

平成 27 年（2015 年）の吾妻山の火山活動

仙 台 管 区 気 象 台
火山監視・情報センター

大穴火口の噴気活動や熱活動はやや活発な状態が続いています。
火山性地震は、増減を繰り返しながらやや多い状態で経過していましたが、10 月以降、少ない状態で経過しています。

○ 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	噴火警報（噴火警戒レベル 2、火口周辺規制）
------------	------------------------

○ 2015 年の活動概況

・ 噴気など表面現象の状況（図 1～10、図 12-①④）

上野寺に設置している遠望カメラによる観測では、大穴火口（一切経山南側山腹）からの噴気の高さは、噴気孔から概ね 100m 以下で経過しました。また、1 月以降確認している大穴火口外の噴気も引き続きみられており、噴気活動はやや活発な状況が続いています。

1 月 14 日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、2014 年 1 月 20 日と比較して、大穴火口外で地熱域¹⁾の拡大が確認されました。この地熱域の拡大は、1 月 29 日、3 月 16 日に福島県の協力により実施した上空からの観測でも確認されています。

現地調査では、大穴火口内及びその周辺で 2013 年以降拡大がみられている地熱域を引き続き確認しました。また、一切経山西側の登山道沿いで弱い噴気を観測しました。

・ 地震や微動の発生状況（図 11、図 12-②③⑤～⑧、図 13）

火山性地震は、1 月 14 日に日回数 193 回、1 月の月回数 744 回とどちらも 1998 年以降では最多となり、振幅のやや大きな地震も発生しました。9 月までは、やや多い状況で経過していましたが、10 月以降、少ない状態で経過しています。震源はこれまでと同様に大穴火口付近直下のごく浅い所と推定されます。

火山性微動は 1 月、2 月、5 月に各 1 回発生しました。微動の継続時間は約 2～9 分と平均的な長さでした。最大振幅は吾妻小富士東観測点（大穴火口の東約 2 km）の観測点で $1.6 \sim 3.8 \mu\text{m/s}$ と平均的なものでした。

・ 地殻変動の状況（図 13～18）

浄土平観測点（大穴火口の東南東約 1 km）に設置している傾斜計²⁾では、6 月頃まで西側（火口方向側）上がりの変動で推移し 7 月頃から停滞していましたが、9 月後半から西側下がり傾向となっています。また、火山性微動発生時には、西側（火口方向）上りの傾斜変化が観測されました。

GNSS³⁾連続観測では、一切経山付近の膨張を示す緩やかな変化がみられていましたが、6 月頃から停滞しています。

6 月 22～25 日に実施した GNSS 繰り返し観測では、2014 年 10 月 31 日～11 月 3 日の観測結果以降、大穴火口を挟む基線で伸びを示す変化がみられました。

・ 大穴火口周辺の全磁力の状況（図 19、図 20）

2003 年より大穴火口周辺で実施している全磁力⁴⁾繰り返し観測では、大穴火口周辺の地下での熱活動が活発化している可能性が考えられるデータが引き続き観測されました。

この資料は、仙台管区気象台のホームページ（<http://www.jma-net.go.jp/sendai/>）や、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。

本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「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）。

- 1) 赤外熱映像装置による。赤外熱映像装置は物体が放射する赤外線を感知して温度分布を測定する測器です。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熱源の温度よりも低く測定される場合があります。
- 2) 火山活動による山体の傾きを精密に観測する機器。火山体直下へのマグマの貫入等により変化が観測されることがあります。
- 3) 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。
- 4) 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。

