

# トカラ列島近海の火山フロント近傍で発生した 群発地震活動

平島

中之島 諏訪之瀬島

悪石島

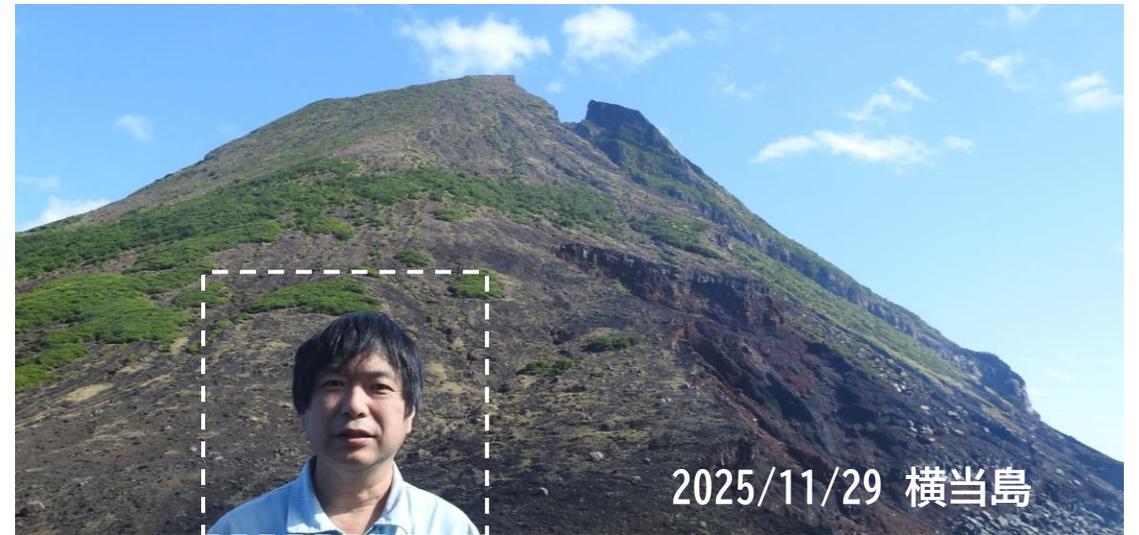
八木原 寛 (鹿児島大学)

# 講演の内容・略歴 + $\alpha$ (トカラにおける研究観測等)

## 講演内容

1. 2025年のトカラ列島近海の群発地震活動について
2. 今群発地震活動の海域で噴火が発生した場合に備えて何を考えるか？

- ・ 略歴 +  $\alpha$  (トカラにおける研究観測等)
  - 1989年・学部生時代に初めて諏訪之瀬島に渡島
  - トカラ列島周辺・海底地震観測研究 (修士論文)
  - 1998年・諏訪之瀬島で傾斜変動観測
  - 2003年～諏訪之瀬島の火口近傍・山腹領域での観測
  - 2013～2014年以降, トカラ列島東方の海域地震観測と島嶼域での地震・地殻変動観測による研究を推進  
(中之島を除く有人6島, 臥蛇島, 横当島に観測点を設置・運用)

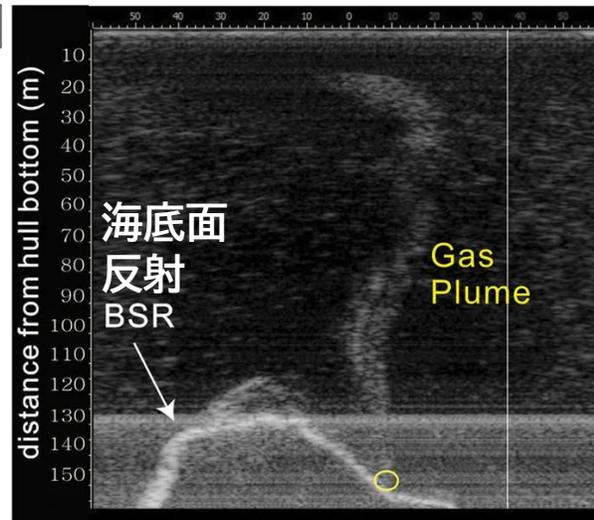
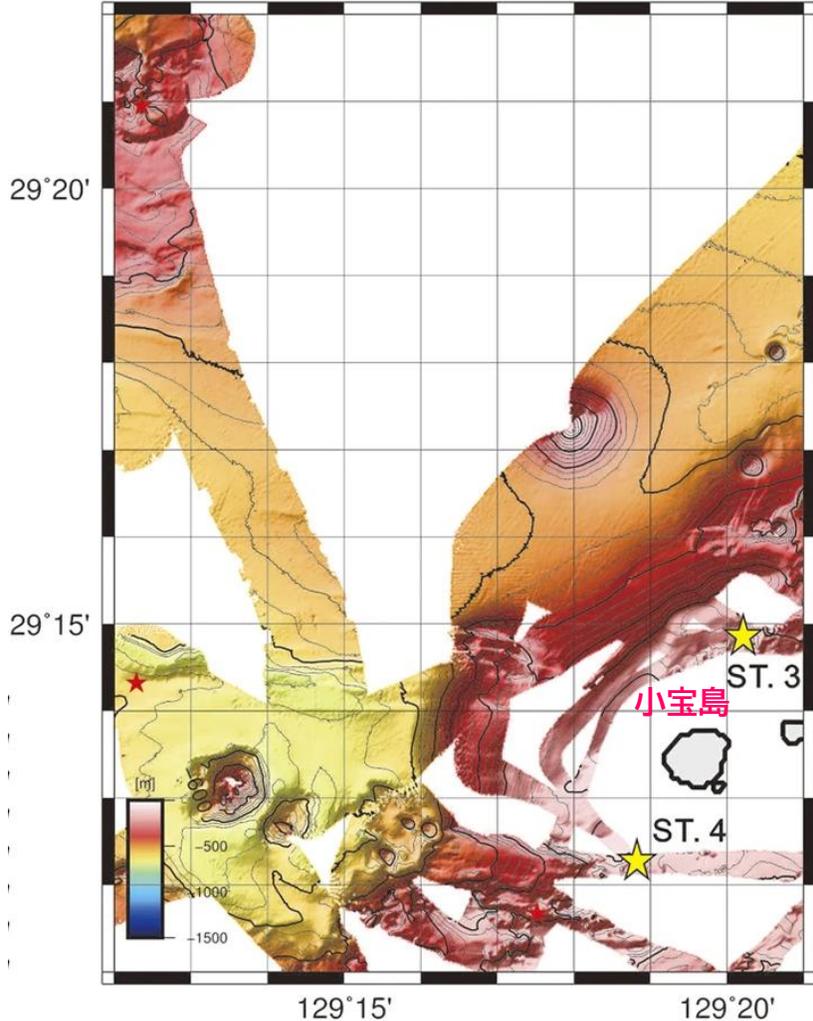


---

# 1. 2025年のトカラ列島近海の群発地震活動について

# 小宝島とその周辺の地熱活動, 群発地震活動

## 小宝島とその周辺の熱水活動



Wen, H. et al. (2016) に加筆

- 音響探査で小宝島の北東側 (ST. 3) と南西側 (ST. 4) にガスプリュームを確認 (100m以上の水深)

## 小宝島下に潜在円頂丘 (マグマ貫入) ?

研究トピックス

- 2026
- 2025
- 2024
- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019
- 2018
- 2017

2014年10月1日

佐野有司・白井厚太郎 (東京大学大気海洋研究所)  
横瀬久芳 (熊本大学)  
石橋純一郎 (九州大学)

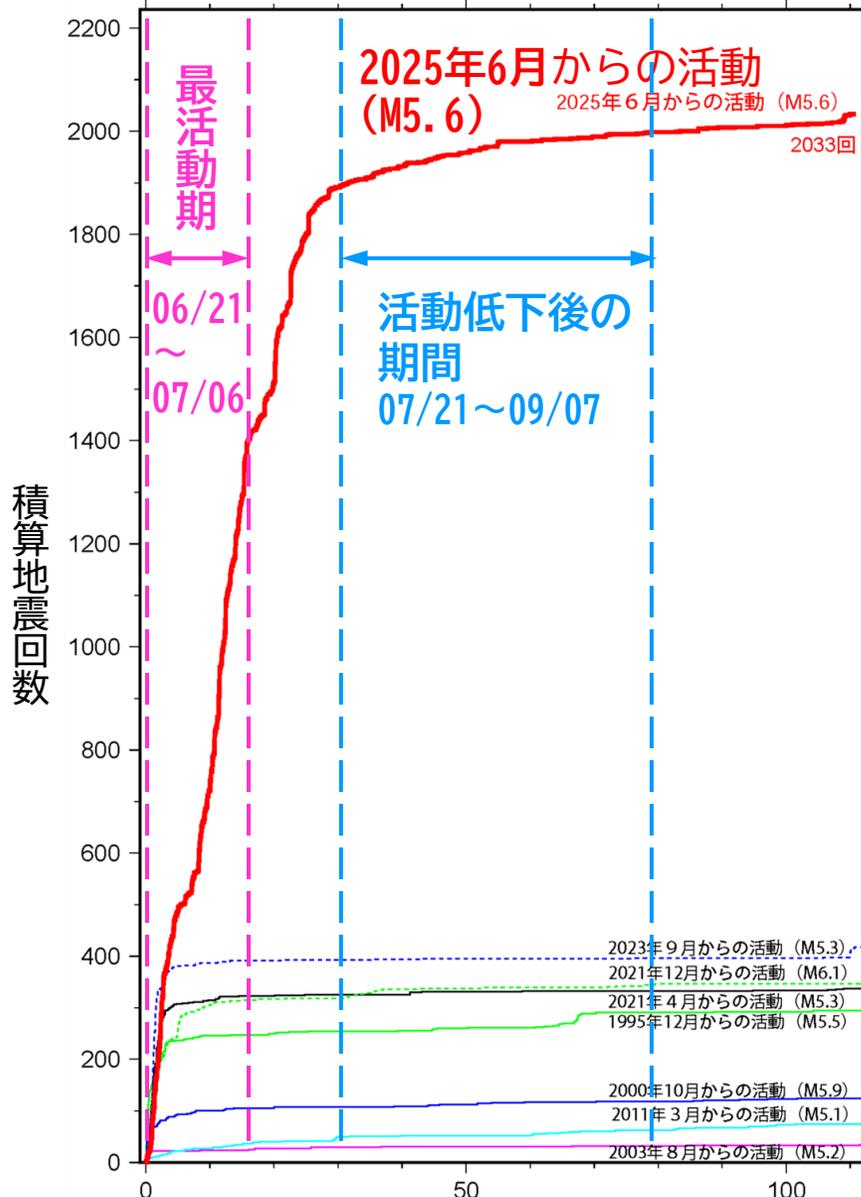
トカラ列島周辺海域で実施された新再丸調査航海 (KS-14-10次航海Leg2) において、第1奄美海丘および小宝島周辺海域で海底火山に伴う噴気 (熱水) 活動に由来したガスプリュームを洋上から音響測深によって検知した。また、微地

- マグマ貫入 → 離水サンゴ礁 (放射年代 5500~1600年前)

## 群発地震活動

- 類似した規模の地震が連続的に発生
- 活火山や地熱活動域周辺で頻繁に観測され、火山活動の活発化を伴う場合がある
- トカラ列島近海の火山フロント近傍で2025年6月下旬から顕著に活動

