

## 鶴見岳・伽藍岳の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（その他の火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

主な活動時期は 29000～7300 年前で溶岩の噴出を伴う噴火が発生している。7300 年前以降の噴火活動は溶岩の流出を伴わない比較的小規模な噴火が主体であった。

鶴見岳では 10500～7300 年前の間に山頂で噴火が発生し溶岩を噴出した。その後、1800 年前に山頂付近でブルカノ式噴火が発生し、火山灰が鶴見岳の南側斜面に堆積した。

伽藍岳では 1200 年前と 1000 年前に小規模な水蒸気爆発が発生し、火山灰が南部や西麓に堆積した。1000 年前の噴火では土石流が発生し、西麓の沢沿いに堆積したと考えられる。「日本三代実録」に記述されている西暦 867 年の噴火は水蒸気爆発である。また、西暦 711 年に発生したと推定される噴火も伽藍岳で発生した水蒸気爆発である<sup>1)</sup>。

鶴見岳では 1974 年 12 月～1975 年 5 月にかけて山頂北部の地獄谷赤池噴気口より高さ 100～150m 程度の噴気が確認されるなど火山活動が一時活発化した。伽藍岳では 1995 年に山頂部の径 300m の円弧状の火口地形の内側に新たな泥火山が出現<sup>2)</sup>した。

#### ②最近の火山活動状況

火山活動は静穏

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 鶴見岳の山麓（鶴見岳山頂から 2 km）に短周期地震計 1 点（地上型）

京大阿蘇 : 鶴見岳の山頂から周辺山麓（鶴見岳山頂から 0～13km）にかけて短周期地震計 4 点（すべて地上型）

防災科研 : 周辺山麓（鶴見岳山頂から 18～24km）に 4 点

GPS 地理院 : 周辺山麓（鶴見岳山頂から 9～17km）に 4 点

気象庁は平成 21 年度補正予算により伽藍岳の山麓（伽藍岳山頂から 2～3 km）に短周期地震計（地上型）、GPS 及び検知網を整備する。また、現状の観測点（鶴見岳山頂から 2 km）に空振計を整備する。大分県が伽藍岳の山麓（伽藍岳山頂から 6 km）に設置している監視カメラの分岐を受ける。

##### ・その他の観測

現時点では、特になし

##### ・監視体制

福岡管区気象台火山監視・情報センターは、地震計の連続データをリアルタイ

ム監視している。平成 21 年度補正予算により整備予定の地震計、GPS、空振計、検知網、監視カメラも平成 22 年度から監視開始予定

## 2. 監視の視点

### ①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山  
現在、火山活動の高まりは認められていない

### ②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・噴火予測に寄与するような活動や研究成果は特はない
- ・近代的観測の開始以降、経験した噴火事例がない

### ③監視上注目すべき火山現象

当面は火山学的知見に基づき、噴火発生や火山活動の高まりを検知するため、表面現象、地震・微動及び地殻変動を連続監視する

## 3. 調査研究の視点

### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山以外の火山

### ②今後の調査研究のねらい

- ・自然地震の走時や振幅情報を用いた地震波速度構造及び地震波減衰構造の把握
- ・伽藍岳の直下 5 km に存在する低比抵抗領域は地震の空白域にもあたり、マグマの存在が示唆される。その実体解明のための速度構造の決定
- ・数年おきに別府地溝内で発生する群発地震の発生メカニズム解明。特に火山活動との関連性の有無や GPS 観測などから推測される周辺の応力場との関連性の把握

## 4. 今後の観測体制の必要性

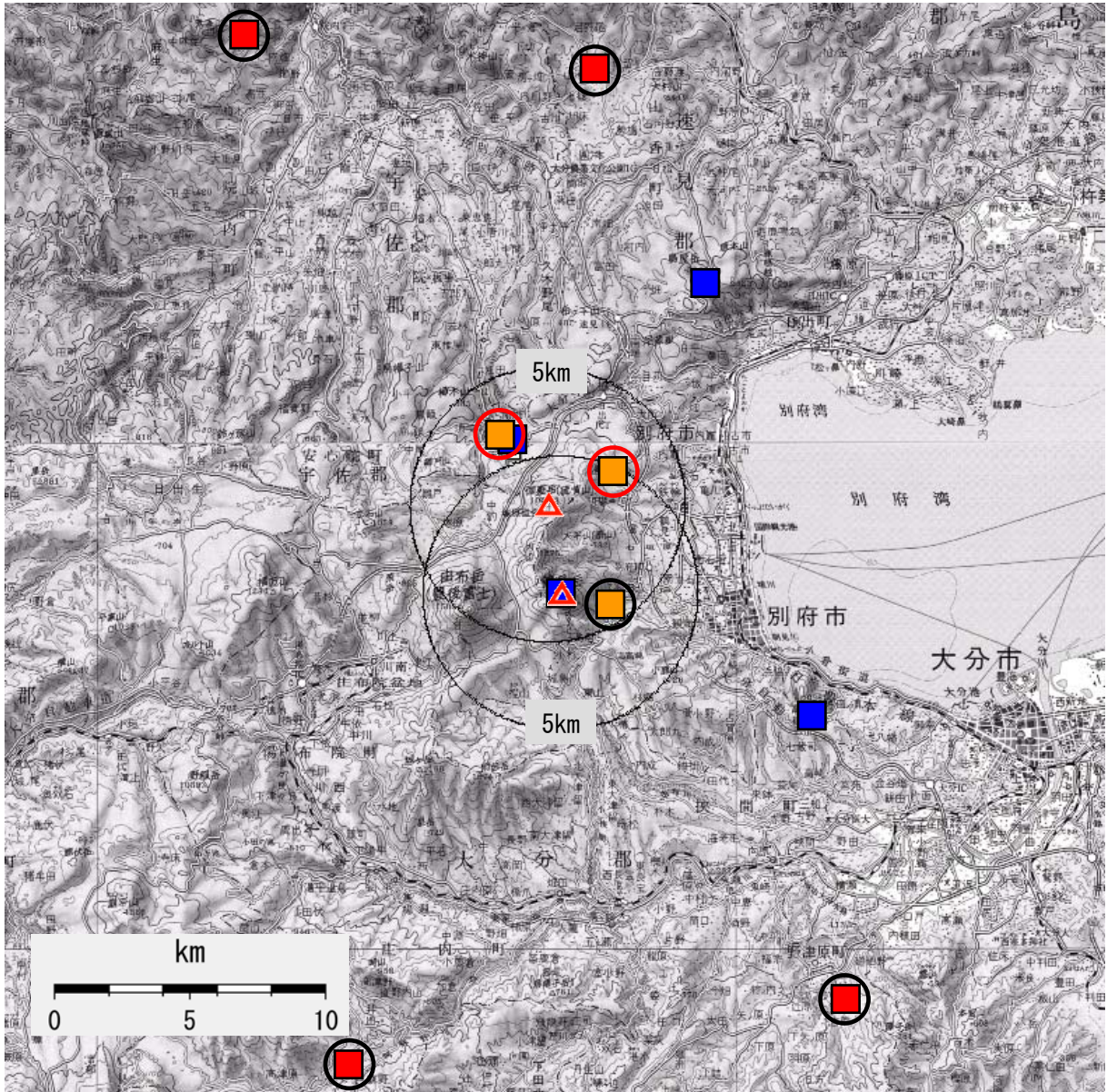
- ・これまでの研究で爆発的噴火が発生する火山であることが分かっていることから現象を確実に検知するための震動観測
- ・都市部に近い火山であり、小さな噴火でもそのあたえる影響は大きいため、マグマの蓄積、移動に対応する地殻変動を検知するため GPS 及び傾斜計の設置。将来的にはよりノイズの少ない観測井を用いた傾斜計を複数点設置することが望ましい。また、その選定作業に関する基礎調査が必要
- ・地震活動においては火山性地震と別府地溝内等の構造性地震の切り分けを行わなければならない。高精度の震源決定や狭域な地殻変動を検知するには関係機関とのデータの共有が必要

## 参考文献

- 1) 藤沢・他 (2002) : 九州北東部, 鶴見火山の最近 3 万年間の噴火活動, 地質学雑誌 108, 48-58.
- 2) 大沢・他 (1996) : 1995 年伽藍岳塚原鉦山跡に出現した泥火山, 火山 41, 103-106.

# 観測点配置図

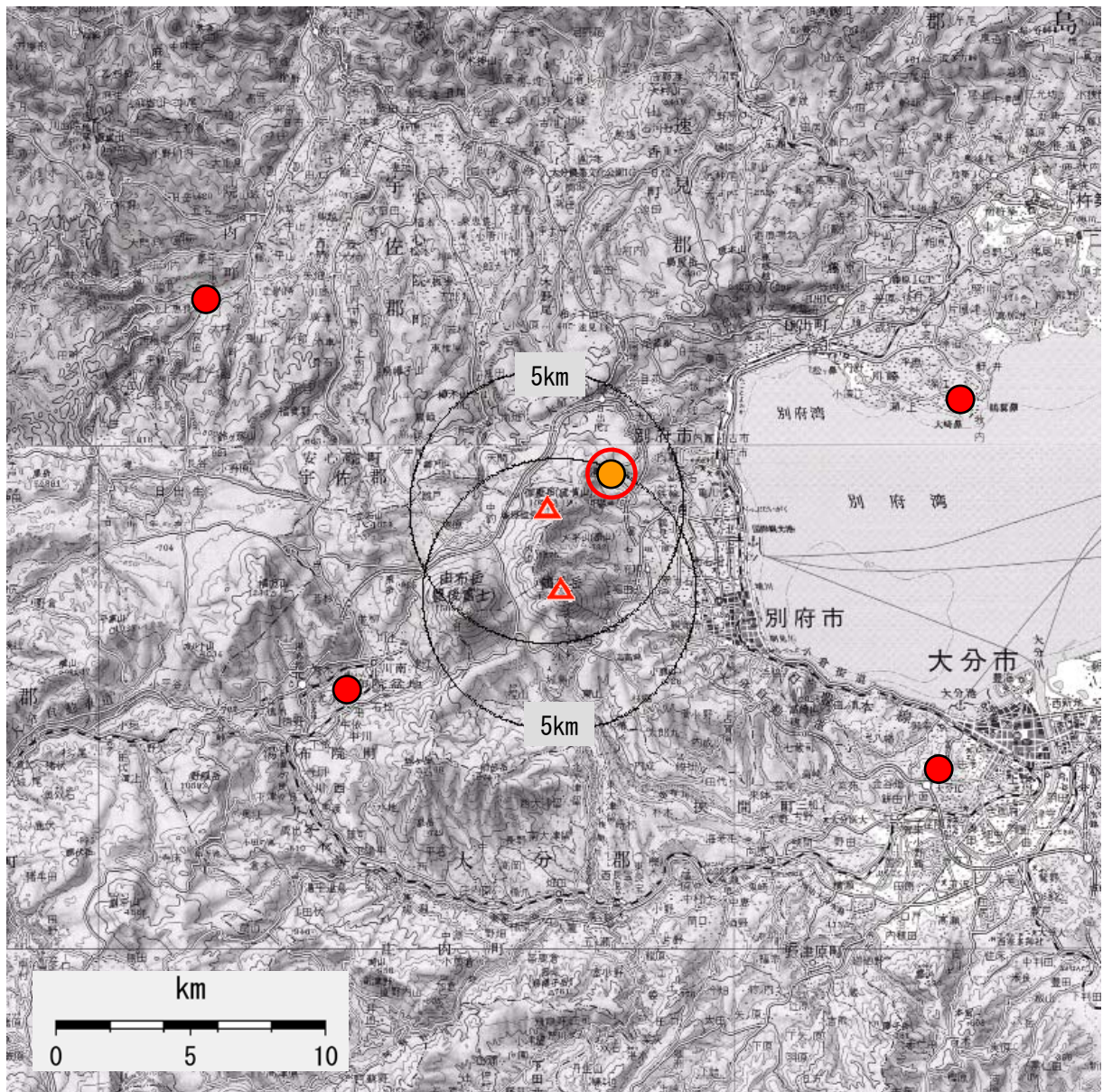
## ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : Hi-net (防災科研)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



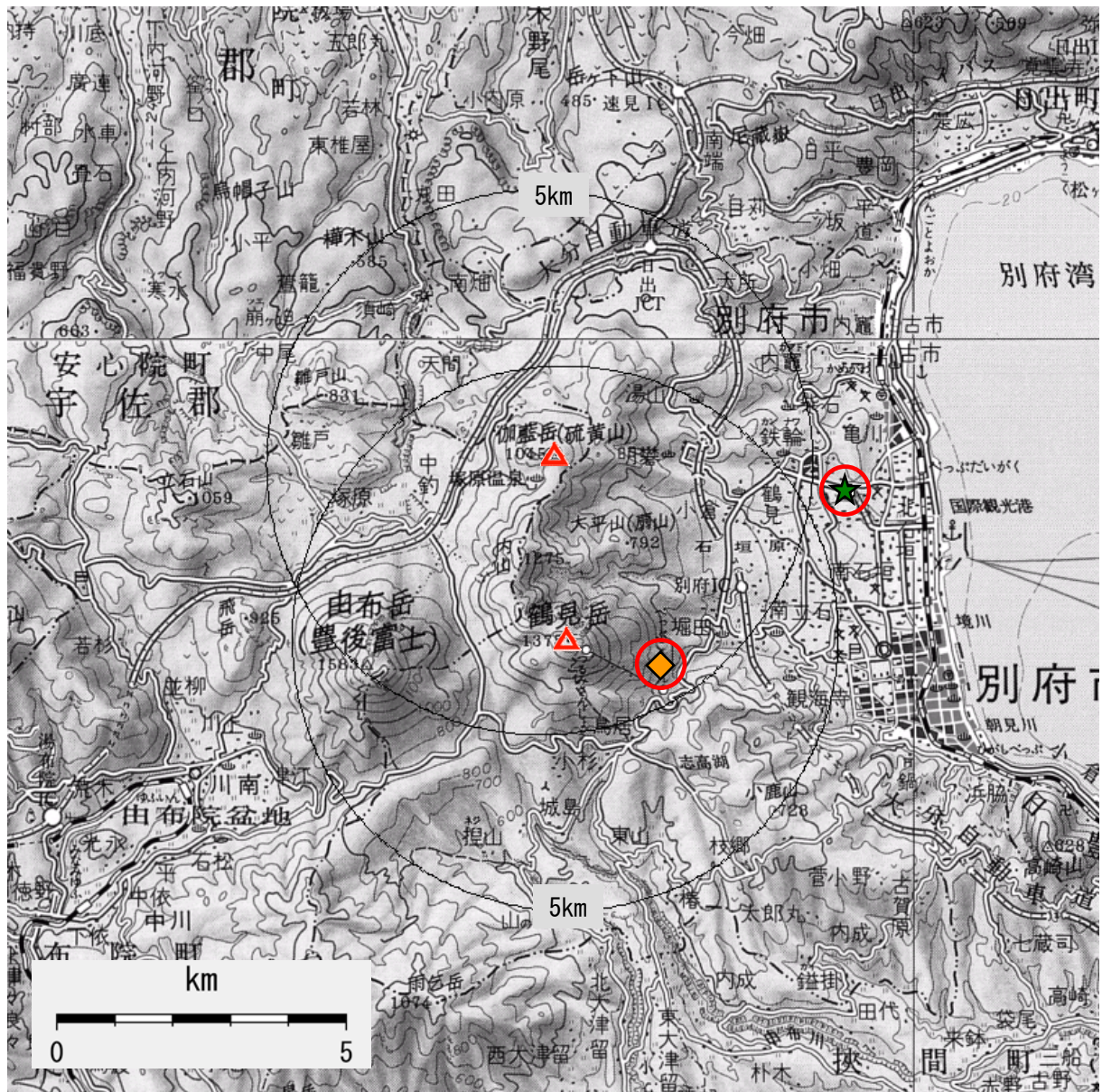
# OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



○空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (自治体)
- ▲ : 火口
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

## 九重山の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（その他の火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

約15万年前から活動を開始した活火山で、溶岩ドームの形成とプリニー式降下軽石及び火砕流の噴出を繰り返してきた<sup>1)</sup>。

1995年に噴火した星生山東山腹は、約10000年前に噴出した普通角閃石安山岩の溶岩（星生山溶岩）の一部である。過去5000年の間に少なくとも8回の噴火が発生<sup>2)</sup>し、硫黄山の東約5 kmにある米窪火口などから火山灰やスコリアを噴出している。

有史では17世紀以降、7回の噴火あるいは異常が記録されている。1662年の活動については、複数の記録が残されていることから、他の時期の活動よりは規模が大きかったと推定される<sup>3)</sup>。1995年に星生山東山腹で水蒸気爆発が発生した。

#### ②最近の火山活動状況

火山活動は静穏

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山体内（硫黄山から1 km）に短周期地震計1点（地上型）

京大阿蘇 : 山体内から周辺山麓（硫黄山から3～19km）にかけて短周期地震計4点（すべて孔井型、設置深50m）、広帯域地震計2点（すべて地上型）

大分県 : 山体内（硫黄山から1～2 km）に短周期地震計4点（すべて地上型）

防災科研 : 周辺山麓（硫黄山から11～20km）に4点

空振計 気象庁 : 山体内（硫黄山から1 km）に1点

GPS 気象庁 : 山体内から周辺山麓（硫黄山から2～5 km）にかけて3点

地理院 : 周辺山麓（硫黄山から5～21km）に7点

カメラ 気象庁 : 周辺山麓（硫黄山から5 km）に1点

気象庁は平成21年度補正予算により山体内（硫黄山から1 km）に短周期地震計・傾斜計（孔井型、設置深100m）、GPSを整備する。

##### ・その他の観測

GPS 気象庁 : 繰り返し観測（年1回）

全磁力 気象庁 : 繰り返し観測（年1回）

赤外熱映像観測 気象庁 : 繰り返し観測（年1回）

##### ・監視体制

福岡管区気象台火山監視・情報センターは、大分県及び防災科研のデータ分岐も含めて、地震計、空振計、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監



視している。平成 21 年度補正予算により整備予定の地震計、傾斜計、GPS 観測点も平成 22 年度から監視開始予定

## 2. 監視の視点

### ①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山  
現在、火山活動の高まりは認められていない

### ②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・ 1995 年の噴火は水蒸気爆発だが、当時は観測体制が充実しておらず、明確な前兆現象は捉えられなかった
- ・ 噴火直後から電磁気・熱・地熱構造等の観測研究が進められ、熱源モデルが構築<sup>4)</sup> <sup>5)</sup> されていることから、それらを今後の噴火発生予測に活かすことが重要
- ・ マグマ領域と推定される地域が飯田高原の地下約 6 km にあり、直径約 10km 程度の規模と推定され、低重力異常地域と一致している<sup>6)</sup>

### ③監視上注目すべき火山現象

当面は 1995 年噴火事例及び火山学的知見に基づき、以下の現象に注目する

- ・ 星生山東山腹の噴気活動
- ・ 山体浅部の熱水系に関連する地震微動活動及び地殻変動
- ・ 山体深部へのマグマ貫入とそれに関連する地震活動

## 3. 調査研究の視点

### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山以外の火山

### ②今後の調査研究のねらい

- ・ 噴火活動は、①数万年間隔で発生する火砕流噴火、②1000～2000 年間隔で発生するドーム形成噴火、③数 10～100 年程度の間隔で発生する水蒸気爆発が主要なものと推定されるので、それらの活動の差異を意識して、調査研究を行うことが必要
- ・ 数万年間隔、1000～2000 年間隔の活動は地質学的意味では満期になっており、そのようなことが起こりうるとの想定が必要。また、数 10～100 年間隔の活動は現在、噴火後の冷却過程にあるが、これがいつ活発化に転じるかを観測から定量的に捉えることが重要
- ・ 精密な地震波トモグラフィによる地殻から上部マントルの地震波速度構造調査
- ・ GPS 観測や InSAR 解析による地殻変動の検出。マグマ蓄積に対応する地殻変動と広域応力場による別府島原地溝帯の変動を分離
- ・ 浅部の局所的な地殻変動のメカニズム解明。特に硫黄山の噴気活動との関連

## 4. 今後の観測体制の必要性

- ・ 噴火前の地盤変動を検知するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開

- ・ 山体直下へのマグマ移動を検知するため広域的な地震・地殻変動観測網の構築
- ・ 噴気活動の定量的な観測（噴気温度、総放熱率、全磁力による火山体温度監視）の継続

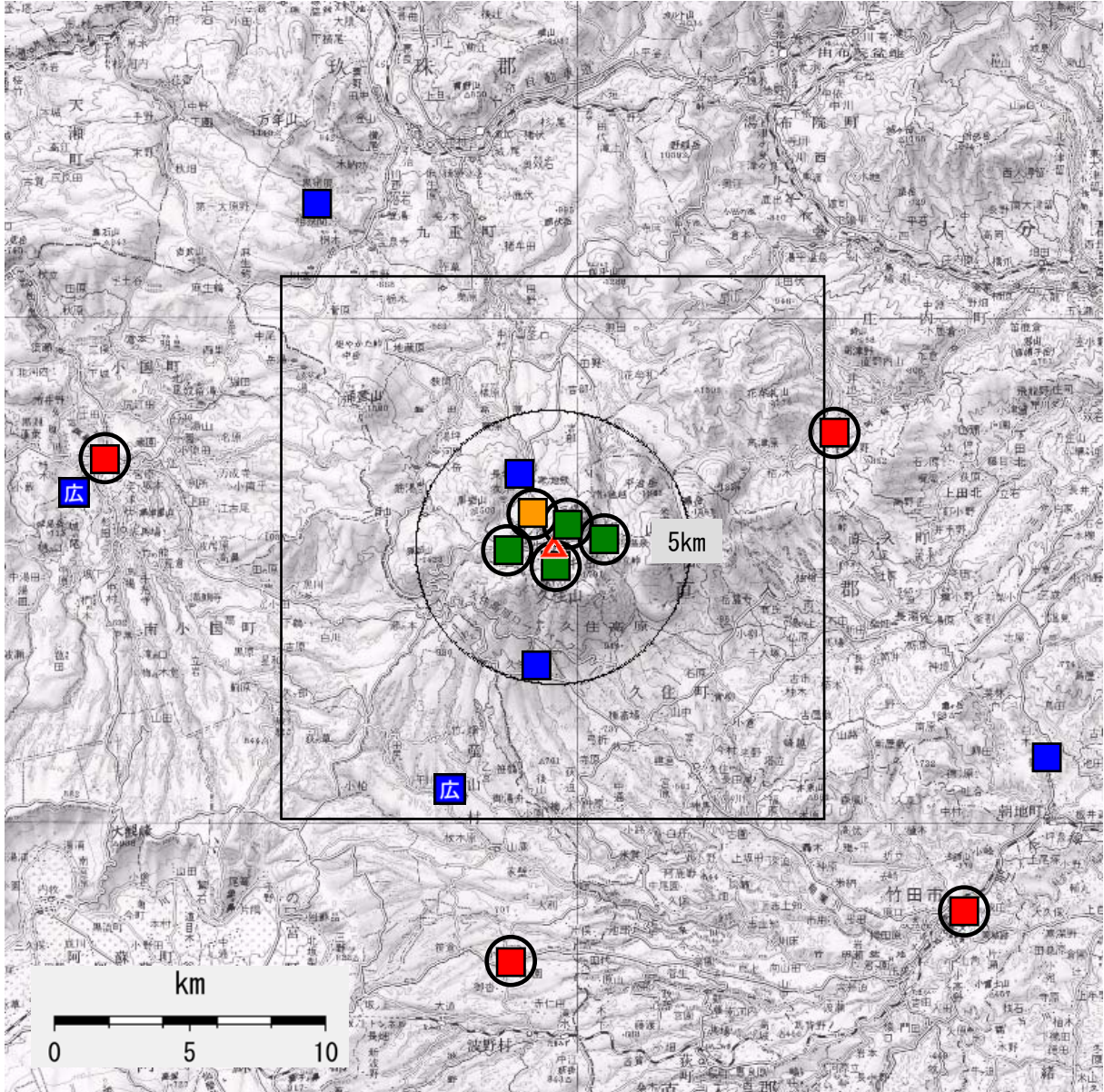
#### 参考文献

- 1) 奥野・他（1998）：九重火山，飯田火砕流堆積物の加速器  $^{14}\text{C}$  年代，火山 43, 75-79.
- 2) 伊藤・他（1997）：九重火山における小規模噴火の活動履歴，日本火山学会講演予稿集, 106.
- 3) 鎌田・井村（1995）：九重火山の歴史噴火記録の再検討.
- 4) 橋本・他（2002）：九重硫黄山の熱放出過程と地磁気変化，京都大学防災研究所年報 45B, 1.
- 5) 江原（2007）：火山の熱システム - 九重火山の熱システムと火山エネルギーの利用 - ，權歌書房, 89-138.
- 6) 須藤（1997）：九重火山の活動と噴火予知，火山 42, 75-81.



