

## 速報

リモートセンシングデータおよび地上測定データからみた  
竹林の分光反射特性の季節変動<sup>\*1</sup>西川僚子<sup>\*2</sup>・村上拓彦<sup>\*3</sup>・大槻恭一<sup>\*3</sup>・木村玲二<sup>\*4</sup>・溝上展也<sup>\*3</sup>・吉田茂二郎<sup>\*3</sup>

西川僚子・村上拓彦・大槻恭一・木村玲二・溝上展也・吉田茂二郎：リモートセンシングデータおよび地上測定データからみた竹林の分光反射特性の季節変動 九州森林研究58：119-222, 2005 近年、竹林はその資源利用の低迷に伴う管理放棄の増加により、分布拡大の方向にある。これまで、空中写真を用いた竹林分布の把握やその時系列変化に関する研究がなされてきた。最近では、衛星データを用いた解析も盛んになってきている。一方で衛星データを用いる際、対象物の分光反射特性を把握しておく必要がある。特に、植生は季節によって反射特性が異なるため季節変動の把握が重要となる。季節変動に関する既往の研究は、落葉樹を対象としたものが多く、竹林を扱った例はほとんどない。そこで本研究では、リモートセンシングデータ（SPOT/HRV データ）と地上測定データを用いて竹林の分光反射特性の季節変動を把握した。その結果、竹林は春から夏にかけて Band 3 と NDVI において他の森林タイプと異なる季節変動を示すことが明らかとなった。

キーワード：竹林、分光反射特性、SPOT、季節変動

## I. はじめに

近年、竹林はその資源利用の低迷に伴う管理放棄の増加により分布拡大の方向にある。このような竹林の拡大により、斜面崩壊の危険性や生物多様性の低下が懸念される。これまでに、西日本を中心として空中写真や地形図を用いた竹林分布の把握やその時系列変化に関する研究がなされてきた（鳥居，1998；三宅ほか，2000；大野ほか，2002；西川ほか，2003）。さらに最近では衛星データを用いた解析も行われ始めている（小泉ほか，2003；西川ほか，2004）。

しかし、衛星データを使用する際、対象物の分光反射特性を把握しておく必要がある。特に、植生は季節によって反射特性が異なるためその季節変動を把握することが重要である。季節変動に関する既往の研究は、落葉広葉樹林や針葉樹林に関するものはあるが竹林に関するものはほとんどない。そこで本研究では、竹林の分光反射特性の季節変動を把握することを目的とした。分光特性の把握には衛星リモートセンシング、タワー観測、地上測定によるアプローチが考えられる。タワー観測については設備等の問題から、本研究では衛星リモートセンシングおよび地上測定から分光反射特性を把握することとした。

## II. 対象地および使用データ

対象地は九州大学福岡演習林周辺（福岡県糟屋郡久山町，篠栗町）である。解析に用いた衛星画像は、1997年に観測された九州

北部の SPOT/HRV データ（以下 SPOT データ）8 シーンである。表-1 に SPOT/HRV の観測日を示す。SPOT/HRV の地上分解能は約20m、観測波長帯は Band 1 が500-590nm（可視緑色域）、Band 2 が610-680nm（可視赤色域）、Band 3 が790-890nm（近赤外域）となっている。地上測定は3月～10月にかけて福岡演習林内において野外分光放射計 Field Spec Pro FR（Analytical Spectral Devices 社，米国）を使用して行った。測定波長帯は350-2500nm、太陽光を光源として晴天日の午前11時頃にモウソウチク（*Phyllostachys pubescens*）、マテバシイ（*Lithocarpus edulis*）、スギ（*Cryptomeria japonica*）、ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）についてそれぞれ複葉の反射を測定した。モウソウチクとマテバシイについては新葉と旧葉を区別して測定した。表-2 に地上測定日を示す。

表-1. SPOT/HRV データ

Observation Date	Day of the Year
1997/01/17	17
1997/03/05	64
1997/04/26	116
1997/05/27	147
1997/06/17	168
1997/07/23	204
1997/10/25	298
1997/12/05	339

表-2. 地上測定日

Measurement Date	Day of the Year
2004/03/24	84
2004/04/21	112
2004/05/06	127
2004/05/18	139
2004/07/09	191
2004/08/21	234
2004/09/18	262
2004/10/01	275

