

PS-36 海底調査技術と環境影響評価手法の開発

海洋開発系 * 山本 讓司、中島 康晴、正信 聡太郎
水中工学センター 篠野 雅彦

1. はじめに

我が国は、世界で6番目に広い排他的経済水域 (EEZ) を有しており、海洋基本計画において、EEZ 内の海底エネルギー・鉱物資源の探査や技術開発を推進する方針が示されている。こうした状況において、海上技術安全研究所 (以下、当所) では、海底エネルギー・鉱物資源開発のための研究を進めている。

海底鉱物資源の開発を行う上で、開発対象物周辺の環境を把握するとともに、開発行為を効率良く実施するための機器環境の改善、開発行為に伴う水質環境および水棲生物への影響を明らかにする必要がある。当所では、深海における各種データの取得を目的とした調査技術の開発および取得したデータを用いた環境影響評価のための数値モデルの開発を行っている。本稿では、開発を進めている調査技術と海底生物の影響評価手法に関する事例について紹介する。

2. 海底調査技術の開発

2.1 概要

海底鉱物資源として、現在注目されている海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、レアアース泥が発見されている海域の多くは、水深 1000m 以深の深海である。近年、深海探査技術の進歩により、深海底に生息する生物の多様性が明らかになってきた。特に、海底熱水鉱床周辺では、光合成による一次生産者をもととした食物網ではなく、化学合成細菌を生産者とした化学合成生態系と呼ばれる食物網を有する環境が存在する。資源開発を行う上で、これら深海生物への影響を評価するために必要となる生物量調査技術を開発した。

2.2 観測機器の開発

深海生物の調査は、遠隔操作探査機 (ROV) に白色灯と可視域ビデオカメラを搭載し、母船上で映像を確認する方法が中心である。しかし、色彩に乏しい深海生物の現場観測法としては効率的ではない。そこで、白色光の代わりに紫外線 (UV) を用いる蛍光イメージ観測法、および紫色レーザー照射による蛍光・ラマン分光法を使用する方法を検討している。多くの深海生物は、UV 励起に対して固有の蛍光色を有しており、効率的な観測が可能になると考えられる。また、海底鉱物についても蛍光・ラマン光を観測することで、含有鉱物の識別ができる可能性があるため、併せて機器開発

を実施している (図-1)。

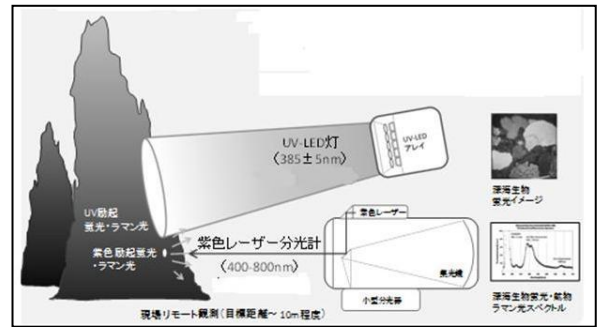


図-1 観測イメージ図

2.3 調査事例と結果

深海用に開発した UV-LED 灯 (波長 $385 \pm 5\text{nm}$ 、光量約 15W、拡がり角約 30°) を用いて、沖縄トラフ伊平屋北熱水フィールド (水深約 990m) にて観測試験を実施した。

観測試験は、(独)海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 所有の ROV「ハイパードルフィン」に開発した UV-LED 灯を搭載し、海底生物に UV-LED 灯を照射した状況をビデオカメラで撮影する方法で実施した。撮影結果を図-2に示す。蛍光観測が可能になったことで、蛍光色による深海生物の種判別が可能となり、個体識別も白色灯より明瞭となることから、本手法による生物量観測の有効性が示唆された。



図-2 深海用ライトと深海生物の蛍光画像

3. 環境影響評価手法

3.1 概要

環境影響評価には、上述したような現場観測データによる比較と、数値モデルを用いた手法がある。数値モデルによる手法は、現場観測では困難な広域的な分布予測や将来予測などを定量的に評価することが可能

である。当所では、海底熱水鉱床等の海底資源の開発に伴う、開発海域における水質および底生生物の影響評価手法の開発を行っている。本稿では、海底熱水鉱床の開発に伴う底生生物の影響評価手法について記す。

3. 2 生物影響解析モデル

海底熱水鉱床の開発に伴う底生生物への影響を定量的に評価するための数値モデルを作成した。作成したモデルは、金属鉱業事業団 (MMAJ; 現 JOGMEC) が開発した底層域モデル¹⁾をもとに、掘削時に飛散する粒子と揚鉱に伴い海中に排出される処理水に含まれる粒子の堆積影響および、生息域の減少影響を考慮し、硫化水素に依存する生物群を加えたモデルである²⁾。

