

仰上写真による樹冠投影図作成の一テスト(Ⅱ)

— 焦点距離 $f = 50\text{mm}$ カメラの写角に対する検討 —

九州大学農学部 長 正道

1. はじめに

樹冠投影図の作成を効率よく、また簡易に行なう方法の一つとして、仰上写真の撮影による樹冠投影図の作図を意図し、第I報¹⁾で広角レンズ(ニコンFカメラ、レンズ焦点距離 $f = 35\text{mm}$)を対象に写真画像のテストを試みた。しかし広角レンズでは写角つまり撮影範囲(面積)は大きくなるが、反面、レンズの歪みが大きいため撮影された林木樹冠で隣接する両写真間の対応が困難なため、樹冠投影図の作成には問題点を感じた。そこで本報では普通角レンズ(ニコンFカメラ、 $f = 50\text{mm}$)を用いることとし、第I報と同様に写角その他のテストを試み、検討を行なった。

2. 写角の計算

1) カメラ ($f = 50\text{mm}$) のメカニズム

ニコンFカメラ ($f = 50\text{mm}$) の f の真値は 51.6mm 、写角は 46 度となっている。この写角はフィルムの実際の撮影部分における斜辺 c を基準としている。フィルム1駒の実際の撮影部分は縦 $a = 24\text{mm}$ × 横 $b = 36\text{mm}$ である。この写角 46 度は、フィルムの実際の撮影部分における対角線 c を基準としている。対角線 c の長さはピタゴラスの定理によって

$$c = 43.2666\text{mm}$$

である。これより図-1に示す写角 A は

$$\tan \alpha = \ell / f$$

$$= (43.2666 / 2) / 51.6$$

$$= 0.41952$$

$$\alpha = 22.7459^\circ$$

$$A = 2\alpha$$

$$= 2 \times 22.7459$$

$$= 45.4918^\circ$$

$$= 45^\circ 30'$$

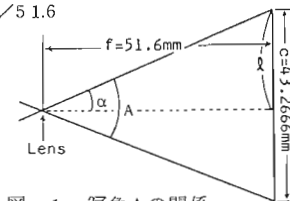


図-1 写角 A の関係

となる。

2) フィルムの縦および横方向に対する写角

写真画面の斜辺 c に対する写角は利用上の観点からは不便である。むしろ多くの場合、実際に撮影されるフィルムの画面上の縦および横方向の長さが被写体との対応や画像のチェック等には便利である。したがっ

てフィルムの縦方向 $a = 24\text{mm}$ に対する写角を $A_{(a)}$ 、横方向 $b = 36\text{mm}$ に対する写角を $A_{(b)}$ とし、それぞれの写角を次のとおり計算した。

① 縦方向 a に対する写角 $A_{(a)}$

$$\tan \alpha_{(a)} = \ell_{(a)} / f = (24 / 2) / 51.6$$

$$= 0.23255$$

$$\alpha_{(a)} = 13.0919^\circ$$

$$A_{(a)} = 2\alpha_{(a)} = 26.1838^\circ = 26^\circ 11'$$

② 横方向 b に対する写角 $A_{(b)}$

$$\tan \alpha_{(b)} = \ell_{(b)} / f = (36 / 2) / 51.6 = 0.3488$$

$$\alpha_{(b)} = 19.2307^\circ$$

$$A_{(b)} = 2\alpha_{(b)} = 38.4614^\circ = 38^\circ 28'$$

すなわち、ニコンFカメラ ($f = 50\text{mm}$) によるフィルムの写角は縦方向 a では $26^\circ 11'$ 、横方向 b に対しては $38^\circ 28'$ となった。

3. 写真に対する写角のテスト

写角に対する上記の計算値を実際に撮影される写真の印画像によりチェックすべく、以下のとおりテストを試みた。

テストは縦 29.3cm 、横 27.2cm のターゲットに番号を付し、これを直線上に 2m 間隔に設置し、これに対しニコンFカメラ ($f = 50\text{mm}$) により直角方向に 1m づつ横に移動させながら縦

表-1 写角測定結果

距離	縦位置	横位置
1	24.4°	33.5°
2	24.2	33.6
3	24.8	35.4
4	25.1	35.4
5	24.5	35.8
6	25.4	35.2
7	—	34.5
8	—	35.2
9	—	35.8
10	—	36.8
平均	$24^\circ 44'$	$35^\circ 07'$

および横位置の写真各10枚を撮影した。これをサービサイズ(画面のサイズ縦 6.8mm 、横 10.4mm)に引伸し、それぞれターゲットに対する写角を写真上で測定し、グラフ上にプロットした。そしてグラフ上で写角を計測した結果は表-1に示すとおりである。

