

第 149 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の4)

福德岡ノ場

令和 3 年 12 月 27 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の4)

目次

西之島	
気象庁	3-12
気象研	13-17
東大地震研	18-19
防災科研	20-27
産総研	28-31
地理院	32-37
海保	38-51
JAXA	52-55
JAMSTEC	56-61

福 徳 岡 ノ 場

(2021 年 6 月～2021 年 11 月)

8 月 13 日から 15 日にかけて大規模な海底噴火が発生した。噴煙高度は 16,000m 以上に達した。8 月 15 日には新島が確認された。新島が確認されたのは 1986 年以来である。また、この噴火に伴い、大量の噴出物（軽石）が浮遊しているのが、確認された。8 月 16 日以降は、噴火は確認されていない。

福德岡ノ場の過去の活動履歴を考慮すると、今後数十年程度は今回のような大規模な噴火の可能性は低いと考えられるが、変色水域が確認されるなど、活発な火山活動が継続しており、今後も噴火の可能性はある。

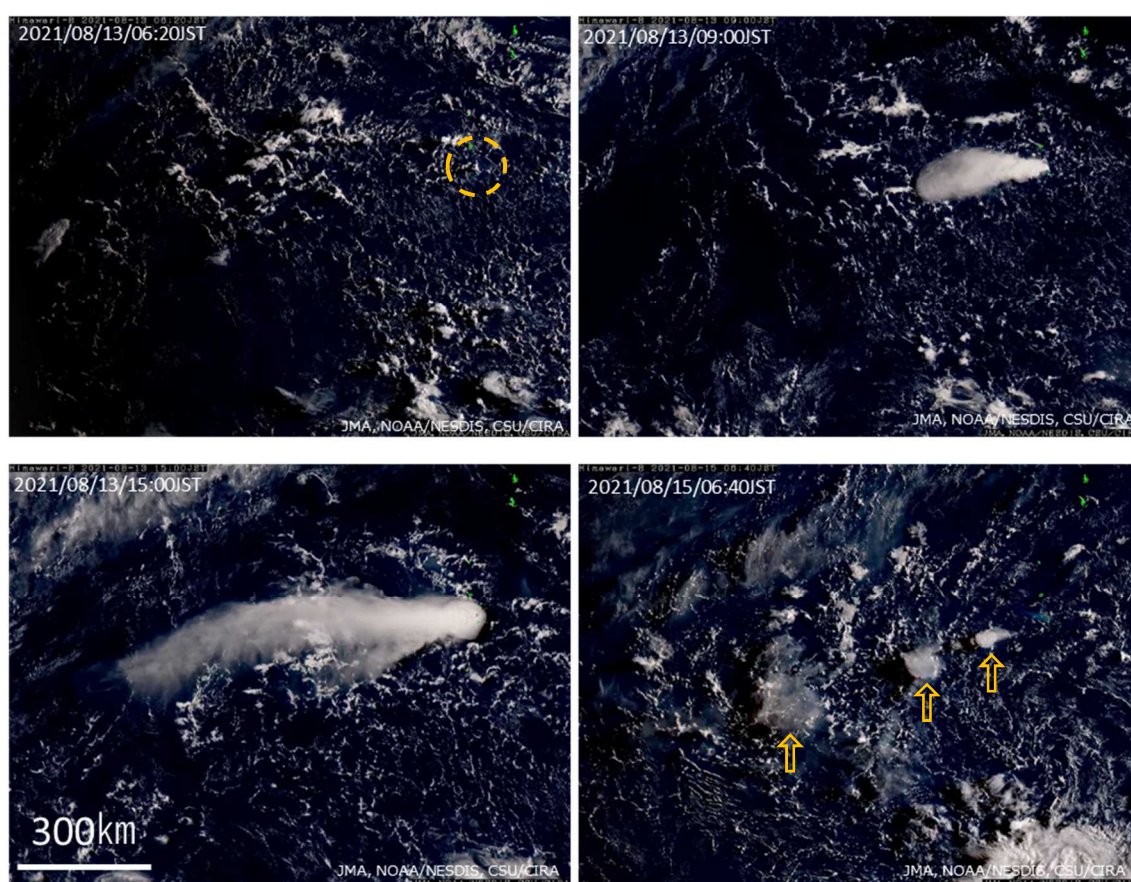


図 1 福德岡ノ場 気象衛星ひまわり 8 号の観測による 8 月 13 日～15 日の噴火の様子
掲載画像は、トゥルーカラー再現画像である。トゥルーカラー再現画像は、人間の目で見たような色を再現した衛星画像である。

- ・ 可視画像で、8 月 13 日 05 時 57 分 30 秒頃から噴煙が検知でき、トゥルーカラー再現画像でも 06 時 20 分頃には明瞭になった（左上図の橙丸）。
- ・ 13 日 14 時過ぎ頃、勢いの良い噴煙の最上部が円形に広がる様子が見られた（左下図）。
- ・ 噴煙活動は 8 月 15 日まで盛衰を繰り返した。右下図では、断続的に噴煙が上がった様子が見て取れる（橙矢印は断続的な活動で上がった噴煙）。

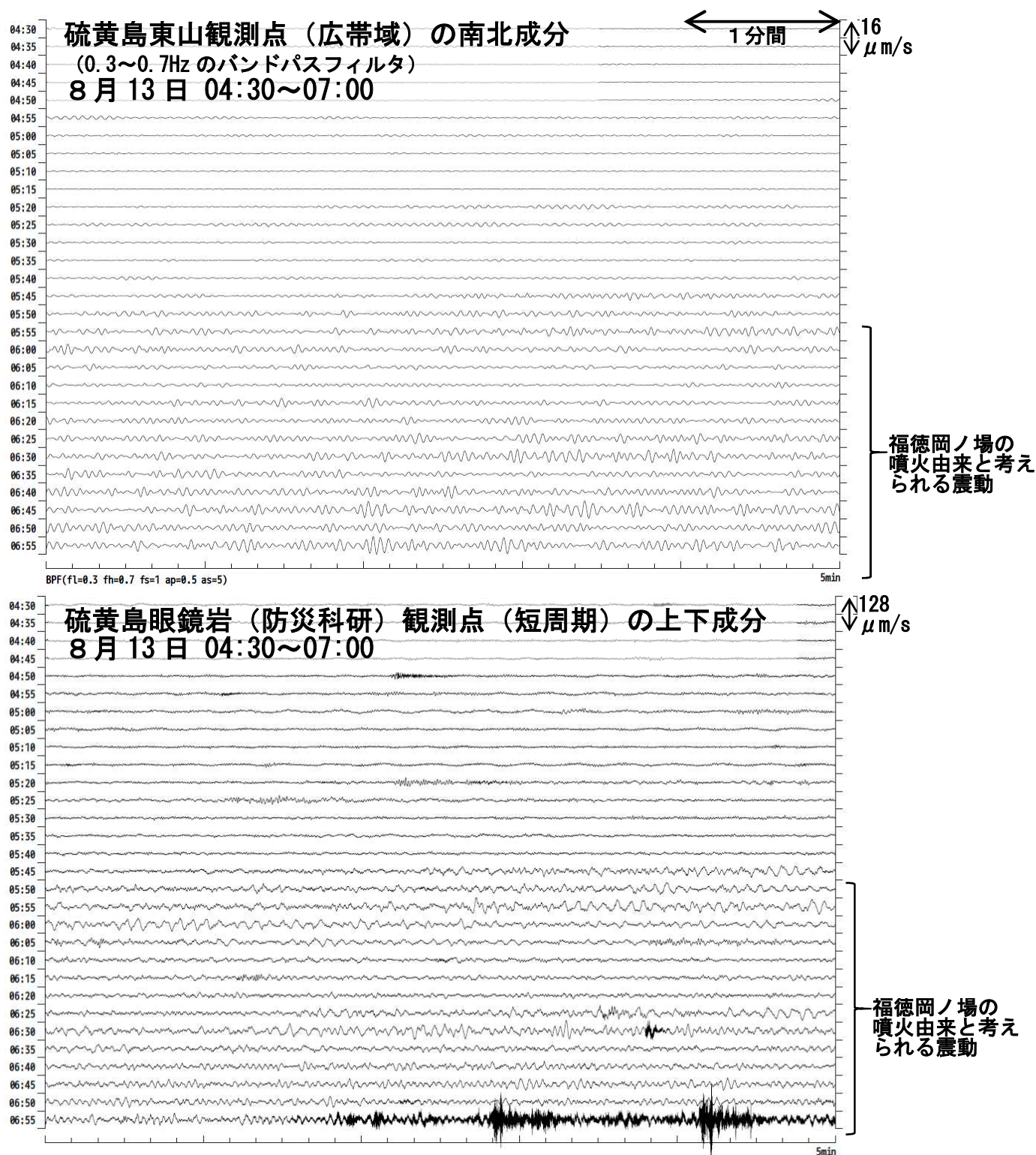


図2 福徳岡ノ場 福徳岡ノ場の噴火由来と考えられる震動

上段：硫黄島東山観測点（広帯域）の南北成分波形（0.3~0.7Hz のバンドパスフィルタ）

下段：硫黄島眼鏡岩（防災科研）観測点（短周期）の上下成分波形

・ 8月13日 05時50分頃から、0.5Hz（周期2秒）の震動が、硫黄島にある観測点（硫黄島東山、硫黄島眼鏡岩（防、硫黄島天山（防））で観測された。福徳岡ノ場の噴火活動に由来する震動と考えられる。

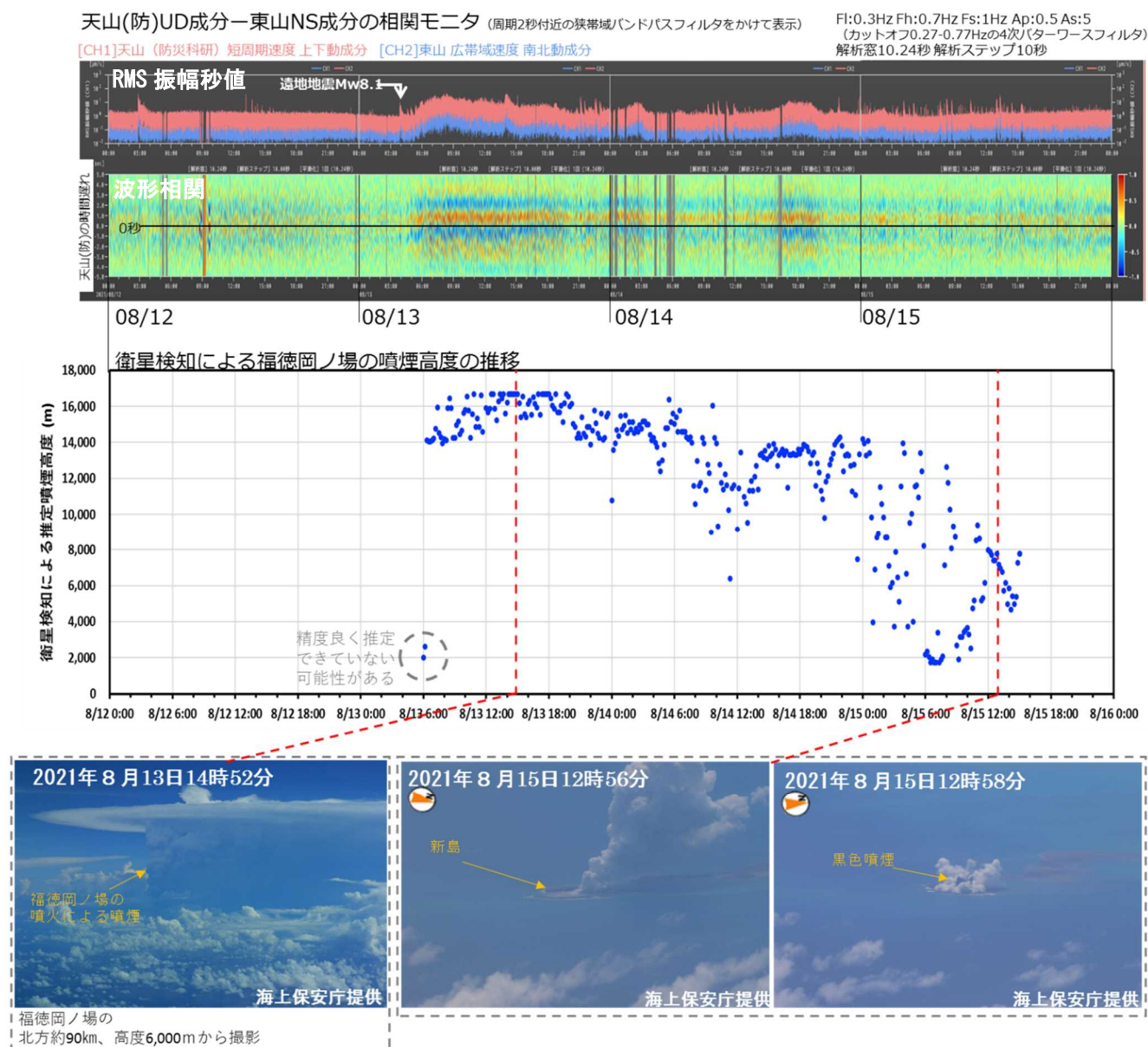


図3 福徳岡ノ場 8月13日から15日にかけての噴火由来の震動現象、噴煙高度の推移

上段: 硫黄島にある観測点「天山(防のUD成分)」と「東山のNS成分」の波形相関とRMS振幅秒値

中段: 解析対象範囲内における噴煙頂の推定最高高度の推移

下段: 福徳岡ノ場の状況(海上保安庁が実施した上空からの観測)

- ・ 8月13日から15日にかけて、「天山(防のUD成分)」と「東山のNS成分」の波形の相関に高まりが見られる。福徳岡ノ場の噴火活動に由来する震動を検出していると考えられる。
- ・ 13日12時頃から18時頃にかけては、噴煙高度は16,000m以上※に達し、それ以外の期間でも、14日までは噴煙頂高度が14,000mを超えていたと推測される。

※解析に用いたデータの上限高度

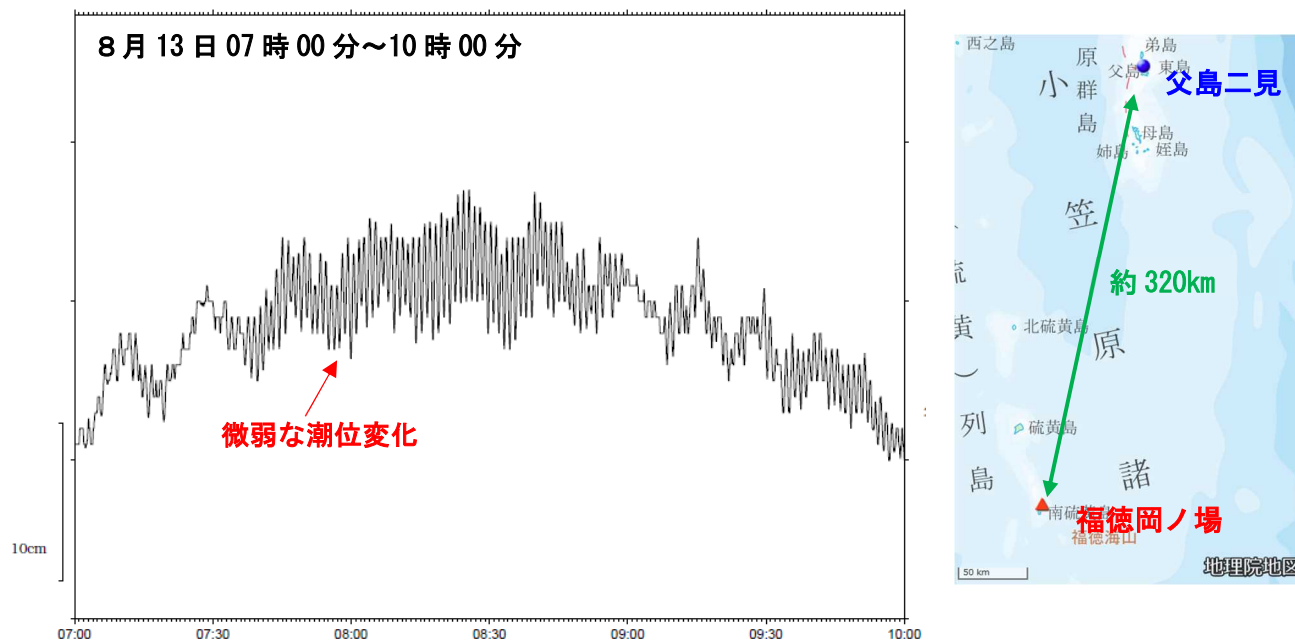


図4 福島岡ノ場 父島で観測された潮位変化（秒値、天文潮位未補正）

・ 8月13日から15日にかけて、福島岡ノ場から約320km離れた父島の「父島二見」検潮所において、消長を繰り返しながら継続する微弱な潮位変化（福島岡ノ場の噴火に伴うとみられる津波）がみられた。

●海域火山データベースなどをもとに整理した福德岡ノ場の活動

1904/11/1～1906/6/1

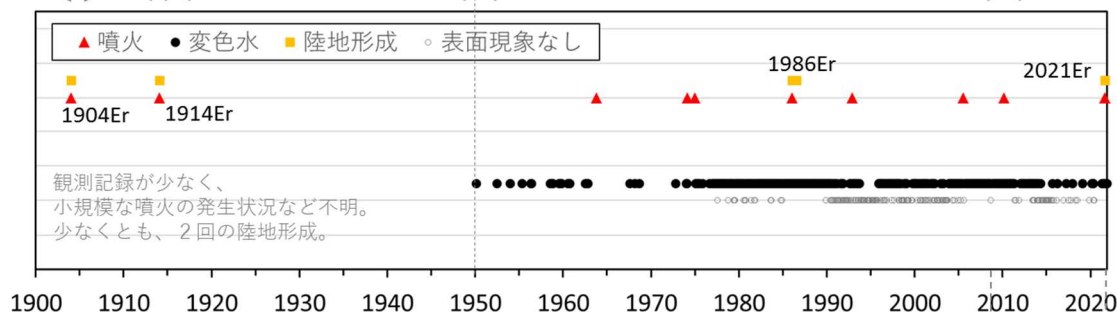
1914/1/13～1916/6/29

海域火山データベースに
ある噴火後 2 年くらいの
観測データ

1916/6/30～1950/1/31
海域火山データベースに
データなし

1950～2010
活火山総覧掲載の“最近の活動表”より整理。

2010～
海上保安庁の報告
を整理。



陸地を形成しない噴火



確認されている直近の噴火は、
2010年 2 月 3 日。
海底噴火が発生したが、
陸地は形成されなかった。

今回： 噴煙を高く上げ、 陸地が形成されるような規模な噴火



1986年の噴火では、写
真の前々日（19日）に、
高さ 12,000m の白い噴煙
が確認されている（海
上自衛隊）。



今回同様に、陸地が形
成された噴火活動は
1904年、1914年、1986
年がある。

※写真はいずれも、海上保安庁の海域火山データベースから引用した。

●海域火山データベースをもとに整理した変色水の状況

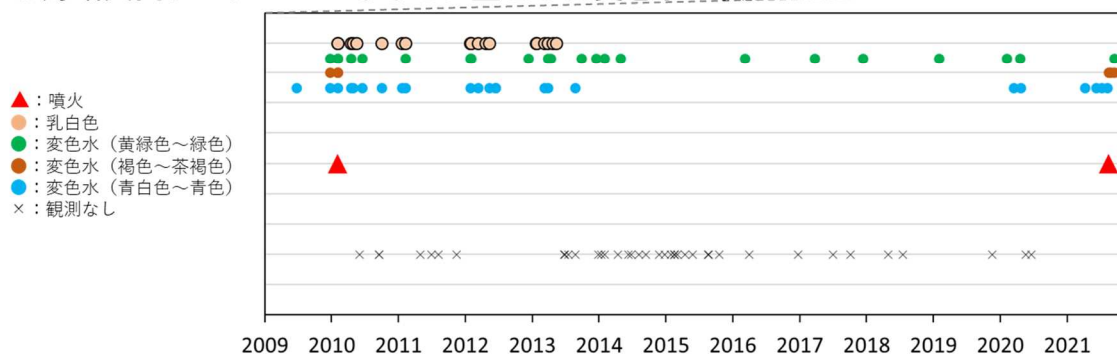


図 5 福德岡ノ場 長期的に見た福德岡ノ場の火山活動

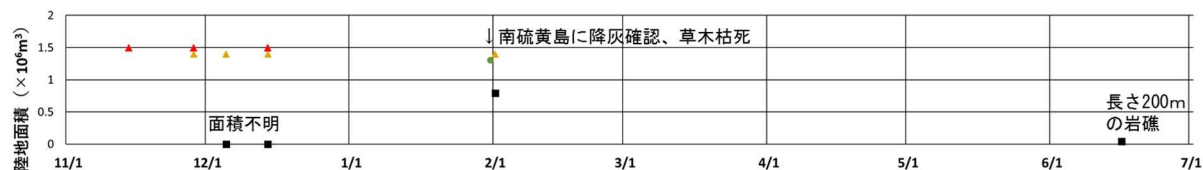
上段：海域火山データベースなどをもとに整理した福德岡ノ場の活動

下段：海域火山データベースをもとに整理した変色水の状況

- ・ 少なくとも十数年に一度程度の頻度で、噴火が確認されているが、陸地（新島）を形成するような規模の噴火は、発生間隔がそれよりも長く、1900 年以降では今回を含め 4 回である（1904 年、1914 年、1986 年、2021 年）。
- ・ 8 月の噴火以降、褐色～茶褐色の変色水を確認している。

■ 1904年

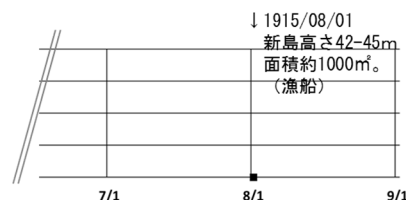
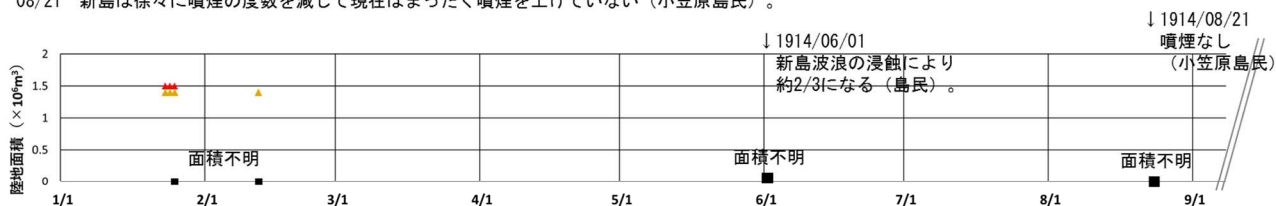
11月中旬 爆発音（硫黄島島民）。
 11/28 噴煙と水蒸気噴出（硫黄島島民）。
 12/05 火山島形成。周囲約4.5km、高さ約150m（硫黄島島民）。
 1905年1月下旬には噴火休止（島民）。



■ 1914年

01/23 海底噴火目撃、白煙約3,000m（島民）。
 01/25 火山島形成、周囲約8km、高さ約300m。
 02/12 噴火回数減少、噴火口2ヶ所、噴煙高約800m（日本海軍）。
 02/15 噴煙高150-180m、新島上陸（日本郵船）。
 08/21 新島は徐々に噴煙の度数を減じて現在はまったく噴煙を上げていない（小笠原島民）。

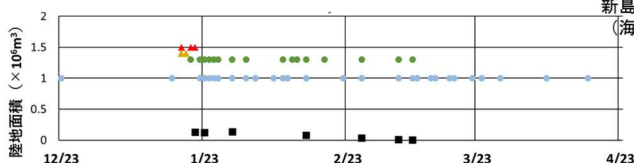
※1906/06/01 頃
 新島は海面下に消滅。
 （日本郵船）



■ 1986年

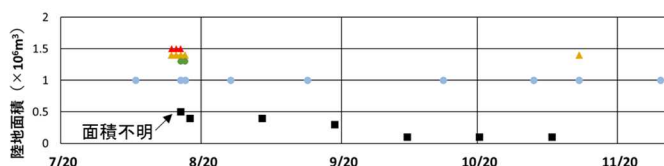
1/19 白煙12,000m（海上自衛隊）
 1/20 白煙3,000m、黒煙1,700m（海上保安庁）
 1/21 噴煙3,000m（海上自衛隊）
 1/22 噴火活動休止（海上保安庁、海上自衛隊）

