

平成 23 年（2011 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

火山性微動の発生や振幅の小さな火山性地震の一時的な増加が繰り返しありましたが、火山活動に特段の変化はありませんでした。地殻変動には特段の変化はみられませんでした。湯釜火口内の北壁等では引き続き熱活動がみられています。

○ 2011 年の活動概況

・ 噴煙など表面現象の状況（図 1※）

5 月 27 日 00 時 30 分頃に火山性微動が発生しましたが（後述）、その時の火口付近の状況は、雲のため遠望カメラでは確認できませんでした。当日実施した現地調査では、悪天候のため湯釜火口内を確認することはできませんでしたが、湯釜周辺に特段の変化は認められませんでした。また、翌日（28 日）、東京工業大学が行った目視による現地調査では、湯釜火口内に特段の異常は認められませんでした。

7 月 18 日 23 時 43 分頃に火山性微動が発生しましたが（後述）、湯釜火口内の状況に特段変化は認められませんでした。なお、微動発生時の湯釜北側の噴煙の状況は観測機器の障害のため確認できませんでした。

奥山田（湯釜の北約 1.5km）に設置してある遠望カメラでは、悪天候や機器の障害のため不明の期間がありますが、それ以外の期間は、湯釜北側噴気地帯の噴気孔からごく弱い噴気が時々観測されました。また、逢ノ峰山頂（湯釜の南約 1 km）に設置してある遠望カメラでは、噴気は認められませんでした。

湯釜火口内に設置してある東京工業大学のカメラでは、機器障害のため不明の期間がありますが、その他の期間では、火口内に噴気は認められませんでした。

・ 火口及び山体内の熱の状況（図 3～図 5、図 7～図 16）

6 月 14 日、8 月 10 日、11 月 28 日に実施した上空からの観測（陸上自衛隊及び群馬県の協力による）や、3 月 30 日、6 月 27 日～29 日、7 月 12 日～13 日に実施した現地調査では、湯釜火口内北側斜面、北側噴気地帯及び水釜火口の北から北東側にあたる斜面で引き続き高温域¹⁾が確認されましたが、噴気の状態や高温域¹⁾の分布に特段の変化は認められませんでした。

地磁気観測所による全磁力連続観測²⁾並びに 6 月 9～10 日、9 月 6 日～10 日にかけて実施した全磁力繰り返し観測²⁾では、湯釜付近の地下での温度低下によると考えられる変化が継続していますが、湯釜の北東側浅部では、2011 年 3 月頃から 4 月頃まで一時的に温度上昇によると考えられるやや大きな変化がみられました。

東京工業大学の観測によると、湯釜火口内北東部の噴気地帯の地中温度は、2009 年 5 月に急激に上昇し、その後も時々一時的な温度低下がみられるものの高温の状態が継続しています。水釜火口の北から北東側にあたる斜面では、引き続き熱活動がみられています。

- 1) 赤外熱映像装置を用いて観測を行っています。赤外熱映像装置は、物体が放射する赤外線を検知して温度分布を測定する測器で、熱源から離れた場所から温度を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熱源の温度よりも低く測定される場合があります。

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

※この記号の資料は気象庁のほか、東京工業大学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『2 万 5 千分 1 地形図』『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 23 情使、第 467 号）。

2) 火口の北側で全磁力値が増加 (図 16 で上向きの変化)、南側で減少 (図 16 で下向きの変化) の変化がみられた場合は、火山体内部で温度上昇があったと考えられます。

<※全磁力観測については、16 頁の「参考資料：全磁力観測について」を参照ください。>

・地震及び微動の発生状況 (図 17※、図 18-①、表 1)

3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」以降、草津白根山の北側を震源とする地震が一時的にやや増加しましたが、いずれも規模の小さなもので 3 月中に収まりました。

5 月 27 日 00 時 30 分頃、振幅の小さな火山性微動 (継続時間：約 8 分) が発生し、その後、湯釜の南付近を震源とする振幅の小さな火山性地震が同日 08 時頃まで一時的に増加しました。同日 07 時台にも振幅のごく小さな火山性微動 (継続時間：40 秒前後) が 2 回発生しました。また、7 月 18 日 23 時 43 分頃に振幅のごく小さな火山性微動 (継続時間：約 70 秒) が 1 回発生しました。これら火山性微動の発生は 2008 年 1 月 9 日以来です。なお、これらの火山性微動発生前後で空振計の記録に変化は認められませんでした。

6 月 6 日から 7 日にかけて、湯釜付近を震源とする振幅の小さな火山性地震が多く発生、また、これ以降も 12 月にかけて、湯釜火口付近や湯釜周辺、湯釜の北西 1～2 km 付近 (山田峠付近) を震源とする振幅の小さな火山性地震の一時的な増加がありましたが、火山活動に特段の変化は認められませんでした。

・地殻変動の状況 (図 18-②③④)

GPS 連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められませんでした。



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 (12 月 2 日撮影)
- ・上右図：逢ノ峰山頂の遠望カメラ (12 月 14 日撮影)
- ・下左図：湯釜の火口カメラ (12 月 14 日撮影)

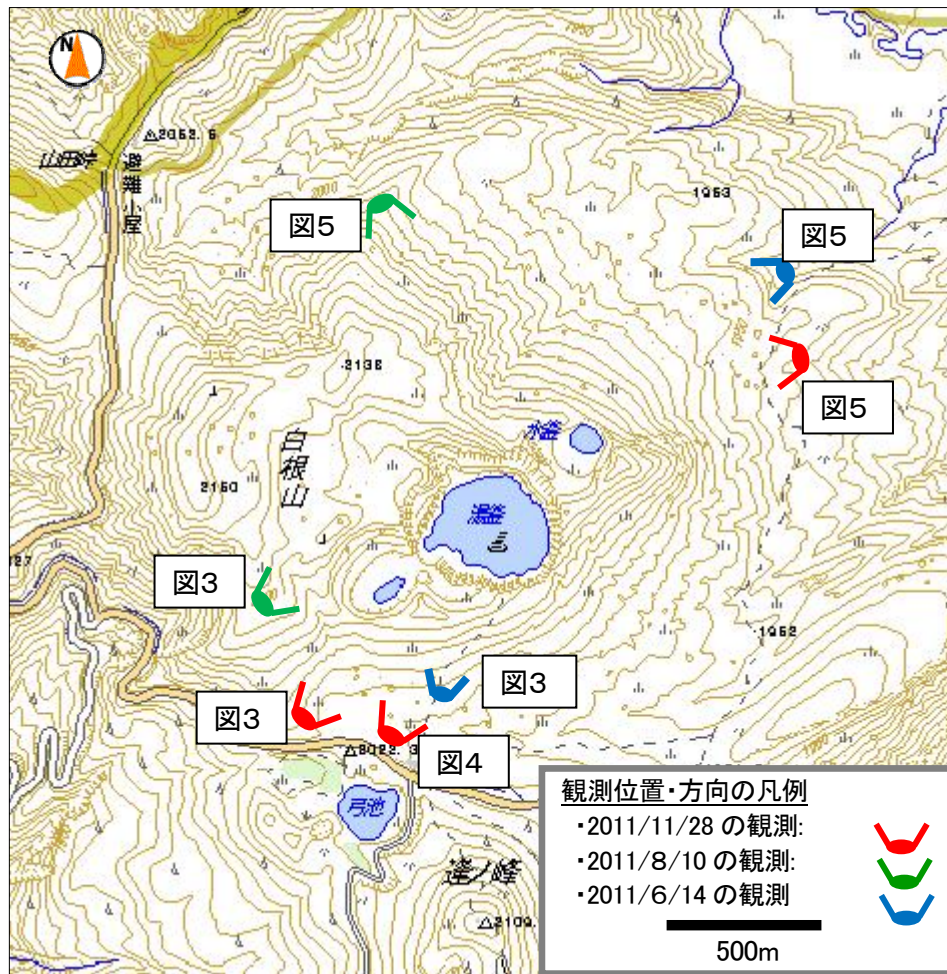
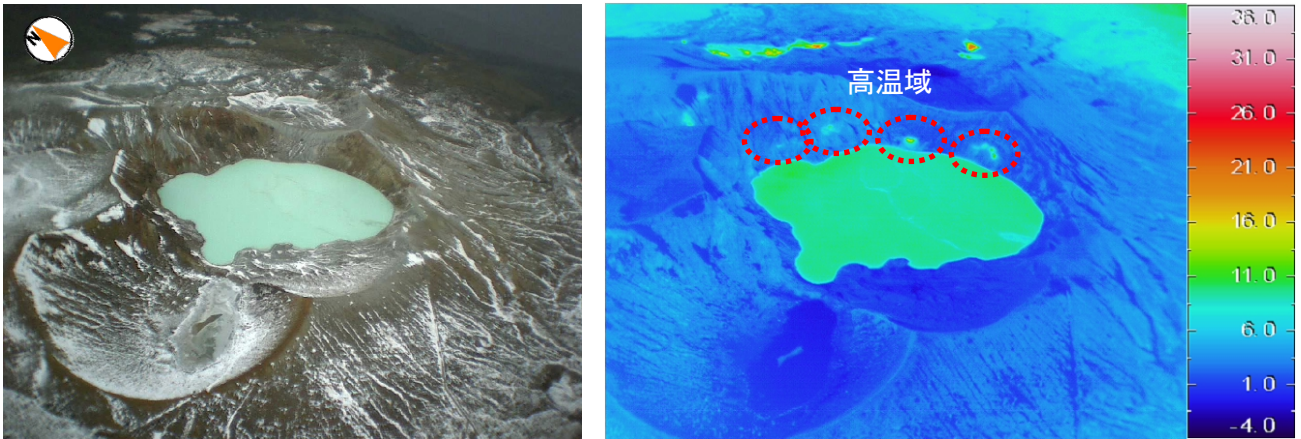
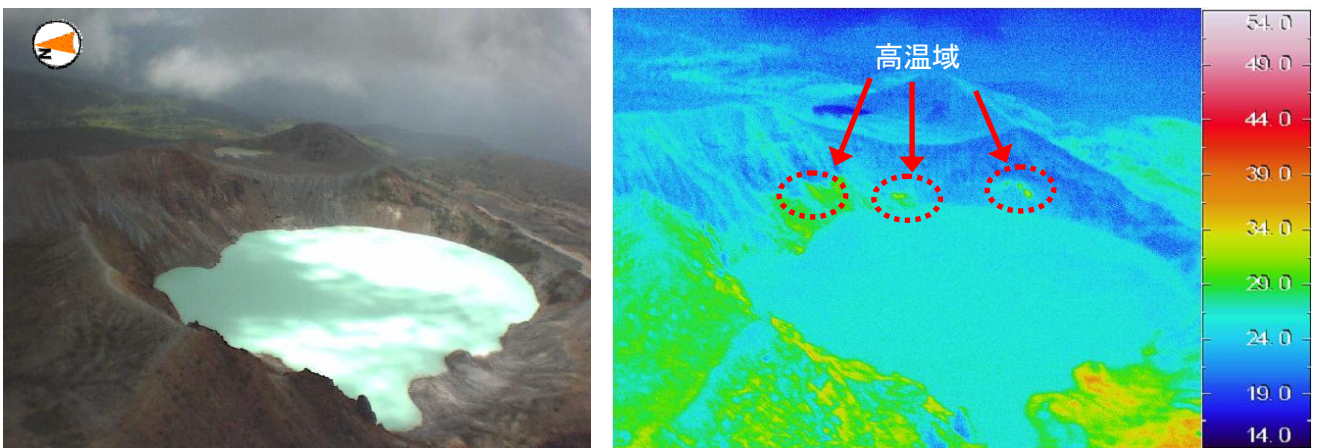


