

マルチスペクトルカメラを用いたナラ枯れ被害抽出

米澤 剛*・武田 智喜*・吉田 大介**・山中 遂統***・
藤井 太基****・吉峯 主税****・伊達 直己****

Extraction of Oak Wilt Disease using Multispectral Camera

Go YONEZAWA*, Tomoki TAKEDA*, Daisuke YOSHIDA**, Michito YAMANAKA***,
Taiki FUJII****, Chikara YOSHIMINE**** and Naoki DATE****

* 大阪公立大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, 558-8585, Japan. E-mail:yonezawa@omu.ac.jp
** 大阪公立大学大学院情報学研究科 Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, 558-8585, Japan.
*** 株式会社オオバ OHBA Co., Ltd., 8th Floor, Nittochi Sakaisuji Building, 1-7-3 Awajimachi, Chuo-ku, Osaka-shi, 541-0047, Japan.
**** 大阪府環境農林水産部 Department of Environment, Agriculture, Forestry and Fisheries, Osaka Prefectural Office, 3-13-2 Nodacho, Kishiwada-shi, Osaka, 596-0076, Japan.

キーワード：ナラ枯れ，マルチスペクトルカメラ，ドローン，植生指標

Key words：Oak wilt disease, Multispectral camera, Drone, Vegetation index

1. はじめに

「令和6年度森林及び林業の動向（森林・林業白書）」（農林水産省，2025）によると1980年代末以降，コナラやミズナラなどのナラ類，シイ・カシ類が夏から秋にかけて大量に枯死する現象，いわゆる「ナラ枯れ」が日本の各地で報告されていたが，近年その報告件数が広範囲に広がってきている．ナラ枯れによる森林生態系の破壊や倒木による人的・物的被害リスクの増大は深刻な社会問題となっている．ナラ枯れの主な原因は，カシノナガキクイムシ（いわゆるカシナガ）による病原菌の媒介であり，感染した樹木内で菌が繁殖することで急速に樹木が衰えて枯死に至る．このような伝染性の高い森林病害に対して，早期発見と迅速な管理対応が求められている．しかしながら，森林管理者，とくに行政による広範囲な地域での現地観測には人的かつ時間的コストが高く，一元的な監視には限界がある．

そこで本研究ではドローンに搭載したマルチスペクトルカメラを用いたNDVI（Normalized Difference Vegetation Index：正規化植生指数）等の植生指標を活用した被害樹木の有効的な抽出方法および分析方法を検証した．

2. 調査対象地域と使用機器

2.1 対象地域

調査対象地域は大阪府環境農林水産部が管轄する大阪府泉南郡熊取町に位置する奥山雨山自然公園内の約300m²の地域である（第1図）．同地域はナラ類やシイ・カシ類などの広葉樹が多く分布しているため，ナラ枯れの潜在リスクが高いと考えられる．

調査は2024年10月29日の午前（気温18.2℃，湿度75%，曇り・小雨）に大阪府環境農林水産部の立ち会いのもとでおこなわれた．フライトは標高約270mの奥山雨山自然公園第2展望台を起点に対象地域を2分割（2回のフラ



第1図 調査対象地域（画像は2024年9月26日に観測されたSentinel-2衛星画像）．



第2図 使用したマルチスペクトルカメラ（左）とカメラをドローンに搭載した画像（右）．

イト）しておこない，ドローンには標準搭載カメラ1台とマルチスペクトルカメラ2台，GPSレシーバーを搭載して撮影をおこなった．

2.2 使用機器と処理ソフトウェア

ドローンはDJI社のPhantom 4 RTKを使用し，マルチスペクトルカメラはMAPIR社のSurvey3W RGNとSurvey3W OCNの2台を使用した（第2図）．Survey3は小型かつ軽量で多種のドローンに装着が可能であり，マル

チバンド (3つのバンド) を組み合わせることができる。ここでは植生分析を目的とした RGN (赤 653-668 nm・緑 543-558 nm・近赤外線 835-865 nm) と OCN (橙 598-640 nm・青 476-512 nm・近赤外線 798-848 nm) のバンドを組み合わせたものを選択した。両者の解像度は 5.5 cm/px (高度 120 m)・2.3 cm/px (高度 50 m) である。

3. 分析方法と植生指標

3.1 分析方法

第3図にフライトルートと標準カメラ画像から作成したオルソモザイク画像を示す。撮影は2回のフライトでおこなわれ、①のフライトについては Survey3W RGN で 263 枚と Survey3W OCN で 304 枚撮影し、②のフライトについては Survey3W RGN で 219 枚と Survey3W OCN で 225 枚撮影した。高度は 100 m、撮影間隔は 1.5 秒である。

撮影した画像は、MAPIR Camera Control (MCC) でレンズ補正および画像補正等をおこない、Pix4Dfields を用いてオルソモザイク画像の作成と NDVI 値等の植生指標計算処理をおこなった。

3.2 分析で使用した植生指標

ナラ枯れの被害樹木抽出のため、植生指標として下記の NDVI 値、NDVI2 値、宇都ほか (2010) の NWI 値 (Normalized Wilt Index: ナラ枯れ指標) を検討した。

