

廉価版 ROV を用いた水中モニタリング手法に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 29～令 1

担当チーム：水産土木チーム

研究担当者：石井馨、河合浩、丸山修治、
須藤賢哉、梶原瑠美子、稲葉信晴

【要旨】

本研究は、浅海域沿岸構造物周辺での魚類生息特性把握のための廉価版 ROV 活用に向け、廉価版 ROV の性能や対象魚種の性質等を考慮した安価な魚類モニタリング手法を検討するものである。そのため、室内水槽試験で廉価版 ROV やカメラの性能（観測可能流速や濁度、撮影範囲）等を、漁港内現地試験で魚類の ROV への反応や種判別可能な観察距離等を確認した。加えて、SCUBA 調査からの代替可能性を観察結果の比較により考察した。

キーワード：廉価版 ROV、漁港内魚類観察

1. はじめに

沿岸域は水産生物種の生活史において重要な空間であり、その中で漁港等の沿岸構造物は、自然環境調和型機能を有し、幼稚仔魚にとって貴重な保護育成場であることが知られている¹⁾。近年の水産資源の低迷に対し水産資源や豊かな生態系の維持・回復を図るため、沿岸構造物の保護育成機能を強化する技術開発が求められている。そのためには、構造物周辺における生物生息状況を継続的かつ広域的に把握する必要がある。浅海域の沿岸構造物周辺の魚類生息状況の把握には、音響測器やサンプリングネットの利用が困難であるため、視覚調査が中心となり、主にダイバーによる SCUBA 調査が行われてきた。しかし、定期的に広域を従来通り SCUBA 調査で行うには、膨大な労力や時間を要し、ダイバーによる能力差が調査結果に影響することから、今後の調査に際しては、省力化、時間短縮および定量的な観測が可能となるモニタリング手法が不可欠である。これまで、光学カメラを備えた遠隔操作型無人潜水機 (ROV) は、ダイバーに比べ視野などの性能が劣ることから²⁾、ダイバーの潜水が困難な深海や長時間の調査を対象としていたため、大型で高額な物であった。しかし、最近では、小型で安価、高性能なものが販売されはじめており、これらを浅海域の沿岸構造物周辺での視覚調査に用いることで、調査の効率化が図られるものと考えられる。

本研究は、廉価版 ROV を用いた水槽実験や従来の SCUBA 調査との比較検証等により、浅海域沿岸構造物周辺での魚類生息特性把握のための、安価な魚類モニタリング手法を検討するものである。

2. 方法

2. 1 廉価版 ROV の SCUBA 調査からの代替可能性の検討（廉価版 ROV の性能確認）

はじめに、モニタリングに必要な ROV の仕様や観測可能な環境条件（流速、濁度）を確認するために、簡易な廉価版 ROV (OpenROV、OpenROV 社) により、室内回流水槽（一往流 0.1～0.8m/s、振動流 0.05～0.9m/s、4～10s）や漁港内での動作確認を行った。また、解析用カメラ (GoPro5、7、GoPro 社) を ROV カメラとは別に装備することとし、水槽内で魚判別可能な濁度（1～11FTU）を調べた。次にそれらの仕様を満たす廉価版 ROV (BlueROV2、BlueRobotics 社) に解析カメラを装備し、観測手法の設定に関わる魚類行動への影響や種同定可能距離を現地で調べるとともに、SCUBA 測線調査との比較を行った。

2. 2 魚類定量調査に向けた廉価版 ROV モニタリング手法の検討

廉価版 ROV の基本的な性能や対象種の性質等を考慮し、魚類定量調査への活用に向け、沿岸構造物などの生息空間に対応した ROV 設定（速度、カメラ向き等）や観測手法（潜水場所、水深、距離、回数等）に関して検討した。

3. 結果と考察

3. 1 廉価版 ROV の SCUBA 調査からの代替可能性の検討（廉価版 ROV の性能確認）

室内および現地試験により得られた主な結果を以下に示す。また、これらの結果から廉価版 ROV の SCUBA 調査からの代替可能性は高いと考えられた。

- 1) 必要な ROV 仕様および改良：安定した姿勢を保持するために、カメラチルト機能や深度保持機能が必要。加えて、障害物の多い漁港内では強レーザー利用や補助ロープによる投入方法の工夫とともに、距離ラベルのテザー貼付、解析用カメラや一定距離レーザーを装備することで、安全で定量的なモニタリングへと改良可能であると考えられた。
- 2) 観測環境条件（流速、濁度）：使用機種では最大推進速度（1ノット）の30%程度（流速約0.3m/s）までが安定したモニタリングが可能であり、静穏な漁港内では常に可能であると考えられた。また、濁度約4FTUでは90cm（図-1）、約7FTUでは50cmに接近しても魚類の判別が困難になったが、これまでの調査により日本海側漁港の多くでは静穏時はモニタリング可能であると考えられた。