図2 草津白根山 机上観測による湯釜火口および北側噴気地帯の赤外熱映像観測位置と撮影方向

2011 年 11 月 28 日 10 時 23 分 湯釜火口の南西、高度約 2,500m から撮影



2011 年 8 月 10 日 10 時 43 分 湯釜火口の南、高度約 2,300m から撮影



2011 年 6 月 14 日 11 時 09 分 湯釜火口の南高度約 2,100m から撮影

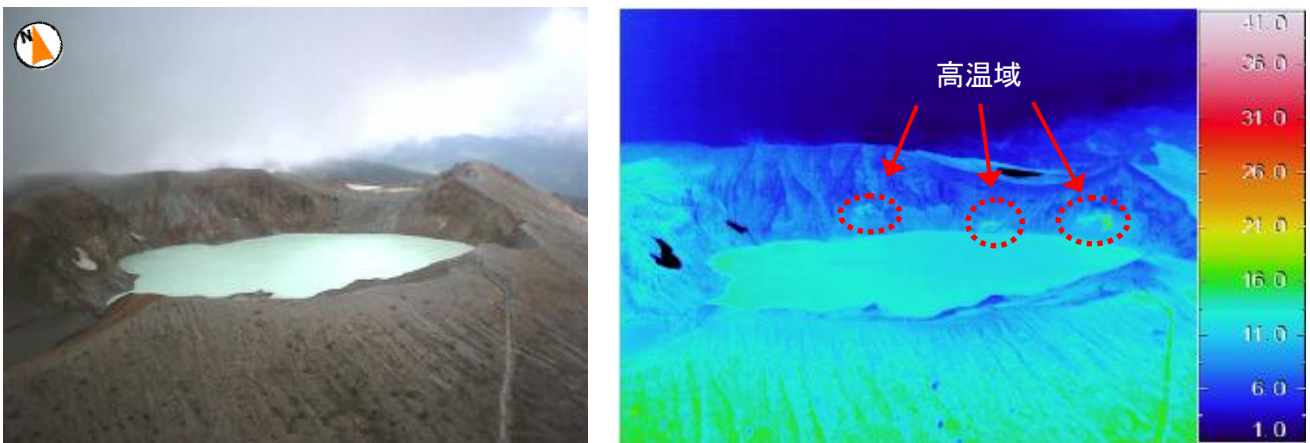


図 3 草津白根山 上空から撮影した湯釜火口内北壁の状況と地表面温度分布¹⁾

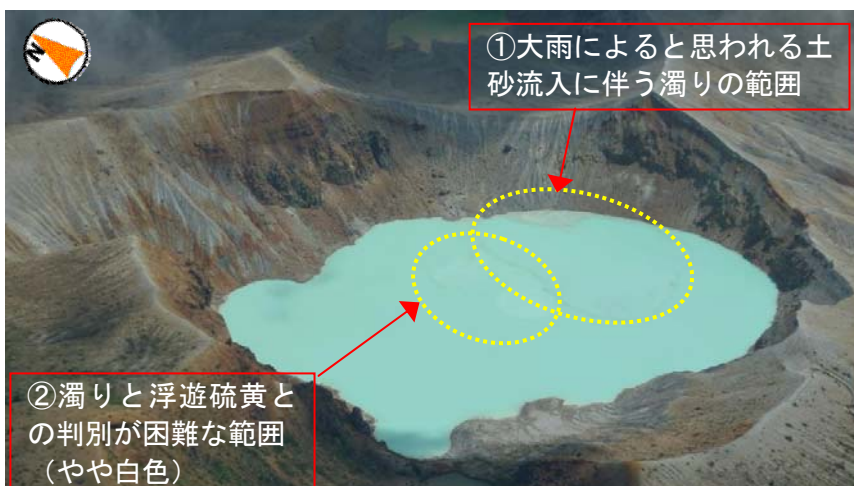
撮影方向は、図 2 を参照。

湯釜火口内の北側壁面には 2008 年以降、高温域（図中：赤破線の楕円）が確認されていますが、特段の変化は認められませんでした。

2011 年 11 月 28 日 10 時 31 分 湯釜火口の南西上空から撮影



2011 年 8 月 10 日 10 時 17 分 湯釜火口の西、高度約 3,500mから撮影



2011 年 6 月 14 日 11 時 07 分 湯釜火口の南、高度約 2,100mから撮影



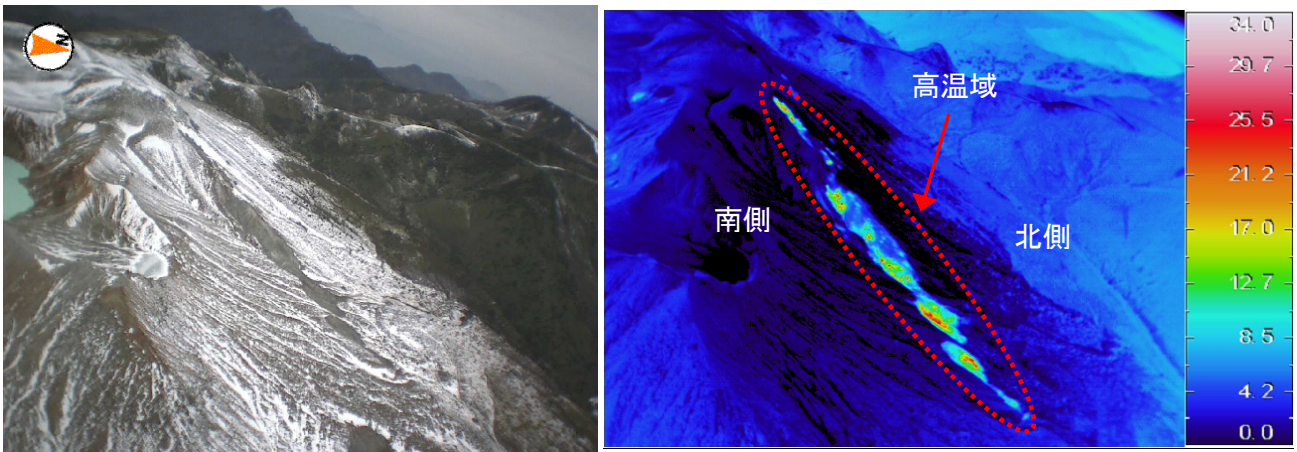
図 4 草津白根山 上空から撮影した湯釜火口内の状況

湯釜湖面東側には浮遊硫黄が確認されました（図中：赤破線の楕円）。

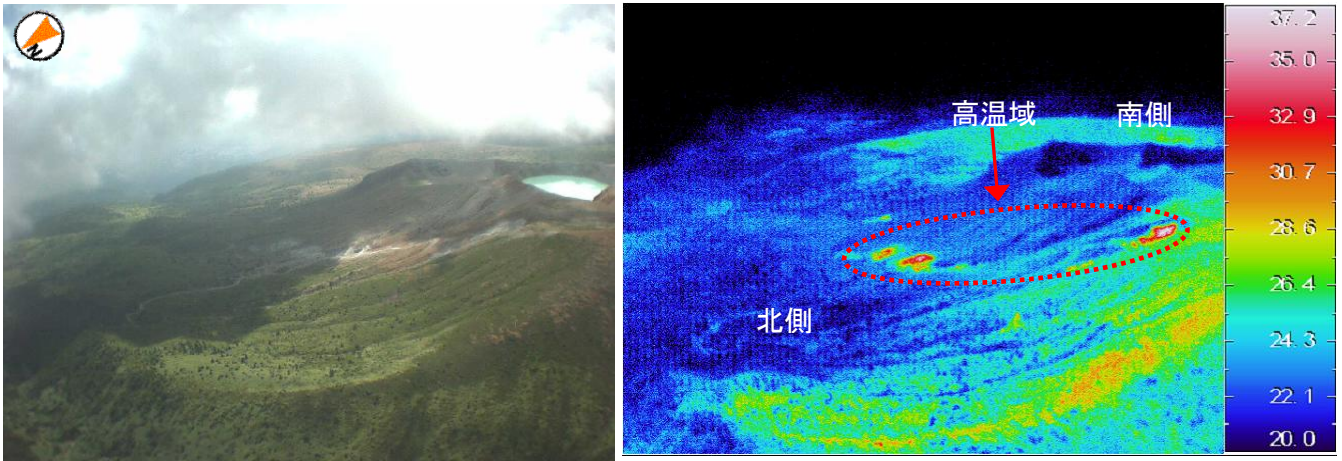
撮影方向は、図 2 を参照。

2011 年 8 月 10 日の上空からの観測では、湯釜湖面東側には大雨によると思われる土砂流入に伴う濁り^①や浮遊硫黄との判別が困難な濁り^②が確認されました（図中：黄色破線の楕円）。

