



Title	樹木フェノロジーの解析I: 画像解析による数値化の試み
Author(s)	市川, 一; 市川, 春矢; 麻木, 勝美; 大森, 正明; 高橋, 廣行; 野田, 真人
Citation	北海道大学演習林試験年報, 14, 46-49
Issue Date	1996-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/73235
Type	bulletin (article)
File Information	1995_1A-12.pdf



[Instructions for use](#)

I A-12 樹木フェノロジーの解析 I

— 画像解析による数値化の試み —

雨龍地方演習林 市 川 一
市 川 春 矢
麻 木 勝 美
大 森 正 明
高 橋 廣 行
野 田 真 人

はじめに

フェノロジー（植物季節）が、気象、生物、地球環境と、深く関係していることは知られている。フェノロジー調査は、全国的なネットワーク情報が必要なことから、全国の大学演習林で、観測が進められている。広い森林を持つ大学演習林は、北は北海道から、南は沖縄までと全国的に点在しており、空間及び組織的に、フェノロジー観測の上での条件的な利点を備えている。

全国大学演習林で定めているフェノロジーの一般的な調査としては、質的な基準の六項目と、量的な基準の七項目からなる評価の方法¹⁾が提案されている。

しかし、この評価方法は、観測者の主観的な判断が大きく影響するため、熟練と経験が必要になる。そこで、精度と経験を高めるため雨龍地方演習林では、ペアーを組んで2年間の観測を実行してきた。しかし問題点として、天候などの外的環境の変化（太陽光の入射角、晴、曇、雨天など）により、観測者間で異なる判定になることがしばしば生じる。さらに観測を継続的に実行するには、経験者や熟練者の休暇時の観測体制も考えなければならないことが挙げられる。

これらの問題解決の一方法として、筆者たちは、客観的な評価基準の知見を得る目的で、供試木のカラー画像（映像）を使い、画像解析による数値化の方法を試みた。本報告は、フェノロジー観測の数値化までの過程に生じた問題点と、その改善法について紹介する。

1. 観測と解析法

フェノロジー観測の対象木は、1994年から実習林林道（雨龍地方演習林416林班）沿いのミズナラ4本、ハリギリ3本、ホウノキ2本、ヤチダモ1本と、作業所敷地内のシラカンバ2本の5樹種12個体である。本林では、全国大学演習林で提案された方法に加えて、カラーズライド撮影による定時観測（1回/週）、ビデオによる連続撮影（2時間/日）の3つの方法が行われている（表-1）。

これらの3方法のうち、カラーズライド撮影によるミズナラとヤチダモの2樹種の結果について数値化の解析を行った。

表-1 雨龍地方演習林で実施しているフェノロジー観測

観測方法	観測開始	観測頻度
1 大学演習林の評価方法	1994年	1週間に1度
2 スライドによる撮影	〃	〃
3. 葉緑素計による測定	1995年	〃

解析には、撮影期間1994年5月26日～11月7日までのカラースライドを用いた。数値化までの手順を図-1に示す。まずコンピューター処理ができるようにカラースライドで撮影した画像を、フォトCD画像に変換する。次に、フォトCD画像の斜線部分をRGB（赤、緑、青）とCMYK（青緑、赤紫、黄、黒）の2つの方法に色分解する（注1）。これらの色分解の解析ソフトウェアは、Adobe Photoshop3.0J（アドビシステムズ社）と、NIHImage1.55²⁾を用いた。

フェノロジーの色変化を示す客観的な指標となる標準値の導出方法が確立されていない現在の段階では、色変化の指標として、1995年7月から測定を始めたシラカンバの葉緑素計（ミノルタ社：SPAD-502型）によるSPAD値（1回/週）を用いた（注2）。このSPAD値を用いた目的は、RGB、CMYKの各色の中で、どの色の組み合わせが葉緑素計のSPAD値と、同じ傾向を示すかと言うことを対比することである。さらに天候の変化により生じる明暗の影響を補正する方法として、各色の明るさの比を用いて軽減を行った。各色の比の組み合わせは、RGBが6組、CMYKが12組である。

2. 結 果

観測開始日からの日数を横軸に、各色の画素の平均の明るさを縦軸にとり、ミズナラとヤチダモのカラー画像をRGBの各色で表すと、図-2のようになった。画素の平均の明るさが大きく振幅している箇所は著しい天候の変化の日を表している。高いピークが晴天時、低いピークが曇、雨天時に同調している。