↓ 1986/04/16
 新島は消滅していた。
 （海上自衛隊）



■ 2021年

8/13 白色噴煙16,000m以上（気象衛星ひまわり）
 8/15 白色噴煙3,000m程度、黒煙1,000~2,000m程度（海上保安庁提供の写真から推定）
 8/16 観測中に噴火は認められなかったが、水蒸気及び火山ガスの放出が継続していた（海上保安庁）。
 8/26 噴煙休止（海上保安庁）。
 11/11 白色噴煙を確認（海上保安庁）。



凡例

- ▲：噴火（有色噴煙、火花、爆発音、降灰）
- ▲：噴煙（有色or白色）
- ：変色水あり（86年、21年のみプロット）
- ：浮遊物あり（86年、21年のみプロット）
- ：島の形成（左軸）

図6 福德岡ノ場 過去の陸地を形成した活動（1904, 1914, 1986年）との比較

- ・1986年噴火では、噴煙を高く上げ、陸地が形成されるような規模の噴火活動は数日で終了した。今回の活動に類似している。

引用文献：

脇水鉄五郎（1907）新島調査報告。震災予防調査会報告，56，1-24。

小倉 勉（1915）新硫黄島噴出物調査報告。震災予防調査会報告，79，4-15。

海上保安庁水路部・東京工業大学工学部・岡山大学理学部（1986）。37，50-69。

海上保安庁海洋情報部（2006）海域火山データベース (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikidB/list-2.htm>)。

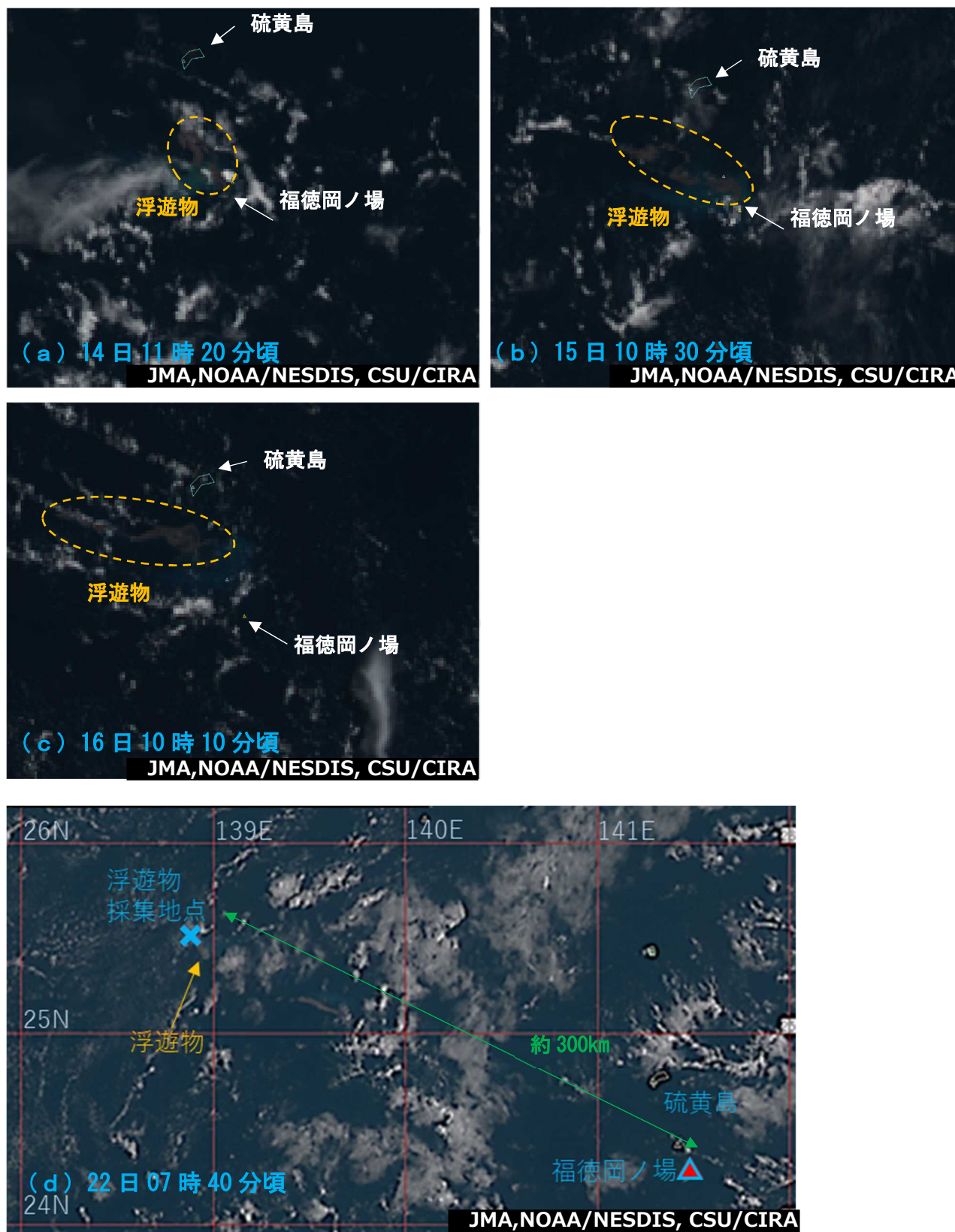
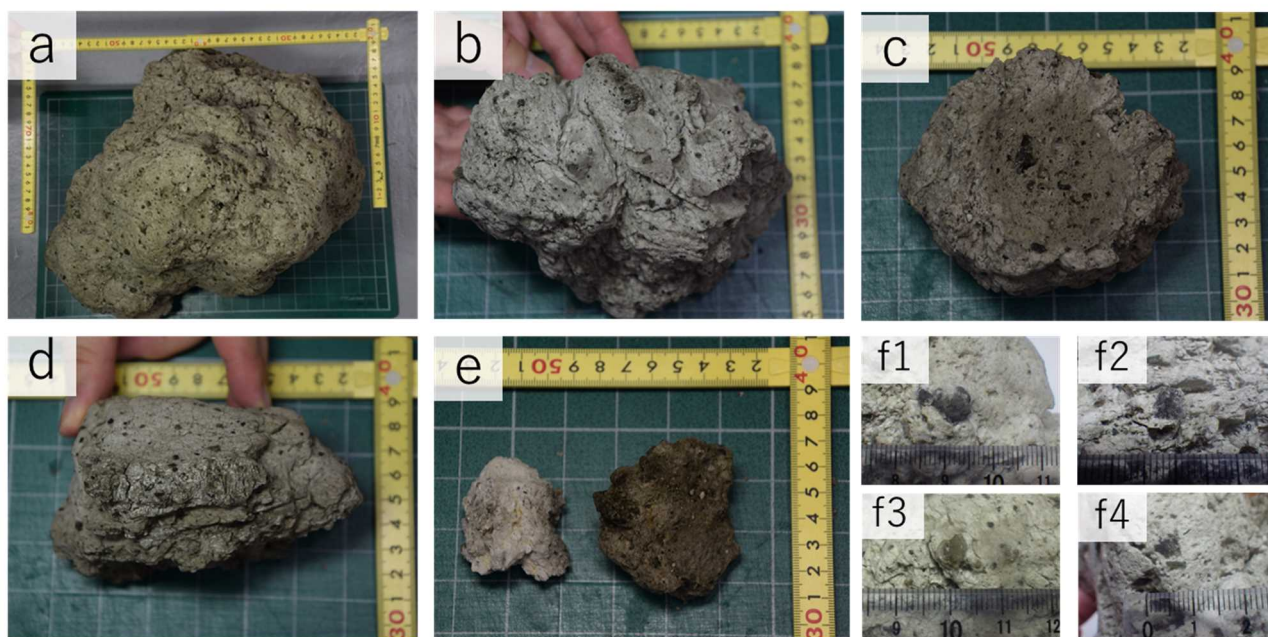


図 7 福徳岡ノ場 8 月 13 日の海底噴火に伴う噴出物が海洋を浮遊する様子

掲載画像は、トゥルーカラー再現画像である。トゥルーカラー再現画像は、人間の目で見たような色を再現した衛星画像である。

・気象衛星ひまわりの観測によって、8 月 13 日の海底噴火に伴う噴出物が海洋を浮遊する様子が観測された。(d) 図 8 に示す浮遊物の採集時刻付近の状況。採集地点 (25-30.3N、138-53.3E) は、浮遊物の拡散エリアの先端付近であり、噴出物の中では比較的初期段階に噴出したものと考えられる。

●海洋気象観測船「啓風丸」により海洋上で採集したサンプル



●南大東島に漂着したサンプル



図 8－1 福徳岡ノ場 福徳岡ノ場由来と思われる漂流軽石、漂着軽石の肉眼観察結果

・ 8 月 22 日に海洋気象観測船「啓風丸」により海洋上（北緯 25 度 30.3 分，東経 138 度 53.3 分付近）で漂流軽石（写真(a)～(f)）を採集した。浮遊軽石の粒径は数 mm～数 cm の程度が主体で、こぶし大～人頭大のものもみられた（最大径約 40 cm(a)）。表面にはパン皮状の亀裂やひびがみられ(b)、内部ほどよく発泡していた(c)。気泡が繊維状に引き伸ばされ、ガラス化している部分もみられた(d)。大部分は灰白色～灰色を呈するが、暗灰色を呈するものもみられた(f)。黒色透明物質を特徴的に含み、そのほか、黒色不透明物質、長石、輝石結晶を含む(f1～4)。ガラスビーズ法（佐々木・勝井、1981）によるみかけ密度は 0.3～0.6（平均 0.5）g/cm³ であり、1986 年噴出物（加藤祐三，1988）と同程度であった。

・ 10 月 4 日南大東島で漂着軽石を採取した（写真(g)～(i)）。漂着軽石の粒径は数 mm～数 cm の程度が主体で、こぶし大のものもみられた。外形は丸みをおびていた。軽石は灰白色～暗灰色で、その中に数 mm～数 cm の程度の黒色透明物質を特徴的に含んでおり、洋上採取の軽石と共通の特徴を持つ。一部、黒色部と灰色部が縞状組織を形成しているものもみられた。

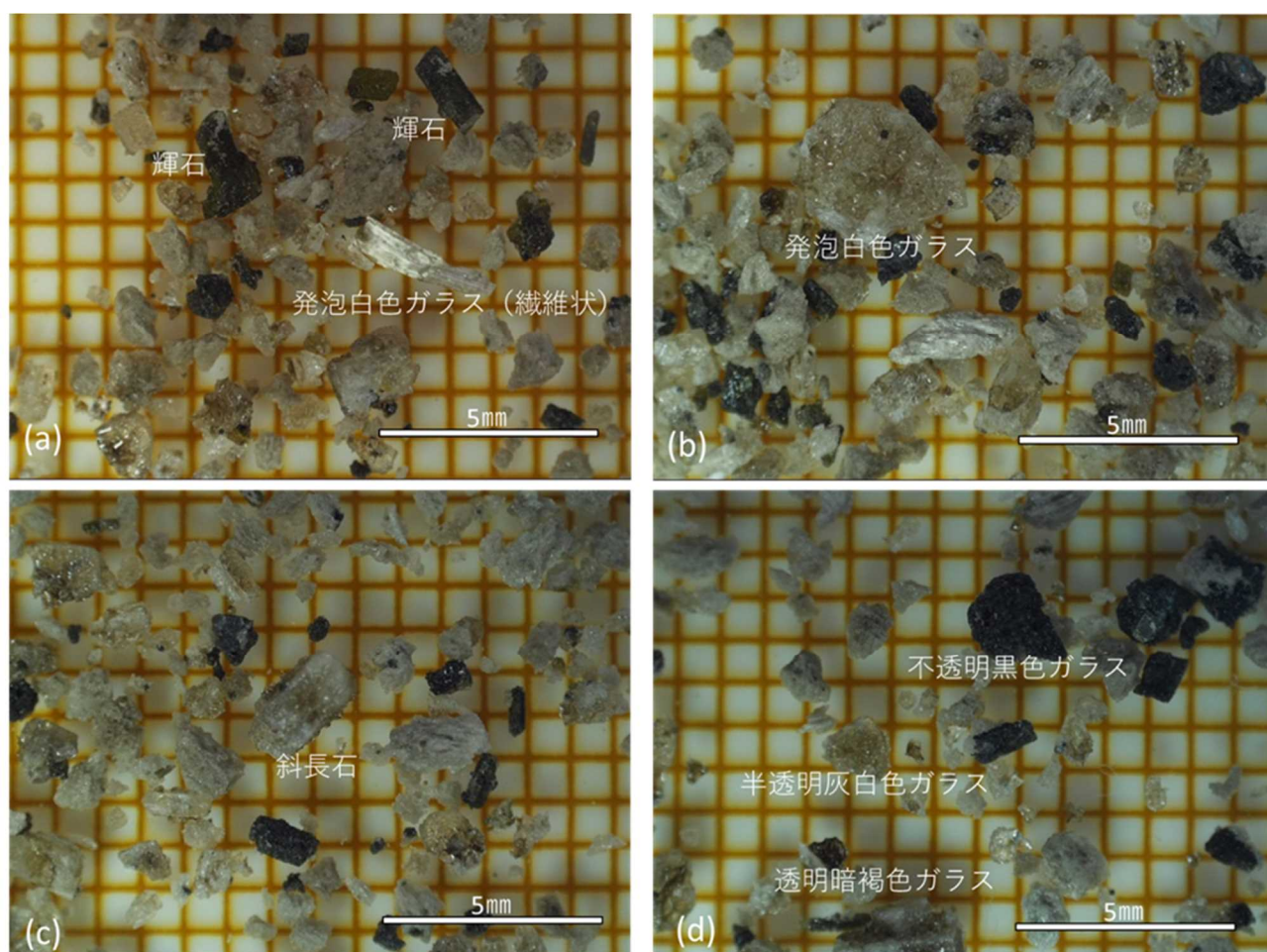


図 8－2 福徳岡ノ場 海洋気象観測船「啓風丸」により海洋上で採集したサンプルの肉眼観察結果

採取した細粒試料を荒く砕き、洗浄後に検鏡を行った。方眼は 1mm。

・ 数 mm 程度の斑晶を多く含んでいた。構成物として、発泡白色ガラス、半透明の灰白色ガラス、透明暗褐色ガラス、不透明黒色ガラス、長石斑晶、輝石斑晶を確認した。構成物は 1986 年の噴出物（吉田ほか、1987、加藤祐三、1988 など）と類似する。

気象庁資料に関する補足事項

1. データ利用について

- ・資料は気象庁のほか、以下の機関のデータも利用して作成している。

北海道地方（北方領土を含む）：国土交通省北海道開発局、国土地理院、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、北海道、地方独立行政法人北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

東北地方：国土交通省東北地方整備局、国土地理院、東北大学、弘前大学、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、青森県及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

関東・中部地方：関東地方整備局、中部地方整備局、国土地理院、東北大学、東京工業大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、長野県、新潟県、山梨県、神奈川県温泉地学研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

伊豆・小笠原地方：国土地理院、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、東京都

九州地方・南西諸島：九州地方整備局大隅河川国道事務所、九州地方整備局長崎河川国道事務所（雲仙砂防管理センター）、国土地理院、九州大学、京都大学、鹿児島大学、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、宮崎県、鹿児島県、大分県、十島村、三島村、屋久島町、公益財団法人地震予知総合研究振興会及び阿蘇火山博物館

2. 一元化震源の利用について

- ・2001 年 10 月以降、Hi-net の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2010 年 10 月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2016 年 4 月 1 日以降の震源では、M の小さな地震は、自動処理による震源を表示している場合がある。自動処理による震源は、震源誤差の大きなものが表示されることがある。
- ・2020 年 9 月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した新手法で求められている。
- ・2021 年 12 月現在、次の期間の地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化（増減）が見られる。

- ① 2020 年 9 月 1 日から 10 月 23 日まで、② 2021 年 1 月 9 日から 3 月 7 日まで、③ 2021 年 4 月 19 日以降

3. 地図の作成について

- ・資料内の地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線・地図画像)』、『数値地図 50m メッシュ (標高)』、『基盤地図情報』及び『電子地形図 (タイル)』を使用した。

Landsat-8 および ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 福德岡ノ場の地形変化

2021 年 8 月の噴火に伴い新島が形成された。強度画像の解析により、台風などの気象条件に伴い、次第に陸域の面積は縮小しているものの、噴火後 4 か月を経過した段階で陸域は消滅した模様である（12 月 8 日現在）

1. はじめに

2021 年 8 月 13 日に海底噴火が始まった福德岡ノ場では、直径約 1km の馬蹄形の新島が形成された。本報告では、福德岡ノ場の噴火前後に雲量 30%以下で取得された Landsat-8 データおよび複数のパスから不定期に撮像された PALSAR-2 の強度画像を解析し、新島の形状について追跡したので報告する。

2. 解析結果

解析に使用した Landsat-8 および PALSAR-2 データを表 1 および 2 に示す。また、全データの時系列関係を図 1 に示す。

Landsat-8 は 2021 年 8 月噴火後に撮像されたデータのうち、雲量が 30%以下のデータを使用し、バンド 2,3,4 および 8 を用いてパンシャープン解析をおこなった。噴火直後の 8 月 17 日の画像では、カッコ形の新島が確認できる（図 2-A）が、9 月 2 日には東側の新島はほとんど消滅していることが判読できる（図 2-B）。なお、この時点では西側の新島の形状はほとんど変化していない。10 月 20 日の画像では、円状に縮小していることがわかった（図 2-C）。また、10 月 20 日までの画像では、新島周辺の変色海水が顕著であり、火山活動が活発であったと推察できる。11 月 5 日の画像では、再びくさび型の形状に縮小し（図 2-D）、11 月 21 日の段階では、大きさはほとんど変化していないが、陸域の形状はやや変化した（図 2-E）ことがわかった。12 月 7 日の画像では、雲のため陸域の存在は確認できない。なお、これら 11 月以降の画像からは、周辺海域の変色海水は明瞭ではない。

PALSAR-2 の強度画像解析では、噴火後最初の画像で山頂位置を挟んで東西に陸域が形成されていたが（図 3-B）、東側の陸域は 9 月初旬には消滅しており（図 3-C）、Landsat-8 の判読結果とも調和的であることがわかった。なお、東側の陸域については、その後もわずかながら後方散乱強度が変化（図 3-D,G,I,K）しており、陸域形成には至らないまでも何らかの噴出物があった可能性を含む。ただし、後方散乱については、海面の凹凸によっても強度が変化する場合があるため、注意が必要である。一方、馬蹄形をした西側の陸域は、9 月下旬頃までは縮小しながらその形状を保っていたが（図 3-B,C,D）、10 月初旬には 3 分の 1 程度にまで縮小した（図 3-E）。これは、9 月下旬に日本の南海上を北上した台風 16 号が福德岡ノ場の西海上数日かけて通過したことに伴う海食の影響と考えられる（図 5-A,B,C）。なお、残存した陸域の西側半分より後方散乱が弱いことから、残った陸域の多くは砂浜のような形状に変化していると考えられる（図 3-F,G,H）。その後、10 月下旬頃までは、同程度の面積を維持し形状を保っていたが、10 月 31 日の画像ではさらに面積を縮小し、ほとんど陸域を検出できなくなった（図 3-I）。また、砂浜が主体と考えられる主に西側に形成されていた後方散乱の弱い形状部分も南西側に伸びるような形に変形した（図 3-J,K）。直接の原因は不

明であるが、同時期に台風 20 号が福岡ノ場付近をほぼ直撃する形で進行しており、要因のひとつであると考えられる（図 5-D）。さらに、12 月 8 日の画像では、わずかながら後方散乱強度があるものの明瞭な陸域としては確認できなかった（図 3-L）。これは、台風 21 号の接近と近傍前線による擾乱が原因と推定される（図 5-E）。なお、同一軌道から撮像されたデータについては、加色混合法による陸域の形状変化を示した（図 4）。

謝辞

本解析で用いた Landsat-8 データは、USGS/NASA により運用されているもので、USGS より入手した。解析にはフリーソフト QGIS を使用した。また、PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院発行の数値地図 10m メッシュ（標高）と全球ジオイドモデル EGM96(Lemoine et al. 1997)を元にした DEHM を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

表 1 解析に使用した Landsat-8 データ

Path-Row	Date	Sun Azimuth (degree)	Sun Elevation (degree)	Cloud Cover (%)	Figure No.
104-43	2021.08.17	111.68	64.66	7.88	図 2-A
	2021.09.02	123.24	62.41	6.21	図 2-B
	2021.10.20	149.43	50.36	1.13	図 2-C
	2021.11.05	153.41	45.72	20.09	図 2-D
	2021.11.21	155.17	41.65	22.62	図 2-E
	2021.12.07	155.06	38.66	21.22	図 2-F

表 2 解析に使用した PALSAR-2 データ

Path-Frame	Beam No.	Orbit	Looking	Inc. angle (degree)	Date	Area(km ²)		Figure No.
						west	east	
16-3120	U2_7	南	右	35.3	2021.08.09	0	0	図 3-A (噴火前)
16-3120	U2_7	南	右	35.3	2021.08.23	0.29	0.08	図 3-B
13-3142	SPT	南	右	61.0	2021.09.05	0.27	0	図 3-C
16-3126	SPT	南	右	35.3	2021.09.20	0.24	>0	図 3-D, 図 4-A
126-469	SPT	北	右	45.3	2021.10.08	0.09	0	図 3-E
127-463	SPT	北	右	53.8	2021.10.13	0.08	0	図 3-F, 図 4-C
16-3126	SPT	南	右	35.3	2021.10.18	0.12	>0	図 3-G, 図 4-A,B
15-3130	U3_10	南	右	46.1	2021.10.27	0.10	0	図 3-H
125-470	U2_6	北	右	34.2	2021.10.31	0.05	>0	図 3-I

127-463	SPT	北	右	53.8	2021.11.10	0.04	0	図 3-J, 図 4-C
16-3126	SPT	南	右	35.3	2021.11.15	0.08	>0	図 3-K, 図 4-B
127-463	SPT	北	右	53.8	2021.11.10	>0	0	図 3-L, 図 4-D

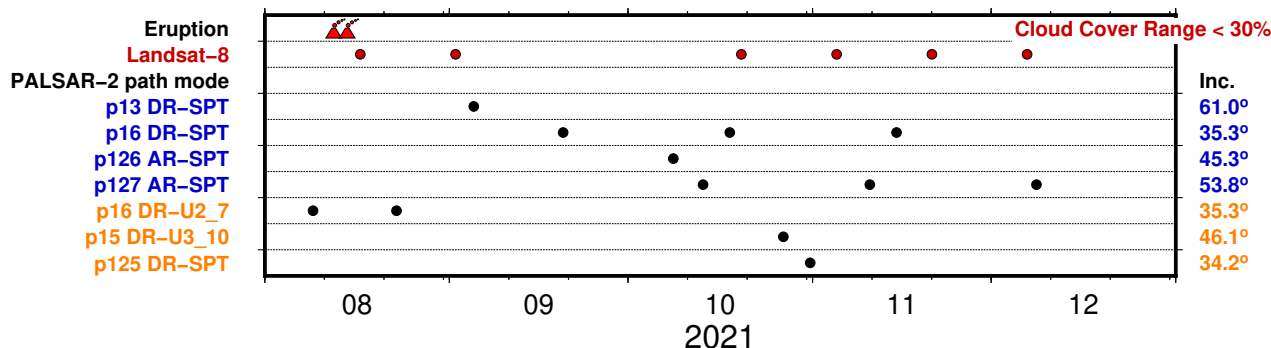


図1 解析に使用したデータの時系列関係図 (A: 北行軌道, D: 南行軌道, R: 右側観測, SPT: スポットライトモード, U??: ビーム番号の略)

