

令和元年 12 月 5 日

学校法人 千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
国立大学法人 東京大学
国立研究開発法人 海洋研究開発機構
国立大学法人 神戸大学

キーワード:マンガンジュール、南鳥島、音響探査、反射強度、海底資源探査手法

音波が映し出す南鳥島周辺のマンガンジュールの分布

—世界初、海底資源の広域分布を可視化し面積を算出する方法を確立—

- 海底に分布する鉱物資源の開発を実現するために、効率的・経済的な探査手法の確立が求められています。
- 船から発する音波を用いた複数の海底観測データを結合し、広い海底のどこにマンガンジュールが分布するのかを地図上に示すとともに、その面積を正確に算出することのできる新しい探査手法を確立しました。
- 海底が音波を反射する様子を解析することで、南鳥島周辺の日本の排他的経済水域(南鳥島 EEZ)の少なくとも約 61,200 km²もの広範囲にマンガンジュールが密に分布することが分かりました。
- このマンガンジュール密集域の面積は、四国と九州を足し合わせた面積に匹敵します。
- 密集域は本研究グループが 2016 年に発表した南鳥島 EEZ 南東部に限らず、南鳥島 EEZ 全域に広く分布していました。

<概要>

千葉工業大学次世代海洋資源研究センターでは、海底の広い範囲に分布する海底鉱物資源について音波を用いて効率的に探査する手法の研究開発を、国立研究開発法人 産業技術総合研究所、国立大学法人 東京大学、国立研究開発法人 海洋研究開発機構、および国立大学法人 神戸大学との共同研究として進めています。その中で、南鳥島周辺の排他的経済水域(EEZ: Exclusive Economic Zone)に分布するマンガンジュール(※1)を対象とした研究成果として、広範囲を網羅的に調査した中からマンガンジュールが密に分布する領域(マンガンジュール密集域)を地図上に示し、その面積を正確に算出する方法を世界で初めて確立しました。

具体的には、計 5 回の研究航海で調査した南鳥島 EEZ 内約 155,500 km²の範囲の中の 40%、約 61,200 km²にも及ぶ広大な海底がマンガンジュール密集域であることを突き止めました(図1)。密集域は特定の反射強度(今回の観測データの基準では 5.72 dB)以上の場所(図1および図2)に対応しており、その面積は四国と九州を足し合わせた面積に匹敵し、南鳥島 EEZ 全体(約 430,000 km²)の 14%に相当します。

本研究グループは 2016 年に、船から発した音波が海底で反射する強度(海底の音響特性)と有人潜水調査船「しんかい 6500」(海洋研究開発機構 所有)を用いて肉眼で観測した海底の地質の特徴(特にマンガンジュール密

