

UAV を用いた湿地生態系のモニタリング

鈴木 透¹⁾・牛山 克巳²⁾

Monitoring wetland ecosystem using unmanned aerial vehicle

Toru SUZUKI¹⁾ and Katsumi USHIYAMA²⁾
(Accepted 3 July 2018)

はじめに

世界における湿地生態系は約 50%が既に様々な要因で消失したと報告されている (Zedler and Kercher 2005)。日本では、明治・大正時代に存在した湿地の約 61%が既に消失し、現在残存している湿地は約 821 km²とされている (国土地理院「日本全国の湿地面積の変化」<http://www1.gsi.go.jp/geowww/lake/shicchimenseki2.html> 最終確認日 2018 年 6 月 1 日確認)。残存している湿地の内、約 86%は北海道に存在しており (国土地理院「日本全国の湿地面積の変化」<http://www1.gsi.go.jp/geowww/lake/shicchimenseki2.html> 最終確認日 2018 年 6 月 1 日確認)、日本の湿地生態系の保全にとり、北海道における湿地生態系の現状を把握することは非常に重要である。

北海道美唄市に位置する宮島沼は、面積約 25 ha、平均水深約 55 cm の浅く小さな沼であるが、マガンを始めとした水鳥の重要な飛来地となっており、ラムサール条約に登録されている国際的に重要な湿地である。しかし、宮島沼の開放水面は、水際部への水生植物群落の侵入により、1947 年から 2007 年にかけて約 25%縮小しており (美唄市 <http://www.city.bibai.hokkaido.jp/jyumin/docs/2016080200023/files/miyajimanuma.pdf> 最終確認日 2018 年 6 月 1 日確認)、現在水際部に生育しているヨシ群落やマコモ群落等の水生植物群落のさらなる拡大が懸念されている。また、宮島沼周辺の草原にはオオハンゴンソウ (*Rudbeckia laciniata*) やオオアワダチソウ (*Solidago gigantea*) 等の外来種が侵入し、近年分布を拡大し問題となっている。そのため宮島沼の湿地

生態系を効果的・効率的に保全するためには、開放水面の縮小や外来種の分布拡大と行った湿地生態系の現状を正確に把握することがまず必要とされている。

近年開発された無人飛行機 (Unmanned Aerial Vehicle, 以下 UAV) は測量、災害調査、農薬散布など様々な分野で利用されている。UAV は複数の時期の精度の良い画像が簡単に取得できることなど (Xiang & Tian 2011)、環境の調査においても、調査の効率化、多時期のデータ取得など既存の調査手法を補完できる方法として期待されている (Watts et al. 2012)。さらに、UAV により得られた画像から、Sfm (Structure from Motion) 技術を用いることにより簡易にオルソ画像を作成することが可能であり、作成したオルソ画像から様々な情報を得ることができるため、生態系のモニタリングにも有効な手法である。宮島沼においても、このような UAV と Sfm 技術を組み合わせた調査を実施することにより、開放水面の縮小や外来種の侵入状況などの湿地生態系の現状を正確に把握することができると考えられる。

そこで本研究では、北海道宮島沼において湿地生態系の現状を把握するために、UAV と Sfm 技術を用いて、①宮島沼の開放水面と水際部の水生植物群落を判読することにより、開放水面と水生植物群落の面積を明らかにすること、②宮島沼周辺におけるオオハンゴンソウ・オオアワダチソウを判読することにより、オオハンゴンソウ・オオアワダチソウの面積を把握することを目的とした。

1) 農食環境学群環境共生学類保全生物学研究室 〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582
Laboratory of Conservation Biology, Department of Environmental Science, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University, Bunkyo dai midorimachi 582, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

2) 宮島沼水鳥・湿地センター 〒072-0057 北海道美唄市西美唄町大曲 3 区
Miyajimanuma Waterbird & Wetlands Center, 3-ku, Oomagari, Nishibibaicho, Bibai, Hokkaido 072-0057, Japan

方 法

調査概要

調査は北海道美唄市の西部に位置する宮島沼を対象とした(図1)。宮島沼は草地と森林に囲まれており、その周囲には農用地が広がっている(図1)。

画像の撮影と処理

UAVによる画像の撮影はM.Zuiko 25 mm f1.8 (オリンパス社製)のカメラを搭載したInspire 1 pro (DJI社製)を用いて、2017年9月5日、8日に実施した(表1)。開放水面と水生植物群落の判読を目的とした画像は、高度120 m (画像解像度 約



