

## 第5講：樹木とその周囲環境の測定法（その1）

今回と次回は樹木とその周囲環境の測定法について、伝統的なアナログな方法からデジタル機器を使用する方法まで色々と紹介する。今回は樹高測定法と葉面積測定法について、また、葉面積を測定するにあたって知っておきたいパソコンの画像フォーマットについて概説する。最後に、実際スキャナを使って葉面積を測定してみる。

### 1. 樹高測定法

野外で樹木に関する研究を行う場合、対象とする個体の基礎情報として胸高直径や樹高等を測定する必要がある。また、このようなサイズを測ること自体が目的となっている研究もある。ただ、こうした研究を記述した論文でその測定方法まで書いてあることはあまりない。

樹高の測定法は、幹に沿って竿を伸ばして測る、距離と角度から計算する、レーザーで測定する等いろいろある。1本だけ測るならどんな方法でも構わないのだが、見通しの悪い林内で数をこなさなければならない場合などは、効率的な方法を検討する必要がある。

#### 1.1 検測竿

目盛がついた竿を幹に沿って伸ばし、樹の先端まで達したら目盛を読みとる。伸びるとなると重いので、数をこなすのは疲れる。閉鎖した林冠下などで樹の先端が見えにくい場合は、二人一組で一人が離れた場所から先端を見ることもある。信頼はできるが長さに限界がある。樹高 12m ぐらいまでは有効。

#### 1.2 ブルメライス

視準点から対象木の胸高位置までの斜距離を巻尺で測ったあと、樹頂・地際位置の見通し角度を測ると、内蔵されている光学式の距離計で樹高が換算される。検測竿で測定できないような高木も測定可能。但し、角度の測定には熟練が必要。

#### 1.3 レーザーレンジファインダー

水平距離・斜距離のみ測定可能なもの、距離に加え樹高や高度角も測定可能なもの、方位も測定可能なものなど、色々なタイプがある。レーザーがどこに当たっているかわからない場合は、反射鏡を併用する。見通しがよい場合は非常に有効。方位も測定可能なタイプは高価で重い、プロット設定の際には非常に便利である。データロガー機能がついているタイプもある。

## 2. 葉面積測定法

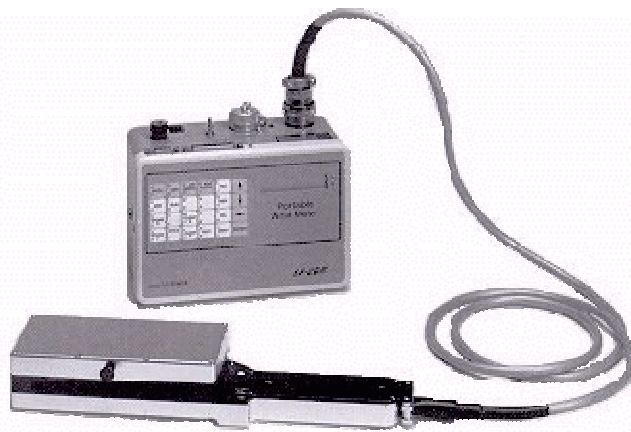
葉面積の測定方法は大別すると、直接面積を測る方法と、他の要素から推定する方法に分けられる。前者は更に、葉を採取してきて室内で葉面積計などを使用する破壊的な方法と、現地で葉をむしらずにデジタルカメラで写真を撮るなどの非破壊的な方法に分けられる。樹高の測定と同様、状況に応じて方法を使い分ける必要がある。

### 2.1 自動葉面積計

自動葉面積計は、光電管とベルトコンベアによって面積を測定する。その場ですぐ値が出るので便利。伝統的な方法だが、機械自体は非常に高価。携帯できるタイプもあるが、使い勝手はあまりよくない。



