

鳥島近海で確認された浮遊軽石の漂流の今後の推移について（予察的速報）

概要：

- ・2023年10月20日、海上保安庁の航空機により鳥島西方50kmの海域において軽石とみられる浮遊物が確認されたことに伴い、航行警報が発出された。
- ・これまでの漂流シミュレーション（ベヨネース列石（明神礁）からの噴火を想定）によると、軽石漂流の挙動は黒潮本流との位置関係により大きく支配される。
- ・黒潮本流は、通常時、鳥島よりも遠く離れた北方に位置するため、漂流物の本州沿岸部付近への侵入を寄せ付けないバリアの役割を果たし、本州沿岸域や伊豆諸島北部域の大部分へ漂流・接近する可能性は低い。
- ・一方、2017年からの長期の黒潮大蛇行の影響により、現在、南限が大きく南下しており、鳥島近海域の西方を北上する経路を示している。今後の推移を、注意深く見守るとともに、シミュレーション自体の高精度化などが必須である。

1. 鳥島近海で確認された浮遊軽石について

2023年10月20日、海上保安庁の航空機により鳥島の西方約50kmの海域（北緯30度41分東経139度51分～北緯29度59分東経139度36分）において軽石とみられる浮遊物が南北方向約80kmにわたり点在していることが確認された。航行警報等が発出し、付近を航行する船舶に注意を呼び掛けている。専門家によると、このエリアでは活動的な火山はこれまで認められていないことから、新たな火山活動が起きており、場合によると、深海域において火山体が形成されている可能性があることが指摘されている（海上保安庁報道発表資料、2023年10月20日）。

今回観測された浮遊軽石の量は、沖縄諸島を中心に被害を及ぼした2021年の福徳岡ノ場軽石の量と比較すると少量と考えられる。一方で、同域では、10月以降の地震活動の活発化や、現状において発生原因を特定できていない津波発生が確認されている。そこで、現在までに得られている漂流シミュレーション結果のみから、今後の鳥島近海域における軽石漂流の推移などを予察的に報告する。

2. 事前ハザード評価のための軽石漂流シミュレーション

海洋研究開発機構では、日本列島近海の海底火山に対して、大量の軽石噴出

を伴う噴火の発生を想定した漂流シミュレーションによる予測研究を実施している(付録参照; Nishikawa et al., 2023). 今回, 軽石が観測された鳥島近海と比較的近い(150 km 北に位置する)ベヨネース列岩(明神礁)からのシミュレーションも行っており, 2023年1月26日に同域で変色水が確認され噴火警報(気象庁 2023年1月26日 噴火警報 報道発表資料)が発令された際には, 本シミュレーション結果から示唆される本州沿岸部への漂流ハザードの存在に関する報告を行っている(予知連資料, 2023年1月30日).

今後の漂流の推移を考察するための参考として, ベヨネース列岩から仮想軽石が噴出された場合の解析結果の一部を図1に示す. ここではシミュレーション結果を有する最新の6年分に相当する2010年から2015年の毎年について, 10月15日に噴火したことを想定した計6例を示した. 仮想軽石粒子の1日毎の漂流位置を点で示し, 噴火から経過した日数を疑似カラーで表現した. 赤い三角形が粒子の放出源であるベヨネース列岩, 赤い四角形が今回, 航空機から浮遊軽石が確認されたエリア, ピンク色が, シミュレーション結果を示した30日間に対応する黒潮流軸の流れの速い中心軸(黒潮流軸)を示している. さらに, 図2には, ベヨネース列岩からの同様の解析結果について, 気象庁が黒潮流大蛇行と判定した期間中に含まれる10月15日の解析例である1982, 1983, 1987, 1990, 2004年の計5例の結果を示している. また, 参考のために, 最新の黒潮流軸位置を図2の最下部右側に示した.