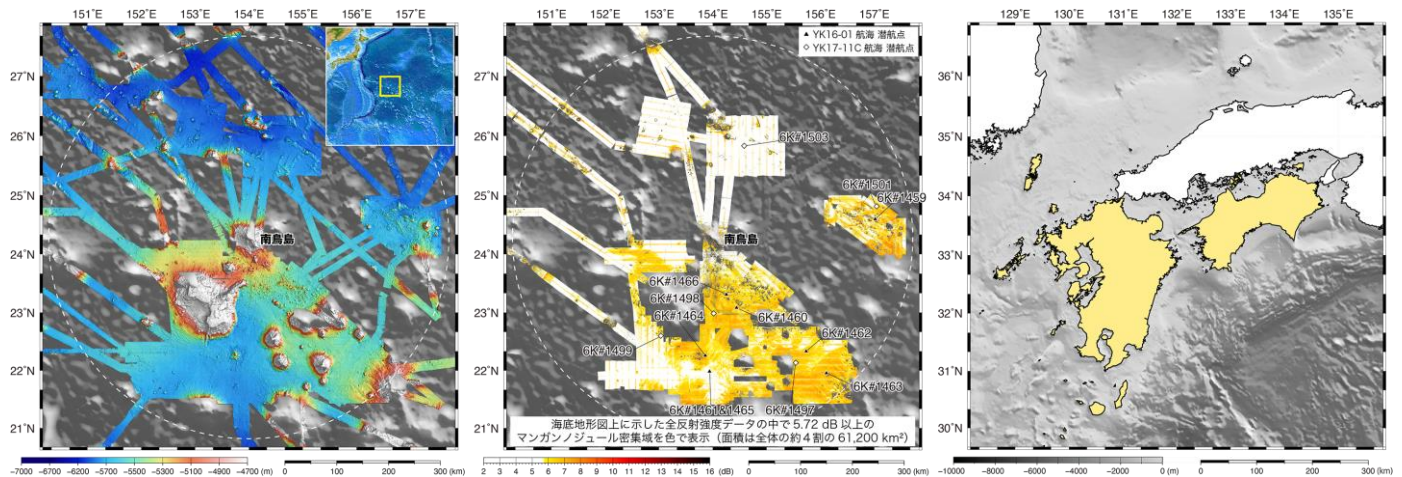


図1. 音響調査で得られた南鳥島周辺の海底地形（左）と海底の反射強度分布（中央）

音波が映し出すマンガンジュール密集域の面積は、右図に示した四国と九州を足し合わせた面積に匹敵する

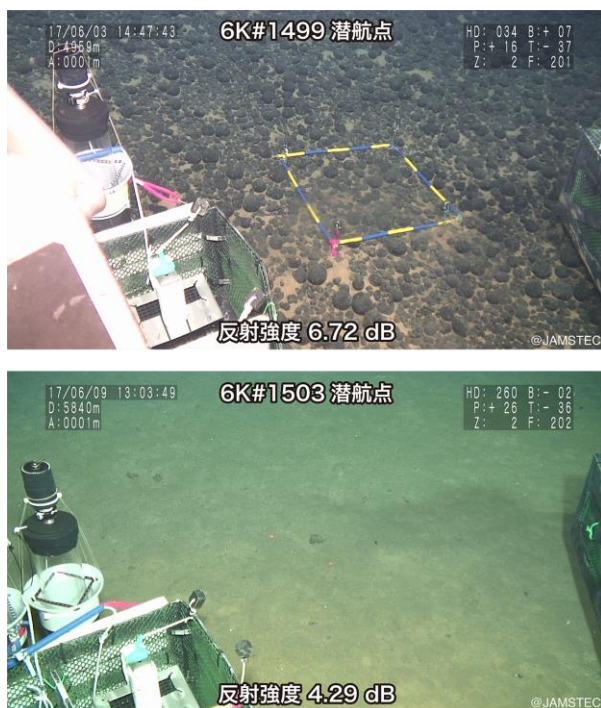


図2. 反射強度と海底地質の対応

黒い球状のものがマンガンジュールである

集度)の変化が良く対応することを見出し、音波の反射強度が資源探査に有効であることを発表しました(2016年8月26日既報)。同時に、高い反射強度の領域が南鳥島 EEZ 南東部に広く分布し、いずれもマンガンジュール密集域であることを示しました。この発表時に解析した音響データは、2016年までに本研究グループが取得したものの一部でしたが、今回は精度の良い音響データが取得された計5航海のデータを全て結合し、さらに2017年に行った「しんかい6500」を用いた新たな海底観察の結果(図2)も加えて、全ての情報を統括しました。今回の成果のポイントは、密集域とそれ以外の場所とを分ける反射強度の閾値(しきいち)(今回の場合は上記の5.72 dBという値)をdB値の頻度分布図(ヒストグラム)の解析により客観的に見出せるようになったことであり、それが今まで困難だった複数の反射強度データの結合、密集域の広域的な可視化、および正確な面積算出につながりました。分布図が示す密集域は南鳥島 EEZ 内のさまざまな海域に及んでいますので、南鳥島 EEZ の残る3分の2の未調査海域を考慮すれば、さらに面積は広がる

予想できます。

日本はかつて国内の鉱山から鉱石を採掘し、自給自足しながら輸出まで行うことで、世界の産業発展に貢献してきました。しかし、今では国内で消費する鉱物資源のほぼ全てを海外からの輸入に頼る、いわゆる“資源問題”を抱えています。世界第6位の面積を誇る日本の EEZ、中でも南鳥島 EEZ には、マンガンジュールの他にレアアース泥(※2)やマンガクラスト(※3)といった海底資源が豊富に存在することが近年明らかになり、かつて『黄金の国ジパング』として世界の憧れを集めた日本を再び資源大国『レアメタルの国ジパング』として復活させる鍵として期待されています。その中で南鳥島 EEZ に分布するマンガンジュールは、コバルトを多く含むという特徴があります(2016年8月26日既報 http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20160826/)。コバルトはエコカーやスマートフォンのリチウムイオン電池に必須であり、集積回路の多層配線技術の銅やタングステンに代わる金属となりうる重要なレアメタルですが、価格変動が激しく供給リスクがあります。広大な深海底を潜水調査船のみで調査して、マンガンジュールの分布や資源量を調べることは大変コストがかかります。南鳥島 EEZ が国産コバルト資源の新たな開発対象となるために、本研

