

令和4年度 学術研究船白鳳丸共同利用研究申込書（新規航海提案型）

2021年 8 月 16 日

研究船共同利用運営委員会 委員長 殿

研究代表者（申込者）

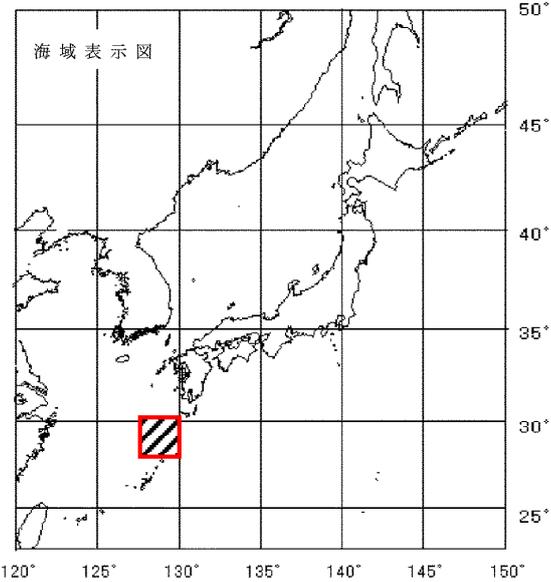
所 属 機 関 産業技術総合研究所
職 名 首席研究員
氏 名 石塚 治

学術研究船白鳳丸を利用した研究を下記のとおり申し込みます。

研究課題		火成活動史と詳細地形，地殻構造データの統合による背弧リフティングの成因と進化過程の解明—北部琉球弧—沖縄トラフ				
	氏 名	所 属 機 関 ・ 職 名	研究分担内容	旅費負担	乗船・非乗船	期 間 及 び 海 域 等
研 究 代 表 者 ・ 分 担 者	石塚 治	産業技術総合研究所・首席研究員	総括 年代測定	無	○	1. 必要観測日数 8 日間 2. 観測希望時期 いつでも可 3. 観測海域 北部沖縄トラフ 4. 乗合航海の可否 可
	鈴木 克明	産業技術総合研究所・研究員	火山岩地球化学	無	○	
	片山 肇	産業技術総合研究所・上級主任研究員	堆積物解析	無	○	
	板木 拓也	産業技術総合研究所・グループ長	堆積物解析	無	○	
	三澤 文慶	産業技術総合研究所・研究員	音波探査, 構造解析	無	○	
	石野 沙希	産業技術総合研究所・研究員	音波探査, 構造解析	無	○	
	高下 裕章	産業技術総合研究所・研究員	地形, 地磁気重カデータ解析	無	○	
	有元 純	産業技術総合研究所・研究員	音波探査, 構造解析, 微化石解析	無	○	
	下田 玄	産業技術総合研究所・グループ長	火山岩地球化学	無	○	
	針金 由美子	産業技術総合研究所・主任研究員	噴出物鉱物化学分析, 組織解析	無	○	
Chris Conway	産業技術総合研究所・研究員	噴出物鉱物化学分析	無	○		
坂本 泉	東海大学海洋学部・准教授	噴出物形態解析	無	○		
未定	東海大学海洋学部・大学院生	火山岩記載	無	○		
未定	東海大学海洋学部・学部生	降下火砕物記載	無	○		
未定	東海大学海洋学部・学部生	降下火砕物記載	無	○		

* 受付年月日		*採 否		* 整理番号	
---------	--	------	--	--------	--

*印欄は記入しないでください。

<p>観測希望時期等</p>	<p>どの時期でも結構です。</p>	
<p>使用観測</p>	<p>申込者が持込む観測機器 (名称・数量・重量) 深海用カメラ・2台・5kg グラビティコアラー・1台・500kg</p>	<p>観測海域 (枠で囲んでハッチをつけてください。) (この地図からはみ出す場合は、適宜別の地図と入れ替えてもかまいません。)</p>  <p>海域表示図</p>
<p>設備機器</p>	<p>搭載を希望する共同利用観測機器 (添付「共同利用観測機器一覧」参照) さつき型ドレッジ 円筒型ドレッジ ドレッジ用おもり プロトン磁力計 ピストンコアラー エアガン ストリーマケーブル (1200m) ビンガー トランスポンダー 岩石カッター</p>	<p>研究代表者の連絡先 所属機関 産業技術総合研究所 職名 首席研究員 氏名 石塚 治</p> <p>住所 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門</p> <p>TEL : 029-861-3828 FAX : 029-856-8725 e-mail : o-ishizuka@aist.go.jp</p>

