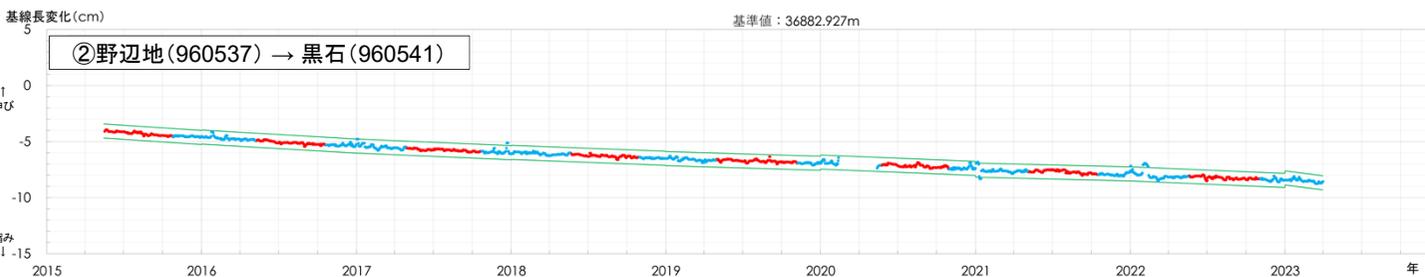


5. モニタリング評価結果に係る参考情報

5.1.1 降雪と電子基準点「黒石」のデータのばらつきに関する検討 〔検討内容と基線長データ〕

- 電子基準点「黒石」を用いた基線の管理基準について、前年度では2022年1月及び2月に降雪の影響と考えられる判断基準の超過^{※1}が発生した。そこで、過去の冬季気象データと電子基準点データのばらつきの関係を整理し、雪による影響時に火山活動に伴う地殻変動を捉えることが出来るか検討した。
- 2015年5月15日^{※2}～2023年3月31日の期間で、電子基準点「黒石」の最寄であるアメダス「酸ヶ湯」において降雪が観測された期間と非降雪期とで分け、それぞれで比高・基線長の管理基準に設定している幅^{※3}を超過する回数を整理した。(基線長は7日間連続超過が判断基準のため7日間移動中央値で整理)



- ※1 判断基準の超過日
 - ・基線長: 2022年2月1日～2022年2月9日 (2基線: ②④)
 - ・比高: 2021年12月30日～2022年1月6日 (2基線: ②③) (前年同日→2020年12月30日～2021年1月6日)
- ※2 2014年前後で八甲田山の火山活動に活発化が認められたこと及び2015年における長期の欠測を除外して設定
- ※3 幅を設定する中心
 - ・基線長: 各年における変化傾向の直線近似で補正
 - ・比高(次頁): 当該年の前年平均値で補正

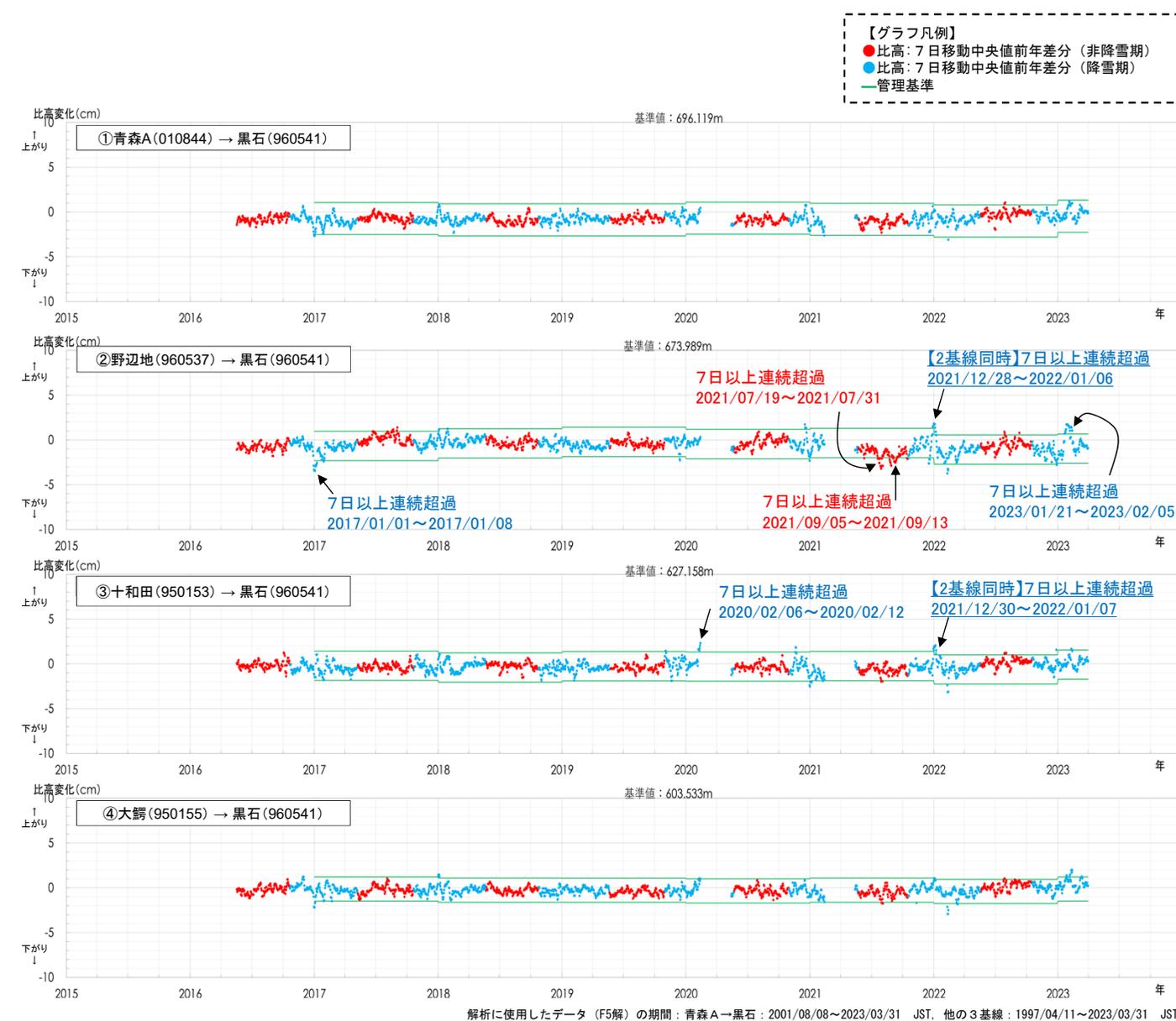
【グラフ凡例】

- 基線長: 7日移動中央値 (非降雪期)
- 基線長: 7日移動中央値 (降雪期)
- 管理基準

超過日数		基線長			
		①	②	③	④
発生総日数	非降雪期	0	0	0	0
	降雪期	14	32	2	32
2基線以上で同時超過日数	総日数	6	25	2	26
	総計(重複消)	28			

基線長: 7日移動中央値において
管理基準の超過が発生した日数と回数の整理

5.1.1 降雪と電子基準点「黒石」のデータのばらつきに関する検討 〔比高データと管理基準超過発生日〕



超過日数		比高			
		①	②	③	④
発生日数	非降雪期	3	47	8	6
	降雪期	2	57	33	33
7日以上連続超過	非降雪期	0	22	0	0
	降雪期	0	34	16	0
2基線同時の 7日以上連続超過	総日数	0	8	8	0
	回数	0	1	1	0

比高: 7日移動中央値前年差分において
管理基準の超過が発生した日数と回数の整理

- 降雪期は、降雪が無い時期と比較して管理基準超過が多く発生する。
- 基線長では、2015年以降、2基線同時超過が発生したのは、いずれも降雪期で計28日間となる。
- 比高では、2016年以降、2基線同時に7日以上連続で超過したのは、いずれも降雪期で2022年1月(8日間)のみ。
- 約8年間で判断基準の超過が発生した可能性があるのは、いずれも降雪期で合計36日程度の期間である。
- これらの超過は降雪終了後には元の傾向まで戻っていることから、地殻変動によるものではないと考えられる。
- また、「5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係」等の地殻変動時には、この管理基準幅を超えてその状態が継続するため、火山性の地殻変動は降雪期にも捉えられると考えられる。
- しかし、気象庁設置のGNSS観測点データ等も活用して、更なるデータの拡充に努める。

5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔概要〕

十和田及び八甲田山において、地殻変動が発生した際に観測されうる変動率を算出した。

前提条件：マグマ溜まりの位置の考え方

【水平位置の想定】

- ・十和田：後カルデラ期に大規模な噴火を起こした火口であり、現在も地震活動が比較的集中する十和田湖中湖の直下
- ・八甲田山：完新世に複数の噴火が発生しており、また2013年において地震・地殻変動が発生した大岳の直下

【鉛直位置】

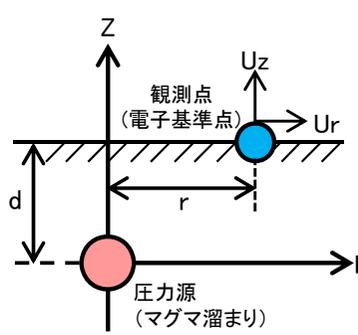
- ・マグマ供給率の算出に用いる地表の地殻変動はマグマ位置が深いほど、変化が小さくなる
- ・マグマだまりの深さは、東宮(1997)によるマグマ中立点とSiO₂の関係に基づき仮定した10kmと、更に浅部における蓄積を想定して5kmと仮定



Kozono et al.(2013)式より、十和田及び八甲田山の各電子基準点における鉛直及び水平(斜距離)方向の地殻変動の変動率を算出し、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅3σを2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した。

供給率と鉛直・水平変位量との関係式 (Kozono et al., 2013)

$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{d} u_z \quad \text{鉛直}$$

$$= \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{r} u_r \quad \text{水平}$$


ΔV_G : 圧力源の体積変化(km³) ν : ポアソン比
 r : 圧力源から観測点までの水平投影距離(km) d : 圧力源の深さ(km)
 u_r : 観測点の水平変位(km) u_z : 観測点の鉛直変位(km)

【算出方法】

- ・下鶴ほか編(2008)では、マグマ溜まりの体積変化による地殻変動の理解には、半無限弾性体中の圧力源の圧力変化が引き起こす弾性変形についての理論(Mogiモデル(Mogi, 1958))が有効であるとされている。
- ・Kozono et al. (2013)では、Mogiモデルから、下記の式を導き、弾性体中の圧力源の体積変化を算出している。
- ・Kozono et al. (2013)の式により、マグマ供給率(圧力源の体積変動率) ΔV_G (km³/年)から各観測点の地殻変動の変動率(年間の水平変位量: u_r 及び鉛直変位量: u_z)を逆算する。

Kozono, T., Ueda, H., Ozawa, T., Koyaguchi, T., Fujita, E., Tomiya, A. and Suzuki, Y. (2013): Magma discharge variations during the 2011 eruptions of Shinmoe-dake volcano, Japan, revealed by geodetic and satellite observations. Bulletin of Volcanology, 75:695, doi:10.1007/s00445-013-0695-4.

東宮昭彦(1997): 実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ, 月刊地球, 19, pp.720-724.

下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編(2008): 火山の辞典(第2版), 朝倉書店, 575p.

Mogi, K. (1958): 6. Relations between the Eruptions of Various Volcanoes and the Deformations of the Ground Surfaces around them, Bulletin of the Earthquake Research Institute, 36, pp.99-134.

5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔判断基準を超過するマグマ供給率〕

Kozono et al.(2013)式より、鉛直及び水平(斜距離)方向において、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した。

供給率と鉛直・水平変位量との関係式

(Kozono et al., 2013)

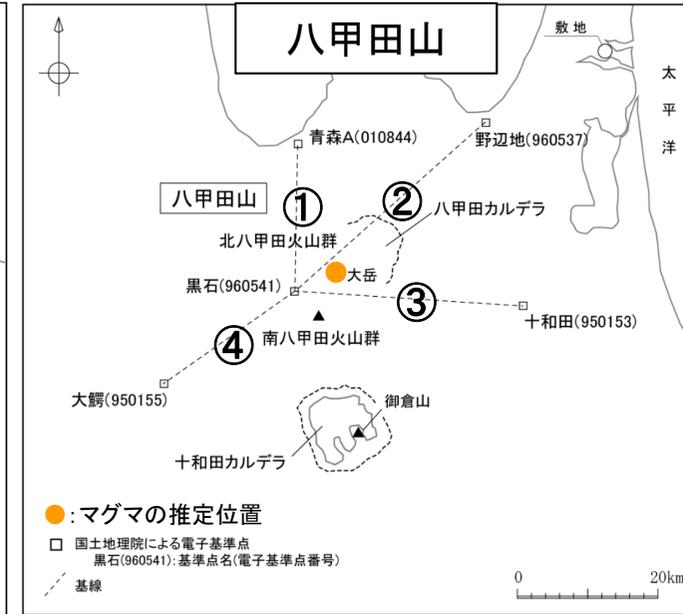
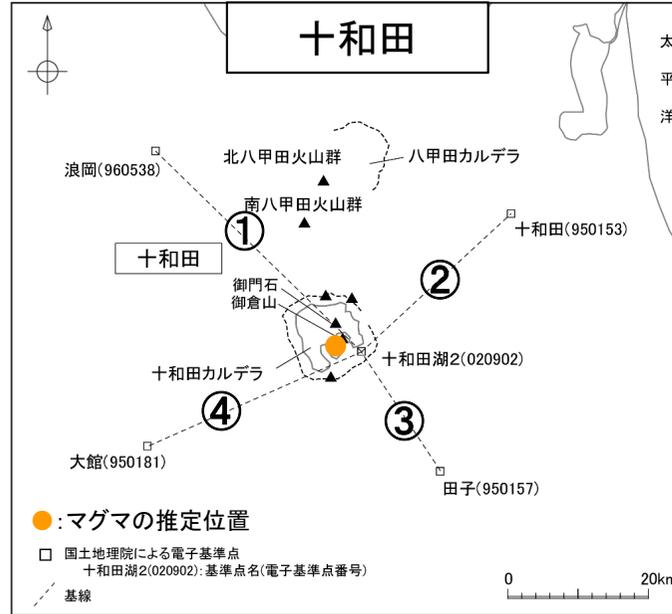
$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{d} u_z \quad \text{鉛直}$$

$$= \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{r} u_r \quad \text{水平}$$

ΔV_G : 圧力源の体積変化 (km^3) ν : ポアソン比

r : 圧力源から観測点までの水平投影距離 (km) d : 圧力源の深さ (km)

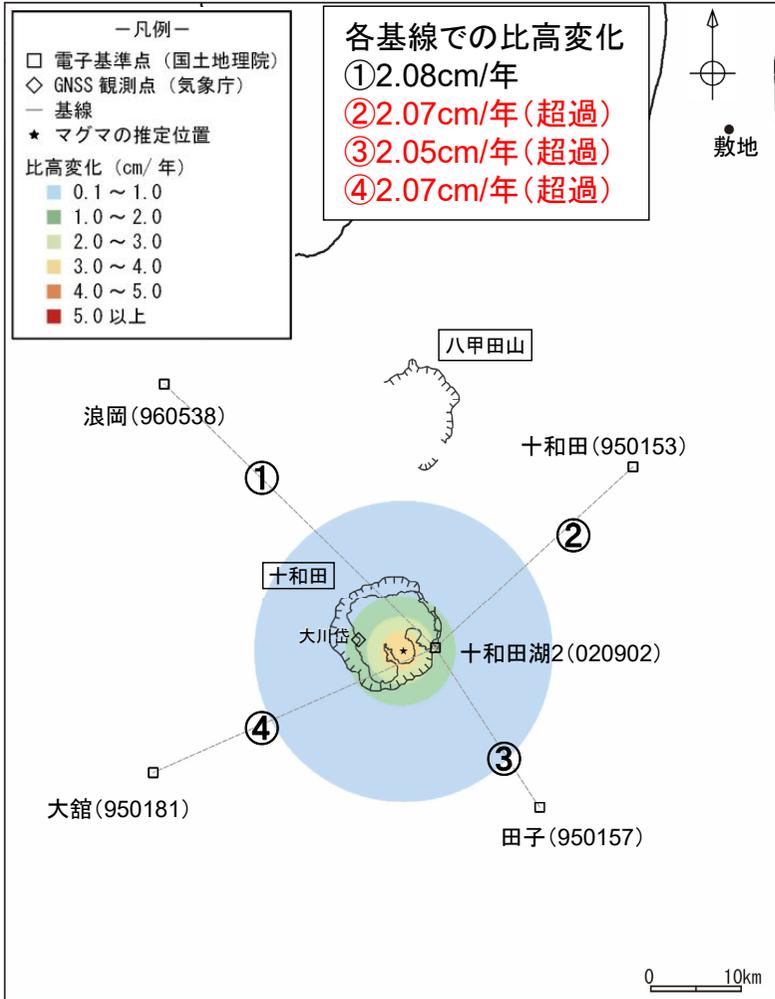
u_r : 観測点の水平変位 (km) u_z : 観測点の鉛直変位 (km)



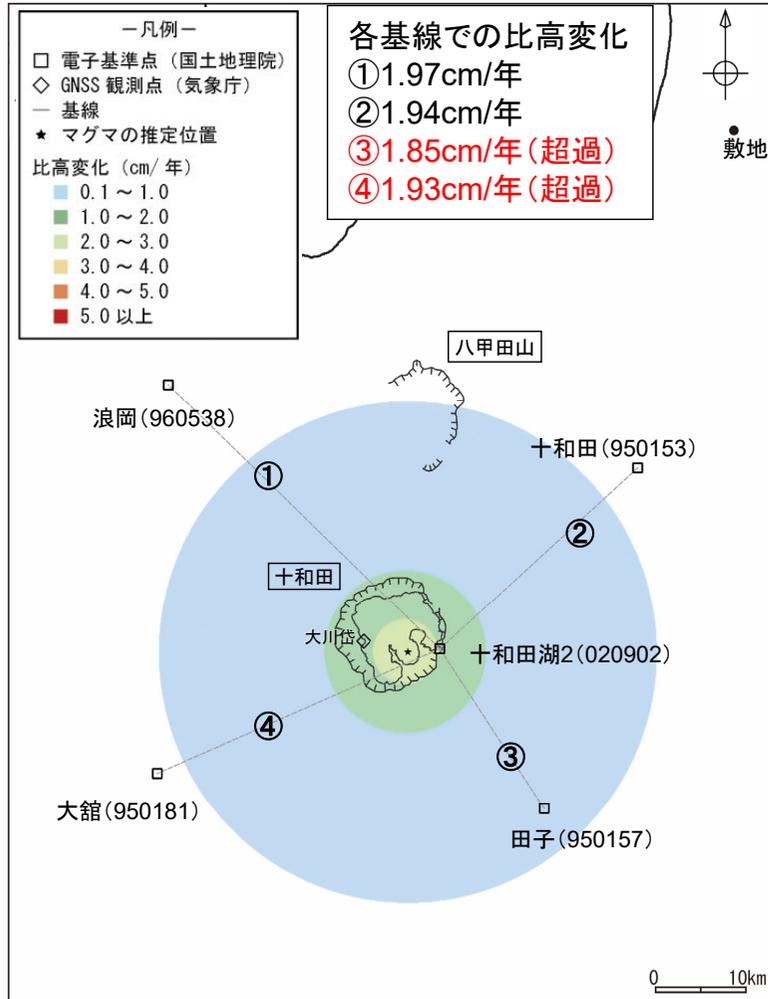
項目	単位	十和田		八甲田山		備考
		鉛直	水平(斜距離)	鉛直	水平(斜距離)	
ν ポアソン比	—	0.25				下鶴ほか編(2008)を参照
A ΔV_G 判断基準超過する圧力源深さ5kmでのマグマ供給率	$\text{km}^3/\text{年}$	0.004	0.003	0.008	0.003	管理基準幅(3σ)を2基線以上で超える値を探索 (0.001毎に変化)
B ΔV_G 判断基準超過する圧力源深さ10kmでのマグマ供給率	$\text{km}^3/\text{年}$	0.01	0.013	0.013	0.008	
判断基準超過の基線(A: 深さ5km供給)	—	②③④	②④	②③④	②③④	—
判断基準超過の基線(B: 深さ10km供給)	—	③④	①④	②③④	②③	—

