

1924年西表海底火山噴火由来軽石層の発見

宇佐美 賢 加藤 祐三 新城 竜一 新山 颯大

Discovery of a Pumice Deposit from the 1924 Iriomote Submarine Volcanic Eruption on the
Northeastern Coast of Ishigaki Island

Ken USAMI, Yuzo KATO, Ryuichi SHINJO, Sota NIIYAMA

沖縄県立博物館・美術館, 博物館紀要 第18号別刷

2025年3月14日

Reprinted from the
Bulletin of the Museum, Okinawa Prefectural Museum and Art Museum, No.18
March, 2025

1924年西表海底火山噴火由来軽石層の発見

宇佐美 賢¹⁾ 加藤 祐三²⁾ 新城 竜一^{3) 4)} 新山 颯大¹⁾

Discovery of a Pumice Deposit from the 1924 Iriomote Submarine Volcanic Eruption on the Northeastern Coast of Ishigaki Island

Ken USAMI¹⁾, Yuzo KATO²⁾, Ryuichi SHINJO^{3) 4)}, Sota NIIYAMA¹⁾

Abstract

A pumice deposit, about 12 cm thick, was discovered on the foredune of the northeastern coast of Ishigaki Island, Okinawa Prefecture. Based on its occurrence, macroscopic characteristics, and preliminary chemical analyses of the groundmass glass, it was concluded that this deposit consists of pumice ejected during the 1924 submarine eruption of the Iriomote submarine volcano. A small amount of black pumice (scoria), with trachyandesitic to trachytic composition, resembles the BL scoria described by Kato (2009) and is likely from Iwo Jima in the Ogasawara Arc.

1. はじめに

沖縄県の美しい白い砂浜とエメラルドグリーンの海が一面、灰色に染まるような自然現象があった。2021年8月13日早朝の福徳岡ノ場海底火山の噴火によって噴出した軽石の大量漂着である。この軽石漂着は9月末に沖縄県や鹿児島県の海岸から始まり、その後、全国各地の海岸に広がった。沖縄県や鹿児島県の一部では、各地の海面や砂浜一面を大量の軽石が埋め尽くし社会的な騒ぎとなった(宇佐美・新城 2022)。その記憶はまだ新しいが、あれから3年が経過し、各地の海岸では小さな灰色軽石は残ってはいるが、当時の騒ぎが信じられないほどの白い砂浜に戻っている。

ちょうど100年前の1924年10月、同じように大量の軽石が漂着し大騒ぎになったという。西表海底

火山噴火由来の軽石漂着である。火山国である日本では、規模の違いがあるにせよ繰り返しこのような軽石の漂着があった。それを証明するかのようには、沖縄県各地の海岸を歩くと様々な漂着軽石を見つけることができる(加藤 1983, 2009; 及川ほか 2023)。

2022年4月、著者の一人である加藤へ石垣島北東部海岸で見つかった軽石層についての情報提供があった。1924年西表海底火山噴火起源の軽石は、100年経過した現在でも西表島や石垣島などを中心に各地の海岸で見つけることができるが、この軽石が堆積して層を成す産状はこれまでに報告例はない。本稿では、この軽石層の産状と軽石の記載、化学組成の分析結果を報告し、これが1924年西表海底火山噴火起源の軽石層であるかの検証を行った。

¹⁾ 沖縄県立博物館・美術館 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち3-1-1

Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, 3-1-1 Omoromachi, Naha, Okinawa 900-0006, Japan

²⁾ 琉球大学名誉教授 〒902-0073 沖縄県那覇市上間1-2-18

Emeritus Professor, University of the Ryukyus, Uema 1-2-18, Naha, Okinawa 902-0073, Japan

³⁾ 総合地球環境学研究所 〒603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山4-5-7-4

Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto 603-8047, Japan

⁴⁾ 琉球大学理学部物質地球科学科 〒903-0213 沖縄県西原町千原1

Dept. Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus, Senbaru-1, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

