

## 御嶽山 2014年9月27日噴火による降灰分布

御嶽山9月27日の降下火山灰に対し、研究者間等で調査データを共有しつつ堆積量調査を行った。長野県・岐阜県・山梨県に及ぶ地域で得られた計200点を超える調査データによると、降灰は噴出源から東北東方向に伸びた後、東南東方向に至る分布域を示し、北西および南側にも極わずかな降灰(1g/m<sup>2</sup>程度)が認められる。また、南～南西方向には主に9月28日の降灰が分布するようである。9月27日噴火の噴出量は約38～145万トンと推定される。

## 1. 調査方法

9月27日～10月2日にかけて、複数の火山研究者・研究機関が定面積法により降下火山灰の堆積量調査を行った。岐阜県や山梨県にも及ぶ降灰の分布を迅速に把握する為に、調査データを互いに共有し、調査地域の調整を計った。

## 2. 降灰分布図(等重量線図)

共有した調査データに基づく9月27日噴火による降灰分布は下記の通りである。

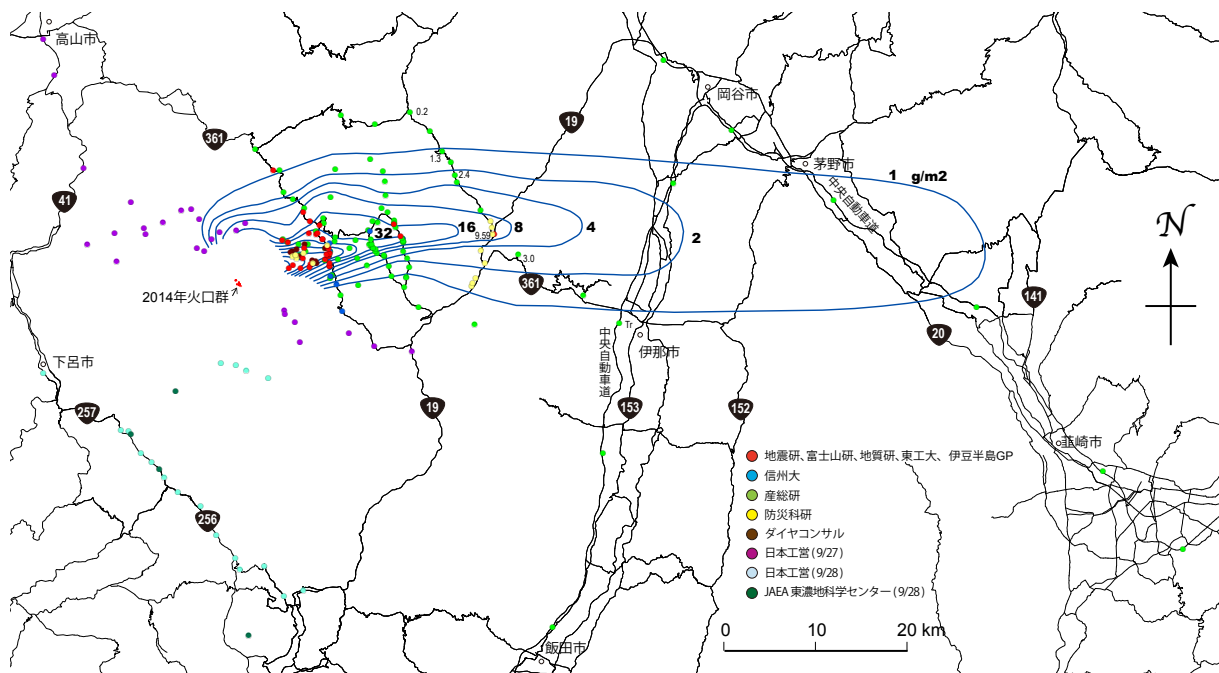


図1. 御嶽山 2014年9月27日火山灰の等重量線図

## 3. 推定される噴出量

今回の得られた降灰分布を用いて推定された噴出量は下記の通りである。

- ・ 東大地震研: 38～90万トン(指数関数近似法[38-72万t]、区間積分法[46-90万t])
- ・ 産総研: 62～145万トン(区間積分法[62-99万t]、Pyle法[145万t])

(参考値: Hayakawa (1985) の簡便法では1.3～400万t)

従って、9月27日の噴出量は速報値として、38～145万トンと推定される。

\*註1: 今回の噴出物量の算定においては、火口近傍の堆積量の見積りが大きく影響する。各機関による噴出量推定の詳細については、別途報告される予定である\*

\*註2：南～南西方向に降灰した9月28日火山灰の噴出量としては、4～5千トン（EAI法：Tajima et al., 2013）との算定結果が、田島氏（日本工営）により得られている\*

御嶽山降灰合同調査班（9月27日～10月2日）：

古川竜太 7、下司信夫 7、廣瀬 亘 3、星住英夫 7、伊藤順一 7、三宅康幸 8、三輪学央 1、長井雅史 1、中田節也 9、前野 深 9、宮城磯治 7、及川輝樹 7、鈴木雄介 4、高橋 康 8、宝田晋治 7、竹下欣宏 8、田島靖久 5、寺田暁彦 10、筒井正明 2、安江健一 6、吉本充宏 11

（1：防災科学技術研究所、2：ダイヤコンサルタント、3：北海道立総合研究機構 地質研究所、4：伊豆半島ジオパーク、5：日本工営、6：日本原子力研究開発機構 東濃地球科学研究センター、7：産業技術総合研究所、8：信州大学、9：東京大学地震研究所、10：東京工業大学、11：山梨県富士山科学研究所）

（氏名、機関名共に、アルファベット順）

御嶽火山 2014 年 9 月 27 日噴火の噴出量推定：区間積分法の計算根拠

御嶽山降灰合同調査班\*が作成した降灰分布図（別途，予知連に報告）および独自の山頂周辺の分布図を元に行った，区間積分法（宝田ほか，2001）による総噴出量の計算根拠を示す。