<sup>\*1</sup> Nishikawa, R., Murakami, T., Otsuki, K., Kimura, R., Mizoue, N., and Yoshida, S.: Seasonal variation in the spectral reflectance of bamboo using remote sensing data and field measurement data

<sup>\*2</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Environ. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

<sup>\*3</sup> 九州大学農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

<sup>\*4</sup> 鳥取大学乾燥地研究センター Arid Land Research Center Tottori Univ., Tottori 680-0001

### Ⅲ. 解析方法

#### 1. SPOT データ

前処理として SPOT データを ERDAS IMAGINE 8.7 (LGGM 社, 米国) を用いて幾何補正を行った。その際, 国土地理院発行の数値地図25000 (地図画像) と数値地図50mメッシュ (標高) を使用した。次に, 季節間の比較が行えるように大気補正を行った。具体的には ERDAS IMAGINE のオプションモジュールである ATCOR 2 を使用して衛星データのデジタルナンバーを反射率に変換した。さらに, 地形の影響による分光反射の低下を避けるため, 太陽入射角の余弦である  $\cos i$  を算出し,  $\cos i$  が 0.6 以下の場所を解析対象地から除外した。以上の処理を行った SPOT データから竹林, 広葉樹林, スギ人工林, ヒノキ人工林のそれぞれについてサンプルの取得を行った。サンプルエリアの設定には参照データとして 2002 年 5 月に観測された九州大学福岡演習林周辺の QUICK BIRD を使用し, 2004 年 5 月に現地確認も行った。

#### 2. 地上測定データ

地上測定した複葉の反射値は, 同時に測定した標準白色板を基準として分光反射率に補正した。今回はリモートセンシングデー

タとの比較を行うために, SPOT / HRV の各バンドに相当する波長帯の反射率を抜き出して平均した。

各データについて各波長帯の反射率や NDVI から季節変動の把握を行った。

### Ⅳ. 結果

#### 1. SPOT データの季節変動

Band 1 (可視緑色域) (図-1) は, 全ての季節と森林タイプで反射率が 0.15 以下と低くなっており, 森林タイプ間の差はみられなかった。Band 2 (可視赤色域) (図-2) も 0.1 以下と低い値をとったが, 広葉樹林で 1 月~3 月にばらつきがみられた。Band 3 (近赤外域) (図-3) は, スギ人工林とヒノキ人工林では年間を通してほぼ一定であった。全ての森林タイプで 4 月に反射率の落ち込みが見られた。竹林は 4 月に急激に落ち込んだ後 6 月まで上昇を続けた。広葉樹林は 4 月に落ち込んだ後 5 月で上昇は止まった。NDVI (図-4) はスギ人工林, ヒノキ人工林では 3 月~10 月の間ほぼ一定で, 1 月と 12 月において最も高い値を示した。竹林は 4 月の落ち込みの後, 7 月まで上昇した。広葉樹林は落葉

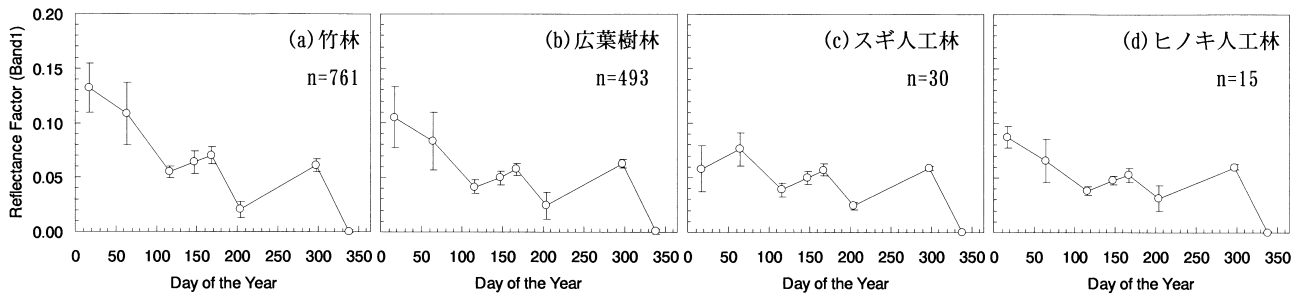


図-1. SPOT データ Band 1 の反射率の年間プロフィール (n = サンプルピクセル数)

