

第 149 回 火山噴火予知連絡会資料

(その5)

追加資料

令和 3 年 12 月 27 日

火山噴火予知連絡会資料(その5)

目次

| | |
|-------------|----|
| 硫黄島 | 3 |
| 防災科研 3-16 | |
| 福徳岡ノ場 | 17 |
| 国土地理院 17-18 | |

小笠原硫黄島の活動的な火口群の 2021 年 12 月の状況

概要

11 月 24 日の漂流木海岸の噴火では 6 個の噴出孔から 6 万トン以上の噴出物が放出され、調査時も熱水の噴出活動が続いていた。阿蘇台陥没孔では火口壁の崩落で火口底が埋没した。離岩南火口では噴出孔 A の湯だまりが存続しており、他の噴出孔にも小規模な噴出活動や地形変化が認められた。そのほかの陸上の火口では井戸ヶ浜東火口や北ノ鼻東火口付近でごく小規模な噴出活動の痕跡があった。

各火口の状況

12 月上旬の渡島の際に最近 1 年ほどの間に噴火や熱水噴出等の異常現象が認められた西～北西海岸のミリオンダラーホール火口、阿蘇台陥没孔、井戸ヶ浜南および東火口、11 月 24 日の噴火で新たに誕生した漂流木海岸火口(仮称)や北東海岸の離岩南火口の現地調査を行った(図 1)。北ノ鼻沖や翁浜沖、北ノ鼻東火口周辺の異常現象発生地点(図 1)については空撮画像や遠望観察等で状況確認を試みた。

ミリオンダラーホール火口(12 月 8 日調査)

6 月の調査時には 2012 年～2015 年までの間に形成された火口(噴出孔 A・C の作るまゆ型の火口地形)の中に 5 個の小噴出孔(南より 21a～21e と仮称)が形成されており、灰色の泥状噴出物が堆積していた(図 2, 3)。今回の調査では噴出現象に起因したような変化は確認できなかった(図 4)。

阿蘇台陥没孔(12 月 8 日調査)

定常的に活発な熱水活動を続ける阿蘇台陥没孔では、6 月の調査時には火口縁から 10～12m 程度の深さに湯だまりの水位があった(図 5)。今回の調査時には西側の火口壁の崩落により火口縁から 6～7m 下にあった棚状の地形はなくなっていた(図 6)。崩落物により埋まった孔底の深さは約 20m で、湯だまりはなく噴気活動は微弱であった(図 7)。火口の周辺、特に火口北側では開口割れ目が多数存在しており(図 8)、今後崩壊範囲が拡大する恐れがある。

井戸ヶ浜南火口(12 月 8 日調査)

井戸ヶ浜南火口では 3 月～6 月の間に噴出孔列(噴出孔 B と仮称)が形成された(図 9)。その後に生じた噴出現象に起因したような変化はなく、各噴出孔内は風成砂によってほぼ埋積されていた(図 10)。

井戸ヶ浜東火口(12 月 9 日調査)

6 月の調査時には火口内に透明度の高い湯だまりが形成され、熱水が火口西縁の低所から流れ出していた。今回の調査時には湯だまりはなく(図 11)、南北に配列する小噴気孔から小規模な噴気が出ていた。周辺に広がる噴気地帯での噴気活動は活発で、井戸ヶ浜東火口の西側に 20～30m 程度離れた場所の噴気孔では直径数 m 程度の小規模な碎屑丘が形成されていた(図 11, 12)。

離岩南火口(10 月 15 日空撮, 12 月 9 日調査)

6 月の調査時に比べて大きな変化は生じていない(図 13～16)。噴出孔 A には白く濁った湯だまり(簡易赤外カメラによる計測で水温 73℃程度)が存在していた(図 15)。10 月 15 日の空撮写真(図 14)により、湯だまりは一時期溢流していたことがわかる。噴出孔 A 周辺の割れ目群には再び存在が確認できたものがあり、その一部は右ずれの雁行配列を示す(図 17)。また火口北縁にある開口割れ目の北端付近から熱水が小規模に流出していた(図 14, 18)。

噴出孔 C 内部では同心円状の割れ目が形成されており(図 16)、また東部にあった小規模な噴出孔はやや拡大し底が池となり、その他にも数個の小規模な噴出孔(ないし陥没孔)が形成されていた(図 14, 16)。小噴出孔形成時に噴出物が伴われたかどうかは、周辺を覆う風成砂と区別できるものがなく不明であるが、有ったとしてもごく少量と思われる。噴気活動は微弱で、簡易赤外カメラによる計測で火口壁の温度は最大 72℃程度、池の水温は 43℃程度であった。

噴出孔 E も風成砂で埋積が進んだ(図 19)。横切る正断層の変位が大きくなっている傾向にあるが、変位を確認していた地点が風成砂層に埋没したため不明である。噴出孔 F では F6 南東部の小噴出孔で噴気活動

が続いていた。活動している小噴出孔の周りは比高 40cm 程度の碎屑丘になっており、10m 程度の範囲を最近噴出したと思われる粘土分を含む砂礫状の噴出物が覆っていた (図 20)。噴出孔 G では火口壁の浸食と火口底の埋没が進んだ以外に特に変化はなかった (図 21)。火口壁の温度は簡易赤外カメラによる計測で 86°C 程度であった。

漂流木海岸火口 (仮称 12 月 8 日～9 日調査)

漂流木海岸では 11 月 24 日未明に噴火が発生した。海上自衛隊気象班への聞き取り調査によれば、このときは北風が吹いており、火山灰の堆積が漂流木海岸近くの一週道路沿いや飛行場南側のターミナル建屋屋上 (火口の南南東方向約 3.1km、堆積量 1～2g/m² 程度) で確認された。

現地調査の結果、漂流木海岸の砂浜地域に新たな噴出孔群が確認された (図 22)。調査時までには接近した台風による波浪や飛砂の影響で噴出物がかなり浸食・埋積されており、特に火口北西側の海岸に近い地域は噴出物分布に不明な点が多い。また火口北～東側の池や河川の周辺のぬかるんだ湿地となっていた地域や南東側の海食崖上の森林地域では調査を実施できていない。

噴出孔は南北方向に並ぶ 2 列の火口列からなる。西側の火口列を構成する噴出孔を A 及び B、東側を構成する噴出孔を C とする (図 20)。噴出孔 A は直径約 120m の円形の噴出孔で、直径 90m 程度の褐色の水をたたえた池が形成されている (図 23)。水面から火口縁までの高さは 3～4m 程度、池と火口壁の間は水面より 1m 程度高い段丘状の平坦面となっている。池の水温は 31°C 程度 (簡易赤外カメラによる計測、以下同様) で、数ヶ所で水が湧き上がっているような波が生じていたが特に高温ではなかった。南側火口壁にある湧水地点では 71°C 以上の温度があった。噴出孔 A 周辺は比較的平坦で、噴出物の厚さは 1.5m～2m 程度と推定される。噴出孔 A の西側では火口縁から約 60m までの範囲で土石流状の淘汰の悪い堆積物からなるローブ地形が広がっている (図 24)。末端部では 30cm 以上の厚さがあり、大型の岩塊が集中している (図 25)。