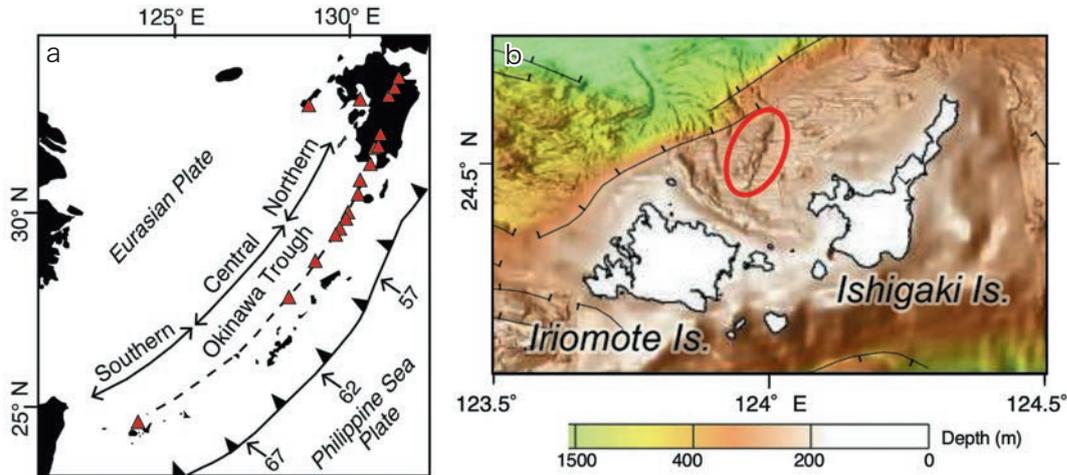


図1 a. 琉球列島の位置図。▲は第四紀火山、破線は火山前線、矢印と数字はユーラシアプレートに対するフィリピン海プレートの運動方向と相対速度 (mm/y) を示す。

b. 石垣・西表島周辺の海底地形図。Minami and Ohara (2020) を改変。赤枠の範囲は西表海底火山の推定位置を示す。

2. 1924年西表海底火山噴火

以下に、西表海底火山の1924年噴火の概要を述べる。

(1) 位置と名称

1924 (大正13) 年、西表島北方海域で突如海底火山噴火があった (図1 a)。この噴火についての目撃記録として、偶然近くを航行中だった貨客船宮古丸の報告がある (関 1927)。それによれば、1924年10月31日西表島北の鳩間水道を東進中に、(海水が) 沸騰しているように多量の軽石が跳び上がっているのを発見し、その位置は西表島北岸の赤離岩北北東12哩 (22km) と記している。加藤 (1982a) はこの報告を詳細に検討し、さらに海底地形資料も調査・検討して、火山位置の候補地点を数か所推定した (図1 b)。これに基づき長崎丸によるドレッジ調査を行なったが (押田ほか 1988; 中村ほか 2002, 2003)、目的の軽石を採集することができなかった。そのため、この火山の位置は今も不明である。この火山について、気象庁は「西表島北北東海底火山」と命名している。一方、「西表海底火山」は加藤 (1980) 以来通称として広く用いられてきているので、本稿でもその名称を使用する。

(2) 軽石の漂流

噴火後、軽石は八重山諸島の海域一帯に広がった

(関 1927; 加藤 1982a, 1982b, 2009)。これらの記載によれば軽石は島々を包むように漂流・漂着した。また、記録にある中での漂着した最大軽石は西表島で発見された2.3m × 1m × 1mほどだった。本研究で問題にする石垣島に注目すれば、火山に面した西海岸のみならず東海岸にも多量に打ち揚げられた。たとえば、牧野 (1981) は噴火の約1か月後、当時14歳で島一周修学旅行の際、伊野田海岸は野球ボール大の丸い軽石で全面埋められ、歩くたびに足が20cmほどめり込むため、浜を通過するのに非常に苦労したとのことである。一般に、海底噴火で生じた軽石は海水による急冷で亀裂が生じ、わずかな衝撃でも破壊されやすく分裂するので、噴出直後は2.3mより大きかったはずである。さらに、軽石の破壊・分裂・摩耗はその後の漂流中でも互いの衝突などで進行し、小さくなっていく。なお、関 (1927) は全国の海洋気象台の協力を得て各地の軽石漂着日時を整理し、これをもとに日本沿岸の海流の様子を明らかにした。一方、加藤 (1982b, 1982c) は、軽石の漂流状況と沿岸での軽石層の厚さなどから軽石の総量を約1 km³と推定した。

