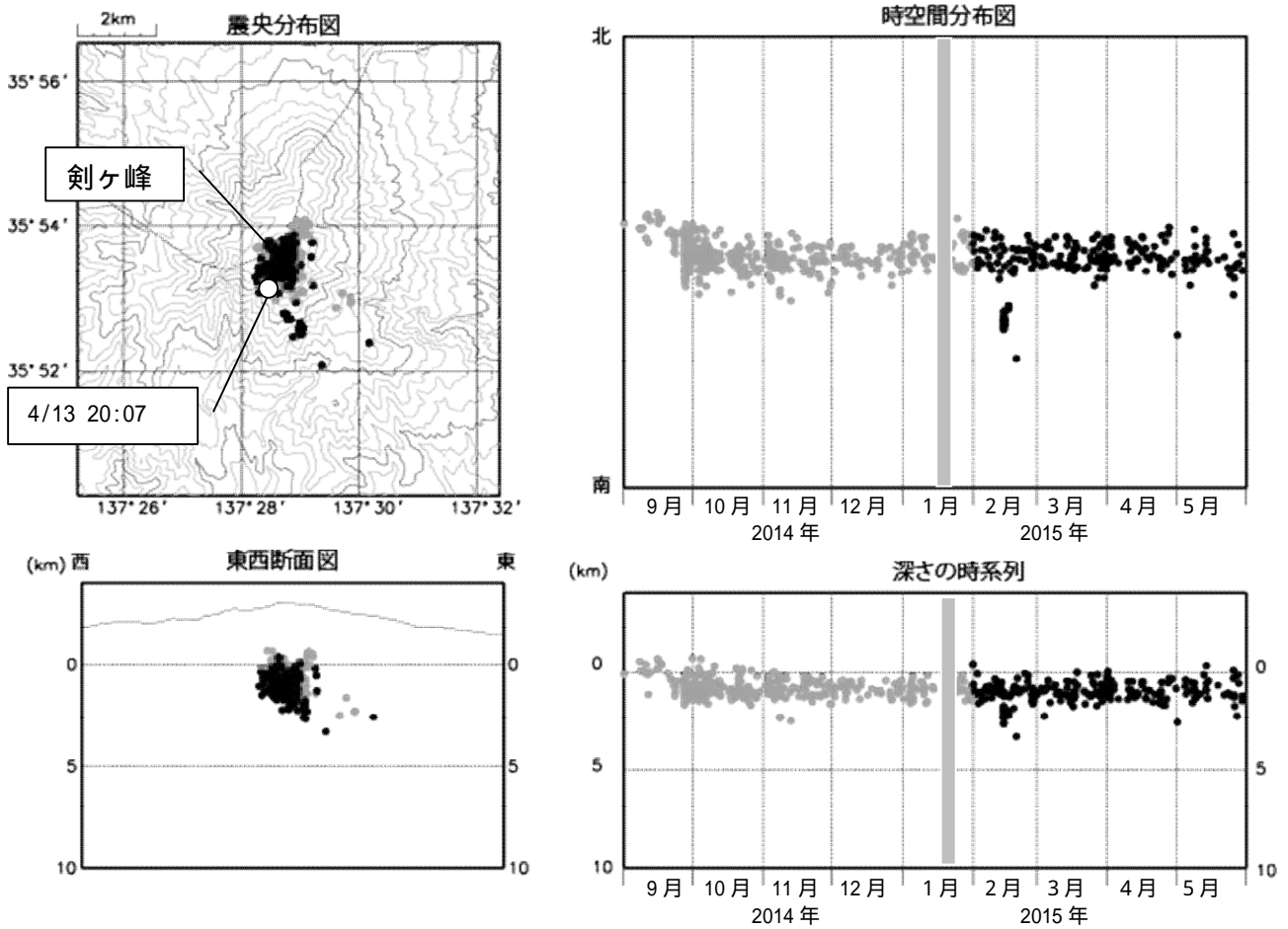


第 7 図 御嶽山 タイプ別最大振幅の時系列グラフ (上図 : BL 型、中図 : BH 型、下図 : A 型)
 (田の原観測点速度上下成分 : 2014 年 9 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日)
 計数基準 : 田の原上振幅 1.5 $\mu\text{m/s}$ 以上、S - P1 秒以内。



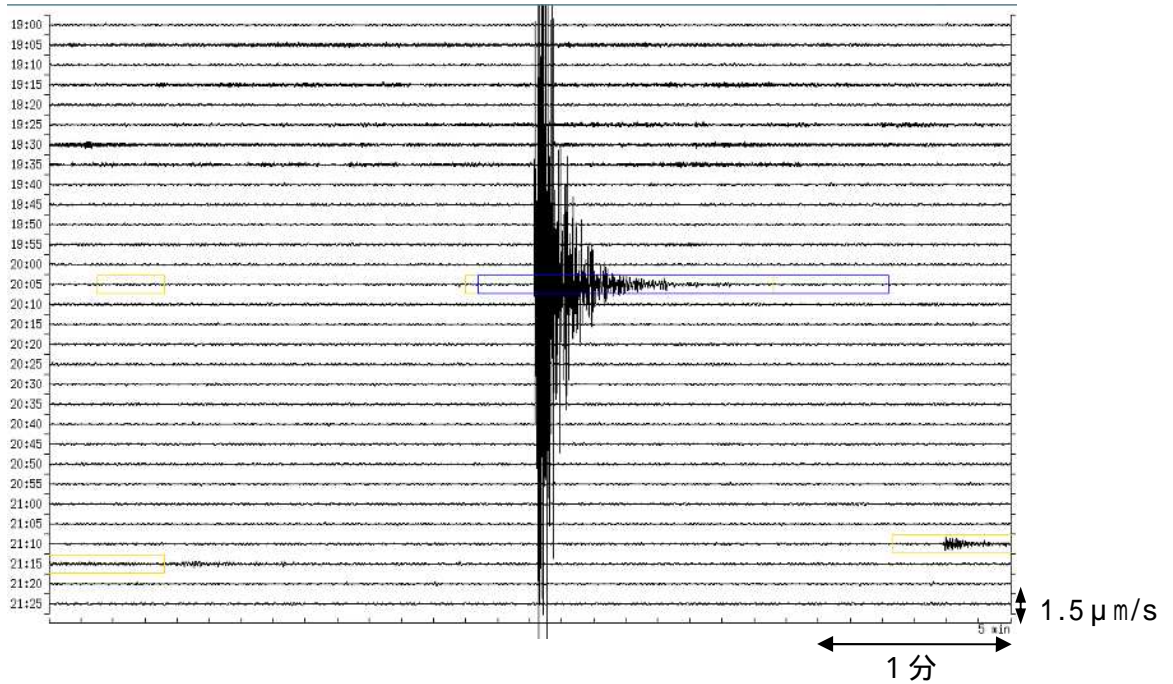
第 8 - 1 図 御嶽山 山体周辺の観測点による震源分布図 (2006 年 12 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日)
 : 2006 年 12 月 1 日 ~ 2015 年 1 月 31 日
 : 2015 年 2 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図25000(行政界・海岸線)』及び『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。

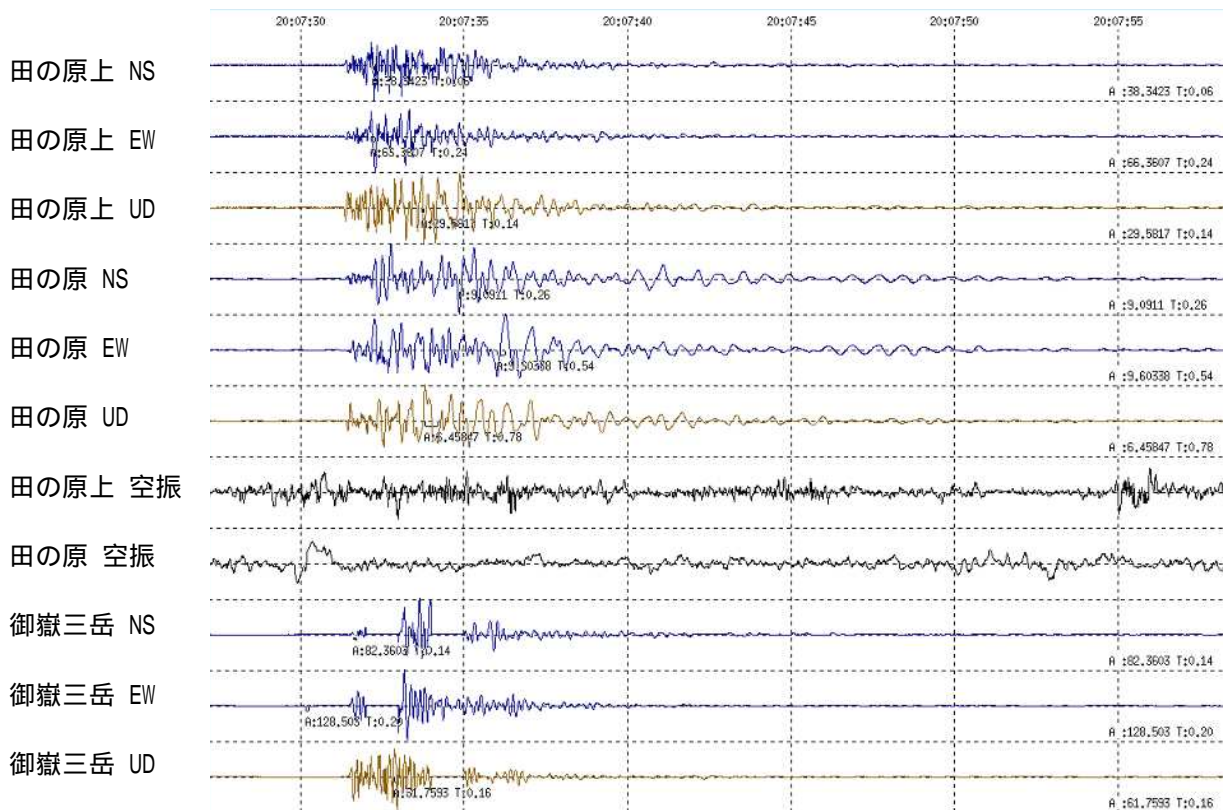


第 8 - 2 図 御嶽山 山体周辺の観測点による震源分布図 (2014 年 9 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日)
 半無限均質速度構造 ($V_p = 4.0\text{km/s}$, $V_p/V_s = 1.73$)
 : 2014 年 9 月 1 日 ~ 2015 年 1 月 31 日
 : 2015 年 2 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日

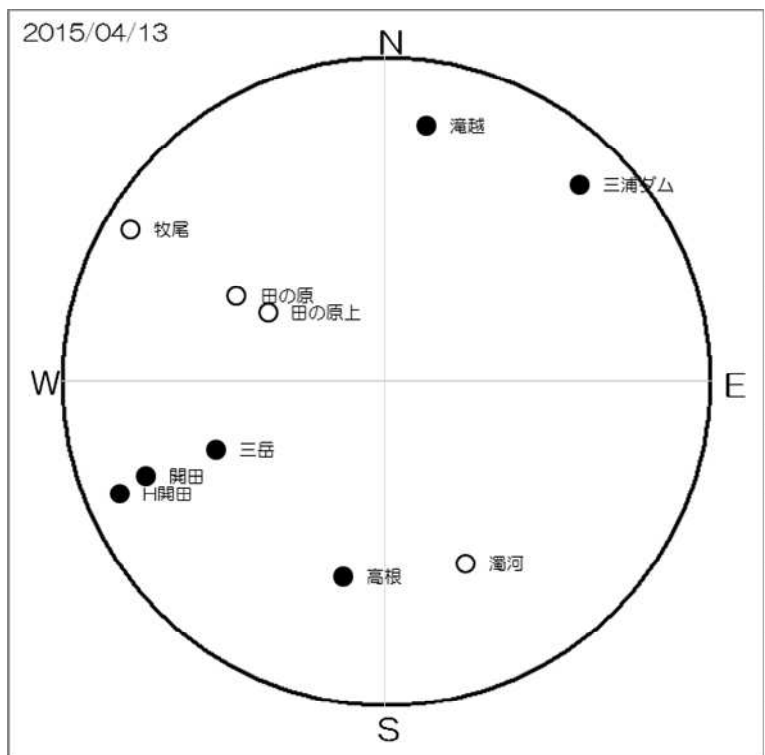
- ・火山性地震の震源は、主に剣ヶ峰山頂付近の深さ（海面下）0 ~ 2 km に分布しており、ほとんどが噴火発生直後に多発した震源分布の範囲内で発生している。2 月には、剣ヶ峰山頂の南約 2 km 付近の深さ（海面下）2 km でも発生した。
- ・図の灰色の期間は欠測の観測点が多く震源が決定できていない。



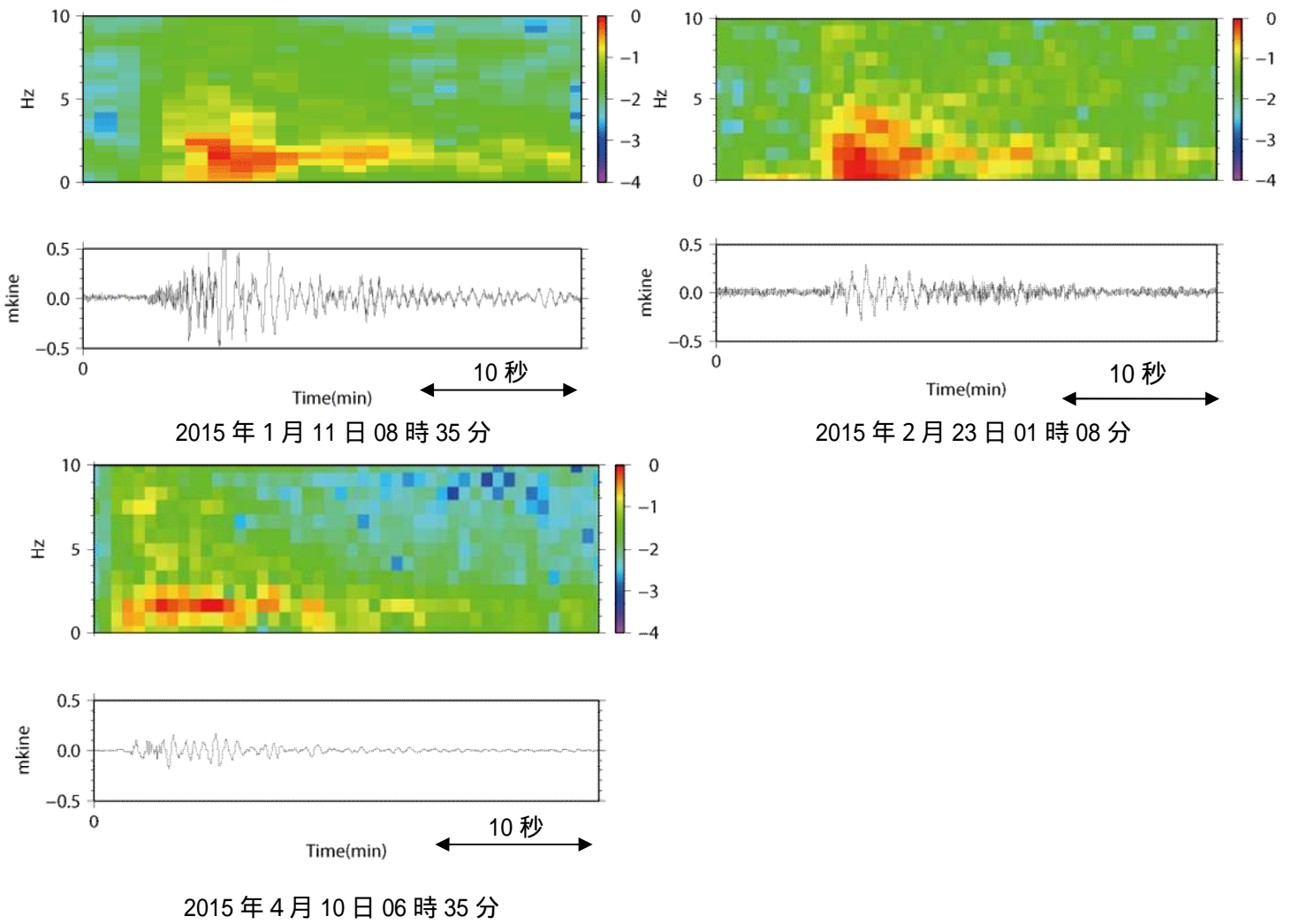
第 9 図 御嶽山 2015年 4 月13日 19:00~21:00の田の原観測点上下成分の波形
青枠が20時07分に発生した地震