噴出孔 B では比較的急傾斜な碎屑丘が形成されており、火口は 2 つの噴出孔 B1 と B2 が連結したまゆ型で内部が褐色の水をたたえた池となっている (図 26, 27)。B1 は直径約 60m で、B2 は約 70m、水面から火口縁までの高さは 5～6m 前後であるが、最高点では約 8m である (図 28)。火口壁での噴出物の厚さは遠望での推定では 3.5m 程度とみられる (図 28)。池の水温は 26°C 程度で、噴出孔 A と同様に数ヶ所で水が湧き上がっているような波が生じていたが特に高温ではなかった。B1 火口壁には最高で 55°C 程度の高温部が存在した。

噴出孔 C は 3 つの噴出孔 C1～C3 が連結した串団子状の火口である (図 22)。南端の C1 は熱水噴出活動が活発で熱水を 3m 前後の高さに噴き上げていた (図 29)。噴気により詳細が不明であるが、C1 は長径 80m、短径 60m 程度の楕円形で内側に長径 60m 短径 35m 程の灰色の熱水の池 (水温 81°C 程度) が生じていた。C2 は長径 25m、C3 は長径 20m 程度で共に段丘状の堆積物に埋積され、さらに C1 から流れ出す熱水の川に貫通されている (図 30)。これらの噴出孔周りは平坦に近い碎屑丘になっているが、噴出孔どうしが接する部分で高くやや急峻になっていた。噴出物層厚は不明な場所が多いが、厚い部分でも 2m 程度と推測される。C3 周辺の噴出物表面には火口から飛散した湿った砂礫混じりの噴出物が放射状に流動した痕跡 (図 30) が残っていた。火口群の東側や北側には噴出孔 C 付近より流下したと考えられる薄い泥流の堆積物が浜堤列間の窪地を埋める形で 5～6 列存在していた (図 31)。噴出孔群の北東側から北側にかけては C1 から流下した熱水の川 (図 30) に由来する河成堆積物が広がり、砂浜には大きな池が形成されていた (図 22, 27)。池の北東端 (C1 から約 450m) からはさらに既存の池 (2021 年 3 月頃から存在) に流れ込む川が形成されていた。

噴出物は粘土分を含む砂礫状で、火口群から 300m 程度離れた地点でも 1cm 程度の層厚があった (図 32)。噴出物断面をみると下部はやや粘土分が多く灰色、上部は砂質で褐色を呈しており、噴出物の性質に経時変化があったことが推定される。大きな噴石の落下跡は多数認められる (図 33～35)。方角により確認できた到達距離が異なるが、少なくとも噴出孔群から 150m 程度の距離まで飛散していた (図 22)。北西方向では到達距離が大きく、最も近い噴出孔から少なくとも 250m 程離れた地点まで確認でき、さらに遠方の地表面の改変が著しい地域にも到達していた可能性が大きい。大型の噴石は黄褐色や緑灰色の凝灰岩片が多く、火口縁周辺では最大で 1～1.5m 径程度の大きさのものが存在している (図 33)。

その他の噴出孔や異常発生地点

北ノ鼻沖では 7 月 12 日に 2ヶ所で変色水の湧出が確認された。海上自衛隊資料をもとに噴出地点を推定したところ、噴出地点は現在の北ノ鼻の海岸線の北方約 1.2km の位置にあり、東西に 630m 程離れて配列し

ていた(図 1)。西側の変色水域は直径約 15m、東側の変色水域は直径約 50m であった。

翁浜沖では 8 月 12 日より海底での噴出活動に伴う水柱や噴気、変色水の湧出が確認された。9 月 17 日には同時刻に 2 ヶ所から噴出していることが確認された。海上自衛隊資料をもとに 8 月 12 日～9 月 17 日の噴出地点について推定したところ、現在の翁浜東部の海岸線までの距離が約 700～800m の位置にあった(図 1)。噴出地点は日によって多少移動しており、北西-南東方向に 180m 程度の長さの範囲に分布していたとみられる。また推定できた水柱の高さは最高で 60m 程であった。12 月の調査時にはこれらの海域での異常現象を遠望観察で確認することができなかった。

北ノ鼻東火口(2019 年 8 月に気象庁機動観測班によって発見された小噴出孔)では、10 月 15 日の空撮写真(図 36)によって、北東に約 160m 離れた海岸の地熱地帯に新たに小規模な熱水噴出孔が形成されていたことが確認された。

噴出量の推定

漂流木海岸火口の 11 月 24 日噴火の噴出量について、図 22 の等層厚線分布を用いて Fierstein and Nathenson (1992) の方法で概算した。推定にあたり噴出物の堆積密度 1000kg/m^3 とした。結果は火口部分(約 $22,000\text{m}^2$)の噴出物を差し引いた場合で約 6 万トンとなった。これは最小推定値に相当するものであるが、噴出量が推定された歴史時代の噴火では最大の値である。

噴出物の岩石記載的性質

漂流木海岸火口の 11 月 24 日噴火の噴出物について実体顕微鏡観察と粉末 X 線回析(XRD)測定をおこなった。試料は噴火当日に飛行場ターミナル屋上で海上自衛隊気象班が採取したものと 12 月 9 日に噴出孔 A 南方で採取したものを使用した。砂～細礫程度の大きさの粒子は近年の硫黄島の小噴火と同様に、軽石状・黒曜石状の褐色～黒色の火山ガラス片が多く、結晶片や熱水変質岩片、石質岩片を少量含む(図 37)。結晶片では斜長石、単斜輝石、カンラン石等を含む。火山ガラス粒子はほぼ未変質で新鮮に見えるものからほぼ粘土化したものまで様々な程度に変質している。これらの粒子には円磨されているものも含まれる。硫黄島表層の海浜堆積物や過去の大規模噴火の噴出物によく類似している。

XRD 測定結果(図 38)では、粘土鉱物としてはスメクタイトを主体としカオリン鉱物とごく少量のイライト(雲母鉱物)と緑泥石を含んでいる。その他の熱水変質鉱物として黄鉄鉱・硬石膏・石膏・クリストバライト・石英・方沸石が検出された。方沸石については地表付近で取り込んだ元火山灰堆積物などの凝灰岩に由来するものの可能性が高い。また、火山ガラス粒子に起因すると考えられる $2\theta = 25^\circ$ 付近を中心とするブロードピークが明瞭に確認された。

これらの結果は近年の各地の火口の噴出物と概ね同様である。イライトと緑泥石については通常検出されていないが、地理的に比較的近い位置の北ノ鼻火口の 2015 年噴出物には多く含まれていた。噴出孔 A 付近の試料では、下部(前期)の灰色の噴出物ほうが粘土鉱物に富み、上部(後期)の褐色の噴出物は火山ガラス粒子に富む傾向にある(図 38)。飛行場ターミナルの試料は上部の試料に類似しており(図 38)、遠方に到達した火山灰は噴火の後期に噴出した可能性がある。

調査結果まとめ

漂流木海岸の 2021 年 11 月 24 日の噴火では、南北方向に配列する 2 つの火口列に合計 6 個の噴出孔が形成された。最大の噴出孔では直径が 120m に達していた。噴出物は粘土分を含み、噴出孔周辺では少なくとも一部が湿って流動性を持った状態で定置した痕跡がある。弾道状に飛散したと考えられる噴石は 250m 以上離れた場所まで到達した。噴出物は主に既存の岩石と熱水変質物から構成されていると判断できるので、これまでの噴火と同様に水蒸気噴火であった可能性が高い。噴出量は約 6 万トン以上と推定され、記録のある噴火では最大規模であったと考えられる。調査時も一部の噴出孔で熱水噴出活動が続いていた。

