

ドローンリモートセンシングの活用に向けて

【水環境対策チーム】

前田 晃宏、宮本 康¹⁾、森 明寛

要旨

湖沼の水質異常を迅速把握するための技術を獲得することを目指して、「ドローン」に搭載したカメラを用いて湖沼の俯瞰画像を撮影した。得られた空撮画像から、水質汚濁物質（赤潮・濁水等）、水草、藻類などの分布状況を得ることができた。これらは、地上からの観測だけでは得ることができない「面」の情報であった。さらに、リモートセンシング技術を用いることでこれらの画像からプランクトンの指標であるクロロフィル a 濃度の情報を得る手法も開発し、赤潮の平面濃度マップを作成することができた。今後、これらの成果を水質調査だけでなく他の様々な分野に活用していきたい。

1 序論

県内三大湖沼も該当する富栄養湖では、赤潮・アオコといった水質異常がしばしば発生して問題となっている。例えば湖山池では、貧酸素化による魚類の大量斃死⁽¹⁾や、貝毒プランクトンの大量発生⁽²⁾など、新聞等で大きく取り上げられるような問題も起きている。こういった現象が発生した場合、速やかな現状把握と原因特定が必要となるが、水質異常は一般に広範囲にわたって発生し、短時間で大きく変化することから、従来実施されてきた水上調査だけでは対応が困難である。

このような調査において有用な手法が、リモートセンシング（遠隔探査）である。リモートセンシングとは「観測対象からの反射・散乱光を利用して、直接触れることなくその情報を得る技術」のことである。リモートセンシング技術を利用すると、湖沼の水質異常の広がりや変化を上空から面的な把握をすることができる。当所では平成24年から湖沼水質のリモートセンシング調査に取り組んでおり、人工衛星画像を利用したクロロフィル a 濃度推定アルゴリズムの作成に成功した⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。また、平成26年度からは近年技術革新の著しいドローン（無人航空機）を用いた水質観測を試み、搭載カメラで撮影した画像を用いたクロロフィル濃度の簡易マッピングにも成功⁽⁶⁾⁽⁷⁾した。これらの成果に基づき、今回我々はドローンに搭載したカメラを利用した様々な対象を観測し、環境衛生分野でのドローンの利活用を探った。

2 手法

画像データは、ドローンに搭載したデジタルカメ

ラを用いて湖沼の水面を航空撮影することで得た。使用したドローンを Fig. 1 に示す。Fig. 1(a) は「DJI Phantom2 Vision+」、Fig. 1(b) は「DJI Phantom3」であり、これらを用いた調査では標準搭載の小型カメラで撮影した。一方 Fig. 1(c) に示した「DJI F550」を用いた調査では、キヤノン製のコンパクトカメラ「S100」、もしくは BIZWORKS 社製近赤外線カメラ「Yubaflex」のどちらかをドローンの下部に取り付けて撮影した。また、ドローンの操縦は、湯梨浜町にある合同会社「ローディーネット」に委託した。

画像データの解析および画像処理は、Adobe 社の画像処理ソフトウェア「Photoshop CC」と Esri 社の地理情報システムソフトウェア「ArcGIS 9.3」を用いて行った。



(a) Phantom2 Vision+



(b) Phantom3



(c) F550

Fig. 1 空撮に使用したドローン

3 結果と考察

3.1 水質の観測と解析

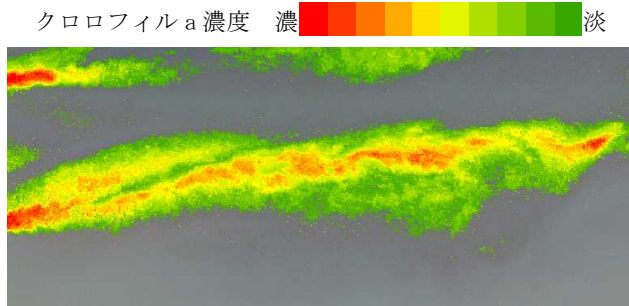
1) 福井県里山里海湖研究所

水質観測の一例として、得られた赤潮画像とその解析結果を Fig. 2(a) (b) に示す。Fig. 2(a) は昨年 11 月に湖山池で発生した赤潮 (優占種: *A. ostenfeldii*) の分布を捉えた画像である。褐色に色づいた部分が赤潮であり、赤潮が広がる様子が見えている。なお、この時の画像は「平成 27 年 11 月 4 日付日本海新聞」の写真記事として採用された⁽²⁾。

次に、Fig. 2(a) の赤潮中に含まれるクロロフィル a 濃度を、当所で見いだした簡易マッピング手法⁽⁶⁾⁽⁷⁾によって解析した結果を Fig. 2(b) に示す。この手法は、昨年度東郷池で実施した赤潮リモートセンシング調査の結果から見いだした手法である。色づけされた部分がクロロフィル a 濃度の比較的濃い領域 (赤潮) であり、緑から赤に近づくほど濃度が濃いことを意味している。写真に比べて、赤潮の広がりや濃淡に関する情報をよりはっきりと表現できていることが分かる。このことは、当所で発見した手法が東郷池以外でも有用であることを示唆していた。



(a) 湖山池の赤潮



(b) (a) のクロロフィル濃度解析結果

Fig. 2 湖山池に発生した赤潮画像とその解析結果

3.2 底質の観測と解析

水質観測以外の利用方法として「海中の藻場の分布状況の把握」を試みた。中海ではオゴノリ、シオグサなど海藻類の繁茂と腐敗が問題となっており⁽⁸⁾、繁茂が顕著となる夏場には、海藻を刈り取る「藻刈り」が実施されている⁽⁹⁾。もしドローンリモートセンシングによって藻場の分布状況が把握できれば、藻刈りの効率化が期待できると考えた。