究グループが最終的に目指すのは、レアメタルを豊富に含む資源開発に適した有望海域を船上からの観測のみで絞り込むことを可能にする、画期的な音響探査手法を確立することです。今回の手法では、マンガンジュール密集域に実際にどの程度の量のレアメタル(特にコバルト)が含まれているかを直接知る事はできません。しかし、今後マンガンジュールの化学分析を精密に行ってレアメタル含有量を明らかにし、今回開発した面積算出法と組み合わせることで、南鳥島 EEZ 内に存在するレアメタルの総量を精度良く算出することができるようになり、有望海域の効率的な絞り込みに繋がると期待されます。

本探査手法が適用できるのは現時点でマンガンジュールのみですが、周辺に分布するコバルトに富むマンガクラストも同様に高い反射強度を示しており、同じ(または類似した)音波探査手法が使える可能性があります。また、今回開発した複数の音響データを結合する方法は、ヒストグラム解析という一般的に用いられる解析手法に基づくものです。つまり原理的には、現存する、又は今後取得するさまざまな海域の反射強度データを同一基準で結合し、全海洋に及ぶ“超”広域資源探査をも可能にします。さらに、データ結合の概念は、熱水性硫化物鉱床などの調査に用いられる他のさまざまな音響観測機器のデータにも適用可能であると考えられます。今回の成果は、深海底に眠る次世代海洋資源の探査・開発の歴史における重要なマイルストーンといえます。

本研究は、「戦略的イノベーション創造プログラム 次世代海洋資源調査技術」の一環として調査航海が行われ、日本学術振興会(JSPS)科学技術研究費補助金 15H05771、17H01361 の助成を受けて実施されました。

※1 マンガンジュール

鉄およびマンガンの水酸化物または酸化物が、核(何らかの固いもの、例えば固結した堆積物や岩石の破片、魚の歯など)を中心として同心円状に沈着したもの。マンガン団塊とも呼ばれる。海水から鉄およびマンガンが沈着してできる場合と、堆積物の粒子の間の水(間隙水)の中に溶けている主にマンガンを沈着してできる場合があると考えられている。南鳥島 EEZ のものは前者であり、コバルトに富んでいる。

※2 レアアース^{でい}泥

レアアースを豊富に含んだ暗褐色の泥質遠洋性堆積物。魚類の骨片や歯、微小な鉄マンガ酸化水酸化物が堆積物としての主な構成物であり、それらに海水中のレアアースが濃集していると考えられている。

※3 マンガクラスト

マンガンジュールと同様に、鉄およびマンガンの水酸化物または酸化物が、海底の露岩(火山岩や堆積岩など)の表面に沈着したもの。海水から鉄およびマンガンが沈着してできると考えられている。一般的な名称はマンガクラストであるが、コバルトに富むことから資源的価値の高さに重きを置き、コバルトリッチクラストとも呼ばれている。

<発表論文>

雑誌名: Marine Georesources & Geotechnology

タイトル: Visualisation method for the broad distribution of seafloor ferromanganese deposits

著者: Shiki Machida*, Taichi Sato, Kazutaka Yasukawa, Kentaro Nakamura, Koichi Iijima, Tatsuo Nozaki and Yasuhiro Kato

DOI 番号: 10.1080/1064119X.2019.1696432

URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1064119X.2019.1696432> (オープンアクセス)

<研究・開発に関するお問い合わせ先>

町田 嗣樹 (マチダ シキ)

千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター 上席研究員

佐藤 太一 (サトウ タイチ)

産業技術総合研究所 地質情報研究部門 研究グループ付

安川 和孝 (ヤスカワ カズタカ)

東京大学大学院工学系研究科附属エネルギー・資源フロンティアセンター 講師

中村 謙太郎 (ナカムラ ケンタロウ)

東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 准教授

飯島 耕一 (イイジマ コウイチ)

海洋研究開発機構 海洋機能利用部門海底資源センター 技術主任

野崎 達生 (ノザキ タツオ)

神戸大学大学院理学研究科 惑星学専攻 客員准教授

加藤 泰浩 (カトウ ヤスヒロ)

千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター 所長

東京大学大学院工学系研究科附属エネルギー・資源フロンティアセンター センター長／教授

<広報関連のお問い合わせ先>

千葉工業大学 入試広報課 大橋 慶子(オオハシ ケイコ)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 企画本部 報道室

東京大学大学院工学系研究科 広報室

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 海洋科学技術戦略部 広報課

神戸大学 総務部広報課