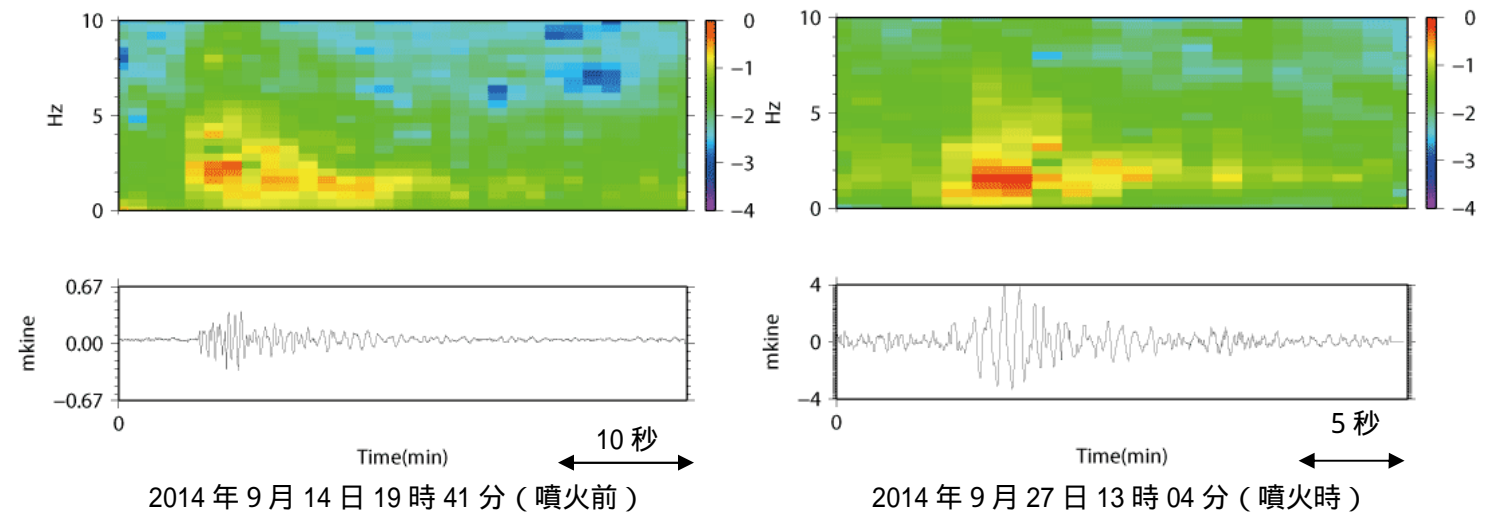
第10図 御嶽山 2015年 4 月13日20時07分頃の地震波形



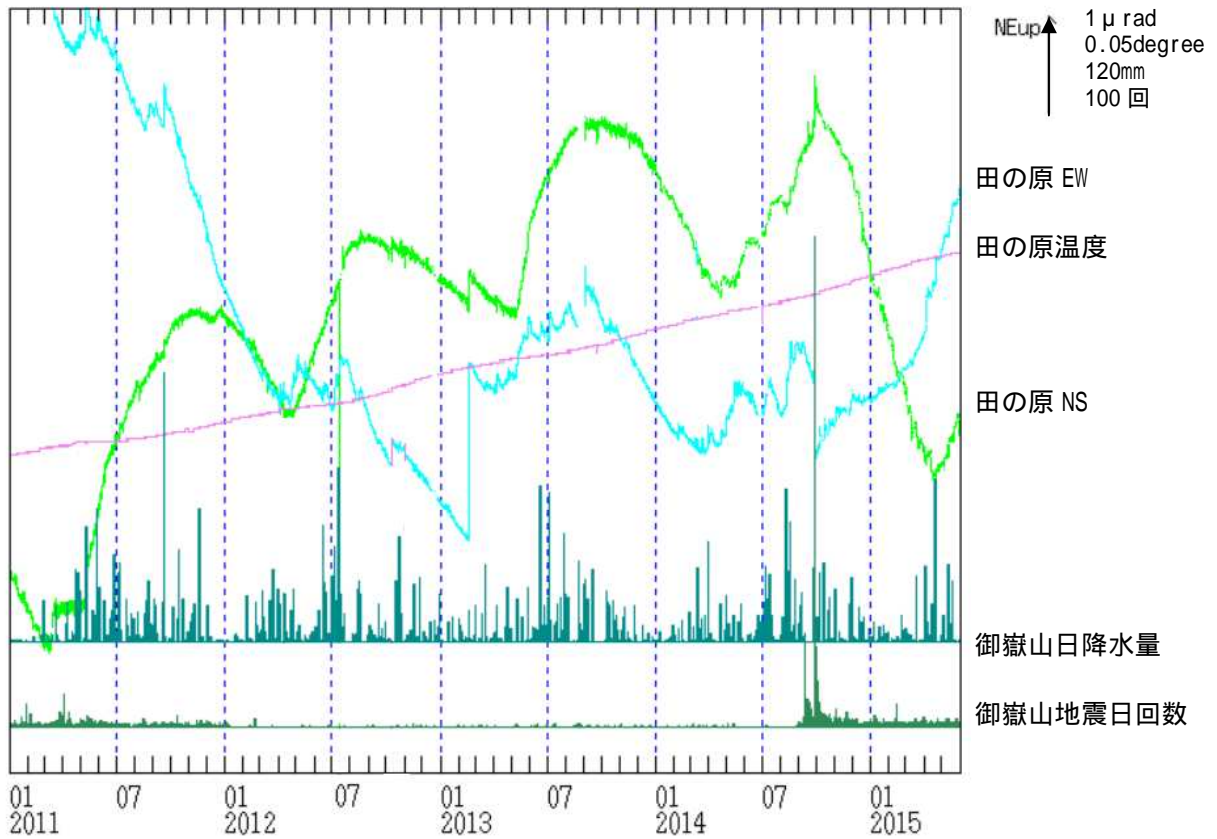
第11図 御嶽山 2015年4月13日 20時07分頃の地震の押し引き分布
(下半球等積投影、半無限速度構造を仮定)



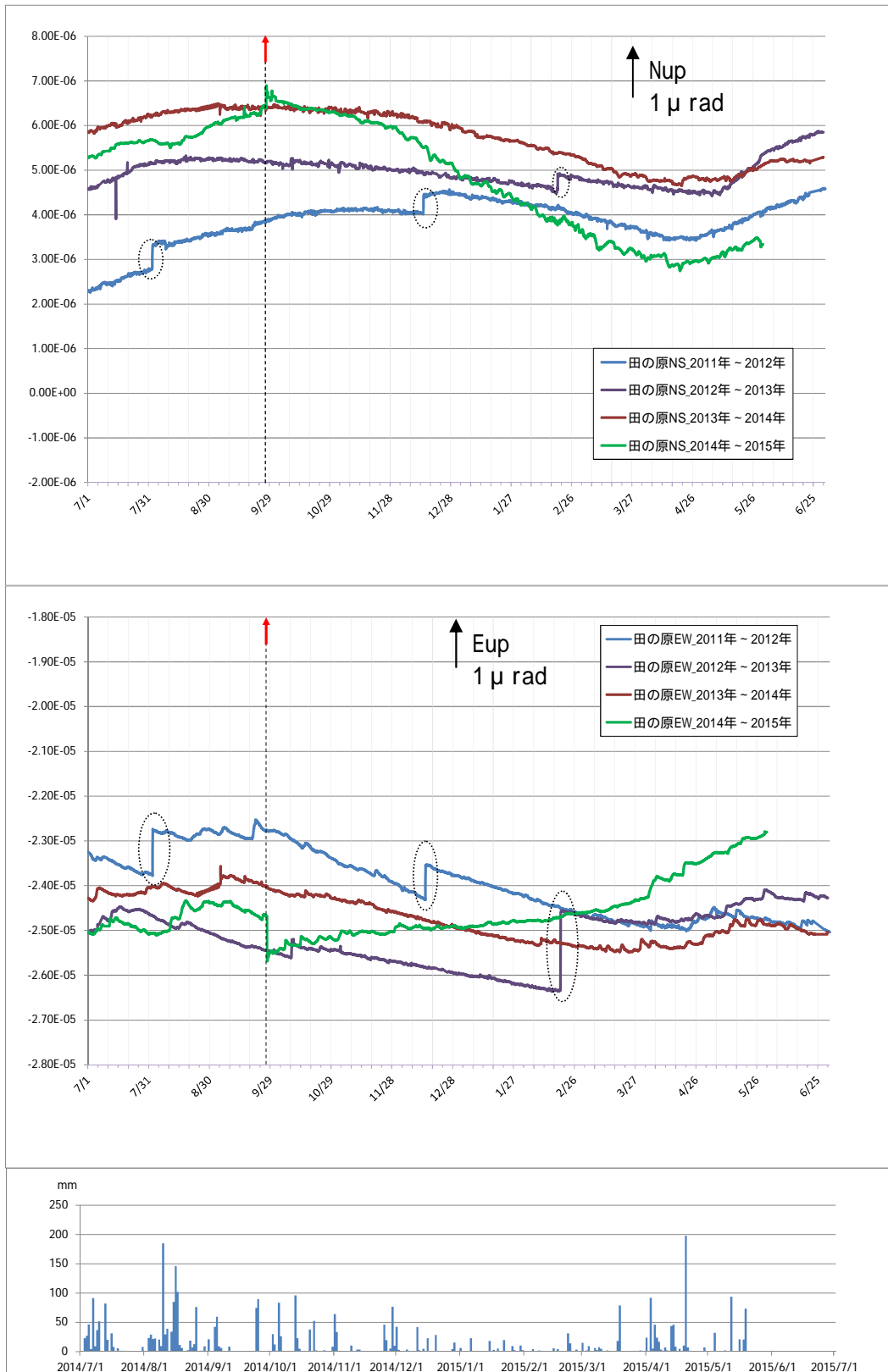
第 12 - 1 図 噴火後の低周波地震のランニングスペクトル解析（田の原上観測点速度上下成分）
 ・いずれも 1 ~ 2 Hz の周波数が卓越している。



第 12 - 2 図 噴火前、噴火時の低周波地震のランニングスペクトル解析
 （田の原上観測点速度上下成分）
 第 12 - 1 図との比較のために掲載。

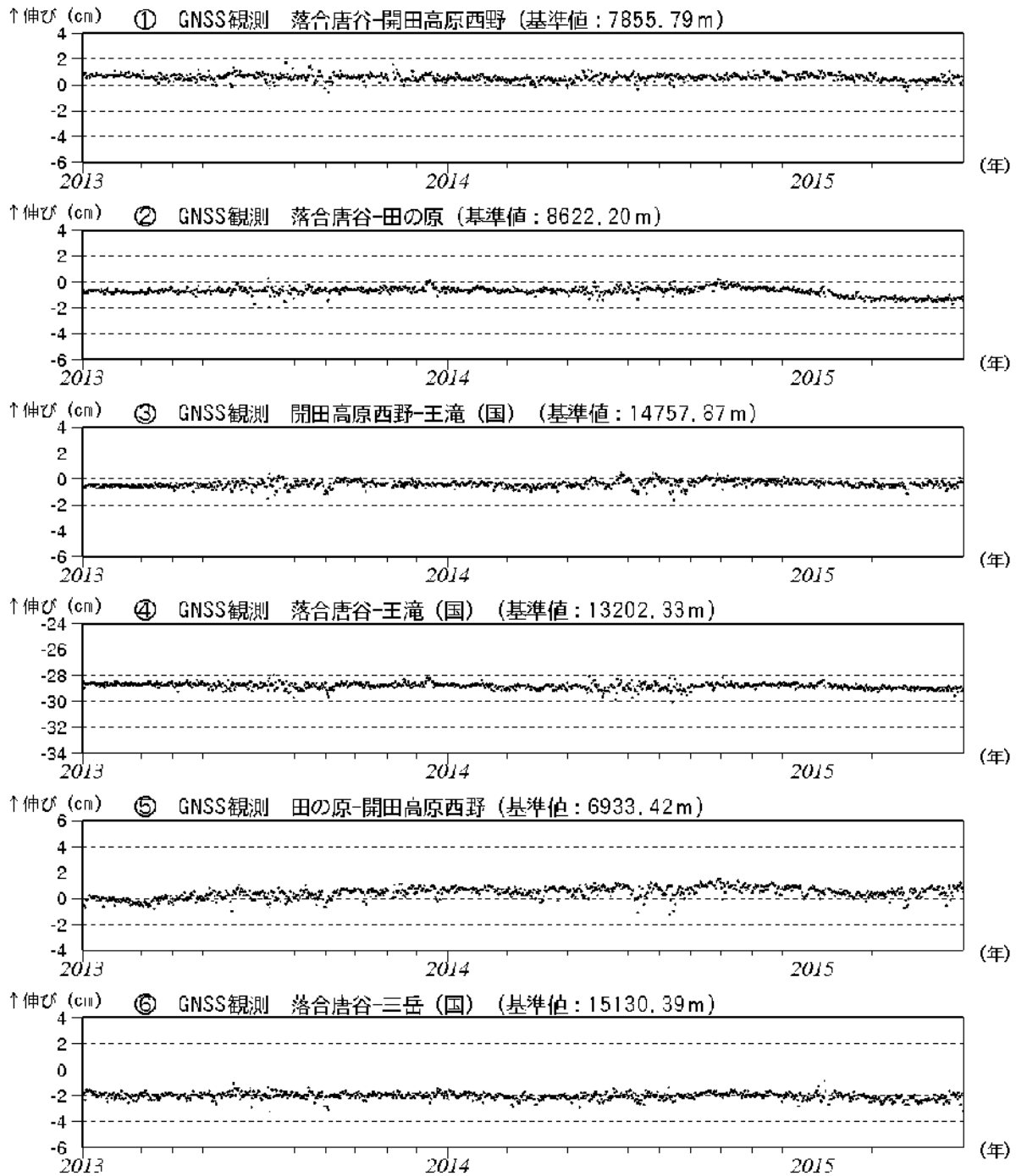


第 13 - 1 図 御嶽山 田の原（剣ヶ峰の南東約 3 km）の傾斜計変動
（2011 年 1 月 1 日～2015 年 5 月 31 日、時間値、潮汐補正済み）



