

平成 27 年（2015 年）の草津白根山の火山活動

気象庁地震火山部
火山監視・情報センター

火山性地震は概ね少ない状態で経過しました。地殻変動観測によると 2014 年 4 月頃から湯釜付近の膨張を示す変動が認められていましたが、2015 年 4 月頃より鈍化しています。

湯釜火口内北東部や北壁及び水釜火口の北から北東側にかけての斜面で熱活動の活発な状態が継続しています。東京工業大学によると北側噴気地帯のガス組成及び湯釜湖水の化学成分にも火山活動の活発化を示す変化が継続しています。

噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2015 年の発表履歴

2015 年中変更なし	火口周辺警報（噴火警戒レベル 2、火口周辺規制）
-------------	--------------------------

2015 年の活動概況

・噴煙など表面現象の状況（図 1～図 5）

群馬県の協力により 3 月 16 日に実施した上空からの観測、陸上自衛隊東部方面航空隊の協力により 10 月 13 日に実施した上空からの観測、並びに 5 月 11～15 日及び 9 月 29 日～10 月 2 日に実施した現地調査では、湯釜火口内北側斜面、北側噴気地帯で引き続き高温域¹⁾と明瞭な噴気を確認しました。前年（2014 年）調査時と比べて、特段の変化は認められませんでした。

奥山田遠望カメラ（湯釜の北約 1.5km）では、湯釜北側噴気地帯の噴気孔から弱い噴気が認められています。また、東京工業大学によると、2015 年 9 月以降、北側噴気地帯で噴気活動が活発化しています。逢ノ峰遠望カメラ（湯釜の南約 1 km）では、湯釜からの噴気は認められませんでした。

4 月 25 日に湯釜火口内の北東側斜面で弱い噴気が認められるとの東京工業大学からの情報を受けて、4 月 26 日に実施した現地調査では、肉眼では湯釜火口内に噴気は確認できませんでした。また、東京工業大学のカメラ（湯釜火口内）では、火口内に特段の変化は認められませんでした。

・地震及び微動の発生状況（図 6～図 7、図 8 - 、表 1）

火山性地震は概ね少ない状態で経過しました。

火山性微動は観測されていません。

・地殻変動の状況（図 8 - ～、図 9～図 10、図 16）

GNSS²⁾連続観測では、湯釜を挟む基線で 2014 年 4 月頃からわずかな伸びの変化がみられていましたが、2015 年 4 月頃より鈍化しています。また、湯釜周辺に設置している東京工業大学の傾斜計によると、2014 年 3 月からみられている湯釜付近浅部での膨張を示す変動は、2015 年 11 月頃から停滞傾向が認められます。

5 月 11～15 日及び 9 月 29 日～10 月 2 日に実施した GNSS 繰り返し観測では、5 月の観測までは湯釜付近浅部での膨張を示す変化が認められていましたが、9～10 月の観測では膨張を示す変化は鈍化または停滞しています。

この資料は気象庁ホームページ（<http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/volcano.html>）でも閲覧することができます。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京工業大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータも利用して作成しています。

資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『電子地形図（タイル）』『数値地図 25000（行政界・海岸線）』『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用しています（承認番号：平 26 情使、第 578 号）。また、同院発行の『2 万 5 千分 1 地形図』を複製しています（承認番号：平 26 情複、第 658 号）。

・全磁力変化の状況（図 11～図 15）

全磁力³⁾連続観測では、2014 年 5 月頃から湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化がみられましたが、2014 年 7 月以降停滞しています。

- 1) 赤外熱映像装置により観測しています。赤外熱映像装置は、物体が放射する赤外線を感じて温度を測定する測器で、熱源から離れた場所から測定することができる利点がありますが、測定距離や大気等の影響で実際の温度より低く測定される場合があります。
- 2) GNSS (Global Navigation Satellite Systems) とは、GPS をはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称です。
- 3) 火山体の南側で全磁力を観測した場合、全磁力値が減少すると火山体内部で温度上昇が、全磁力値が増加すると火山体内部で温度低下が生じていると推定されます。