その他の陸上の火口では、阿蘇台陥没孔では火口壁の崩落があり火口底が埋積され、噴気活動も微弱な状態であった。離岩南火口では、噴出孔 A で湯だまりが存続し、周辺に新しく熱水の小規模な熱水流出の痕跡も認められた。そのほか噴出孔 C と F で小規模な噴出活動や小噴出孔形成の痕跡が認められた。井戸ヶ浜東火口や北ノ鼻東火口の周辺でも新たにごく小規模な熱水噴出の痕跡が認められた。

以上は現時点での結果であり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞 海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班には現地調査や聞き取り調査に御協力頂き、また貴重な火山灰試料を提供して頂いた。朝日新聞社には航空機からの空撮の機会を頂いた。最近の海岸線位置の推定には産総研が公開している火山衛星画像データベースの ASTER 衛星画像を参考にさせて頂いた。記して御礼申し上げる。

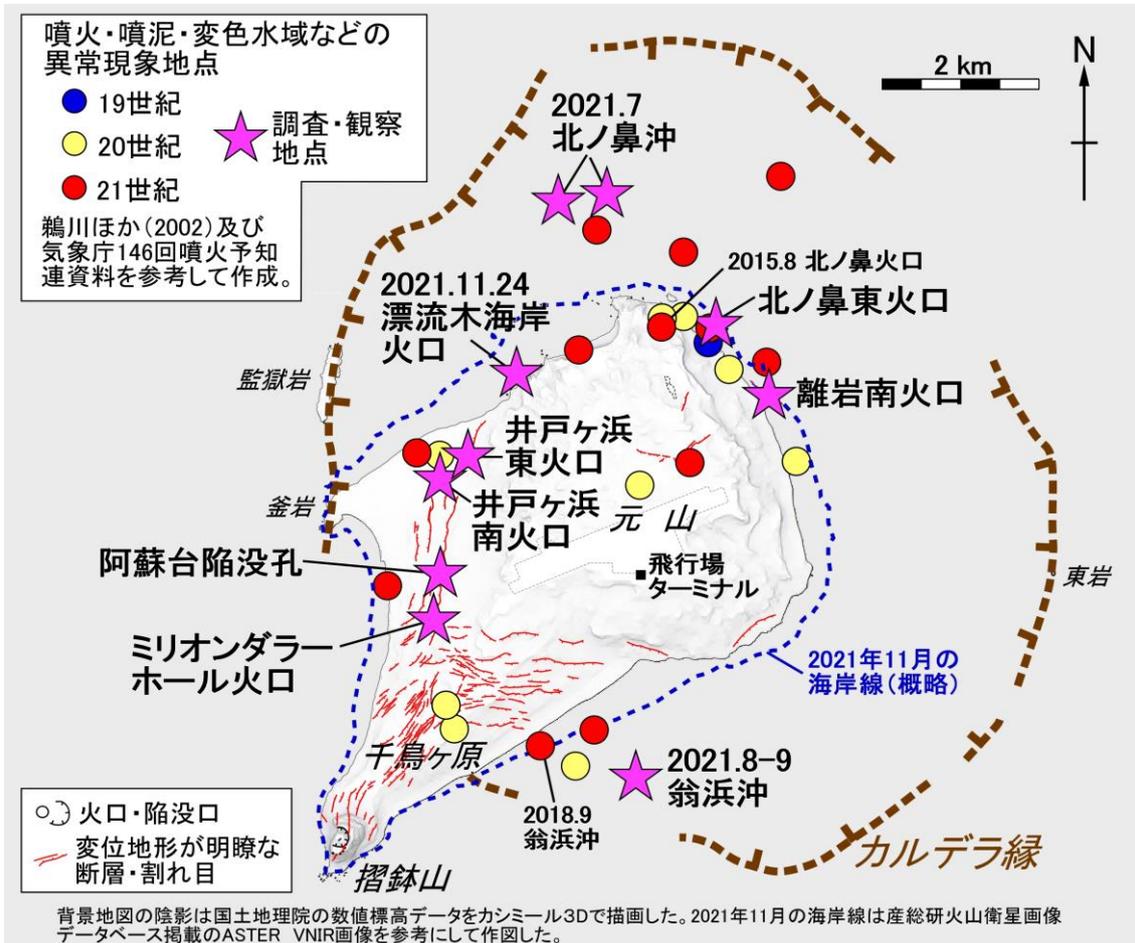


図1 火口群の位置図

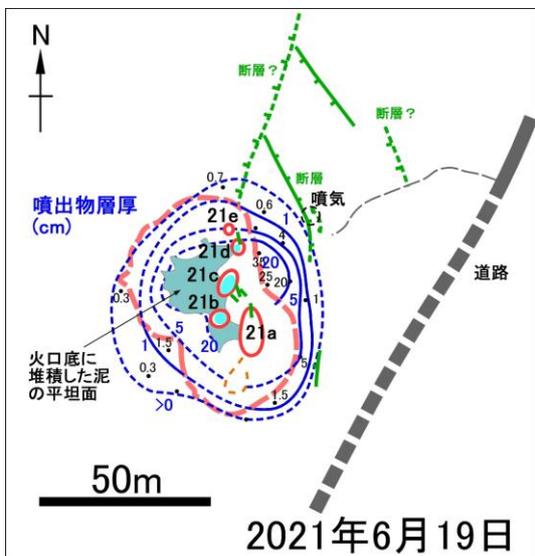


図2 ミリオンダラーホール火口の概略見取り図。



図3 南からみたミリオンダラーホール火口 (6月19日)



図4 南からみたミリオンダラーホール火口 (12月9日)