第 13 - 2 図 御嶽山 田の原（剣ヶ峰の南東約 3 km）の傾斜計の年周変動（過去 3 年）との比較（2011 年～2015 年 5 月 31 日、時間値、潮汐補正済み、上：NS 成分、中央：EW 成分、下：御嶽山アメダス降水量）

- ・噴火発生後（赤矢印）から山側下がりの変化がしばらく続いた。その後年周変化とはやや異なる動きがみられていたが 2015 年 4 月頃からは元の年周変化に戻りつつあるように見える。
- ・点線円は火山活動とは関係ない変化。



第 14 図 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長変化 (2013 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日)
(国): 国土地理院

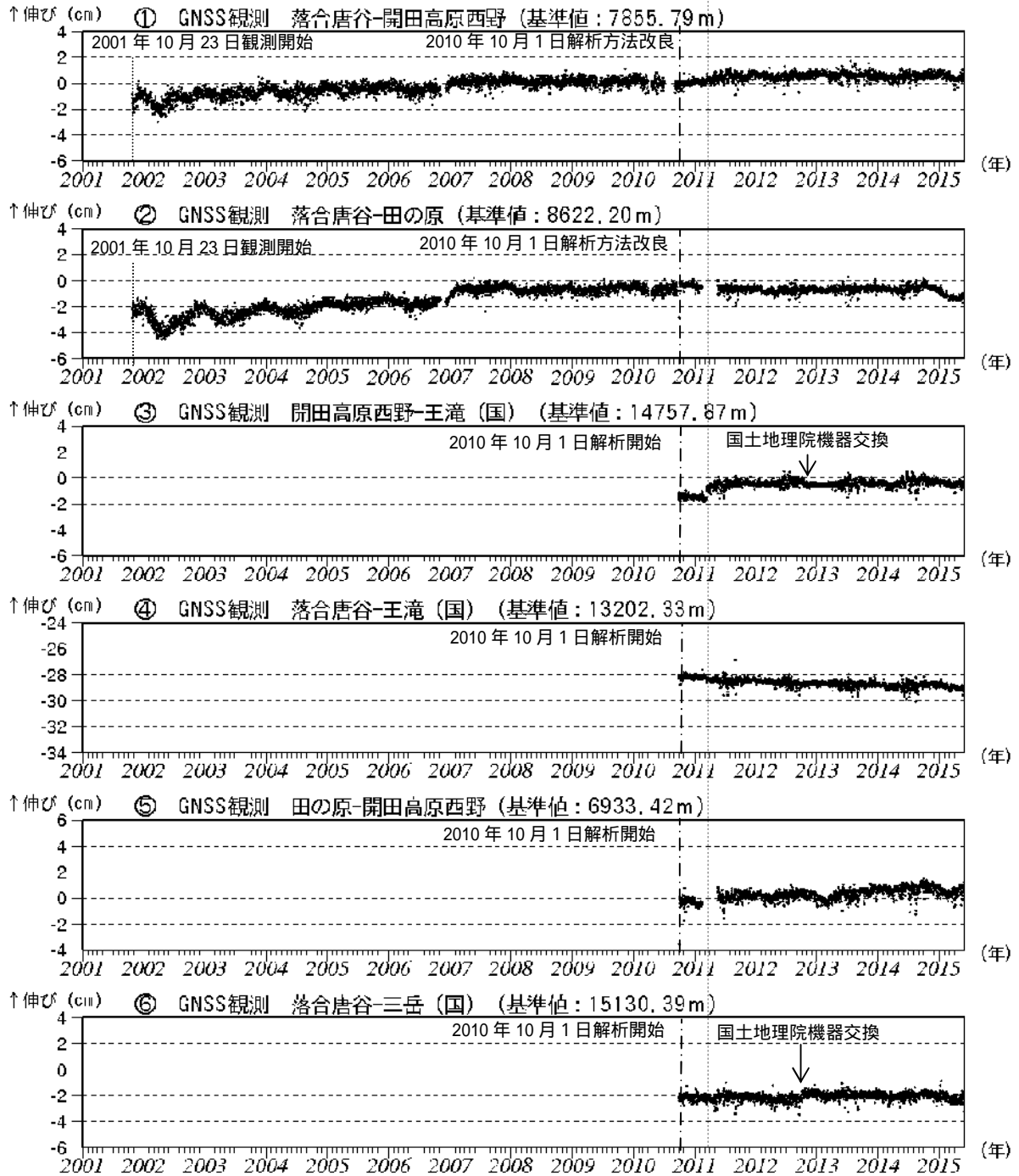
対流圏補正と電離層補正を行っている。

なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報暦を用いている。

図中 ~ は第16図のGNSS基線 ~ に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・ の基線で 2014 年 10 月頃以降、わずかな縮みの傾向がみられる。

東北地方太平洋沖地震



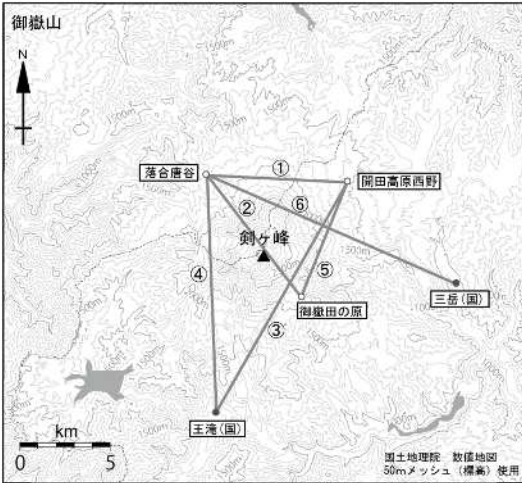
第 15 図 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長の長期変化 (2001 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日)

(国): 国土地理院

2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。
 なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報
 暦を用いている。

図中 ~ は第16図のGNSS基線 ~ に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・ の基線で 2014 年 10 月頃以降、わずかな縮みの傾向がみられる。

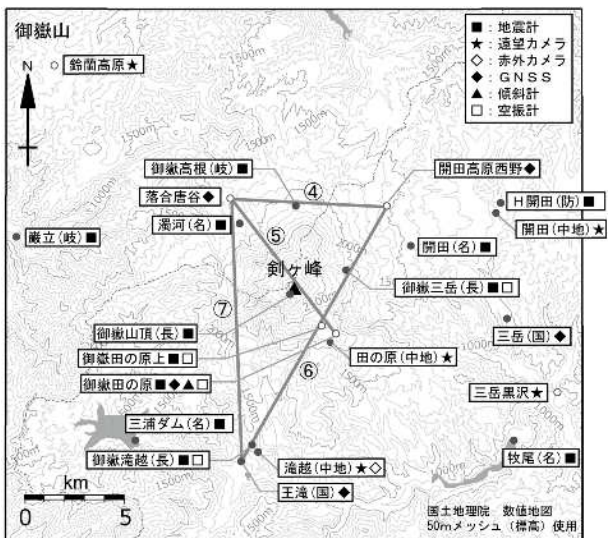


第 16 図 御嶽山 GNSS 連続観測点配置図

小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国): 国土地理院

図中の GNSS 基線 ① ~ ⑥ は、第 1 図の ① ~ ⑥、第 2 図の ① ~ ⑥ に対応し、図中の GNSS 基線 ⑦ ~ ⑧ は第 14、15 図の ⑦ ~ ⑧ に対応する。この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。



第 17 図 御嶽山 観測点配置図

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国): 国土地理院、(中地): 中部地方整備局、(防): 防災科学技術研究所、(名): 名古屋大学、
 (長): 長野県、(岐): 岐阜県



第 18 図 御嶽山 遠望観測地点の変遷番号は第 3 図 の観測地点番号に対応。

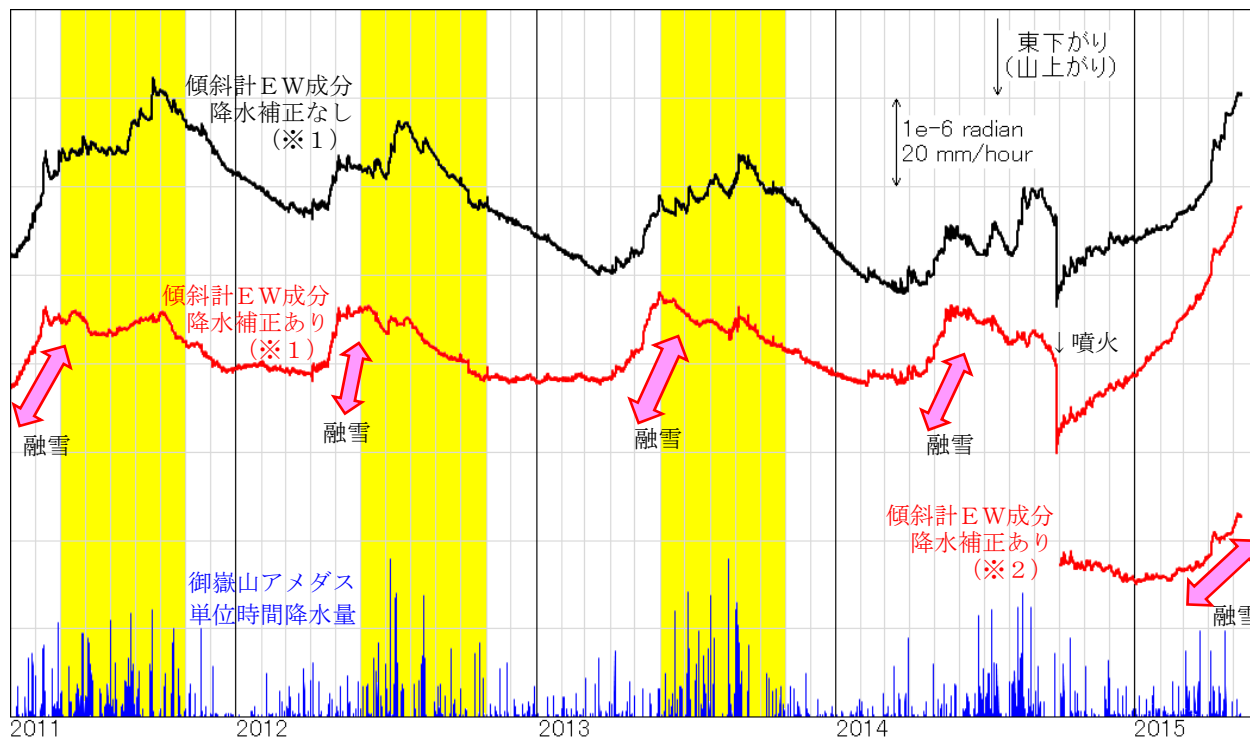
降水補正を行った田の原の傾斜計 EW 成分の変化

御嶽山田の原の傾斜計では、噴火に先立って 9 月 10 日頃から山上りの変化が確認されたが、噴火以降のデータについては山上りの傾向はない。

第 131 回火山噴火予知連絡会において、気象庁が御嶽山の田の原に設置している傾斜計について、2011 年から 2013 年の 6 月から 10 月の計 15 カ月間（図中の黄色で示す期間）で降水補正パラメータを推定した資料を提出した。その結果、良好な降水補正データとなり、2014 年 9 月の噴火に先立って 9 月 10 日頃から発生した山頂直下の地震と同期した東上がり（西上がり）の変化を確認することができたほか、似たような変化も過去に複数回あったことも確認した。

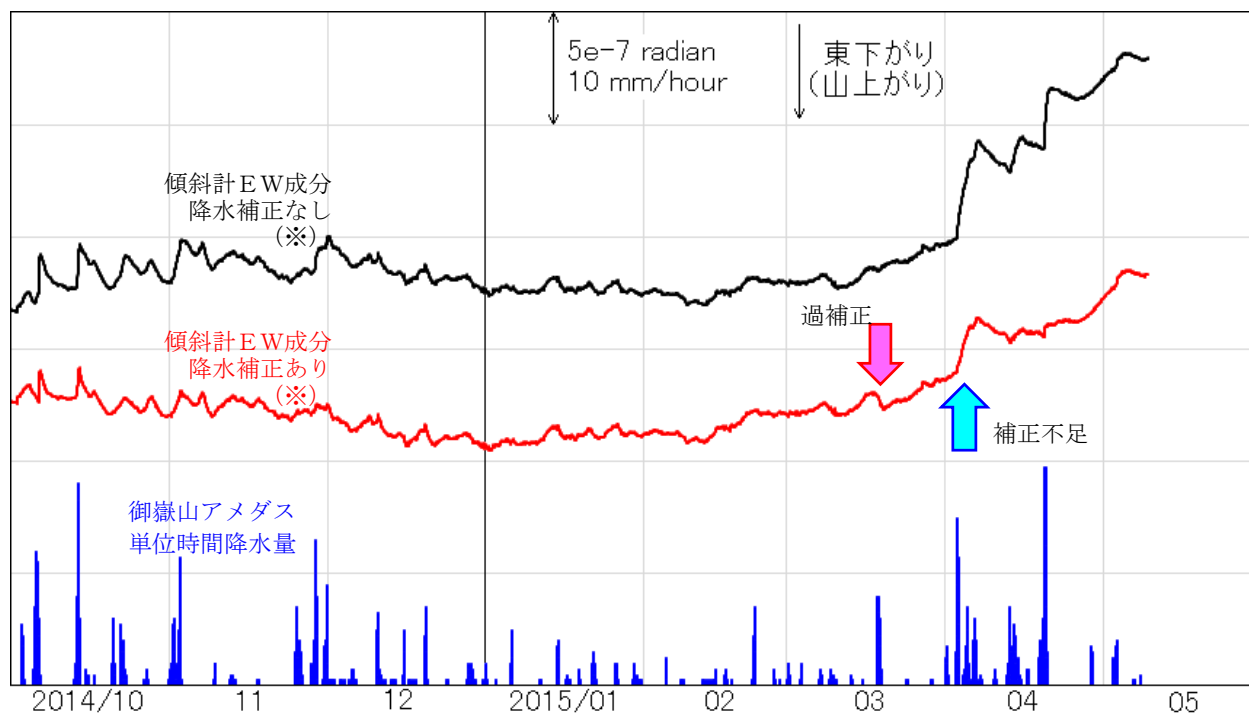
2014 年 10 月以降は、傾斜計 EW 成分は東上がり（山下がり）の傾向が継続している。この東上がりの傾向を一次トレンド直線で除去した場合、毎年 3 月から 5 月に生じる融雪によると考えられる変化以外、特段顕著な変化は確認できなかった。