図 1 草津白根山 湯釜付近の状況

上左図：奥山田の遠望カメラ（11 月 21 日撮影） 上右図：逢ノ峰山頂の遠望カメラ（12 月 20 日撮影）

下左図：東工大の火口カメラ（12 月 20 日撮影）



図 2 草津白根山 湯釜火口及び北側噴気地帯のおおよその撮影位置と撮影方向

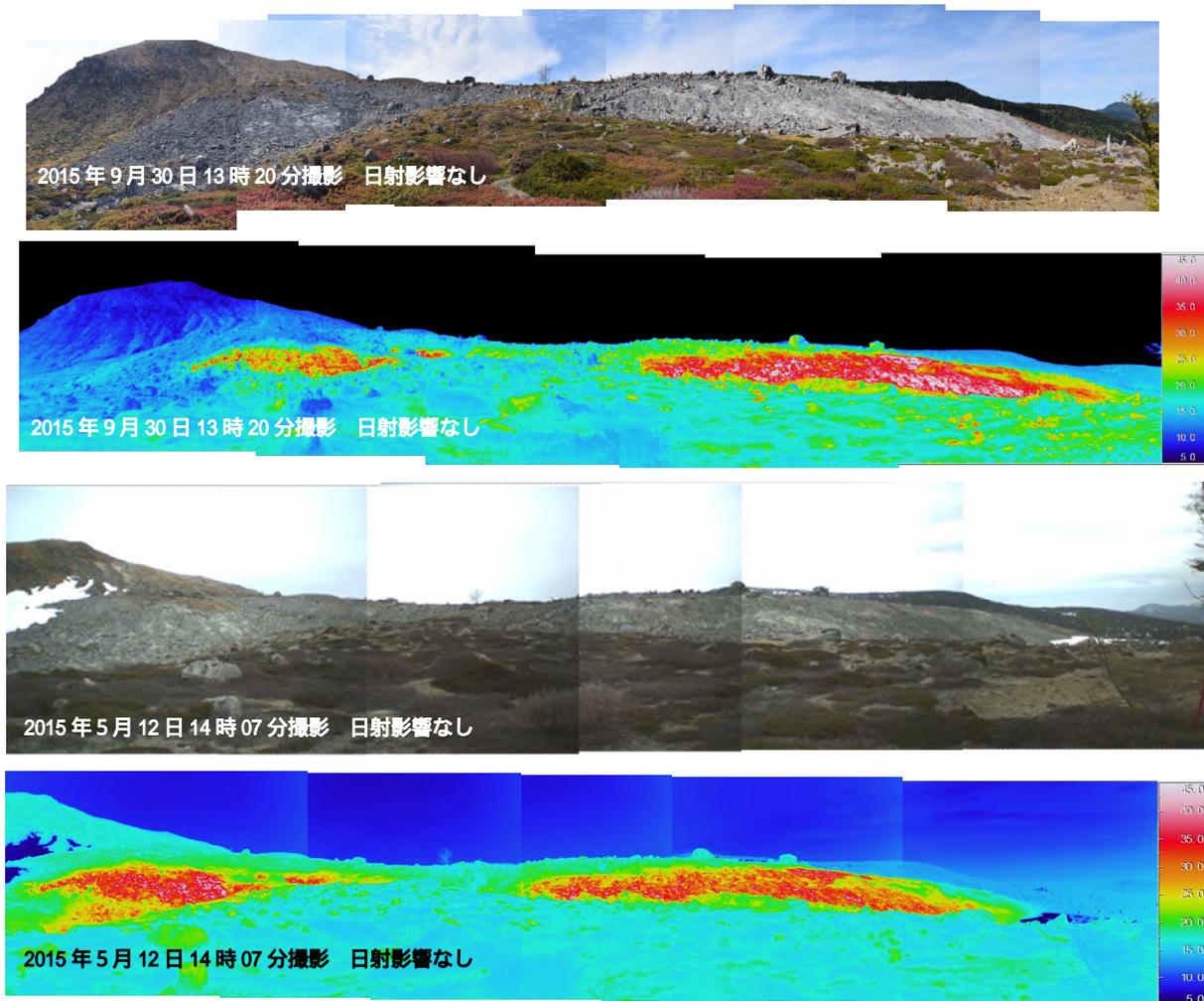
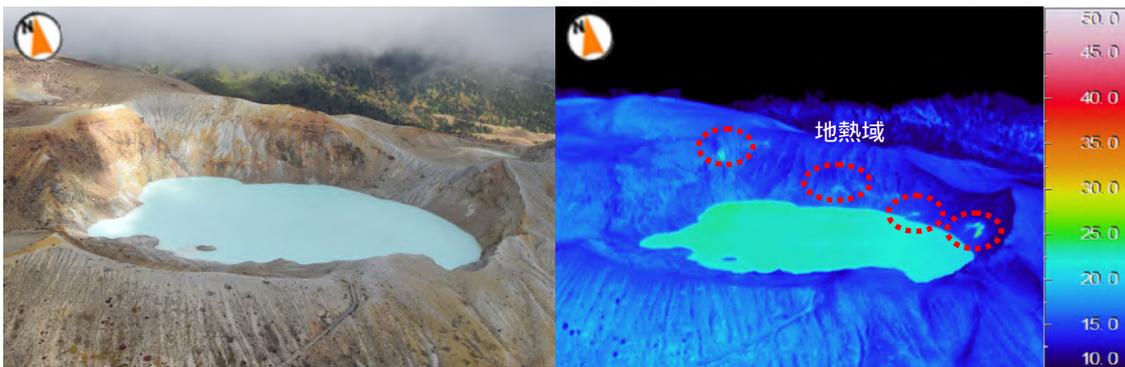
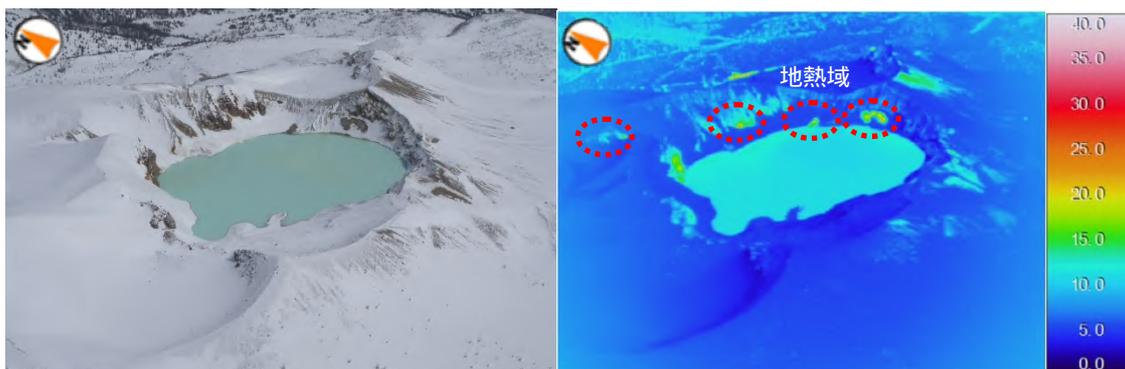


図 3 草津白根山 北側噴気地帯周辺の状況及び地表面温度分布

- ・少量の噴気が出ている噴気孔が多数確認され、噴気孔の周囲には硫黄の析出がみられました。これまでの観測と比較して、地熱域に特段の変化はみられませんでした。



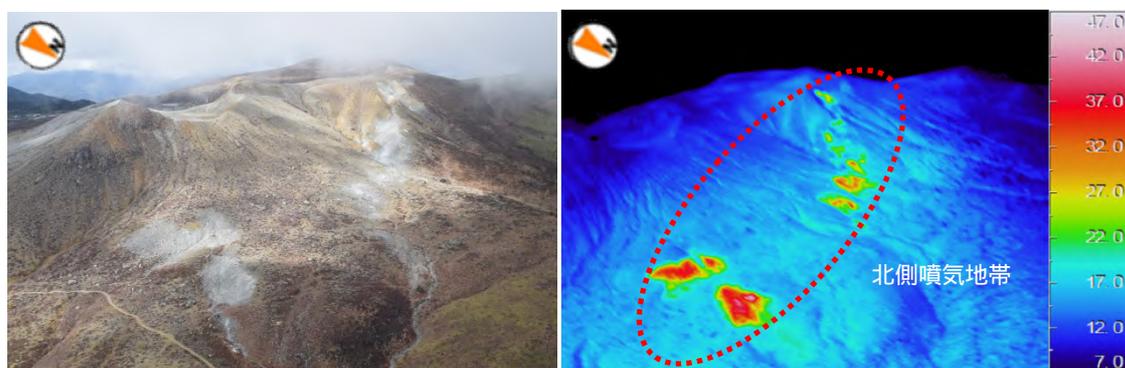
左：可視画像 右：赤外画像 2015年10月13日10時34分 湯釜火口の南上空高度約2,100mから撮影



