

# 監視カメラ映像を用いた 擬似的な正規化差分植生指数の計算方法に関する検討

吉田耕平<sup>†</sup> 清水郁子<sup>†</sup> 乃万了<sup>‡</sup> 伴琢也<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東京農工大学 知能情報システム工学科

<sup>‡</sup>東京農工大学 農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター

## 1 はじめに

農業分野では、植物の植生を把握するために、植生指標と呼ばれる植物の活性度を簡易的に表す指標がしばしば用いられる。植生指標の中でも、Normalized Differential Vegetation Index(NDVI) [1] は、葉緑体は近赤外を強く反射し、可視域赤光の波長を吸収するという植物の活性状況の反映する性質に基づき作成されており、性質がよいことが知られている。NDVIを計算するためには、近赤外領域の反射を計測知る必要があるため、マルチスペクトルセンサやマルチスペクトルカメラなどの高価なセンサが必要である。そのため、可視画像のみから求めることができる植生指標がいくつか提案されている [2,3]。

本研究では、監視カメラ映像を用いて様々な植生指数を計算し、比較した結果を報告する。また、夜間の赤外画像の画素値についても NDVI 計測器の値との関係も比較した結果を示す。

## 2 植生指数の計算

NDVI は農業分野で非常によく用いられる代表的な植生指数である。NDVI は赤外波長の反射率と R 領域の反射率を用いて下記のような式で計算される [1]。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

ただし、IR は赤外波長の反射率、R は赤領域の反射率を示す。NDVI を正確に計測するためには、可視画像に加えて赤外波長領域での反射率も計測可能なスペクトルカメラを用いるか、NDVI を計測するための専用の計測器を用いることになる。可視画像から計算できる植生指数として下記に示す指標 [2,3] を用いる。

$$GRVI = \frac{G - R}{G + R}, \quad VARI = \frac{G - R}{G + R - B}$$

$$VDVI = \frac{G - R - B}{2 \times G + R + B}, \quad GRRRI = \frac{G}{R}$$

**Calculation Method of Normalized Differential Vegetation Index Using Surveillance Camera Images**

Kohei YOSHIDA<sup>†</sup>, Ikuko SHIMIZU<sup>†</sup>, Satoshi NOMA<sup>‡</sup> and Takuya BAN<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, 184-8588, Tokyo, Japan, <sup>‡</sup>Faculty of Agriculture Field Science Center, Tokyo University of Agriculture and Technology, 183-8538, Tokyo, Japan  
s208320v@st.go.tuat.ac.jp

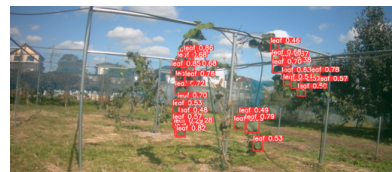


図 1: 監視カメラ画像からの葉の領域の抽出

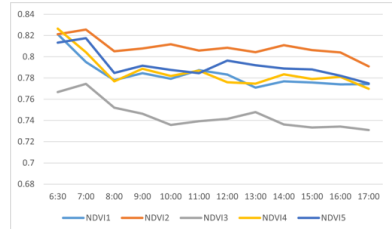


図 2: NDVI 計測器を用いて計測した 5 枚の葉の NDVI の 1 日の変化

$$MGRVI = \frac{G^2 - R^2}{G^2 + R^2}$$

$$vNDVI = 0.5268 \times ((R^{-0.1294}) \times (G^{0.3389}) \times (B^{-0.3118}))$$

ただし、R は赤領域の反射率、G は緑領域の反射率、B は青領域の反射率を示す。本研究では、日中の監視カメラから得られる RGB 画像から得られる R,G,B の値を用いて上記の植生指数について計算し、専用の NDVI 計測器で得られる値との相関を調査した結果を示す。また、夜間の監視カメラから得られる赤外画像の画素値についても NDVI と比較した結果を示す。

## 3 実験

### 3.1 実験データの収集

本研究で用いたデータは、東京農工大学府中キャンパス果樹園に設置した監視カメラにより撮影したデータおよび NDVI 計測器で計測したデータを用いる。監視カメラではキウイの果樹全体を撮影している。NDVI 計測器は、相対クロロフィル含有量測定器 (PlantPen PRI210/NDVI310) を用いる。

### 3.2 カメラ画像からの葉の領域の抽出

監視カメラから得られる画像の中から葉の領域の画素値のみを用いるため、画像全体から葉の位置を自動的に検出する。本実験では、YOLOv5 を転移学習して葉の領域を検出した。カメラ画像からの葉の検出例を

