

西之島からの贈り物：小笠原群島への漂着物

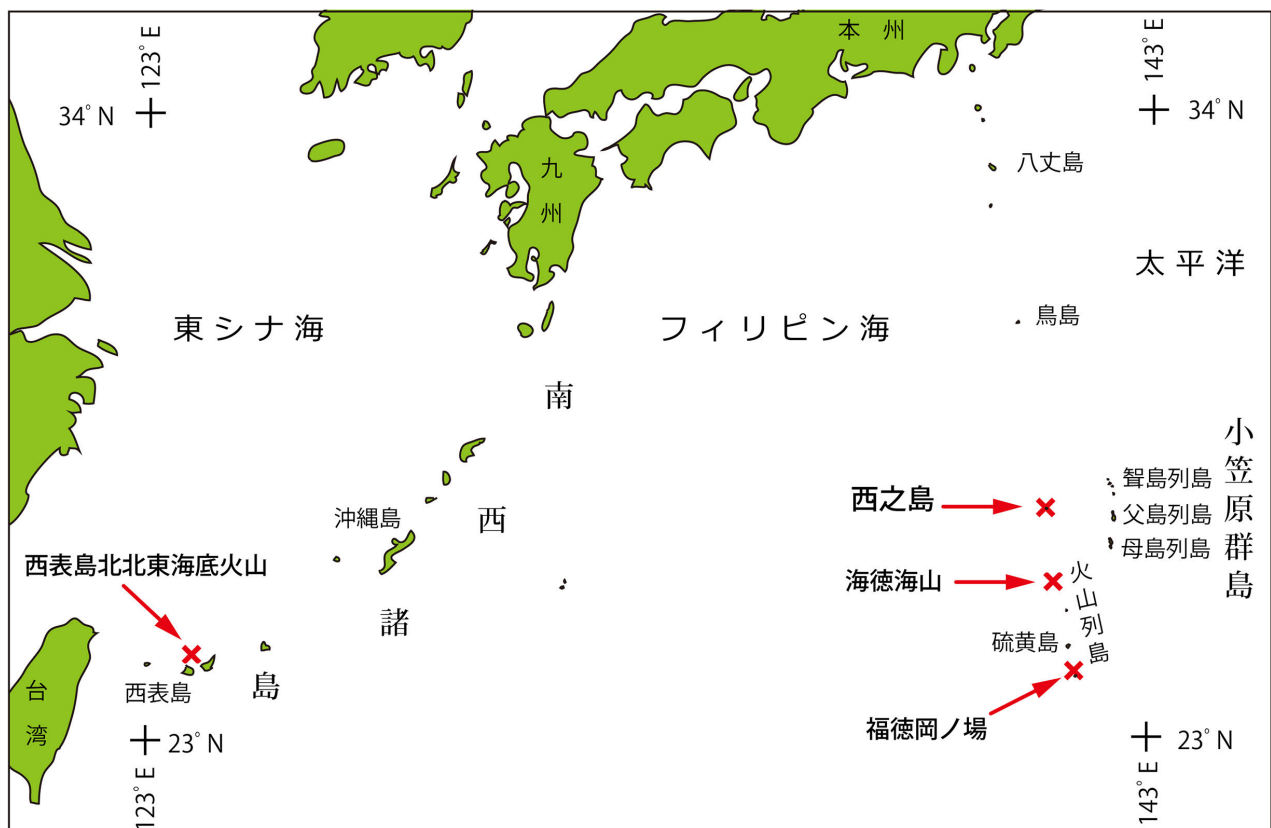
中野 俊¹⁾

1. はじめに

2013年11月、小笠原諸島の西之島(第1図)が約40年ぶりに噴火を開始しました。本州からはるか南に離れたこの小さな火山島では、1973年から翌74年にかけて1年あまり噴火が継続し、わが国初めての航空機による火山観測が行われたこともあって当時もずいぶん話題になったそうです。この噴火の間、火口の位置は次々と移動を繰り返しながら、安山岩の溶岩を流出して島をどんどん拡大しました。これに対し、2013年11月から始まった噴火では、火口はほとんど移動せずに2015年11月まで丸2年間継続し、やはり安山岩の溶岩を噴出しました。この活動期間は後に第1期と呼ばれています(前野ほか, 2018)。その後、2017年4月～8月(第2期), 2018年7月(第3期),