5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔判断基準を超過するマグマ供給率:十和田 鉛直〕

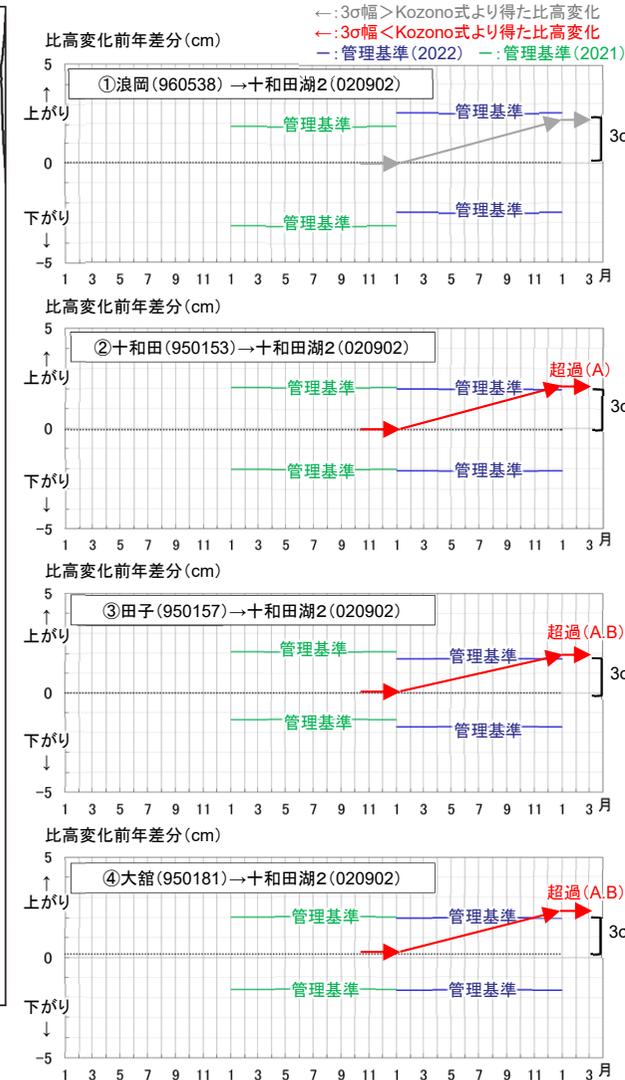
➤ Kozono et al.(2013)式より得る比高変化が、十和田の判断基準(管理基準幅3σを2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率0.004km³/年で基線②③④、深度10kmではマグマ供給率0.01km³/年で基線③④の管理基準幅3σを上回った。



A: 深度5km, マグマ供給率0.004km³/年

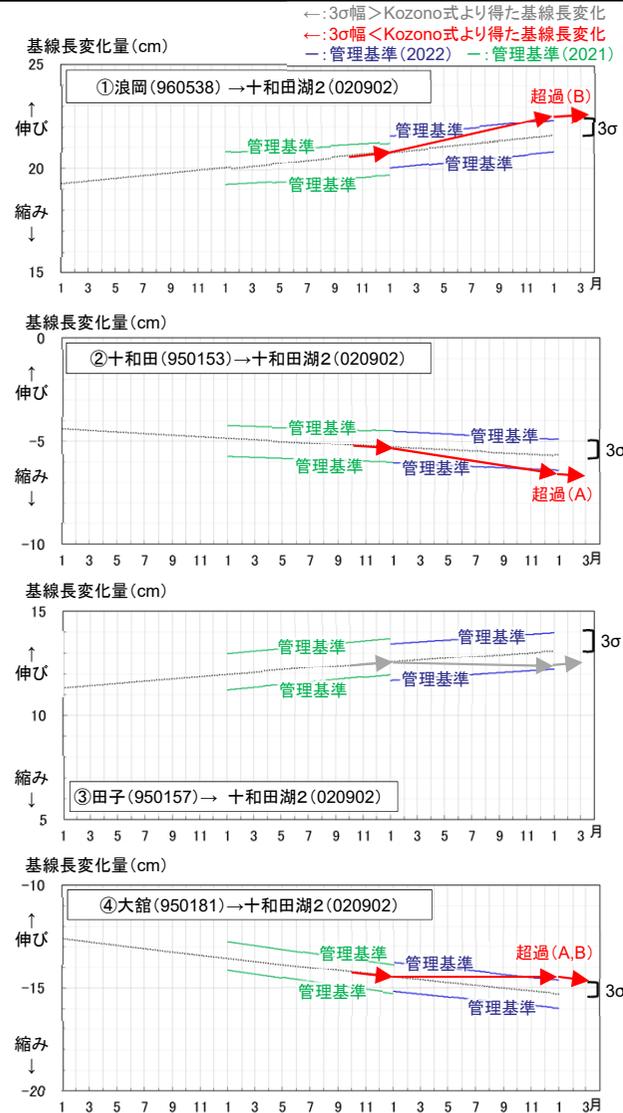
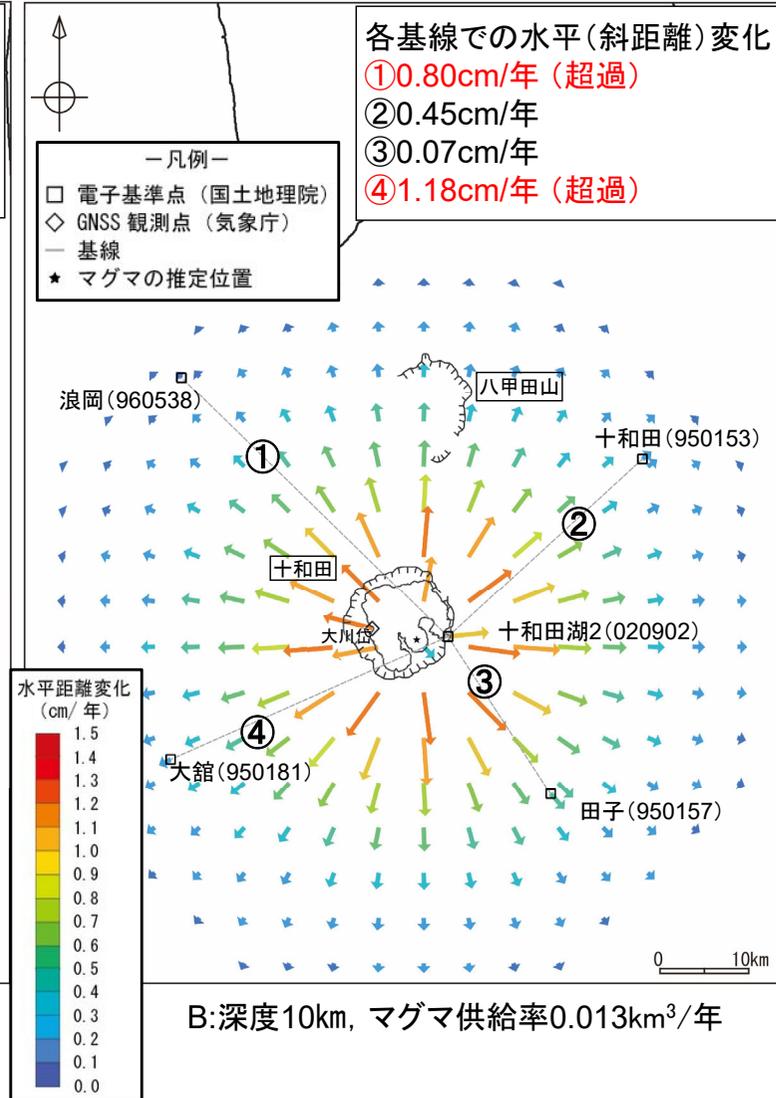
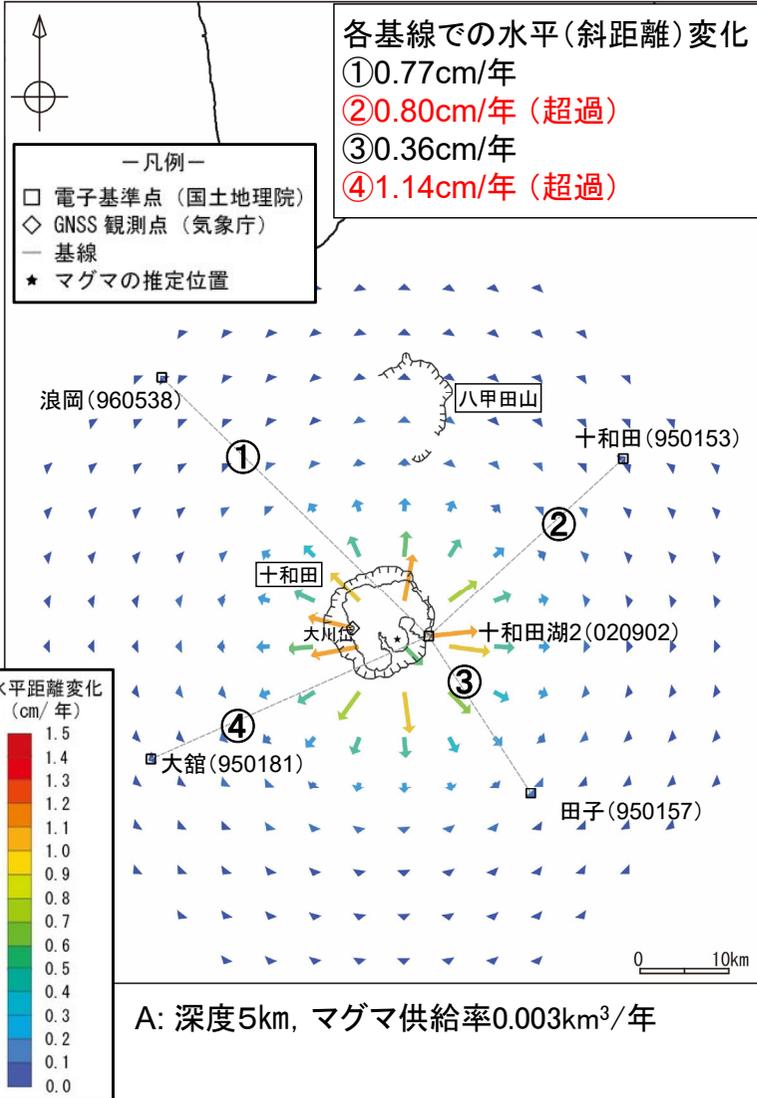


B: 深度10km, マグマ供給率0.01km³/年



5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔判断基準を超過するマグマ供給率: 十和田 水平〕

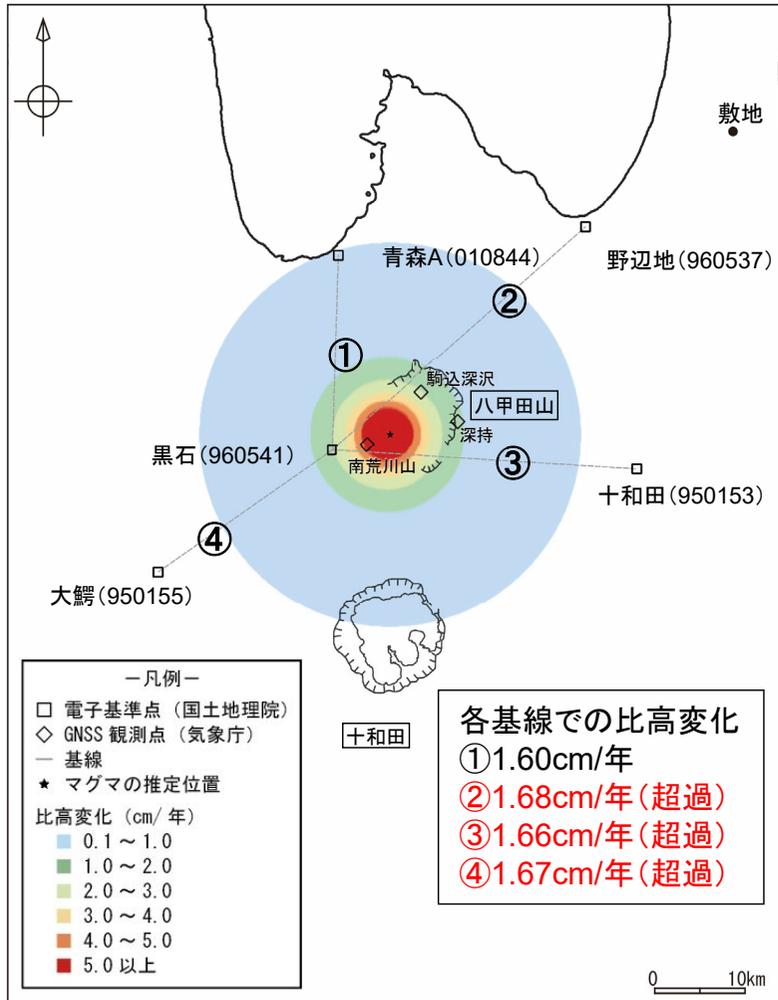
➤ Kozono et al.(2013)式より得る水平変化が、十和田の判断基準(管理基準幅3σを2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率0.003km³/年で基線②④、深度10kmではマグマ供給率0.013km³/年で基線①④の管理基準幅3σを上回った。



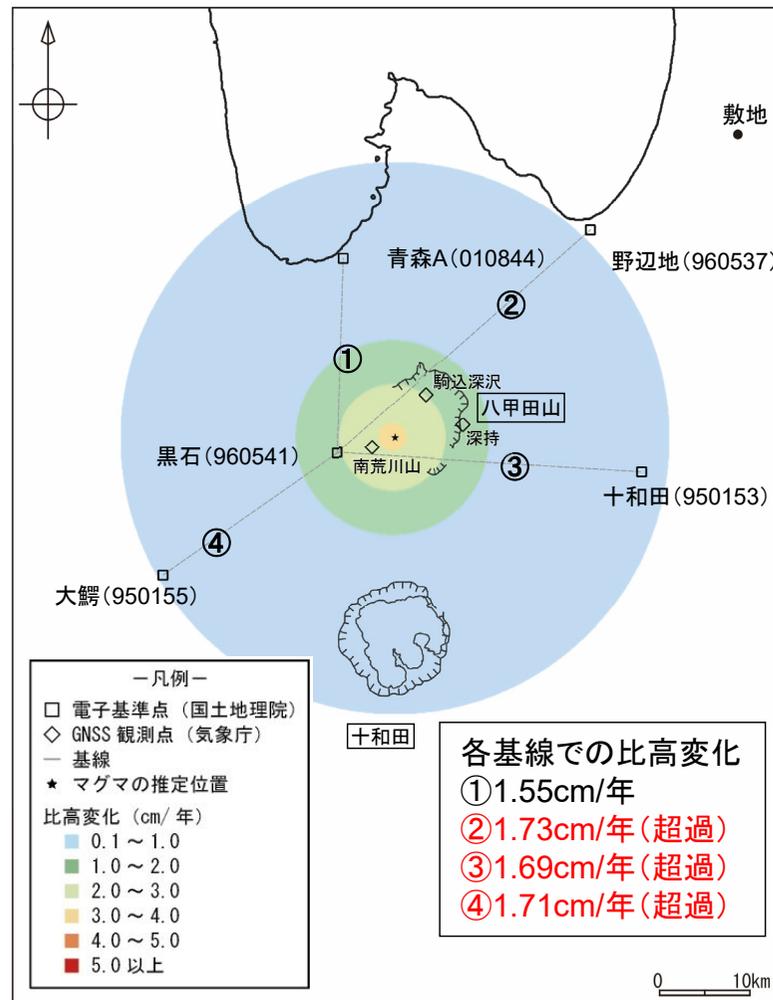
管理基準の超過イメージ

5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔判断基準を超過するマグマ供給率:八甲田山 鉛直〕

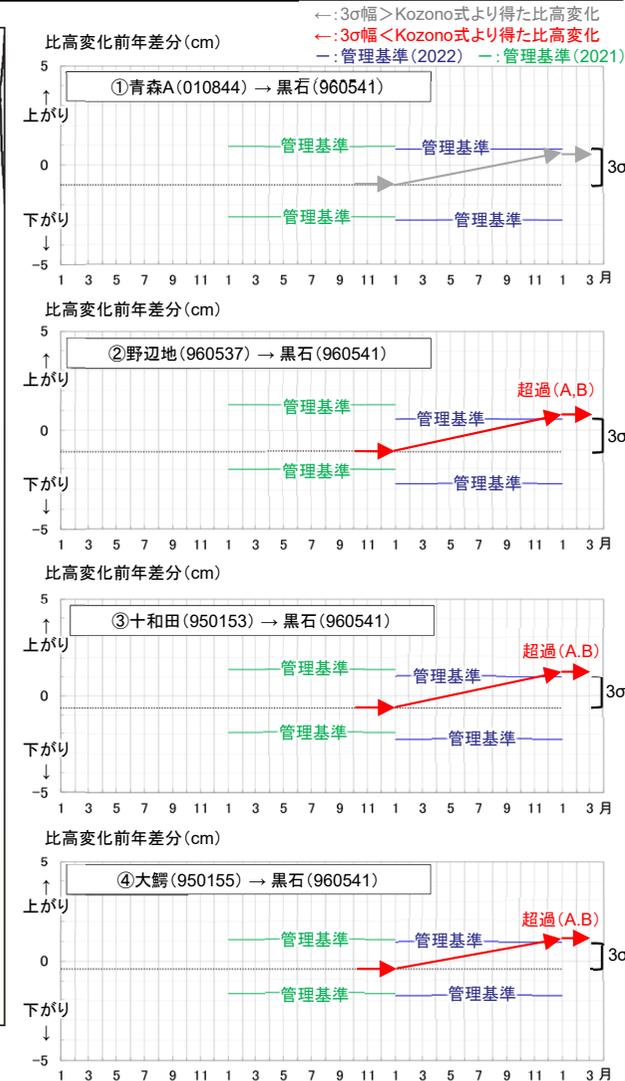
➤ Kozono et al.(2013)式より得る比高変化が、八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率 $0.008\text{km}^3/\text{年}$ で基線②③④、深度10kmではマグマ供給率 $0.013\text{km}^3/\text{年}$ で基線②③④の管理基準幅 3σ を上回った。



