

目 的

ドローンは農業分野で多く利用されているが、水産分野での利用が少ない。そこで、近年開発された着水型ドローンの水産分野での活用の可能性を探る。藻場は多くの水生生物の生活を支え、産卵や幼稚仔魚に成育の場を提供する等の役割を果たしており、水産資源の保護等のためには、その消長を把握する必要がある。現在の潜水による目視調査では、限定的な範囲を低頻度でしか調査できない。このため、吊り下げシステムを備えた着水型ドローンを用いて水中撮影できる技術開発を行い、広範囲かつ詳細な現況把握に役立てる。

また、良好な漁場環境を維持するためには、水質や底質の現況を定期的に把握する必要がある。現在の用船調査では、湖沼全域を広範囲に船舶で移動することから時間を要する。このため、吊り下げシステムを備えた着水型ドローンを用いて短時間で水質測定できる技術開発を行い、効率的な調査に役立てる。

材料と方法

1. 吊り下げシステムの開発（八戸工業研究所）

前年度、八戸工業研究所が新たに開発した着水型ドローンに実装する「吊り下げ装置」の関連機器・小型魚群探知機 Deeper（ドローンアーム 4 本のうち任意の 1 本に設置）からの水深データが非表示の不具合等について検討した。

2. 藻場分布調査への活用検討（水産総合研究所）

2021 年 5 月～6 月、深浦町風合瀬沿岸の 400m 四方の範囲内（図 1）において、着水型ドローン（プロドローン社製 PD4-AW-AQ）を用いて空中撮影と水中撮影による藻場分布調査を行った。

（1）空中撮影

2021 年 5 月 19 日と 6 月 2 日、飛行高度 11m・15m・20m・25m から飛行ライン間隔 40m・飛行ライン数 3～4 本に飛行ルートを事前設定のうえ、自動飛行による着水型ドローンに搭載された機体カメラ（GoPro Hero6、広角）を用いた空中撮影を行い、飛行条件別の撮影状況を確認した。

（2）水中撮影

2021 年 6 月 10 日と 6 月 25 日、空中撮影の調査範囲のうち主に西エリアにおいて、事前に行った潜水調査（共同研究先・（株）マック、調査日 2022 年 5 月 15 日）の調査点を含む 16 点を事前設定（位置情報を登録）し、自動飛行による「吊り下げ装置」を実装した着水型ドローンを用いた着水調査を行い、海底付近まで降下した水中カメラ（GoPro Hero7、広角）で藻場分布状況を撮影・観察した。なお、設定調査点までは自動飛行し、その後の着水調査と帰還まではマニュアル操作に切替えて行った。得られたそれぞれの水中画像データを比較検証するとともに、