ヘリ観測及び各種の映像，写真等から山頂及び山体近傍の層厚 1m，50cm，1cm の等重量線を作成（図 1）し，合同調査班による降灰分布図と合わせて，噴出量を見積もった（図 2）。（50cm と見積もった等重量線を，下限値として 20cm と仮定した場合についても算出した．堆積物の密度は  $1000\text{kg/m}^3$  と仮定．）

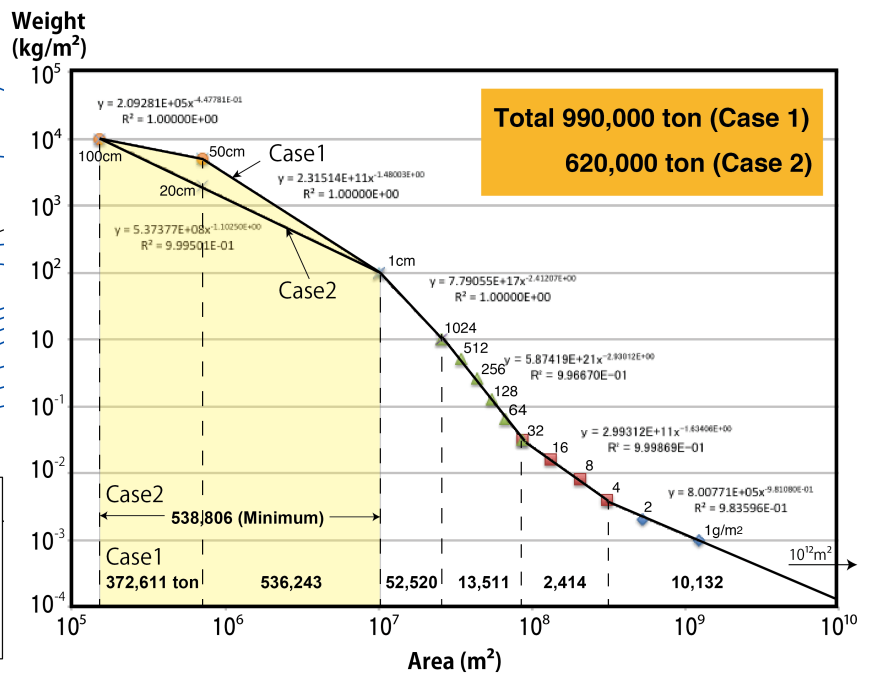
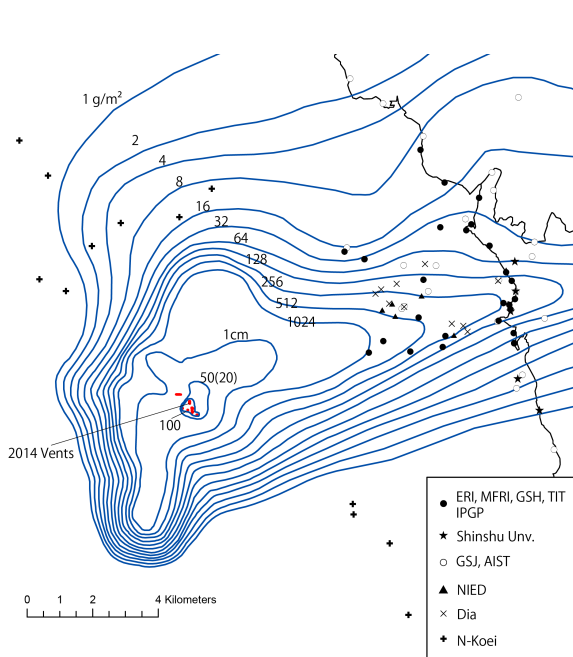


図 1. 山頂及び御嶽山近傍の等重量線図と御嶽山降灰合同調査班による降灰量調査地点。

図 2. 区間積分法による噴出量の推定. 各等重量線の面積と重量をプロットし，直線で近似できる区間に分割した上で，各区間の重量を計算した．直線近似した区間毎にマークを変えている．

各区間の積分値を合計した総噴出量は下記の様になった。

- ケース 1. 99 万トン（山頂付近 1m と 50cm 等重量線の場合）
- ケース 2. 62 万トン（山頂付近 1m と 20cm 等重量線の場合，下限値）

山頂近傍の層厚 1cm 以上の範囲の重量が全体の約 9 割を占める。

1979 年の噴火について，当時の降灰分布図（小林，1980）を使って区間積分法で再計算したところ，総噴出量は 115 万トンとなった．今回の噴火と同程度の規模の噴火であったと考えられる．2014 年噴火の降灰厚は 1997 年噴火に比べ山麓部で薄く，より山頂付近に多量の噴出物が堆積している。

参考文献：

小林 (1980) 文部省特定研究「木曾御岳山噴火活動および災害の総合的調査研究」報告書，4-12.  
 宝田ほか (2001) 地質調査研究報告，52，167-179.

2014 年 10 月 23 日

## 御嶽火山 2014 年 9 月噴火の火山灰

御嶽火山 2014 年 9 月 27～28 日火山灰は、構成粒子のほぼ全てが変質岩片であり、200℃程度以上の酸性熱水変質帯に由来すると考えられる。

解析に用いた火山灰は、2014 年 9 月 28 日午前 8 時前後に、御嶽火山東山麓（剣ヶ峰から東北東 6km）の開田高原で採取した。粒径は中粒～細粒砂サイズ（最大径 0.5mm）である。

超音波洗浄した火山灰の実体顕微鏡観察によれば、強変質岩片が全体の 90%以上を占め、そのうち 40～50%が白色を呈し、30～40%が灰色を呈する(図 1a)。強変質岩片以外では、やや円磨された結晶片、赤色～橙色の酸化岩片、灰色岩片、黄鉄鉱があり、新鮮な発泡ガラス片は見当らない。灰色岩片の中にはガラス光沢をもち比較的新鮮に見えるものがある(図 1b)。このガラス光沢をもつ灰色岩片の粒子には、粒子表面に熱水変質作用が認められるものと(図 2a,2b)、熱水変質作用が認められないもの(図 3a, 3b)が存在する。