2011 年 11 月 28 日 10 時 22 分 湯釜火口の北東、高度約 2,500m から撮影



2011 年 8 月 10 日 10 時 38 分 湯釜火口の北西、高度約 2,400m から撮影



2011 年 6 月 14 日 11 時 12 分 湯釜火口の北東、高度約 2,100m から撮影

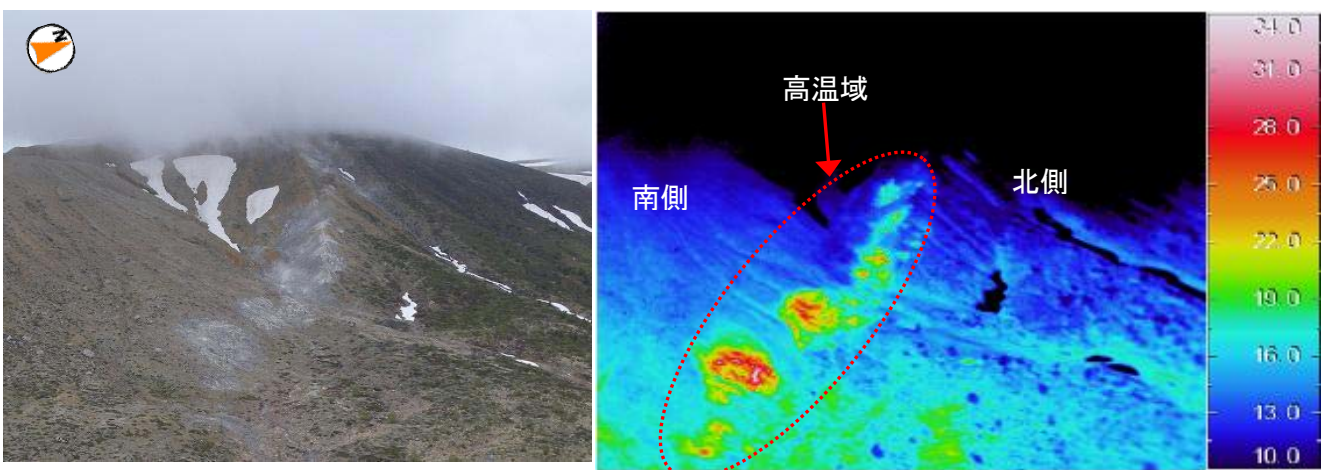


図 5 草津白根山 上空から撮影した北側噴気地帯周辺の状況と地表面温度分布¹⁾

撮影方向は、図 2 を参照。

北側噴気地帯では、円弧状に点在する噴気を確認しました。また、高温域（図中：赤破線の楕円の分布に特段の変化は認められませんでした。

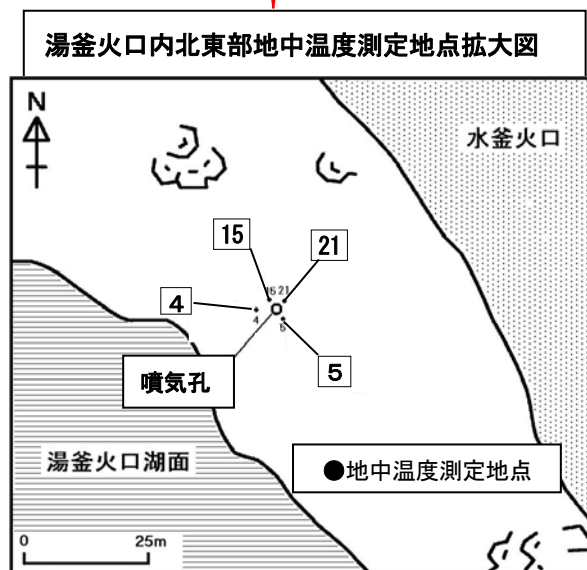
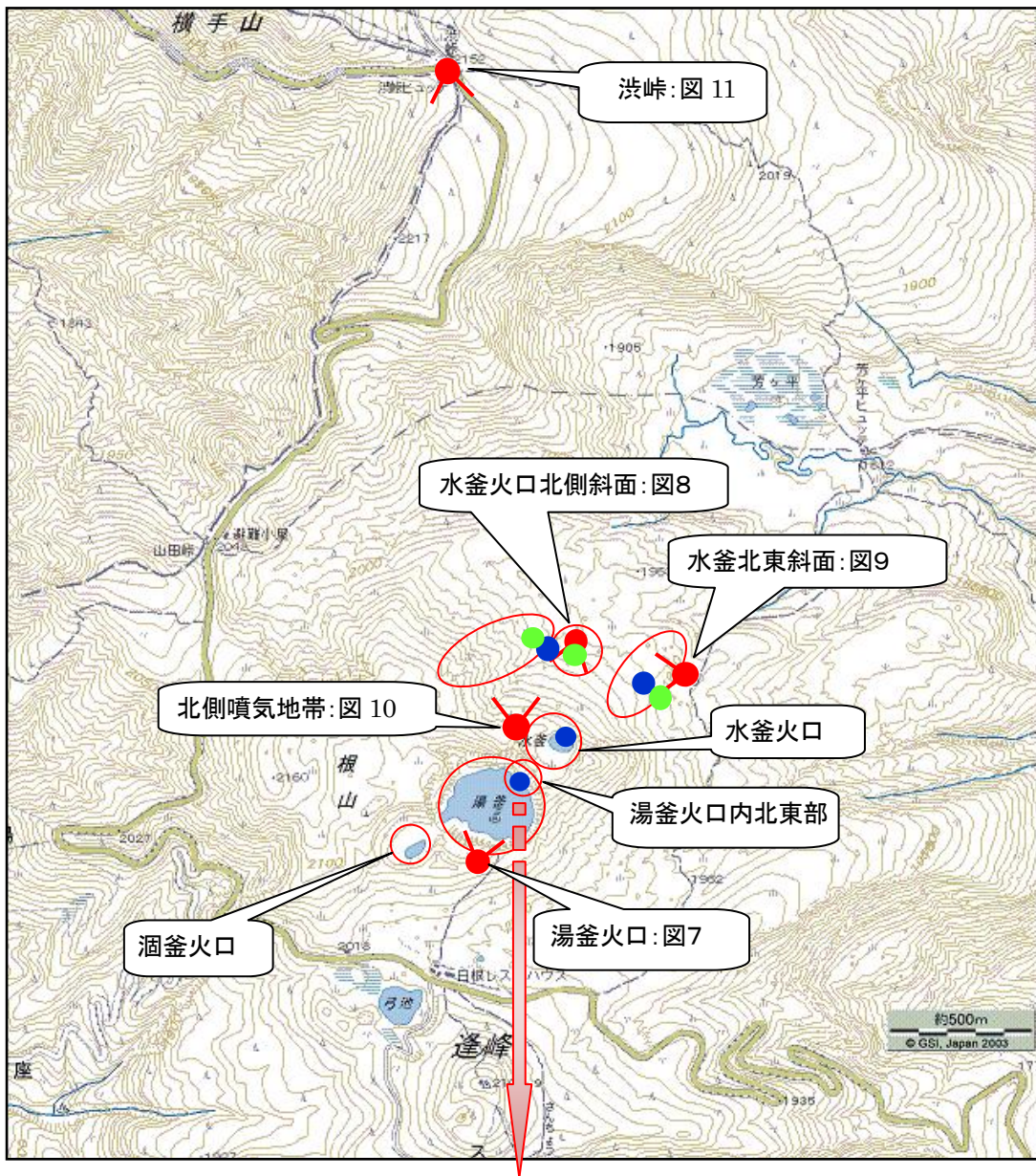
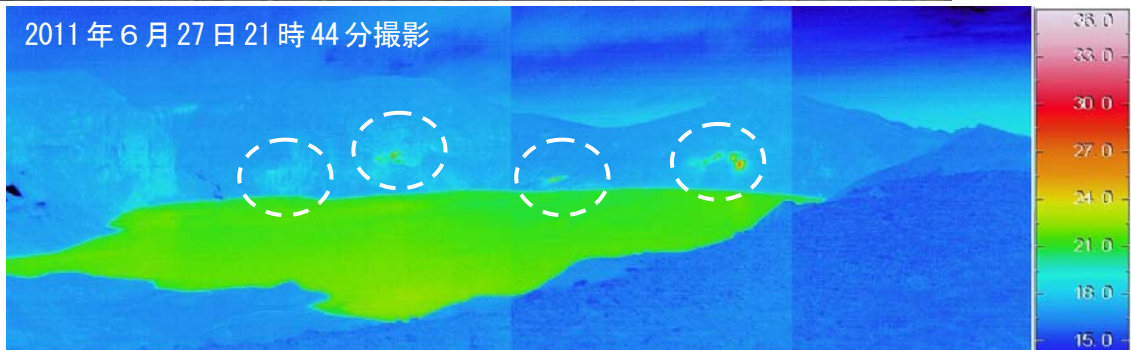