一例として、藻場パッチを空撮した画像を

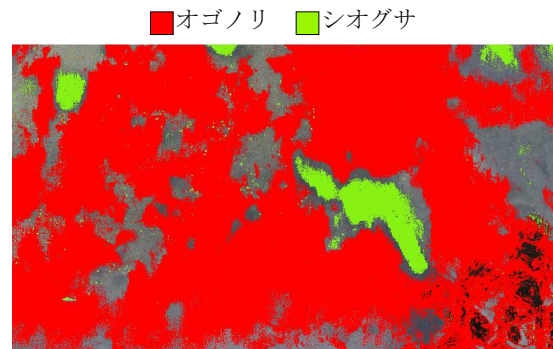
Fig. 3(a) に示す。画像から、海藻が分布する様子が確認できる。次に、藻場のモデルケースとして、中海に発生したオゴノリ、シオグサのパッチの様子と、それらの分布状況を解析した結果を Fig. 3(b) (c) に示す。ここでの解析に用いた「底質指標(BI)」は、底質ごとに異なる固有の色情報を抽出することで底質を分類する手法であり、藻場分布図の作成に適用可能であることが既に報告されている⁽¹⁰⁾。Fig. 3(c) を見ると、Fig. 3(b) に写っているオゴノリ (赤) とシオグサ (緑) を正確に分類できており、中海の海藻分類にも有効であることが確認できた。これらの技術を合わせることで、中海に発生した海藻を、ドローンを用いて空撮し、撮影画像から藻場のマッピングを行う技術を確立することができた。



(a) 藻場パッチ



(b) 藻の分布



(c) (b) の分布解析結果

Fig. 3 藻場の撮影画像と解析結果

4 まとめと今後の展望

ドローンを用いた湖沼のリモートセンシング調査を実施し、従来の手法では捉えることのできなかった赤潮や藻場等の「面的な広がり」を捉えることに成功した。得られた情報の一部は、県民への情報提供などに役立てることができた。また、画像処理の結果、赤潮に含まれるクロロフィル a 濃度や、藻場の種類別の分布状況についてマッピングすることについても成功した。今後は、本事業で見いだされたクロロフィル a 濃度解析手法を活用した実証研究や、ドローンを用いて得られる情報からクロロフィル a 以外の水質情報が取り出す手法の開発に取り組んでいきたい。

一方で、茨城県や青森県などで既に活用されている廃棄物監視への応用について、廃棄物処分場（クリーンランドほうき）をモデルケースとして検討するなど、他の公衆衛生分野への応用も検討した。今後は、こういった水質以外の分野へのドローン活用についても積極的に取り組んでいきたいと考えている。

5 参考文献

- (1) 森明寛, 初田亜希子, 奥田益算, 九鬼貴弘: 第 57 回鳥取県公衆衛生学会プログラム及び発表集, 133, (2014).
- (2) 平成 27 年 11 月 4 日付 日本海新聞, (2015).
- (3) 畠山恵介, 宮本康, 初田亜希子, 森明寛, 九鬼貴弘, 作野裕司: 第 56 回鳥取県公衆衛生学会プログラム及び発表集, 109-110, (2013).
- (4) 作野裕司, 畠山恵介, 宮本康, 初田亜希子, 森明寛, 九鬼貴弘: 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 69, 1551-1556, (2013).
- (5) 作野裕司, 前田晃宏, 宮本康, 森明寛, 岡本将揮, 畠山恵介, 九鬼貴弘: 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 72, 964-969, (2016).
- (6) 前田晃宏, 宮本康, 森明寛: 第 61 回中国地区公衆衛生学会プログラム及び発表集, 91-92, (2015).
- (7) 前田晃宏, 宮本康, 森明寛, 岡本将揮, 九鬼貴弘, 作野裕司: 日本リモートセンシング学会誌, 36, 126-130, (2016).
- (8) 中海自然再生協議会編: 中海自然再生事業実施計画 第 1 期実施計画, 13-15, (2012).
- (9) 平成 26 年 8 月 20 日付 日本海新聞, (2014).
- (10) 作野裕司, ルイ ソチェー, 國井秀伸, 田中義和, 國貞栄二, 若松芳樹: 水工学論文集, 53,

1357-1362, (2009).

6 謝辞

本研究を行うに当たり、広島大学大学院工学研究院 作野准教授には多くのご助言を頂きました。また、クリーンランドほうきで処分場を空撮した際には、中部ふるさと広域連合 上田係長に大変お世話になりました。深く御礼申し上げます。

Efforts for Utilizing the Drone Remote Sensing.

Akihiro Maeda, Yasushi Miyamoto, Akihiro Mori

Abstract

For purpose of acquiring a technique for obtaining information on water pollution in eutrophic lakes rapidly, aerial photographs of the lakes had been taken with a camera mounted on “drones”. From the obtained photographs, it was possible to obtain the distributions of water pollutants (red tides, turbid waters, etc.), aquatic plants, algae and so on. These were “planar distributions” which were not able to be obtained from observations only from the ground. Furthermore, a method for obtaining chlorophyll-a concentration from the images by using the remote sensing technique was also developed. By using the method, it was possible to create chlorophyll-a concentration maps from the red tide images in the lakes. In the future, we want to take advantage of these achievements in a variety of other areas as well as water quality survey.