

気球空撮システムによるフィールド生態情報のモニタリング Monitoring of Field Ecological Information by Balloon Observation System

○兼石篤志*, 山本晴彦**, 土谷安司*, 岩谷 潔**, 原田陽子*

KANEISHI Atsushi, YAMAMOTO Haruhiko, TSUCHIYA Yasushi, IWAYA Kiyoshi and HARADA Yoko

1. はじめに

水田及び土地利用型農業が持つ多面的機能の評価には、農地で栽培されている農作物のバイオマス量、窒素濃度、活性度等のフィールド生態情報の把握が重要である。このような評価は、サンプリングによる解体調査が主体であるが、破壊的手法で連続測定が不可能となり、調査地域が広範囲となると膨大な時間・労働力・コストが必要となる。そのため、非破壊的かつ広域評価することが可能なリモートセンシング技術が利用されてきた。農作物の活性度の評価には、一般的に正規化植生指数（以下 NDVI : Normalized Difference Vegetation Index）が用いられている。本研究では、人工衛星や航空機センシングより初期投資やランニングコストが低く、高い解像度を持つ気球空撮システムを開発し、水田を対象としたフィールド生態情報のモニタリングを試みた。

2. 気球空撮システムの概要

本システムは、図1と表1に示したように、ヘリウムガスを充鎮した気球（11m³、21m³）に可視デジタルカメラと改造した近赤外デジタルカメラを搭載した空撮装置（21m³は赤外画像も撮影可能）を取り付け係留・撮影を行う。空撮装置は、画像を送信するトランスミッターを搭載しており、地上のドーム型アンテナで受信し、小型ポータブル液晶モニターで画像を確認して撮影することが可能である。



図1 気球空撮システムの概要

Fig.1 summary of Balloon Observation System

表1 気球空撮システムの仕様

Table.1 Specific of Balloon Observation System

気球	搭載カメラ	地上部撮影範囲(高度300m)	解像度(1画素あたり)
11m ³	可視カメラ 近赤外カメラ コンパクトデジタルカメラ (PENTAX社製、OptioS4iS)	220m × 300m	13cm × 13cm
21m ³	可視カメラ 近赤外カメラ デジタル一眼レフカメラ (Nikon社製、D70s)	260m × 395m	13cm × 13cm
	赤外線サーモグラフィ装置 (NEC社製 TH9100 MLN/WLN)	240m × 340m	45cm × 45cm

*山口大学大学院農学研究科 Graduate school of Agriculture, Yamaguchi University

**山口大学農学部 Faculty of Agriculture, Yamaguchi University

キーワード：リモートセンシング、農地環境

撮影時には、遠隔操作により撮影装置の向きを制御し、取得したい場所を指定することも可能である。本システムは、係留ロープの2本の内1本を電動リールによって約300mをわずか5分で自動昇降している。

3. 画像解析手法の概要

気球空撮システムによって取得した可視デジタル画像と補正済みの近赤外デジタル画像（解析方法は省略）に GCP（Ground Control Point）を最低4点選定し、幾何補正（アフィン変換）を行い、両画像を合成することにより NDVI 画像を取得する。NDVI 画像は、算出した NDVI 値を色で階調表示しており、青色は活性が低く、黄色や赤色になるほど活性が高いことを示している（図2）。

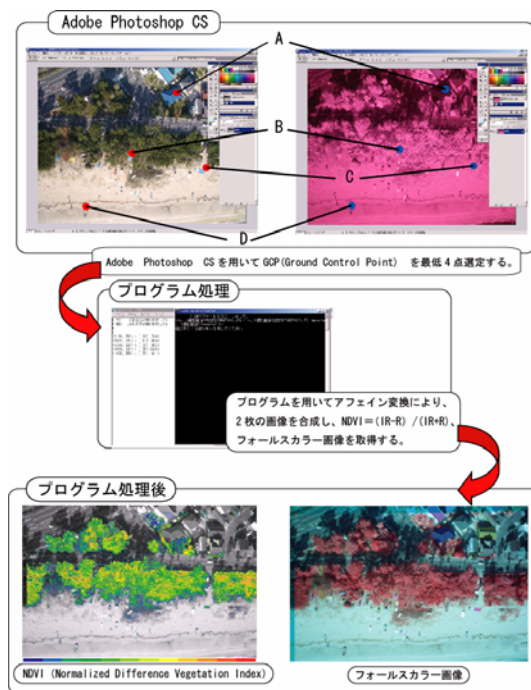


図2 NDVI 取得手順

Fig.2 NDVI image acquisition procedure

4. 実証試験の概要

実証試験は、山口大学農学部附属農場の試験水田（品種：ヒノヒカリ）を対象に行った。水田の刈り取り調査を行った地点の NDVI と登熟歩合・玄米重との関係を調査するため、取得した NDVI 画像から刈り取り地点の NDVI を算出した。NDVI 画像に含まれる駐車場の白線を基準とし、実際の長さとの NDVI 画像の座標により縮尺を計算した結果、撮影画像は、1mが10ピクセルであった。刈り取り調査（2007年10月3日）は、街路灯から北に1mの地点を0地点として北に90cm間隔、北西に1m間隔で行った。NDVI 画像の街路灯を基準に刈り取り地点の座標を計算し、PhotoshopCS（マイクロソフト社製）を用いて NDVI を算出した。NDVI 値は、株間・畝間を考慮し、5ピクセル×5ピクセルの平均値とした。

気球空撮（2007年9月11日）により取得した可視デジタル画像と近赤外デジタル画像を用いて NDVI 画像（図3）を取得した（なお、収穫後の水田や植生が存在しない箇所はグレースケールで表示している）。街路灯を中心に水田の NDVI 値が高いことが判読できる。この NDVI 値が高い箇所は、街路灯の光害（ひかりがい）により出穂遅延を起こしている箇所であり、出穂遅延により栄養生長が旺盛となり、活性度が高いことが原因と推察された。実証水田の左下付近も NDVI 値が高い値を示しているが、これは、道を挟んだ場所に設置されている街路

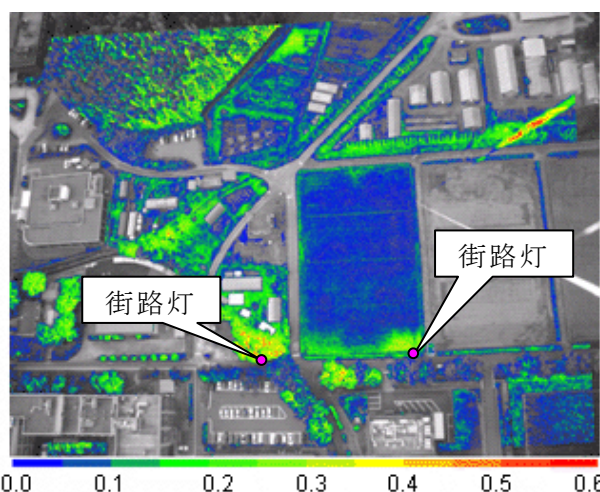


図3 実証水田の NDVI 画像

Fig.3 NDVI image of experimental paddy field. The image shows a color-coded NDVI map overlaid on a grayscale aerial photograph. A color scale at the bottom ranges from 0.0 (blue) to 0.6 (red). Two callout boxes labeled '街路灯' (Street Light) point to high-NDVI areas near streetlights. A road is visible at the bottom left.

灯の光害によるものと考えられた。これにより、開発した気球空撮システムは、実証水田の生態情報を高精度でモニタリングできることが明らかになった。