# 2025年群発地震活動の積算地震回数推移（気象庁）と過去の群発地震活動との比較



## 2025年6月21日からの群発地震活動の特徴と主要な地震

- 地震回数：（1995年以降の）他の活動に対して数倍～10数倍多い
- 活動が明瞭に低下するまでの期間：  
他の活動（数～10日）に比較して数倍長い  
（2025年の活動：開始後30日後に回数が明瞭に減少）
- 複数の主要な活動期の重なり(?)と活動が明瞭に低下後も継続中
- 最大地震： M5.6（7月2日） ※2021年12月の M6.1 の方が規模が大きい
- 悪石島で最大震度6弱を観測（7月3日, M5.5）

2023年9月からの活動 (M5.3) ※ ( ) 内は最大地震のマグニチュード

2021年12月からの活動 (M6.1)

2021年4月からの活動 (M5.3)

1995年12月からの活動 (M5.5)

2000年10月からの活動 (M5.9)

2011年3月からの活動 (M5.1)

2003年8月からの活動 (M5.2)

活動開始を起算日とした  $M_{JMA} \geq 2.5$  の積算回数変化（気象庁, 110日間）[福岡管区気象台HP](#)・公表資料に加筆

# 過去の顕著な地震活動（1994年以前）

## 過去の顕著な地震活動に関する主な報告 （1968～1990年頃）

- 1968年6月7～24日：宝島・有感地震67回  
（鹿児島地方気象台，1969）
  - －宝島：地震の度に南東方向から鳴動。  
揺れが大きい時は屋外に飛び出した
  - －小宝島：南から音が聞こえたが、  
住民は余り気にしていない
- 1975年9月25日：小宝島，宝島，悪石島で  
10数回の有感地震（中村，1977）
  - －小宝島：木造家屋ガラス窓が横揺れ、  
道路に地割れ

上記以外の  $M_{JMA} \geq 5.0$  の地震発生：  
1942，1960，1991年



# 島嶼域地震観測網（鹿児島大学，気象庁），使用した観測点と震源再決定について

## 島嶼域における陸上地震観測点

- ・ S/Nが相対的に良い**赤文字の観測点のみを手動で検測**し，震源再決定

**AKUS**（悪石島）：衛星テレメータ・2011年に設置・維持

**KDAC**（小宝島）：2024/07/02にオフライン観測を再開  
(2025/08/26にテレメータ化)

**TAIR**（平島）：2025/05/01にオフライン観測を再開  
(2025/08/26にテレメータ化)

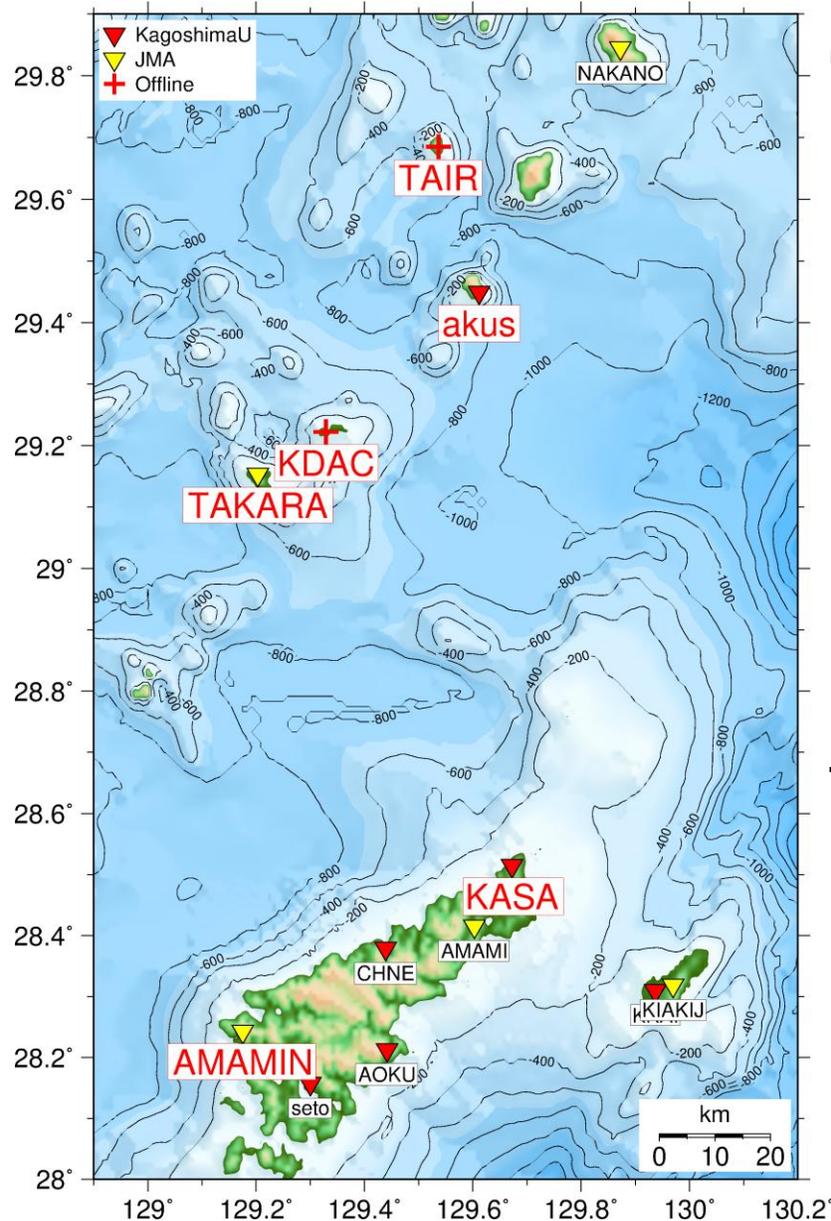
**TAKARA**（宝島），**AMAMIN**（奄美西古見）：JMA 観測点

**KASA**（笠利）：鹿児島大学・臨時オンライン観測点

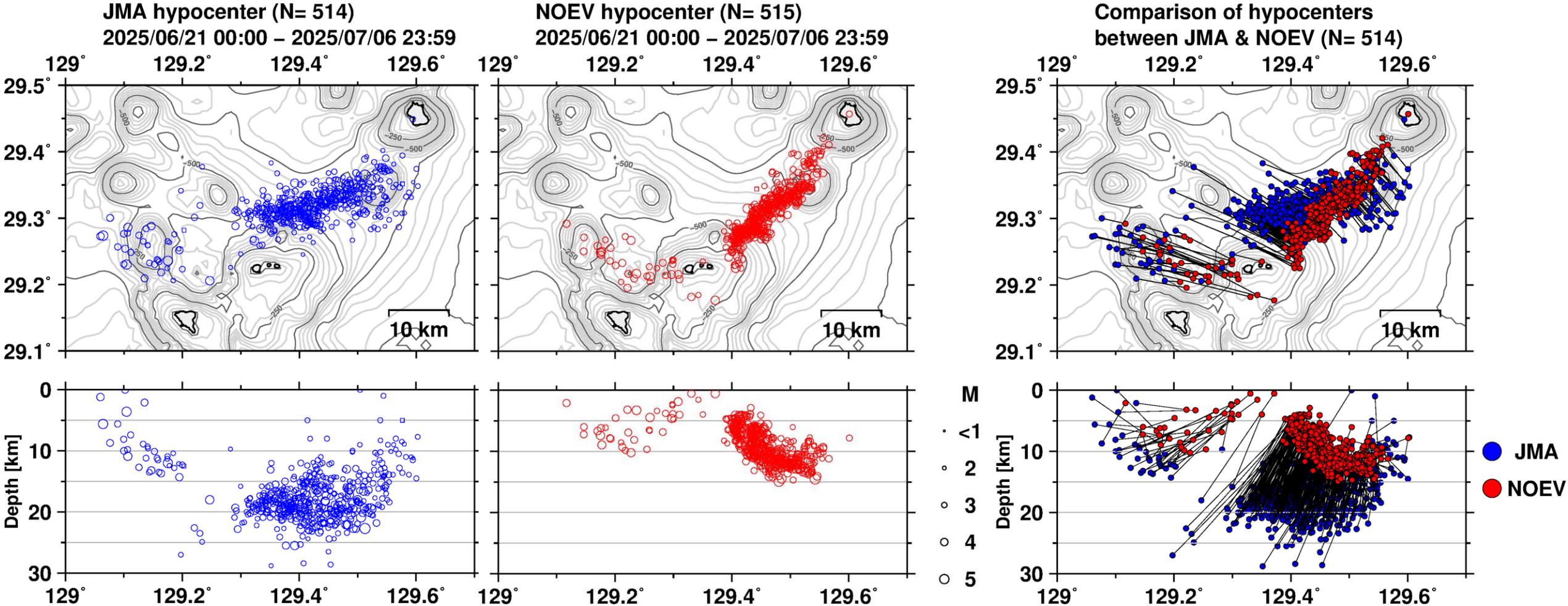
- ・ 観測網の島弧軸に直交する方向の拡がり確保

## 手動検測の対象としたイベント，その他

- ・ 基準：気象庁・有感地震リスト
- ・ 先行地震と観測波形が重なる地震を除外
- ・ 検測者を1名で固定
  - － 検測者の違いによる結果のばらつきを除去



# 最活動期 (2025/06/21~07/06) における有感地震の震源分布



気象庁・一元化震源  
(○：右と同一の地震のみ)

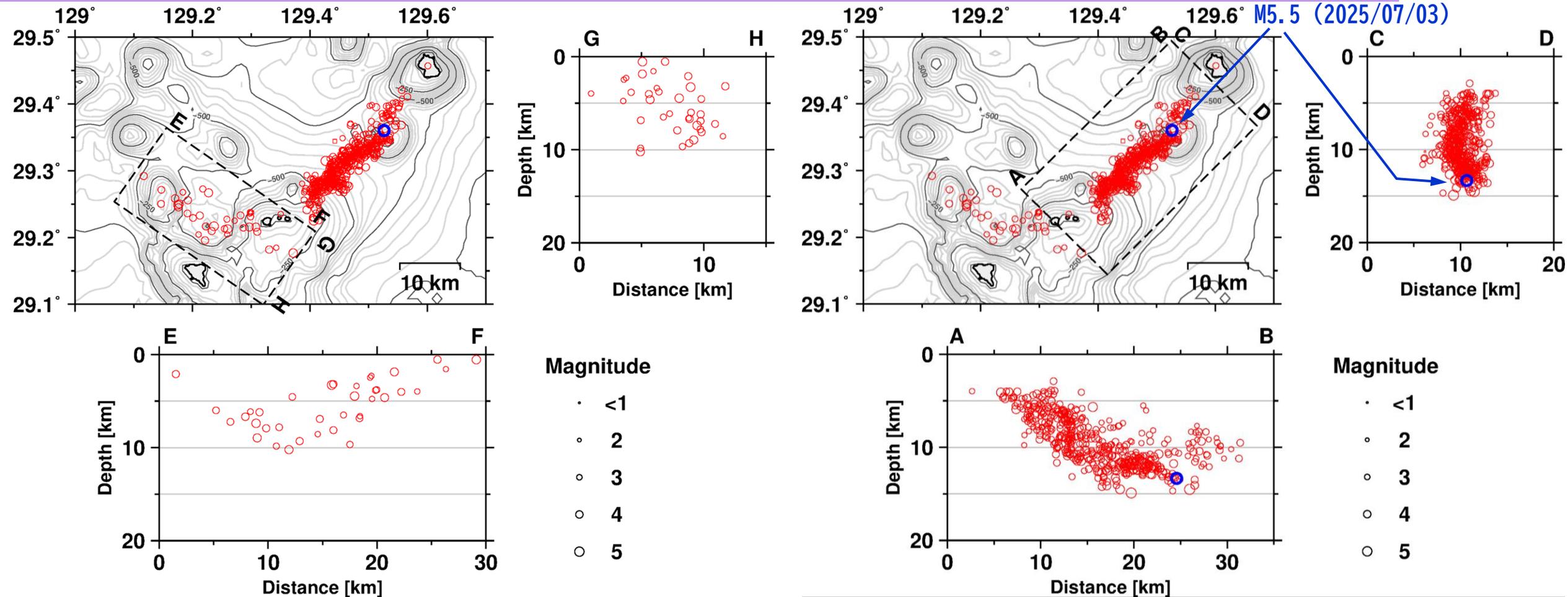
本解析による震源分布 (○)

