

着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究

ー吊り下げ装置で運用可能な新規採水装置の開発ー

Applied research in the field of fisheries using water floating drones
- Development of a new water sampling device that can be operated with a hanging device

三浦 創史、村井 博、高橋 進吾*1、静 一徳*2、榊 昌文*2

*1 水産総合研究所、*2 内水面研究所

農業分野をはじめ様々な分野でドローンの活用が進んでいるが、水産分野ではあまり活用事例は見当たらない状況である。近年、水面上に降りることができる「着水型ドローン」が製品化されたことから、青森産技では水産分野への利用が見込める有望なツールとして着目している。これまでに着水中でも運用可能な牽引装置を開発し、水中カメラを任意の深さに投下して水中撮影を可能としてきた。今年度は、水面付近に浮遊している植物性プランクトンである「アオコ」の採取や採水を着水型ドローンで行うことを目的に、吊り下げ装置で運用可能な軽量で操作が簡便な採水器の開発をおこなった。

市販されている採水器として、バンドーン採水器、ハイロート採水器があるが、いずれも重量があり、使用している吊り下げ装置付きドローンで運用することはできない。また、水中に投下し引き上げるだけで採水可能な地下水型採水器があるが、採水口が狭く、採水量が多くなると縦に長くなるため水面付近の採水に適していないという課題があった。

今回、採水筒の高さ 150mm、「アオコ」の集合体を通ることができる採水口の幅 10mm、採水量 550ml、そして、下降速度 0.3 m/s の低速でも採水できる地下水型採水器を新たに開発した（写真 1）。小川原湖内沼にて現地試験を行い（写真 2）、現行採水方法（バンドーン採水器や水面付近でのビーカーによる回収）で採水したサンプルと比較したところ、図 1 に示すようにアオコの大きさの分布に大きな違いがないことから、同等水質を確保できることが分かった。結果、着水型ドローンと共に運用することで採水作業の省力化を可能とした。



写真 1 開発した採水器



写真 2 採水器を下げた飛行の様子

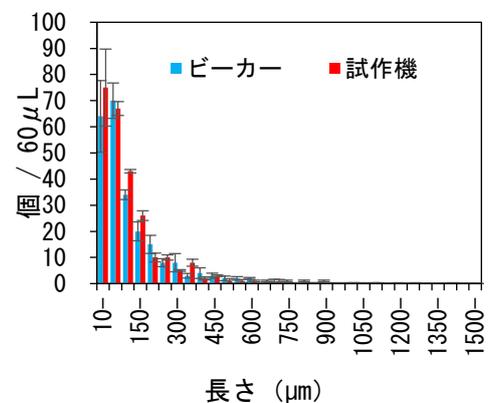


図 1 アオコの大きさ比較

1. はじめに

農業分野などにおける産業用ドローンの利用拡大はめざましいものがあるが、水産分野では空撮等で一部利用されてはいるものの利用拡大には至っていない。本研究は、藻場分布調査における潜水目視調査の代替として、ドローンから観測用カメラを投下し広範囲かつ詳細な現況把握をすること、また、湖沼環境調査地点までボート等で移動し観測装置を投入する代替として、ドローンから観測装置を投下することによる調査労力低減を目的とした。

2. 実験方法等

2. 1 吊り下げ装置の基本設計

水産総合研究所で所有している着水型ドローンはプロドローン社（名古屋市）製で、ペイロード（可搬重量）は4kgである。このことから吊り下げ装置自体の自重を2kg、さらに吊り下げ装置の牽引能力を2kgと設定して重量配分を行った。また2kgの負荷を0.3m/sの速度で巻き上げる昇降能力を確保するため、動力計算によりギヤードモータ、モータドライバIC、バッテリー容量を選定した。

昇降指示はドローン操縦用リモコンとは別に、専用リモコンを開発することとした。ドローンのシステム一式においては、既にドローン操縦系で2.4GHz帯、および画像転送系で920MHz帯の周波数帯域を用いていることから、これらとの混信を避けるために、特定小電力429MHz帯を吊り下げ装置のリモコン系の周波数に選定した。使用した無線モジュールは野村エンジニアリング製「TS02FX」であり、これにより0.1s周期での送受信間隔で、昇降指示と水深計測結果の送受信を行うこととした。写真1に無線モジュールを用いた送受信系の一次試作の状況を示す。