2019年12月～2020年8月(第4期)と断続的に噴火活動が活発化していますが、噴火の規模や成長した島の大きさは1973-74年噴火をはるかに超えています。

噴火中の西之島に接近した船では、噴煙から降下した火山灰が何度か採取されました。最初に採取されたものは、第1期の2014年6月3日の火山灰です。これについては、主要な化学成分の一つであるSiO₂(シリカ)で言えば1973-74年噴出物とそれより古い時代の噴出物の中間であることが判明しました(例えば、斎藤ほか, 2014; Sano *et al.*, 2016)。その後も海洋調査船や気象観測船の船上で何度か火山灰が採取され、それぞれわずかの差があるものの第1期の火山灰の成分はいずれも同じような成分の安山岩であることがわかりました(斎藤ほか, 2016; 産総研地質調査総合センターほか, 2018)。



第1図 西之島周辺の地図。

小笠原群島、火山列島(硫黄列島)と西之島に、はるか東の南鳥島、はるか南西に離れた沖ノ鳥島を合わせて小笠原諸島と呼ぶ。

1) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

キーワード：西之島、福徳岡ノ場、小笠原群島、軽石、化学成分

その後、待望の上陸調査が行われます。第1期と第2期の間の静穏期、2016年10月に最初の調査が行われました(前野ほか, 2017; 中野ほか, 2018)。第3期の後、2019年9月には2度目の上陸調査が行われ、この時は第2期に噴出した溶岩も採取されました。これによって、第2期の溶岩は第1期の溶岩に比べ、わずかにSiO₂成分に乏しくなったことがわかりました(前野・吉本, 2020)。なお、それ以降の時期の噴出物についてはまだ詳しいことは公表されていません。

さて、第1期の噴火中の2015年5月、^{よめじま}嫁島(^{むこじま}聳島列島)にて漂着“軽石”が環境省職員により採取されました。これはその後、父島の小笠原ビジターセンターに“西之島の軽石”として展示されていました。また、保管されていた1973-74年噴火時に漂着したという“軽石”も合わせて展示されました。

2016年5月、著者は「おがさわら丸」による西之島クルーズに講師として参加する機会があり、停泊した父島でも西之島に関する講演を行いました。その際、上記の漂着軽石を見せられました。しかし、そんなはずはない、これは西之島のものとは違いますが、と一蹴しました。それでも、これらが西之島由来ではないと科学的に決着させるためにその一部を譲り受け、化学分析による比較を試みました。その後、小笠原群島の何ヶ所かの地点にて回収した漂着物(2015年11月~2017年1月)を譲り受けました。小笠原ビジターセンター展示物(2試料)以外の分析試料は、聳島列島の海岸から1試料、父島列島の海岸から8試料(1地点)、母島列島の海岸から8試料(3地点)です。いずれも風化・変質を被っていません。なお、現地では“軽石”と呼ばれていますが、ここでは漂着物という名称を用います。これらの漂着物について、化学組成(全岩主成