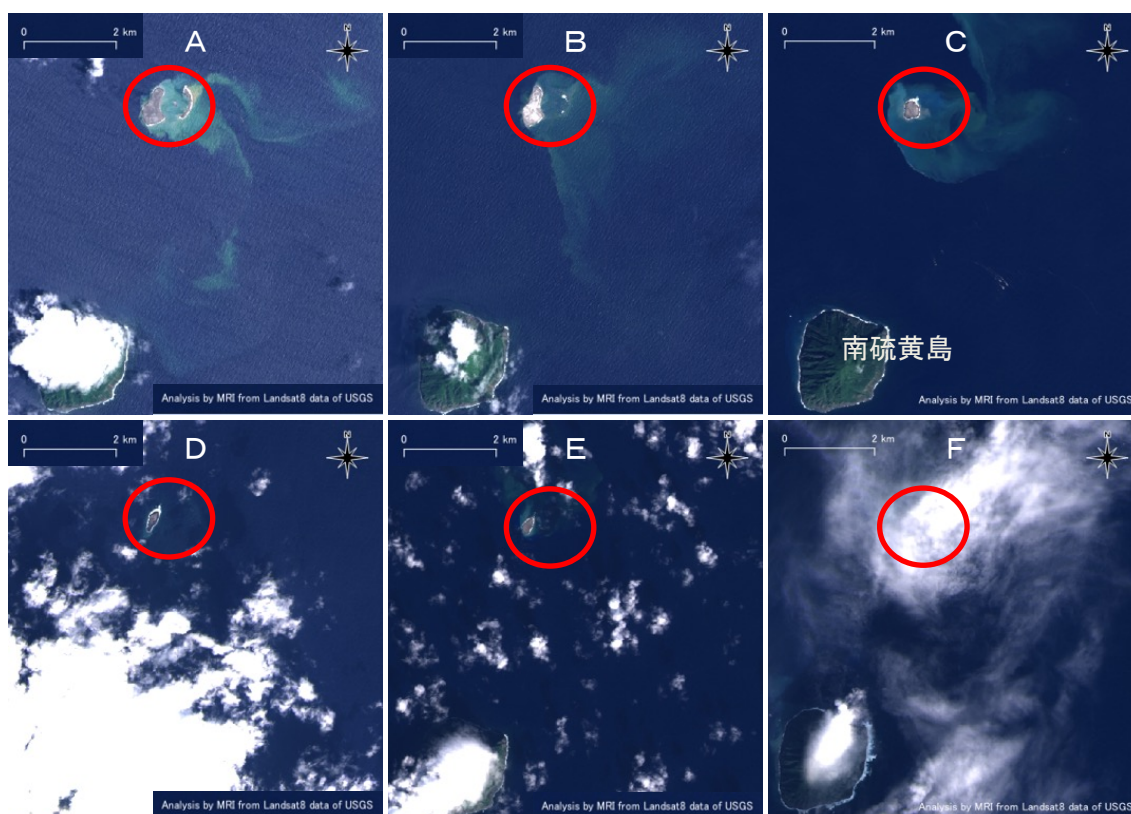


図2 Landsat-8によるパンシャープン解析結果 (赤丸が福徳岡ノ場周辺)

A: 2021.08.17, B: 2021.09.02, C: 2021.10.20, D: 2021.11.05, E: 2021.11.21, F: 2021.12.07 (時刻はいずれも 10:00JST) 雲量 30%以下のデータを使用し, B2,3,4 と 8 を用いたパンシャープン処理を実施した。10 月下旬頃までは, 周辺で変色水が確認されたが, 以降のデータでは確認できない。

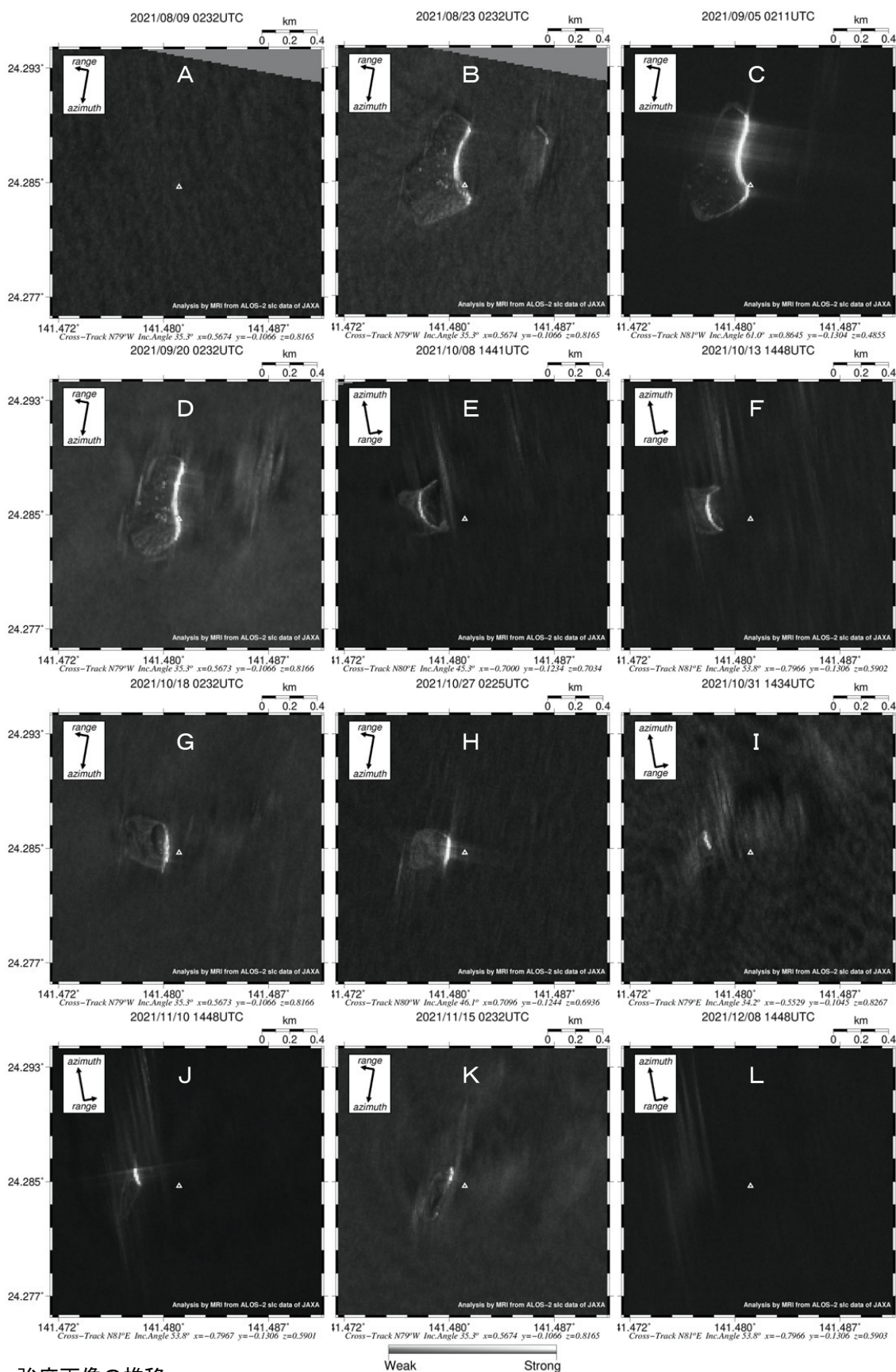


図 3 強度画像の推移

図中の三角印は福徳岡ノ場の山頂位置を示す。軌道方向により見え方に差異はあるが、基本的に陸域部分は縮小傾向にある。また、9月下旬と10月下旬におそらく気象の影響に伴うと考えられる大きな形状の変化があり、12月初旬には消滅した。

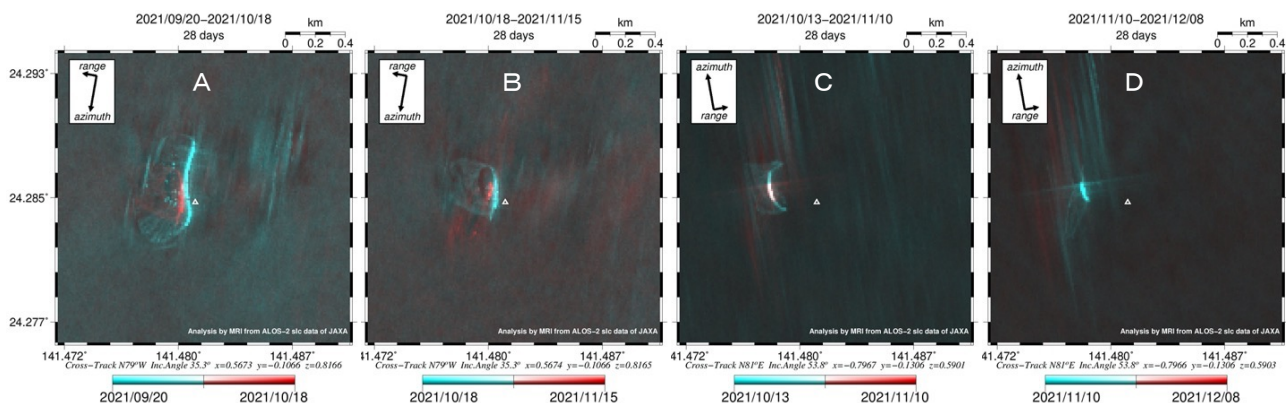


図 4 加色混合法による強度画像の比較 (AとBはpath16, CとDはpath127)

図中の三角印は福徳岡ノ場の山頂位置を示す。同じ軌道から撮像されたデータについて比較すると、陸域の変形や消滅および面積が縮小していることが確認できる。

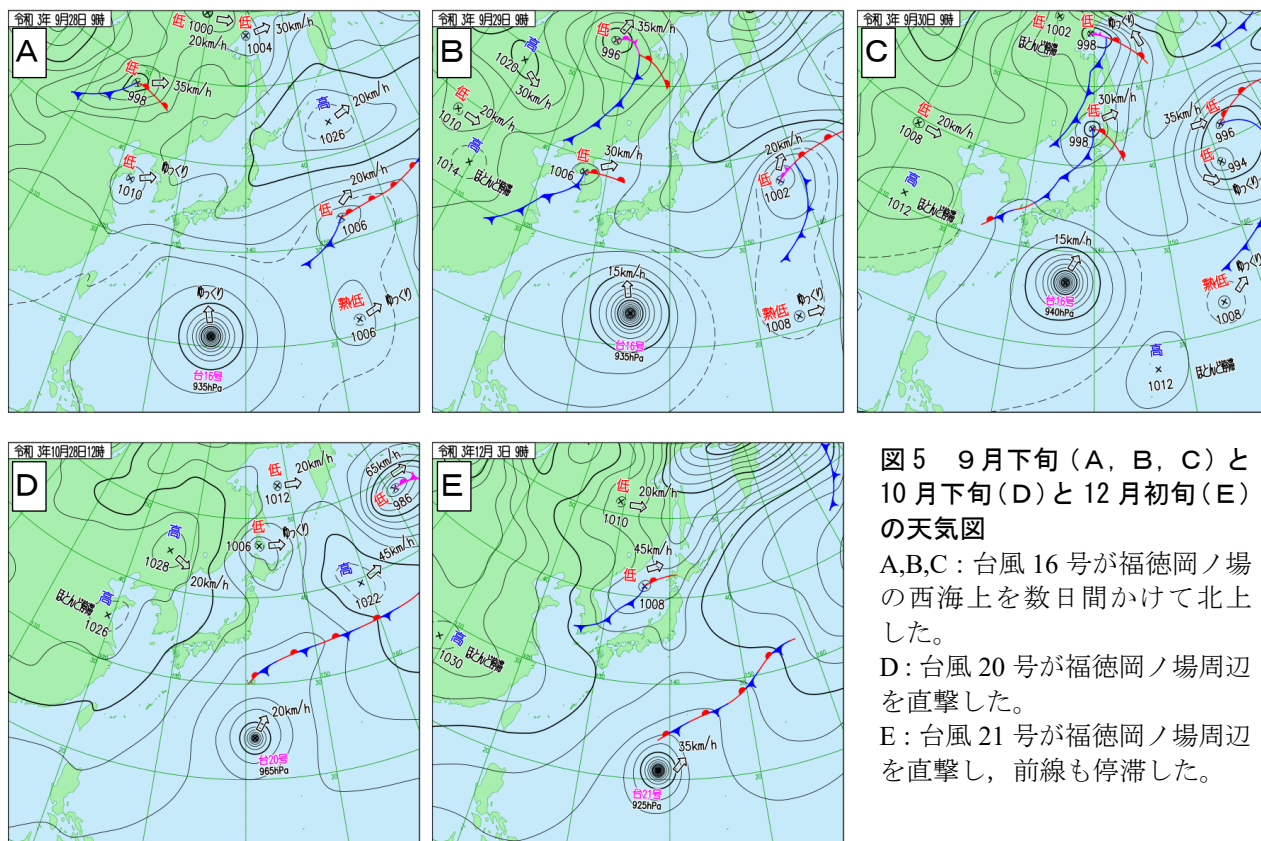


図 5 9月下旬 (A, B, C) と 10月下旬 (D) と 12月初旬 (E) の天気図

A,B,C: 台風 16 号が福徳岡ノ場の西海上を数日間かけて北上した。

D: 台風 20 号が福徳岡ノ場周辺を直撃した。

E: 台風 21 号が福徳岡ノ場周辺を直撃し、前線も停滞した。

福德岡ノ場火山 2021 年 8 月 13–15 日噴出物の化学組成

概要: 福德岡ノ場火山 2021 年 8 月 13–15 日噴火の軽石の全岩化学組成, 石基ガラスおよびメルト包有物組成の分析を行った。その結果, 全岩化学組成については SiO_2 含有量 62–64 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 9–11 wt.% であり, 過去の噴出物組成 (文献値) とほぼ同様の粗面岩 (トラカイト) 質の岩石であることがわかった (図 1)。石基ガラス組成の SiO_2 含有量は 56–68 wt.% と幅広く, 直線的トレンドを示す。メルト包有物は玄武岩質から安山岩質で, 過去の苦鉄質ゼノリスと同様の組成的特徴を示す (図 2)。全岩化学組成に見られる組成トレンドは, より高い Mg 値を有する苦鉄質メルトの混合により形成された可能性がある。

試料: 福德岡ノ場火山 2021 年 8 月 13–15 日噴火により生じた漂流軽石。

- (1) 気象庁海洋気象観測船「啓風丸」により 25°30.3N-138°53.3E 付近で 8/22 に採取されたもの。
- (2) 気象庁南大東地方気象台により南大東島で 10/4 に採取されたもの。
- (3) 南大東村役場職員沖山氏により南大東島で 10/8 に採取されたもの。

分析方法: 礫サイズの軽石はそのまま, 岩塊サイズの軽石は小片に分割し, 塩抜きを行った後, 乾燥, 粉碎, ガラスビード作成を行い, 蛍光 X 線分析装置 (XRF) により分析した。(1) については 2 つの軽石粒子 (写真 1 の No. 2, 3) を対象としたが, No. 2 については灰褐色部と白色部に分けて分析した (2a, 2b)。(2)(3)については, 基本的に独立した粒子を分析したが, FKT211004-7 (縞状軽石) については黒色部分を分析した。



写真 1 全岩化学組成分析を行った 2021 年福德岡ノ場噴火による軽石粒子。左側 3 つが 8 月に採取されたもの, 残りは 10 月に採取されたものである。

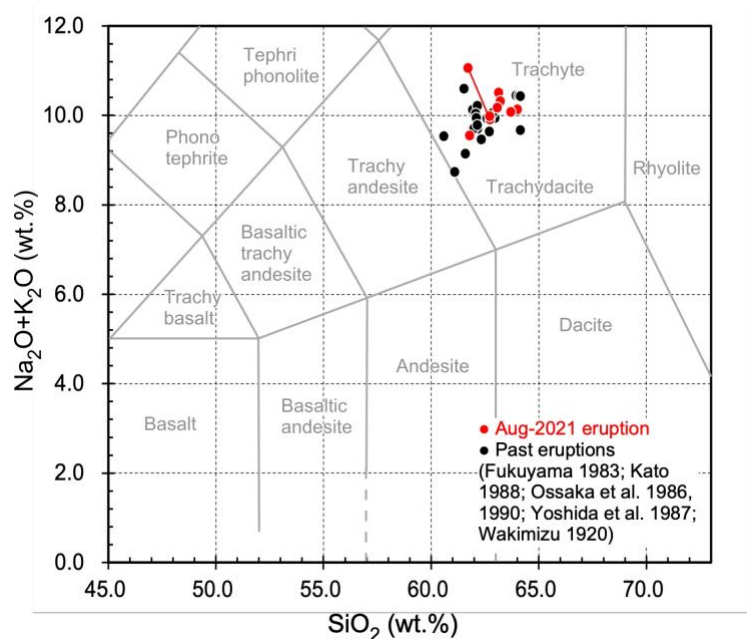


図 1 福徳岡ノ場火山噴出物の全岩化学組成。赤丸: 2021 年噴火（直線で結んでいるのは同一軽石粒子 2a, 2b）。2a が最もアルカリに富む；黒丸: 1986 年およびそれ以前の噴火による噴出物の文献値。岩石分類は、Le Bas et al. (1986) による。

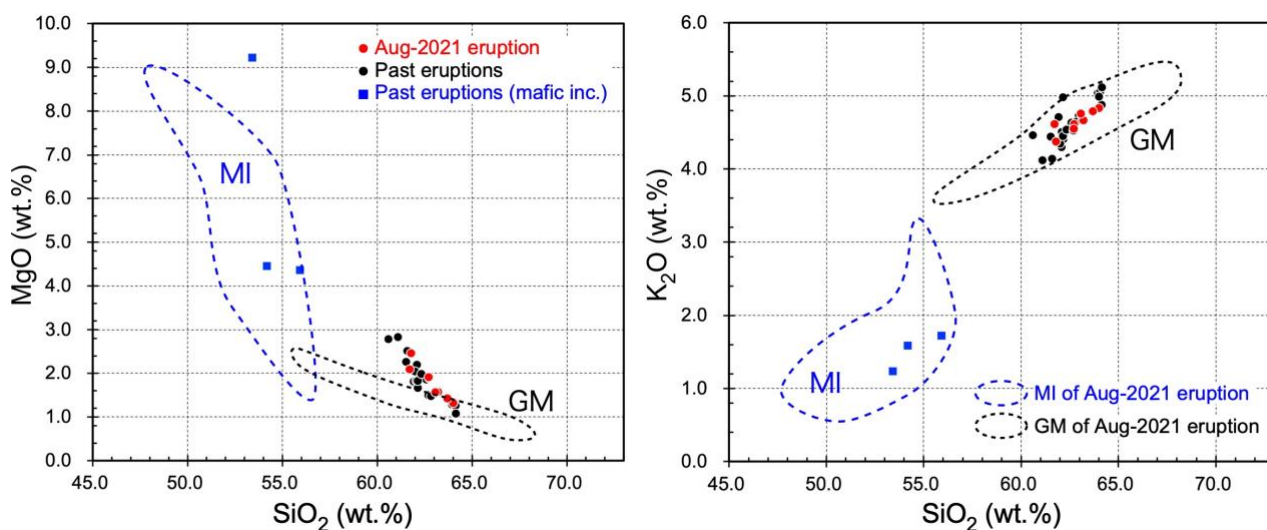


図 2 福徳岡ノ場火山の石基ガラス（GM, 黒点線）および斜長石・苦鉄質鉱物のメルト包有物（MI, 青点線）の化学組成。赤及び黒のプロットは図 1 と同試料の全岩化学組成。青四角は加藤 (1988) による 1986 年噴出物中の苦鉄質ゼノリスの化学組成で、2021 年噴出物の MI とほぼ重なる。GM の SiO_2 含有量は 56–68 wt.% と幅広く直線的トレンドを示す。メルト包有物は玄武岩質から安山岩質で、過去のゼノリスと同様の特徴を示す。全岩化学組成に見られる組成トレンドは、より高い Mg 値を有する苦鉄質メルトの混合により形成された可能性がある。

参考文献: 福山 (1983) 地学雑誌, 92, 55-67; 加藤 (1988) 火山, 33, 21-30; 小坂ほか (1990) 火山, 35, 57-61; 小坂ほか (1986) 火山, 31, 133-134; 吉田ほか (1987) 核理研報告, 20, 202-215; 脇水 (1920) 東洋学芸雑誌, 37, 257-268.