A:深度5km, マグマ供給率 $0.008\text{km}^3/\text{年}$



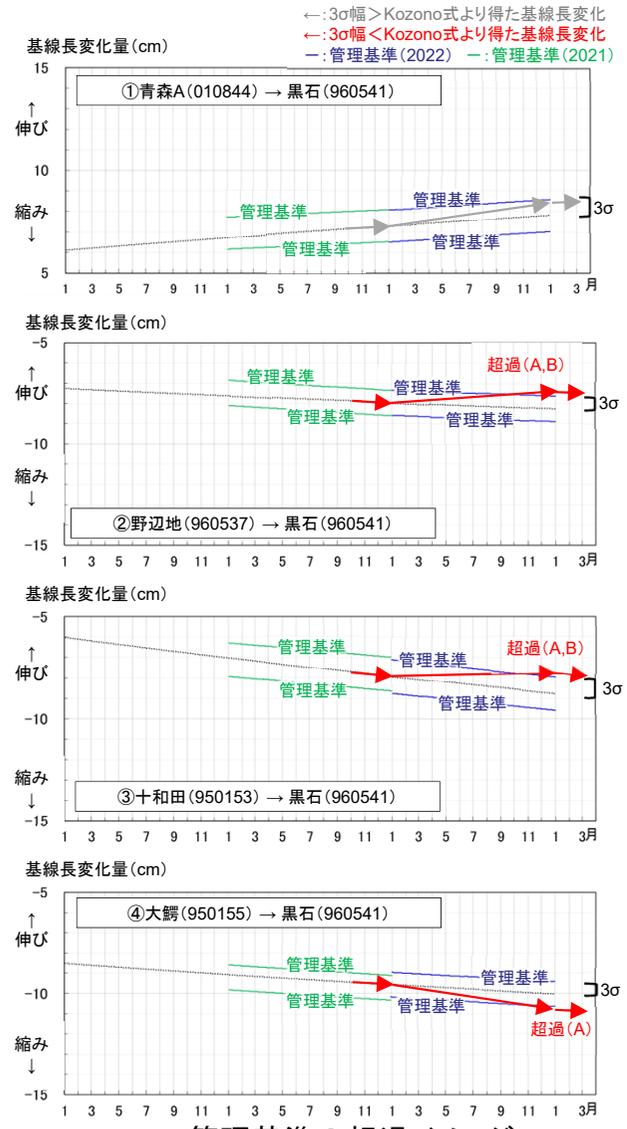
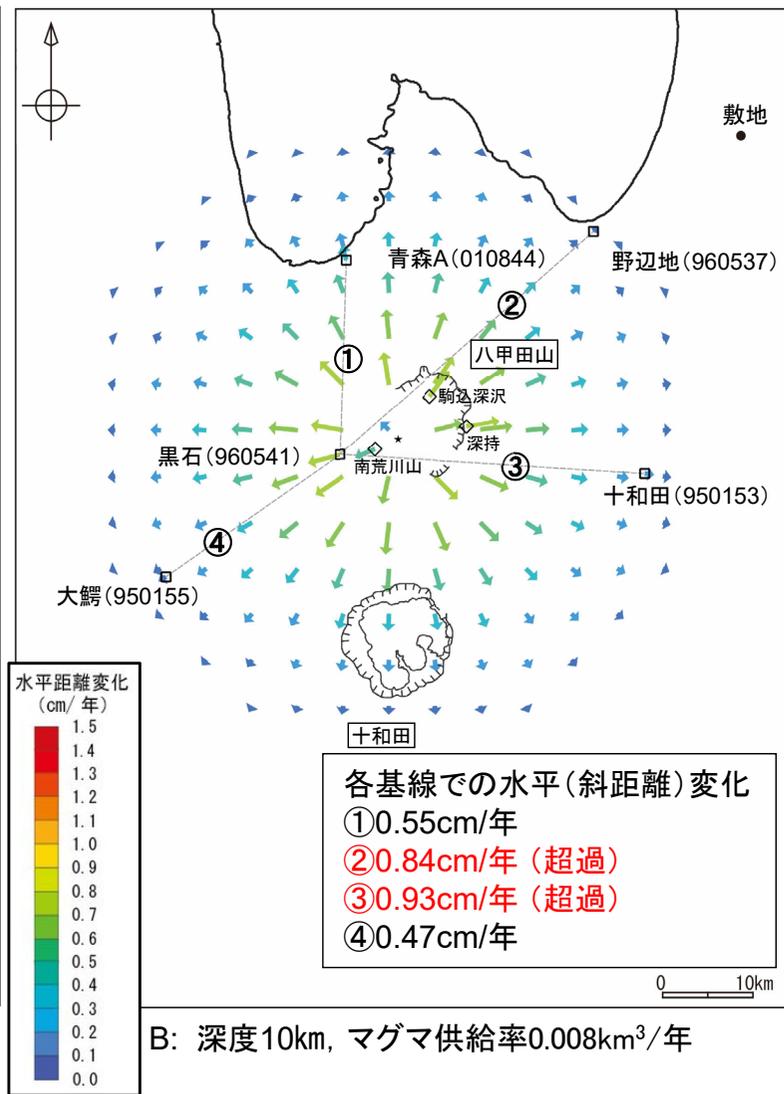
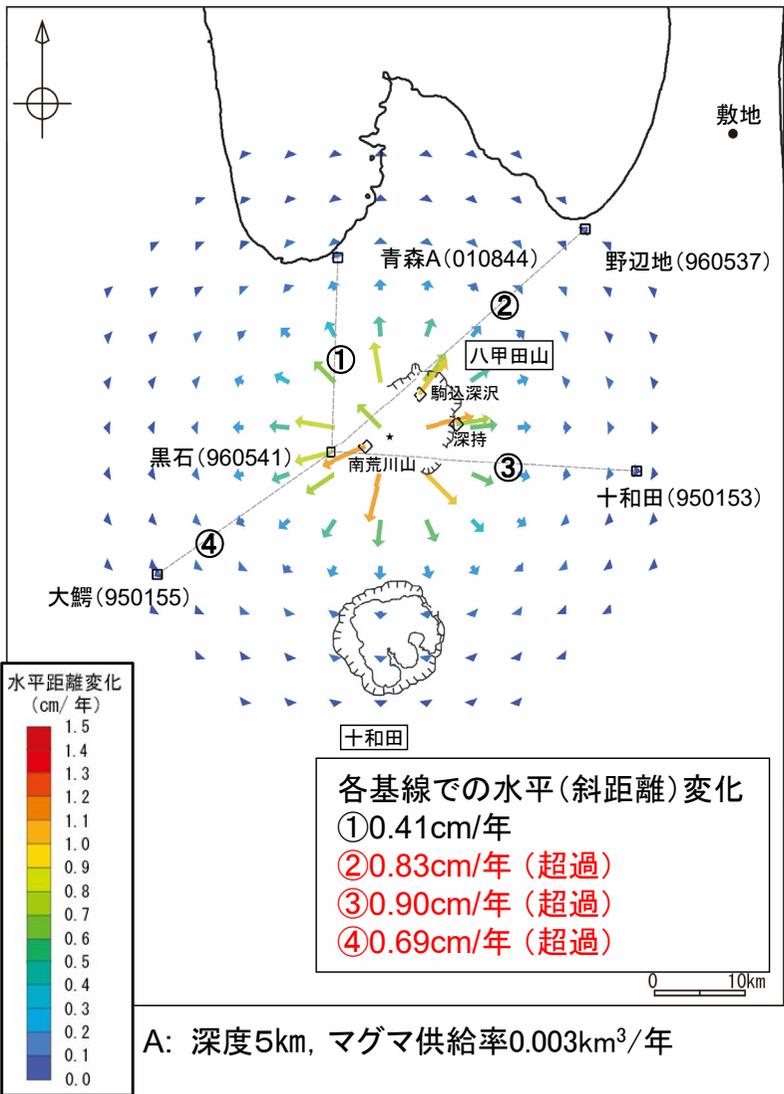
B:深度10km, マグマ供給率 $0.013\text{km}^3/\text{年}$



管理基準の超過イメージ

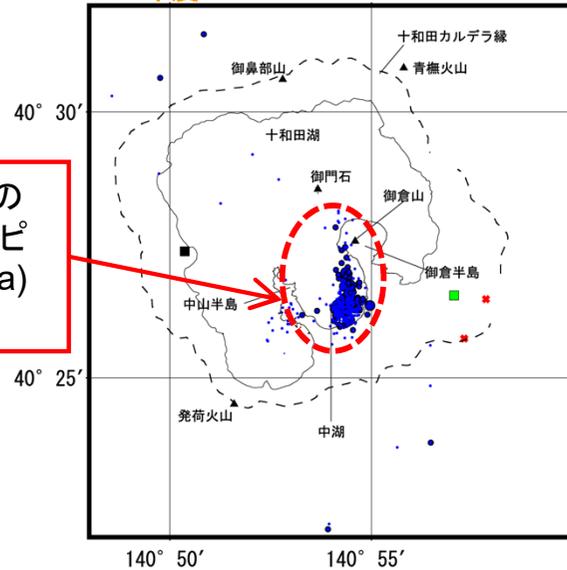
5.1.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の管理基準の関係 〔判断基準を超過するマグマ供給率:八甲田山 水平〕

➤ Kozono et al.(2013)式より得る水平変化が、八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率 $0.003\text{km}^3/\text{年}$ で基線②③④、深度10kmではマグマ供給率 $0.008\text{km}^3/\text{年}$ で基線②③の管理基準幅 3σ を上回った。



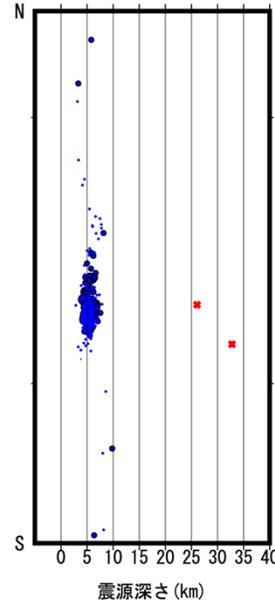
5.2.1 地震活動の活発化事例 〔十和田：2014年1月〕

2013年度 震央分布図

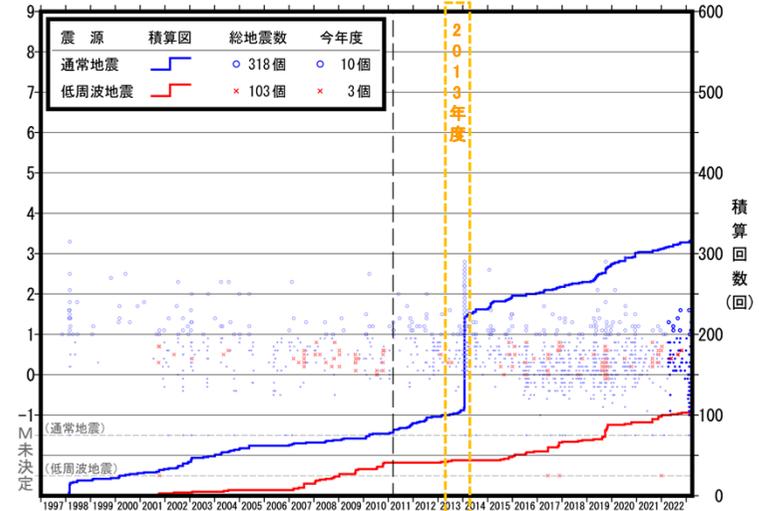


後カルデラ期の最新噴火エピソード(十和田a)の火口位置

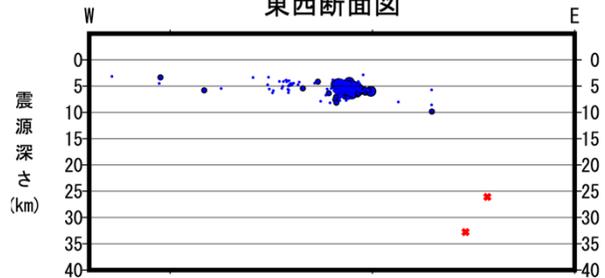
南北断面図



地震活動経過図及び回数積算図



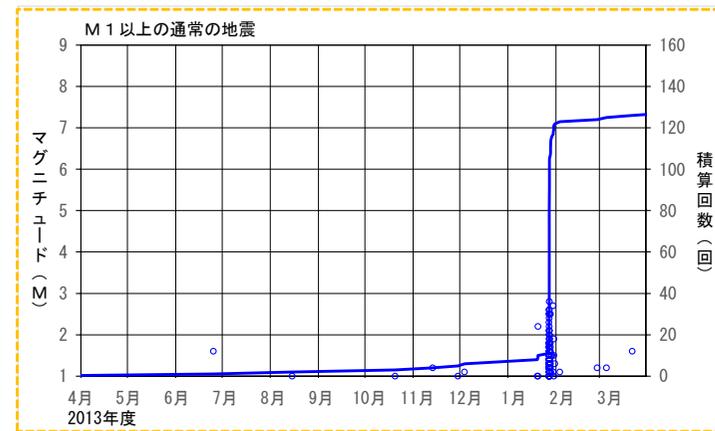
東西断面図



注) 『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。

・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

2013年度



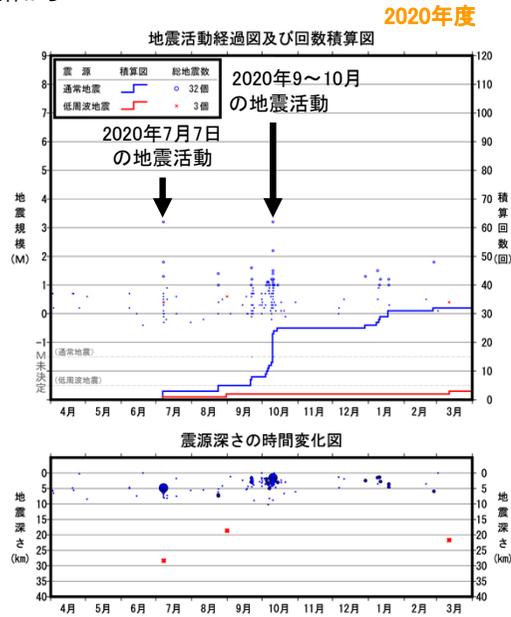
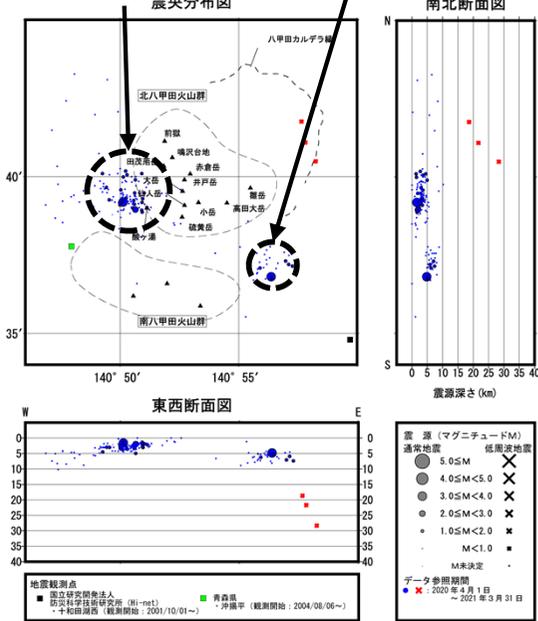
- ・地震は、十和田の後カルデラ期の最新の噴火エピソード(十和田a)の火口である十和田湖中湖付近及びその周辺の震源深さ5km~10km付近に集中する一方で、低周波地震はそれらよりやや深い25km~35km付近で発生している。
- ・「十和田の火山活動解説資料(平成26年1月)」(気象庁, 2014)によると、2014年1月27日昼前から夜にかけて地震活動が活発な状況になったが、27日の夜から地震回数は減少し、2月に入ってから概ね静穏な状況であり、低周波地震、火山性微動は観測されていないとしている。また、火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められず、2007年12月1日の噴火予報(平常)の発表以降、予報警報事項に変更はないとしている。
- ・2014年1月にM1以上の通常の地震が115(回/月)観測されたが、それに伴う噴火実績が無いことを踏まえ、M1以上の通常の地震の管理基準を120(回/月)とした。

5.2.1 地震活動の活発化事例 〔八甲田山:2020年〕

■一元化震源処理データ

2020年9～10月の地震活動範囲
北八甲田火山群の火山体から
やや西方に位置する

2020年7月7日の地震活動範囲
北八甲田火山群の火山体から
やや南東に位置する



■気象庁(2021)

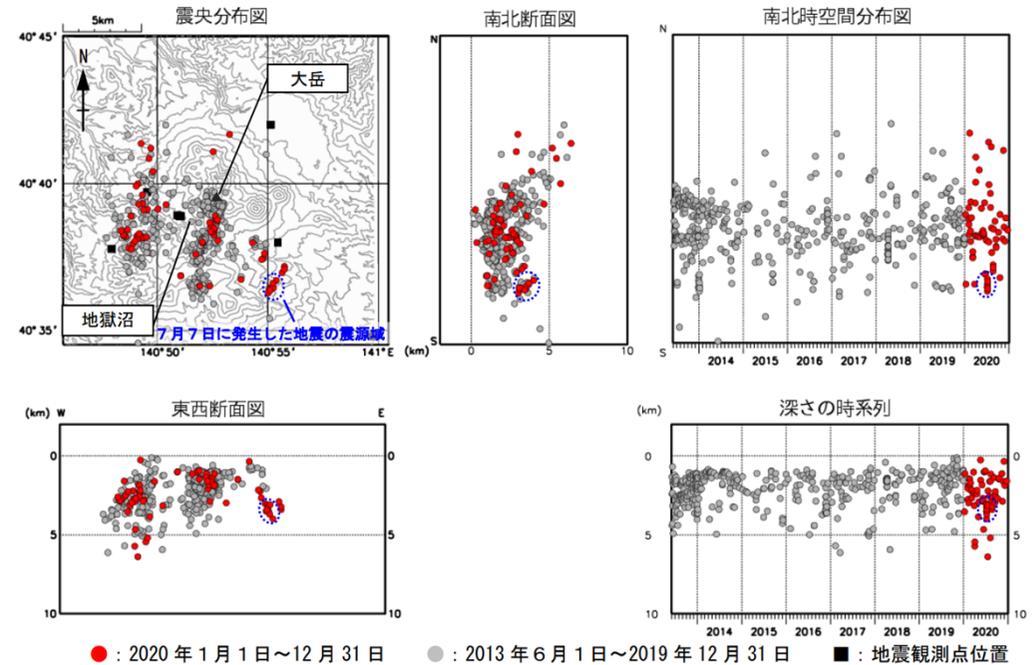


図20 八甲田山 地震活動 (2013年6月～2020年12月)

