



Title	樹木フェノロジー写真の解析II.: 画像解析から見た撮影方法の改善の試み
Author(s)	野田, 真人; 奥田, 篤志; 山ノ内, 誠; 市川, 一; 大森, 正明; 浪花, 愛子
Citation	北海道大学演習林試験年報, 16, 35-39
Issue Date	1998-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/73265
Type	bulletin (article)
File Information	1997_1B-3.pdf



[Instructions for use](#)

I B - 3 樹木フェノロジー写真の解析 II. —画像解析から見た撮影方法の改善の試み—

中川地方演習林	野 田 真 人
	奥 田 篤 志
	山ノ内 誠
雨龍地方演習林	市 川 一
	大 森 正 明
演習林技術部	浪 花 愛 子

はじめに

樹木フェノロジー観測（以下フェノロジーと略す）は、全国的なネットワークのもとに情報を収集することが重要なことから、全国の大学演習林で調査が進められてきた。大学演習林は、北海道から沖縄まで広い地域に位置することと技術組織をもつことから継続的に観測できる有利な条件を備えている。

全国大学演習林で定めている葉の季節的なフェノロジー情報の指標として、質的な基準の6レベルと、量的な基準の7レベルからなる評価法（1）が提案されている。北海道大学の各地方演習林では、1994年からこの評価法に沿った観測が行われ、樹冠のカラーズライド写真（以下スライドと略す）による撮影も同時に行われてきた。このうちスライドによる撮影は比較的簡便なため多くの地方演習林で実施されてきた。ところが地方林では、フェノロジー観測のスライドの数も膨大になり、取りまとめの方法が検討されてきた。それと並行して、将来の利用にも耐えうるフェノロジー情報の撮影条件などを論議してきた。

本報告では、雨龍地方演習林のフェノロジー観測スライドを用いて、RGB（赤・緑・青）に色分解して数値化する試行と画像解析から見た撮影方法の改善の効果とその問題点についての概要を報告する。

観測と解析法

フェノロジーの観測は、目視に頼らざるを得ない部分が多く、観測者の主観的な判断が観測値に大きく影響する。そのため、この観測に熟知した経験者が必要になる。雨龍地方演習林では、技術の習得と技術者の養成を目的にペアーを組んで観測を行ってきた。昨年度から、スライドによる情報は数値化させることにより客観的な評価が得られる一方法として位置づけてきた（2）。

雨龍地方演習林のフェノロジーの観測木は、実習林林道（416林班）沿いで1994年から始められ、1997年に一部が見直された。現在観測している対象木はミズナラ4本、ハリギリ3本、ホウノキ3本、ヤチダモ2本の4樹種12個体である。カメラ（CANON社：EOS750QD型自動露出）による定時撮影は、展開の早い春・秋季が2回/週、変化の遅い夏季が1回/2週の頻度で行っている（2）。本報告のスライドによる数値化の解析は、ミズナラ2個体についてのみ行った。SPAD葉緑素計（ミノルタ社：SPAD-502型）の観測は、このミズナラ2個体に隣接する個体を合わせた3個体で行われた。

解析に用いたカラーズライド（Sensia100：富士フィルム社）は、1997年7月11日～10月9日までの期間に撮影したものである。撮影から数値化までの手順の概要を図-1に示す。撮影したカラーズライドのアナログ画像からコンピュータ処理のできるデジタル画像への変換はフィ

ルムスキャナー（ニコン社：COOLSCAN II型）を使った。デジタル化されたカラー情報は画像処理の過程でRGBの256階調に色分解される。解析ソフトウェアは、色分解にAdobe Photoshop 4.0J（アドビ システムズ社）と、数値化にNIH Image 1.56（3）を用いた。