(3) 軽石の岩石学

軽石は白色で発泡良好である。Kato (1987) は比重と空隙率を測定している。それによれば真比重

2.41、見かけ比重0.39、空隙率84%である。後述するとおり本軽石には斑晶が乏しく石基鉱物は認められないので、この真比重2.41はガラスの比重と考えてよい。なお、空隙率が84%なのでガラスの体積は16%である。これに比重2.41を乗ざると $16\% \times 2.41 = 0.39$ となり、測定結果とよく一致する。一般に軽石では薄片の鏡下観察で斑晶が認められることはごく稀なので、斑晶鉱物を調べるには軽石を粉碎・水ひの後、濃集した鉱物を観察する。その結果、斑晶鉱物としてアンデシン・石英(?)・フェロホルトノライト・フェロハイパーシン～ユーライト・オージャイト・チタン鉄鉱・磁鉄鉱が認められるが、いずれもごく微量である。また、石基を鏡下観察すると全てガラスで、クリスタライト・マイクロライトは認められない。化学分析の結果は表2に見るとおり SiO_2 が75%（無水100%で計算）と高い割に K_2O が乏しいという特徴がある。岩石名は流紋岩である（加藤 1991）。

3. 石垣島北東部の明石海岸で見つかった軽石層

(1) 位置

本研究対象の軽石層は、石垣島北東部の明石海岸（沖縄県石垣市伊原間）に位置する（図2）。

(2) 軽石層の特徴

軽石層は石垣島北東部明石海岸南部の潮間帯中位から陸側へ約20m、海拔1.5mの位置の砂丘層中に露出している。水平方向には、それほど広がりはない

く約2.5mの範囲に局所的に分布する。層厚は最大約12cmあり層を成すが未固結である。層の左端は植生に覆われて見えなくなり、層の右側は、連続性はなく分断されている。砂浜の後背地の砂丘の藪の中には5cm～10cm大の軽石が散在する。



図3. 軽石層の写真（2024年2月）

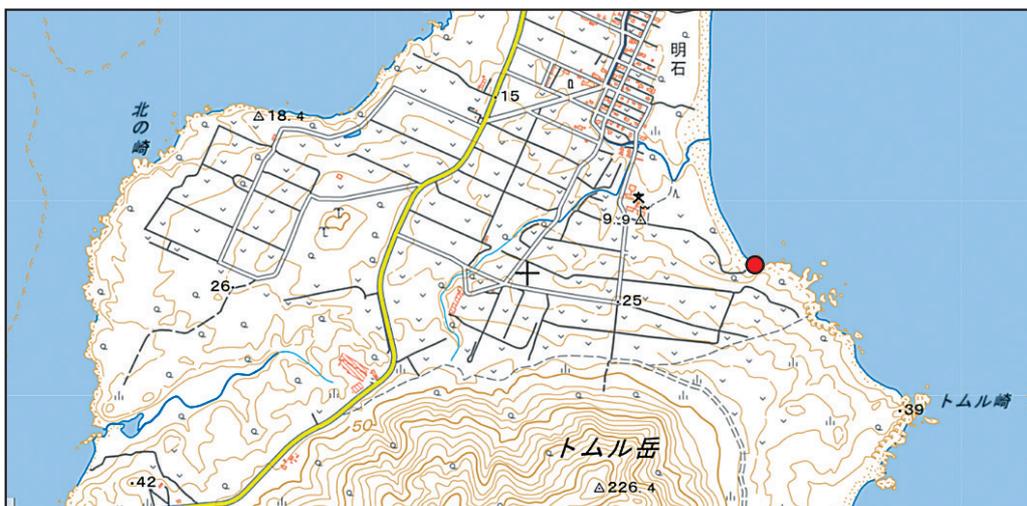


図2. 軽石層の位置（●）。ベースマップは国土地理院1/25,000。

表1. 近年の沖縄県内へ漂着した軽石の特徴

火山	2023 硫黄島	2021 福岡ノ場	1924 西表海底
表面の色	黒・茶	灰・黒	白
SiO ₂ (%)	60.8-61.0	64.3-65.7	74.8-75.2
Na ₂ O+K ₂ O (%)	10.7-10.9	10.3-11.2	4.9-6.0
系列	アルカリ岩	アルカリ岩	非アルカリ岩
岩石	粗面安山岩～粗面岩	粗面岩	流紋岩
肉眼的包有物	無	有*	無