注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
 ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
 ・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

7月7日に大岳山頂の南東6km付近でマグニチュード3.2の地震(青破線)が発生しましたが、噴気活動、地殻変動等に変化はみられず火山活動の活発化は認められていません。

・気象庁(2021):令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動

- ・「令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動」(気象庁, 2021)によると、2020年7月7日に大岳山頂の南東約6km付近を震源とする地震(最大マグニチュード3.2)が発生したとしている。噴気活動、地殻変動等に変化は見られず火山活動の活発化は認められないとしている。
- ・「令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動」(気象庁, 2021)によると、地震活動は概ね低調で、噴気活動及び地殻変動に特段の変化はなく、火山活動は静穏に経過したとしている。
- ・2020年10月にM1以上の通常の地震が17(回/月)観測されたが、観測期間内において最多の地震数であった。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について



・十和田・八甲田山における地震活動について、他のカルデラ火山における地震活動の傾向と比較するため、以下の火山の地震回数の経時変化を確認した。

- ・支笏カルデラ(樽前山)
- ・洞爺カルデラ(有珠山)
- ・阿蘇カルデラ(阿蘇山)
- ・加久藤・小林カルデラ(霧島山)
- ・始良カルデラ(桜島)
- ・鬼界カルデラ(薩摩硫黄島)

- ()内は気象庁による常時観測対象の活火山名
- ・地震データは一元化処理震源データを用いた。
- ・地震の抽出方法は、十和田・八甲田山と同等とし、M1以上の通常の地震及び低周波地震を抽出した。

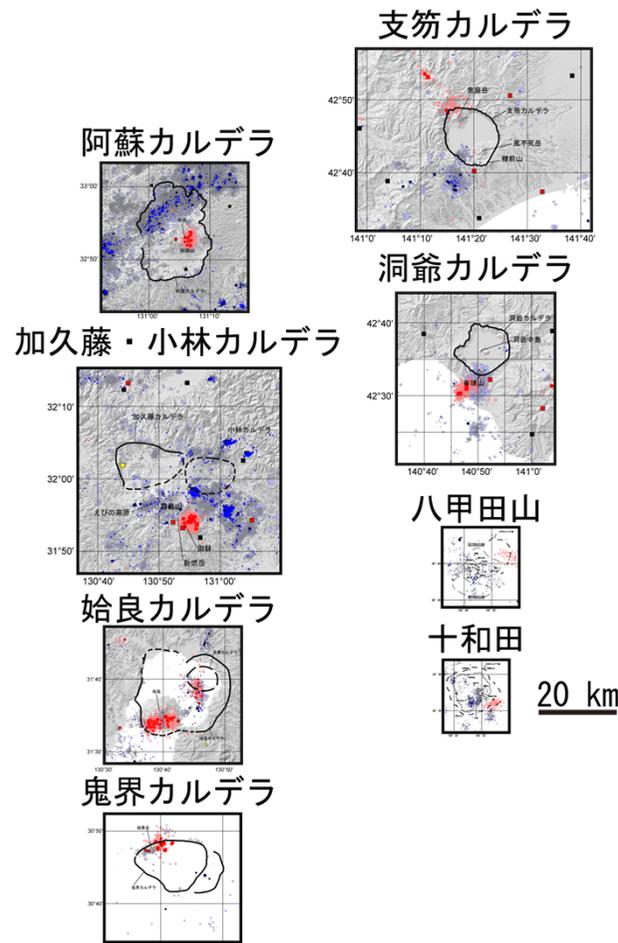
検討対象カルデラ火山位置図

背景: 20万分の1日本火山図 (Ver.1.0d) : <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/index.html>
のカルデラのみ表示した地図に加筆。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について

- ・カルデラ火山の平均，最多地震回数を整理した。
- ・火山ごとに地震抽出範囲の大きさや地震観測点の密度が異なるため，地震回数を直接比較することは困難であるが，いずれの火山においても「M1以上の通常の地震」と「低周波地震」の平均回数*は1桁(回/月)以下である。
- ・「M1以上の通常の地震」の最多回数*は，洞爺カルデラ(有珠山2000年噴火に伴う)の1082(回/月)である。
- ・「低周波地震」の最多回数*は，始良カルデラの38(回/月)である。

* 阿蘇カルデラは平成28年(2016年)熊本地震以降を除く期間(1997年~2015年)。



地震抽出範囲の同一縮尺による比較

火山	M1以上の通常の地震		低周波地震			
	平均 (回/月)	最多 (回/月)	平均 (回/月)	最多 (回/月)	最多	
十和田・八甲田山の管理基準	—	120	—	30	—	
十和田	1	115	2014年1月	0.3	8	2019年9月
八甲田山	1	17	2020年10月	0.2	5	2014年1月, 2015年5月, 2018年4月, 2019年6月
支笏カルデラ	3	343	2014年7月	0.3	3	2005年6月, 2006年3月, 2006年8月, 2013年6月, 2016年3月
洞爺カルデラ	5	1082	2000年3月	0.8	8	2002年2月, 2007年2月, 2019年6月
阿蘇カルデラ	32	4198	2016年4月	1	13	2019年8月
※ 阿蘇カルデラ	9	111	1999年3月	1	8	2003年11月
加久藤・小林カルデラ	9	105	2012年6月	2	15	2020年8月
始良カルデラ	2	61	2015年8月	3	38	2000年12月
鬼界カルデラ	0.2	3	2010年12月	0.3	6	2001年5月, 2014年6月

地震回数の抽出期間は1997年~2023年3月とした。

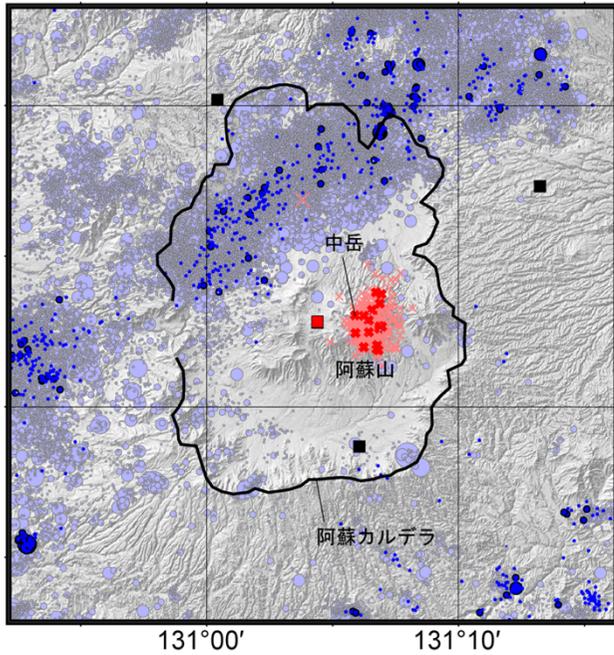
※ 平成28年(2016年)熊本地震以降を除く期間(1997年~2015年)。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔阿蘇カルデラ(阿蘇山)〕

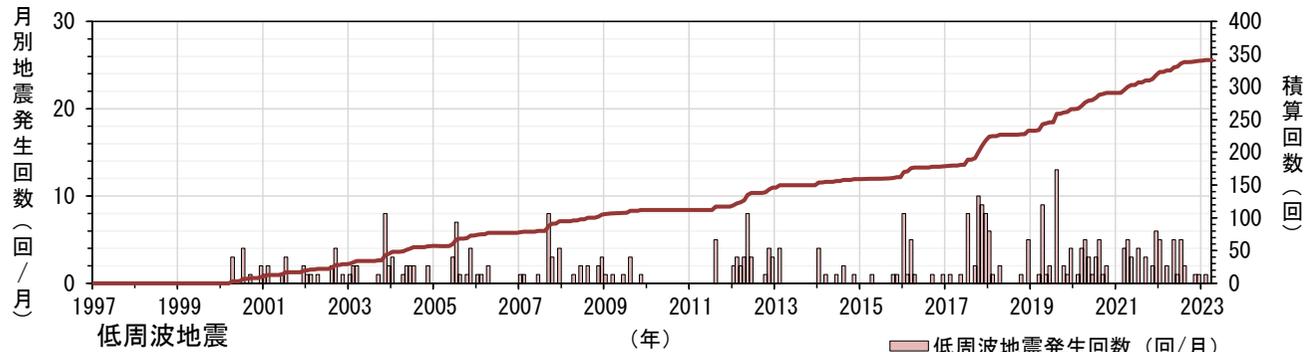
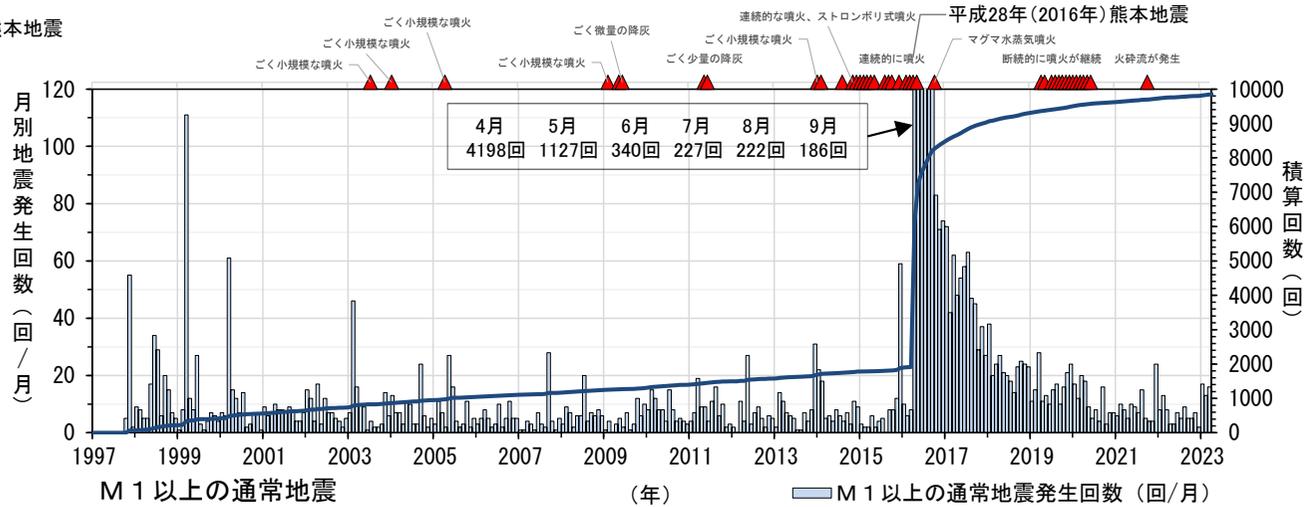
震央分布図

平成28年(2016年)熊本地震の活動領域

平成28年(2016年)熊本地震の活動領域



地震観測点
 ■ 気象庁
 ■ 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (Hi-net)



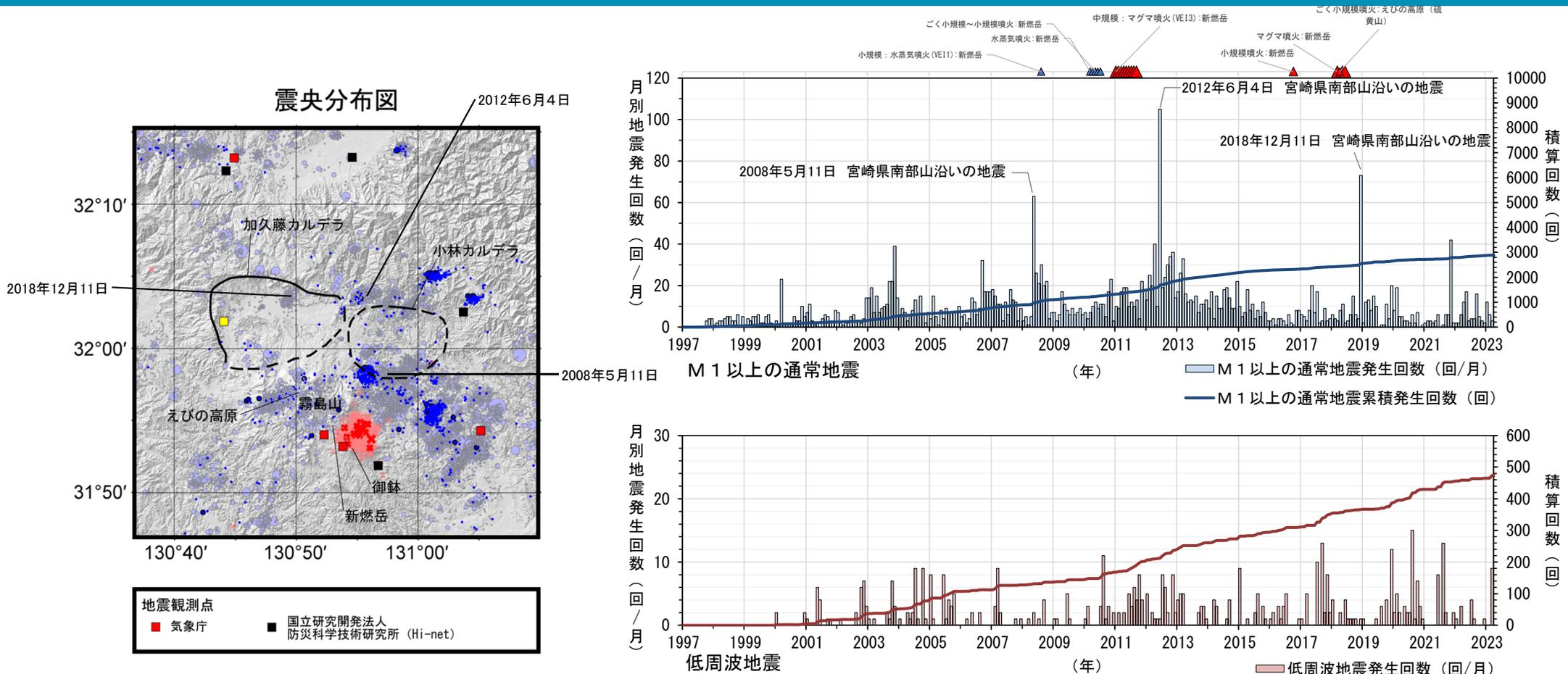
注)・『K: 気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S: 参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。ただし、『2: 他機関依存, 3: 人工地震, 4: ノイズ等』は除く。
 ・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
 ・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

特記事項

全観測期間におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約32回/月である。
 平成28年(2016年)熊本地震以前の1997年～2015年におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約9回/月である。

・気象庁HP, 阿蘇山 有史以降の火山活動 : https://www.data.jma.go.jp/vois/data/fukuoka/503_Asosan/503_history.html (2023/4/12閲覧)
 ・気象庁(2023): 令和4年(2022年)の有珠山の火山活動。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔加久藤・小林カルデラ(霧島山)〕

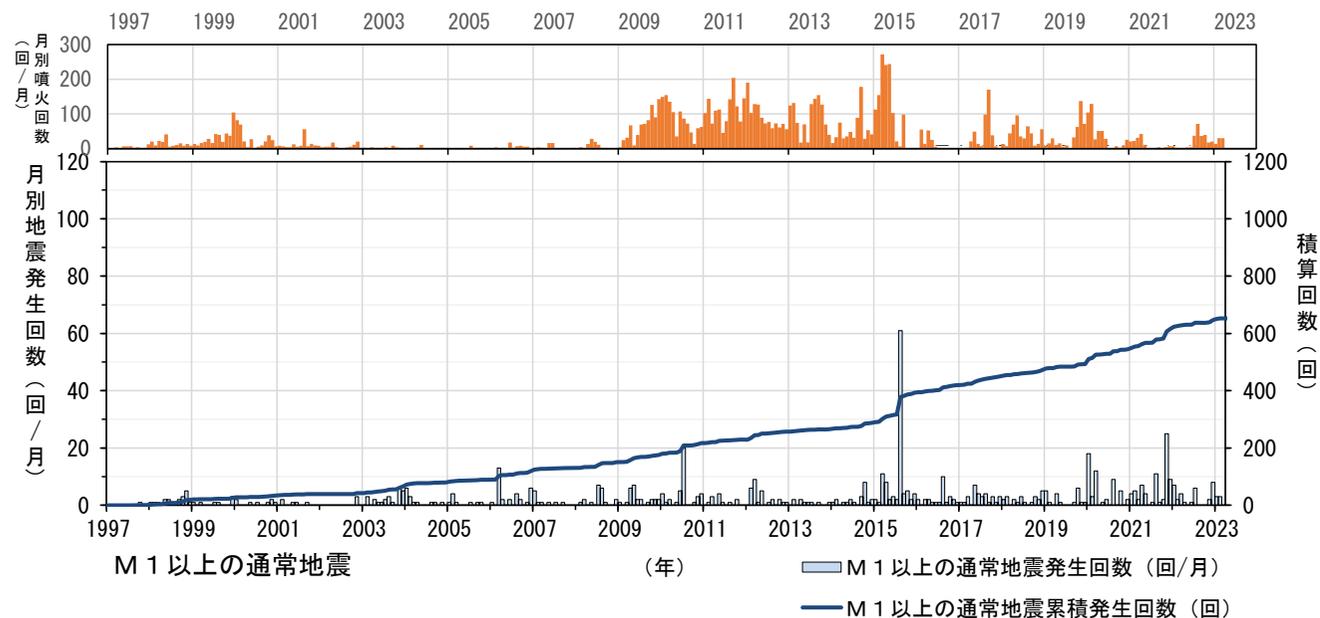
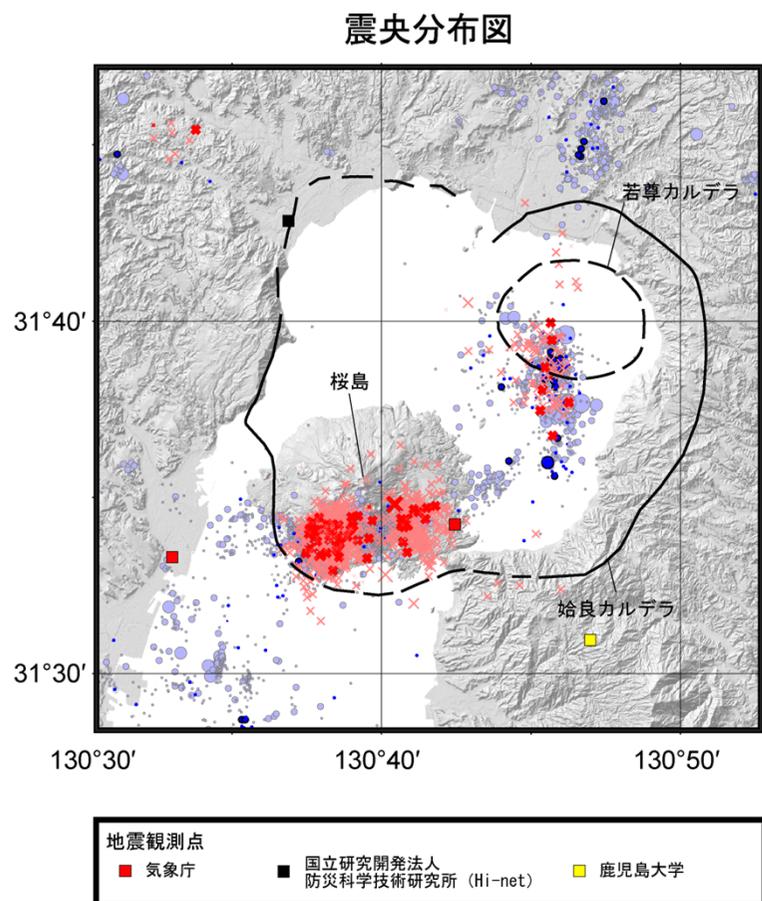