- 九州南部～南西諸島北部域の標準速度構造 (角田・他, 1991) を適用して決定

震源位置の差異

- 深さ15km以浅, 系統的に浅く決定
- 島弧の上部地殻内の活動

# 最活動期（2025/06/21～07/06）における有感地震の震源分布



## 南西クラスタの地震（少数）

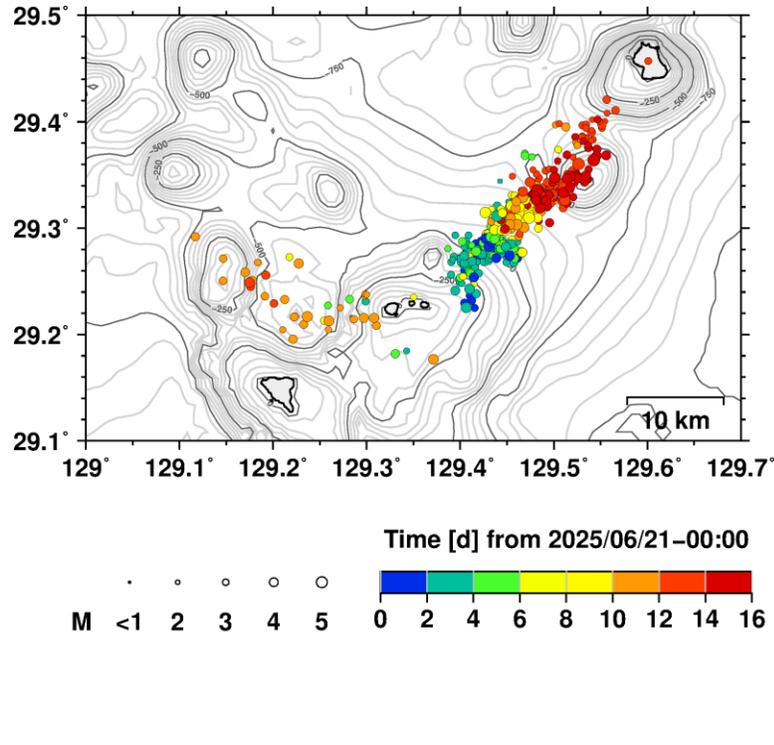
- ・震源の深さ分布：10km以浅，小宝島付近に極めて浅い地震
- ・震源の深さ下限：小寶島側ほど浅い

## 北東クラスタの地震（大多数）

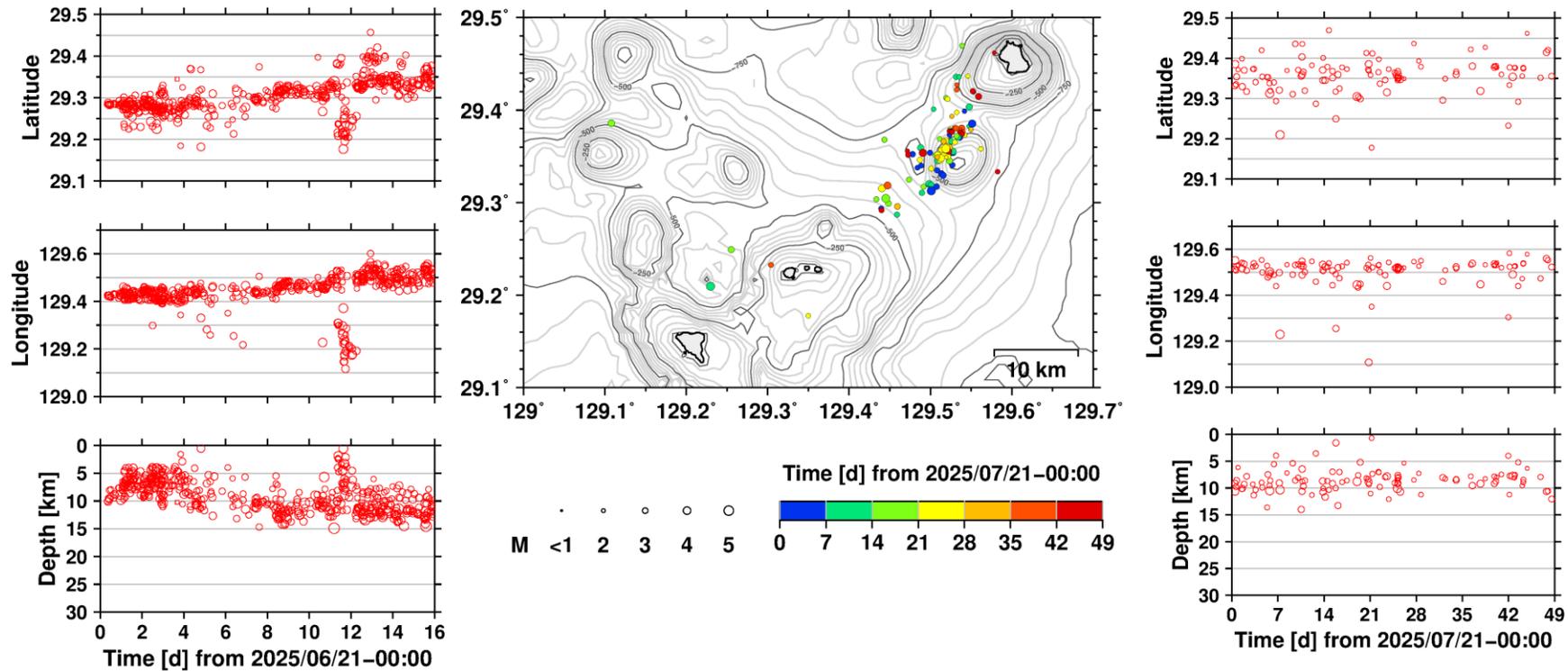
- ・長さ約25km（悪石島の南西約5km沖～小宝島の北東約5km沖），幅約7km
- ・北東～南西方向に概ね線状に分布，海底地形の高まりに対応
- ・震源の深さ下限：小寶島側ほど浅い

# 最活動期と活動低下後の期間それぞれにおける有感地震の時空間分布

NOEV hypocenter (N= 515)  
2025/06/21 00:00 – 2025/07/06 23:59



NOEV hypocenter (N= 106)  
2025/07/21 00:00 – 2025/09/07 23:59



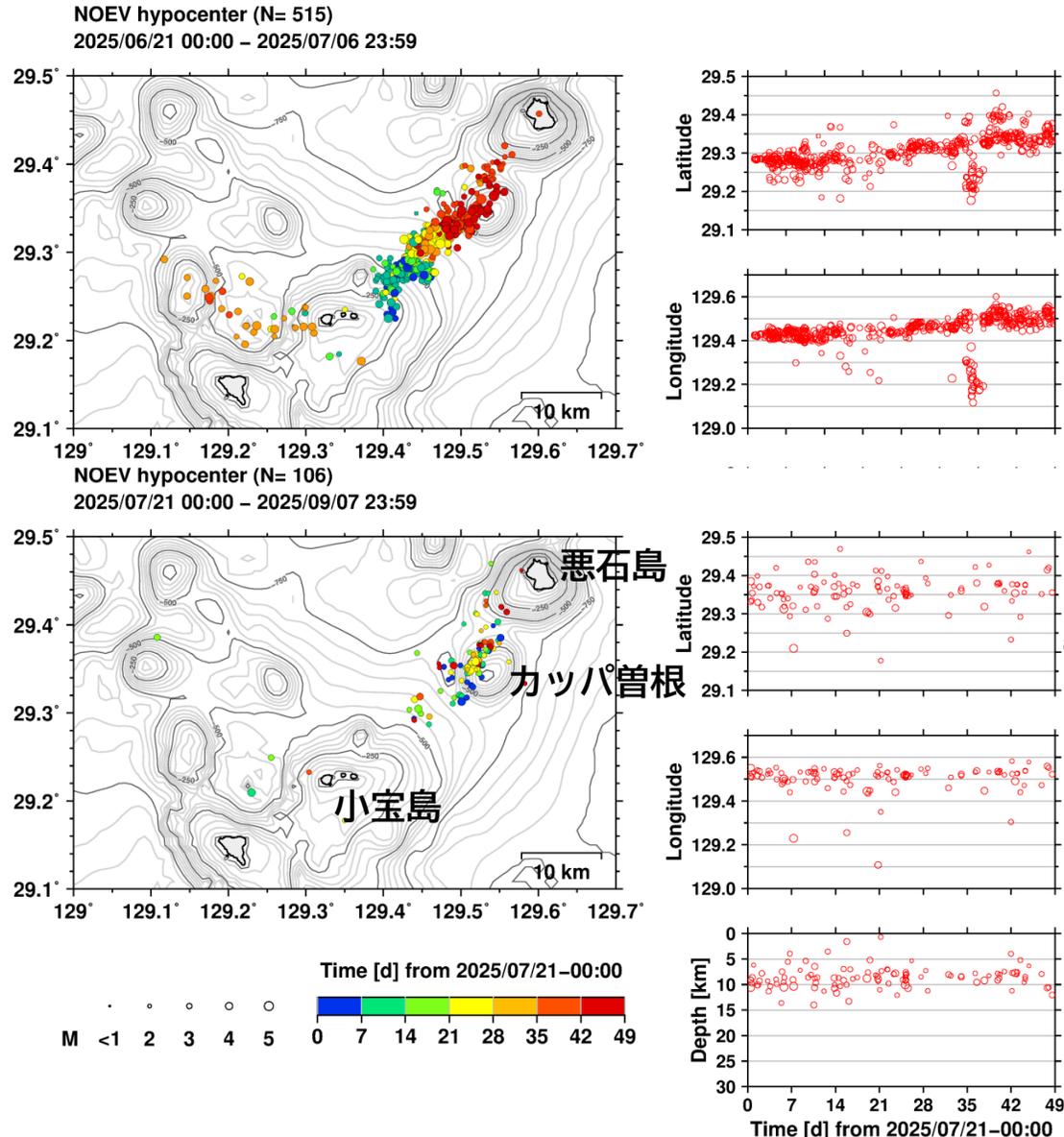
## 最活動期 (2025/06/21~07/06)

- ・北東クラスタ：震源が時間経過とともに移動  
(小宝島側→悪石島側)
- ・活動開始1日のみ浅化，その後時間とともに深くなる傾向，9日目以降は有意な深さ変化無し  
(南西クラスタ：10~11日目の活動を除く)

## 活動低下後の期間 (2025/07/21~09/07)

- ・北東クラスタのうち，小宝島側の活動が認められなくなった
- ・悪石島南西沖の海丘付近に分布するものが多く，明瞭な時間移動は認められない
- ・南西クラスタの活動は低調であるものの継続