未処理のバルク火山灰試料の X 線回折分析によれば、この火山灰に含まれる主要な熱水鉱物は、石英・方珪石(クリストバライト)・鱗珪石(トリディマイト)・黄鉄鉱・硬石膏であり、石膏・カオリナイト・イライトなどが伴われる(図 4)。これらの構成鉱物は、酸性熱水による変質作用を示唆する。一般的に地熱地帯などで見られるイライトの生成温度は、200℃程度以上である。

これらの解析結果から、今回解析した噴出物はほぼ全てが火山体浅部の 200℃程度以上の酸性熱水変質帯に由来すると判断する。ごく微量(<0.7wt.%)含まれるガラス光沢をもつ岩片と噴火の関係については、検討中である。

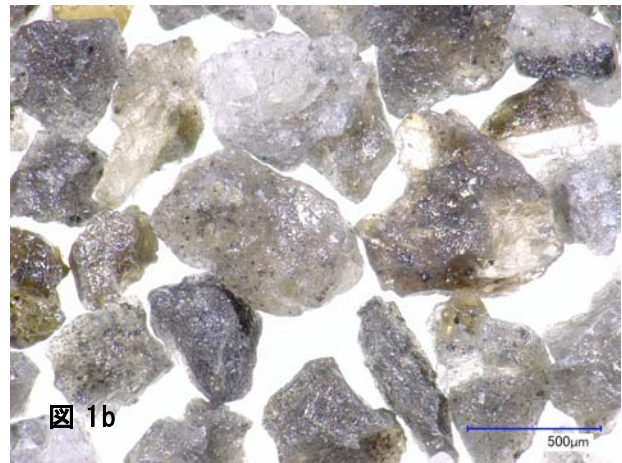


図 1a: 火山灰の 9 割以上を占める, 白色～灰色の変質岩片の光学顕微鏡写真(スケールバーは 1mm). 超音波洗浄器と純水による水洗, ふるい分け後, 手作業で集合させたもの.

図 1b: 火山灰にごく微量含まれる (<0.7wt. %), ガラス光沢をもち比較的新鮮な岩片の光学顕微鏡写真(スケールバーは 500 μm). 図 1a 粒子と同様の前処理で集合させた.

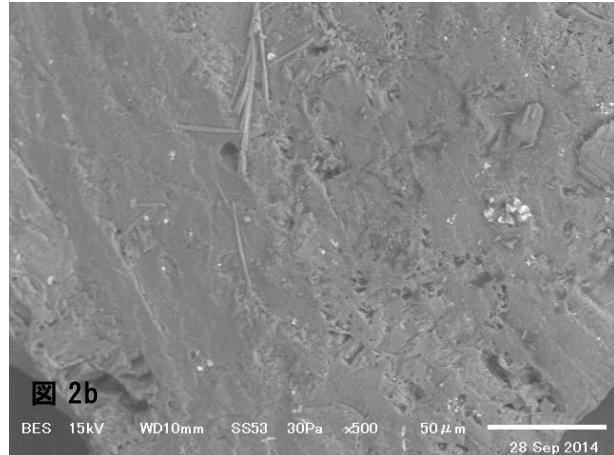
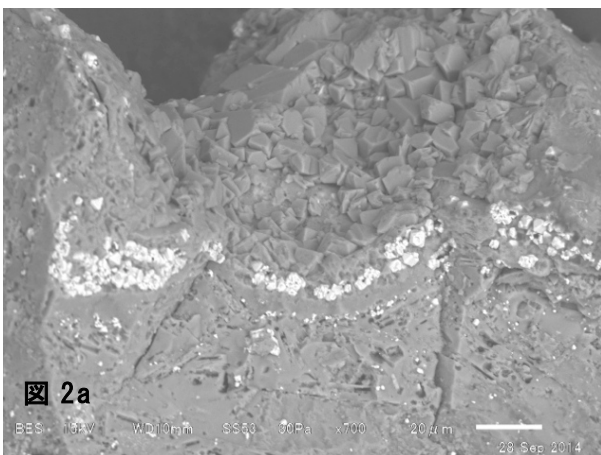


図 2a: 火山灰にごく微量含まれる, ガラス光沢をもつ灰色岩片の表面の走査型電子顕微鏡写真(スケールバーは 20 μm). 帯状配列した明るい鉱物は黄鉄鉱であり, この帯より上には晶洞鉱物が, 下には火山岩の石基および石基鉱物が変質作用により溶解脱落した組織を示す原岩が観察される.

図 2b: 図 2a と同様な岩片の走査型電子顕微鏡写真(スケールバーは 50 μm). 火山岩の石基組織および石基鉱物が変質作用により溶解脱落した組織が観察される.



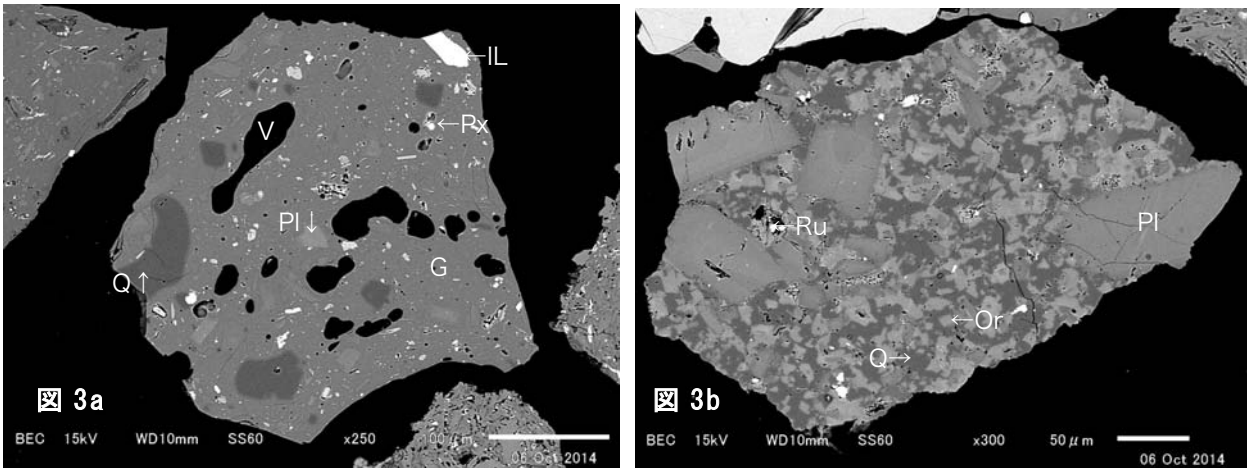


図 3a : 火山灰にごく微量含まれる, ガラス光沢をもつ灰色岩片の断面(片面研磨片)の反射電子像 (スケールバーは 100 μm). G:ガラス, Q:石英, V:気泡, PI:斜長石, IL:チタン鉄鉱, Px:輝石. 石英は融食形を示す. 斜長石と輝石も融解あるいは急成長を示唆する組織を示す. 石基のガラスは高シリカ流紋岩質であり, 微細な気泡を含み, 変質が認められない.

