

# 海底火山噴火による我が国への影響 ～軽石漂流シミュレーションの取り組みなど～



ご講演者：海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 アプリケーションラボ ラボ所長代理 **宮澤 泰正 氏**

講演日：2022年11月30日（水） 於：星陵会館

（本稿は、コースタル・テクノロジー2022の特別講演を抜粋し、編集した内容となっています。）

## ●海洋研究開発機構（JAMSTEC）

今日は、突然軽石が発生して、特に沖縄を中心とした港湾ではかなり甚大な影響を及ぼし、その後本土にも漂流してきたという事例を中心に、そもそも海底火山とはどんなものかということも含めて、ご紹介したいと思います。

最初に、海洋研究開発機構（JAMSTEC）はどういう研究所かということ、海と地球の研究所です。海洋・地球・生命の統合的理解を目的として、主に理学的な視点で研究を進めるとともに、「しんかい6500」をはじめとする様々な観測機器の開発を、民間会社さんのご協力も頂きながら進めています。最近はこういった理解を元に様々な予測あるいは付加価値情報を創成する、私が属している付加価値情報創生部門はそのために作られた部門ですけれども、社会との共創によって未来を創造していくという新しいスローガンで、社会貢献ということも最近の大きなテーマになっています。

創立50年になり、予算としては国から頂いている交付金を中心に、500億円が基準になっています。今後は社会との共創という新しい視点も加わりましたので、新しい研究の発展・拡大をしていきたいという状況であります。研究員の構成ですけれども大体900名余りの職員がおりまして、研究者が308名、技術関係の職員もかなりおりまして、技術と研究開発、そしてそれをバックアップする厚みのあるマネジメント、そういった研究組織構成になっております。

体制としては基本的には横須賀本部が中心としてあり、青森のむつ研究所、高知コア研究所、沖縄の国際海洋環境情報センター、これは2000年の九州・沖縄サミットの跡地を活用するという形で作られたものですが、国策に応じて全国拠点を作って活動しています。研究開発は大きく6つの部門に分かれています。地球環境部門は基本的には地球環境を観測して、そのメカニズムを研究し予測する。海洋機能利用部門は、生物機能、あるいは海底資源の開発という広い意味での海洋機能を

利用していくという部門です。あとは、大きな海域の地震とか、今回の火山活動といったことを研究していく部門があります。

私の属している付加価値情報創生部門は、基礎的な研究をもとに予測情報を作り出したり、さらにその予測情報を社会応用、穀物収量の予測とか、病気の流行の予測といった社会応用に繋げていく形で付加価値情報を創生するという部門です。地球シミュレーターという大きな計算機を抱えている部門でもあります。

## ●軽石の漂流状況

2021年10月末から11月にかけて沖縄地方を中心に急に軽石がやってきて、港全体を塞ぐという事態にいたり、にわかには本土、三大湾といったところへの影響も含めて、非常に関心を集めました。そこで私が所属するグループの美山主任研究員が、軽石のシミュレーションをして新聞等で発表したところ、非常に反響があり、彼が発表をした回数は、様々なテレビ等のメディアを含めて10月、11月で60回以上になりました。その元になったシミュレーション技術を開発してきたのが、私が所属するグループということで今回お招きいただきました。元々、図1の写真にありますように、8月13日に日本のはるか南の福徳岡ノ場という海底火山で非常に大きな爆発があって、そこで軽石が生成されたということで、その最初から含めてシミュレーションしたというような経緯がございます。