卓上型葉面積計



携帯型葉面積計

### 2.2 コピー スキャン Scion Image

採取してきた葉を文字通りコピーする。コピーした後スキャナでパソコンに取り込み、フリーウェアの Scion Image で面積を測定する。

スキャナでパソコンに画像を取り込む際には、読み取り階調と解像度に注意する。スキャナのカタログを見ていると、「RGB 各色 16bit 入出力」などと書いてあるが、これが階調である。1bit は 0 か 1 のデータであり、これが 8 個で 8bit = 1byte となる。8bit で表現できる階調は、00000000、00000001、00000010、00000011、・・・、11111110、11111111、つまり 2 の 8 乗で 256 階調となる。同様に

$$2\text{byte} = 16\text{bit} = 65,536 \text{ 階調}$$

$$3\text{byte} = 24\text{bit} = 16,777,216 \text{ 階調}$$

となる。「RGB 各色 16bit 入出力」というのは、光の 3 原色赤 (Red) 緑 (Green) 青 (Blue) それぞれについて、65,536 階調で入出力可能ということである。葉をスキャンしてその面積を測定する場合には、カラーである必要はないので、256 階調 (8bit) のグレースケールでスキャンする。グレースケールというのはコンピュータ上での色の表現方法の一つで、画像を白から黒までの明暗だけで表現し、灰色を何階調で表現するかをビット数によって表す。1bit なら白と黒のみで中間色がない状態、8bit なら (白と黒を含めて) 256 階調、16bit なら 65,536 階調の灰色で表現することになる。

解像度はディスプレイの表示能力やプリンタの印刷能力、スキャナの分解能力などの、きめ細かさを表す尺度である。ある一定の長さをいくつかの点の集合として表現するかを表わし、この値が高いほどより自然に近い画質が得られる。解像度が低いと、画像や文字に「ジャギー」と呼ばれるギザギザが現れる。ディスプレイの場合は画面に表示するドット数で表す (表 1)。デジタルカメラや携帯電話のカメラ機能のスペックで「何万画素」という表記をよく目にするが、これも同じことである。プリンタやスキャナの場合は 1inch あたりのドット数で表し、単位として dpi(dots per inch) が用いられる。葉をスキャンしてその面積を測定する場合には、大抵は 72dpi で十分である。

表 1 パソコン画面の解像度

呼称	解像度 (横 × 縦)	画素数
VGA	640 × 480	307,200
SVGA	800 × 600	480,000
XGA	1,024 × 768	786,432
Quad-VGA	1,280 × 960	1,228,800
SXGA	1,280 × 1,024	1,310,720
UXGA	1,600 × 1,200	1,920,000

なぜスキャンする際にこの階調と解像度に注意しなければならないかというと、大量にスキャンする場合はそのサイズが馬鹿にならなくなってくるからである。スキャナで取り込んだ画像やデジタルカメラで撮影した写真は、ビットマップデータとして保存される。ビットマップデータの場合、画素 1 個につき階調分だけのデータサイズを持つことになる。例えば、フルカラー (16,777,216 色) のビットマップデータでは、1 個の画素につき 3byte の情報量、200 万画素だと約 600 万 byte の情報量となる。1,024byte = 1Kbyte、1,024Kbyte = 1Mbyte なので、これは約 5.7Mbyte に相当する。

画像データ形式は、上記のように画素によって表わされるビットマップデータ（ペイント系データ）と、数式によって記述されるベクタデータ（ドロー系データ）の２種類に大別できる。

#### ビットマップデータ

BMP GIF JPEG TIFF など

#### ベクタデータ

EPS PICT その他各種ドロー系ソフトの独自形式

それぞれ編集加工するソフトも異なる。

#### ペイント系ソフト（ビットマップデータ）

Painter Photoshop など

#### ドロー系ソフト（ベクタデータ）

Canvas CorelDraw FreeHand Illustrator など

これらのソフトは写真を加工したり絵を描いたりするのが目的であり、例えば面積を測定しようとする、できないことはないが不便な場合が多い。今回紹介する Scion Image というソフトは、そういう用途に特化したフリーウェアである。