図 3b: 図 3a とは別タイプのガラス光沢をもつ灰色岩片の反射電子像 (スケールバーは 50 μm). PI: 斜長石, Q: 石英 : Or: 正長石, Ru: 金紅石(ルチル). 斜長石微斑晶の隙間に, 石英と正長石が多数, 入り組んで晶出している.

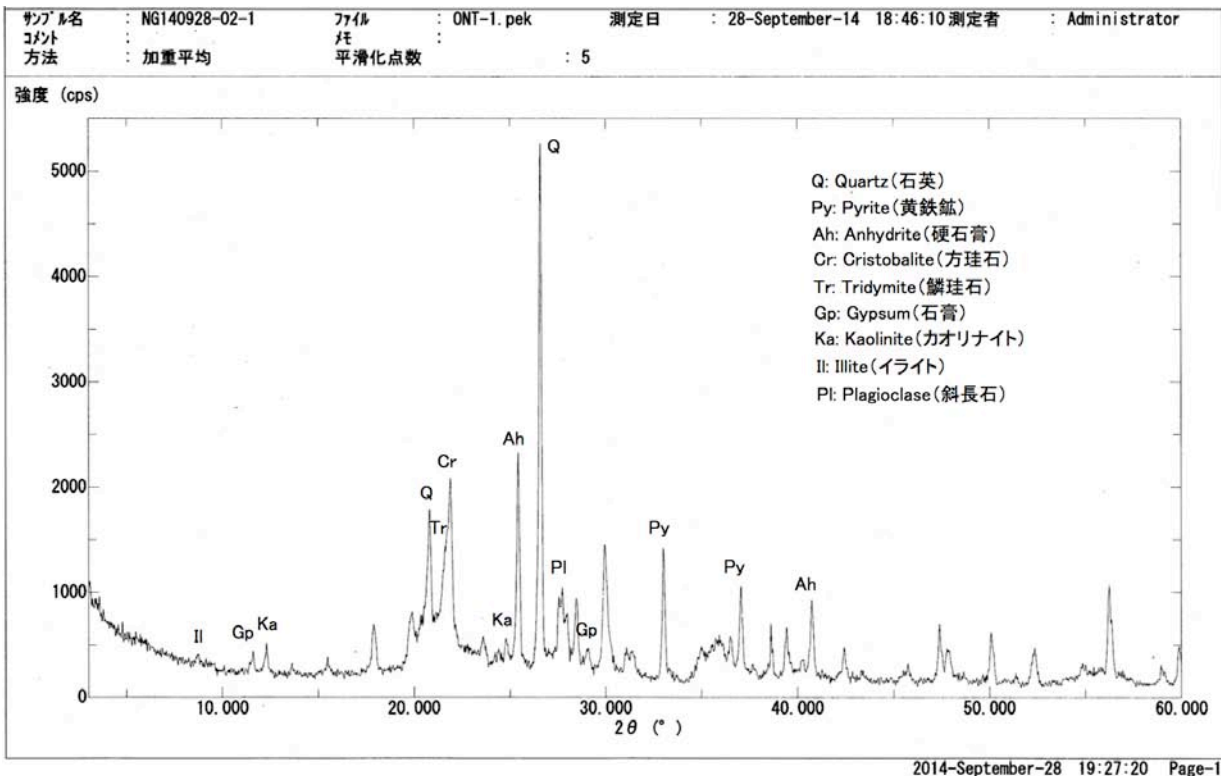


図 4 X線回折プロファイル(未処理のバルク火山灰試料).

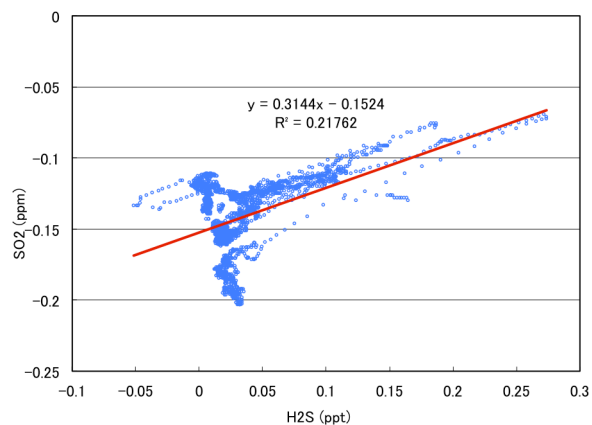
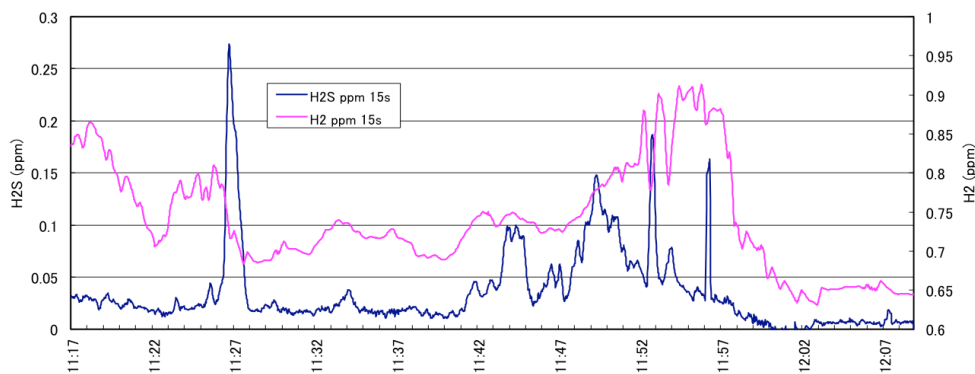
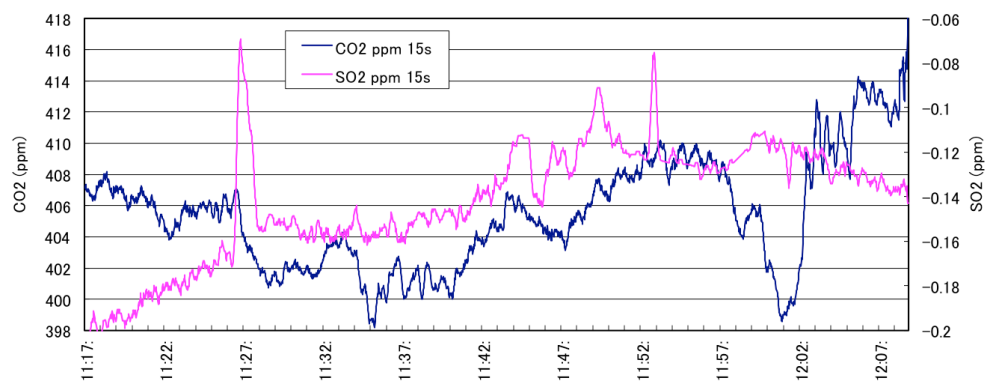
## 2014年10月9日御嶽山火山ガス組成へり観測結果

