

UAV を用いたモウソウチク林の分光反射特性の季節変動の把握<sup>\*1</sup>上村優太<sup>\*2</sup>・加治佐剛<sup>\*2</sup>・寺岡行雄<sup>\*2</sup>

上村優太・加治佐剛・寺岡行雄：UAV を用いたモウソウチク林の分光反射特性の季節変動の把握 九州森林研究 70 : 141 - 143, 2017

本研究では UAV 搭載のデジタルカメラを用いてモウソウチク林の分光反射特性の季節変動を把握した。把握にはデジタルカメラの RGB デジタル値とそれらから算出される正規化値および指数を用いた。その結果、葉替わりする偶数年生は葉替わり時期の 4 月末から 7 月にかけて用いた二つの指数で奇数年生との違いが明らかになった。

キーワード：UAV, モウソウチク林, 分光反射, 季節変動

## I. はじめに

モウソウチク林の生態に関する研究のうち、葉の分光反射特性の季節変動について分析されてきたが(西川ら, 2006, 谷垣ら, 2011), その際、稈齢の違いは考慮されていない。しかしながら、モウソウチクの葉は、稈齢によって葉替わりの時期が異なっており(野中, 1993), そのため葉の分光反射特性は稈齢によって異なってくると考えられる。そこで本研究では、UAV を用いて定期的に葉の可視光域の分光反射特性を把握し、併せて可視光反射から算出される指数を用いて、葉替わりの違いによる反射特性の季節変動を明らかにした。

## II. 方法

本研究の対象地は鹿児島県薩摩川内市の民有の管理されたモウソウチク林である。タケノコ生産のために整備されたモウソウチク林で、毎年 11 月ごろに伐竹され、稈密度は約 2,500 本/ha に維持されている。

分光反射特性の観測には Phantom 3 professional (DJI, 中国) を使用し、2016 年 4 月 11 日から 2016 年 10 月 17 日の間に 1 週間から 1 ヶ月間隔で計 11 回観測した。撮影の際の対地高度は 30 m, 撮影方向は直下視とした。Phantom 3 professional に搭載されたカメラの性能は 1,240 万画素、画角は 94°, 焦点距離は 20 mm (35 mm フォーマット相当) f/2.8 とした。対象とした稈は稈齢別に 1 年目 (H 28) は 3 本 (7/18 から撮影開始), 2 年目 (H 27) は 5 本, 3 年目 (H 26) は 6 本, 4 年目 (H 25) は 7 本 (台風被害のため、9/25 から 6 本を測定), 5 年目 (H 24) は 6 本であった。

分光反射特性の把握には、撮影された画像の RGB デジタル値 (それぞれ  $R$ ,  $G$ ,  $B$  とする), 各 RGB デジタル値の正規化値 (それぞれ  $NR$ ,  $NG$ ,  $NB$  とする) と下記の二つの指数を用いた。

Green Vegetation Index (Gitelson *et al.*, 2002)

$$VI_{\text{green}} = (G - R) / (G + R) \quad (1)$$

正規化値の差分比 (小野ら, 2015)

$$\Delta NGB = -(NG - 1) / (NB - 1) \quad (2)$$

ここで、 $G$  : 撮影画像の  $G$  のデジタル値,  $R$  : 撮影画像の  $R$  のデジタル値,  $NG$  :  $G$  の正規化値,  $NB$  :  $B$  の正規化値である。

葉の分光特性と関連する SPAD 値を SPAD-502 (コニカミノルタ, 東京) で測定した。SPAD-502 の測定値は葉緑素含有量を示している。分光反射を観測している稈から 9 枚以上の個葉を採取し、1 枚の葉に対して 5 回以上計測した。

## III. 結果

## 1. モウソウチクにおける稈齢別でのデジタルカメラデータの季節変動

モウソウチクにおける稈齢別でのデジタルカメラデータの季節変動を図-1 に、正規化値を図-2 に示す。3 原色それぞれにおいて、偶数年生の葉のデジタル値が奇数年生の葉のデジタル値に比べ低い傾向にあった。6, 7 月については稈齢別のデジタル値の違いが大きくなっていった。正規化値に関して、 $NR$  で奇数年生の葉の正規化値が偶数年生の葉の正規化値に比べ大きいのに対し、 $NG$  および  $NB$  については偶数年生の葉の正規化値が奇数年生の葉の正規化値よりも大きい傾向を示した。そのうち、4 月と 6 月については、稈齢間の正規化値の違いが大きかった。

## 2. モウソウチクにおける稈齢別での指数の季節変動

稈齢別のモウソウチク林の  $VI_{\text{green}}$  と  $\Delta NGB$  の季節変動を図-3 に示す。どちらの指数も 4 月から 5 月の初旬においては偶数年生の値が奇数年生に比べ低い傾向を示したのに対し、5 月中旬から 7 月にかけては偶数年生の値が急激に大きくなり、6 月および 7 月には奇数年生の値と比べても高い値を示した。6 月については稈齢別の値の違いが大きかった。7 月以降は両指数とも値は低下した。

\*1 Kamimura, Y., Kajisa, T. and Teraoka, Y.: Seasonal change in the spectral reflectance of bamboo forests using UAV aerial photographs.