注) 『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったものを合わせて表示している。ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
 ・通常地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
 ・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

特記事項

全観測期間におけるM1以上の通常地震の平均地震回数は約9回/月である。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔始良カルデラ(桜島)〕

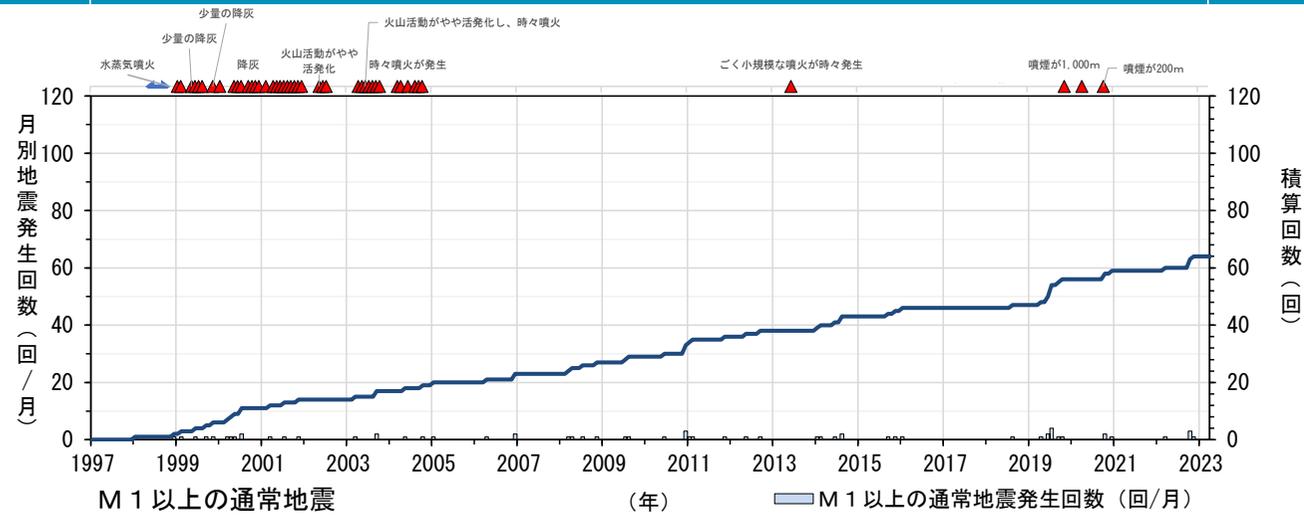
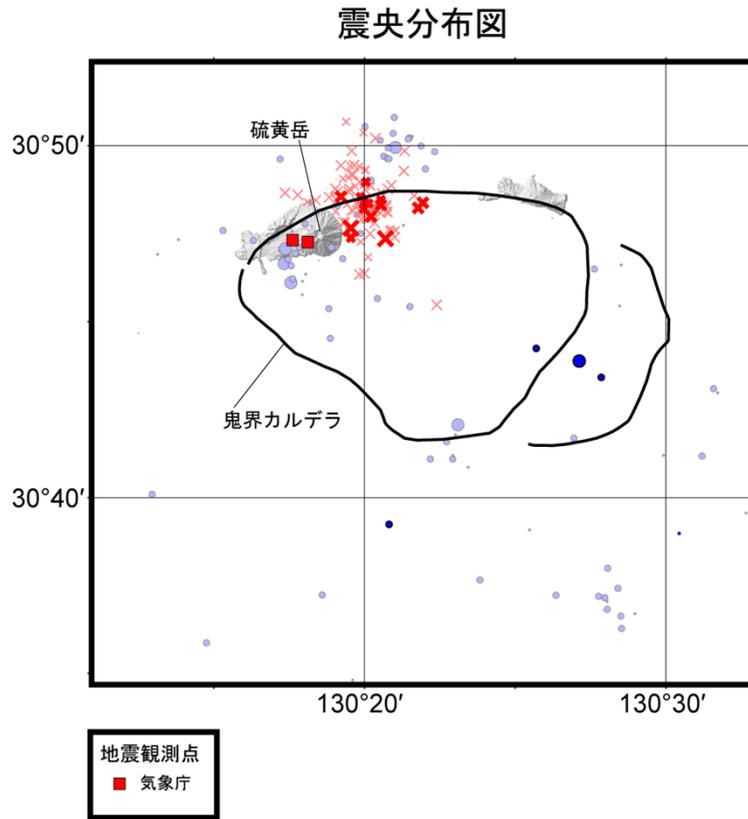


注) 『K: 気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S: 参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2: 他機関依存, 3: 人工地震, 4: ノイズ等』は除く。
・通常地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

特記事項

全観測期間におけるM1以上の通常地震の平均地震回数は約2回/月である。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔鬼界カルデラ(薩摩硫黄島)〕



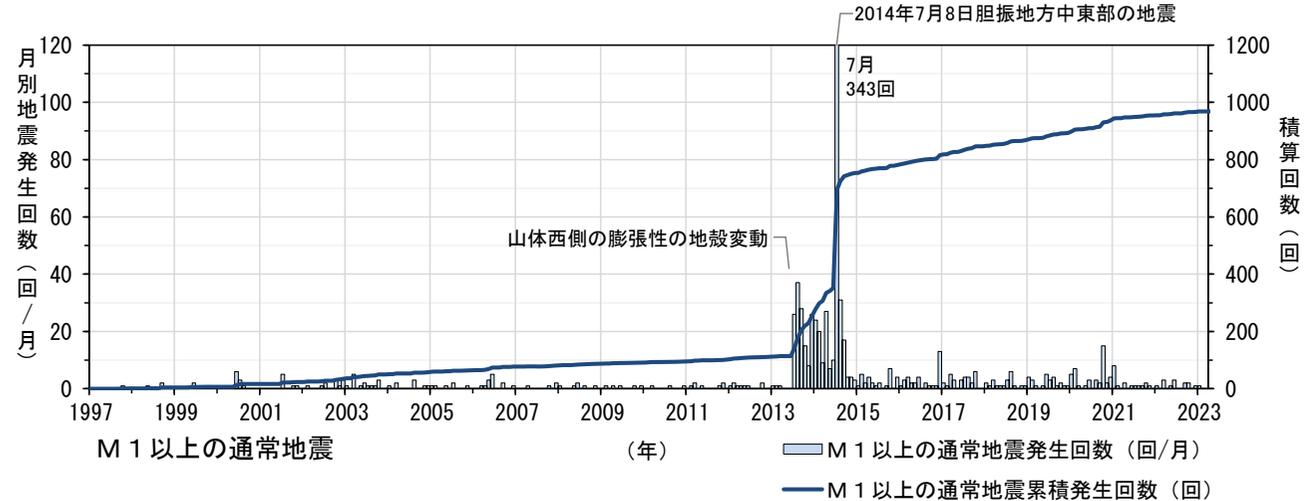
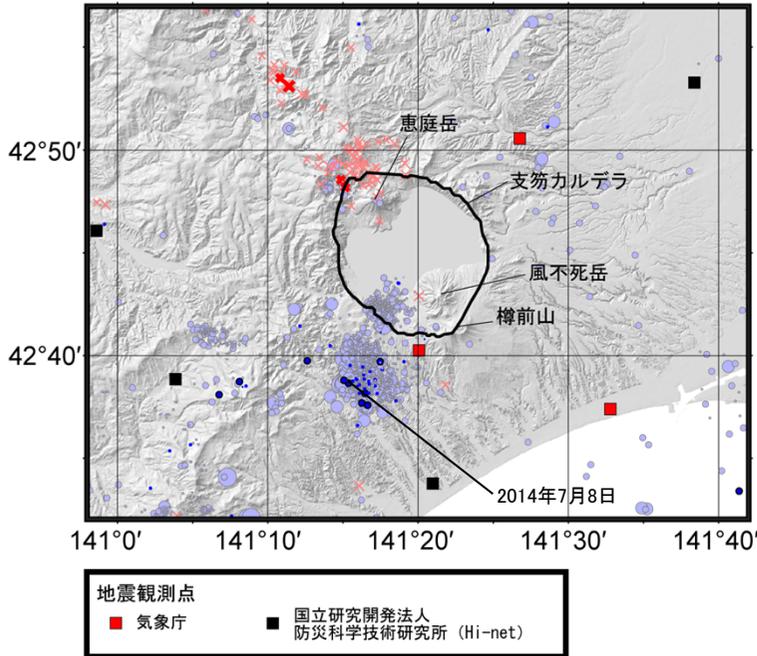
注) 『K: 気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S: 参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2: 他機関依存, 3: 人工地震, 4: ノイズ等』は除く。
・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

特記事項

全観測期間におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は1回未満/月である。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔支笏カルデラ(樽前山)〕

震央分布図



注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったものを合わせて表示している。ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

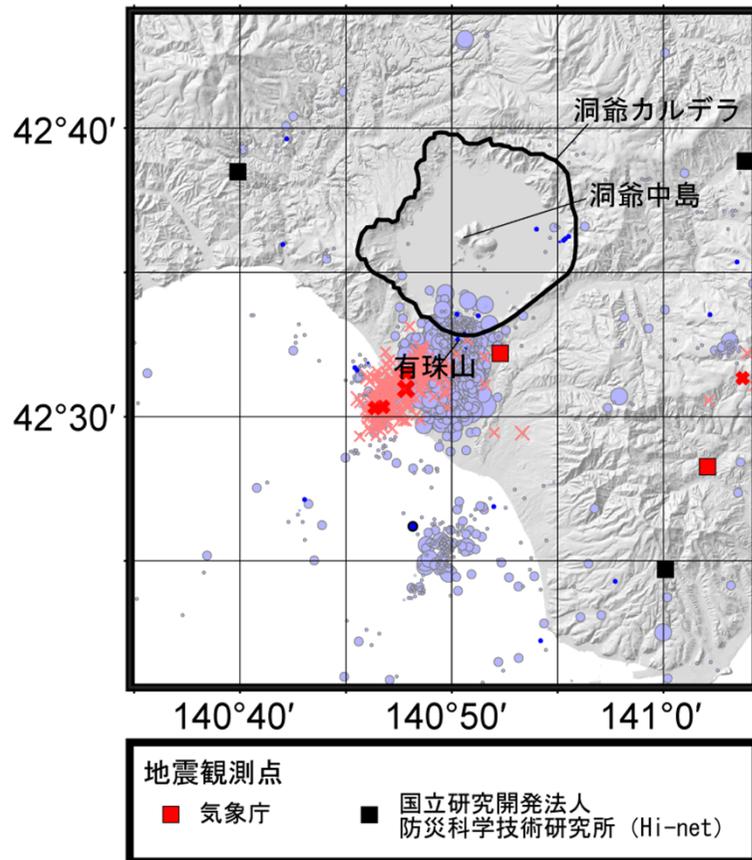
特記事項

観測期間中に噴火活動は認められていない。全観測期間におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約3回/月である。2013年6月～7月に、山体西側の膨張性の地殻変動が観測され、一時的にM1以上の通常の地震が約10～40回/月に増加した。気象庁(2015)によると、2014年7月8日、白老町で震度5弱を観測する胆振地方中東部の地震があったが、この地震の発生前後で樽前山の火山活動に特段の変化は認められないとしている。2015年以降におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約2回/月である。

・気象庁HP、樽前山 有史以降の火山活動 : https://www.data.jma.go.jp/vois/data/sapporo/109_Tarumae/109_history.html (2023/4/12閲覧)
・気象庁(2015):平成26年(2014年)の樽前山の火山活動。

5.2.2 他のカルデラ火山における地震回数について 〔洞爺カルデラ(有珠山)〕

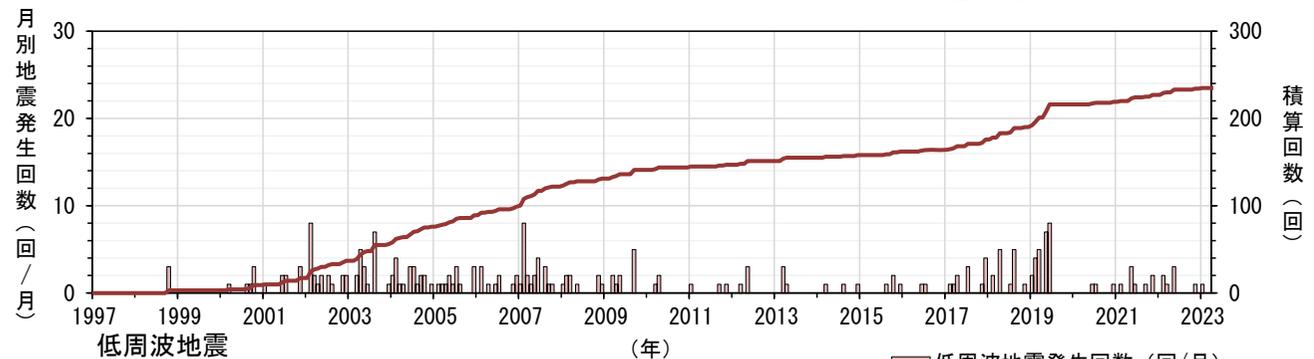
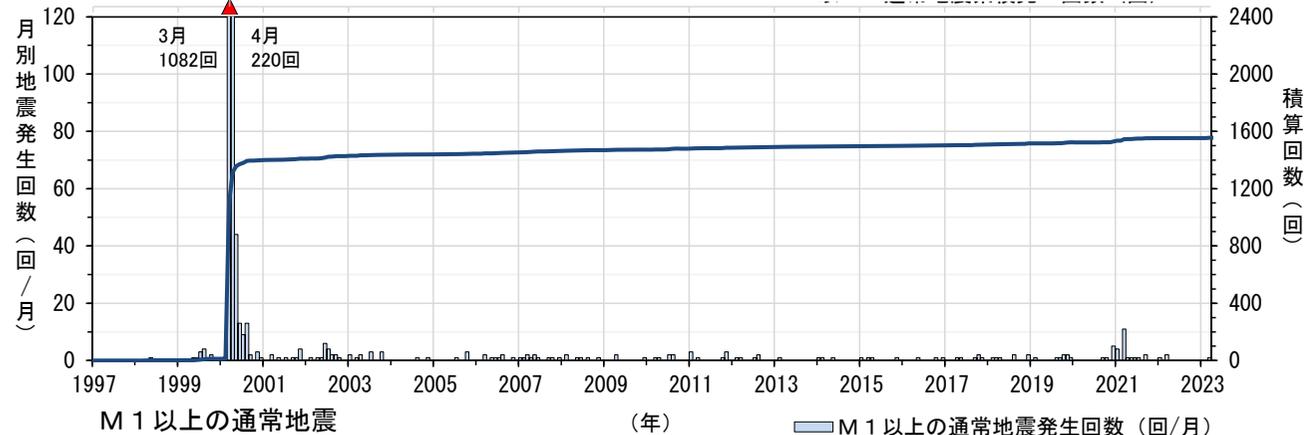
震央分布図



特記事項

全観測期間におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約5回/月である。
2000年3月27日から地震が増加し、3月31日にマグマ水蒸気噴火が発生した。この期間に、M1以上の通常の地震が1082回観測された。
その後も噴火を繰り返していたが、2001年9月を最後に、火山灰の噴出は見られなくなった。
2001年以降におけるM1以上の通常の地震の平均地震回数は約1回/月である。

小規模：マグマ水蒸気噴火



注) 『K: 気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S: 参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2: 他機関依存, 3: 人工地震, 4: ノイズ等』は除く。
・通常の地震回数はM1以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

5.3 公的機関の発表情報〔十和田〕

公的機関による観測資料 (発表月)		概要	
地震・火山月報(防災編) ^{※1}		噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意) 2023年2月に, 中湖付近の深さ5km 前後の領域で地震回数が一時的に増加したが, その他の火山活動に特段の変化は認められない。これ以外の期間では, 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。	
2022年度 の活動	定例会	第150回 (7月)	火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。
		第151回 (12月)	火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。
	拡大幹事会	(十和田に関する開催なし)	
火山活動解説資料 ^{※3} (2022年4月~2023年3月)		2023年2月に, 中湖付近の深さ5km前後の領域で地震回数が一時的に増加したが, その他の火山活動に特段の変化は認められない。これ以外の期間では, 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。	
地殻変動観測の概況 ^{※4}		(十和田に関する記載なし)	

※1: 毎月15日頃に, 前月分の分析結果が発行される。

※2: 火山噴火予知連絡会は毎年6月, 12月を目途に定例会が開催されるほか, 臨時で拡大幹事会が開催される。
また, 報道発表資料も参考とした。

※3: 毎月上旬頃に, 前月分の結果が発行される。

※4: 毎月上旬頃(もしくは毎月下旬頃)に, 前月分(もしくは当月分)の結果が発行される。

特記事項

- ・噴火なし
- ・警戒情報なし: 噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意

5.3 公的機関の発表情報〔十和田〕

（公的機関の発表情報①：火山活動解説資料（令和5年2月，3月））

十和田の活動概要

2023年2月に，中湖付近の深さ5km前後の領域で地震回数が一時的に増加したが，その他の火山活動に特段の変化は認められない。これ以外の期間では，火山活動に特段の変化はなく，静穏に経過しており，噴火の兆候は認められない。噴火予報（噴火警戒レベル1，活火山であることに留意）の予報事項に変更はない。

