

# 森林経営計画における空中写真の応用 (I)

—— 九州大学粕屋演習林における実験研究例 ——

九州大学農学部 吉田茂二郎  
長正道  
西沢正久

## はじめに

森林経営計画に欠かせない森林調査簿の作成には、従来より標準地法をはじめとした時間のかかる方法および目測法、収穫表との比較による方法というかなり主観的なかつある程度経験的な方法によって行なわれている。そこで本報告では、森林調査簿の作成を空中写真を用いてより客観的、能率的に作成することを目的とし昭和50年～52年にかけて九州大学農学部附属粕屋演習林において行なった実験結果を紹介する。

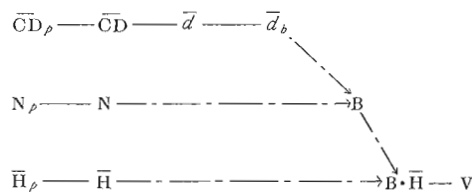
## 空中写真による林分構造の推定の方法

森林調査簿の作成には、平均直径( $\bar{d}$ )、平均樹高( $\bar{H}$ )、 $ha$ 当り本数( $N$ )、 $ha$ 当り断面積( $B$ )、 $ha$ 当り材積( $V$ )ならびに連年生長量( $\Delta\psi$ )が小班ごとに必要である。空中写真からそれらを推定するために地上の林分要素間の関係と空中写真判読値と地上実測値の関係を利用したいわゆる二重抽出法を用いた。その概要を示すと、まず写真上で森林調査簿、林相図、赤外カラー写真を用いて樹種、林齢により対象林分を層化し、各層からそれぞれ数ポイントをランダムに地上調査地点として抽出しその地点の地上調査を行なった。この地上調査には、ラインサンプリング<sup>1)</sup>《対象とする林分内に一定長のラインを設け、そのライン上から片側づつ断面積定数 $k$ でカウントされる林木の胸高直径( $d_i$ )、樹高( $h_i$ )をラインの両側で測定し片側のサイドでは、それに加えて樹冠直径( $CD_i$ )、ラインから林木中心までの水平距離( $r_i$ )、樹皮厚( $b_i$ )、最近5年間の生長量( $I_5$ )を測定する》を行ない、その地点の $\bar{d}$ 、 $\bar{H}$ 、 $N$ 、 $B$ 、 $V$ 、 $\overline{CD}$ ならびに5年前の $\bar{d}_5$ 、 $N_5$ 、 $B_5$ 、 $V_5$ を求めた。

以上の地上調査から得られたデータを使って生長量の推定に用いる現在材積( $V$ )と5年前の材積( $V_5$ )の関係と、写真判読に必要な平均直径( $\bar{d}$ )と平均樹冠直径( $\overline{CD}$ )の関係、平均直径と平均断面積直径( $\bar{d}_b$ )の関係、現在材積( $V$ )と林分円筒体積( $B \cdot \bar{H}$ )の関係を各樹種ごとに求めた所、すべての層において相関係数が $r=0.8\sim 0.9$ という高い相関が認められ一次式によって表わされた。これらの関係式を用いて写真判読値から材積の補助情報である林分円筒体積を推定して、最後に材積を

求めることとした。

これを詳しく説明すると、はじめに $\overline{CD}$ と $\bar{d}$ の関係、 $\bar{d}$ と $\bar{d}_b$ の関係を使い、平均樹冠直径から平均直径、平均直径から平均断面積直径を推定し、本数と組み合わせて $B : (\pi \cdot N \cdot \bar{d}_b^2 / 4 \times 10^4)$ を求め、それに平均樹高を乗じて林分円筒体積を求めてこれを $B \cdot \bar{H}$ と $V$ の関係に代入して $V$ を求める。ここで問題となるのは空中写真による判読はあくまでも間接測定であるのではたしてその値が正しい値であるかという点である。すなわち林分構造や個人によって地上の樹冠直径、 $ha$ 当り本数、平均樹高をつねに正確に推定することは難しく測定誤差を含んでいる。これを修正して正しい推定値を求めるために、地上調査地点を写真上に指針しその地点の写真判読を行ない地上調査結果と写真判読結果の関係を求めた。この場合写真判読値はそのまま推定に用いるのではなく上の関係を使って修正してその値を使うことにする。この推定の手法を図示すると下図の様になる。