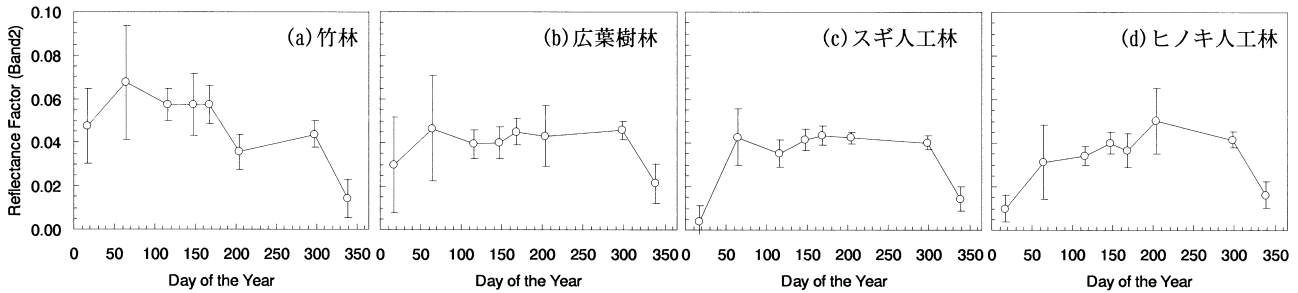


図-2. SPOT データ Band 2 の反射率の年間プロフィール

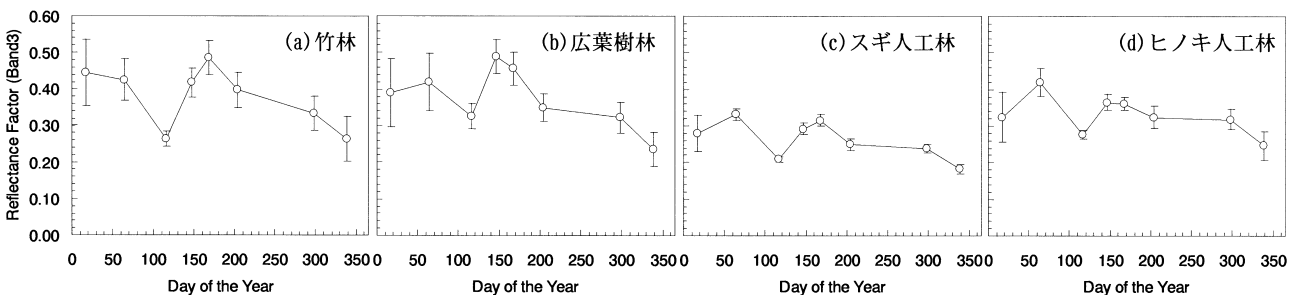


図-3. SPOT データ Band 3 の反射率の年間プロフィール

期である12月～3月にばらつきがみられた。

## 2. 地上測定データの季節変動

Band 1 (図-5) と Band 2 (図-6) はほぼ同様の傾向を示し、いずれも反射率0.2以下と妥当な値をとった。しかし、4月のモウソウチク旧葉 (old) においては0.3を超える高い値を示し

た。これは、このときのサンプルが黄色を呈していたためと考えられる。一方、スギとヒノキではデータは少ないがほとんど変動は見られなかった。Band 3 (図-7) はモウソウチクとマテバシイで5月に一度落ち込みが見られたが、モウソウチクはその回復していた。マテバシイは旧葉より新葉の反射率が高い傾向に