## 観測点配置図

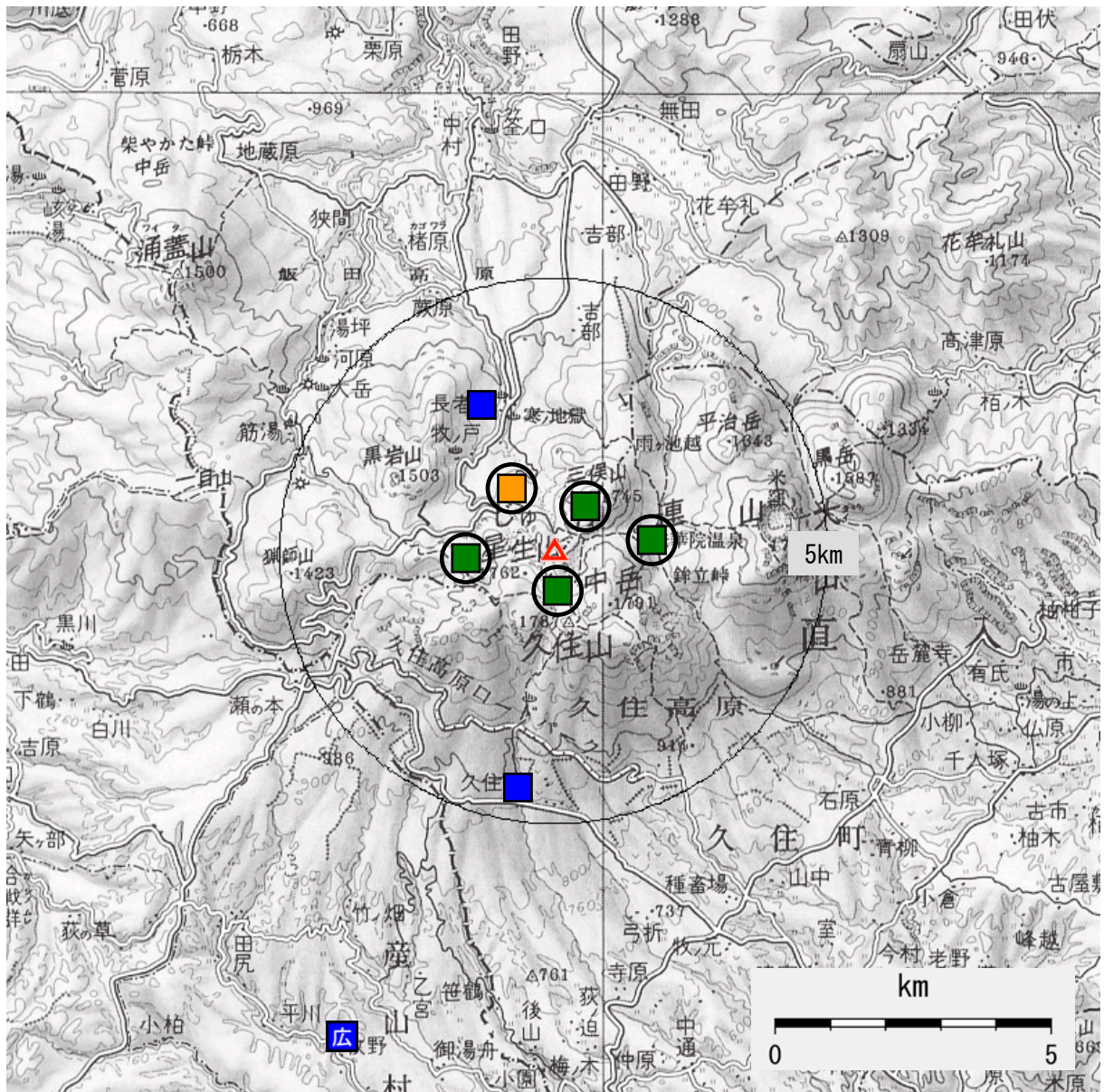
### ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : 地震計 (自治体)
- : Hi-net (防災科研)
- : 広帯域地震計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



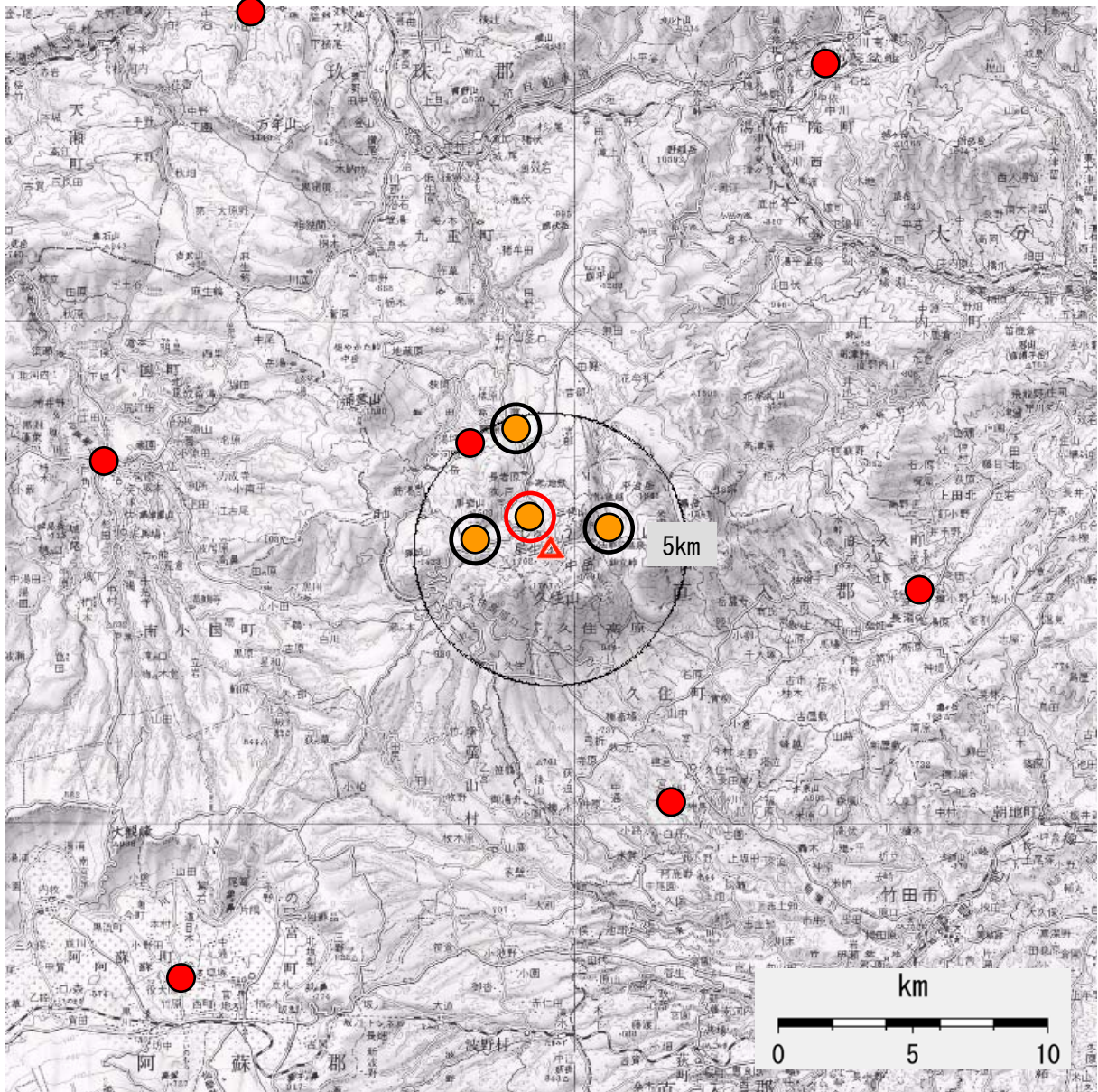
# ○地震計（拡大）



- : 地震計（気象庁）
- : 地震計（大学）
- : 地震計（自治体）
- : 広帯域地震計（大学）
- ▲ : 火山口
- : 気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



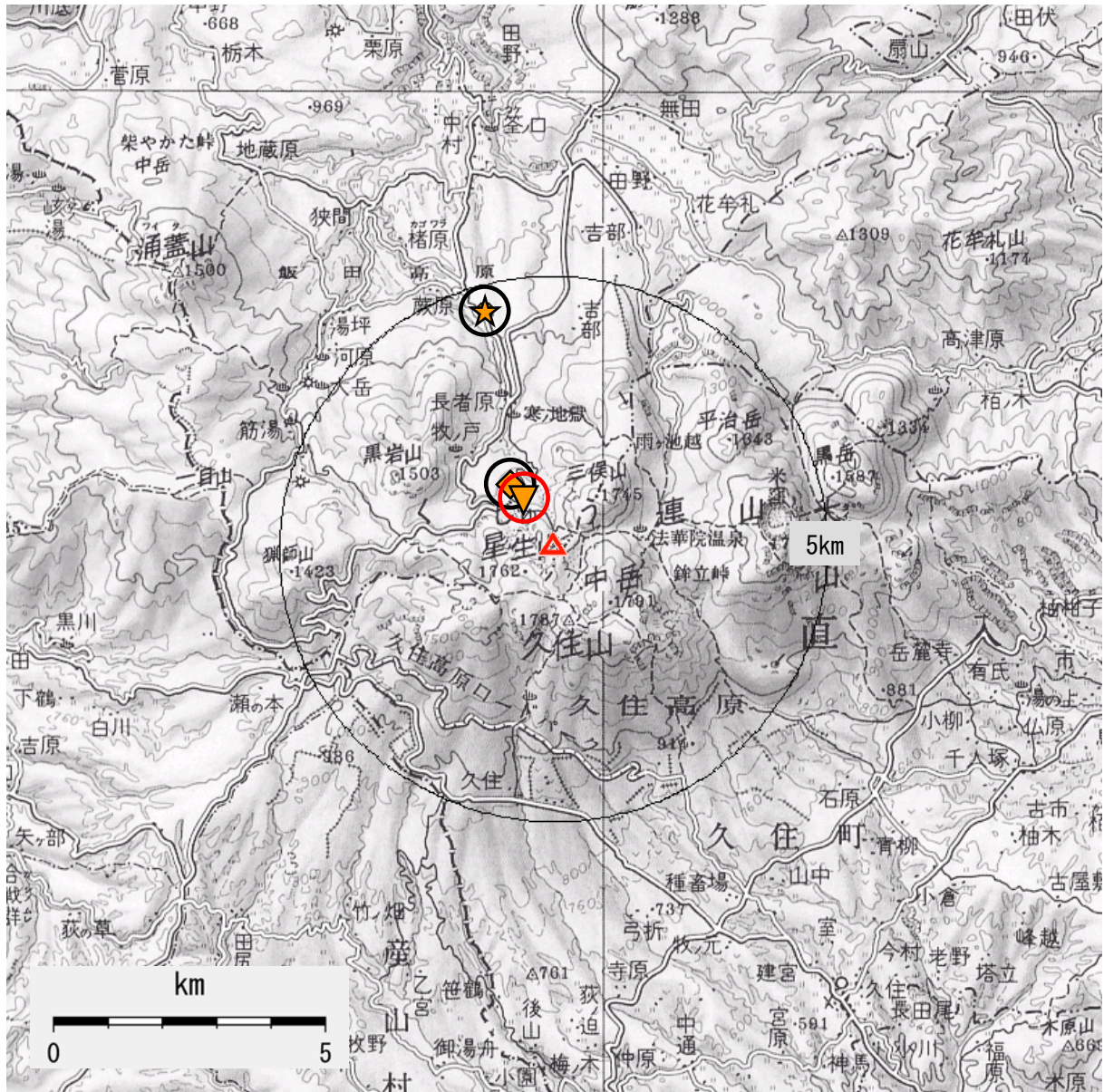
# OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



○傾斜計・空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ▽ : 傾斜計 (気象庁)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



## 阿蘇山の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

有史以降の最大規模の噴火は、1932～1933年にかけての噴火である。一連の噴火では、最大で長径 7.2m、短径 5.6m、高さ 0.8m の噴石が第 2 火口から西方向に 450m 飛散した。また、1932 年に第 1 火口、1933 年に第 2 火口でマグマプール（溶岩湖）が確認されている<sup>1)</sup>。

1934 年以降の噴火は第 1 火口に限られており 1995 年まではほぼ毎年、噴火が発生した。これらの噴火は小～中規模の噴火で、火山灰を噴出する噴火及びストロンボリ式噴火を長期間繰り返しながら、水蒸気爆発やマグマ水蒸気爆発が時々発生している。

1996 年以降は、2003 年 7 月、2004 年 1 月、2005 年 4 月に、ごく少量の火山灰を噴出するごく小規模な噴火が発生したが、それ以前の活動に比べると比較的長く静穏な状態が続いている。

第 1、2 火口以外の噴火活動は、1906 年に第 3 火口南縁の砂千里、1910 年、1918 年に第 3 火口、1923 年に第 3、4 火口で、いずれも小規模な噴火が発生した<sup>2)</sup>。

#### ②最近の火山活動状況

中岳第 1 火口では 2007 年 9 月から赤熱現象、2008 年 12 月以降は火炎現象やごく小規模な火山灰噴出が時々みられるようになり、2009 年 2 月にごく小規模な噴火が発生した。このように、火口内での局所的な活動の高まりがみられる。また、孤立型微動は消長を繰り返しながらやや多い状態が続いている。山麓の南阿蘇村吉岡では 2006 年夏頃から噴気活動がやや活発化している。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 中岳第 1 火口付近から周辺山麓（火口から 1～3 km）にかけて短周期地震計 5 点（すべて地上型）、広帯域地震計 1 点（地上型）

京大阿蘇 : 中岳第 1 火口付近から周辺山麓（火口から 0～9 km）にかけて短周期地震計 14 点（7 点は地上型、2 点は横穴型、5 点は孔井型、設置深 150m）、広帯域地震計 7 点（4 点は地上型、3 点は横穴型）

防災科研 : 周辺山麓（火口から 8～15km）に 3 点

空振計 気象庁 : 中岳第 1 火口付近から周辺山麓（火口から 0～2 km）にかけて 3 点

京大阿蘇 : 周辺山麓（火口から 1 km）に 1 点

傾斜計 気象庁 : 周辺山麓（火口から 1 km）に 1 点（孔井型、設置深 12m）

京大阿蘇 : 周辺山麓（火口から 1 km）に 1 点（孔井型、設置深 30m）

伸縮計 京大阿蘇 : 周辺山麓（火口から 1 km）に 1 点（孔井型、設置深 30m）

磁力計 気象庁 : 中岳第1火口付近から周辺山麓(火口から0~5km)にかけて4点  
GPS 気象庁 : 山体内から周辺山麓(火口から1~3km)にかけて3点  
京大阿蘇 : 山体内から周辺山麓(火口から1~7km)にかけて2点  
地理院 : 周辺山麓(火口から6~24km)に6点  
カメラ 気象庁 : 周辺山麓(火口から3km)に1点  
阿蘇火山博物館 : 中岳第1火口縁に2点

気象庁は平成21年度補正予算により中岳第1火口付近(火口から1km)に短周期地震計・傾斜計(孔井型、設置深100m)、GPSを整備する。

・その他の観測

火山ガス(二酸化硫黄放出量)

気象庁 : 繰り返し観測(週1回)

GPS

気象庁 : 繰り返し観測(年2回)

全磁力

気象庁 : 繰り返し観測(年5回)

京大阿蘇 : 現地連続記録5点

赤外熱映像観測

気象庁 : 繰り返し観測(週2回)

温泉観測

九大島原 : 繰り返し観測

・監視体制

福岡管区气象台火山監視・情報センターは、防災科研及び阿蘇火山博物館のデータ分岐も含めて、地震計、傾斜計、空振計、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成21年度補正予算により整備予定の地震計・傾斜計・GPS観測点も平成22年度から監視開始予定

2. 監視の視点

①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がある火山

②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・中岳第1火口で繰り返されている噴火活動の推移が「湯だまり⇒土砂噴出⇒赤熱現象⇒火山灰噴出⇒鳴動⇒ストロンボリ式噴火⇒湯だまり」の三角ダイアグラムとしてまとめられている<sup>3)</sup>が、有史以来最大となる1932~1933年の噴火活動においては、マグマプール(溶岩湖)が出現した例もある<sup>1)</sup>
- ・火山活動に関連した震源移動はみられない<sup>3)</sup>
- ・活動期に雨水の流入等により火孔の閉塞が起きると、火山性微動の振幅が急激に小さくなり(微動停止現象)、その後爆発に至る場合がある



- ・短周期微動は噴火活動前期から振幅が増大し卓越周期が徐々に長くなるが、これは火道の拡大を示すものと考えられる。一方、孤立型微動は火山活動が活発化すると回数・振幅がともに増大する。いずれも活動期になると大きく変動するので、火山活動を評価する重要な指標である<sup>4)</sup>
- ・火口直下1km付近に存在する帯水層において地下水/高温ガス/マグマなどの接触などによる熱水反応によって周期15秒程度の長周期振動が生み出されている<sup>5)</sup>
- ・火口近傍での高密度の広帯域地震観測により、地下深部から地表の火口までをつなぐクラック状の火道が長周期微動の振動源と考えられる<sup>6)</sup>
- ・二酸化硫黄放出量は、火山活動と密接に関連している。噴火期間中は2000ton/dayを超えるが、静穏期には500ton/day以下である。また、二酸化硫黄放出量の変化は、火山の表面活動に先行して現れることが多い<sup>7)</sup>

### ③監視上注目すべき火山現象

- ・火道の拡大に伴う火山性微動の振幅増大と卓越周期の伸長
- ・活動期における火山性微動の振幅の急激な減少（微動停止現象）
- ・総放熱率は300MW規模であり、南側火口壁では火炎現象や火映現象がたびたび見られることから、非噴火時を通じてマグマからの活発な脱ガスが継続していることが示唆される<sup>8)</sup>
- ・二酸化硫黄放出量の変化

## 3. 調査研究の視点

### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山

### ②今後の調査研究のねらい

- ・火山体浅部の物理状態を反映していると考えられる、長周期微動、孤立型微動、連続微動の発生過程の解明。特に長周期微動の卓越周期及び振幅変化と火山活動との関連に関する調査研究
- ・微動停止のメカニズム解明
- ・浅部マグマ溜まり（約6km）へのマグマ蓄積過程の解明
- ・比抵抗構造の連続観測による水蒸気爆発の準備過程解明
- ・約20kmの深さで発生する深部低周波地震のメカニズム解明
- ・ストロンボリ式噴火時におけるクラック状火道へのマグマ貫入の時間発展などの高精度な把握

## 4. 今後の観測体制の必要性

- ・火口直下でのダイナミクスを理解を深めるための広帯域地震計の適切な配置
- ・マグマだまりから火口直下のクラック状火道へのマグマ貫入を検出するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開
- ・深さ約6km前後の膨張収縮を検知するため及び長時間スケールで活動の消長を予測できるデータを取得するための地殻変動観測
- ・中岳第1火口の定量的な観測（湯だまり及び火口壁（底）温度、二酸化硫黄放

出量、全磁力、総放熱率) の継続

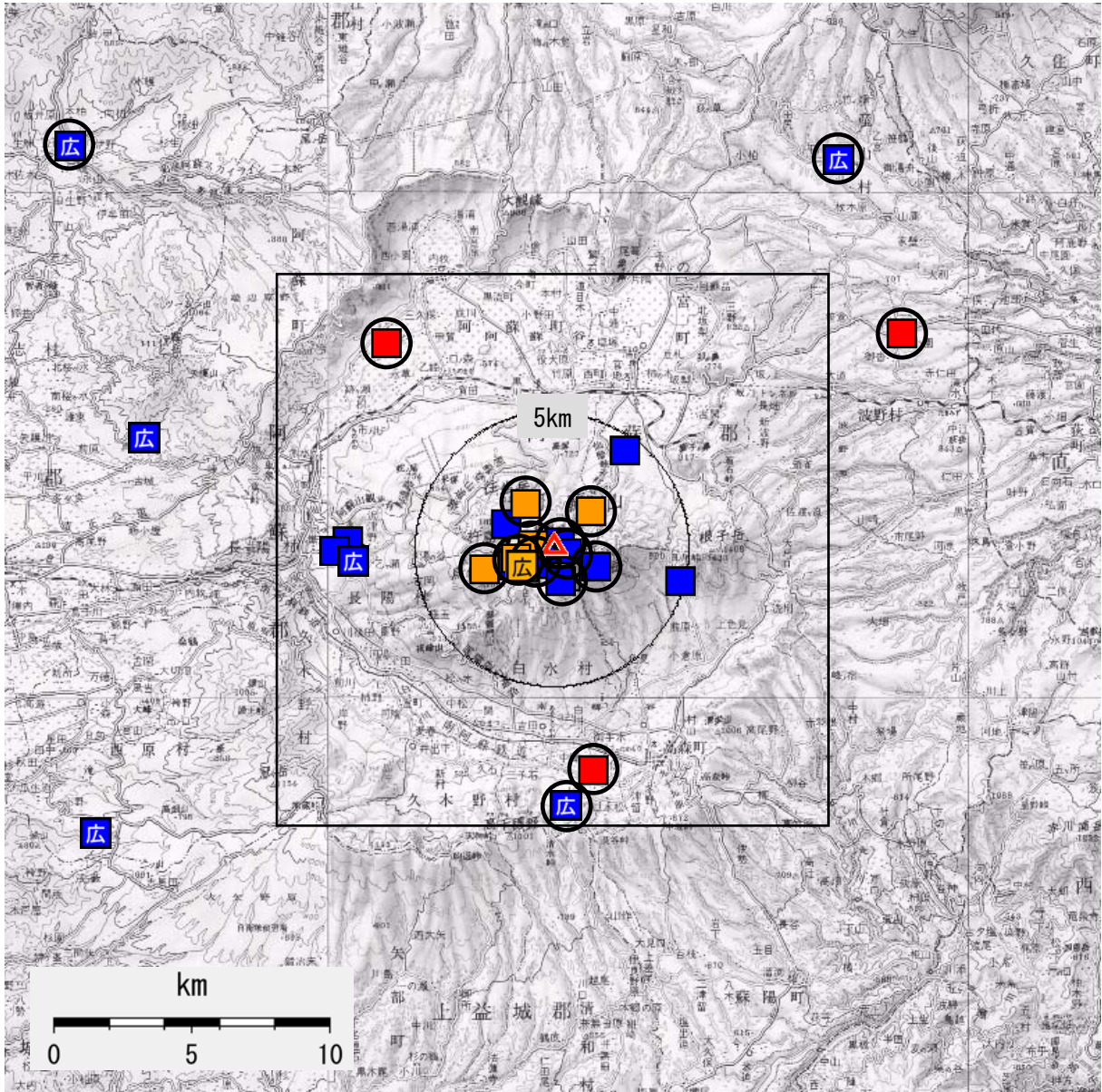
参考文献

- 1) 松本・松本 (1981) : 阿蘇火山 世界一のカルデラ.
- 2) 気象庁 (2005) : 日本活火山総覧 (第3版) .
- 3) 須藤 (2007) : 阿蘇に学ぶ.
- 4) 吉川・須藤 (2004) : 阿蘇火山中岳第1火口の温度変化と火山活動, 京都大学防災研究所年報 47B.
- 5) 川勝・他 (2002) : 阿蘇山の火口直下に存在する圧力源の実体と噴火活動における役割の解明, 平成8年度~平成13年度科学研究費補助金基盤研究(A)最終報告書.
- 6) 山本・他 (2001) : 広帯域地震計でみた阿蘇火山の微動活動.
- 7) 九州大学地震火山観測研究センター (2006) : 阿蘇火山の二酸化硫黄放出量, 第103回火山噴火予知連絡会資料(その5), 18.
- 8) 寺田・他 (2008) : 阿蘇火山・中央火口丘群における熱活動の定量化, 京都大学防災研究所年報 51B, 275-290.