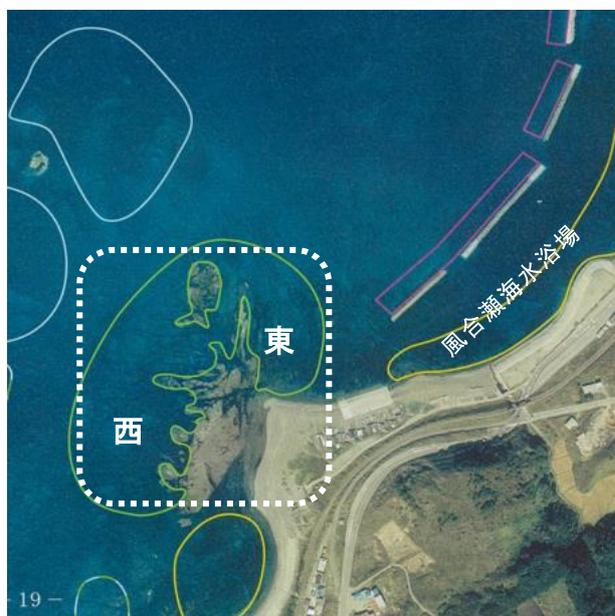


図 1. 調査海域図（深浦町風合瀬地先）
※飛行範囲：白色点線内（400m 四方）

1 地方独立行政法人青森県産業技術センター八戸工業研究所、2 株式会社マック
空中撮影の比較的良好な海面画像とも照合して藻場分布図を作成した。

結果と考察

1. 吊り下げシステムの開発（八戸工業研究所）

不具合の見られた水深データの表示は、機体カメラからリアルタイムで iPad 端末に送信される動画データの使用周波数チャンネルと切り分けることで混信状態が解消し、正常表示に改善された(図 2)。その後の調査においても特に問題はなかった。



図 2 水深データの表示画面

上段:ケーブル長

下段:水深 5.8m

2. 藻場分布調査への活用検討（水産総合研究所）

(1) 空中撮影

東エリアの水深 2~3m の浅海域(同海域)で空中撮影を行ったところ、天候が晴れの場合は太陽光による海面の反射が一部見られるものの、海中まで良く撮影された(図 3)。このことから、浅海域を調査する場合は、天候も考慮する必要があると考えられた。

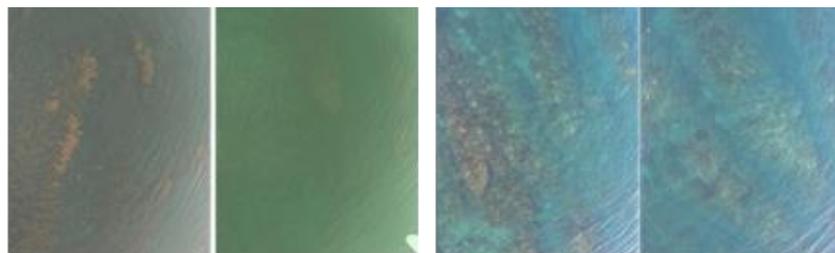


図 3 水深 2~3m の浅海域(同海域)における天候による空撮画像の比較

(左:曇り_高度 11m、右:晴れ_高度 20m)

空中撮影における高度別の撮影状況の課題と対策案を表 1 に示した。

表 1 空中撮影における高度別の撮影状況の課題と対策案

調査日 調査場所	飛行高度 天候	ライン間隔 ライン本数	1画像あたり の撮影範囲	課題	対策案
2021/5/19 風合瀬 (西)	11m 曇り	40m 4本	縦10m 横20m	・高度低く、撮影範囲が狭い ・ライン間隔広い	・高度同じなら、ライン間隔を狭く、本数増 (間隔10m ≒ 50%重なり)
2021/6/2 風合瀬 (西)	20m 晴れ	40m 4本	縦20m 横40m	・高度やや低く、撮影範囲は丁度重ならない ・ライン間隔やや広い	・高度同じなら、ライン間隔を狭く、本数増 (間隔20m ≒ 50%重なり)
2021/5/19 風合瀬 (東)	15m 曇り (時々晴れ)	40m 3本	縦15m 横30m	・高度低く、撮影範囲やや狭い ・ライン間隔やや広い ・水深浅い場所は鮮明	・高度同じなら、ライン間隔を狭く、本数増 (間隔15m ≒ 50%重なり)
2021/6/2 風合瀬 (東)	25m 晴れ	40m 4本	縦25m 横50m	・ライン間隔やや広い ・重なりは5m程	・高度同じなら、ライン間隔を狭く、本数増 (間隔25m ≒ 50%重なり)

飛行ライン間隔 40m では、飛行高度 11m~20m の場合、画像の重なりがなく、飛行高度 25m ではその重なりが 5m 程と少なかった。

海面反射による不鮮明画像を極力抑えるためには、画像 50% 程度の重なりが必要と考えられ、飛行高度と

同程度のライン間隔(例:高度 20m のときライン間隔 20m)にルートを設定することが有効と考えられた。

(2) 水中撮影

「吊り下げ装置」を実装した調査点 16 点での着水調査では、リモコン制御を含む稼働は特に問題なく正常動作し、沖出し 300m までの飛行と水深約 9m までの調査可能を確認できた。留意点として、外海域のような比較的潮流が速い場合などは特に着水後の水中カメラの吊り下げケーブルの空回りを防止するため、水中カメラが自重で降下しケーブルが張るような状態になってから(機体カメラでリアルタイム確認または着水後十秒程経過後)、リモコンでの海底付近までの降下操作が必要と思われた。また、1 回当たりの調査時間(離陸から帰還するまで)