2021 年 8 月 13 日福徳岡ノ場噴火について

2021 年 8 月 13 日に小笠原硫黄島の南南東約 60km にある福徳岡ノ場で噴火が発生した。

- ・ 小笠原硫黄島の GNSS 観測点ではノイズレベルを超える変化が見られなかった。福徳岡ノ場のマグマ溜まりを火口直下の茂木モデルで仮定すると、収縮量は大きくても 0.1km^3 を超えないと推定される。(図 1)
- ・ 小笠原硫黄島の地震観測点では、8 月 13 日の 5 時～17 時頃に振幅の増大がみられた。ピークは 8 時頃 (図 2)。2011 年新燃岳噴火の準プリニー式噴火における振幅のピークの大きさと比較すると 1 桁程度大きい (図 3)

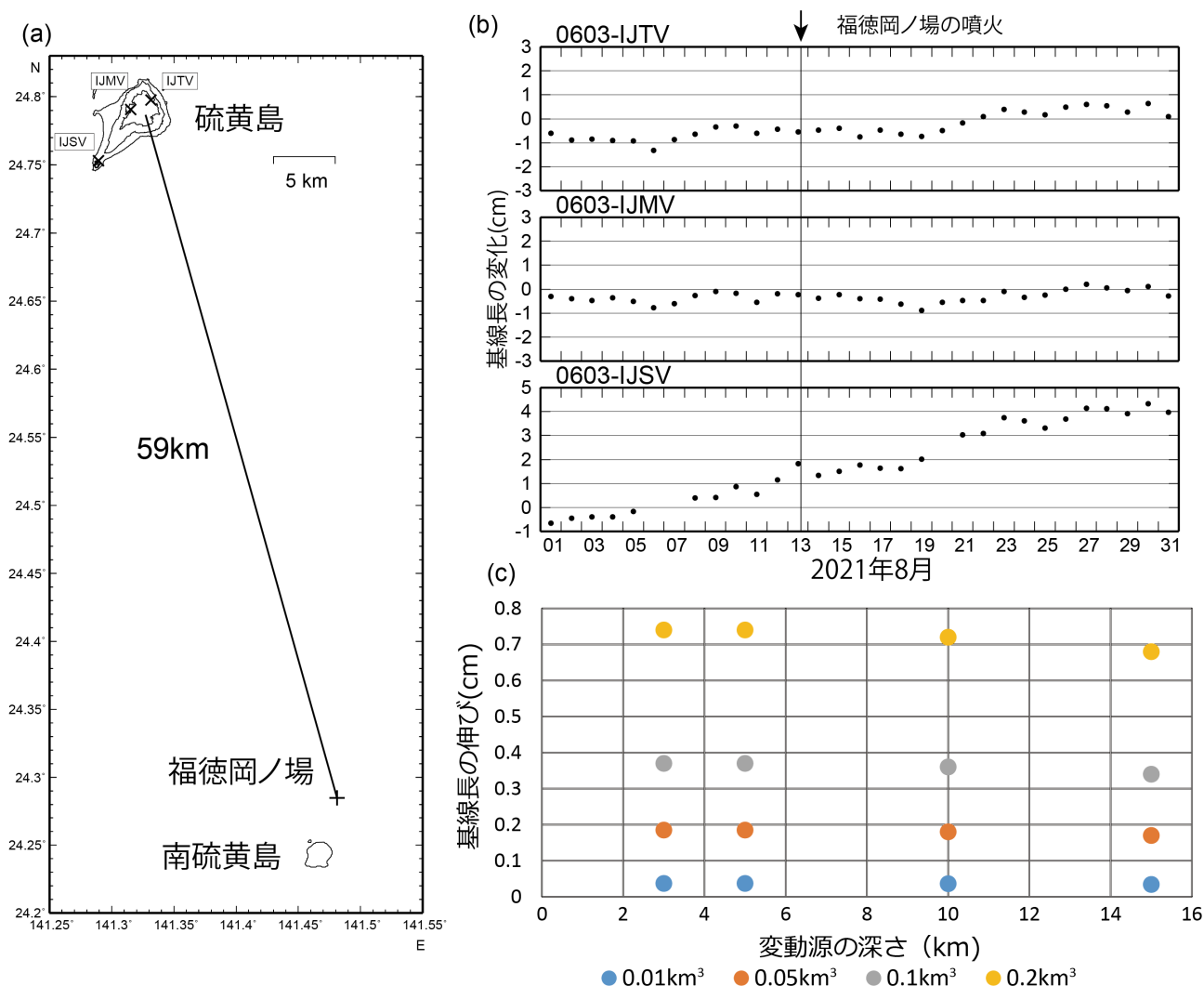


図 1 (a) 小笠原硫黄島と福徳岡ノ場の位置。(b) 硫黄島の GNSS 観測点と国土地理院の母島観測点の基線長変化。噴火時にノイズレベル (2-3mm 程度) を超える変化は認められない。(c) 福徳岡ノ場のマグマ溜まりとして火口直下の茂木モデルを仮定して収縮させた場合の理論的な基線長の伸び。ノイズレベルを超える変化が見られないことから、収縮量は大きくても 0.1km^3 を超えないと推定される。本解析には国土地理院のデータを使用した。地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50m メッシュ (標高) を使用した。

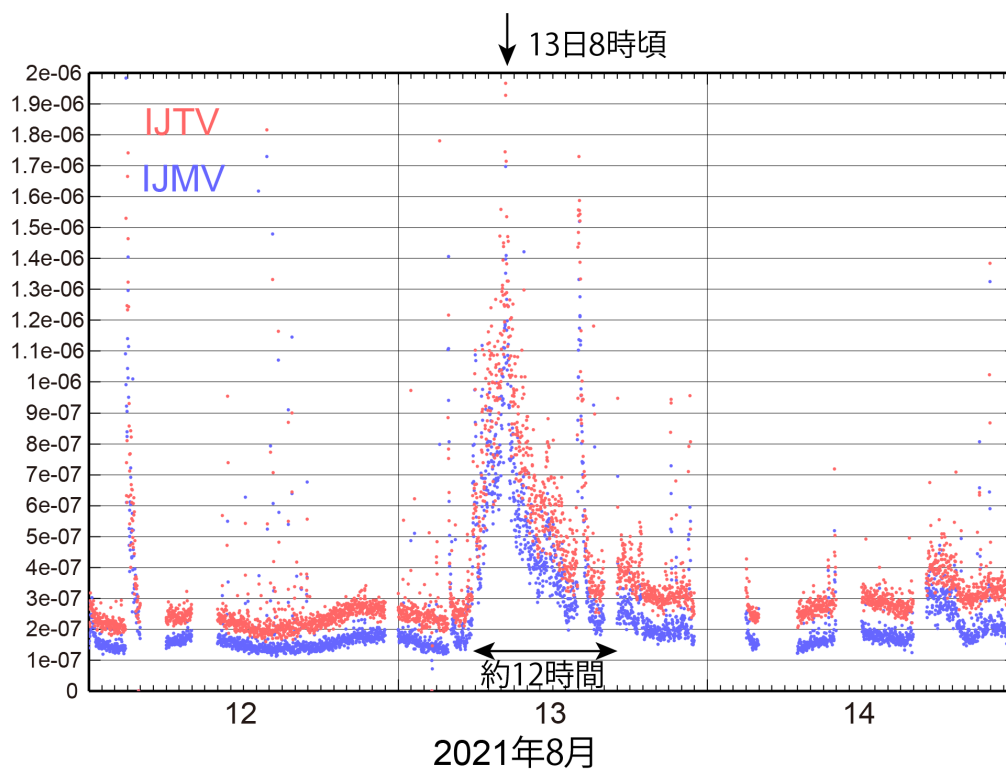


図2 硫黄島の地震計上下動成分の1分間平均振幅。福德岡ノ場の噴火による振幅の増大が観測された。振幅のピークは8月13日8時頃、振幅の増大の継続時間は約12時間。1分間平均振幅は、0.1-2Hzのバンドパスフィルタをかけている。

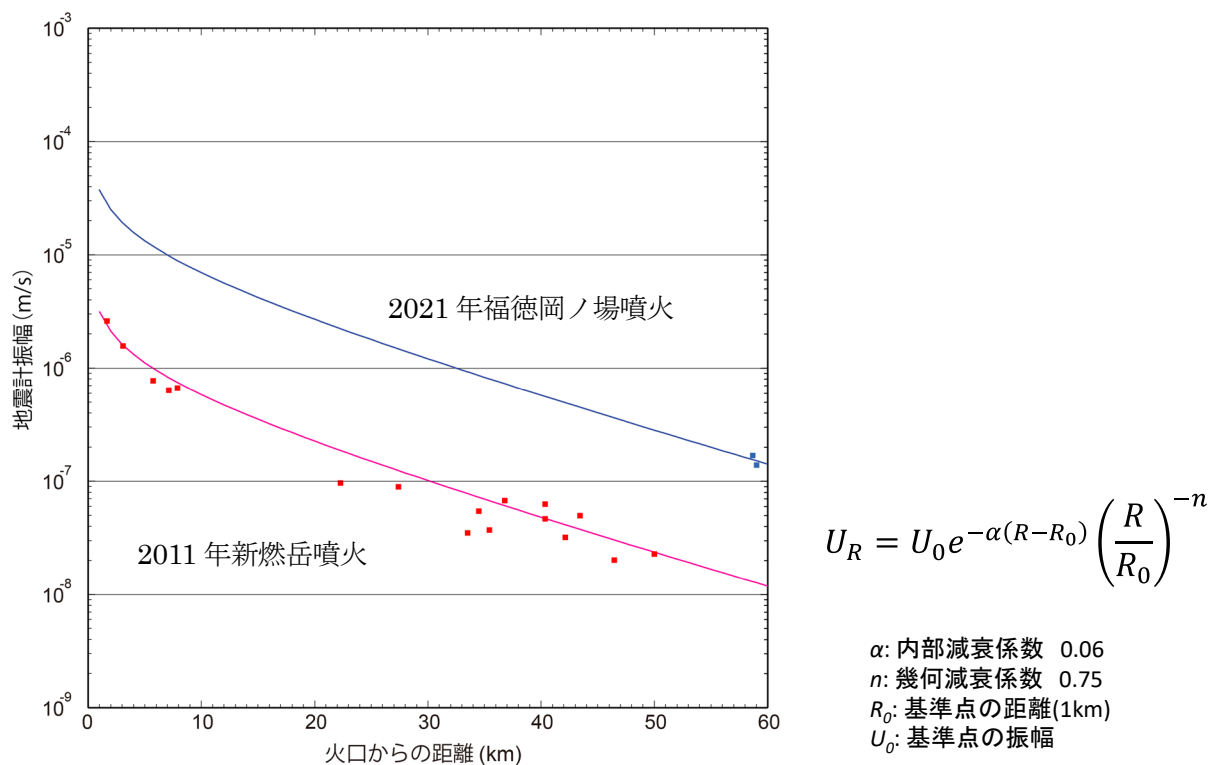


図3 地震計1分間平均振幅の噴火時のピークの大きさの比較。点は平均振幅、曲線は図中の距離減衰式による計算値。赤：2011年霧島山新燃岳での準プリニー式噴火(2011年1月27日3:58)、青：2021年福德岡ノ場噴火(2021年8月13日8:20)。1分間平均振幅は、0.1-2Hzのバンドパスフィルタをかけ、さらに観測点補正を行っている。

福德岡ノ場

福德岡ノ場 2021 年 8 月噴火の軽石試料の観察結果

福德岡ノ場火山由来とされる漂流軽石について、各地で採取した試料を観察・分析した。軽石堆積物の粒度組成は中央粒径が 3~7 mm 付近にあり、1 mm 程度より小さい粒子にきわめて乏しい。石基ガラス化学組成は軽石や暗色包有物、少量含まれるスコリアのいずれも類似した組成を示し粗面岩ないし粗面デイサイト質である。少量含まれる苦鉄質な暗色包有物は玄武岩~玄武岩質安山岩の石基組成をもち、軽石等とは粒間ガラスの組成が異なる。

○はじめに

今回は福德岡ノ場火山の北西約 300km で調査船啓風丸が採取した軽石試料（気象庁提供：8 月 22 日採取）と南大東島（住民提供：10 月 8 日採取）、喜界島（10 月 17 日採取）、沖縄群島（沖縄本島と伊計島：11 月 1 日~2 日採取）、三宅島（11 月 30 日採取）、小笠原硫黄島（12 月 9 日採取）に漂着した試料についておこなった観察や分析の結果を報告する。

○軽石の堆積状況

沖縄群島や喜界島、三宅島、小笠原硫黄島で砂浜での堆積状態を観察した(図 1~図 4)。浜のやや標高が高いところには遡上した波のローブ状の先端形状を残した堆積物があり、水際付近には潮汐や弱い波浪の影響を受けて流動する際に形成されたと考えられる海岸線に平行な堤防状ないし畝状の堆積物(図 2)が残されていることが多かった。堆積物内部は逆級化構造を持つことが多いが、干潮時に干潟に取り残されていた堆積物では正級化構造も認められた(図 2)。個々の漂着軽石の形状は、啓風丸や硫黄島の試料(図 1、図 5)では比較的角ばっており、南大東島や沖縄群島、三宅島の試料は丸みを帯びているものが多い傾向にある(図 4)。

○漂着軽石の粒度分布

漂着軽石集団の粒度特性を明らかにするため、沖縄群島および三宅島で採取した試料を乾式ふるい法により粒度分析をおこなった。粒度パラメーターは Inman(1952)の方法で算出した。

漂着軽石堆積物の粒度分布(図 6A)をみると、0 φ (1 mm)付近より小さい粒子が著しく少ない。わずかに含まれる細粒粒子は海水濃度の塩水の中で大部分が沈むことから、これらは漂流してきた粒子ではなく漂着後の水際での摩耗や篩別時の破壊により生産された破片が主体と考えられる。また、本来存在していたであろう細粒粒子は漂流中に沈降除去されたと考えられる。各試料の粒度分布の形状は大まかにユニモーダルで(図 6A)、中央粒径は-2.8~1.7 φ (3~7 mm)程度、淘汰度 0.8~1.4 φ 程度で、通常の火山噴出物に比べると粗粒で淘汰がよい傾向にある(図 6B)。福德岡ノ場火山より西進ののち黒潮に乗ったと考えられる漂流経路から、最も下流に位置すると考えられる三宅島においても沖縄群島と粒度分布に大きな違いはなく、漂流中に海上での破壊や分別の作用を経ても一定の粒度分布が保たれていた可能性がある。

○軽石の肉眼的・顕微鏡的特徴の概要

堆積物の大部分を占める軽石礫は灰白色ないし淡く褐色を帯びた灰白色で、斑晶鉱物として斜長石、単斜輝石、カンラン石、鉄チタン酸化物、燐灰石が認められる。また集合斑晶と濃褐色ガラスからなる数 mm 程度の大きさの暗色包有物が散在している特徴がある(図 1、図 5)。暗色包有物には石基結晶度が高く苦鉄質鉱物に富むものも少量認められる(図 7)。その他に少量の黒褐色スコリア礫や縞状軽石礫も認められる。啓風丸軽石試料(No.9)の CT 断面像(図 5)では、内部に遅延発泡により成長したと考えられる比較的大きな気泡があり、また解像度(約 84 μm)以下のサイズの小さな気泡が多くてのっぺりと写った部分が、急冷したと考えられる外周部だけでなく内部にもまだら状に存在している。このような細かい気泡の多い部分が漂流に必要な浮力の獲得に寄与しているものと考えられる。

○軽石のガラス化学組成

啓風丸試料 (No.16) と各地の漂着試料 (南大東島、喜界島、沖縄島) について、石基ガラス組成を測定した(図 8)。測定試料には数個~10 個の粒子から砕いた破片を集めてマウントしたものと、一粒子ずつ岩

福德岡ノ場

石薄片を作成したものを使用した。測定には防災科研設置の SEM-EDS と国立科学博物館設置の EPMA を使用し、主成分 10 元素のほかに EPMA で微量成分(Cl)を測定した。

主要な構成物である軽石礫石基の透明～淡褐色ガラスは粗面岩ないし粗面デイサイトに相当する $\text{SiO}_2=63\sim66\text{ wt\%}$ の範囲にあり、チョコチップ状の暗色包有物石基の濃褐色ガラスもほぼ同じ範囲である。スコリア礫石基の濃褐色ガラスも $\text{SiO}_2=66\sim68\text{ wt\%}$ の範囲にあり、透明～淡褐色ガラスと一致しさらにやや SiO_2 に富む範囲をもつ。単一の軽石礫内でも SiO_2 量で 2～3 wt% 程度の組成幅を持つ不均質があることを考慮すると採集地間で組成差はほぼないと考えられる(図 8)。

ごく少量確認されたカンラン石や単斜輝石斑晶に富む結晶度の高い暗色包有物は、石基全体では $\text{SiO}_2=48\sim53\text{ wt\%}$ 程度の玄武岩～玄武岩質安山岩に相当する組成であった(図 8)。粒間ガラスでは $\text{SiO}_2=61\sim65\text{ wt\%}$ でやや低く、軽石や他の暗色包有物よりも TiO_2 、 MgO 、 CaO が低く FeO^* 、 K_2O 、 P_2O_5 、Cl で富む組成トレンドをつくる(図 8)。

○まとめ

各地に漂着した軽石堆積物はローブ状や堤防・畝状の形態で海岸に定置しており、比較的淘汰がよく中央粒径が 3～7 mm 程度で、1 mm 程度以下の粒子のきわめて乏しい粒度組成をもつ。石基ガラス化学組成は採集地間でほとんど違いはなく、また軽石や暗色包有物、少量含まれるスコリアのいずれも類似した組成で $\text{SiO}_2=63\sim68\text{ wt\%}$ の粗面岩ないし粗面デイサイト質である。ごく少量含まれる苦鉄質な暗色包有物は玄武岩～玄武岩質安山岩の石基組成をもち、軽石等とは粒間ガラスの組成が異なる。マグマ包有物とすると主に噴出した粗面岩質～粗面デイサイト質のマグマのほかに苦鉄質マグマも噴火に関与した可能性がある。

なお、本報告の結果は現在のまとめであり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞： 気象庁には啓風丸で採取された試料を、南大東村役場沖山 茂氏と自然環境研究センターの森 英章氏には南大東島海軍棒で採取された試料を提供していただいた。小笠原硫黄島での調査には海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班の方々に支援をいただいた。各島の住民の方々には軽石の漂着情報について現地でご教示いただいた。以上の方々に御礼申し上げる。



図 1 小笠原硫黄島の離岩海岸に漂着した軽石(12 月 9 日撮影)

左：砂浜に遡上した波の痕跡を残すローブ状の堆積物。右：表面の急冷構造がよく残存している軽石礫。

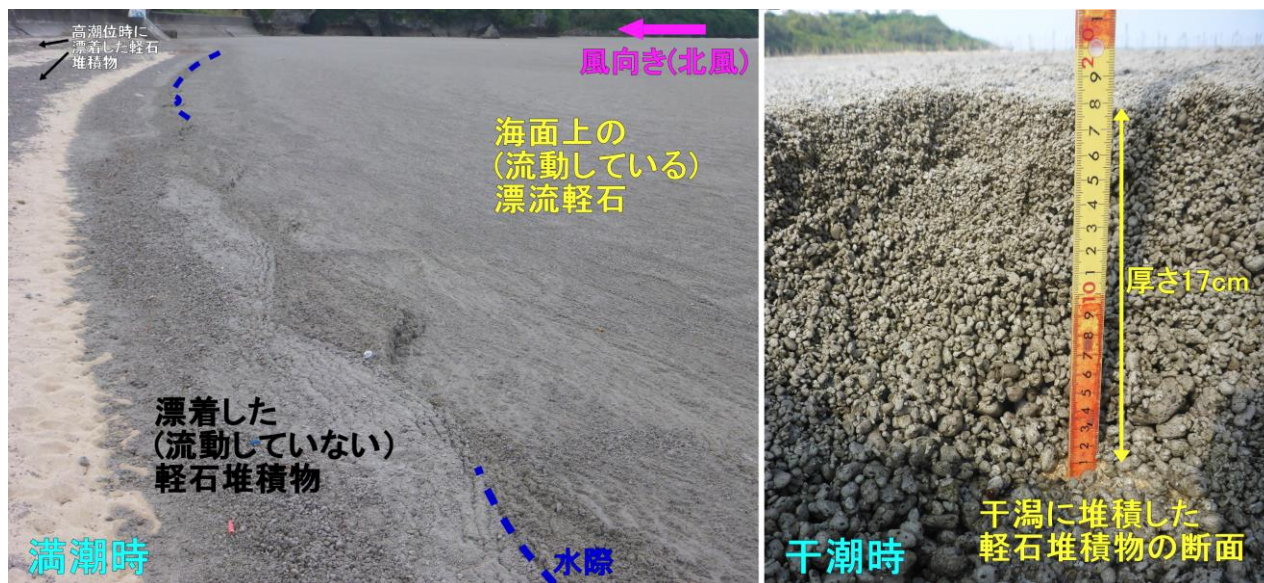


図2 沖縄島西海岸読谷村長浜海岸に漂着した軽石(11月2日撮影)

左:風により海岸に吹き寄せられた漂流軽石。水際にやや高まった堤防状の堆積物があり、海側の軽石の流動によりしわや割れ目状の構造が形成されていた。右:干潮時に干潟に残されていた級化した堆積物。



図3 沖縄群島うるま市伊計島の大泊海岸に漂着した軽石(11月2日撮影)

左:砂浜に遡上した波の痕跡を残すロープ状の堆積物。右:ロープ状部分の拡大。



図4 三宅島伊ヶ谷港脇に漂着した軽石(11月30日撮影)

左:砂浜に遡上した波の痕跡を残すロープ状の堆積物。右:収集した比較的大きな軽石礫。

福徳岡ノ場

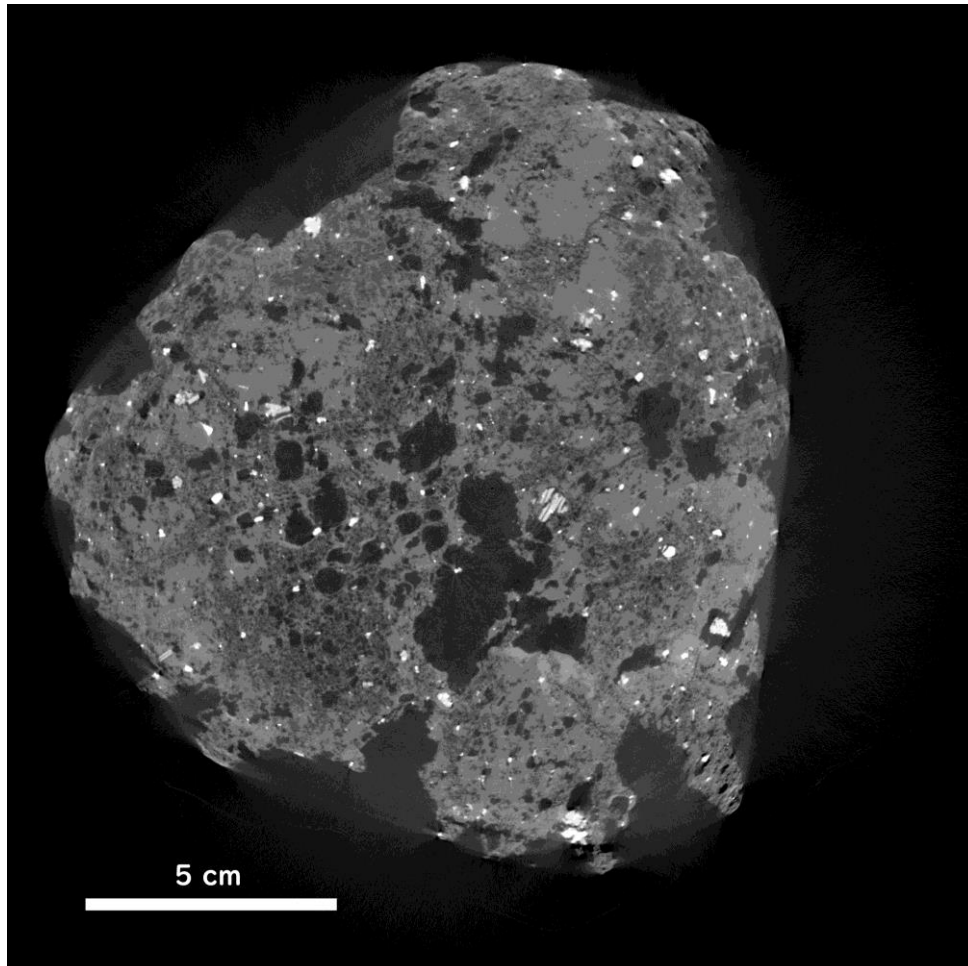
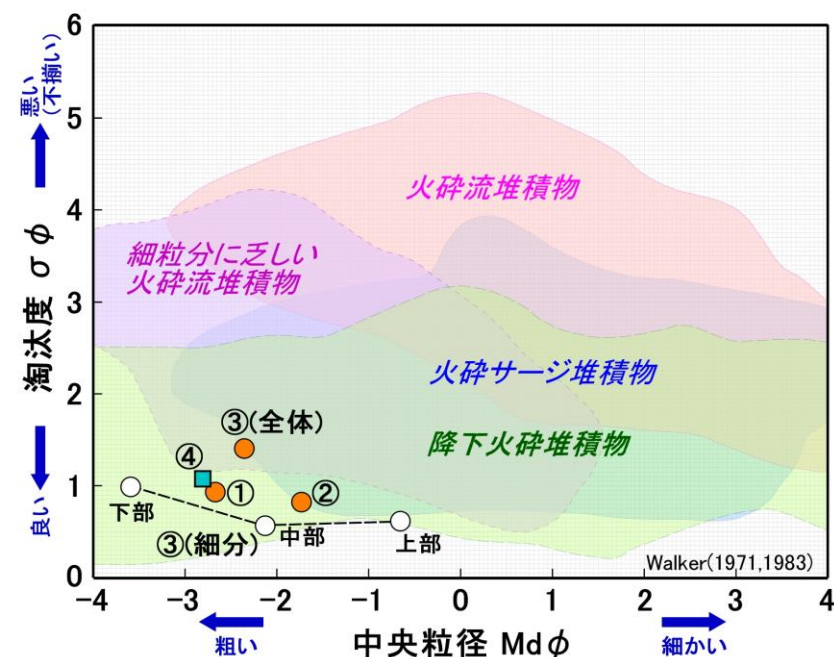
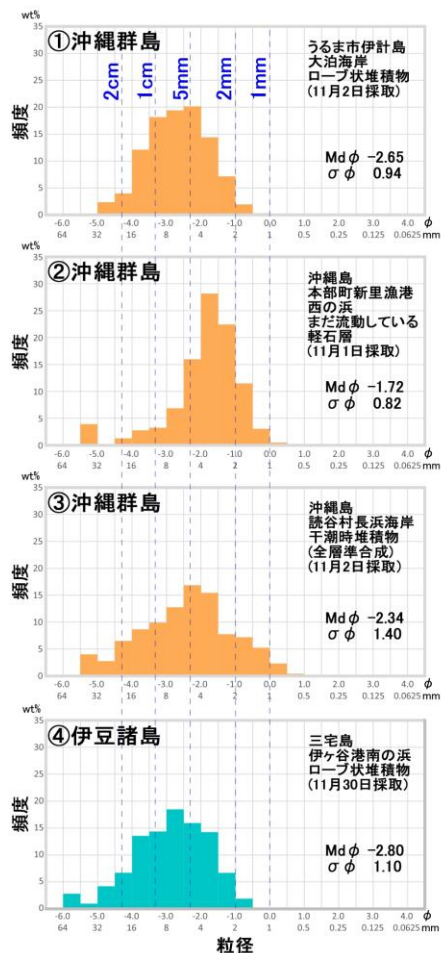