葉の色変化は、葉緑素の分解によって紅色、黄色化する現象である。したがって葉の色画像の解析を行うには葉緑素量の変化とスライドから色分解された数値と同調性をもっていることが重要なポイントになる。今のところ、枝に着葉したまま葉緑素量を測ることが困難なため、その指標として代用した値は、葉緑素量を近似すると言われているSPAD値を用いた(2)。SPAD値が葉緑素量を近似するとなれば、SPAD値とRGBの各色の中でどの色の組み合わせが同調性を示すかと言う最適な条件を見つけることが課題になる。SPAD値は、個体から30枚の葉を選定し識別番号をつけ、その平均値を採用した。何らかの理由で選定した葉が無くなったときは、つねに30枚の葉の平均値になるように、代わりの葉を新たに選定した。

さらに天候（晴天・雨天・曇天）の違いから生じる日照光度の変化によるフィルム上のRGBの明度補正は、ホワイトバランスと呼ばれる方法を利用した。本報告のホワイトバランスには、供試木の樹冠撮影時に白い布がいつもフィルムに写るように撮影し、白い布のRGB明度がどの撮影条件下でも同じ値が得られるように調整する画像処理を行った。

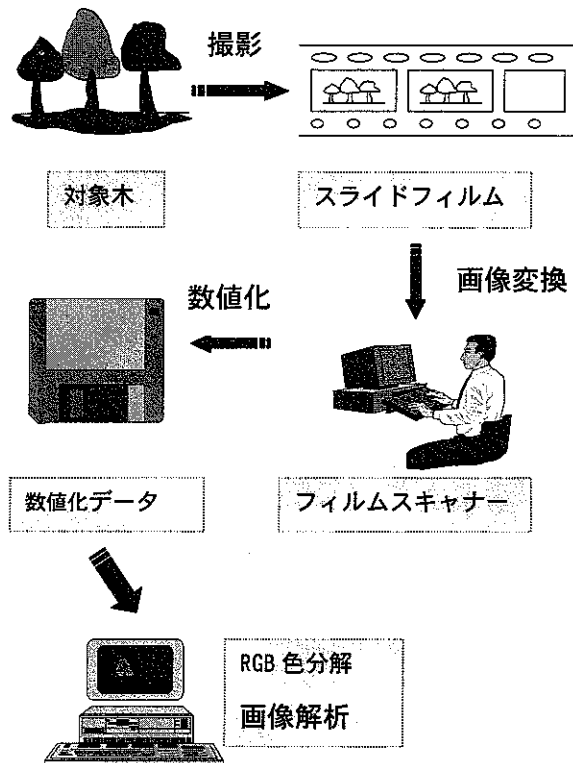


図-1. カラースライドから色分解までの解析方法

結 果

1. 白い布による明度補正

スライド上に写っている白い布が、天候の違いによる照度の変化によって、どの程度の明度差が生じるかを調べた。明度はスライドから得たRGB画素の平均の明るさで表わすことにする。観測開始日(7月11日)から終了日(10月9日)の日数は90日間であった。白い布部分の画素の平均の明るさは、RGB256階調の各色で表すと、図-2(ミズナラ1)、図-3(ミズナラ2)のようになった。同一の白い布にも関わらず撮影日により、画素の平均の明るさが上下に大きく変化していることが図から分かる。画素の平均の明るさは、小さなピークが曇、雨天時、大きなピークが晴天時の天候に同調しているが、最大で15倍の差があった。

2 SPAD値

葉の色変化の客観的な指標値として用いたミズナラ2個体の葉緑素計のSPAD値を図-4に示す。当然のことながら、2個体のSPAD値の変化は、80日目頃から急激に低下し、一旦最低値を示すが、紅葉の終期に僅かばかりであるが再び上昇する傾向が双方に見られた。

3. RGBの明度補正

1) 観測開始日からの日数を横軸に各RGB画素の平均の明るさを縦軸にとり、各ミズナラの葉のスライドをRGB256階調に色分解した(図-6、図-7)。画素の平均の明るさが大きく振幅している箇所は、白い布の明度でも見られた晴天や曇天の影響による照度変化の大きな日に当たる。