図5 阿蘇台陥没孔の内部(6月19日)。湯だまりが高い水位で存在していた。



図 6 阿蘇台陥没孔の状況 (12月8日)。孔内西(左)側にあった棚地形が崩壊して消失していた。



図 7 阿蘇台陥没孔の孔底の埋積状況(12月8日)。湯だまりはなく、噴気活動も微弱。

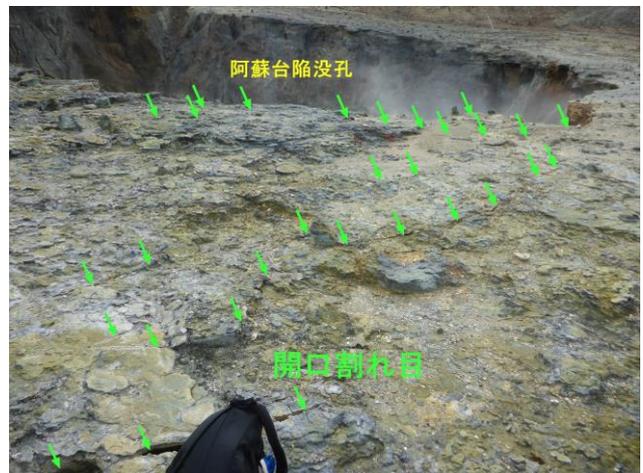


図 8 阿蘇台陥没孔周辺の開口割れ目(12月8日)。

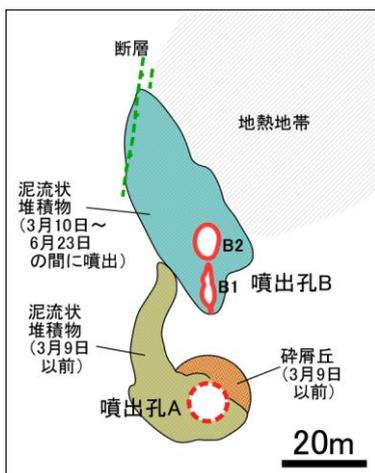


図 9 井戸ヶ浜南火口の概略見取り図

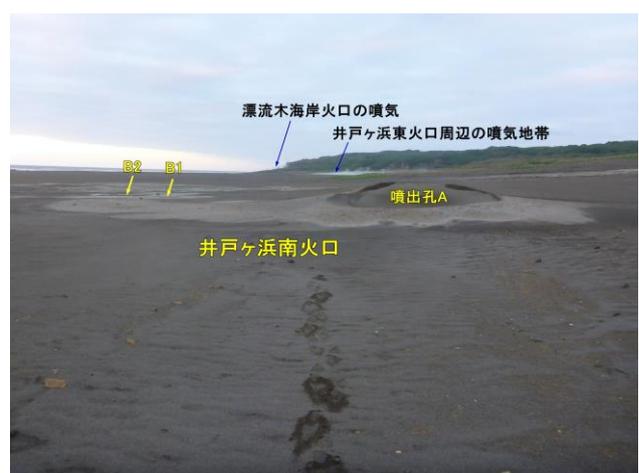


図 10 南方からみた井戸ヶ浜南火口(12月8日)。各噴出孔内は風成砂による埋積が進んでいた。

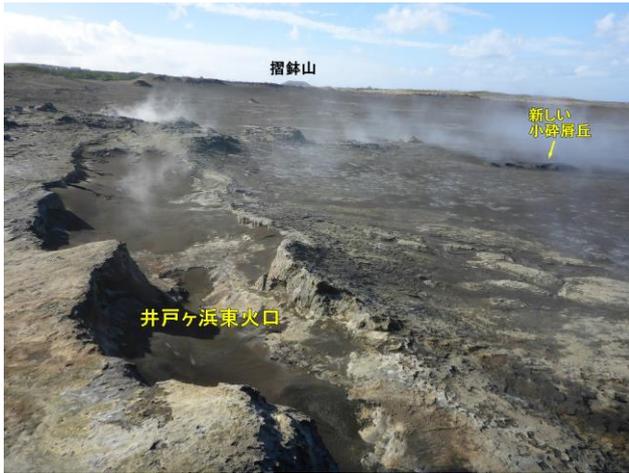


図 11 北よりみた井戸ヶ浜東火口と、隣接する噴気地帯に新たに生じていた小砕屑丘(12月9日)。



図 12 小砕屑丘の拡大。周辺の噴気に遮られて詳細は不明 (12月9日)。

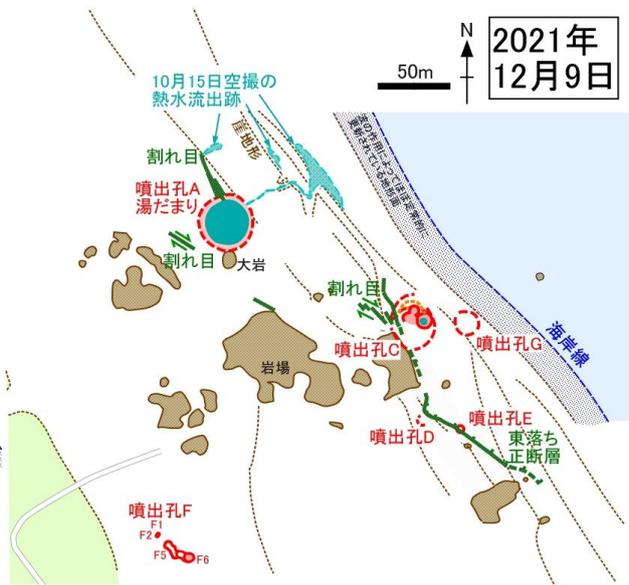
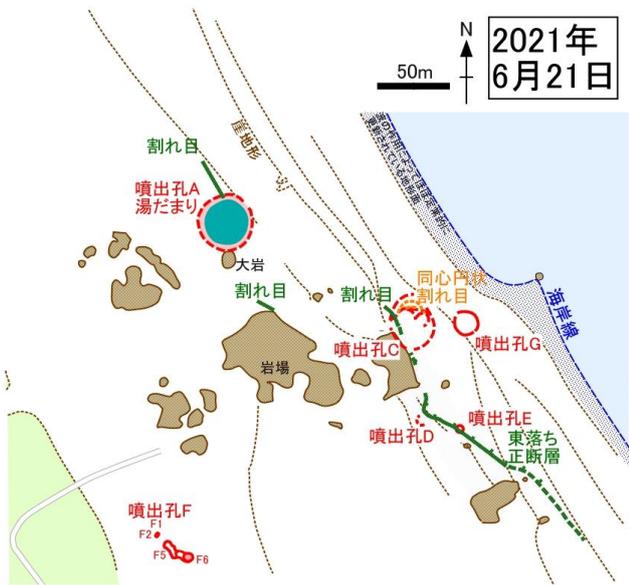


図 13 離岩南火口の概略見取り図(6月21日・12月9日調査)。

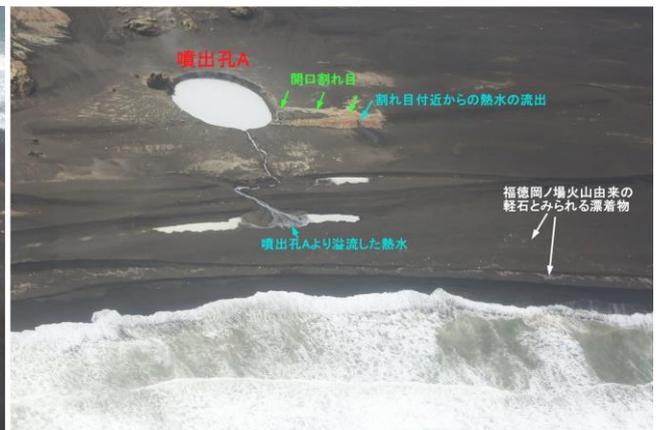
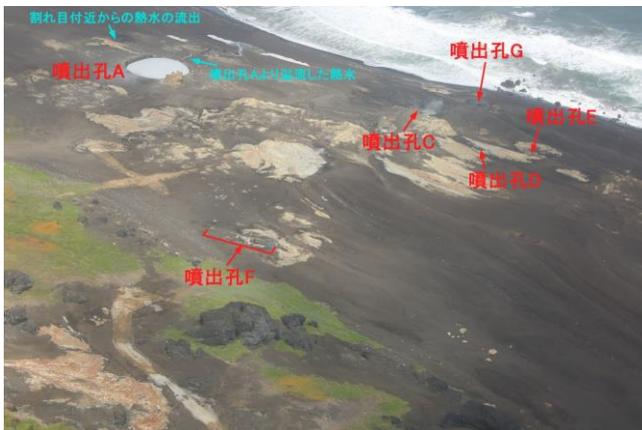


