

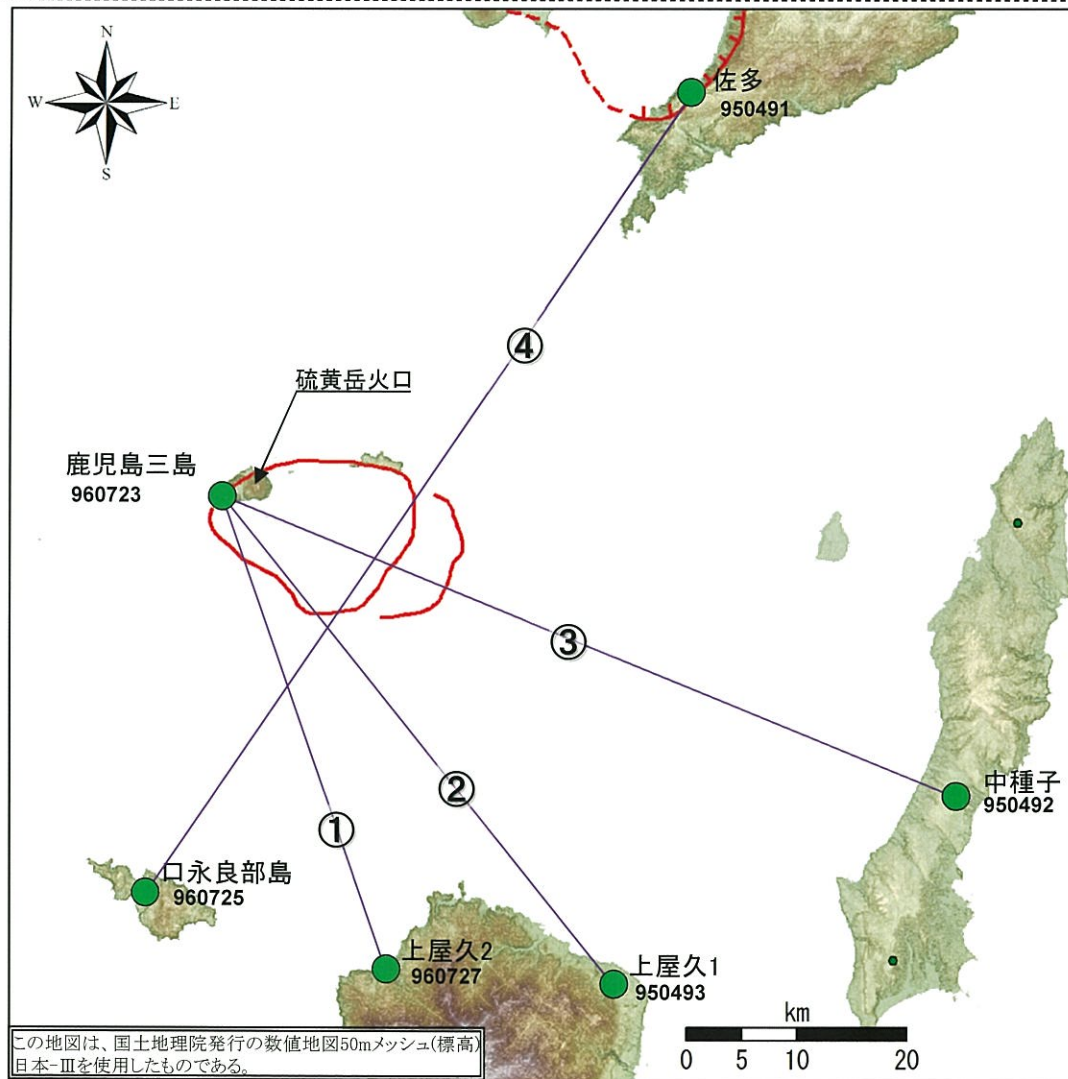
⑤ 鬼界〔活火山に関する公的機関の評価概要〕

○薩摩硫黄島

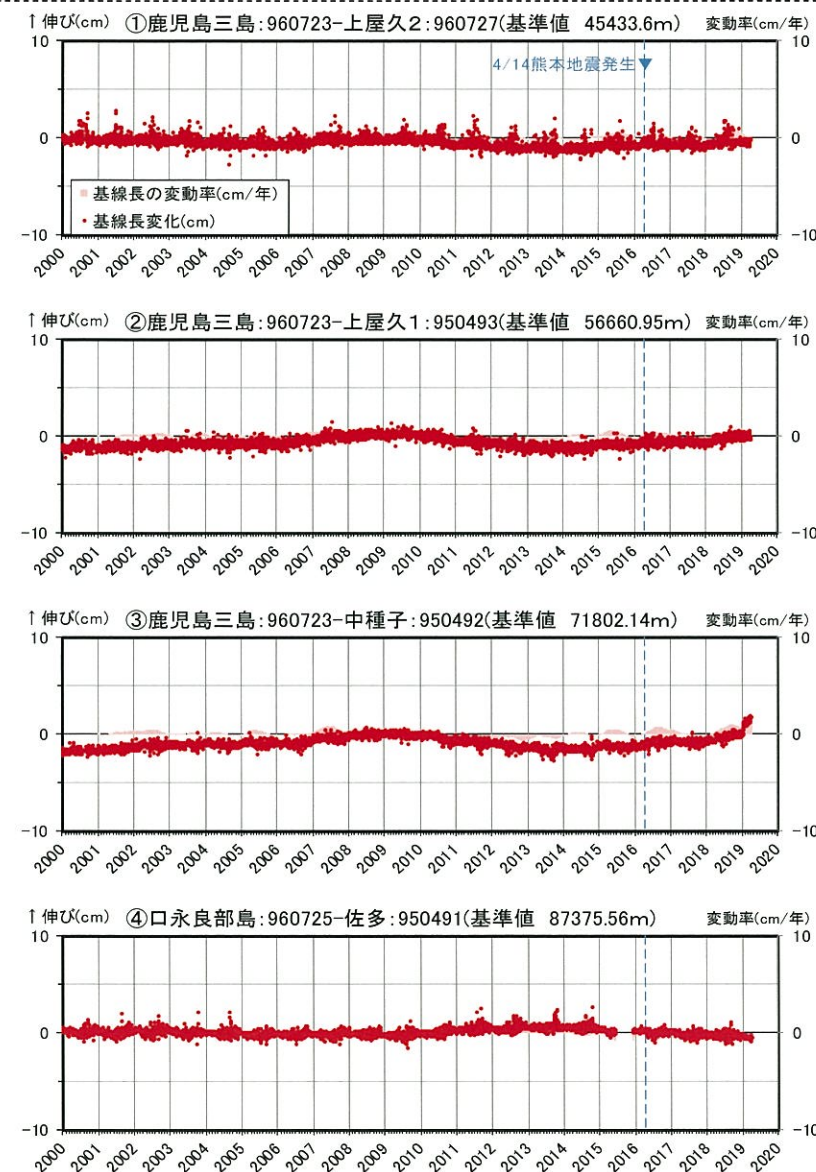
- ・ 火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。
- ・ 硫黄岳火口では、噴煙活動が続いており、火口内付近では火山灰等の噴出する可能性がある。また、火口付近では火山ガスに注意が必要である。
- ・ GNSS連続観測では、火山活動に伴う特段の変化は認められなかった。

⑤ 鬼界 [地殻変動: 基線長変化]

- 2018年度の基線長変化は、鬼界へのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化はないと判断している。

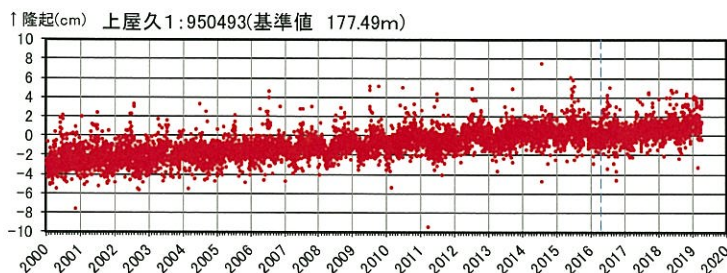
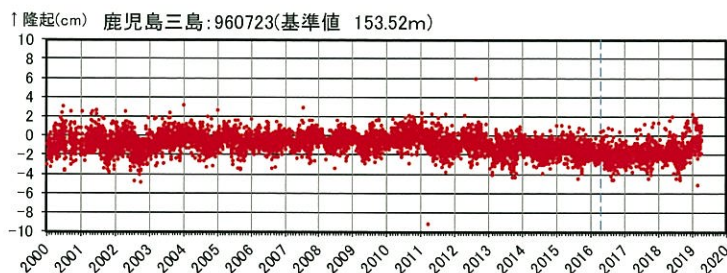
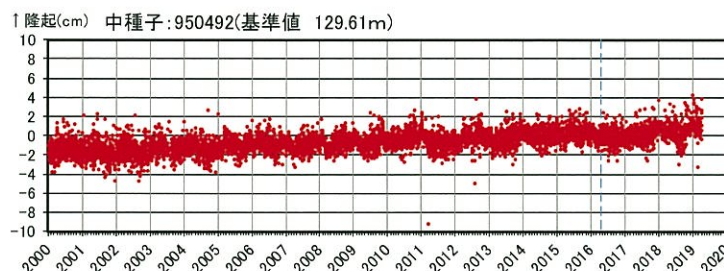
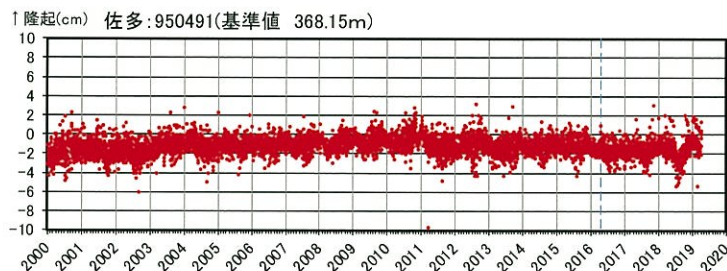
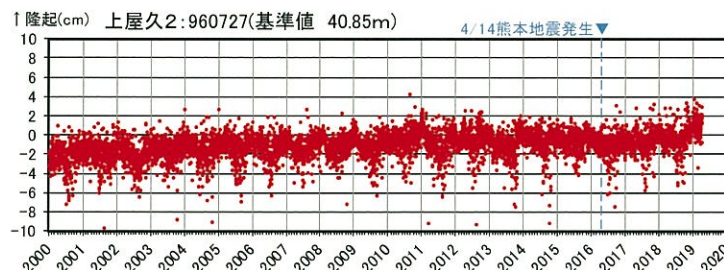
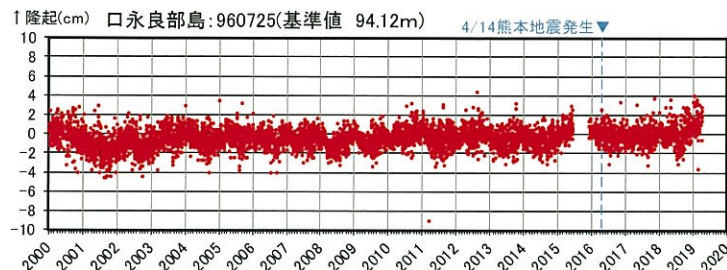


- ※1 ● GNSS観測点
- ※2 口永良部島地点については、2015年5月29日の噴火の影響で停電が発生したことで、6月7日以降欠測停電が解消した12月2日から観測を再開
- ※3 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※4 変動率は直近1年間の毎日の変動量の傾きを示している



⑤ 鬼界 [地殻変動:各観測点の鉛直変動]

- 2018年度の鉛直変動は、鬼界へのマグマ供給を示唆する広範囲での隆起傾向は認められない。



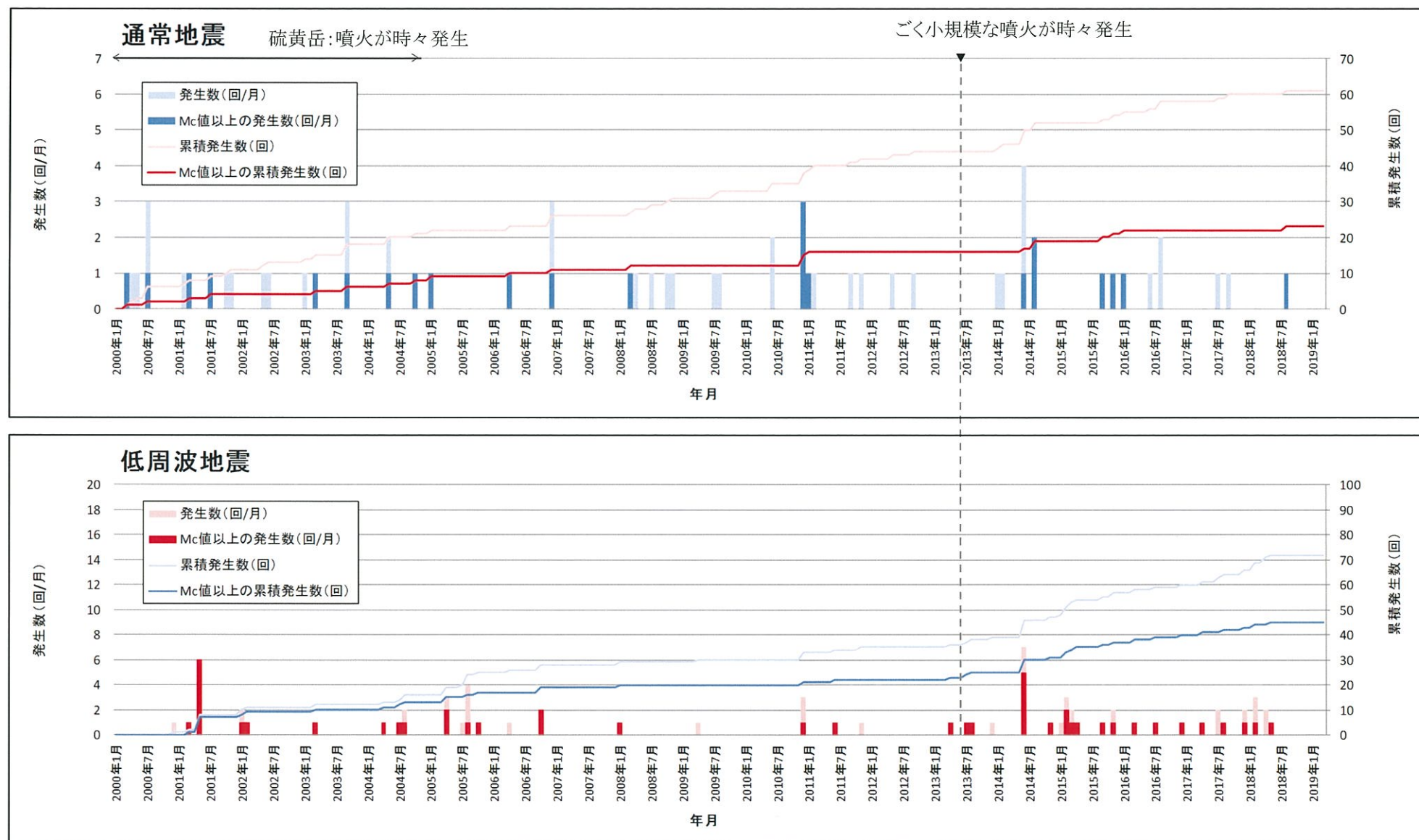
※1 2010年1月1日の標高を基準値とし、基準値からの変化量を表示

※2 上の地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである

余 白

⑤ 鬼界 [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]

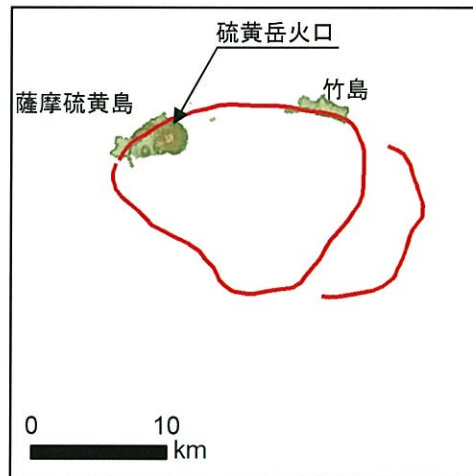
- ・2018年度の地震活動(発生数、位置、規模等)は、過去と比較して有意な変化は認められない。



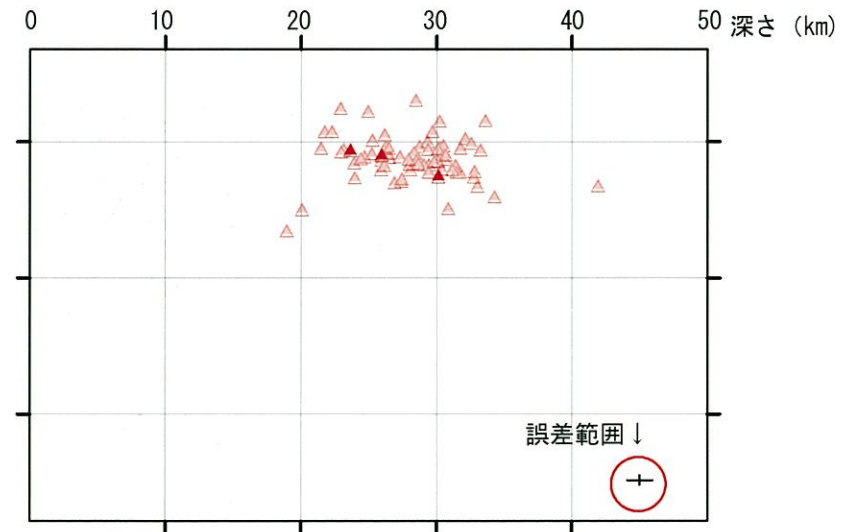
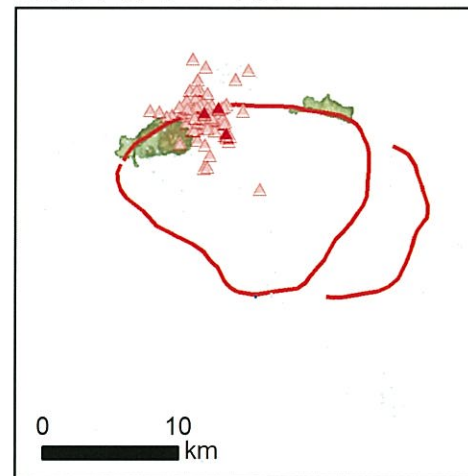
[Mc値(2000~2018年データ使用)] 通常地震: 1.5 低周波地震: 0.9

⑤ 鬼界 [地震活動:震源分布とマグニチュードの経時変化]

地震観測点



震源分布 (深さ50km以浅)



凡 例

地震観測点

- 大学
- 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震 源

(2018年4月以降は右のシンボル)

通常地震(マグニチュードM)
M<3

● 3≤M<4

● 4≤M<5

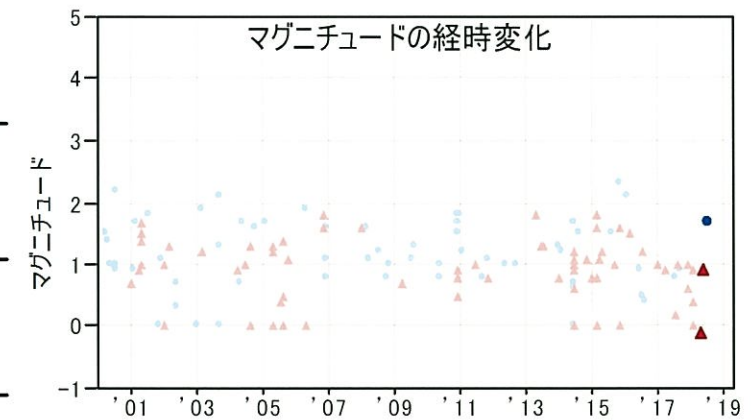
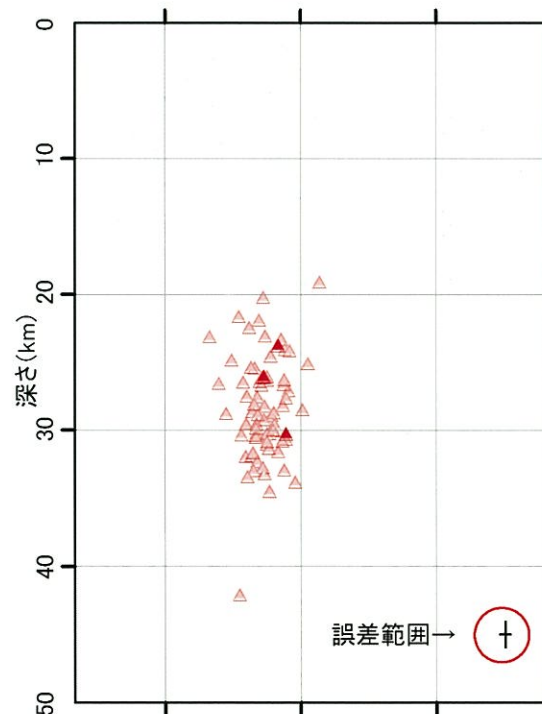
● 5≤M

▲ 低周波地震

▲ 低周波地震

活断層

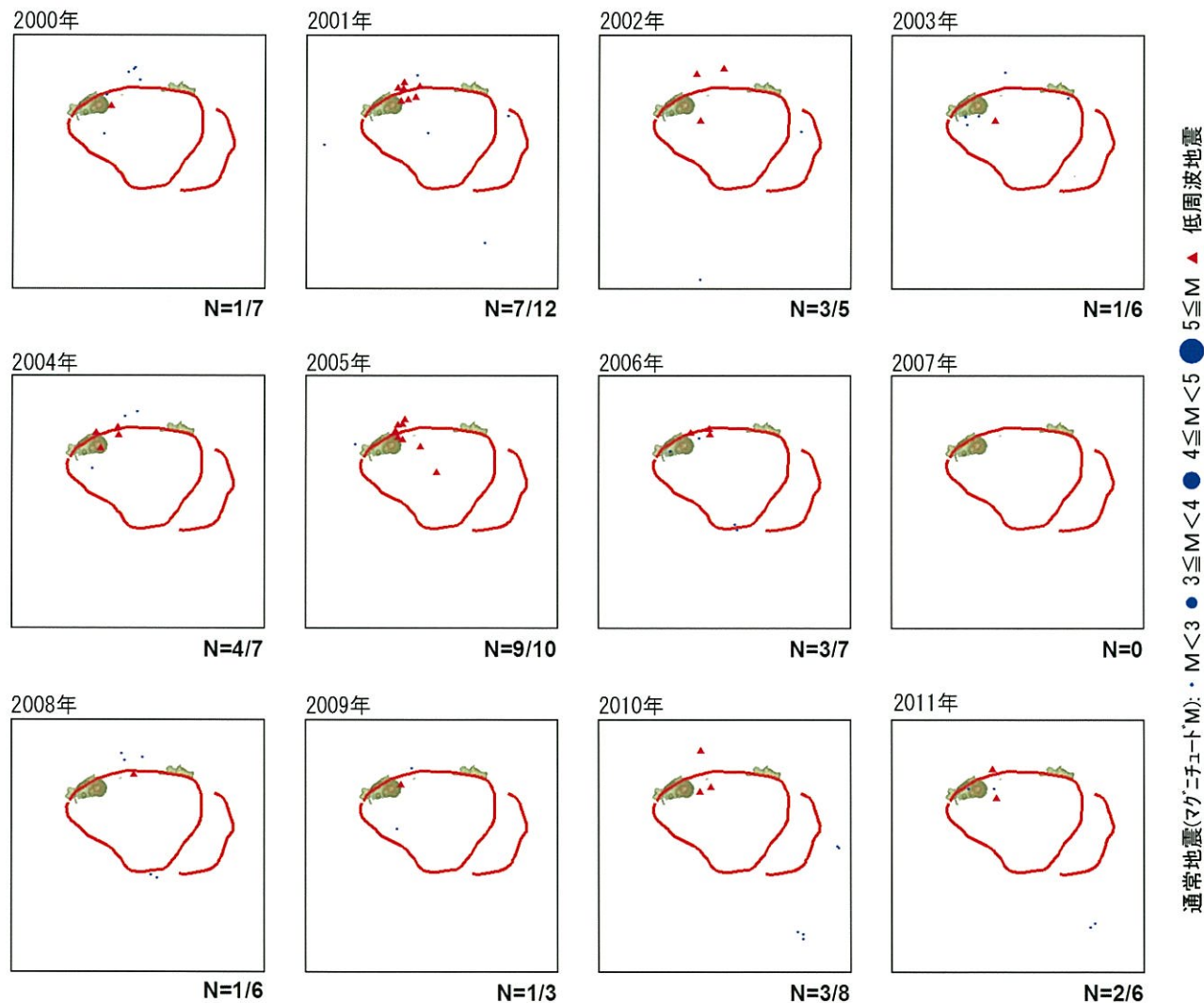
— 地震調査研究推進本部
による



*震源は2000年以降をプロット。2018年4月1日以降を濃色表示
**地震観測点は地震調査研究推進本部のデータベースによる高
感度地震計 (2015年3月末現在)

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)
日本-Ⅲを使用したものである。

⑤ 鬼界 [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]



最近の主な噴火

2000年 1,5,6,7,9～12月に島内で降灰

2001年 2,4～12月に島内で降灰

2002年 5～7月にかけて火山活動がやや活発化

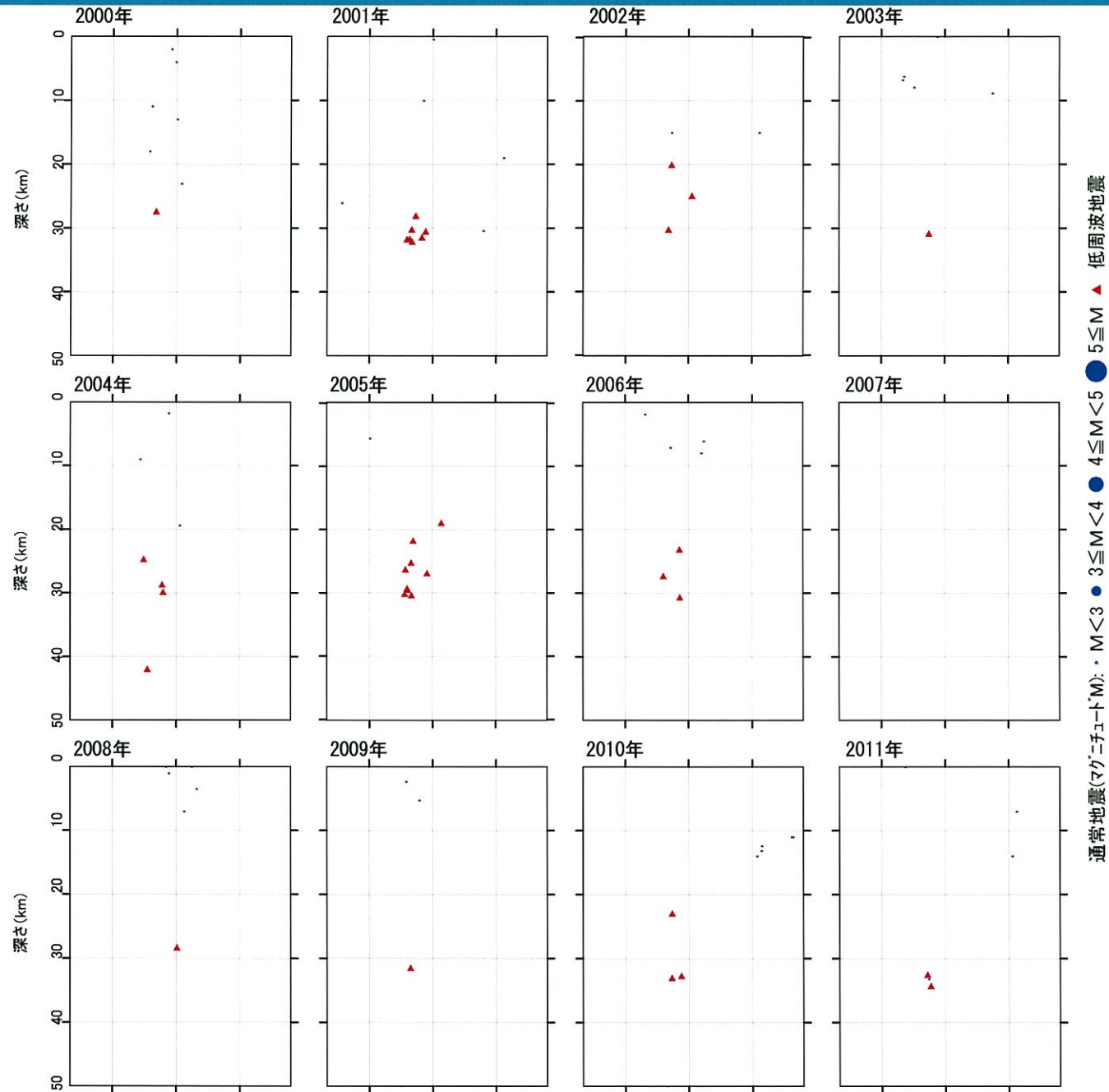
2003年 6～10月にかけて火山活動がやや活発化
4月に2回、5月に1回噴火

2004年 3,4,6,8～10月に噴火が時々発生

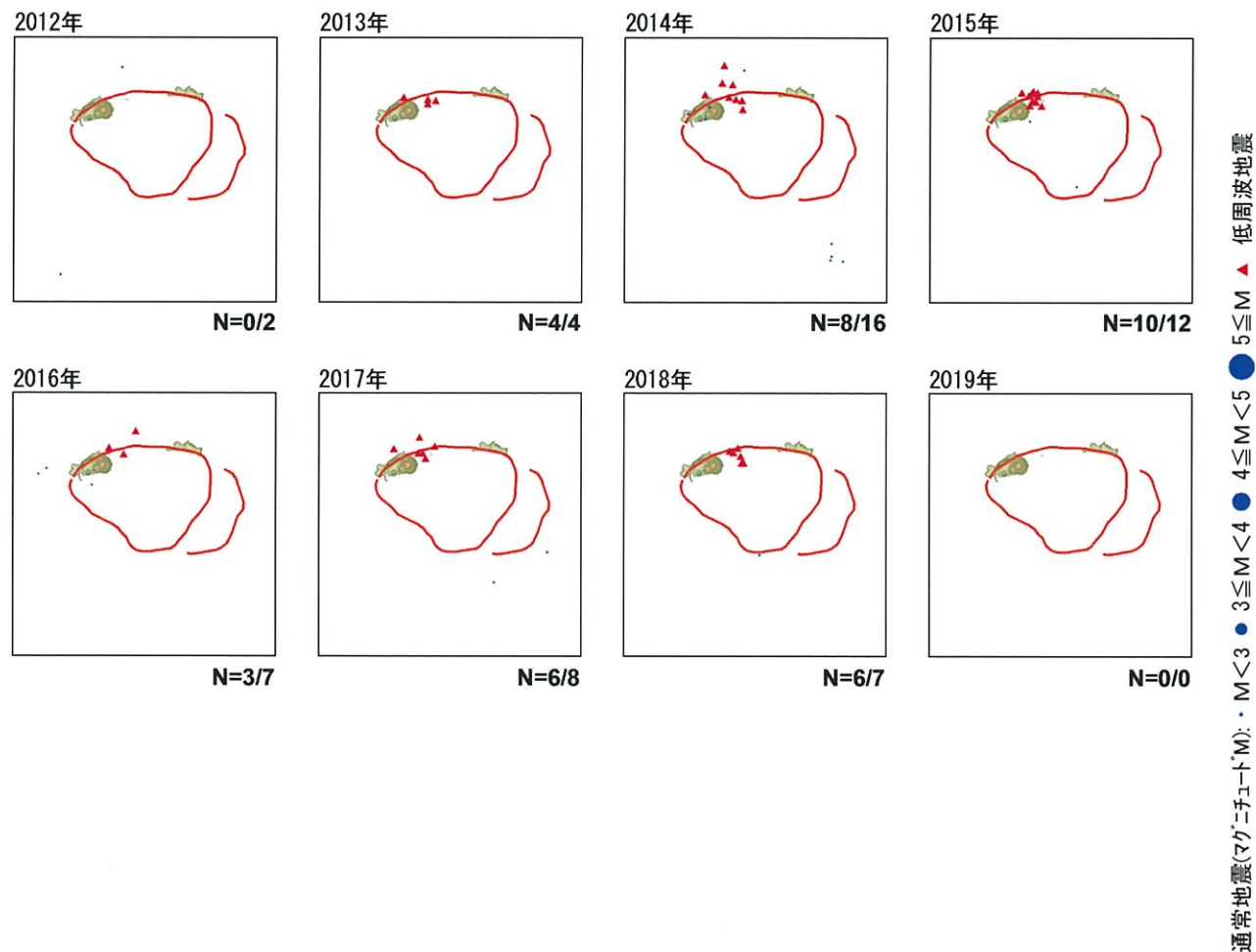
*各図の右下の数値は範囲内での該当年の(低周波地震発生数/総地震発生数)を示す。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである。