図1 調査地概要

表1 使用した画像の撮影日・解像度・総枚数

目的	撮影日	画像解像度 (cm/pixel)	画像の総枚数 (枚)
開放水面と水生植物群落の判読	2017/9/8	3.9	407
オオハンゴンソウとオオアワダチソウの判読	2017/9/5	1.2	1,305

3.9 cm/pixel) から宮島沼全域を撮影した(表1)。オオハンゴンソウ・オオアワダチソウの判読を目的とした画像は、高度 50 m (画像解像度 約 1.2 cm/pixel) から宮島沼とその周辺の草原・森林を撮影した(表1)。画像間のオーバーラップは 80%、サイドラップを 60%とした。UAV の操作アプリは DJI GS Pro (DJI 社製) を用いた。撮影した画像について、目的ごとに SfM 技術を用いてオルソ画像を作成した。オルソ画像には Photoscan Professional (Agisoft 社製) を用いた。

画像判読

開放水面と水生植物群落について、作成したオルソ画像から判読した例を図2に示した。本研究では、宮島沼の境界は水生植物群落もしくは開放水面

が水生植物以外の植物群落と接した境界とし、宮島沼の面積は水生植物群落と開放水面の面積の合計値とした。なお、水生植物群落はヨシ群落とマコモ群落の合わせた植物群落と定義した。オオハンゴンソウ・オオアワダチソウについて、作成したオルソ画像から判読した例を図3に示した。オオハンゴンソウやオオアワダチソウの特徴である黄色の花(図3では白い花)を判読の基準とした。なお、撮影時には黄色の花が開花している他の種は生育していない。また、オオハンゴンソウとオオアワダチソウの区分は撮影した画像の解像度(約 1.2 cm/pixel)では困難であったため2種をまとめたデータを作成し、面積を集計した。各種データの作成には ArcGIS (ESRI 社製) を用いた。