ここで示した仮想軽石粒子分布のパターンは, 黒潮流軸に対する位置関係をもとに, おおまかに三つに分類することができる. すなわち, パターンA: 主に黒潮流軸の南側に分布(1987, 2004, 2010-2012, 2014), パターンB: 黒潮流軸に沿って北上する分布(1983, 2013, 2015), パターンC: 黒潮流軸の北側に侵入し本州沿岸に漂着する分布(1982, 1990)である. また, これらのパターンの特徴を時間関係も含めて詳しく見た結果, 噴出時もしくは噴出から間もない段階において, 黒潮流軸が噴出源であるベヨネース列岩に対して, 数10 km 以上北側に存在する場合にパターンA, 数10 km 以内に接近している場合にパターンB, 南側に存在する場合にパターンCとなることがわかった.

伊豆小笠原諸島の候補火山から噴出した場合, ここで見たような黒潮流軸との位置関係が仮想軽石粒子の北上方向の漂流パターンを支配するという傾向は, 年変動や季節変動に関わらず一般的にみられており, 黒潮流軸の位置を確認することで, おおまかな軽石の漂流分布推移の予想が可能であることを示唆している. 本州沿岸部付近のハザード評価の観点では, 黒潮流軸が本州沿岸部からも十分離れており, かつ, 候補火山が南側に十分離れている場合, 仮想軽石粒子の北上および本州沿岸部への接近・漂着から防御するバリアの役割を果たしている.

3. 鳥島近海の浮遊軽石への示唆

今回、浮遊軽石が確認された鳥島近海域は、ベヨネース列岩から更に 150 km 程度南側に位置しており、一般的に黒潮流軸の同経度（東経 140 度）付近における南限からも遠く離れて位置することが通常である。よって、前節のベヨネース列岩からの漂流シミュレーションと黒潮流軸の関係を考えると、今回のパターン C もしくは先述の予知連資料で指摘したような（予知連資料，2023 年 1 月 30 日）、本州沿岸域や伊豆諸島北部域への数日や 10 数日以内での漂流・接近というハザード・リスクは考えにくい。

一方、懸念される点として、2023 年 10 月 22 日現在の黒潮流軸が 2017 年から長期に継続する黒潮大蛇行の影響で大きく南下し当該海域の西方向にある程度近接して位置しており、さらに、その後、大きく北上して大島から御蔵島および房総半島野島埼に接近している点である（図 2 最下部右側；海上保安庁，海洋速報&海流推測図）。このような特異な配置の場合、これまでの推察が成り立たない可能性も存在する。たとえば、現在、考慮に入れていない表層風の影響などにより、黒潮本流に取り込まれた場合、数日間という短い時間スケールでの本州沿岸域への漂流・漂着する可能性も否定できない。今後、様々な面から漂流シミュレーションの高精度化が望まれる。

4. 最後に

本報告は、あくまで、現有の漂流シミュレーション解析結果(Nishikawa et al., 2023)のみを基にした予察である。実際の漂流現象を正確に予測するためには、衛星画像を含めた実際の観測とリアルタイム海流予測データを用いた高精度な漂流予測シミュレーションが重要である。現状のシミュレーションでは、浮遊軽石の空間分布範囲を粒子数で表現しているのみであり、実際の対策などに必要な、浮遊軽石の総量およびその変化や、海面を埋める面積、厚さ、粒径分布などを考慮していない。

付録：軽石漂流シミュレーションの概要、および、解釈時の注意点

現実に噴火が起きた後ではなく、噴火前に、どの火山が噴火すると影響を及ぼすか、どのぐらいの日数でどのぐらいの量が漂着するか、を事前に見積もっておくことが、事前の最適な対策のために重要である。Nishikawa et al. (2023) では、日本列島近海の海底火山に対して、大量の軽石噴出を伴う噴火の発生を想定した漂流シミュレーションによる予測研究を実施した。当該研究では、過

去に浮遊軽石の噴出記録が残る7つの火山をターゲットにして、年変動・季節変動も考慮した漂流シミュレーションを行った。その候補火山の中には、今回解析結果を紹介したベヨネース列岩も含んでいる。