図 6 草津白根山 湯釜周辺図 現地調査観測による観測位置と撮影方向
 ● : 地表温度観測地点 (✓: 撮影方向) ● : 地中温度観測地点 ● : 噴気温度観測位置

2011 年 6 月 29 日 9 時 20 分撮影



2011 年 6 月 27 日 21 時 44 分撮影



2011 年 3 月 30 日 12 時 59 分撮影



2011 年 3 月 30 日 12 時 59 分撮影

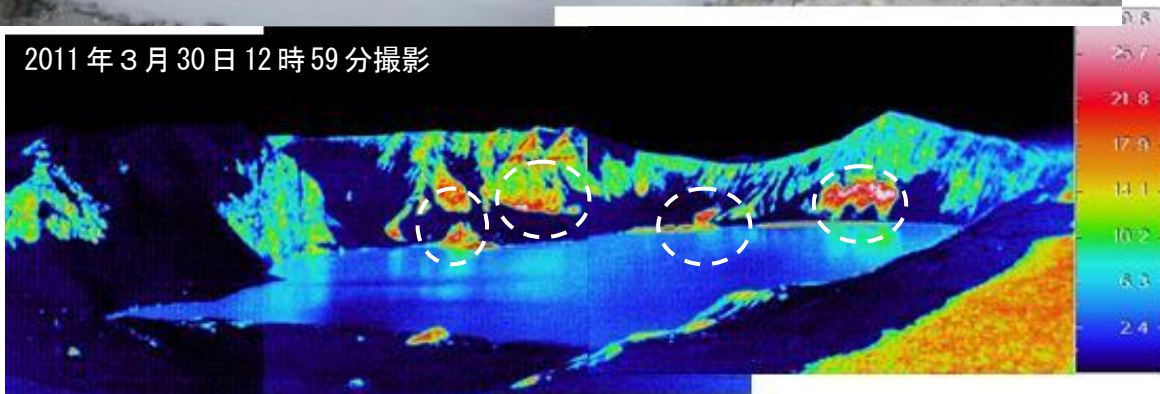


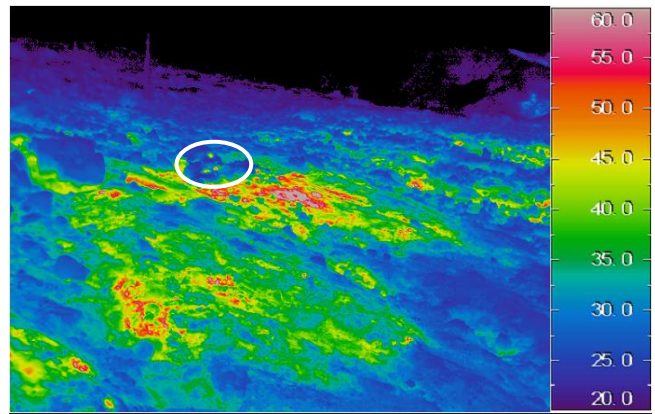
図 7 草津白根山 湯釜の南側から撮影した湯釜火口内北壁の状況と地表面温度分布¹⁾

撮影地点と撮影方向は図 6 を参照。

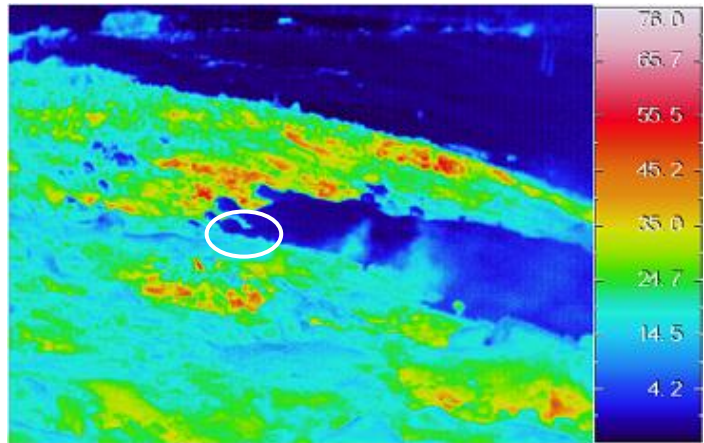
湯釜火口内北壁は熱活動の活発な状況が続いており引き続き高温領域（白破線丸印）が認められました。

なお、2011 年 3 月 30 日は日射の影響のほか、積雪の影響もみられます。

2011 年 6 月 27 日 18 時 10 分撮影



2011 年 3 月 30 日 12 時 50 分撮影



2010 年 6 月 2 日 13 時 58 分撮影

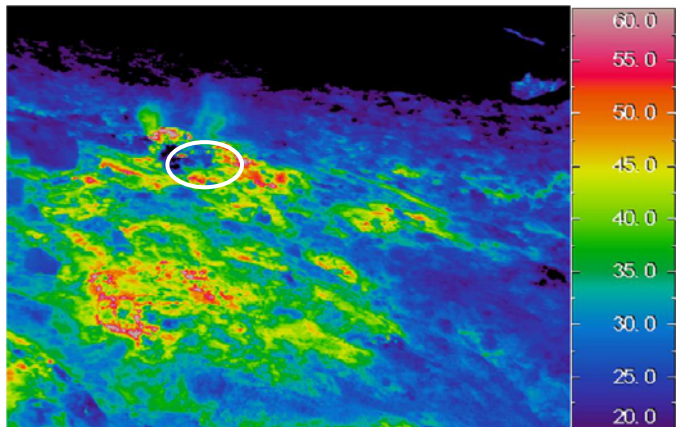


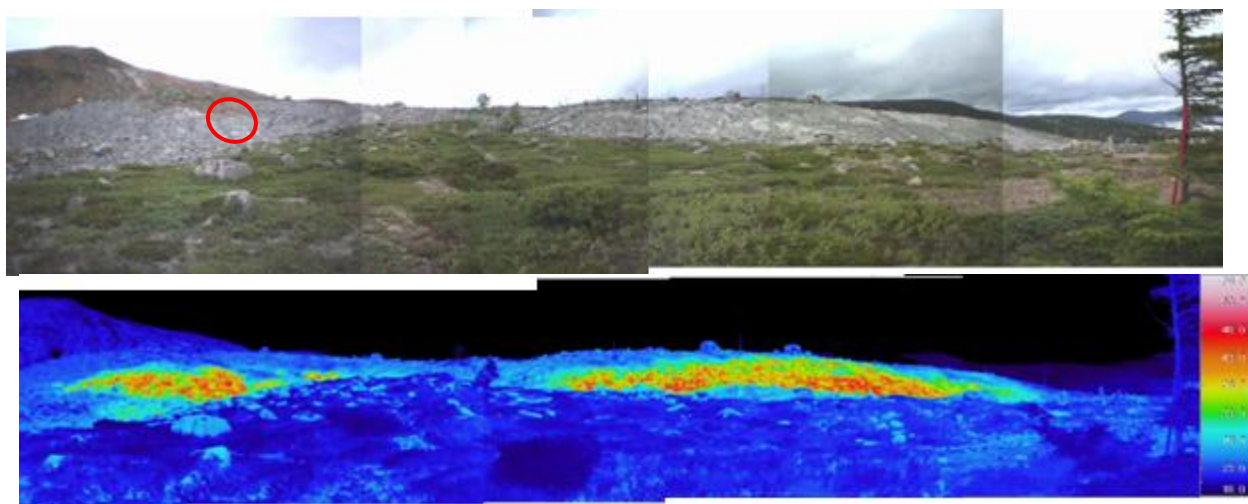
図 8 草津白根山 水釜火口北側斜面の状況と地表面温度分布¹⁾

撮影地点と撮影方向は図 6 を参照。

水釜火口北側斜面では熱活動の活発な状況が続いており、引き続き高温領域が認められました。

サーミスタ温度計による噴気温度は、2009 年 9 月 9 日、2010 年 3 月 19 日、6 月 2 日の調査観測時 (約 105°C) 及び 2011 年 3 月 30 日 (約 95°C) と比較して、低下していました (図中矢印 A : 約 69°C (6 月 27 日)、約 61°C (7 月 13 日))。