図 5 啓風丸試料の CT 画像

上:使用した試料(軽石 No. 9)。直径は約 18cm。下:CT 断面画像。国立科学博物館設置の CT 装置を使用して作成した。



B. 一般的な火山噴出物の粒度パラメータ範囲との比較

A. 粒度階ヒストグラム

図 6 福徳岡ノ場漂着軽石の粒度組成

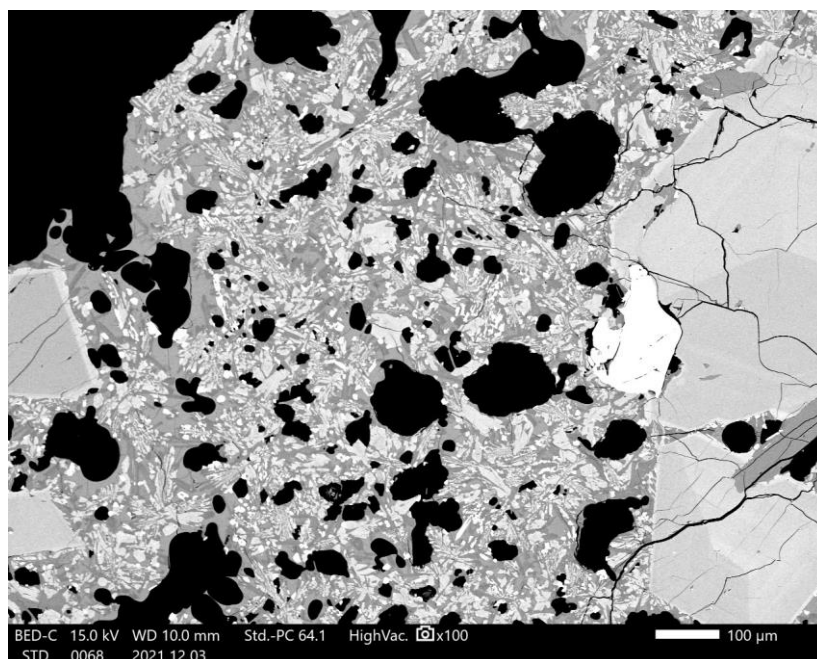
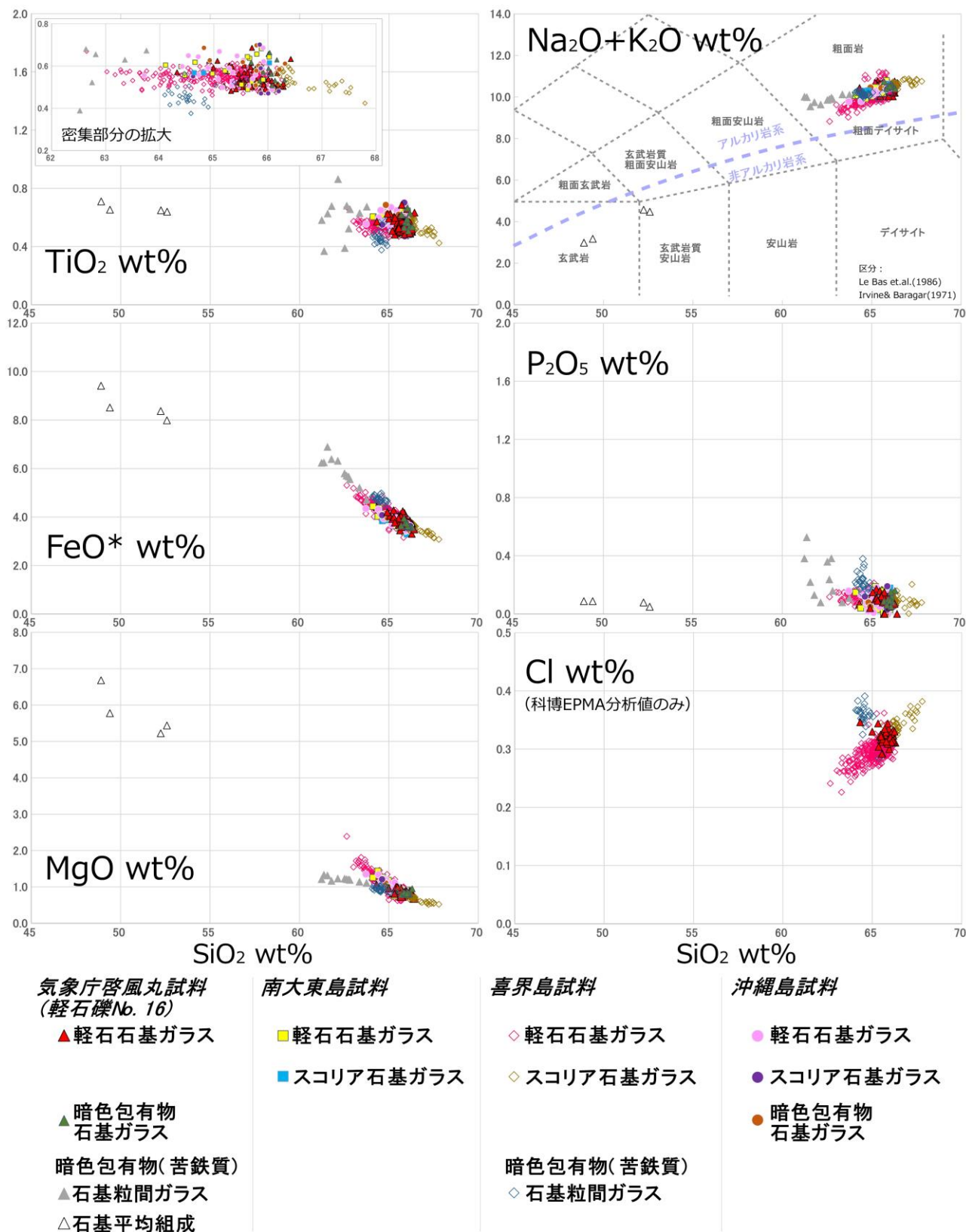


図 7 石基結晶度の高い苦鉄質な暗色包有物の反射電子像(啓風丸試料 No. 16)

図 8 各地の試料の石基ガラスの SiO_2 組成変化図

主成分元素では合計が 100wt% になるよう再計算されている。軽石・スコリア・暗色包有物のガラスは色調や産出地によらず大差はなく $\text{SiO}_2=65\text{wt}\%$ 前後に測定値が集中する。少数確認できた苦鉄質な暗色包有物は粒間ガラスが SiO_2 に乏しく、多くの元素図で軽石と異なる組成トレンドをつくる。

福徳岡ノ場, 2021 年 8 月 13-15 日の活動と噴出物量の推定

概要

2021 年 8 月 13~15 日の福徳岡ノ場の噴火は, 13 日 6 時前に発生し一連の噴火の初期にプリニー式噴火を行った後, 後半は間欠的なスルツエ式噴火に移行して 15 日 15 時 55 分の噴火を最後に終了したと考えられる. 気象衛星ひまわりと父島からの写真に基づく噴煙高度を基に, Mastin et al. (2009) の噴煙高度と噴出率の関係の経験式を利用して噴出率を求め, それに噴火継続時間をかけて噴出物量を求めると, 噴出物量は約 1~5 億 m^3 (DRE 換算) で, VEI=4, 噴火 $M=4.5\sim5.1$ と計算される.

本文

公開されている気象衛星ひまわり 8 号 (Himawari-8) の画像や, 父島からの写真を利用した噴煙高度, 気象庁から提供された気象衛星ひまわりによる雲頂温度の観測に基づく噴煙高度, Ash-RGB 画像などを基に, 福徳岡ノ場の 2021 年 8 月 13~15 日の噴火の推移と噴火の規模をまとめた.

気象衛星ひまわりからの画像に基づく, 福徳岡ノ場の噴火は, 8 月 13 日 5 時 57 分 (以下 JST) 頃に開始し, 15 日 15 時 55 分の噴火を最後に終了した. この一連の噴火は, 次のように区分される. 1 期: 8 月 13 日 5 時 57 分~13 時 20 分の噴煙上昇期, 2 期: 8 月 13 日 13 時 20 分~19 時 50 分の典型的な傘型噴煙形成期, 3 期: 8 月 13 日 19 時 50 分~14 日 0 時 00 分のやや間欠的な活動, 4 期: 8 月 14 日 0 時 00 分~7 時 50 分の 0 時 00 分~3 時 30 分および 5 時 30 分~7 時 00 分の 2 回の傘型噴煙形成を含む連続的な噴火 (2 回の短期の傘型噴煙形成を含む), 5 期: 8 月 14 日 7 時 50 分~15 時 40 分の間欠的な噴火, 6 期: 14 日 15 時 40 分~20 時 20 分の連発的な噴火 (傘型噴煙は形成しない), 7 期: 14 日 20 時 20 分~15 日 15 時 55 分の間欠的な噴火にわけられる. 海上保安庁撮影の映像などとあわせて考えると, 一連の噴火の初期にプリニー式噴火が発生し, 後半は間欠的なスルツエ式噴火に移行して終了したと考えられる.

このうち, ②の時期の噴煙高度は気象衛星ひまわりの観測によると約 16 km, 父島からの写真によると約 19 km と計測された. 噴煙の形は, 傘型噴煙の中心にオーバーシュートした噴煙の高まりが認められるプリニー式噴火における典型的な傘型噴煙を形成した. また, 気象衛星ひまわりのいくつかの観測バンドを利用した Ash-RGB 画像に基づく, この噴煙は上面まで火山灰と火山ガス (SO_2) を含んでいることがわかる.

海底から海面を突き破り高い噴煙柱を立ちあげたという特異な噴火であるが, 基本的なプリニー式の特徴を満たすことから, Mastin et al. (2009) の噴煙高度と噴出率の関係の経験式を利用して噴出率を求め, それに噴火継続時間をかけて噴出物量を求めた. 計算に使用した噴煙高度は, 気象衛星ひまわりの観測と父島からの写真に基づくもの 2 通りを用いた. また, 噴火の継続時間は, ①: 2 期のみ, ②: 2 期と 4 期の傘型噴煙が形成された間, ③: 連続した噴煙が形成された 2, 4, 6 期のすべての 3 通りを用いた. 計 6 通りの噴出物量の値は表 1 のとおりである.

この噴出物量を基に, 火山爆発指数 (VEI: Newhall and self, 1982) および噴火マグニチュード (噴火 M : 早川, 1993; Pyle, 2000) を求めると, VEI=4, 噴火 $M=4.5\sim5.1$ となる. なお, 新島と漂流軽石の体積 (池上, 2021) の合計が 0.1 km^3 ほどであることを考慮すると, 本噴火は VEI=4 の噴火であることは間違いない.

謝辞: 気象庁には気象衛星ひまわりで計測した噴煙高度のデータや気象衛星ひまわりの画像を提供していただきました. また, 気象衛星ひまわり 8 号が取得した 2.5 分毎の画像の閲覧は, 情報通信研究機構 (NICT) のひまわりリアルタイム Web も利用させていただいた. ここに記して感謝いたします.

表 1 噴出物量

		噴煙高度	噴出率	継続時間	総噴出物量		総噴出物量	VEI	噴火M
		(km)	(m ³ (DRE) /s)	(h)	(m ³ (DRE) /s)		(m ³ (DRE) /s)		
①H	2期：ひまわり8号	16	5.6E+03	6.5	1.E+08	①H	1.E+08	4	4.5
②H	4期：ひまわり8号	15	4.3E+03	5.5	9.E+07	①H+②H	2.E+08	4	4.7
③H	6期：ひまわり8号	13.5	2.4E+03	4.7	4.E+07	①H+②H+③H	3.E+08	4	4.8
①C	2期：父島から写真	19	1.0E+04	6.5	2.E+08	①C	2.E+08	4	4.7
②C	4期：父島からの写真	18	8.0E+03	5.5	2.E+08	①C+②C	4.E+08	4	5.0
③C	6期：父島からの写真	16	5.0E+03	4.7	8.E+07	①C+②C+③C	5.E+08	4	5.1

文献

早川 (1993) 火山, 38, 223-226. 池上 (2021) 日本火山学会 2021 年秋季大会予稿. Mastin et al. (2009) JVGR, vol.186, 10-21. Newhall and Self (1982) JGR, vol. 87, 1231-1238, Pyle (2000) Encyclopedia of Volcanoes, 263-269.

福徳岡ノ場, 2021 年 8 月噴火の軽石

概要

海洋気象観測船「啓風丸」や作業船「新世丸」が採取した漂流中の明灰色～灰色の軽石および沖縄本島に漂着した黒色の軽石の全岩化学組成は SiO_2 含有量 61.5–63.1 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 8.9–9.7 wt.%の粗面岩で、過去の噴出物と類似した組成を示す。

本文

福徳岡ノ場の 2021 年 8 月 13 日から始まった噴火は、多量の軽石ラフトを生産した。海洋気象観測船「啓風丸」が $25^\circ 30.3\text{N}$ 、 $138^\circ 53.3\text{E}$ 付近で 8 月 22 日 8 時頃に、その軽石ラフトから採取した軽石は、明灰色～灰色の軽石で、噴火から 10 日以内であったためか、外形は一部破壊されているが、ほとんど破壊や摩滅していない部分もあるものであった（図 1）。軽石の形状は、円磨度は亜円程度で、表面は平滑でなく、もこもことした凹凸のある形状をなし、凹んだ部分に沿って網目状にクラックが発達する形状をなす。気泡径は外側が細かく内側が大きい。このような特徴は、Jutzeler et al. (2020) が記載した水底噴火で生産された軽石ラフトを構成する水冷した軽石の特徴と一致する。

一方 2021 年 10 月 14 日に奄美大島北西方で作業船「新世丸」が遭遇した軽石ラフトは東北東—西南西方向に連なり、軽石が濃集している部分の幅は広くて 7–8m 程度であった（図 2）。この軽石ラフトから採取された試料は、啓風丸試料に比べて円磨されたものが多かった。

これらの漂流軽石に対して XRF による全岩化学組成の測定を行ったところ、 SiO_2 含有量 61.5–62.8 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 8.9–9.6 wt.%（無水、100%で再計算）となり、粗面岩の組成を示す（図 3）。さらに色の違いによる組成の違いの有無を検討するために、沖縄本島に漂着した黒色軽石 1 個についても測定を行った。その結果 SiO_2 含有量 63.2 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 9.74 wt.%となり、分析した他の軽石と類似しており、色による顕著な組成の違いは現段階では認められていない。今回噴出した軽石試料は、過去の噴出物のものとほぼ同じ組成であることから、今回の活動も以前と同様のマグマが活動したと考えられる。

文献

Jutzeler et al. (2020) *Geophysical Research Letters*, 47, e1701121. 加藤 (1988) 火山, 33, 21–30. Le Bas et al. (1986) *Journal of Petrology* 27, 745–750. 中野・川辺 (1992) 火山, 37, 95–98. 小坂・他 (1990) 火山, 35, 57–61. 脇水 (1920) 東洋学芸雑誌, 37, 257–268. 吉田・他 (1987) 核理研研究報告, 20, 202–215.

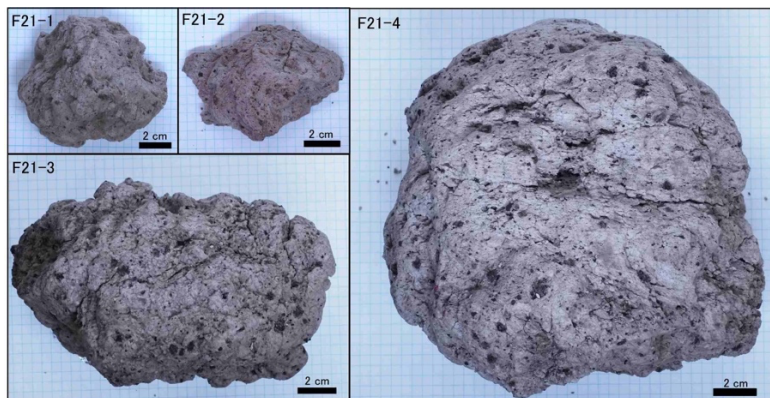


図1 海洋気象観測船「啓風丸」により採取された軽石



図2 作業船「新世丸」から見た軽石ラフト

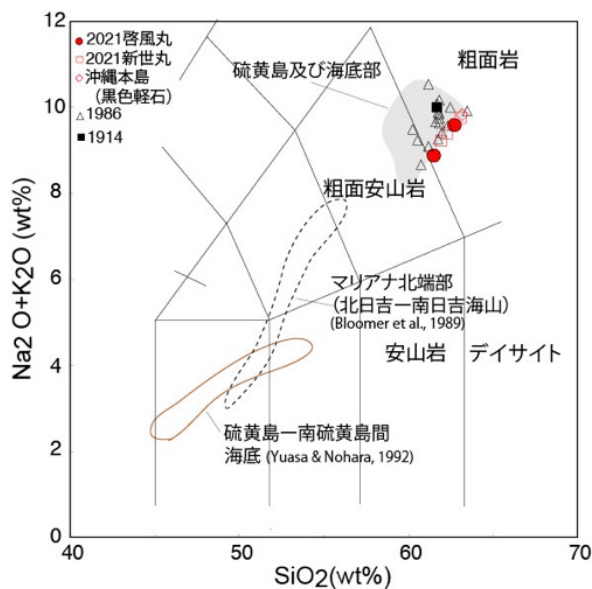


図3 福徳岡ノ場の軽石の組成

2021年の値は今回測定。1986年、1914年の値は加藤（1988）、中野・川辺（1992）、小坂・他（1990）、脇水（1920）、吉田・他（1987）より。岩石分類は、Le Bas et al. (1986) による。

福德岡ノ場の衛星画像解析結果

Satellite Image Analyses of Fukutoku-Oka-no-Ba Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第 1 図は、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である。新島確認後、最初の 8 月 17 日時点では、西側に面積約 0.3km²、外周約 2.5km の陸地、東側に面積約 0.1km²、外周約 1.5km の陸地が確認されたが、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る。

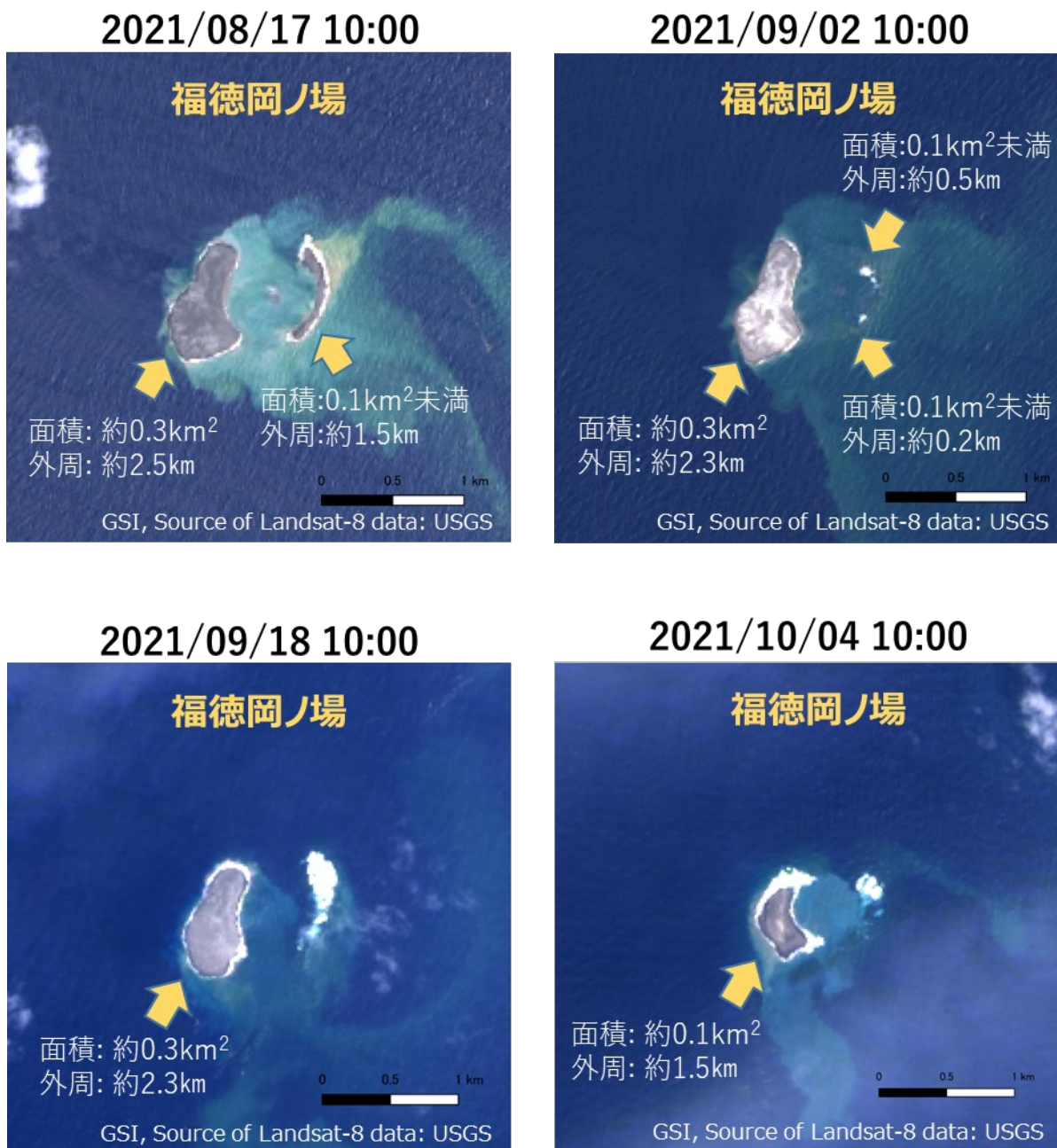
第 2 図は「だいち 2 号」の SAR 強度画像である。8 月 23 日の画像 (a) では、東側と西側の島が見られたが、9 月 5 日以降の画像 (b~h) では西側の島だけが見られる。12 月 8 日以降の画像 (i、j) では、陸地が確認できない。

謝辞

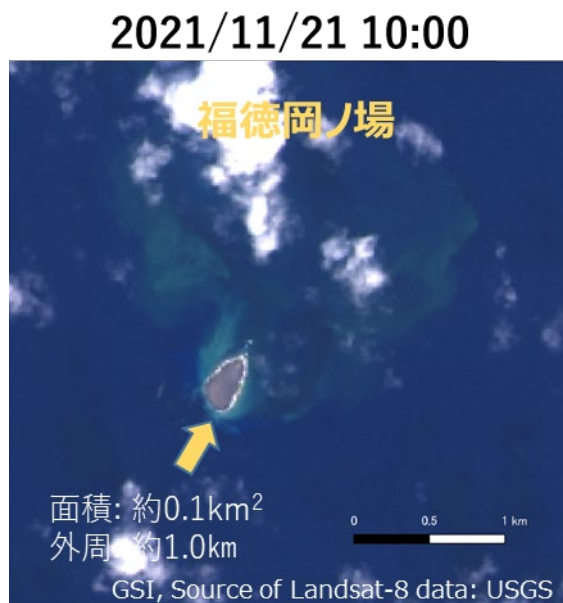
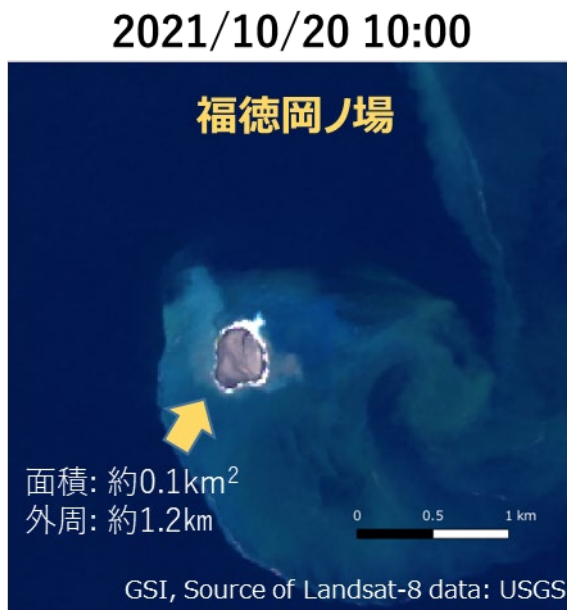
ここで使用した「だいち 2 号」の原初データの所有権は、JAXA にあります。これらのデータは、「だいち 2 号」に関する国土地理院と JAXA の間の協定に基づき提供されました。