\*2 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Korimoto, Kagoshima 890 - 0065, Japan.

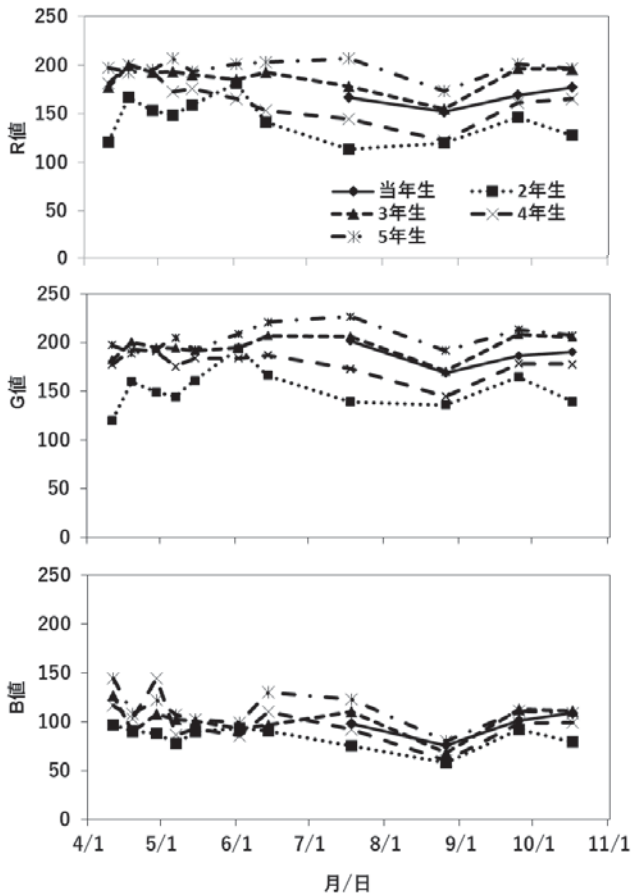


図-1. モウソウチクにおける稈齢別のデジタルカメラデータの季節変動

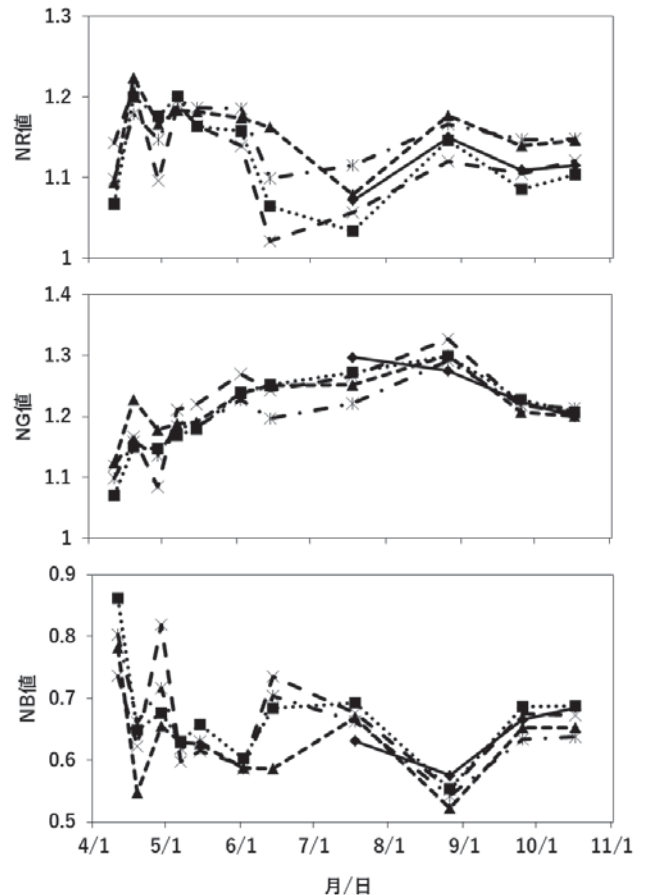


図-2. モウソウチクにおける稈齢別の正規化デジタル値の季節変動 (なお、凡例は図-1と同様)

### 3. 稈齢別の SPAD 値の季節変動

稈齢別の SPAD 値の季節変動を図-4 に示す。奇数年生の葉の SPAD 値は4月から10月の間でほとんど変わらず、30~40を推移していた。一方、偶数年生の葉の SPAD 値は2年生の葉で4月下旬に、4年生の葉で5月上旬に最も小さくなり、その後徐々に値が大きくなり、7月中旬以降は奇数年生の葉の SPAD 値と同様の値を示した。

## IV. 考察

本研究では稈齢別のモウソウチク林の分光反射特性としてデジタルカメラのデジタル値およびこのデジタルデータを相加平均した正規化デジタル値、2つの指数を用いて分析した。