この結果、縦位置の写角 $A_{(a)}$ は平均で $24^\circ 44'$ 、横位置 $A_{(b)}$ では $35^\circ 07'$ となった。これは前項2のフィルムによる計算値に対し $A_{(a)}$ で $1^\circ 27'$ 、 $A_{(b)}$ では $3^\circ 21'$

それぞれ狭くなっている。これは引伸の際のマスクにより周辺部がカットされたためと考えられる。しかし実際の取扱いはこの引伸写真の画像によるため、ニコンFカメラ (f=50mm) により撮影される仰上写真の写角は表-1の各平均値を用いることとした。

4. 林木樹冠の撮影範囲

前項のテストによりえられた写角にもとづく林木樹冠の撮影範囲は林木の高さつまり樹高階との間に一定の関係があり、樹高階が高くなるにしたがって順次大きくなる。いま、林木の樹高階をH (Hは10, 15, 20, 25, ..., 40 mと想定), これに対応する撮影範囲すなわち地上の長さをLとすれば、

$$L = (H \cdot \tan \beta) \times 2$$

により求めうる。ただしβは写角Aの1/2の角度を示す。表-2は撮影された実際の写真の計測によりえられた前記表-1の写角(縦方向A(a)=24°44', 横方向A(b)=35°07')にもとづき計算した縦方向L(a)および横方向L(b)の値を示したものである。表-2より、たとえば樹高H=20mの林分では撮影地点を中心

表-2 縦および横方向に対するLの値

H	L(a)	L(b)
10 ^m	4.38 ^m	6.33 ^m
15	6.58	9.49
20	8.77	12.66
25	10.96	15.82
30	13.15	18.99
35	15.34	22.15
40	17.54	25.32

5. 仰上写真撮影のシステムに対する検討

林木樹冠の形状や大きさはその方向により大なり小なりの変化を呈する。とくに傾斜地においてその傾向が強くなる。したがって1枚の仰上写真だけでその撮影範囲(L(a) × L(b))内の樹冠投影図を作図することは危険である。1本の林木の樹冠投影図は少なくとも2方向以上、できれば4方向の仰上写真による対応とチェックが必要と考える。その方法の一つとして1本の林木樹冠は1つのコース上の左右の隣接写真で重複(オーバーラップ)させておくことが、また各コース間についても上下の隣接写真で重複(サイドラップ)を保って仰上写真を撮影することが望ましいと考える。このような考え方にもとづき、テストケースの1つとしてオーバーラップ, サイドラップ共に60%の重複度を保つべく、樹高階Hを基準に次のとおり計算を試みた。なお、60%の重複度をとったのは各写真の中心点が左右上下の全ての隣接写真上で把握されると共に、林木や樹冠も完全に重複するため、相互位置の確認や

チェック等が可能であると考えたためである。

1) 写真像の縮尺の計算

60%のオーバーラップとサイドラップを保つためにはそれに対応する地上での撮影間隔が保持されなければならない。そのためには撮影される写真像の縮尺が必要となる。写真像つまり林木樹冠の位置の縮尺Sはその高さにより異なり、次式により求められる。

$$S = H/f$$

ただしHは対象林分の樹高階, fはレンズ焦点距離で0.0516mである。表-3のSがこれにより求められた写真像の縮尺(分母数)である。

2) 撮影間隔の計算

撮影間隔は各コース間の間隔cと、そのコース上で隣接する左右の写真に対する間隔bの両者を対象とし、それぞれ次式により計算した。

$$c = a_{(a)} \cdot S [1 - (Sl/100)]$$

$$b = a_{(b)} \cdot S [1 - (Ol/100)]$$

ただしa(a)は密着写真の縦の長さ(0.024m), a(b)は同じく横の長さ(0.036m)(何れもフィルムの実際の撮影部分のサイズによった),

表-3 撮影間隔cおよびbの計算値

H	S	c	b
10 ^m	193.8	1.86 ^m	2.79 ^m
15	290.7	2.79	4.19
20	387.6	3.72	5.58
25	484.5	4.65	6.98
30	581.4	5.58	8.37
35	678.3	6.51	9.77
40	777.5	7.44	11.16

Sはそれぞれの高さに対応する写真像の縮尺の分母数, Slはサイドラップ, Olはオーバーラップで何れも60%とした。表-3はこれらの計算結果を示したものである。

6. 考察

普通角レンズによる場合、写真の枚数は若干多くなるが、広角レンズに比し歪みの量は大幅に軽減される。ここでは林木の樹冠に対し4方向の仰上写真の対応による樹冠投影図の作成を意図して撮影方法の検討を試みた。これにより実際の林分に対しどの程度の精度がえられるかは次報でこれを試みる予定である。

おわりに、写角テストのための写真撮影に協力をえた郷野恭子氏に謝意を表する。

引用文献

(1) 長 正道・山崎英祐：日林九支研論 34, 47 ~ 48, 1981