漂流シミュレーションでは、過去の実際の海流・気象データを再現した気象庁海洋再解析データセット(JMA, 2013)を利用した。時間解像度、水平空間解像度は、それぞれ1日、 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ であり、軽石は常に水深0.5mに存在するものと仮定している。海流の年変動の効果の確認のため、再解析データの存在する1982年から2015年までの漂流計算を行うとともに、季節変動の効果を確認するために1から12月の各月15日に49,000個の仮想軽石粒子を海底火山位置から放出した。仮想軽石粒子は、海流の移動速度の影響のほか、渦拡散や波浪、表層風など、様々な外力の効果を検討するため、 $1,000 \text{ m}^2/\text{s}$ の拡散係数を考慮に入れている。詳細はNishikawa et al. (2023)を参照いただきたい。

注意すべきこととして、本シミュレーションでは過去の再解析海流データを用いており、現在の海流状況との違いにも注意が必要である。また、軽石の漂流挙動は、海流の他に、表層風速や波浪などの外力や軽石自身の摩耗・沈降などの影響を適切に考慮する必要がある。今後も継続的な研究が必須である。

引用・参考文献：

JMA (2013) Meso-Scale Model (JMA-MSM1206). Outline of the operational numerical weather prediction at the Japan Meteorological Agency, JMA, Japan, 71-93.

<http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/nwp/outline2019-nwp/index.htm>

海上保安庁 海洋速報&海流推測図

<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/index.html>

気象庁 2023/01/26 噴火警報 報道発表資料

https://www.jma.go.jp/jma/press/2301/26a/beyonesu_20230126.html?248

気象庁 ベヨネース列岩について

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/323_BeyonesuRocks/323_index.html

日本水路境界海洋情報研究センター (2022) 黒潮流軸データセット 1955-2022,

<http://mirc.jha.jp/products/KCP/>

桑谷立, 北尾馨, 西川悠, 多田訓子, 渡部裕美, (2023) “点群 PNG を用いた軽石漂流シミュレーション”

ュレーション結果の可視化:漂流軽石のハザード評価システムの構築に向けて”, 情報地質, 34, 61-68, https://doi.org/10.6010/geoinformatics.34.3_61

Nishikawa H, Kuwatani T, Tada N, Kayama-Watanabe H, (2023) “Simulated distributions of pumice rafts in Japan following eruptions at volcanic islands and submarine volcanoes” *Progress in Earth and Planetary Science*, 10,:21, <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00552-4>

Tada, N. Nishikawa, H., Ichihara, H., Kayama-Watanabe, H., Kuwatani, T. (2021) Drift of an ocean bottom electromagnetometer from the Bonin to Ryukyu Islands: estimation of the path and travel time by numerical tracking experiments. *Earth, Planets and Space*, 73:224, <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01552-8>

予知連報告資料（ベヨネース列岩）2023/01/30 ベヨネース列岩（明神礁）からの浮遊軽石の放出を想定した漂流予測シミュレーション（海洋研究開発機構提出）

図1：海洋再計算データを用いたベヨネース列岩（赤色▲）から噴出された場合の軽石漂流シミュレーション（2010-2015年）。毎年10月15日に漂流を開始した場合の結果であり、仮想軽石粒子1,000個の各日ごとの位置を噴火時期からの日数に応じて疑似カラーで示している。ピンク色は、計算時期における黒潮流軸の位置（黒潮流軸データセット, 2022）、赤色四角形は、今回、浮遊軽石が確認された領域を示す。