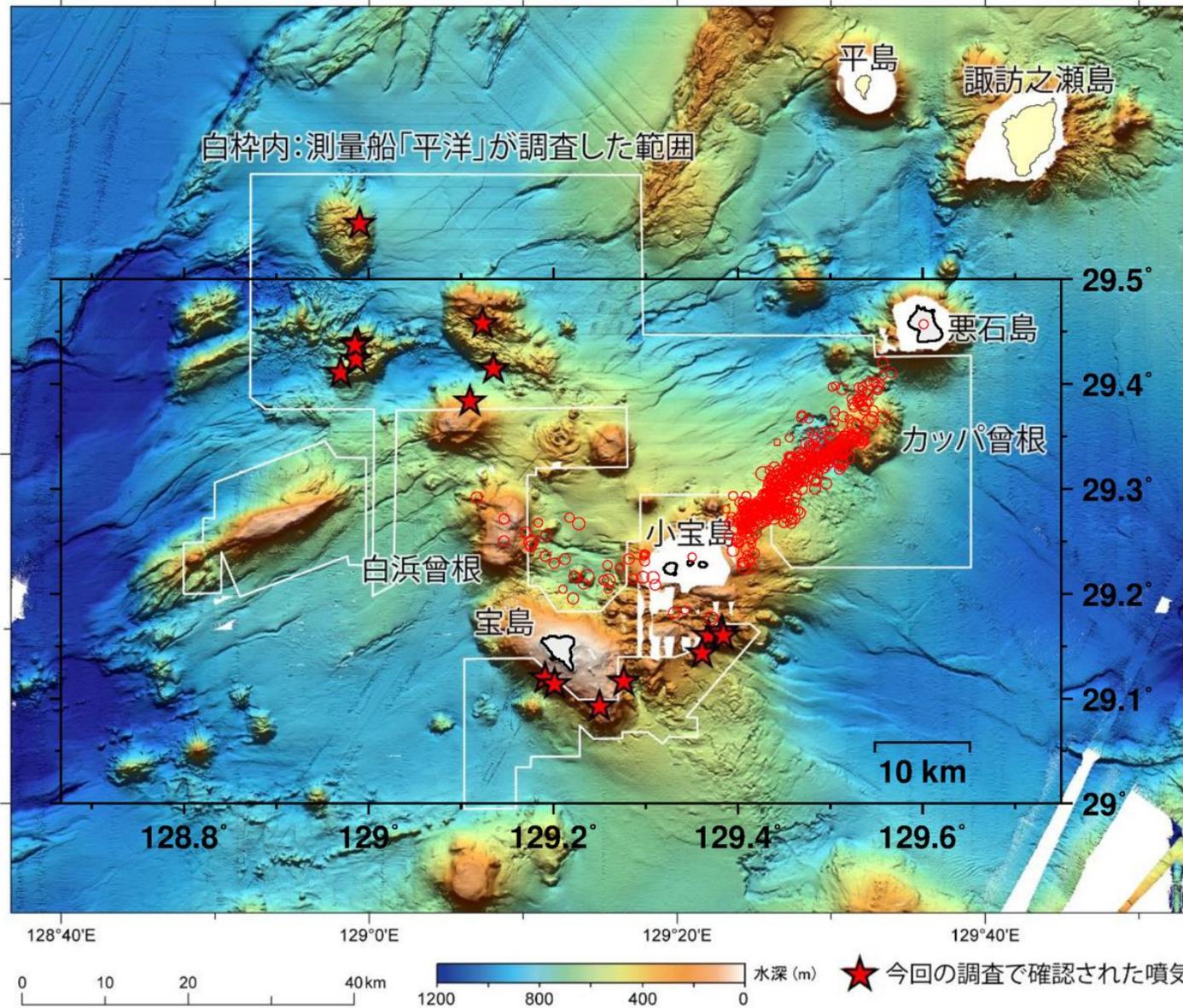
# 地質学的な時間スケールでの火山活動・現在の地熱活動との比較



## 先行研究との比較

- 悪石島：最も若いデイサイト溶岩の年代  $< 0.08$  Ma (Furuyama et al., 2002)
- カッパ曽根（最浅部の水深177m）：  
過去の火山活動が示唆される
  - ードレッジ調査：山頂部でデイサイト質 or 流紋岩質組成を有する軽石を採取（横瀬・他, 2010）
  - ー広域の磁気異常観測（佐藤・高下, 2023）：  
付近にダイポール型磁気異常
- 小宝島：第三紀中新世と推定される火山岩から構成される宝島層群が基盤（中野・他, 2008）
- 海面上に形成された火山体は無い  
→地質学的な時間スケールでの火山噴出物の生産レートは低い
- 小宝島の北西側と南西側の海域：ガスプリュームが存在（Wen, H. et al., 2016：2014年に実施された調査航海）
  - ー小宝島下に潜在円頂丘の存在（佐野・他, 2014, 大気海洋研 HP）

# 本解析による有感地震の震央分布と海底地形（海上保安庁）との比較



## 海底地形調査の結果

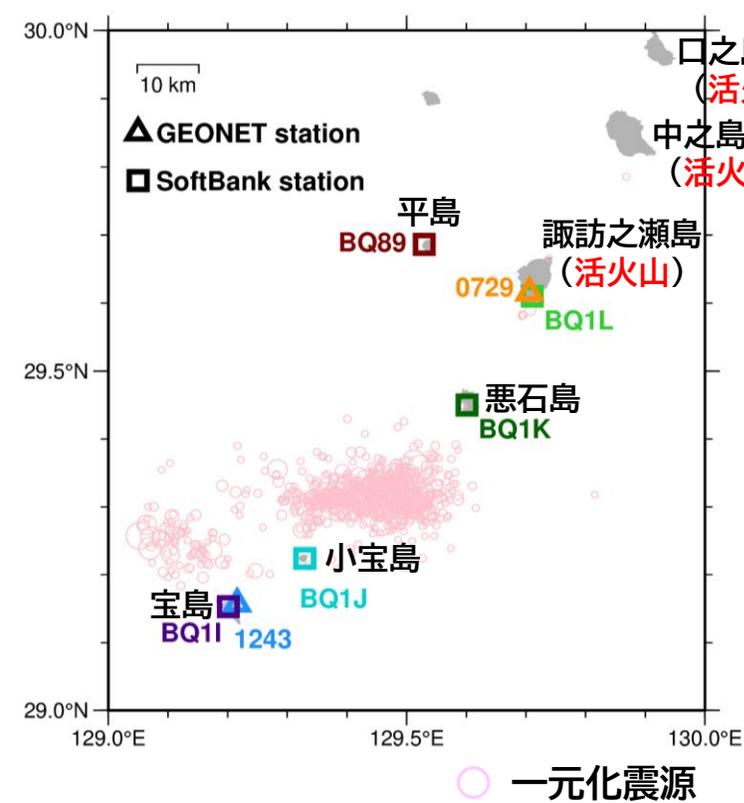
- ・ 今活動前後において海底地形の有意な変化は非検出  
→ 海底に擾乱を生じる表面活動は発生しなかった
- ・ 今活動の震央領域に海底噴気活動は確認されていない

マルチビーム音響測深で取得された海底地形と本解析の震央分布との重ね合わせ

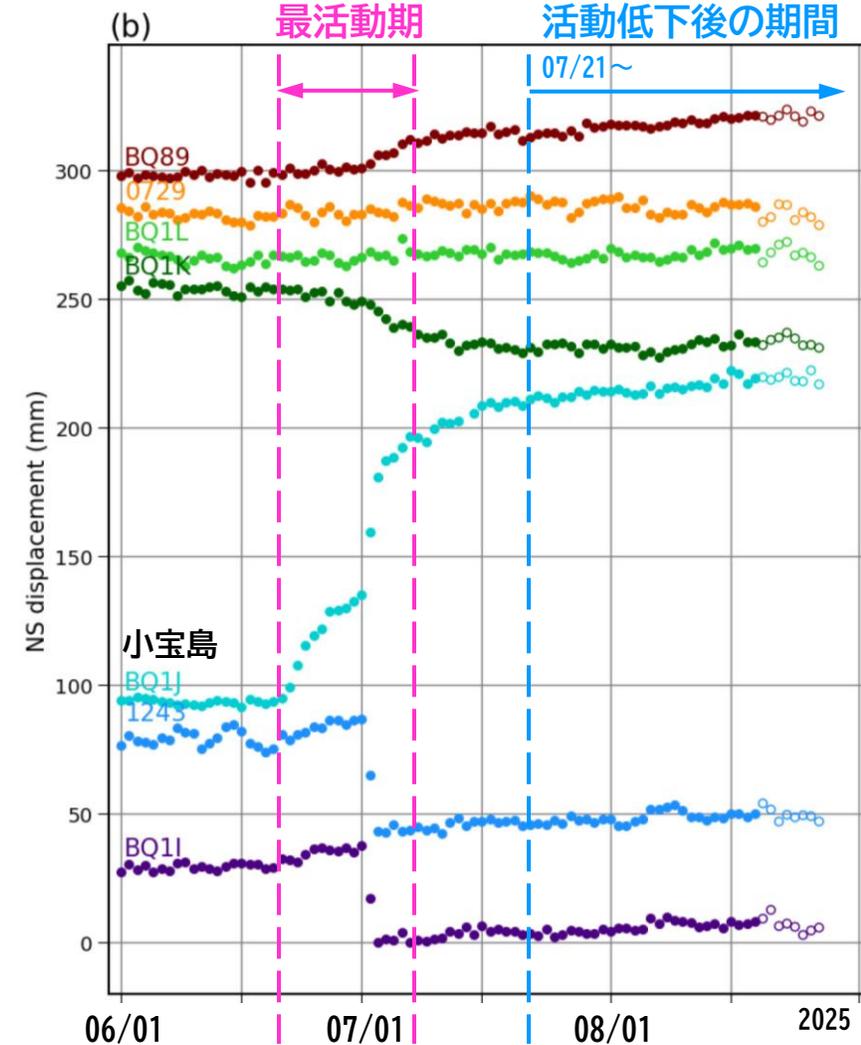
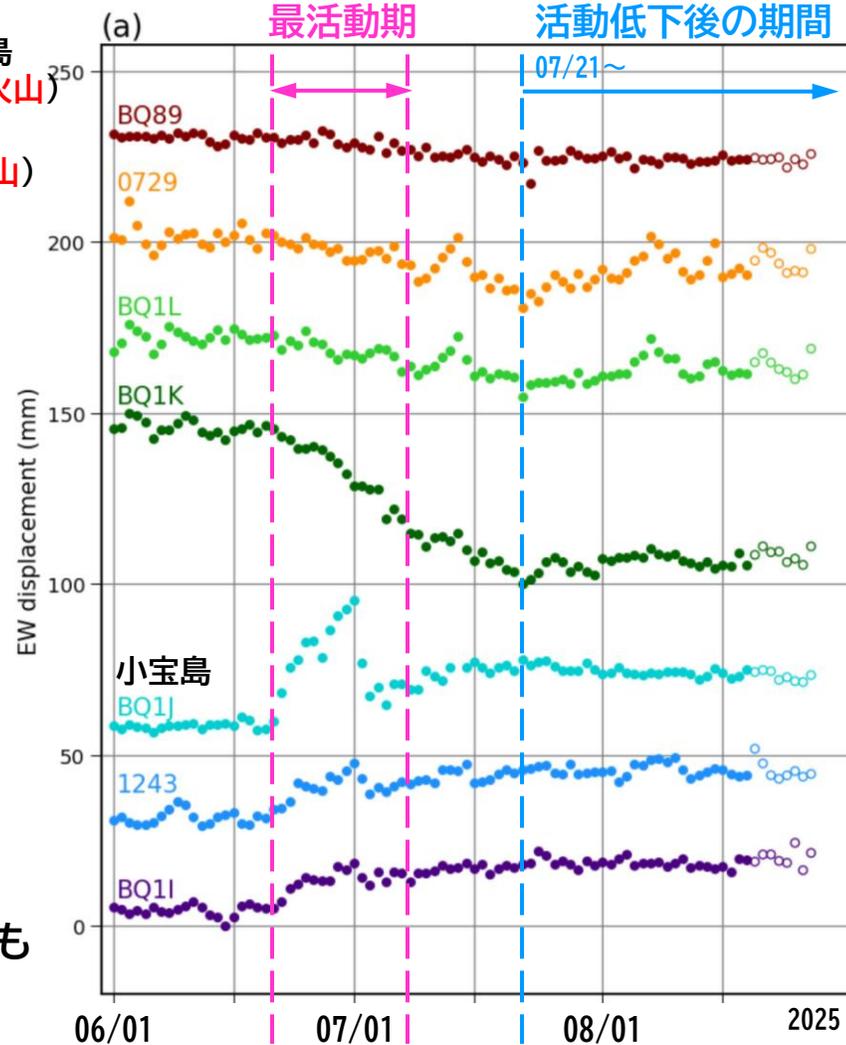
重ね合わせた震央は最活動期のもののみ