図 14 離岩南火口の空撮写真(10月15日に朝日新聞社機より撮影)。



図 15 西からみた噴出孔 A 周辺部。噴出孔 A 内の湯だまりが存続していた。

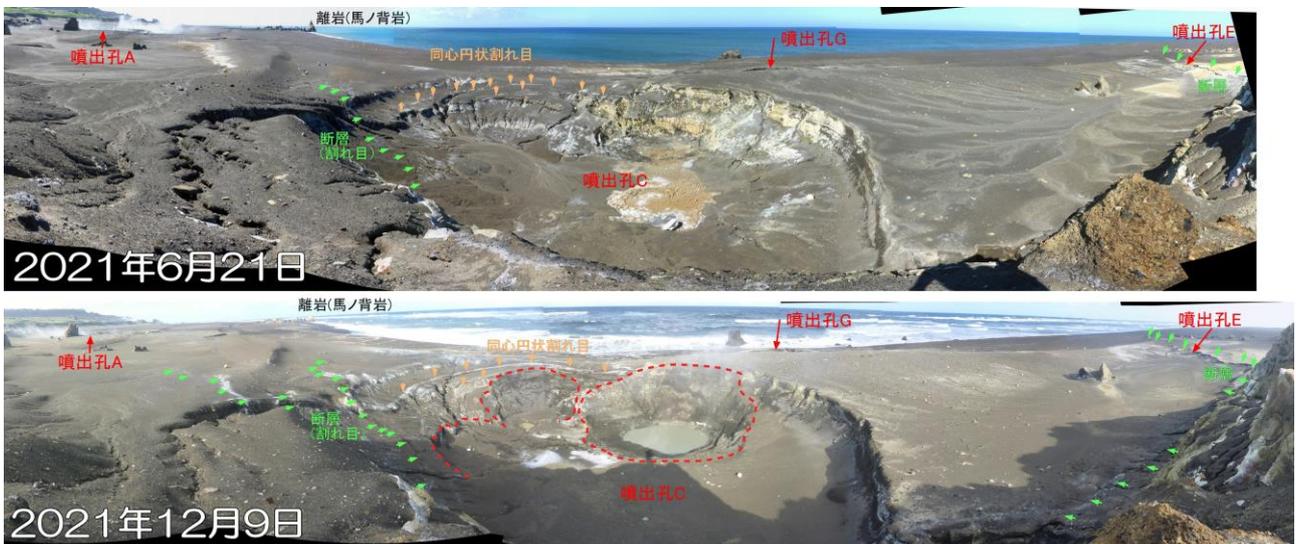


図 16 西からみた噴出孔 C 周辺部。12 月には噴出孔 C 内に数個の小規模な噴出孔が形成または拡大していた。



図 17 噴出孔 A 西側の雁行割れ目(12 月 9 日)。

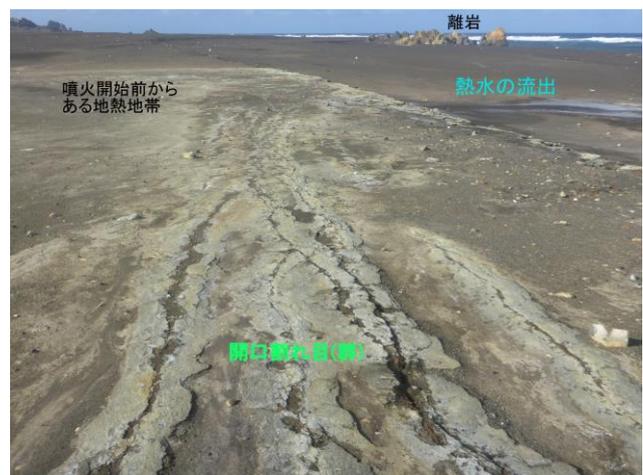


図 18 噴出孔 A 北側の開口割れ目(12 月 9 日)。



図 19 噴出孔 E (12 月 9 日)。風成砂による孔底の埋積が進んでいた。



図 20 東からみた噴出孔 F (左 : 6 月 21 日 右 : 12 月 9 日)。南東端の小噴出孔 F6 で噴気活動が続いていた。12 月の調査時には砂礫質な噴出物が F6 周辺を覆っていた。



図 21 東からみた噴出孔 G (12 月 9 日)。孔底の埋積が進んでいた。

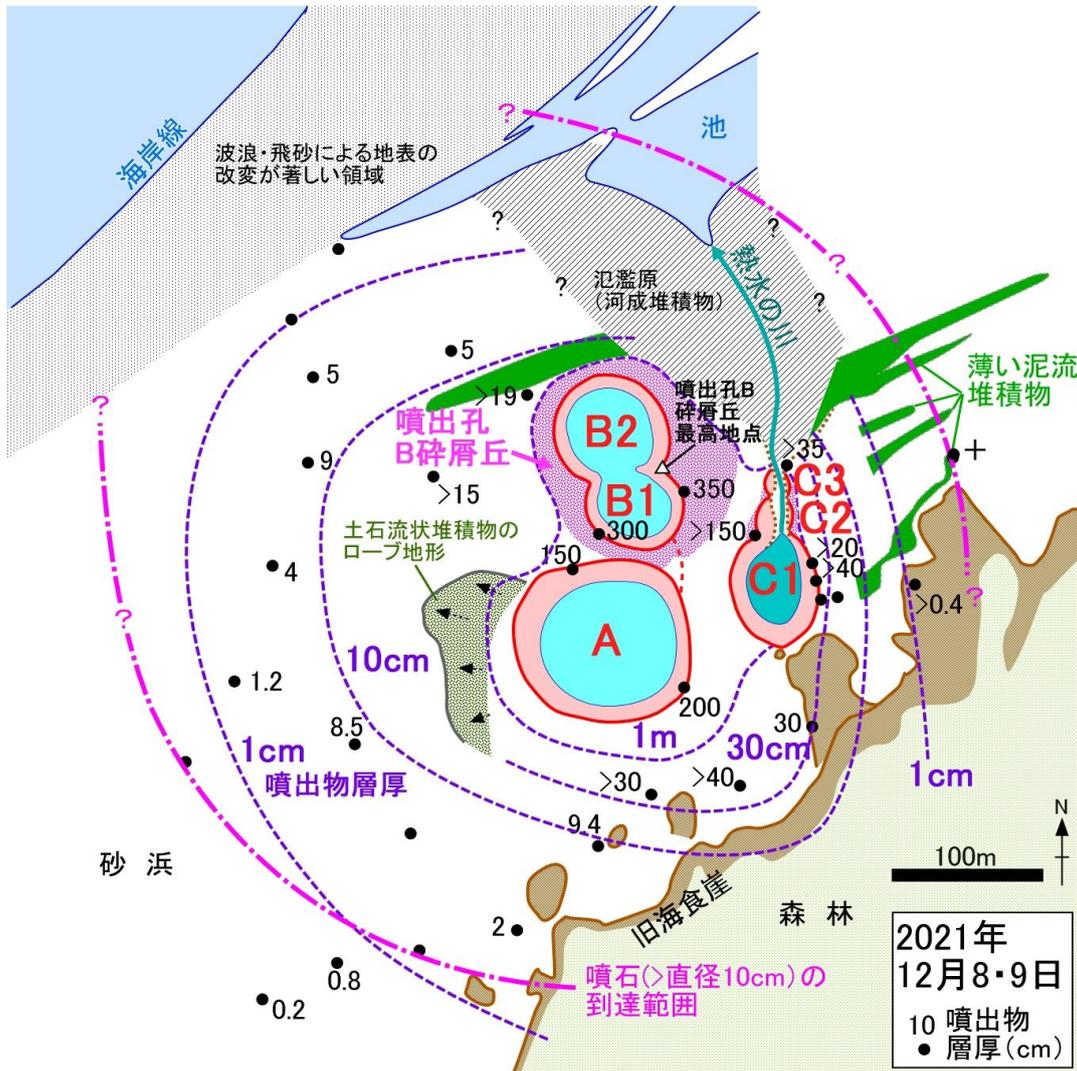


図 22 漂流木海岸火口の概略見取り図(12月8日～9日調査)。
噴出孔B碎屑丘東縁の最高地点の座標は24° 48' 15.7" N, 141° 18' 35.8" E。