## 観測点配置図

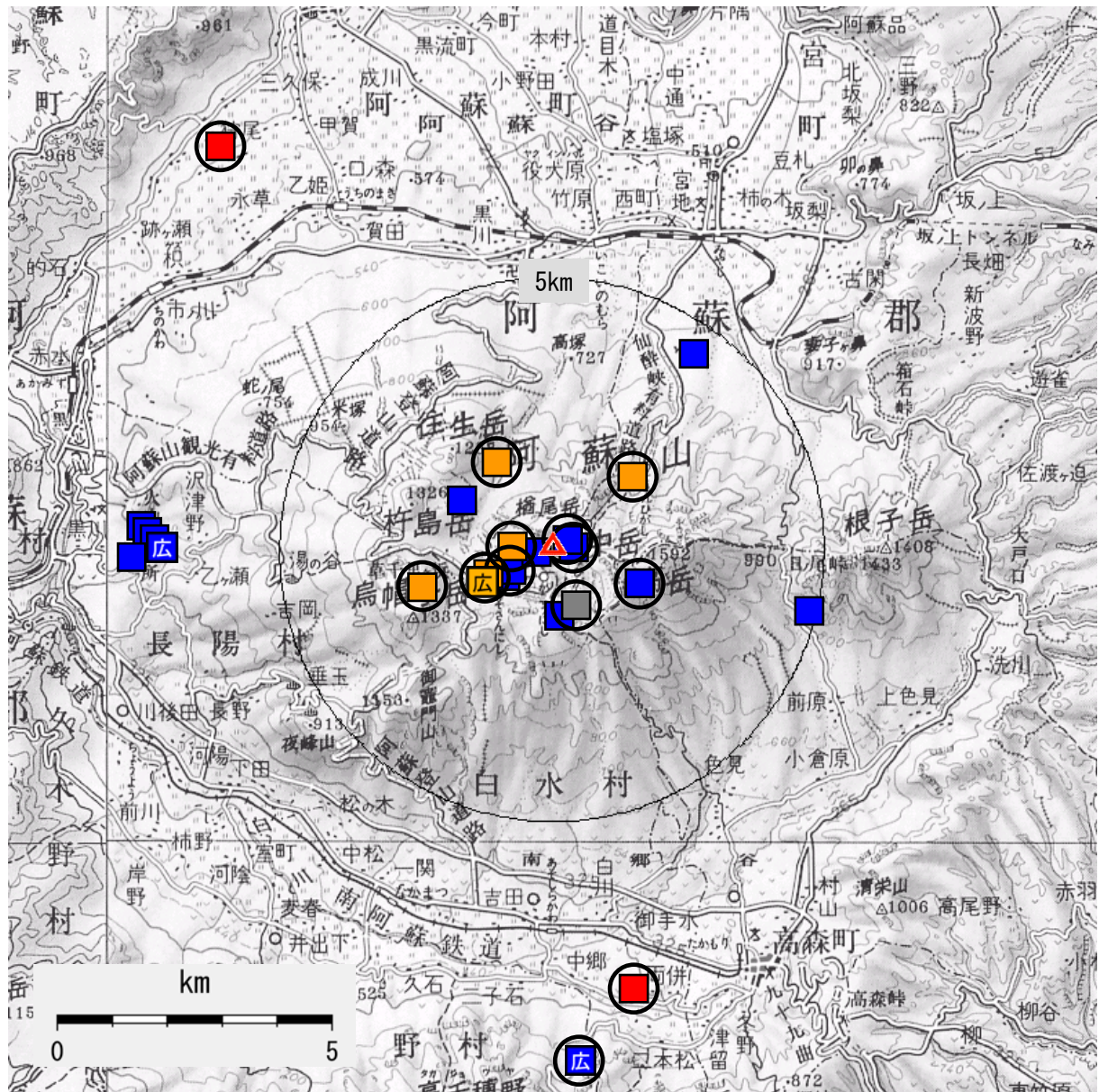
### ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : 広帯域地震計 (気象庁)
- : 広帯域地震計 (大学)
- : Hi-net (防災科研)
- : 火口
- : ○は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



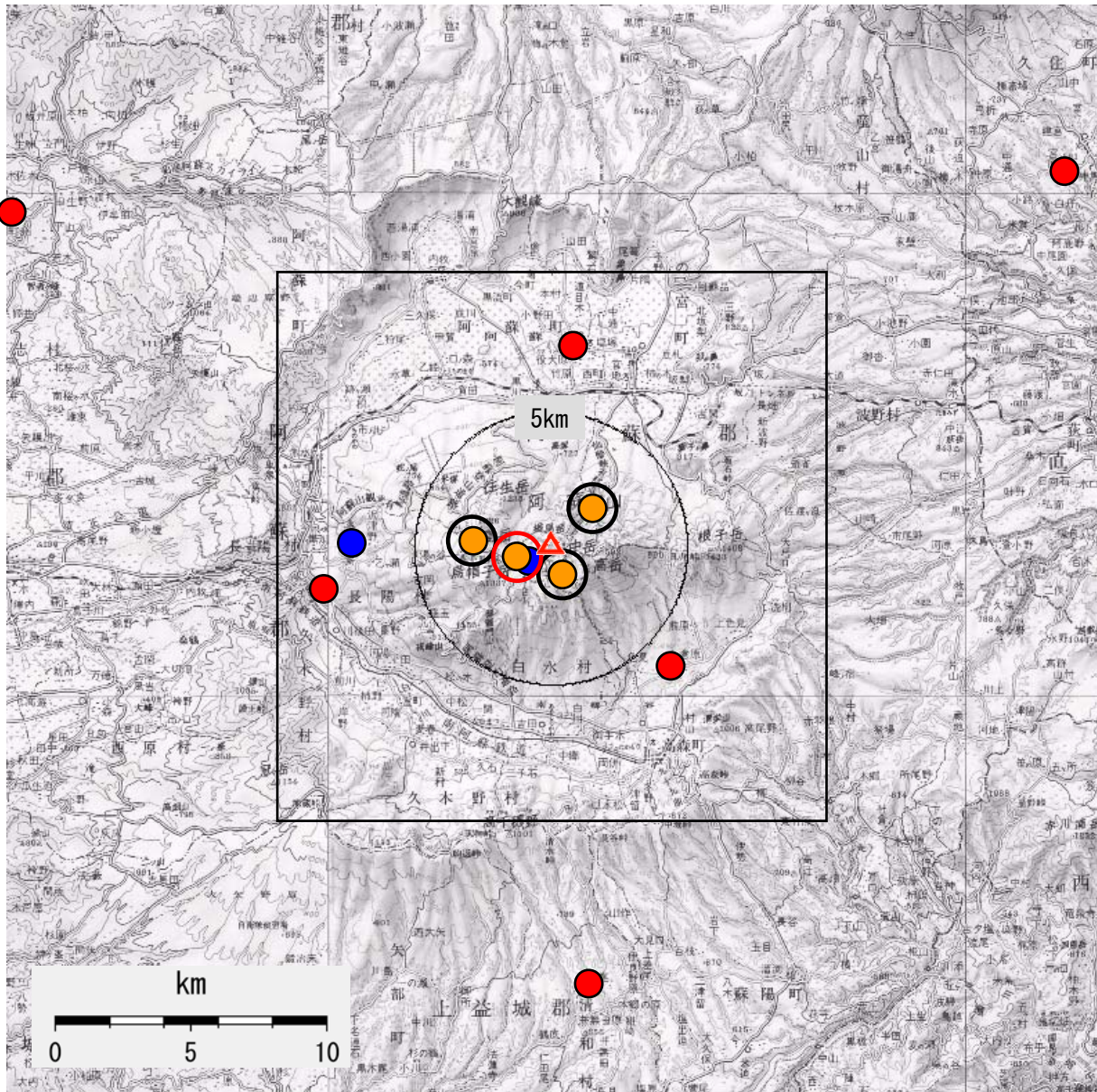
○地震計（拡大）



- : 地震計（気象庁）
- : 地震計（大学）
- : 広帯域地震計（気象庁）
- : 広帯域地震計（大学）
- : Hi-net（防災科研）
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



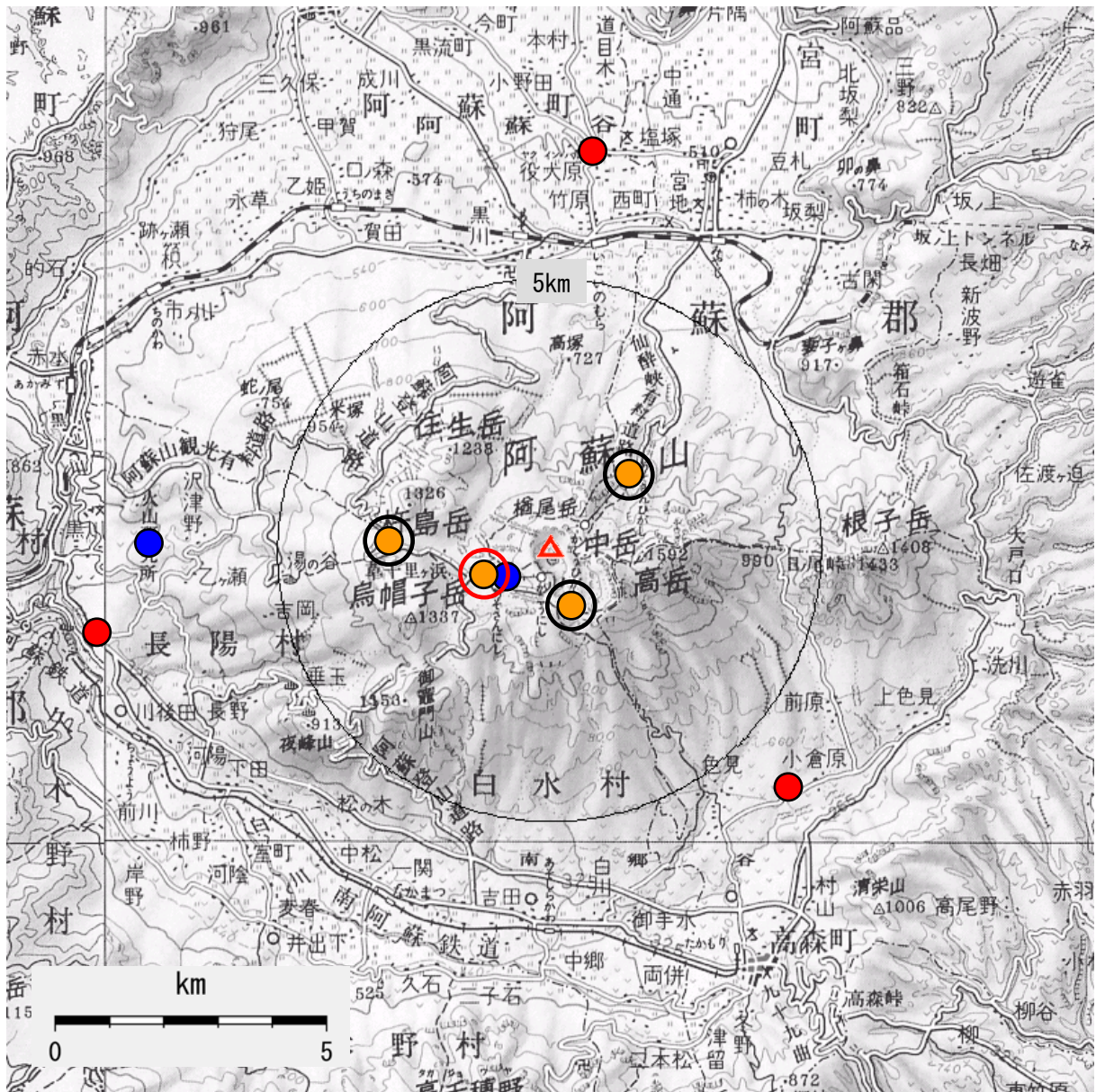
# OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



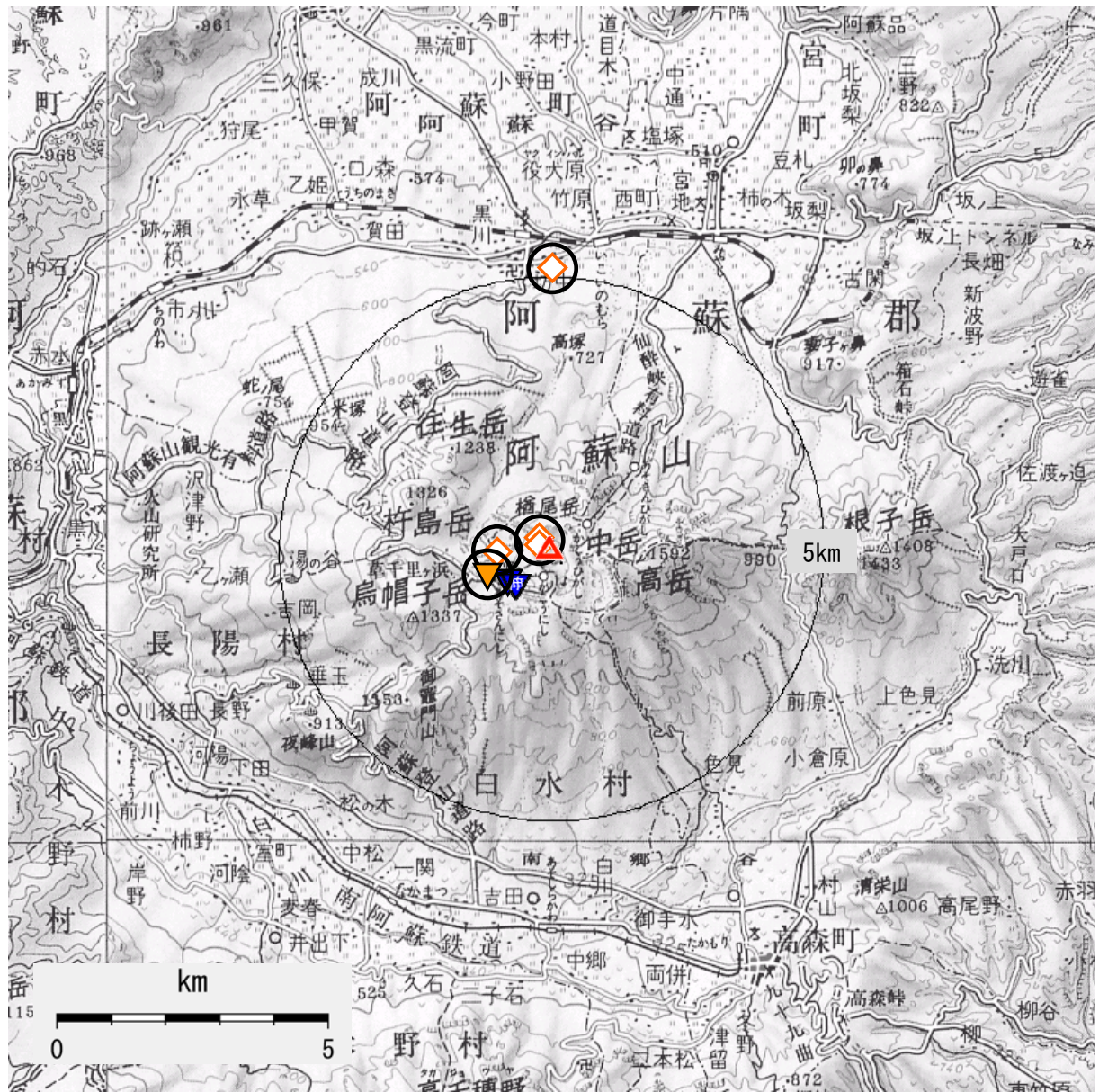
○GPS (拡大)



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



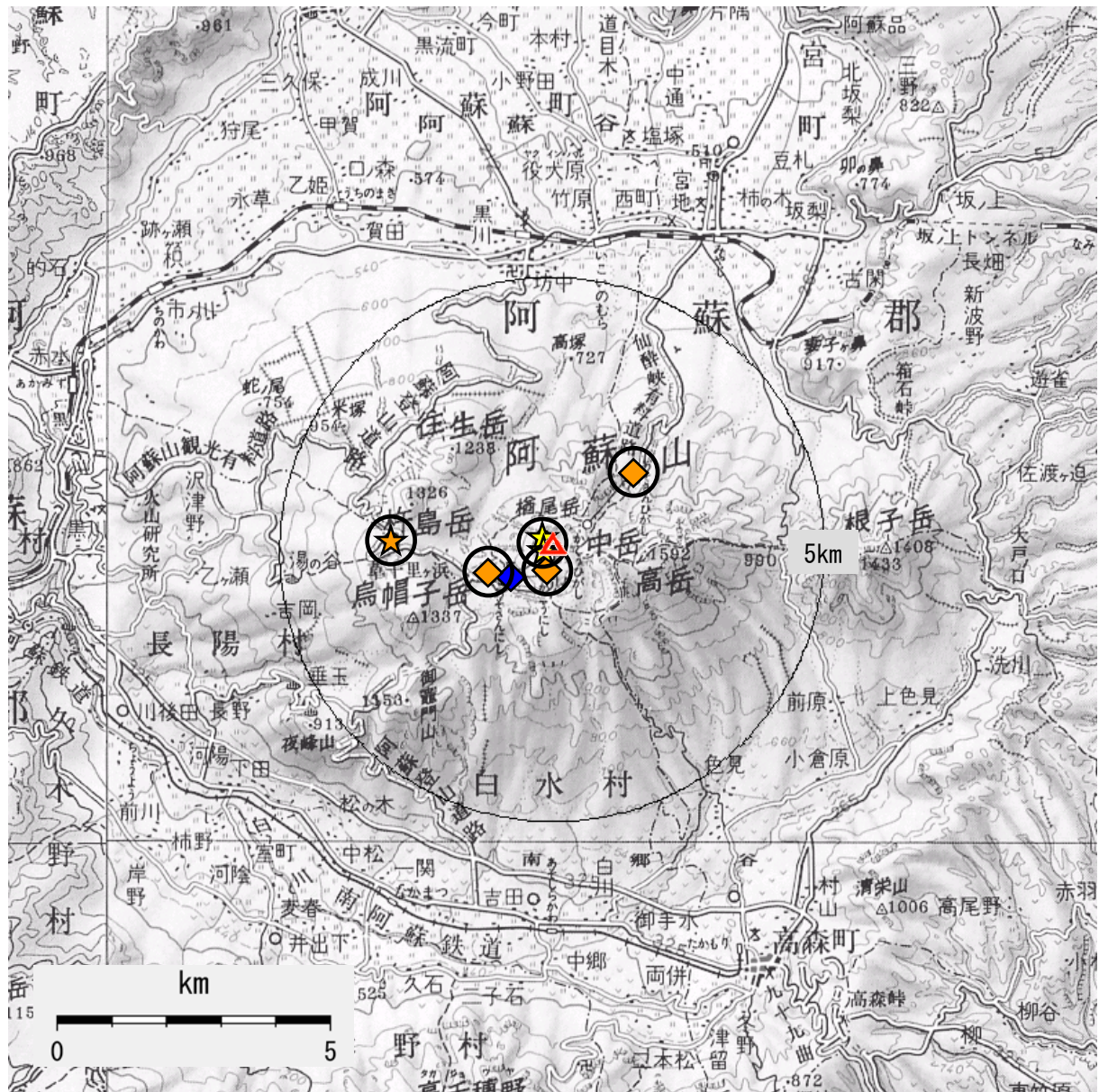
○傾斜計・伸縮計・全磁力計



- ▼ : 傾斜計 (気象庁)
- ▼ : 傾斜計 (大学)
- ▼ : 伸縮計 (大学)
- ◇ : 全磁力計 (気象庁)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



○空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ◆ : 空振計 (大学)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (博物館)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。

## 雲仙岳の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

有史後の火山活動としては、寛文の噴火活動（1663）、寛政の噴火活動（1792）、1990～1995年の噴火活動が挙げられる。寛文、寛政の噴火活動は、1990～1995年の活動のような、多数の溶岩ドームの形成・崩落と火砕流の発生といった活動様式とは異なり、ともに比較的粘性の低い溶岩の流下と噴煙や噴気、降灰を主体とした火山活動であった。寛政の噴火活動では、活動が収まりかけた頃に発生した大地震によって眉山が大崩壊し、大量の土砂が有明海へ流れ込んだ。また、この土砂によって発生した高波が、島原の対岸の肥後国天草に襲いかかった。これを「島原大變肥後迷惑」といい、死者は合計1万5千人にも及び、有史以来日本最大の火山災害となった<sup>1)</sup>。1989年11月の群発地震以降、1994年まで溶岩ドームの成長が見られるなど、活発な活動が続いた。

#### ②最近の火山活動状況

火山活動は静穏

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山体内から周辺山麓（平成新山山頂から1～17km）にかけて短周期地震計9点（8点は地上型、1点は孔井型、設置深156m）

九大島原 : 周辺山麓（平成新山山頂から3～13km）に短周期地震計8点（3点は地上型、1点は横穴型、4点は孔井型、設置深100m）

防災科研 : 周辺山麓（平成新山山頂から22km）に1点

空振計 気象庁 : 周辺山麓（平成新山山頂から3～5km）に2点

傾斜計 気象庁 : 山体内から周辺山麓（平成新山山頂から1～4km）にかけて2点（1点は地上型、1点は孔井型、設置深157m）

九大島原 : 周辺山麓（平成新山山頂から3～6km）に4点（すべて孔井型、設置深100m）

GPS 気象庁 : 周辺山麓（平成新山山頂から3～4km）に3点

地理院 : 周辺山麓（平成新山山頂から5～19km）に7点及び上天草市（島原半島から23km）に1点

カメラ 気象庁 : 山体内から周辺山麓（平成新山山頂から2～7km）にかけて2点

砂防部 : 山体内から周辺山麓（平成新山山頂から2～4km）にかけて4点

水位計 九大島原 : 周辺山麓（平成新山山頂から6km）に1点（孔井型、設置深365m）



気象庁は平成 21 年度補正予算により山体内（平成新山山頂から 2 km）に短周期地震計・傾斜計（孔井型、設置深 100m）、空振計を整備する。

・その他の観測

GPS

気象庁 : 繰り返し観測（年 1 回）

九大島原 : 連続及び繰り返し観測

全磁力

気象庁 : 繰り返し観測（年 1 回）

九大島原 : 連続観測（新礫石原観測点 : 約 600m 間隔で 2 箇所）

九大島原 : 現地収録 1 点

赤外熱映像観測

気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

光波測距観測

気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

化学成分観測

九大島原 : 繰り返し観測

噴気ガス（溶岩ドーム）

九大島原 : 繰り返し観測

水準測量

九大島原 : 繰り返し観測（およそ隔年）

・監視体制

福岡火山監視・情報センターは、九大島原のデータ分岐も含めて、地震、傾斜、空振、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成21年度補正予算により整備予定の地震計・傾斜計・空振計観測点も平成22年度から監視開始予定

2. 監視の視点

①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がある火山

②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・ 次の活動が 1990～1995 年と同様であれば、ある程度の予測は可能であると考えられる
- ・ 約 4 ヶ月前から橘湾から橘湾東部、島原半島内へマグマの移動に伴うと考えられる震源の移動が捉えられた。さらに 2 ヶ月前には島原半島西部の地震が増加した<sup>2) ~ 5) 9) 10)</sup>
- ・ 溶岩ドーム出現直前には、傾斜計や光波測距など、地殻変動に山体膨張を示す急激な変化<sup>2) ~ 4) 9) 11) 12)</sup> や全磁力観測でマグマの上昇による急激な熱消磁<sup>3)</sup><sup>4)</sup> がみられた。また、数日前に火口付近で地割れを確認した<sup>2) ~ 4)</sup>

- ・溶岩ドーム出現後は山頂部を中心に地盤が沈降した<sup>12)</sup>
- ・傾斜計の長周期振動振幅からマグマ供給量が推計された<sup>4) 6) ~9)</sup>
- ・以上の経過から、次のような活動サイクルが想定されている  
橋湾で群発地震⇒マグマが島原半島方向へ移動⇒島原半島内で地震が発生⇒  
普賢岳山頂付近で群発地震⇒噴火⇒溶岩ドームの形成・成長⇒火砕流の発生⇒  
溶岩ドームの成長停止⇒火山活動の低下。または、溶岩ドームを形成せず、溶  
岩流が発生する

### ③監視上注目すべき火山現象

- ・橋湾地震群発から島原半島内に向かう震源移動、島原半島西部での地震増加（深  
い地震⇒浅い地震）
- ・マグマ貫入による微動発生、振幅増大、連続化
- ・山体膨張を示す急激な地殻変動の変化、山頂沈降
- ・マグマ上昇による急激な熱消磁
- ・白煙発生、噴煙増加・小噴火

## 3. 調査研究の視点

### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山

### ②今後の調査研究のねらい

マグマ供給系モデルの精密化と総合化をはかり、マグマ上昇・蓄積をより正確に把握して噴火準備過程を明らかにする。具体的には、GPS、水準測量、InSARなどの複合的地盤変動観測により、複数のマグマ溜りの3次元形状と大きさ、及びそれらの時間発展を明らかにする。また、マグマ供給系モデルに対し地盤変動と独立な拘束条件を与える起震応力場や地震学的構造および電磁気学的構造とその時空間変化を明らかにし、それらの拘束条件をすべて満足するマグマ供給系モデルの構築を通してマグマ蓄積・上昇過程を理解する

## 4. 今後の観測体制の必要性

- ・噴火前の地盤変動を検知するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開
- ・山体直下へのマグマ移動を検知するため広域的な地震・地殻変動観測網の構築
- ・1990～1995年にかけて展開され貴重なデータが得られた既設の観測井を用いた観測点の維持・更新

## 参考文献

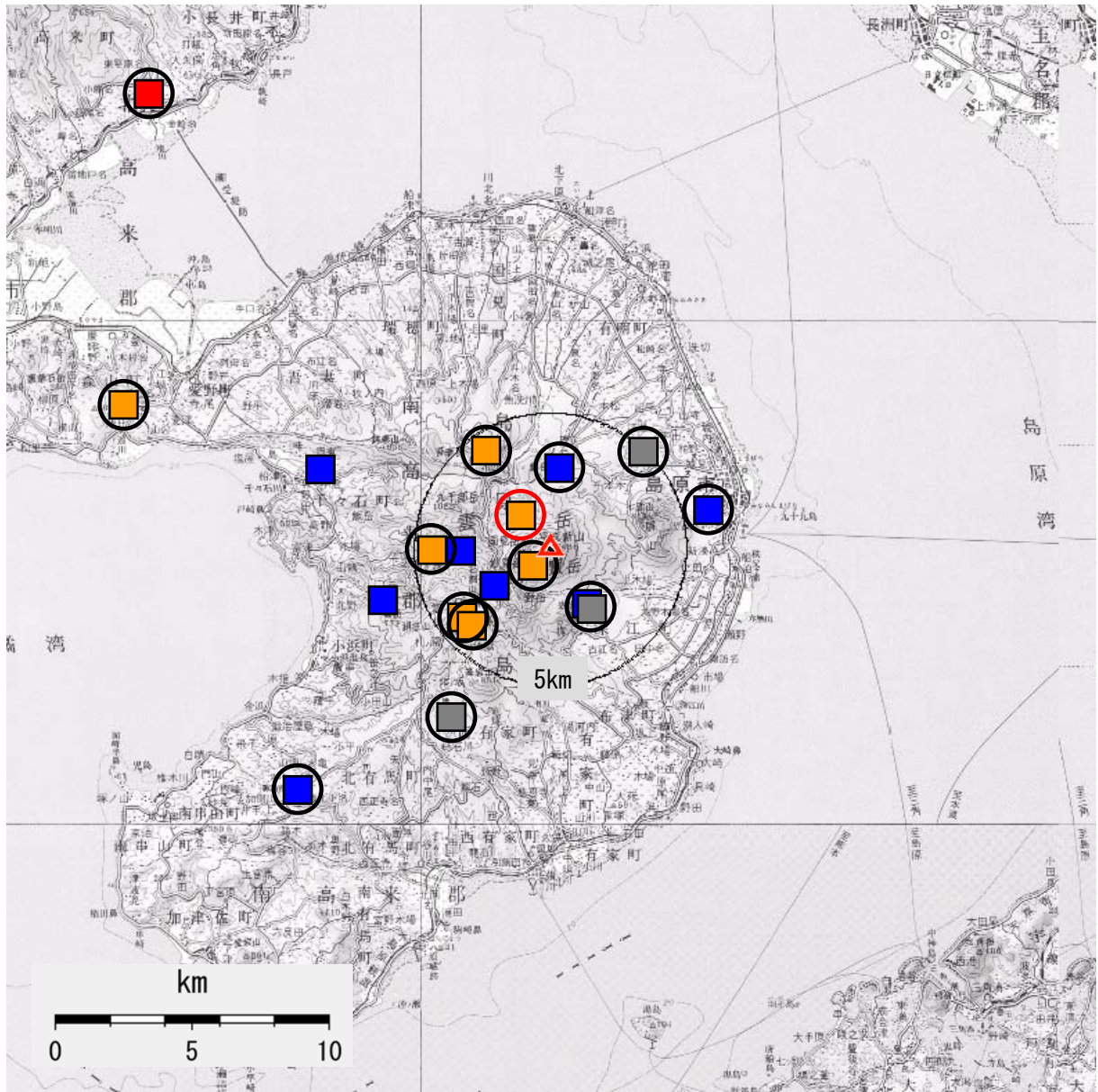
- 1) 都司 (1993) : 寛政四年 (1792) 島原半島眉山の崩壊に伴う有明海津波の熊本県側における被害、及び沿岸遡上高, 東京大学地震研究所彙報 68-2, 91-176.
- 2) 気象庁 (1991) : 雲仙・普賢岳の火山活動報告 51, 福岡管区気象台要報.
- 3) 気象庁 (2003) : 平成3年 (1991年) 雲仙岳噴火調査報告 123, 気象庁技術報告.
- 4) 太田 (1997) : 1990-1995年雲仙岳噴火活動の予知と危機管理支援, 火山 42, 61-74.
- 5) 清水・他 (1994) : 1990-94年雲仙・普賢岳噴火活動に伴う周辺地域での地震活動の特性, 日本火山学会講演予稿集, 1994年度秋季大会, 96.