* 大豆大の暗色包有物が目立つ

※硫黄島：海洋研究開発機構（2024）. 福岡ノ場：宇佐美・新城（2022）. 西表海底：加藤（1991）

（3）軽石の特徴

軽石層を構成する軽石の大部分は、表面がやや薄汚れているが白色である。形は角が取れた球状、大きさは1 cm～4 cmである。斑晶に乏しい。約1 cm大の黒色軽石（スコリア）が極少量含まれている。軽石層の大部分を占める白色軽石は、上述の1924西表海底火山起源の軽石と酷似しており、沖縄県内各地に最近漂着した2021福岡ノ場産や2023硫黄島産の軽石とは明らかに色調や構造が異なる。参考資料として先行研究によって産地が明らかにされている漂着軽石の特徴（表1）と、多良間島に漂着した軽石のうちその特徴から産地が明確な軽石の写真（図4）を示す。



図4. 多良間島に漂着した軽石の比較（2024年11月）左から硫黄島産、福岡ノ場産、西表海底火山産

（4）分析方法と結果

本稿で対象としている軽石は前述のとおり斑晶に

乏しく石基鉱物は認められない。そこで、石基のガラス部分の成分分析を微小部蛍光X線装置で行った。測定試料は、前述の軽石層の中から、白色軽石を3個、黒色軽石（スコリア）を1個、砂浜の後背地の藪中であつた白色軽石2個、計6個を選択した。

軽石サンプルは、試料内部の分析のための平面を出し、また装置の試料室内に収まるように数cm大に切断したのち、超純水に浸して、約80°Cのホットプレート上で一晩かけて塩抜き作業を行った。その後、上澄みが硝酸銀溶液の滴下で白濁（塩化銀の沈澱）しないことを確認した。

分析方法は、軽石の簡易分析用に開発された、中野ほか（2023）の方法に従った。装置は、京都府京都市の（株）堀場テクノサービスに設置された、エネルギー分散型微小部蛍光X線分析（ μ ED-XRF）装置（（株）堀場製作所製XGT-9000）を使用した。分析条件は、X線管のターゲット材がRh、管電圧=50kV、管電流=200 μ A、測定時間=100s、照射径=100 μ m（ポリキャピラリー）、試料室は真空状態とした。分析対象元素は、岩石の主成分元素に加えて、軽石内部に残留している海水成分の影響を確認するためClも追加して定量分析を実施した。

定量法はFPM (Fundamental Parameter Method) を使用し、感度補正として日本標準岩石JA-1（安山岩）を用いた。石基の空孔部以外のガラス基質部のできるだけ平らな部分を任意に3カ所選定し、1点あたり100sの測定を行い、その平均を定量値とした。分析精度は、福岡ノ場の漂着軽石を用いた

表2. 分析結果

	20220410	20220410	20220410	20220410	20220410	20240222	加藤 (1991)	加藤 (1991)	加藤 (2009)
Sp.Name	KA1-1W	KA1-2B	KB2W	KY3-1W	KY3-2W	U-W	IBP6	P43	BL
SiO ₂ wt.%	76.23	59.05	75.65	75.67	76.43	75.72	74.82	75.18	59.93
TiO ₂	0.17	1.06	0.19	0.18	0.17	0.19	0.16	0.16	0.85
Al ₂ O ₃	12.33	15.65	12.24	12.27	12.34	12.18	13.75	13.38	17.64
FeO total	3.03	8.42	3.28	3.45	2.97	3.48	2.79	2.84	6.19
MnO	0.12	0.30	0.13	0.13	0.11	0.13	0.10	0.11	0.23
MgO	0.34	1.82	0.31	0.30	0.29	0.26	0.20	0.13	1.51
CaO	2.41	3.30	2.66	2.49	2.33	2.59	2.21	2.26	3.22
Na ₂ O	4.22	5.49	4.26	4.31	4.25	4.21	4.86	4.81	5.95
K ₂ O	1.15	4.58	1.25	1.20	1.10	1.24	1.09	1.11	4.07
P ₂ O ₅	0.014	0.332	0.011	0.008	0.012	0.004	0.01	0.01	0.42
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

※ Sp.Nameの末尾のWは白色軽石、Bは黒色軽石（スコリア）、加藤（1991）の2試料は白色軽石、加藤（2009）のBLは黒色軽石（スコリア）

実験で評価され（中野ほか 2023）、SiO₂、Al₂O₃、FeO、Na₂Oでは相対的に±10%以下、それ以外の元素で±30-50%以下であった。

分析結果を表2に示す。比較のため加藤（1991）による西表海底火山の軽石と、加藤（2009）の黒色軽石の全岩分析値も示した。なお表の値は、全鉄をFeOとし、トータルを無水100%に再計算した値である。