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 つの陸地が確認されましたが、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。



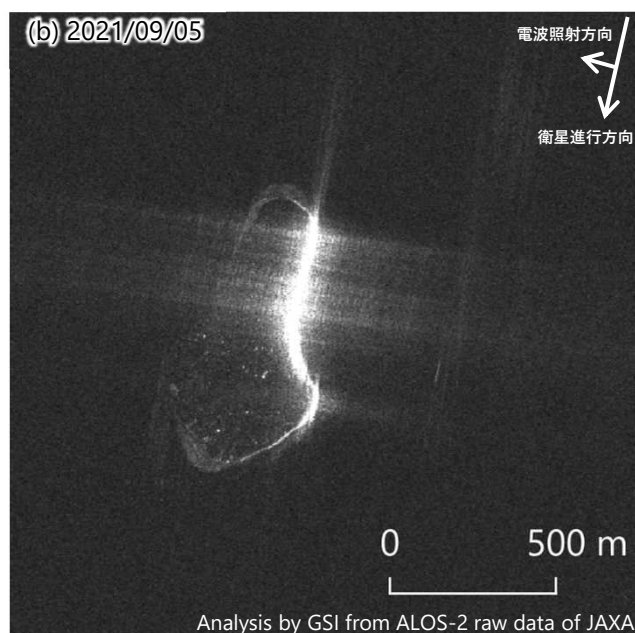
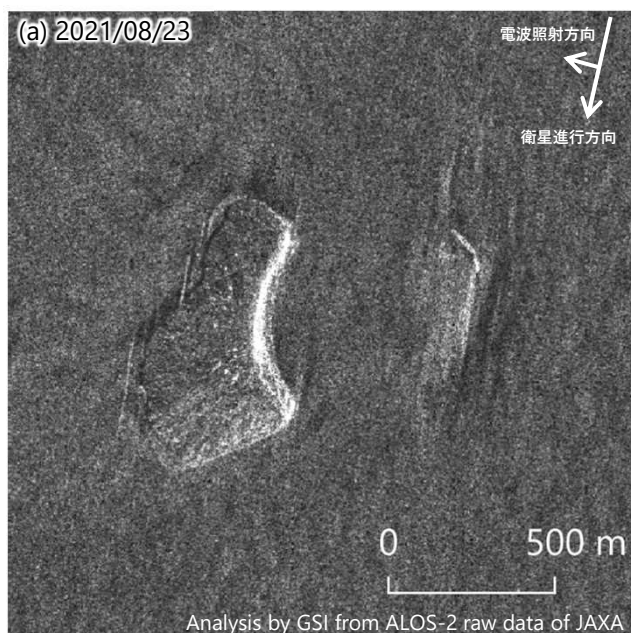
第 1 図 Landsat-8による福徳岡ノ場の画像



第1図つづき Landsat-8による福德岡ノ場の画像

福徳岡ノ場のSAR強度画像について

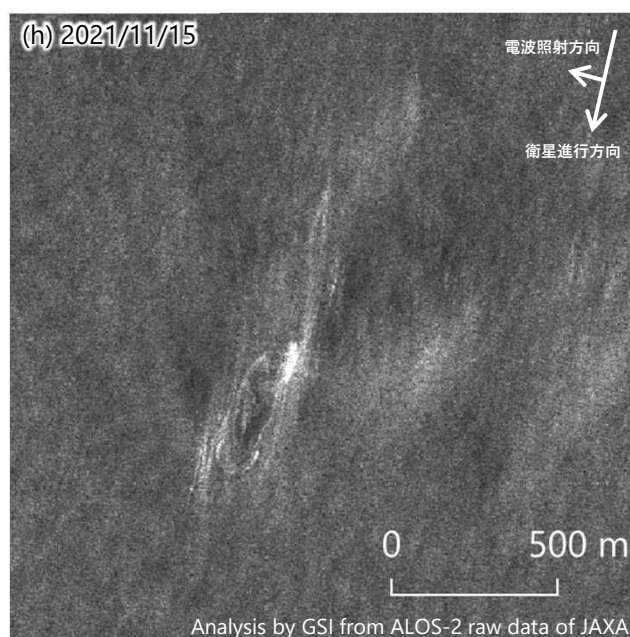
(a)では、東側と西側の陸地が見られましたが、(b)～(h)では、西側の陸地だけが見られます。(i)以降は、陸地が確認できません。



本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第2図 「だいち2号」PALSAR-2による福徳岡ノ場のSAR強度画像

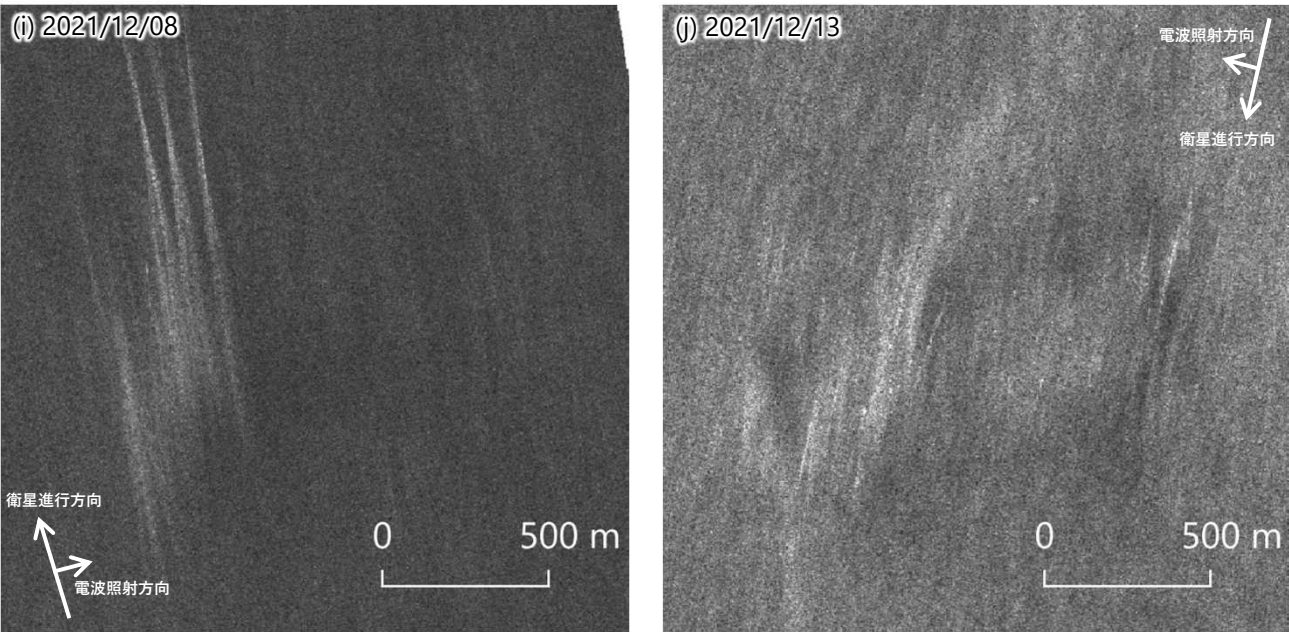
福徳岡ノ場



本解析で使したデータの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第2図つづき 「だいち2号」PALSAR-2による福徳岡ノ場のSAR強度画像

福徳岡ノ場



	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/08/23 11:32頃	2021/09/05 11:11頃	2021/09/20 11:32頃	2021/10/08 23:42頃	2021/10/13 23:48頃	2021/10/18 11:32頃
衛星進行方向	南行	南行	南行	北行	北行	南行
電波照射方向	右(西)	右(西)	右(西)	右(東)	右(東)	右(西)
観測モード*	U	S	S	S	S	S
入射角	35.2°	61.0°	35.2°	45.3°	53.8°	35.2°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH	HH

	(g)	(h)	(i)	(j)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/11/10 23:48頃	2021/11/15 11:32頃	2021/12/08 23:48頃	2021/12/13 11:32頃
衛星進行方向	北行	南行	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)	右(東)	右(西)
観測モード*	S	S	S	S
入射角	53.8°	35.2°	53.8°	35.2°
偏波	HH	HH	HH	HH

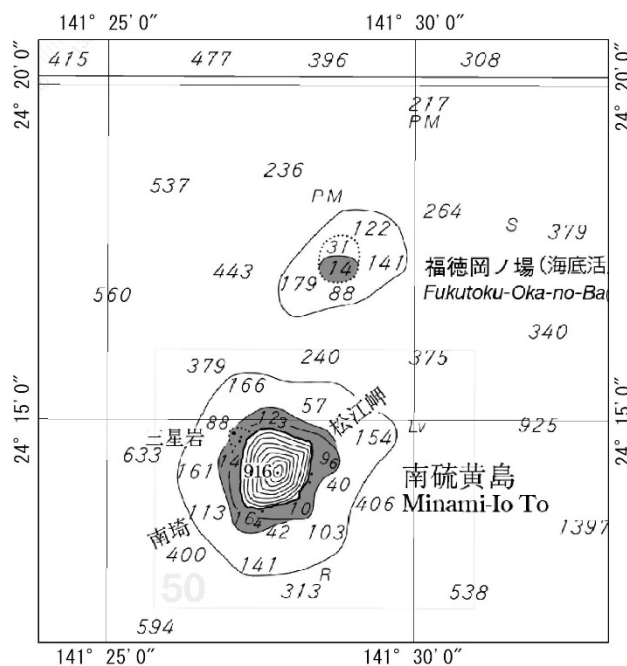
* S：スポットライト（3×1m）モード
* U：高分解能（3m）モード

本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

福徳岡ノ場

第 2 図 つづき 「だいち 2 号」 PALSAR-2 による福徳岡ノ場の SAR 強度画像

福德岡ノ場・南硫黄島



第1図 福德岡ノ場・南硫黄島

図には海図 W86 を使用した

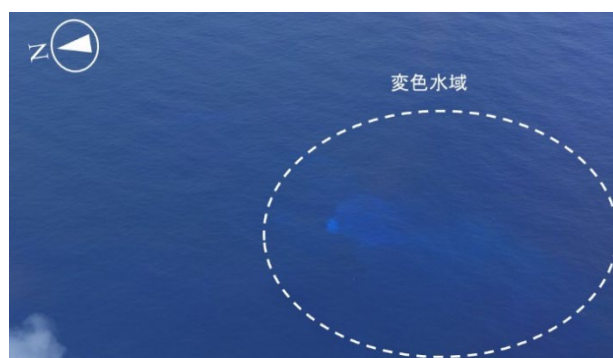
福德岡ノ場

○ 2021/8/13 噴火前の最近の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2021/7/9	海上保安庁	24-17. 1N, 141-28. 9E 付近に青白色の変色水域が認められた（第 2 図）。
2021/8/5	海上保安庁	前回 7/9 に確認した変色水域の南南西方向に青白色の変色水域が認められた（第 3 図）。



第2図 福德岡ノ場 変色水域
2021年7月9日 12:51 撮影



第3図 福德岡ノ場 変色水域
2021年8月5日 13:02 撮影

○ 2021/8/13 噴火後の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2021/8/13	第三管区 海上保安本部	福德岡ノ場付近にて噴煙を確認した。なお、噴火の規模が大きく接近しての詳細な観測はできなかった（第4・5図）。



第4図 福德岡ノ場 噴煙
2021年8月13日 14:52 撮影

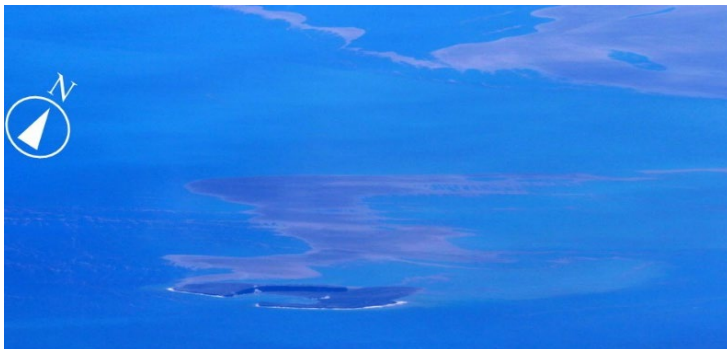
(福德岡ノ場北方約90km、高度約6,000m)



第5図 南硫黄島（左）と福德岡ノ場（右）
2021年8月13日 15:01 撮影

(福德岡ノ場北方約90km、高度約6,000m)

2021/8/15	第三管区 海上保安本部	直径約1kmの馬蹄型の新島を確認した（第6図）。断続的な噴火が継続しており、白色や黒色の噴煙があがっていた。（第7・8図）。軽石等の浮遊物が蛇行しながら北西方向に約60km流れていた（第6・8図）。
-----------	----------------	---



第6図 福德岡ノ場
2021年8月15日 12:51 撮影



第7図 福德岡ノ場 黒色噴煙
2021年8月15日 12:56 撮影



第8図
南硫黄島（左）と福德岡ノ場（右）
2021年8月15日 12:56 撮影

福德岡ノ場・南硫黄島

2021/8/16	海上保安庁	前日 8/15 に確認した南側に開いた馬蹄型の新島は北側が消失して()型に変化していた(第 9・10 図)。 ()型の中心から白色噴気の放出が継続していたが、観測中に噴火は認められなかった(第 10 図)。 褐色系の濃厚な変色域は新島の内外で広範囲に発生していた(第 9・10 図)。 噴出した軽石等の浮遊物は、蛇行しながら西北西方向に断続的に約 100km(最大幅約 13km)まで達していた(第 11 図)。
-----------	-------	--

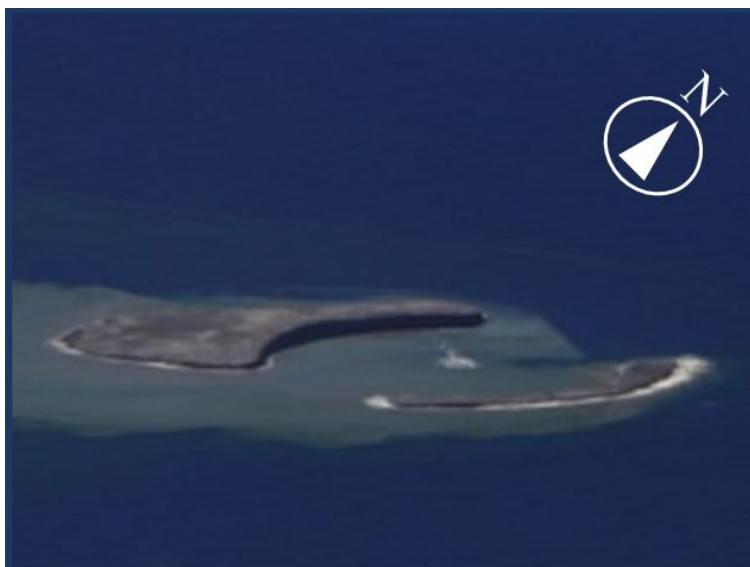


第 9 図

南硫黄島(左)と
福德岡ノ場(右)

2021 年 8 月 16 日

13:50 撮影



第 10 図 福德岡ノ場

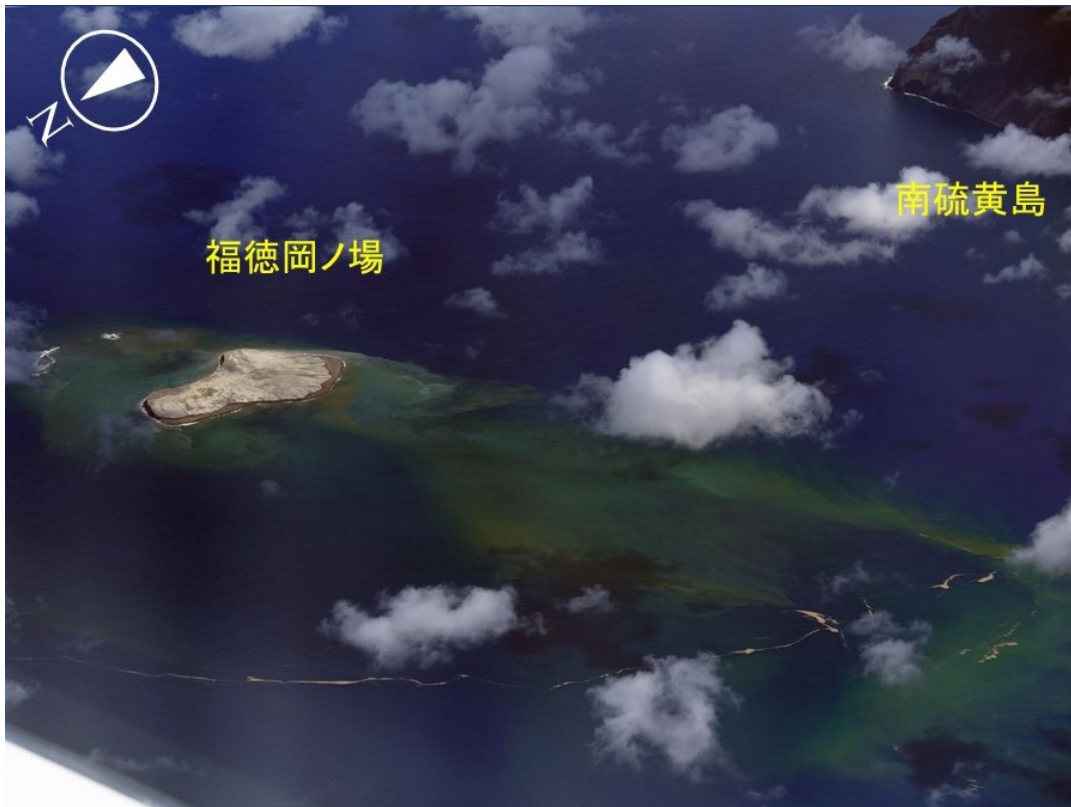
2021 年 8 月 16 日 14:14 撮影



第 11 図 浮遊物

2021 年 8 月 16 日 15:08 撮影

2021/8/26	海上保安庁	前回 8/16 の調査と比較し新島の西側はほぼ変化がなく、東側は一部を残し海没していた（第 1 3 図）。 観測中、噴火は認められなかった。 二つの新島に挟まれた火口では海面上に灰色の物質が間欠的に湧出していた（第 1 3 図）。 黄緑色～茶褐色の変色水域が広く認められ、西方へ延びていた（第 1 2 図）。
-----------	-------	--



第 1 2 図
南硫黄島(右)と
福德岡ノ場(左)
2021 年 8 月 26 日
12:50 撮影

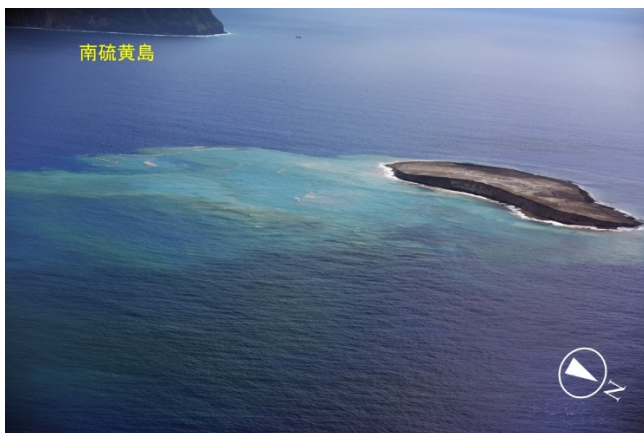


第 1 3 図 福德岡ノ場
2021 年 8 月 26 日 13:07 撮影

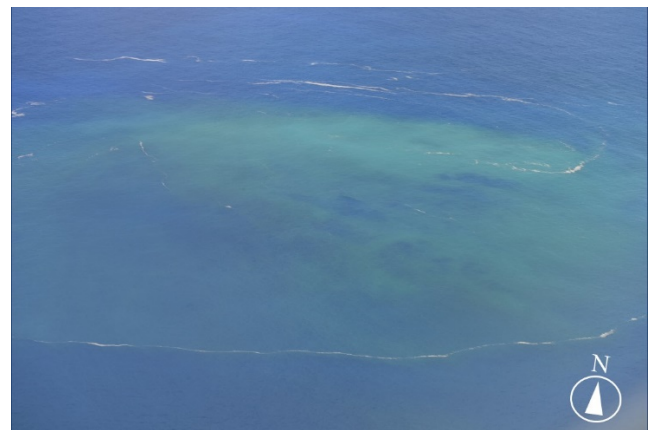
2021/9/12	海上保安庁	前回 8/26 の調査と比較し新島の西側はほぼ変化なく、東側は海没していた（第 1 5 図）。 観測中、噴火は認められなかった。 新島周辺に黄緑～黄褐色の変色水域が広く分布していた（第 1 4 ・ 1 5 図）。 また、新島の東北東約 2km の位置（24-17. 4N, 141-30. 9E 付近）において、新たに直径約 2km の独立した黄緑～黄褐色の変色水域が広く分布しており、変色水域を取り囲むように浮遊物も認めた（第 1 4 ・ 1 6 ・ 2 6 図）。
-----------	-------	--



第 1 4 図 福徳岡ノ場 新島と独立した変色水域の状況 2021 年 9 月 12 日 13:04 撮影



第 1 5 図 福徳岡ノ場 新島の状況
2021 年 9 月 12 日 12:55 撮影



第 1 6 図 福徳岡ノ場 独立した変色水域
2021 年 9 月 12 日 13:04 撮影

2021/10/12	海上保安庁	西側の新島は前回 9/12 調査時の 1/3 程度に縮小していた（第 17・18 図）。 色調の異なる火山灰と思われる堆積層が確認できた（第 18～20 図）。 東側の新島に明確な陸地は確認できなかったが、浅瀬が存在し、波浪礁による白波が確認できた（第 17 図）。 西側新島北岸付近及び東側波浪礁北部に茶褐色の変色水が分布していた（第 17 図）。 福德岡ノ場周辺及び福德岡ノ場から北西方向に約 3 海里伸びる黄緑色の変色水の分布を認めた（第 17 図）。
------------	-------	--



第 17 図 福德岡ノ場
2021 年 10 月 12 日 13:08 撮影



第 18 図 福德岡ノ場 西側新島
2021 年 10 月 12 日 13:13 撮影



第 19 図 福德岡ノ場
2021 年 10 月 12 日 13:13 撮影



第 20 図 福德岡ノ場
2021 年 10 月 12 日 13:18 撮影

2021/11/1	第三管区 海上保安本部	新島の台地は 10/12 の調査と比較し縮小していた。新島の南部から伸びる青白色の帯状の変色水域を認めた（第 2 1 図）。
-----------	----------------	--



第 2 1 図 福徳岡ノ場

2021 年 11 月 1 日 13:59 撮影

2021/11/11	海上保安庁	新島の台地はやや縮小しているものの 11/1 の調査と比較し、島の大きさに顕著な変化は認められなかった（第 2 2 ・ 2 3 図）。 新島の北端から噴き上がる白色噴気を確認（第 2 2 図）。新島の北側の海面で円形状に湧出する気泡を認めた（第 2 3 図）。 新島西側に濃黄緑色の変色水域を認めた（第 2 3 図）。 また、福徳岡ノ場の南東約 20km (24-08. 5N, 141-36. 4E 付近) にて直径約 2km の黄緑色の変色水域及び軽石と思われる浮遊物を認めた（第 2 4 ・ 2 5 ・ 3 2 図）。
------------	-------	--



