

# 熊野灘浮魚礁活用促進事業

丸山拓也

## 目的

熊野灘ではカツオなどを対象とした浮沈式の浮魚礁が設置されている。そこで、浮魚礁海域の環境や礁体の挙動、浮魚礁の状態および利用実態等を調査することにより、浮魚礁の効果的な設置・運用を検討するための知見を収集する。さらに、浮魚礁より送信される水温および位置情報をWEB上で公開し、浮魚礁の効率的な利用を促進する。

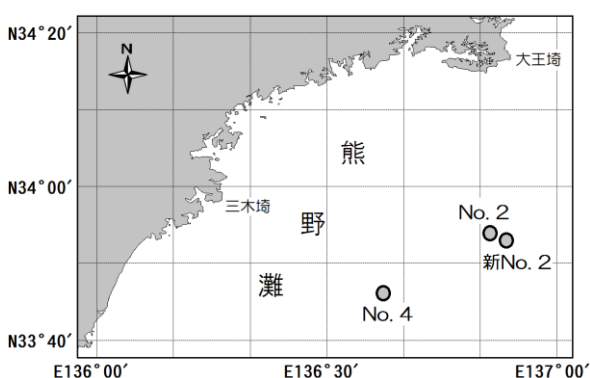


図1. 調査測点及び浮魚礁設置海域

## 方法

調査は、2022年6月1日、8月19日、11月17日、2023年3月20日の計4回実施した。また、毎月実施の熊野灘沿岸定線観測でも可能な限り浮魚礁に寄り、外観点検や操業状況等を把握した(図1)。

### 1 ドローンによる外観点検技術の開発

これまで浮魚礁の外観点検は、調査船からの目視と手持ちカメラによる撮影で行っていた。そのため、水面上の礁体の側方しか確認出来ず、また、周囲で操業船が多い場合は接近すら出来なかった。そこで、カメラを搭載したドローン(DJI社製 Mavic Mini, Air 2S)を使用した浮魚礁の外観点検を実施し、その有効性の確認と運用ノウハウを蓄積した。

船におけるドローンの運用では、回収作業が最も困難である。これまでは船首甲板上の回収員にドローンを接近させ、直接手で機体を掴んで回収していた。しかし、揺動する船や回収員に対して、正確かつ安全にドローンを接近させるのは容易でない。そこで、艦船でヘリコプターの着艦に用いられる Recovery Assist Landing(以下、RAL)を参考に、安全で容易なドローン回収法の改善を行った。具体的には、まず陸上での

回収実験を繰り返して適切な紐の長さや重りの重量、投下装置への紐のまとめ方などを検討した。また、海上で想定される紐の張力や牽引方向の変化に対する機体の挙動や安定性を確かめた。

### 2 水中カメラによる外観点検技術の開発

これまで浮魚礁の水中部の外観点検は、調査船を礁体に接近させ支柱に装着したカメラによる撮影や、潜水士による目視確認に頼っていた。このため海象が静穏時にしか実施できず、潜水士は経費も掛かることもあって頻度高く実施出来なかった。そこで、安価かつ確実に水中部の状態を把握するため、無線操縦ポート(Power Vision社製 Power Dolphin)(以下、ポート)を用いて全球アクションカメラ(Insta360社製 Insta360 one X2)を浮魚礁に接近させて動画撮影する手法の開発・実証を進めている。この手法では、ポート後部にカメラを垂らした浮子の曳索を接続するが、航走時には浮子とカメラの抵抗によってポートが前のめりとなり、頻繁に水中に突っ込むため、操作が困難で転覆しやすい問題があった。そこで、ポートの姿勢を適切に保つため、船体後部に曳索用の支柱を立てて船体に対する作用点を上げることで操縦性が改善されるか試みた。

### 3 浮魚礁の沈下状況

浮魚礁は浮沈式であるため、速い流れの中では水面上に沈下する。そこで、浮魚礁 No.2, 4 に圧力ロガー(JFEアドバンテック社製 DEF12-D)を設置して魚礁の沈下状況を把握し、考察した。

## 結果及び考察

### 1 ドローンによる外観点検技術の開発

ドローンの回収法の改善の結果、ドローンから重り(約10g)を先端につけた2mほどの紐を垂らし、それを回収員が手繰ることとした。なお、ドローンから垂らす紐は、物資投下装置を装着して小さくまとめ、撮影時の邪魔にならないようにした。