10月9日陸上自衛隊・気象庁の協力により火山ガス組成観測を実施した。山頂直上に雲海が広がり、噴煙が雲の中に留まっていたため、雲海との境界で観測を実施した。

結果：最大SO<sub>2</sub>濃度=0.1ppm、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S モル比=0.3（11:27のピーク）

噴煙濃度が低かったため、他の成分との相関を得る事は出来なかった。

SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S モル比=0.3は高温のマグマ性ガスとは考えにくい低い値であり、熱水系に起因する噴気ガスの特徴に一致する。ただし、今回測定された噴煙濃度は極低濃度であるため、今後の検証が必要。



## 2014 年御嶽山噴火前後の産総研王滝観測点における地下水圧変化

産総研王滝地下水観測点（山頂の南東 10km）では、9 月 27 日噴火前後に地下水圧変化は認めらず、同観測点での体積ひずみ変化は 2~3nstrain 以下であったと考えられる。なお、2007 年噴火前には、山体の膨張に対応する約 100nstrain の体積ひずみ増に相当する地下水圧低下（約 20cm）が観測されている。

御嶽山山頂から南東へ約 10 km の所に、産総研の王滝地下水観測点がある（図 1）。同観測点では、井戸を密閉して地下水圧を測定している。王滝観測点の地下水圧は地球潮汐に応答した水圧変化を示すので体積ひずみ感度を計算したところ 1.5~2mm/nstrain の値をとることがわかった。ここで、水圧は水位換算していて 1nstrain は 10 の-9 乗のひずみを意味する。なお、同水圧計の分解能は約 2mm なので、検知できる最小の体積ひずみは 1nstrain ということになる。同観測点の標高は 1040m で井戸の深さは約 800m だがストレナ位置は約 640m なので、地表から深さ 640m（標高 400m）程度の体積ひずみを測定していることになる。

同観測点は 2014 年 7 月頃から、時折異常なデータ（スパイク状の水圧上昇）を示しており（図 2）、11 月に水圧計の交換を予定していた所、9 月 27 日に御嶽山の噴火が発生した。

9 月 25 日 12 時頃から 9 月 27 日 8 時頃までデータの異常があるが、9 月 27 日 9 時以降は正常と思える変化となっており、潮汐変化もきれいに書いている。したがって、この期間、少なくとも 24 時間未満の短期的な変化については水圧観測データは信用できると考えられる。図 3 と図 4 に、気象庁の田の原傾斜観測点の傾斜データと比較した図を示すが、田の原観測点で生じた噴火前後の短期的な傾斜変化に対応する地下水圧変化は王滝観測点では認められない。王滝観測点では同時間帯に 1nstrain を大きく越えるような体積ひずみ変化はなかった（2~3nstrain 以下）と考えられる。なお、気象研・気象庁は、田の原観測点の傾斜データを元に、御嶽山山頂下（標高 1600m）の場所に、噴火直後に  $0.38 \times 10^6 \text{m}^3$  の加圧モデル、噴火直後に  $-0.21 \times 10^6 \text{m}^3$  減圧モデルを提示したが（気象研・気象庁の前の噴火予知連絡資料）、均質・半無限弾性体を仮定して同モデルで計算すると、王滝での体積ひずみが噴火直前に数十 nstrain 減少し（圧縮し）、噴火直後に数十 nstrain 増加する（膨張する）ことになって王滝の観測結果を説明出来ない。

なお、2007 年御嶽山噴火の際は、噴火前の基線長（図 1 の HGW-MTK 間の距離：約 36km）の伸び（約 1cm）に対応して王滝観測点の水圧は約 20 cm 低下している。ただし、変化している期間は基線長変化のそれより短い。この基線長の増加をひずみに換算すると約 300nstrain であるのに対し、水圧変化は約 100nstrain の体積ひずみ増を意味するので量的にもほぼ整合している。また、2007 年 3 月の噴火時にも水圧が増加しているようにみえるが、このときは降雨もあるので噴火に対応したものなのかどうかは不明である（図 5）。