分析した5個の白色軽石の分析値は非常に類似している。SiO₂含有量は約76%で珩長質の岩石であり、全アルカリ（Na₂O + K₂O）含有量は5.5%である。SiO₂含有量は高いが、K₂O含有量は非常に低いのが特徴的である。SiO₂ — 全アルカリ（Na₂O + K₂O）図（図5）にこれらのデータをプロットすると、岩石は「非アルカリ岩系列」に分類される。加藤（1991）によって報告されている1924年西表海底火山噴火由来の軽石の分析値と非常に近い値であり、岩石名も同様に流紋岩である。すなわち、本稿で報告した軽石層中の白色軽石は1924年西表海底火山噴火に由来するものと考えられる。

一方、黒色軽石（KA1-2B）の組成は他の軽石と全く異なり、SiO₂が59%、全アルカリ量が10%でアルカリ岩系列に属する。岩石名は粗面安山岩～粗面岩である（図5）。琉球列島への漂流軽石の供給源として想定される小笠原地域のなかで、アルカリ岩を産出する火山は、福德岡ノ場、硫黄島、南日吉海山の三つの火山が知られている（小坂ほか 1990）。これらの火山から噴出した岩石の組成と比べると、KA1-2Bは特に硫黄島の岩石と類似してい

る。すなわち、福德岡ノ場の軽石に比べるとSiO₂にやや乏しく、南日吉海山の岩石に比べるとアルカリに富んでいる。

加藤（1983, 2009）は、琉球列島に漂着した多種多様な軽石について、固結指数—K₂O/Na₂O図を用いてタイプ分けを試みている（図6）。この図では、Iが西表海底火山、FとF+Xが福德岡ノ場起源の軽石である。それ以外は供給源が不明な軽石となっている。本研究の5個の白色軽石は、図5と同様に西表海底火山の近傍にプロットされる。一方、KA1-2Bは福德岡ノ場の範囲内にある。しかし、肉眼観察からKA1-2Bは明らかに福德岡ノ場の軽石ではない。

KA1-2Bは、黒色のスコリア質という肉眼観察とアルカリ岩系列でSiO₂が59%という性質にもとづくと、加藤（1983）がタイプ分けしたなかでは、BLスコリアに最も類似している（表2）。加藤（2009）によると、BLスコリアは八重山諸島から沖縄本島までの広範囲で見つかっており、特に八重山諸島での産出率が高い。スコリアに付着していた生物の¹⁴C年代測定から、BLスコリアの噴火は西暦670年か、それより少し前とされている。今後、KA1-2BがBLスコリアだと断定されれば、すでに漂着、堆積していたものが、西表海底火山噴火に由来する軽石漂着の際に紛れ込んだ可能性がある。