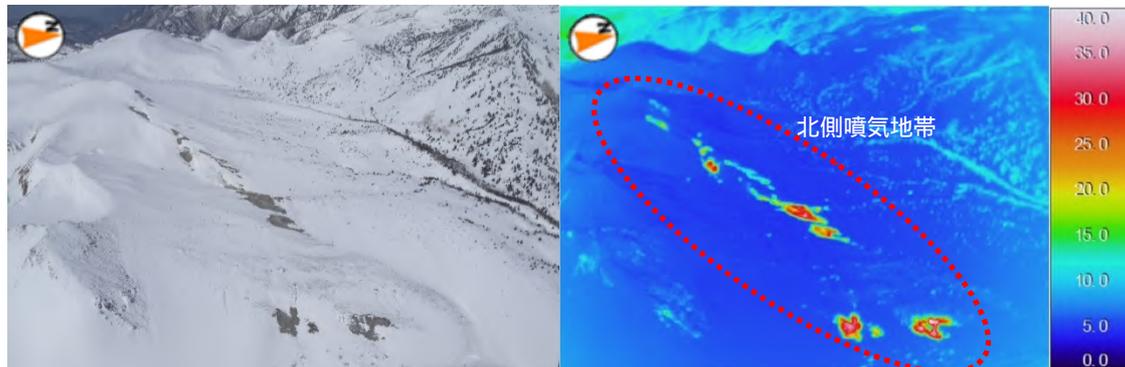
左：可視画像 右：赤外画像 2015年3月16日10時39分 湯釜火口の南西上空高度約2,400mから撮影

図4 草津白根山 湯釜火口周辺の状況及び地表面温度分布

- ・湯釜の湖面に硫黄の浮遊物が認められました。赤線内は高温領域を示しています。前年(2014年)までの観測と比較して特段の変化はありませんでした。



左：可視画像 右：赤外画像 2015年10月13日10時36分 湯釜火口の東上空高度約2,100mから撮影



左：可視画像 右：赤外画像 2015年3月16日10時41分 湯釜火口の北東上空高度約2,450mから撮影

図5 草津白根山 北側噴気地帯周辺の状況及び地表面温度分布

- ・赤線内が地熱域を示しています。前年(2014年)までの観測と比較して特段の変化はありませんでした。

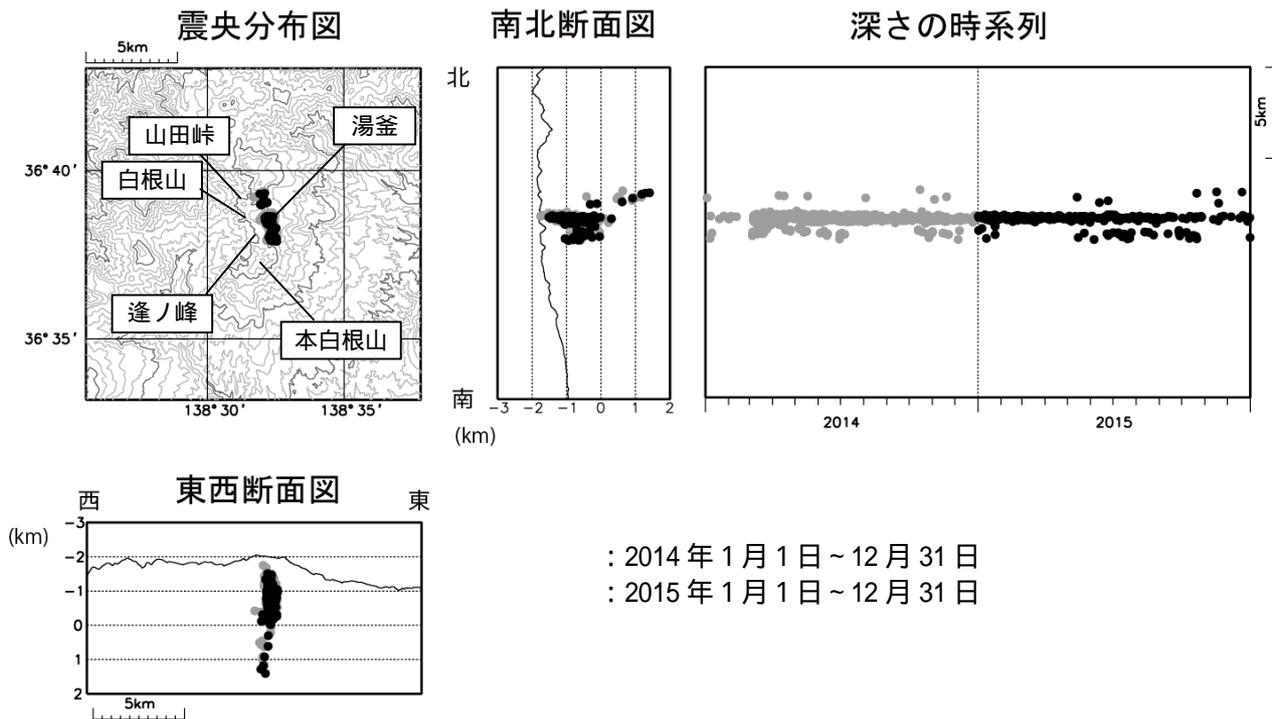


図 6 草津白根山 火山性地震の震源分布 (2014 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 12 月 31 日)