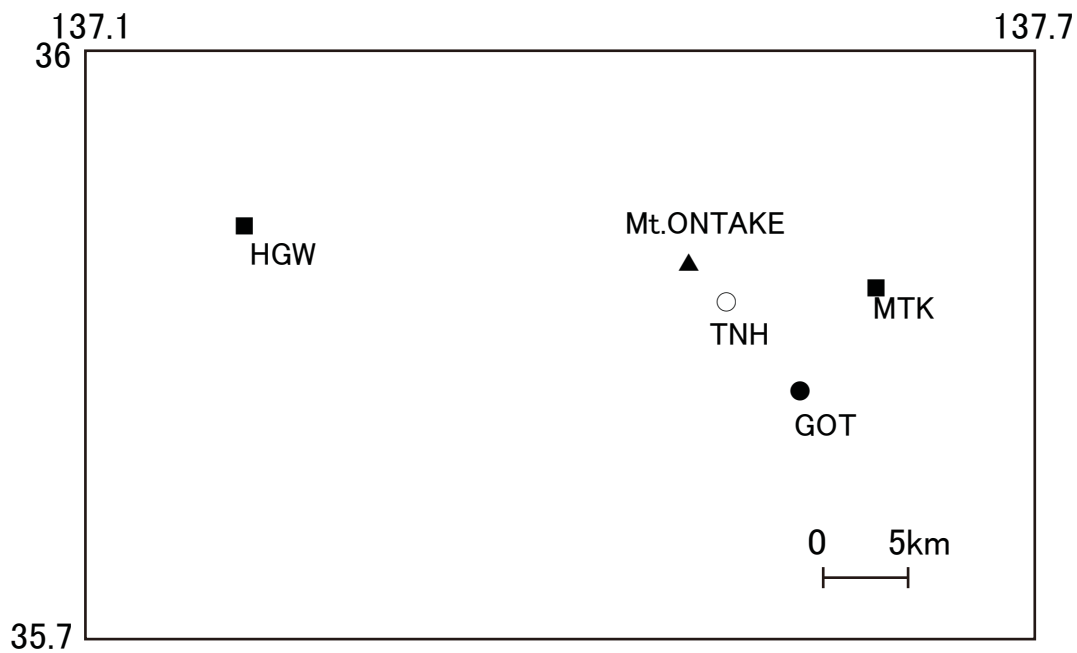


図1 観測点の分布。■が国土地理院のGNSS観測点(HGW:萩原, MTK:三岳)。○が気象庁の傾斜観測点(TNH:田の原)。●が産総研の王滝(GOT)地下水観測点。

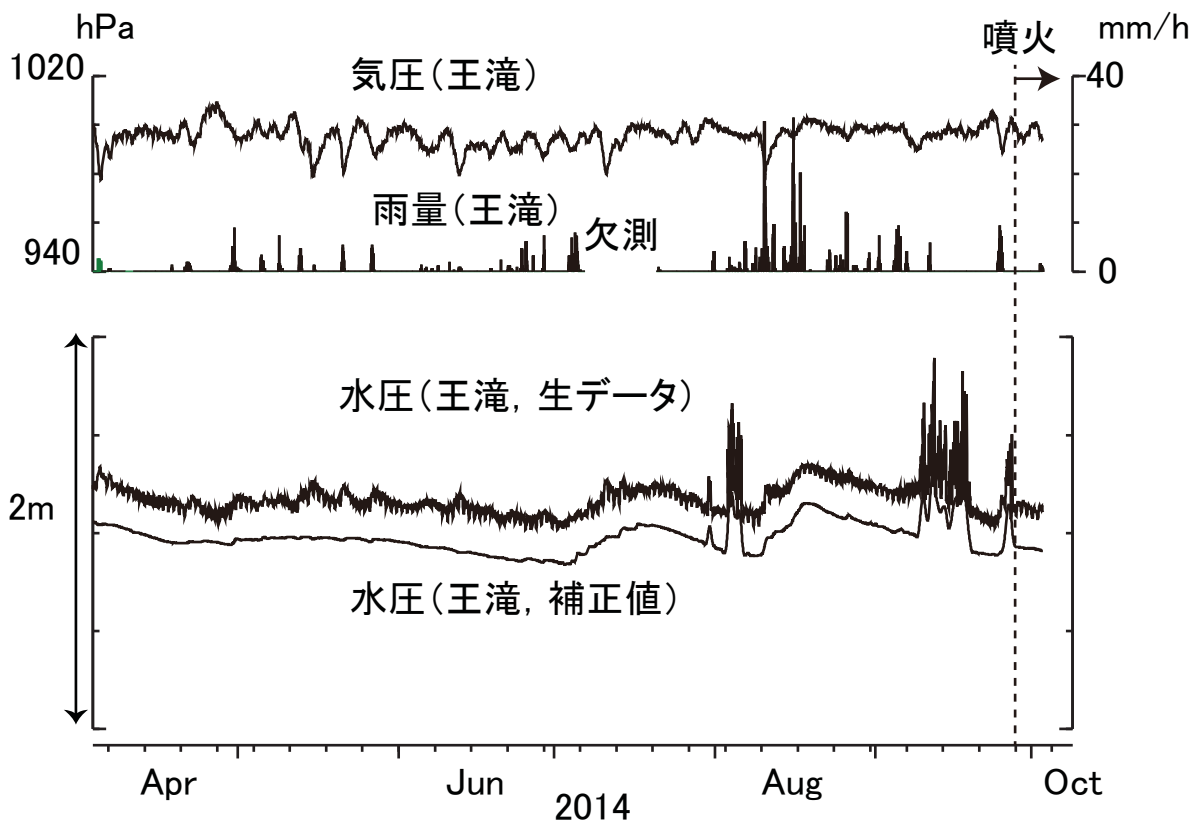


図2 2014年4月3日～10月8日の王滝観測点における気圧・降水量・水圧の変化(1時間値)。水圧の下側のデータは潮汐解析プログラムBAYTAP-Gで潮汐・気圧・不規則ノイズを除去した補正值。2014年7月末から、時折スパイク状の異常なデータが見えるようになっていて、これは、水圧計の不良によると考えられる。