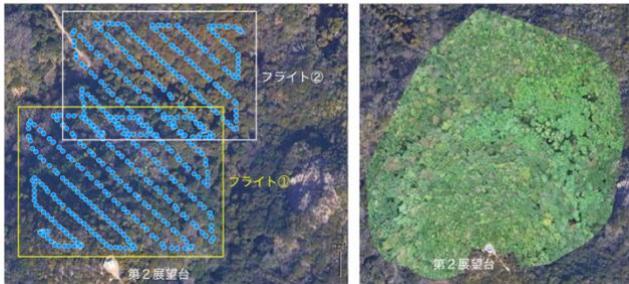
$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

$$NDVI2 = (NIR - ORANGE) / (NIR + ORANGE) \quad (2)$$

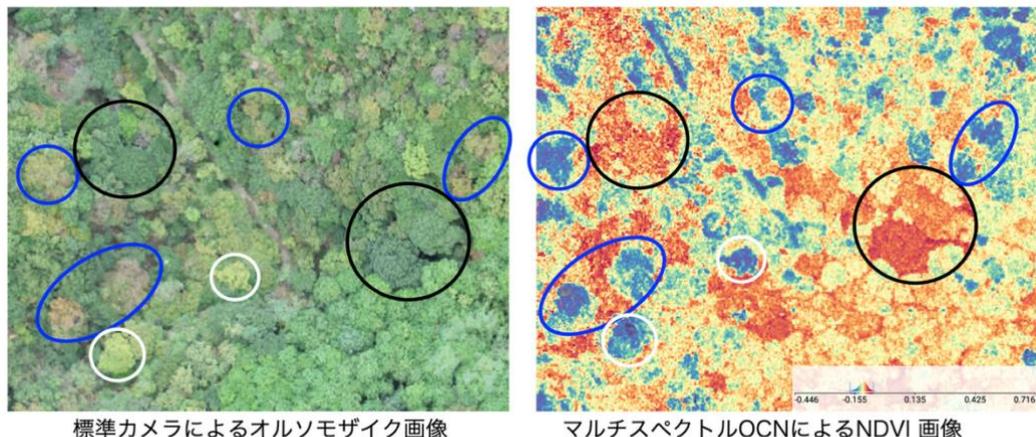
$$NWI = -NDGI^* \times (NDVI + NDGI^*) \quad (3)$$

$$NDGI^* = (GREEN - RED) / (GREEN + RED) \quad (4)$$

式 (2) は式 (1) の赤を橙に置き換えたものであり、Survey3W OCN で撮影した画像から算出する。式 (4) は式 (3) を算出するための指標であり、もともと塩害被害水稻を抽出するために作成された指標である (Minekawa *et al.*, 2005)。



第3図 ドローンのフライトルート (左) と標準カメラから作成したオルソモザイク画像 (右)。



標準カメラによるオルソモザイク画像

マルチスペクトルOCNによるNDVI 画像

活性度: 赤→高, 青→低

第4図 Survey3W OCN から算出した NDVI 画像による活性度の低い樹木 (青い丸) の抽出例。

4. 結果

いくつかの植生指標を比較した結果、Survey3W OCN による NDVI 画像が活性度の低い樹木を抽出できていた。第4図に一例を示す。青い丸は NDVI 値が低い樹木、黒い丸は高い樹木を抽出した例である。白い丸は NDVI 値は低いが褐葉が見られない樹木である。全体的に NDVI 値は低下しており、天候による反射量の減衰が大きく影響している可能性があるが、相対的な傾向は保持されており一定の有効性はあると考えられる。一方で、本研究で用いた植生指標のみでは時期的に枯葉と紅葉の識別が困難である。また、反射特性の異なる樹種の混在により誤判別の可能性もある。そのため樹種別の反射特性情報の整備やナラ枯れサイクル初期の撮影画像を用いて検証をおこなう必要がある。

5. おわりに

本研究ではマルチスペクトルカメラによる植生指標を用いた分析を通じて、ナラ枯れ被害樹木の抽出を検討した。今回の調査では橙と近赤外線によるバンドの組み合わせが有効であることが示されたが、ナラ枯れサイクルにおける複数時期の撮影画像を用いることで有効な植生指標も変化すると考えられる。今後もモニタリングを継続し、樹種別の反射特性によるフィルタリング等を用いて抽出精度を上げる必要がある。また、ドローンを用いた撮影から画像処理、植生指標の可視化までの一連のワークフローが比較的短時間で完了することから、行政による森林管理としても実用性の高い手法であると考えられる。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 25K04614 の助成を受けたものである。

文 献

- Minekawa, Y., Uto, K., Kosaka, N., Kosugi, Y., Ando, H., Sasaki, Y., Oda, K., Mori, S., Saito, G. (2005) Salt-damaged paddy fields analysis using high-spatial-resolution hyperspectral imaging system, *Proceedings of IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 3, pp.2153-2156.
- 農林水産省・林野庁 (2025) 森林及び林業の動向. 令和6年度森林・林業白書, 244p.
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r6hakusyo/attach/pdf/250530-27.pdf> (確認: 2025/06/06)
- 宇都有昭・小杉幸夫・尾方俊成・小田川信哉 (2010) 可視/近赤外ハイパースペクトルデータに基づくナラ枯れ指標 NWI に関する研究. *写真測量とリモートセンシング*, vol.49, no.5, pp.294-309.