2011 年 6 月 27 日 14 時 00 分撮影



2010 年 6 月 2 日 13 時 25 分撮影

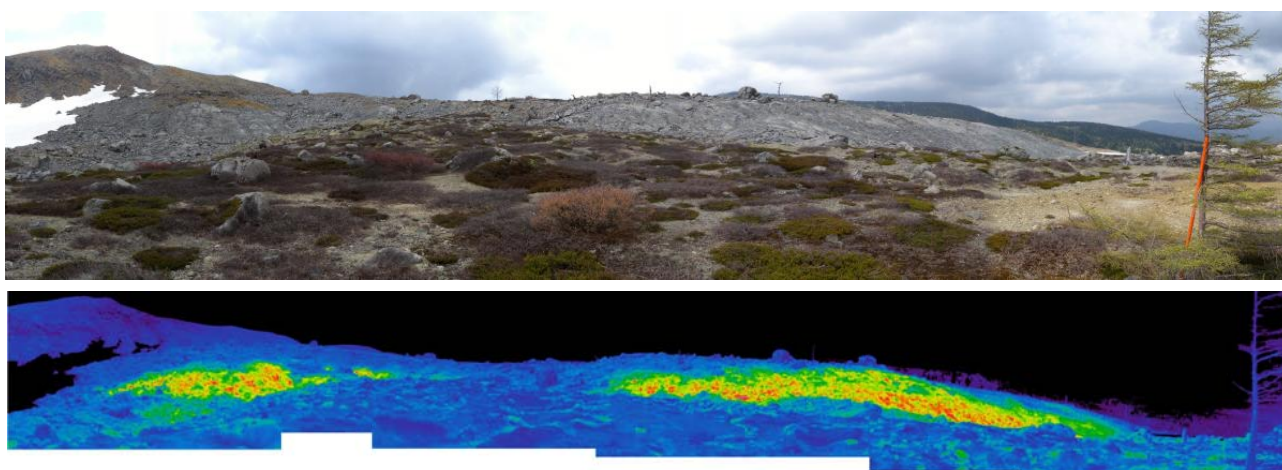


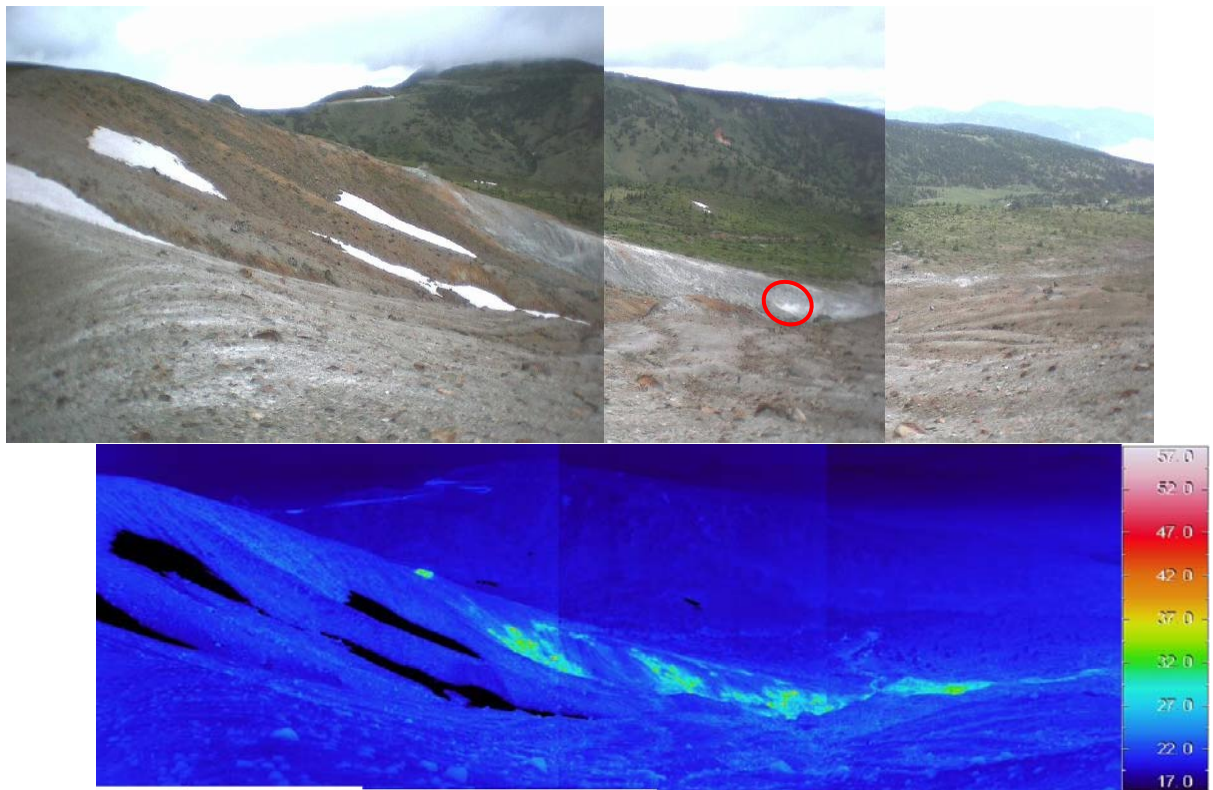
図 9 草津白根山 水釜北東斜面の状況と地表面温度分布¹⁾

撮影地点と撮影方向は図 6 を参照。

水釜北東斜面では熱活動の活発な状況が続いており、引き続き高温領域が認められました。

図中赤丸地点でのサーミスタ温度計による噴気温度は、約 94°C でした。

2011 年 6 月 27 日 14 時 54 分撮影



2009 年 9 月 10 日 14 時 29 分撮影

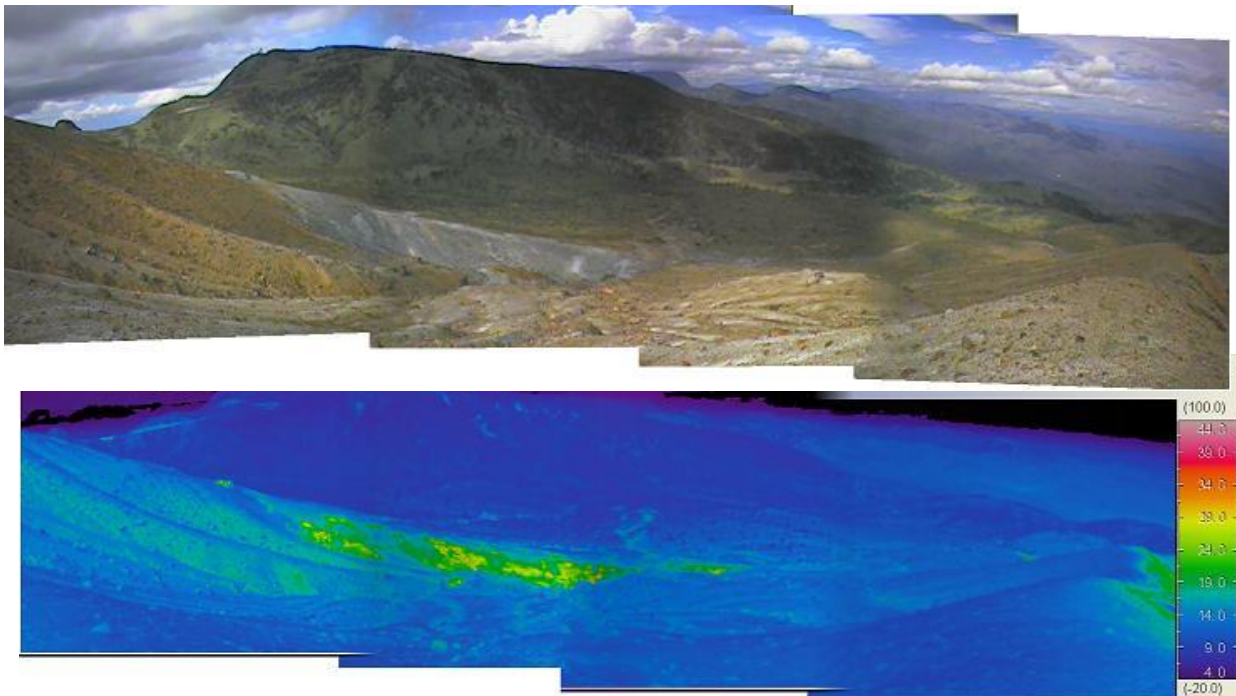


図 10 草津白根山 北側噴気地帯の状況と地表面温度分布¹⁾

撮影地点と撮影方向は図 6 を参照。

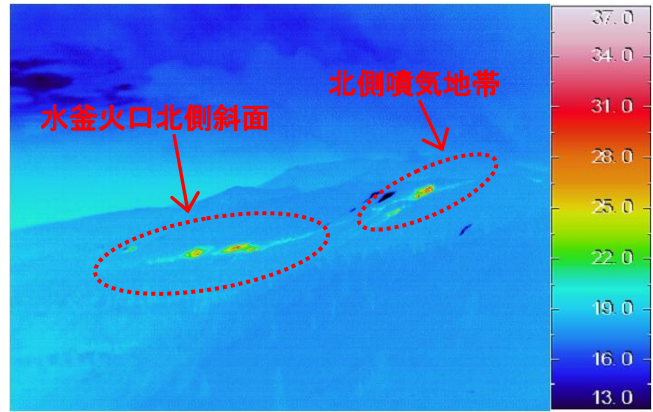
北側噴気地帯では熱活動の活発な状況が続いており、引き続き高温領域が認められました。

図中赤丸地点でのサーミスタ温度計による噴気温度は、約 105°C でした。

2011 年 6 月 27 日 22 時 10 分撮影



2011 年 6 月 29 日 11 時 40 分撮影



2010 年 6 月 2 日 21 時 03 分撮影



2010 年 6 月 2 日 16 時 03 分

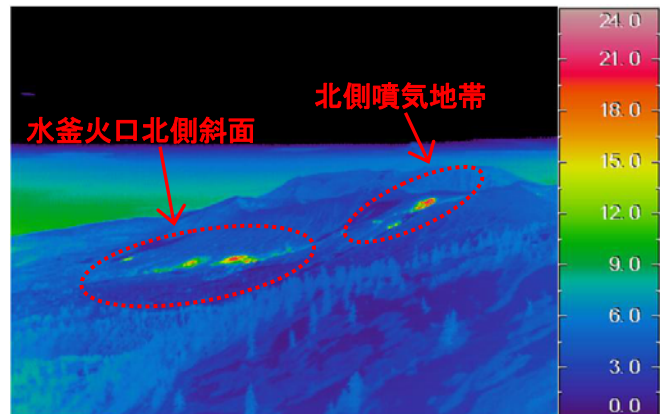


図 11 草津白根山 渋峠から撮影した水釜火口北側斜面及び北側噴気地帯の状況と地表面温度分布¹⁾
撮影地点と撮影方向は図 6 を参照。
水釜火口北側斜面及び北側噴気地帯では熱活動の活発な状況が続いており、引き続き高温領域が認められました。