2) 白い布部分から得られた明度の値を用いて、図-6、図-7で得られたRGBの各明度を補正した結果とSPAD値の曲線を図-8と図-9に示す。RGBのなかでG(緑)画素が最もSPAD値に近い値として得られた。G画素の値とSPAD値の関係式は、ミズナラから得られたG(緑)画素の時系列を G_i 、白い布のG(緑)画素の時系列を W_i 、補正値を C_i とすると、

$$C_i = G_i - 0.3W_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n$$

となった。

以上の結果は、次の4つにまとめられる。

- ① 天候の違いによる白い布の画素の平均の明るさは極大と極小値の差が約15倍ある。
- ② ミズナラ2個体(図-4)間のSPAD値の時間的な変化では、同調しているように見える。一方、3個体(図-5)の変化を詳細に見ると、個体により曲線の傾き(12日目、56日目、77日目など)に僅かばかりの反転の傾向が見られる。全体的には、観測開始日以降3個体とも、同じような季節的な変化の傾向を示した。
- ③ RGBの明度補正を行う前の図-6、図-7では、画素の平均の明るさの曲線に天候の差と見られる凸凹が現れている。
- ④ ホワイトバランスによる補正を行った図-8、図-9では、画素の平均の明るさの曲線が平坦になって改善されている。

考 察

1. 白い布の色補正

葉の色変化をスライドから得るには、季節や時間、天候などの違いによる照度の影響を現れな

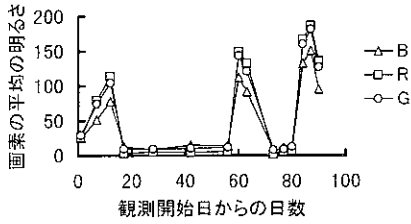


図-2 白い布部分の観測開始日からの日数と画素の平均の明るさ (ミズナラ1)

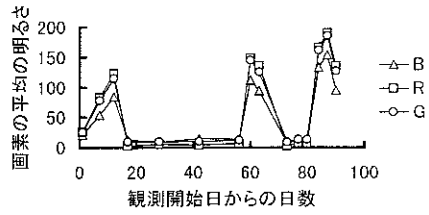


図-3 白い布部分の観測開始日からの日数と画素の平均の明るさ (ミズナラ2)

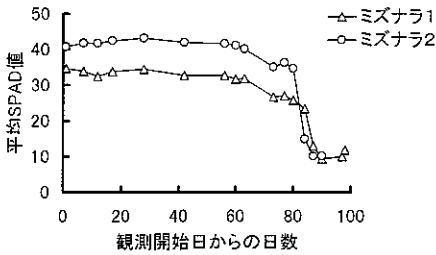


図-4 葉緑素計によるミズナラ (2 個体) の観測開始日からの日数と平均SPAD値

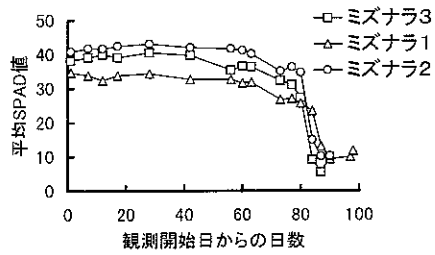


図-5 葉緑素計によるミズナラ (3 個体) の観測開始日からの日数と平均SPAD値

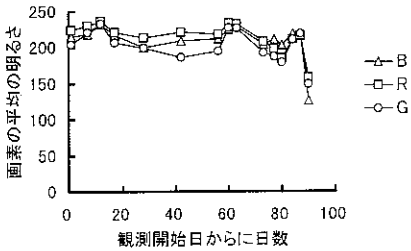


図-6 RGB (ミズナラ1)の観測開始日からの日数と画素の平均の明るさ(未処理)