軽石漂流の状況ですが、2021年の10月末くらいから沖縄を中心とする島に漂着しはじめて、特に沖縄本島には甚大な被



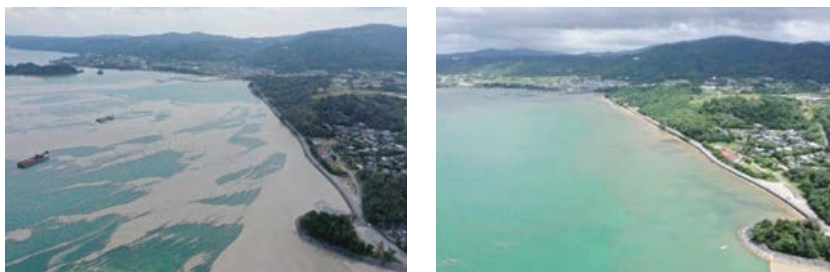
図1 【第三管区海上保安本部撮影 2021/08/13 15:00】



図2 港湾への軽石漂着の状況(2022年11月25日現在)【国土交通省港湾局提供】



図4 軽石の埋立処分状況(中城湾港)【国土交通省港湾局提供】



令和4年1月8日撮影

令和4年6月5日撮影

図3 運天港(羽地内海の状況)【国土交通省港湾局提供】

害を与えている状況がまず見られました。そこで私たちは10月位に予測シミュレーションを公開して、11月中には黒潮を通じて日本南岸にも到達するのではないかとこの予測を発表させていただきましたが、実際にそのように到達している様子が国土交通省さんの調査からもわかると思います。ただ不思議なのは、清水港あたりに到着するのは若干ずれている。かなり内湾の方になると直接黒潮によって流れてそのまま到着するのではなく、複雑な海流の流れによってやや時間をかけて到達したということになっています。そこがなかなか不思議なところなんですけれども、いずれにしても沖縄の運天港を中心とするところでは非常に甚大な状況になり、港湾局さんでも種々対応をされていたということを知っています(図2)。

実際の運天港における軽石除去の状況を示したのが図3です。年が明けてもこのように非常に軽石がたくさん集まっている状況だったんですけども、非常にご尽力をいただきまして半年後には綺麗になってきました。ただ、回収した大変な量の軽石をどう処理していくかということでは、港湾局さんでも非常に頭を痛めているということで、関係自治体と沖縄県との協力で、埋め立てに使う方向で対策を講じられているというふうに伺っています。

埋め立ての状況を示したのが図4です。スタビライザーによる混合試験状況、これは混ぜるということでしょうか。軽石だけではなくて何らかの埋め立てに適した土を作って、そして埋め立てしていくことを始められている状況です。2023年の2月にこの工事が完了する予定です。港湾技術によって回収した軽石を活用して港湾の整備に使われているという例なのかなと思います。これを受けて防災基本計画も修正されたと同っています。

沿岸生物への影響では、軽石は養殖にも非常に大きな影響を与えていると同っています。沖縄の辺土名港というところでは、港の防波堤の中を軽石が埋め尽くす事態になっていました。ここではグルクンというサバの近縁種が軽石を吸い込んで大量死してしまったという事象もおこったそうです。軽石は世界各地で火山が噴火して海流に沿って移動していくわけですが、今回の事態では発生した火山の周辺から生物が運ばれたということではなく、主に沖縄で付着して移動した事例が多く報告されているようです。

●海底火山とは

そもそも軽石をつくった海底火山とはどんなものかということとを振り返ってみたいと思います。火山というのはマグマです

ね。溶けた地殻が噴出するところですけども、基本的にはプレート境界と呼ばれるところに火山が集中しているということが分かっています。この太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界にちょうど福徳岡ノ場という火山があって、そこで噴火したということです。プレート運動が地震とか様々な地殻変動を引き起こすわけですけども、ちょうどこの福徳岡ノ場というのは、太平洋プレートがフィリピン海プレートに沈み込むところの上で、そこでマグマの変動が起きて吹き出すという基本的な典型的な火山だそうです。我が国はプレートの境界に位置する地勢ですから、非常に火山、地震、災害が起こりやすいということです。

噴火のパターンが軽石の生成に大きく関係しているということですけども、軽石になる場合は、爆発的な噴火によって、火山ガスが石の中に残った、発泡した状態で急に冷却されることで生成されます。そのガスで発砲したところが隙間になるので、大きく見えても隙間がいっぱいなので浮力が発生する。ですから海流とか波とか風に流されて日本にも来ることになるそうです。だんだん分解すると浮力を失って沈んでいくわけですけども、爆発した当初は非常に浮力があるので浮かんだまま流れているそうです。