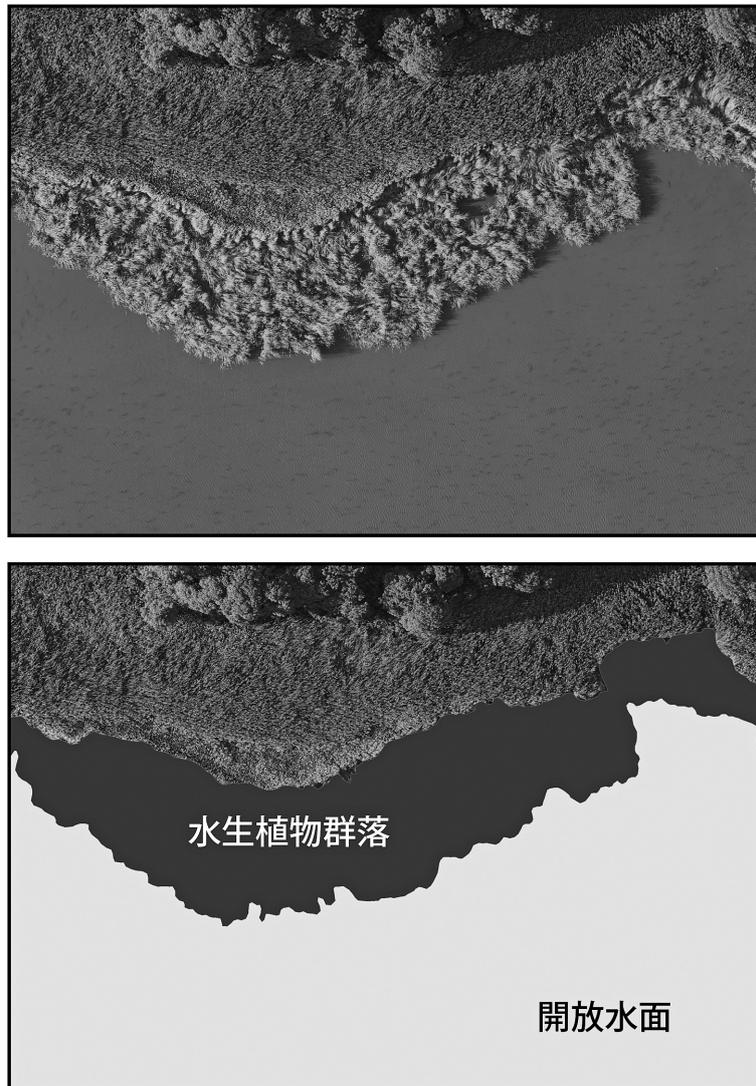


図2 UAVにより得られた画像を用いた開放水面・水生植物群落の判読例

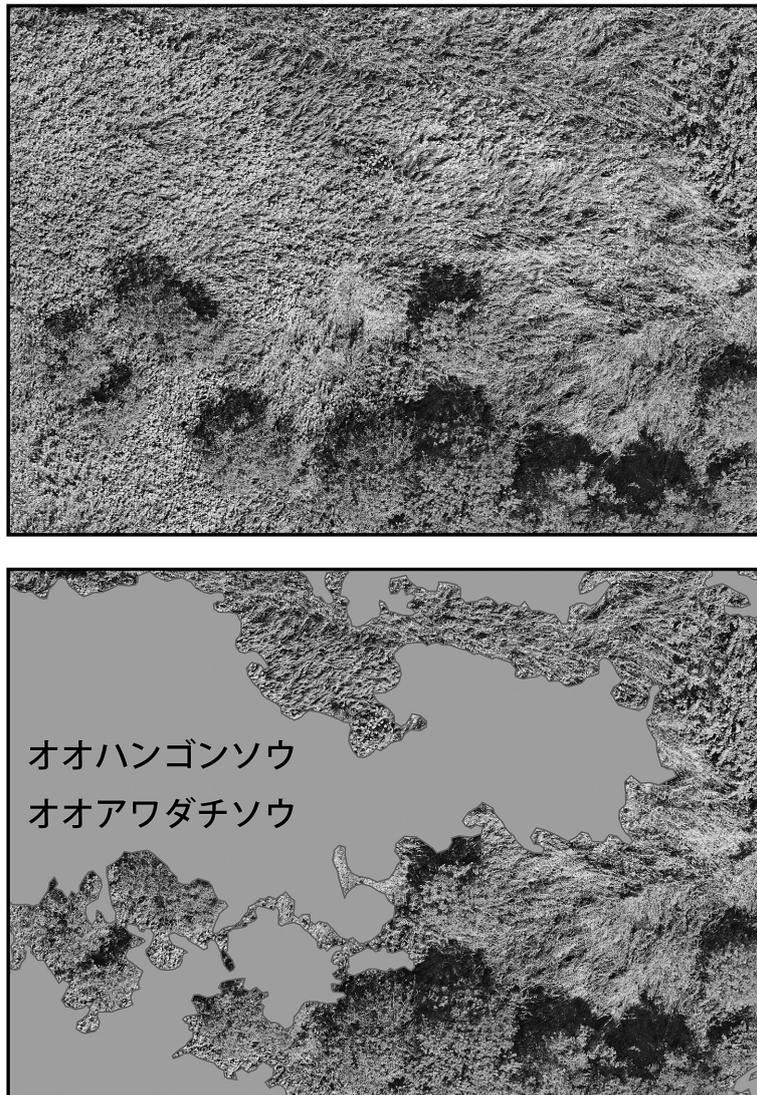


図3 UAVにより得られた画像を用いたオオハンゴンソウ・オオアワダチソウの判読例

結果と考察

開放水面の縮小

UAVにより撮影した画像から作成した宮島沼の開放水面、水生植物群落のデータを図4に示した。作成したデータから算出した面積は、開放水面は23.8 ha、水生植物群落は2.15 haであった。本研究で定義した宮島沼の境界全体の面積は開放水面と水生植物群落を合計した25.3 haとなり、宮島沼全体の約8.3%が水生植物群落となっていることが明らかになった。美唄市によると、宮島沼の開放水面の面積は1947年に33.6 ha、2007年には25.1 haと報告されている（美唄市 <http://www.city.bibai.hokkaido.jp/jyumin/docs/2016080200023/files/miyajimanuma.pdf> 最終確認日2018年6月1日確認）。本

研究を実施した2017年の画像から判読した開放水面の面積は23.8 haであり、2007年からの10年間で約5%、1947年からの70年間で約29%の開放水面が縮小していることが明らかになった。過去の報告では水生植物群落の面積が明らかになっていないため正確な解釈は困難であるが、開放水面の面積変化の結果のみからは、近年宮島沼の開放水面の縮小速度が速くなっていることが示唆された。