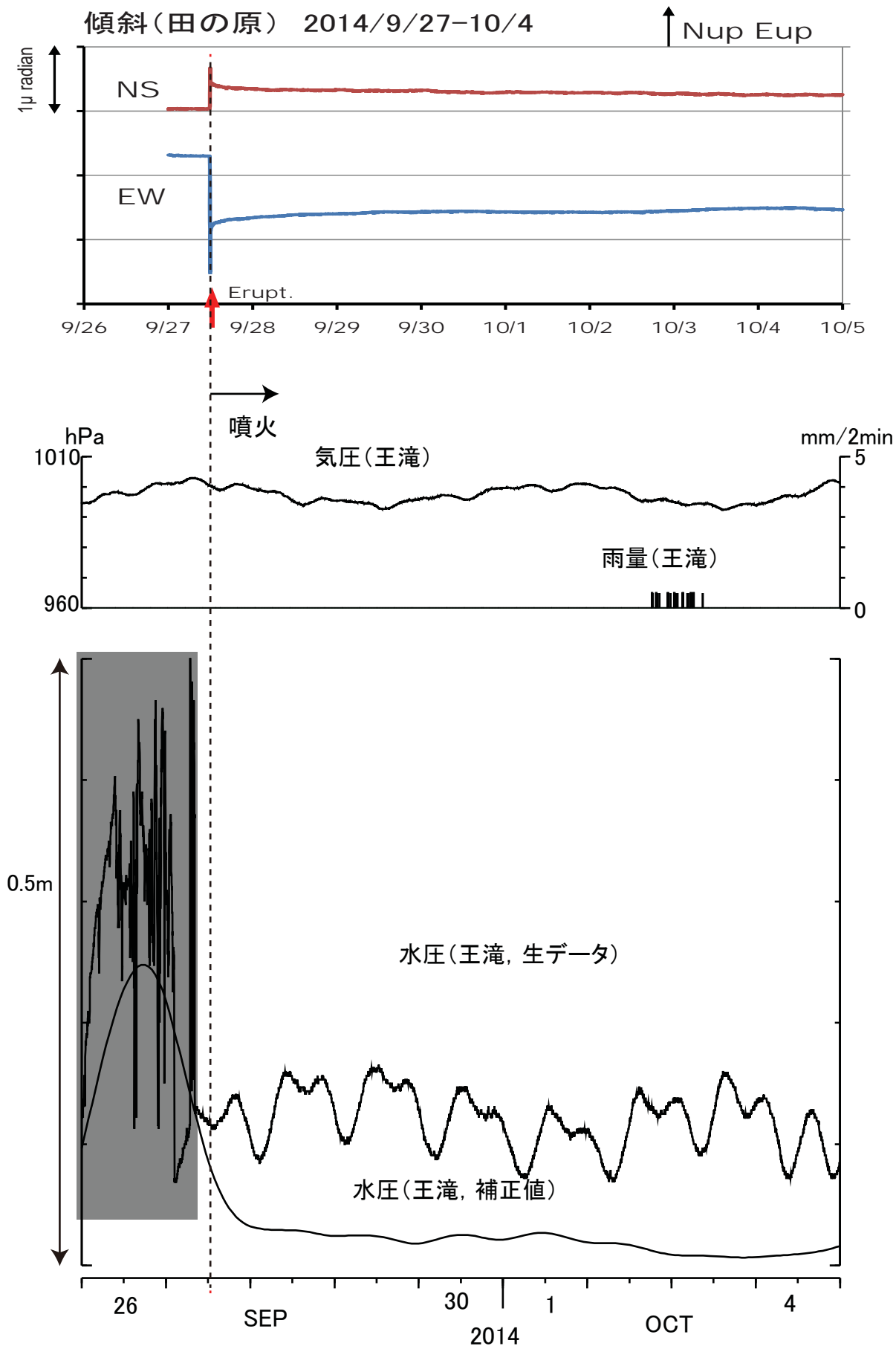


図3 上：2014年9月26日～10月4日の気象庁の田の原観測点における傾斜変化（気象研・気象庁の噴火予知連絡資料）。下：同じ期間の王滝における気圧・降水量・水圧変化。気圧と降水量と水圧変化の生のデータは2分値。水圧の補正值は1時間値。影をつけた部分は、水位計の不良によると考えられるスパイク状の変化が記録されている期間。