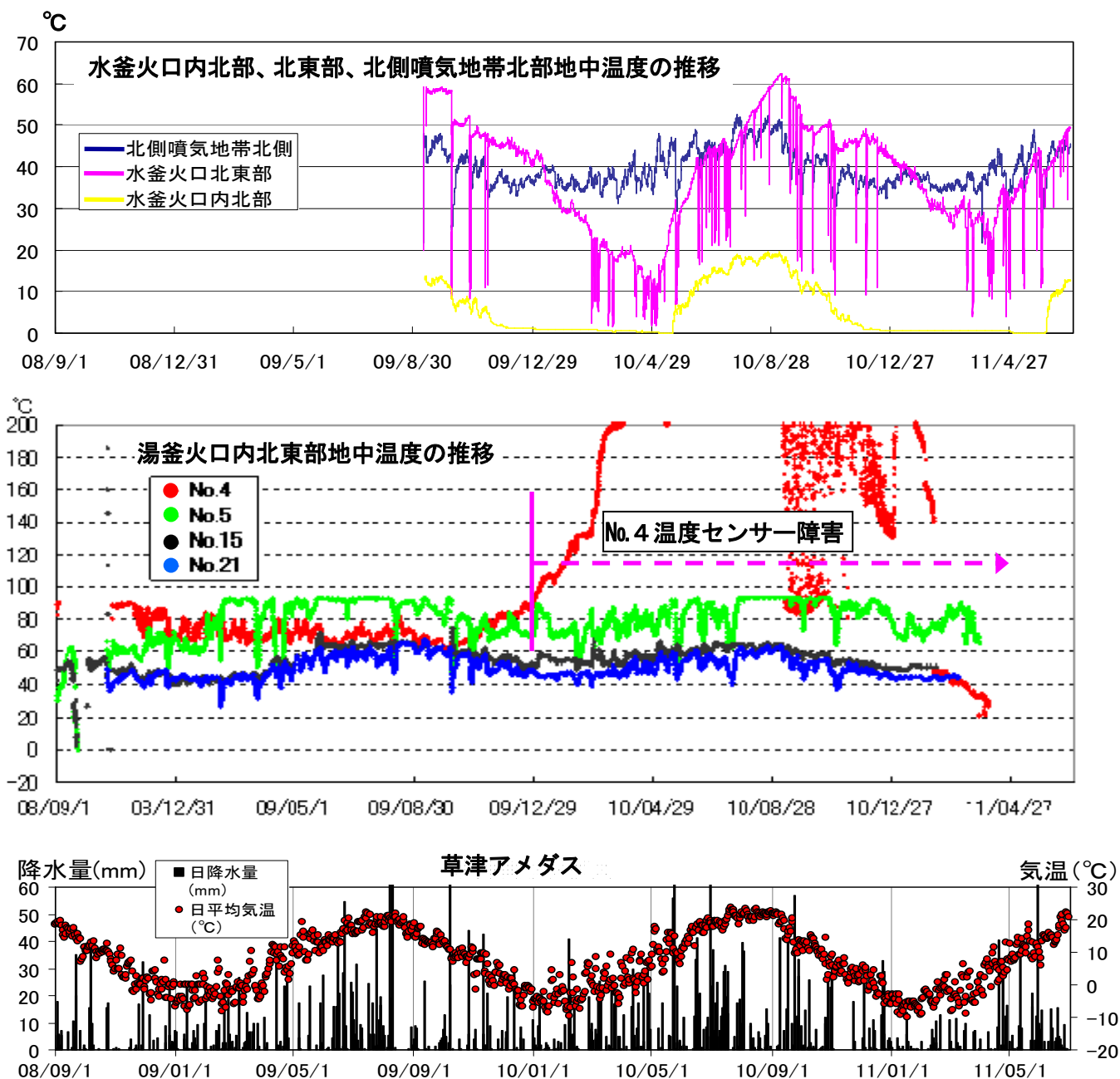


図 12 草津白根山 地中温度の推移 (2008 年 9 月 1 日～2011 年 6 月 30 日)

(上図、中図：地中温度、下図：アメダスデータ)

No. 5 観測点では 2009 年 2 月頃から温度上昇が認められ、3 月以降は現地の沸点程度の温度で推移しています。同時期の No. 4 観測点では温度低下が認められます。ただし、2009 年 12 月下旬頃から認められる温度上昇は温度センサーの異常とみられます。

その他の観測点では気温変化に対応した季節変動が認められます。

測定地点は図 6 に示します。

なお、草津アメダス観測点は湯釜火口の南東約 6 km です。

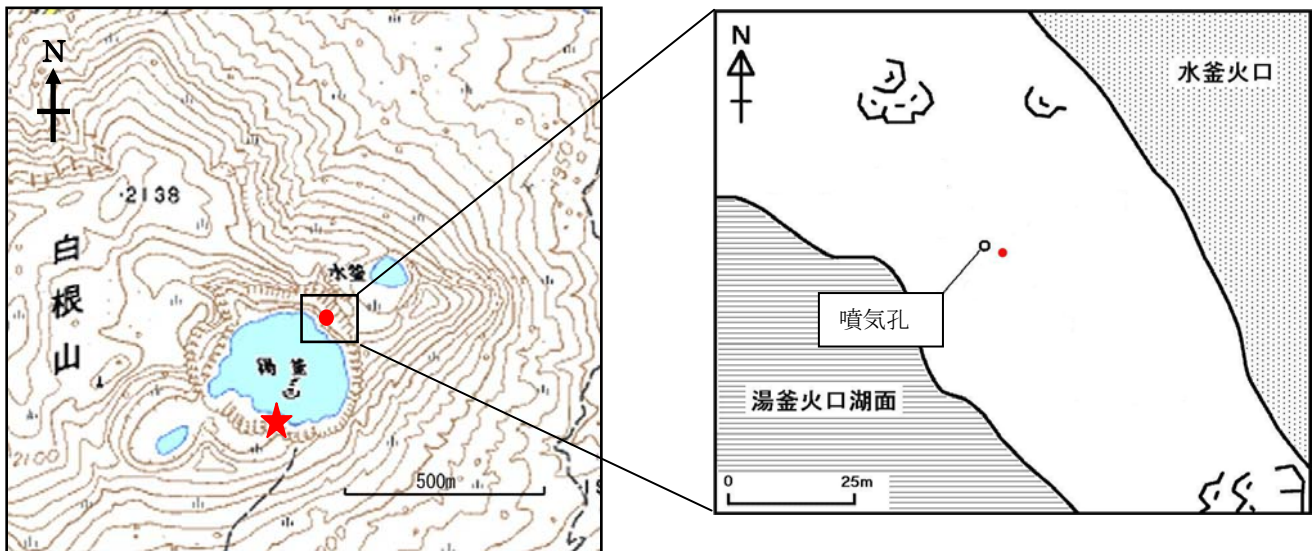


図 13 草津白根山 火口カメラの位置と地中温度を測定した位置

- ★：図 1※(下左図)の東京工業大学の火口カメラの位置
- ：図 14※の東京工業大学による地中温度測定場所

2008 年 10 月 1 日～2011 年 12 月 25 日

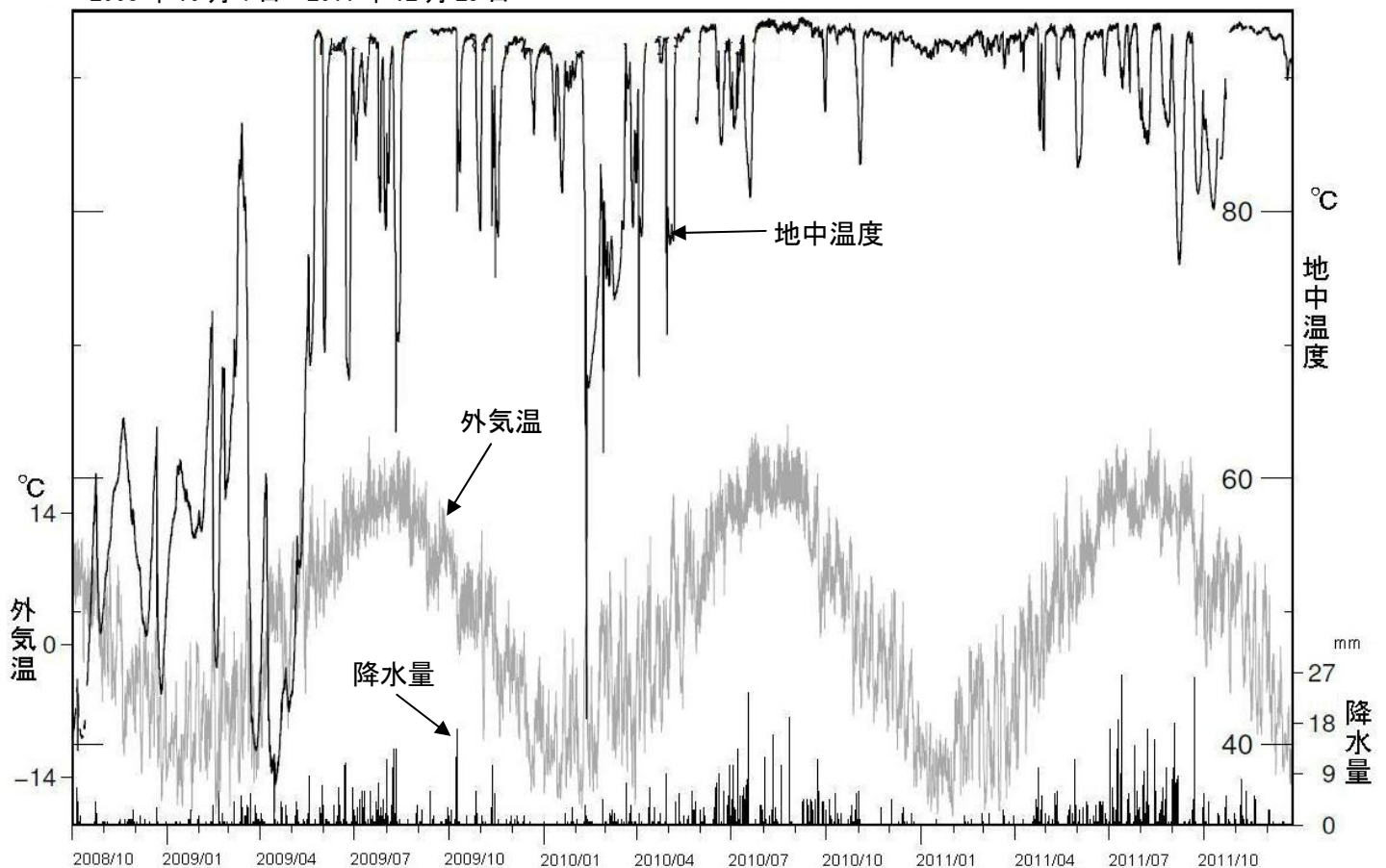


図 14※ 草津白根山 湯釜火口内北東部の地中温度と気温、降水量 (東京工業大学による)
(2008 年 10 月 1 日～2011 年 12 月 31 日)