#### Scion Image による葉面積の測定法

Scion Image の起動直後は以下の図 1 のようになっている。図 2 の様に「File」メニューの「Open」を選択し、スキャンした画像ファイルを開く。



図 1



図 2

画像を開いたら（図3）まず「Process」メニューの「Apply LUT」で Look Up Table の白黒を逆転させる（図4）

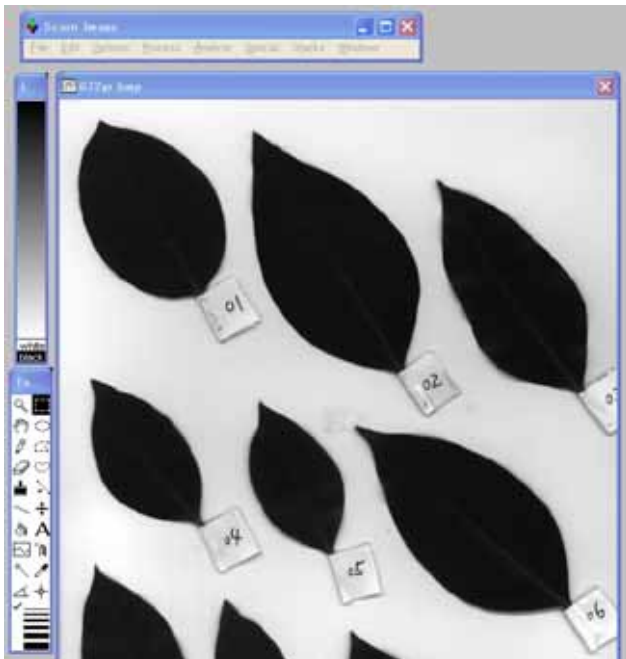


図3

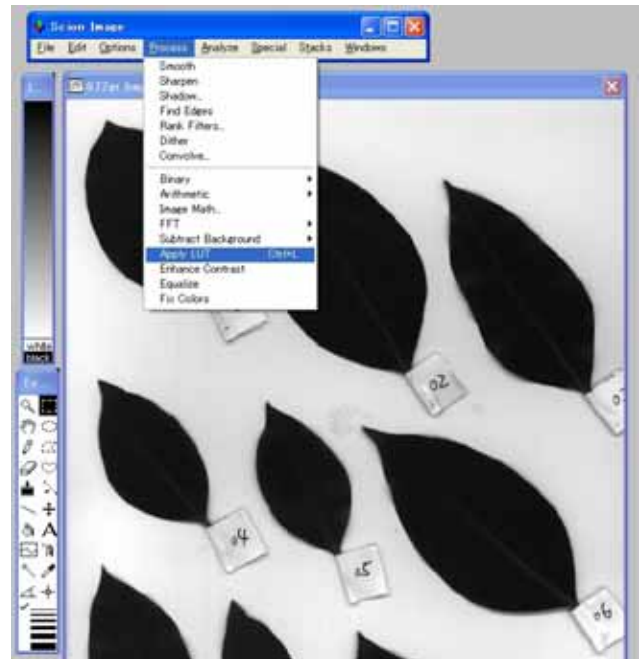


図4

次に、「Options」メニューの「Threshold」で閾値を設定し（図5）256 階調グレースケールを白黒2値化する（図6）