は、現状バッテリー容量上 11 分程度が安全飛行の目安であった。なお、バッテリーを交換すれば、繰り返し調査は可能である。

沖出し 170～300m に設定した潜水調査の複数調査点において、潜水調査とドローン着水調査でそれぞれ撮影した海底付近の画像を比較したところ(図 4)、海藻草類の生育状況は良く対応しており、藻場分布の把握に使用可能と考えられた。

そこで、着水型ドローンで空中撮影した比較的良好な海面画像(調査日 2021 年 6 月 2 日)の重ね合わせ図と着水調査・調査点 8 点での生育海藻草類の画像(調査日 2021 年 6 月 10 日・25 日)を作成した(図 6)。

太陽光による海面反射や画像の重なりがなく不明瞭な海域があるため大まかな分布ではあるが、海面画像重ね合わせ図(縦:南北方向 100m×横:東西方向 120m の範囲)を手書きでなぞって藻場分布図を作成し、海藻草類別の分布面積を計算した。

その結果、水深 3m 以深にはホンダワラ類が計 5,433 m²、水深 2～4m にはワカメが計 592 m²、それぞれ分布しているものと推定された(図 5)。

これらから、着水型ドローンでの空中撮影時の飛行設定等の改善が必要であるが、水中画像の取得も特に問題ないことから、着水調査と併せて迅速に藻場分布状況を把握できるものと考えられた。

2021 年 8 月、風間浦村周辺での大雨によって沿岸漁場への土砂流入被害が発生した。県からの被害状況の調査協力依頼を受けて、一部海域において着水型ドローンを用いて、海底付近の土砂流入状況を水中観察した。

離陸地点からの距離	潜水調査 (株マック) 調査日: 2021/05/15	ドローン着水調査 (水総研) 調査日: 2021/06/10・25
st.1 (マックst.2) 沖出し 180m 水深 3.2m		
st.5 (マックst.4) 沖出し 220m 水深 4.0m		
st.6 (マックst.5) 沖出し 240m 水深 5.0m		
st.8 (マックst.9) 沖出し 240m 水深 8.4m		

図 4 潜水調査(左写真)とドローン着水調査(右写真)の画像の比較検証



図 5 着水型ドローンによる海面・水中画像をもとに作成した

藻場分布図 (緑色:ホンダワラ類、青色:ワカメ)