分)による比較検討を試みた結果を報告し、漂着物が西之島由来かどうか、また、西之島でないものはどこから来たのか、少しだけ検討します。

2. 化学成分

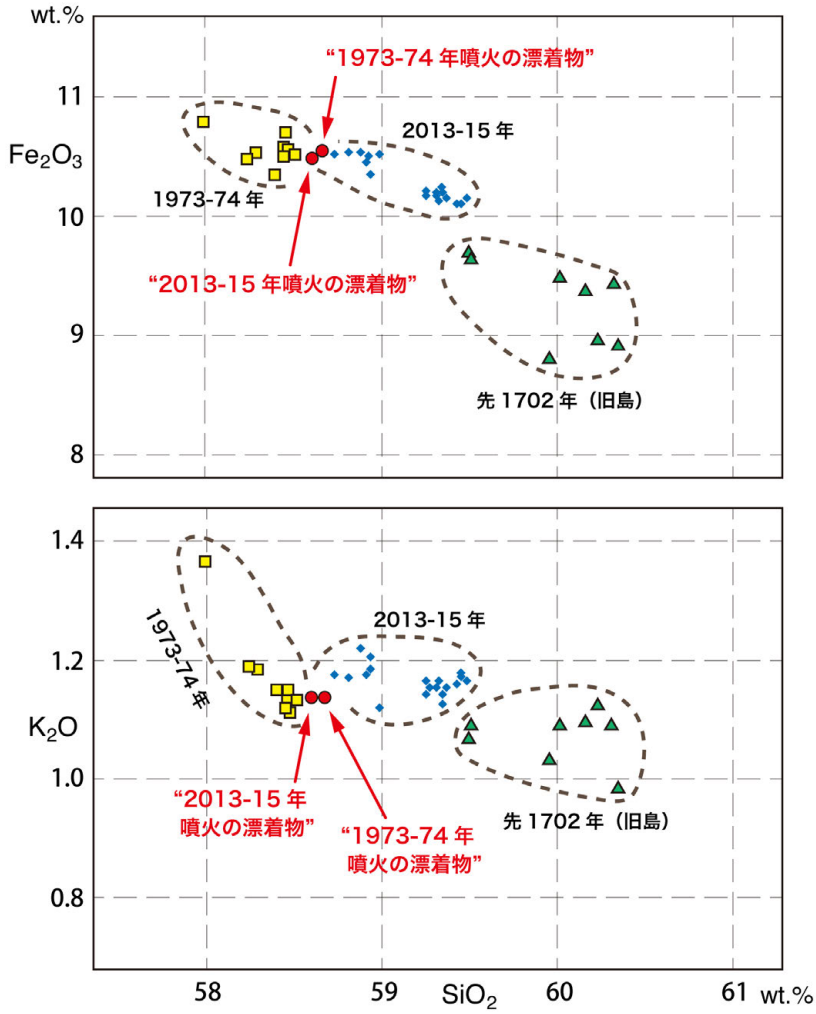
漂着物の化学成分は産総研地質調査総合センターの蛍光X線分析装置Axiosにて主要10元素について測定しました。まず漂着物を1-2cm大の小片にカットし、塩抜きのために蒸留水を交換しながら約2時間の超音波洗浄を行い、その後十分に乾燥して分析用に粉末にしました。代表的な分析結果を第1表に示します。

まず、小笠原ビジターセンターに展示してあった漂着物2試料について分析しました(第1表の18と19)。第2図にその例として鉄とカリウム、シリカの関係を示しますが、どちらも1973-74年噴出物と2013-15年噴出物の成分がほぼ重なる位置にプロットされました。この結果は最初の予想に反するもので、漂着物2試料ともこれまで知られている西之島産の岩石と成分が極めて一致しました。したがって、どちらも西之島由来である可能性が極めて高いことが明確に示されました。

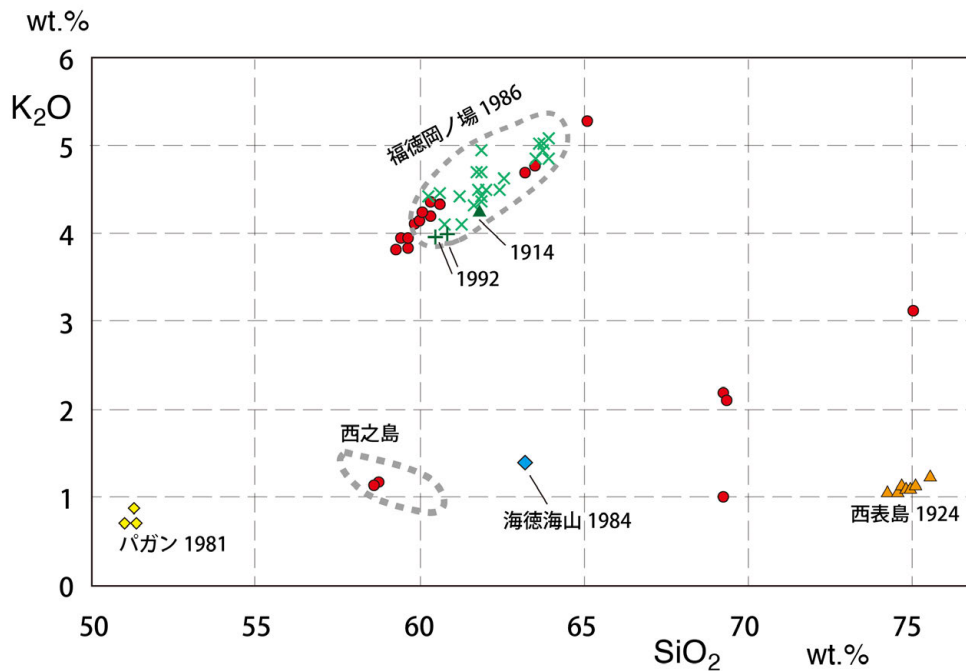
そうならばもっと見つかるかも知れない、と欲が出たのは当然です。現地の方々にお願ひし、小笠原群島各地の海岸で回収した漂着物を提供していただきました。その分析結果を、近年に噴出した周辺の海底火山の噴出物と比較してみます(第3図)。公表されている資料から集めたデータは、海徳海山(1984年)、福徳岡ノ場(1914年、1986年、1992年)、南方の北マリアナ諸島のパガン島(1981年)、^{いりおもてじま}南西諸島の西表島北北東海底火山(1924年)の海底噴火に由来する漂流物です。その結果、化学成分からみて西之島