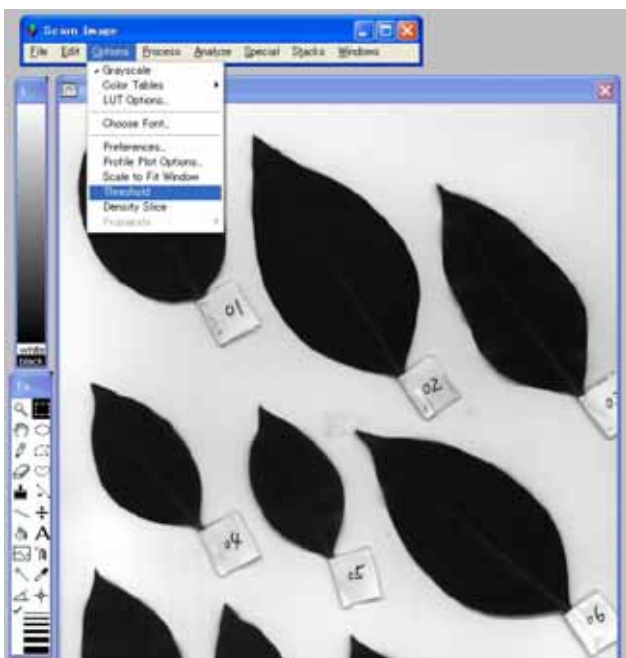


図5

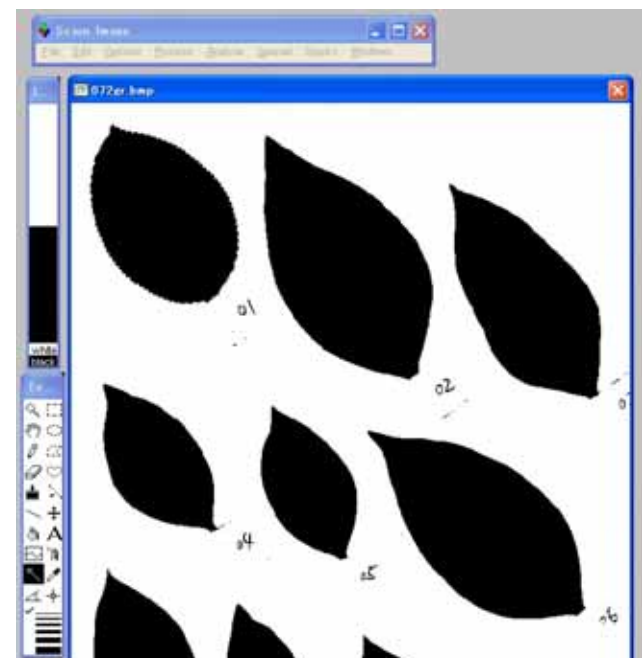


図6

後は一枚一枚葉を選んでいって、「Analyze」メニューの「Measure」で面積を測定していく。

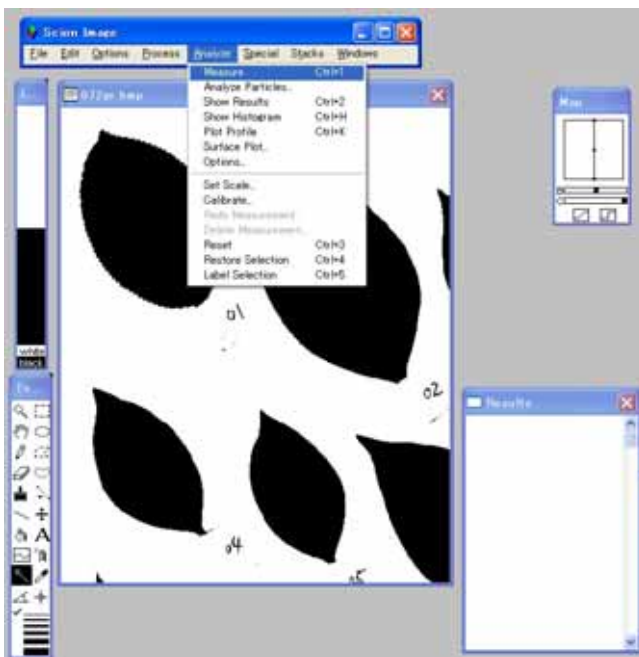


図 7

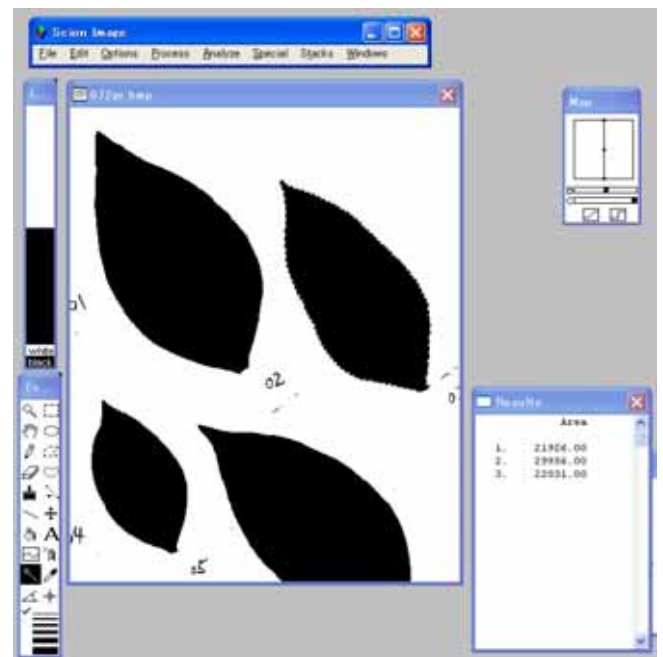


図 8

測定し終わったら、「File」メニューの「Export」(図 9)、「Measurements」(図 10)でデータを書き出す。これをエクセルに読み込んで単位を換算する。