- 6) 清水・他 (1994) : 雲仙火山火道浅部におけるマグマ上昇過程-地震活動からの情報-, 日本火山学会講演予稿集, 1994 年度秋季大会, 96.
- 7) 中田 (2007) : 掘削による噴火活動に関する知見の深化, 第 5 回火山噴火予知研究シンポジウム, 37-38.
- 8) 中田 (1991) : 雲仙火山のマグマプロセス, 火山 36, 113 - 121.
- 9) 馬越・他 (1994) : 精度の良い震源分布から推定した 1990-94 年普賢岳噴火活動のマグマ上昇経路, 火山 39, 223-235.
- 10) 気象庁 (1991) : 雲仙岳火山活動状況 (1991 年 2 ~ 5 月) , 火山噴火予知連絡会会報 50, 46-56.
- 11) 気象庁 (1993) : 光波測距による雲仙, 普賢岳の山体変動観測, 火山噴火予知連絡会会報 56, 55-61.
- 12) 気象庁 (1991) : 雲仙岳周辺の地盤変動 (1991 年) , 火山噴火予知連絡会会報 51, 74-79.

## 観測点配置図

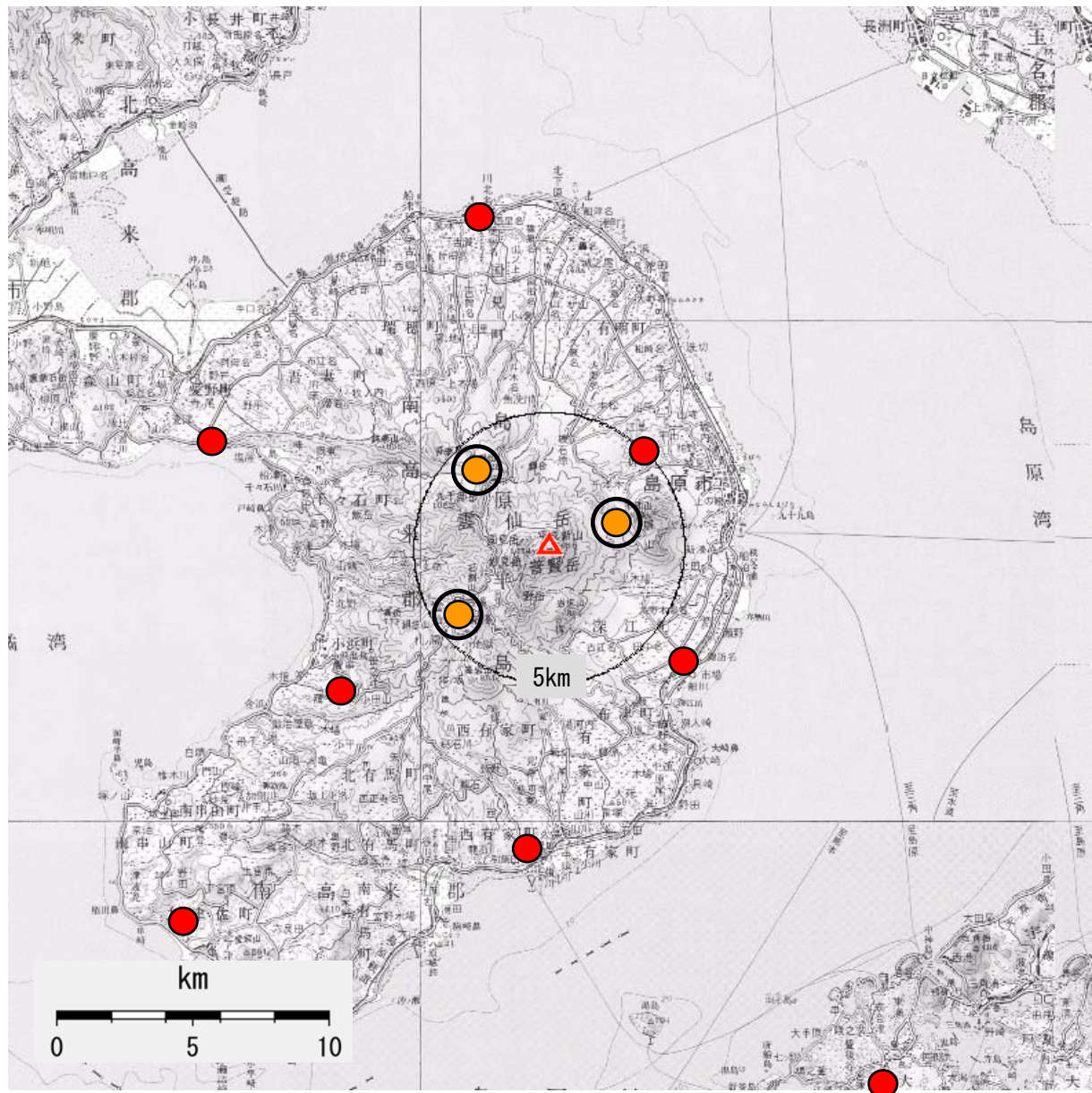
### ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : Hi-net (防災科研)
- : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



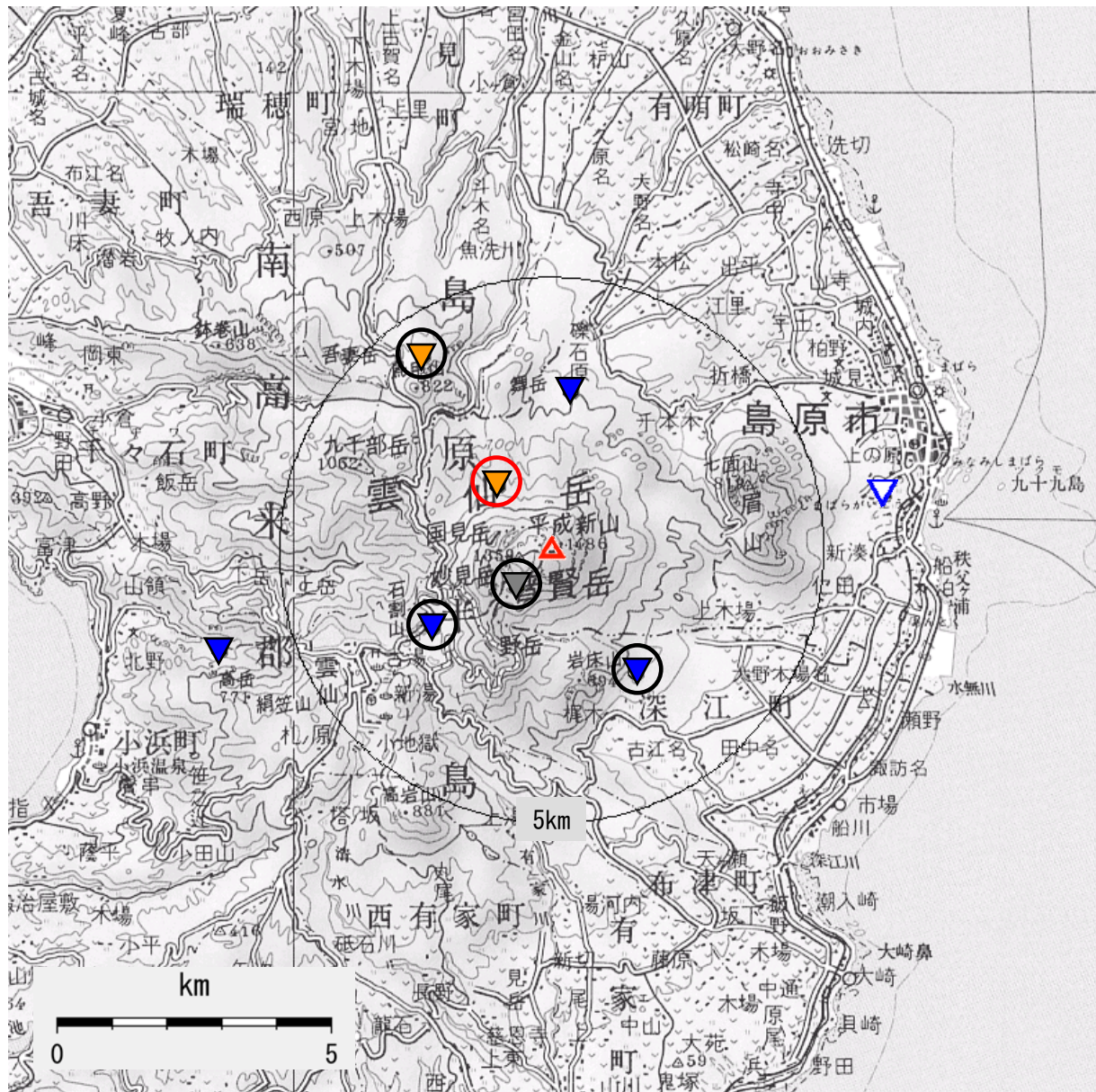
# GPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。



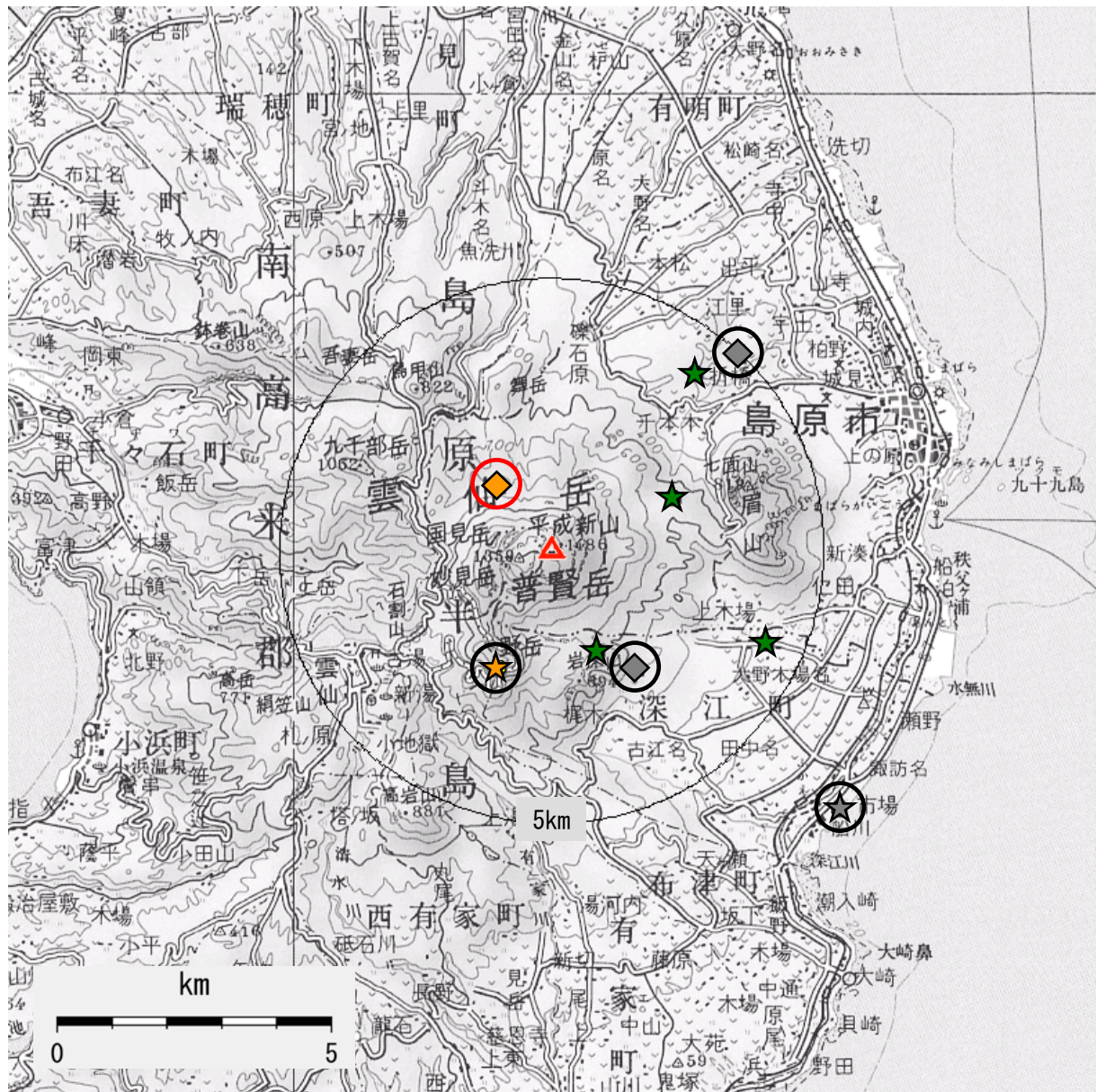
○傾斜計・水位計



- ▼ : 傾斜計 (気象庁)
- ▼ : 傾斜計 (大学)
- ▼ : 水位計 (大学)
- ▲ : 火山
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



○空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (砂防部)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



## 霧島山の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

歴史上の噴火は、御鉢と新燃岳が中心であるが、1768年には韓国岳山腹から溶岩が流出し、硫黄山が形成された。

新燃岳では1716年～1717年に準プリニー式の大規模な噴火が発生<sup>4)</sup>し、火砕流などにより広域に大きな被害をもたらした。明治以降は1959年の爆発的噴火では爆風により建物に被害があった。最近では1991年、2008年に水蒸気爆発が発生している。

御鉢では788年と1235年に溶岩流を伴う噴火が発生<sup>6)</sup>し、広域に大きな被害をもたらした。明治から大正にかけて頻繁にブルカノ式噴火が発生<sup>5)</sup>したが、1923年の噴火以降噴火は発生していない。2003年に噴気活動が一時的に活発化した。周辺には活発な噴気地帯が多くあり、1971年には、手洗温泉で豪雨による地滑りに起因したと思われる水蒸気爆発が発生している。

#### ②現在の火山活動状況

新燃岳では2006年頃から山頂部の膨張が観測され、2008年8月に地震が増加後、噴火が発生した。その後、地震活動は再び静穏な状態となっている。

御鉢は、1923年の噴火以来、2003年に火口内にとどまる小規模な小石や泥の噴出はあったが、火山活動はおおむね穏やかである。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 新燃岳山体内（火口から1～2km）に短周期地震計3点、御鉢山体（火口から1km）に短周期地震計1点、御鉢山麓（火口から5km）に1点設置（いずれも地上型）

東大震研 : 火口付近から新燃岳山体内（火口から0～2km）に短周期地震計3点（地上型、内1点は広帯域地震計を併設）、御鉢山体内（火口から1～3km）に短周期地震計2点（地上型、内1点は広帯域地震計を併設）、新燃岳と御鉢の中間の山体内（新燃岳火口から3km、御鉢火口から1km）に短周期地震計1点（地上型、広帯域地震計を併設）、新燃岳山麓（火口から西南西約20km）に短周期地震計1点（地上型）、韓国岳山麓（新燃岳火口西北西6km、御鉢火口西北西11km）に短周期地震計1点（地上型）設置。

防災科研 : 御鉢山麓（火口から4km）に1点設置

傾斜計 気象庁 : 新燃岳山体内（火口から1～3km）に2点、御鉢山体内（火口から1km）に1点設置

空振計 気象庁 : 新燃岳山体内（火口から3km）に1点、御鉢山麓（火口から10km）に1点設置

GPS 気象庁 : 新燃岳山体内（火口から1～2km）に2点、新燃岳山麓（火

口から3 km)に1点、御鉢山体内(火口から1 km)に2点、御鉢山麓(火口から3~5 km)に4点、新燃岳と御鉢の中間の山体(新燃岳火口から3 km、御鉢火口から1 km)に1点、北方の夷守岳山体内(新燃岳火口から北5 km、御鉢火口から北8 km)に1点設置。

東大震研：新燃岳山体内(火口から2 km)に1点、北西の韓国岳山麓(新燃岳火口西北西6 km、御鉢火口西北西11 km)に1点設置

地理院：山麓(火口から10~15 km)に3点設置

監視カメラ 気象庁：山麓(新燃岳火口から8 km、御鉢火口から6 km)に1点設置

鹿児島県：大浪池山体内(新燃岳火口から3 km)に1点設置

全磁力計 東大震研：火口付近から新燃岳山体内(新燃岳火口から1 km)に5点、硫黄山付近(新燃岳火口北東23 km)に1点設置

気象庁は平成21年度補正予算により山体内(新燃岳火口から3 km、御鉢火口から1 km)に地震計・傾斜計(孔井型、設置深100 m)、空振計、GPS、周辺山麓(新燃岳火口から8 km、御鉢火口から6 km)に監視カメラ、新燃岳火口及び御鉢火口に火口カメラを整備する。

#### ・その他の観測

火口周辺のGPS、全磁力の繰り返し観測を実施。ほかに、現地での赤外熱映像観測を繰り返し実施

#### 監視体制

鹿児島地方気象台は、東大震研及び防災科研のデータ分岐も含めて、地震計、傾斜計、空振計、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成21年度補正予算により整備予定の地震計・傾斜計・空振計・監視カメラも平成22年度から監視開始予定

## 2. 監視の視点

### ①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山  
最近、火山活動に高まりが認められている

### ②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・新燃岳は、1991年と2008年の水蒸気爆発で噴火前に微小地震多発や地殻変動等の変化を捉えたが、そのメカニズムや噴火発生条件の解明には至っていない。過去の噴火活動では水蒸気爆発→マグマ水蒸気爆発→マグマ噴火と推移<sup>3)</sup>した例がある<sup>1)</sup>
- ・御鉢では、山体地下10 km以浅にはマグマ滞留が認められず、より深部から急速にマグマ上昇すると考えられている<sup>2)</sup>

### ③監視上注目すべき火山現象

当面は過去の観測事例及び一般的な火山学的知見に基づき、以下の現象に注目す



る。

- ・新燃岳山頂火口及び御鉢火口の噴気活動
- ・2008年の新燃岳噴火事例に基づき、山体浅部の熱水系に関連する山体浅部の地震微動活動及び地殻変動
- ・火山性微動の発現、継続時間、振幅時間変化
- ・山体深部へのマグマ貫入とそれに関連する深部の地震活動及び広域の地殻変動

### 3. 調査研究の視点

#### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山

#### ②今後の調査研究のねらい

- ・火山体深部におけるマグマ活動（蓄積・移動）および噴火への遷移過程を解明するため、深部低周波地震活動や中・広域的な地殻変動に注目
- ・隣接する新燃岳、御鉢のマグマ供給系の類似点と相違点及びそれに起因する活動様式の類似点と相違点
- ・地殻変動の時空間変化や地震活動・震源移動を捉えることにより、マグマの移動上昇経路を解明し、活動推移の予測を目指す
- ・御鉢の地下15～20kmの深部低周波地震と火山活動との関連
- ・水蒸気爆発と地下水面高度の関連、火山性微動発現機構の解明

### 4. 今後の観測体制の必要性

- ・新燃岳の前兆現象を捉えるための観測井を用いた高品位地震・傾斜計を含む多項目連続観測の強化
- ・振幅の空間分布から微動源を推定できる震動観測網
- ・連続監視のための関係機関データのさらなる共有化
- ・新燃岳及び御鉢周辺で発生する地震の震源精度向上のための山体北側または北東側の地震観測強化
- ・浅部の地殻変動を検知するための山頂近傍の地殻変動観測の強化
- ・マグマ貫入に伴う広域応力場の変化により生じる群発地震活動を捉える広域的な地震観測網
- ・深部へのマグマ貫入等を捉えるために、地震観測網と地殻変動観測の強化と広域化が必要
- ・地下10km程度に力源をもつ地殻変動を捉えるために、長期的に安定した活動の推移のモニタが必要

### 参考文献

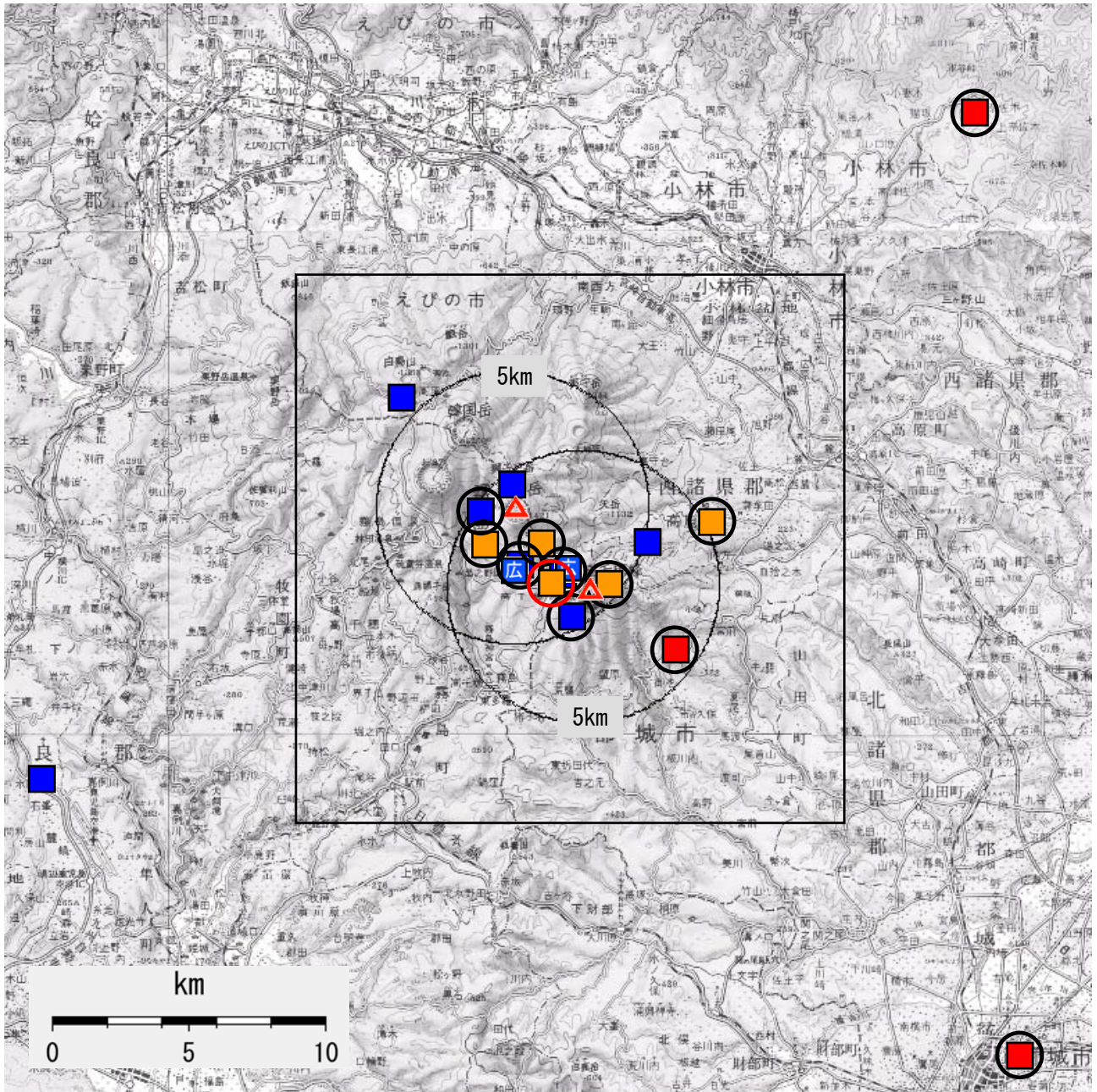
- 1) 気象庁(2005): 日本活火山総覧(第3版)。
- 2) 鍵山(1994): 霧島火山群における構造研究の意義—新しい火山学の構築のために—, 地震研究所彙報, 69, 177-188.
- 3) 井村(1994): 霧島火山の地質, 東大地震研究彙報, 69, 189-209.
- 4) 井村・小林(1991): 霧島火山群新燃岳の最近300年間の噴火活動, 火山, 36, 135-148.
- 5) 筒井正明・他(2005): 霧島・御鉢火山における2003年12月以降の噴気活動と

明治～大正時代の火山活動, 火山 50, 475-489.

6) 筒井正明・他 (2007) : 霧島・御鉢火山の噴火史, 火山 52, 1-21.