また、今回の仕様においては着水地点におけるワイヤの吊り下げ長さに加え、海底までの水深を計測し、リモコンに表示させる必要がある。このことから、軽量コンパクトに水深を計測できる超音波ソナーとして、スポーツフィッシング用の小型魚群探知機、Deeper社の「Deeper CHIRP+」をドローンに装着し（写真2）、Wi-Fi経由でリモコンに送信することとした。

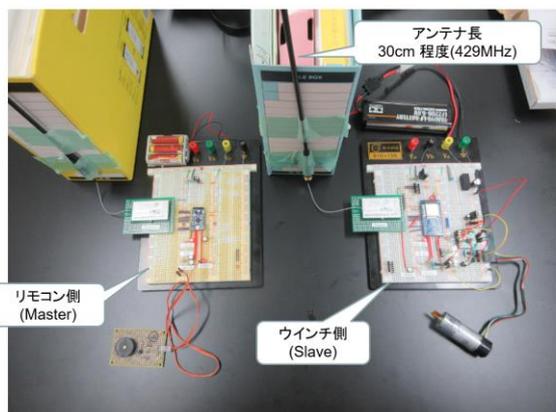


写真1 無線モジュール送受信系



写真2 小型魚群探知機 Deeper

2. 2 吊り上げ装置の試作

昨年度に検討した上記各構成要素の検討・部品選定に基づき、今年度は吊り下げ装置を詳細設計した。本吊り下げ装置は重心バランスの観点からドローンの底部中央に装着することとしたが、これにより着水時は吊り下げ装置が水没することになる。モータなどの電気系、摺動部などの機械系を水没から保護するために吊り下げ装置本体を防水する必要に迫られた。防水しつつも必要なワイヤは海中に通す必要があるという本開発の課題を解決すべく防水機構を考案し、特許を出願した。

出願番号：特願 2021-198848

発明の名称：水中使用装置用防水構造、水中使用装置、および飛行装置使用方法

出願日：令和3年12月7日

これらを組み立てて、吊り下げ装置の一次試作機を完成させた（写真3、写真4）。牽引能力は開発目標であった2kg重の負荷を0.3m/sの速度で巻き上げる能力を有していることを事前動作検証により確認した。



写真3 ドローンに装着した吊り下げ装置



写真4 昇降指示リモコン

2.3 採水器の開発

吊り下げ装置によりカメラやセンサなど各種観測機器を投下できるようになったことから、さらに調査項目を広げる要望として、湖水に含まれる植物性プランクトンの一種である「アオコ」の採取や採水に取り組むこととした。そのため、吊り下げ装置で運用できる採水器として、採水筒高さ150mm、採水口を「アオコ」の集合体能够通过幅10mm、採水量550mlの形状のものを開発した。新規開発に至った理由は、一般に湖水向けで市販されているバンドン型、ハイロート型の採水器はいずれも重量があり、使用している吊り下げ装置付きドローンで運用できない。また、別途地下水向けの採水器もあるが、これらは採水口が狭く、縦に長い形状であるため水面付近の採水に適していないためである。



写真5 開発した採水器

3. 実験結果

試作した吊り下げ装置と採水器の実証実験として、吊り下げ装置に水中カメラを取り付け平内町沿岸の藻場調査、更には小川原湖内沼にて水温塩分センサを投下し水質調査及び採水器によるアオコ調査を行った。

3.1 吊り下げ装置の機能検証

考案した吊り下げ装置の防水機能は、通常の着水時、ワイヤ昇降時において吊り下げ装置本体を水から適切に保護できているので、実用レベルである。また、2kg 重の負荷を 0.3m/s の速度で巻き上げる昇降能力も確認した。リモコンにおいては昇降動作指示や吊り下げ長さも正常に表示された。一部、Deeper による水深計測が安定しない状況が確認されたが、これは後の検証により、Deeper が使用している Wi-Fi 2.4GHz 帯がドローン操縦系の 2.4GHz 帯と混信したことによる障害であることが分かっている。このことからドローン操縦系の Wi-Fi のチャンネルをずらす設定を施すことで、水深が正常に計測できることを確認した。