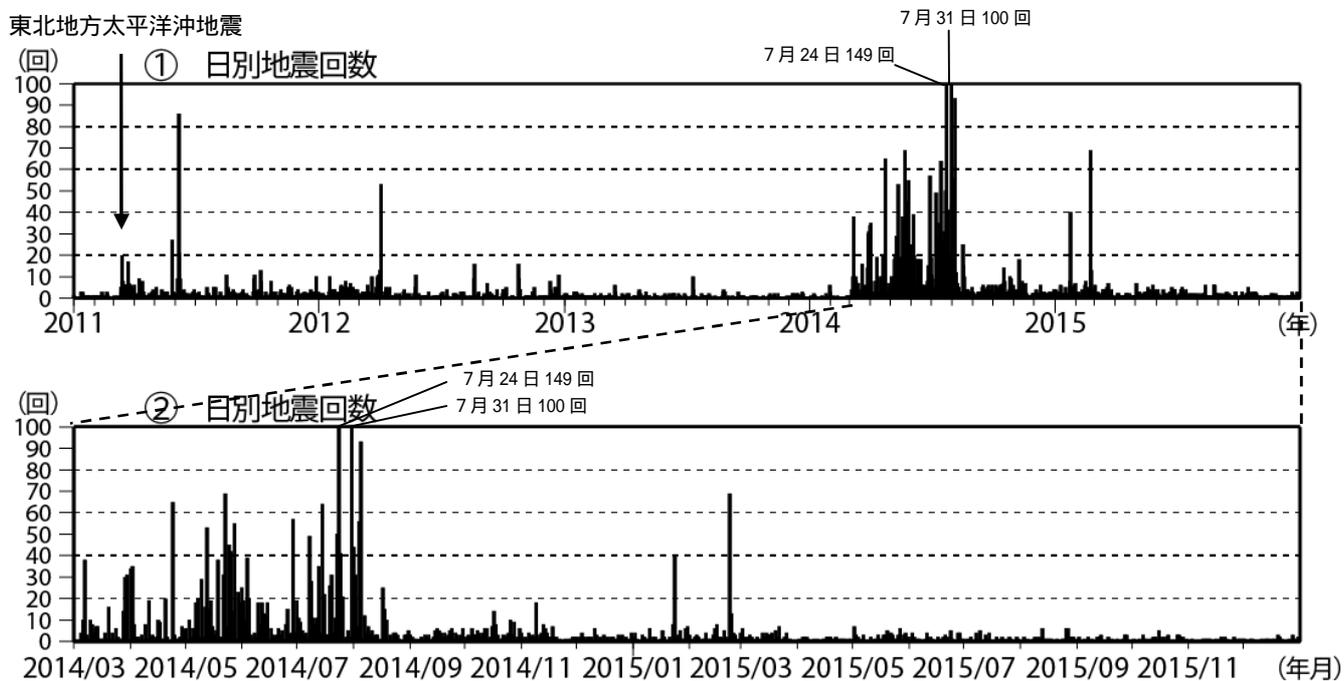


図 7 草津白根山 日別地震回数 (2011 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 12 月 31 日)

・2015 年 1 月と 2 月に一時的な火山性地震の増加がみられましたが、概ね少ない状態で経過しました。

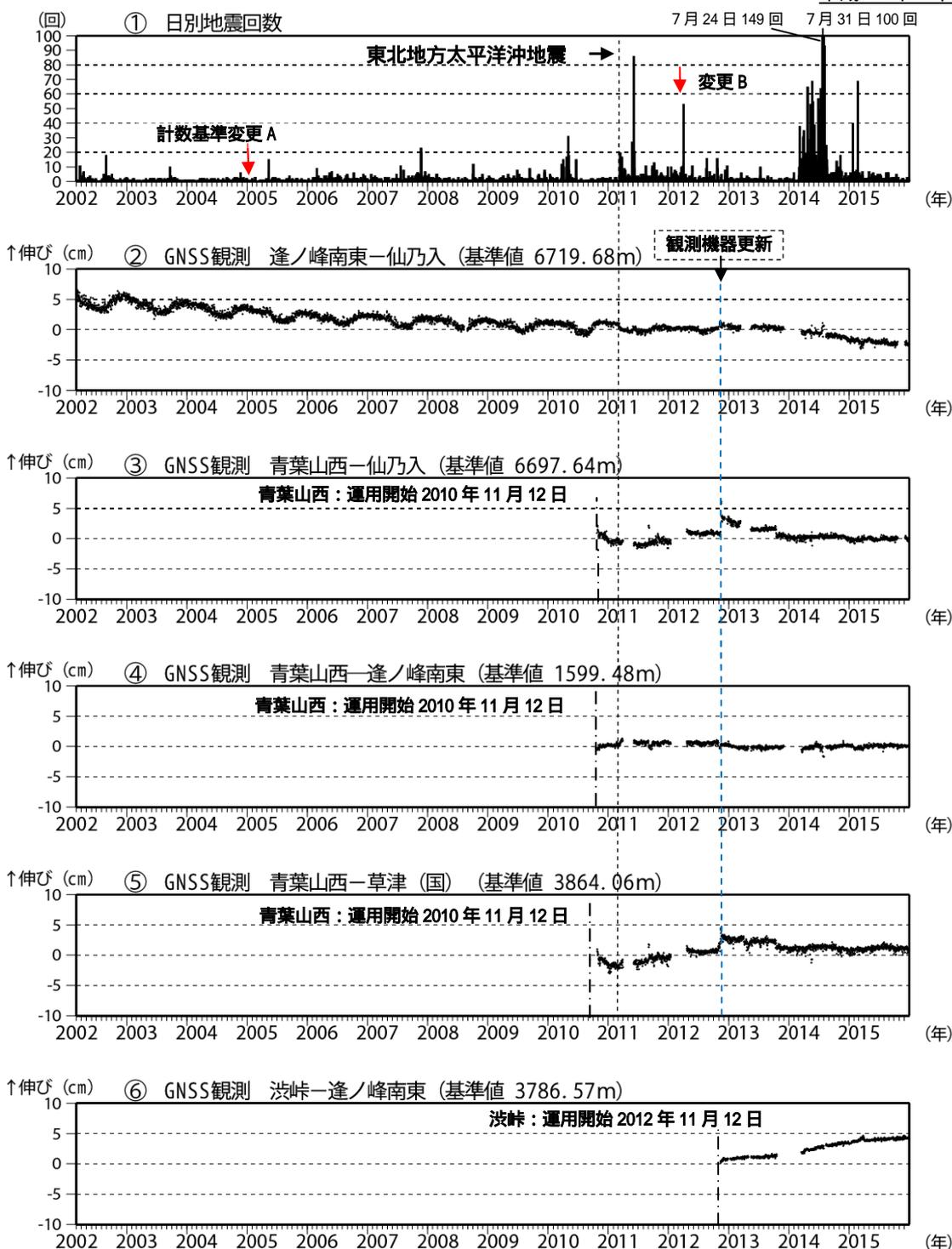


図 8 草津白根山 火山活動経過図 (2002 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 12 月 31 日)

山体付近で発生した地震の日別回数

検測基準 (赤矢印は計数基準変更時期を示します)

- 2005 年 1 月 21 日まで: 水釜北東振幅 $0.05 \mu\text{m}$ 以上、S-P 2 秒以内
- 2005 年 1 月 21 日 (変更 A): 検測対象波形を変位から速度に変更
- 2005 年 1 月 21 日 (変更 A) ~ 2012 年 2 月 29 日: 水釜北東振幅 $1.0 \mu\text{m/s}$ 、S-P 時間 2 秒以内
- 2012 年 3 月 1 日 (変更 B) から: 水釜北東振幅 $1.0 \mu\text{m/s}$ 、S-P1.5 秒以内