海底地形調査：海上保安庁 2025年9月7日発表・解説コラム  
<https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/post-1240.html>  
の図6を使用した

# 島嶼域GNSS観測で捉えられた地殻変動（東北大学）



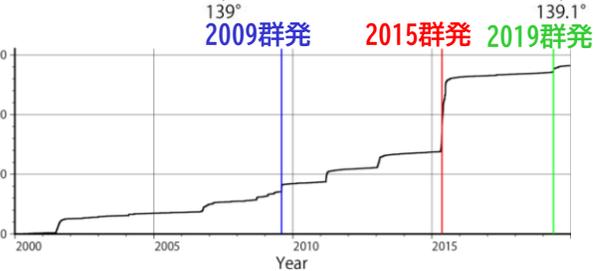
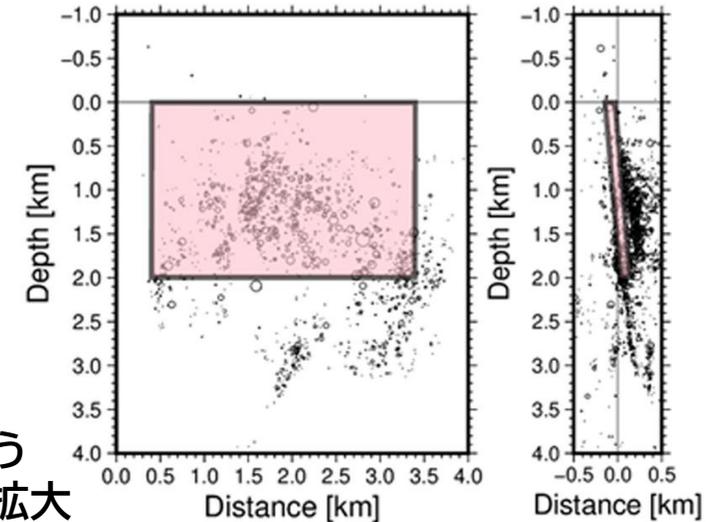
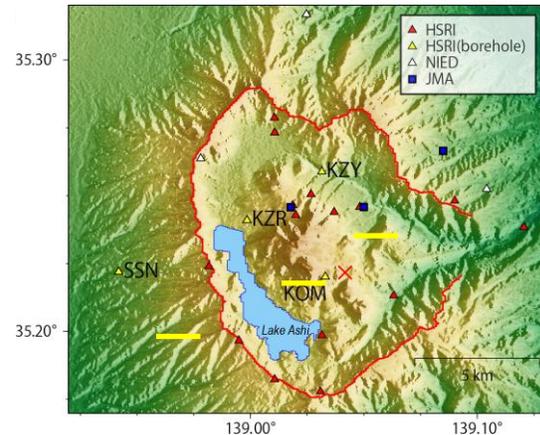
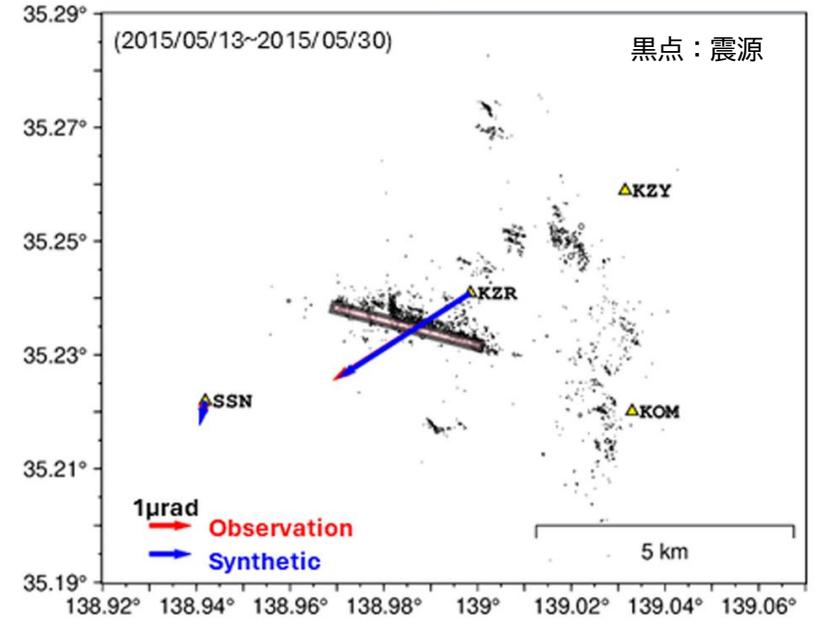
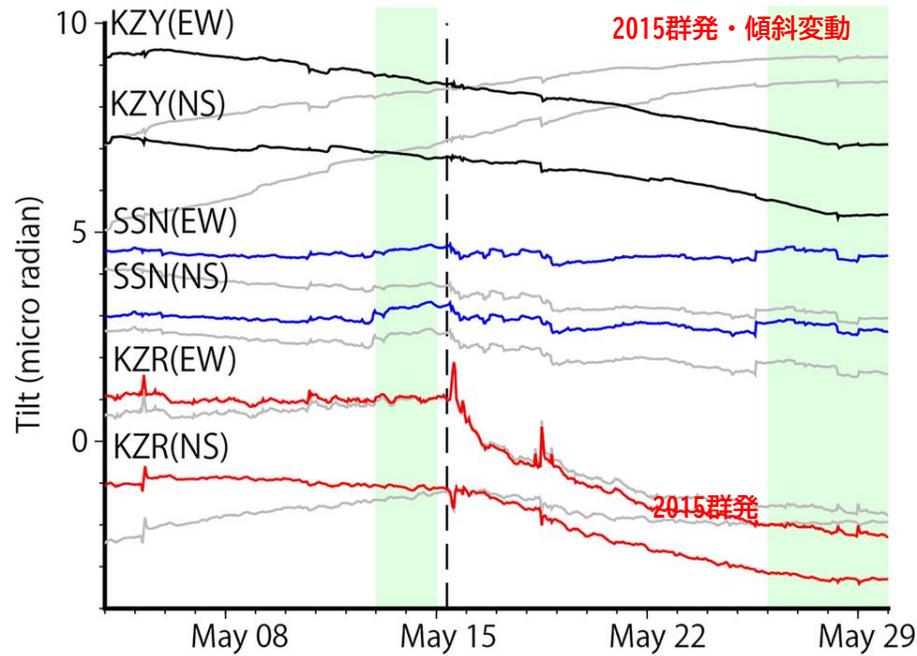
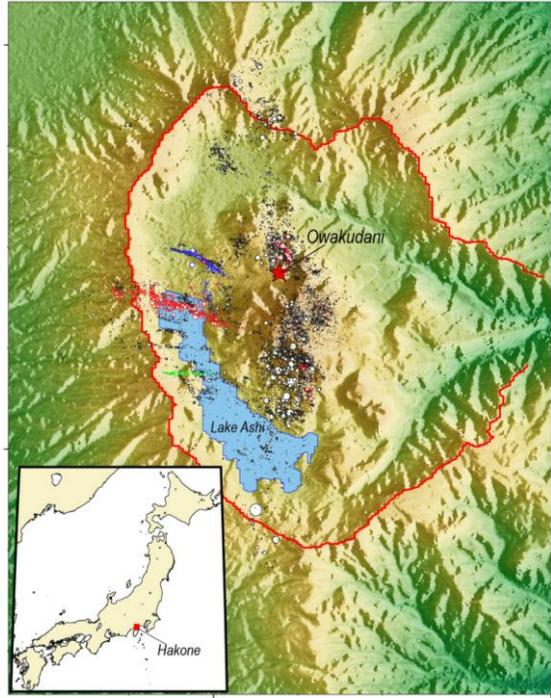
- 観測された地殻変動量は、地震の累積で推定される変動量よりも極めて大きい
- 観測された地殻変動量のほとんどは非地震性すべりによる



トカラ列島中南部の各GNSS観測点におけるEW（左），NS（右）方向の座標変化  
地震調査研究推進本部（2025）・令和7年9月9日公表資料（東北大学）に加筆

# 群発地震活動と非地震性すべり（箱根火山の事例）

Kawai et al. (2024)



## 震央分布と積算地震回数変化 (2000~2020)

2015年群発：2015/04/25~2015/06月上旬

小規模水蒸気噴火：2015/06/29

流体圧の増加に伴う  
非地震性すべりの拡大  
→周辺領域の応力擾乱を引き起こす

# トカラ列島近海で2025年に発生した群発地震活動 : まとめ・他

- ・今活動は島弧の上部地殻内で発生
- ・主たる地震活動域は悪石島－小宝島間。その西南西側の宝島北方で一時的に活発化
- ・震源分布の下限は小宝島に近いほど浅い
- ・震源の移動が認められた。活動開始後2～8日目にかけて時間経過とともに深くなった
- ・顕著な地殻変動を観測。地震性すべりの累積から推定された地殻変動量よりも観測量が有意に大きく、非地震性すべりが卓越
- ・海底を擾乱する表面現象は発生していない