なお、2015 年 3 月 18 日から 19 日にかけての降雨（積算で 97mm）については降水補正によって過補正が生じている。これは融雪初期にあたり降雨及び融雪水の一部が積雪内に蓄えられたため、流出して傾斜計に影響を与える水量が少なかった可能性がある。一方、2015 年 4 月 3 日の降雨（積算で 92mm）については降水補正不足が生じている。これは融雪の最盛期にあたり積雪のざらめ化が進んでいたため、降雨に加えて大量の融雪水が流出して傾斜計に影響を与える水量が多かったものと推察される。



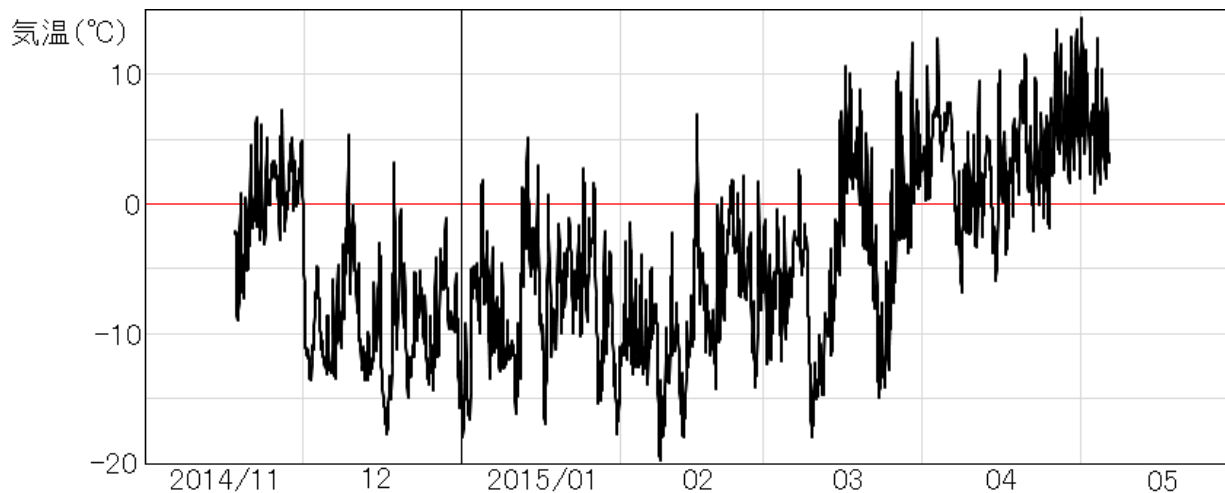
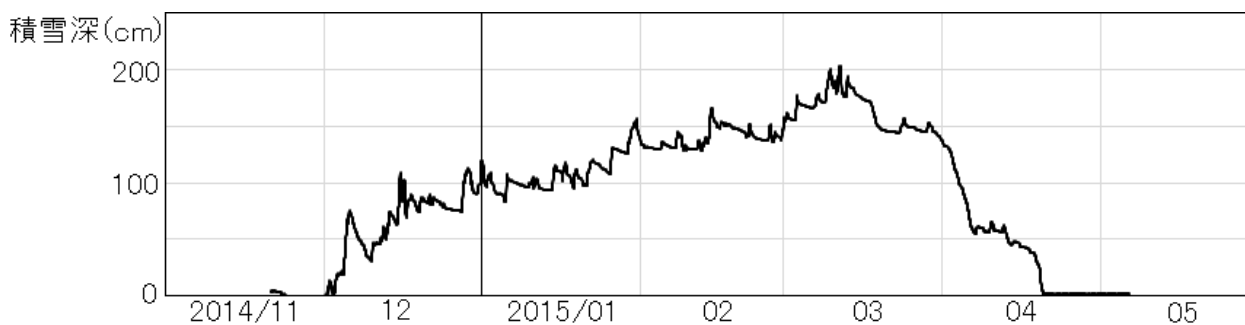
田の原傾斜計 EW 成分の時系列グラフ（2011 年 4 月～2015 年 5 月）

- ※ 1 設置後からの緩やかな変化を指数関数及び一次トレンド直線で除去した。
- ※ 2 2014 年 10 月以降の東上がりの傾向を、一次トレンド直線で除去した。



田の原傾斜計 EW 成分の時系列グラフ (2014 年 10 月～2015 年 5 月)

※ 2014 年 10 月以降の東上がりの傾向を、一次トレンド直線で除去した。



田の原における積雪深及び気温の時系列グラフ (2014 年 11 月～2015 年 5 月)