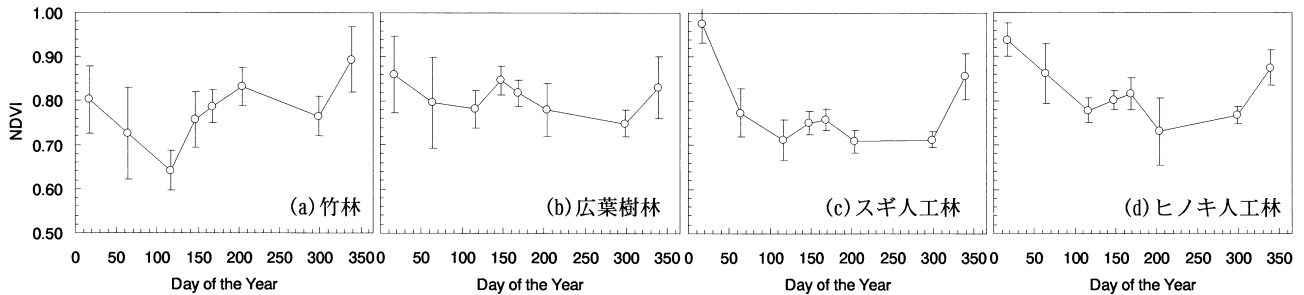


図-4. SPOT データの NDVI の年間プロフィール

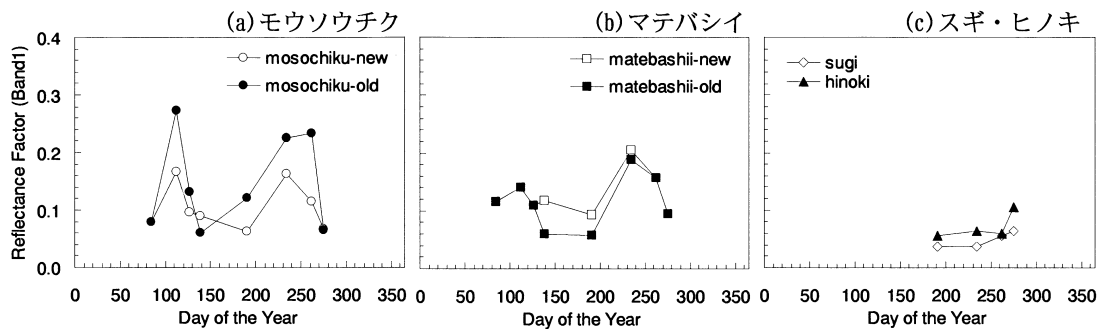


図-5. 地上測定データ Band 1 の反射率の年間プロフィール (new = 新葉, old = 旧葉)

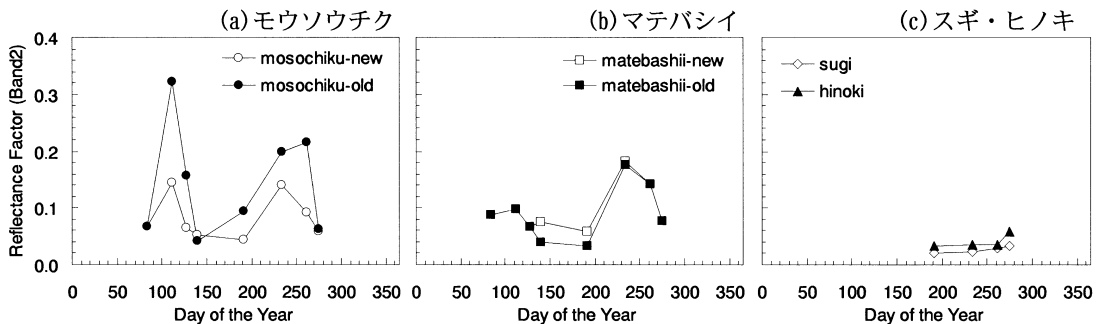


図-6. 地上測定データ Band 2 の反射率の年間プロフィール (new = 新葉, old = 旧葉)

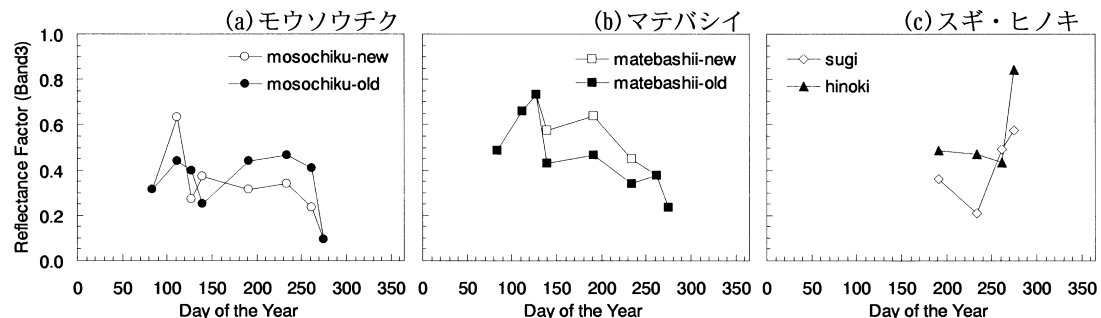


図-7. 地上測定データ Band 3 の反射率の年間プロフィール (new = 新葉, old = 旧葉)