## 観測点配置図

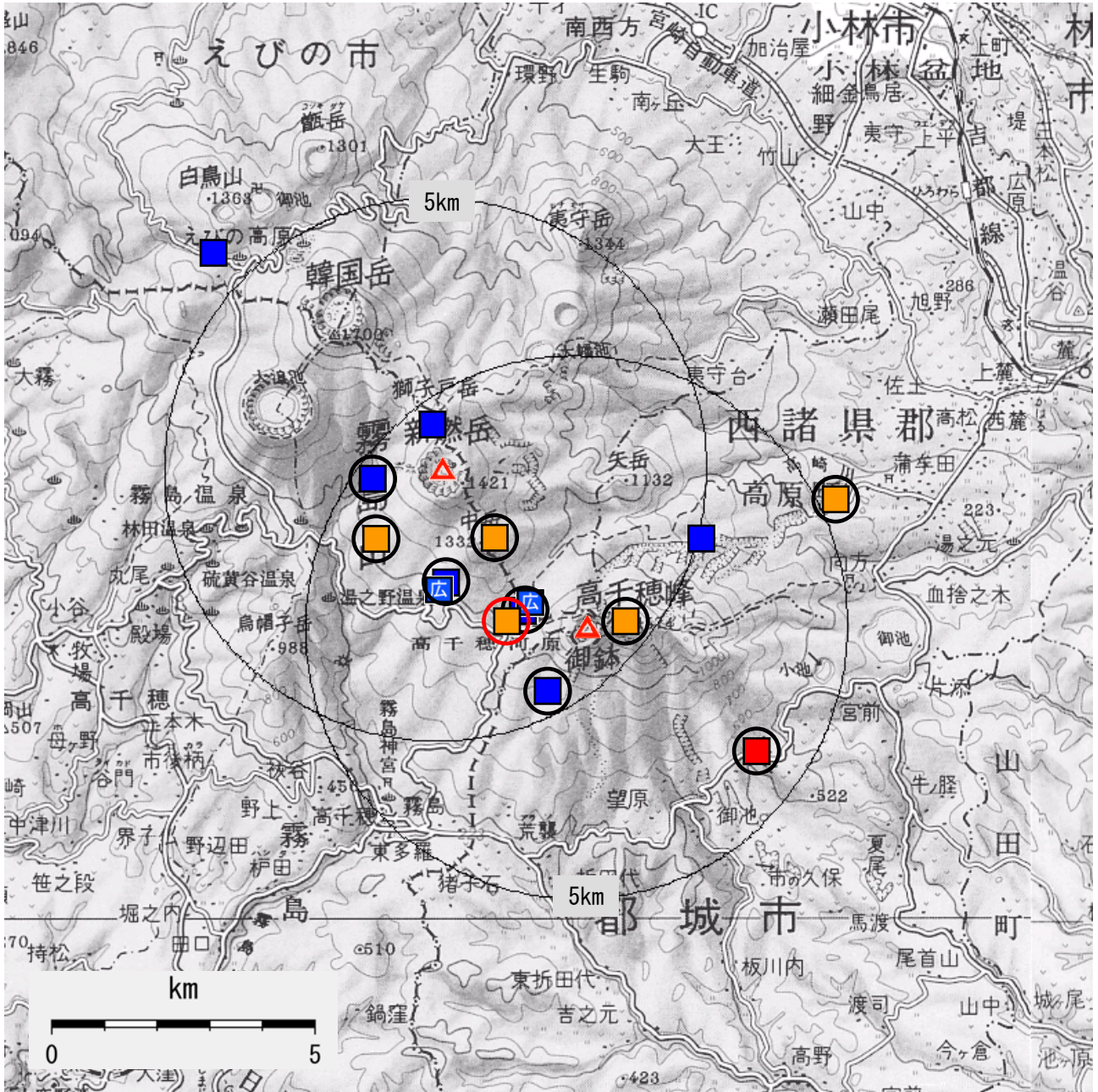
### ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : Hi-net (防災科研)
- 広 : 広帯域地震計 (大学)
- : 火山
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



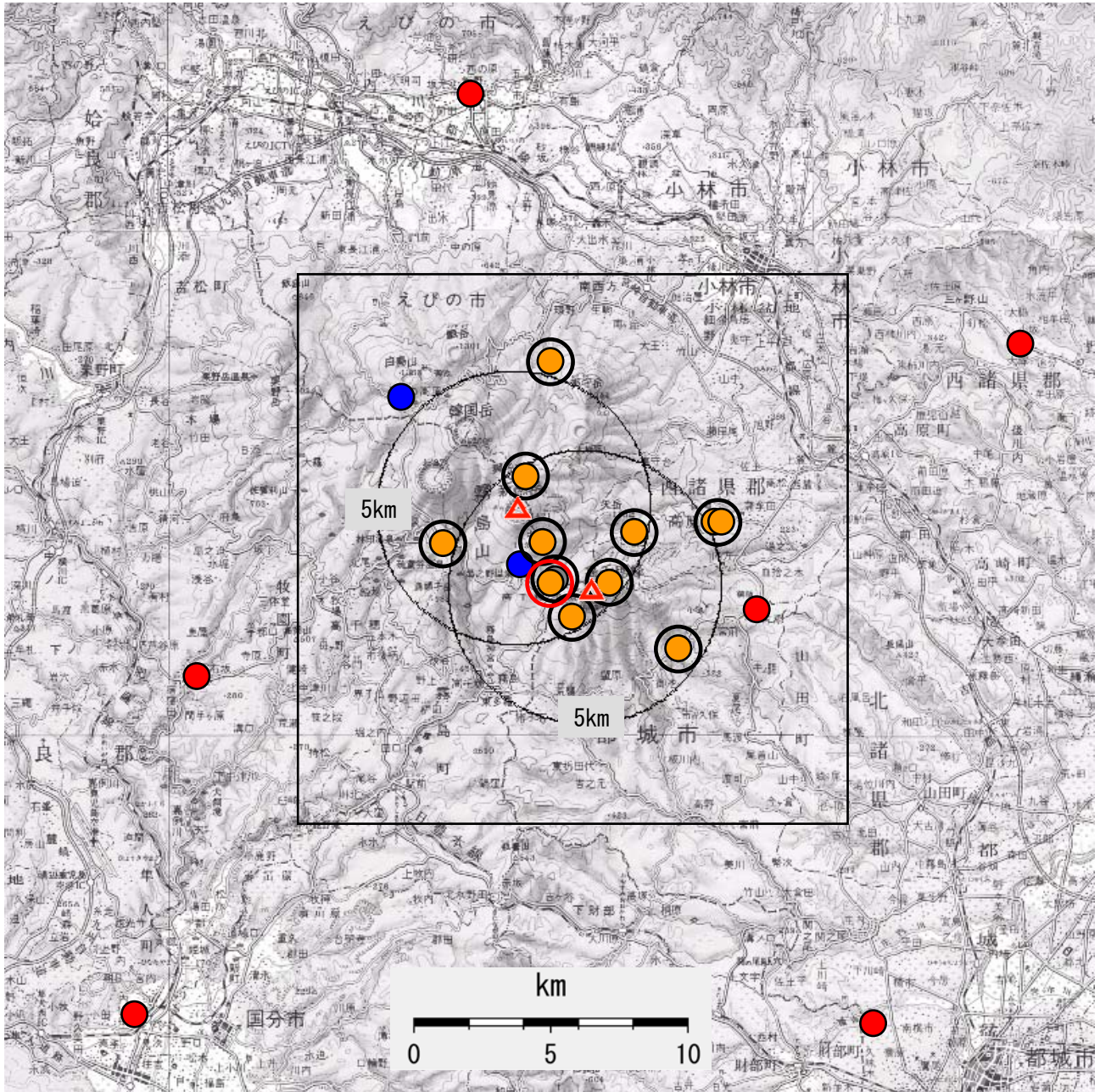
○地震計（拡大）



- : 地震計（気象庁）
- : 地震計（大学）
- : Hi-net（防災科研）
- 広 : 広帯域地震計（大学）
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



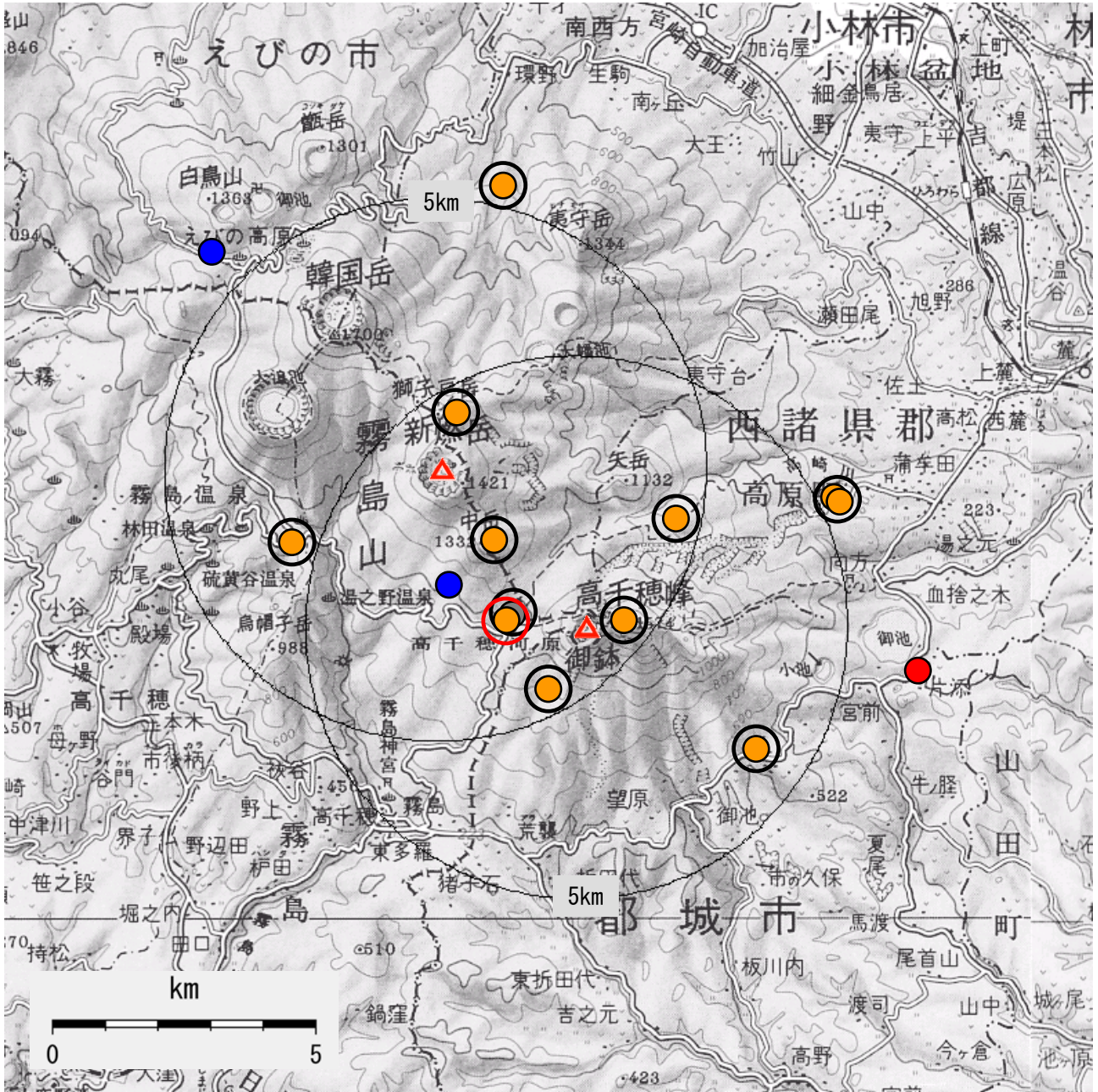
# OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



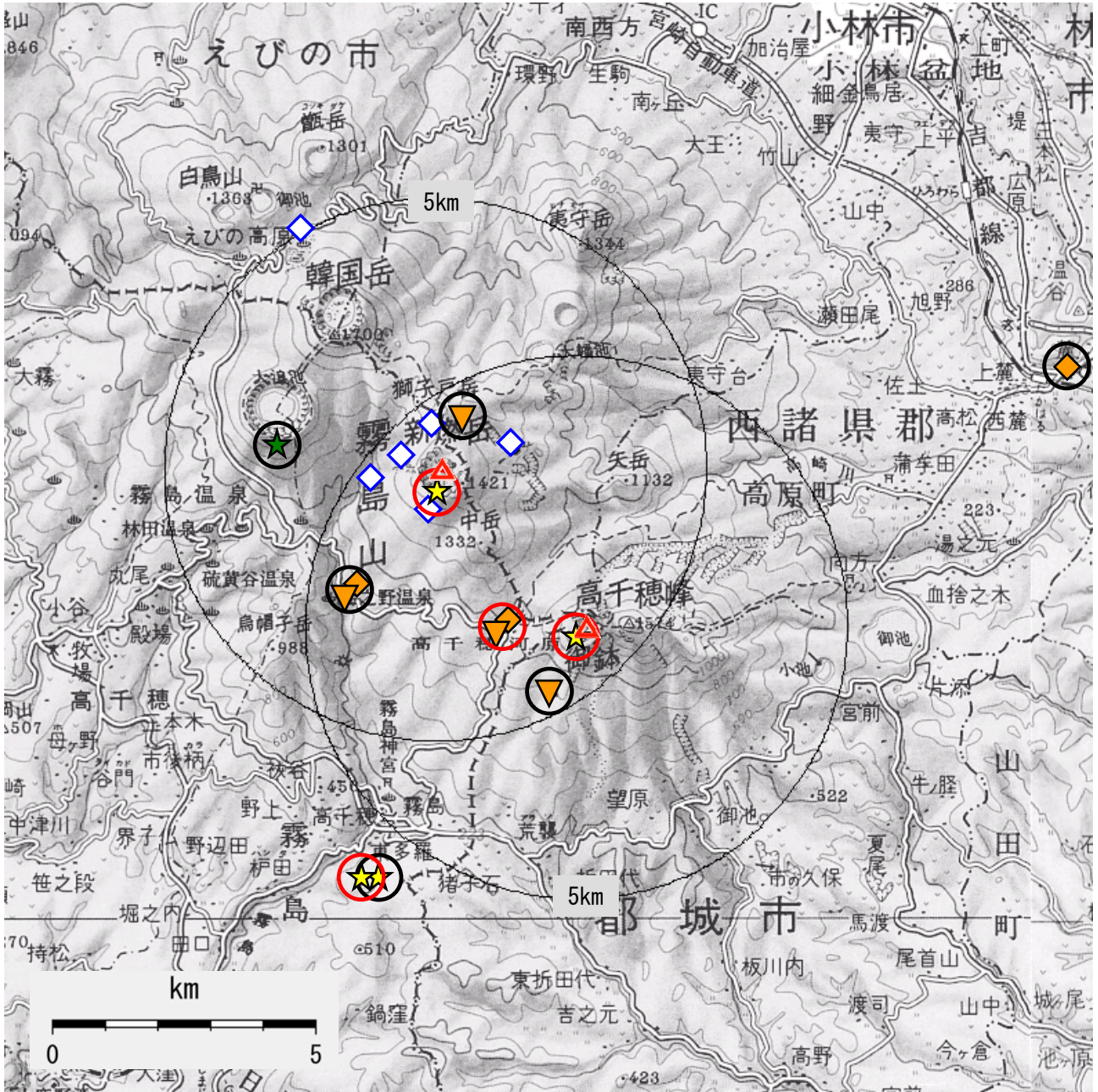
OGPS (拡大)



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



○傾斜計・空振計・全磁力計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (自治体)
- ▽ : 傾斜計 (気象庁)
- ◇ : 全磁力計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

## 桜島の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

有史以後、1471 年－1476 年（文明）、1779 年－1780 年（安永）、1914 年－1915 年（大正）と大規模マグマ噴火を中央火口丘の両山腹において繰り返し、 $1\text{ km}^3$  を超える溶岩を流出した。1939 年－1946 年の昭和火口における噴火活動では溶岩流出があった（ $0.18\text{ km}^3$ ）。1955 年以降は南岳山頂火口でブルカノ式噴火が繰り返されている。1960 年には爆発回数は 414 回に達した。やや静穏期を経て 1972 年から噴火活動が激化した。1985 年に 474 回に達した後、爆発回数は減少した。一方、昭和火口は 2006 年 6 月に活動を再開し、噴火を繰り返している。

#### ②現在の火山活動状況

昭和火口では噴火が頻繁に発生しており、南岳でも爆発が依然として繰り返されている。始良カルデラ直下（深さ約 10km）のマグマ溜りは 1992 年に膨張に転じ、大正噴火により放出されたマグマ量の 9 割が新たなマグマの供給により回復したとみられている。南岳における爆発回数は減少したが、2006 年に噴火活動を再開した昭和火口の噴火活動は活発化の傾向にあり、2009 年は爆発回数・火山灰放出量が著しく増加した。始良カルデラ下のマグマ溜りから南岳・昭和火口下へは徐々にマグマの移動が始まっていると考えられる。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山麓（南岳山頂から 2～4 km）に短周期地震計 6 点（地上型、1 点は広帯域地震計を併設、1 点は加速度計を併設）設置

京大桜島 : 山麓（南岳山頂から 2～5 km）および周辺島嶼（南岳山頂から 6 km）に、短周期地震計 7 点（孔井型、設置深 90～350m、3 点は地上型広帯域地震計を併設）、短周期地震計 2 点（地上型、1 点は地上型広帯域地震計を併設）、加速度計 3 点（孔井型、設置深 100m）、その他桜島島外にも短周期地震計を 7 点（2 点は広帯域地震計）設置

大隅河国 : 山麓（南岳山頂から 2 km）に短周期地震計 1 点（横穴型、広帯域地震計を併設）設置

傾斜計 気象庁 : 山麓（南岳山頂から 3 km）に 1 点設置

京大桜島 : 山麓（南岳山頂から 2～5 km）および周辺島嶼（南岳山頂から 6～8 km）に傾斜計 6 点（孔井型、設置深 85～345 m）設置

空振計 気象庁 : 山麓（南岳山頂から 4～5 km）に 3 点、対岸（南岳山頂から 11km）に 1 点設置

京大桜島 : 山麓（南岳山頂から 4～5 km）に 2 点設置

大隅河国 : 山麓（南岳山頂から 2 km）に 1 点設置



GPS	<p>気象庁 : 山麓 (南岳山頂から 2 ~ 7 km) に 7 点設置</p> <p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 ~ 5 km) および周辺島嶼 (南岳山頂から 8 km) に 7 点設置</p> <p>地理院 : 山麓 (南岳山頂から 4 ~ 5 km) に GPS を 3 点設置しているほか、桜島島外にも 4 点設置</p>
水管傾斜計	<p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 km) に 1 点 (横穴型)、その他桜島島外にも水管傾斜計 4 点 (横穴型) 設置</p> <p>大隅河国 : 山麓 (南岳山頂から 2 km) に 1 点 (横穴型) 設置</p>
伸縮計	<p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 km) に 1 点 (横穴型)、その他桜島島外にも伸縮計 1 点設置</p> <p>大隅河国 : 山麓 (南岳山頂から 2 km) に 1 点 (横穴型) 設置</p>
潮位観測点	<p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 ~ 6 km) に 2 点設置</p>
温度計	<p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 ~ 5 km) および周辺島嶼 (南岳山頂から 6 ~ 8 km) に温度計 (設置深 85 ~ 345m) 6 点設置</p>
火山ガス観測点	<p>京大桜島 : 山麓 (南岳山頂から 3 ~ 4 km) に 3 点設置</p>
監視カメラ	<p>気象庁 : 対岸 (南岳山頂から 11 ~ 12km) に 2 点設置</p> <p>大隅河国 : 山麓 (南岳山頂から 4 ~ 5 km) に 3 点 (内赤外熱映像カメラ 2 点を併設)、対岸 (南岳山頂から 6 ~ 13km) に 2 点設置</p>
<p>気象庁は平成 21 年度補正予算により山麓 (南岳山頂から 3 ~ 5 km) の 3 点に地震計・傾斜計 (孔井型、設置深 100m)、空振計、GPS を更新整備する。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ その他の観測 <p>月 4 ~ 5 回気象庁、京大桜島は火山ガス (二酸化硫黄放出量) の繰り返し観測を実施。ほかに、年 4 ~ 5 回気象庁、京大桜島は航空機からの赤外熱映像観測を繰り返し実施。</p> </li> <li>・ 監視体制 <p>鹿児島地方気象台は、京大桜島、大隅河川国道事務所のデータ分岐も含め、地震、傾斜、空振、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成 21 年度補正予算により整備予定の地震計・傾斜計・空振計も平成 22 年度から監視開始予定。</p> </li> </ul>	
<p>2. 監視の視点</p>	
<p>①監視上の区分</p> <p>噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見があり、かつ、概ね 10 年程度以内に避難等の防災対策が必要となる規模の大きな噴火 (噴火警戒レベル 4 以上) の発生が予想される</p>	
<p>②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見</p> <p>ブルカノ式噴火の予測はある程度研究が進んでいる。大正噴火では多数の前兆</p>	

現象が確認されており、同規模の噴火であれば予測は可能と考えられる

#### 【マグマ供給系】

- ・主マグマ溜りは桜島北方の始良カルデラ直下深さ 10km に推定され、マグマ蓄積は現在も継続中で供給率は年間約 1000 万 m<sup>3</sup>、副マグマ溜りは南岳直下深さ 5 km に推定されている<sup>1) 5) 11)</sup>
- ・桜島南西沖の地震活動は始良カルデラ直下のマグマ溜りから桜島直下を横切るマグマ貫入イベントにより説明する新たなマグマ供給系モデルが提案されている<sup>2) 8) 10)</sup>

#### 【噴火予測】

- ・大正噴火に伴い、南九州一円の地盤が沈降し、沈降中心は始良カルデラ内にあり、この場所の深さ 10km に桜島の主マグマ溜りがあると考えられている。噴火の前には始良カルデラ周辺の地盤は隆起していたと推定されており、中長期的には始良カルデラ周辺の地盤の隆起・膨張を監視することで予測が可能となる<sup>13)</sup>
- ・大正噴火の前には周辺域での地震活動が高まっていることが報告されている。大規模噴火の前のマグマ蓄積による周辺への応力蓄積は広範に及ぶ可能性があり、中長期的には広域の地震活動にも注視する必要がある<sup>12)</sup>
- ・大正噴火では直前に有感地震が群発し、1日前に著しく増加した。このことは安永噴火でも同様である。最終的なレベルの上げを検討するための重要な指標となる<sup>12)</sup>
- ・大正噴火の前には有村で遭難事故があった。地下からの二酸化炭素によるものと考えられている。桜島の地下には多量の二酸化炭素が貯留されており、マグマの蓄積による火山体内の圧力上昇により、地下の二酸化炭素がしみだした可能性がある。噴火直前には、井戸水の水位の異常上昇、低下や熱水の噴出などが報告されているが、これも火山体内の圧力変化を反映したのと考えられるので、地盤変動観測以外からも火山体内の圧力上昇を類推することが重要である<sup>16)</sup>
- ・昭和 21 年昭和火口噴火に先行する顕著な地震活動や地盤変動は報告されていないが、昭和 14 年からの一連の昭和火口噴火は消長を繰り返しながら、溶岩流出の直前には爆発的活動が高まったことがわかっている。先行噴火活動を伴う噴火では火道がすでにあいている状態であり、顕著な地震活動や地盤変動を伴わず溶岩流出のような噴火形態に至る可能性があり、先行噴火の様式、規模、間隔などに細かく注意を払う必要がある<sup>15)</sup>
- ・南岳の山頂爆発活動期に先行し、始良カルデラ周辺の地盤の隆起、桜島への隆起中心の移動が報告されており、中期的な予測指標となる<sup>14)</sup>
- ・1968 年には桜島東部の黒神で有感地震が発生した。これは 1955 年以降の山頂爆発期における最大の火山性地震活動である。1970 年代後半には南岳の山頂爆発活動に先行して、A 型地震が南西海域の深部から南岳直下の浅部へ移動したことが知られている。活動前あるいは活動期初期においては A 型地震の発生は山頂下だけでなく、周辺にも及ぶので広範囲の地震活動に注目する必要がある



- ・一方、活動が激化するとA型地震の活動は低下し、前兆地震活動の中心はB型地震に移った。活動の前期には数と振幅を増加させながら1個の爆発に至る第1種群発が多かったが、1980年代はB型地震が群発した後、数時間から数日後に複数の爆発に至る第2種群発活動が発生した。いずれの場合でも、B型地震の群発現象は南岳の爆発を予測する上で重要な指標である<sup>9)</sup>
- ・B型地震はBH型とBL型に分類される。BH型は地盤の隆起・膨張を伴うことから火道へのマグマの貫入に伴うものと考えられている。BH型はその後、BL型に移行するので、これを検出することにより、より早期の予測が可能となる。BL型地震の群発はマグマ上昇後の弱い先行噴火現象であることが多いが、これに先行して地盤の隆起・膨張が検出される。この地盤変動はBH型と同様にマグマの火道への貫入による考えられるので、これを検出することにより、より早期の予測が可能となる<sup>3) 9)</sup>
- ・ハルタ山水管傾斜計で南岳噴火の10分～数時間前に前兆地盤変動（火口方向隆起・膨張 $0.01\sim 0.2\mu\text{rad}$ ）が観測され、爆発発生直前の段階であることが判断できる。また、地盤変動量はその後発生する火山灰放出量と相関関係があり、規模の予測が可能である<sup>6) 8)</sup>
- ・規模の大きなB型地震群発の後、波形単純化又は特定固有周期が卓越することが多く、その場合は爆発的噴火発生の可能性が高まる<sup>4)</sup>
- ・B型地震活動のエネルギーはその後発生する爆発地震のエネルギーと相関があるので、地震動レベルでの規模の予測が可能となる
- ・有村観測坑道伸縮計で昭和火口噴火の数分から十数時間前に火口直下浅部の膨張を示す地殻変動が観測される。また、規模の大きい噴火に先行してはハルタ山観測坑道でも隆起・膨張現象がみられる。有村観測坑道での変化は深さ2km以内の浅部の圧力変化を反映しているが、ハルタ山観測坑道における変化はより深部の圧力変化を反映しているため、ハルタ山観測坑道でも変化が見られた時は、規模の大きい噴火が発生する可能性が高いので注意を要する<sup>7)</sup>
- ・2003年以降、桜島周辺の地震活動が活発化しており、特に南西部の地震活動は、始良カルデラ深部から南西方向へ伸びる開口割れ目に沿ってマグマが移動し、その先端部の地震活動が活発化したとみることもできる<sup>2)</sup>

### ③監視上注目すべき火山現象

- ・始良カルデラの隆起・膨張及び周辺域での地震活動の高まりに注目することにより、始良カルデラへのマグマ蓄積状態を捉え、中長期的な噴火予測を行う
- ・始良カルデラ周辺の地盤の隆起の圧力源の移動や桜島北東部周辺の地盤変動及び広範囲の地震活動の高まりに注目することにより、始良カルデラから桜島へのマグマの移動を捉え、中長期的噴火の予測を行う
- ・島内またはその周辺を震源とする有感地震の群発や大規模な地殻変動、さらには二酸化炭素放出量の増加など地下の圧力上昇を類推させるような現象に注目することにより、大量のマグマの桜島直下への移動を捉え、大規模噴火の直前予測に活用