時々みられる地中温度の低下は、降水や気温の影響とみられます。

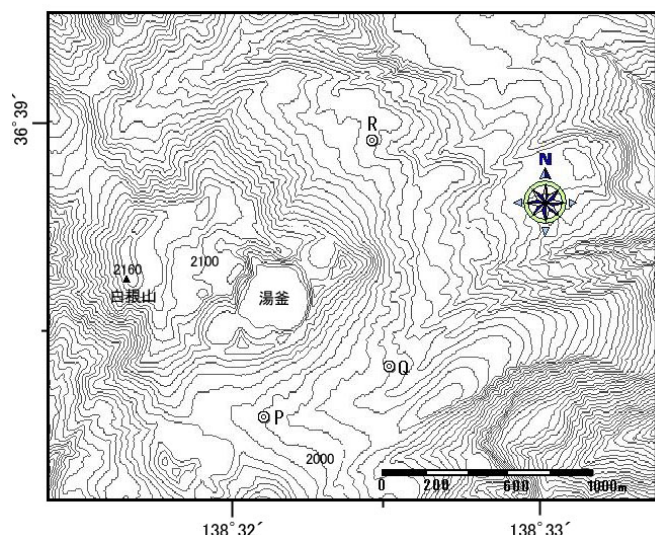


図 15 草津白根山の全磁力連続観測点 P, Q, R の配置図

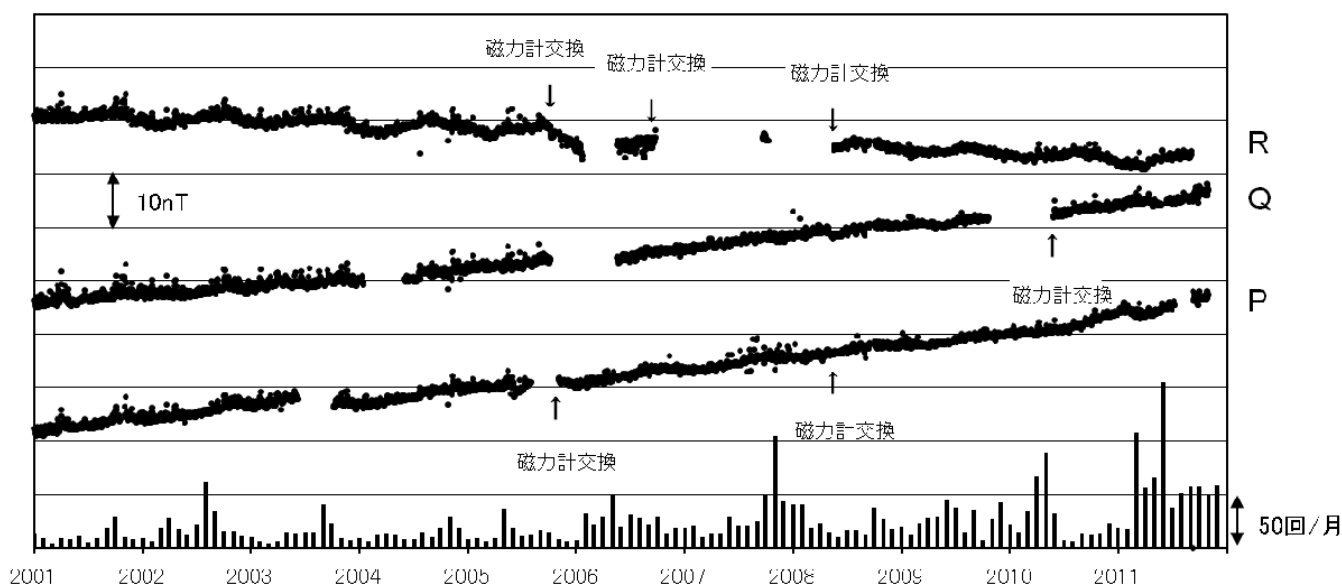


図 16 草津白根山 全磁力連続観測²⁾の結果 (1990 年 1 月～2011 年 9 月)

- ・ nT (ナノテスラ) は磁場の強さを表す単位です。
 - ・ 図中の最下段に月別地震回数を示します。
 - ・ P、Q、R 観測点の配置は図 15 を参照。
 - ・ 八ヶ岳地球電磁気観測所 (東京大学地震研究所) を基準とした全磁力変化 (地上高 : 2m)。
草津白根山と八ヶ岳の地域的短周期変動の差は草津連続観測点を介して除去しています。
- 2011 年 3 月頃から 4 月頃まで一時的に湯釜の北側に位置する R 点で増加に、南側に位置する P 点、Q 点では減少、ないし横ばいに転じていましたが、6 月以降は、以前の状態に戻っています。

2) 火口の北側観測点で全磁力値に減少傾向 (図 16 で下向き)、南側観測点で増加傾向 (図 16 で上向き) がみられた場合、火口直下での温度低下があると考えられます。

<※全磁力観測については、16 頁の「参考資料：全磁力観測について」を参照ください。>

【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。これらのことから、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17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。

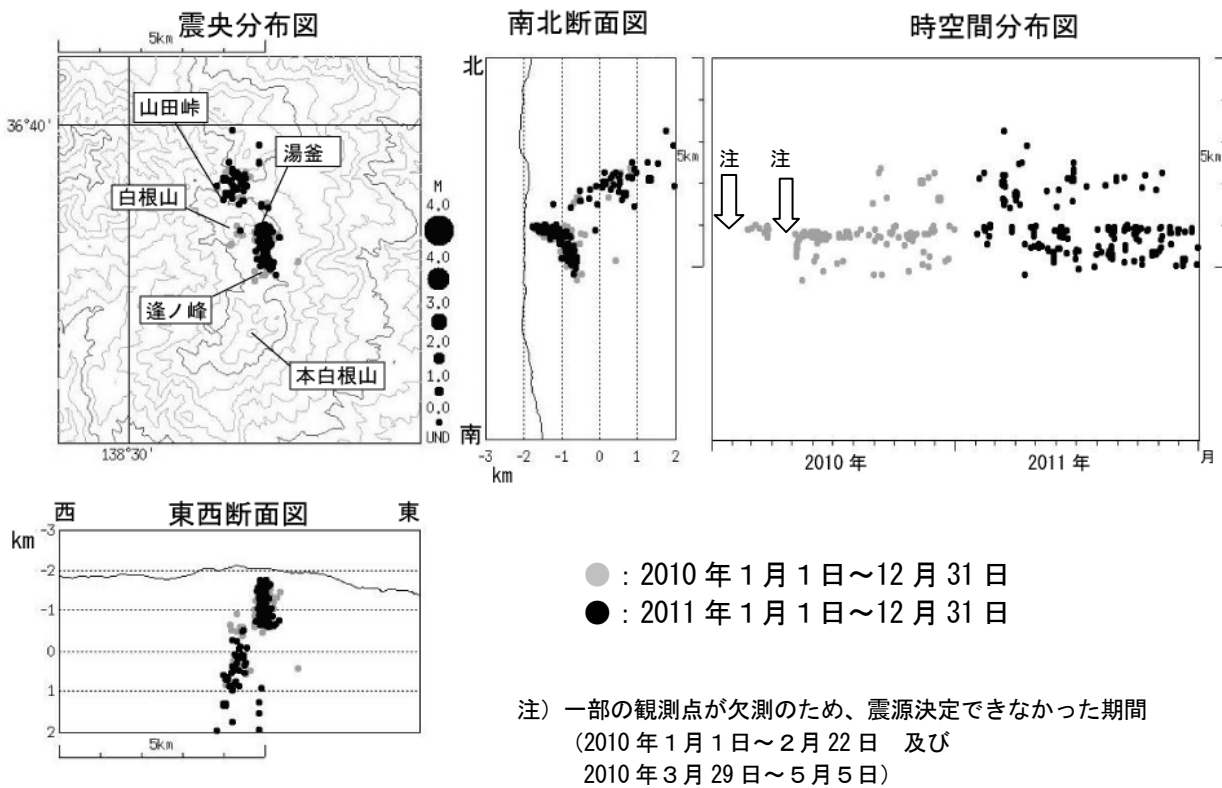
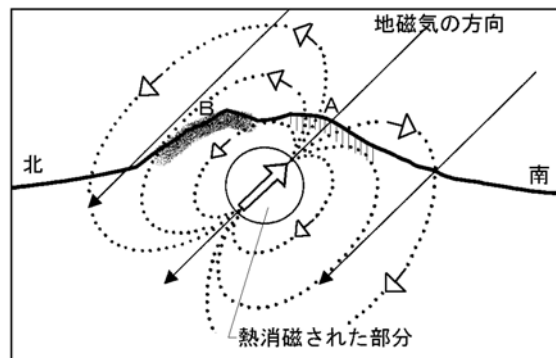