カメラのデジタル値と比較して、正規化値や指数の方が季節変動を強調して表現できる傾向にあった。これは、カメラのデジタル値は日射量や撮影時の方向に因って大きく変動し、3原色それぞれのデジタル値に同様に影響するのに対し、正規化値や指数はその日射量や撮影方向の違いを相加平均値や比を用いることで軽減させるため、デジタル値に比べて季節変動を表現出来たと考えられる。

二つの指数と葉緑素含有量を表す SPAD 値を比較すると、SPAD 値は4月末から5月上旬に偶数年生の葉において値を下

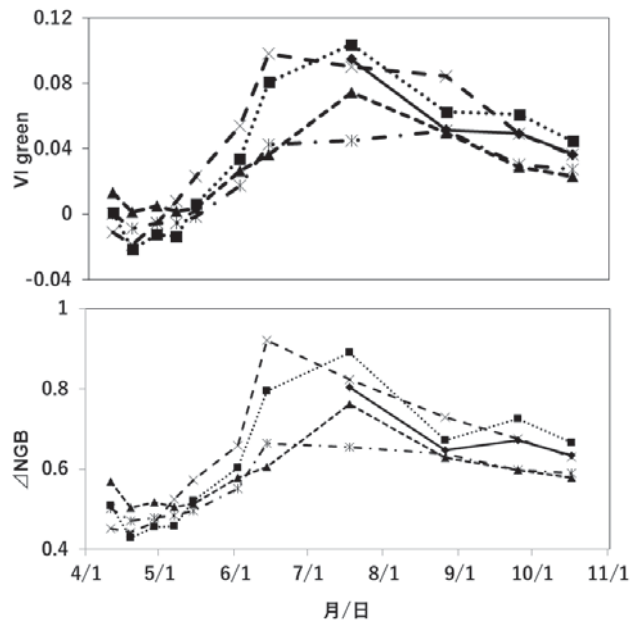


図-3. モウソウチクにおける稈齢別の指数 (VI green,  $\Delta$ NGB) の季節変動 (なお、凡例は図-1と同様)

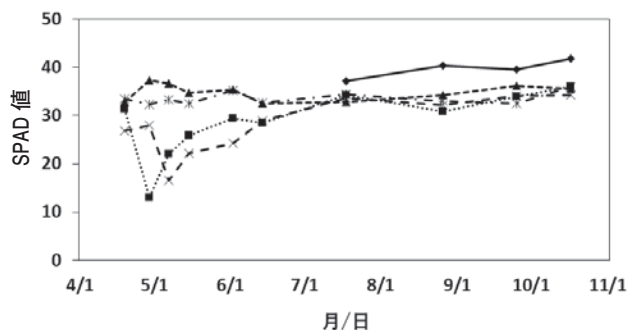


図-4. モウソウチクにおける稈齢別での SPAD 値の季節変動  
(なお、凡例は図-1 と同様)

げており、葉替わり時期を表しているのに対し、指数の方は偶数年生の値が奇数年生の値に比べてやや低い程度であった。一方、展葉期の5月中旬から7月においては、SPAD 値は上昇傾向にあるものの奇数年生と同じ値に7月には戻すのに対し、二つの指数は展葉期にはっきりと偶数年生と奇数年生に違いが見られた。これら二つの指数と SPAD 値の季節変動の違いは、指数は稈の葉群を対象にしているのに対し、SPAD 値は個葉の葉緑素含有量を示していることに起因するものと考えられる。SPAD 値は落葉期、展葉期を除くと偶数年生、奇数年生にかかわらず、ほぼ一定の値を示しており、個葉の葉緑素含有量は落葉期、展葉期のみ、特に落葉期に極端に葉緑素含有量が減少することがわかる。一方、指数の方は落葉期の変動よりも展葉期に急激な値の上昇がみられた。これらは個葉単位で見られた葉緑素含有量の変化だけでなく、葉量や葉の活性度合いとも対応した結果だと考えられた。

## V. おわりに

本研究では、UAV を用いてモウソウチク林の分光反射特性の季節変動を把握した。その結果、偶数年生の葉替わり時期である4月末から6月にかけて、モウソウチク林の葉を撮影したデジタルカメラデータおよびデジタルカメラデータから算出される指数について、偶数年生と奇数年生の間に違いが見られた。これらは葉群内のいくつかの要因に伴う変化だと考えられたが、上空からの撮影によって偶数年生と奇数年生の程の違いがはっきりすることが明らかとなった。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、竹林を調査に利用させていただいた堂込和男氏に厚く御礼申し上げます。本研究は、「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)「ICT を活用した木材 SCM システムの構築」(研究代表者: 仁多見俊夫(東京大学))および薩摩川内市「竹バイオマス産業都市構想事業」の一部として実施したものです。

## 引用文献

- Gitelson AA *et al.* (2002) Remote sens. Env. 80 (1) : 76-87  
 西川僚子ほか (2006) 日林誌 88 (6) : 473-481  
 野中重之 (1993) 富士竹類植物園報告 37 : 60-70  
 小野朗子ほか (2015) 写測とリモセン 54 : 20-31  
 谷垣悠介ほか (2011) 写測とリモセン 50 : 361-366  
 (2016年12月6日受付; 2017年2月3日受理)