[研究目的]

本研究では、初めて精密な時間軸を入れて北部沖繩トラフの火山活動史と構造発達過程を解明する。これにより、1) トラフを形成するリフティングに伴う広域応力場や構造運動の変化と火山活動の分布及び様式の変化との時間関係、2) リフティングの進行とともにアセノスフェア、大陸地殻下のリソスフェリックマントル、地殻さらには沖繩トラフ下に沈み込むフィリピン海プレート由来の物質のマグマ生成への寄与が時間的空間的にどのように変化したのか？を明らかにし、沖繩トラフのマグマ活動とリフティングの間の成因的関係を初めて明確に解明する。

[研究の背景・内容]

[背弧リフティング：そのトリガーは何か] プレート沈み込み帯におけるリフティングは、多くの島弧で発生していることが知られ、島弧—背弧系の火成活動及び地殻構造発達過程に大きな影響を及ぼす構造運動である。リフティングは火山活動の場と様式、マグマ組成に影響を及ぼすと同時に、地殻の伸張、変形、そしてマグマの付加による下部地殻の成長などを引き起こし、沈み込み帯の成長発達過程を理解する上で極めて重要なプロセスである。しかし、まだ未解決の重要な課題がある。それは、**リフティングが起きる原因やトリガーは何か**、という問題である。本提案では北部沖繩トラフにおいて、リフト内(外)での火山活動の成因とリフティングとの間の関係について、精密な火成活動史と構造発達史を確立することでこの問題の解明を目指す。

[北部沖繩トラフ研究の重要性]

琉球弧の背弧域に位置する沖繩トラフは、フィリピン海プレートの沈み込みに関連したリフティングにより形成されたリフト盆地である(図1)。リフティングは現在も進行しているが(業績1)、海洋地殻は形成されておらず、海底拡大のステージには至っていないとされる。沖繩トラフは、島弧におけるリフティング研究の上で極めて重要な研究対象である。それは、1) 過渡的な現象であるリフティングの現行過程の観測が可能であること、2) リフティングの進行度は琉球弧に沿う方向(南北方向)で差があり、同じリフト内でもリフティングの進行に伴う構造運動や火成活動の変化を観測可能であること、が挙げられる。

南部沖繩トラフでは、琉球弧の地殻の厚さ約25kmに対して、約12kmと著しく薄くなっているが、北部では島弧とほぼ同じ25kmの厚さを持っている。またリフト盆地は北部でより広くかつ浅くなっており対照的である(Arai et al., 2017, JGR)。この違いはプレートの強度や温度構造の違いを反映している可能性があると同時に、南部でよりリフティングが進行し、北部ではその初期段階にあることを示すと考えられる。

一方でトラフ内の火成活動や断層系の活動は北部においても活発であることが、昨年度産総研で実施した地形調査、構造探査から明らかになってきた。配列方向や火山地形の保存状況の異なる火山列が複数発見され(図1-3)、これらは異なる広域応力場のもとで複数の活動時期に形成されたと考えられる(業績2, 3)。また同時に複数方向の断層による変位を伴うリニアメントが多数確認された(図2)。この結果は、北部沖繩トラフの火成活動の特徴や地殻構造を南部沖繩トラフと比較することで、リフト帯の発達過程と火成活動の時間的変遷を明らかにすることが可能であることを強く示唆する。