⑤ 鬼界 [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]



⑤ 鬼界 [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



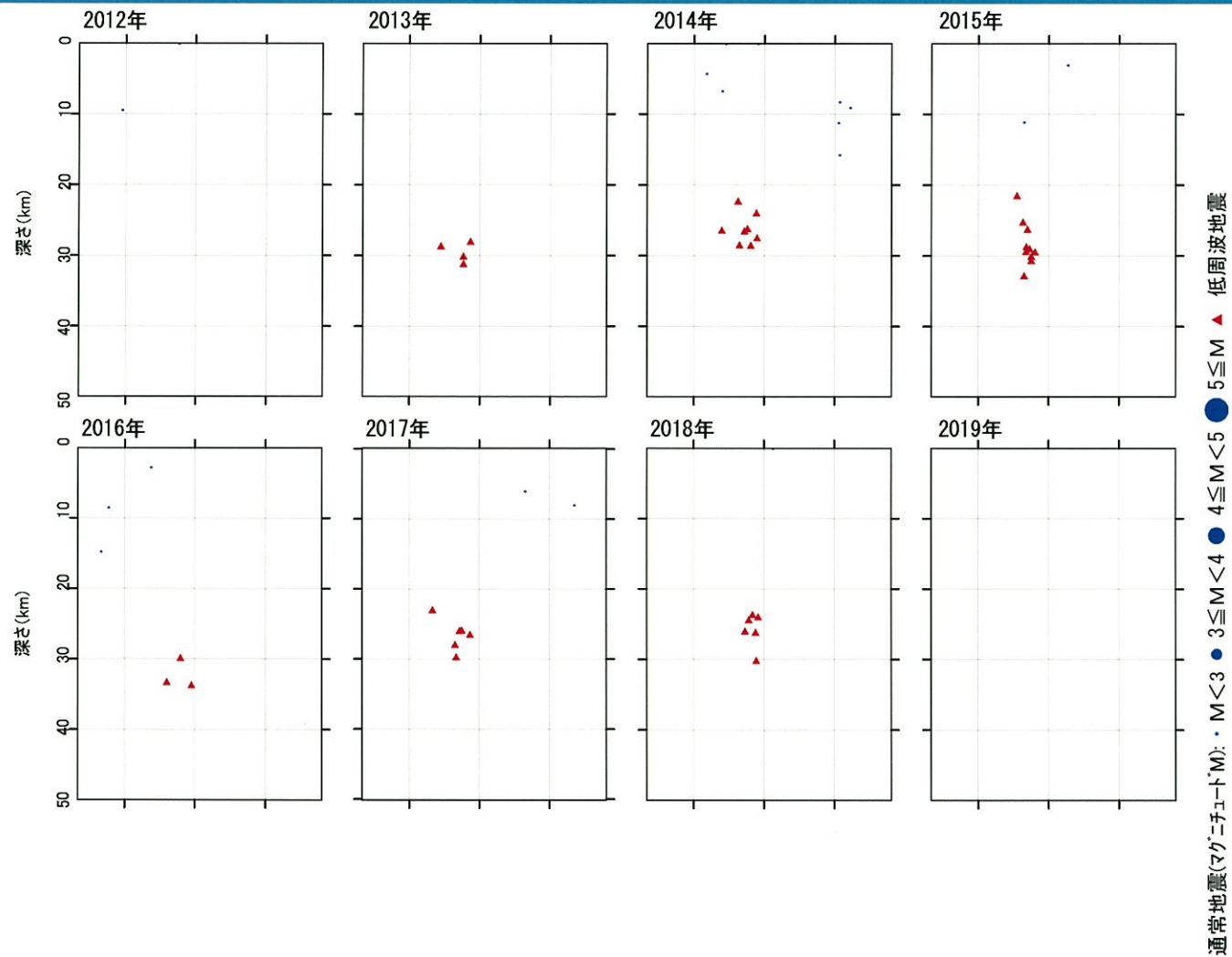
最近の主な噴火

2013年 6月3日から5日にかけてごく小規模な噴火
が時々発生

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の(低周波地震発生数/総地震発生数)を示す。
ただし、2019年は3月31日までのもの

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)
日本-Ⅲを使用したものである。

⑤ 鬼界 [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]



⑤ 鬼界 [まとめ]

【活火山に関する公的機関の評価】

- ・ 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。
- ・ GNSS連続観測では、火山活動に伴う特段の変化は認められていない。

【当社の評価】

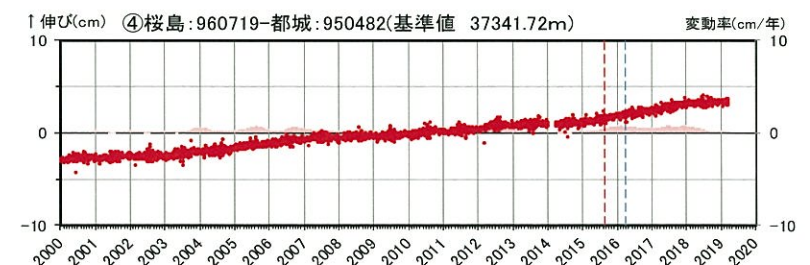
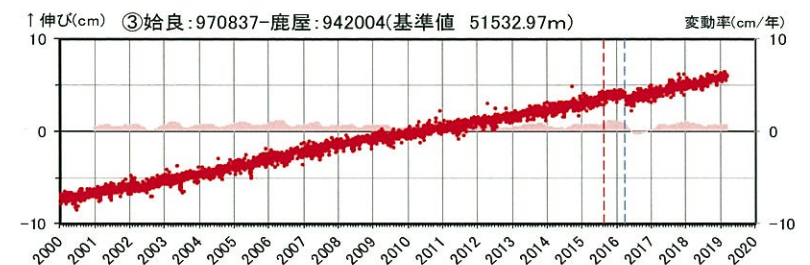
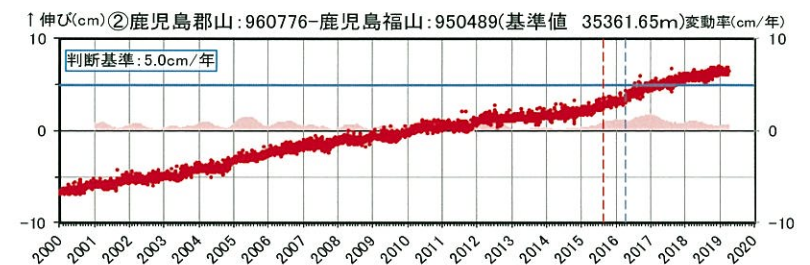
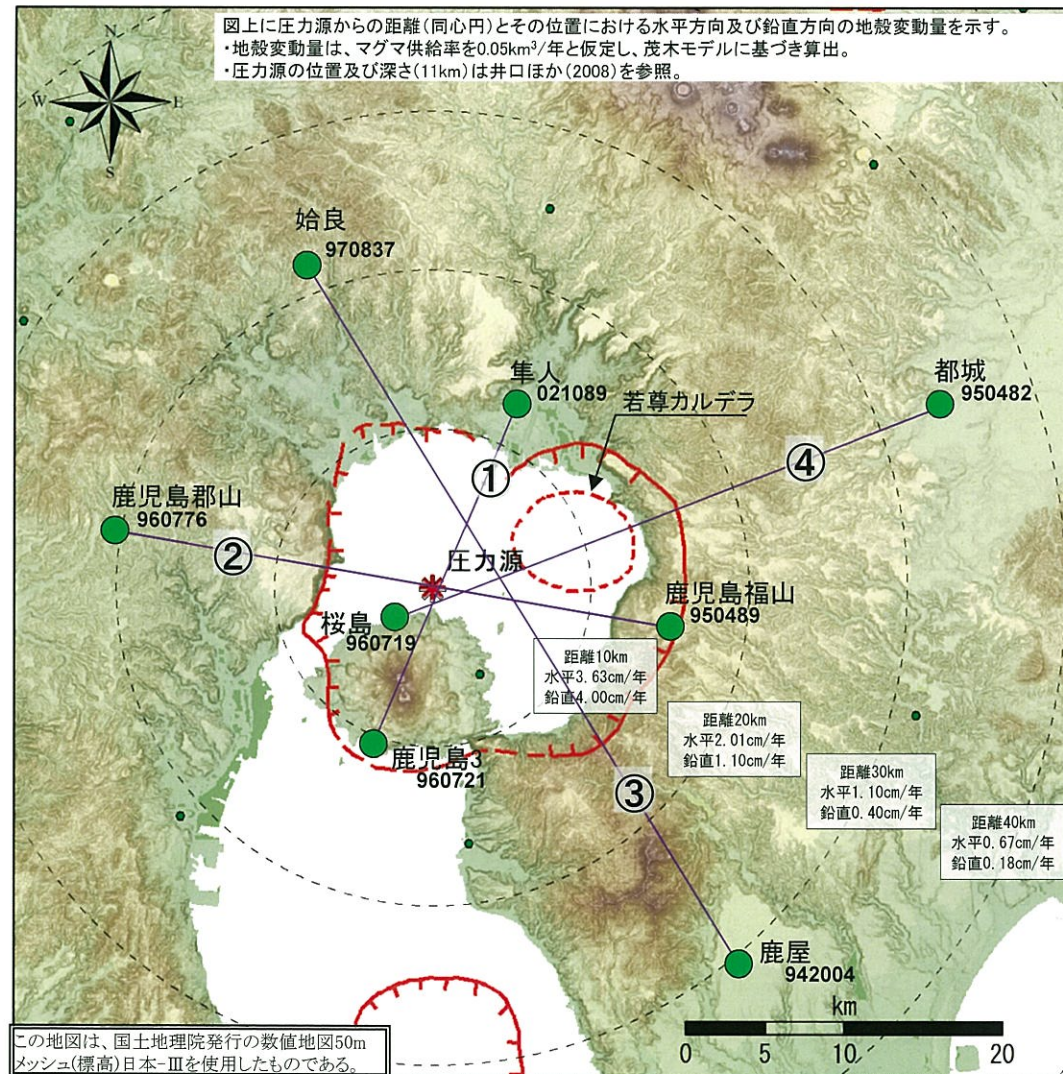
- ・ GNSS連続観測による基線長変化等を確認した結果、2018年度は、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められない。
- ・ 地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、2018年度の地震活動(発生数、位置、規模等)は、過去と比較して有意な変化は認められない。

鬼界については、公的機関による発表情報、既存観測網によるデータ等を収集・分析した結果、2018年度は、顕著なマグマ供給率の増加を示唆する地殻変動及び地震活動の有意な変化が認められないことから、活動状況に変化はないと評価した。

余 白

参考1. 各カルデラの基線の再検討[概 要]

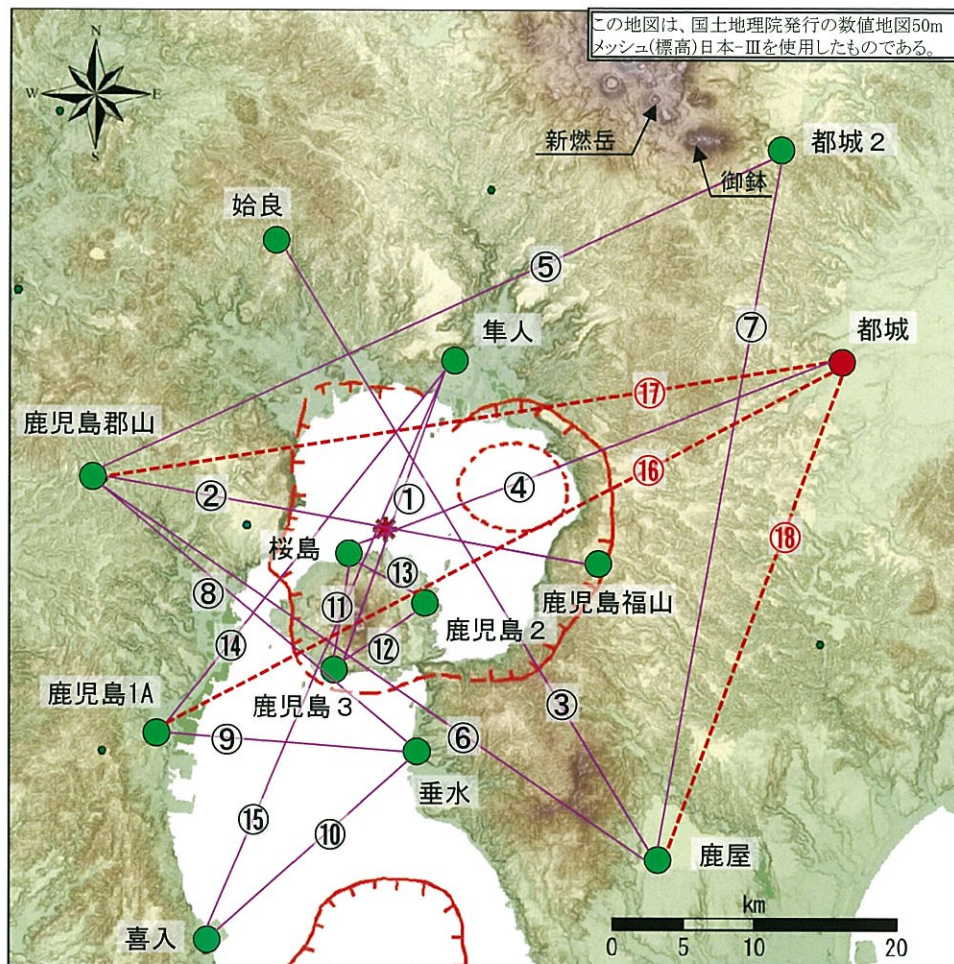
- ・ 始良カルデラの基線①(鹿児島3-隼人)、基線④(桜島-都城)について、一部のGNSS観測点が活火山である桜島の活動に起因する地殻変動の影響を受けることから、基線の再検討を行った。また、近傍で活動している活火山の影響を受ける基線がある阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラについても再検討を行った。



基線①～④の時系列変化

参考1. 各カルデラの基線の再検討[始良カルデラ]

- ・ 始良カルデラのモニタリングに用いている基線について、GNSS観測点「桜島」「鹿児島2」「鹿児島3」は桜島の活動、また、「都城2」は霧島山の活動に起因する地殻変動の影響を受けるため、基線①・④・⑤・⑦・⑪・⑫・⑬については活火山の影響を認識した上でモニタリングしていく。
- ・ また、霧島山の活動に起因する地殻変動の影響を受けない「都城」を観測点に含めた基線⑬・⑭・⑮を新たに追加した。



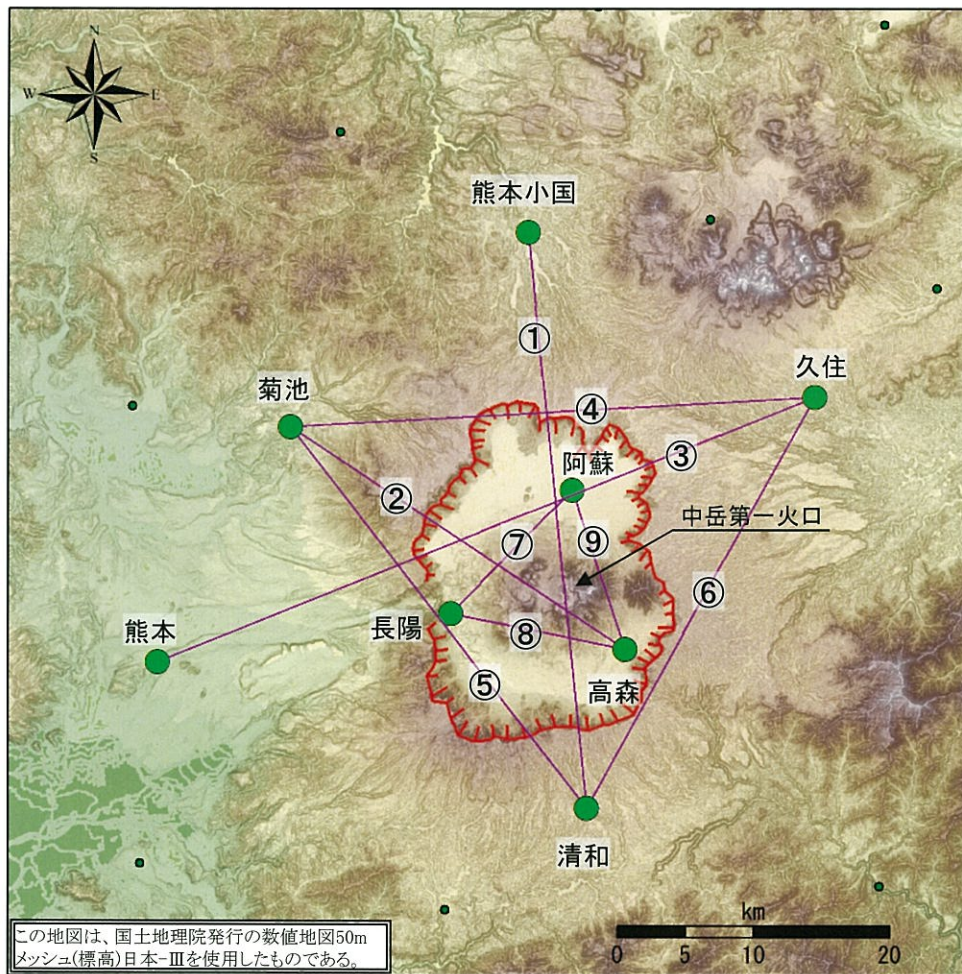
①	鹿児島3-隼人	⑩	喜入-垂水
②	鹿児島郡山-鹿児島福山	⑪	桜島-鹿児島3
③	始良-鹿屋	⑫	鹿児島3-鹿児島2
④	桜島-都城	⑬	鹿児島2-桜島
⑤	都城2-鹿児島郡山	⑭	鹿児島1A-隼人
⑥	鹿児島郡山-鹿屋	⑮	隼人-喜入
⑦	鹿屋-都城2	⑯	鹿児島1A-都城
⑧	鹿児島郡山-垂水	⑰	都城-鹿児島郡山
⑨	鹿児島1A-垂水	⑱	鹿屋-都城

活火山の影響を受ける基線

● GNSS観測点

参考1. 各カルデラの基線の再検討[阿蘇カルデラ]

- 阿蘇カルデラのモニタリングに用いている基線について、阿蘇・中岳に近いGNSS観測点「阿蘇」「長陽」「高森」は、阿蘇・中岳の活動に起因する地殻変動の影響を受けるため、基線②・⑦・⑧・⑨については活火山の影響を認識した上でモニタリングしていく。



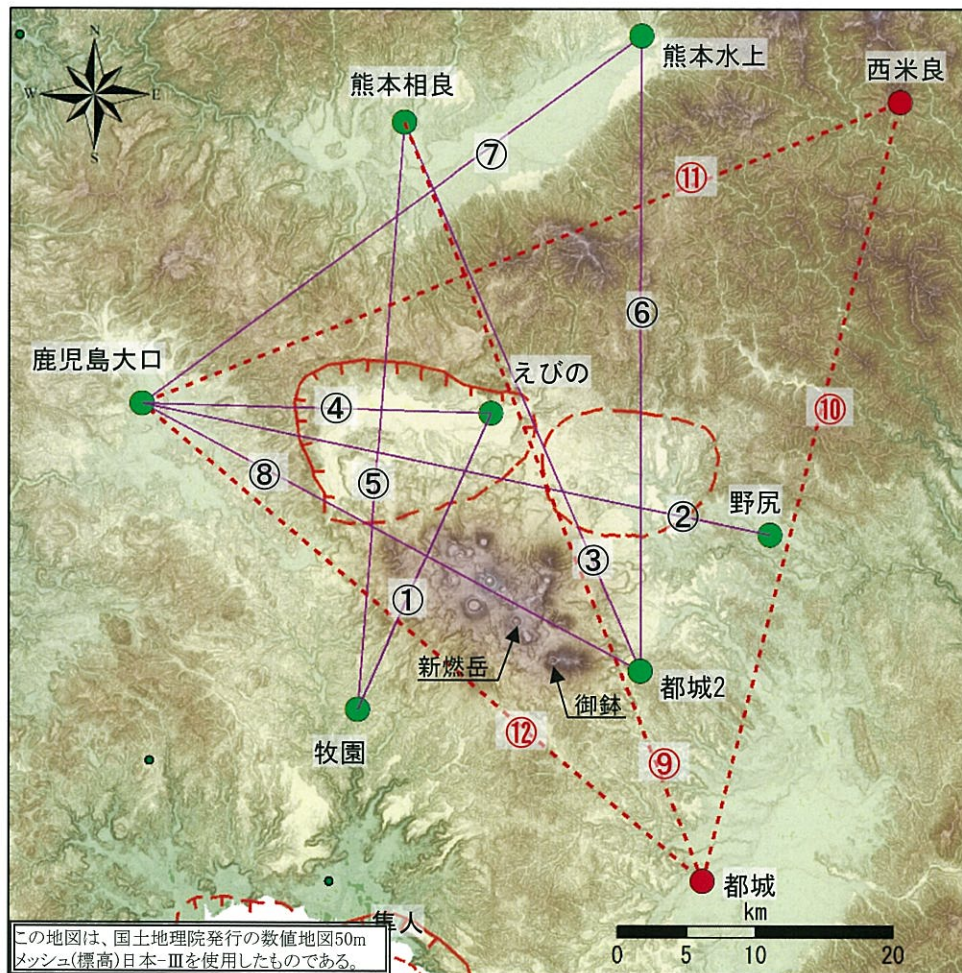
● GNSS観測点

①	熊本小国-清和	⑥	清和-久住
②	菊池-高森	⑦	長陽-阿蘇
③	熊本-久住	⑧	長陽-高森
④	菊池-久住	⑨	高森-阿蘇
⑤	菊池-清和		

■ 活火山の影響を受ける基線

参考1. 各カルデラの基線の再検討[加久藤・小林カルデラ]

- 加久藤・小林カルデラのモニタリングに用いている基線について、霧島山に近いGNSS観測点「牧園」「えびの」「都城2」は、霧島山の活動に起因する地殻変動の影響を受けるため、基線①・③・④・⑤・⑥・⑧については活火山の影響を受けることを認識した上でモニタリングしていく。
- また、霧島山の活動に起因する地殻変動の影響を受けない「都城」と「西米良」を観測点に含めた基線⑨・⑩・⑪・⑫を新たに追加した。



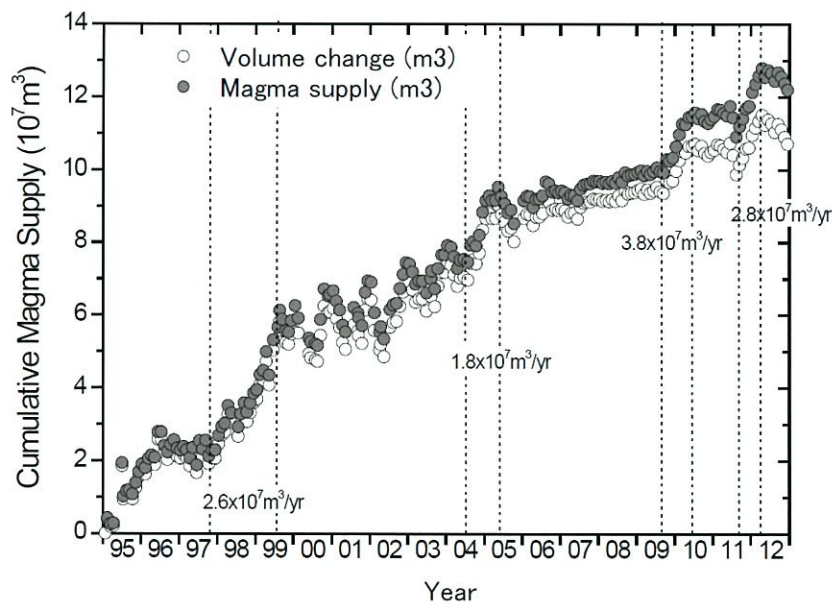
①	牧園-えびの	⑦	熊本水上-鹿児島大口
②	鹿児島大口-野尻	⑧	鹿児島大口-都城2
③	熊本相良-都城2	⑨	熊本相良-都城
④	えびの-鹿児島大口	⑩	西米良-都城
⑤	牧園-熊本相良	⑪	西米良-鹿児島大口
⑥	熊本水上-都城2	⑫	鹿児島大口-都城

活火山の影響を受ける基線

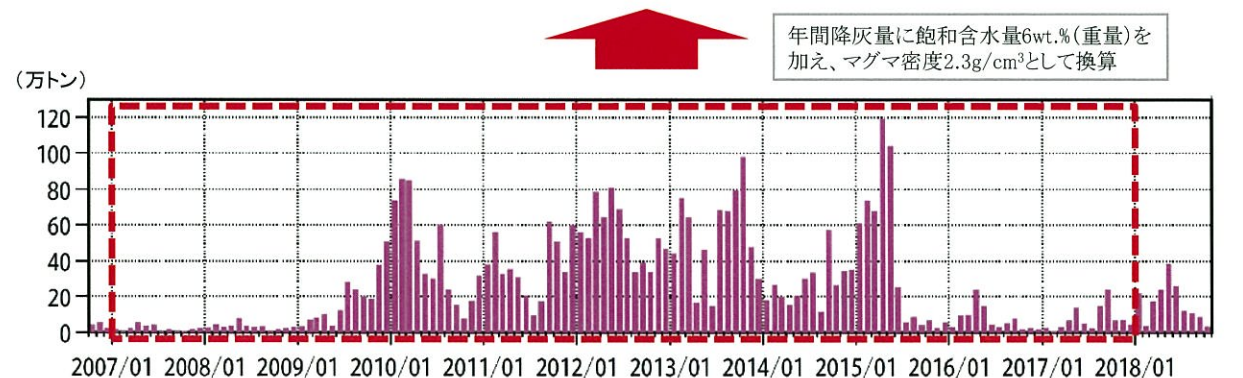
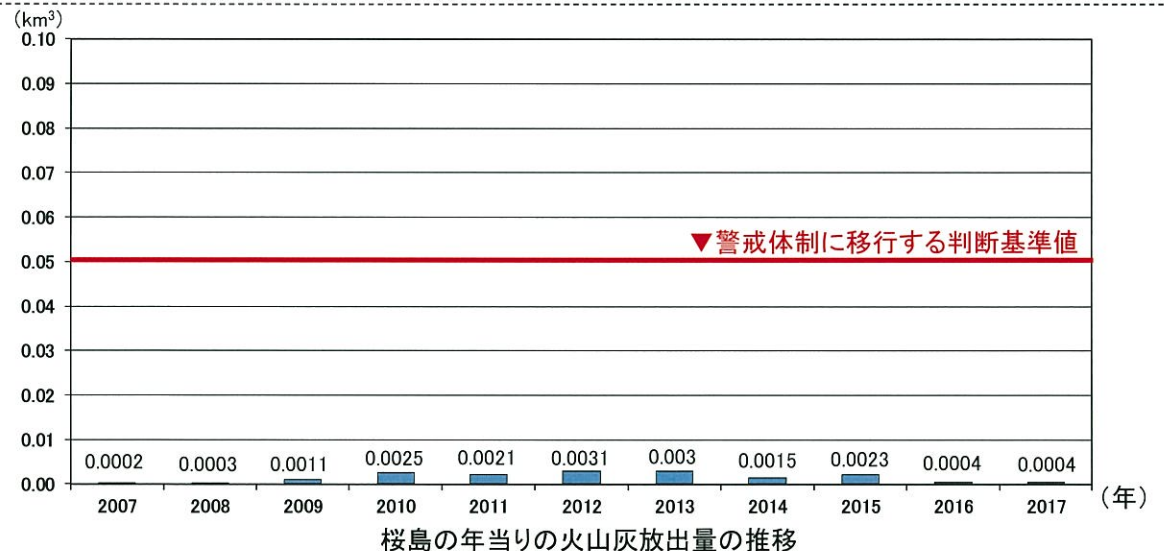
● GNSS観測点