※ 新潟大学災害・復興科学研究所及び信州大学理学部による積雪深及び気温の観測は、11 月下旬から 5 月半ばまで行われた。

2014 年 8 月以降の御嶽山における震源分布

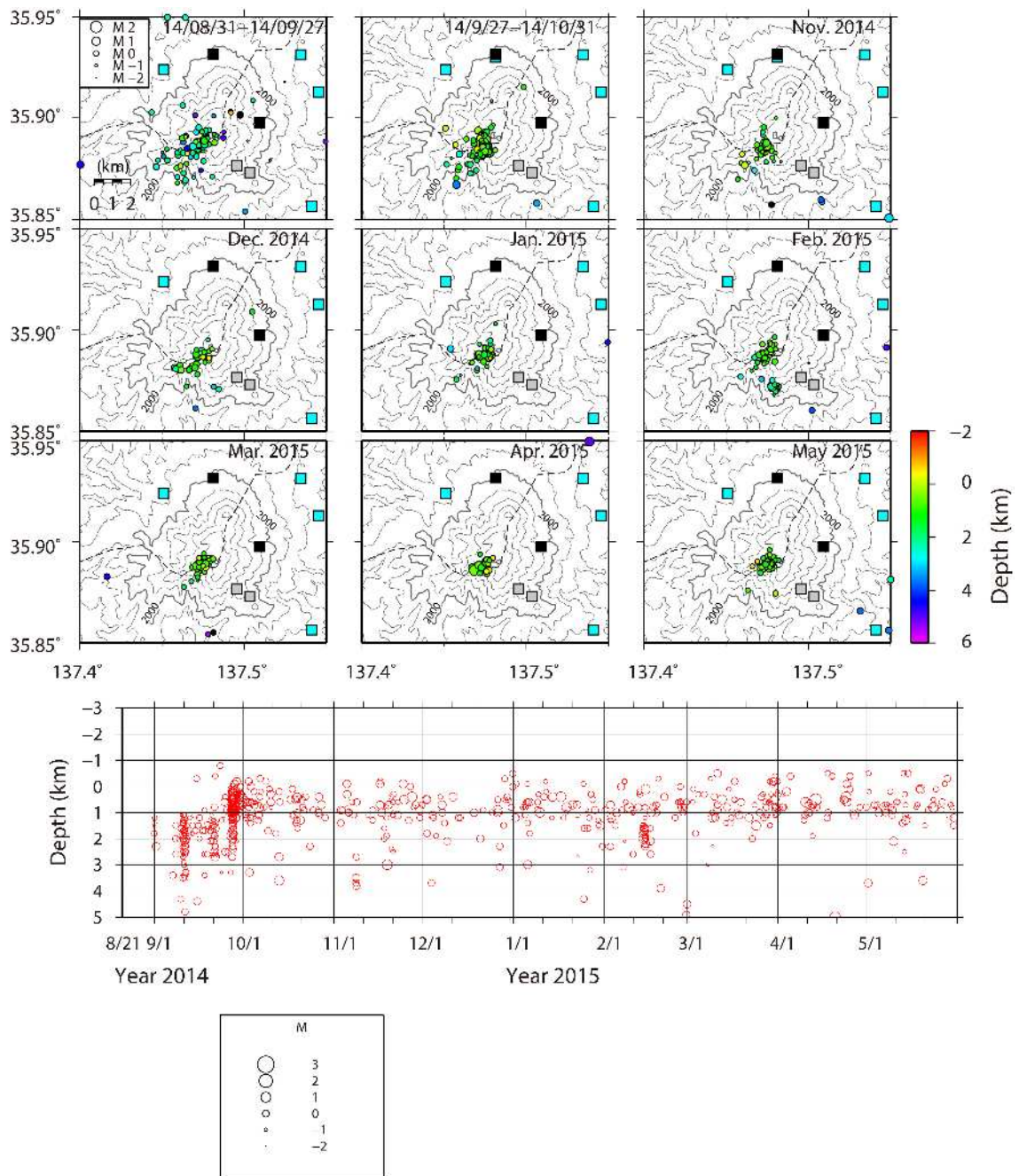


図 1：御嶽山直下の地震の震源と深さの時間変化（期間：2014 年 9 月 1 日～2015 年 5 月 31 日）

2014 年御嶽山噴火後の GNSS 解析

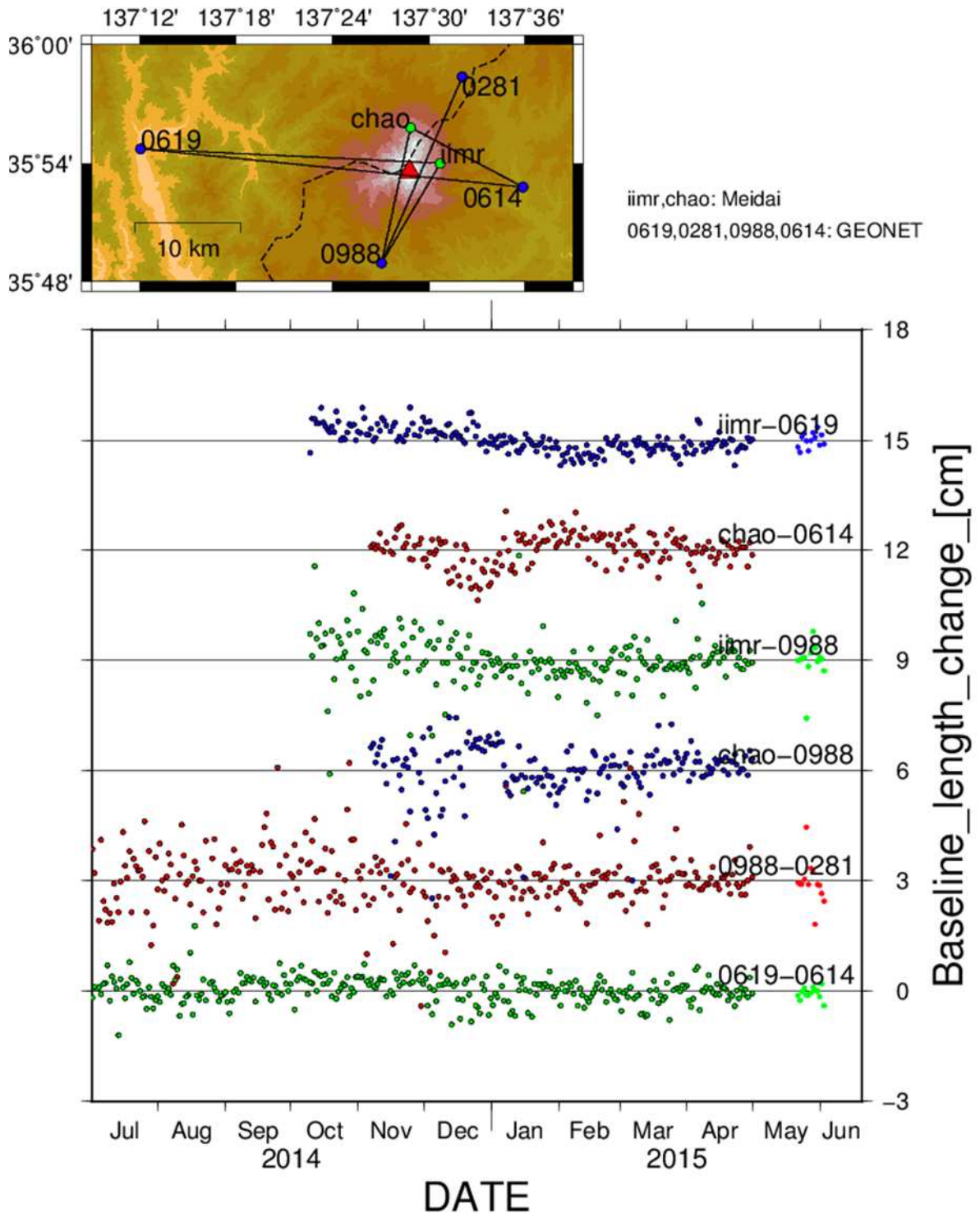


図 2 : 御嶽山周辺の GNSS 観測点間の基線長変化

12 月から 1 月にかけての chao に関連する変動は、積雪の影響と思われる。

御嶽山麓での重力観測

Gravity observation around Mt. Ontake

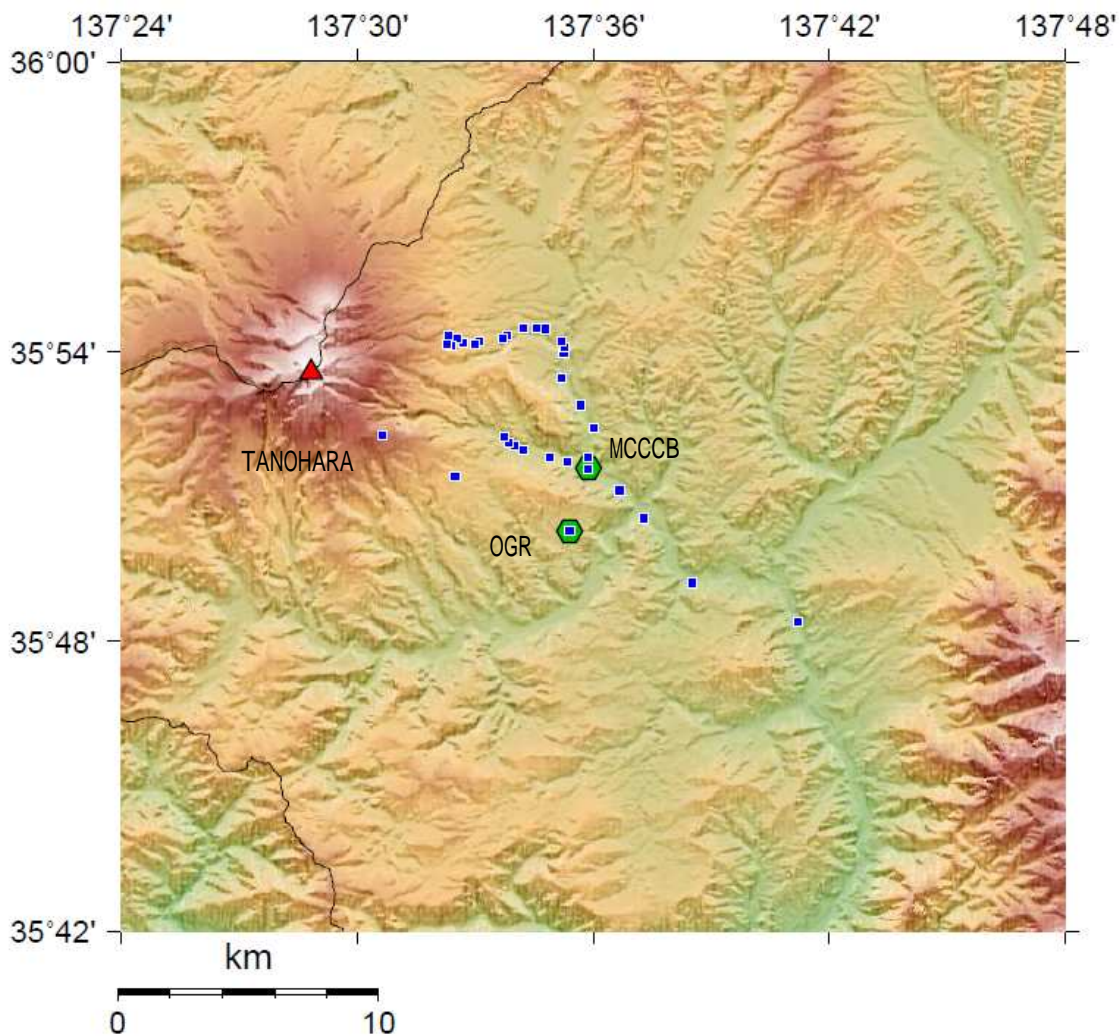
予知振興会東濃地震科研・防災科研・名古屋大学

TRIES, ADEP・NIED・Nagoya Univ.

御嶽山噴火後、可能な限り早い時期に最初の観測を行っておく必要があると考え、2014年11月19～21日に東濃地震科学研究所の所有する絶対重力計 FG5、相対重力計 CG3 及び防災科学技術研究所の相対重力計 CG5 を用いて絶対重力と相対重力の連携観測を行うとともに繰り返し観測に備えた観測点整備を行った。2015年5月11～14日にも観測を行い、この際は名古屋大学の CG5 も観測に加わった。

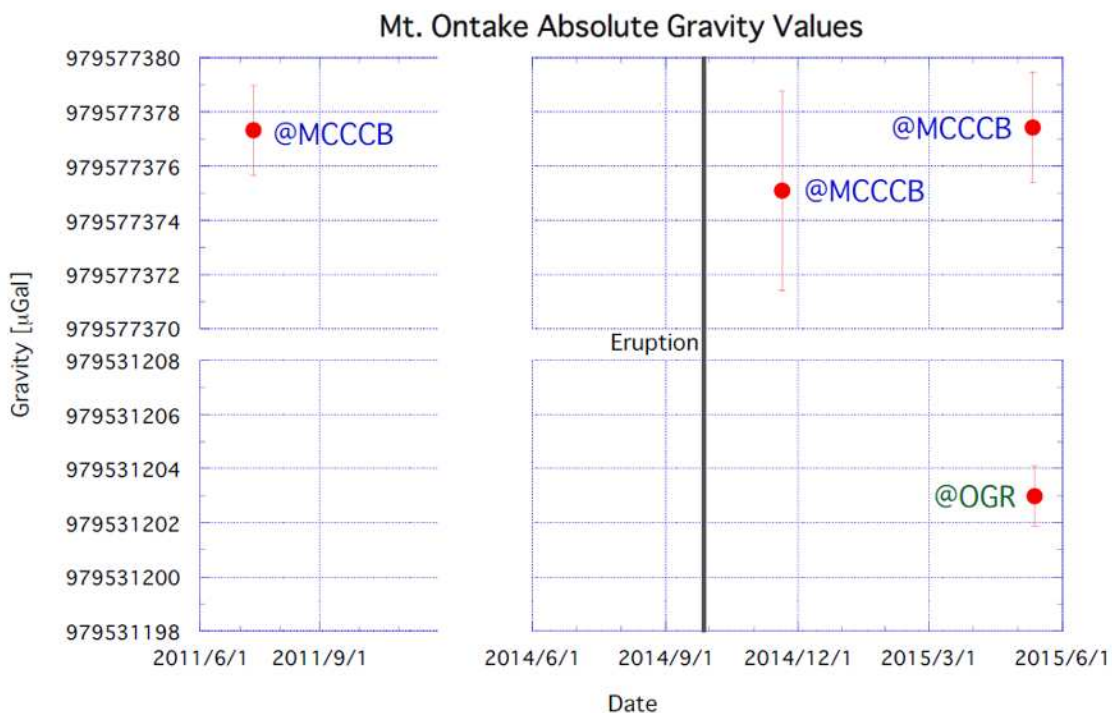
絶対重力観測は三岳公民館中央部分館（観測点 MCCCCB）において2004年よりほぼ毎年行われている。しかしながらこれまでの絶対重力観値は主に気象擾乱により大きくばらついており観測点の見直しが必要であると考えた。2015年5月の観測では新たに御嶽ゴルフ&リゾートのホテル内に観測点（OGR）を設け、絶対重力点の移設を行った。第1図に観測点位置を、第2図に観測された絶対重力値を示す。新たに設けた OGR 点での観測は台風の接近や5月13日早朝の宮城県沖地震にもかかわらず良好であった。また、これまでに MCCCCB において観測された絶対重力値のバラつきに関しては、降雨及び地下水流による影響であると目途が付いたので今後の課題とする。

相対重力測定は御嶽山麓の水準路線（木股・ほか、2012、東濃地震科学研究所報告）の水準点のうち観測に適した点をピックアップし設置した（第1図）。2003年、2004年には名古屋大学による相対重力観測も行われている（CG3M 相対重力計による）が、往復観測は行われておらず重力計設置位置も不確かで正確な比較は難しかった。こうしたことを避けるために相対重力計の三脚を置く窪みを設け、確実に同一点での繰り返し観測を可能にした。2014年と2015年の観測結果の比較を試みたところ、山麓で減少、山頂に近づくにつれて増加する傾向が見られたが、2014年の観測における往復観測の閉合差が大きく、今回得られた結果が有意であるとは考えにくい。観測値またはドリフトレートのバラつきは低温に起因する可能性があるため、観測時期についても再考が必要である。また、今後相対重力計による定点連続観測も検討する。



第 1 図 御嶽山（山頂赤い三角）周辺に設けられた重力観測点．緑色の六角形は絶対重力点．青い四角で示すのが相対重力計による繰り返し観測路線．黒線は県境．

Fig. 1 Gravity Stations around Mt. Ontake (Peak: Red triangle). Green hexagons with black rim indicate absolute gravity stations, while blue squares with white rim indicate relative gravity stations. Black line indicates prefectural boundary.



第 2 図 観測点 MCCC 及び OGR における絶対重力観測値を示す。エラーバーは Set Scatter に基づく。

Fig. 2 Absolute gravity values observed at MCCC and OGR. Error bars are based on "set scatter".

御嶽山における空中赤外観測

2015 年 3 月 26 日 09~10 時, および 6 月 2 日 10 時 40~55 分に火口周辺の温度測定を実施した (3 月は有人セスナ機, 6 月は無人機を使用). 3 月の調査は噴煙に遮られて噴煙噴出口をよく捉えることができなかった. 6 月の調査 (図 1) では火口温度が測定され, 最高で 102°C を得た. これは前回 (2014 年 11 月 21 日の 90.6°C) よりも約 10°C 高い (表 1). 噴火後の火口温度の上昇は, 1979 年噴火の後にも認められた. この温度上昇は, 火山ガス分析結果と併せて, 浅部地下水の枯渇や, ガス上昇経路の加熱を反映したものと解釈されている (小坂・他, 1983).



表 1. 空中赤外観測で測定した火口最高温度. 最高温度が測定されたのは, 最も勢いのよい噴出口で, 毎回, ほぼ同一地点である. (*)2015 年 3 月の測定は, 視線方向で手前の白色噴気による過小評価であろう.

撮影日	最高温度 °C	距離 km	解像度 m/pixel
2014/10/16	60.0	1.5	0.9
2014/10/25	80.6	3.0	1.8
2014/11/21	90.6	0.9	1.6
2015/03/26	46.0*	2.4	1.3
2015/06/02	102	0.9	1.6

図 1. 2015 年 6 月 2 日の赤外観測の航跡図. 白丸は図 2 の撮影場所を示す. ここで使用した地図は国土地理院 WEB サイトから配信された.

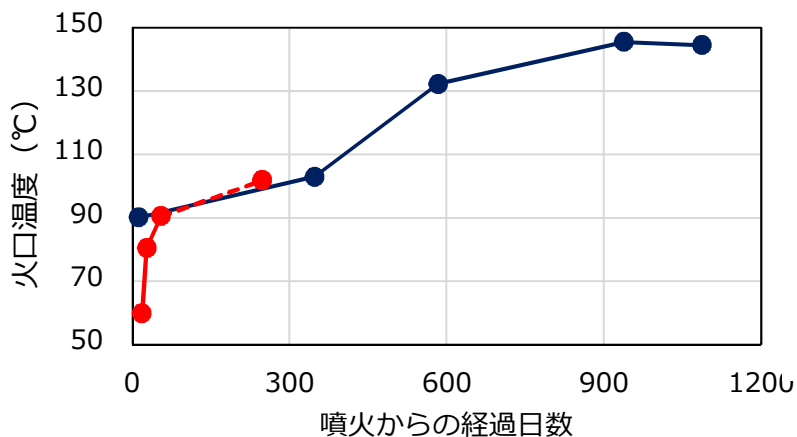


図 2. 噴火後の火口温度の推移. 赤が 2014 年噴火 (表 1, 赤外カメラによる遠隔測定). 青が 1979 年噴火 (小坂・他, 1983, 火口での実測値) を示す. なお, 過小評価と思われる 2015/3/26 の測定値を除いたため, この区間は破線で結んでいる.

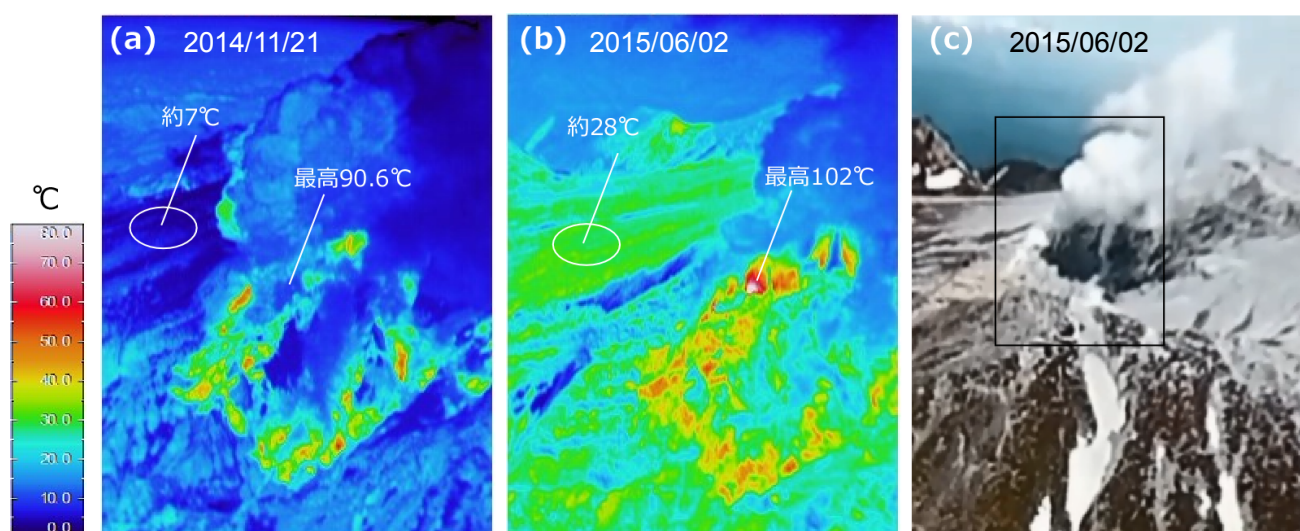


図 3. 地獄谷火口群の南西方向、海拔高度 3200m のほぼ同一地点 (図 1) から撮影した赤外面像の比較. (a)2014 年 11 月 21 日 11 時 20 分 35 秒撮影. 2015 年 6 月 2 日 10 時 48 分 10 秒前後に撮影した (b) 赤外面像, および (c) 可視画像. 噴気孔周辺の地表面にも, 地温の高い領域が広がっている. 前回 11 月 (b) と比較して, その広がり大きな変化は認められなかった. また, 熱泥流に相当するような温水の流出は確認できなかった. ただし, 2015 年 3 月 26 日に有人セスナ機から得た垂直赤外面像によれば, 温水流出に対応すると思われる, 最高 17°C 前後の筋状の高温域が谷筋に沿って認められた.

補足: 2015 年 6 月 2 日の無人機による調査は, 科研費特別研究促進費 (「2014 年御嶽山火山噴火に関する総合調査」代表機関: 名古屋大学) の研究課題の一部として実施したものであり, 現場での活動は予知連絡御嶽山総合観測班の一員として行った. 王滝村の許可を得て同村の規制する区域に立ち入り, 気象庁の火山活動監視の援護を受けて調査を実施した. また, 無人機の飛行については, 事前に国土交通省に通知し, 航空法に基づいて NOTAM を要請するとともに, 報道ヘリ運航各社と長野県警にも事前通知して実施したものである.