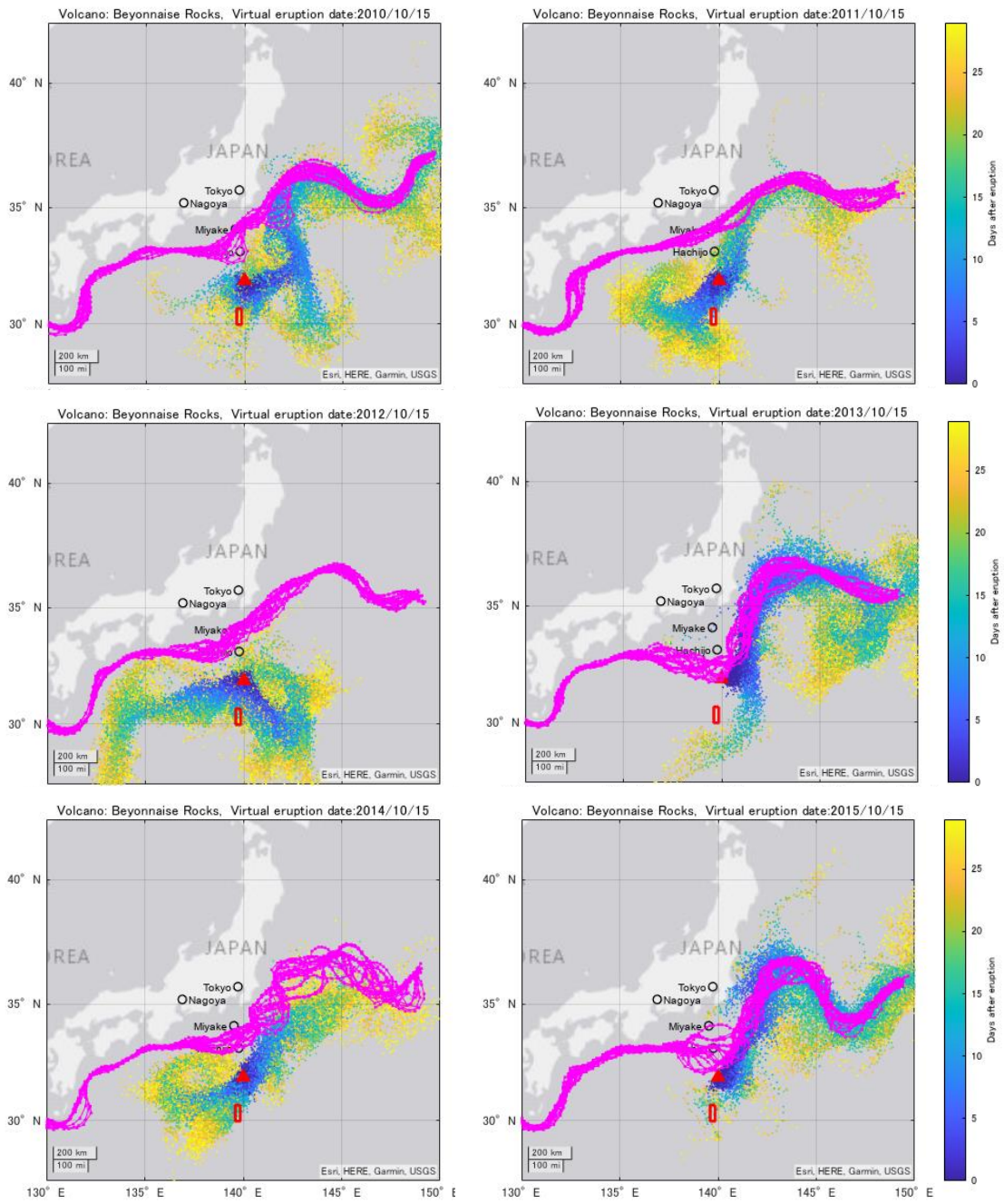


図 2：黒潮大蛇行時に相当する 1982,1983,1987,1990,2004 年 10 月 15 日の軽石漂流シミュレーション。凡例等は図 1 と同様。最下列右には、日本水路境界海洋情報研究センターから提供されている最新（2023 年 10 月 22 日現在）の黒潮流軸の位置(Kuroshio Current Path Data 2023, No.197, 2023/10/12-10/29)を示した。