~ GNSS 連続観測による基線長変化 (国): 国土地理院

- 湯釜を挟む基線 で 2014 年 4 月頃からわずかな伸びの変化がみられていましたが、2015 年 4 月頃より停滞しています。
- 2010 年 10 月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良しています。
- の基線長変化にみられる冬季の伸びと夏季の縮みの傾向は季節変動による変化です。
- には東北地方太平洋沖地震 (2011 年 3 月 11 日) に伴うステップ状の変化がみられます。
- ~ は図 16 の ~ に対応しています。グラフの空白部分は欠測を示します。
- 青い破線で示したデータの乱れは観測機器の更新 (2012 年 10 月 ~ 11 月) によるものです。

表 1 草津白根山 2015 年日別地震回数
は欠測時間を含む回数を示します。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	2	3	4	0	0	0	1	0	1	0	0	1
2日	4	0	6	1	7	2	0	0	2	1	0	1
3日	1	1	2	0	3	4	1	2	0	0	1	0
4日	0	2	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0
5日	0	3	2	2	0	1	2	1	1	1	0	1
6日	3	2	3	2	1	1	0	0	0	0	0	1
7日	2	0	2	1	3	1	0	0	2	3	0	0
8日	1	1	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0
9日	1	1	1	0	0	0	1	2	1	1	1	0
10日	6	4	2	1	0	1	5	1	0	0	1	0
11日	0	1	1	0	2	4	0	2	0	1	1	1
12日	2	1	1	1	0	1	0	1	2	1	1	0
13日	2	1	4	0	1	2	3	6	2	2	1	1
14日	0	3	2	0	1	1	1	1	3	2	0	1
15日	0	6	4	1	3	0	4	1	0	0	0	1
16日	1	8	3	1	1	0	0	1	0	5	1	0
17日	5	2	3	2	1	2	0	1	0	0	0	1
18日	2	2	4	2	3	1	0	1	2	2	1	1
19日	0	1	0	2	3	1	2	0	0	0	2	0
20日	0	5	5	1	5	2	1	0	1	2	0	3
21日	2	2	2	1	4	3	0	1	0	3	2	2
22日	0	0	7	2	4	2	2	0	0	0	1	1
23日	8	69	0	1	3	0	1	0	1	0	0	0
24日	40	13	1	1	1	5	0	1	0	0	0	0
25日	2	4	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
26日	3	3	4	1	3	0	2	6	1	3	2	1
27日	5	0	1	1	6	0	1	6	3	3	0	0
28日	1	1	1	0	0	4	0	2	3	2	1	3
29日	1		0	1	3	4	0	2	0	2	1	1
30日	6		0	1	4	1	2	2	0	0	1	1
31日	7		0		2		1	0		1		2
月合計	107	139	68	29	67	46	36	42	25	36	18	24
年合計	637											