第1表 漂着物の代表的な化学成分(重量%)。
18と19は西之島由来。3, 10及び16は福徳岡ノ場由来と推定。

No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	回収地点
3	65.07	0.54	16.31	4.19	0.16	0.82	1.90	5.54	5.29	0.18	父島(北初寝浦)
5	75.03	0.17	13.89	1.81	0.05	0.26	1.84	3.82	3.11	0.02	父島(北初寝浦)
7	69.25	0.64	14.56	4.18	0.11	1.18	3.41	4.44	2.15	0.08	父島(北初寝浦)
10	60.17	0.83	16.49	6.90	0.23	1.37	2.92	6.42	4.22	0.46	母島(南崎遊歩道)
16	63.46	0.55	16.24	4.86	0.16	1.49	2.92	5.34	4.77	0.21	聳島(小花浜)
18	58.60	1.04	15.26	10.48	0.21	2.52	6.25	4.23	1.14	0.27	嫁島(2015年漂着)
19	58.66	1.05	15.17	10.54	0.21	2.55	6.21	4.21	1.14	0.27	不明(1973-74年漂着物)



第2図 西之島からの漂着物と西之島産溶岩の化学成分の比較。
カリウム、鉄、シリカを K_2O 、 Fe_2O_3 (全鉄)、 SiO_2 含有量としてプロットした。1973-74年及び先1702年溶岩(旧島)の化学組成は以下による：小坂ほか(1974)，小坂(1975)，海野・中野(2007)。2013-15年溶岩は石塚 治・中野未公表データ。



第3図 小笠原群島で回収した漂着物の化学組成の例。
近隣の海底噴火噴出物のデータは以下による。パガン：小坂ほか(1981)，海徳海山：海上保安庁水路部・東京工業大学工学部(1984)，西表島：加藤(1991)，中野・川辺(1992)，福徳岡ノ場：脇水(1920)，海上保安庁水路部(1993)，加藤(1988)，小坂ほか(1990)，吉田ほか(1987)，中野・川辺(1992)。赤丸は漂着物，数字は噴火年。

由来と推定されるものではありませんでした。また、小笠原群島に漂着しているものの多くは、火山列島南部の福徳岡ノ場由来の軽石と成分が一致し、そこに由来する可能性が高いことがわかりました。今回は小笠原群島の各地から17試料を回収・分析したのですが、そのうち13試料が福徳岡ノ場由来と考えられます。小笠原群島に漂着する軽石の多くは海底火山「福徳岡ノ場」に起源を持つと考えていいのでしょう。そのほかのもの(いずれも父島に漂着)は化学成分で見ると類似したものもなく、どこから来たのかわかりません。また、福徳岡ノ場の軽石がはるか西方の沖縄県、南西諸島まで到達していること(加藤, 1988, 2009), 1924年に南西諸島の西表島北北東海底火山が噴火してその軽石が本州各地の沿岸に漂着したことから(関, 1927), 逆にそこに由来する漂着物が小笠原群島でも見つければおもしろいと期待しましたが、やはり、残念ながらありませんでした。以下、化学成分から噴出起源が推定できた特徴的な漂着物2種類(西之島, 福徳岡ノ場)についてのみ簡単に述べます。