海底熱水鉱床の活動域では、化学合成細菌を一次生産者とする化学合成生態系が存在しており、海底資源開発の生物影響解析を行う上で、熱水活動域の有無によりモデルの構成要素を変更して使用する必要がある。そこで、図-3 に示すような熱水活動域に対応したモデルの開発を行った。

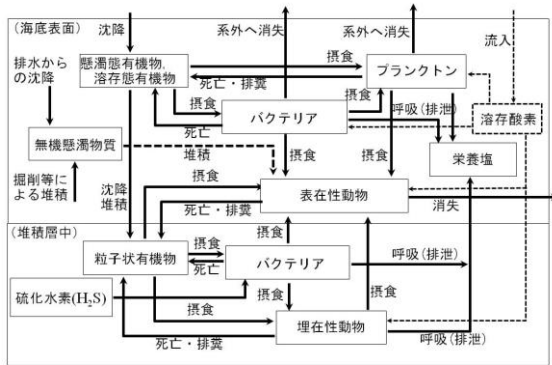


図-3 熱水活動域における生物影響解析モデルの概念図

3. 3 解析事例

解析対象海域は、海底熱水鉱床が存在する沖縄トラフの伊是名海穴周辺とし、対象海域の流動解析、排水による無機懸濁粒子の挙動解析²⁾および、切削ドラムによる掘削を想定し、ドラムの旋回流と周辺海域の流れによる掘削粒子の局所的な挙動解析を行った(図-4)。

掘削時における局所領域の解析には、数値流体力学(CFD; Computational Fluid Dynamics)ソフトウェアを用い、乱流場における粒子モデル法により実施した。

揚鉱に伴う処理水の排水条件は、脱水装置の性能等を考慮し、粒径15 μ m、排水流量1,000m³/h、粒子濃度6,350mg/l、排水期間20日を想定し、水中及び海底への堆積量解析を行った。

粒子の挙動解析結果をもとに、生物影響解析を実施

した。

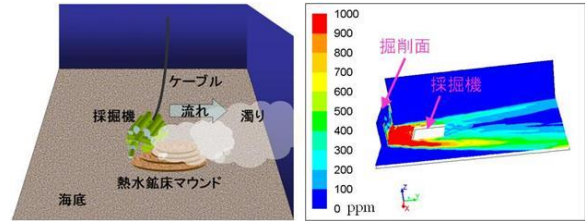


図-4 掘削粒子の飛散解析イメージと解析結果例

底生生物への影響が最も大きいと考えられる底層排水(深度1573m)における解析事例を図-5に示す。本モデルを使用することにより、開発後生物量の回復に要する期間を定量的に評価することが可能である。

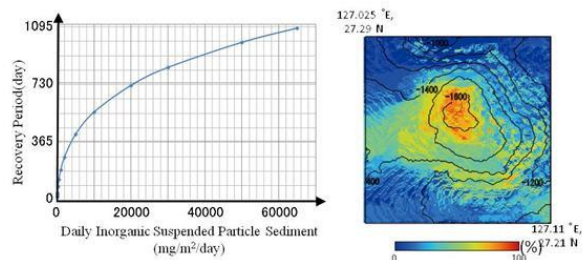


図-5 生物影響解析モデルの解析事例

(左: 粒子堆積速度と生物の回復日数, 右: 表在性動物の回復に1ヶ月以上の期間を要する確率分布)

4. まとめと今後の予定

鉱物資源開発に伴う環境影響評価に資することを目的として、底生生物の調査技術と数値モデルによる評価手法の開発を実施した。

本調査技術は、従来の方法に比べ鮮明に海底生物を撮影でき、より正確に生物量を把握することが可能であると考えられる。今後は、観測範囲を拡げ、生物量の自動計測を目指す。同様に、蛍光・ラマン分光法を用いた海底鉱物の識別についても、実証試験を実施する予定である。また、生物調査により現存量を把握することにより、生物影響解析モデルを用いた予測解析が可能である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 24360365 の助成を受けて実施しました。

参考文献

- 1) 金属鉱業事業団, 平成11年度海洋生態系環境影響予測調査報告書(2000)
- 2) J.Yamamoto *et al.*, A Numerical Model for Environmental Impact on Marine Organisms for Seafloor Resources Development, Proceedings of OMAE(2013)