UAVにより撮影した画像から作成した宮島沼のオオハンゴンソウ・オオアワダチソウのデータを図5に示した。宮島沼におけるオオハンゴンソウ・オオアワダチソウの合計面積は約1.2 haであった。また、宮島沼周辺に広く分布し、特に宮島沼の北側の草原に多く生育していることが明らかになった。オオハンゴンソウは地上部のみの刈り取りだけでは

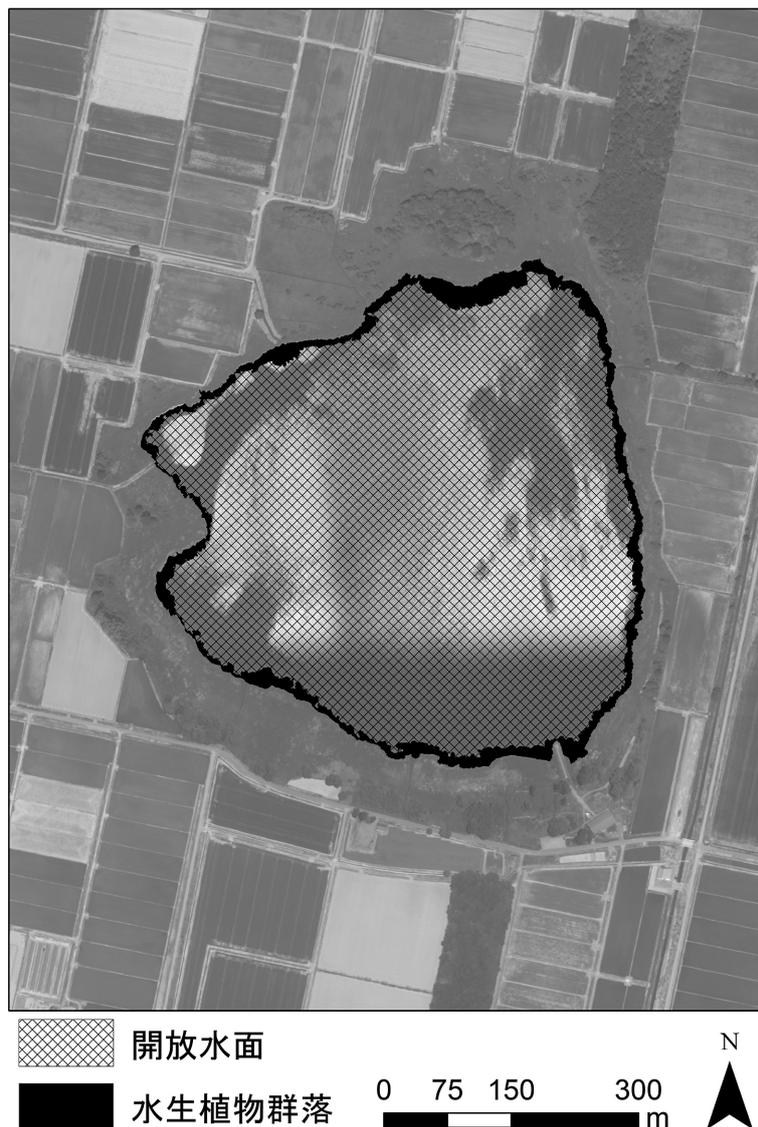


図4 UAVにより得られた画像から判読した開放水面・水生植物群落

再生し（大澤・赤坂 2007），機器などによる抜き取りを複数年続けることが根絶には有効であるとされている（大澤・赤坂 2009）。しかし，抜き取りは非常にコストがかかるため，効率的な対策を実施する必要がある。本研究で作成したデータはオオアワダチソウも含まれているが，宮島沼の北側において多く生育していることが明らかになった。そのため，宮島沼におけるオオハンゴンソウなどの外来種対策は北側の草原を中心に実施することがまず重要であると考えられた。

本研究では，UAVを用いて宮島沼の湿地生態系について現状把握を行った。その結果，宮島沼において開放水面の縮小は進行しており，オオハンゴンソウ等の外来種も多く生育していることが明らかに

なった。UAVとSfm技術を用いた調査は比較的成本・労力をかけずに実施することが可能である。今後既存のモニタリング手法だけでなく，UAVを用いたモニタリングを実施することで，湿地生態系に関する正確で最新のデータを収集することができ，より効果的・効率的な保全対策の実施が可能となると考えられた。

謝 辞

本研究は，2016年度酪農学園大学共同研究，及び環境研究総合推進費（1-1602）「フィールド調査とロボット・センサ・通信技術をシームレスに連結する水域生態系モニタリングシステムの開発」（研究代表者：海津裕）の一環として実施した。