参考図表



図1 十和田 中湖周辺の状況（3月30日）

（2023年3月）銀山監視カメラによる観測では，噴気や湖面の異常等は認められなかった。

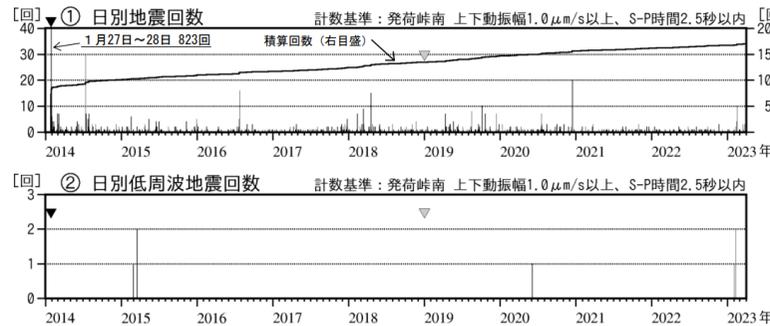


図2 十和田 日別地震回数（2014年1月～2023年3月）

- ・地震計数に使用した観測点は次のとおりです。（角カッコ内は地震回数の計数基準）
- ▼観測開始 2014年1月27日～ 防災科学技術研究所小坂観測点 【振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内】
- ▲ 2019年1月1日～ 発荷峠南観測点 【振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2.5秒以内】
- ・2014年1月27日～28日に増加がみられた地震の震源は，中湖付近の深さ5km前後でした。

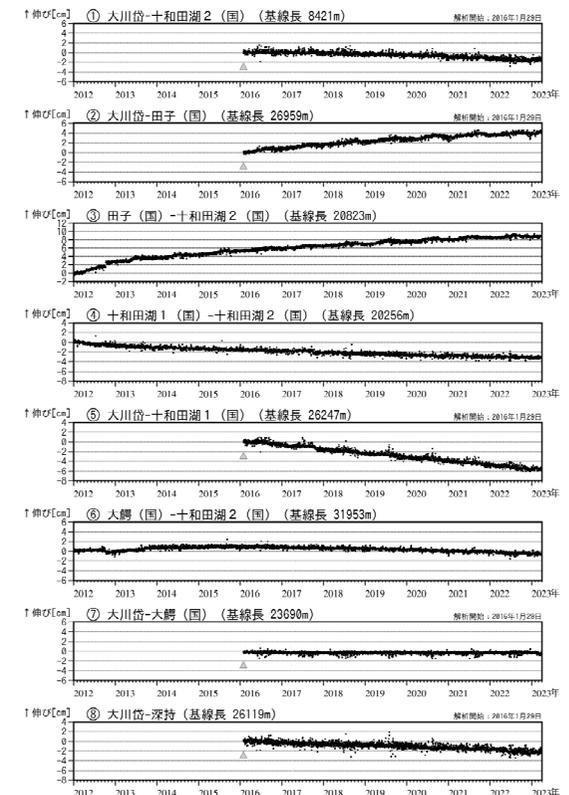


図3 十和田 GNSS 基線長変化図（2012年1月～2023年3月）

- ・①～⑧は図4のGNSS観測点①～⑧に対応しています。
- ・（国）は国土地理院の観測点を示します。
- ・▲：解析開始を示します。

（2023年3月）火山活動によると思われる変化は認められなかった。

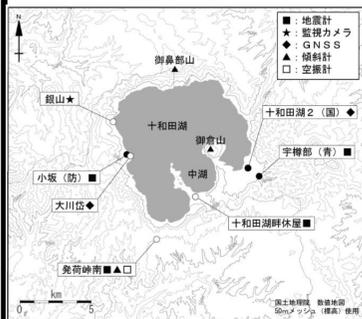


図4 十和田 観測点配置図
白丸（○）は気象庁、黒丸（●）は気象庁以外の機関の観測点位置
（国）：国土地理院 （防）：防災科学技術研究所 （青）：青森県

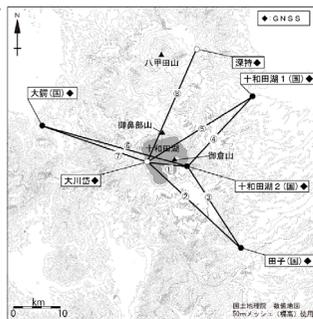


図5 十和田 GNSS 観測点配置図
白丸（○）は気象庁、黒丸（●）は気象庁以外の機関の観測点位置
（国）：国土地理院

（2023年2月）2023年2月1日と9日に低周波地震が観測され，13日から14日にかけて一時的な火山性地震の増加がみられた。これらの地震の震源は中湖付近の深さ5km 前後と推定された。この領域では観測開始以降，定期的な地震活動がみられている。より浅い場所を震源とする火山性地震，火山性微動は観測されなかった。（2023年3月）観測開始以降確認している深さ5km前後で発生している地震は，今期間は少ない状態で経過した。低周波地震，火山性微動は観測されなかった。より浅い場所を震源とする火山性地震は観測されなかった。

5.3 公的機関の発表情報〔十和田〕

(公的機関の発表情報②:2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

十和田の活動概要

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

参考図表

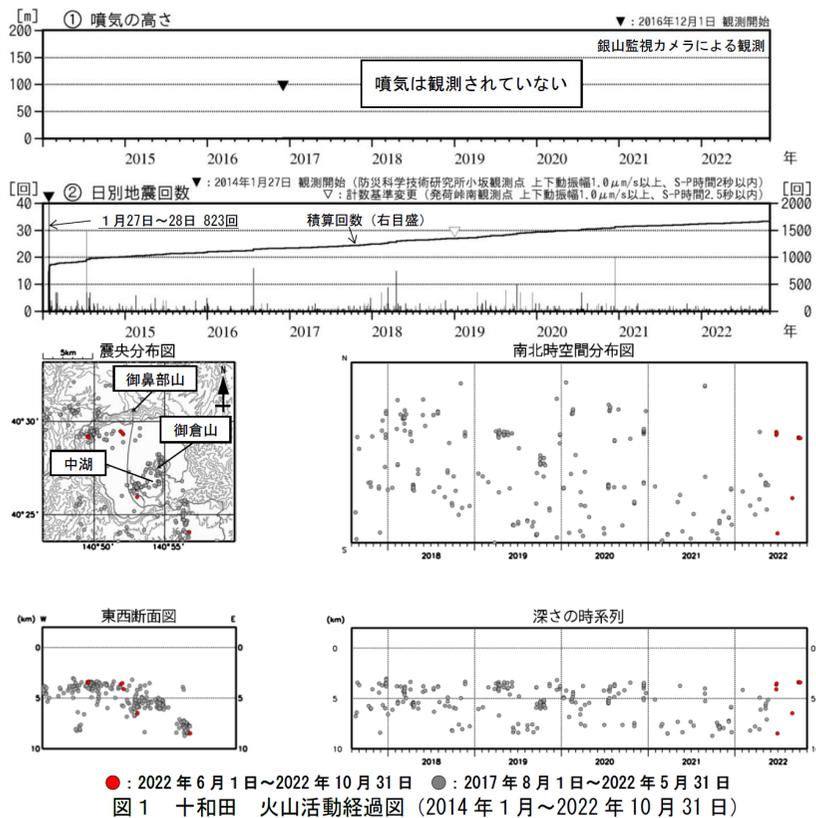


図1 十和田 火山活動経過図 (2014年1月~2022年10月31日)

監視カメラによる観測では、噴気や湖面の異常等は認められなかった。火山性地震は少ない状態で経過し、火山性微動は観測されなかった。観測開始以降確認している深さ5km前後で発生している地震は、今期間は少ない状態で経過し、より浅い所を震源とする火山性地震は観測されなかった。

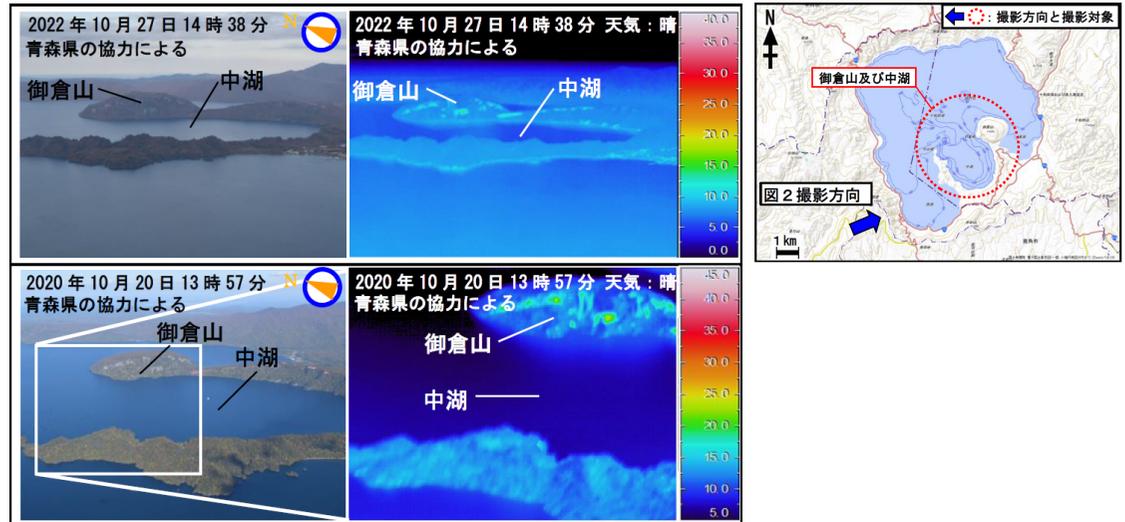


図2 十和田 上空から撮影した御倉山及び中湖の状況と地表面温度分布

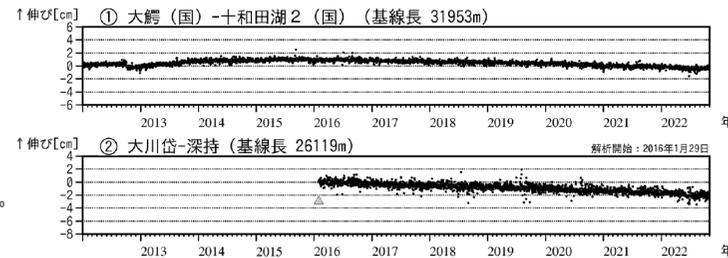


図3 十和田 GNSS 基線長変化図 (2012年1月~2022年10月)

過去の観測(2020年10月20日)と同様、明瞭な地熱域は認められなかった。GNSS連続観測では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

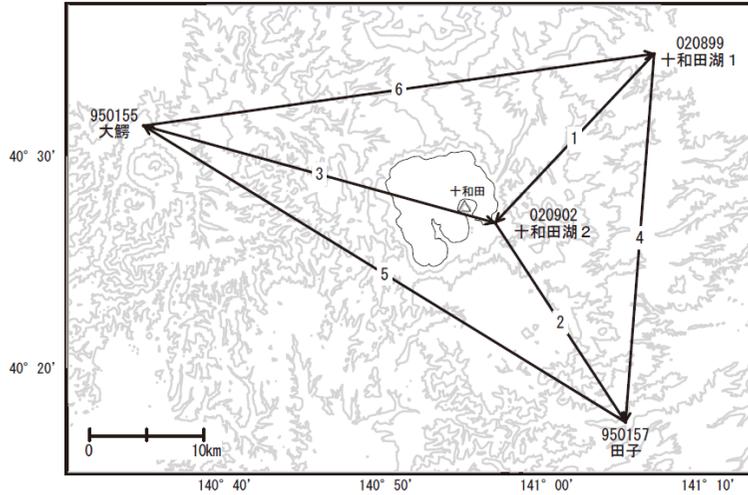


5.3 公的機関の発表情報〔十和田〕

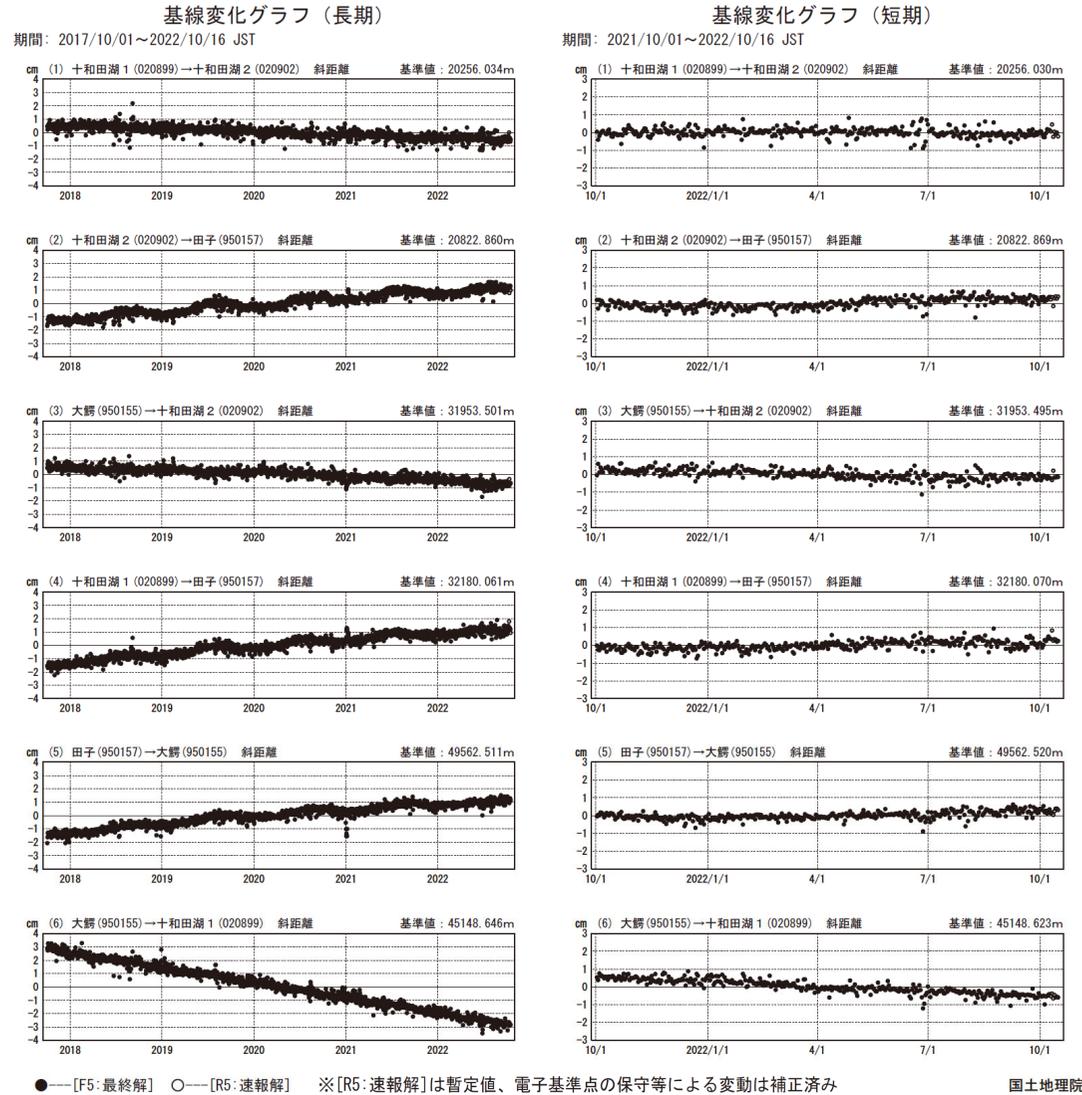
(公的機関の発表情報③: 2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

参考図表

十和田周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



GNSS連続観測結果では、顕著な地殻変動は見られない。



国土地理院

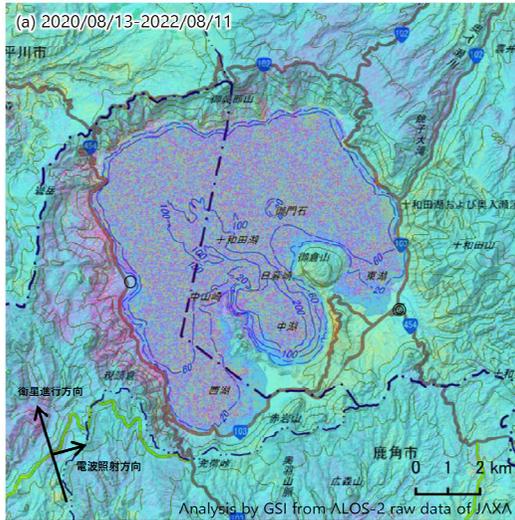
国土地理院(2022)

5.3 公的機関の発表情報〔十和田〕

(公的機関の発表情報④):2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

参考図表

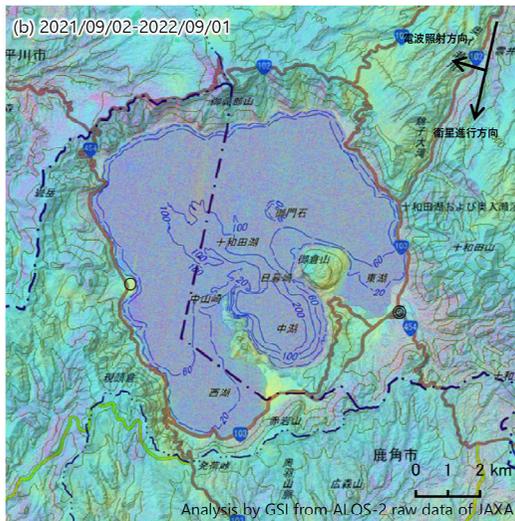
【参考】地理院地図上で公開された、国土地理院による干渉SAR時系列解析結果



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/08/13 2022/08/11 23:25頃 (728日間)	2021/09/02 2022/09/01 11:42頃 (364日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	31.0°	38.6°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-99m	-21m

* U: 高分解能(3m)モード
H: 高分解能(6m)モード
◎ 国土地理院GNSS観測点
○ 国土地理院以外のGNSS観測点

近づく (隆起、西向) ← → 遠ざかる (沈降、東向)
衛星一地表視線方向の変位量 [cm]

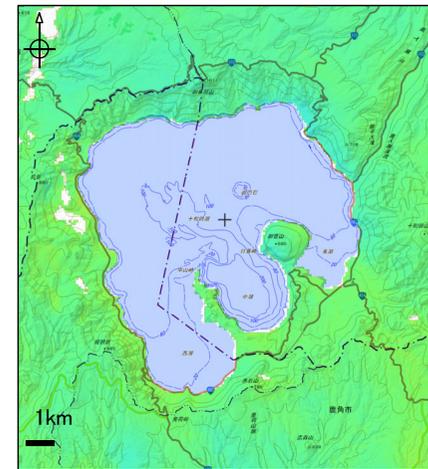


近づく (隆起、東向) ← → 遠ざかる (沈降、西向)
衛星一地表視線方向の変位量 [cm]