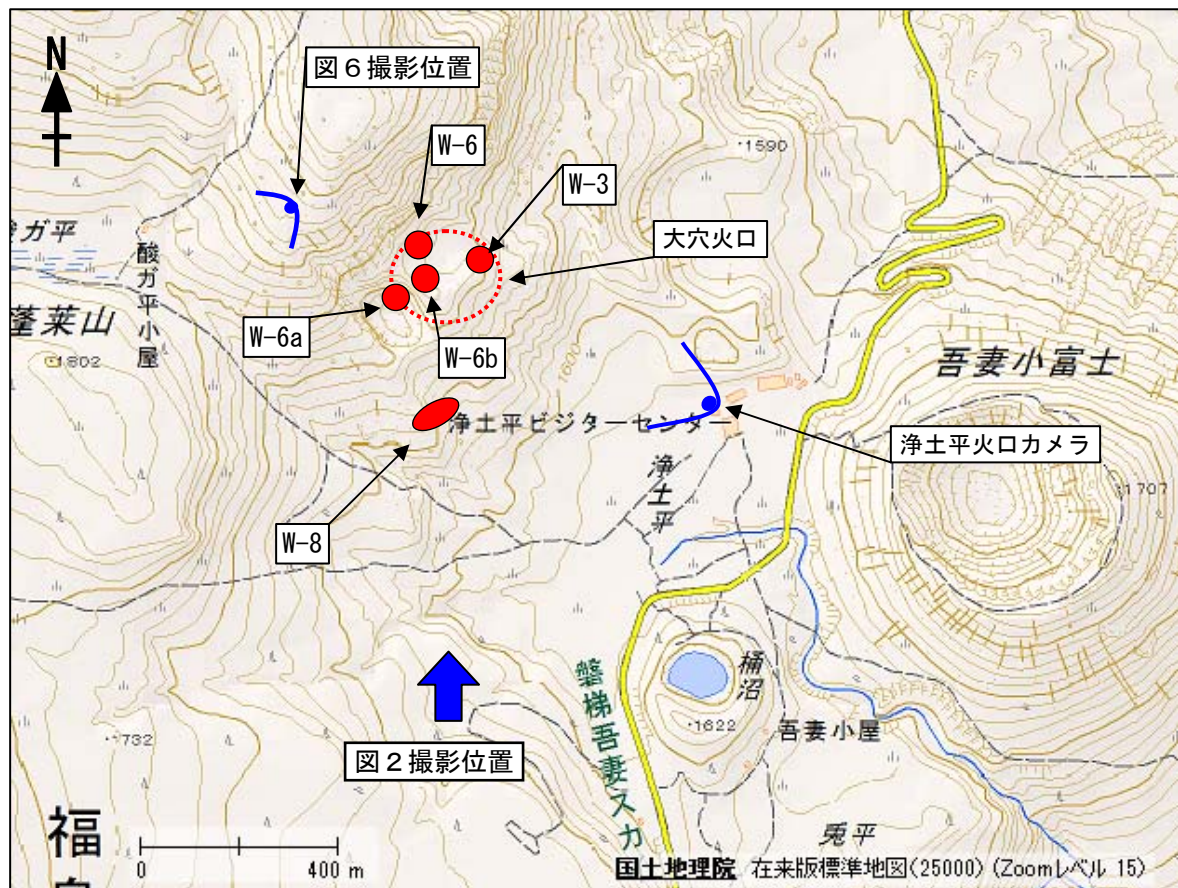


図 1 吾妻山 噴気地熱域の分布図及び写真と地表面温度分布¹⁾ 撮影位置

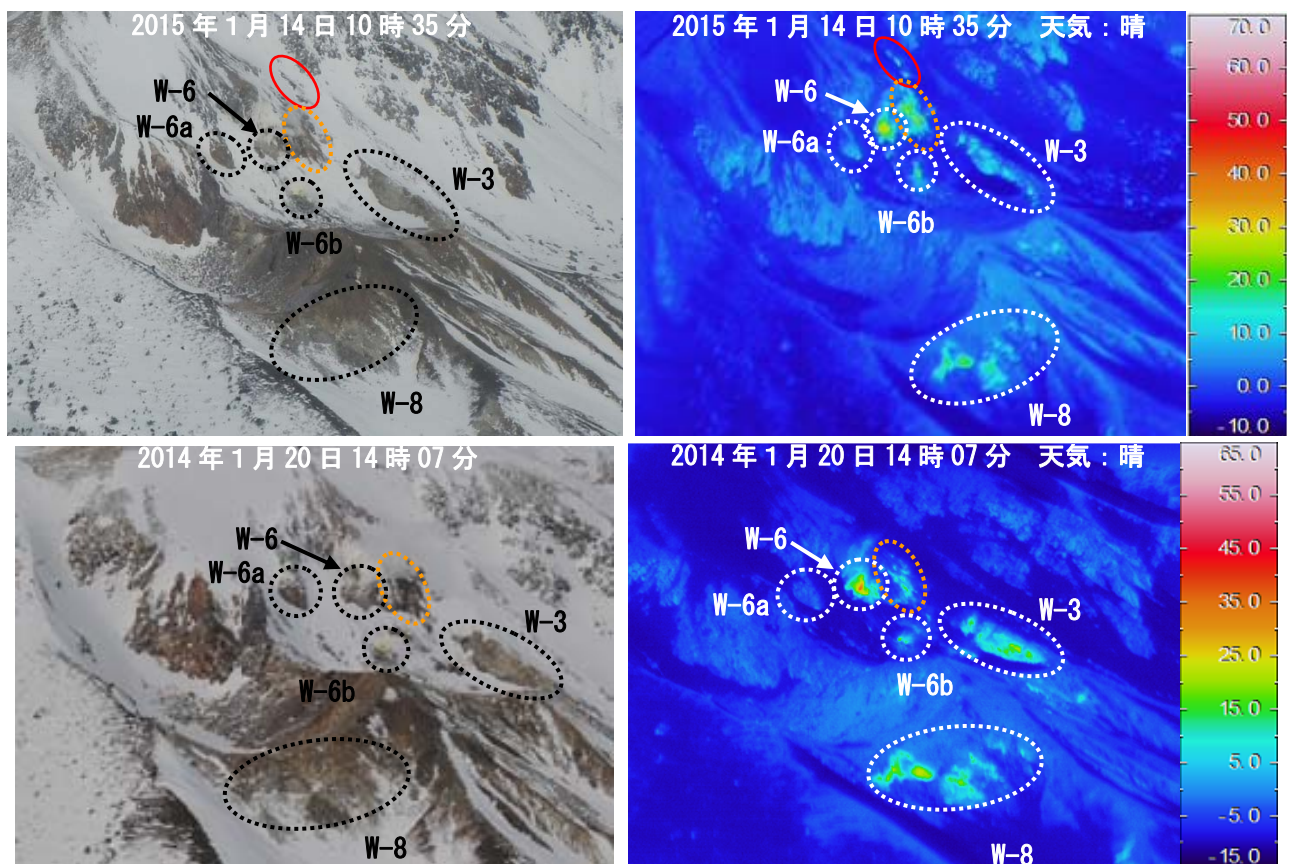


図 2 吾妻山 南から撮影した大穴火口の状況と地表面温度分布

- ・ 陸上自衛隊の協力により撮影しました。
- ・ 2013 年から 2014 年にかけて地熱域の拡大がみられた領域（橙破線）では、引き続きわずかな拡大が確認されました。
- ・ 橙破線領域の北側（赤実線領域）で、狭い新たな地熱域が確認されました。

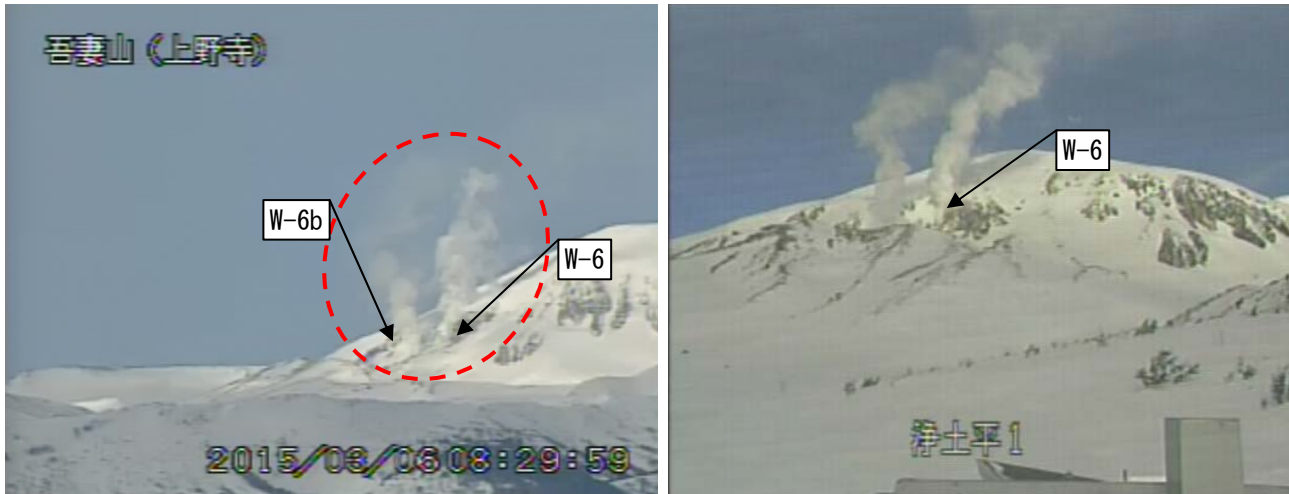


図 3 吾妻山 大穴火口からの噴気の状況（3月6日）

- ・ 左図：福島市上野寺（大穴火口から東北東約 14km）に設置している遠望カメラの映像です。
- ・ 右図：大穴火口の東南東約 500m に設置されている浄土平火口カメラ（東北地方整備局）の映像（08 時 34 分頃）です。
- ・ 破線赤丸で囲んだ部分が、大穴北西側火口壁の噴気で、高さは 200m です。



図 4 吾妻山 大穴火口からの噴気の状況
（2月5日 11 時 47 分頃）

- ・ 浄土平山頂の東南東約 1 km に設置されている浄土平火口カメラ（東北地方整備局）の映像
- ・ 橙破線（大穴火口内）及び赤実線（大穴火口外）で囲んだ領域で、初めて噴気を確認しました。
- ・ この領域では、現地調査においても、地熱域と噴気を確認しました。

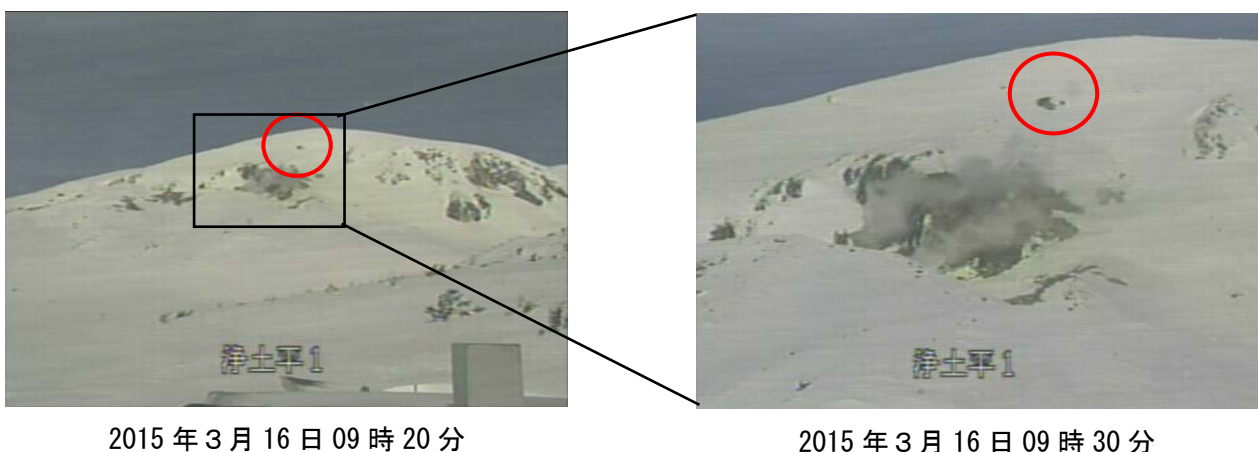


図 5 吾妻山 大穴火口からの噴気の状況（3月16日 09 時 20 分頃）

- ・ 大穴火口の東南東約 500m に設置されている浄土平火口カメラ（東北地方整備局）の映像
- ・ 実線赤丸で囲んだ領域で、初めて噴気を確認しました。
- ・ 4 月 16 日の現地調査において、地熱域と噴気は確認できませんでした。



図 6 吾妻山 大穴火口外、登山道付近の噴気

- ・ 9 月 3 ～ 5 日に噴気は見られなかったが、10 月 14 日に、高さ 1 m 程度の噴気（わずかな硫化水素臭あり）を確認し、11 月 13 日も引き続き観測しました。
- ・ 噴気孔周辺には硫黄の昇華物を確認しました。

