

空中写真の利用による森林の公益的機能の 計量法に関する研究 (Ⅲ)

九州大学農学部 長 正道
西 沢 正 久
山 崎 英 祐

1. はじめに

森林の有する各種の公益的機能の計量を空中写真を用いて行うことを目的に、東京都奥多摩水源林萩原山、丹波山、小菅、氷川各管理分区に対し調査研究を実施してきた^{1,2)}。本報では1977年8月に行った日原、丹波山(一部)の調査データにもとづき、現在その分析と検討をすすめているが、これに先だち、使用空中写真が1967年および1972年に撮影されたものであるため、これが現在林分との対応関係について検討を行い、経年空中写真の現在林分への利用に対する可否とその適用法の究明を試みた。

2. 使用空中写真の明細

本調査に用いた空中写真は下記A、Bのとおりである。また水源林との比較検討のため同時に行った東京営林局管内高尾山国有林の調査にはCを使用した。

- A. 日原地区：チナブ・ミツミネ、山-470(タマガワ)、C2/7~14, C3/5~9, 計13枚, 1967年10月東京都撮影, 普通角写真
B. 丹波山地区：ミツミネ・タバ、山-265(第2エン

ザン)、C4/15~18, C6/24~25, 計6枚, 1972年5月山梨県撮影, 普通角写真
C. 高尾山国有林：KT-71-1X, C8A/1~3, 3枚, 1971年建設省国土地理院撮影, 広角写真

3. 空中写真の判読

現地調査は1977年8月18日からの2週間において日原地区16, 丹波山地区20, 高尾山国有林5, 計41(中天然林14)のライン調査を行った。

写真判読はこの41ラインについて前記の空中写真により樹冠直径CD, 樹高H, 本数Nおよび樹冠疎密度CCの主要判読要因について行った。なお, 写真判読は2.5倍(普通角写真)および2.0倍(広角写真)の各引伸写真を使用した。またそれぞれについて標高と写真縮尺の関係を1次式により計算した。

41ラインにおける実測値と対応する写真判読の結果は表-1に示すとおりである。ただし写真判読は空中写真上可視木つまり上層木に限られるため, 実測値もこれに対応させて上層木のみについて CD_m , H_m は平均値を, N_m はha当りの値をとった。

表-1 41ラインの実測値と対応する写真判読結果一覧(一部)

No	地 区	樹 種(林齡)	実 測 値 (M)				判 読 値 (P)			
			CD_m	H_m	N_m	CC_m	CD_p	H_p	N_p	CC_p
1	日原-1	スギ(26)	2.9	15.2	1328	69.9	2.3	11.4	1195	55
2	"-2	"(")	2.6	12.5	1750	94.5	2.2	9.4	1567	65
3	"-3	"(")	2.6	14.4	2267	95.0	1.8	11.4	2088	75
4	"-4	ヒノキ(21)	2.1	7.0	2880	95.5	1.9	6.8	2259	85
5	"-5	"(")	2.1	6.4	2981	84.3	1.9	5.3	2875	85

4. 写真判読結果の検定

表-1における写真判読値は, 日原地区10年前(1967年), 丹波山地区5年前(1972年), 高尾山国有林6年前(1971年)に撮影された経年空中写真である。したがってその間には林木の各要因は何れも生長, 枯損等の変化を伴っている。しかしその度合は樹種や林齡, その他地形や環境条件等によってそれぞれに異

なるであろう。

いま, 樹種をスギ, ヒノキ, カラマツの人工林とその他天然林の2グループに分け, 空中写真の経年数は μ にして, 実測値と写真判読値の対比による差異の度合の t -検定を試みた結果は次のとおりとなった。なお, 二重抽出による回帰推定の場合は一般に写真判読値を x におき, 対応する実測値を y とおくが, 両者の差異の度合をチェックのための t -検定の場合はこ