図 17※ 草津白根山 火山性地震の震源分布 (2010年1月1日～2011年12月31日)

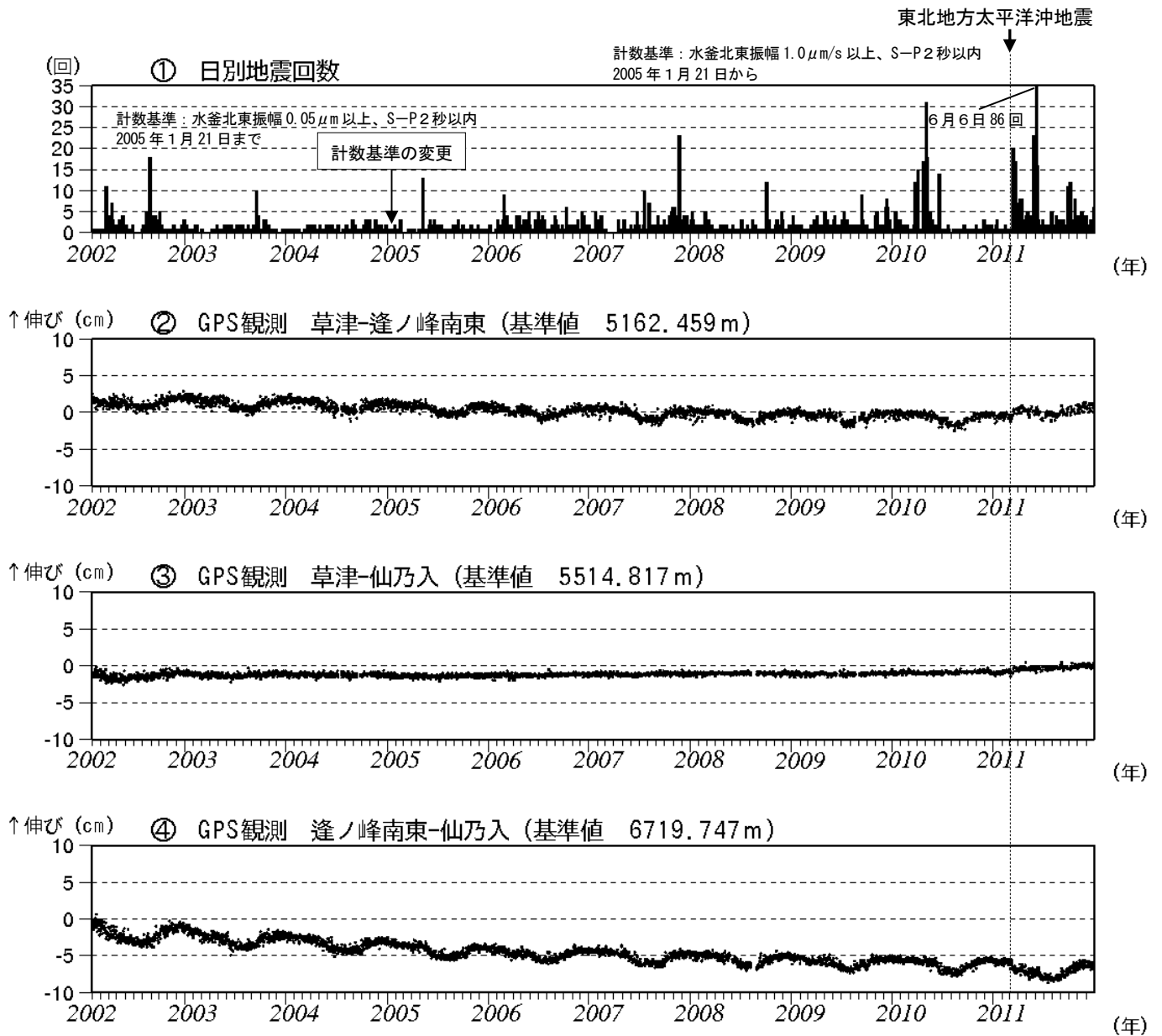


図 18 草津白根山 最近の火山活動の推移 (2002 年 1 月～2011 年 12 月)

- ① 山体付近に発生した地震の日別回数
- ②～④ GPS 連続観測による基線長変化
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。
- ②～④は図 19 の GPS 基線②～④に対応しています。

表 1 草津白根山 2011 年日別地震回数

計数基準：水釜北東振幅 $1.0 \mu\text{m}/\text{sec}$ 以上で S-P 時間 2 秒以内

× は欠測のため回数不明を、≧ は欠測時間を含む回数を示す

	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	1	1	0	6	0	0	2	0	1	1	0	4
2日	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	0	2
3日	0	0	0	1	2	2	0	1	1	4	1	1
4日	0	1	0	1	5	0	2	0	1	0	3	1
5日	0	0	0	1	1	9	0	1	1	3	4	1
6日	0	1	0	2	1	86	3	1	2	13	0	1
7日	0	1	1	1	0	21	1	3	2	8	0	2
8日	0	0	0	9	1	9	1	0	1	0	2	2
9日	0	0	0	1	0	3	1	0	3	0	2	0
10日	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	2
11日	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	2	3
12日	3	3	5	1	4	0	0	1	1	0	0	0
13日	0	0	3	8	0	0	0	0	1	0	0	1
14日	3	1	20	2	3	4	0	0	1	3	0	2
15日	2	0	8	3	0	0	1	0	2	1	2	0
16日	0	0	2	1	2	1	0	11	1	0	5	2
17日	1	1	1	1	1	2	0	5	1	0	3	2
18日	0	0	6	0	3	2	5	5	1	1	6	0
19日	1	3	6	0	0	0	2	4	0	0	0	0
20日	0	2	3	1	3	0	2	2	0	0	3	4
21日	0	1	1	0	0	1	2	0	0	2	5	1
22日	1	0	3	0	0	0	0	3	0	8	2	0
23日	1	0	17	2	0	0	0	1	0	0	0	3
24日	1	0	7	1	1	2	0	1	0	1	0	1
25日	0	0	5	0	1	0	1	0	3	1	1	2
26日	0	0	0	0	0	0	0	4	9	3	1	3
27日	0	0	6	3	27	3	1	3	11	0	0	1
28日	1	0	0	2	1	1	5	0	3	3	1	10
29日	0		5	4	3	4	0	1	1	0	3	2
30日	1		3	3	0	2	1	2	1	1	3	1
31日	1		0		2		5	0		1		3
月合計	17	16	103	56	64	153	36	50	56	56	49	57
年合計	713											

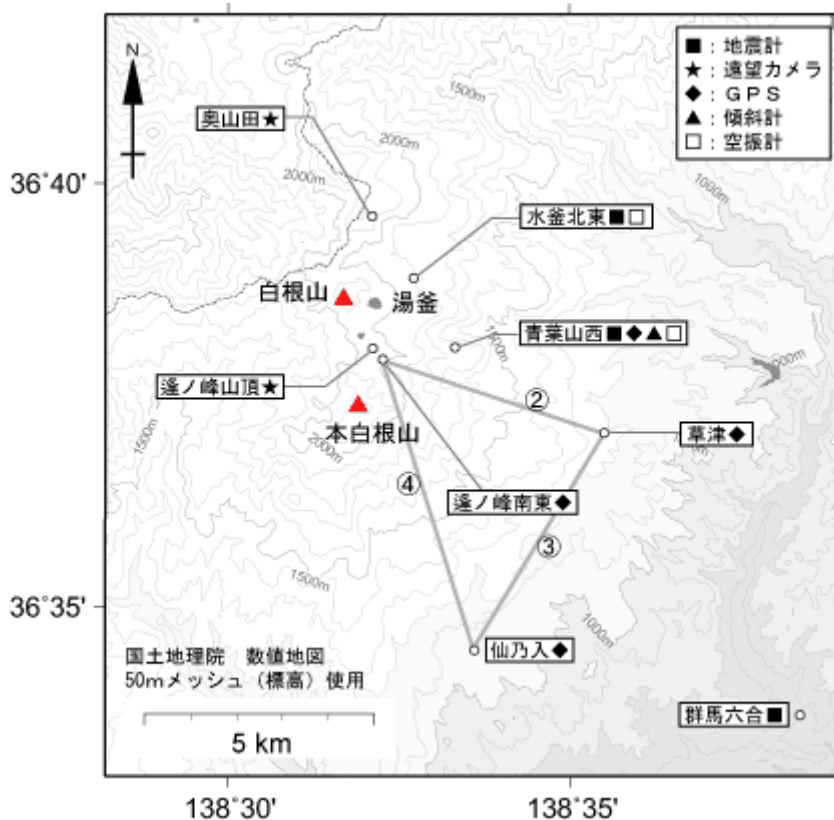


図 19 草津白根山 気象庁の観測点配置図
 (小さな白丸は観測点位置を示しています)
 GPS 基線②～④は図 18 の②～④に対応しています。

表 2 草津白根山 気象庁観測点一覧表

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
	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	
GPS	草津	36° 37.1′	138° 35.5′	1228	4	2001. 10. 11	2周波
	仙乃入	36° 34.5′	138° 33.6′	1070	4	2001. 10. 11	1周波
	逢ノ峰南東	36° 37.9′	138° 32.3′	2027	12	2001. 10. 11	1周波
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1774	11	2010. 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