無人機による御嶽山の火山噴煙観測結果(2015年6月2日)

概要

- ・2015年6月2日御嶽山で無人機を用いた火山噴煙の観測を実施した。
- ・多成分の濃度測定では、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比 ~ 0.033 であった。噴火開始以降、比の値が減少している。この減少傾向は1979年噴火後の推移と同様である。
- ・DOAS装置を用いて、2回のトラバース観測を実施した結果、二酸化硫黄は検出されなかった。フライト中に撮影した映像から判断して、大きく見積もっても二酸化硫黄放出率は15 t/d以下であった。
- ・噴火開始後2か月、800 t/d レベルを維持していた硫化水素フラックスも大幅に減少し、240 t/d 以下まで下がった。
- ・深部から付加される高温火山ガスの減少や地下温度の低下が示唆される。

2015年6月2日に、マルチコプター式の無人機による噴煙観測を御嶽山で実施した(図1)。この調査は、科研費特別研究促進費(「2014年御嶽山火山噴火に関する総合調査」代表機関:名古屋大学)第3班の研究課題の一部として実施したものであり、現場での活動は予知連御嶽山総合観測班の一員として行った。王滝村の許可を得て規制区域に入域し、気象庁の火山活動監視の援護を受けて調査を行った。

無人機を剣ヶ峰山頂近傍を流れる噴煙に突入させて、 H_2S 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2 の濃度、及び温湿度(H_2O)を測定した(飛行ルートは図1の黄線)。 H_2S と SO_2 については精度の良いデータを得ることができた。 H_2 、 CO_2 及び H_2O については、今後精査する。ここでは H_2S と SO_2 についてのみ報告する(図2&3)。測定の結果、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ モル比は0.033となり、前回11月の無人機観測時(約0.09)よりも下がっていた。

DOAS装置を無人機に搭載し、噴煙の下を通過させて二酸化硫黄(SO_2)放出率測定を2トラバース実施した(図1の青線と緑線)。図4と5に示すように、フライト中 SO_2 カラム量の噴煙に対応する変化は見られなかった。この場合、2回のフライトがそれぞれ噴煙の下を通過していたかが、問題となる。今回の観測では、無人機にカメラを取り付けて観測を行ったので、その映像を元に噴煙下を通過したか確認した(たとえば図6)。その結果、両フライトとも噴煙の下を通過していたと判断した。

第 132 回噴火予知連絡会

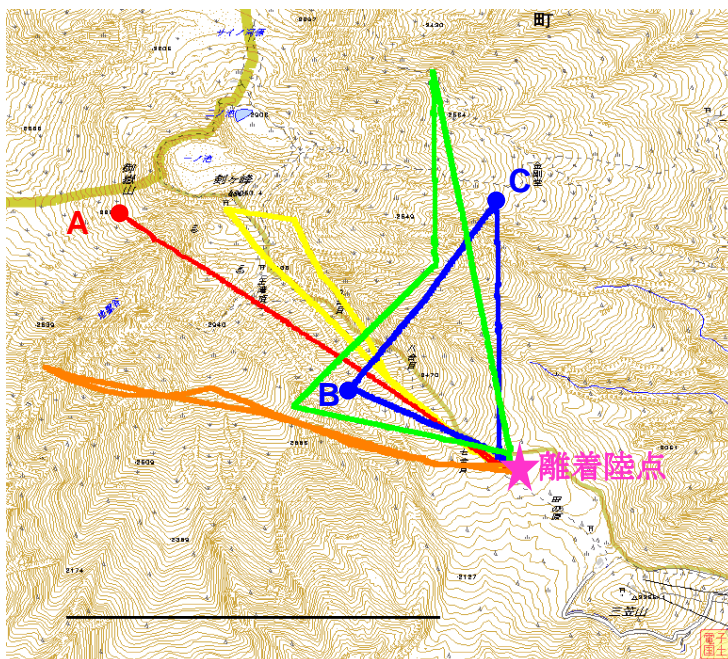


図 1. 2015 年 6 月 2 日の無人機フライトルート. 橙線：サーモカメラ観測，赤線：マルチガス測定 1，黄線：マルチガス測定 2，青線：DOAS 測定 1，緑線：DOAS 測定 2. 地図は「電子国土」18000 のデータをカシミール 3D で描画. 左下の黒線は 2km の距離に対応.

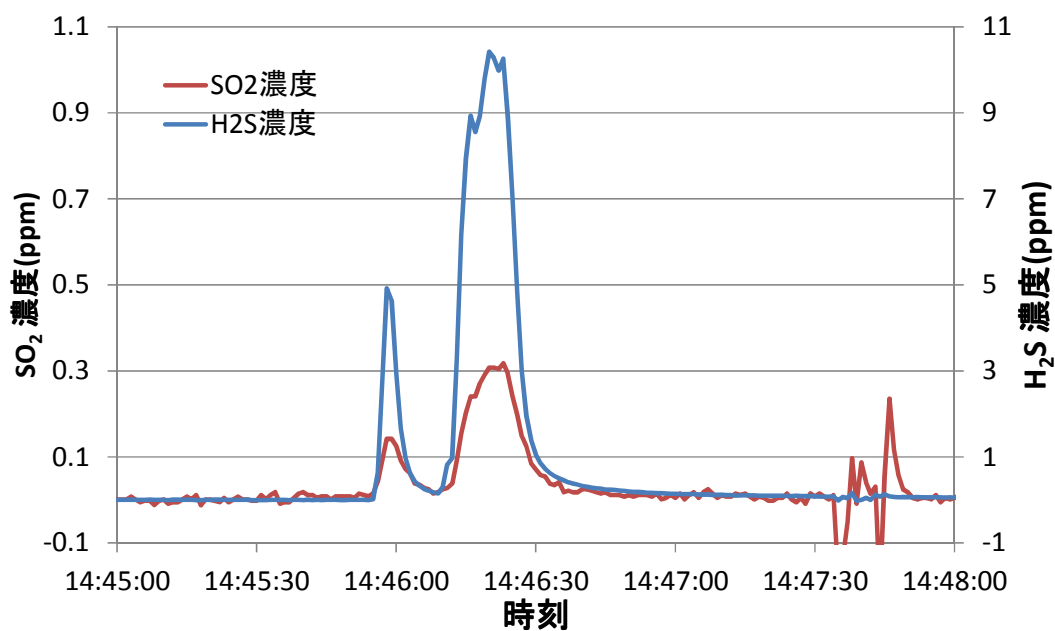


図 2. 6 月 2 日のマルチガス測定 2 フライト時に，剣ヶ峰山頂付近上空で測定した SO₂ と H₂S 濃度変化（気圧補正後）.

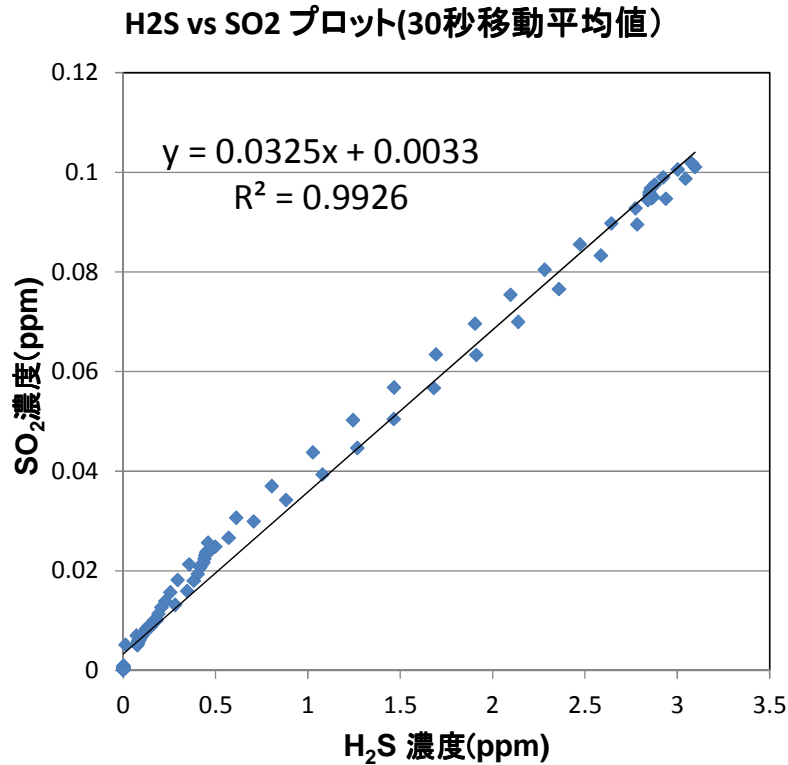


図 3. 図 2 のデータを 30 秒移動平均した H₂S vs. SO₂ プロット. 傾きが組成比に対応.

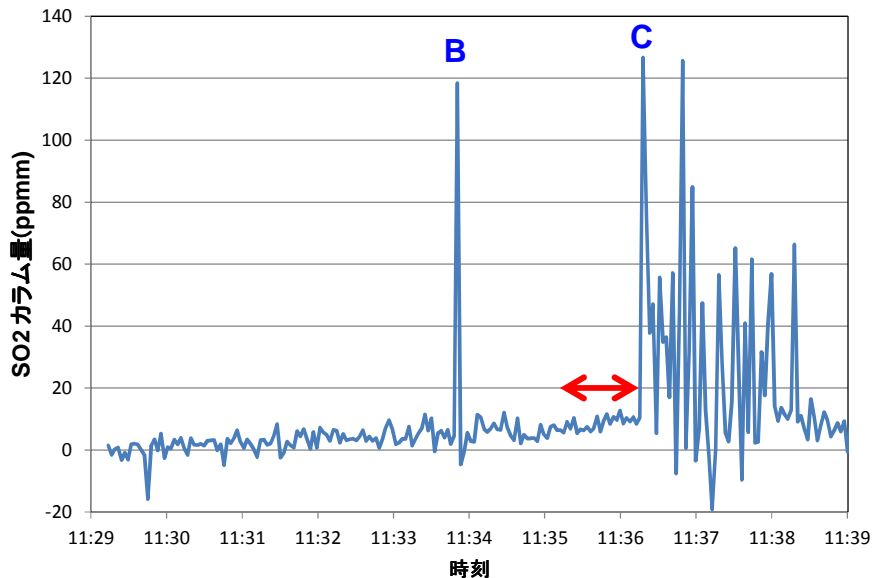


図 4. DOAS 測定 1 フライト (図 1 : 青線) 中の二酸化硫黄カラム量時間経過. 図中の B,C は図 1 の DOAS 測定 1 フライトルート上の B 点, C 点に対応. C 以降, 二酸化硫黄カラム量が暴れているのは, 分光計が太陽を直接見ているため. 赤両矢印の時間帯が, カメラ映像から求めた噴煙範囲の時間帯. この間, 二酸化硫黄カラム量に変化は見られない.

第 132 回噴火予知連絡会

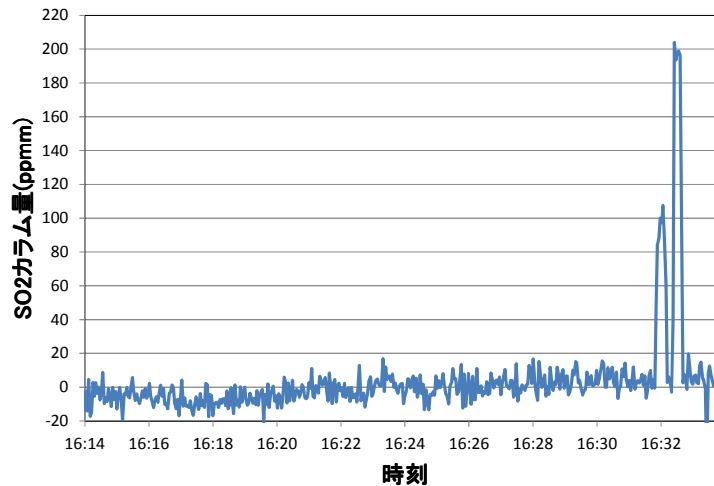


図 5. DOAS 測定 2 フライト(図 1 : 緑線)中の二酸化硫黄カラム量時間経過. 最後の二つのピークはそれぞれ 94 ppmm と 194 ppmm の二酸化硫黄セルに対応. 噴煙に伴うと考えられる二酸化硫黄カラム量変化は検出されていない.



図 6. マルチガス測定 1 フライト中に A 地点(図 1)で噴煙の上空から噴煙を捉えた画像(13:38 ごろ). 噴煙は, 広がらずに剣ヶ峰と王滝頂上の間を東から東南東方向に流れていた.

DOAS 測定 1 フライトでは, 上向きに取り付けたカメラ映像より, 噴煙に対応する時間帯が明らかになった. その時間帯に明らかに検出可能な 10 ppmm のカラム量の二酸化硫黄があったと仮定して放出率を算出した. 風速には 10 m/s (GPV 11 時 8.44 m/s; 12 時 6.44 m/s, 気象庁提供) を使用した. 上記のように多目に見積もった結果, 二酸化硫黄放出率は 15 t/d 以下であったと考えられる.

第 132 回噴火予知連絡会

2014年9月27日の噴火以降、有人ヘリ（2014年10月9日）、有人セスナ（2015年3月26日）、無人機（2014年11月20、21日、2015年6月2日）を用いて計5回の噴煙火山ガスのSO₂/H₂Sモル比測定を行った（表1）。SO₂/H₂S比は噴火後減少傾向にある。SO₂/H₂S比の減少傾向は、比のレンジは異なるが、1979年の噴火後の経過と同じである（図7）。また、御嶽山は噴火後2ヶ月間近く800 t/dレベルの多量の硫化水素フラックスを維持していたが、その値も、今回の測定で大きく減少していた。2015年6月現在、噴煙中には二酸化硫黄はほとんどなくなりつつあり、深部から付加される高温火山ガスの減少や地下温度の低下が示唆される。硫黄の放出からみると、活動度は減少してきているようである。

表1. 2014年9月27日以降の御嶽山噴煙のSO₂/H₂S比および硫黄放出率の推移

Date	SO ₂ flux (t/d)	トラバース	SO ₂ /H ₂ Sモル比	方法	H ₂ S flux (t/d)	総S flux (t/d)
2014.10.09	400-500 ^{*1}	車	0.3	有人ヘリ ^{*3}	710-890	870-1080
2014.11.20	140	UAV	0.089	UAV	840	860
2014.11.21	130	UAV	0.092	UAV	750	770
2015.03.26	~200 ^{*2}	車	0.035-0.05	有人セスナ ^{*4}	2100-3000?	2100-3000?
2015.06.02	<15	UAV	0.033	UAV	<240	<230

*1: JMA 10/9 (気象庁, 2014.10)

*2: JMA 3/27 (気象庁, 2015.03)

*3: 10/9 (測定者: 風早@産総研)

*4: 3/26 (測定者: 寺田@東工大)