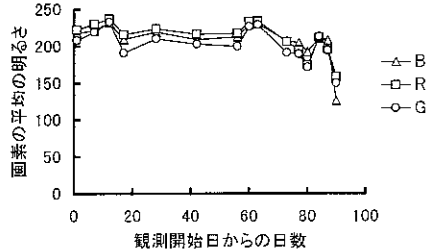


図-7 RGB (ミズナラ2)の観測開始日からの日数と画素の平均の明るさ(未処理)

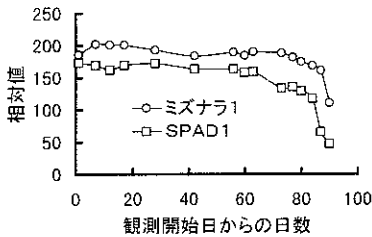


図-8 ホワイトバランスによる補正後のG (緑) 画素とSPAD値の比較

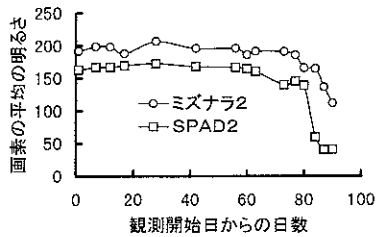


図-9 ホワイトバランスによる補正後のG (緑) 画素とSPAD値の比較

いようにすることが望ましい。白い布を日照の色調補正に使うホワイトバランスは、色調の自動補正が使われる以前のビデオカメラなどで使われていた方法である。今回使用した全自動式のカメラを使っても、天候が異なる条件で同一の白い布を撮影した結果では、画素の平均の明るさが15倍も異なる値になった。この異なる値は、カメラやレンズおよび撮影環境の違いにより生じてくるもので、全自動式と言えども補正できないことが判明した。フェノロジー観測による画像処理を使うには、色変化の少ない白い布などの被写体を同時に撮影することが、当面有効な方法であると思われる。

しかし、定期的な撮影に白い布を同時に撮影するには、撮影者と布を掲げる人が必要になり、他の作業との絡みもあり、季節的に困難なケースがあった。雨龍演習林における昨年の例では、開花時期から6月末日まで2回の撮影しかできなかった。今後、白い布を掲げる固定の掲揚ポールを設置や白い布の代わりに白い樹脂製のキャップをレンズの前に装着する初期のビデオカメラの補正方法を検討してみる予定である。

2. SPAD値

ミズナラ3個体の観測点が数百mと互いに近い距離にも関わらず、SPAD値の個体差は、最高値が9月12日の約27%、面積比にして約20%であった。個体差が20%も生じたことから信頼性をもつSPAD値を得るには、当然のことながら多くの個体数から求めた平均値を得る努力が必要であった。

紅葉終期に減少したSPAD値が共通して再上昇する共通の傾向は、SPAD葉緑素計の機器特性とも考えられるが明らかでない。次回は分光光度計を使って葉緑素量(chlorophyll)の吸光度を測定して対比して確認したい。

おわりに

得られたRGBによる明度補正の関係式は、単にSPAD値と白布の各RGB値を補正項に用いて求められた一次式である。この関係式は、カメラの機種や構造が違えば、異なることも明らかである。普遍的な関係式を求めるためには、撮影に用いるカメラや撮影の条件を明確に比較できる手動式で検証する必要がある。さらに、解析精度を上げるため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なども必要であろう。特に、撮影時間や季節の違いにより生じる太陽光の影響は、白い布だけで改善されるものではなく、入射角や方向などの撮影条件をさらに詳細に検討しなければならない。

最後に、経験者や熟練者の主観的な判断に委ねる項目が多いフェノロジー観測は観測者の休暇時のサポート体制を解決しなければならない問題を含んでいる。観測を担う地方演習林はどのように組織体制を改善すれば長期にわたって継続的に欠測の生じないデータが得られるか後継者の育成も含め検討しなければならない。

引用文献

- (1) 渡辺定元編（1993年）：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) 市川 一 他(1996)：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－、北大演習年報、14、46－49
- (3) 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 NIH Image 講座、羊土社 156pp