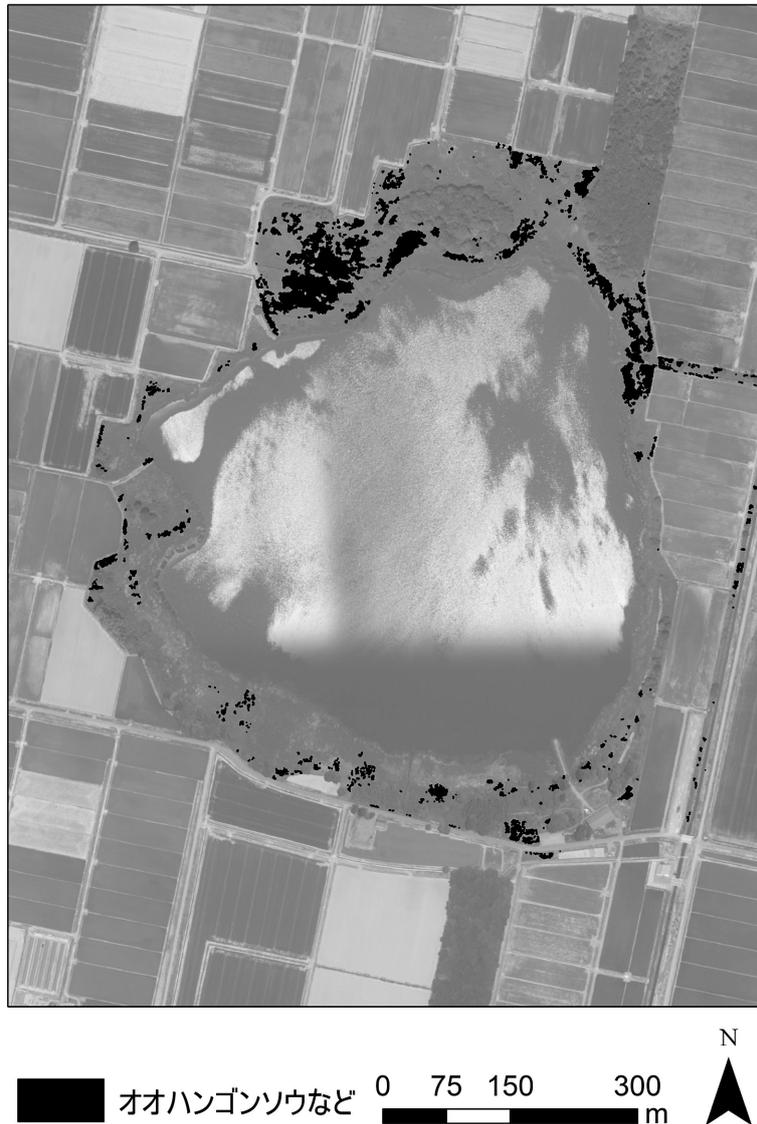


図5 UAVにより得られた画像から判読したオオハンゴンソウ・オオアワダチソウ

引用文献

- 大澤剛士, 赤坂宗光 (2007) 特定外来生物オオハンゴンソウ (*Rudbeckia laciniata* L.) が6月の刈り取りから受ける影響. 保全生態学研究 12: 151-155.
- 大澤剛士, 赤坂宗光 (2009) 特定外来生物オオハンゴンソウの管理方法 —引き抜きの検討—. 保全生態学研究 14: 37-43.
- Watts A. C., V. G. Ambrosia, and E. A. Hinkley (2012) Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: classification and considerations of use. *Remote Sensing* 4: 1671-1692.
- Xiang H., and L. Tian (2011) Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). *Biosystems Engineering* 108: 174-190.
- Zedler JB, Kercher S (2005) Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environmental and Resources*, 30: 39-74.

Abstract

To effectively conserve wetland ecosystem of Lake Miyajimanuma, it is important to understand the conditions and degradation of wetland ecosystem. This study examined the extent of water surface and the distributions of invasive plants an unmanned aerial vehicle (UAV) on Lake Miyajimanuma. The area of water surface in 2017 was 23.8 ha, which was about 5% smaller than in 2007. The invasive plants were widely distributed around Lake Miyajimanuma, especially on the north side. A monitoring using an UAV are considered effective for collecting accurate and up-to-date information on wetland ecosystems.