$\overline{CD}$ : 平均樹冠直径  $N$ :  $ha$ 当り本数  $\bar{H}$ : 平均樹高  
 $B$ :  $ha$ 当り断面積  $\bar{d}$ : 平均直径  $V$ :  $ha$ 当り材積  
 $\bar{d}_b$ : 平均断面積直径 ※  $p$ は写真判読値を示す。

図-1 林分要素の推定の方法

## 小班ごとの林分構造の推定

小班の推定をするには、対象とする小班を構成する層を前述の層化した図によりどの層に属するかを求める。その後小班内に点格子板を用いてランダムに判読地点を抽出しその地点の写真判読平均樹冠直径、判読平均樹高、判読 $ha$ 当り本数を求め平均して、その値を前述の推定方式にあてはめて計算する。尚、対象とする1小班内に層が2層以上存在する場合は、点格子板を用いて各層の面積比を算出しこれを重みとして各層

の推定要素に乗じて合計することによりその対象小班の林分要素とした。生長量に関しては、求められた対象小班の材積を地上調査から得られた $V$ と $V_5$ の関係の $V_5$ の項に代入して5年後の材積を求め、それと現在材積とによって連年生長量を算出した。

実際例

- ア) 対象小班 15林班 は小班 杉 20年生  
 イ) 写真判読値 平均樹冠直径( $\overline{CD}_p$ ) = 2.0 m  
                   ha当り本数 (N) = 1742 本  
                   平均樹高 ( $\overline{H}_p$ ) = 6.3 m  
 ウ) 推定に用いる回帰式(杉)  
 (1)  $\overline{d} = -5.8376 + 1.03496 \overline{CD}_p$  ( $r=0.8363$ )  
 (2)  $\overline{d} = 0.7062 + 1.0062 \overline{d}$  ( $r=0.9993$ )  
 (3)  $N = -90.2281 + 0.9881 N_p$  ( $r=0.9170$ )  
 (4)  $\overline{H} = 3.0446 + 0.8639 \overline{H}_p$  ( $r=0.8584$ )  
 (5)  $V = 43.0050 + 0.4128 B \cdot \overline{H}$  ( $r=0.9896$ )  
 (6)  $V_5 = 86.5000 + 0.9177 V$  ( $r=0.9810$ )  
        $V$ : 5年後の材積を示す

エ) 計算例

写真判読値イ)を図-1にしたがってウ)の回帰式に代入しながら計算してゆくと、(1)の式から平均直径、(3)からha当り本数、(4)式から平均樹高が得られ、それらを組み合わせて林分円筒体積を計算し(5)式に代入すると現在材積が推定できる。連年生長量はその求められた値を(6)式に代入し5年後の材積を推定し、現在材積との差を5で割ってその値とする。以上の計算に

よって得られた結果は次に示す通りである。

$$\begin{aligned} \overline{d} &= 14.9 \text{ cm} & \overline{H} &= 8.5 \text{ m} \\ N &= 1,631 \text{ 本/ha} & V &= 153.8 \text{ m}^3/\text{ha} \\ B &= 31.6 \text{ m}^2/\text{ha} & \text{連年生長} &= 14.8 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

ま と め

今回の研究と平行して対象林分に対しライン調査を行ない林分要素および生長量について集計し、数人により地上調査地点の写真判読を行ない前述の回帰式を用いて各地点ごとに推定した結果と本研究の結果を比較した。それによると調査地点と地点の判読値からの推定値の一对一対応には、他人が判読したものについても本研究のものについてもバラツキがあることがわかった。したがって対象とする小班内にできるだけ多くの写真判読プロットを設定してその地点を判読する必要がある。

このバラツキは個人差にもよるが、特に本数の推定は判読に用いる判読スケールのプロットサイズの違いによる誤差が大きいものと考えられる。したがって今後は写真縮尺とプロットサイズの適正な組み合わせについて研究し、またより簡便なかつ客観的な森林経営計画のための調査法の究明が必要であろう。

引 用 文 献

(1)西沢正久, 関屋雄偉: 日林九支研論, 30, 47~48, 1977