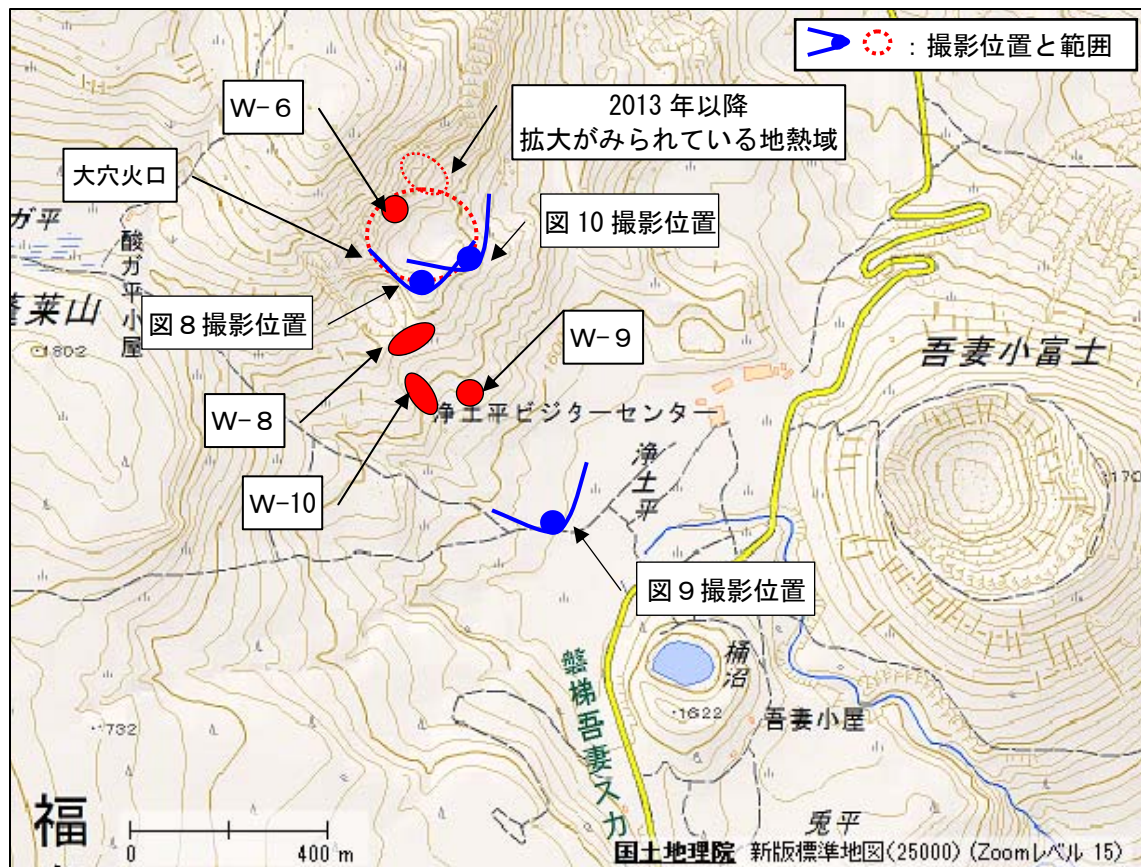


図 7 吾妻山 噴気や地熱域の分布図及び写真と地表面温度分布¹⁾ 撮影位置

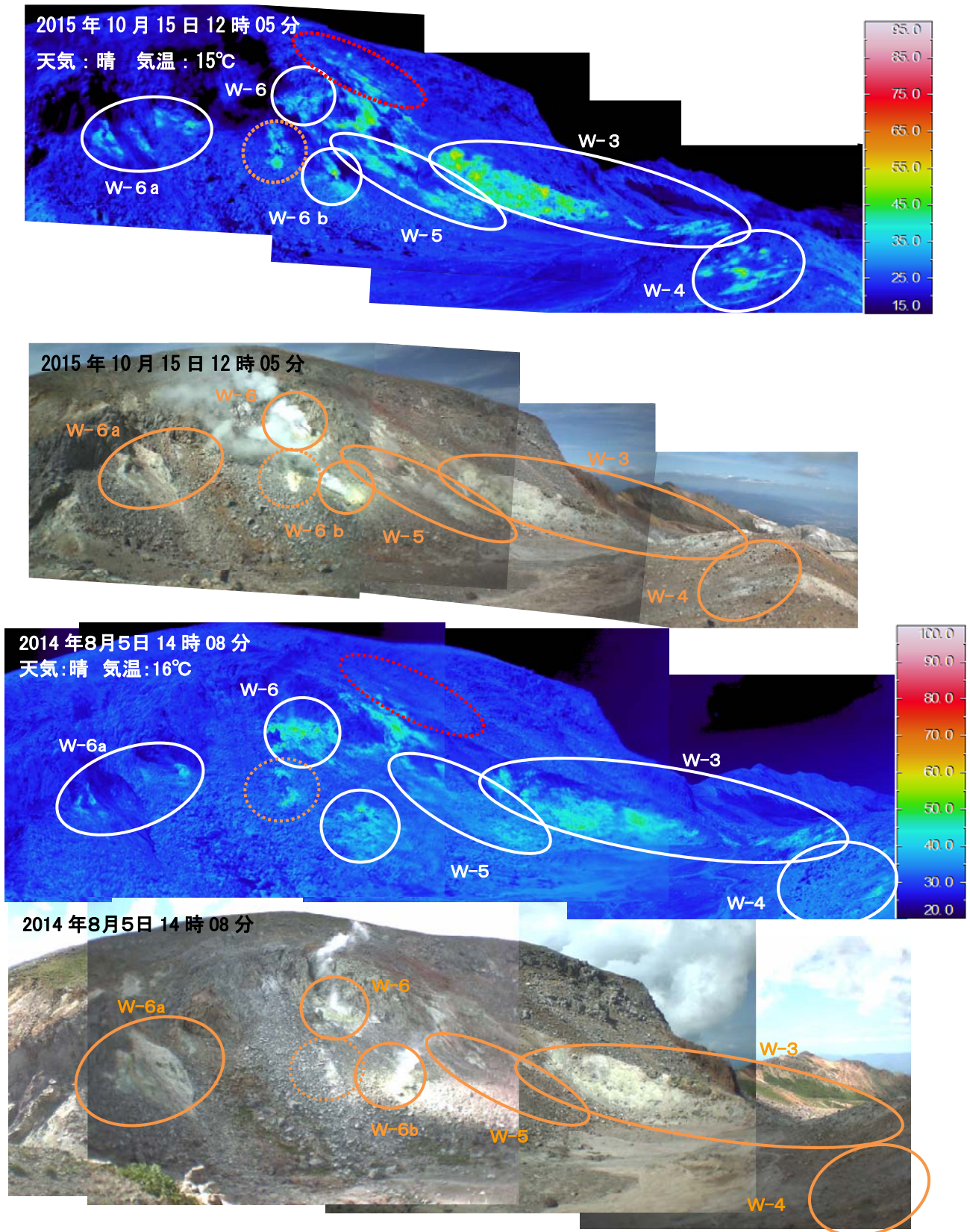


図 8 吾妻山 大穴火口の状況と地表面温度分布

- ・ 2013 年以降拡大がみられている地熱域（赤破線）が、引き続き確認されました。
- ・ W-3 及び W-4、W-5、W-6 a、橙破線領域内で地熱域の拡大とその領域からの弱い噴気を確認しました。
- ・ 白丸及び橙丸は従来から見られている噴気及び地熱域を示しています。