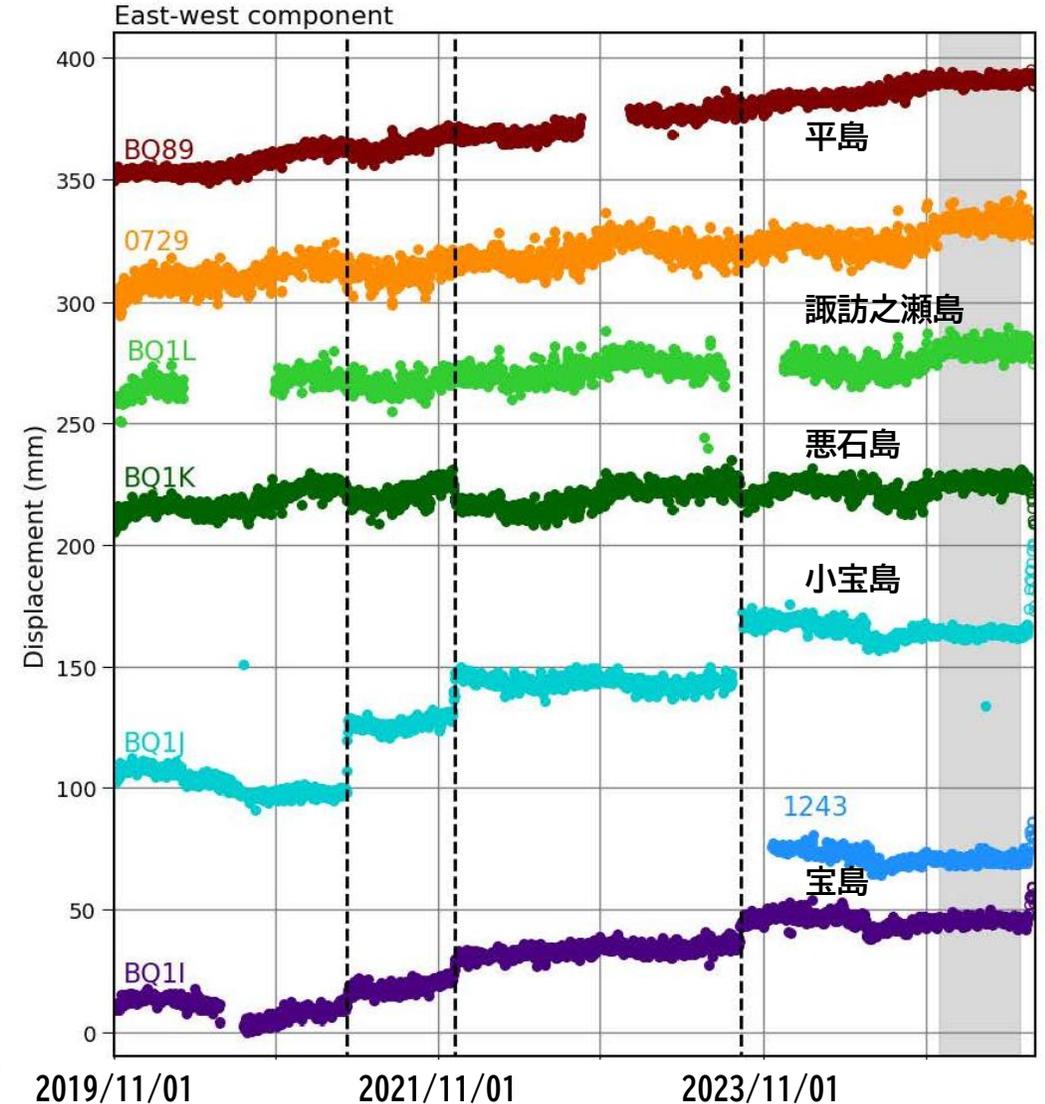
※現在、海底地震計を用いた観測（10観測点，8/3投入～11/15・16回収）のデータ解析中

機能強化した陸上（島嶼域）地震観測網データとの結合処理の実施

➡非地震性すべりととの地震活動の時空間関係の再検討が不可欠

※同様の群発地震（ただし今活動よりは小規模）が数か月～数年おきに繰り返し発生，かつ個々の活動における主活動は短期間（数日～1か月）

➡活動全貌の観測には待ち受け観測が不可欠



トカラ列島中南部の各GNSS観測点におけるEW方向の座標変化

地震調査研究推進本部（2025）・令和7年7月9日公表資料（東北大学）に加筆

---

**2. 今群発地震活動の海域で噴火が発生した場合に備えて何を考えるか？**

# 海域（浅海）での火山噴火と表面現象（概念）

## 軽石いかだ（及川・他，2023）

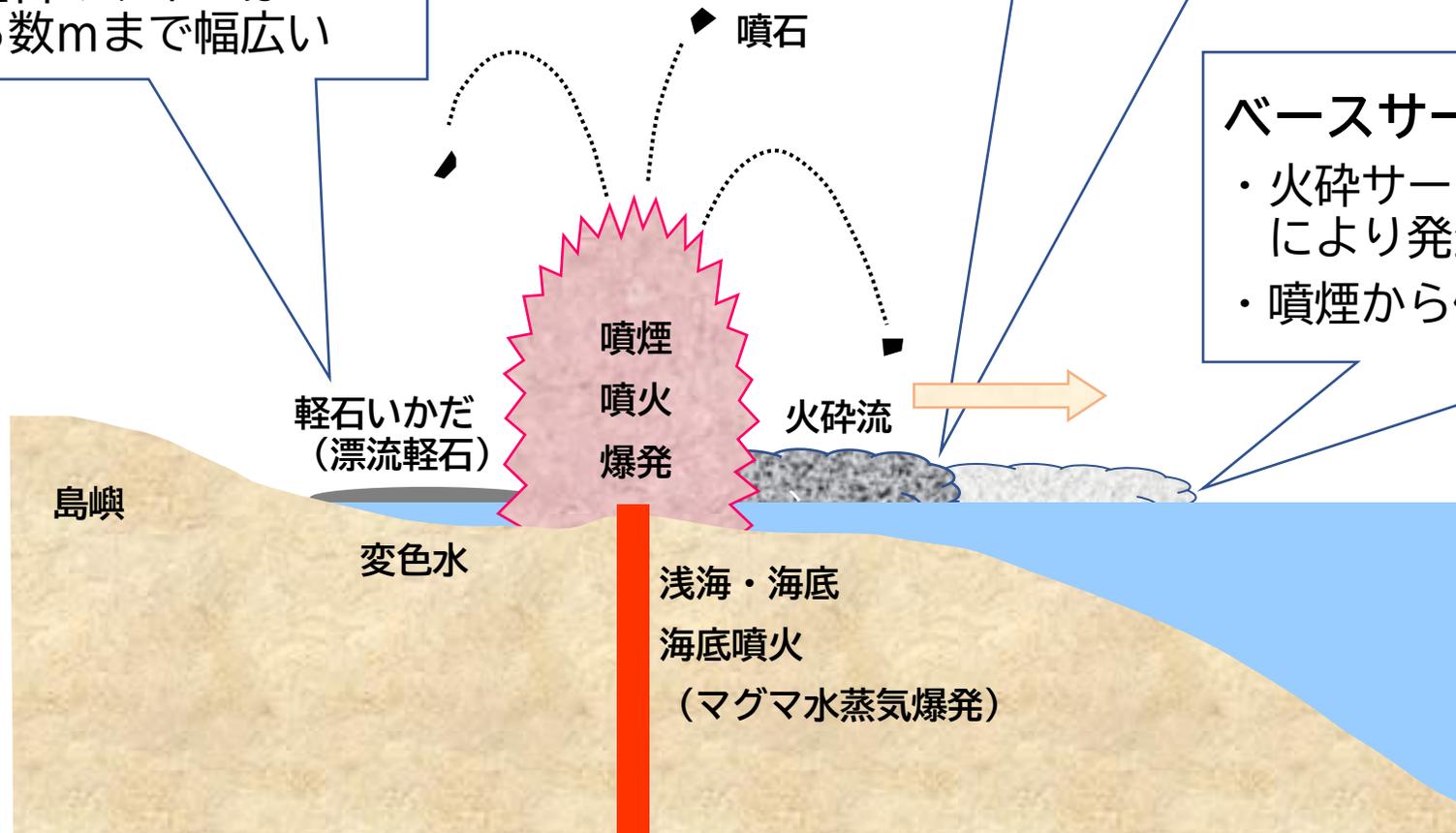
- ・海面や海中を漂流する軽石の密集した群れ
- ・個々の軽石のサイズは数cmから数mまで幅広い

## 火砕サージ：

- ・火砕流の一種で火山ガスを主体とする希薄な流れ
- ・流動性が高く，高速で流れる

## ベースサージ：

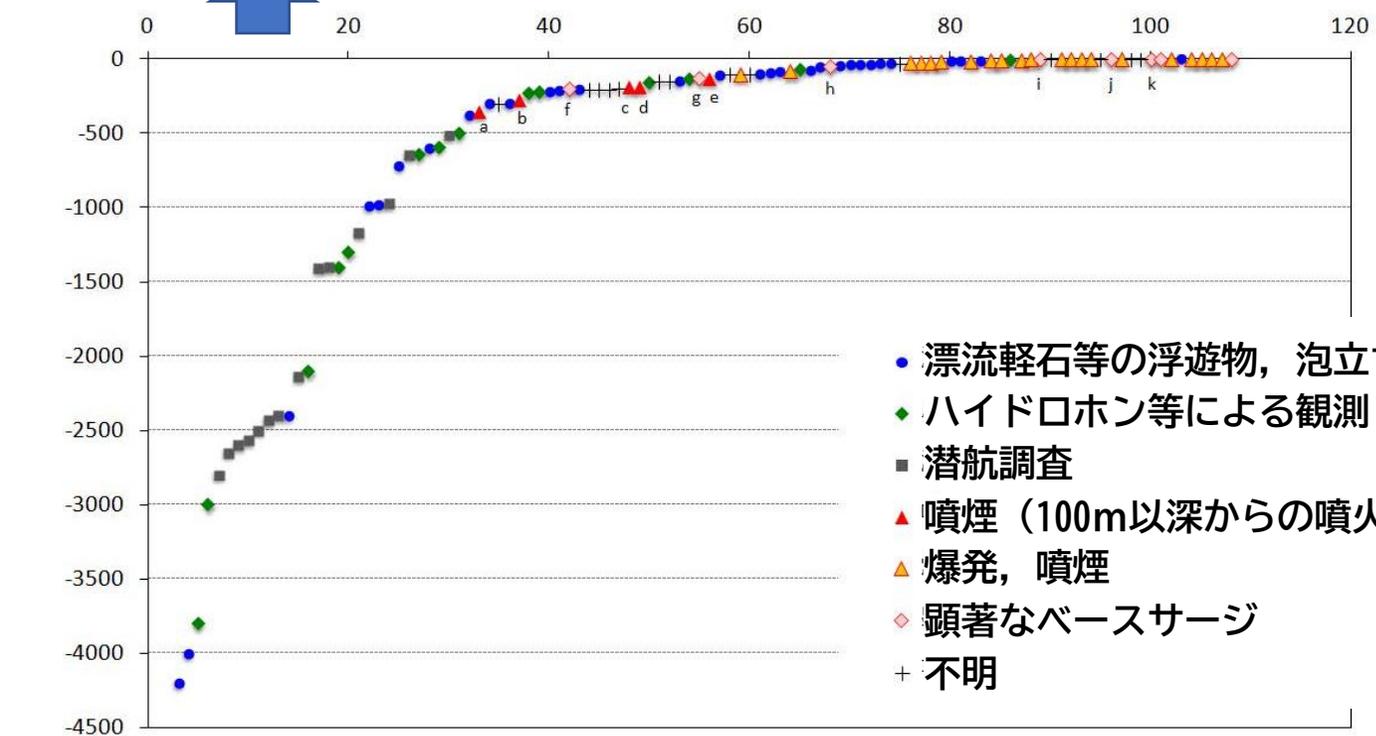
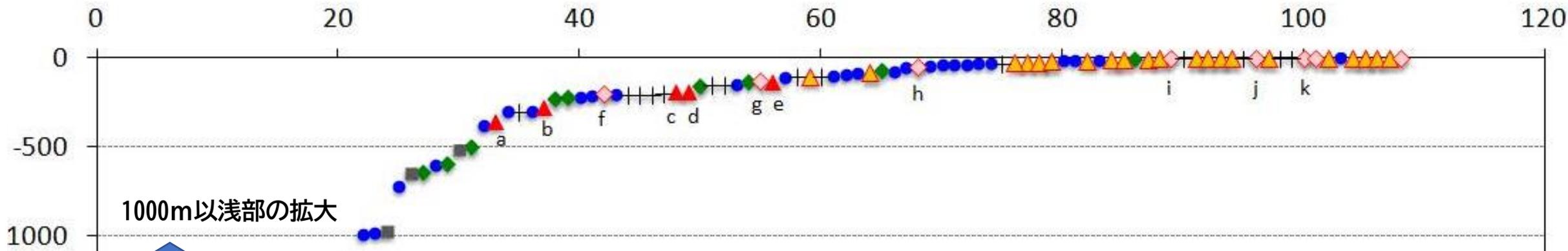
- ・火砕サージの一種でマグマ水蒸気噴火により発生
- ・噴煙から側方に高速で広がる希薄な流れ