参考2. マグマ供給率の考え方について

- ・ 当社は、カルデラ火山のモニタリングにおいて、基線長変化から求める体積変化率をマグマ供給率として評価している。
- ・ 一方、井口ほか(2013)では、圧力源の体積変化量および桜島の火山灰放出量を考慮したマグマの供給量の算定を行っている。
このため、桜島の火山灰放出量およびモニタリングへの影響について検討を行った。
- ・ その結果、火山灰放出量は警戒監視の移行判断基準 $0.05\text{km}^3/\text{年}$ に比べて小さく、モニタリングへの影響が小さいことを確認した。
なお、桜島の火山灰放出量については、今後も適宜確認していく。



始良カルデラにおけるマグマ溜まりの体積変化量と
マグマの供給量の推移(井口ほか(2013))



鹿児島県が実施している桜島の降灰の観測データから推定した火山灰の総噴出量
(火山活動解説資料／気象庁)

(年/月)

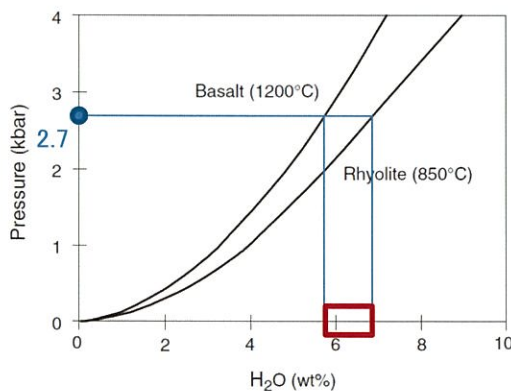
参考2. マグマ供給率の考え方について

〔マグマの含水量と密度の推定〕

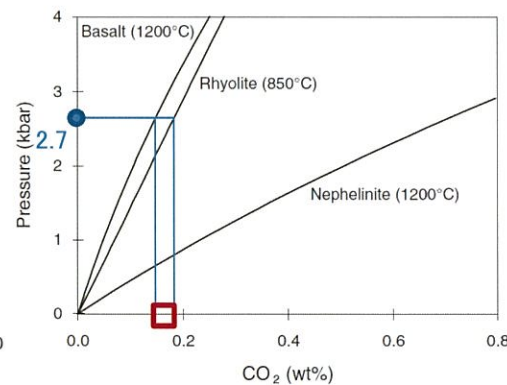
火山灰放出量の重量から体積への換算において、マグマに含まれる揮発性物質（水や二酸化炭素など）を加味するため、マグマの飽和含水量と密度について検討を行った。

検討の結果、飽和含水量は6 wt.%、マグマ密度は2.3 g/cm³と推定した。

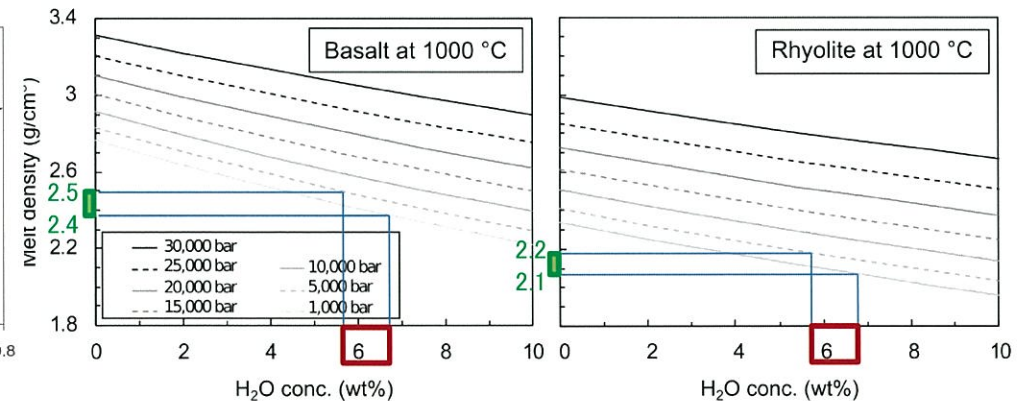
- Matusumoto et al.(2013)によると、2009～2010年の桜島の噴出物の本質岩片は安山岩組成である。
- 圧力源の深さ11km、圧力2.7kbar（地殻密度2.5g/cm³と仮定）での安山岩質メルトの飽和含水量は、6 wt.%程度と推定。他の揮発性物質は、水と比べ飽和濃度が低いため、飽和含水量を検討対象とした（図1、図2）。
- 圧力2.7 kbar（2700 bar）で飽和含水量6 wt.%程度のメルトの密度は、玄武岩質メルトで2.4～2.5 g/cm³程度、流紋岩質メルトで2.1～2.2 g/cm³程度。
- 安山岩組成メルトの密度は図2に示されていないが、玄武岩質メルトと流紋岩質メルトの密度の中間と考えられるので、2.3 g/cm³程度と推定される（図3）。



（図1）実験データに基づく典型的なマグマ温度での玄武岩質および流紋岩質メルト中のH₂O溶解度（Wallace et al., 2015に加筆）



（図2）実験データに基づく典型的なマグマ温度での玄武岩質および流紋岩質メルト中のCO₂溶解度（Wallace et al., 2015に加筆）

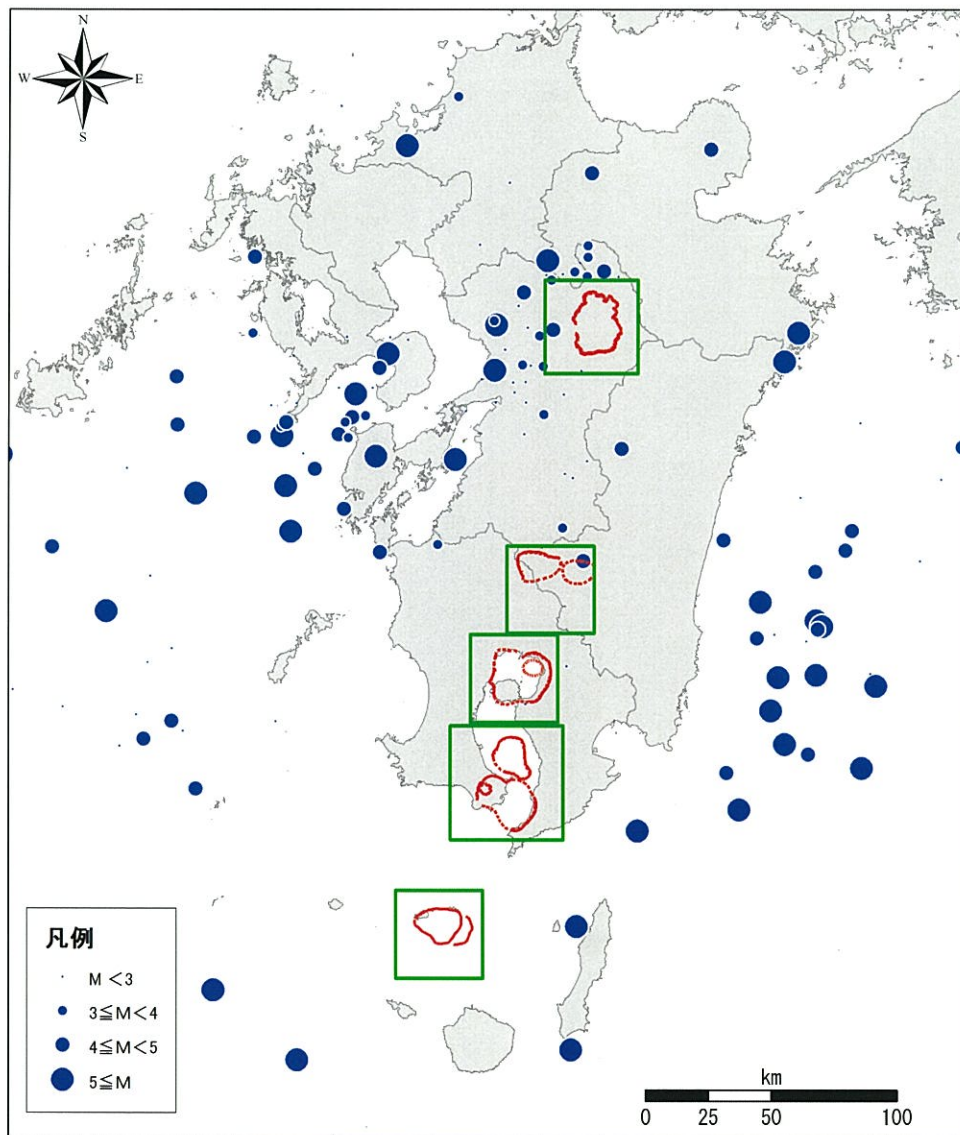


（図3）玄武岩質と流紋岩質メルトの密度に対する圧力と温度の影響（Iacovino and Till, 2019に加筆）

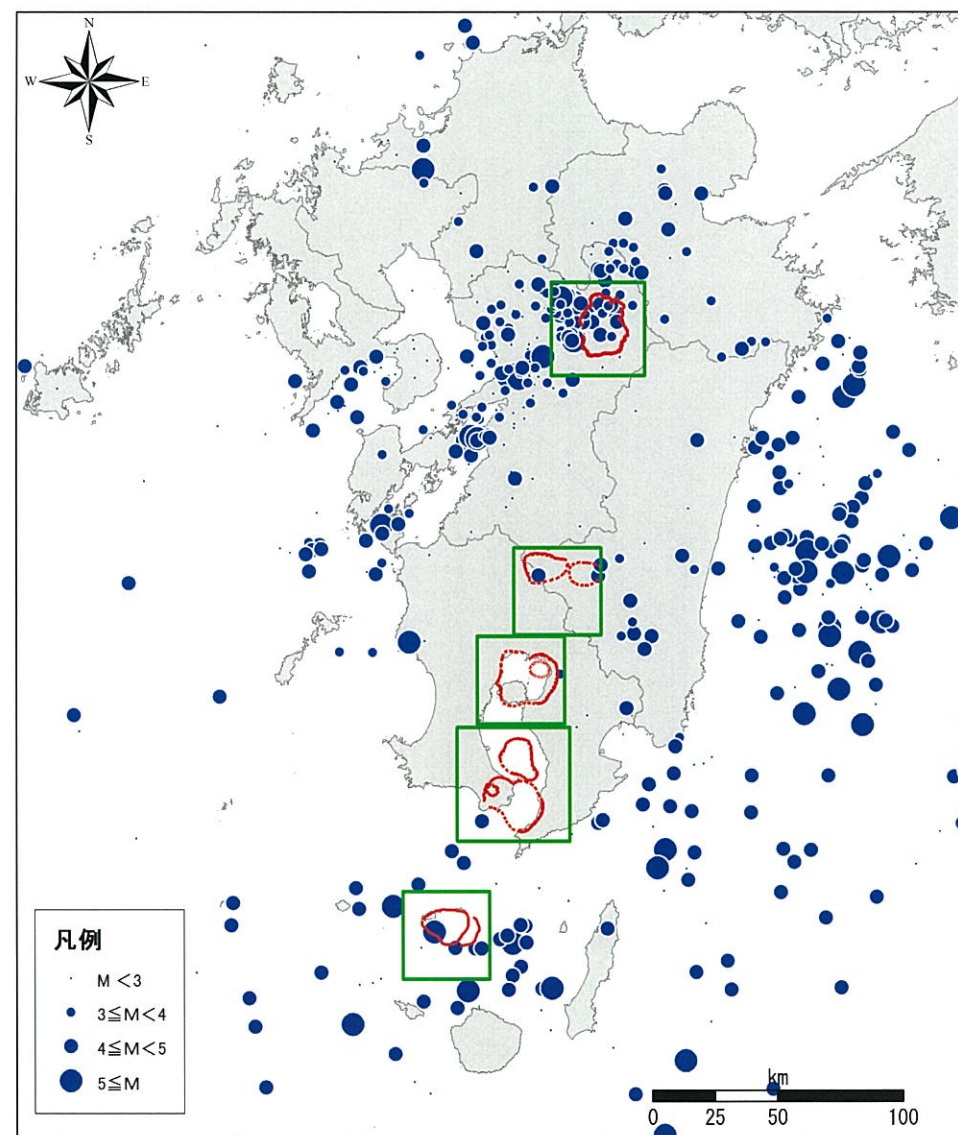
参考3. 九州全域の地震活動

- 九州全域での地震活動を把握するために、1923年以降の地震活動を整理した。

1923年～1929年



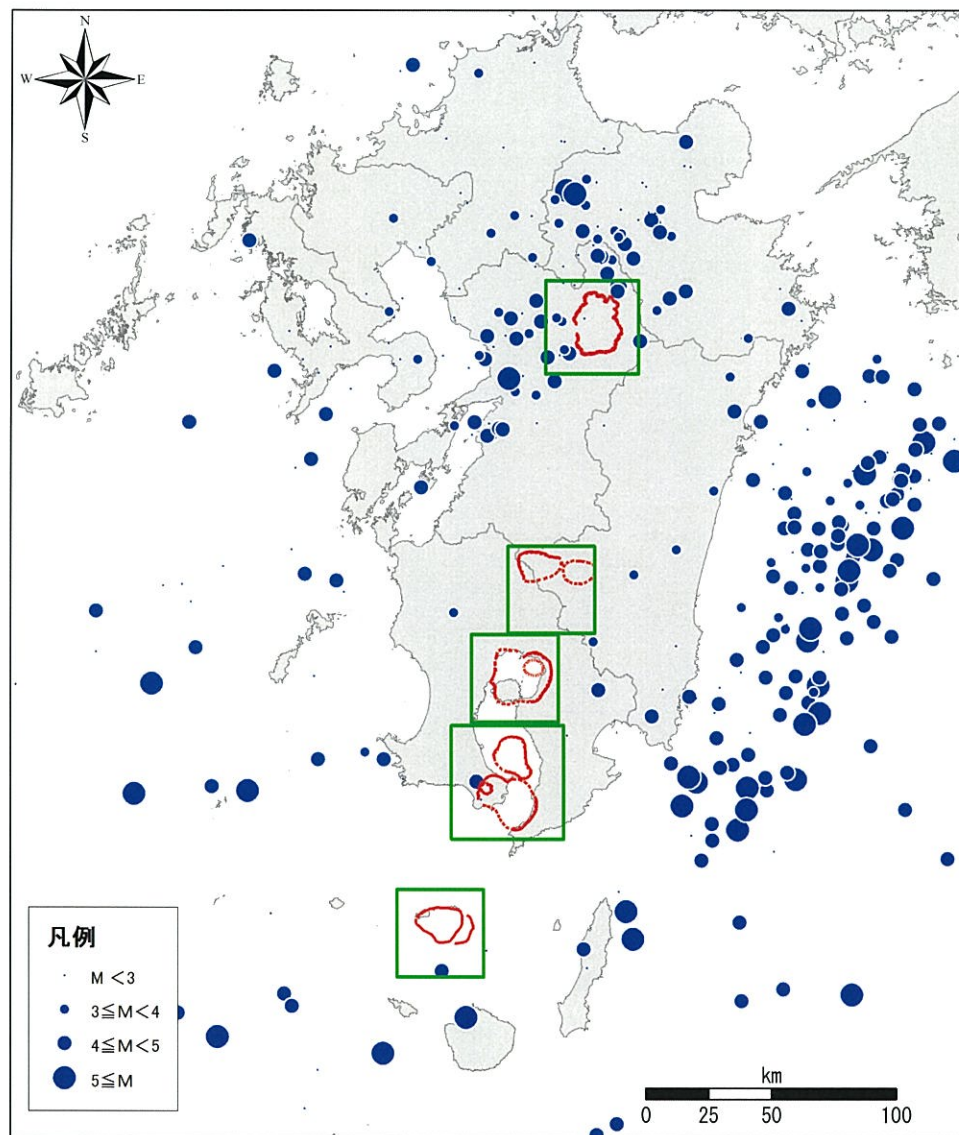
1930年～1939年



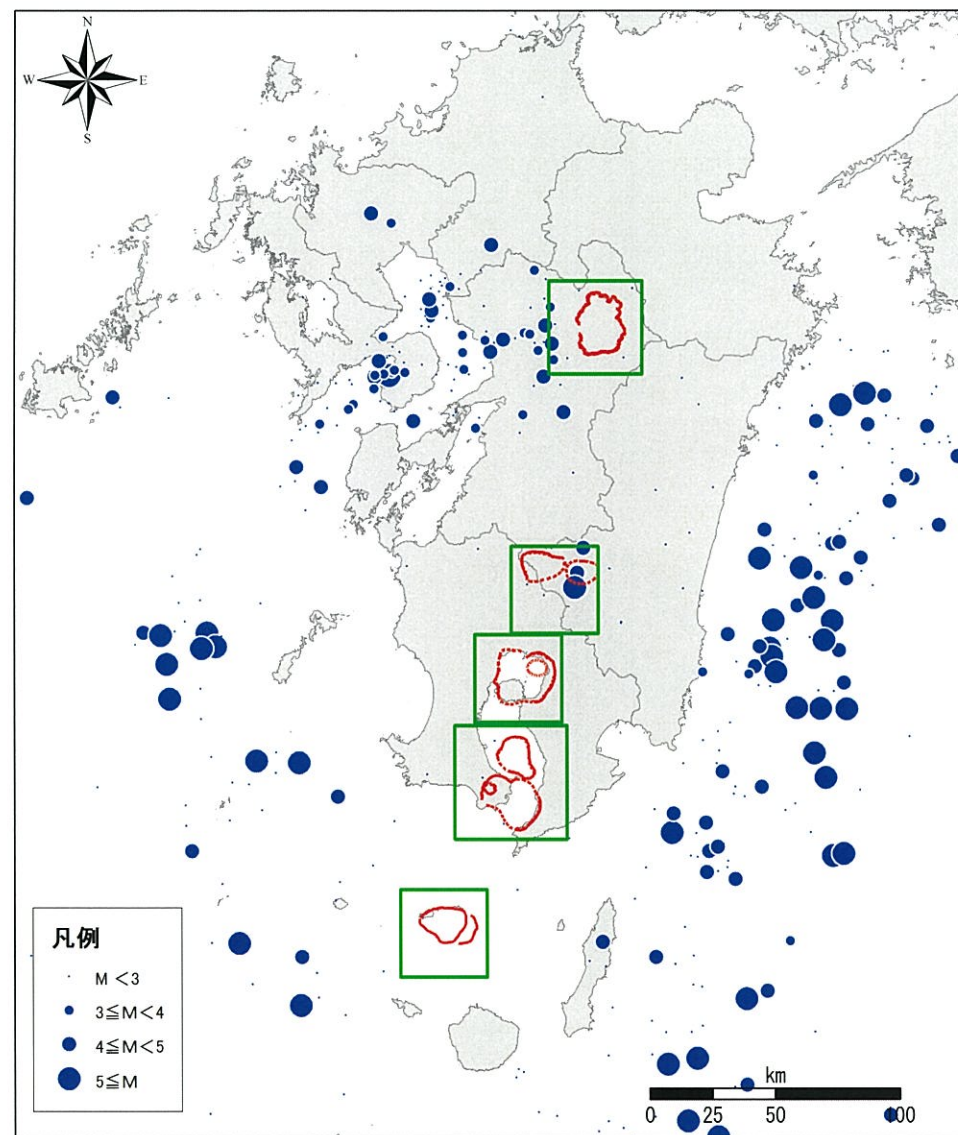
※震源は、気象庁、地震月報(カタログ編)の震源データのうち、九州地方の深さ30km以浅のもの

参考3. 九州全域の地震活動

1940年～1949年



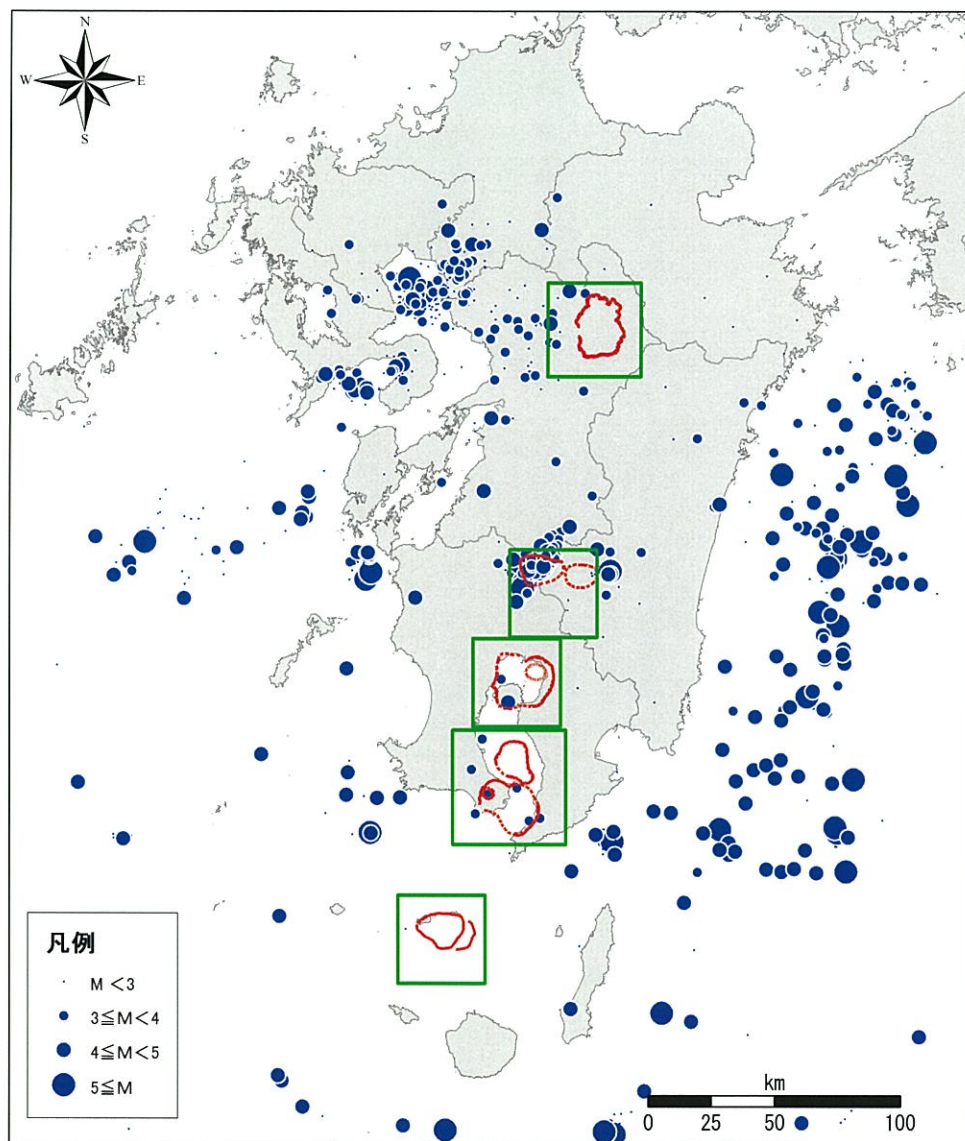
1950年～1959年



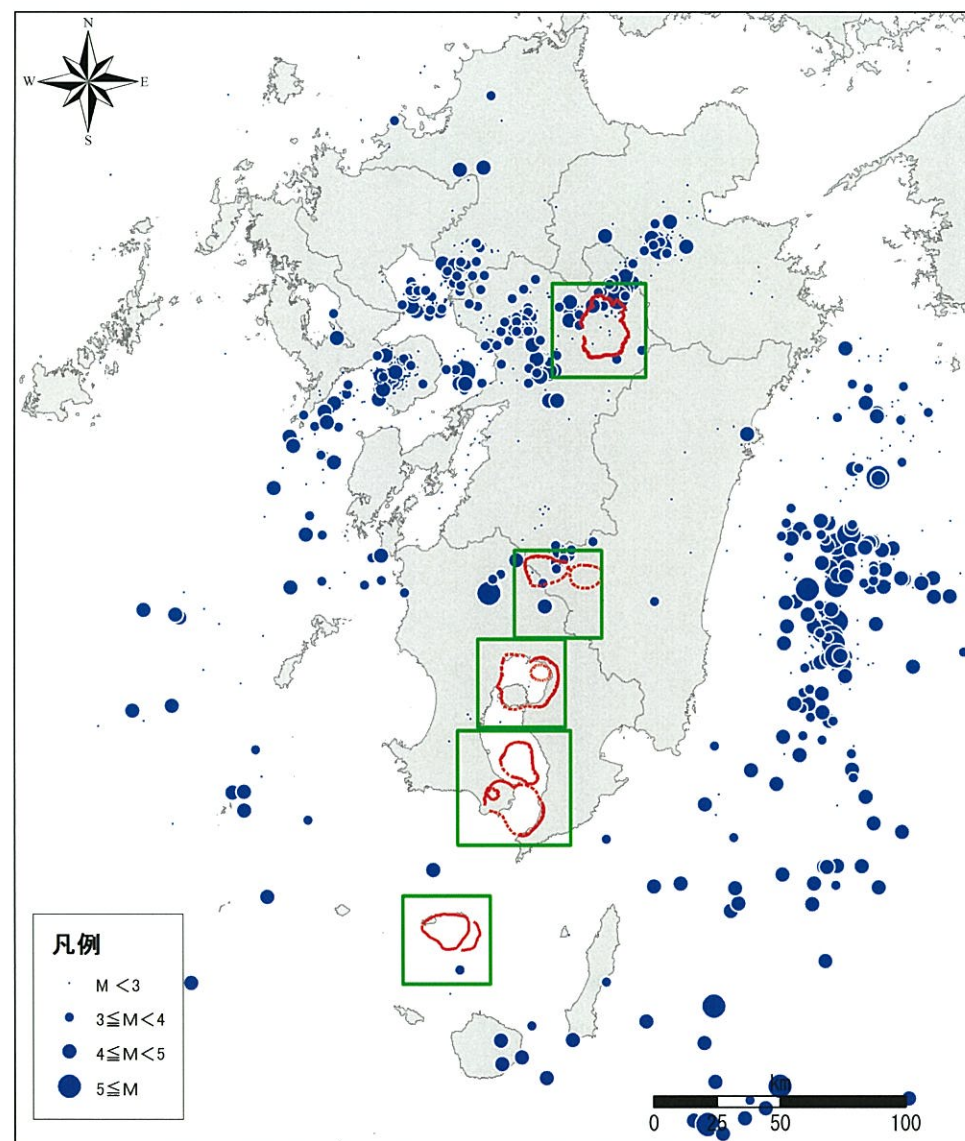
※震源は、気象庁、地震月報(カタログ編)の震源データのうち、九州地方の深さ30km以浅のもの