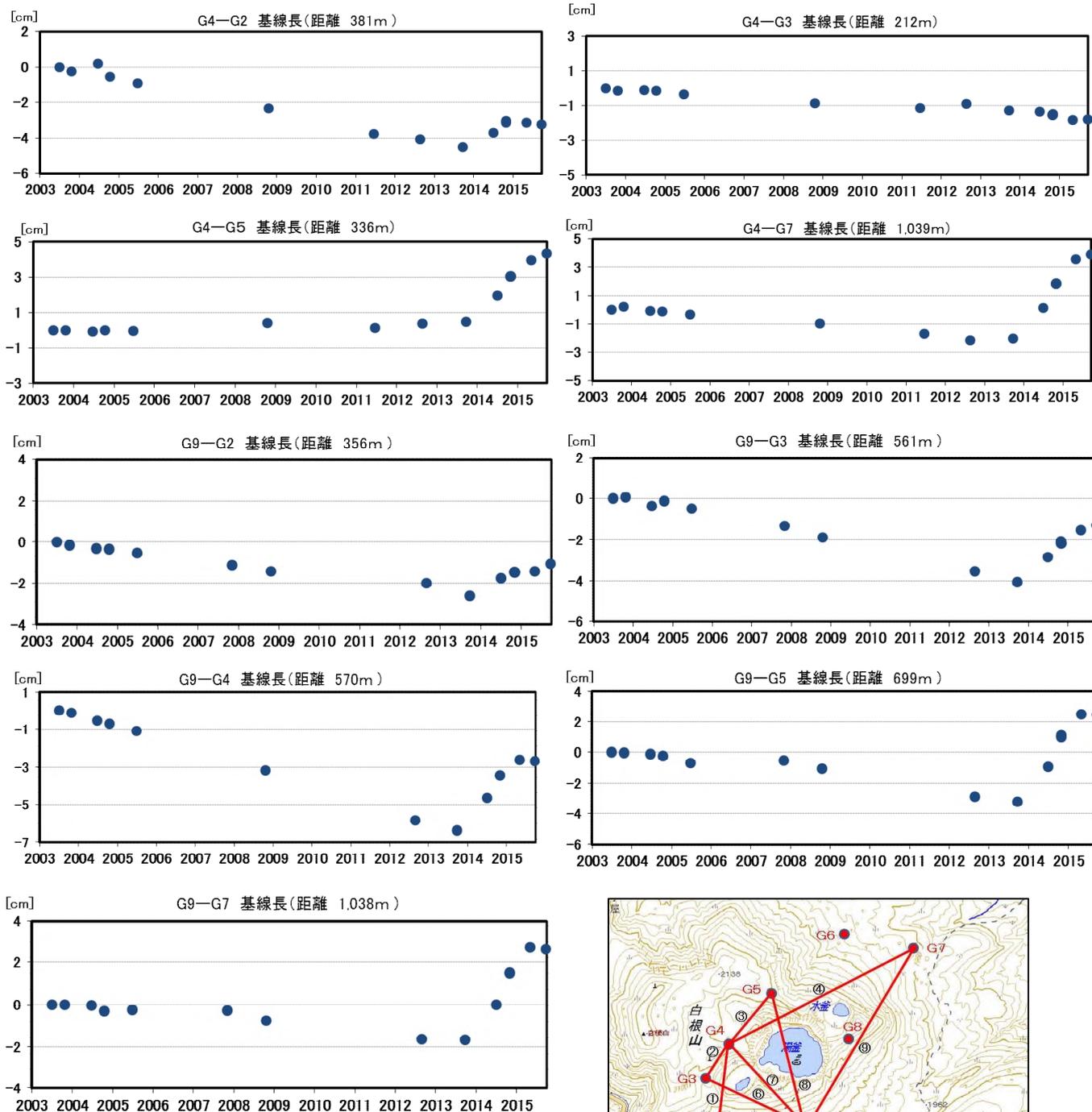


図 9 草津白根山 GNSS 繰り返し観測の基線解析結果

～ は図 10 の基線配置に対応しています

- ・湯釜を挟む基線の伸びの傾向は、いずれの基線においても、10月の繰り返し観測では、鈍化または停滞しています。

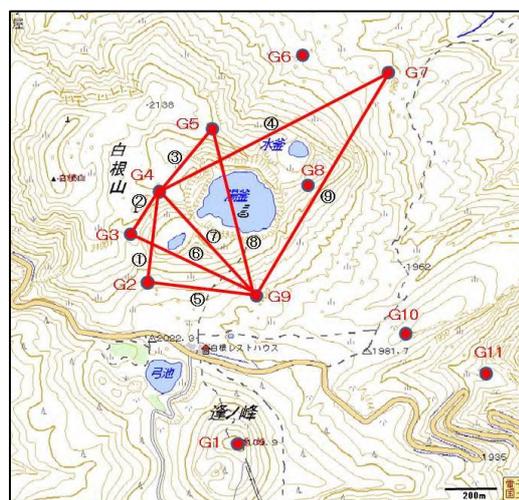


図 10 草津白根山 GNSS 繰り返し観測の基線配置

- ・観測結果については火口近傍の観測点についてのみ掲載しています。

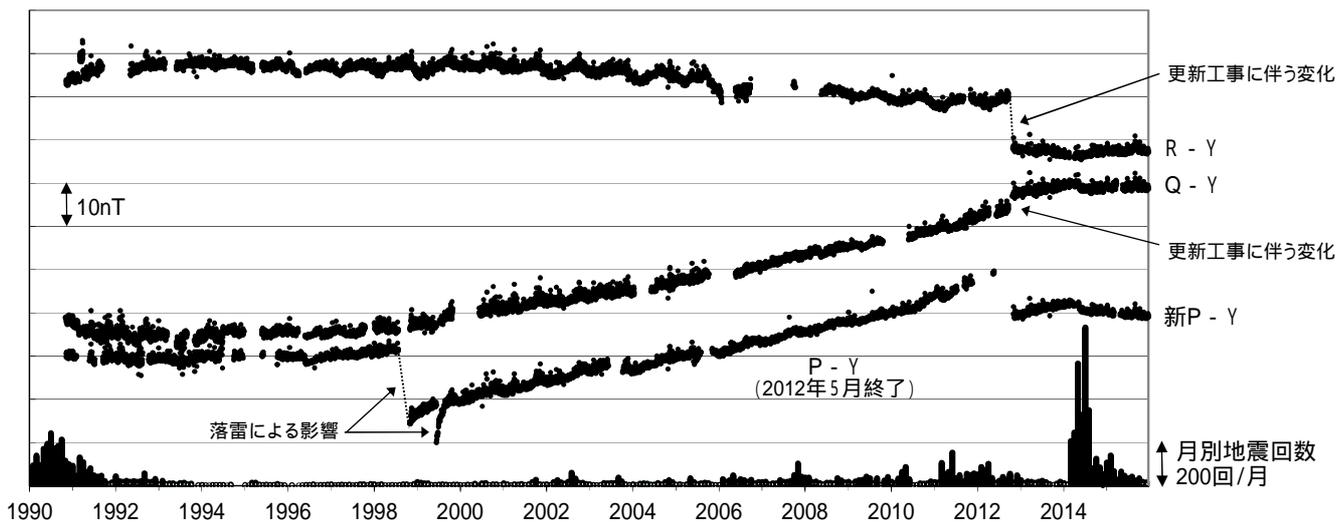


図 11 草津白根山 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び月別地震回数 (1990 年～2015 年 12 月 20 日)
 ・連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段は草津白根山で観測された月別地震回数を示しています。

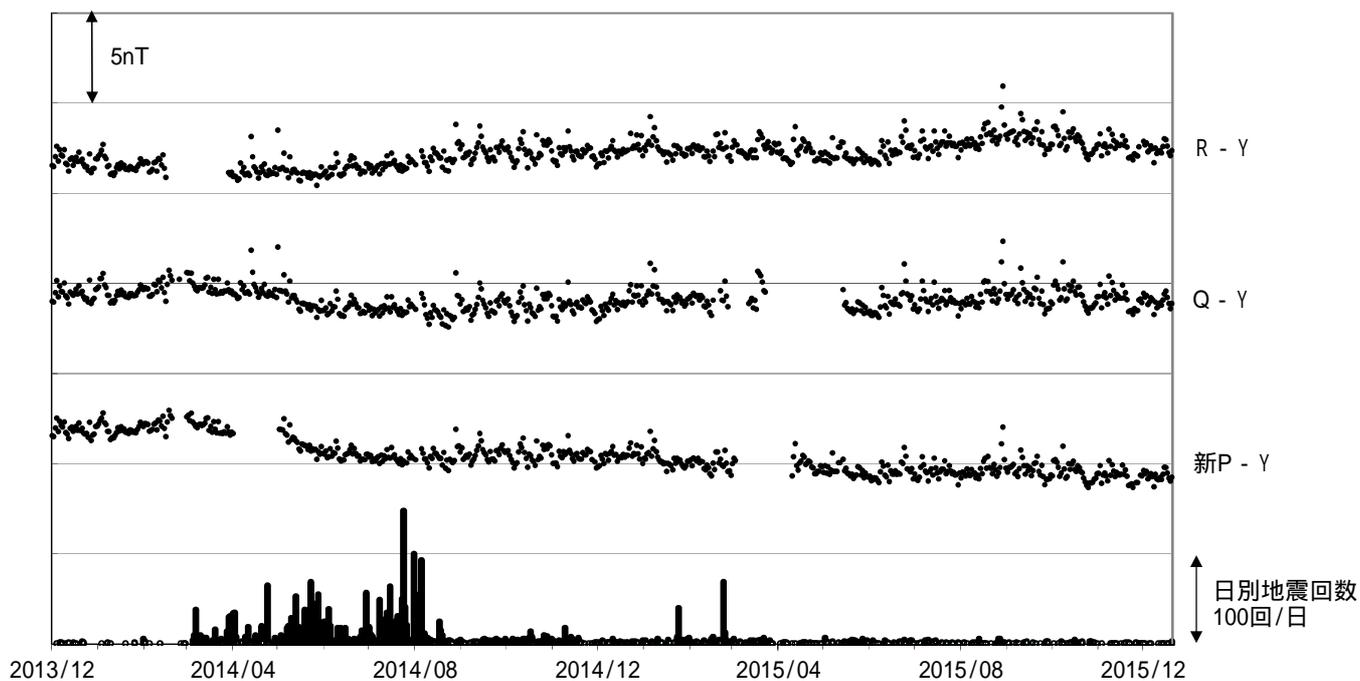


図 12 草津白根山 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び日別地震回数 (2013 年 12 月～2015 年 12 月 20 日)
 ・連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段は草津白根山で観測された日別地震回数を示しています。
 ・全磁力³⁾連続観測で、2014 年 5 月頃から湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化がみられましたが、2014 年 7 月頃から停滞しています。