3. 2 藻場調査

平内町茂浦沿岸で水中カメラを投下し撮影した藻場調査においては、潜水士が撮影した画像並みに撮影できることを確認した（図1）。

3. 3 アオコ調査

小川原湖内沼において、ドローンからの採水器の投下によるアオコの採取方法と従来からの手作業採水方法による比較を行ったところ、アオコの大きさには差がほとんどなく、意図した採水ができたことが確認できた（図2）。

3. 4 湖水塩分調査

小川原湖内沼に水温塩分センサを投下した調査においては、水温と塩分の水深方向の分布を取得することができた。特に塩分の水深方向の分布の形状は「塩水くさび」とよばれる汽水湖特有の分布形状を観察することができた（図3）。

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
沖出し 180m 水深 3.2m		 ホンダワラ類 (フシズジモク他)
沖出し 220m 水深 4.0m		 ホンダワラ類 (ノコギリモク他)

図1 潜水士撮影像と水中カメラ像の比較

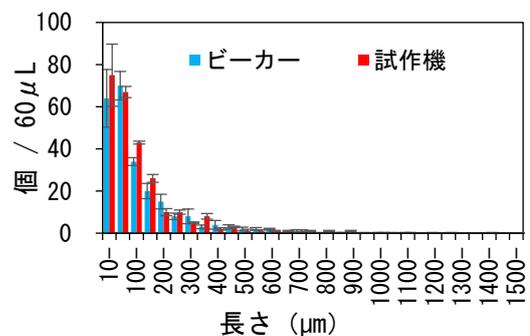


図2 採取したアオコの大きさ比較

いつ: 令和3年11月8日

どこで: 小川原湖・内沼(東北町)

概要:

(1) 水温・塩分センサーによる鉛直観測
「吊り下げ装置」に垂下した水温・塩分センサーで観測

- 良好な作動 → 塩水進入状況の観測に成功
(水深を1m間隔で制御・1分停止してデータ取得)

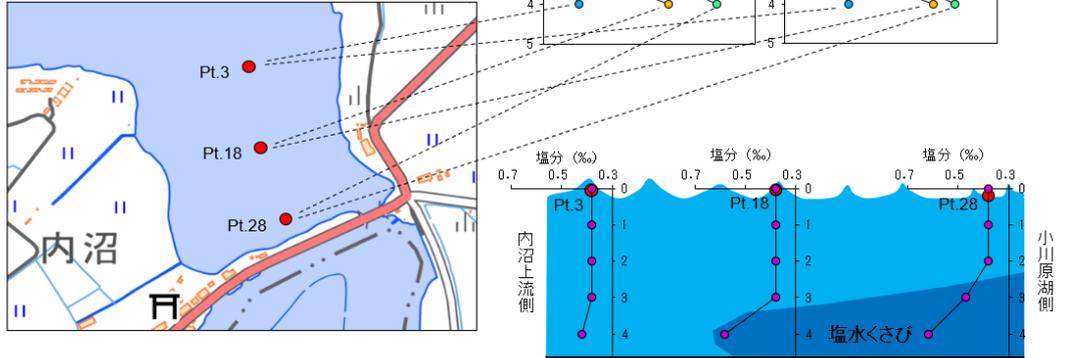


図3 吊り下げ装置を用いた水質の鉛直観測

4. まとめ

本事業では、水面から離着陸可能な着水型ドローンに装着できる吊り下げ装置を開発し、水中カメラや各種センサを投下することによる水産分野の調査業の省力化について検討した。

実験の結果、2kg 負荷の昇降能力を持つ吊り下げ装置と、それに対応した採水器は実用レベルであることが分かった。小川原湖内沼にて各種データの取得と従来作業との比較を行ったところ、十分に作業の代替ができることがわかった。防水機能を備えたドローンと吊り下げ装置は広範囲を迅速に調査できる有用性があることから、更なる応用も十分考えられるツールである。