参考3. 九州全域の地震活動

1960年～1969年



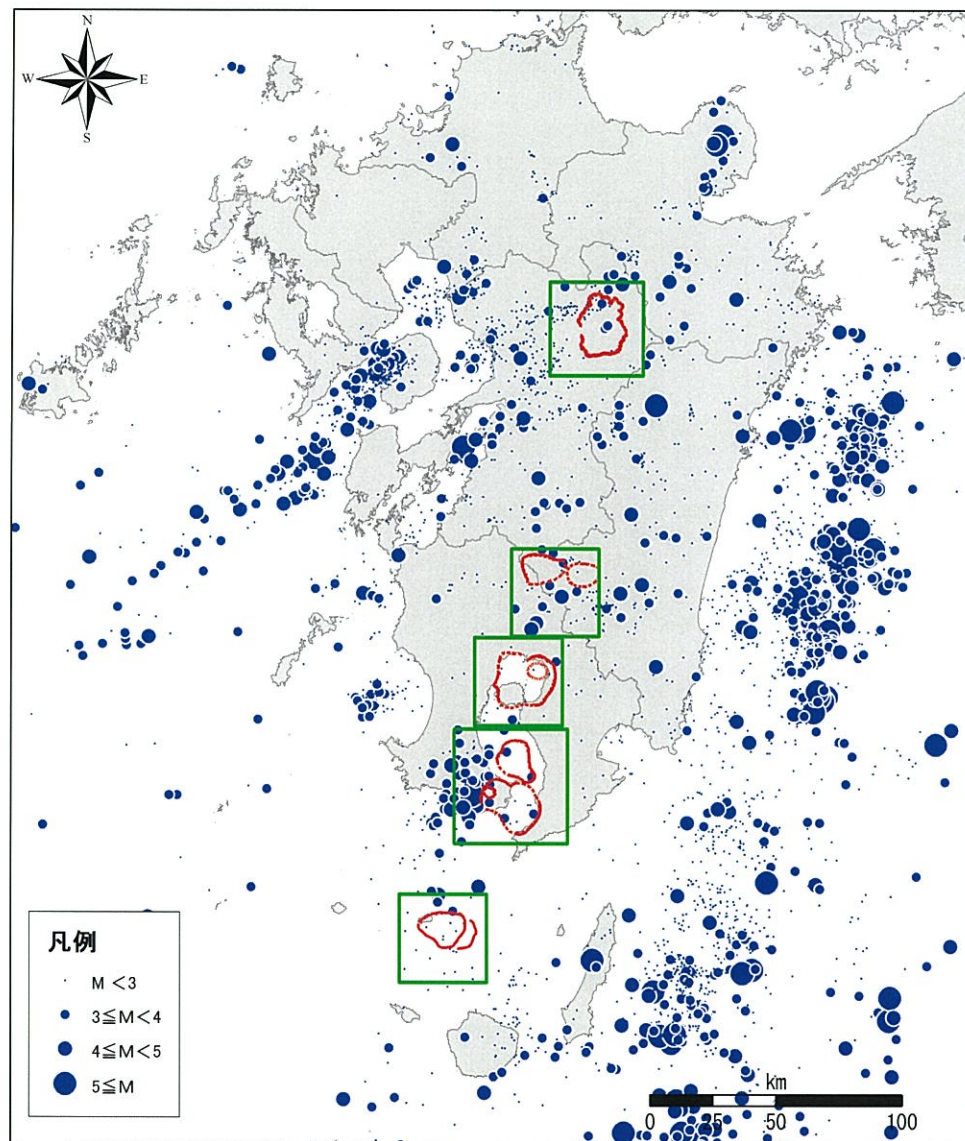
1970年～1979年



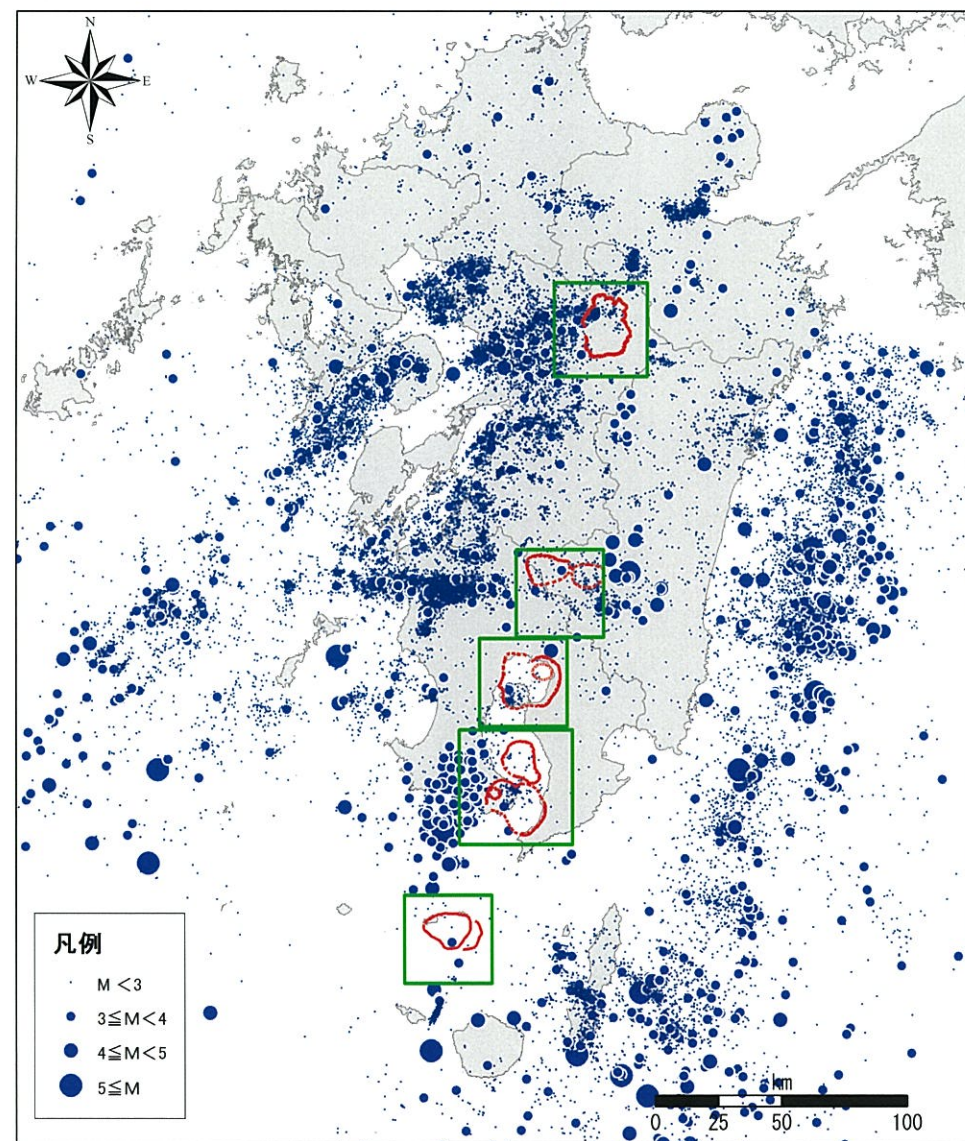
※震源は、気象庁、地震月報(カタログ編)の震源データのうち、九州地方の深さ30km以浅のもの

参考3. 九州全域の地震活動

1980年～1989年



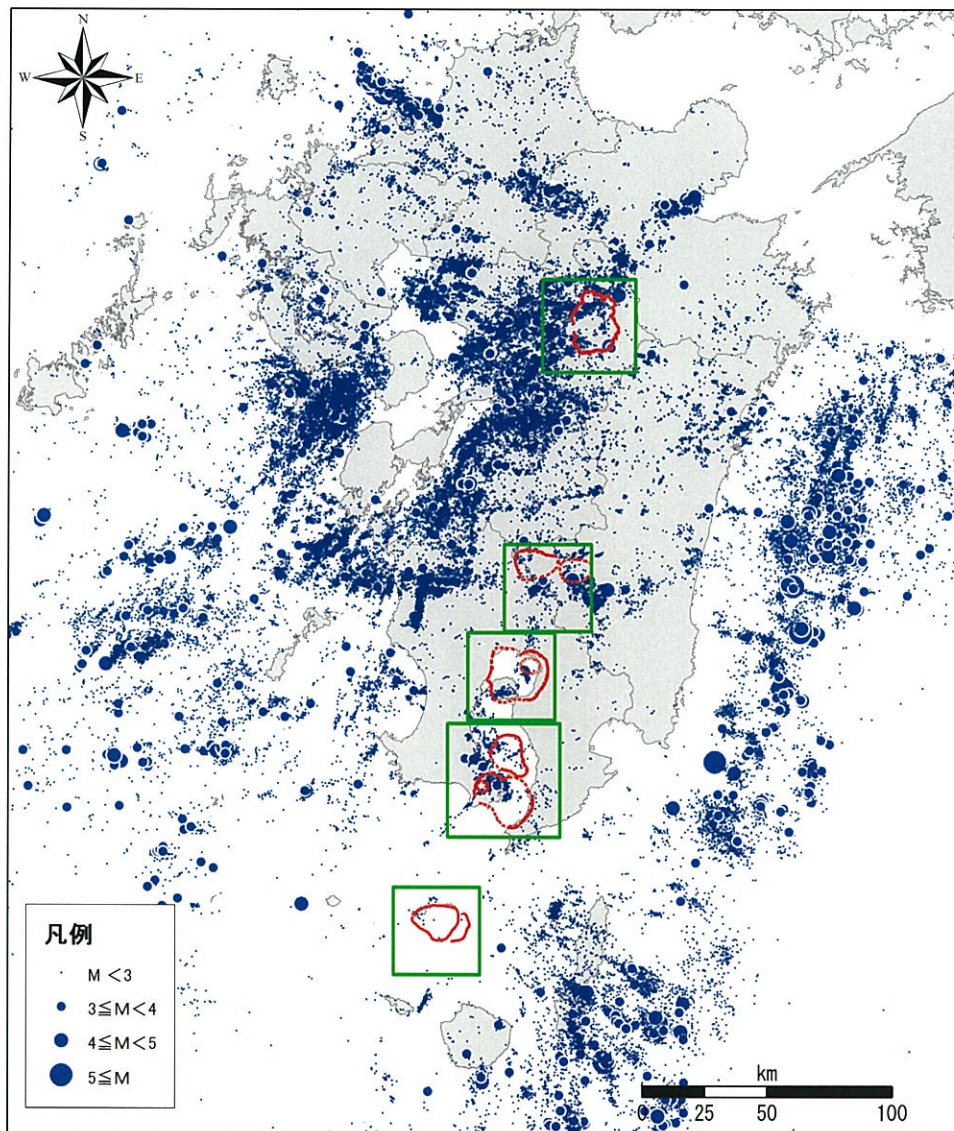
1990年～1999年



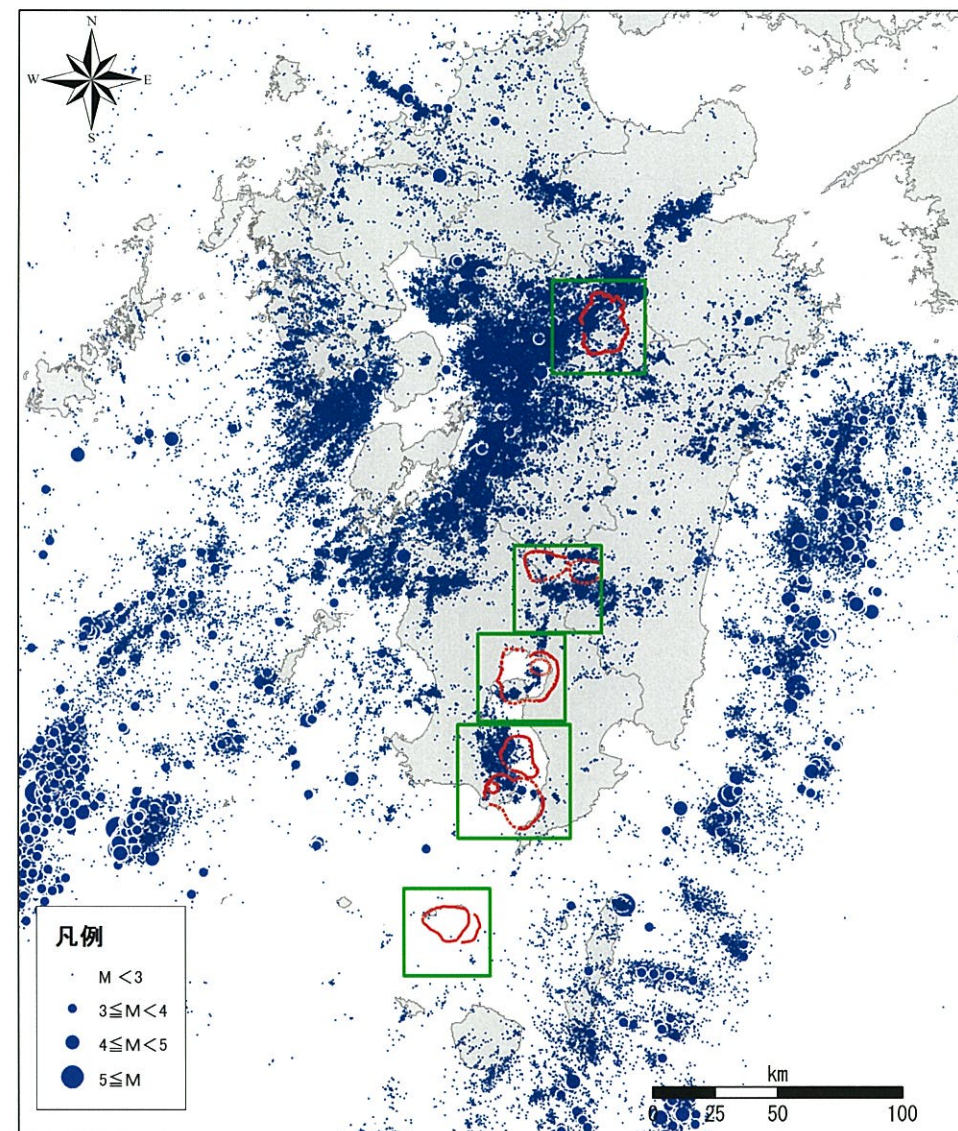
※震源は、気象庁、地震月報(カタログ編)の震源データのうち、九州地方の深さ30km以浅のもの

参考3. 九州全域の地震活動

2000年～2009年



2010年～2018年



※震源は、気象庁、地震月報(カタログ編)の震源データおよび一元化处理震源データ(2018年)のうち、九州地方の深さ30km以浅のもの

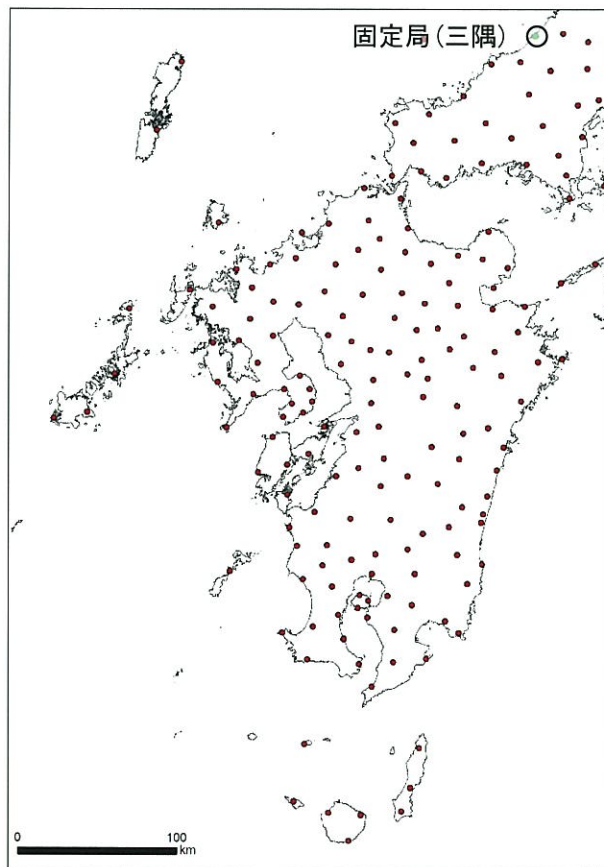
余 白

(中 ・ 長 期 的 取 組 み)

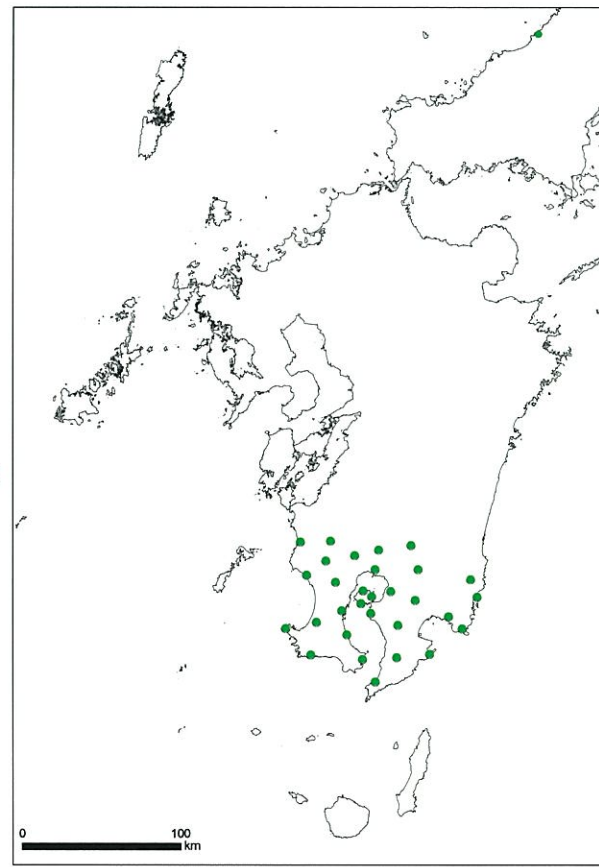
余 白

1. 広域地殻変動の影響検討 [概 要]

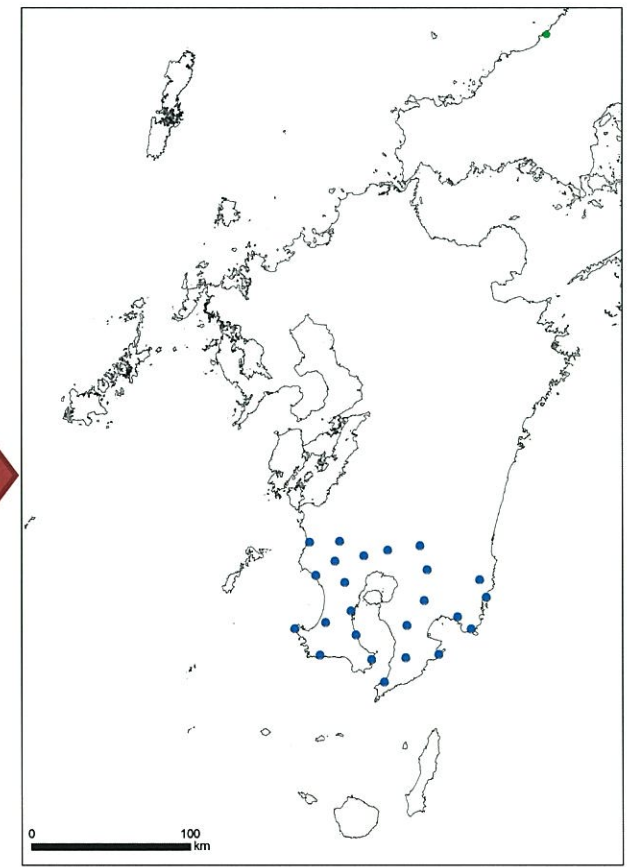
- 基線長変化には、広域地殻変動も含まれており、マグマ供給量の評価に影響を及ぼす可能性があることから、変動が比較的大きい始良カルデラについて広域地殻変動量を定量的に検討した。
- 検討手法としては、Takayama and Yoshida (2007) 及び堀田ほか(2013)を参考に、北緯32度以南の観測点のうち、火山活動に起因する影響が大きい観測点を除外し、三隅(島根県)を固定局としたベクトルを1次近似したものを広域地殻変動とした。



国土地理院のGNSS観測網(GEONET)



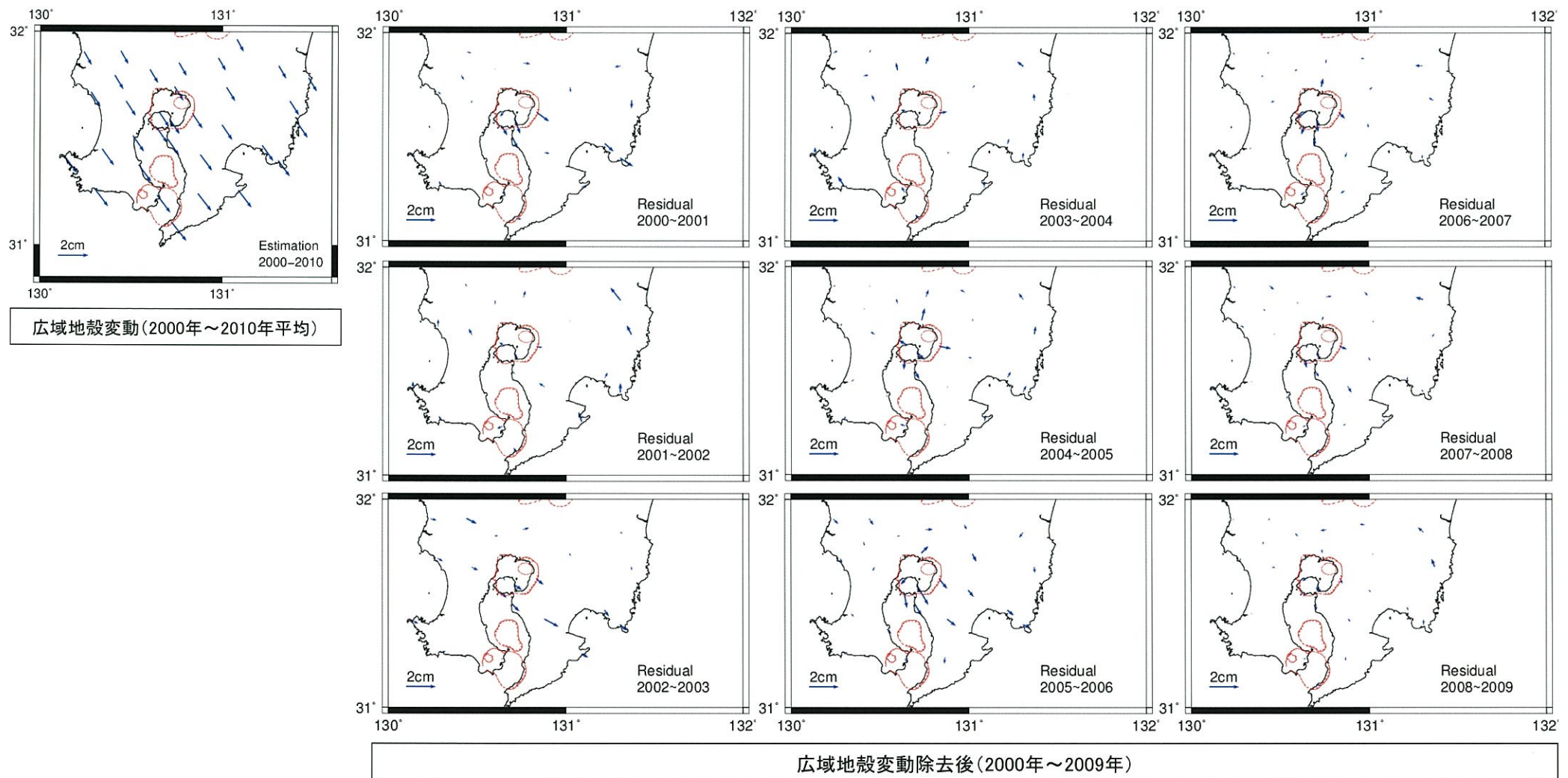
Takayama and Yoshida (2007)を参考に
北緯32度以南の九州本土のGEONET観測データを抽出



堀田 (2013)を参考に始良カルデラ周辺
のデータを除外

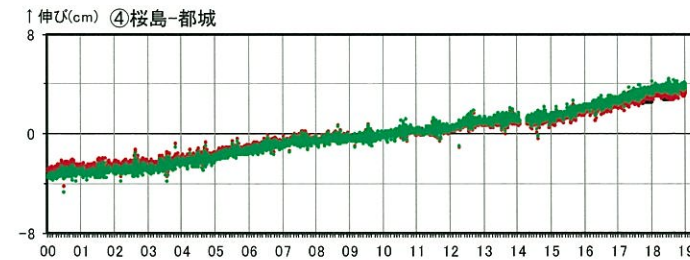
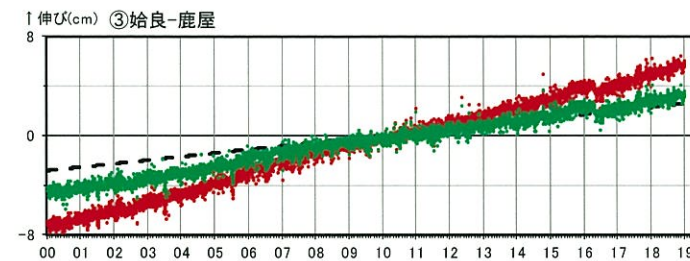
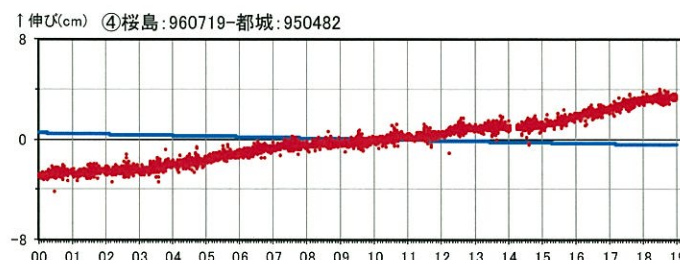
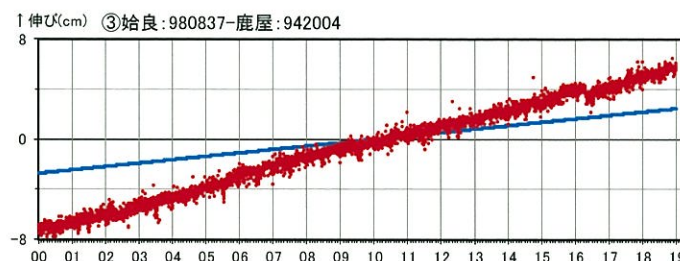
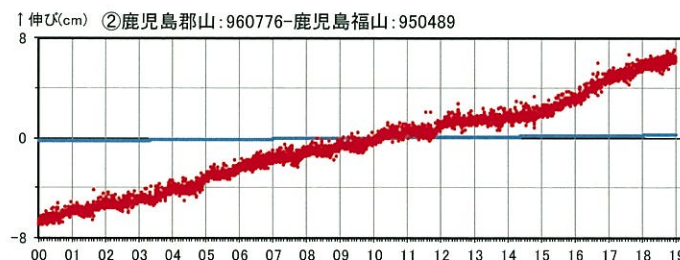
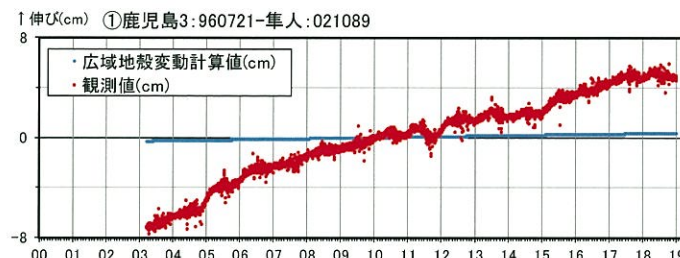
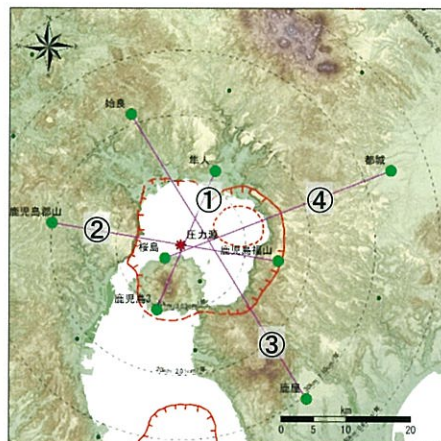
1. 広域地殻変動の影響検討 [ベクトル図]

- ・ 広域地殻変動は、長期的に一定と考えて2000年～2010年の平均値を適用した。(2011年以降は東北地方太平洋沖地震の広域地殻変動を考慮し除外)
- ・ その結果、広域地殻変動を概ね除去できており、始良カルデラを中心とする放射状のベクトルが確認できる。



1. 広域地殻変動の影響検討 [基線長変化]

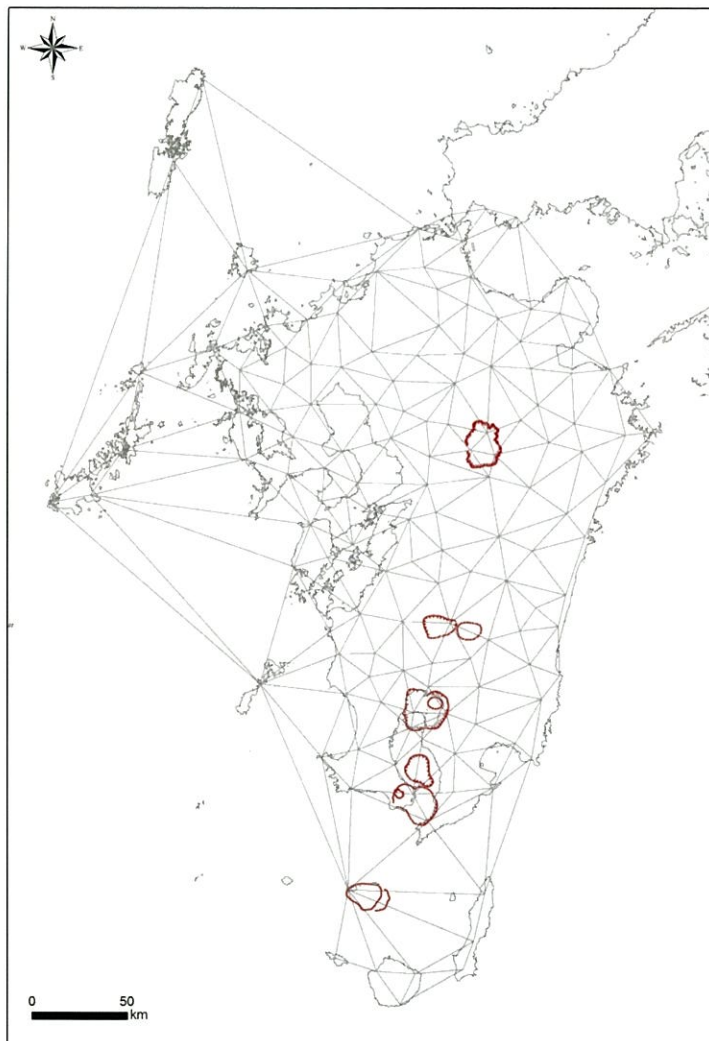
- ・ 広域地殻変動の影響を検討した結果、基線①、②、④への影響はほとんどないものの、基線③への影響が大きいことが確認された。また、広域地殻変動を除去した残差は、茂木モデルによる膨張率 $0.005\text{km}^3/\text{年}$ を想定した変動と概ね一致することを確認した。
- ・ なお、マグマ供給率の算定においては、基線③による評価は安全側になっていると考えられることから、これらを踏まえた上で既存の基線を用いたモニタリングを引き続き実施していく。