れとは逆に実測値を x , 判読値を y とおく。

これにより, 検定は先ず① $\bar{x}-\bar{y}-\alpha$ の絶対値 $|\bar{x}-\bar{y}-\alpha|$ において $\alpha=0$ とおき, $\bar{x}-\bar{y}$ が 0 と有意差があるか否か, すなわち \bar{x} と \bar{y} が等しいかどうかを $t = |\bar{x}-\bar{y}| / \sqrt{V(a)}$ により, 次いで② $b-\beta$ の絶対値 $|b-\beta|$ において $\beta=1$ とおき b が 1 (45度に対応) と有意差があるかどうかを $t = |b-1| / \sqrt{V(b)}$ により, それぞれ自由度 $DF=n-2$ における t の値によって検定を行った。なお, ①, ②における $V(a)$, $V(b)$ はそれぞれ $s_{\bar{y} \cdot x}^2/n$, $s_{\bar{y} \cdot x}^2 / \Sigma(x-\bar{x})^2$ から, また $s_{\bar{y} \cdot x}^2$ は $1/n-2 \{ \Sigma(y^2) - 1/n(\Sigma y)^2 \} - b \{ \Sigma(xy) - 1/n(\Sigma x)(\Sigma y) \} = SSR/n-2$ により計算した。表-2 は以上により行った検定結果を一覧表に示したものである。

表-2 写真判読値の t -検定結果一覧

検定要因	人工林 ($n=27$)		天然林 ($n=14$)	
	検定①	検定②	検定①	検定②
$CD_M : CD_P$	** 13.101	** 9.833	** 3.698	* 2.127
$H_M : H_P$	** 11.216	* 0.795	** 9.685	* 2.512
$N_M : N_P$	** 9.475	** 6.520	** 5.307	* 2.637
$CC_M : CC_P$	** 9.548	* 2.248	** 31.909	* 3.500
$N_M : CC_P$	** 1052.392	** 536.781	** 166.798	** 210.328

(注) ** : $t_{.01}$, * : $t_{.05}$

5. 実測値と写真判読値の回帰式の計算

t -検定の結果は人工林の場合の樹高の検定②を除き他はすべて有意差を示した。しかし人工林の樹高も検定①では有意差を示している。つまり45度の線に対してはパラレルであるが判読値自体は実測値に対し大きな差異を有している。すなわち経年空中写真はそのままでは使用することはできない。したがってこれを現在林分に適用する場合は判読値に対し修正を行う必要がある。

ここで若し両者の間つまり実測値と写真判読値の間に一定の傾向があれば回帰による推定が可能となる。そこで各判読要因に対する実測値を y とおき, 対応する判読値を x としてそれぞれについて回帰計算を行った結果は何れの場合も1次回帰が成立し, 表-3に示すとおり高い相関係数 r がえられた。したがってとくに修正係数等による修正は行なわず, 必要とする測定要因は写真判読値から回帰によって現在林分への転換を図る方法をとることとした。

表-3 実測値と写真判読値の回帰式

推定要因	樹種	回帰式	r
CD	人天	$CD_M = -0.7289 + 1.5178CD_P$	.900
		$CD_M = 2.4574 + 0.8585CD_P$	.744
H	人天	$H_M = -3.3500 + 0.9711H_P$	.965
		$H_M = 0.4456 + 1.1181H_P$	.956
N	人天	$N_M = -52.1256 + 1.2897N_P$	.951
		$N_M = 165.4386 + 1.1103N_P$	.979
CC	人天	$CC_M = 18.9808 + 0.9562CC_P$	.842
		$CC_M = 27.5325 + 1.5675CC_P$	.753
N	人天	$N_M = -1467.9520 + 50.1529CC_P$	.559
		$N_M = -753.3733 + 29.8377CC_P$	.618

6. 考察

現地実測値と対応する空中写真判読値に対する以上の比較検討ならびに t -検定は, ここでは何れも上層木のみを対象としてこれを行った。しかし実際の現地調査では DBH 6 cm 以上の立木はすべて計測されている。空中写真での判読測定は空中写真上可視木つまり上層木のみしか判読されないため, いわゆる下層木については本報ではネグレクトした。しかし材積や全本数等の林分構成要因を必要とする場合にはこれらの下層木についても当然考慮されなければならない。その場合は, たとえば上層木の判読測定値の中に下層木その他判読不可能の要因を包含させて推定するという方法が考えられる。回帰式の中では CC すなわち樹冠疎密度と本数 N の場合の相関が若干劣る。これについては検討の必要が認められる。なお, 判読は傾斜度についても行ったがその結果は現地調査値ときわめてよく対応した。

以上の結果から, 経年空中写真の現在林分への適用の可能性がえられたので, 次報で本研究の目的とする公益的機能との結びつけに対する解析と検討をすすめていく方針である。

引用文献

- (1) 長 正道・西沢正久 : 日林九支研論, 30, 53 ~ 54, 1977
- (2) 長 正道, 西沢正久 : 88回日林論, 65 ~ 66, 1977