2021年に起こった福徳岡ノ場の噴火は16kmにも及ぶ噴煙を伴う爆発的な噴火で、戦後最大級ということです。火山の爆発レベルでは10年から100年に1回程度と呼ばれるレベル4で、非常に大きな噴火であったと言われています。福徳岡ノ場というのは日本のはるか南方にある海底火山です。元々大きな噴火を起こした大きな噴火口の一部です。この南の方に南硫黄島がありますが、福徳岡ノ場自体は海底火山で陸からは見えないそうです。

図5は宇宙からの監視ということで、JAXAさんが海上保安庁さんなども協力しながら、陸上も含めて全ての火山に関して、火山活動が起きた時に衛星写真がすぐ見られるようにする



図5 宇宙からの監視

火山活動・林野火災速報システム(研究中) <https://kazan.jaxa.jp/>

とか、速報システムというのを作っています。今は研究用ということですけども、ゆくゆくは速報対策にこういったシステム、既に公開中ですけども、使われていくことになるのではないかと考えています。

福徳岡ノ場というのは過去にも何回も噴火が起きていて事例があるんですけども、軽石が来た事例は86年1月に報告されています。この時は4ヶ月かけて来たんですね。量も今回ほど多くはなくて、大きな被害はありませんでした。今回は2ヶ月で来たのですが、これは起きた時期によるものです。夏の場合は風向きがどちらかというと南西向きですので、軽石をそちら向きに運ぶような方向に風が吹くわけです。しかし冬に起きると北西季節風が吹きますので、むしろ軽石が西側に来ないようにすることで4ヶ月かけてゆっくり来た。86年に軽石の被害がそれほどなかったというのは時期にもよるのかなと思っています。

## ●爆発的な噴火になった原因

なぜ爆発的な噴火になったかということも、JAMSTECで研究を進めています。軽石を分析したところ、この深いマントルで生成された岩石が一部混じっているということもJAMSTECの研究者がを見つけました。図6のピンク色のところがマントルですけども、このマントルとプレートが沈み込んでいくときに、海水も一緒に沈み込みます。そうすると不思議なことに、水が混ざってマントルのところに入ると、非常に加熱されるとい作用があるんですね。水が入ると加熱されてマントルが溶けるというのは非常に不思議な現象なんですけれども、そこで非常に深いところでマントルが溶けまして、その溶けた塊が上昇して元々あったマグマだまりを加熱することで、爆発的な噴火に立ち至ったということを解明しています。ですから非常に深いところでのプレート運動というのが今回の原因になったということかと思います。こういったことが起こるのは100年

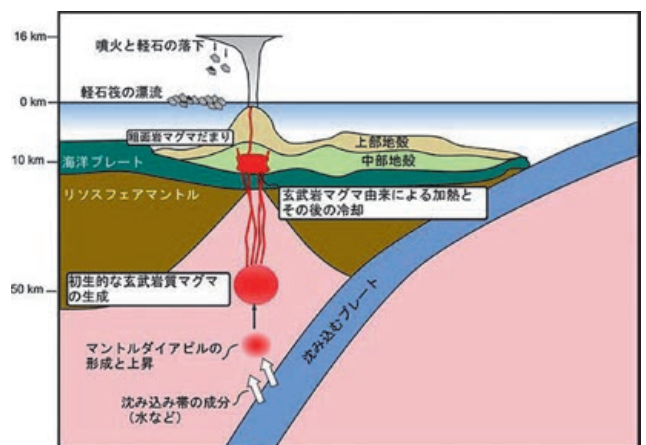


図6 なぜ「爆発的な噴火」になったのか

(海洋研究開発機構報道発表 2022年2月10日)

に1回といった頻度で、かなり稀な、極端な現象であったと言えらると思います。

### ●宇宙から見た軽石

JAXAさんの資料を使いながら、今回の軽石が宇宙からどのように見られたかという話をしたいと思います。図7は8月17日に人工衛星の映像から見た軽石の分布ですね。なぜ人工衛星から軽石が見えるかというと、「しきさい」というJAXAさんが打ち上げた衛星は、太陽の光が反射した様子を捉えるんですね。ここで示しているのが噴火直後で、軽石の塊ですね。軽石が筏のようになるので、「軽石筏=Pumice raft」という学術用語にもなっているんですけれども、まさに非常に大きな軽石筏になって流れていく様子が分かると思います。図7の右下は山手線と比較した絵ですけれども、非常に大きな塊になって流れているのが分かると思います。