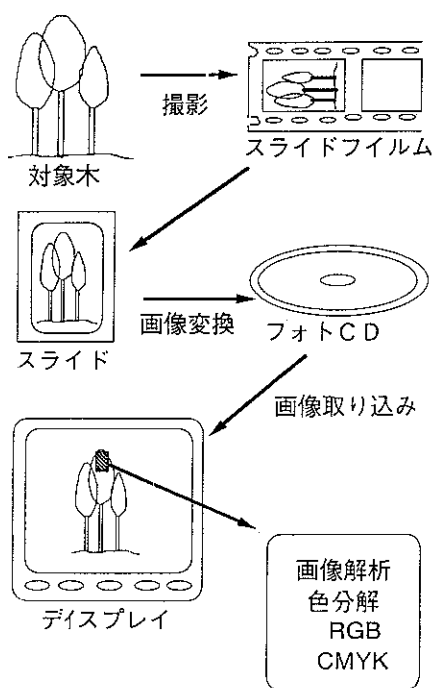


図-1 カラースライドから色分解までの解析手順

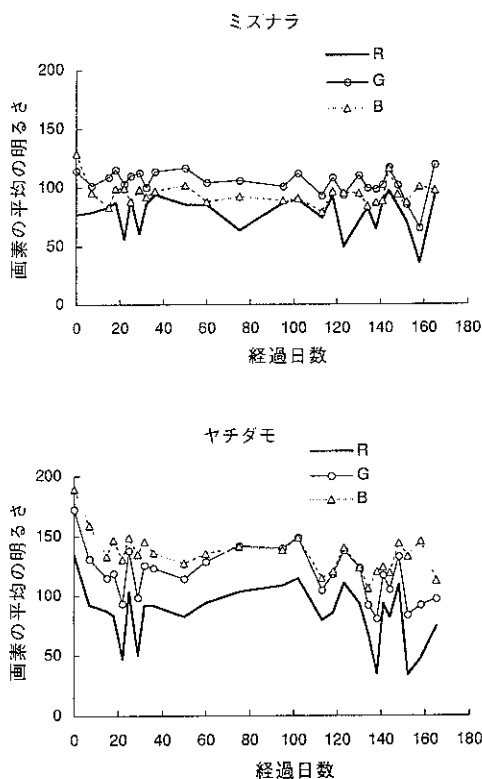


図-2 RGBで色分解した画素の平均の明るさと経過日数
(上：ミズナラ・下：ヤチダモ)

同様に、観測開始日からの日数を横軸に、各色の画素の平均の明るさを縦軸にとり、ミズナラとヤチダモのカラー画像をCMYKの各色で表すと、図-3のようになった。RGBの色分解と同様に、天候による影響が画素の平均の明るさの変化として顕著に表れている。RGB及びCMYKの変化を表した中で、天候による影響が最も小さく表れたのはM色とY色であった。天候による明暗を補正するため、ミズナラとヤチダモのM/Y比の平均の明るさを黒点でプロットすると、図-4のようになる。この黒点を最小自乗法による3次多項式で近似をすると、実線で示す山型の近以曲線が得られた。近似式から、ミズナラの極大値を求めると8月14日になり、同様にヤチダモの極大値は8月19日が算出された。

客観的な指標の標準値として用いたカンバの葉緑素計（30枚の平均）のSPAD値を示すと、図-5の黒点で表される。3次多項式による近似をすると、実線の山型になり極大値は8月11日が算出された。以上の結果をまとめると、次の四つの事柄になる。

- ① RGBの色分解情報では、明るさの変化が明瞭に現れなかった。
- ② 色分解のうち、写真撮影時による天候の影響が最も小さく現れたのはM色とY色であった。
- ③ CMYKの色分解情報のうち、M/Y比の極大値が8月中旬に現れた。
- ④ M/Y比は、葉緑素計のSPAD値と同様の傾向をもち、葉緑素の変化を現す可能性が示唆される。

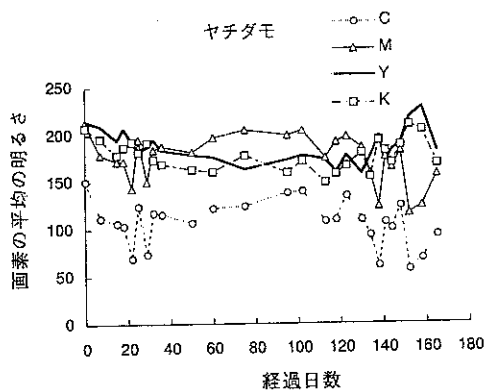
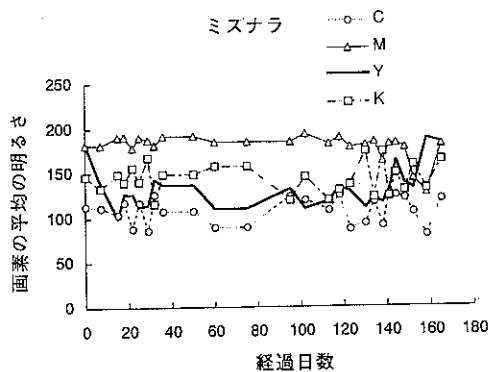