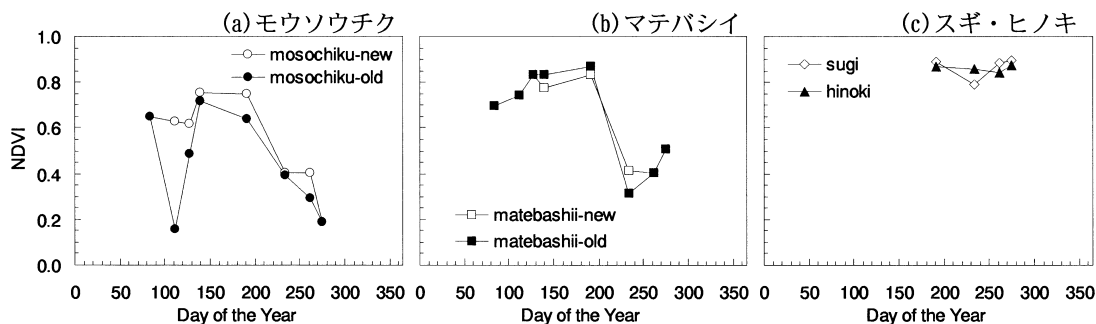


図-8. 地上測定データのNDVIの年間プロファイル (new = 新葉, old = 旧葉)

あった。NDVI (図-8) はモウソウチクとマテバシイで5月～7月にかけて高い値を示し、その後次第に低くなった。マテバシイは旧葉と新葉でほとんど違いはないが、モウソウチクは旧葉より新葉がやや高い傾向がみられた。

## V. 考察

SPOT データおよび地上測定データの共通点として4月～5月の竹林とモウソウチクのNDVIに同様の上昇傾向が見られた。野中・佐々木 (1989) がモウソウチクのクロロフィル濃度の季節変動を調べた結果、4月下旬に最低値を示したあと5月下旬にかけて上昇したことから、反射率の季節変動に少なくともクロロフィル濃度の変化が反映されていると考えられる。一方相違点として、地上測定データのモウソウチクは7月上旬で下降傾向にあるのに対し、SPOT データの竹林は7月下旬までNDVIの上昇が見られた。これに関して、竹林特有の現象である葉替わり (青木, 1987) と関係する2つの要因が考えられる。1つは新葉の割合が増加すること、もう1つは葉量が増加することである。旧葉に比べて新葉のNDVIが高いこととNDVIとLAIには有意な相関関係が認められていることから、SPOT データのNDVIの季節変動はこのような竹林の葉替わりを反映したものであろう。

## VI. おわりに

本研究では竹林における分光反射特性の季節変動を把握した。

その結果、SPOT データと地上測定データには共通点と相違点が見られた。SPOT データにおいて春から夏にかけて竹林が他の森林タイプとは異なる季節変動を示すことが明らかとなった。特にBand 3とNDVIでその変動が顕著であった。これには竹林の葉替わりが大きく関係していると考えられる。今後、冬期の地上測定データを追加して一年を通した変動を明らかにする予定である。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたって、九州大学工学研究院環境都市部門環境制御工学研究室の島岡隆行博士、中山裕文博士には、Field Spec Proの使用に関し多大な便宜を図って頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- 青木尊重 (1987) 日本産主要竹類の研究, 424pp, 葦書房, 福岡.
- 小泉圭吾ほか (2003) 写測とりモセン 42 (6): 42-51.
- 三宅 尚ほか (2000) Hikobia 13: 241-252.
- 西川僚子ほか (2003) 日林学術講 634.
- 西川僚子ほか (2004) 日林学術講 573.
- 野中重之・佐々木重行 (1989) Bamboo Journal 7: 5-10.
- 大野朋子ほか (2002) ランドスケープ研究 65: 603-608.
- 鳥居厚志 (1998) 日本生態学会誌 48: 37-47.

(2004年11月5日 受付: 2005年1月7日 受理)