「海と安全」編集部（2025）の  
図を参考に作図

# 海域での火山噴火の水深と表面現象

海底噴火を起こしたと考えられる 112 の火山体の番号（水深の深い方からの火山体数の積算値）



- 漂流軽石等の浮遊物, 泡立ち
- ◆ ハイドロホン等による観測
- 潜航調査
- ▲ 噴煙 (100m以深からの噴火)
- ▲ 爆発, 噴煙
- ◇ 顕著なベースサージ
- + 不明

- 400mを超える水深での噴火
  - 漂流軽石等の浮遊物, ハイドロホン等による観測, 潜航調査により確認されるのみ
  - 海面上の顕著な表面現象は発生していない
- 100m以深からの噴火で顕著な噴煙が発生した事例が複数存在
- 100m以浅の水深では爆発的噴火として検出される事例が増加
- ベースサージは100m以浅の水深で発生

東京大学地震研究所 (2015) ・ 第131回火山噴火予知連絡会資料  
<https://www.jma.go.jp/jma/press/1502/24a/yochiren150224-4.pdf>  
 の図1を改変・加筆

# トカラ列島近海の海域での火山噴火で想定されるハザード

- ・ 時間的空間的に極めて局所的・かつ発生場に近接していた場合に生じる甚大な影響

火砕サージ／ベースサージ  
(伊豆諸島／明神礁・ベヨネース列岩 1952年噴火→船舶海難)

※ ( ) 内：噴火→ハザード の過去事例

- ・ 中長期的に広域に及ぶ影響

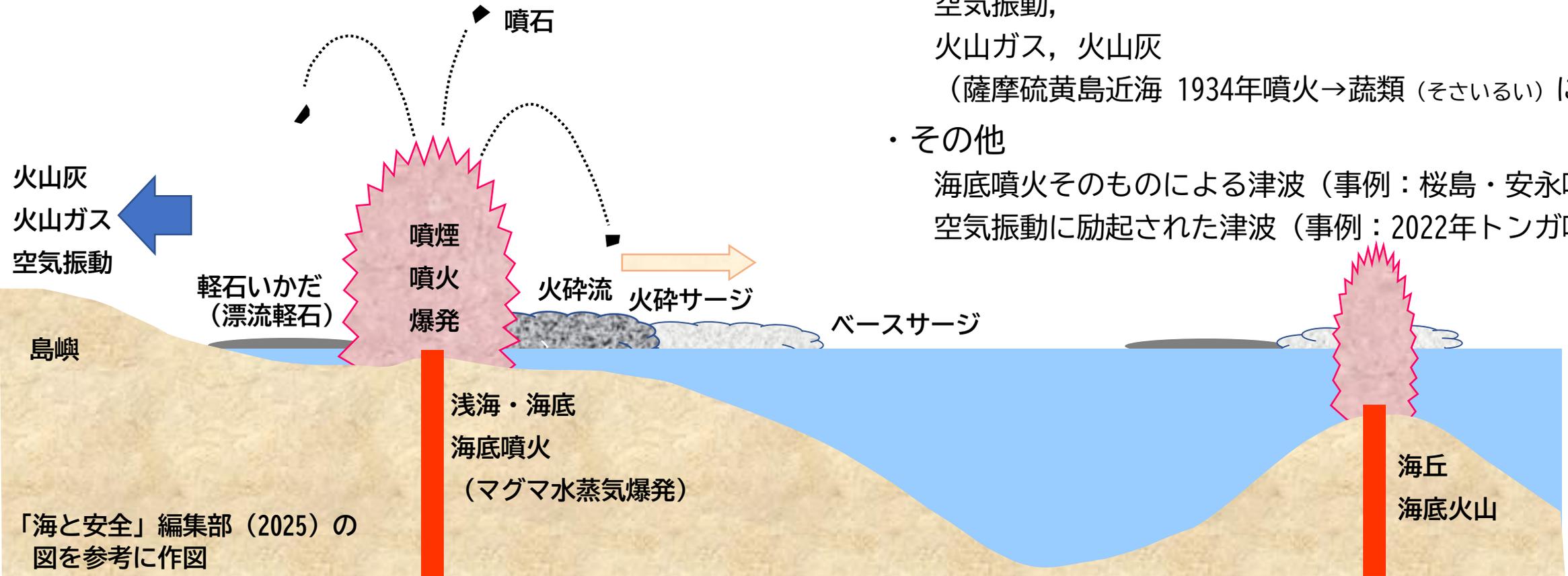
軽石いかだ  
(小笠原諸島／福徳岡ノ場 2021年噴火  
→海上交通・漁業活動等への障害)

- ・ 噴火発生場近傍の居住区域への影響

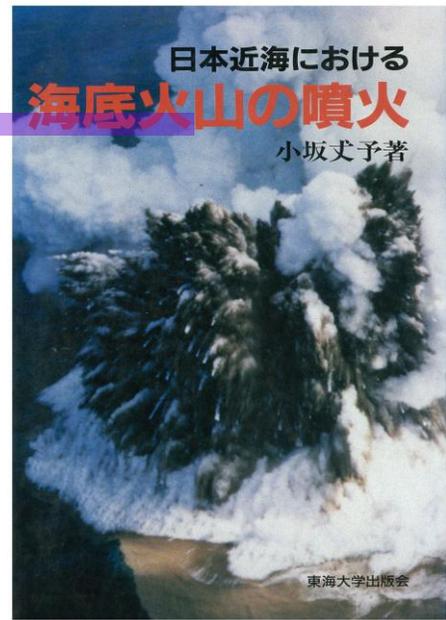
空気振動,  
火山ガス, 火山灰  
(薩摩硫黄島近海 1934年噴火→蔬類(そさいるい)に被害)

- ・ その他

海底噴火そのものによる津波(事例:桜島・安永噴火)  
空気振動に励起された津波(事例:2022年トンガ噴火)



# 明神礁・ベヨネース列岩 1952年の噴火事例



日本近海における  
**海底火山の噴火**  
小坂丈予著

東海大学出版会

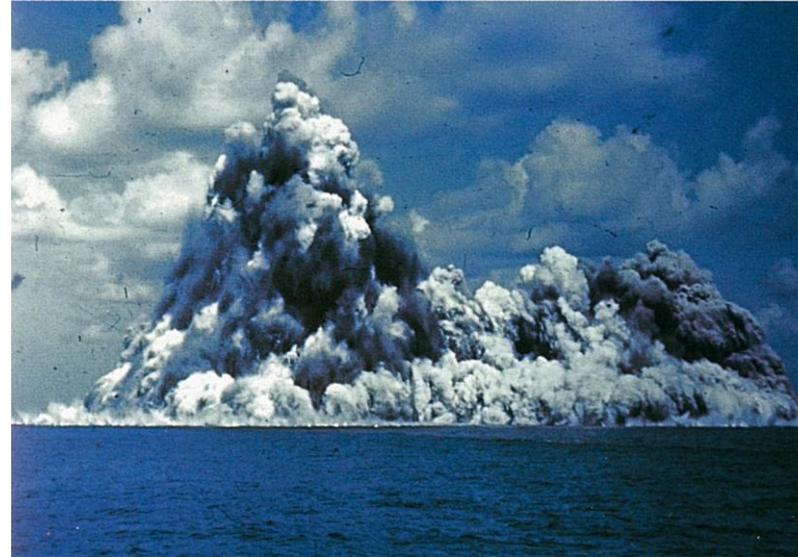
小坂丈予 (1991)

1952年9月23日 13時12分の噴火 (1.8 km 離れた東京水産大学・神鷹丸からの撮影)