- ・昭和火口の爆発的噴火活動の高まりなど、噴火の様式・規模・間隔の変化に注目し、昭和火口からの溶岩流出に備える
- ・B型地震活動の高まりやBH型地震やBL型地震の活動の推移やその規模に注目することにより、火口直下のマグマ貫入を把握し、南岳山頂火口の爆発発生やその規模の予測を行う
- ・有村観測坑道伸縮計及び水管傾斜計で火口直下深さ0～2kmの膨張に注目するだけではなく、ハルタ山の水管傾斜計で深部の膨張に注目することにより、噴火発生だけではなく、噴火の規模の予測を行う

### 3. 調査研究の視点

#### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山。

#### ②今後の調査研究のねらい

- ・数年間にわたって地震、地殻変動、重力、火山ガス、噴出物の分析などの多項目観測を行い、始良カルデラ深部から桜島直下へのマグマ移動量の算出及び時間変化の追跡し、火山体構造とその時間変化を考慮することにより、桜島のマグマ蓄積・移動・上昇モデルを構築し、火山噴火準備過程を解明する
- ・高精度地盤変動観測による昭和火口及び南岳山頂火口での爆発的噴火の前兆地盤変動検出および噴火活動過程の研究

### 4. 今後の観測体制の必要性

桜島ではマグマ溜りの位置や蓄積変化量も推定され、今後起こりうる噴火についてもある程度予測ができるが、最大の問題点は、噴火地点である南岳山頂あるいは山腹の地下へのマグマの移動を如何にして検知するかである。

- ・桜島直下へのマグマ供給によるA型地震を捉えるためのS/Nの良い地震観測網
- ・桜島直下へのマグマ供給量を捉えるために始良カルデラへの高密度地殻変動観測網
- ・昭和火口での火砕流監視のための高感度カメラ又は熱赤外カメラの増設
- ・桜島直下へのマグマ移動やマグマの発泡など、マグマの挙動を捉えるための高品位で稠密な地震・地殻変動観測や火山ガスなどの多項目観測
- ・関係機関間のデータ共有による既設観測点の統廃合
- ・大正噴火クラスを想定し、桜島観測網とHi-net観測網の中間を埋める海域を含めた常設観測網

### 参考文献

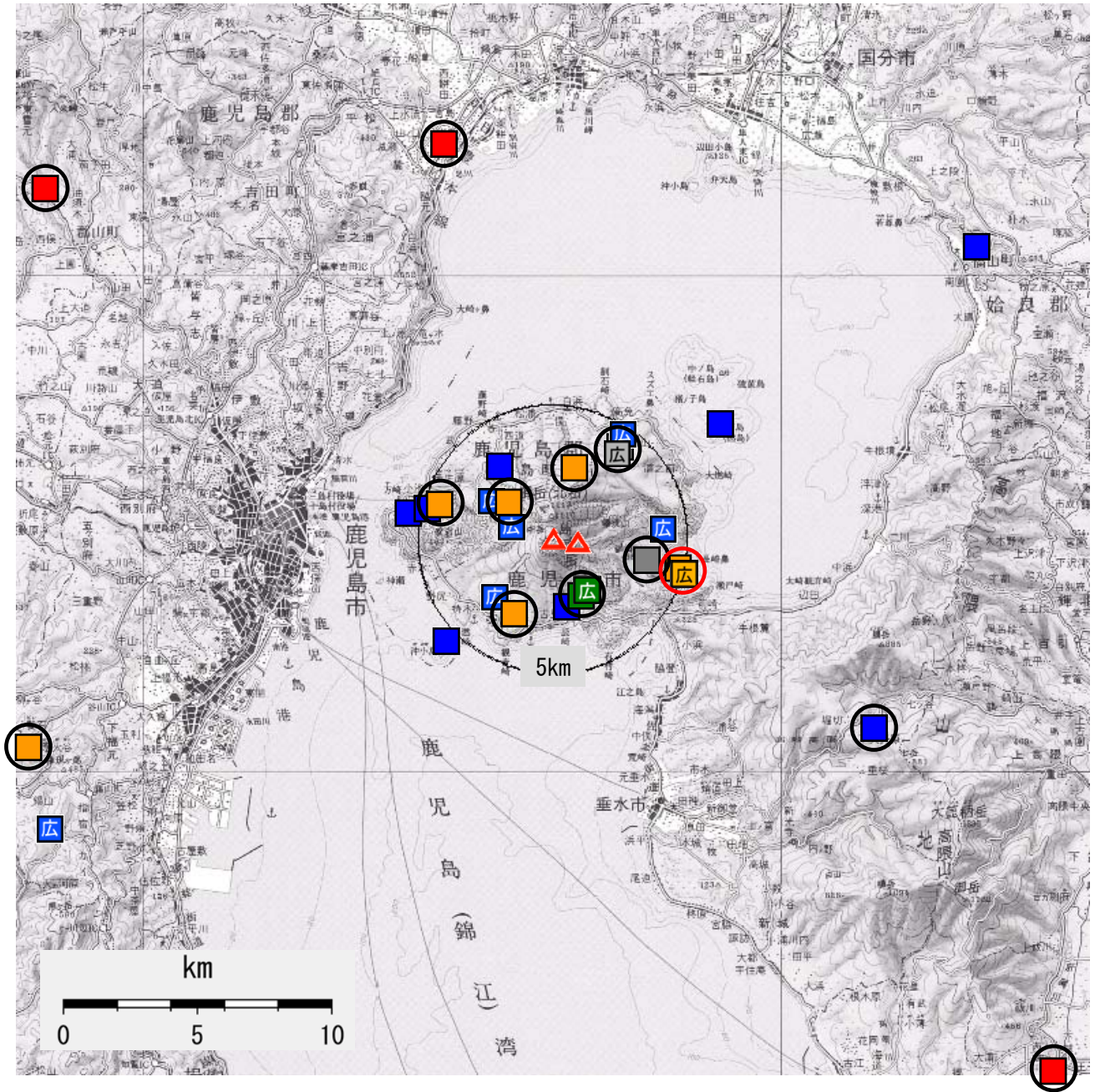
- 1) 江頭・他(1986)：桜島火山周辺における地盤変動-1974～1982年-。5回桜島火山の集中観測（昭和57年10～12月），11-21.
- 2) Hidayati(2007)：Volcano-tectonic earthquakes during the stage of magma accumulation at the Aira caldera, southern Kyushu, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 52, 289-309.
- 3) Iguchi(1994)：A vertical expansion source model for the mechanisms of earthquakes originated in the Magma conduit of an andesitic volcano:Sakurajima, Japan. Bull. Volcanol. Soc. Japan, 39, 49-67.



- 4) 井口(2001) : 火山性地震の発生からみた火山の浅部構造, 京都大学防災研究所研究集会報告書「火山の浅部構造と火山流体」.
- 5) 井口・他(2008) : 桜島および始良カルデラ周辺におけるGPS観測. 第10回桜島火山の集中観測(平成19年6月~平成20年3月), 53-62.
- 6) Iguchi et al., (2008) : Mechanism of explosive eruption revealed by geophysical observations at the Sakurajima, Suwanosejima and Semeru volcanoes, J. Volcan-ol. Geotherm. Res, 178, 1-9.
- 7) 井口・他(2009) : 桜島昭和火口噴火における爆発直前の火道最上部への圧力集中, 2009年地球惑星科学連合大会予稿集.
- 8) Ishihara(1990) : Pressure sources and induced ground deformation associated with explosive eruptions at an andesitic volcano: Sakurajima volcano, Japan. In Magma Transport and Storage (Ryan, M. P. ed.), John Wiley & Sons, 335-356.
- 9) 石原・他(1989) : 火山帯の変形, 表面活動と火山性地震発生の関係(1), 京大防災研究所年報, 32, 1-11.
- 10) 石原(1997) 火山観測による噴火の仕組みの理解, 火山, 42, 445-458.
- 11) 石原(1988) 地球物理学的観測による桜島火山のマグマ黙りおよび火道の推定, 京大防災研究所年報, 31, 1-15.
- 12) 鹿児島県(1928) : 桜島大正噴火誌.
- 13) 加茂(1976) : 火山噴火予知に関する2, 3の問題, 京大防災研究所年報, 19, 31-39.
- 14) 加茂・他(1980) : 地盤変動からみた桜島の火山活動, 桜島地域学術調査協議会調査研究報告.
- 15) 鹿児島測候所(1951) : 1946年3月~5月桜島噴火報告, 験震時報, 15, 42-57.
- 16) 鹿児島県立博物館(1988) : 大正3年桜島大噴火写真集.

## 観測点配置図

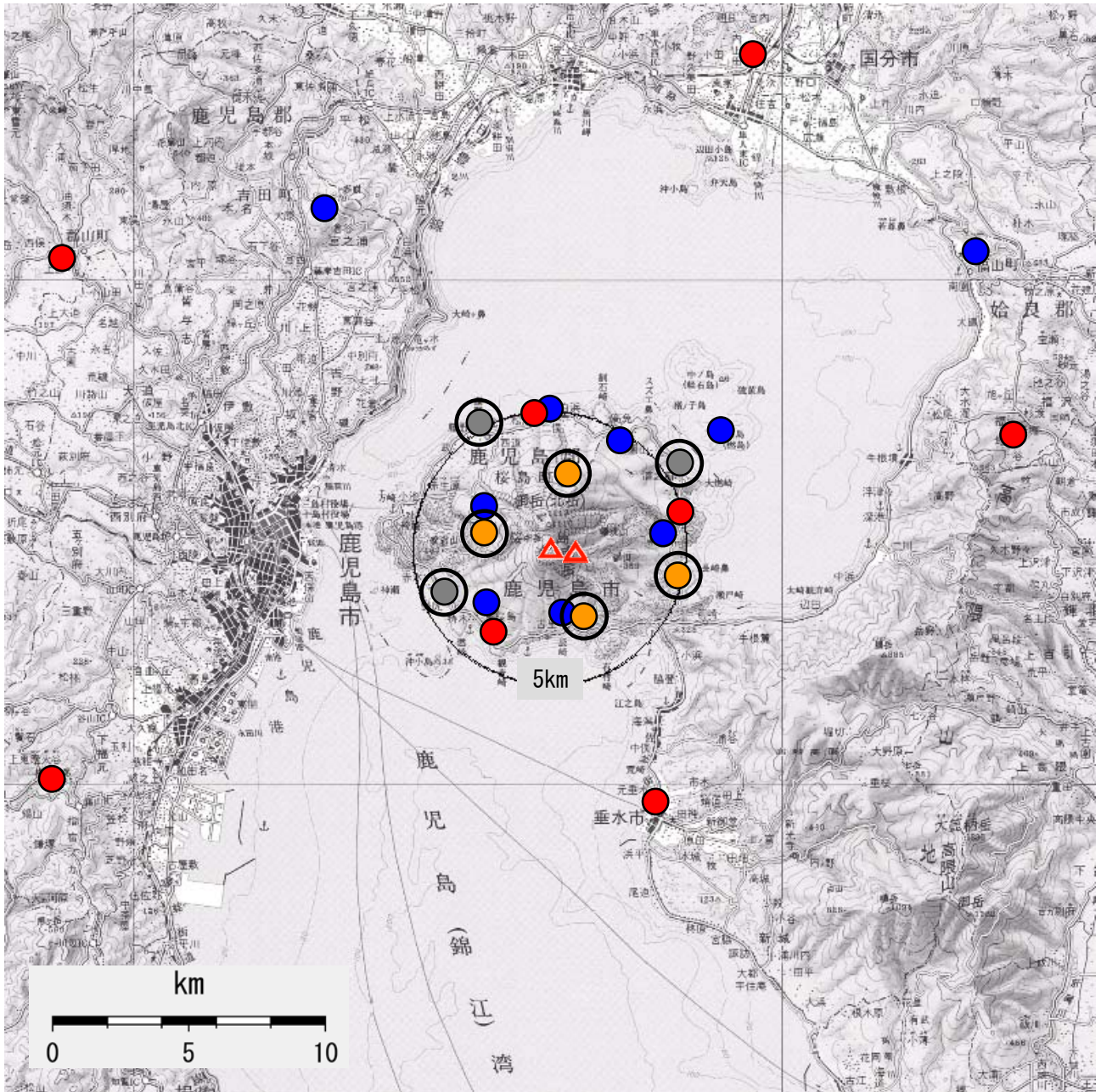
### ○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : 地震計 (砂防部)
- : Hi-net (防災科研)
- 広 : 広帯域地震計 (気象庁)
- 広 : 広帯域地震計 (大学)
- 広 : 広帯域地震計 (砂防部)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



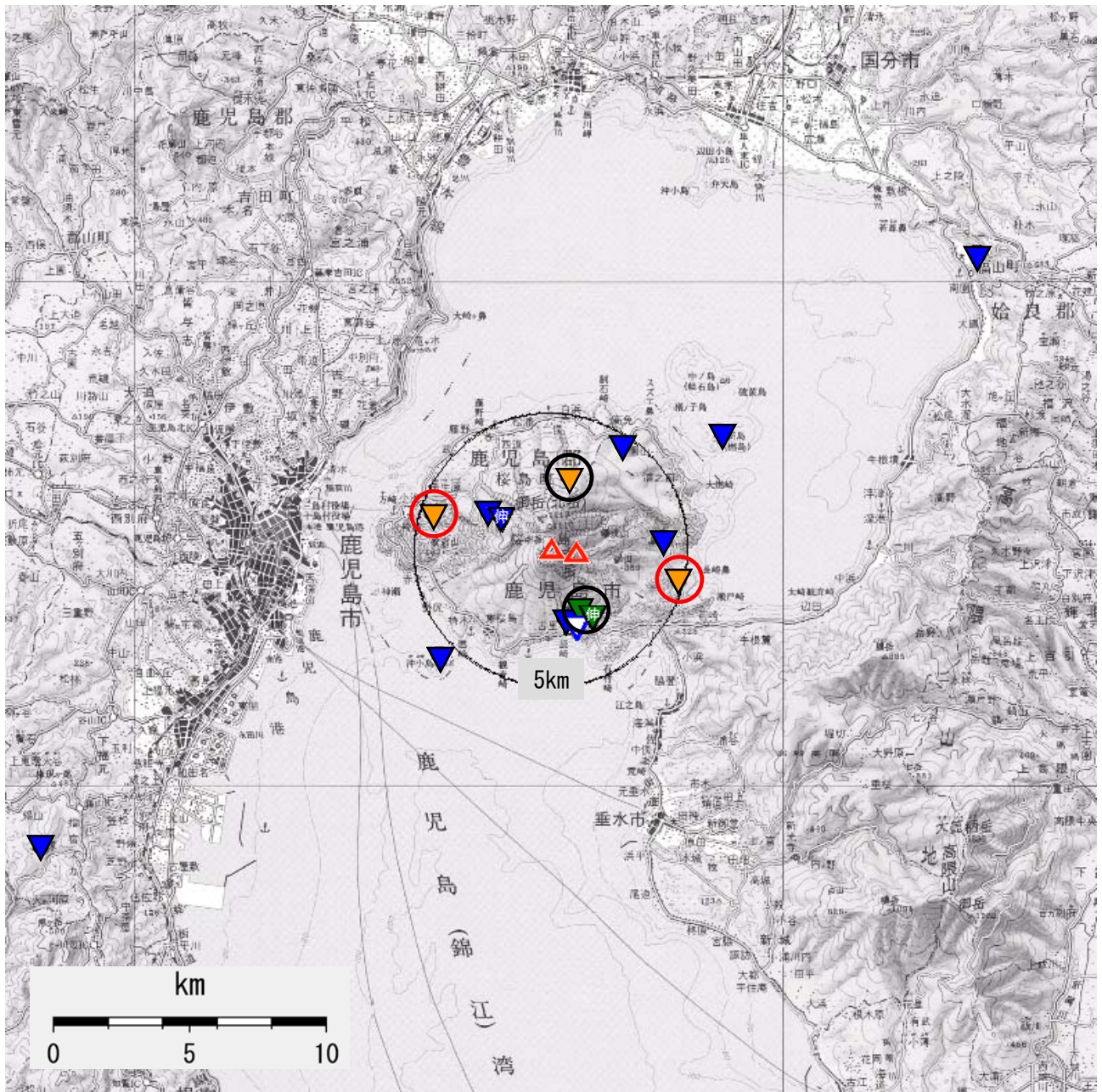
# OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



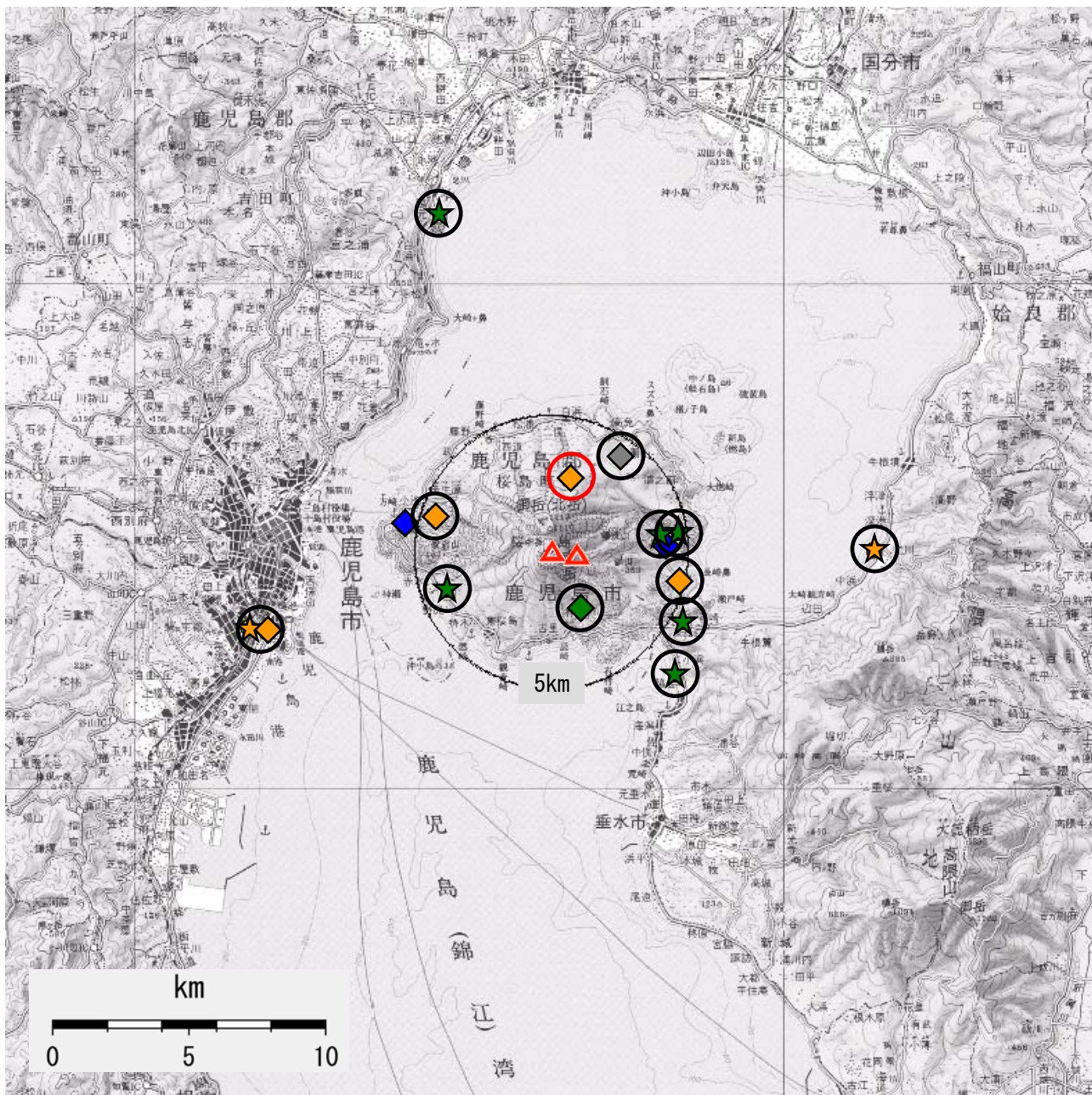
○傾斜計・伸縮計・水位計



- ▼ : 傾斜計 (気象庁)
- ▼ : 傾斜計 (大学)
- ▼ : 傾斜計 (砂防部)
- ▼ : 伸縮計 (大学)
- ▼ : 伸縮計 (砂防部)
- ▼ : 水位計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



○空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ◆ : 空振計 (大学)
- ◆ : 空振計 (砂防部)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ★ : 遠望カメラ (砂防部)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。





## 薩摩硫黄島の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（その他の火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

鬼界カルデラにおいて約6300年前、大規模なプリニー式噴火発生。5000年前以降に噴出した流紋岩質溶岩流や溶岩ドームにより硫黄岳形成。3000～4000年前の玄武岩質マグマ噴火により稲村岳形成<sup>1) 2)</sup>。東海域において1934年に海底噴火が発生し、新島が海上に現れた（昭和硫黄島）。また、噴火直前には鹿児島市内でも有感地震を観測している<sup>3) ~5)</sup>。

#### ②最近の火山活動状況

1998年以降、2004年8月まで火山灰放出を伴う噴火が頻繁に発生した。2004年9月以降も、白色の噴煙を高度1kmまで噴出している。2009年3月から火山性地震の多い状態が続いている。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山腹から山麓（火口から1km）にかけて短周期地震計2点（すべて地上型）

京大桜島 : 山麓（火口から1km）に短周期地震計1点（地上型）

空振計 気象庁 : 山麓（火口から3km）に1点

京大桜島 : 山麓（火口から3km）に1点

GPS 京大桜島 : 山麓（火口から3km）に1点

地理院 : 山麓（火口から3km）に1点

カメラ 気象庁 : 山麓（火口から3km）に1点

気象庁は平成21年度補正予算により山麓（火口から1km）に短周期地震計（地上型）、空振計、GPSを整備する。

##### ・その他の観測

全磁力 気象庁 : 繰り返し観測（年1回）

赤外熱映像観測 気象庁 : 繰り返し観測（年1回）

保安庁 : 定期的

##### ・監視体制

福岡管区气象台火山監視・情報センターは、地震計、空振計、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成21年度補正予算により増設予定の地震計、空振計、GPS観測点も平成22年度から監視開始予定

### 2. 監視の視点

#### ①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山

最近、火山活動に高まりが認められている

②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・1998～2004年までの活動に先行して島内において有感地震（1996年）が発生し、山頂火口内の形状・熱活動変化、火口周辺域での割れ目の形成がみられた
- ・1934年の薩摩硫黄島東方での海底噴火に先行して鹿児島市内でも有感となる地震が多発した
- ・周辺海域での噴火の可能性もある<sup>3)～5)</sup>

③監視上注目すべき火山現象

- ・硫黄岳火口の熱活動及び地形変化<sup>8)</sup>
- ・山体浅部の地震・微動活動及び地殻変動<sup>3) 9)</sup>
- ・山体深部へのマグマ貫入に関連する地震活動及び地殻変動（薩摩硫黄島周辺海域）<sup>3)</sup>

3. 調査研究の視点

①調査研究上の区分

重点的研究対象火山以外の火山

②今後の調査研究のねらい

現時点では、特になし

4. 今後の観測体制の必要性

- ・噴火前の地盤変動を検知するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開
- ・山体直下へのマグマ移動を検知するため山麓及び周辺島嶼を含めた広域的な地震・地殻変動観測網の構築
- ・噴火による山頂観測網の破損、島外避難時の電力及び通信回線の途絶を考慮した観測網（離島での電源・伝送方式を考慮したS/Nの高い山麓部観測点の増設）の構築
- ・鬼界カルデラから硫黄岳における地下深部から地下浅部へのマグマ対流や脱ガス機構が示唆されている<sup>10)</sup>。噴火活動等の前兆現象を検知するうえで、二酸化硫黄放出量を定期的に観測する必要がある

参考文献

- 1) 小林（1985）：トカラ列島の火山，火山30，45 - 47.
- 2) 前野・他（2005）：薩摩硫黄島におけるカルデラ形成期以降の噴火史，火山50，71-85.
- 3) 井口（2002）：薩摩硫黄島火山における最近の火山活動，薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測（2000年8月～2001年3月）.
- 4) 田中（1935）：鹿児島県下硫黄島噴火概報，火山2，188-209.
- 5) 田中（1939）：薩南硫黄島新島（昭和硫黄島）発達の過程，地質学雑誌46，279-280.
- 6) 気象庁（2004）：薩摩硫黄島のGPS観測結果および硫黄岳山頂火口の地形変化，火山噴火予知連絡会会報87，115.
- 7) 石原（2002）：調査の概要と総括，薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測（2000年8月～2001年3月）.
- 8) 井口（2002）：薩摩硫黄島火山における空中赤外熱測定，薩摩硫黄島火山・口永良