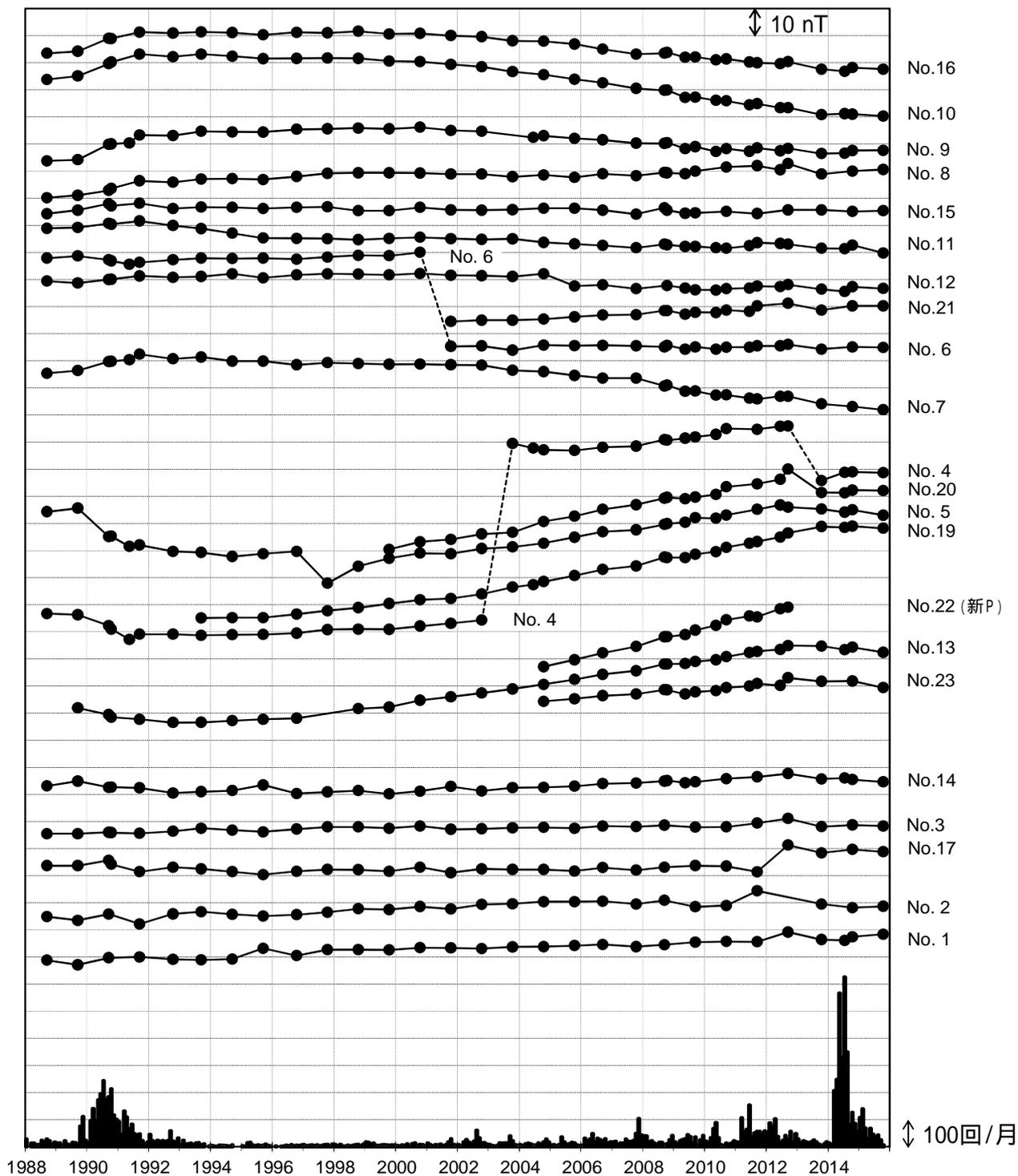


図 13 草津白根山 全磁力繰返し観測による全磁力値の変化 (1988 年 9 月 ~ 2015 年 10 月)

- ・八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学地震研究所)で観測された全磁力値を基準としており、草津白根山と八ヶ岳の地域的短周期変動の差は連続観測点Qを介して除去しています。最下段に草津白根山で観測された月別地震回数を示しています。破線は周辺環境の変化によると思われるギャップを示しています。
- ・2000 年頃からみられていた、湯釜近傍地下の冷却を示すと考えられる変化は、2014 年以降停止しています。