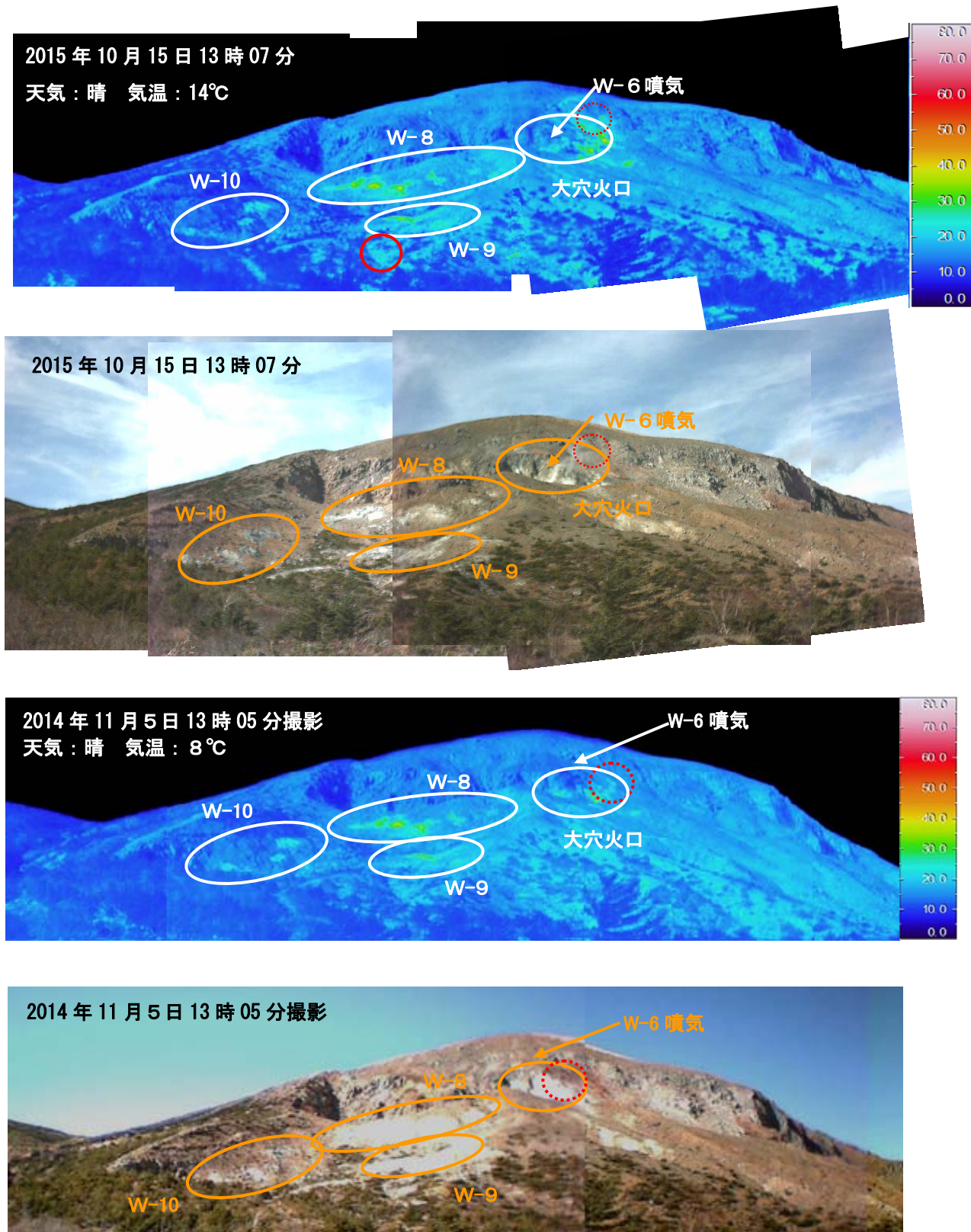


図 9 吾妻山 大穴火口及び八幡焼の状況と地表面温度分布

- ・ 2013 年以降拡大がみられている地熱域（赤破線）が、引き続き確認されました。
- ・ 白丸及び橙丸は従来から見られている噴気及び地熱域を示しています。

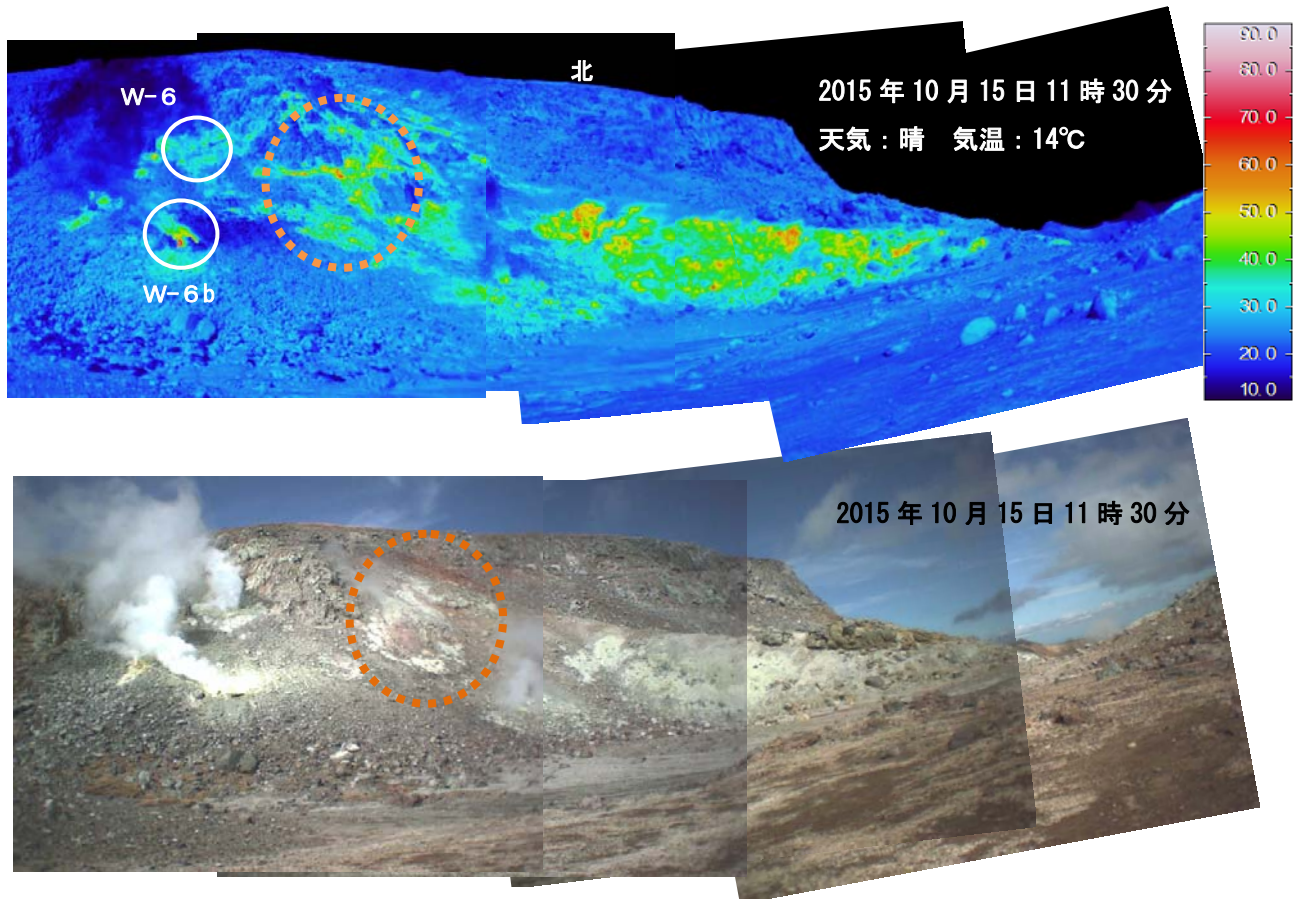


図 10 吾妻山 大穴火口底の状況と地表面温度分布

- ・ 2013 年から 2014 年にかけて地熱域の拡大がみられた領域（橙破線）では、2 月 5 日以降、浄土平火口カメラ（東北地方整備局）で噴気を確認しましたが、10 月 15 日に実施した現地調査でも確認しました。

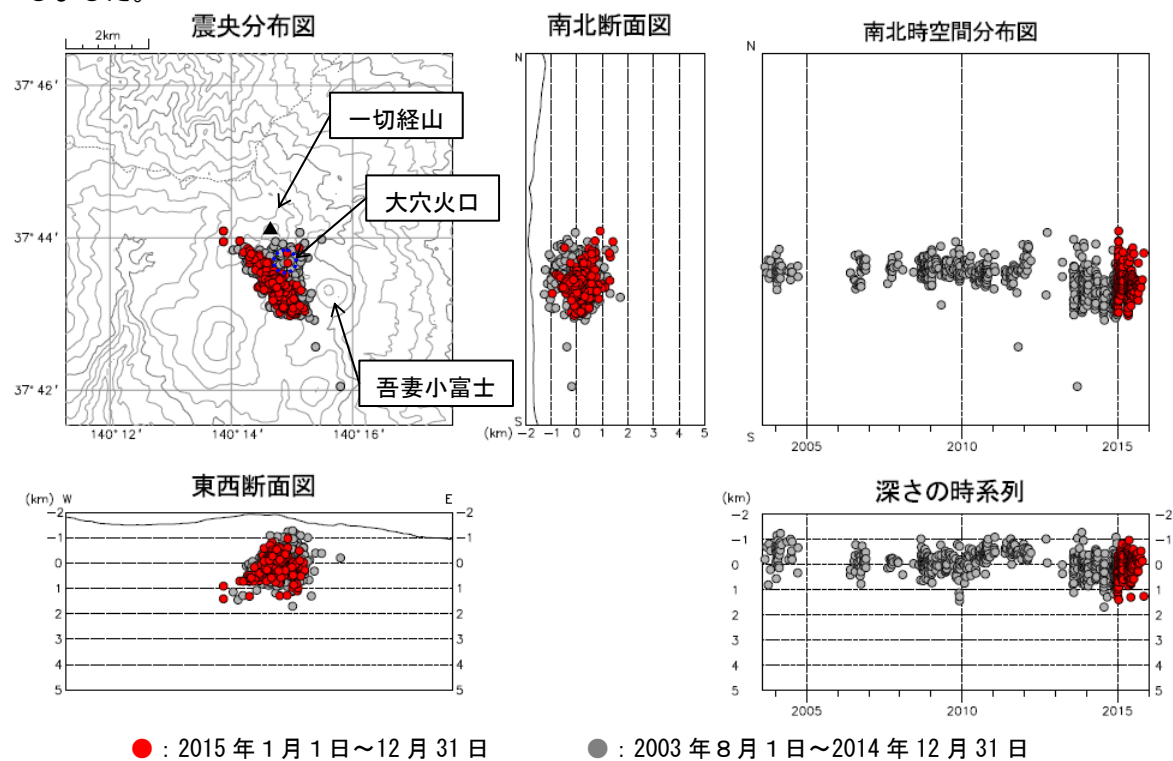


図 11 吾妻山 地震活動（2003 年 8 月～2015 年 12 月）

- ・ 2010 年 9 月 1 日から浄土平観測点を震源計算に使用しているため、震源がそれ以前より浅く求まっています。
- ・ 2010 年 2 月 24 日～6 月 29 日の震源は、吾妻小富士東の地震計のテレメータ装置の時刻校正に不具合があったため、機器の内部温度で時刻補正値を求め、吾妻小富士東の検測値を補正しました。
- ・ 2012 年 12 月 1 日以降、観測点の移設更新の影響により、震源がやや南側に分布する傾向がみられます。