図-3 CMYKで色分解した画素の平均の明るさと経過日数
(上：ミズナラ・下：ヤチダモ)

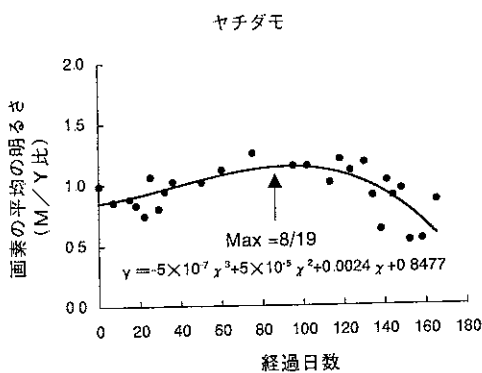
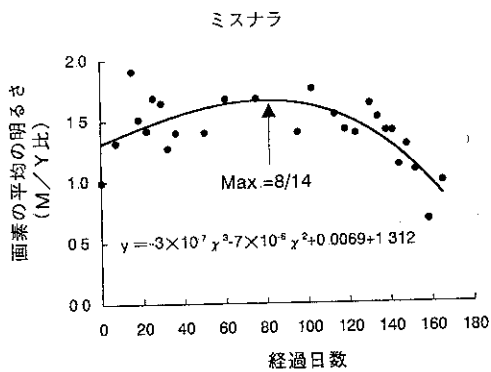


図-4 M/Y比の画素の平均の明るさと経過日数の関係、および3次多項式による近以曲線
(上：ミズナラ・下：ヤチダモ)

おわりに

天候の影響を補正するためには、M/Y比を求めることにより、若干補正されることが②から判明したが、さらに向上させるには、対象木の撮影条件（露出・ピント・カメラアングル・倍率）を厳密に調整することが必要であろう。特に、撮影時間の違いにより生じる太陽光の影響は、入射角や方向などの撮影条件を、考慮しなければならないことが判明した。

また、③の極大値については、同一樹種による多数の個体間の解析を進めることにより、解析精度の向上が期待される。今後は、映像情報から得られた問題点などを改良し、解析を進めて行く予定である。なお、ビデオによる連続撮影を2年間実施してきたが、ビデオの解像度が低く、筆者等に低解像度の解析技術をもたないため見送った。しかし、この撮影は、今後も続けて行く予定である。

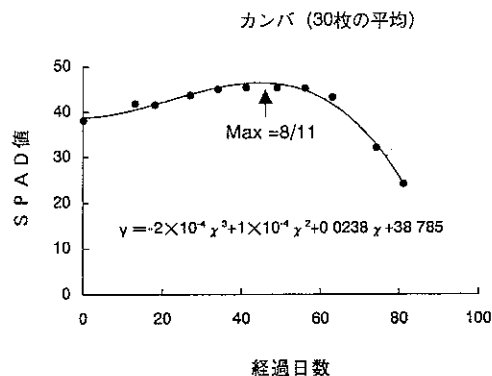


図-5 シラカンバ (30枚) のSPAD値の変化と経過日数の関係、および3次多項式による近以曲線
(上: ミズナラ・下: ヤチダモ)

注1) RGBの色分解とは、カラー画像情報のR: Red (赤)とG: Green (緑)とB: Blue (青)の光の三原色の明るさに分解する方法である。CMYKの色分解とは、C: Cyan (青緑)とM: Magenta (赤紫)とY: Yellow (黄)とK: Black (黒)の、4色の明るさに分解する方法である。一般にRGBは光の合成などに、CMYKは印刷色に用いられることが多い。

注2) 農林水産省農委園芸局農産課の植付前土壌等診断機器実用化事業 (Soil & Plant Analyzer Development 略称 SPAD) に関連して、ミノルタが開発した葉緑素の測定法である。そのSPAD値は、近赤外 (NIR: ピーク波長650nm) 領域と、赤外 (IR: ピーク波長940nm) 領域の比の対数をとって40倍したものとして、定義されている。

$$SPAD = 40 \log = \frac{NIR (650nm)}{IR (940nm)}$$

引用文献

- 1) 渡辺定元編 (1993) : 森林地域の酸性雨等地球環境モニタリング調査要領, 全国大学演習林協議会 39pp
- 2) 沼原利彦・小島清嗣編 (1995) : 医学・生物のための画像解析ハンドブック実践 NIHImage 講座, 羊土社 156pp