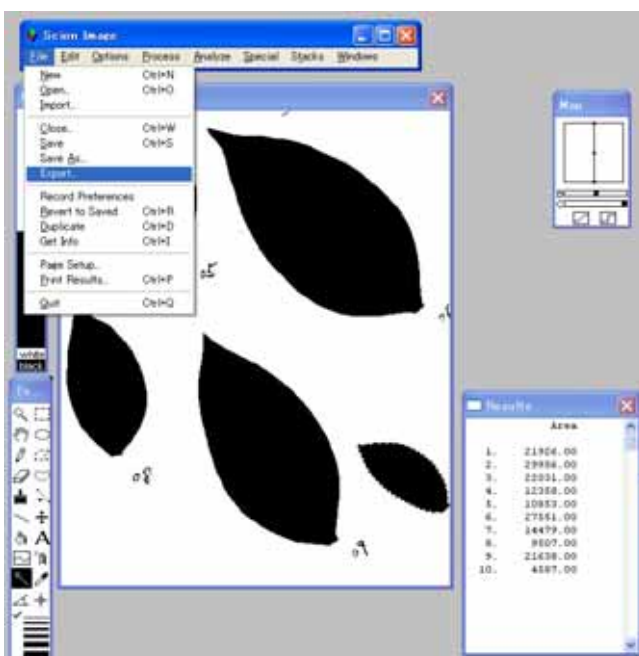


図 9

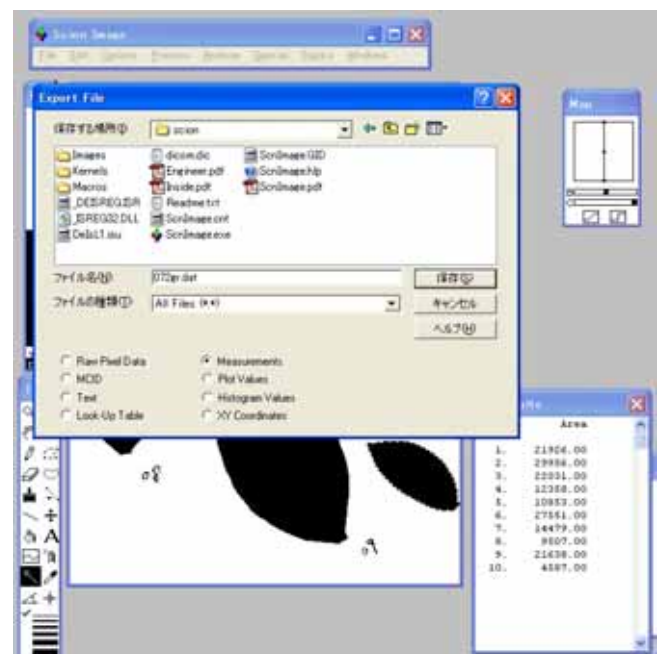


図 10



### 2.3 OHP

葉の輪郭を OHP に写し取り、これをコピーする。その後の処理方法は「2.2 コピー」の場合と同じ。

### 2.4 デジタルカメラ

透明プラスチック板に葉を挟んで、スケールと一緒に葉の写真デジタルカメラで撮影する（図 11）。その後の処理は「2.2 コピー」の場合と同じだが、スケールから換算する手間が増える。



図 11

### 2.5 間接的に測る

大量の葉の面積を測定しなければならない場合や、非破壊的に測定したい場合などは、他の要素から推定する方法も有効である。まず最初に 20 枚か 30 枚程度対象木の葉を採取してきて、その葉身や葉幅、葉柄などいろんな部分の長さをまず測定してみる。その後各葉の面積を上述の方法で測定し、先ほど測定した他の要素を X 軸に、面積を Y 軸にとってグラフを描いてみる。そして回帰直線（もしくは曲線）を引いて、他の要素から面積を換算できるようにするのである。今回はこの方法を、Scion Image と Microsoft Excel を使用して試してもらう。