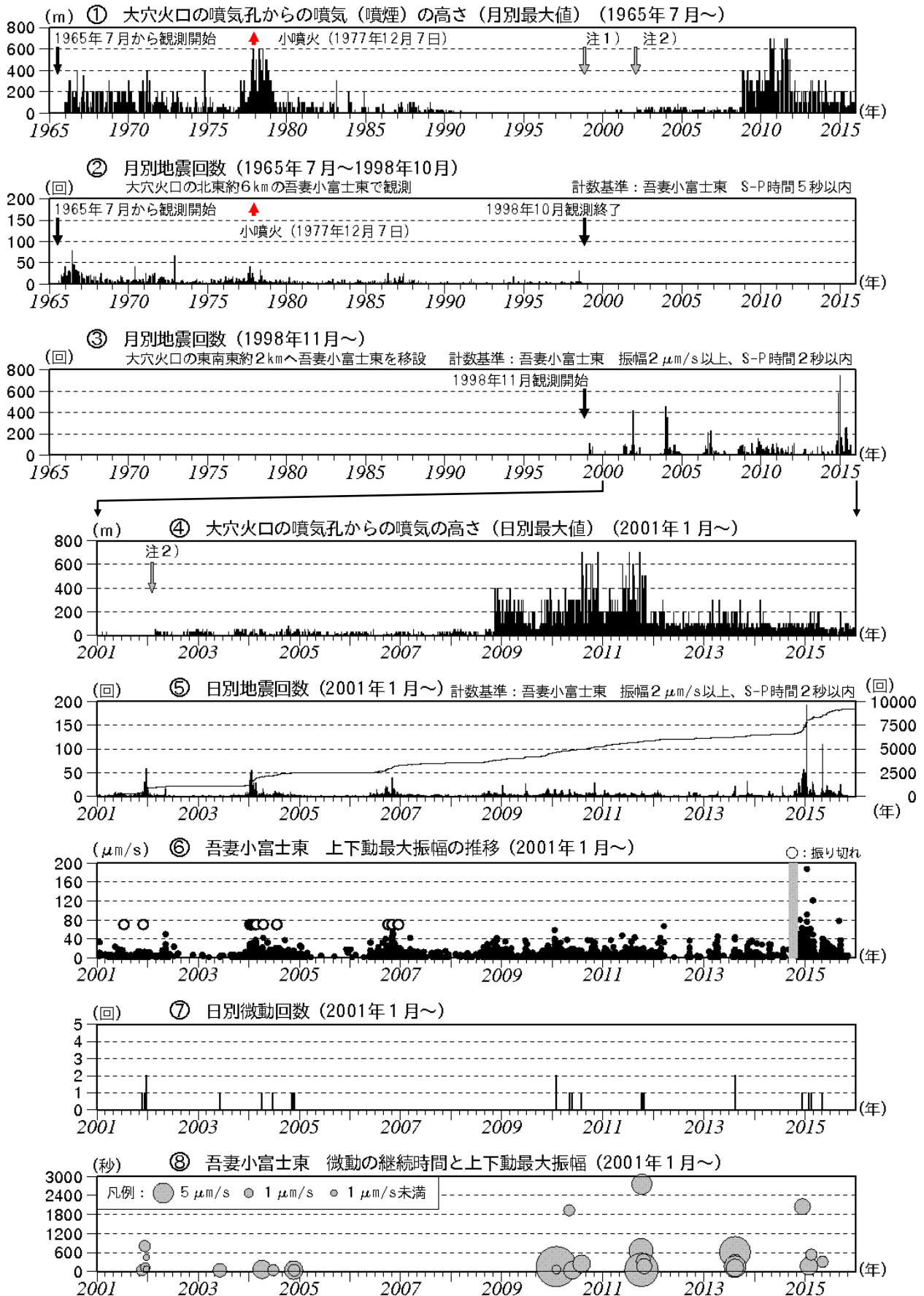


図 12 吾妻山 火山活動経過図（1965 年 7 月～2015 年 12 月）

- ・①注1）1998 年以前は福島地方気象台（大穴火口の東北東約 20km）からの目視観測で、1998 年からは遠望カメラ（大穴火口の東北東約 14km）による観測です。
- ・①、④注2）2002 年 2 月以前は定時（09 時、15 時）及び随時観測による高さ、2002 年 3 月以後は 24 時間観測による高さです。
- ・⑥灰色部分は欠測を表しています。
- ・⑥2012 年以前は観測機器の設定により、振り切れ値が $70\mu\text{m/s}$ となっています。

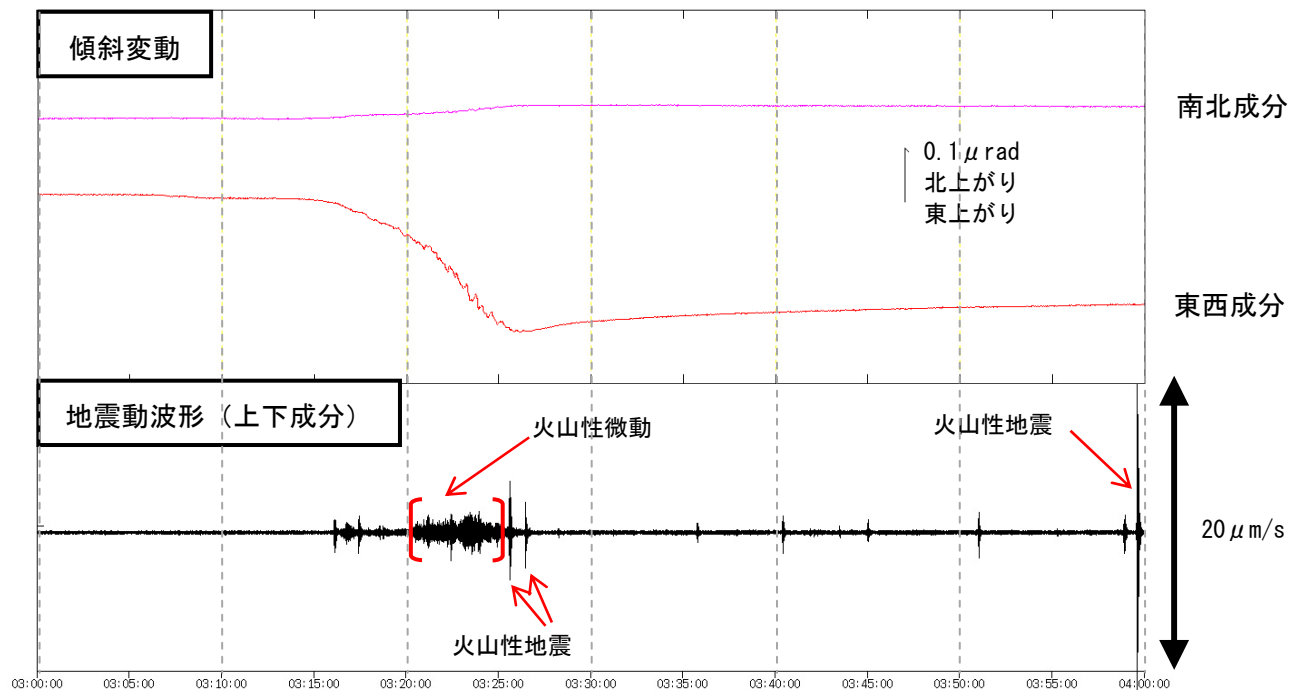


図 13 吾妻山 浄土平観測点における火山性微動に伴う傾斜変動

(2015 年 5 月 6 日 03 時 00 分～04 時 00 分、秒値、潮汐補正済み)

- ・ 6 日 03 時 20 分頃の微動発生に伴い、西側（火口方向側）上がりの急な変動が観測されました。火山性微動の最大振幅は $1.6 \mu\text{m/s}$ 、継続時間は約 5 分 10 秒でした。