第 2 2 図 福徳岡ノ場

2021 年 11 月 11 日 12:50 撮影



第 2 3 図 福徳岡ノ場

2021 年 11 月 11 日 12:45 撮影



第 2 4 図

南硫黄島、福德岡ノ場と
南東約 20km の変色水域及び
浮遊物(遠景)

2021 年 11 月 11 日

13:14 撮影



第 2 5 図

福德岡ノ場の南東約 20km の
変色水域及び浮遊物(拡大)

2021 年 11 月 11 日

13:14 撮影

2021/11/29	第三管区 海上保安本部	11/11 の調査までは確認できた新島の台地が消滅していた(第 2 7 図)。 新島周辺に茶褐色～黄緑色の変色水域を認めた(第 2 6 図)。
------------	----------------	--



第 2 6 図 南硫黄島と福德岡ノ場

2021 年 11 月 29 日 09:30 撮影

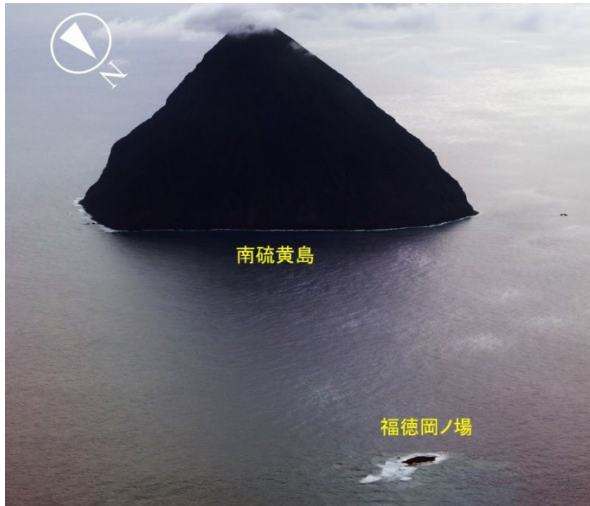


第 2 7 図 福德岡ノ場

2021 年 11 月 29 日 09:31 撮影

福德岡ノ場・南硫黄島

2021/12/14	第三管区 海上保安本部	11/29 の調査と比較して新島の面積が減少していた (第 28・29 図)。 新島周辺に黄緑色の変色水域を認めた (第 30 図)。 新島北北東に青白色の変色水域を認めた (第 30・31 図)。
------------	----------------	--



第 28 図 南硫黄島と福德岡ノ場
2021 年 12 月 14 日 13:21 撮影



第 29 図 南硫黄島と福德岡ノ場
2021 年 12 月 14 日 13:28 撮影



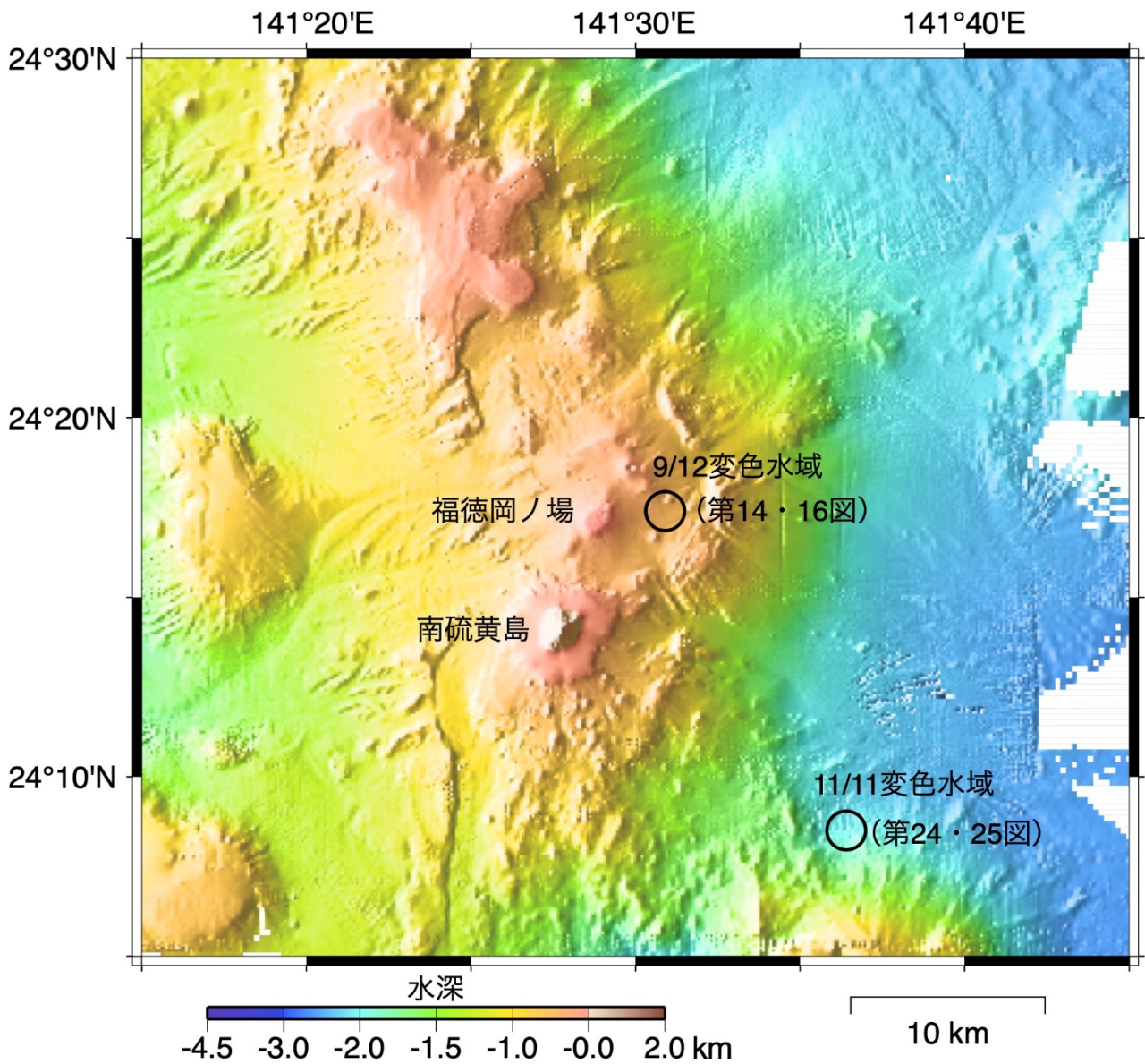
第 30 図 福德岡ノ場 変色水域
2021 年 12 月 14 日 13:30 頃 撮影



第 31 図 福德岡ノ場 変色水域
2021 年 12 月 14 日 13:22 撮影

福德岡ノ場・南硫黄島

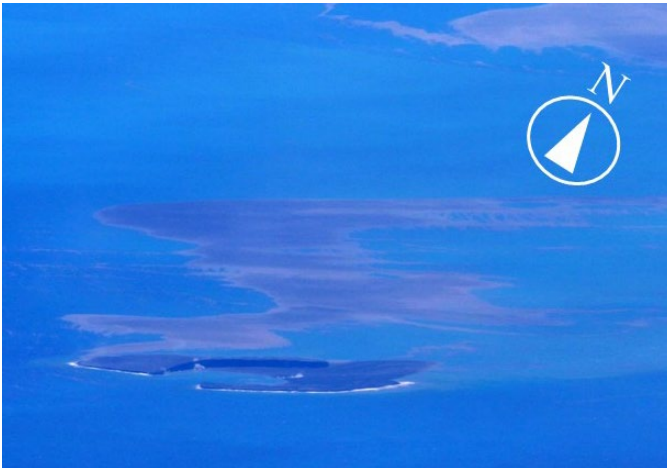
○ 第 3 2 図 独立した変色水域分布図



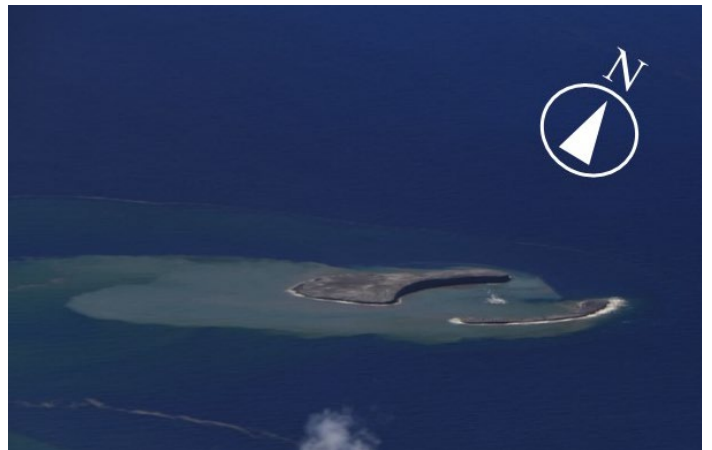
国土地理院(GSI)

福德岡ノ場・南硫黄島

○ 第 3 3 図 地形変化 (2021/8/15~11/11)



2021 年 8 月 15 日 12:51 撮影



2021 年 8 月 16 日 14:14 撮影



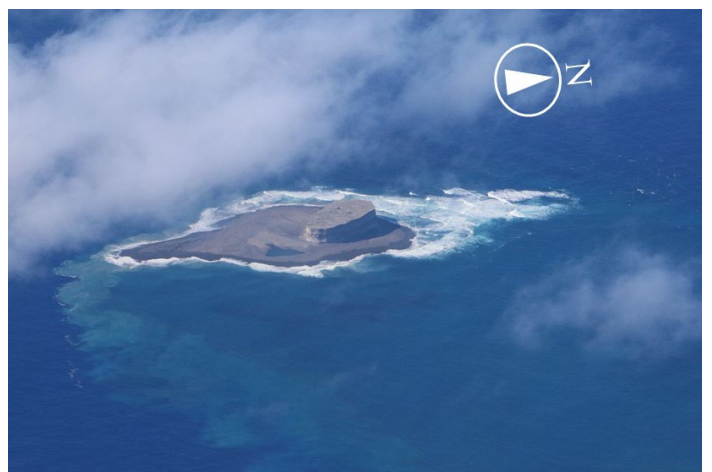
2021 年 8 月 26 日 13:07 撮影



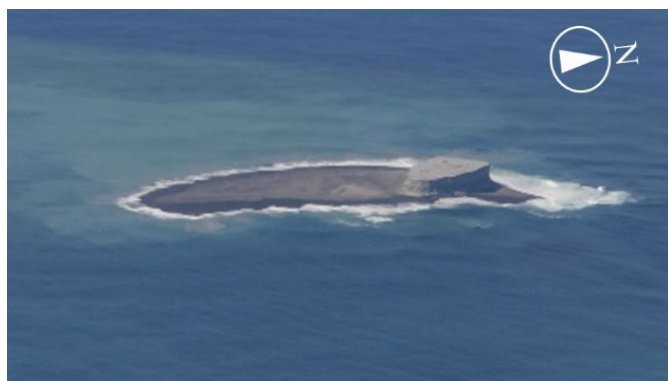
2021 年 9 月 12 日 13:20 撮影



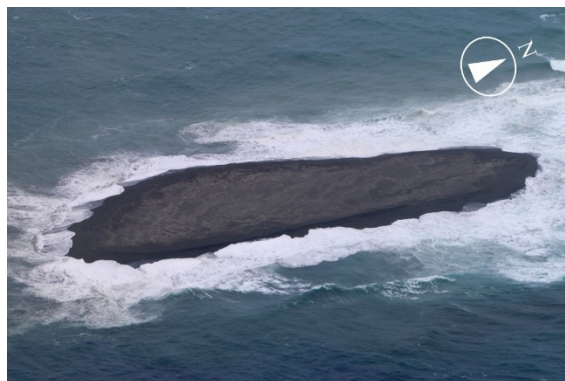
2021 年 10 月 12 日 13:28 撮影



2021 年 11 月 1 日 13:57 撮影



2021 年 11 月 11 日 12:42 撮影



2021 年 11 月 29 日 09:31 撮影



2021 年 12 月 14 日 13:22 撮影

南硫黄島

○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況	調査機関等
2021/7/9	南硫黄島の北東部に黄緑色の変色水域が認められた（第 3 4 図）。	海上保安庁
2021/8/5	変色水域等の特異事象は認められなかった。	
2021/8/16	変色水域等の特異事象は認められなかった。	
2021/9/12	南硫黄島の西岸～南岸に黄緑色の変色水域の分布が認められた（第 3 5 図）。	
2021/10/12	島のほぼ全周にわたって薄い黄緑色の変色水域の分布を認めた（第 3 6 図）。	
2021/11/11	島の北岸～西岸に黄緑色の変色水域の分布が認められた。 また、北岸に軽石とみられる浮遊物が漂着していた。（第 3 7 図）	第三管区 海上保安本部
2021/12/14	南硫黄島の北部及び西部に黄緑色の変色水域が認められた（第 3 8 図）。	



第 3 4 図 南硫黄島 西部
2021 年 7 月 9 日 12:51 撮影



第 3 5 図 南硫黄島 西岸
2021 年 9 月 12 日 13:28 撮影

福徳岡ノ場・南硫黄島



第 3 6 図 南硫黄島 西岸
2021 年 10 月 12 日 13:01 撮影



第 3 7 図 南硫黄島
2021 年 11 月 11 日 12:46 撮影



第 3 8 図 南硫黄島
2021 年 12 月 14 日
13:30 頃撮影

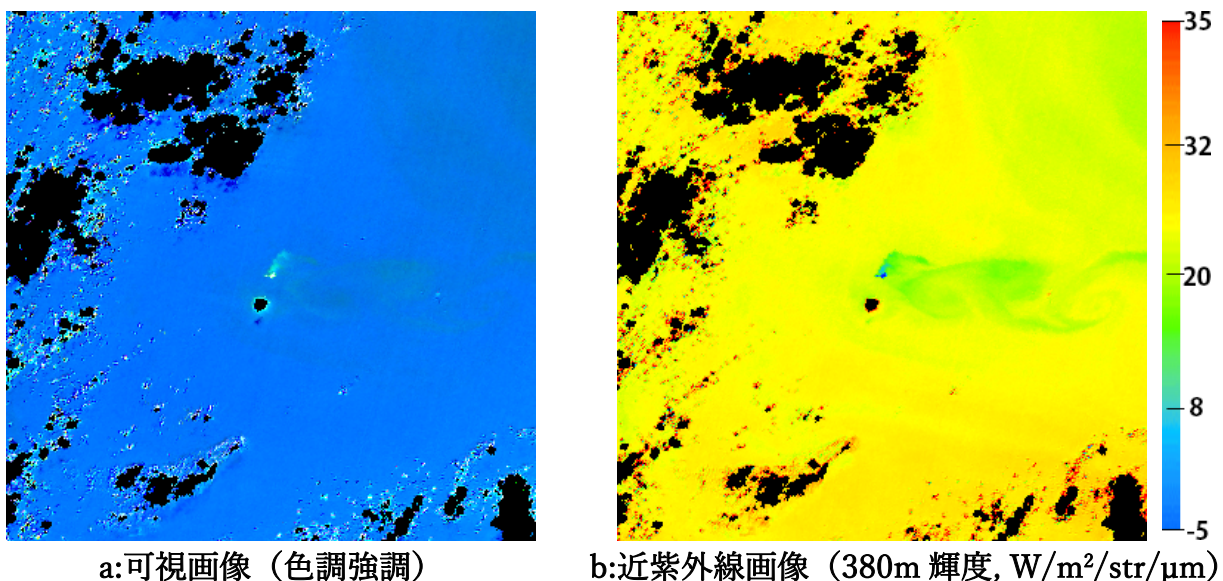
衛星「しきさい」(GCOM-C)による 福徳岡ノ場の変色水観測結果

衛星「しきさい」(GCOM-C)は、平均 2 日間隔で可視光線から熱赤外線を 250m 分解能で観測する衛星である。明るさを正確に測定でき、変色水や熱の観測が可能である。2020 年 8 月以降、福徳岡ノ場では数か月単位で変色水の範囲が拡大縮小していた。2020 年 11 月 22 日以降、断続的に変色水が観測され、特に、2021 年 2 月から 3 月 16 日には変色水の範囲が 10km を超え、50km を超える場合もあった。その後、3 月 22 日から 8 月 10 日まで変色水が観測されない時期を挟み、8 月の噴火時に変色水が再び発生した。以降、範囲が 10km を超える変色水が継続的に発生している。

1. 福徳岡ノ場周辺の変色水観測結果

図 1 に GCOM-C が 2021 年 3 月 8 日に観測した福徳岡ノ場周辺の海色画像を示す。GCOM-C による海色(海面射出放射輝度)プロダクトを可視化したもので、雲、陸面、衛星視野外等を黒く塗りつぶしている。図 1a は海色のコントラストを強調した画像、図 1b は近紫外線(380nm)を疑似カラー化した画像である。図 1a では変色水が淡い緑色に、図 1b では周囲より暗く(緑色)となっており、ともに変色水が 50km 以上東へ広がっていたことを示す。

図 1：福徳岡ノ場周辺の可視近紫外線画像(南北 100km 東西 91km、2021 年 3 月 8 日)



福徳岡ノ場

表 1 に、福德岡ノ場における変色水の観測結果の推移を示す。2020 年 8 月以降の期間では、数か月単位で変色水の発生や範囲が拡大縮小していた。

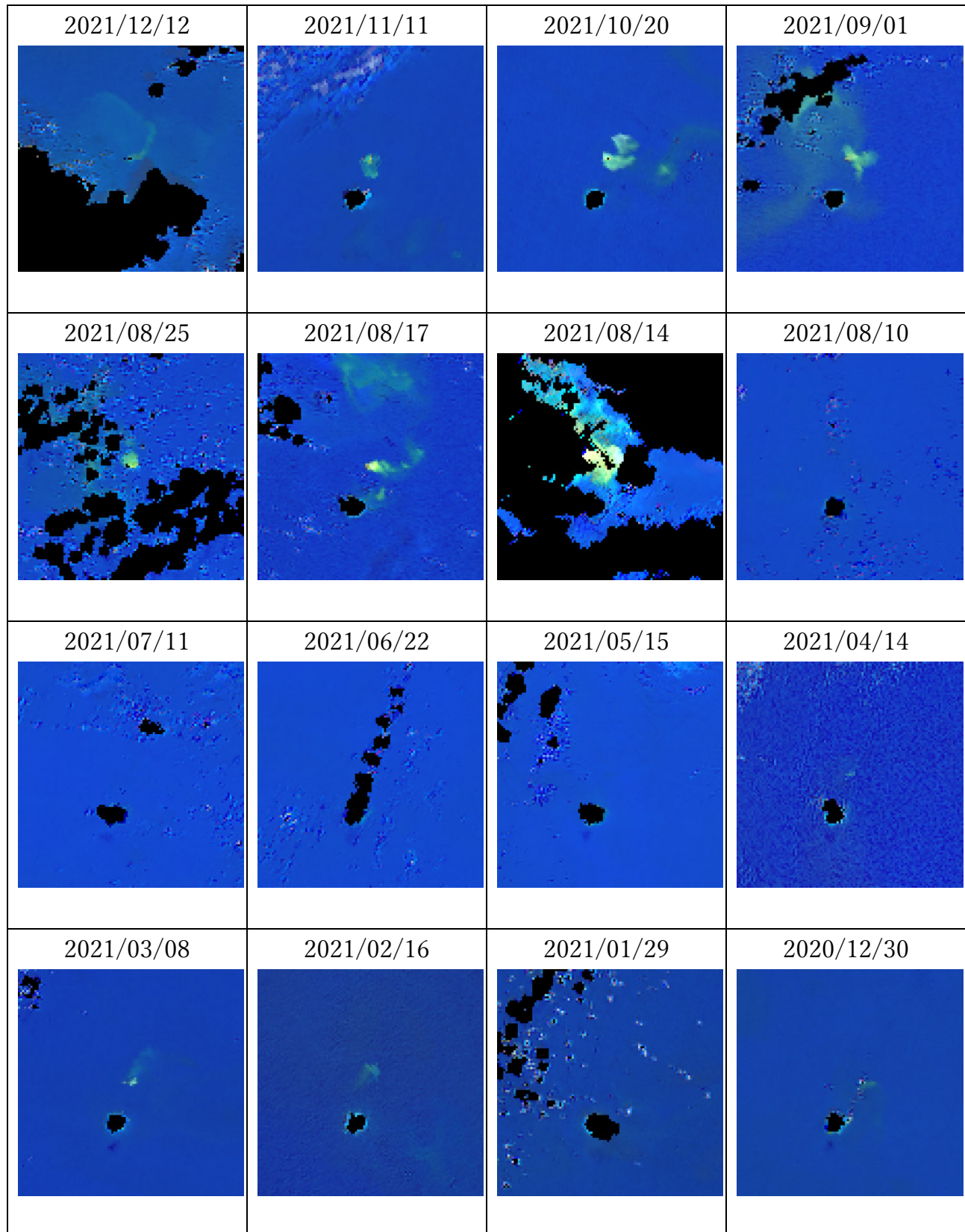
表 1：衛星「しきさい」(GCOM-C)による福德岡ノ場の変色水の観測結果の推移
(時期が不連続であるのは被雲等により観測できない期間があることによる)

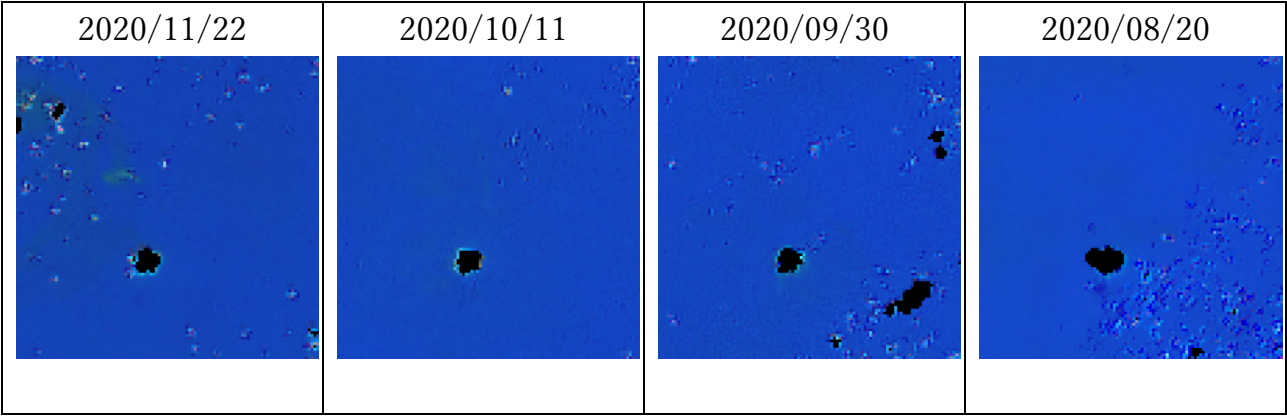
時期	変色水	変色水の観測結果
2020 年 8 月 1 日から 2020 年 11 月 21 日まで	なし	変色水は見られなかった。
2021 年 2 月 1 日まで	小	10km を超える明確な変色水（以下、大規模な変色水という）が見られる日があった。
2021 年 3 月 16 日まで	大	継続的に大規模な変色水が見られた。 変色水の範囲が 50km を超えることもあった。
2021 年 8 月 10 日まで	なし	大規模な変色水は見られなかった
2021 年 8 月 28 日まで	最大	噴火から 8 月 28 日頃までは 50km を超える範囲に大規模な変色水が見られた。
2021 年 12 月 12 日まで	中	大規模ではない変色水が継続的に観測された。

図 2 に GCOM-C による変色水観測結果の推移を示す。図 1a とは色調調整が異なるが、通常海面は青色、変色水は褐色や緑色を示している。8 月の噴火後、徐々に規模は縮小しているが、継続的に変色水の範囲が 10km を超えていた。噴火前には 2020 年 11 月 22 日から 2021 年 3 月 16 日まで変色水が観測され、3 月 8 日には 50km を超える変色水が観測された(図 1)。2020 年 8 月以降では、数か月単位で変色水の範囲が拡大縮小していた。

