

41. 林内写真の撮影による林分胸高断面積推定方法の一実験

九大農学部 木梨謙吉・長正道

緒言

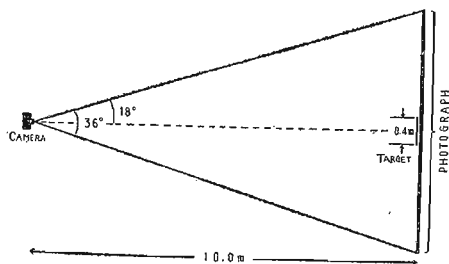
Bitterlich の理論にもとづく定角測定に関しては、最近、文献ならびに実験研究例が数多く紹介されているが、本研究（実験）は同一理論にもとづく、林内写真から簡単に林分胸高断面積の推定を行う方法について実験を試みたものである。

林内写真からの断面積測定については、高田和彦氏による「写真利用の ha 当り胸高断面積推定法」（日林誌，40—2，1960）があるが、本実験は、直接に定角に相当するターゲット（target）を林内におくことによつて、カメラのレンズの焦点距離を考慮することなく、定角内の立木を、撮影された写真から直接カウント（count）することにより、簡単に胸高断面積の推定を行うことを目的としたものである。

実験

実験は熊本県大矢郡菅内大矢町有林10林班は小班において、本年（昭和35年）5月20日、スギ林内に中心点を取り、カメラ（AIRES 35—Ⅲ型、レンズ：CORAL F 2/45mm）を三脚上に据え、中心点より水平距離10mのところを巾40cm、高さ1.30mのターゲット（白色ペンキ塗）を立て、これに向つて方位Nを起点として右廻り36°の間隔をもつて一周、10枚の写真撮影、これを接続して一連の林内写真とした。

第1図 angle 36°によつて撮影された林内写真の模型図



〔撮影された写真の巾（長さ）はターゲットまでの距離10mより〕

$$2 (\tan 18^\circ \times 10) = 2(0.3249 \times 10) \\ = 2 \times 3.249 = 6.498 \approx 6.5\text{m}$$

即ち6.5mとなる。

このとき、写真上における立木につき、胸高直径が

写真上のターゲット巾をこえるものに対して本数をカウントすることによつて、断面積乗数4を用いる定角測定と考えた。

PHOTO—1. 林内写真の一例



〔中央の白いラベルがカメラからの距離10mで、巾40cm、高さ1.3mのターゲット（定角4）を示す。これよりカウントされた本数は2本：胸高部位白帯標示木。——Photograph No.7——〕

なお、これと併行して現地において同時に行つた Bitterlich 定角測定法（定角4）のカウント数から、両者の精度の比較を試みた。

結果

以上の実験にもとづき、写真上でカウントされた本数と、実際の Bitterlich 定角測定によるカウント数は次表に示す通りである。

Photograph No.	写真上におけるカウント数	Bitterlich カウント数	差引
1	1		
2	1		
3	1		
4	1		
5	3		
6	2		
7	2		
8	1		
9	1		
10	4		
Σ	17	17	0

即ち、写真上においてカウントされた本数と、Bitterlich 定角測定によるカウント数とは一致する。従つて、この標本点についての林分胸高断面積はいずれも

$$17 \times 4 = 68\text{m}^2/\text{ha}$$

となる。即ち、このようにして得た標本点でのカウン

ト数には一応バイアス（偏倚）はないと考えてよいだろう。

推定精度

写真撮影における angle を 36° とすると、各写真のカウント数の平均値 \bar{y} を 10 倍することにより一標本点当りのカウント数とみなすことができる。

即ち、平均値 $\bar{y} : 1.7$ 、 $10 \cdot \bar{y}$ の分散 $: 100 \cdot V(\bar{y})$ 、自由度：9 から

$$V(\bar{y}) = \frac{6 \times (1-1.7)^2 + 2 \times (2-1.7)^2}{9} + \frac{(3-1.7)^2 + (4-1.7)^2}{\times 10}$$

$$= \frac{10.10}{90} = 0.1122$$

$$\sqrt{0.1122} = 0.3350$$

∴ 1.7 ± 3.35

ここで、 $\sigma^2 = \frac{10.10}{9} = 1.122$ 、 $\sigma = \sqrt{1.122} = 1.059$ 。
これより誤差率 e は 68% の確率において 19.7% となる。

また、変異係数 CV は

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{y}} \times 100 = \frac{1.059}{1.7} \times 100 = 62.29\%$$

これより、目標精度（誤差） E を 10% におさえるための標本点の数（写真枚数） n は $\frac{(CV)^2}{(E)^2}$ から

$$n = \frac{(62.29)^2}{(10)^2} = \frac{3880.0441}{100} = 38.8 = 39$$

即ち、68% の確率で 10% の誤差におさえるためには一つの林分で 39 枚、約 40 枚の写真を撮影しなければならないことになる。

一点当り一枚の写真を撮った場合の実例

同国有林スギ・ヒノキ林分において 12 点を写真撮影し、同時に行つた Bitterlich 定角測定によるカウント数との、平均カウント数の比較検討を試みた結果は次表の通りである。

即ち、両カウント数は各点（プロット）毎には若干異なるが、全体的にはほぼ一致してくる。その分散を計算すると次のようになる。

1. 写真カウントの分散

$$V(\bar{y}) = \frac{45.50 - 20 \times \frac{1.667}{12 \times 11}}{12 \times 11} = \frac{45.50 - 33.34}{132}$$

$$= \frac{12.16}{132} = 0.092121$$

Plot No.	写真カウント数	Bitterlich カウント数
1	1	24
2	2	20
3	0	18
4	1	17
5	2	19
6	2.5	18
7	2	14
8	3	9
9	2.5	16
10	0	15
11	1	16
12	3	16
Σ	20.0(×10)	202
平均	16.67	16.83

$$V(16.67) = 0.092121 \times 100 = 9.2121$$

$$16.67 \pm \sqrt{9.2121} = 16.67 \pm 3.035$$

$$\therefore 66.68 \text{m}^2 \pm 12.14 \text{m}^2/\text{ha}$$

(誤差率 = 18.21%)

2. Bitterlich カウントの分散

$$V(\bar{x}) = \frac{3544 - 3399.66}{12 \times 11} = \frac{144.34}{132} = 1.0935$$

$$16.83 \pm \sqrt{1.0935} = 16.83 \pm 1.046$$

$$\therefore 67.32 \text{m}^2 \pm 4.18 \text{m}^2/\text{ha}$$

(誤差率 = 6.21%)

これより、写真カウントの分散は Bitterlich 定角測定による場合に比しかなり高い数値を示しているが、これは写真の場合、一点当り $\frac{1}{10}$ の部分しか写されていないことに起因するものであろう。

むすび

写真撮影によるカウント数と、Bitterlich 定角測定によるカウント数は、写真の枚数がふえるに従つて次第に一致してくる。しかし、その目標精度を 10% 程度におさえるには少なくとも約 40 枚の写真が必要となつてくる。これをコストの面からみると必ずしも低廉とはいえないが、けだし Bitterlich 定角測定では単に現地でカウントを行うのみにとどまるのに対し、写真の場合は同時に詳細な林況記録を提供するという利点がある。

また、本実験のように林内写真を撮影する際、一定距離にターゲットを立てておくことは、レンズの焦点距離 (f) の如何にかかわらず、写真上でじかに定角カウントができ、複雑な計算式を用いなくてよいという特徴がある。