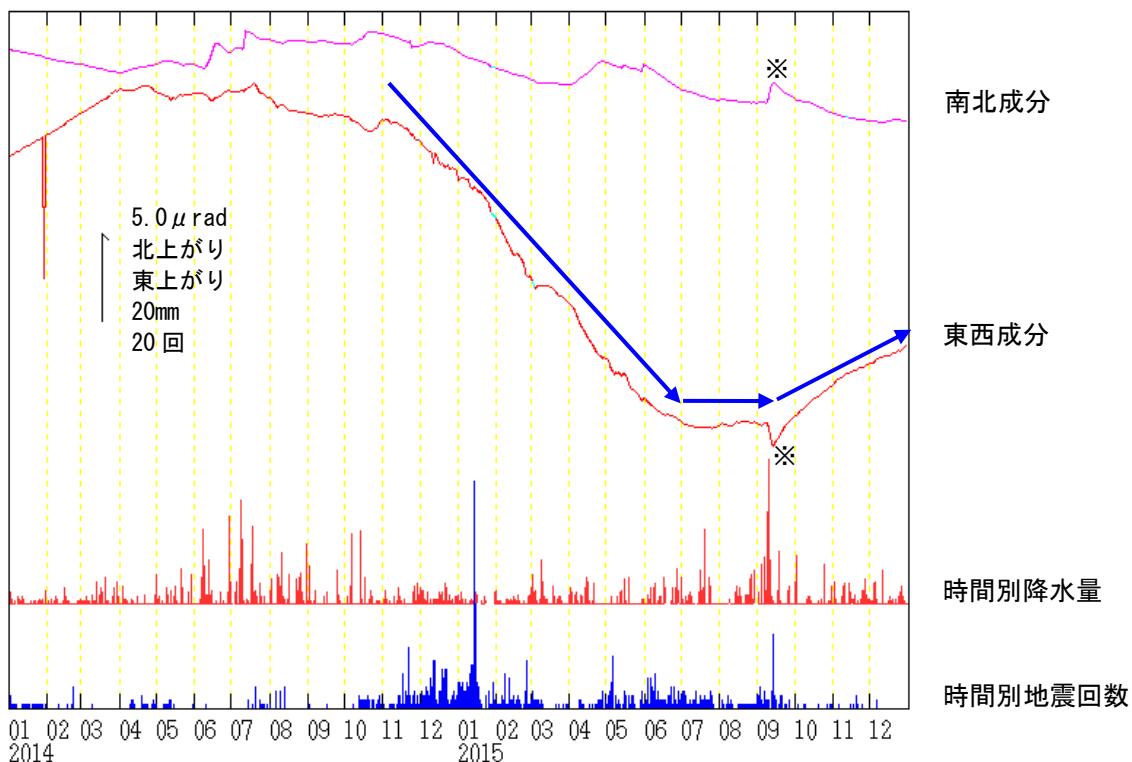


図 14 吾妻山 浄土平観測点での傾斜変動

(2014 年 1 月 1 日～2015 年 12 月 31 日、時間値、潮汐補正あり)

- ・ $1 \mu\text{rad}$ （マイクロラジアン）は、1 km 先が 1 mm 上下するような変化量です。
- ・ 青矢印は傾斜計の変化傾向を示します。
- ・ 2014 年 11 月頃からみられていた西側（火口方向）上がりの傾向は、2015 年 7 月頃から停滞していましたが、9 月後半頃から西側下がりの傾向がみられています。
- ・ 時間別降水量は鷲倉地域気象観測所の値です。
- ※ 「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨」による変動です。

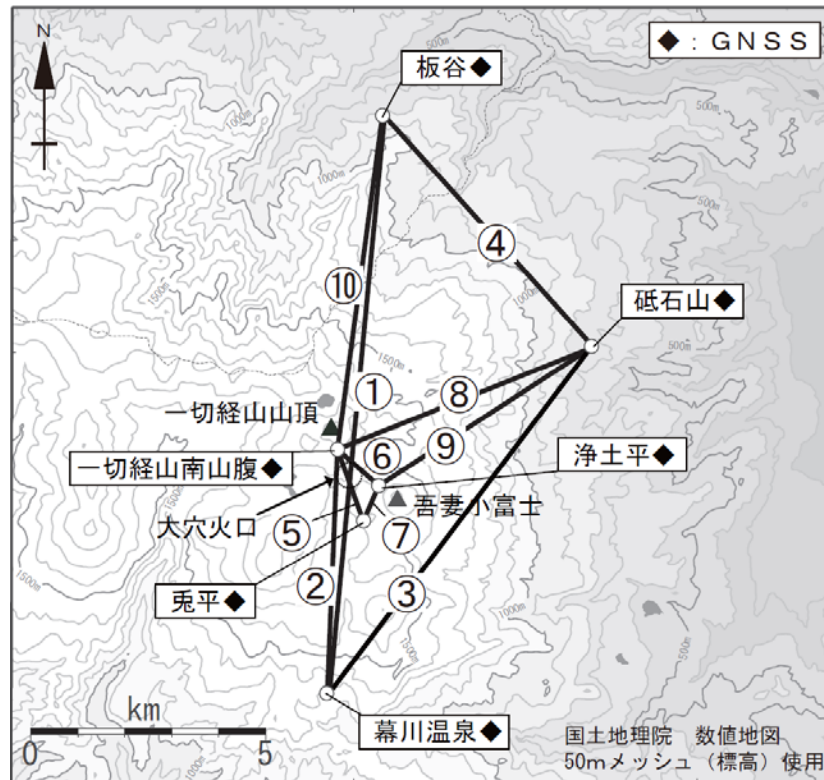


図 15 吾妻山 GNSS 観測点配置図

小さな白丸 (○) は気象庁の観測点位置を示しています。

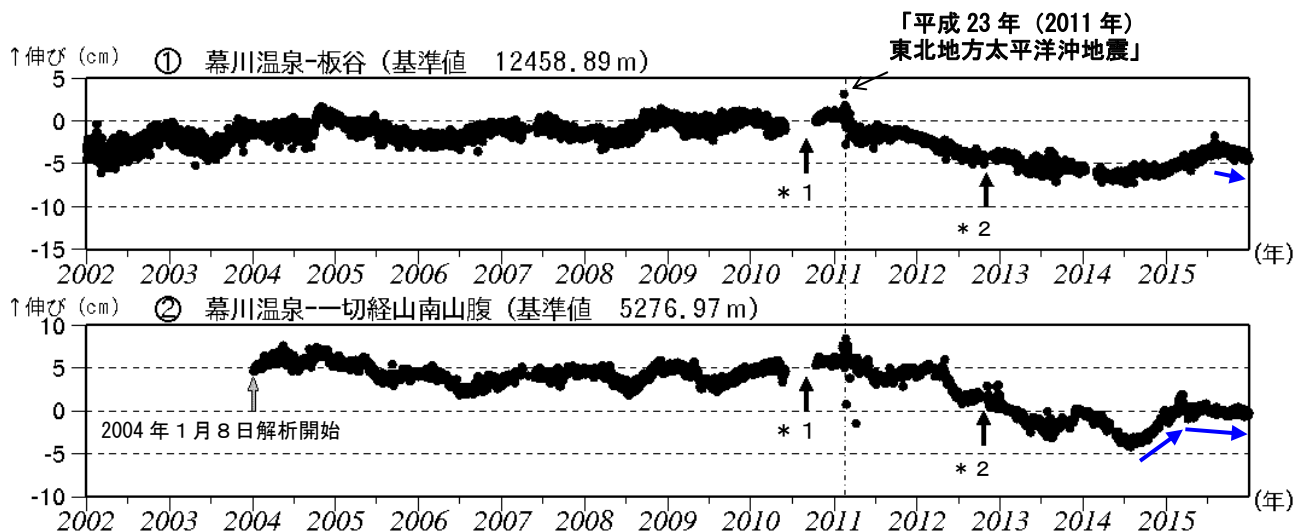


図 16-① 吾妻山 GNSS 基線長変化図 (2002 年 1 月～2015 年 12 月)

- ・ 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。
- ・ 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」に伴うステップを補正しています。
- ・ 2011 年 3 月 11 日以降の変動は、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」による影響であり、火山活動によるものではないと考えられます。
- ・ ①～②は図 15 の GNSS 基線①～②に対応しています。
- ・ グラフの空白部分は欠測を表しています。
- ・ 各基線の基準値は補正等により変更する場合があります。
- ・ ②では、2014 年 9 月頃から一切経山付近の膨張を示すと考えられる緩やかな変化がみられていましたが、2015 年 6 月頃から停滞しています (青矢印)。
- ・ 2014 年 9 月頃からの緩やかな変化は 2011 年 3 月 11 日以降の変動傾向とは異なります。
- ・ * 1 : 幕川温泉観測点の機器を更新しました。
- ・ * 2 : 板谷観測点と一切経山南山腹観測点の機器を更新しました。