背景: 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

ノイズレベルを超える
変動は見られない。

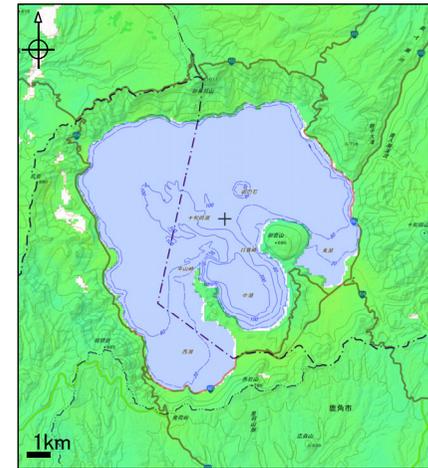
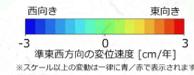
国土地理院(2022)



変位速度(準東西方向)

SAR衛星	だいち2号	
変動方向	準東西方向	
観測期間	(1) 2014年08月06日 ~2022年09月03日	(2) 2014年08月08日 ~2022年12月19日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	32.37-42.90°	32.17-43.12°
データ数	11-31(全909)	8-26(全823)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基線長の上界	200m	
観測間隔の上界	760日	1095日
対流圏補正	有り	
電離圏補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含む	

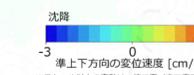
解析: 国土地理院 原初データ所有: JAXA



変位速度(準上下方向)

SAR衛星	だいち2号	
変動方向	準上下方向	
観測期間	(1) 2014年08月06日 ~2022年09月03日	(2) 2014年08月08日 ~2022年12月19日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	32.37-42.90°	32.17-43.12°
データ数	11-31(全909)	8-26(全823)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基線長の上界	200m	
観測間隔の上界	760日	1095日
対流圏補正	有り	
電離圏補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含む	

解析: 国土地理院 原初データ所有: JAXA



5.3 公的機関の発表情報〔八甲田山〕

公的機関による観測資料 (発表月)		概要	
2022年度 の活動	地震・火山月報(防災編) ^{※1}	噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意) 2023年3月に, 大岳山頂付近のやや浅いところが震源と推定される低周波地震を含む火山性地震の一時的な増加がみられたが, その他の火山活動に特段の変化は認められない。これ以外の期間では, 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。	
	火山噴火 予知連絡会 ^{※2}	定例会 第150回 (7月)	火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。
		定例会 第151回 (12月)	火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。
	拡大幹事会	(八甲田山に関する開催なし)	
	火山活動解説資料 ^{※3} (2022年4月～2023年3月)	2023年7月3日に大岳山頂の南約3km, 深さ約1km付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し, 日回数32回を観測した。また, 2023年3月に, 大岳山頂付近のやや浅いところが震源と推定される低周波地震を含む火山性地震の一時的な増加がみられた。これ以外の期間では, 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。	
地殻変動観測の概況 ^{※4}	(八甲田山に関する記載なし)		

※1: 毎月15日頃に, 前月分の分析結果が発行される。
 ※2: 火山噴火予知連絡会は毎年6月, 12月を目途に定例会が開催されるほか, 臨時で拡大幹事会が開催される。
 また, 報道発表資料も参考とした。
 ※3: 毎月上旬頃に, 前月分の結果が発行される。
 ※4: 毎月上旬頃(もしくは毎月下旬)に, 前月分(もしくは当月分)の結果が発行される。

特記事項

- ・噴火なし
- ・警戒情報なし: 噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意

5.3 公的機関の発表情報〔八甲田山〕

(公的機関の発表情報①: 火山活動解説資料(令和4年7月, 令和5年3月))

八甲田山の活動概要

2023年7月3日に大岳山頂の南約3km, 深さ約1km付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し, 日回数32回を観測した。また, 2023年3月に, 大岳山頂付近のやや浅いところが震源と推定される低周波地震を含む火山性地震の一時的な増加がみられた。これ以外の期間では, 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。

参考図表



図1 八甲田山 山頂部(3月30日)及び地獄沼周辺(3月29日)の状況

(2023年3月)大川原監視カメラ及び地獄沼監視カメラによる観測では, 噴気は認められなかった。

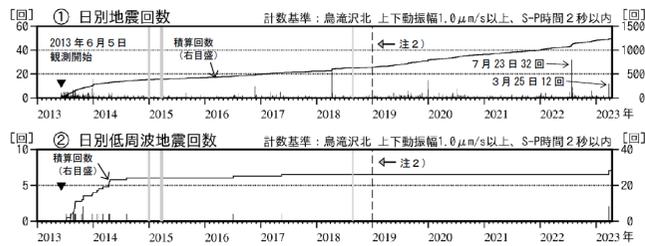


図2 八甲田山 日別地震回数(2013年6月~2023年3月)

・計数基準の変遷は次のとおりです。変更に伴い検知力が向上しています。
観測開始 2013年6月5日~ 青森県沖掃平観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
注2) 2019年1月1日~ 鳥渡沢北観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
・灰色部分は欠測を表しています。

(2023年3月)2023年3月25日に低周波地震を含む火山性地震の一時的な増加がみられた。大岳山頂付近のやや浅いところが震源と推定される。その他の火山活動に特段の変化は認められない。火山性微動は観測されなかった。

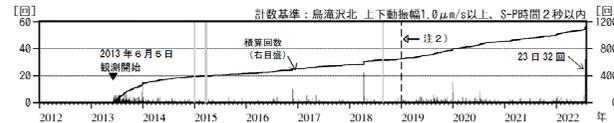


図2 八甲田山 日別地震回数(2013年6月~2022年7月)

・計数基準の変遷は次のとおりです。変更に伴い検知力が向上しています。
観測開始 2013年6月5日~ 青森県沖掃平観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
注2) 2019年1月1日~ 鳥渡沢北観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
・灰色部分は欠測を表しています。

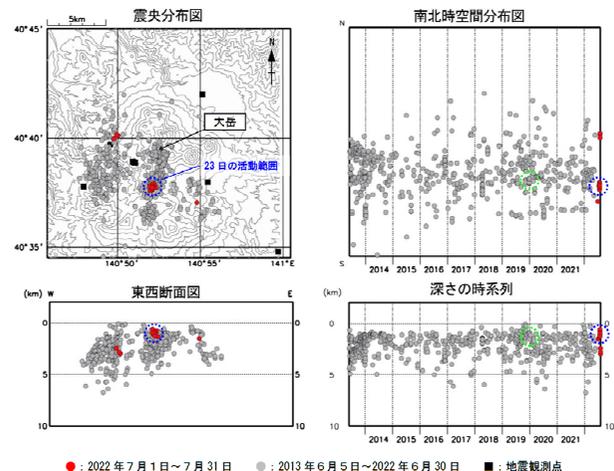


図3 八甲田山 地震活動(2013年6月~2022年7月)

(2022年7月)2023年7月23日に, 大岳山頂の南約3km, 深さ約1km付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し, 日回数32回を観測した。この領域では, 2019年12月29日から30日にかけて, 火山性地震を22回観測するなど, これまでも一時的な地震の増加がみられている。その他の期間, 火山性地震は少ない状態で経過した。火山性微動は観測されなかった。

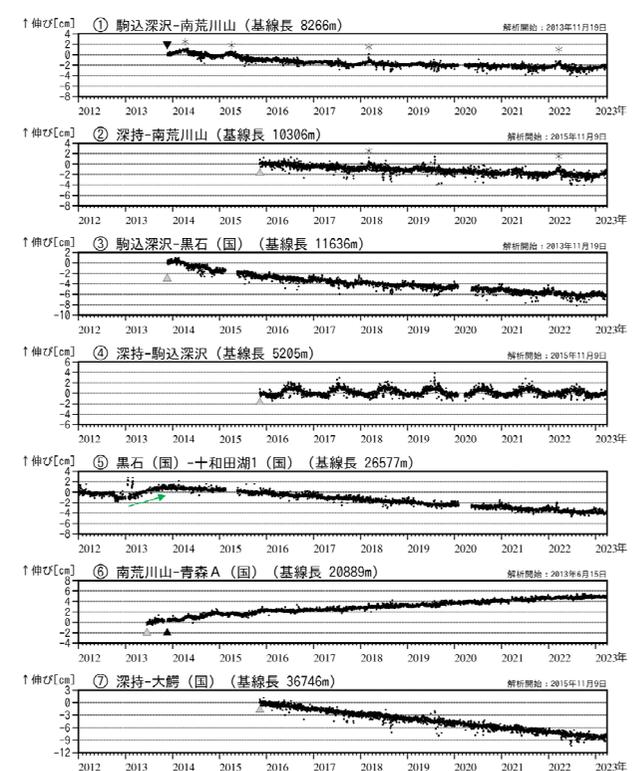


図4 八甲田山 GNSS 基線長変化図(2012年1月~2023年3月)

①~⑦は図6のGNSS基線①~⑦に対応しています。空白部分は欠測を示します。
・(国)は国土院の観測点を示します。・空自部分は欠測を示します。
▲: 2013年11月に南荒川山観測点の機器更新及び移設, 解析方法の変更を行いました。
△: 解析開始を示します。
*: 南荒川山観測点における積雪等の影響による変化とみられ, 火山活動に起因するものではないと考えられます。

(2023年3月)火山活動によると思われる変化は認められなかった。

5.3 公的機関の発表情報〔八甲田山〕

(公的機関の発表情報②):2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

八甲田山の活動概要

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

参考図

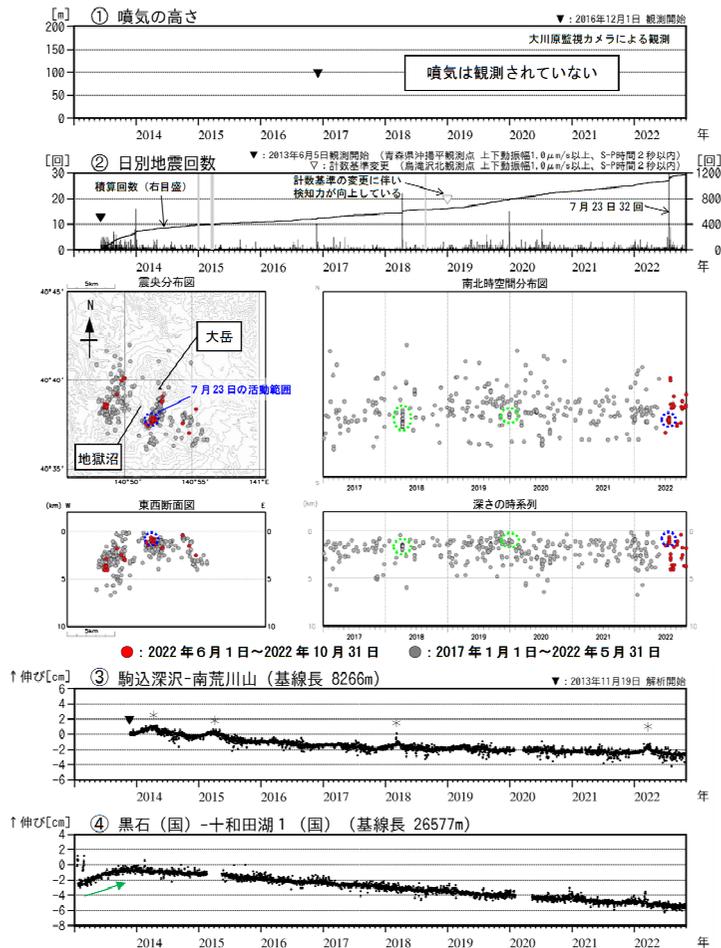


図1 八甲田山 火山活動経過図 (2013年1月~2022年10月31日)

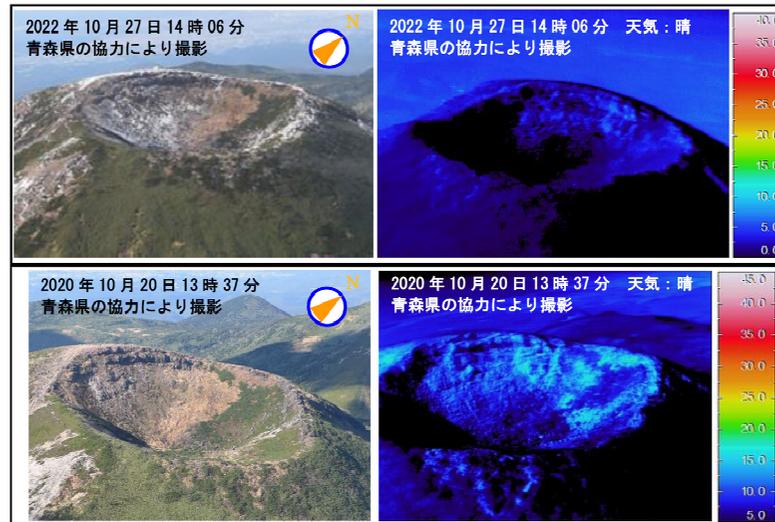
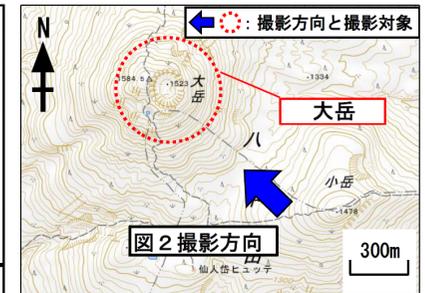
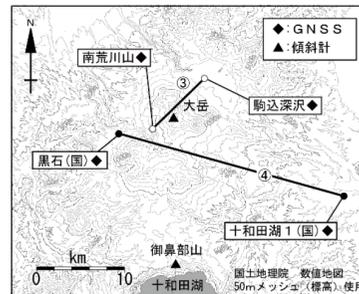


図2 八甲田山 上空から撮影した大岳の状況と地表面温度分布
・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。



写真と地表面温度分布の撮影方向と撮影対象



GNSS観測点配置図 (国): 国土地理院

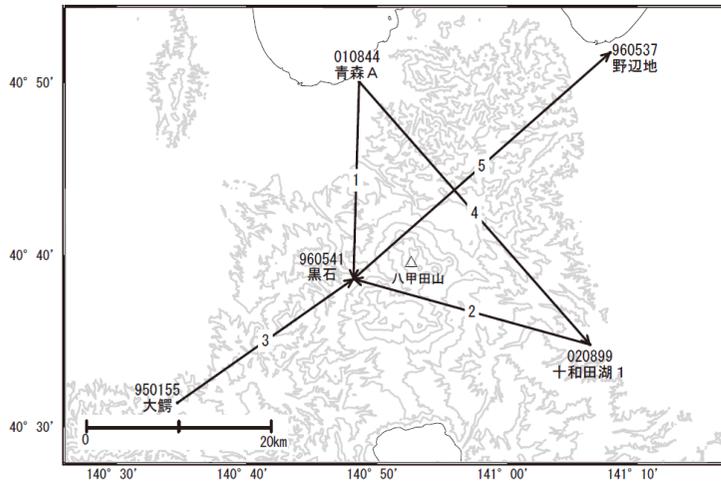
監視カメラによる観測では、噴気は認められなかった。火山性地震が2022年7月23日に一時的に増加(青破線)したが、その他の期間は少ない状態で経過した。この領域では、これまで一時的な地震の増加がみられている(緑破線)。火山性微動は観測されなかった。GNSS連続観測では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。2013年の地震活動活発化の際に、山体のわずかな膨張を示す変化(緑矢印)が観測されていた。大岳に噴気や地熱域は認められなかった。2020年の観測と比べて特段の変化は認められなかった

5.3 公的機関の発表情報〔八甲田山〕

(公的機関の発表情報③): 2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

参考図表

八甲田山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

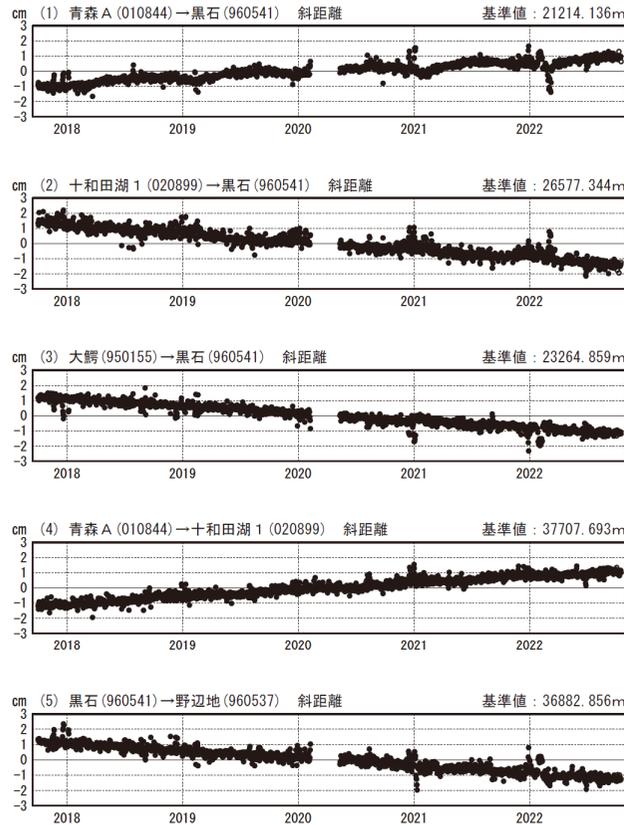


※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

GNSS連続観測結果では、顕著な地殻変動は見られない。

基線変化グラフ (長期)

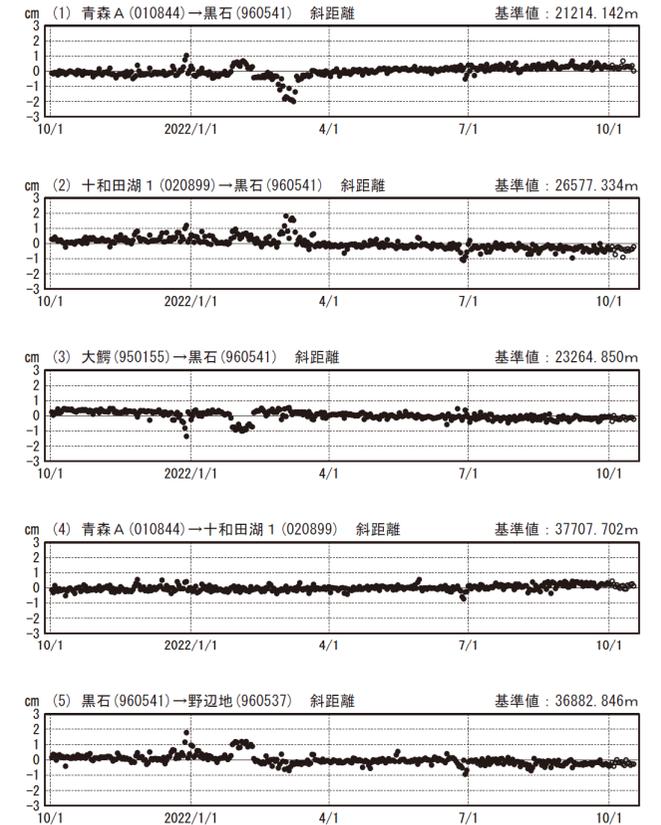
期間: 2017/10/01~2022/10/16 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