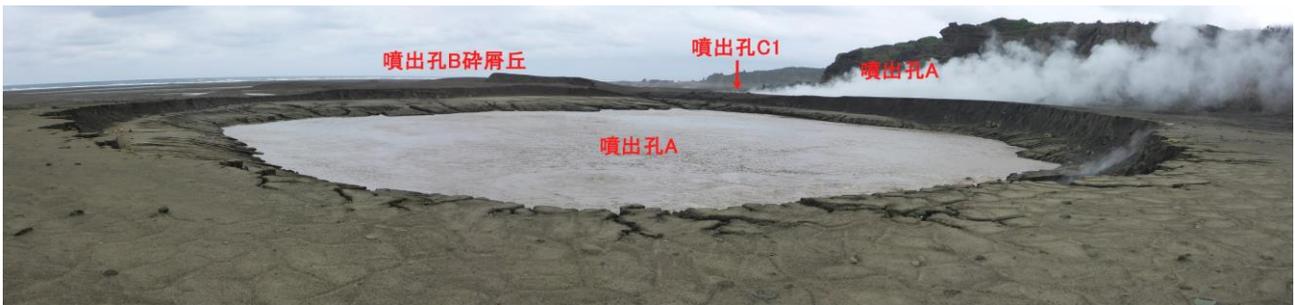


図 23 南西側からみた噴出孔A(12月8日)。



図 24 噴出孔Aの西側の広がるローブ状の厚い土石流状堆積物(12月9日)。

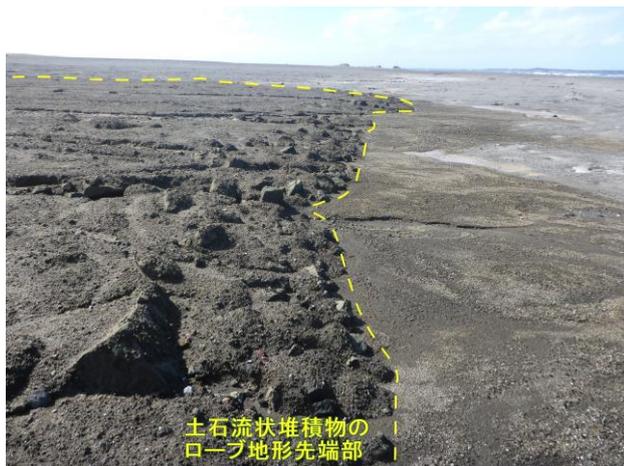


図 25 土石流状堆積物の先端部。大型の岩塊が集中している(12月9日)。



図 26 南縁からみた噴出孔B(12月8日)。近景の火口縁は火口内に崩壊しかけて地割れが生じている。



図 27 北西縁からみた噴出孔B(12月8日)。



図 28 噴出孔 B1 火口壁(12 月 8 日)。上半分が噴出物からなると推定される。下半分は海側に傾斜した成層砂層で浜堤の堆積物とみられる。



図 29 噴出孔 C1 の熱水噴出活動(12 月 8 日)。噴き上がった熱水の高さは約 3m。

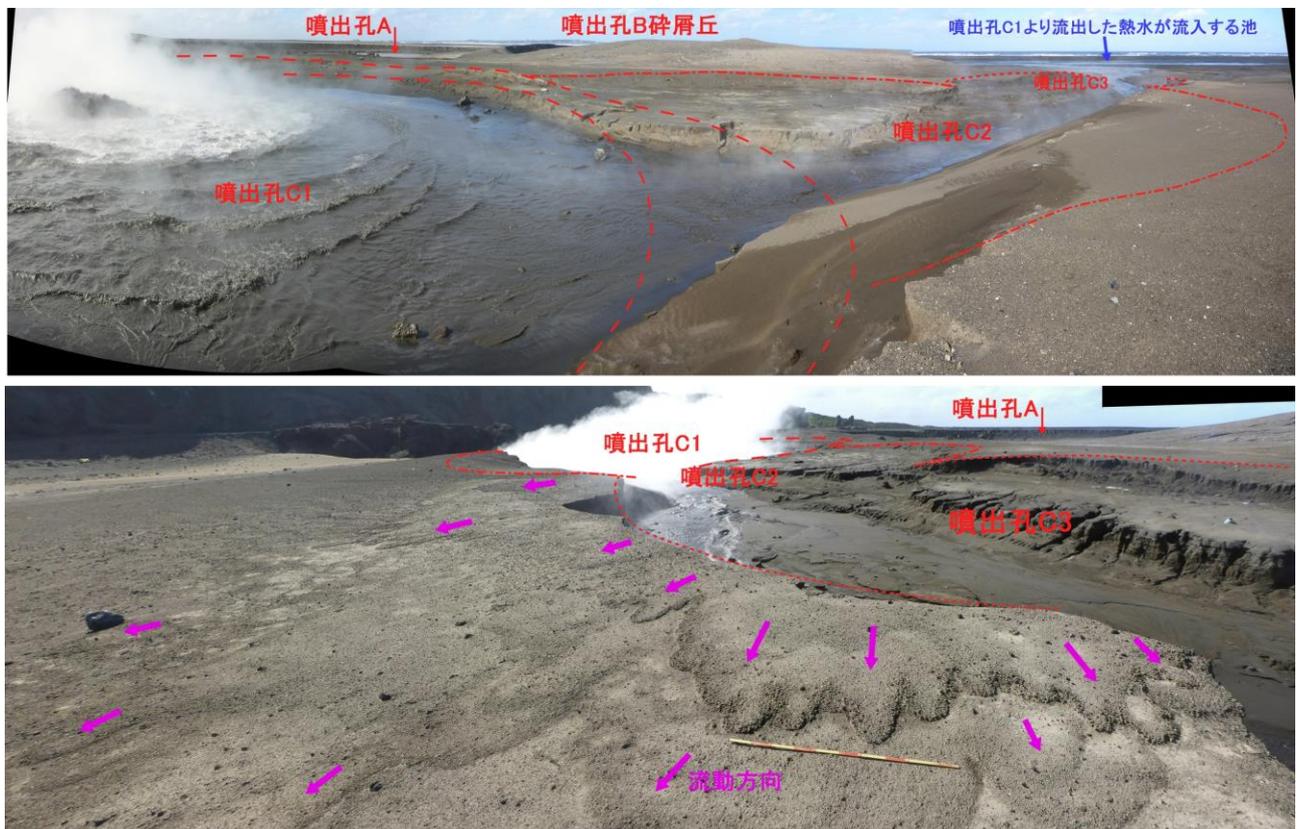


図 30 噴出孔 C の噴出孔群(12 月 9 日)。上:C1 北東側より撮影。下:C3 北東側より撮影。C2 と C3 は堆積物に埋積された浅い火口地形で、C1 より流出した熱水の川に貫通されている。周辺の低平な砕屑丘表面には噴出孔から放射状に流動した砂礫質噴出物のフィンガー状・ロープ状の堆積構造が認められる。