3. 西之島由来の漂着物

ビジターセンター展示の漂着物は、大きさは異なるもののいずれも色は暗黒色で光沢がなく、非常に多孔質(気泡が多い)であるという特徴があります(写真1, 写真2)。周囲は円磨されて丸みを帯びた形状で、研究室に持ち帰って水槽に入れてみると確かに軽々と水に浮きました。肉眼では鉱物(斑晶)がほとんど見えず、小型の透明な鉱物がわ



写真1 2015年に嫁島にて回収された漂着物 (GSJ R109745: 地質標本館登録番号)。

ずかに含まれていることが確認できる程度です。この鉱物は斜長石です。斑晶鉱物に乏しく色が黒い、という特徴は1973-74年の溶岩(海野・中野, 2007)や2013-15年の溶岩(前野ほか, 2018)と共通しています。

4. 福徳岡ノ場由来の漂着物

今回分析した、福徳岡ノ場由来の軽石と推定される13試料は、いずれも多孔質という特徴があります。ガラス光沢を持つものが多く、表面は一部酸化して赤っぽいか、黒色に近い暗灰色、一部は褐灰色です。気泡は最大で3 cm近い大きさです。ハンマーで叩くと容易につぶれます。大きさ5 mm以下の白色の鉱物が含まれます。よく観察すると大きさ3 mm以下の黒色の鉱物も含まれていますが、軽石自体が暗灰色のため目立ちません。

1986年に福徳岡ノ場が噴火して西方の南西諸島に漂着した軽石については「角はすべて円磨されている。色は灰白色から暗灰色までである。大きさは5 mmから最大20 cmまであり、大きな軽石は暗灰色ないし灰色のものが多いのに対して、小さな軽石はすべて灰白色ないし灰色である。1つの試料中で5 cmぐらゐの間隔で、暗灰色から灰白色まで漸移するものがある」、「軽石には1~5 mm, まれに2 cmに達する黒色捕獲岩がモードで平均数%点在するという著しい特徴がある」などと記載されています(加藤, 1988)。今回の分析で、その起源が福徳岡ノ場と推定された漂着物はいずれも暗灰色でしたが(写真3), その肉眼的特徴は南西諸島で確認された暗灰色の軽石と一致している