基線変化グラフ (短期)

期間: 2021/10/01~2022/10/16 JST

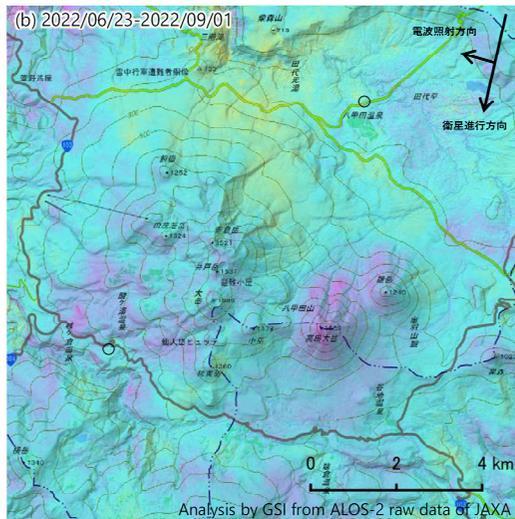
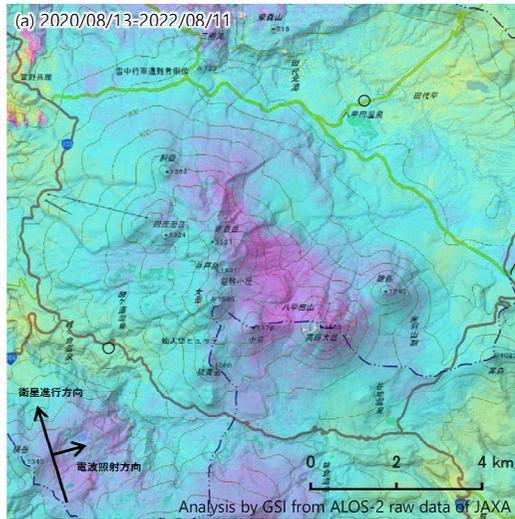


国土地理院

5.3 公的機関の発表情報〔八甲田山〕

(公的機関の発表情報④:2022年12月 第151回火山噴火予知連絡会資料)

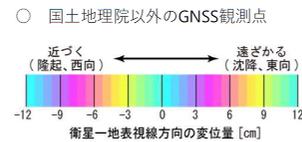
参考図表



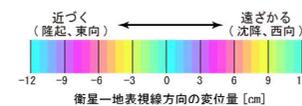
背景：地理院地図 標準地図、陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/08/13 2022/08/11 23:25頃 (728日間)	2022/06/23 2022/09/01 11:42頃 (70日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H H	U U
入射角	31.1°	39.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-99m	-70m

* U：高分解能(3m)モード
H：高分解能(6m)モード

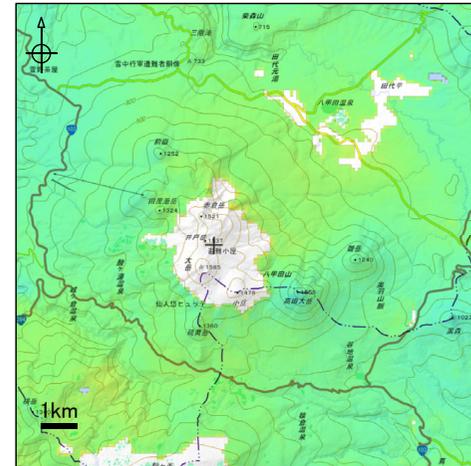


ノイズレベルを超える
変動は見られない。

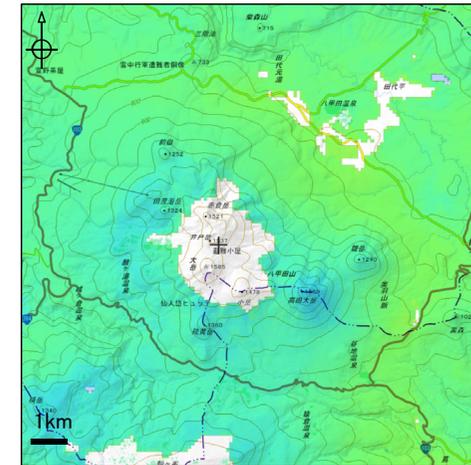


国土地理院(2022)

【参考】地理院地図上で公開された、国土地理院による干渉SAR時系列解析結果



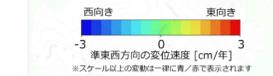
変位速度(準東西方向)



変位速度(準上下方向)

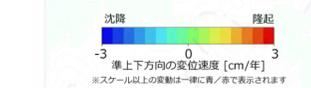
SAR衛星	だいち2号	
変動方向	準東西方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月06日 ~2022年09月03日	2014年08月08日 ~2022年12月19日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	32.37-42.90°	32.17-43.12°
データ数	11-31(全909)	8-26(全823)
ルック数	16look(一部8look)	
ピッチャング	90m	
垂直基線長の上限	200m	
観測間隔の上限	760日	1095日
対流圏補正	有り	
電離圏補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北)含まない (関東以南)含む	

解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA



SAR衛星	だいち2号	
変動方向	準上下方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月06日 ~2022年09月03日	2014年08月08日 ~2022年12月19日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	32.37-42.90°	32.17-43.12°
データ数	11-31(全909)	8-26(全823)
ルック数	16look(一部8look)	
ピッチャング	90m	
垂直基線長の上限	200m	
観測間隔の上限	760日	1095日
対流圏補正	有り	
電離圏補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北)含まない (関東以南)含む	

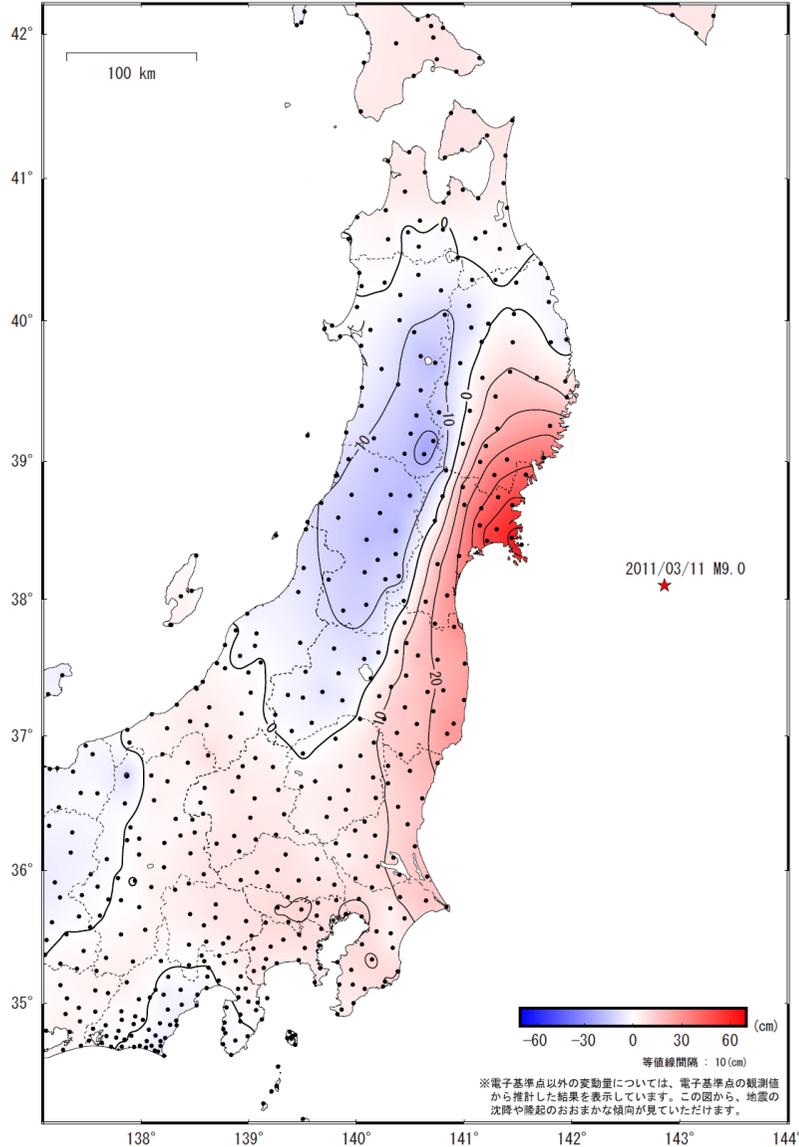
解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA



5.4 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動(上下) (左図:10年間の累積, 右図:9年後から10年後まで)

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) --本震翌日から10年間の累積--

基準期間 : 2011/03/12 -- 2011/03/12 [F 3 : 最終解]
比較期間 : 2021/02/01 -- 2021/02/13 [F 3 : 最終解]

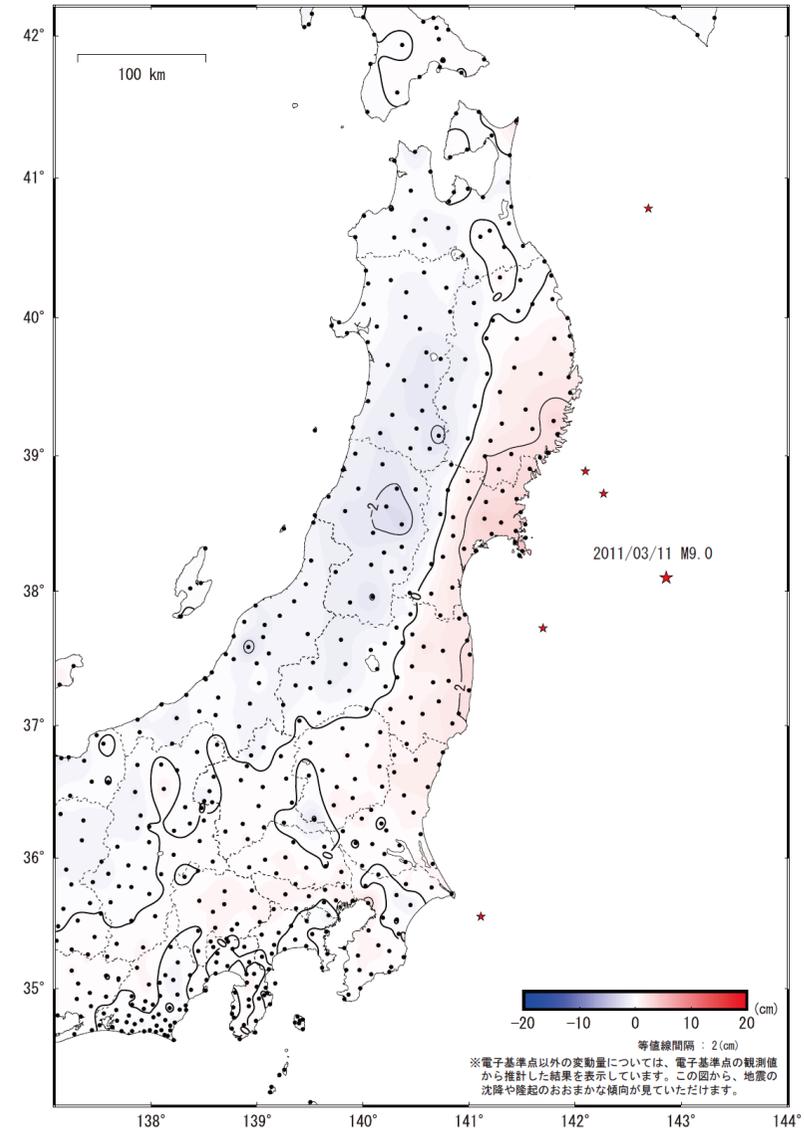


☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

国土地理院

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) --本震9年後から10年後まで--

基準期間 : 2020/02/01 -- 2020/02/15 [F 3 : 最終解]
比較期間 : 2021/02/01 -- 2021/02/13 [F 3 : 最終解]



☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

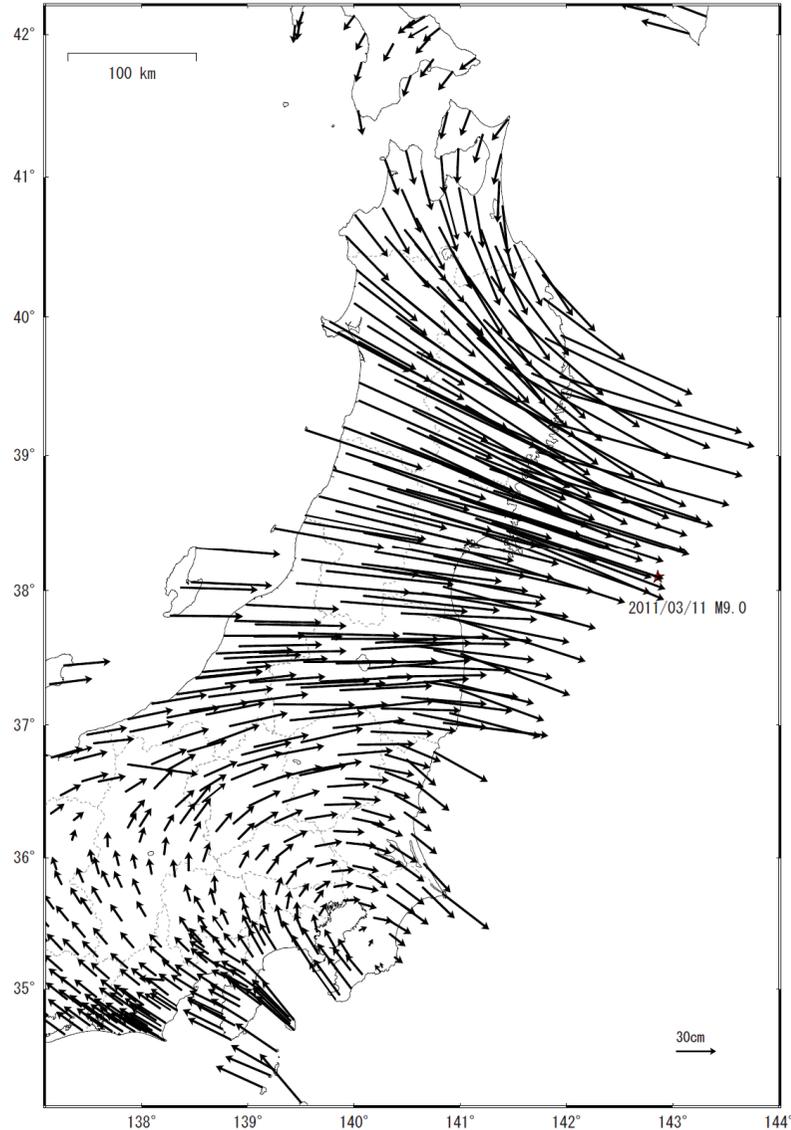
★ : 本震9年後から10年後までの期間に発生したM6.0以上の地震

国土地理院 (2021) : 特集・平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震から10年, GEONETによる観測結果, 令和3年3月5日 (https://www.gsi.go.jp/kanshi/h23touhoku_10years.html)

5.4 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動(水平) (左図: 10年間の累積, 右図: 9年後から10年後まで)

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) --本震翌日から10年間の累積--

基準期間 : 2011/03/12 -- 2011/03/12 [F3 : 最終解]
比較期間 : 2021/02/01 -- 2021/02/13 [F3 : 最終解]

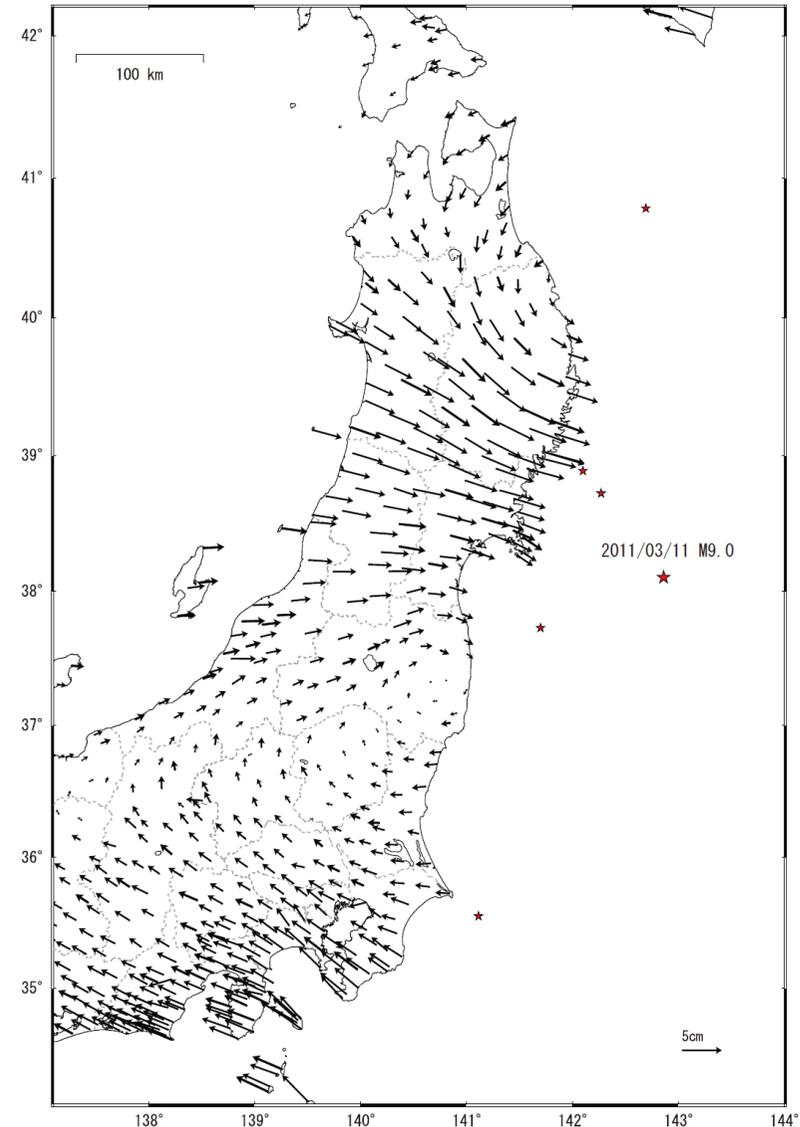


☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

国土地理院

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) --本震9年後から10年後まで--

基準期間 : 2020/02/01 -- 2020/02/15 [F3 : 最終解]
比較期間 : 2021/02/01 -- 2021/02/13 [F3 : 最終解]



☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

★ : 本震9年後から10年後までの期間に発生したM6.0以上の地震

国土地理院 (2021) : 特集・平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震から10年, GEONETによる観測結果, 令和3年3月5日 (https://www.gsi.go.jp/kanshi/h23touhoku_10years.html)