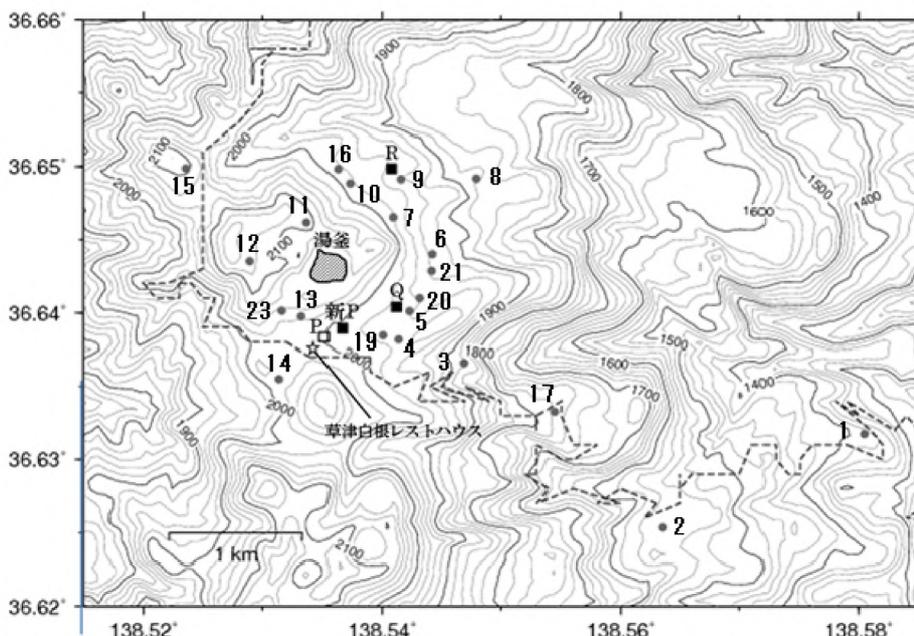


図 14 草津白根山の全磁力観測点配置図

- ：連続観測点（観測中）
- ：連続観測点（2012 年 5 月観測終了）
- ：繰り返し観測点

道路（破線）の記載には、「国土数値情報（道路データ）国土交通省」を使用しています。

【参考】全磁力観測について

火山活動が静穏なときの火山体は地球の磁場（地磁気）の方向と同じ向きに磁化されています。これは、火山を構成する岩石には磁化しやすい鉱物が含まれており、マグマや火山ガス等に熱せられていた山体が冷えていく過程で、地磁気の方に帯磁するためです。しかし、火山活動の活発化に伴い、マグマが地表へ近づくななどの原因で火山体内の温度が上昇するにつれて、周辺の岩石が磁力を失うようになります。これを「熱消磁」と言います。そして地下で熱消磁が発生すると、地表で観測される磁場の強さ（全磁力）が変化します。これらことから、全磁力観測により火山体内部の温度の様子を知る手がかりを得ることができます。

例えば、山頂直下で熱消磁が起きたとすると、火口の南側では全磁力の減少、火口北側では逆に全磁力の増大が観測されます。この変化は、熱消磁された部分に地磁気と逆向きの磁化が生じたと考えることで説明できます。図16に示すように、山頂部で観測した全磁力の値は、南側Aでは地磁気と逆向きの磁力線に弱められて小さく、北側Bでは強められて大きくなるのがわかります。

ただし全磁力の変化は、熱消磁によるものだけでなく、地下の圧力変化などによっても生じることがあります。

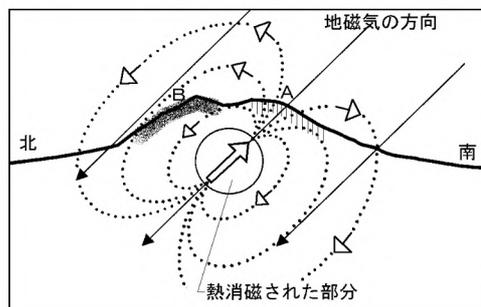


図15 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

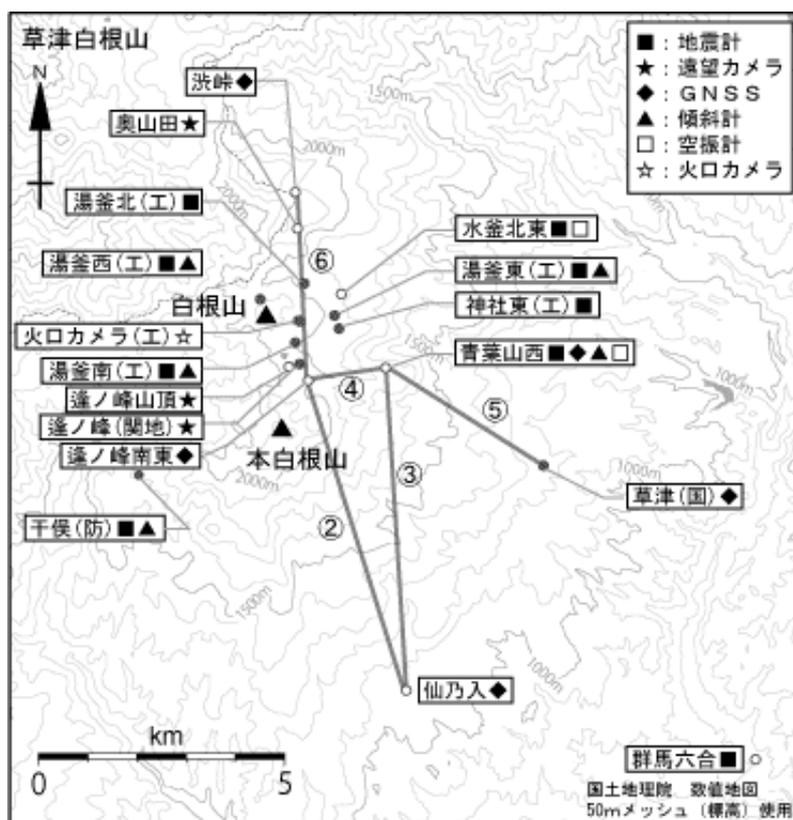
火山体周辺の全磁力変化と火山体内部の温度

北側の観測点で全磁力増加
南側の観測点で全磁力減少

[消磁] → 火山体内部の温度上昇を示唆する変化

北側の観測点で全磁力減少
南側の観測点で全磁力増加

[帯磁] → 火山体内部の温度低下を示唆する変化



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、(防)：防災科学技術研究所、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局

図 16 草津白根山 観測点配置図

・GNSS 基線 ~ は図 8 の ~ に対応しています。

表 2 草津白根山 気象庁観測点一覧

観測種類	地点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		緯度	経度	標高(m)			
地震計	水釜北東	36° 38.88′	138° 32.73′	1933	0	1978. 1. 1	短周期 3成分 2012. 11. 13 更新
	群馬六合	36° 33.91′	138° 38.19′	645	-	1996. 9. 25	
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	-95	2010. 11. 12	短周期 3成分
傾斜計	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	-95	2011. 4. 1	
空振計	水釜北東	36° 38.9′	138° 32.7′	1933	2	2001. 9. 18	
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	7	2010. 11. 12	
GNSS	仙乃入	36° 34.5′	138° 33.6′	1070	4	2001. 10. 11	2周波に更新 2012. 10. 30
	逢ノ峰南東	36° 37.9′	138° 32.3′	2027	5	2001. 10. 11	2周波に更新 2012. 11. 6
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1774	11	2010. 11. 12	2周波
	渋峠	36° 40.0′	138° 32.1′	2168	6	2012. 11. 12	2周波
遠望カメラ	逢ノ峰山頂	36° 38.1′	138° 32.1′	2099		1986. 4. 1	高感度
	奥山田	36° 39.6′	138° 32.1′	2168	10	2010. 4. 1	可視