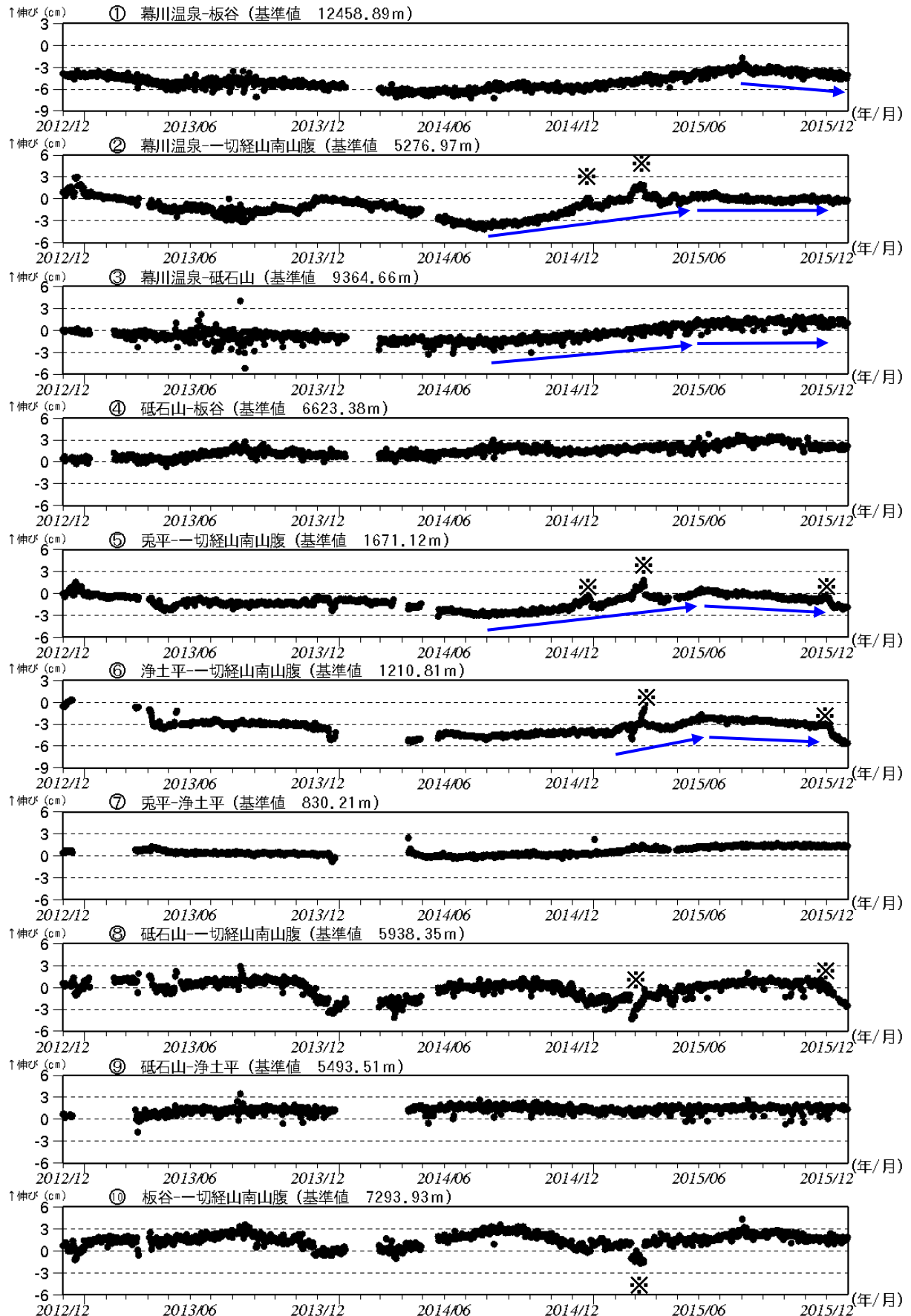


図 16-② 吾妻山 GNSS 基線長変化図 (2012 年 12 月～2015 年 12 月)

- ・①～⑩は図 15 の GNSS 基線①～⑩に対応しています。・グラフの空白部分は欠測を表しています。
- ・2012 年 11 月に機器の更新と移設を実施しました。・各基線の基準値は補正等により変更する場合があります。
- ・②、③、⑤、⑥では、2014 年 9 月頃から一切経山付近の膨張を示すと考えられる緩やかな変化がみられていたが、2015 年 6 月頃から停滞しています (青矢印)。ただし、一切経山南山腹観測点が冬から夏にかけて西南西、夏から冬にかけて東北東へ動く年周変化を含んでいると考えられます。

※冬期には、原因不明の変化がみられることがあります。凍上やアンテナへの着雪等の可能性があります。

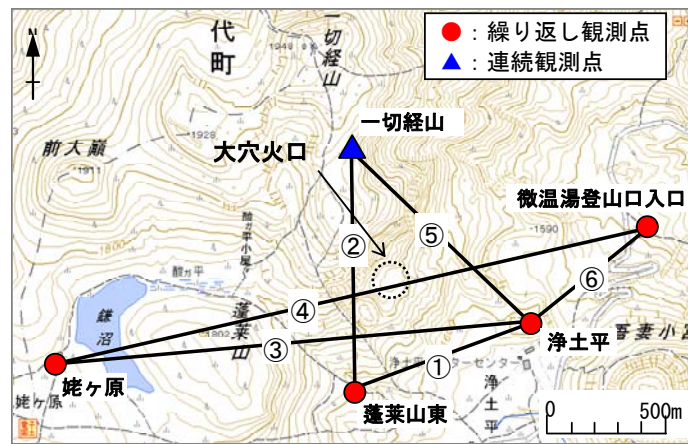


図17 吾妻山 GNSS観測点配置図（繰り返し観測による狭域の観測）

・GNSS基線①～⑥は図18の①～⑥に対応しています。

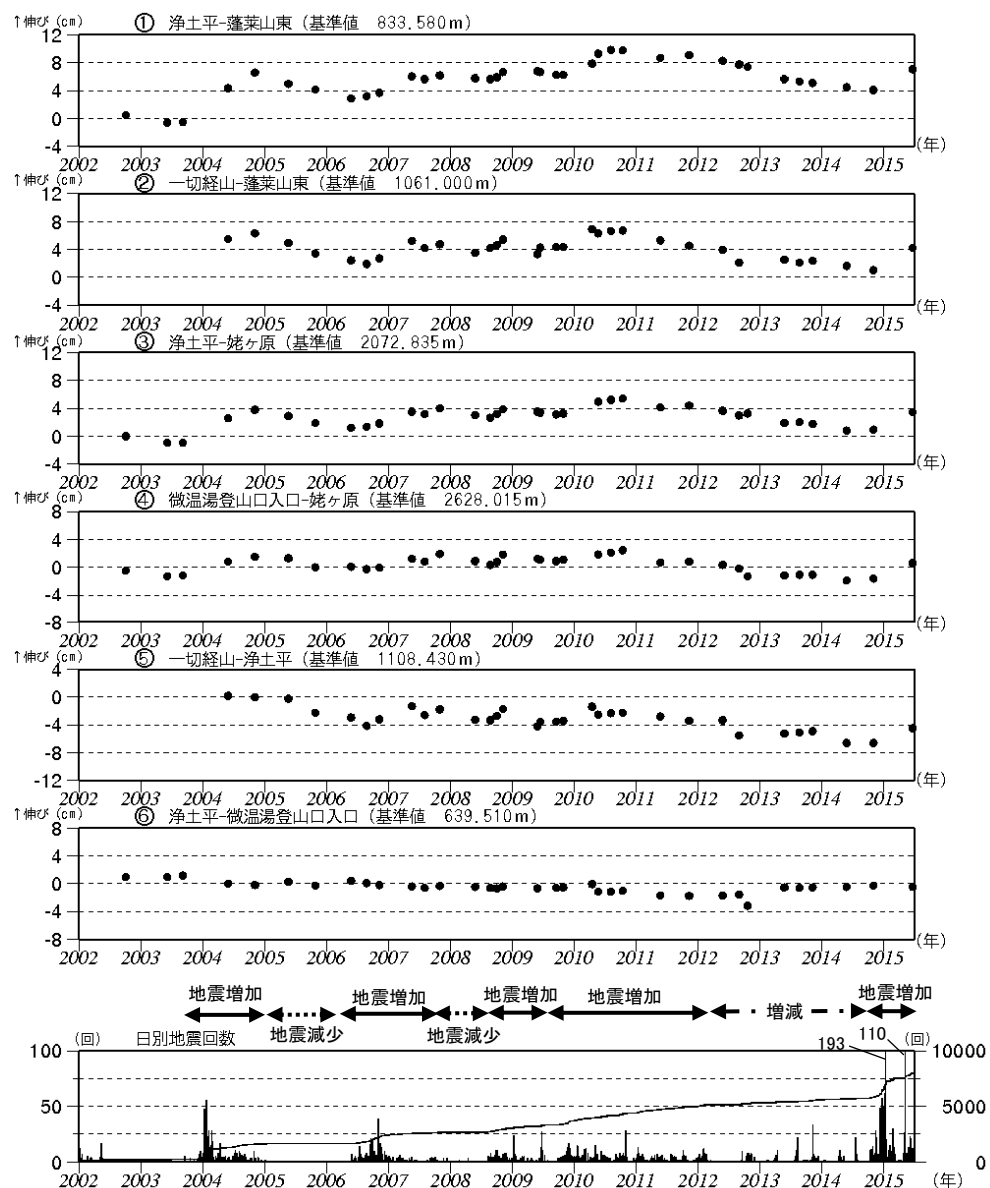


図18 吾妻山 GNSS繰り返し観測による基線長変化図（2002年9月～2015年6月）と日別地震回数（2002年1月～2015年6月）

- ・基線番号①～⑥は図17のGNSS基線①～⑥に対応しています。
- ・一切経山観測点は、2012年11月に機器更新と移設を行っており基準値を変更しています。
- ・2013年5月より、繰り返し観測点の観測機器及び解析ソフトウェアを変更しています。
- ・大穴火口を挟む基線（①～④）では、地震増加時に伸長傾向がみられます。