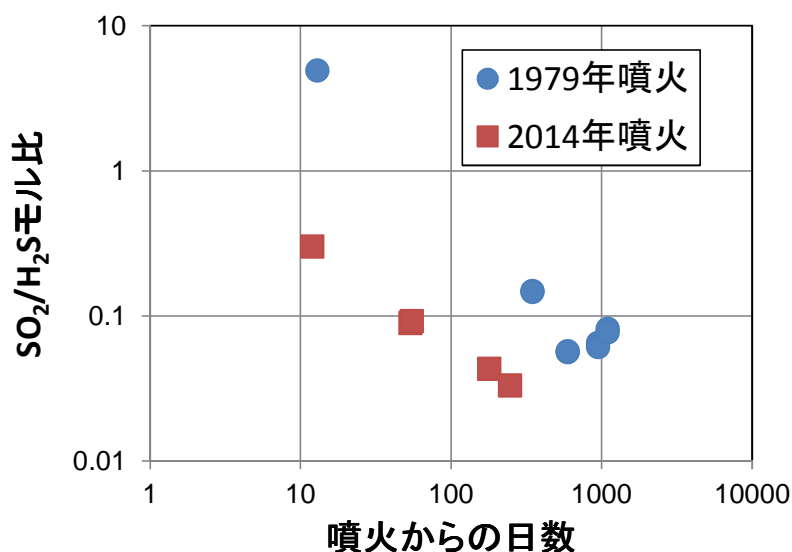


図7. 御嶽山1979年噴火と2014年噴火における火山ガスのSO₂/H₂Sモル比の推移. 1979年噴火のデータは小坂・他（1983）より。

精密水準測量による御嶽山における上下変動（2014 年 10 月-2015 年 4 月）（速報）

日本大学文理学部・名古屋大学・京都大学・九州大学・
北海道大学・東濃地震科学研究所・気象庁

2014 年噴火後の 10 月 15 日～17 日に測量した御嶽山東山麓の水準路線を 2015 年 4 月 21 日～24 日に再測した。また御嶽ロープウェイ路線を 3.1 km、屋敷野路線を 1.7 km 延長した。噴火後の半年間における上下変動として、上松（BM34）を不動点として、御岳ロープウェイ路線 BM407・屋敷野路線 BM214 で約 4 mm の隆起が検出された（図 1・2）。概してわずかな山頂方向の隆起を示す。

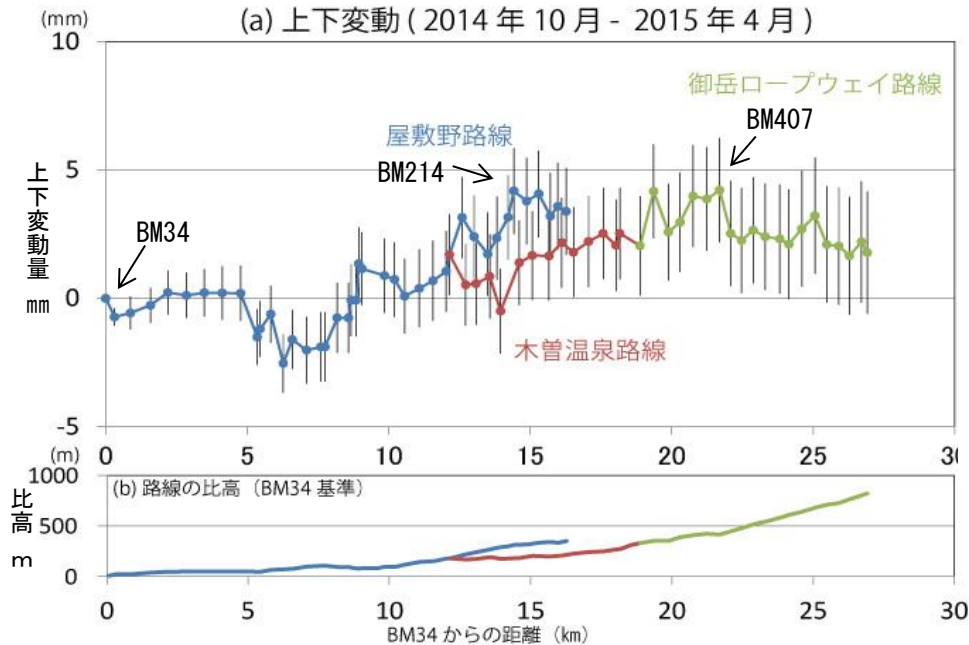


図 1. 御嶽山における 2014 年 10 月から 2015 年 4 月の上下変動 (a) と路線の比高 (b)。変動は BM34 (上松) を不動点とした。

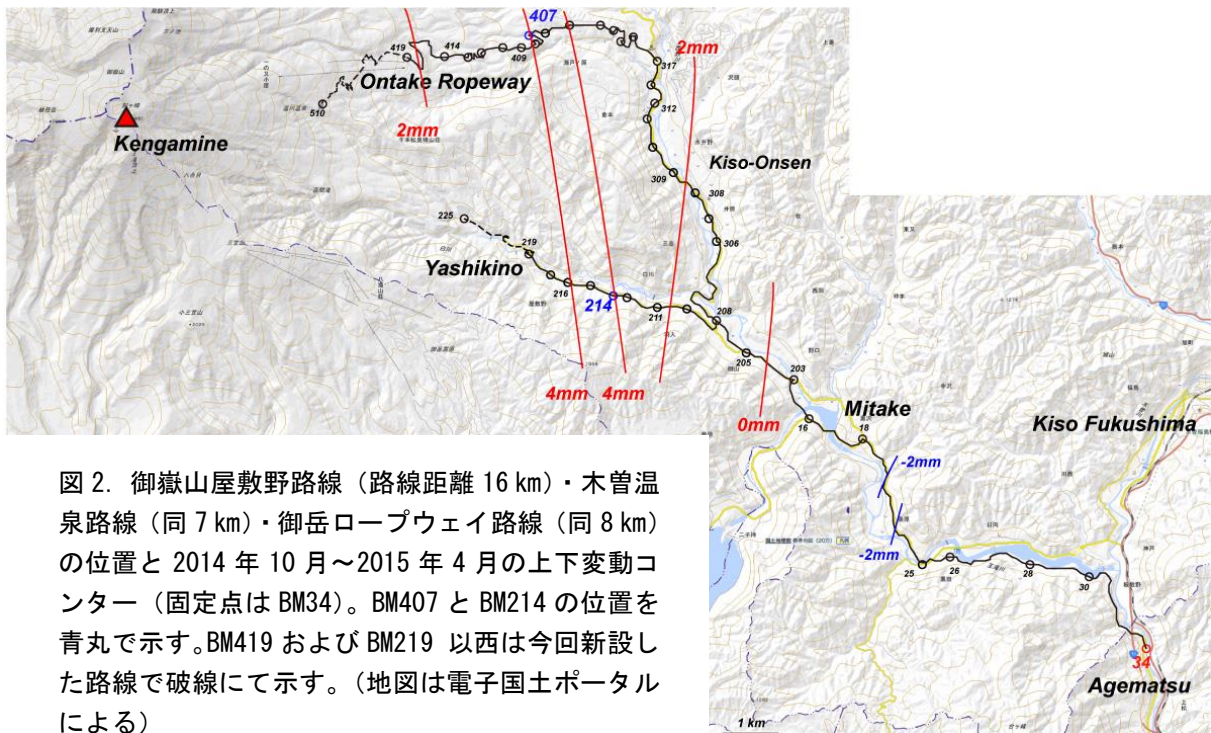


図 2. 御嶽山屋敷野路線（路線距離 16 km）・木曾温泉路線（同 7 km）・御岳ロープウェイ路線（同 8 km）の位置と 2014 年 10 月～2015 年 4 月の上下変動コンター（固定点は BM34）。BM407 と BM214 の位置を青丸で示す。BM419 および BM219 以西は今回新設した路線で破線にて示す。（地図は電子国土ポータルによる）

測量担当者（2015 年 4 月）

村瀬雅之、片野凱斗（日大）、山中佳子、奥田隆、堀川信一郎、松廣健二郎、吉本昌弘（名大）、山本圭吾、小松信太郎、吉川慎、井上寛之（京大）、松島健、内田和也、中元真美（九大）、森济（北大）、木股文昭（東濃）、池田啓二、柳澤宏彰、渡辺茂（気象庁）

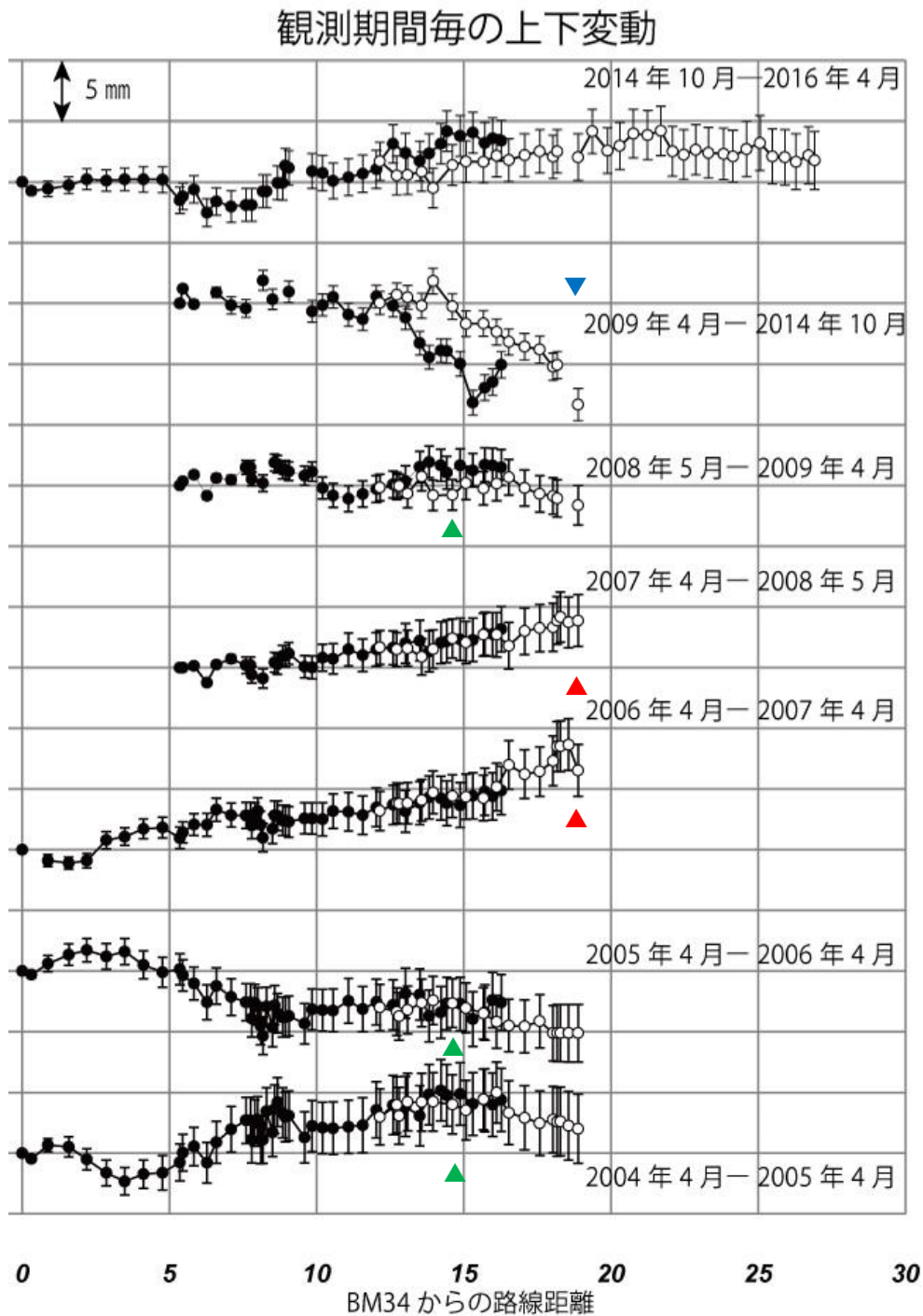


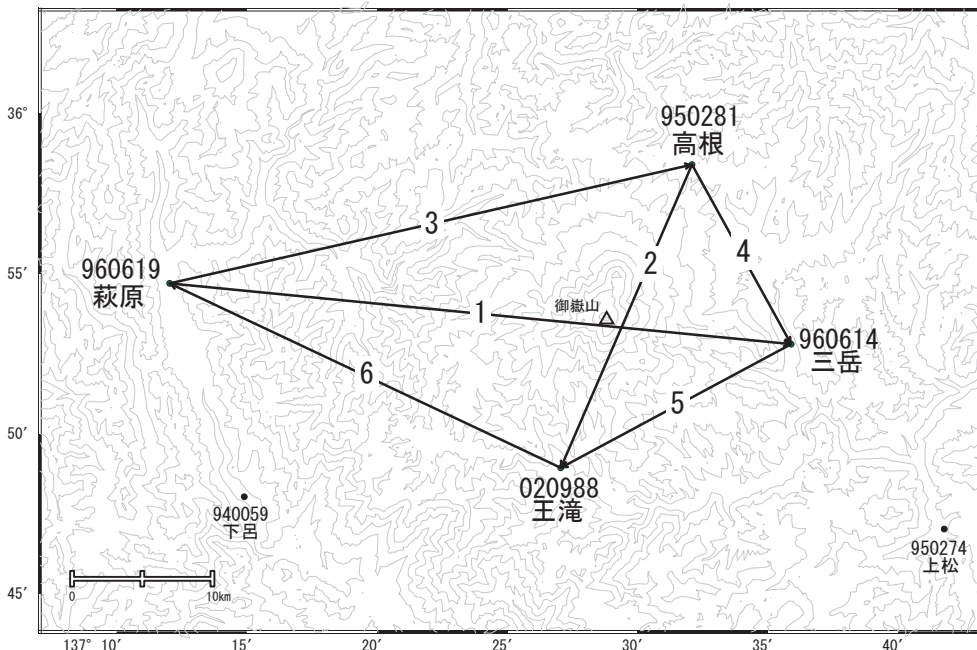
図 3. 2004 年 4 月～2015 年 4 月の観測毎の上下変動。2004 年～2006 年、2014 年～2015 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2006 年以前は群発地震域を中心とする隆起 (▲) が検出されていたが、2006-2008 年では山頂方向が隆起する傾向 (▲) に変化している。2008 年～2009 年は山頂方向が隆起する傾向がおさまり、2004 年～2006 年に観測されたパターンに戻ったように見える。2014 年噴火をはさむ 2009-2014 年は山頂方向が沈降 (▼) した。

2014 年 10 月—2015 年 4 月は変動量が小さく詳細な議論は難しいが、2006 年-2008 年の山頂方向が隆起するパターンと、2004 年-2006 年の群発地震域を中心とする隆起パターンの中間的なパターンを示しているように見える。