また北部琉球弧では、火山体が海面上に露出し、トラフ内の火山活動と合わせて検討すべき島弧火山活動の特徴が中南部に比べて詳細に明らかになっている。

このため、本地域で琉球弧と沖繩トラフ双方の火山活動に系統的かつ精密な年代決定を行い、その時空変遷を解明した上で、稠密な反射法地震探査による地殻構造データ及び海底地形、地磁気異常データと合わせることでこれまでにない解像度と確度を持って、琉球弧—沖繩トラフの火山活動史、構造発達史を解明できる。

[沖繩トラフのマグマ成因論]

中南部沖繩トラフでは、玄武岩マグマと流紋岩マグマを主体とする組成上バイモーダルな火山活動が起きている。その起源物質については、中央海嶺玄武岩のソースとなるようなマントルに沈み込むスラブ由来物質が付加されたものと考えられる(Shinjo et al., 1999, JGR)。この際、リフティングによる地殻の伸張とともに、より液相濃集元素に富むアセノスフェアの上昇と融解が起きたとされた。南部沖繩トラフ西部地域の流紋岩マグマには、地殻の混染の影響が見られ、リフティングの発達段階の違いを反映している可能性が指摘されている(Shinjo et al., 1999, JGR)。

しかしリフティングのより初期段階にある北部沖繩トラフで活動するマグマの特徴は明らかではない。北部沖繩トラフのマグマの特徴について時間軸を入れて解明できれば、中南部のデータと合わせて解釈することで、マグマ生産に寄与するマントルの特徴や、マグマへのリソスフェアの寄与とリフティングの発達段階との関係の解明が可能と考える(図4)。そして沖繩トラフにおける火山、マグマ活動はマントルの上昇流により”active”に引き起こされたのか、あるいは地殻の伸張、薄化と関連するマントルの減圧融解による”passive”なものなのか(図4)、解明することを目

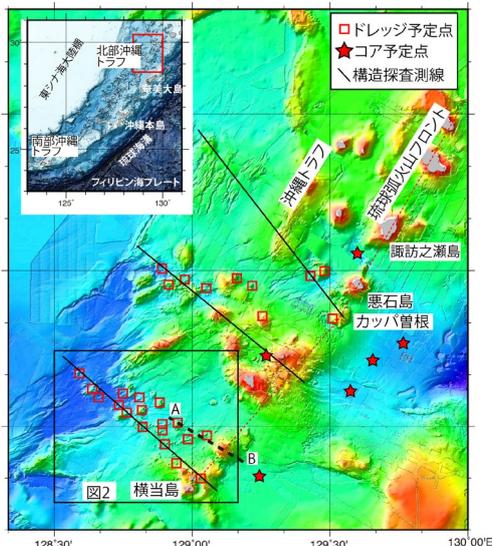


図1 試料採取予定点及び反射法音波探査測線

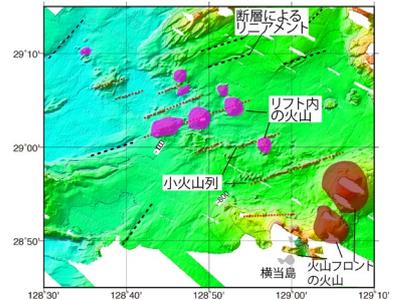


図2 横当島北西域の地形解釈。リフト内に多くの火山列やリニアメントが存在する。

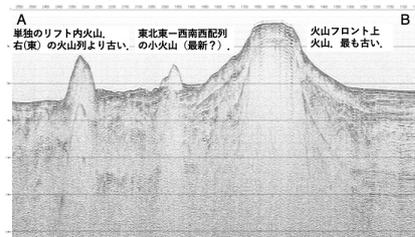


図3 調査域内での反射法音波探査断面図、火山の新旧判定に使用。測線は図1に黒破線で示す。

指す。これはより根源的な問いである、「リフティングのトリガーは何か」、を解決する手がかりとなりうる。

【研究計画】

北部琉球弧—沖縄トラフにおいて a) ドレッジによる岩石採取, b) ピストンコアによる堆積物コア採取, c) 反射法地震探査, d) 海底地形, 海底地磁気, 重力異常, サブボトムプロファイラ (SBP) 観測, を実施, 航海後採取試料の記載, 分析, 海底露頭写真解析と地球物理データの解析を行う。これらの観測項目を統合的に実施できるのは、白鳳丸のみであるため、本申請を行う。