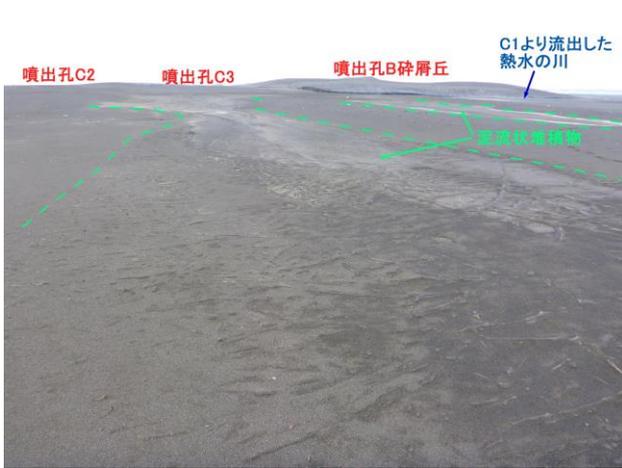


図 31 噴出孔群の東方の浜堤間の窪地に堆積した泥流の堆積物(12月9日)。乾裂の発達した泥層表面を風成砂が覆っている。



図 32 噴出孔 A 火口縁の南約 80m の噴出物断面(12月9日)。厚さは 9.4cm で、下部は灰色、上部は褐色の堆積物からなる。



図 33 噴出孔 A 西火口縁の大型の噴石(12月8日)。



図 34 噴出孔 C1 南側の噴石落下跡(12月9日)。



図 35 噴出孔群北西側の噴石落下跡(12月9日)。最も近い噴出孔 B2 の中心からの距離は約 230m。



図 36 北ノ鼻東火口の海側に生じていた小規模な熱水噴出孔(10月15日 朝日新聞社機より撮影)。

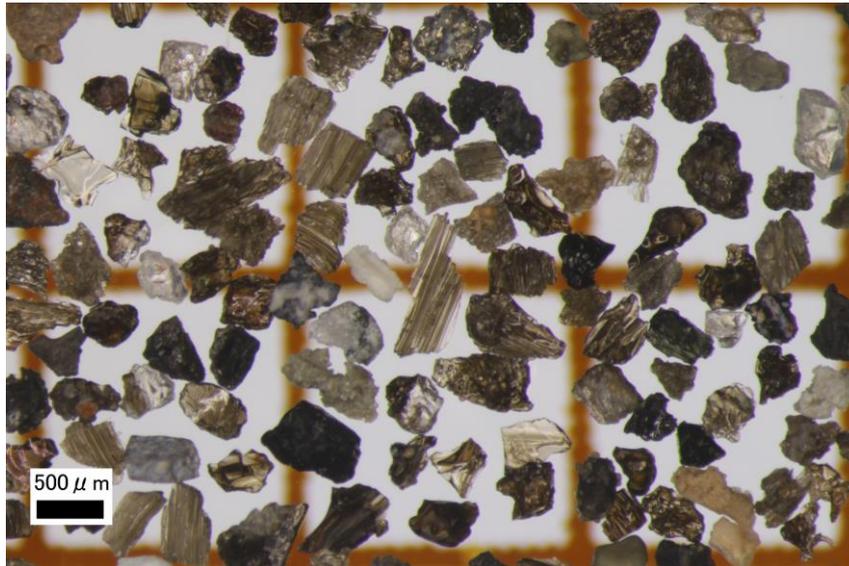


図 37 漂流木海岸火口 2021 年 11 月 24 日噴火の火山灰粒子（飛行場ターミナル試料）の実体顕微鏡写真(250-500 μm サイズ)。

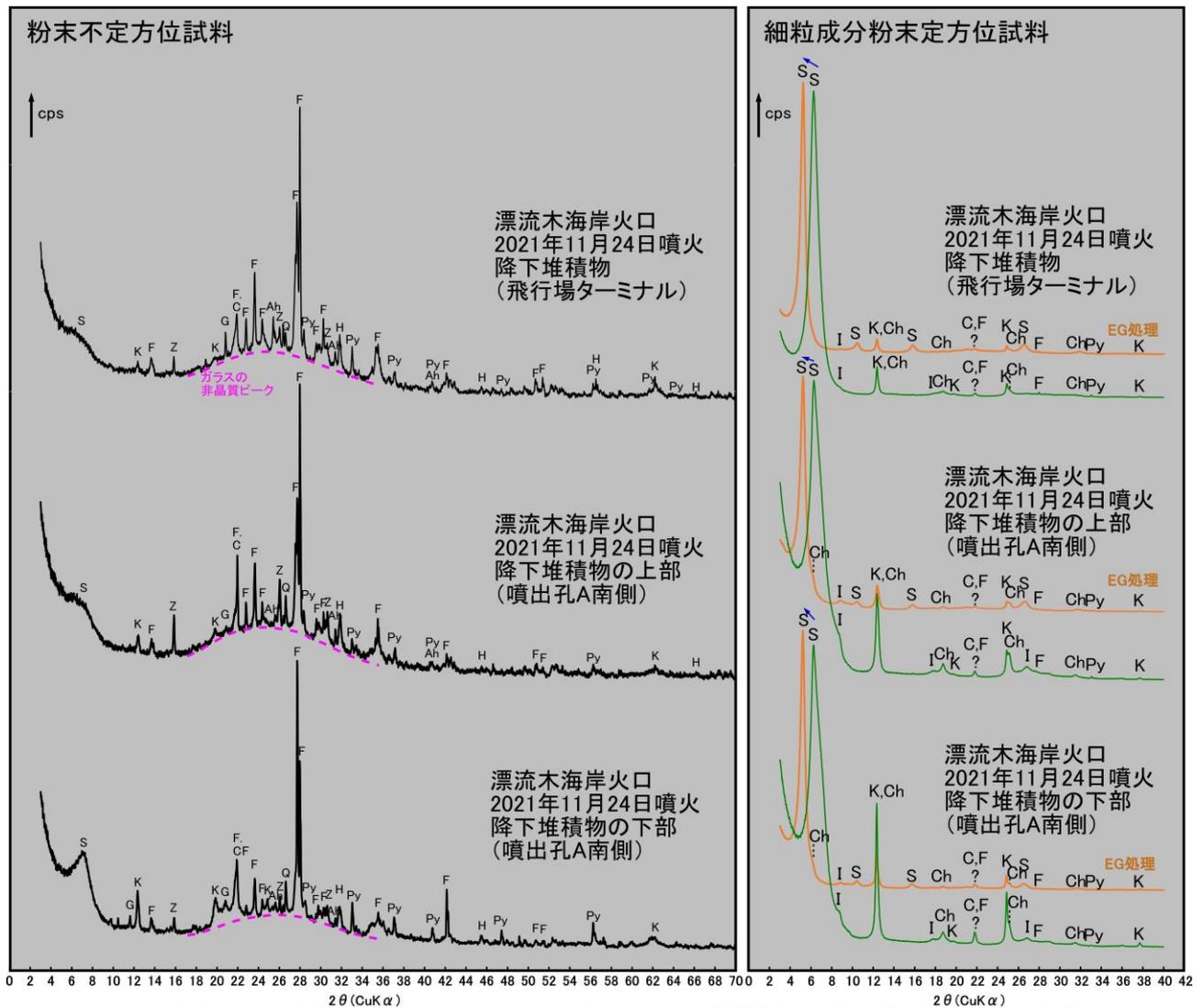
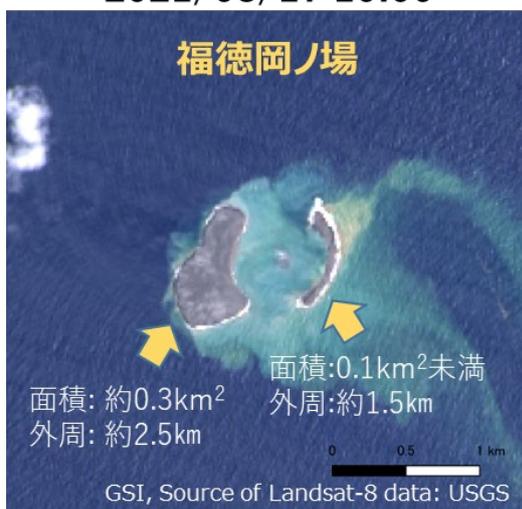