写真2 1973-74年の噴火後に採取された漂着物 (小笠原ビジターセンター撮影)。

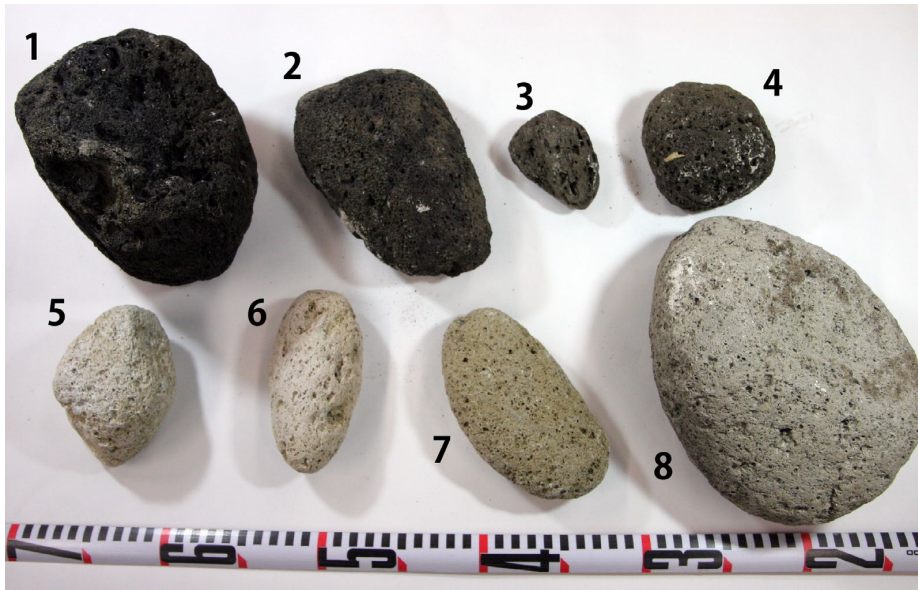


写真3 父島（北初寝浦）で回収された漂着物。大きいものは直径20 cm 近い。1～4は福徳岡ノ場に由来すると推定されるが、5～8の起源は不明。



写真4 福徳岡ノ場 1986年噴火の軽石。海上保安庁採取・提供（GSJ R100063：地質標本館登録番号）。

とっていいでしょう。捕獲岩は見つかりませんでした。含まれている白色や黒色の結晶の特徴は加藤（1988）の記載した捕獲岩中の結晶と同じです。なお、1986年の噴火直後に福徳岡ノ場近海で採取された軽石は灰白色でした（写真4）。これは加藤（1988）の「小さな軽石はすべて灰白色ないし灰色」にあてはまるのでしょうか。

5. 現地ではすでに知られていたこと

インターネットを検索したら以下の記述がありました。

「父島、母島に漂着した軽石状の物体があり西之島新島の軽石と信じられている。父島で展示されていたものは都立小笠原高等学校に寄贈され、東京都市大学萩谷 宏先生の分析により西之島産と分かった（萩谷 宏未発表）。母島

ローズ記念館の軽石の一部は、都立小笠原高等学校細田教諭の目視により西之島産らしいと分かった。」(小笠原村父島在住の延島冬生氏 Web サイト, 延島, 2019)。

今回分析した 1973-74 年噴出物と推定された漂着物については、産地(回収地点)や回収時期などの詳細は今ではよくわからなくなっているそうです。もしかしたらこの記述にある父島のものと同一かも知れません。それとも、もっとたくさんあるのでしょうか。母島のローズ記念館で展示されていた“軽石”は 2007 年に観察したことがありますが、その肉眼的特徴は父島のものと変わりありませんでした。

これらについて詳細は公表されていないようですが、小笠原在住の少なくとも一部の方々は、以前から西之島から“軽石”が漂着していると認識していたことになりま。著者は「聞く耳持たず」の専門家として全く恥づかしい限りなのですが、後世のためにもこの記録を残しておこうと考えました。

なぜ「聞く耳持たず」だったのか、それは 2003 年に西之島に上陸調査した際にこのような多孔質の岩石をまったく見ていなかったからです。また、このようなものをほかの伊豆・小笠原諸島や南西諸島の火山島でも見たことがありませんでした。類似したものの記載があるかどうかも知りません。

6. この漂着物の正体は？

では、このような“軽石”はいつどのようにできたのでしょうか。表面が円磨されてももとの形状がわからないので、じつはよくわかりません。火口から軽石が放出された、あるいは、西之島近海で軽石が浮いているという報告はないようですので、あっても量的にはわずかなのだと思います。西之島の火口から放出された火山弾を見るとそれほど多孔質ではありませんが(前野ほか, 2018), 火山弾の内部ほど気泡が大きくなり多孔質になることは陸上の火山でも普通に見られます。噴火初期に海面上に落下した大きな火山弾がその場で破壊され、皮がむけたように火山弾の中心部だけになると多孔質の“軽石”となって浮遊し、海流に乗って遠方まで流されるのではないかと、とも思います。互いにぶつかってあるいは浜辺で転がって円磨されてしまい、急冷したような組織・構造が残っていないので、漂着物のももとの形状がわからず、どうやってできたのかわからないのです。

謝辞：西之島由来の漂着物は小笠原ビジターセンターの井

ノ口知江さんから提供を受けました。また、小笠原群島での漂着物回収については島田克己さん(ボンブルーシマ), 児嶋 翼さん(環境省母島事務所), 高嶺春夫さん(晴佳丸), 千田智基さん(環境省関東地方環境事務所)にお世話になりました(所属は当時)。深く感謝します。