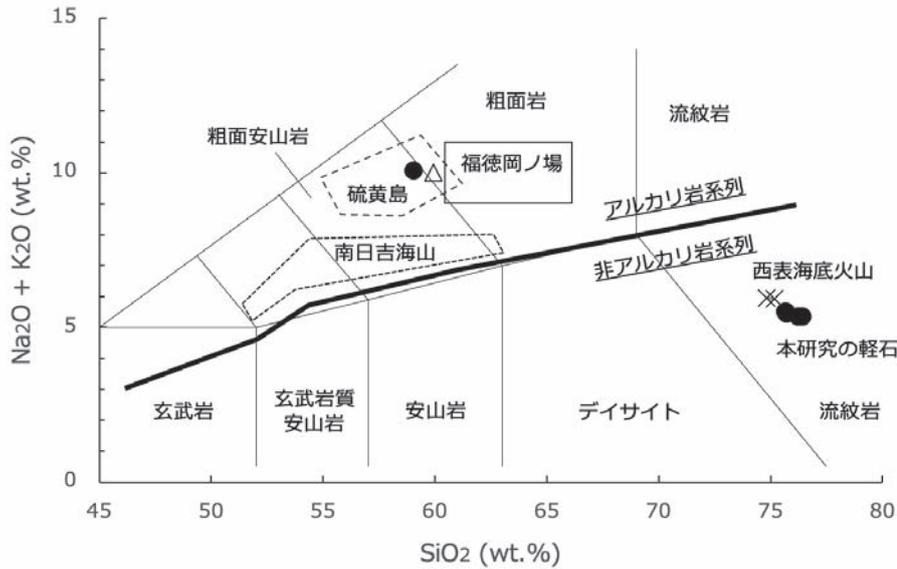


図5. SiO₂—全アルカリ (Na₂O+K₂O) 図

●は本研究の軽石、×は西表海底火山の軽石 (加藤 1991)、△はBLスコリア (加藤 2009)。アルカリ岩と非アルカリ岩系列の境界線 (太線) はKuno (1966)、岩型の境界線 (細い線) はLe Bas et al. (1986) による。福徳岡ノ場の軽石 (1986年および2021年噴火軽石の石基ガラスと全岩組成を含む) は加藤 (1988)、Yoshida et al. (2022)、硫黄島、南日吉海山の全岩データは小坂ほか (1990) による。

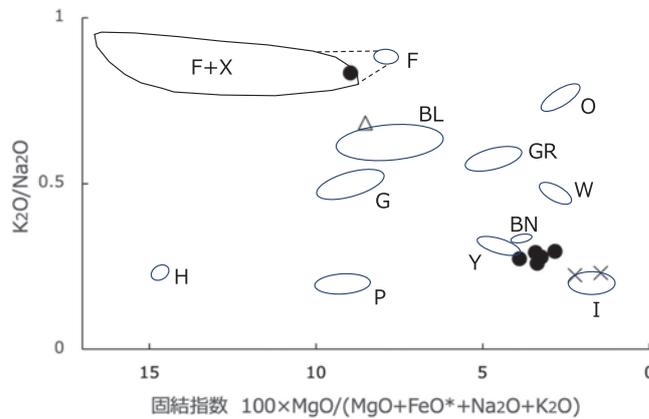


図6. 固結指数—K₂O/Na₂O図

琉球列島に漂着した軽石のタイプ分け (加藤 2009)。F+Xは福徳岡ノ場軽石から捕獲岩を除去していない軽石の成分。Iは西表海底火山の軽石の範囲。●は本研究の軽石、×は西表海底火山の軽石 (加藤 1991)、△はBLスコリア (加藤 2009)。

4. 軽石層の成因と今後

軽石層は、南北方向に広がる明石海岸の砂浜南端、後背地前面の北東向きへ海に開けた所 (図2, 7) にある。軽石層の北側横には廃船があり、周辺には多数の漂着ゴミが溜まっていた (図3の写真では、撮影のためにゴミは取り除いた)。軽石層の周りは、

北寄りの風が吹くと吹き溜まりのようになると推測できる。このような廃船の存在や、周辺地形と風や波の影響により、漂着ゴミと同様に軽石は1箇所に集まり、後背地砂丘前面に奇跡的に層となり保存されたと考えられる。この軽石層は、西表海底火山の1924年噴火による軽石漂着の史実を残す大変貴重

な露頭である。しかし未固結の層であるため、台風時の強風や高潮・高波等の影響を大きく受けるものと考えられ、その存続が危惧される。実際、2024年12月に再度、軽石層を確認したところ、層が崩壊し無くなりかけていた。そのため堆積構造を保存するために、地層の剥ぎ取り用樹脂を使用し、軽石層表面を固め採取することにした。現地は西表石垣国立公園の特別地域内にあるため、環境省へ採取申請を行った。採取した標本は、沖縄県の地質財産として沖縄県立博物館・美術館へ収蔵予定である。



図7. 石垣島北東部明石海岸（写真正面が北方向、軽石層は写真の左側に位置する。）

5. まとめ

- (1) 2022年4月、石垣島北東部明石海岸で軽石層の存在が確認された。この軽石層を構成する軽石は、大部分が白色軽石で、極少量の黒色軽石（スコリア）が含まれる。
- (2) 肉眼観察と主成分分析の結果から、白色軽石は西表海底火山の1924年噴火軽石（加藤1991）と酷似している。
- (3) したがって石垣島北東部明石海岸で発見された軽石層は1924年西表海底火山噴火に由来するものと結論される。
- (4) 極少量含まれる黒色軽石（スコリア）は、アルカリ岩の性質を有し、小笠原の硫黄島の岩石に類似する。加藤（2009）による琉球列島に漂着した軽石のタイプ分けでは、BLスコリア（西暦670年またはこれより少し前に噴火）に類似する。