【濁度 (FTU)】

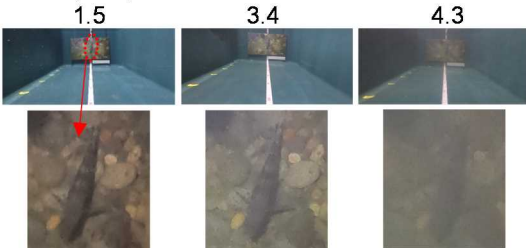


図-1 水の濁度による魚の見え方の違い

- 3) 観測設定（潜水開始場所）：ROVの潜降開始時は多くの泡が発生し、魚類の逃避行動が確認された。しかし、潜水中は逃避した魚が元の場所に戻り、群れも付近を通過していた。ROVの投入および潜水開始場所に留意することにより、ROVによる魚類への影響を抑えることが可能であると考えられた。
- 4) 観測設定（種同定可能距離）：漁港内に多く生息する全長10cm程度の小型魚は、魚との距離が1.5m以内、特に1m程度（画像解像度約0.4mm/pix）で種同定可能であった（図-2）。
- 5) 観測設定（レーザーの影響、回数）：SCUBA調査と比較すると、ROV調査（海底距離約1.5m）では魚類観察個体数は半数程度であったが、出現種数は同程度であり、魚類の移動を考慮すると、モニタリング手法を固定化することにより、魚類モニタリングに使用可能と考えられた。次に出現個体数が少ない時期であったが、レーザーを用い海底距離約1mで観察した場合、同程度の観察結果が得られ、レーザーの影響は限られていると考えられた。しかし、同じ場所での複数回のROV観察で異なる結果が得られた。

構造物周辺に生息する魚類はブロックや捨石の隙間等を利用しており、往復路では隙間の見え方が異なるため、複数回繰り返し観察が必要と考えられた。

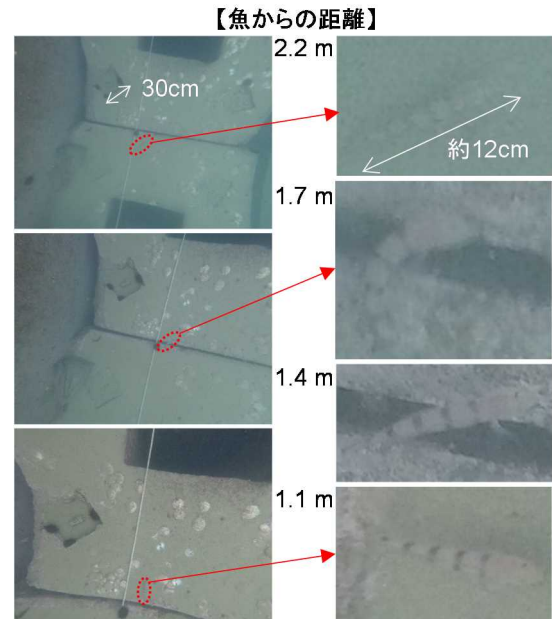


図-2 距離による魚の見え方の違い

3.2 魚類定量調査に向けた廉価版 ROV モニタリング手法の検討

上記の結果を基に、魚類定量調査に向けた廉価版 ROV モニタリング手法に適する ROV 設定（速度：50cm/s 以下、カメラ向き：下、レーザー間：60cm）や観測手法（潜水開始場所：対象域外、水深：海底から1m程度、距離：50m以内、回数：2回以上）等が考えられた。

4. まとめ

本研究では、浅海域沿岸構造物周辺での魚類生息特性把握のための廉価版 ROV 活用に向け、廉価版 ROV の性能等を確認し、浅海域の SCUBA 調査から代替の可能なものを検討した上で、ROV の性能と対象魚種の性質に応じた、安価な魚類モニタリング手法を検討した。

今後、様々な場所で現地調査試験を繰り返し、調査事例を増やすことにより、より汎用性が高いモニタリング手法への改良が期待される。

参考文献

- 1) 社団法人寒地港湾技術研究センター：寒冷地における自然調和型沿岸構造物の設計マニュアル，1998。
- 2) 岡本一利，柳瀬良介：「マダイ幼稚仔保育場周辺における SCUBA と ROV による魚類観察結果の比較」，日本水産学会誌，Vol. 65，No. 2，pp.300-301，1999。