※分布面積の算出は、画像面積計算ソフト(フリー)を用いた。

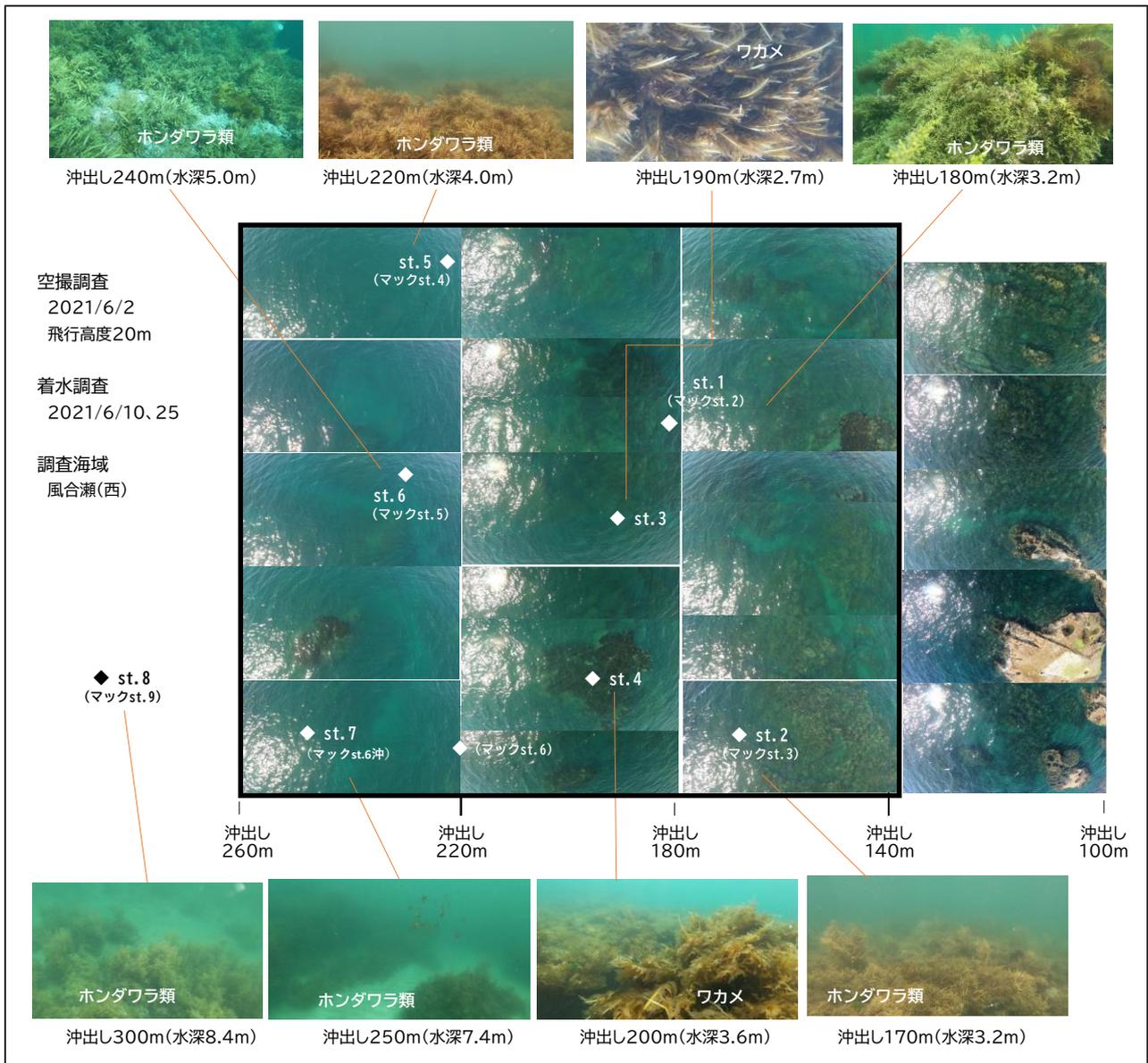


図 6 着水型ドローンによる空中撮影の海面画像重ね合わせ図と着水調査・調査点 8 点の水中画像

この海域では、大雨被害後 2 か月程経過しても海中の濁りが見られたが、「吊り下げ装置」を用いて海底付近まで水中カメラを降下し撮影できた。水中の濁りが強い場面では、「吊り下げ装置」を用いた調査の有効性が確認できたと考えられる。

なお、湖沼(内水面)における調査結果については、内水面研究所事業報告書で報告予定である。

謝 辞

㈱プロドローン(製造企業)、キャノンプレジジョン(株)(販売企業)には、ドローン機体の操縦指導、機体調整や不具合の相談・改善等について適宜ご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文 献

吉田雅範・菊池元良・菊谷尚久(2021) 着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究. 令和元年度事業報告書. pp547-549

高橋進吾・村井 博・三浦 創史・静 一徳・榊 昌文・今 男人・菊池元良(2022) 着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究. 令和2年度事業報告書. pp482-486