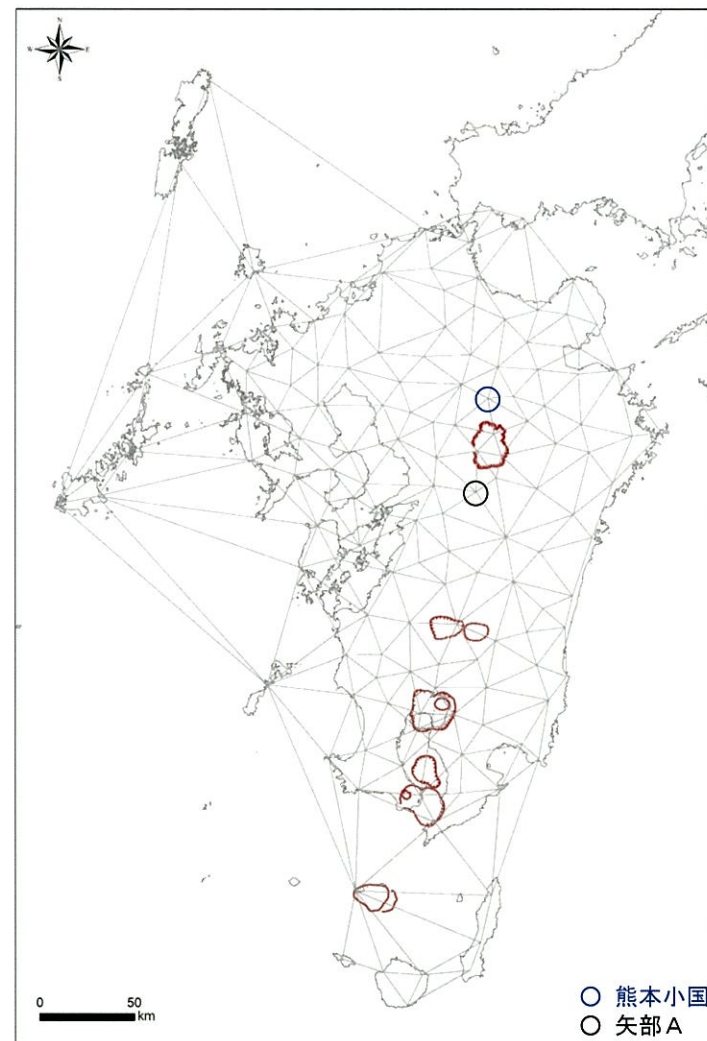
- ※1 観測値及び広域地殻変動計算値は、2010年1月1日を基準値として表示
- ※2 茂木モデルによる推定値は、井口ほか(2008)による圧力源の位置において膨張率 $0.005\text{km}^3/\text{年}$ を想定
- ※3 上の地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである

2. カルデラ火山周辺のひずみ場検討 [概 要]

- 地殻変動評価において、基線長変化によるカルデラ火山周辺の局所的な変動だけでなく、九州全体の大局的な変動についても確認していくことが重要であることから、九州のひずみ分布を確認した。
- 検討メッシュについては、昨年度は地震調査委員会を基にしたメッシュとしていたが、本年度は阿蘇カルデラ周辺のひずみ場をより詳細にとらえるため、基準点「熊本小国」と「矢部A」を追加したメッシュの切り方に変更した。



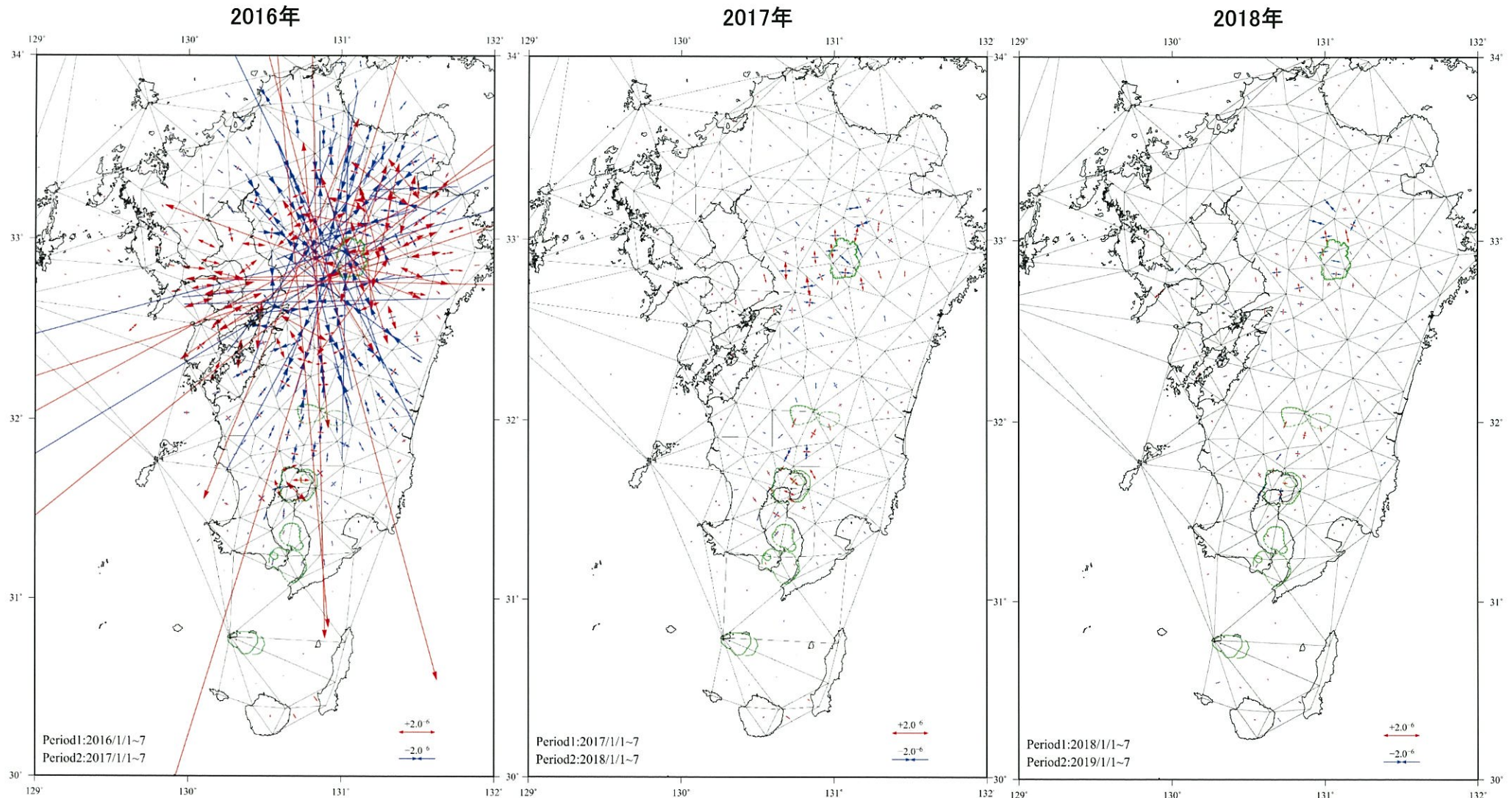
昨年度解析メッシュ



本年度解析メッシュ

2. カルデラ火山周辺のひずみ場検討

- ・阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラでは継続的なひずみが認められるが、阿多カルデラおよび鬼界では、顕著なひずみは認められない。
- ・カルデラを含めた九州全域のひずみ場の整理も継続的に行い、引き続きデータを蓄積しながら地殻変動観測に努めていく。

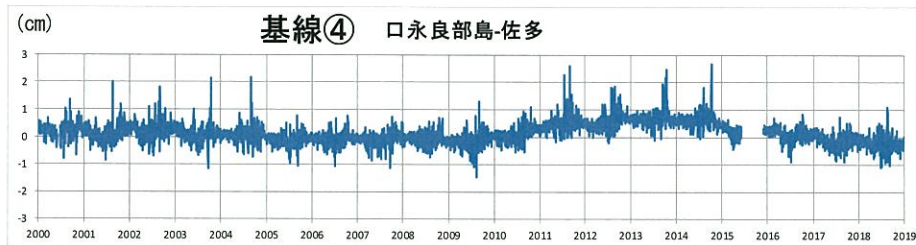
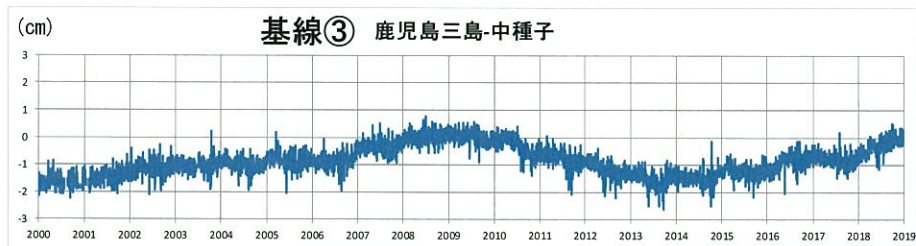
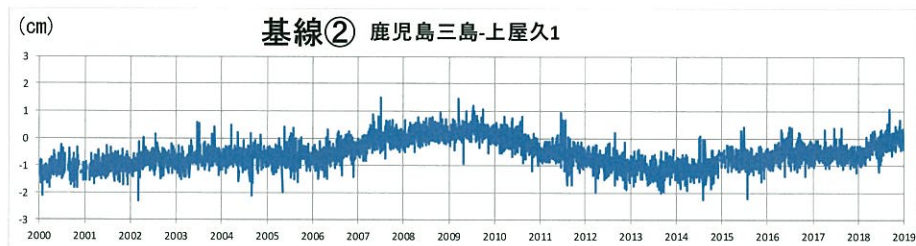
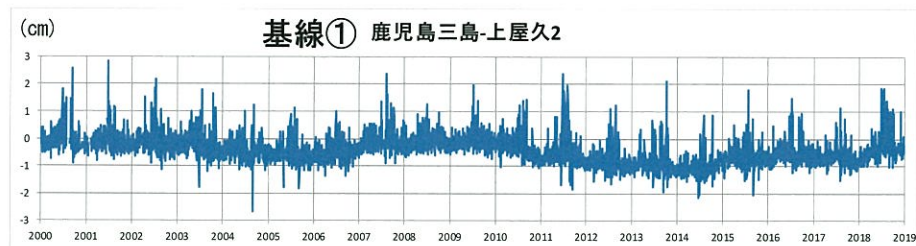


※矢部Aは2018/11/10で運用を停止したため、矢部Aを含む三角形のひずみは2018/11/1~7までのデータで作成（矢部B 2019/3/7運用開始）

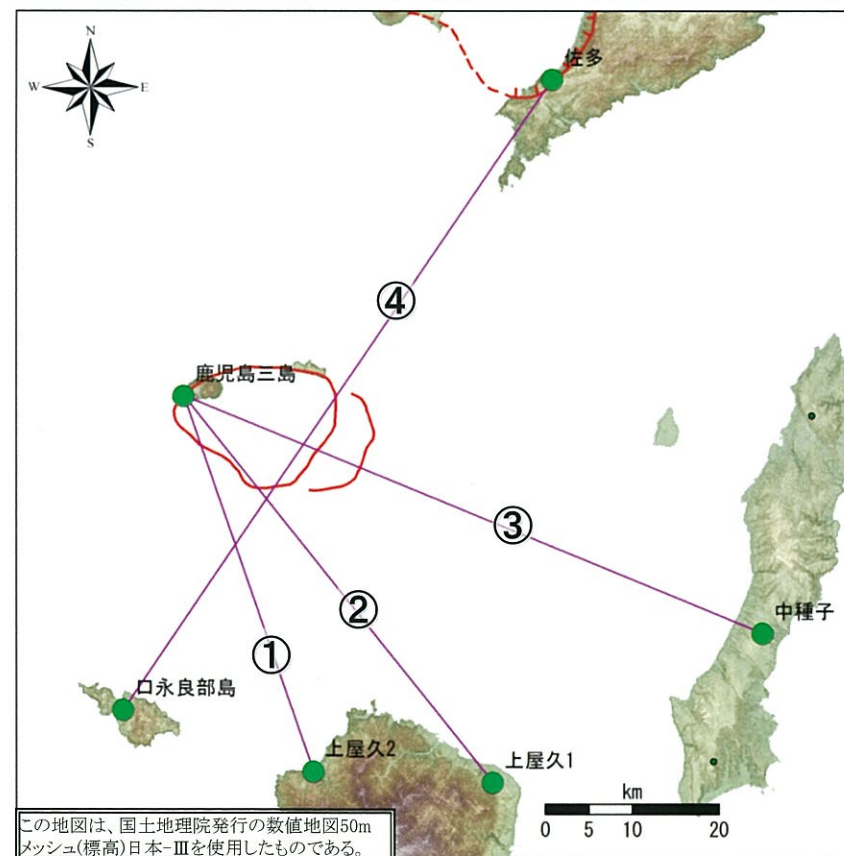
余 白

3. 鬼界の基線長変化における長期トレンド検討[基線変化の重ね合わせ]

- 鬼界の基線①～④においては、周期的な長期トレンドが認められることから、黒潮と火山活動との関係について検討した。



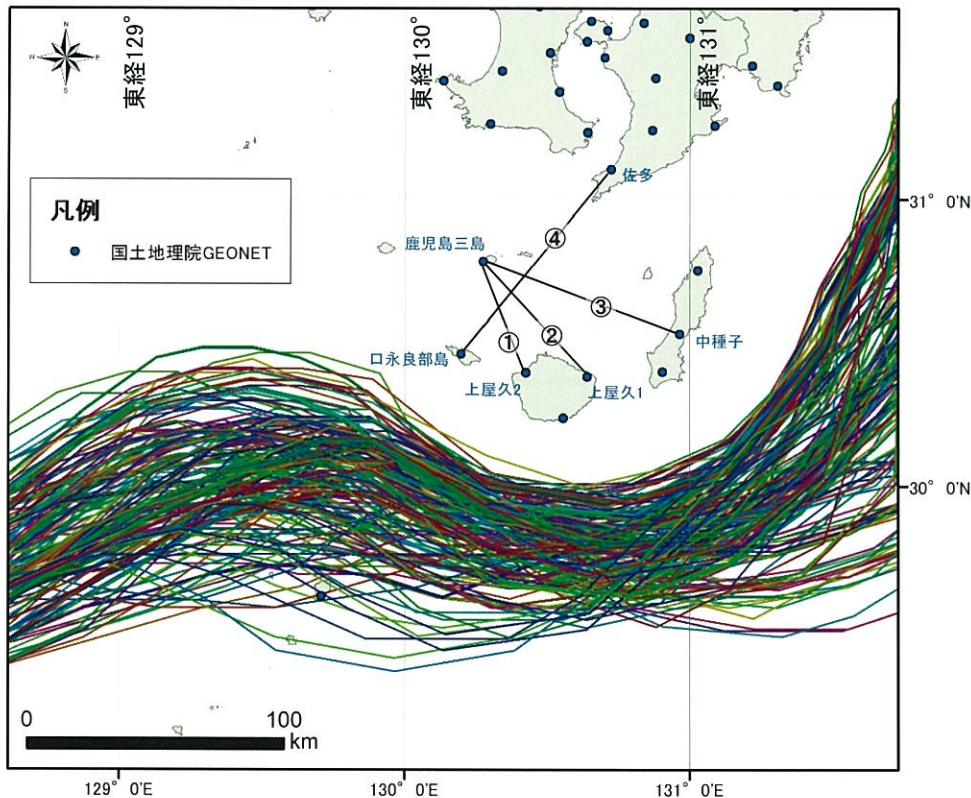
1年移動平均によるスムージング



3. 鬼界の基線長変化における長期トレンド検討[黒潮の影響]

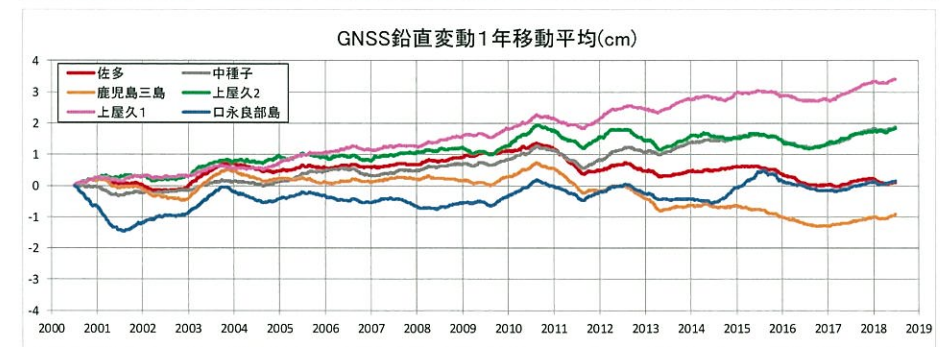
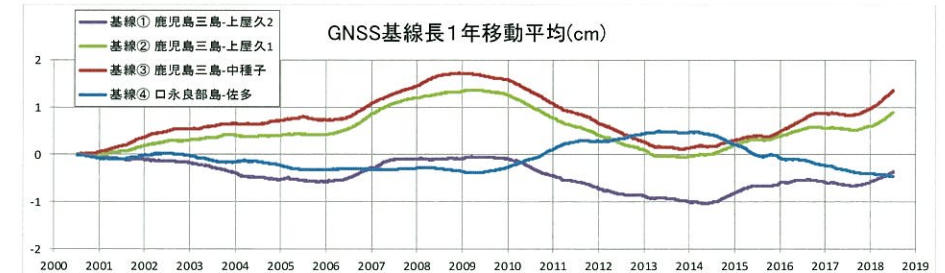
- ・ 黒潮の位置が変化することにより、海洋荷重の分布が変化し、地盤変形が発生する可能性があるため、黒潮の位置と基線長変化及び鉛直変動との関連性について検討した。
- ・ 黒潮の位置が変化する周期は、基線長変化の周期と比較して、短い周期であり、両者間で明瞭な関係は認められない。
- ・ 黒潮の位置の変化と各観測点の鉛直変動との間に明瞭な関係は認められない。

2014年の黒潮流軸位置(例)

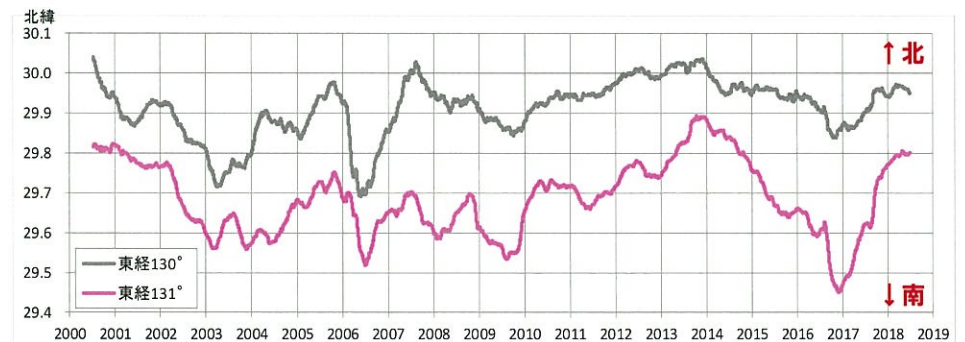


- ※1 上図は黒潮流軸データセット(日本水路協会・海洋情報センター)より作成
 ※2 黒潮の流軸は、黒潮の流路の内で最も流速が速い海域を示す
 ※3 黒潮流軸の位置は、観測値の1年間移動平均を表示
 ※4 2000年1月1日の基線長及び鉛直変動を基準値とし、観測値の1年間移動平均を表示

基線長変化・鉛直変動と黒潮の流軸の位置の変化



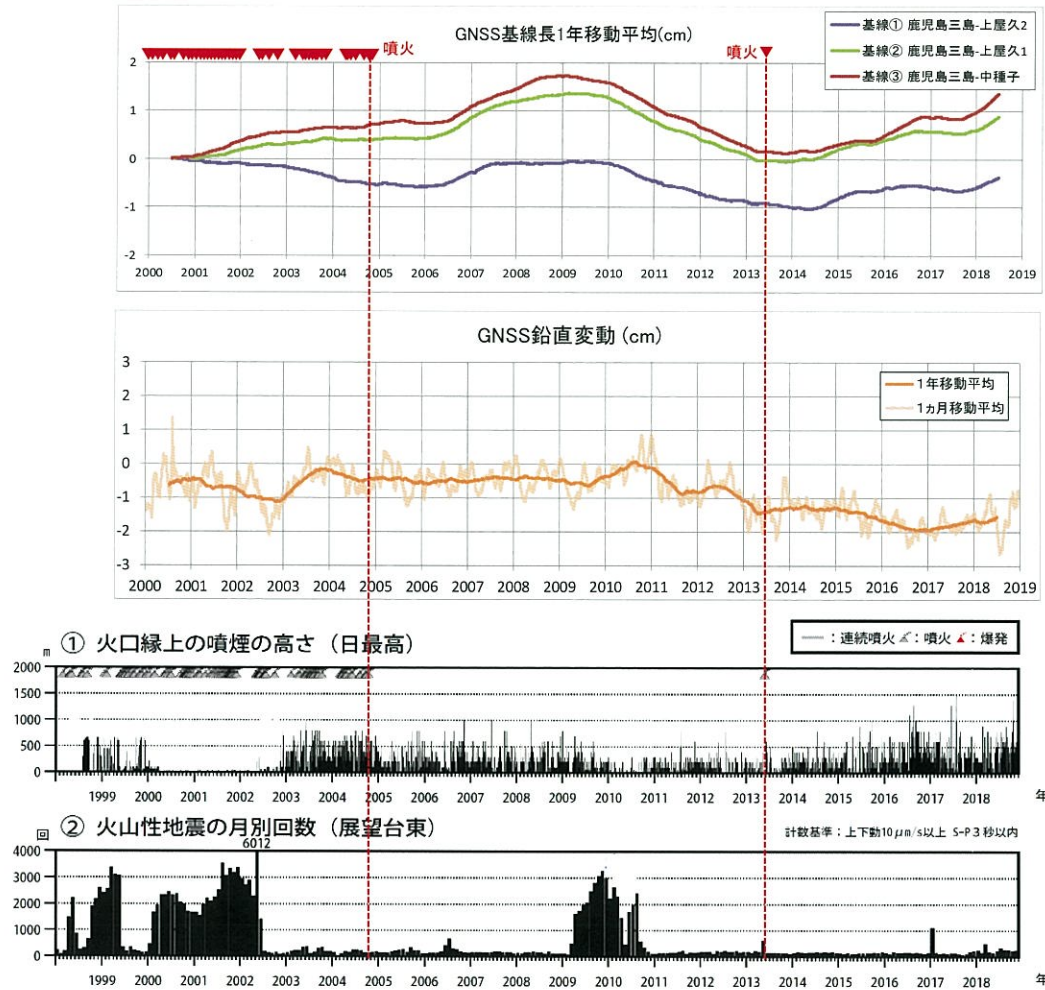
黒潮流軸の位置の変化



3. 鬼界の基線長変化における長期トレンド検討[火山活動の影響]

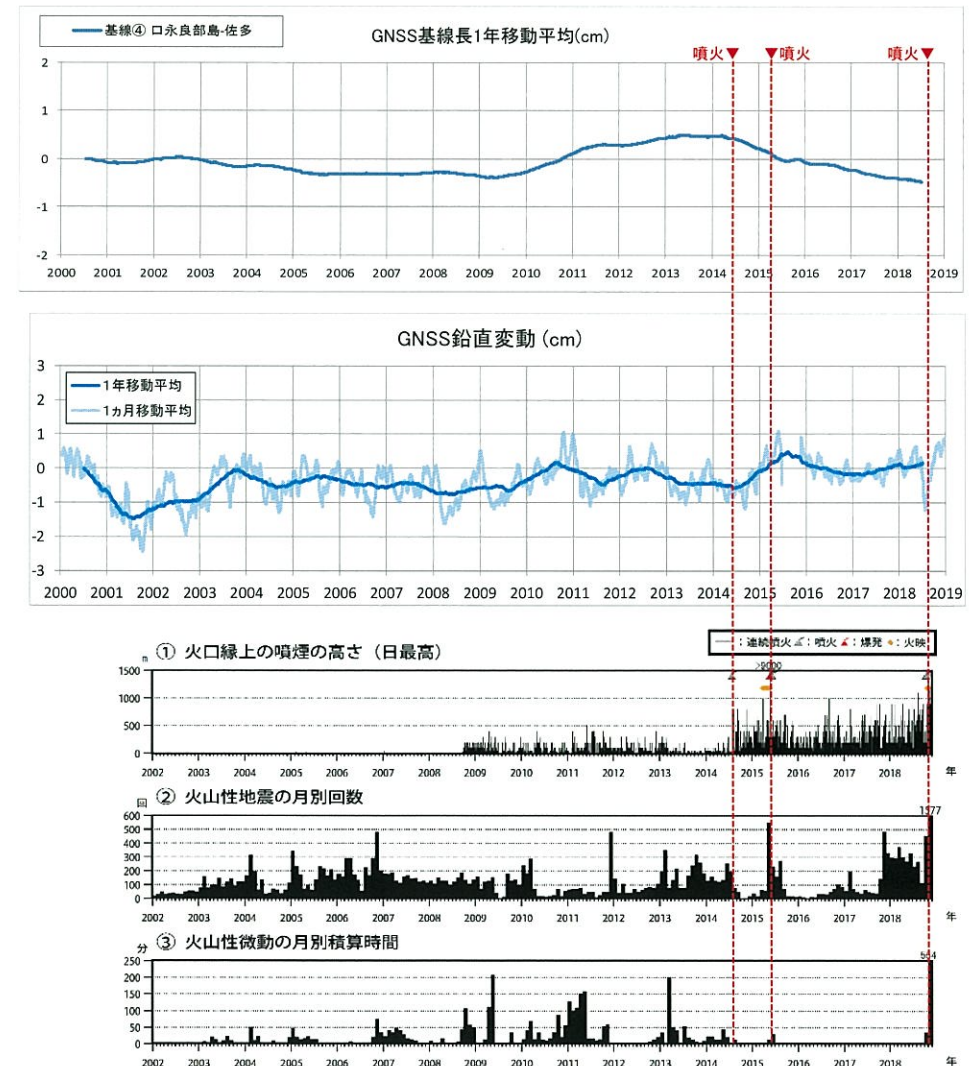
- ・ 鬼界の基線長変化のトレンドと薩摩硫黄島、口永良部島の火山活動との関連性について検討した。
- ・ 薩摩硫黄島、口永良部島ともに、火山の噴火と基線長変化に明瞭な関係は認められないものの、関連性は否定できない。

〔薩摩硫黄島〕



薩摩硫黄島 火山活動解説資料(2018年12月より)

〔口永良部島〕

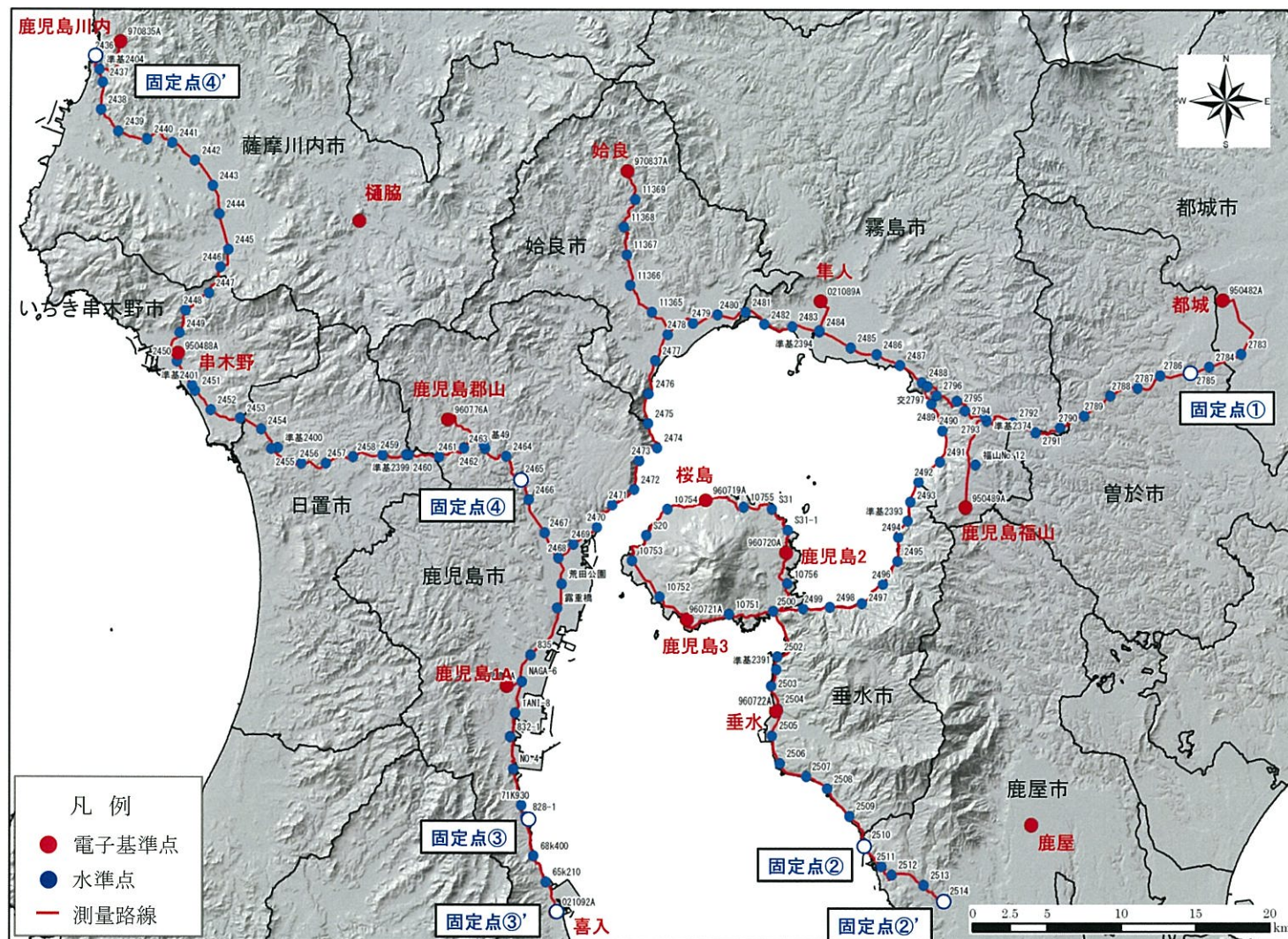


口永良部島 火山活動解説資料(2018年12月より)