なお、海色プロダクトは様々な補正により海色を推定している。これまで航空機観測と傾向は一致し、正しく変色水を捉え、淡く広い変色水の検出に有効とみられる。しかし、開発時の想定に火山由来の変色水は含まれず、変色水箇所の海色には一定の誤差を含む可能性がある。これに対し、航空機観測は直接の目視観測であり、変色水が観測された場合には、確実な確認が可能であり、詳細な分布を把握できる。そのため人工衛星観測と航空機観測は、観測視野も異なることもあり、変色水の観測結果が異なる場合がありうる。

図 2：福徳岡ノ場周辺の可視画像（色調強調）、（月 1 回（噴火時は週 1 回）の観測例）
（南北 30km、東西 27km の範囲を可視化、新しい画像から掲載）





福徳岡ノ場の 2021 年噴火

概要

2021 年 8 月の福徳岡ノ場における噴火活動により噴出・漂流し、気象庁海洋気象観測船「啓風丸」に採取された軽石及び南西諸島・伊豆諸島に漂着した軽石の分析をおこなった。全岩分析はこれまでの噴火と同様のトラカイトであったが、Mg 値の高いかんらん石および単斜輝石結晶に玄武岩質のメルト包有物が含まれていること、および石基組成が不均質であることがわかった。そのため、かんらん石や単斜輝石を含む玄武岩質マグマが地下のマグマ溜まりへ貫入し、今回のトラカイトマグマの噴火を引き起こした可能性がある。また、シリシクな石基ガラスには、水や二酸化炭素が検知され、揮発性成分に富んだマグマが急激に上昇し、爆発的に噴火をしたことが示唆される。JAMSTEC においては福徳岡ノ場の噴火をコラムとしてホームページに掲載するとともに、漂流する軽石シミュレーションを随時更新している。また、伊豆小笠原マリアナ弧におけるこれまでの研究を基にして噴火をおこしたマグマに関するモデルを構築しようとしている。

本文

気象庁海洋気象観測船「啓風丸」21-06 次航海において、2021 年 8 月 22 日に北緯 25 度 30.3 分、東経 138 度 53.3 分付近において採取された軽石、および南西諸島（南北大東島、奄美大島、喜界島、沖縄本島）や伊豆諸島で採取された漂流・漂着軽石（図 1）は、岩石学的に共通の特徴を示した。特に、南西諸島で採取される軽石は福徳岡ノ場軽石の多様性を顕著に示しており、軽石の多くが灰色の発泡したガラス石基に黒色の包有物（玄武岩様包有物、斑糲岩様包有物、および斜長石集斑晶）を含むものであった一方で、一部の軽石の色（発泡ガラスの色）が淡い灰色から茶色、黒色を呈しており、それら多様な色の軽石が変形組織を伴いながら連続的・不連続に変化・隣接する産状を示すことがわかった。

灰色および黒色の軽石の蛍光 X 線分析（XRF）による全岩化学組成は SiO_2 61.2–62.5 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 8.7–10.0 wt.% のトラカイトで、化学組成上の区別は不可能である（図 2）。軽石の石基をなす発泡ガラスの組成を電子線マイクロプローブ（EPMA）で分析すると、全岩よりもシリカ量の多い（64–68 wt.%）トラカイトの組成を示す。軽石にはかんらん石、単斜輝石、斜長石がふくまれ、特に斜長石は茶色を呈するガラスを伴う集斑晶として産し、硫黄島で見られる中性長石の集斑晶（特にうずら石と呼ばれるもの）と特徴が類似する。かんらん石、単斜輝石は産状により 2 つのステージの化学組成を呈し、黒色～淡灰色の軽石や灰色軽石中の黒色包有物に特徴的に含まれる Mg に富むかんらん石（ $\text{Mg}/[\text{Mg}+\text{Fe}]>0.85$ ）や Ca に富む単斜輝石（ディオプサイド、

福徳岡ノ場

Ca/[Ca+Mg+Fe]>0.45) に含まれるメルト包有物を分析すると玄武岩から玄武岩質安山岩の組成を示す(図2)。また、軽石の色を決定するのは発泡ガラスの色であり、黒色～茶色の軽石を構成する「茶色ガラス」は、ラマン分光分析により光学顕微鏡では観察できない磁鉄鉱ナノライト(極微細な結晶)を含むことがわかった(図3)。近年の火山岩研究ではマグマ中での微細結晶の晶出はマグマの粘性を大きく変化させることが指摘されており、黒色軽石中の磁鉄鉱ナノライトが爆発的噴火に関与している可能性がある。

全岩試料の誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)による微量元素組成は、マグマに濃集する(液相濃集)元素に富む特徴を示し、1986年噴火および1992年噴火の軽石と類似した組成を示した(図4)。レーザー抽出プラズマ質量分析計(LA-ICP-MS)により測定した石基ガラスの微量元素組成もトラカイトと同様であった(図4)。一方、かんらん石はFo値が84から87と高い値を持ち、かんらん石や単斜輝石中の玄武岩質メルト包有物の微量元素パターンは、トラカイトよりも系統的に濃度が低いことに加え、Nb-TaおよびZr-Hfに大きな負の異常、Srの正の異常を持ち、逆にEuの負の異常を持たないなど、トラカイトとは明瞭に区別される。さらに、マフィックで不均質な石基成分の微量元素パターンはトラカイトと玄武岩質メルトの間に分布する。かんらん石、単斜輝石のマフィックな結晶と玄武岩質メルト包有物、および不均質な石基組成から、今回の爆発的な噴火には、玄武岩質マグマが関与していることが示唆される。かんらん石や単斜輝石を含む玄武岩質マグマが地下のマグマ溜まりへ貫入し、トラカイトマグマの爆発的噴火を引き起こした可能性がある。

また、トラカイトガラスのモル吸光度の組成依存性が大きいと、現段階では予察的な分析値にとどめるが、軽石のガラスをフーリエ変換赤外分光装置(FTIR)で分析したところ、1-2%の水に加えて微量(~16 ppm)の二酸化炭素が検出された。揮発性成分がガラス中に保持されていることや、発泡ガラス中のナノライトがマイクロライト(> 1 μm以上の粒子径の微結晶)に成長していないことから、海底下数百メートルの深さから、それ以降脱ガスする間もなく、急速にマグマが上昇したことが示唆される。

以上の分析結果から、爆発的噴火には30 km以上の深いマントルに由来する玄武岩マグマが関与した可能性がある。これまでの伊豆小笠原マリアナ弧の研究から考えられるモデルを図5に示す。玄武岩マグマの上昇による爆発的な噴火のモデルは、西之島と共通する部分があるが、玄武岩マグマの関与に関しては、福岡ノ場周辺海域の調査により、今後の検証が必要である。

これら分析成果を論文プレプリントとして公表しているほか、関連成果や話題をコラム「福岡ノ場の噴火」としてJAMSTECのウェブサイトで特集している。また、「軽石漂流に関する予測シミュレーション」を随時更新している。

論文プレプリント

Yoshida et al. (2021 査読中) Variety of the drift pumice clasts from the 2021 Fukutoku-Oka-no-Ba eruption, Japan.

<https://doi.org/10.31223/X5V33B>

JAMSTEC コラム「福德岡ノ場の噴火」

http://www.jamstec.go.jp/j/jamstec_news/fukutokuokanoba/

- 福德岡ノ場の噴火と軽石の成分
- SNS 地質学で追う 2021 年福德岡ノ場噴火と軽石漂流
- 長距離水中音響観測がとらえた福德岡ノ場の噴火
- 軽石の漂流現象について
- 世界にも数ある軽石漂流 トンガ海底火山の例
- 付着生物から漂流経路の逆追跡の可能性

軽石漂流に関する予測シミュレーション

http://www.jamstec.go.jp/j/jamstec_news/20211116/

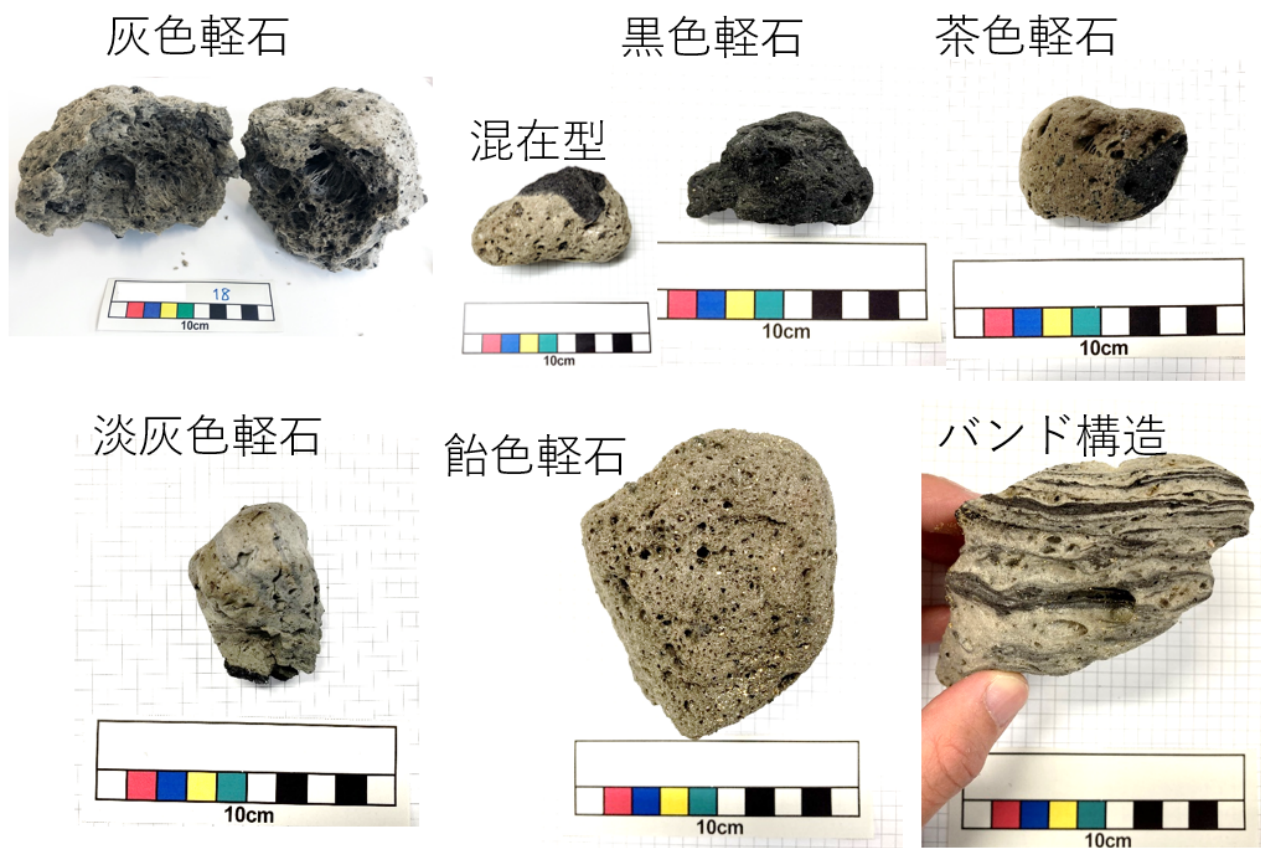


図 1：採取された軽石の一例。左上の灰色軽石（「啓風丸」採取）表面は噴火、漂流により円摩されているが、内部は発泡し、引き延ばされて繊維状になったり、発泡してスポンジ状になったガラスがみられる。また、南西諸島で採取された漂着軽石は、灰色以外にも様々な色や組織を示しており、黒色、茶色、淡灰色、飴色の4つの色と、バンド構造などの変形組織を呈するものが新たに識別された。写真・識別はYoshida et al. のプレプリントによる。

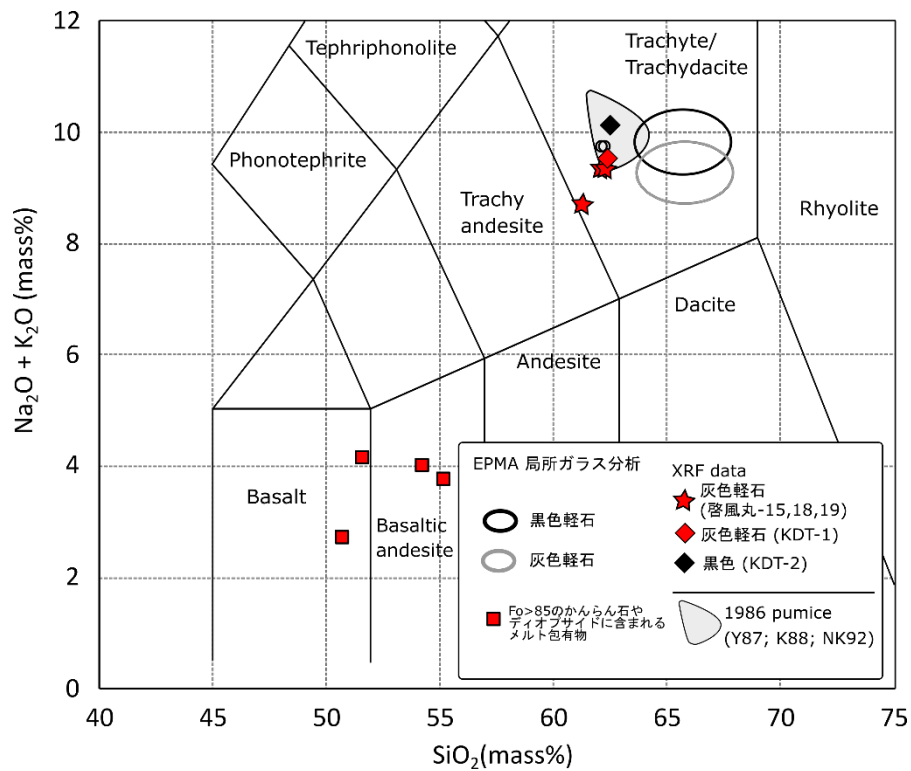


図 2 : 軽石の全岩とガラスの組成はトラカイト組成を示す。一方、Fo>85 のかんらん石、ディオプサイド組成の単斜輝石中のメルト包有物は玄武岩～玄武岩質安山岩の組成を持つ。

灰色軽石

黒色軽石

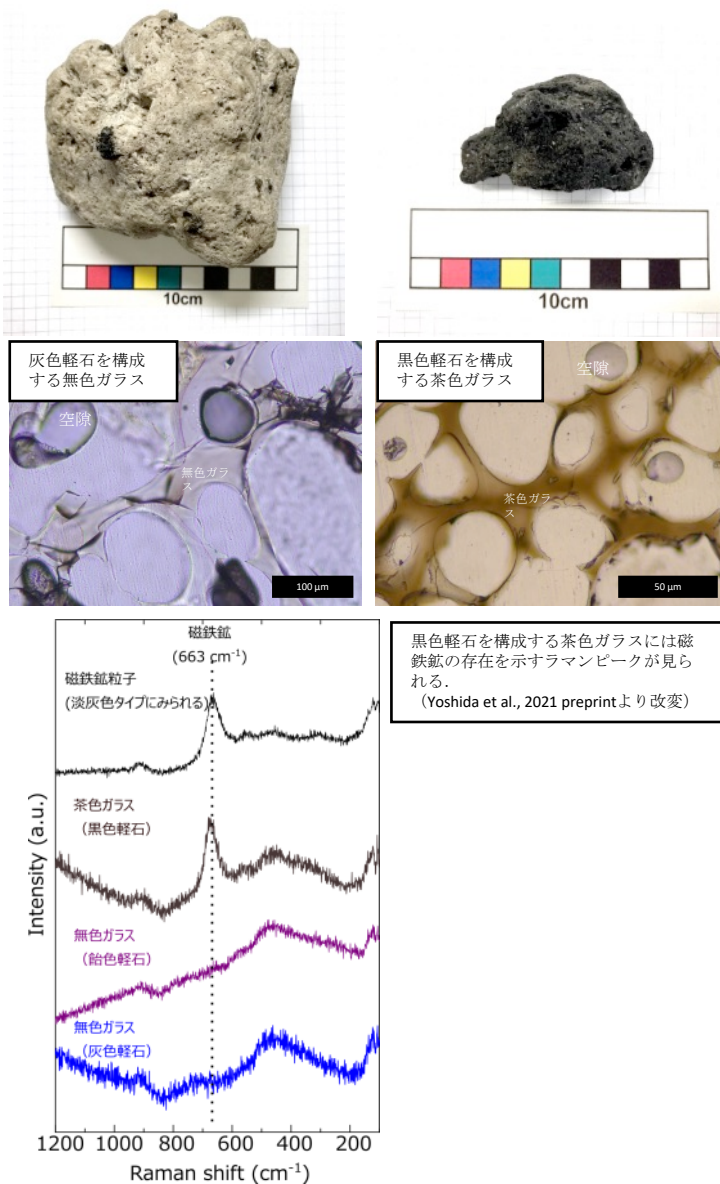


図 3：灰色軽石と黒色軽石の違いを決めるのはガラス中に晶出している磁鉄鉱ナノライト（光学顕微鏡では見えない微細結晶）。黒い軽石を構成するガラスは、磁鉄鉱ナノライトが形成されており、薄片観察（～30µm 厚）で見ても茶色く見える（中段）。磁鉄鉱ナノライトの存在は、ラマン分光法により確認された（下段）。

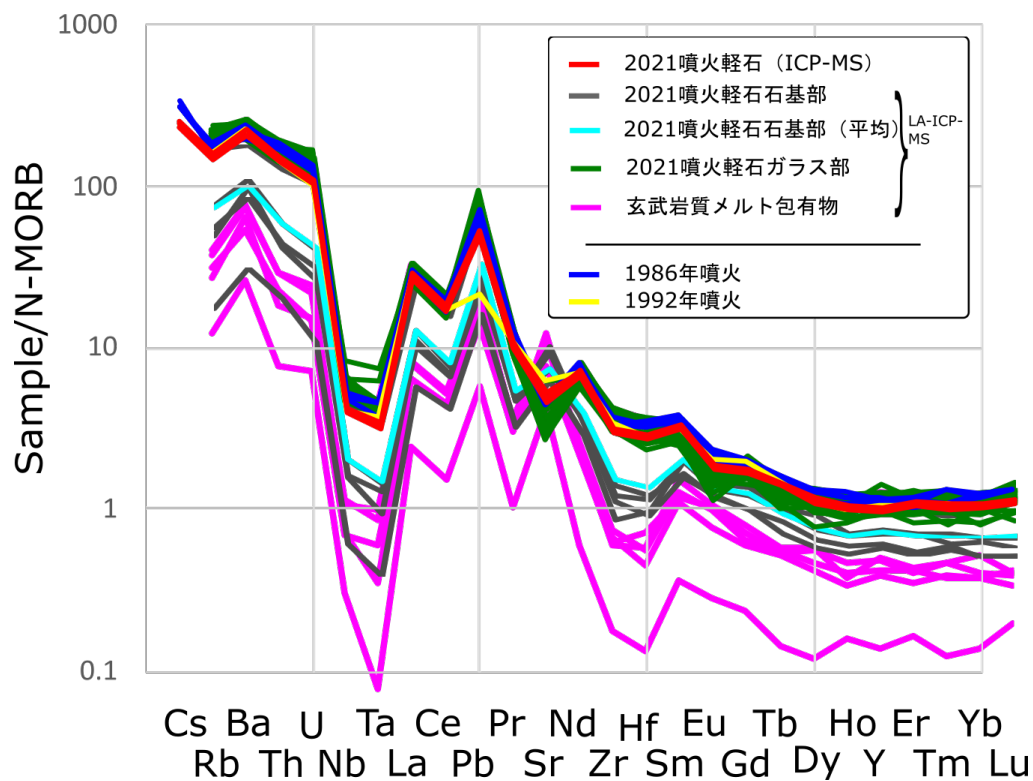


図4：福徳岡ノ場の1986年、1992年、2021年噴火の軽石、2021年輕石の石基部分、ガラス部分、斑晶のかんらん石、単斜輝石中のメルト包有物の液相濃集元素組成。N-MORBの値で規格化して表示。1986年噴火と1992年噴火の軽石組成はSun et al. (1998, *Island Arc* **7**, 432-442)より。液相濃集元素組成は2021年8月噴火のものと1986年および1992年噴火のものでほぼ同じである。また軽石中の均質なガラスの微量元素もほぼ全岩と重なる。一方、かんらん石と単斜輝石に含まれる玄武岩質メルト包有物は、全体的に液相濃集元素濃度が低いことに加え、Nb-TaとZr-Hfに大きな負の異常があり、Srに顕著な正のスパイクがあるなど、トラカイト軽石とは明瞭に区別される。トラカイト中の不均質な石基はトラカイトと玄武岩質メルトの中間の組成を持つ。

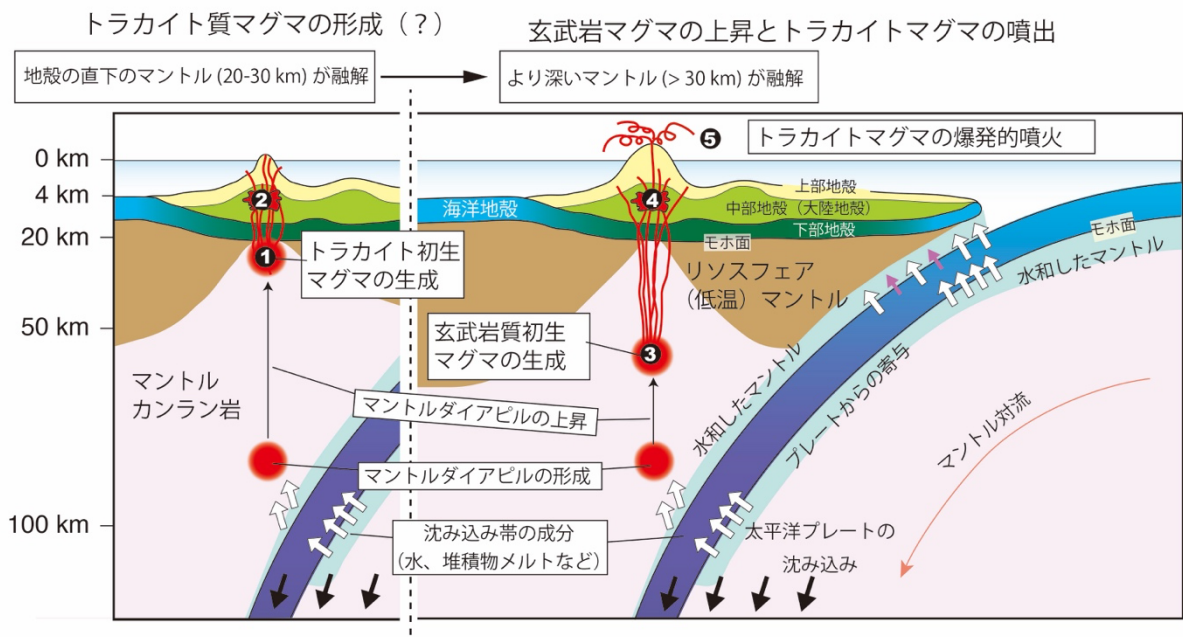


図 5：トラカイトマグマの爆発的噴火と玄武岩マグマの関係

1. 地殻直下の浅く、低圧のマントルの融解により初生安山岩質マグマ（トラカイトマグマ）が生成する。しかし、現在の地殻の厚さがわからないため、福徳岡ノ場の地下において現在初生トラカイトマグマが生成しているかどうかは不明である。過去に生成したマグマが固結して2で地殻を形成している可能性がある。
2. 地殻内のマグマ溜まりにおいて固結する。
3. より深いマントルが融解し、初生玄武岩マグマを生成する。プレートからの寄与により大量の揮発性物質（火山ガス）を含有している。
4. 急激に上昇してマグマ溜まりに貫入した玄武岩マグマは結晶化し、潜熱を発生することにより、既存の地殻（トラカイト質地殻）を融解させ、トラカイトマグマを生成した。また玄武岩マグマの持つ多量の揮発性成分はトラカイトマグマへと移動する。
5. 2021年の爆発的噴火において、大量のトラカイト質軽石を噴出した。爆発的噴火をおこした火山ガスと熱の源は、マントルの深いところから上昇した揮発性物質に富む玄武岩マグマである。