文 献

- 海上保安庁水路部(1993) 海底火山の最近の活動について。火山噴火予知連絡会会報, no. 55, 158-162.
- 海上保安庁水路部・東京工業大学工学部(1984) 海徳海山の海底火山活動について。火山噴火予知連絡会会報, no. 31, 66-73.
- 加藤祐三(1988) 福徳岡の場から琉球列島に漂着した灰色軽石。火山, 33, 21-30.
- 加藤祐三(1991) 1924 年西表海底火山噴火。月刊地球, 13, 644-649.
- 加藤祐三(2009) 軽石ー海底火山からのメッセージ。八坂書房, 264p.
- 前野 深・吉本充宏(2020) 西之島の噴火による地形・地質・噴出物の特徴とその変化。小笠原研究, no. 46, 37-51.
- 前野 深・中野 俊・吉本充宏・大湊隆雄・渡邊篤志・川上和人・千田智基・武尾 実(2017) 新火山島の初上陸調査ー西之島(東京都小笠原村)ー(日本の露頭・景観 100 選)。地学雑誌, 126, N1-N13.
- 前野 深・安田 敦・中野 俊・吉本充宏・大湊隆雄・渡邊篤志・金子隆之・中田節也・武尾 実(2018) 噴出物から探る西之島の新火山島形成プロセス。海洋理工学会誌, 24, 35-44.
- 中野 俊・川辺禎久(1992) 1991 年, 琉球列島西表島に漂着した軽石。火山, 37, 95-98.
- 中野 俊・吉本充宏・前野 深・大湊隆雄・渡邊篤志・川上和人・千田智基・武尾 実(2018) 2016 年西之島噴火後初上陸調査。海洋調査技術, 30, 5-10.
- 延島冬生(2019) 小笠原諸島地名事典。孤島の地名。http://bonin-islands.world.coocan.jp/Placenames_kotoh.html (2021 年 7 月 7 日確認)
- 小坂丈予(1975) 西之島火山の活動とその観測(続)。地質ニュース, no. 246, 1-9.
- 小坂丈予・太平洋子・湊 一郎(1974) 西之島付近海底噴火について(その 3)。火山, 19, 37-38.
- 小坂丈予・加藤 茂・平林順一(1981) マリアナ諸島北パガン火山噴出スコリアの小笠原諸島への漂着につい

- て. 火山, 26, 305-307.
- 小坂丈予・松田鉦二・平林順一・土出昌一(1990) 南方諸島海域の海底火山活動に伴って噴出した岩石の化学成分. 火山, 35, 57-61.
- 斎藤元治・中野 俊・下司信夫・篠原宏志・東宮昭彦・宮城磯治(2014) 西之島火山 2014 年噴火マグマの岩石学的特徴とマグマ脱ガス量. 日本火山学会講演予稿集, 2014, 159.
- 斎藤元治・石塚 治・中野 俊・下司信夫・田村芳彦・森下泰成・野上健治(2016) 西之島火山噴火マグマの岩石学的特徴と揮発性成分濃度. 日本火山学会講演予稿集, 2016, 127.
- Sano, T., Shirao, M., Tani, K., Tsutsumi, Y., Kiyokawa, S. and Fujii, T. (2016) Progressive enrichment of arc magmas caused by the subduction of seamounts under Nishinoshima volcano, Izu-Bonin Arc, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 319, 52-65.
- 産総研地質調査総合センター・海洋研究開発機構・海上保安庁(2018) 西之島 2015 年噴火マグマの岩石学的特徴. 火山噴火予知連絡会会報, no. 122, 256-261.
- 関 和男(1927) 軽石の漂流に就て. 海洋気象台彙報, no. 10, 1-42.
- 海野 進・中野 俊(2007) 父島列島地域の地質. 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 71p.
- 脇水鉄五郎(1920) 大正三年噴出新硫黄島の消失の経路. 東洋学芸雑誌, 37, 257-268.
- 吉田武義・藤原秀一・石井輝秋・青木謙一郎(1987) 伊豆・小笠原弧, 福徳岡の場海底火山の地球化学的研究. 東北大学核理研研究報告, 20, 202-215.
-
- NAKANO Shun (2021) Gift from Nishinoshima: Drifted materials to Ogasawara Islands.
-

(受付：2021 年 8 月 18 日)