余 白

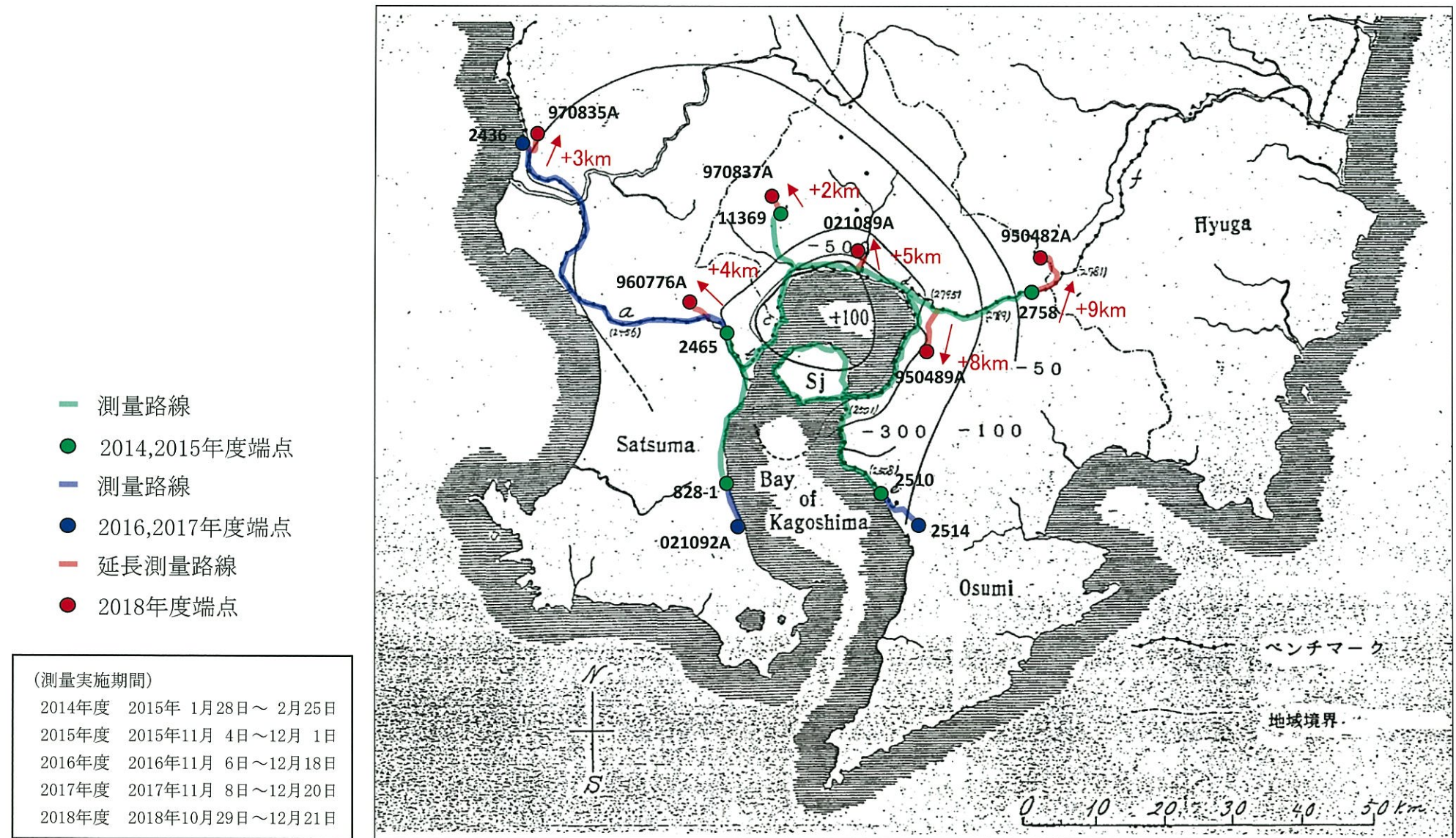
4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果 [概 要]

- ・ 始良カルデラについて、鉛直方向の地殻変動を面的に精度良く把握することを目的として、2014年度より水準測量を毎年実施。
- ・ 2016年度からは、桜島大正噴火(1914年)に伴う地盤沈下が広範囲にわたって起きたことも考慮して、測量路線を延長。
- ・ 2018年度は、電子基準点を用いて固定水準点の広域地殻変動を補正するため、測量路線近傍の電子基準点まで測量路線を延長。(2014年度,2015年度:183km⇒2016年度,2017年度:258km⇒2018年度:289km)



※電子基準点は、国土地理院によるGNSS観測点で、観測路線近傍に設置されている箇所を表示。

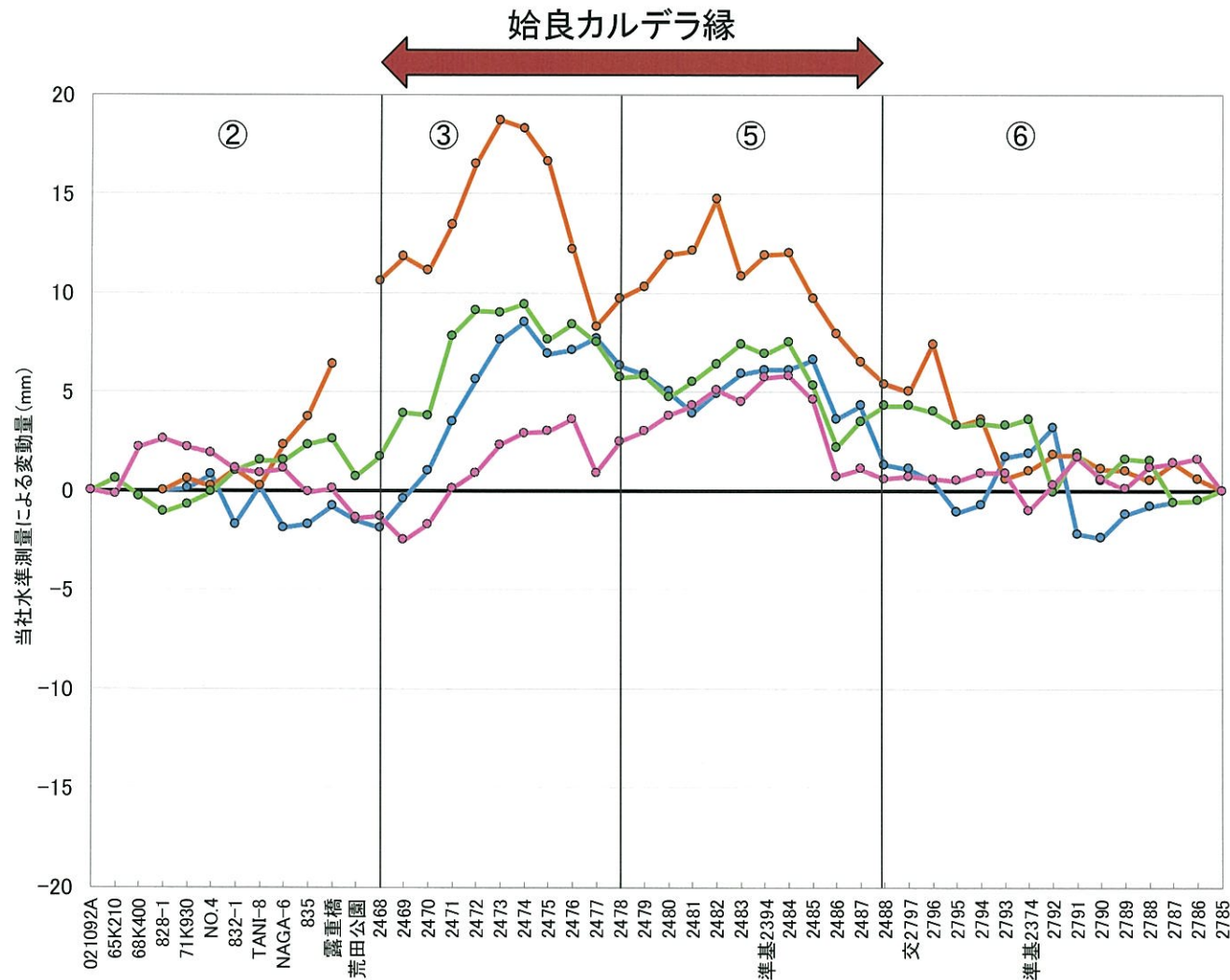
【参考】水準測量路線図



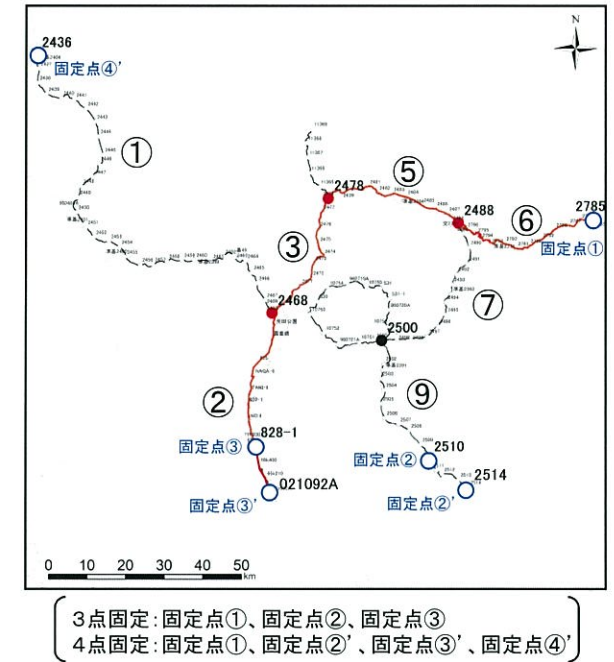
水準測量路線図(Omori,1916の大正噴火に伴う地盤沈下量に加筆)

4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果(3点固定・4点固定)

- 水準測量の結果より、2018年度の始良カルデラ縁の測線の変動量は、2017年度と比較して小さいことを確認した。

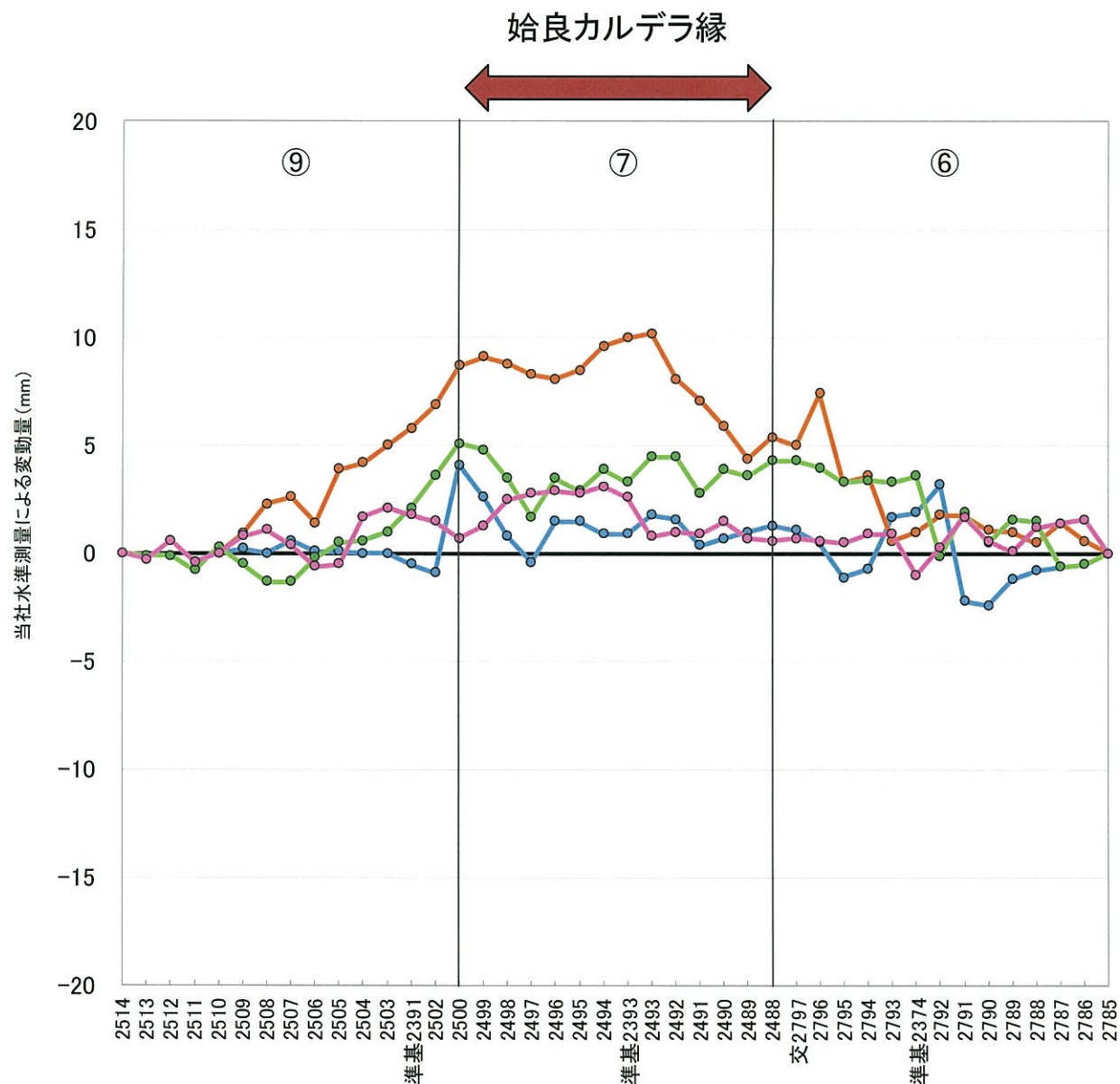


水準測量による垂直変化量の比較【基線②-③-⑤-⑥】

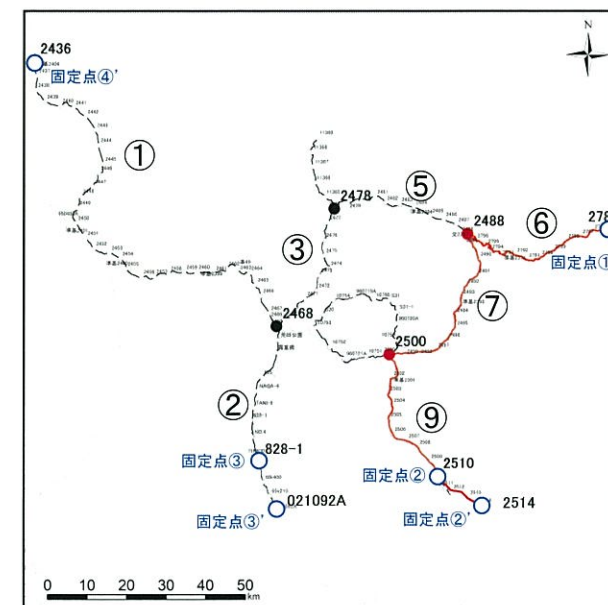


- 2015年度 (mm/9ヶ月) [(2015.11) - (2015.2)] } 3点固定
- 2016年度 (mm/年) [(2016.11) - (2015.11)] } 3点固定
- 2017年度 (mm/年) [(2017.11) - (2016.11)] } 4点固定
- 2018年度 (mm/年) [(2018.11) - (2017.11)] } 4点固定

4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果(3点固定・4点固定)

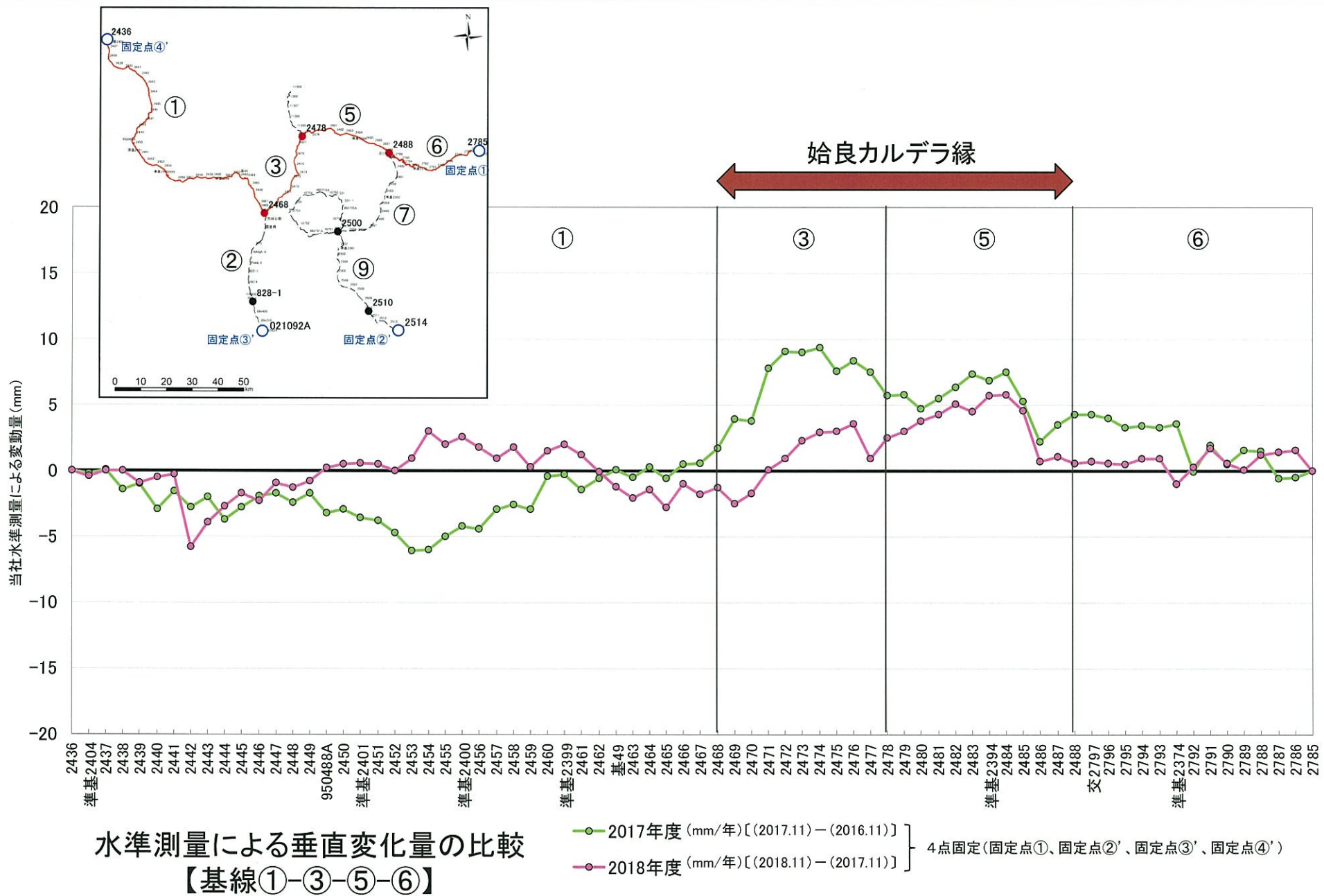


水準測量による垂直変化量の比較【基線⑨-⑦-⑥】

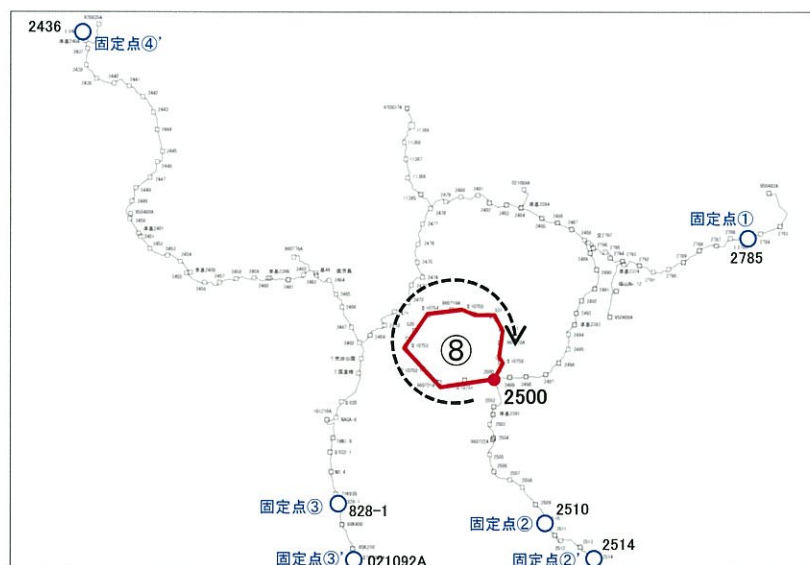
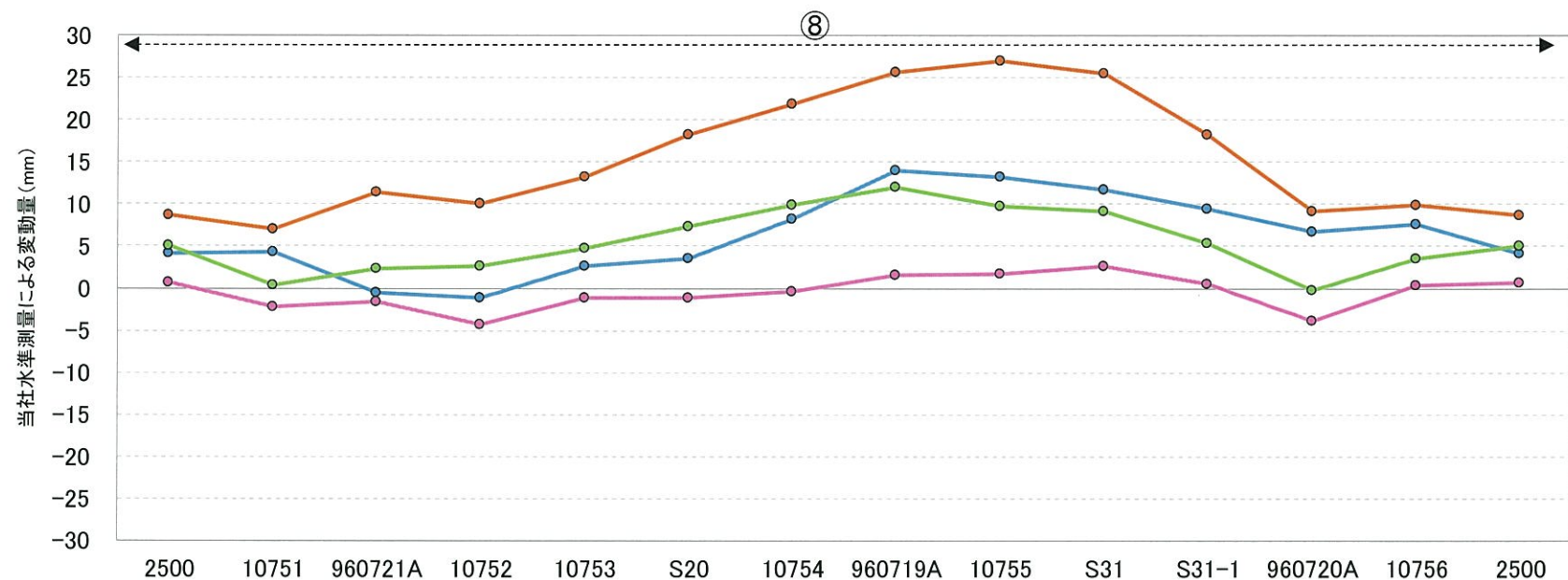


3点固定: 固定点①、固定点②、固定点③
4点固定: 固定点①、固定点②'、固定点③'、固定点④'

- 2015年度 (mm/9ヶ月) [(2015.11) - (2015.2)]
 - 2016年度 (mm/年) [(2016.11) - (2015.11)]
 - 2017年度 (mm/年) [(2017.11) - (2016.11)]
 - 2018年度 (mm/年) [(2018.11) - (2017.11)]
- 3点固定
- 4点固定



4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果[桜島周り] (3点固定・4点固定)



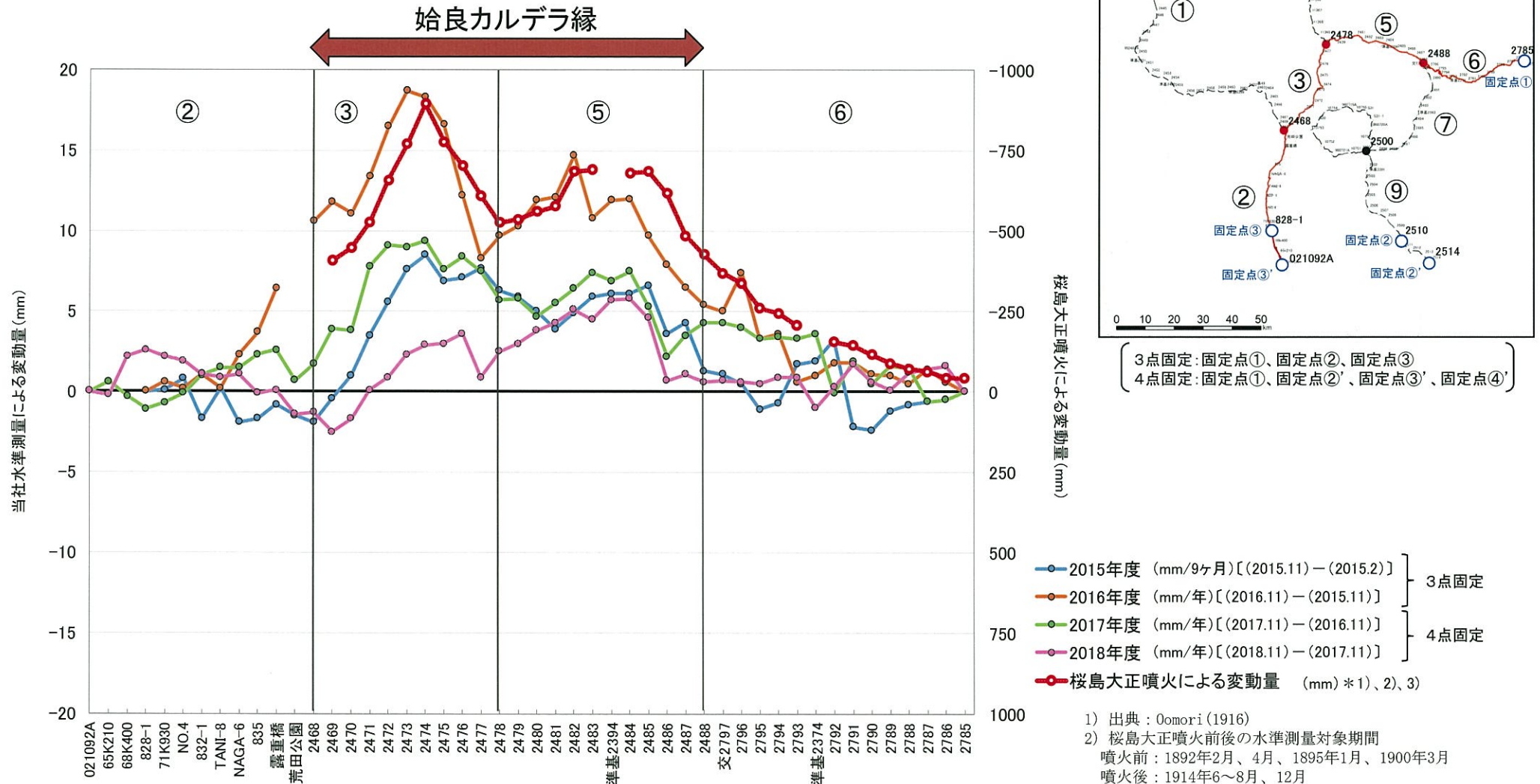
- 2015年度 (mm/9ヶ月) [(2015.11)-(2015.2)]
 - 2016年度 (mm/年) [(2016.11)-(2015.11)]
 - 2017年度 (mm/年) [(2017.11)-(2016.11)]
 - 2018年度 (mm/年) [(2018.11)-(2017.11)]
- 3点固定
- 4点固定

3点固定: 固定点①、固定点②、固定点③
 4点固定: 固定点①、固定点②'、固定点③'、固定点④'

4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果 [桜島大正噴火(1914年)前後との比較]

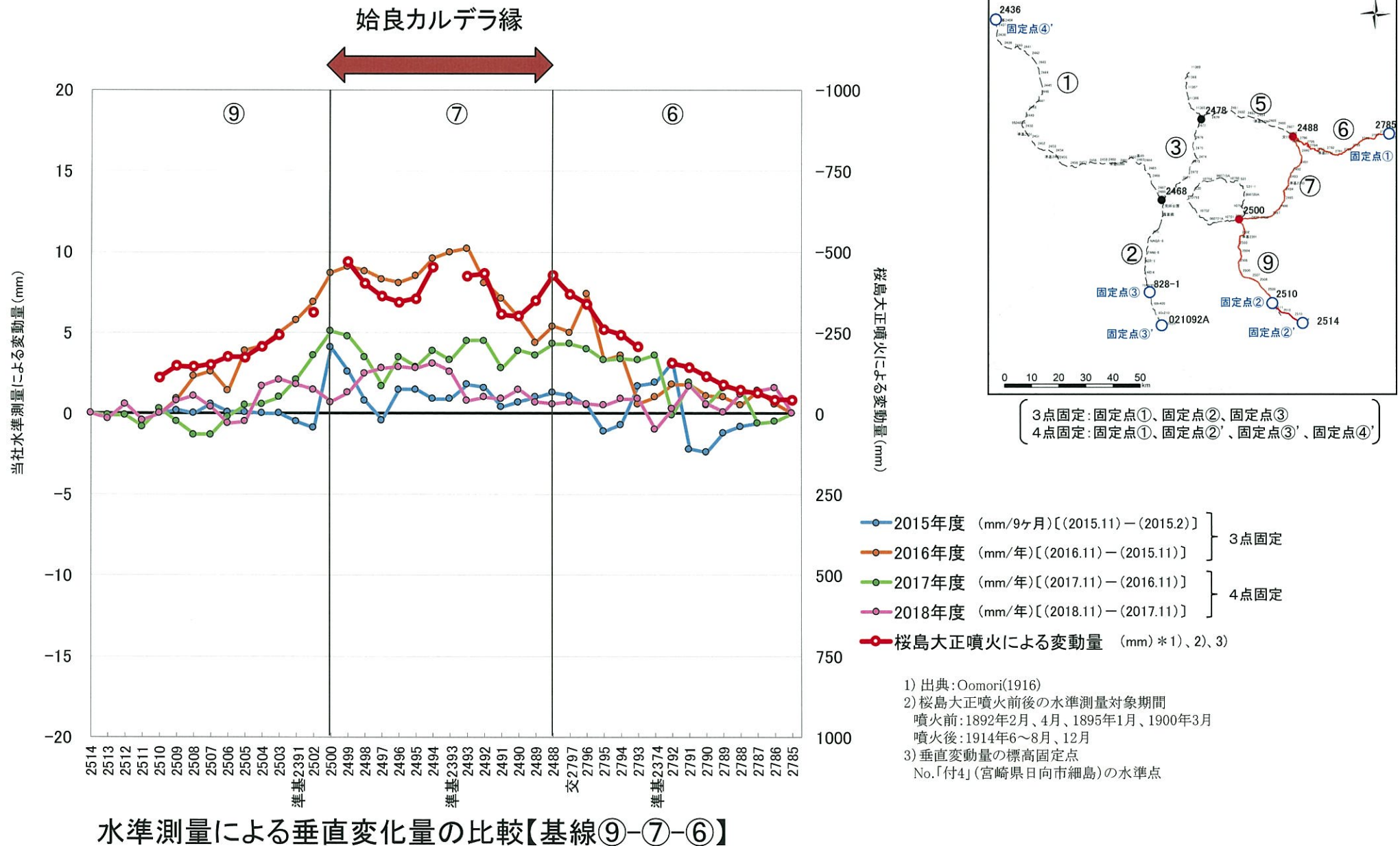
- ・ 桜島大正噴火(1914年)による変動量と当社水準測量による変動量の比較を行った。
- ・ 桜島大正噴火による沈下と現在の隆起に同様の傾向が見られた。