図1に示す。

### 3.3 NDVI計測器による計測

まず、NDVI計測器で計測した葉のNDVI値の1日の中での変化を図2に示す。5枚の葉について日中の変化を記録したものである。2023年10月24日のデータであり、当日の天気は晴れ、日の出は6時頃、日の入りは17時15分頃であり、6:30以降、7時から17時まで1時間おきに計測した。

図2を見ると、3番目の葉は他の4枚と比較してNDVIの値が小さくなっている。この葉は計測した2023年10月24日の時点では弱っているように見えたわけではないが、その後他の4枚よりも枯れるのが早かった葉である。

### 3.4 NDVIと様々な植生指数との関係

上記で示した植生指数GRVI, VARI, VDVI, GRRI, MGRVI, vNDVIと、NDVI計測器で計測したNDVI値との散布図を、図3~8に示す。いずれも2023年10月24日に監視カメラ画像から得られたデータを用いて計算したものである。NDVI計測器で計測したNDVIの値とそれぞれの植生指標との相関係数を計算したところ、GRVIは0.27, VARIは0.26, VDVIは0.28, GRRIは0.27, MGRVIは0.27, vNDVIは0.14となり、いずれも相関があるとは言えない値となった。

一方で、夜間の赤外画像の葉の領域の画素値の平均値とNDVIとの相関係数を計算したところ、0.72となった。このことから、夜間の赤外画像から得られる情報の活用が考えられる。

## 4 おわりに

本研究では、監視カメラ映像を用いて様々な植生指数を計算し、NDVI計測器で測定したNDVIの値と比較した。昼間のカメラ画像から得られたRGB値を用いて様々な植生指標を計算したが、NDVI計測器で計測した値との相関はなかった。しかし、夜間の赤外画像との相関は高いことがわかった。今後は、より多くのデータを用いた比較や活用方法の検討が必要である。

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助(No.22K12163)による。

## 参考文献

- [1] Compton J. Tucker, "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation", Remote Sensing of Environment, Vol.8, No.2, pp.127-150,1979.
- [2] Haiyan Cen, et al., "Dynamic monitoring of biomass of rice under different nitrogen treatments using a lightweight UAV with dual image-frame snapshot cameras", Plant Methods, Vol. 15, No.32 (2019)
- [3] 黄川田智洋 他, "飼料作物育種におけるGreen Red Vegetation Index(GRVI)と他のRGB植生指標との比較", 育種学研究, No.22J07,2022(10.1270/jsbbr.22J07).

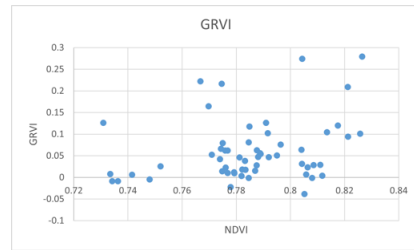


図3: GRVIとNDVIの関係

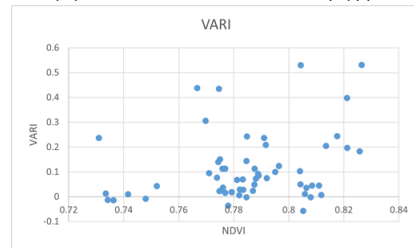


図4: VARIとNDVIの関係

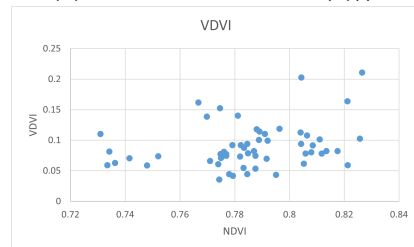


図5: VDVIとNDVIの関係

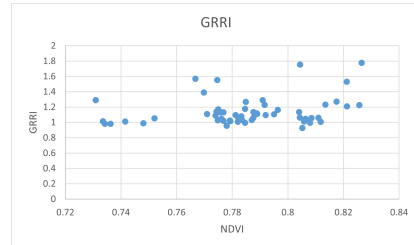


図6: GRRIとNDVIの関係

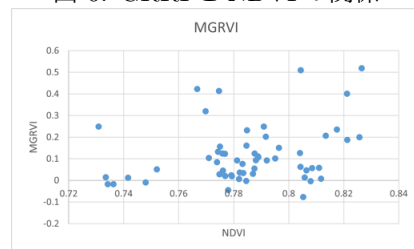


図7: MGRVIとNDVIの関係

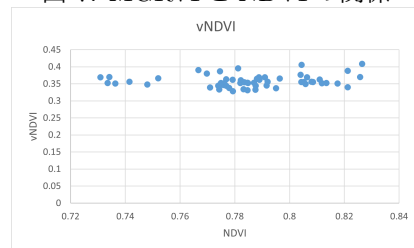


図8: vNDVIとNDVIの関係