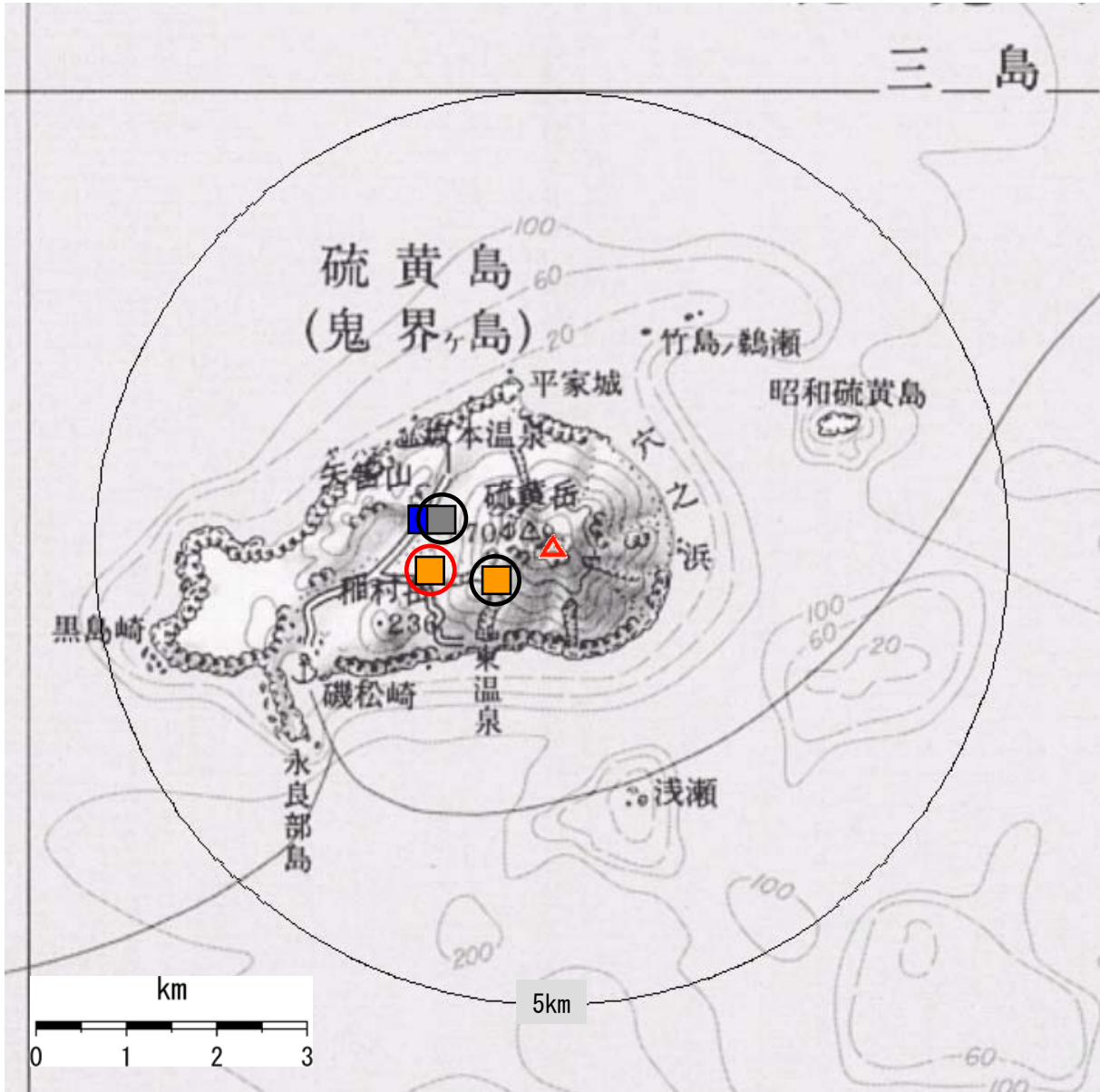
部島火山の集中総合観測（2000年8月～2001年3月）。

9) 井口（2002）：鬼界カルデラの地盤変動, 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測（2000年8月～2001年3月）。

10) 篠原・他（2002）：薩摩硫黄島硫黄岳における火山ガス観測, 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測（2000年8月～2001年3月）。

観測点配置図

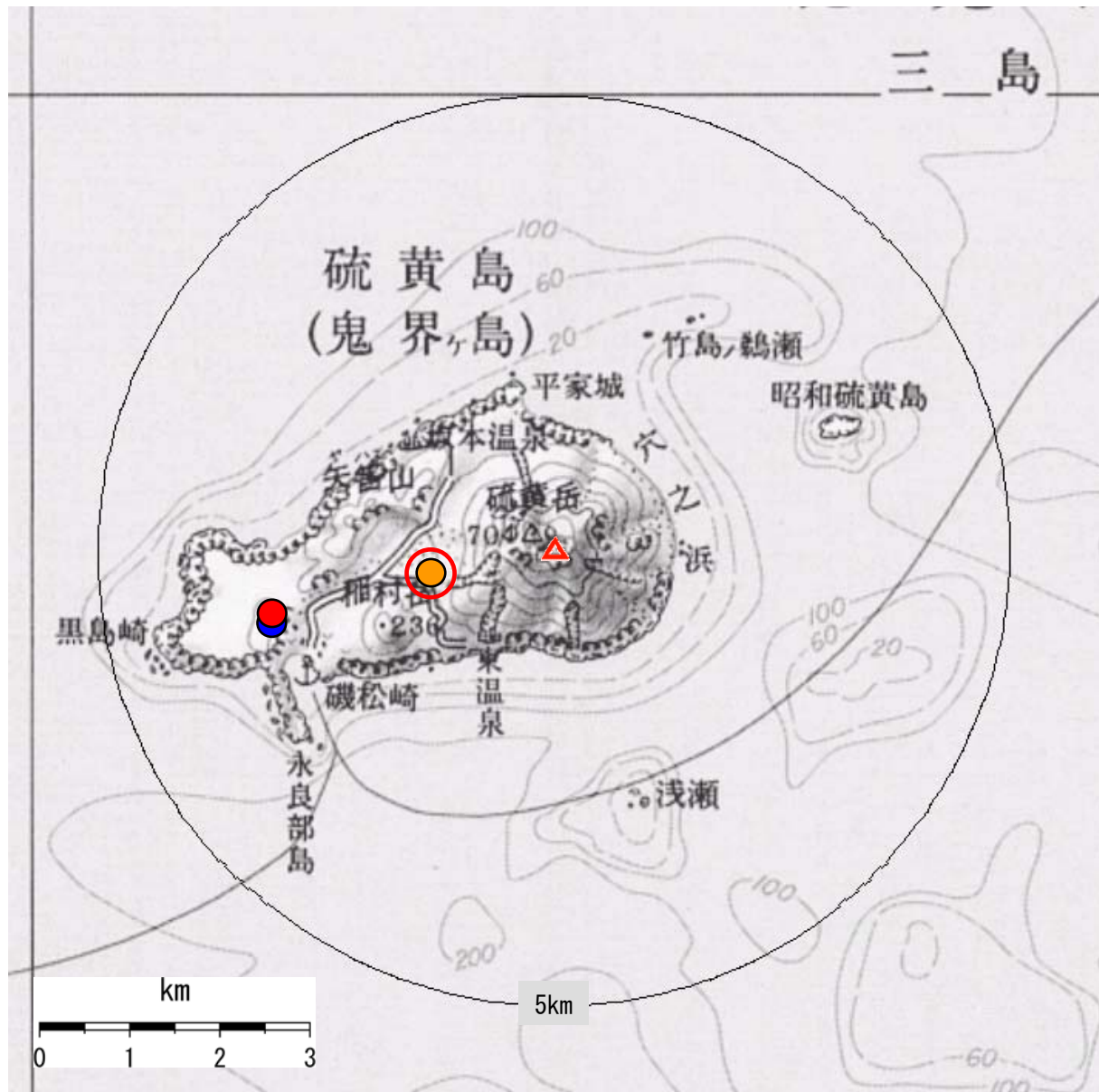
○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

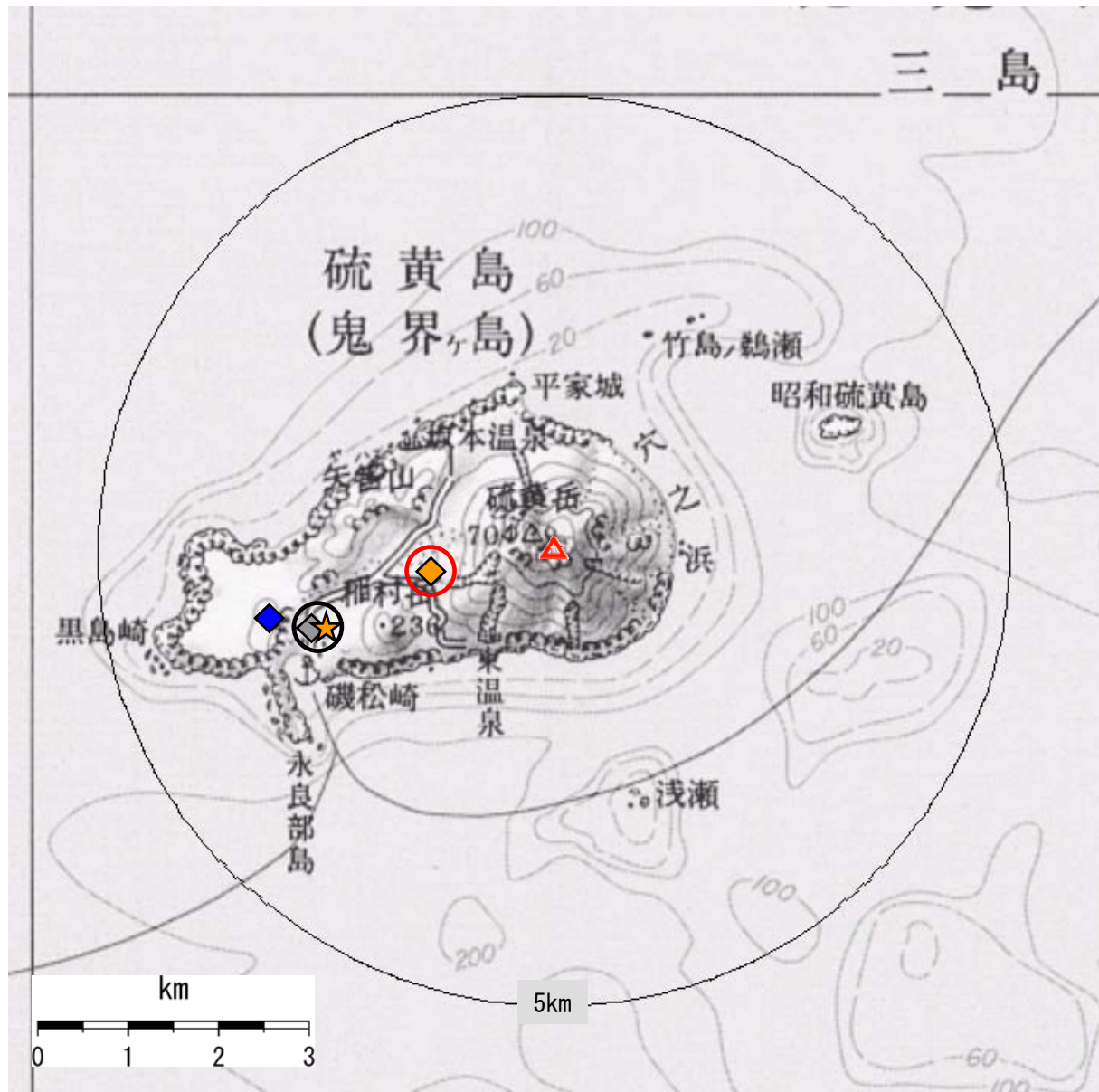


OGPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

○空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ◆ : 空振計 (大学)
- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



## 口永良部島の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

新岳西山腹の溶岩流は 8 世紀または 11 世紀に流出。18 世紀後半から 19 世紀前半に古岳で噴火。記録に残る最古の噴火は 1841 年 5 月 23 日の噴火。1931 年に新岳北西火口壁から噴火が発生し噴煙の高さは 4～5 km に達した。1933～1934 年の噴火では新岳火口底から噴出した噴石により新岳の南東約 2 km の七釜集落が全滅した。1945 年には新岳東斜面で割れ目噴火が発生した。1966 年に新岳火口内から噴火し、噴石が 3 km 離れた寝待の海岸まで達した。以後、1976 年まで小規模噴火を繰り返した。1980 年には新岳山頂東斜面（1945 年と同位置）から噴火が発生している<sup>1)～3)</sup>。規模の大きいものはマグマ性噴火、小規模なものはマグマ水蒸気爆発。

#### ②最近の火山活動状況

最近 10 年間は新岳火口周辺の地盤の膨張や火口浅部における地震増加などを繰り返し、火山活動が高まっている<sup>4)</sup>。2008 年から火口内の南側壁からの白色噴煙活動が活発となっている。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山頂から山麓（新岳火口から 0～3 km）にかけて短周期地震計 5 点（すべて地上型）

京大桜島 : 山頂から山麓（新岳火口から 0～3 km）にかけて短周期地震計 3 点（すべて地上型）、広帯域地震計 3 点（すべて地上型）及び屋久島（口永良部島から 26km）に短周期地震計 2 点（すべて地上型）

空振計 気象庁 : 山麓（新岳火口から 3 km）に 1 点

京大桜島 : 山麓（新岳火口から 3 km）に 1 点

GPS 気象庁 : 山体内から山麓（新岳火口から 1～3 km）にかけて 3 点

京大桜島 : 山麓（新岳火口から 3 km）に 1 点及び屋久島（口永良部島から 26km）に 1 点

地理院 : 山麓（新岳火口から 3 km）に 1 点及び屋久島（口永良部島から 21～42km）に 3 点

産総研 : 新岳火口縁（新岳火口から 0 km）に 1 点

傾斜計 京大桜島 : 山頂（新岳火口から 0 km）に 1 点

磁力計 京大桜島 : 山頂（新岳火口から 0 km）に 6 点

温度計 京大桜島 : 山頂（新岳火口から 0 km）に 3 点

カメラ 気象庁 : 山麓（新岳火口から 3 km）に 1 点

気象庁は平成 21 年度補正予算により新岳火口縁に監視カメラを整備する。ま

た、山麓（新岳火口から 2 km）に短周期地震計・傾斜計（孔井型、設置深 100m）、空振計、GPS 及び屋久島（口永良部島から 37km）に検知網を整備する。

・その他の観測

火山ガス（二酸化硫黄放出量・組成）

気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

東工大・産総研 : 繰り返し観測

GPS 気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

京大桜島 : 繰り返し観測

京大桜島・産総研 : 現地連続記録 3 点

水準測量 京大桜島 : 繰り返し観測

全磁力 気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

赤外熱映像観測

気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

京大桜島 : 繰り返し観測

保安庁 : 定期的

光波測距観測

気象庁 : 繰り返し観測（年 2 回）

京大桜島・産総研 : 繰り返し観測

・監視体制

福岡管区气象台火山監視・情報センターは、京大桜島、地理院及び産総研のデータ分岐も含めて、地震計、空振計、GPS、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成 21 年度補正予算により整備予定の監視カメラ、地震計・傾斜計・空振計、GPS、検知網観測点も平成 22 年度から監視開始予定

2. 監視の視点

①監視上の区分

噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山

最近、火山活動に高まりが認められている

②これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

・ 1980 年噴火の前には北西部山腹において A 型地震発生

・ 1999 年以降、繰り返しされた浅部地震活動の活発化は火口周辺の地盤の膨張（2005 年、2006 年、2008 年）や熱活動の活発化、噴気量の増加、二酸化硫黄放出量の増加、熱消磁を伴った

・ 1999 年以前に山麓域の地盤の膨張が検出されている。また、1999 年には北東部海域での地震活動が活発化した。島北東沖にマグマ溜まりの存在が予想されるので注意を要する<sup>3) 4)</sup>

③監視上注目すべき火山現象

・ 火口直下における地震微動活動の活発化及び山体全域における地震の発生

・ 山体膨張を示す地殻変動

- ・新岳火口周辺の熱活動
- ・新岳火口からの二酸化硫黄放出量
- ・山体直下へのマグマ移動に伴う山麓域及び周辺海域での地殻変動や地震活動

### 3. 調査研究の視点

#### ①調査研究上の区分

重点的研究対象火山

#### ②今後の調査研究のねらい

- ・浅部熱水系の活動と構造の把握
- ・火山活動の発展過程の把握（水蒸気爆発⇒マグマ性噴火）
- ・先行過程の長い火山における火山噴火予知の研究

### 4. 今後の観測体制の必要性

- ・噴火前の地盤変動を検知するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開
- ・山体直下へのマグマ移動を検知するため山麓及び周辺島嶼を含めた広域的な地震・地殻変動観測網の構築
- ・噴火による山頂観測網の破損、島外避難時の電力及び通信回線の途絶を考慮した観測網（離島での電源・伝送方式を考慮したS/Nの高い山麓部観測点の増設）の構築
- ・火口内の状況把握のため火口監視カメラを設置
- ・全磁力及び二酸化硫黄放出量の定期的な観測を行い平常時と活動時（地盤変動、地震多発時等）のデータ蓄積
- ・立入規制等を考慮した山麓での連続観測（GPS・光波測距）を整理

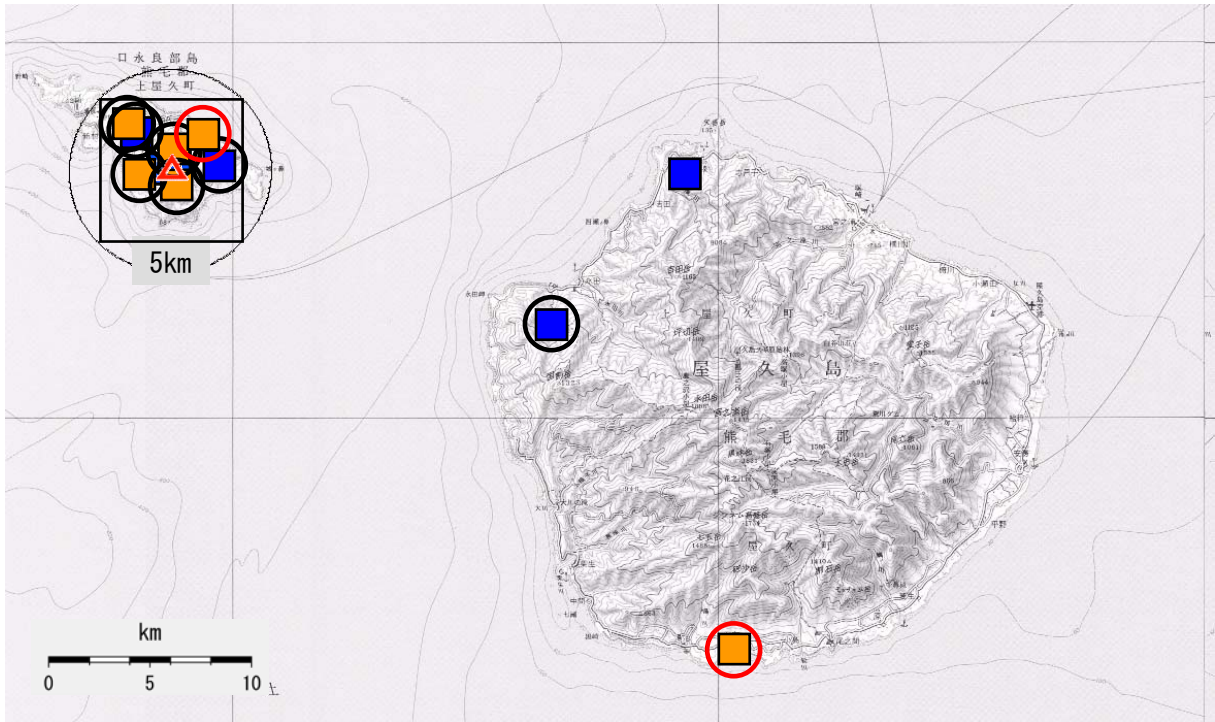
### 参考文献

- 1) 田中（1938）：口之永良部島新岳噴火と火口の形態及び向江濱の山津浪, 火山3-4, 339-354.
- 2) 気象庁（1981）：1980年（9月28日）の口永良部島新岳の噴火（概報）, 火山噴火予知連絡会会報20, 1-9.
- 3) 石原・他（2002）：薩摩硫黄島・口永良部島の集中総合観測.
- 4) 井口・他（2006）：口永良部島の水蒸気爆発発生とその後の推移の予測のための実践的研究.

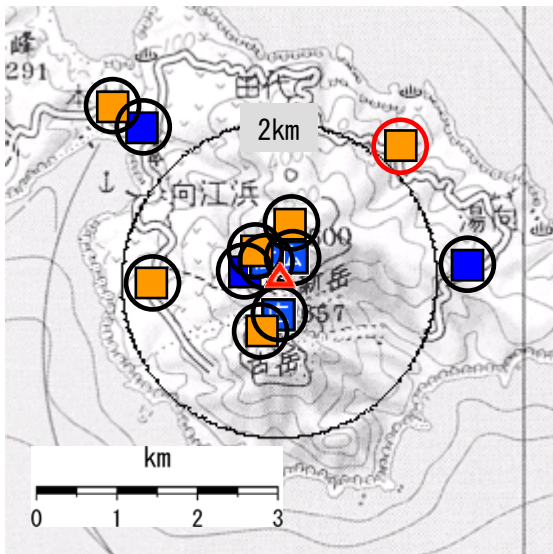


## 観測点配置図

### ○地震計

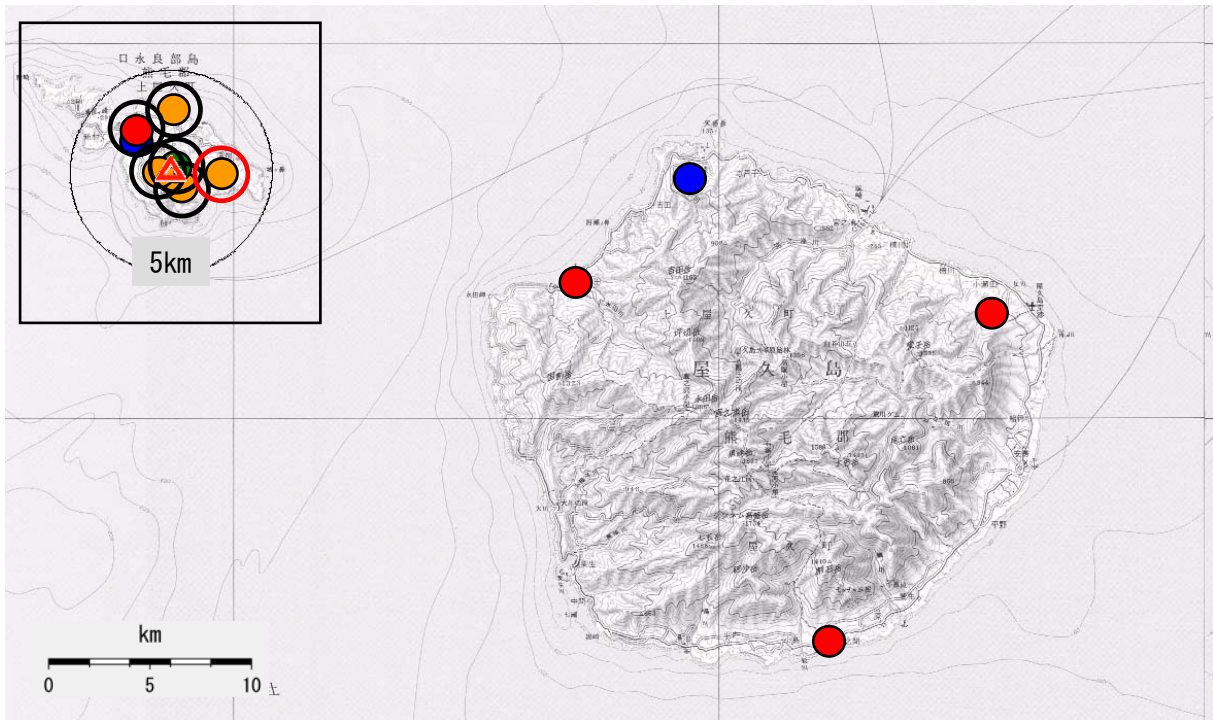


### ○地震計 (拡大)



- : 地震計 (気象庁)
- : 地震計 (大学)
- : 広帯域地震計 (大学)
- : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

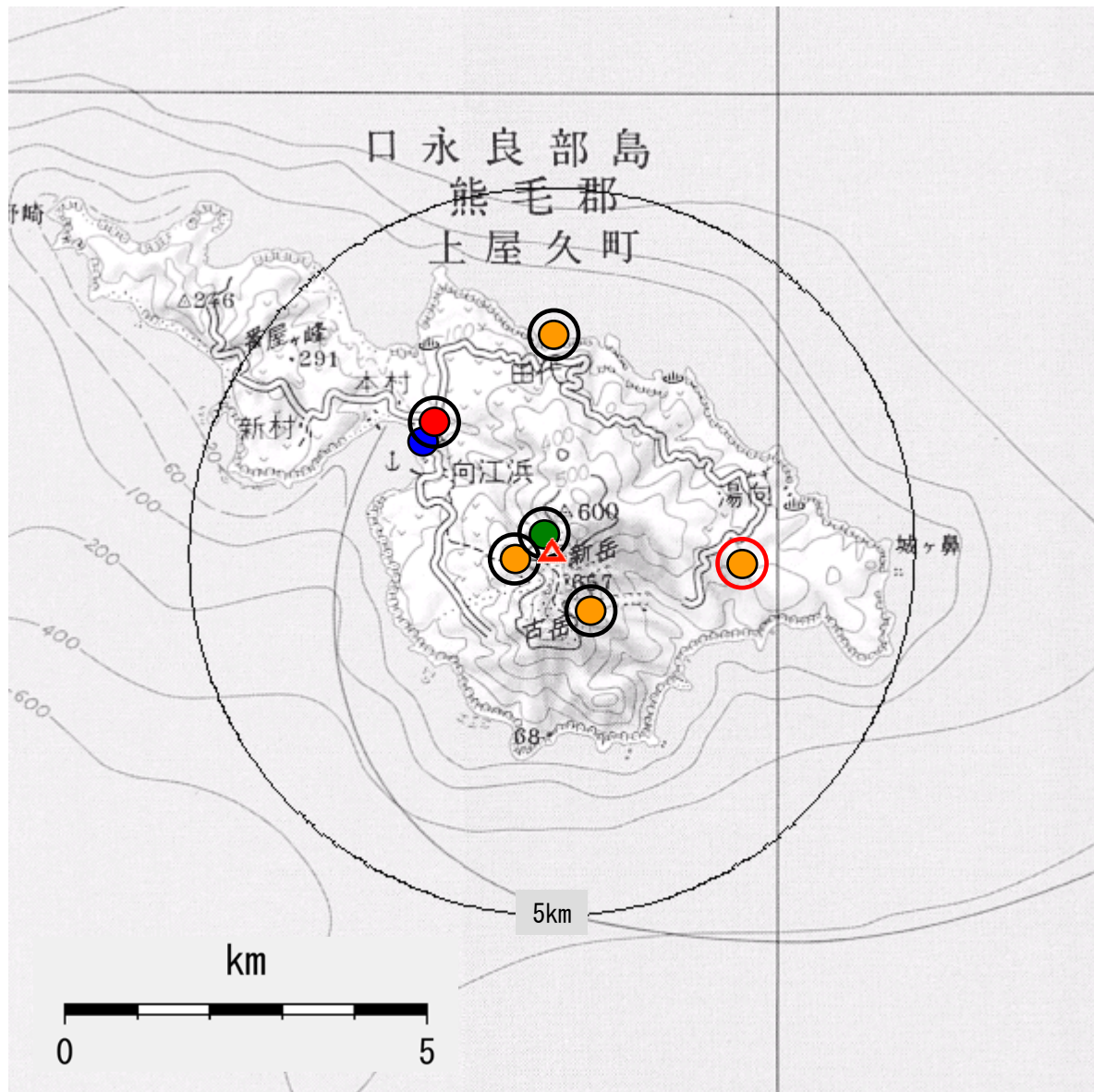
# ○GPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- : GPS (産総研)
- ▲ : 火山
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。