図 38 漂流木海岸火口 2021 年 11 月 24 日噴火噴出物の X 線回折パターン図。

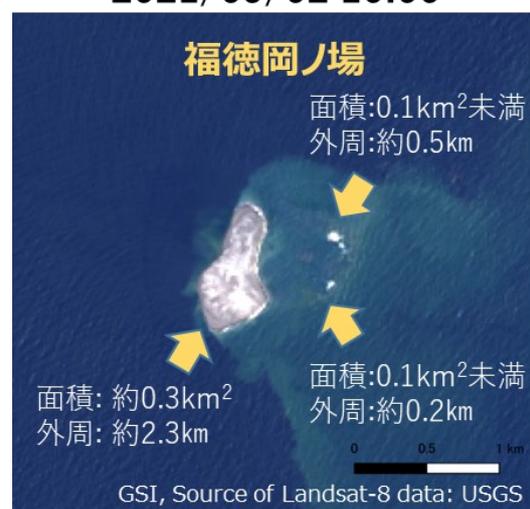
福徳岡ノ場 Landsat-8 画像

8月13日からの福徳岡ノ場での火山活動により新島が生じたことが確認されてから、国土地理院では米国航空宇宙局（NASA）/米国地質調査所（USGS）の地球観測衛星 Landsat-8 が観測した衛星画像を解析し、新島の形状、大きさ等を明らかにしてきました。新島確認後、最初の8月17日時点のLandsat-8画像では、面積約0.3km²、外周約2.5kmの陸地と面積約0.1km²、外周約1.5kmの2つの陸地を確認されましたが、徐々に縮小するとともに東側の陸地は確認できなくなっています。

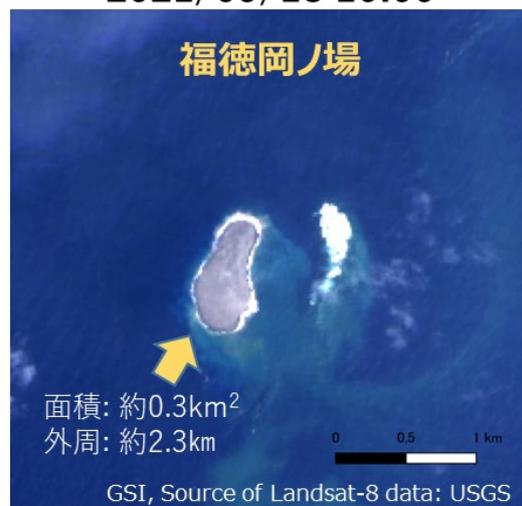
2021/08/17 10:00



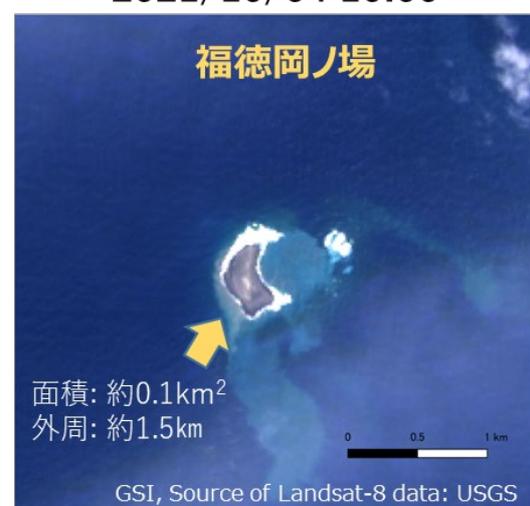
2021/09/02 10:00



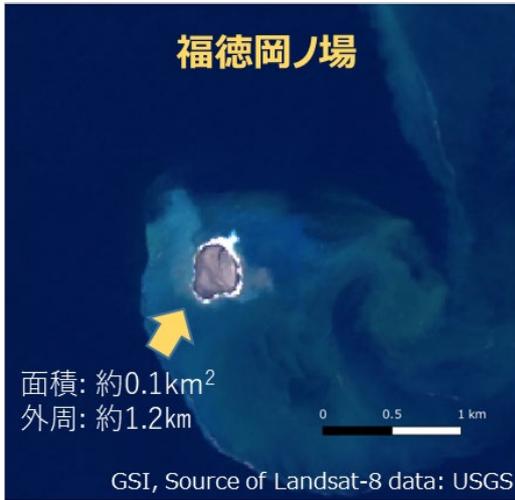
2021/09/18 10:00



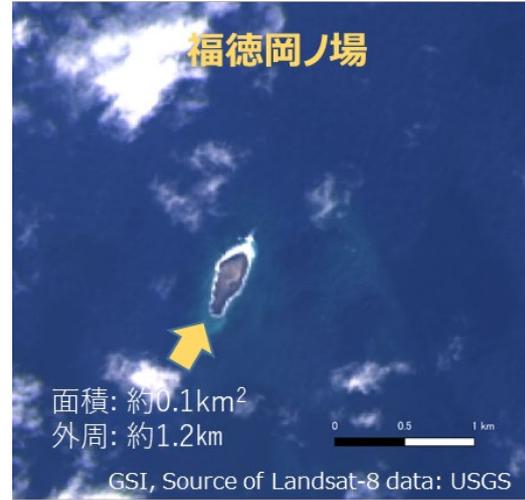
2021/10/04 10:00



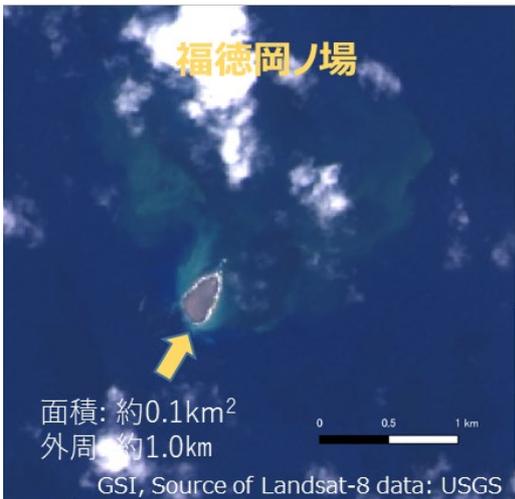
2021/10/20 10:00



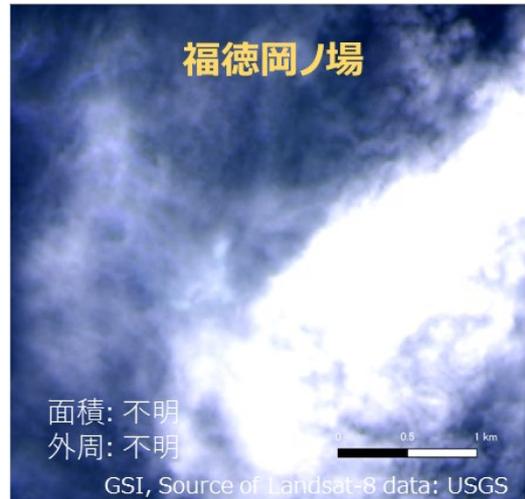
2021/11/05 10:00



2021/11/21 10:00



2021/12/07 10:00



2021/12/23 10:00