【試料採取】 1) **ドレッジによる岩石試料採取**：琉球弧から沖縄トラフまでの火山体から、火成岩試料採取を行う (図 1)。

a) 特定の方向に配列した火山列 (図 2)：火山フロントからの距離の異なる横島北西方の火山列を対象とする。火山列内での時間的空間的変化の可能性を検証するため、一つの列で複数点の試料採取を行うと同時に火山フロントからの距離を変えながらトラフ内まで系統的に試料採取する。これら火山列の配列方向は、活動時に卓越していた広域応力場の最小圧縮応力の方向を示していると考え、火山噴出物の年代決定を通じてこの広域応力場が卓越した時期を明らかにする。

b) 火山フロントに概ね直行する方向に配列する火山列：火山フロント上の火山である悪石島、カッパ曾根から、その背弧側に連なる火山列において、フロントからの距離の異なる火山体で試料採取を行う。これによりフロント火山とトラフ内火山のマグマの化学的特徴や噴火活動様式の時間関係の相関の有無を検証すると同時に、フロントからトラフにいたるマグマ起源物質の空間的変化を解明する。

2) **火山性堆積物コア採取**：詳細かつ連続的な火山活動史の解明のため、a) 保存状態のよい降下火砕物試料の連続記録の回収, b) 降下火砕物, 火砕流堆積物, 山体崩壊堆積物等の時間的関係の決定, を目的とするコア採取を火山フロントおよびリフト内の火山近傍で計画する (図 1)。

ドレッジ試料採取は水深 500–1500m で、1 地点平均 2 時間、各点間移動平均 1.5 時間を考慮して、28 点実施し計 97 時間を要する。コア試料採取は 1 地点平均 1 時間、計 6 点実施を予定、各点間移動を考慮し、16 時間を要する。

【航走観測】火山フロントからリフト盆地にかけての火山の配列方向、火山噴出物量、火山体の新旧判定、側火口や溶岩流等の火山地形、内部構造の詳細を明らかにするため、ミニ GI ガンを用いた高分解能反射法音波探査と地球物理観測を実施する。火山フロントから沖縄トラフに至るまで、多くの火山、火山列を横断する測線で観測する (図 1)。構造探査について船速 4 ノットで実施、リフト帯を横断する 1 本 60 マイルの測線を 3 本設定、45 時間必要となる (図 1)。地球物理観測のみの測線はデータ密度の低い悪石島の背弧域に設定、40 マイル長の測線を 8 本設定し、10 ノットで観測、32 時間を要する。

【試料分析、データ解析計画】ドレッジ及びコアにより採取される火山噴出物について、噴火に関与したマグマの化学的特徴とマグマの生成条件や起源物質の時間空間変化を明らかにする目的で、以下の岩石学的、地球化学的な分析を行う。a) 化学組成分析及び同位体組成分析, b) 構成鉱物の化学分析, c) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法及び ^{14}C 法を用いた年代測定。また火山性堆積物の特徴と流動定置機構の解明のため、堆積物について a) 構成鉱物の量比、組成の決定, b) 粒度分布解析 (実粒径および沈降粒径), c) 粒子形状、密度分析等を実施する。

航走観測データについて、火山体の詳細な分布、新旧判定や配列方向の決定、正断層系に伴う線構造の解析等を実施する。これらは構造運動と火成活動との時間的、成因的關係とその時空変遷の解明に資する。