御嶽山

御嶽山を挟む基線で、2014年9月上旬頃からごくわずかな伸びと9月下旬頃からごくわずかな縮みの傾向が見られ、12月までに9月上旬頃の基線長に戻っています。

御嶽山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

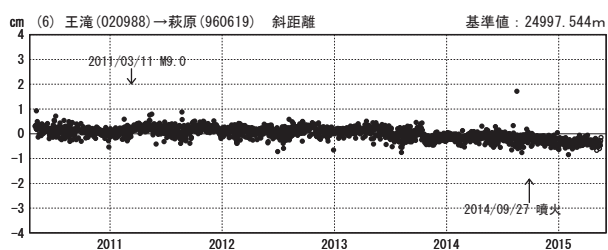
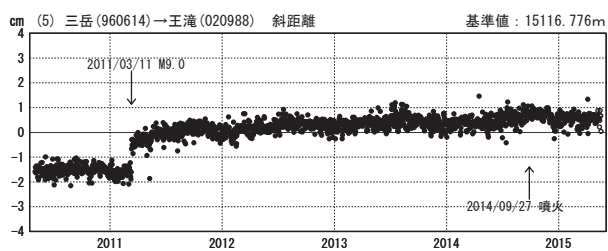
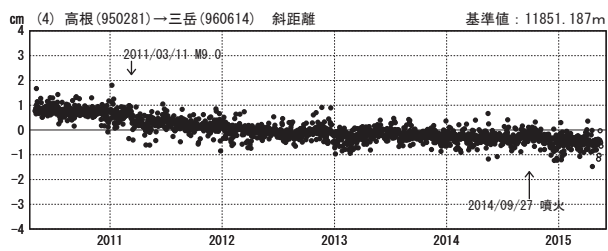
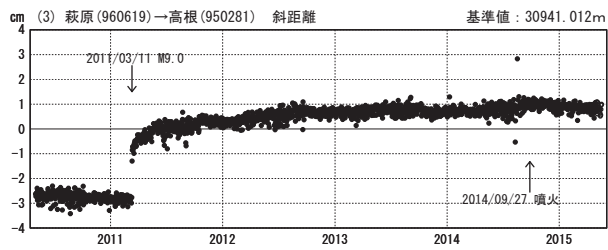
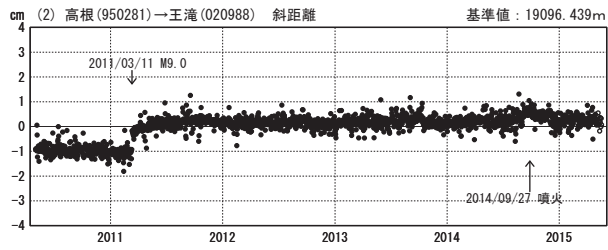
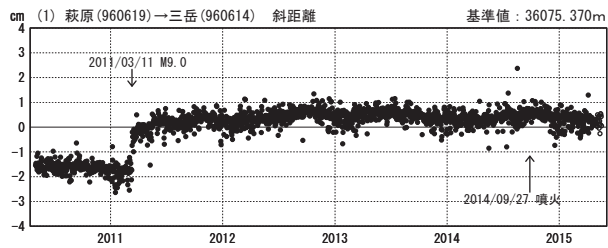


御嶽山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
020988	王滝	20121012	アンテナ・受信機交換
950281	高根	20121012	アンテナ・受信機交換
960614	三岳	20100110	レドーム開閉・受信機交換
		20121012	アンテナ交換
960619	萩原	20100110	レドーム開閉・受信機交換
		20100210	受信機交換
		20100310	レドーム開閉・受信機交換
		20120812	アンテナ交換

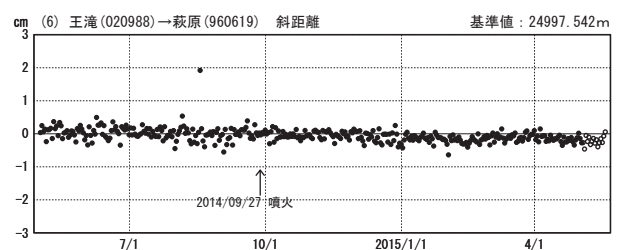
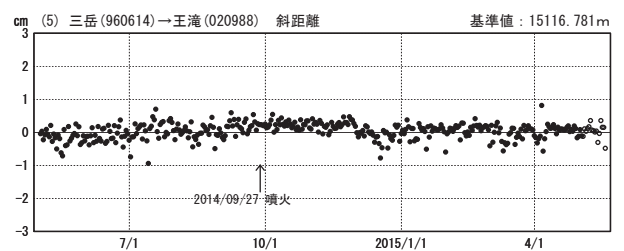
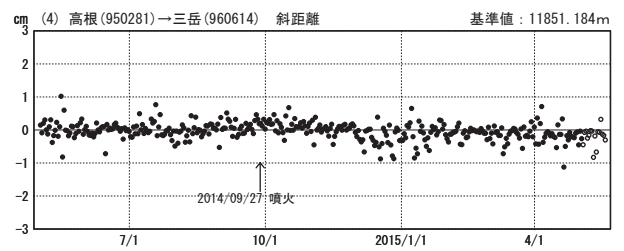
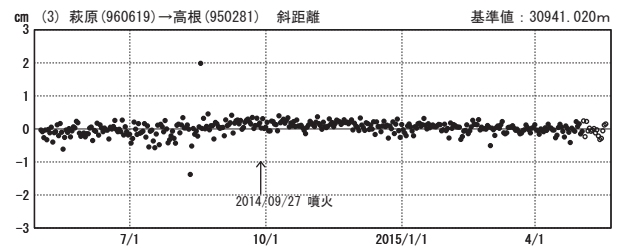
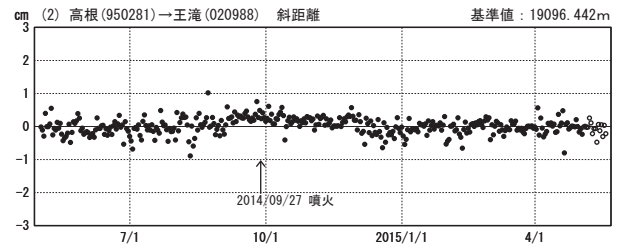
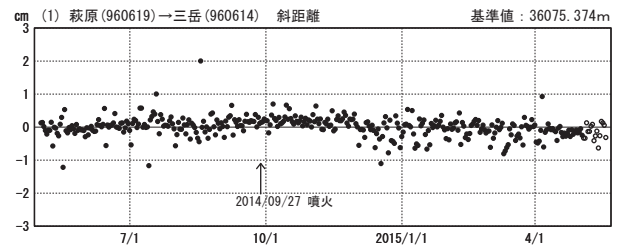
基線変化グラフ

期間：2010/05/01～2015/05/18 JST



基線変化グラフ

期間：2014/05/01～2015/05/18 JST



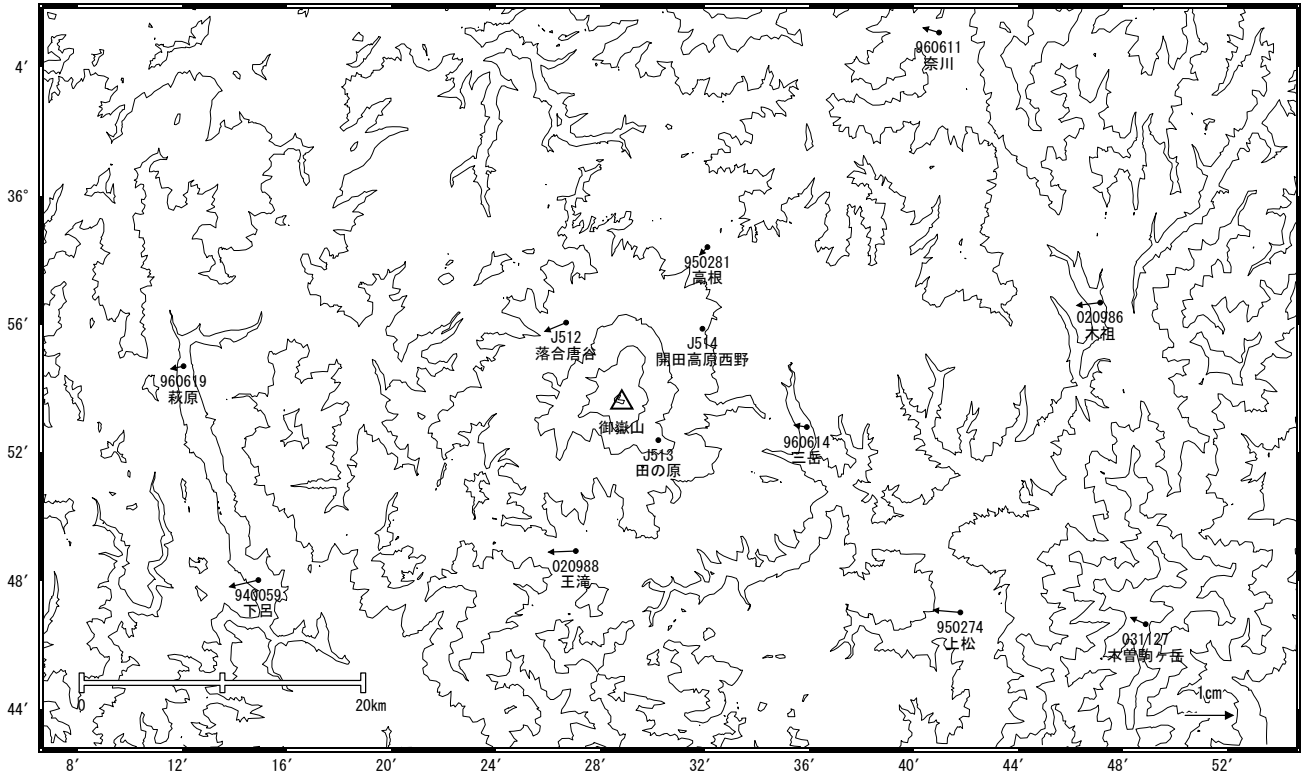
●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

御嶽山

御嶽山周辺の地殻変動(水平:1年)

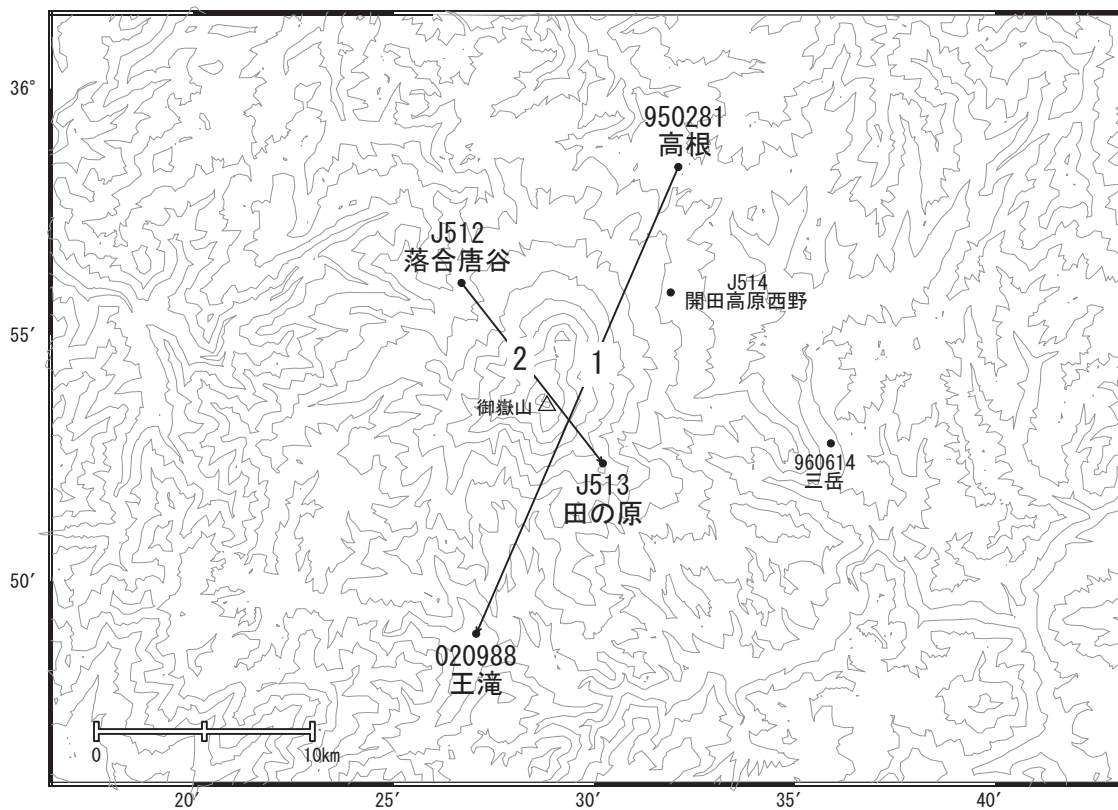
基準期間:2014/05/09~2014/05/18[F3:最終解]
比較期間:2015/05/09~2015/05/18[R3:速報解]



☆ 固定局:白鳥(950282)

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

御嶽山周辺GNSS連続観測基線図

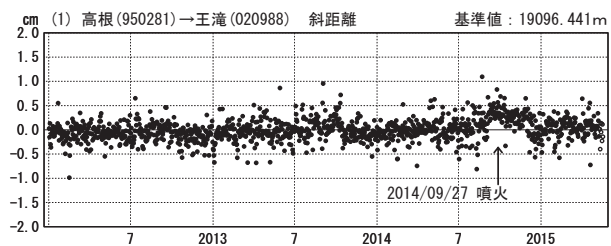


気象庁観測局情報 (2012年1月以降)

点番号	点名	日付	保守内容
J512	落合唐谷	20131107	解析方法の変更によるオフセット補正
J513	田の原	20131106	新設 (J510田の原より移転)

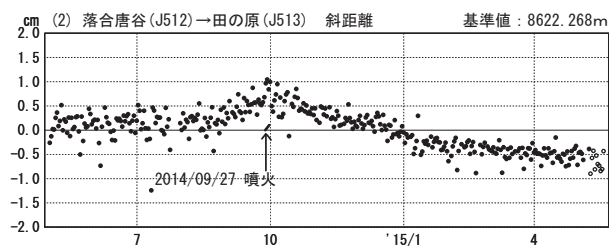
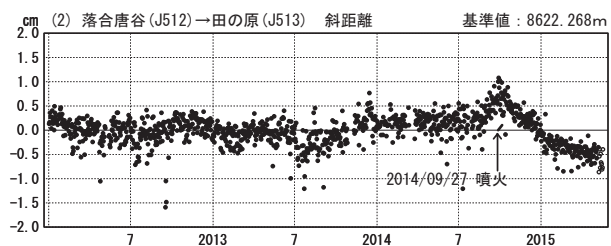
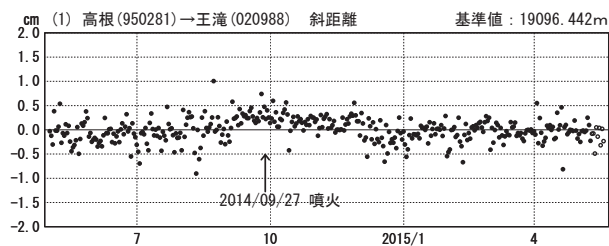
基線変化グラフ

期間: 2012/01/01~2015/05/18 JST



基線変化グラフ

期間: 2014/05/01~2015/05/18 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※ [R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

御嶽山