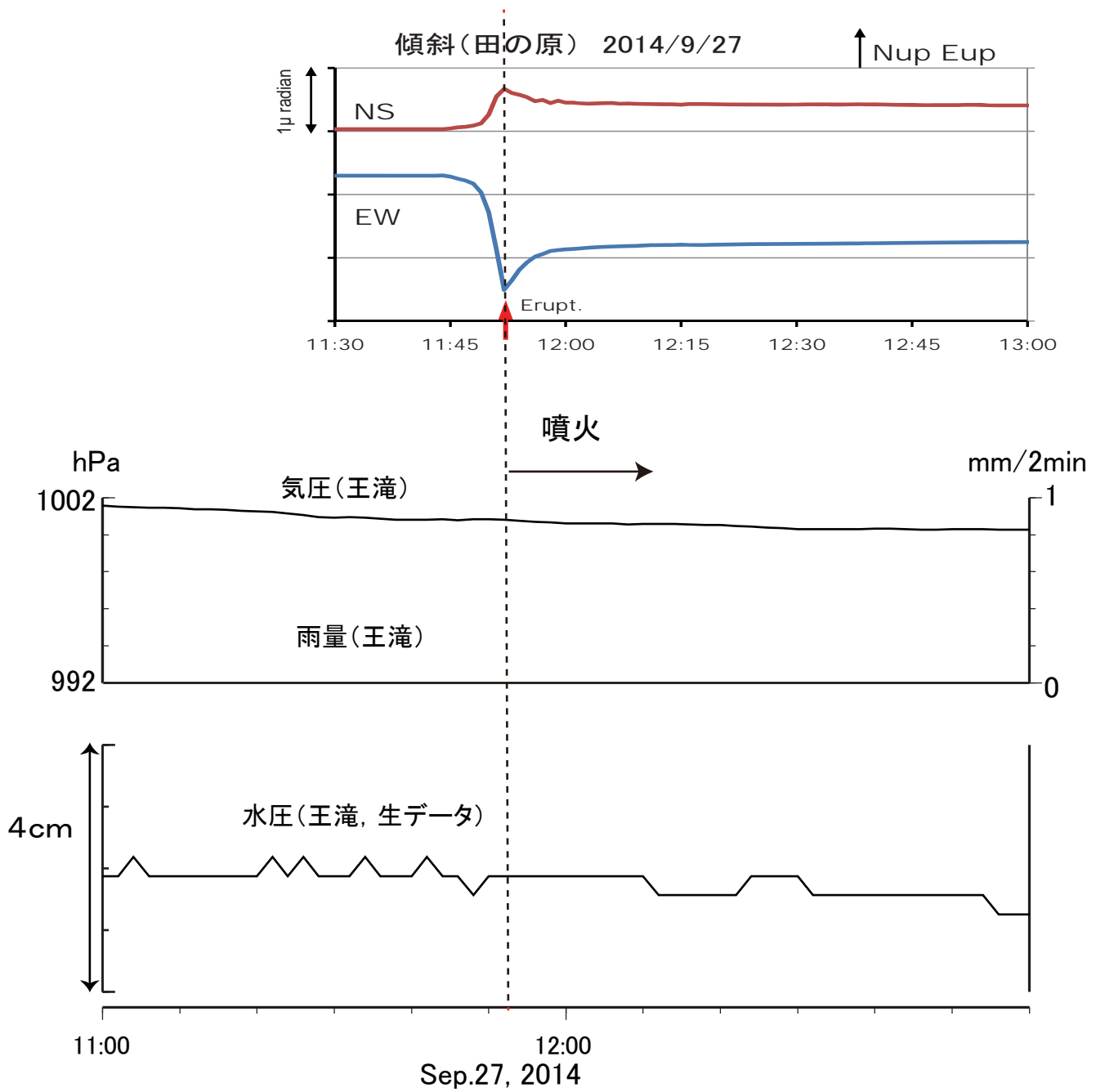


図4 上：2014年9月27日の11時半～13時の気象庁の田の原観測点における傾斜変化（気象研・気象庁の噴火予知連絡資料）。下：2014年9月27日の11時～13時の王滝における気圧・降水量・水圧変化（2分値）。

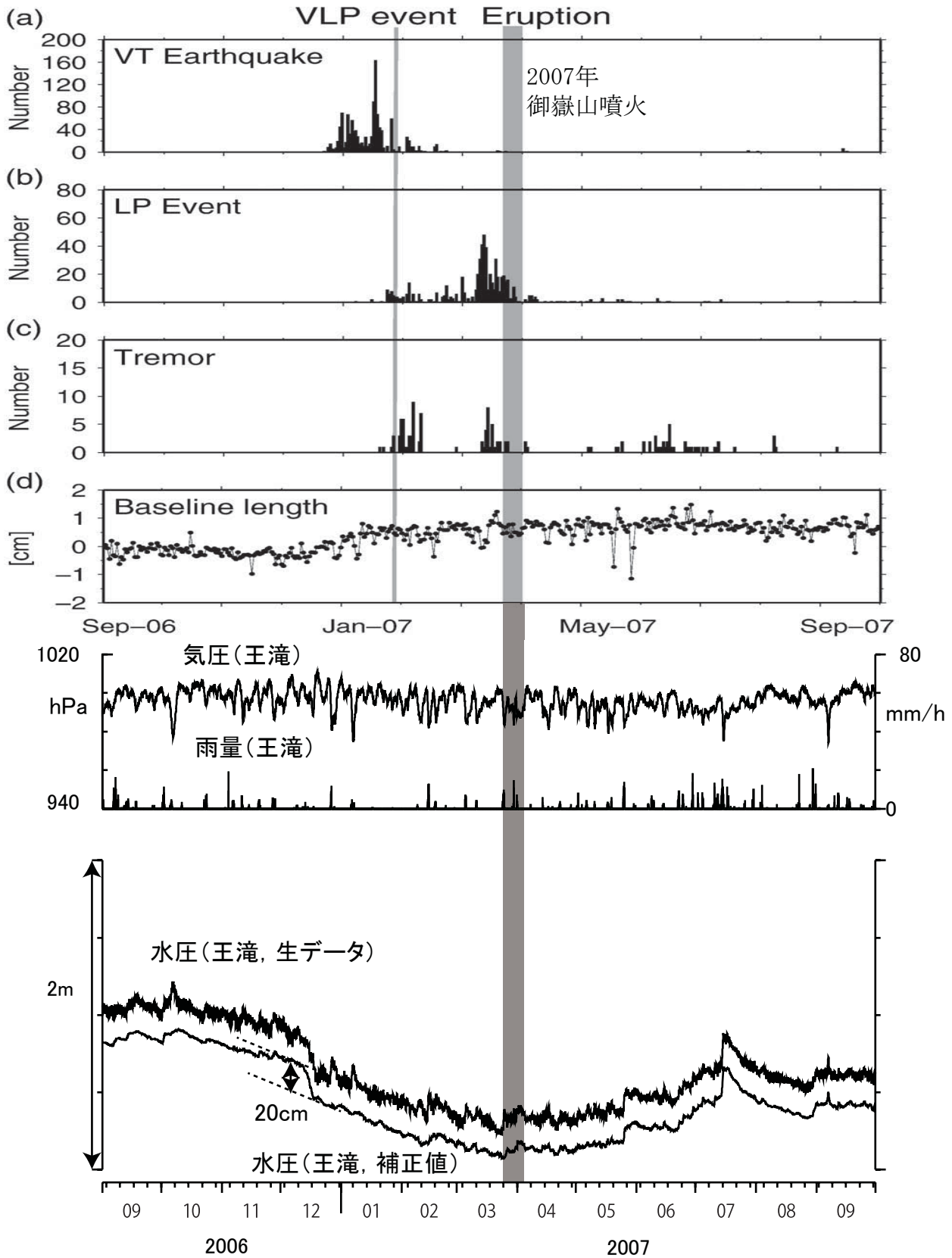


図5 上：2007年御嶽山噴火の際の地震や微動活動と図1のHGW-MTK間の基線長の変化。期間は2006年9月～2007年9月（Nakamichi et al. (2009)）。下：同期間の王滝の水圧変化と気圧・降水量の変化（1時間値）。