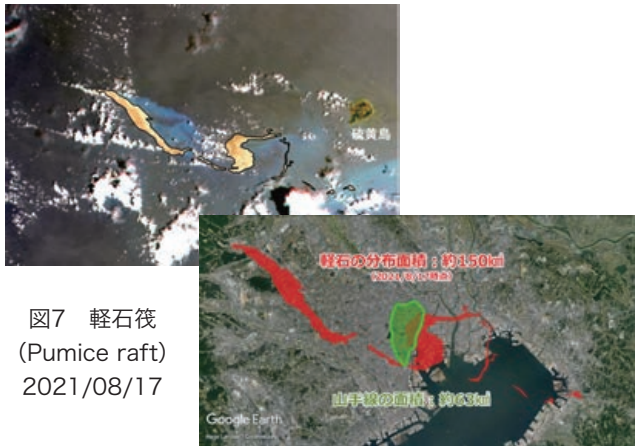


図7 軽石筏 (Pumice raft) 2021/08/17

(<https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/2021/12/21/6647/index.html>)

軽石漂流がどんなプロセスで移動していくかということも調べてみました。基本的には、軽石は海に浮かびますので、海の上に浮かんでいる部分は風の影響を受ける。海の下に沈んでいる部分は波と海流の影響を受ける。大きなパターンは海流が決めているということが分かりました。ですから今回起きたような非常に大規模な軽石の移動というのは基本的には海流が決めている、いつ行くかというようなことは風が決めている。ただ台風のような極端な現象が起きると大きくルートが変わることが分かりました。全体のパターンは海流が決めるけれども風も大事だということが現状の観測結果から見てわかる結果になっています。

### ●沿岸環境監視予測システムと海洋デジタルツイン

最近、より港湾と近いスケールまで海流の予測を細かくしていますので、そういったものを活用して沿岸環境監視予測システムといったものになるのではないかとことをお話した

### 海流予測研究開発

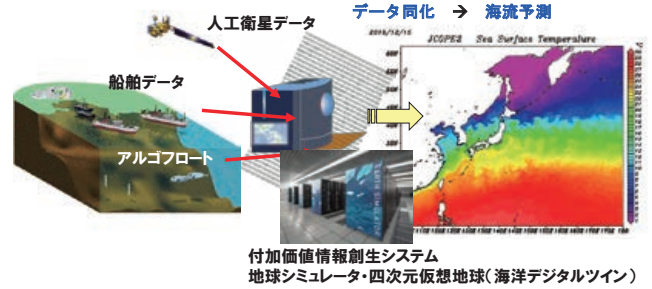


図8 沿岸環境監視予測システムの確立に向けて

と思います(図8)。

私達は地球シミュレーターというスーパーコンピューターで人工衛星のデータや船舶、そしてArgoフロートのデータを海流のモデルを計算するプログラムに入力して、定期的に計算しています。今海がどうなっているかを推定して流れを予測する、まさに空の天気予報と同じようなことを海の流れに対して行っているということです。データを入れて現実的な海流の状況を再現することをデータ同化というのですが、データ同化と予測を常に繰り返しながら海況の推定を進めています。

私たちは元々人工衛星のデータを使って海流を推定するということを出発点としてきたわけですが、ここ数年はJAXAさんと協力して海流予測の情報をリアルタイムに提供することを進めています。

私達が今、一つ大きな目標として掲げているのは海洋デジタルツインです(図9)。これはG7の会議でも大きなテーマで、来年の広島サミットでもテーマになってくると思うのですが、あらゆる海洋観測データ、シミュレーションデータへのアクセスと、統合解析、これを一つの大きなデータベースというシステムの中に入れて、統一的に解析していくということです。JAMSTECは外洋から出発したわけですが、今はだんだん沿岸へのスケールに迫ってきましたので、今日ご紹介いただいたような様々な沿岸のブイとか、そういったものを統合して、より港湾に近いスケールでも様々なデータ解析が出来るようなフレームワークを作っていきたいと思っています。どうもご清聴ありがとうございました。



図9 海洋デジタルツインへ