6. 謝辞

軽石層を発見した石垣市文化財審議委員の松島昭司氏とその情報を提供されたNHK沖縄放送局八重山支局の橋本浩一氏、現地調査に協力されたエコツアーふくみみの大堀健司氏、軽石の簡易分析をして頂いた（株）堀場テクノサービス（分析技術本部）の中野ひとみ博士、軽石層の剥ぎ取り採取申請について便宜を図って頂いた環境省石垣西表自然保護管事務所の近藤千尋氏、宮古島の軽石層調査に同行いただいた安谷屋昭氏、多良間島の漂着軽石について情報提供頂いた桃原薫氏。以上の方々にお礼申し上げます。本研究の一部に人間文化研究機構総合地球環境学研究所のプロジェクト（Project No. RIHN14200145）経費を使用した。

7. 引用文献

- 加藤祐三．1980．琉球列島，現世軽石の岩石学（予報）．琉球列島の地質学研究，5，69-73．
- 加藤祐三．1982a．琉球列島西表海底火山に関する資料．琉球列島の地質学研究，6，49-58．
- 加藤祐三．1982b．琉球列島西表海底火山の位置と噴出物量．琉球列島の地質学研究，6，41-47．
- 加藤祐三．1982c．琉球列島西表海底火山の位置と軽石噴出物（講演要旨）．火山，27，153．
- 加藤祐三．1983．琉球列島での第四紀火山活動ー特に中・南琉球についてー．地質学論集，22，93-94．
- Kato, Y. 1987. Woody pumice generated with submarine eruption. Journal of the Geological Society of Japan, 93, 11-20.
- 加藤祐三．1991．1924年西表海底火山噴火．西表群発地震の調査・研究，文部省科学研究費補助金総合研究，研究成果報告書，644-649．
- 加藤祐三．2009．軽石ー海底火山からのメッセージー．八坂書房．
- 国立研究開発法人海洋研究開発機構．2024．南西諸島～関東地方に漂着した小笠原硫黄島由来と考えられる軽石の岩石学的特徴と漂流シミュレーション検討．噴火予知連報告．
- Kuno, H. 1966. Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. Bulletin Volcanologique, 29, 195-

- 222.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27, 745-750.
- Minami, H., Ohara, Y. 2020. Tectonic, volcanic and hydrothermal features of a nascent rift graben in the southern Okinawa Trough. *Marine Geology*, 430, 106348.
- 中村 衛・藤田和彦・加藤祐三・高木保昌・西田英明・森井康宏・有賀佳代・杉山真人・久恒善幸. 2002. 南西諸島南部海域の地質学的・地球物理学的調査—長崎丸RN02航海報告—. 琉球大学理学部紀要, 74, 49-63.
- 中村 衛・藤田和彦・加藤祐三・高木保昌・西田英明・森井康宏・平敷善史. 2003. 南西諸島南部海域における地球科学的調査. 琉球大学理学部紀要, 76, 195-209.
- 中野ひとみ・新城竜一・駒谷慎太郎. 2023. μ -XRFを用いた福徳岡ノ場の軽石の簡易元素分析手法の開発および地球科学的考察. *X線分析の進歩*, 54, 203-216.
- 小坂丈予・平林順一・松田鈺二・大島章一・土出昌一・加藤茂. 1990. 伊豆・小笠原孤海域の海底火山活動に伴って噴出した岩石とその付近に産出する火山岩の化学成分. *水路部研究報告*, 26, 61-85.
- 及川輝樹・池上郁彦・渡部将太. 2023. 多量の漂流軽石を発生させる噴火—南西諸島における軽石の漂着記録とその給源火山の活動から. *火山*, 68, 171-187.
- 押田 淳・緑川義行・川畑和彦・金沢次郎・木村政昭・加藤祐三. 1988. 八重山群島北方の音波・地磁気調査 (RN86, RN87航海). 琉球大学理学部紀要, 46, 123-138.
- 牧野 清. 1981. 改訂増補八重山の明和大津波. 自費出版.
- 関 和男. 1927. 軽石の漂流について. *海洋気象台彙報*, 10, 1-42.
- 宇佐美賢・新城竜一. 2022. 福徳岡ノ場2021年8月噴火による沖縄県における漂着軽石の記録. 沖縄県立博物館・美術館, *博物館紀要*, 15, 1-16.
- Yoshida, K., Tamura, Y., Sato, T., Hanyu, T., Usui, Y., Chang, Q., Ono, S. 2022. Variety of the drift pumice clasts from the 2021 Fukutoku-Oka-no-Ba eruption. *Japan. Island Arc*, 31, e12441.