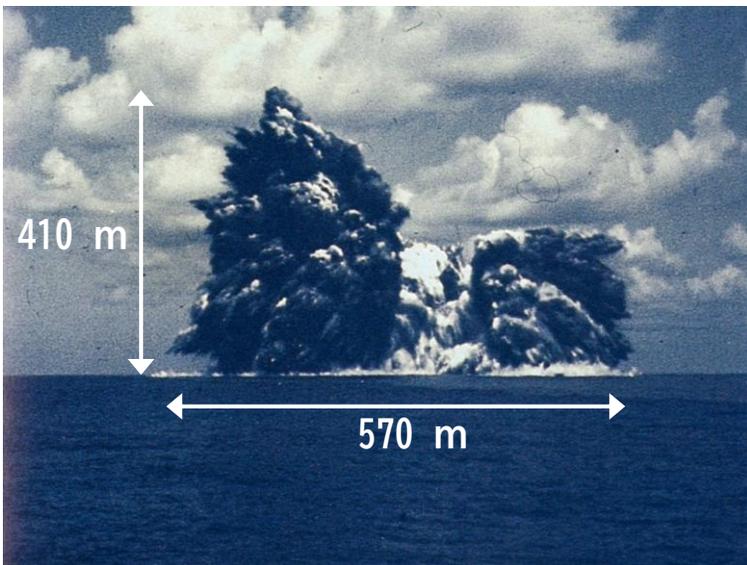
噴火開始

ウォーター  
ドーム：  
海面の盛り  
上がり



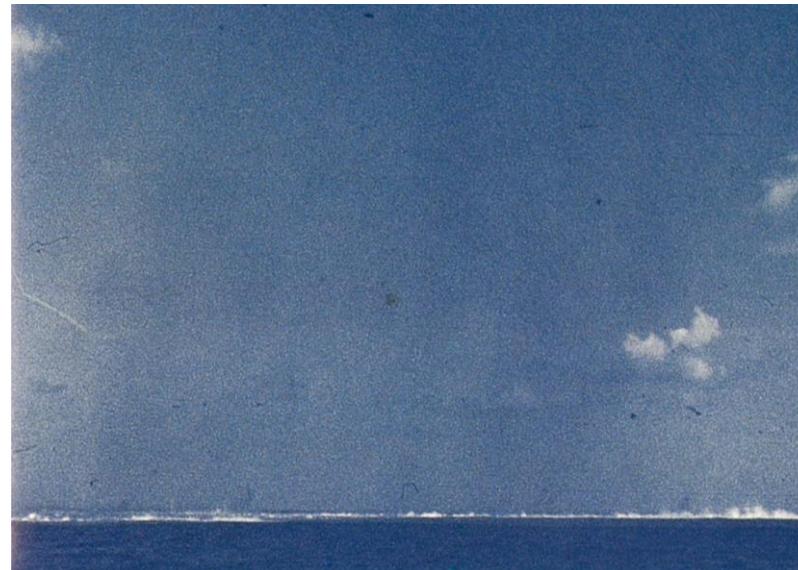
8秒後

水柱の突出力が衰え、落下し始める  
膨大な熱により生じた水蒸気が放出開始



5秒後

噴水の  
先端に  
軽石が  
認められる



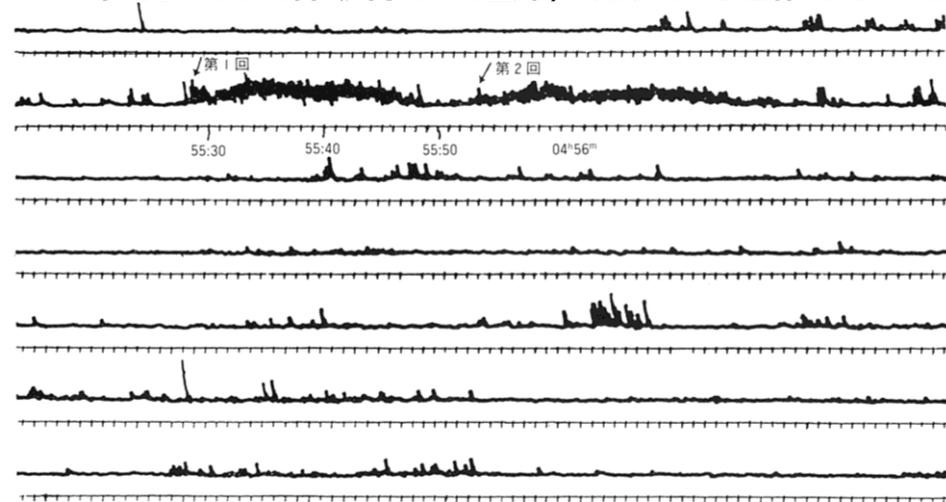
4分後

脚も広がり、分かりにくくなっているが、  
中心部にはなお、竜巻が残っている 19

# 明神礁・ベヨネース列岩 1952年噴火の事例（船舶海難）



測量船第五海洋丸（290トン）  
1952年9月24日明神礁付近で遭難，沈没したと推定される

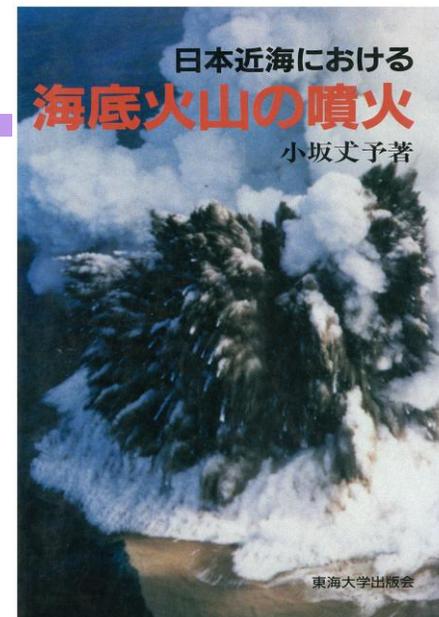


9月24日，第五海洋丸が遭難した明神礁の爆発。  
カリフォルニアのSOFAR（音響測位システム）に記録されたもの。2回の連続爆発を記録。横軸の点間は1秒間。



## 第五海洋丸 漂流破片

- ① 測量用パイ、
- ② 野菜箱横木、
- ③ 伝馬船船尾、
- ④ 無線室防音コルク、
- ⑤ 救命パイ、
- ⑥ 通信室後ろ柱、
- ⑧ 舷側手すり、
- ⑨ 櫓、
- ⑩ 櫓、
- ⑪ 救命艇外板、
- ⑫ コンパス・ブリッジ、
- ⑬ 端艇甲板、

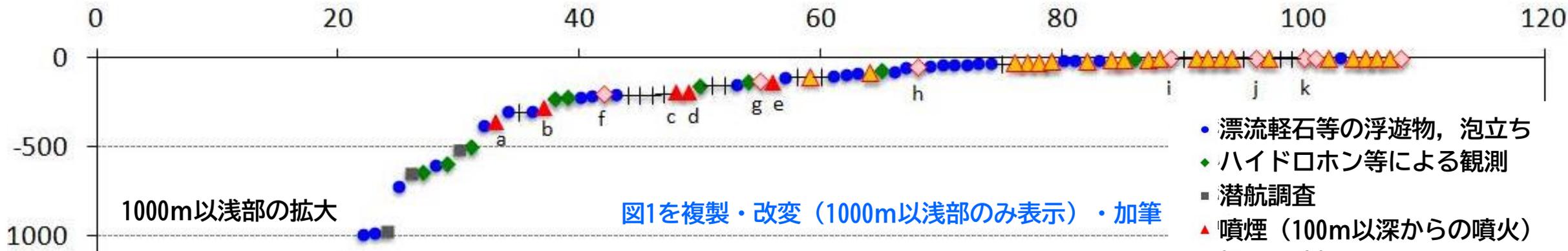


小坂丈予（1991）

- ・ 火砕サージで遭難（第五海洋丸遭難調査報告書←「海と安全」編集部，2025）
    - － 海洋丸の木製部材に突き刺さった飛翔物（小石片）の重さ・深さ・方向
    - － 甲板の米松材の割れ方，等
- ↓
- － 右舷斜下方から 10 Kg/cm<sup>2</sup> の圧力で 200 m/s の爆風を受けたと推定（上部構造物を粉碎飛翔させ，船体を 0.01 s で転覆させる力）
  - － 船は火口の端から 200 m 以内にあったと推定
- ・ 時間的空間的に極めて局所的かつ甚大な影響

# 海域での火山噴火の水深と表面現象

海底噴火を起こしたと考えられる 112 の火山体の番号 (水深の深い方からの火山体数の積算値)



- 漂流軽石等の浮遊物, 泡立ち
- ◆ ハイドロホン等による観測
- 潜航調査
- ▲ 噴煙 (100m以深からの噴火)
- △ 爆発, 噴煙
- ◇ 顕著なベースサージ
- + 不明

表1  
100m以深からの噴火で噴煙が海面上に立ち上がった事例

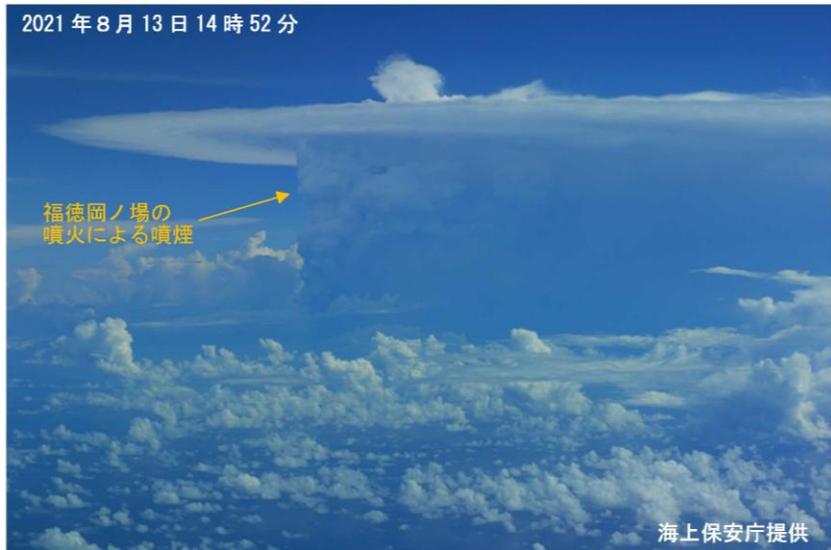
| 火山名                      | 地域               | 噴火年          | 噴火発生深度    | 噴煙高度(海面上) |
|--------------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|
| a Ritter Island          | NE of New Guinea | 1972, 74     | 300-400 m | 100-500 m |
| b Krakatau               | Krakatau         | 1883         | ~270 m    | > 数 km    |
| c Kick 'em Jenny         | West Indies      | 1939, 74, 88 | 160-230 m | 数 100 m   |
| d South Sarigan Seamount | Mariana Islands  | 2010         | 184 m     | 12 km     |
| e Izu-Tobu               | Honshu           | 1989         | ~130 m    | 110 m     |

表2  
ベースサージが発生した事例

| 火山名                  | 地域             | 噴火年     | 噴火発生深度 | ベースサージ発生深度 | 到達距離    |
|----------------------|----------------|---------|--------|------------|---------|
| f Anak Krakatau      | Krakatau       | 1927-29 | 200 m  | 数10 m 以浅   | ~0.5 km |
| g Surtsey            | Vestmannaeyjar | 1963-67 | 130 m  | 数10 m 以浅   | 数100 m  |
| h Myojinsho          | Izu Islands    | 1952-53 | 50 m   | 数10 m 以浅   | ~0.7 km |
| i Capelinhos (Fayal) | Azores         | 1957    | 50 m   | 数10 m 以浅   | 数100 m  |
| j Rabaul             | New Britain    | 1937    | < 50 m | 数10 m 以浅   | 数 km    |
| k Barcena            | Mexico         | 1952-53 | < 0 m  | ~ 0 m      | 数100 m  |

- ・ 400m以浅では噴煙が海面上に立ち上がる可能性あり
- ・ 特に<100mの浅海域ではサージの影響を考慮する必要が生じる
  - 有人離島直近の場合, 居住区域への影響の可能性が生じる
  - 安全距離を保つ必要性

# 小笠原諸島／福徳岡ノ場 2021年噴火の事例（海上交通・漁業活動等への障害）



気象庁・火山活動解説資料（令和3年）  
 ー噴煙高度16km程の大規模噴火（VEI=4）  
 （及川・他，2021）



軽石いかだの漂流  
 経路と漂着した時期  
 （及川・他，2023）

10月28日辺土名漁港



10月29日奥漁港



沖縄県国頭村  
 辺土名漁港（左）と  
 奥漁港（右）内の  
 海面を覆う軽石  
 （及川・他，2022）

- ・ 多量の軽石の沿岸への漂着
- ↓
- ・ 冷却水の取り入れ口が目詰まり
- ・ 機械のオーバーヒートの発生
- ↓
- ・ 浅層の海水を冷却に利用する  
 経済活動への影響

- ー 港の閉塞
- ー 船体・機械部の摩耗
- ー 漁船の運航停止・出漁自粛
- ー 養殖事業への影響
- ー フェリーの運休

（及川・他，2022）

- ・ 時間をかけて軽石が漂着
- ・ 中長期的に広域に影響が及ぶ 22

# 海域における火山噴火の監視（モニタリング）の制約・困難性

- ・海底火山噴火では予兆（変色水の出現等）が認められることが多い  
ただし、
- ・予兆もなく爆発する可能性がゼロではない
- ・予兆が出現していても通航量が少ない海域では誰にも気づかれない（高木, 2025）

- ・電力や通信インフラが無いために観測機器を設置して常時観測することが難しい、  
アクセス方法が限られるため現地に行って直接観測することが難しい（高梨・金, 2025）
- ・火山近傍に火山観測のための機器（地震計, GNSS, 監視カメラ等）を設置しての監視が困難  
→噴火が発生しても気象庁で検知できるとは限らない（高木, 2025）  
ただし、
- ・比較的規模が大きい噴火で大きな噴煙活動があれば、衛星で捉えられることもある（高木, 2025）

- ・大型船舶が不可欠な観測体制強化は、最初の噴火発生に間に合わない可能性が高い
- ・海底ケーブルの敷設は現実的でない
- ・震源精度が低い（地震の震央、深さの推定精度が低い→地震活動の評価に支障）
- ・日没→日出の時間帯や荒天時は視認が困難

- ◆ 空気振動観測（マイクロフォン）・ハイドロフォン観測の活用  
（爆発的噴火のモニタリング, 島内の3地点で観測モニタリングできれば, 噴火発生の方角推定が可能）
- ◆ 民間航空便の活用（小規模噴煙, 変色海水等の発生や変化の把握）

## 海底火山の噴火の特徴

### 噴火の状況は短時間のうちに劇的に変化する

青い海，静寂な海上模様から突然噴火する

噴火が終わると短時間で青い海に戻り，魚も泳いでいる

短時間のうちに数十メートルの火山島が形成され，  
噴火によって瞬時に消滅する

### 噴火は垂直方向だけでなく，水平方向かつ広範囲に影響が及ぶ

海上・海中の噴火においても火砕サージ・火砕流は発生する

「まえがき」より引用

日本海難防止協会・情報誌「海と安全」No. 606  
[https://www.nikkaibo.or.jp/pdf/606\\_2025.pdf](https://www.nikkaibo.or.jp/pdf/606_2025.pdf)

ISSN 2433-4944 (online)  
ISSN 0912-7437 (print)

日本海難防止協会情報誌

海と安全

2025 秋

No. 606

【特集】

海面下の危険

～ 海底噴火 ～