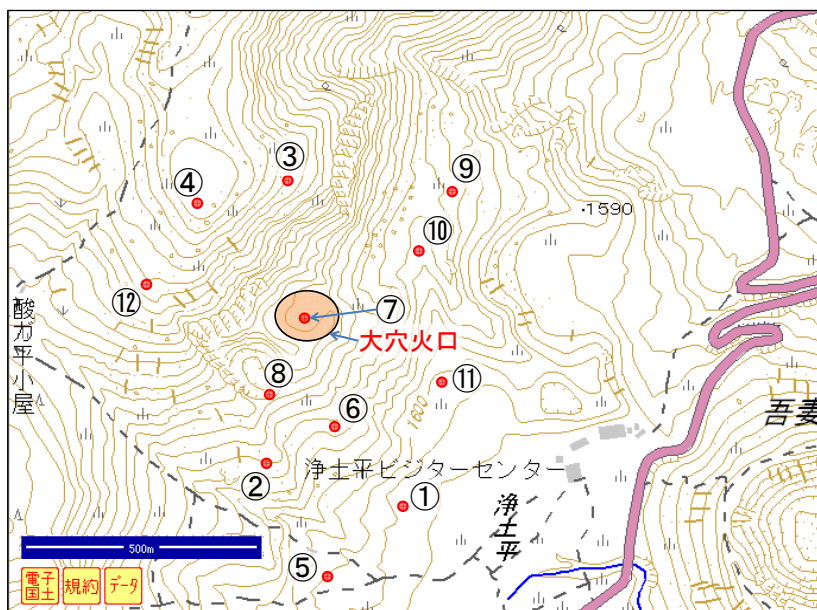


図 19 吾妻山 全磁力繰返し観測点配置図

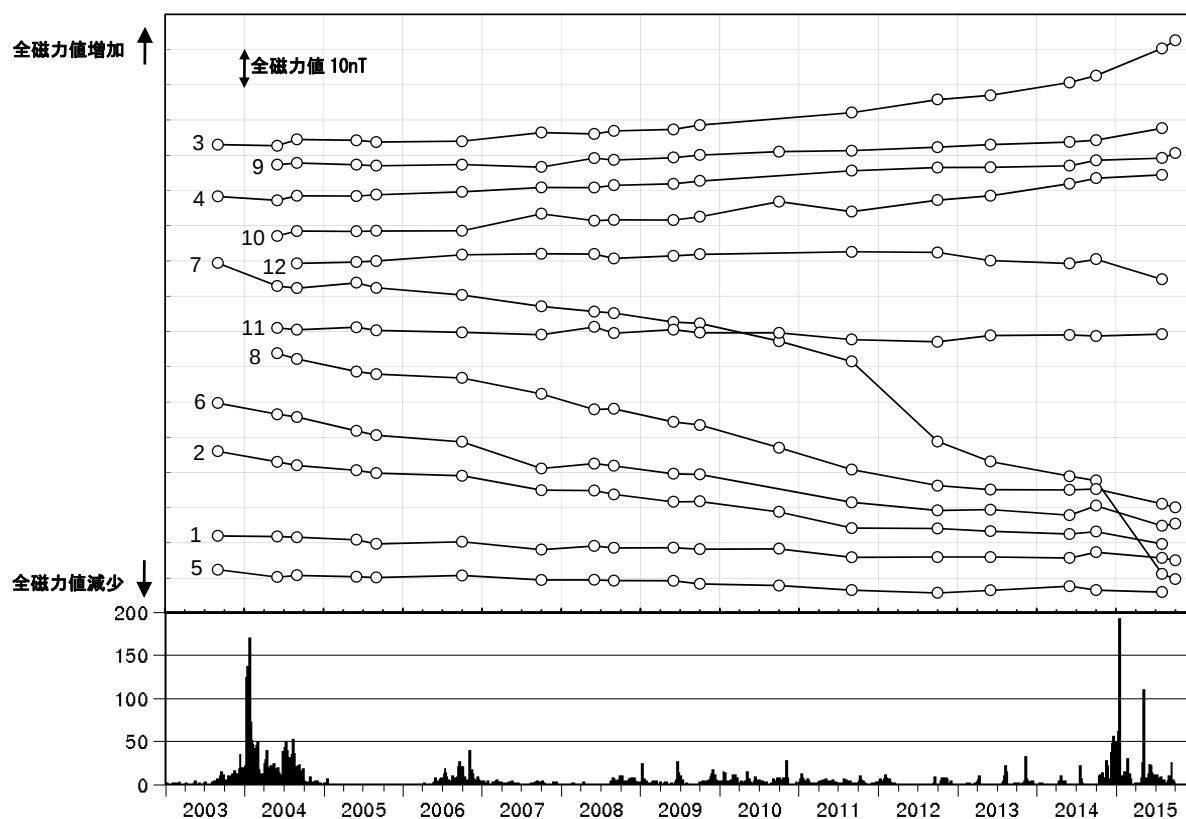


図20 吾妻山 全磁力繰返し観測点の全磁力値変化と日別地震回数（2003年7月～2015年10月）

- ・ 2015年8月から2015年10月にかけて大穴火口南側の観測点（1、8）の全磁力値は減少、大穴火口北側の観測点（3、4）の全磁力値は増加しており、このような全磁力値の変化は2014年10月から2015年8月にかけてみられており、この頃から熱活動が活発化している可能性が考えられます。
- ・ 2011年9月から2012年10月及び2014年10月から2015年8月にかけて大穴火口内の観測点（7）の全磁力値が大きく変動していますが、地熱地帯で噴気が盛んな場所であること、また傾斜勾配が急な場所のため風雨によって近傍の岩石が移動し、磁場傾度が大きく変動して全磁力値に影響を与えた可能性が考えられます。

【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 9 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。

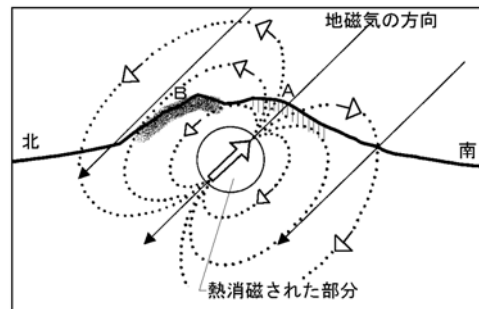


図21 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

火山体周辺の全磁力変化と火山体内部の温度

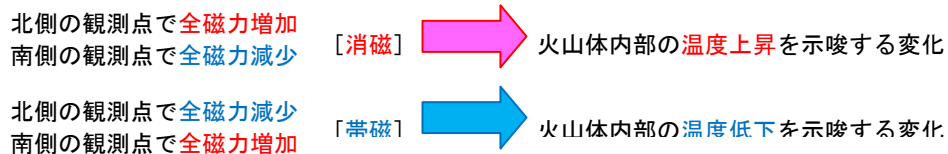




図 22 吾妻山 観測点配置図

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しています。

（東）：東北大学、（東地）：東北地方整備局

表 1 吾妻山 気象庁観測点一覧

観測種類	観測点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		緯度	経度	標高 (m)			
地震計	吾妻小富士東	37° 43.34′	140° 16.53′	1295	-1	1965.4.1	短周期 3 成分 1998年11月1日：現在の場所に移設
	一切経山南山腹	37° 43.88′	140° 14.76′	1875	0	2001.8.9	短周期 3 成分
	浄土平	37° 43.46′	140° 15.36′	1584	-98	2010.9.1	短周期 3 成分 ポアホール型
	吾妻砥石山	37° 45.09′	140° 18.43′	745	0	2012.12.1	短周期 3 成分
	吾妻幕淹駐車場	37° 41.03′	140° 14.52′	1295	0	2012.12.1	短周期 3 成分
空振計	吾妻小富士東	37° 43.3′	140° 16.5′	1295		1998.11.1	
	浄土平	37° 43.5′	140° 15.4′	1584	4	2010.9.1	
傾斜計	浄土平	37° 43.5′	140° 15.4′	1584	-98	2011.4.1	
GNSS	一切経山南山腹	37° 43.9′	140° 14.8′	1875	1	2001.8.9	2012年11月5日：2周波に更新
	幕川温泉	37° 41.1′	140° 14.6′	1288	8	2001.11.1	2010年6月2日：2周波に更新
	板谷	37° 47.8′	140° 15.4′	825	10	2001.11.1	2012年11月28日：2周波に更新
	浄土平	37° 43.5′	140° 15.4′	1584	3	—	2012年11月9日：2周波に更新
	禰平	37° 43.1′	140° 15.1′	1590	5	—	2012年11月9日：2周波に更新
	砥石山	37° 45.1′	140° 18.4′	741	5	—	2012年11月28日：2周波に更新
遠望カメラ	上野寺	37° 45.5′	140° 23.8′	110		1998.11.27	2008年3月12日：カメラ更新