※鉛直変動の傾向を見るため、桜島大正噴火の鉛直変動の軸(反転)と変動量を調整し表示

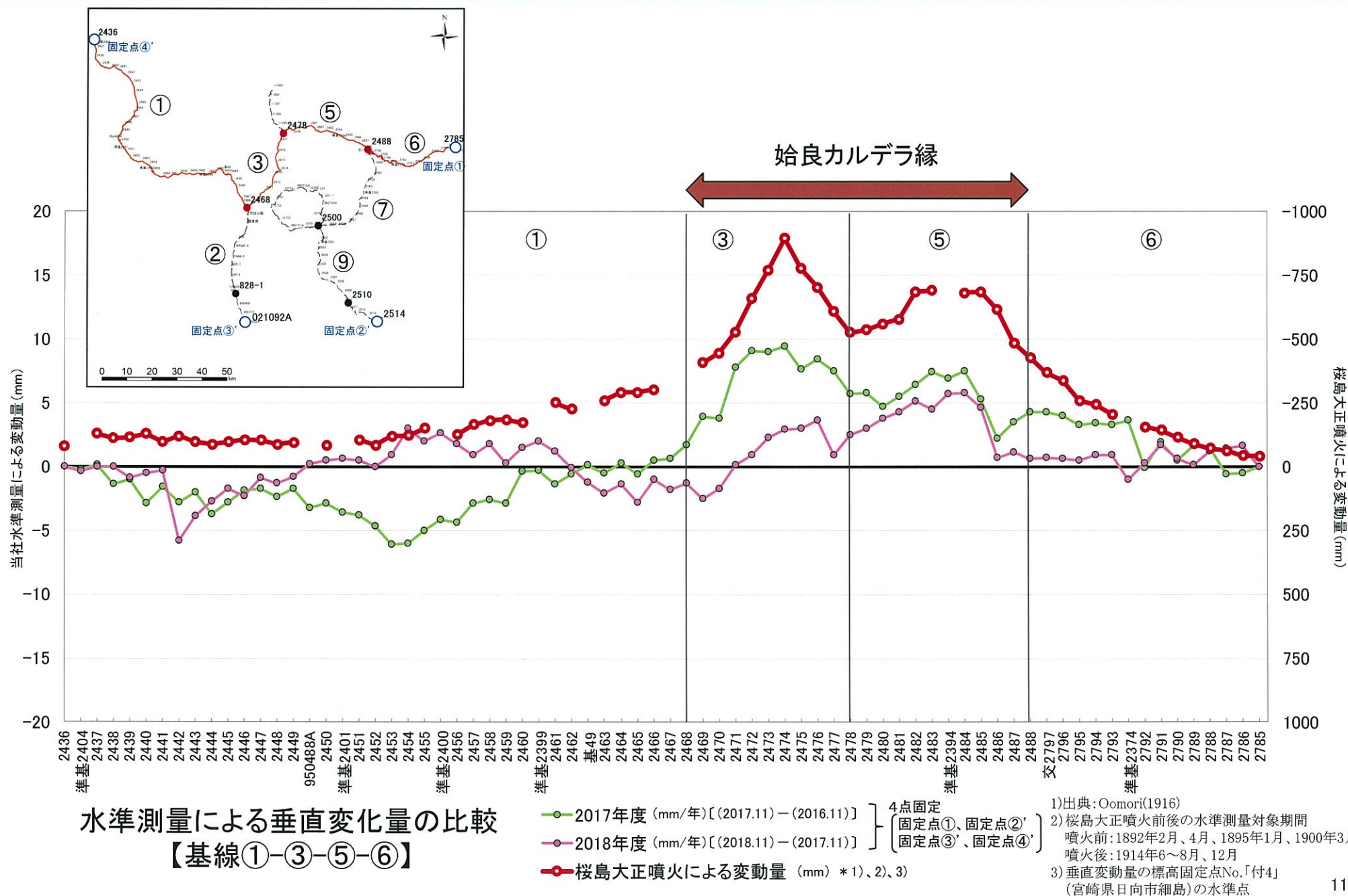


水準測量による垂直変化量の比較【基線②-③-⑤-⑥】

4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果 [桜島大正噴火(1914年)前後との比較]



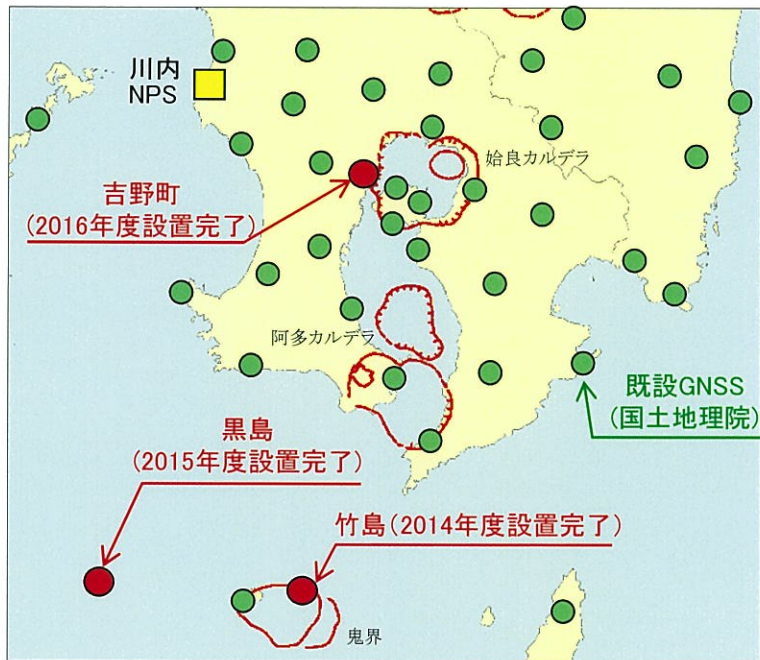
4. 始良カルデラ周辺の水準測量結果 [桜島大正噴火(1914年)前後との比較]



5. 当社GNSS機器による観測結果 [設置状況]

観測点の増設により地殻変動データに係る精度の向上を図ることを目的に、鹿児島県内3箇所(2014年度:竹島、2015年度:黒島、2016年度:吉野町)にGNSS機器を設置し、観測データを蓄積してカルデラ評価を補完している。

※GNSS観測機器の仕様は国土地理院と同様



設置地点の位置図



竹島の機器設置状況



黒島の機器設置状況

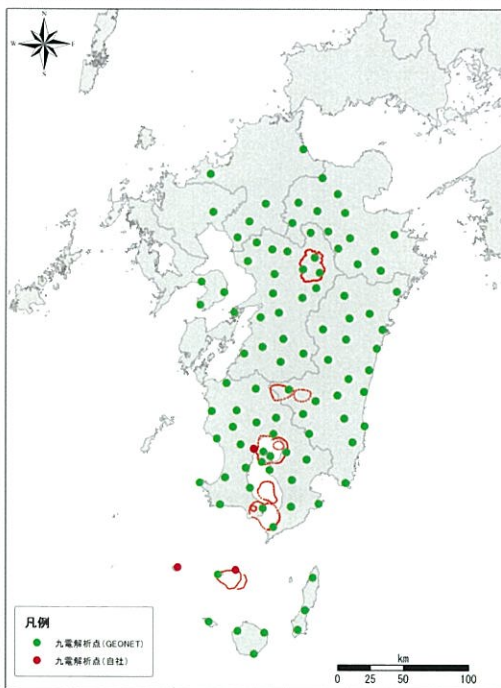


吉野町の機器設置状況

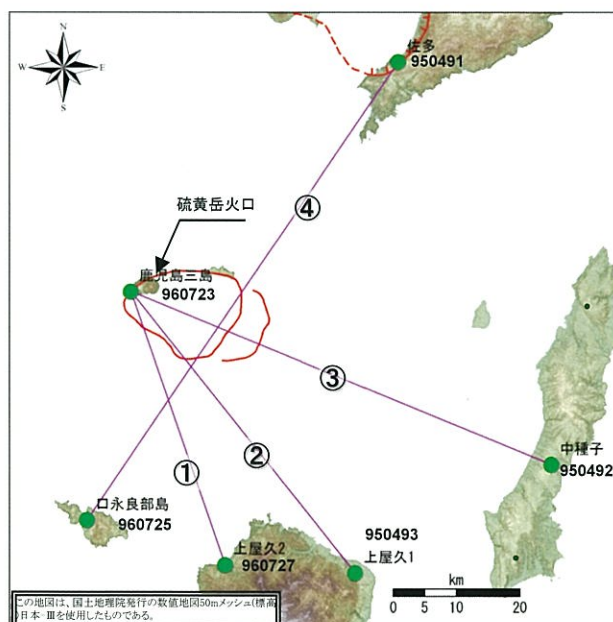
5. 当社GNSS機器による観測結果 [解析処理について]

- ・ 当社観測点(竹島・黒島・吉野町)については、GEONETと同様のGNSS解析ソフトウェア(Bernese※)を用いた当社独自の解析を実施。
- ・ GEONETと当社解析では、主に解析点数の違い(九電:九州地方約100点, GEONET:全国約1300点)や解析固定点の違い(九電:前原・行橋・上屋久1, GEONET:つくば1)が異なる。
- ・ なお、GEONETデータと当社解析値を比較した場合、双方の解析結果は概ね同等である。

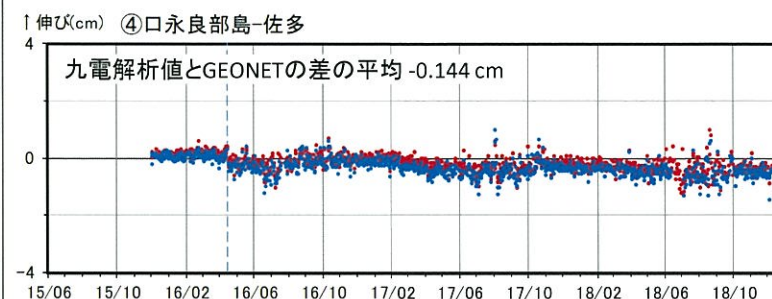
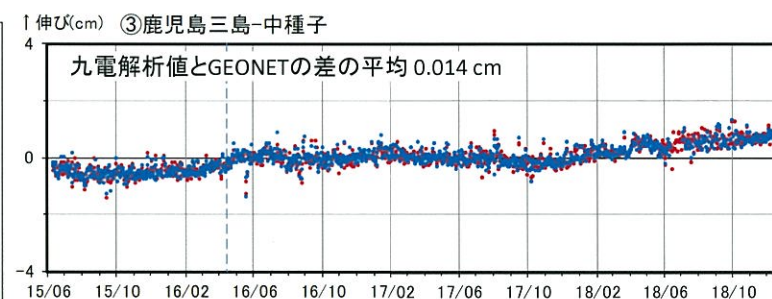
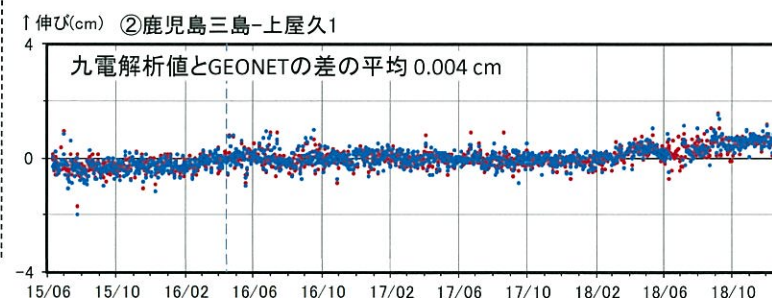
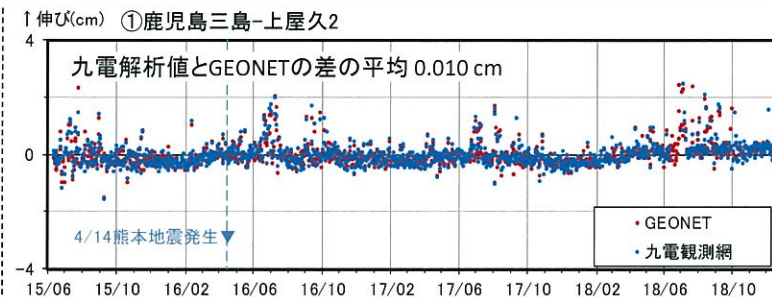
※Bernese: スイスのBern大学の研究者らにより開発されたGNSS解析ソフトウェア。測地学分野の研究者により、よく利用されるソフトウェアのひとつであり、解析の際、電離層、気象要素などの影響を補正し、精密な座標値を決定することが可能。



解析に用いる観測点の位置図

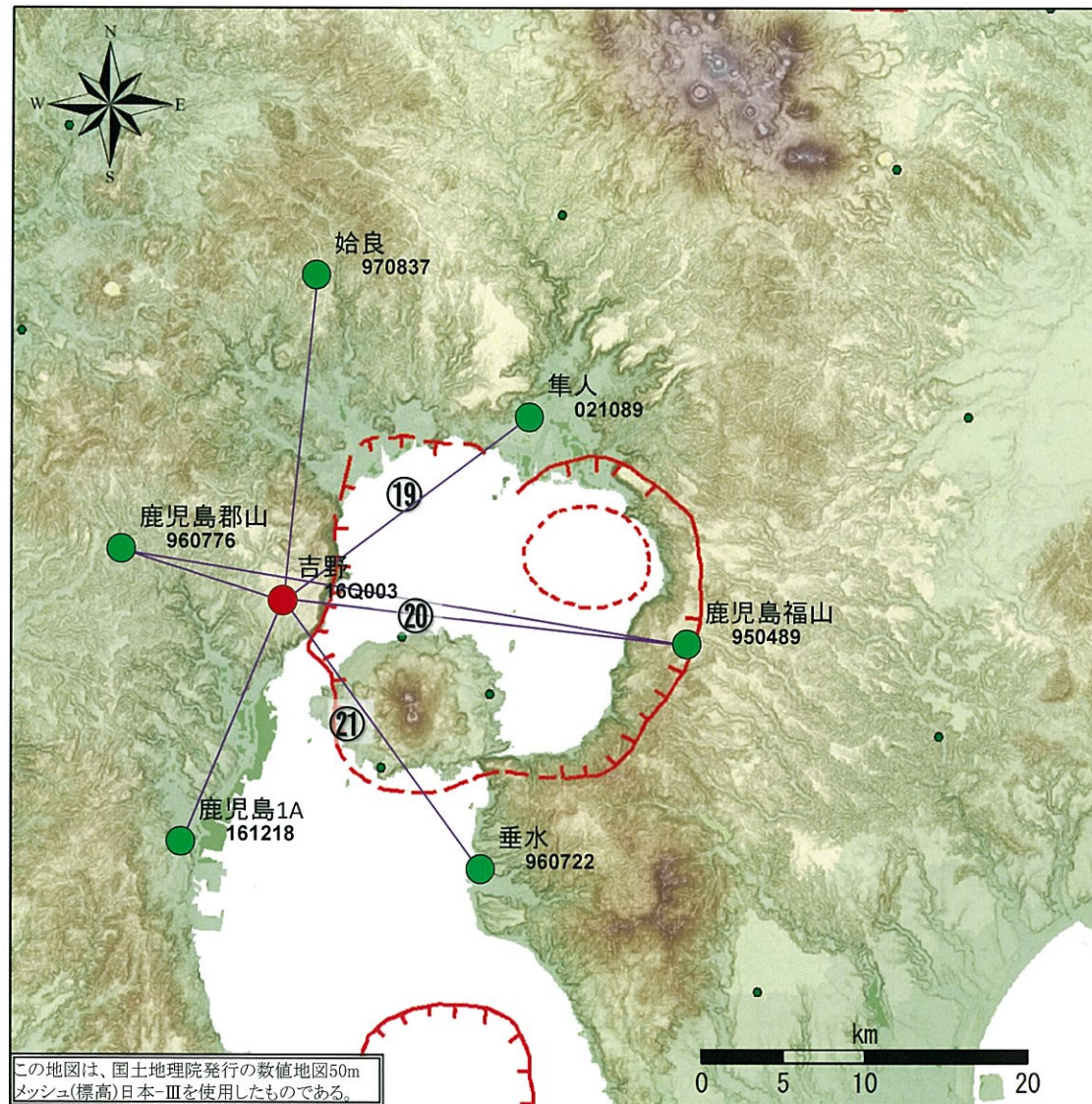


①～④基線位置図

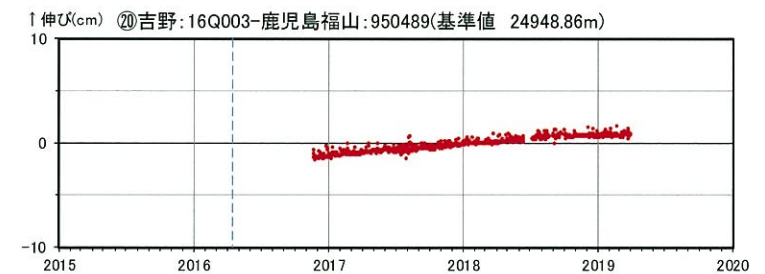


鬼界 GNSS連続観測による基線長変化の比較(2015年06月11日～2018年12月31日)

5. 当社GNSS機器による観測結果 [姶良カルデラ周辺の基線の追加]



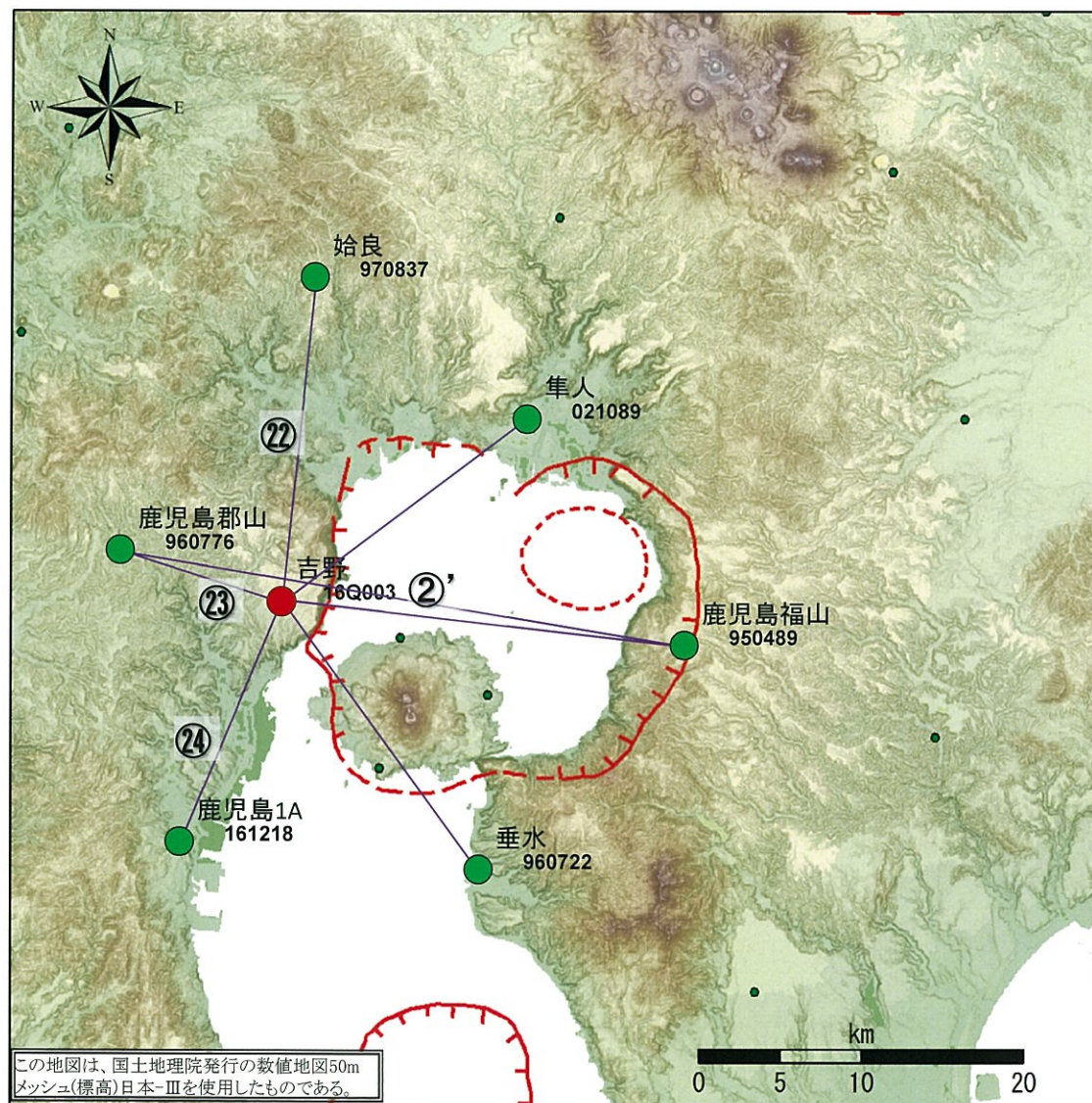
※1 ● GNSS観測点



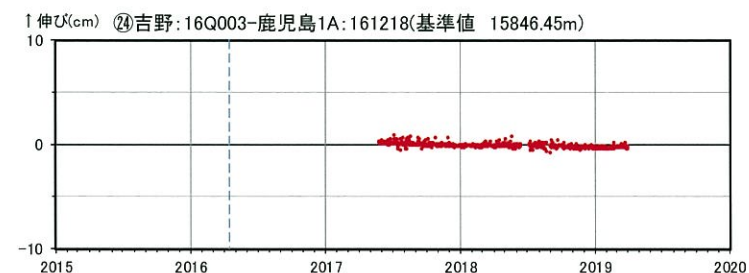
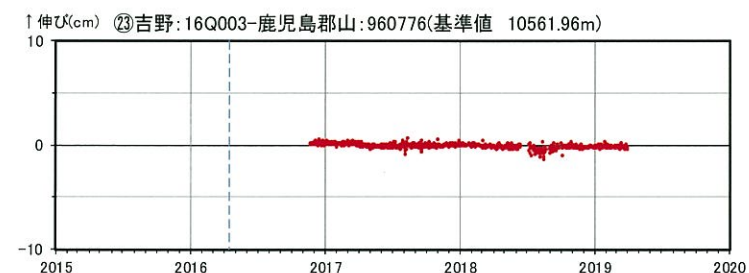
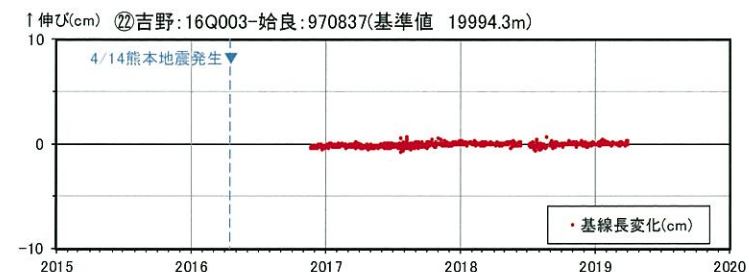
姶良 GNSS連続観測による基線長変化(2015年06月11日~2019年03月31日)

※2 平均基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

5. 当社GNSS機器による観測結果 [姶良カルデラ周辺の基線の追加]



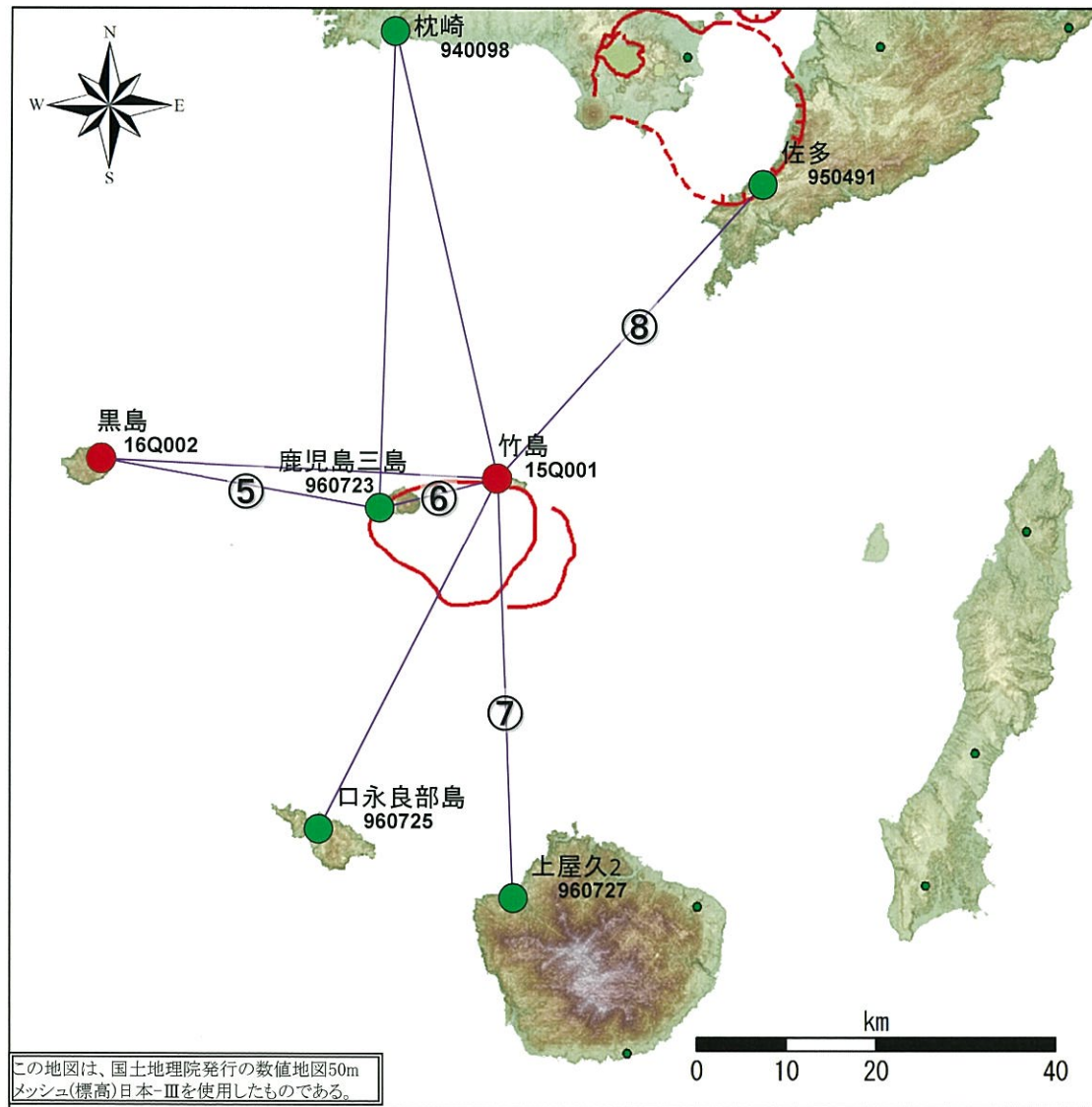
※1 ● GNSS観測点



始良 GNSS連続観測による基線長変化(2015年06月11日~2019年03月31日)

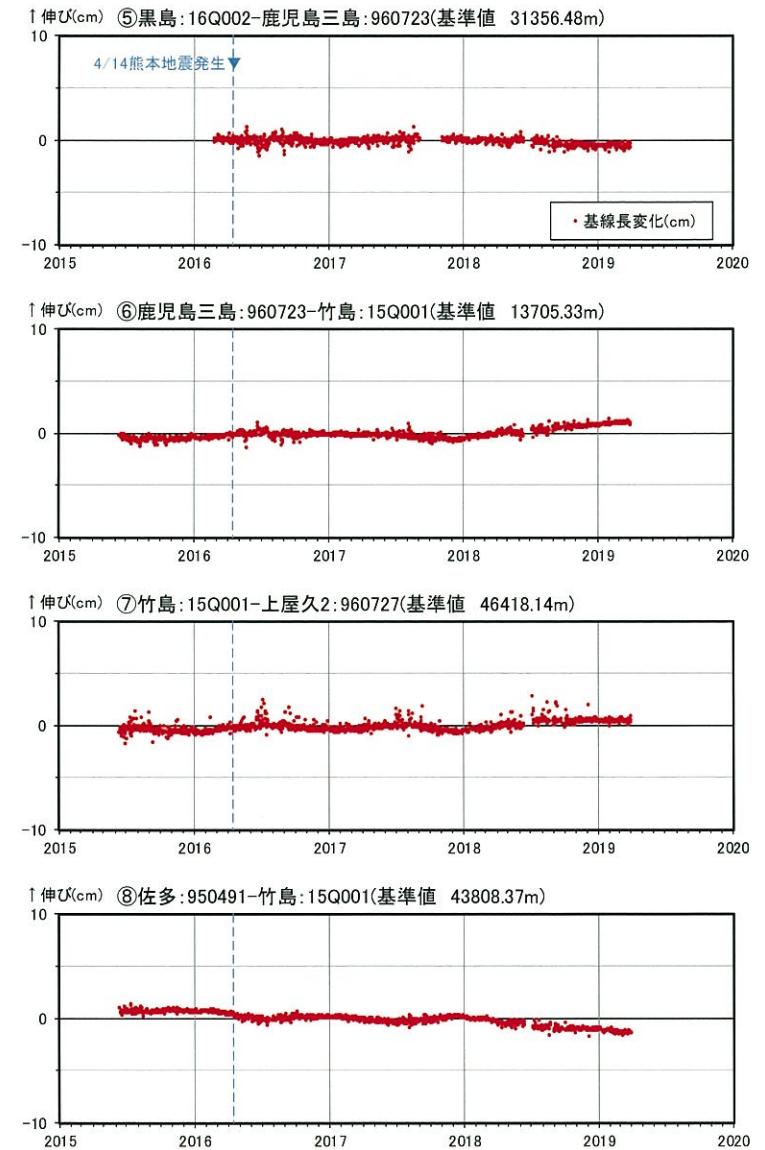
※2 平均基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