【他航海への応募】 (8 月 13 日現在) 1) 西フィリピン海盆上での伊豆小笠原島弧創成の可能性 (代表者：石塚治、よこすか) フィリピン海のテクトニクスの研究で、本提案と明確に異なる。2) 沖縄トラフ南部のテクトニクス (代表者：三澤文慶、新青丸) 南部沖縄トラフのリフトプロセスの研究で、本提案と極めて相補的である。3) 背弧海盆拡大プロセスの多様性の解明 (代表者：小原泰彦) 四国海盆の拡大プロセスの研究で、本提案と相補的な部分がある。4) 三宅島海底部噴出物調査 (代表者：羽生毅、新青丸) 島弧火山のテフラ調査で、島弧火山発達史研究の部分は一部相補的である。

[最近の航海採択・不採択状況] 1) 2019 年 フィリピン海プレート海盆群の誕生と成長 採択 YK19-07S 航海

2) 2020 年 火山体崩壊—マグマ供給系への影響と津波発生— 採択 KH-20-7 航海

3) 2021 年 西フィリピン海盆上での伊豆小笠原島弧創成の可能性—島弧-拡大軸会合部潜航調査—採択 YK21-06S 航海

【研究業績】

- Misawa, A., Sato, M., Furuwama, S., Chang, J. H., Inoue, T. and Arai, K. (2020) Embryonic Rifting Zone Revealed by a High-Density Survey on the Southern Margin of the Southern Okinawa Trough. *Geophysical Research Letters*, 47(20), e2020GL090161.
- Ishizuka, O., Uto, K., Yuasa, M., Hochstaedter, A.G. (2002) Volcanism in the earliest stage of back-arc rifting in the Izu-Bonin arc revealed by laser-heating $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 120, 71-85. (Y97)
- Ishizuka, O., Taylor, R.N., Geshi, N., Mochizuki, N. (2017); Large-volume lateral magma transport from the Mull volcano: an insight to magma chamber processes. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, doi:10.1002/2016GC006712.
- Ishizuka, O., et al., (2010) Migrating shoshonitic magmatism tracks Izu-Bonin-Mariana intra-oceanic arc rift propagation. *Earth and Planetary Science Letters*, 294, 111-122.
- Suzuki, Y., et al. (2021) Extreme flood events and their frequency variations during the middle to late-Holocene recorded in the sediment of Lake Suigetsu, central Japan. *The Holocene*.2021;31(1):121-133.
- Ishizuka, O., et al. (2015) Progressive mixed-magma recharging of Izu-Oshima volcano, Japan: A guide to magma chamber volume. *Earth and Planetary Science Letters*, 430, 19-29. (T08)
- Le Friant, A., Ishizuka, O., et al., (2015) Submarine record of volcanic island construction and collapse in the Lesser Antilles arc: First scientific drilling of submarine volcanic island landslides by IODP Expedition 340. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 16, doi:10.1002/2014GC005652.
- Ishizuka, O., et al. (2014) Long-distance magma transport from arc volcanoes inferred from the submarine eruptive fissures offshore Izu-Oshima volcano, Izu-Bonin arc. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 285, 1-17. (T08)
- Ishizuka, O., et al., (2009); Two contrasting magmatic types coexist after the cessation of back-arc spreading. *Chemical Geology*, 266, 274-296.

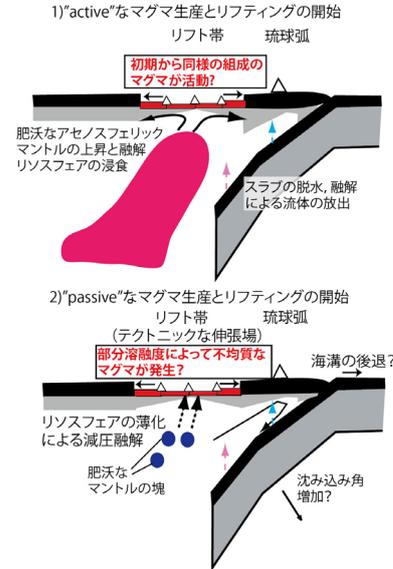


図 4 リフティングのトリガーとマグマ生産に関するモデル。マグマ組成の時間変化解明により検証。