

# UAVを利用した湖沼のリモートセンシング観測システムの開発

【水環境対策チーム】

前田 晃宏、宮本 康、森 明寛

## 1 緒言

富栄養化状態にある県内三大湖沼では、毎年赤潮・アオコが発生して公衆衛生上の問題となっている。また、一昨年夏に起きた湖山池での魚類大量斃死に代表されるように、緊急対応を要するような異変も度々発生している。このような異変は二次元的な広がりを持ち、短い時間スケールで変化するので、正確な状況把握や原因究明のためには広範囲を迅速に調査することが必要となる。しかしながら通常の調査では、異変の起きた水域からいくつかの「点」を選んで採水や水質調査を行うため、異変の範囲や濃淡といった「面」の情報を正確に得ることはできない。また、調査に時間がかかること、調査によって異変の起きた水域を乱してしまうことなどから、発生源の特定や経時変化の追跡など、被害の拡大を防いだり、再発を防止したりするために必要な情報を得る手段としても適さない。

リモートセンシング（遠隔探査）は、このような観測に必要な条件を併せ持った非常に有用な手法である。リモートセンシングとは、対象に当たった光を離れたところから検出し、得られた光を解析することで対象に直接接触することなく情報を得る技術のことである。例えば人工衛星を用いたリモートセンシングは気象の観測や資源の探査といった様々な用途に利用されている。この技術を湖沼の観測に応用すると、従来の点ごとの水質調査では得られなかった異変の面的な分布状況を、非破壊かつ迅速に把握することができる。当チームでは以前よりリモートセンシング調査に取り組んでおり、平成25年度までの研究で既に人工衛星で観測された画像を利用して湖沼のクロロフィルa濃度を調査する技術を習得している<sup>1)</sup>。しかしながら、この技術を応用する上で必要な情報を高解像度かつ高頻度に観測してくれるような人工衛星が現在の所ない。また、人工衛星は雲の下の情報を得ることができないという致命的な欠点があり、異変発生時の迅速調査には向かない。そこで、人工衛星の代わりに無人航空機（UAV）とデジタルカメラを用いて湖沼のリモートセンシング調査

を行い、湖沼の異変を面的に把握するための技術を習得することを目指した。

## 2 手法

画像データは、UAV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UAVを図1に示す。図1(a)はDJI社製「Phantom 2 Vision+」であり、この機体を使用した場合のデジタルカメラは標準搭載されている小型カメラである。図1(b)はDJI社製「F550」であり、この機体を使用した場合のデジタルカメラは下部に取り付けたキヤノン製のコンパクトカメラ「S100」またはBIZWORKS社の近赤外線カメラ「Yubaflex」である。また、画像データの解析には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」を用いた。なお、観測に際してのUAVの操縦等に関しては、鳥取県湯梨浜町にある合同会社 ローディーネットに委託して行った。



(a) Phantom 2 Vision+



(b) F550

図1 観測に使用したUAV

## 3 結果と考察



(a) 東郷池南西岸赤潮



(b) 舎人川水草パッチ



(c) 東郷池西岸濁水

図2 撮影した画像データ

図2(a)～(c)に、観測によって得られた画像データを示す。図2(a)は昨年11月に東郷池で発生した赤潮（池の中の茶色に見える部分）、図2(b)は同じく昨年11月に撮影した舎人川の水草のパッチ（川の中の黒く見える部分）、図2(c)は今年6月に確認された代掻きに伴う流入濁水（池の中の黄土色に見える部分）をそれぞれとらえたものである。なお、図2(b)は近赤外線カメラを用いて撮影したために赤みがかかった画像となっている。これらの画像から、赤潮や濁水の分布状況や濃淡、水草パッチの分布といった「面」の情報がきれいにとらえられていることがわかる。

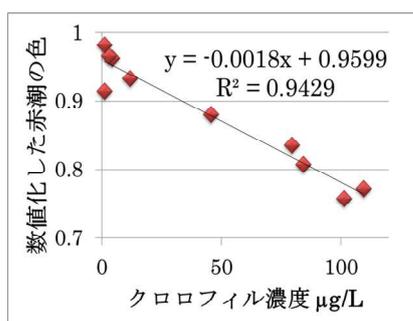


図3 クロロフィル a 濃度と赤潮色指標との関係

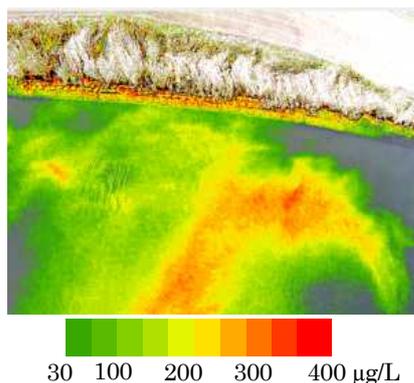


図4 図2(a)のクロロフィル a 濃度分布図

さらにリモートセンシングにおいてよく用いられる「教師付分類」を応用して、図2(a)の画像の中からクロロフィル a 濃度との間に相関のある色の情報を抽出し、赤潮に含まれるクロロフィル a の濃度分布のマッピングを試みた。まず予め収集しておいた教師データを用いてクロロフィル a 濃度と色情報のグラフを作成し、両者の間の関係

式を得た。作成したグラフを図3に示す。ここで、「数値化した赤潮の色」とは画像の緑成分と青成分を足した後に赤成分を引いたものである。グラフから分かるように、両者の間には負の相関が見られた。続いてこの関係式を用いて赤潮に含まれるクロロフィル a の濃度分布のマッピングを行った。その結果を図4に示す。池の中の色づいている部分が赤潮（クロロフィル a 濃度 30µg/L 以上）であり、赤いほど赤潮のクロロフィル a 濃度が高いことを意味する。赤潮の部分がきれいに抜き出せていることや、赤潮の濃淡に応じてクロロフィル a 濃度が変化していることは、画像データからクロロフィル a 濃度の情報がうまく抽出できていることを示唆している。しかしながら、サンプル数などの面からこの手法は現時点ではまだ精度の確認が不十分であると考えられるため、精度の確認と向上が今後の課題である。

#### 4 まとめと今後の展望

UAVを用いた湖沼のリモートセンシング調査を行い、湖沼における水質異常などについての面情報をとらえることに成功した。また、得られたデータを使用して画像解析を試みた結果、定性的な水質情報の分布図を作成することもできた。この研究で培ったデータの収集・解析技術は、突発的に発生する湖沼の水質汚染の状況を迅速かつ正確に把握する際に大いに役立つと考えている。また、原因を究明したり汚濁の停滞しやすい場所を明確化したりすることで、将来の汚染を予測したり防いだりすることもできるようになるのではないかと期待している。

#### 5 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。深く御礼申し上げます。

#### 6 参考文献

[1] 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 B 3 (海洋開発), 69, 1551-1556, (2013).