5. 当社GNSS機器による観測結果 [鬼界周辺の基線]



※1 ● GNSS観測点

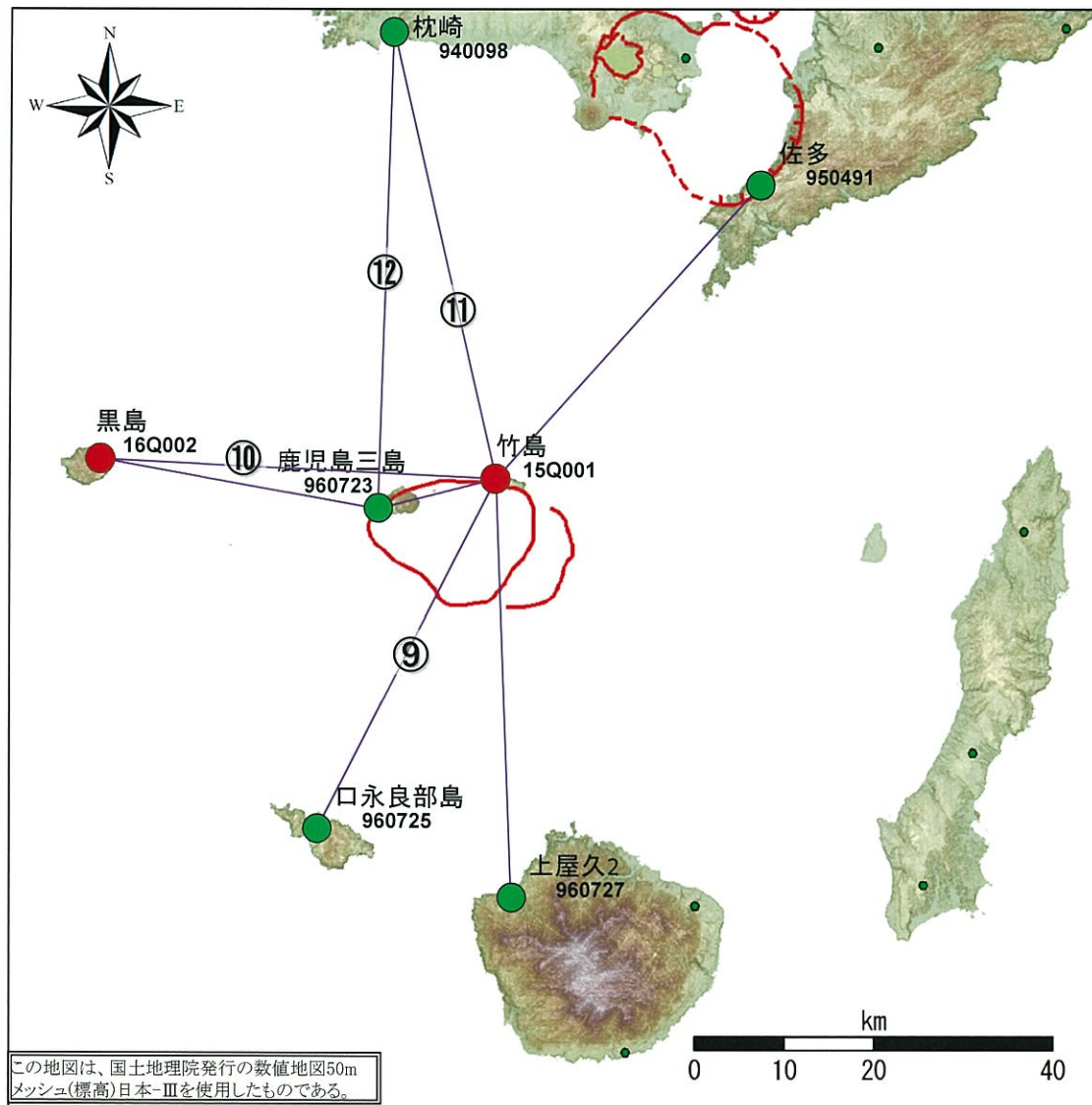
※2 黒島は2017年9月6日～10月31日までデータが取得できていない。



鬼界 GNSS連続観測による基線長変化(2015年06月11日～2019年03月31日)

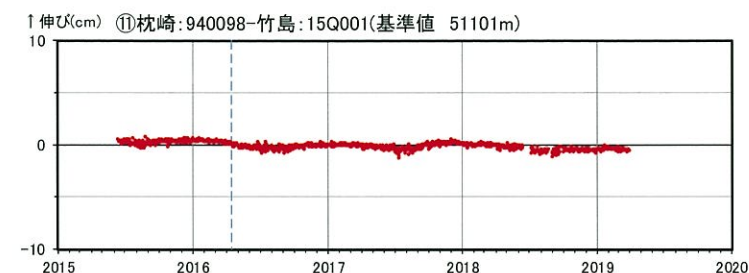
※3 平均基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

5. 当社GNSS機器による観測結果 [鬼界周辺の基線]



※1 ● GNSS観測点

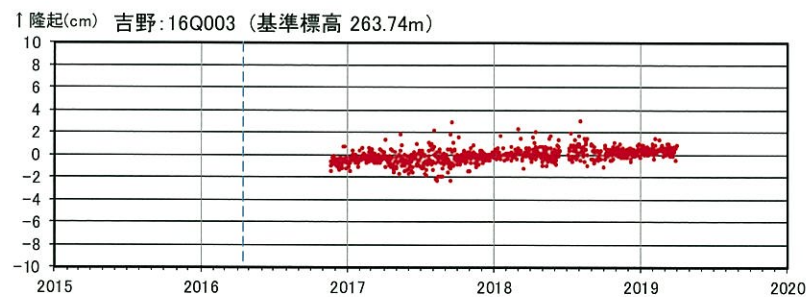
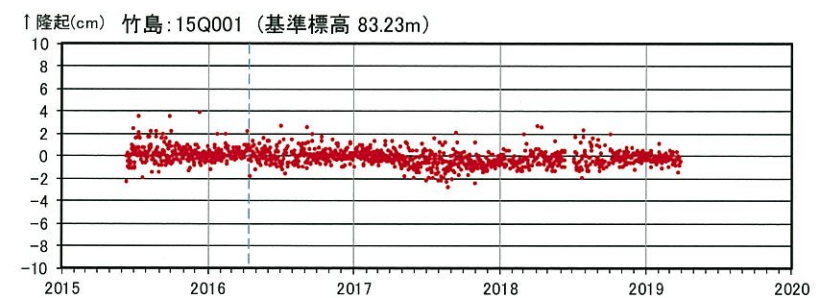
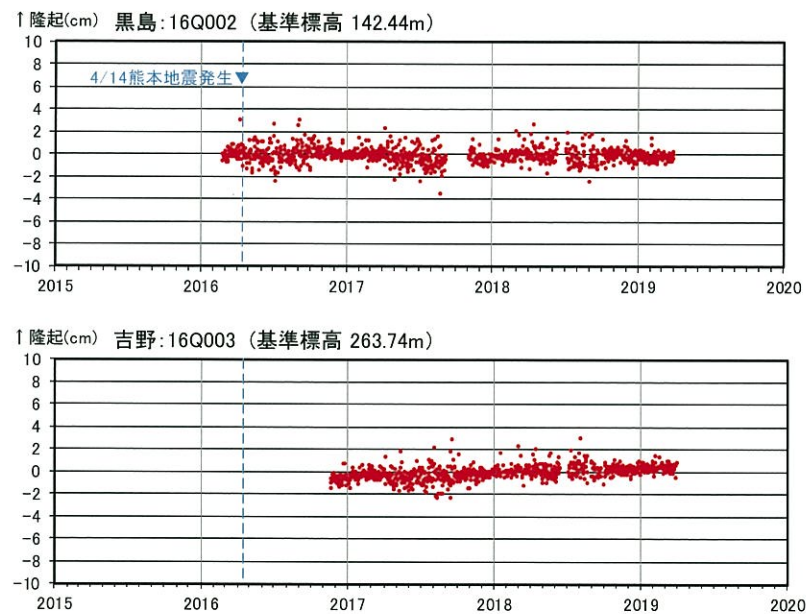
※2 黒島は2017年9月6日～10月31日までデータが取得できていない。



鬼界 GNSS連続観測による基線長変化(2015年06月11日～2019年03月31日)

※3 平均基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

5. 当社GNSS機器による観測結果 [各観測点の鉛直変動]



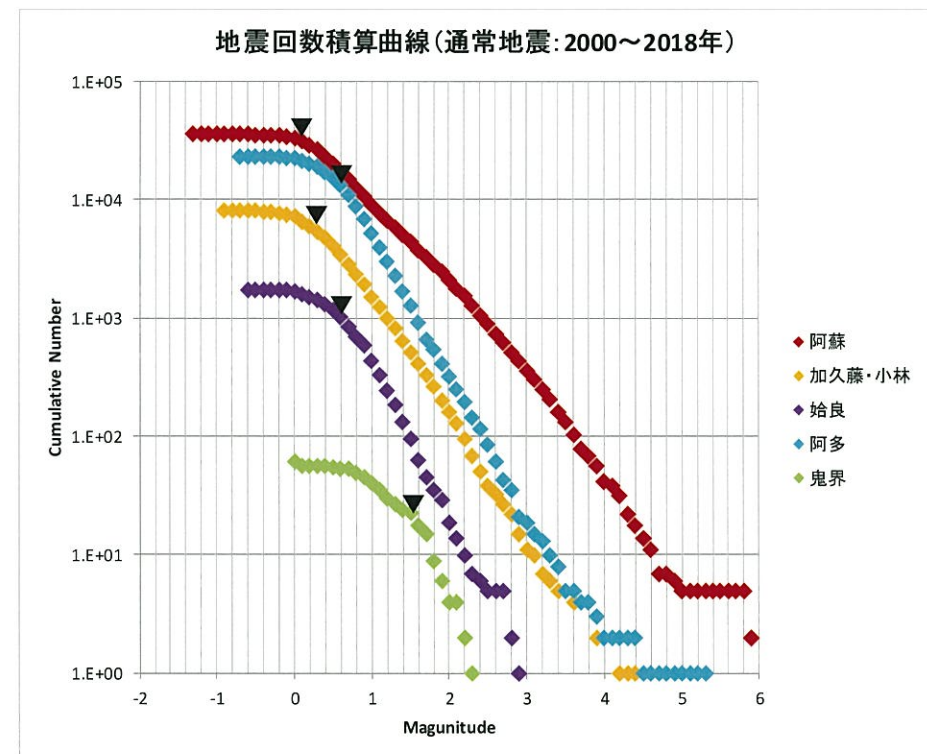
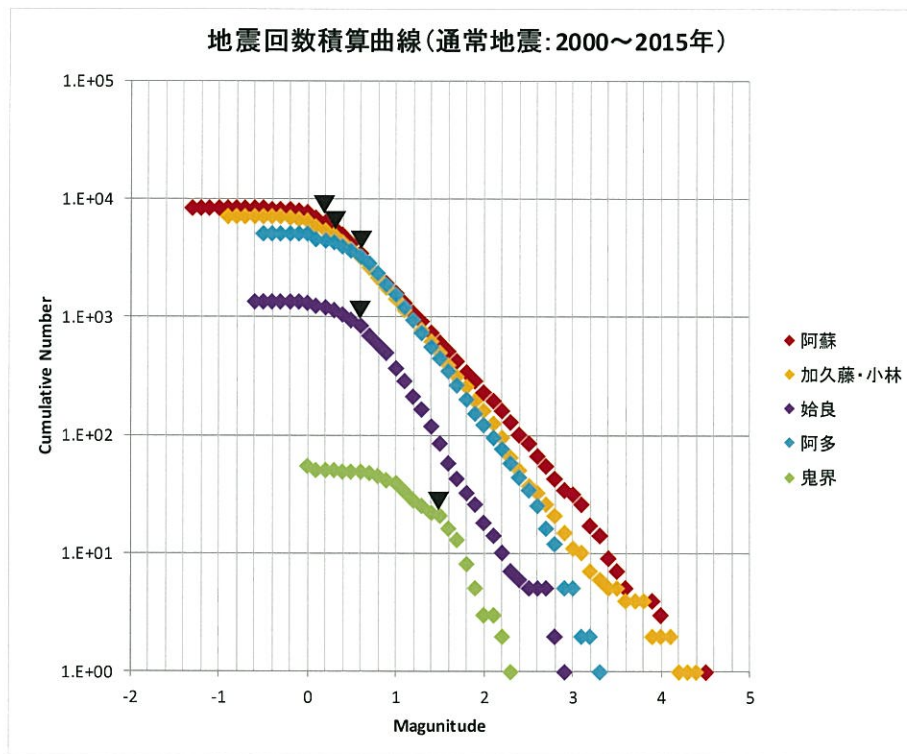
GNSS連続観測による上下動変化(2015年06月11日~2019年03月31日)

- ※1 黒島は2017年9月5日~10月31日期間のデータが取得できていない。
- ※2 平均標高を基準標高とし、基準標高からの変化量を表示

6. 地震検知能力の検討 [Mc計算結果]

- 2017年度のMc検討に用いた通常地震及び低周波地震データ(2000～2015年)に、2016～2018年の地震データを追加し、Mcの比較を行った。
- その結果、海域に位置する鬼界については、その他のカルデラ火山に比べて地震観測点数が少なく、地震検知能力はわずかに低いものの、いずれのカルデラ火山についても規模の大きな地震については検知できることを確認した。
- 地震活動の評価にあたっては、各カルデラの地震検知能力を踏まえた上で引き続きモニタリングを実施していく。

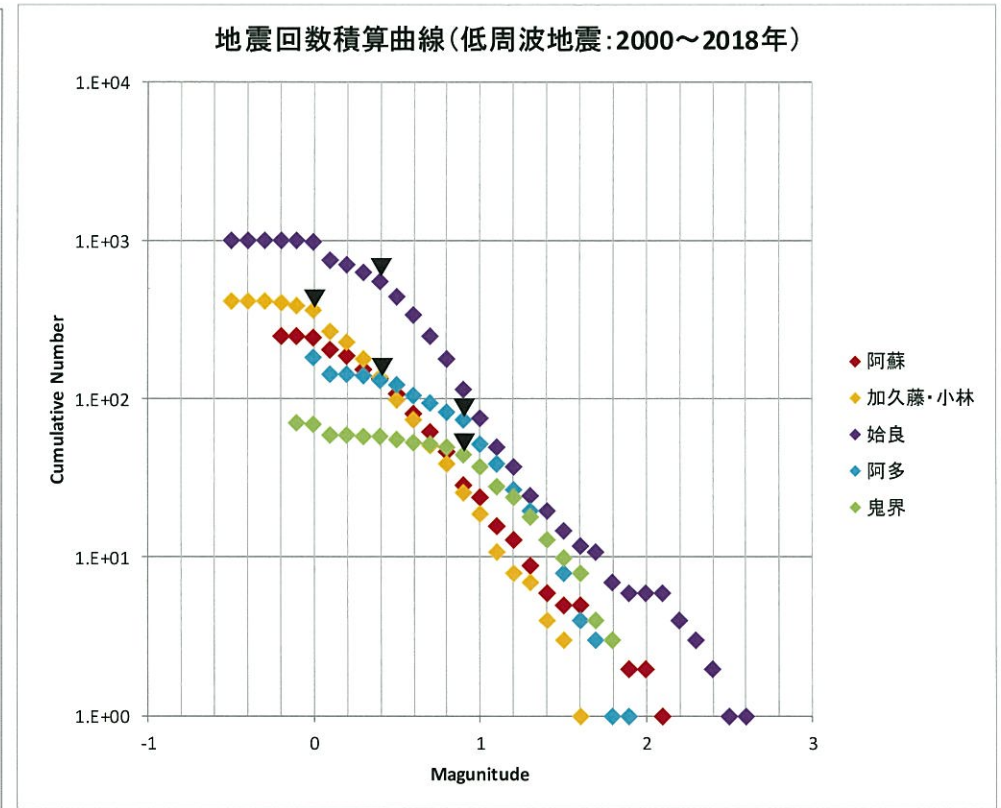
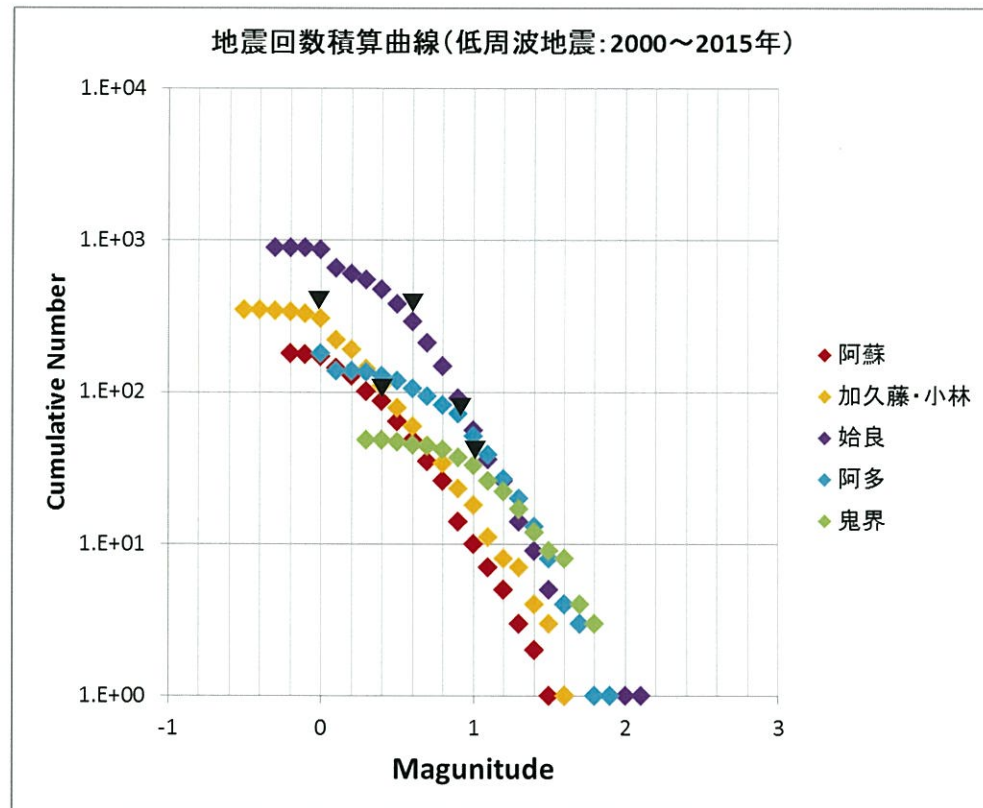
【通常地震】 各カルデラの地震観測範囲におけるMc(深さ50km以浅の震源データより計算)



Mc	阿蘇	加久藤・小林	始良	阿多	鬼界
2000～2015年	0.2	0.3	0.6	0.6	1.5
2000～2018年	0.1	0.3	0.6	0.6	1.5

6. 地震検知能力の検討 [Mc計算結果]

【低周波地震】 各カルデラの地震観測範囲におけるMc(深さ50km以浅の震源データより計算)

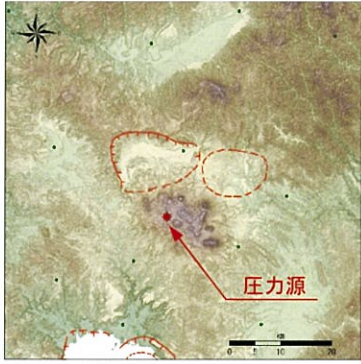
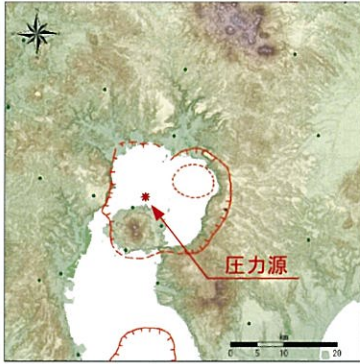
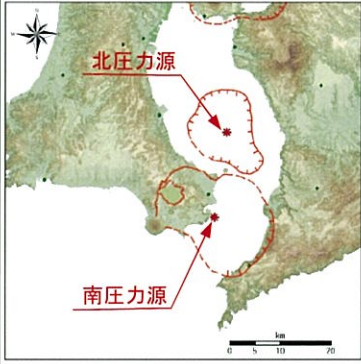
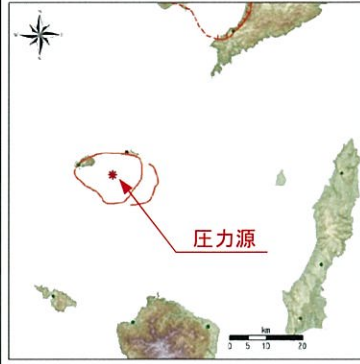


Mc	阿蘇	加久藤・小林	始良	阿多	鬼界
2000~2015年	0.4	0.0	0.6	0.9	1.0
2000~2018年	0.4	0.0	0.4	0.9	0.9

余 白

7. 基線長検知能力の検討

- 地殻変動評価に用いている基線は、各カルデラで配置や密度が異なることから、各カルデラにおいて圧力源を仮定し、茂木モデルを用いて、マグマ供給率 $0.05\text{km}^3/\text{年}$ の時の基線長変化量を算出し、基線の検知能力の検討を行った。

カルデラ	阿蘇	加久藤・小林	始良	阿多	鬼界
圧力源位置					
	文献 (Sudo & Kong(2001))	文献 (Nakao et al.(2013))	文献 (井口ほか(2008))	〔北圧力源〕 北側カルデラの中心 〔南圧力源〕 南側カルデラの中心	カルデラの中心
圧力源深度	$10\text{km}^{※1}$	$10\text{km}^{※1}$	$11\text{km}^{※2}$	$10\text{km}^{※1}$	$10\text{km}^{※1}$
マグマ供給率	$0.05\text{km}^3/\text{年}^{※3}$				

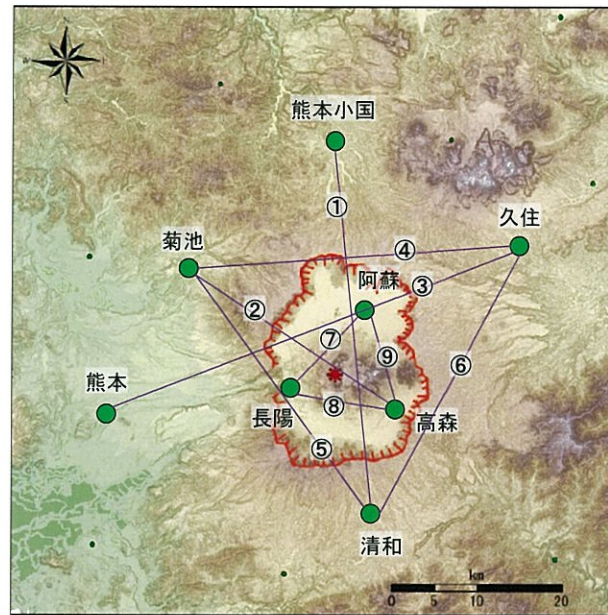
※1 破局的噴火を発生させる珪長質マグマ溜りは深度10km以浅にあると考えられるため、10kmに設定した

※2 井口ほか(2008)の圧力源深度

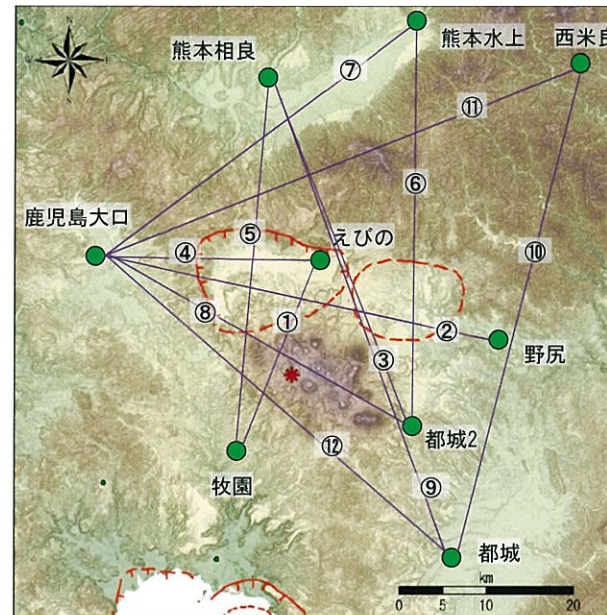
※3 Druitt et al(2012)によるマグマ供給率の最小値

※4 上表の地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである

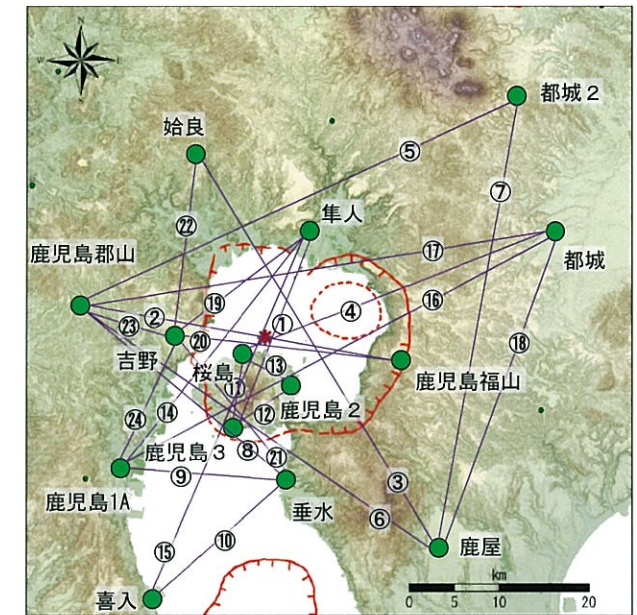
7. 基線長検知能力の検討



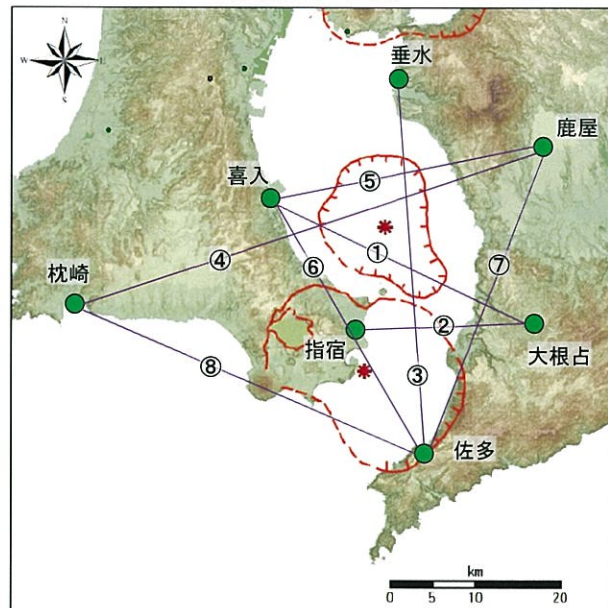
〔阿蘇カルデラ〕



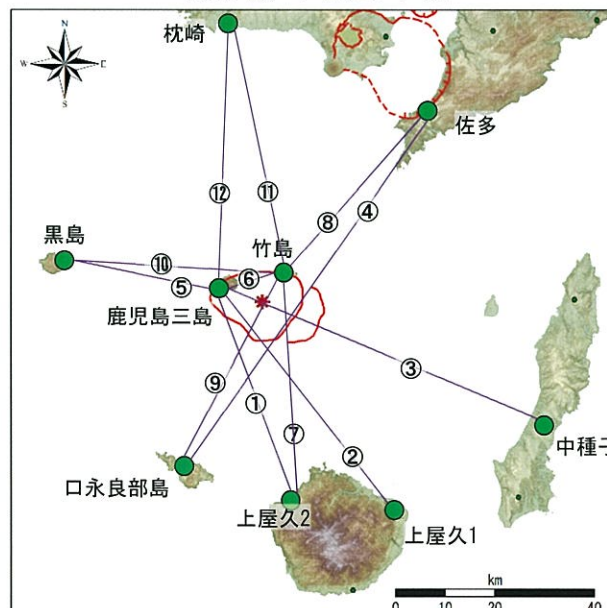
〔加久藤・小林カルデラ〕



〔始良カルデラ〕



〔阿多カルデラ〕



〔鬼界〕

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである。

7. 基線長検知能力の検討 [マグマ供給率0.05km³/年]

- 0.05km³/年のマグマ供給があった場合、いずれのカルデラにおいても数cmの変化量を示す基線が複数確認されたことから、大規模なマグマ供給があった場合は、現在の基線で検知できると考えられる。
- 基線長の評価にあたっては、各カルデラの基線の検知能力を踏まえた上で引き続きモニタリングを実施していく。
- また、最新の研究を踏まえ、圧力源位置の不確実性を考慮した基線長の検知能力を引き続き検討する。