2023年3月20日に、海上でRALによる回収を行った。その結果、船は波によって1m以上動揺していたが、迅速に機体を回収することができた。まず、ドローンを回収員から紐の長さだけ離せるため、操縦者と回収員のストレスが著しく減少し、操縦者は若干の補

助的な操作を行うだけでよかった。加えて、回収員は掴んだ紐を任意のタイミングで手繰ってドローンを確保できるため、無理なく機体を掴むことができた。以上により、船での回収に必要な操縦レベルが下がり、ドローンによる外観点検が容易となった(図2)。



図2. RALによるドローン回収の様子。回収員が紐を手繰ってドローンを引き寄せる。

## 2 水中カメラによる外観点検技術の開発

2022年8月19日, 11月17日, 2023年3月20日にボートの船体後部に支柱(図3)を装着して実地試験を行った。その結果、曳航索の接続位置を船体から15cmほど上げた時に適切な仰角を保って航走することができた。これにより凌波性が改善し、1m以上のうねりの中でも軽快に操作でき、撮影の確実性と効率性が改善された。

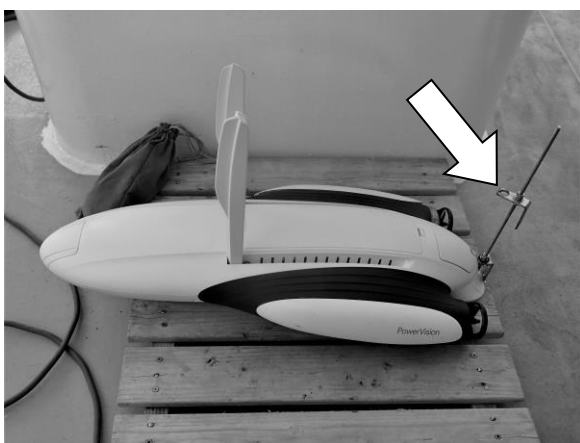


図3. 船体後部に水中カメラ曳航用の支柱(矢印)を装着した無線操縦ボート

## 3 浮魚礁の沈下状況

圧力ロガーの記録によると、浮魚礁 No.2 は5月11日に一時的に沈下した後浮上し、5月12~21日の約9日間はほぼ継続して沈下していた。一方、No.4は同時期に比較的短時間で浮沈を繰り返していた。最沈下時の水深は、No.2では19日12時16分の約117m、No.4では16日11時16分の約44mであった(図4)。沈下時期にあたる5月14日頃の黒潮の流路は、蛇行北上部が西偏して潮岬付近に接岸した後、熊野灘に強く接岸した。その後、黒潮の西偏は徐々に弱まり、26日ごろに大王崎から東へと離れた。このことから浮魚礁の沈下や浮上は、黒潮の流路変動の影響が示唆された。

両魚礁の基本設計は同一であるものの、沈下の継続時間や最沈下深度が魚礁間で大きく異なった。このことについて、No.2は設置から約10年が経過し、No.4は設置後約1年であることから、No.2は付着物等の影響によって浮力が減少していた可能性が考えられた。また、浮魚礁の設置水深がそれぞれ異なる(No.2は1,150m、No.4は2,030m)ことも沈下状況に影響していることも考えられるが、詳細は不明である。

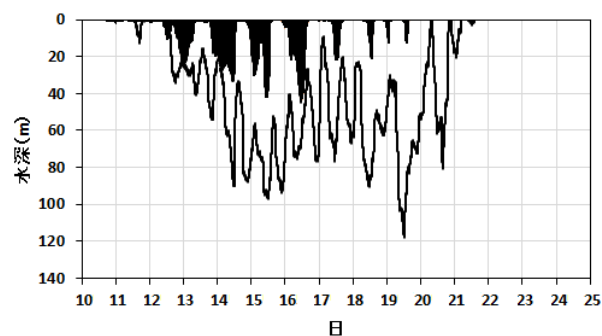


図4. 2022年5月の浮魚礁No. 2(白抜き)とNo. 4(黒塗り)の沈下水深の推移

## 関連報文

丸山拓也・久野正博(2023): 2022年春から初夏の三重県沖浮魚礁におけるカツオ漁況と黒潮流路. 黒潮の資源海洋研究第24号.