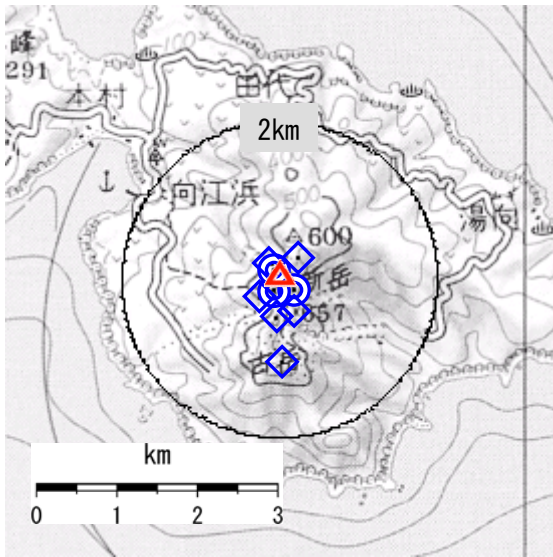
○GPS (拡大)



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- : GPS (産総研)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

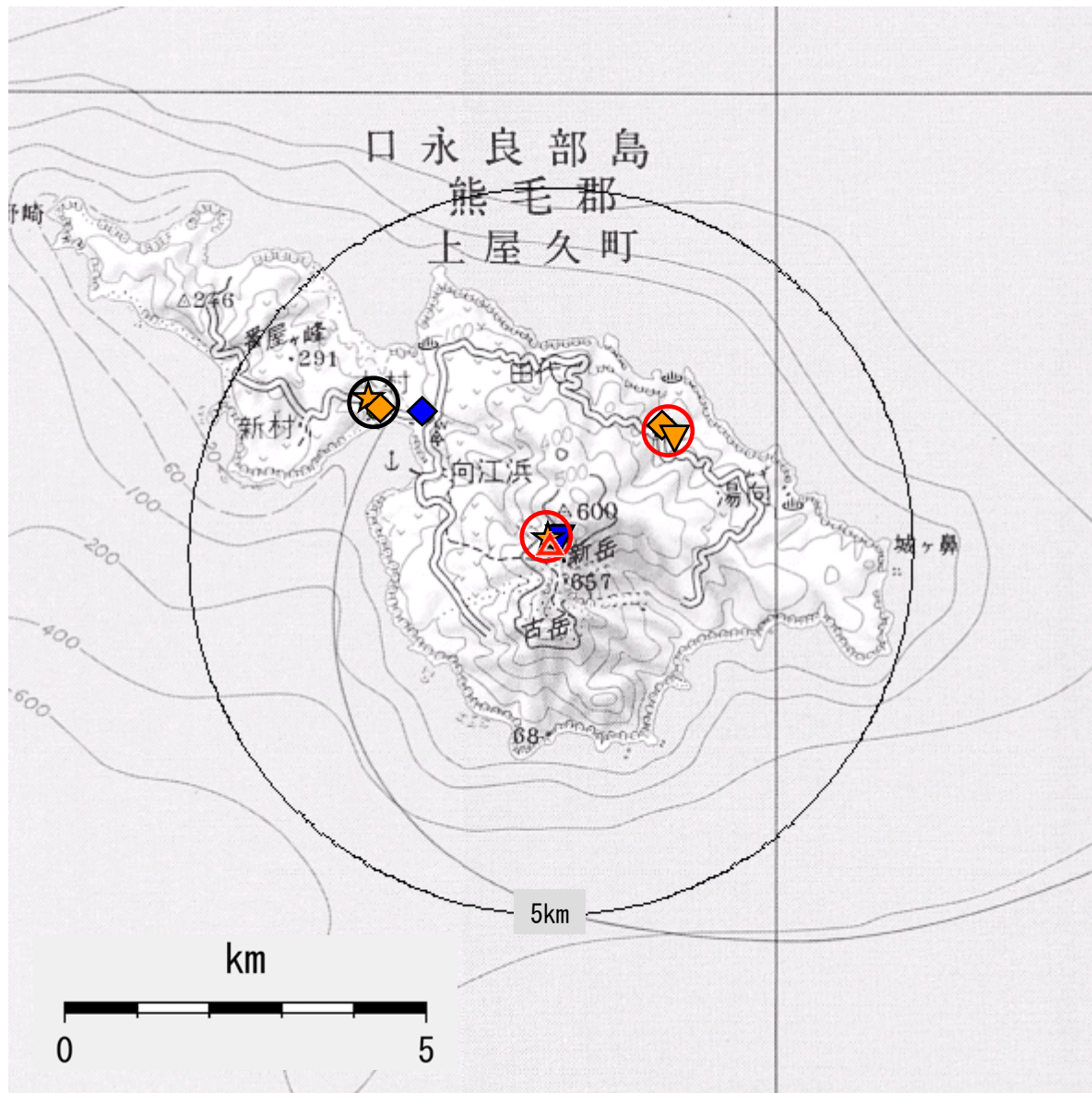


○全磁力計・地温計



- ◇ : 全磁力計 (大学)
- ◎ : 地温計 (大学)
- ▲ : 火口

○傾斜計・空振計・カメラ



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ◆ : 空振計 (大学)
- ★ : カメラ (気象庁)
- ▼ : 傾斜計 (気象庁)
- ▼ : 傾斜計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

## 諏訪之瀬島の観測体制に関する検討結果の取りまとめ（重点 16 火山）

### 1. 火山活動の状況及び観測体制の現状

#### ①過去の主な活動履歴

1813 年の噴火では御岳火口南西側の火口（旧火口）から西側へ溶岩が流出し海岸線まで達した。1884 年噴火では馬蹄形カルデラ内を溶岩が流下（明治溶岩流）、一部は東海岸に達した。1957 年以降 1995 年頃まで、御岳火口で山頂噴火が頻繁に繰り返された。2000 年に噴火活動が再開し、継続中。弾道岩塊の到達距離は概ね 1 km 以下<sup>1)</sup>～<sup>3)</sup>。

#### ②最近の火山活動状況

火山性地震及び火山性微動は消長を繰り返しながらやや多い状態が続いている。御岳火口では噴火を繰り返し、噴火活動は高い状態にある。

#### ③観測体制の現状

##### ・テレメータ観測

地震計 気象庁 : 山体内（火口から 2 km）に短周期地震計 1 点（地上型）  
京大桜島 : 山頂（火口から 0～1 km）に広帯域地震計 2 点（すべて地上型）

空振計 気象庁 : 山麓（火口から 3 km）に 1 点  
京大桜島 : 山頂（火口から 0～1 km）に 2 点

傾斜計 京大桜島 : 山頂（火口から 0～1 km）に 2 点（すべて地上型）

GPS 京大桜島 : 山麓（火口から 3 km）に 1 点  
地理院 : 山麓（火口から 3 km）に 1 点

カメラ 気象庁 : 中之島（諏訪之瀬島から 25km）に 1 点

気象庁は平成 21 年度補正予算により山体内から山麓（火口から 2～4 km）にかけて GPS、短周期地震計・傾斜計（孔井型、設置深 100m）、監視カメラを整備する。

##### ・その他の観測

##### 赤外熱映像観測

気象庁 : 繰り返し観測（年 1 回）

保安庁 : 定期的

##### ・監視体制

福岡管区气象台火山監視・情報センターは、地震計、空振計、監視カメラの連続データをリアルタイム監視している。平成 21 年度補正予算により整備予定の GPS、地震計、傾斜計、空振計、監視カメラ観測点も平成 22 年度から監視開始予定

### 2. 監視の視点

#### ①監視上の区分



噴火発生予測の手掛かりとなる経験や知見がない火山  
最近、火山活動に高まりが認められている

② これまでに得られた噴火発生予測に関する経験や知見

- ・文化噴火（1813年）の活動推移は、マグマ水蒸気噴火・小規模なマグマ噴火⇒火砕流発生・準プリニー式噴火・溶岩噴泉・溶岩流⇒山体崩壊による岩屑なだれであった<sup>4)</sup>
- ・噴火活動の活発化に先行して有感のA型地震が発生した（1989年、1998年、2009年）
- ・B型地震の群発後に噴火活動が始まった（1989年）
- ・爆発発生50～100秒前に地盤の上昇が検出される

③ 監視上注目すべき火山現象

- ・御岳火口の噴火活動推移
- ・噴火活動に関連する山体浅部での地震微動活動
- ・山体深部へのマグマ貫入に関連する地盤変動及び山麓及び周辺海域の地震活動

3. 調査研究の視点

① 調査研究上の区分

重点的研究対象火山

② 今後の調査研究のねらい

爆発機構の研究

4. 今後の観測体制の必要性

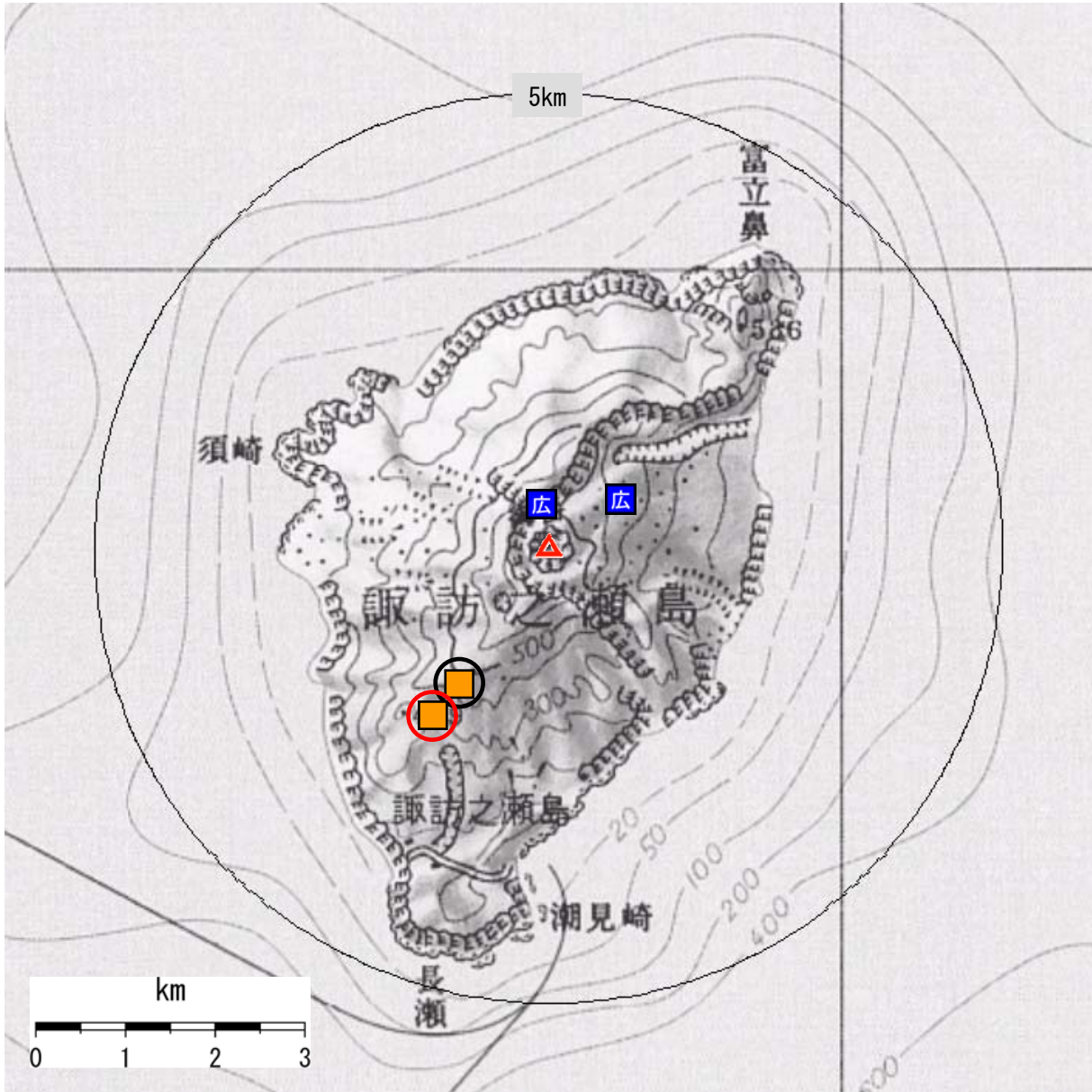
- ・噴火前の地盤変動を検知するため観測井を用いた地震・傾斜観測を含む高品位多項目連続観測の効率的展開
- ・山体直下へのマグマ移動を検知するため山麓及び周辺島嶼を含めた広域的な地震・地殻変動観測網の構築
- ・噴火による山頂観測網の破損、島外避難時の電力及び通信回線の途絶を考慮した観測網（離島での電源・伝送方式を考慮したS/Nの高い山麓部観測点の増設）の構築
- ・噴火の形態及び活動推移を把握するため山麓に監視カメラを設置

参考文献

- 1) 震災予防調査会（2001）：日本噴火史, 209.
- 2) 小林（2000）：諏訪之瀬島火山1813年噴火（文化噴火）の噴出物, 第3回諏訪之瀬島集中観測.
- 3) 平沢・松本（1983）：鹿児島県トカラ列島諏訪之瀬島の火山地質, 火山28, 101.
- 4) 嶋野・小屋口（2001）：諏訪之瀬島火山1813年（文化噴火）の噴火様式とマグマ脱水過程, 火山46, 53-70.

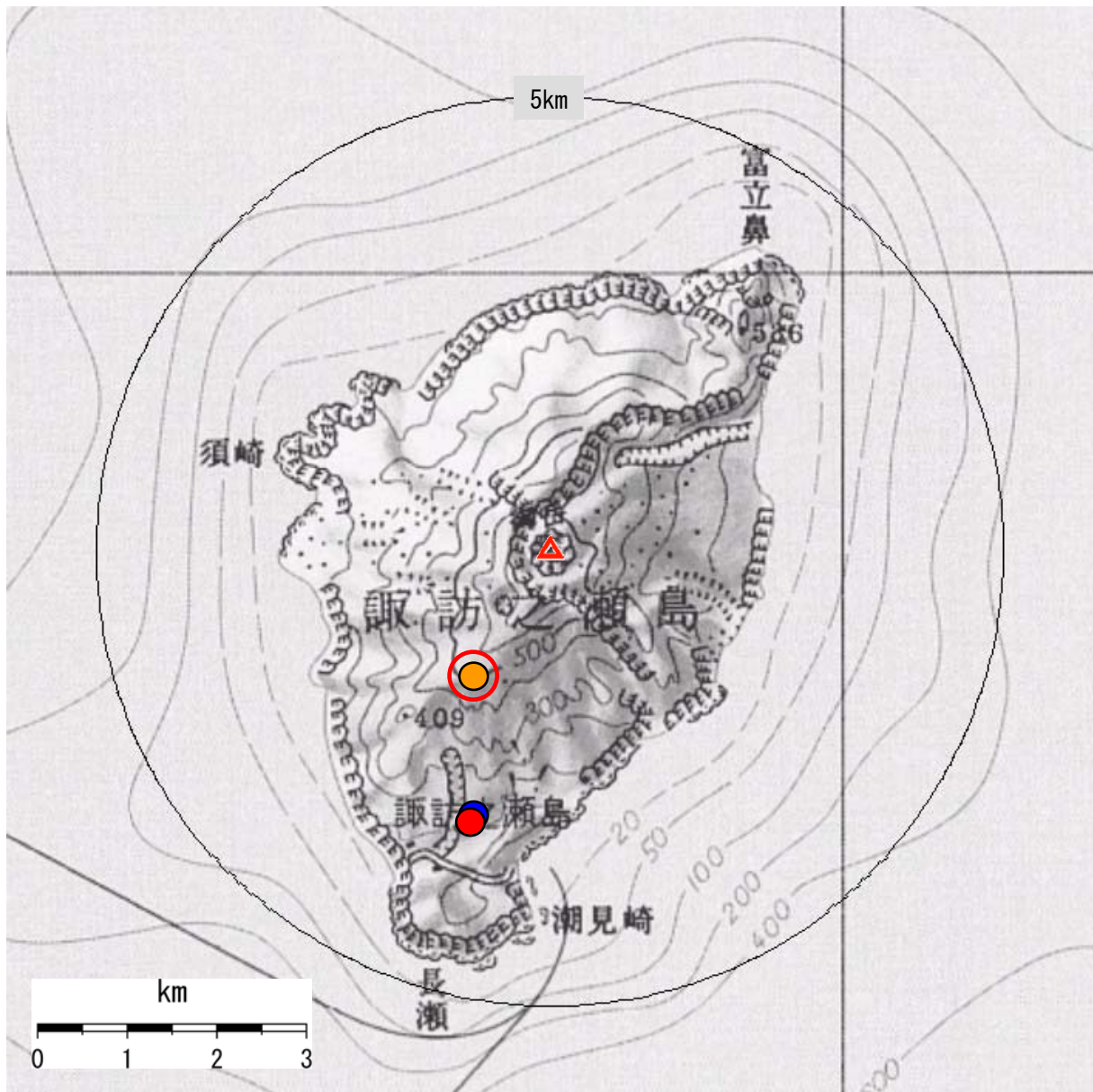
# 観測点配置図

○地震計



- : 地震計 (気象庁)
- 広 : 広帯域地震計 (大学)
- ▲ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

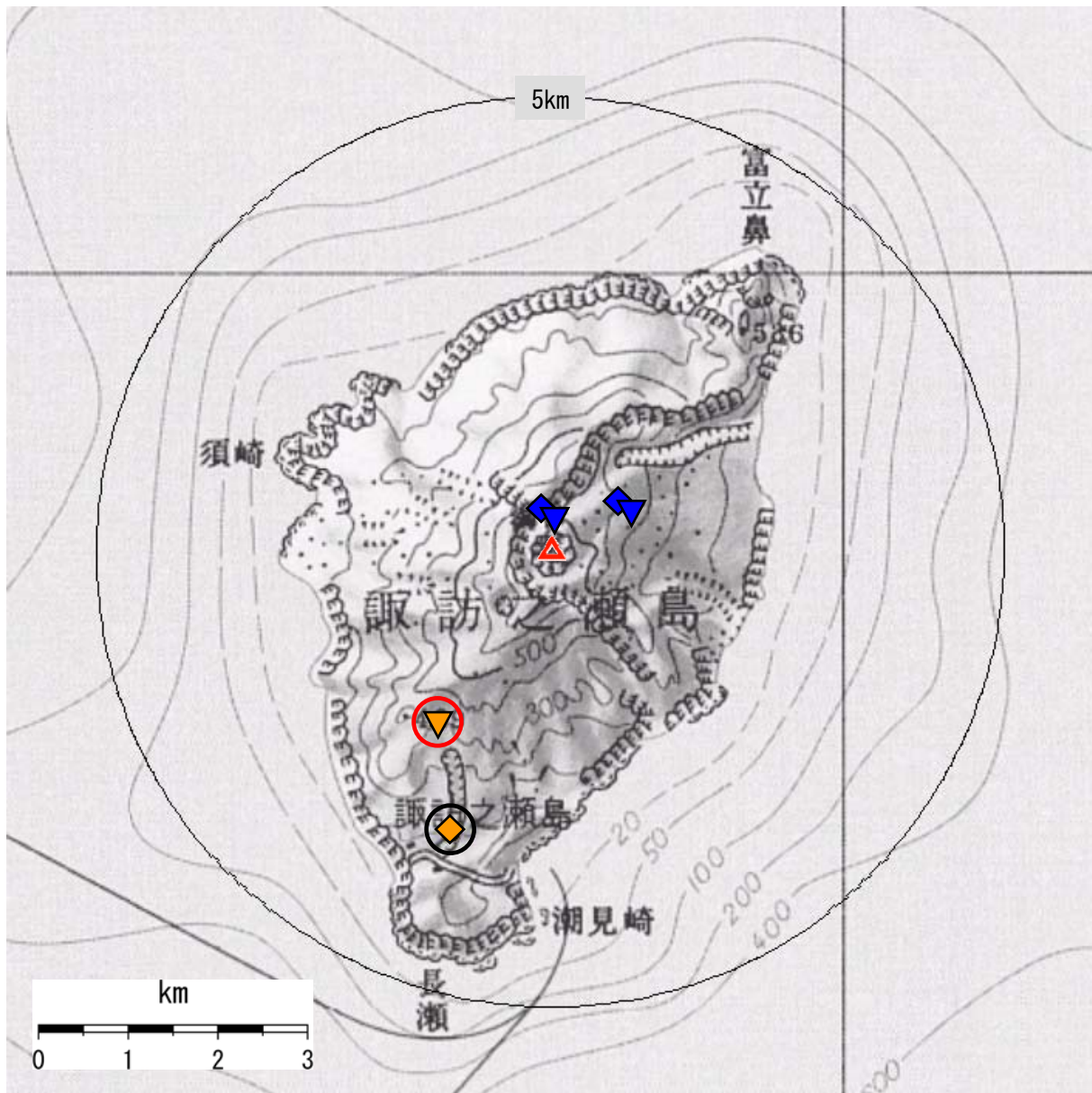
○GPS



- : GPS (気象庁)
- : GPS (大学)
- : GPS (地理院)
- ▲ : 火口
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

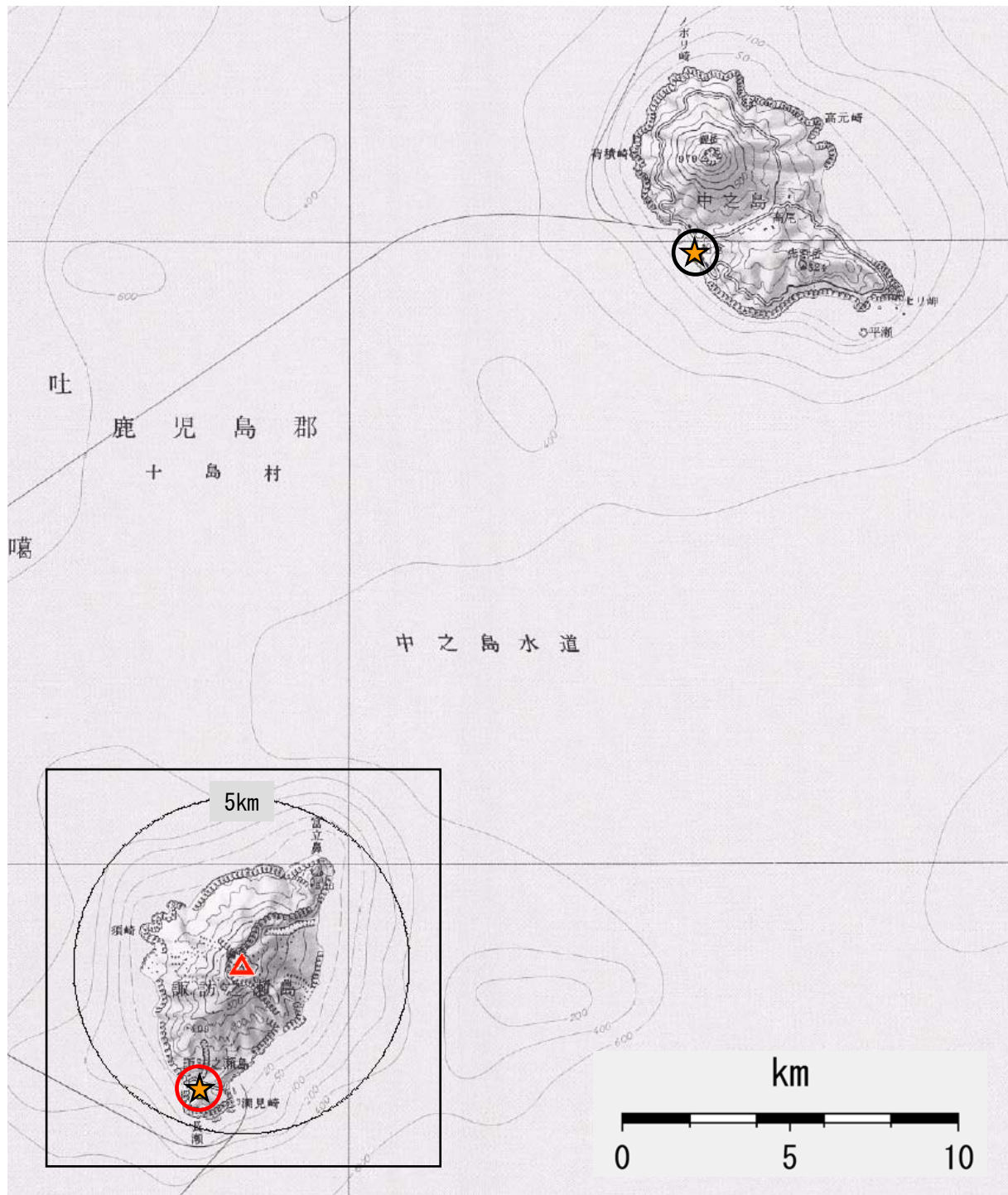


○傾斜計・空振計



- ◆ : 空振計 (気象庁)
- ◆ : 空振計 (大学)
- ▽ : 傾斜計 (気象庁)
- ▽ : 傾斜計 (大学)
- △ : 火口
- は気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- は今後整備が予定されている観測点を示す。

# ○カメラ



- ★ : 遠望カメラ (気象庁)
- ▲ : 火口
- : 気象庁が火山活動監視に利用している観測点を示す。
- : 今後整備が予定されている観測点を示す。