

# 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 (I)

九州大学農学部 長 正 道  
西 沢 正 久

## 1. はじめに

森林の公益的機能には表面侵蝕防止機能、洪水防止機能、水源涵養機能等の要因がある。そしてこれらの計量指数としてはそれぞれ落葉落枝被覆率、A<sub>0</sub>層の落葉重量、樹植重量および地下1 mの深さまでの粗孔隙量等がその尺度として用いられるが、基本的にはその森林を構成する林分構造や環境・立地条件に起因する。本研究は森林が有するこれらの公益的機能を空中写真を媒体として林分構造と結びつけ、その関係を解析し公益的機能の計量法を確立することを目的とする。

## 2. 調査の基本的な方法

調査の基本的な方法としては、調査対象地に対し一定間隔の格子点を設定し、(i)空中写真・林相図・地形図・土壌図・地質図等により樹種・林齢・樹高・樹冠疎密度等の林分因子、標高・起伏量・谷密度・山ひだ密度・斜面型・傾斜度等の環境・立地因子を判化する。(ii)これにもとづき小標本を抽出し林分因子、環境・立地因子および公益的機能の計量因子に対する直接(現地)測定を行う。(iii)この測定結果を空中写真と対応させて判読測定し、その相関関係を解析する。(iv)以上の

測定ならびに解析結果にもとづいて全格子点を空中写真上で計測し、対象地全体の公益的機能の計量を行うというシステムとなる。

## 3. 調査対象地の概要

本研究のための調査対象地には東京都多摩川水源林面積21,777haを選んだ。同水源林は多摩川の上流域に位置し東京都水道局の所管下にある。地況は全般に急斜地が多く、全域の67%は標高1,200m以上にある。林況は人工林29%、天然林68%で、人工林はスギ、ヒノキ、カラマツの純林またはカラマツ・ヒノキの混交二段林で大部分を占めている。天然林はブナ、クリ、シオジ、カエデ類、カンバ類、カツラ、トチ、サクラ類等の広葉樹およびツガ、コメツガ、ウラジロモミ、シラベ等の針葉樹よりなり、全般に老齢過熟林が多い。なお同地域一帯は江戸時代より水源涵養と土砂流出防止のための管理と経営が行われたところでもある。

## 4. 調査資料

第1回調査は1975年8月、上記水源林のうち萩原山、丹波山の2管理分区に対し小標本28個を現地に抽出して行った。表-1は現地調査資料の一部を示す。

表-1 現地調査資料一覧(一部)

No.	樹 種	主 要 林 分 因 子							公 益 指 数 計 量 因 子		
		ha 当 り			平 均		上層木 平均 樹 高	上 方 う っ 閉 率	粗 孔 隙 量 (kl/ha)	植 被 率 (%)	落 葉 落 枝 傷 植 重 量 合 計 (g)
		断面積	本数	材 積	直 径	樹 高					
		m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	cm	m	m	%			
1	スギ・ヒノキ	59.2	1712	568.5	20.1	17.4	24.0	84	3004	51.9	2987
2	"	48.0	1272	404.7	21.4	16.0	21.0	81	2782	47.7	1300
3	カラマツ・ヒノキ	40.0	1346	337.5	13.4	13.8	26.0	75	2687	65.3	5333
4	"	28.0	1425	209.0	15.1	10.1	20.0	73	3269	50.7	2523
5	"	36.0	1559	267.8	16.1	12.1	20.0	82	3037	13.9	2653

5. 空中写真の判読

前記の現地調査地点（小標本）28個はこれを 2.5倍引伸空中写真に指針し、上層木平均樹高  $H_{max}$ 、樹冠直径  $CD$ 、樹冠疎密度  $CC$ 、 $ha$  当り本数  $N_p$  および傾斜度  $\alpha$  について写真上で表-2のとおり判読測定を行った。なお  $CC$  は 10% 刻み、 $\alpha$  は 5°、10°、…30° および 30° 以上の 7 区分とした。

表-2 写真判読結果一覧（一部）

No.	$H_{max}$	$CD$	$CC$	$N_p$	$\alpha$
	m	m	%		°
1	24.4	4.3	65	1225	30
2	22.2	4.7	65	1075	30
3	29.5	5.8	55	420	20
4	25.4	4.6	75	520	15
5	25.4	5.5	75	520	20

6. 現地調査資料と写真判読結果の関係

表-2の写真判読結果は、まずこれを上層木平均樹高  $H$ 、平均樹高直径  $D$  および  $ha$  当り本数  $N$  の各現地調査資料と対応させてその相関関係を解析した。なお解析に際しては写真判読の関係から、スギ、ヒノキ人工林①とカラマツ・ヒノキ混交二段林②の2つのグループに分けて行った。

1)  $H$  と  $H_{max}$  の関係

①:  $H = 2.281 + 0.849 H_{max}$ ,  $r = 0.862$   
 ②:  $H = 2.553 + 0.753 H_{max}$ ,  $r = 0.801$

2)  $D$  と  $CD$  の関係

①:  $D = 3.823 + 4.284 CD$ ,  $r = 0.770$   
 ②:  $D = -4.197 + 4.201 CD$ ,  $r = 0.763$

3)  $N$  と  $N_p$  の関係

①:  $N = -722.014 + 2.003 N_p$ ,  $r = 0.849$   
 ②:  $N = 153.306 + 2.787 N_p$ ,  $r = 0.828$

4)  $N$  と  $CC$  の関係

①:  $N = 385.714 + 16.543 CC$ ,  $r = 0.661$   
 ②:  $N = -988.442 + 35.458 CC$ ,  $r = 0.726$

7. 写真判読因子と公益的機能の関係

前項による解析の結果はきわめて高い相関により対応性が認められた。したがって森林の公益的機能をあらわす計量因子との結びつけは、この写真判読主要因子によって以下のとおり試みた。

すなわち公益的機能をあらわす計量指数（因子）として、1 m の深さまでの粗孔隙量  $Y_1$ 、主要樹種の植被率  $Y_2$ 、落葉落枝腐植重量合計  $Y_3$  を、また写真判読主要因子として  $H_{max}$ 、 $CD$ 、 $CC$ 、 $N_p$  をそれぞれ用い

た。そして重回帰分析により、 $Y_1$  に関与する因子つまり有意に作用する因子を残し、関与しない因子は落していき、最後に有意に作用する因子のみを残した。これにより有効な推定を行うための回帰式がえられる。以上の方法によって行った計算結果は下記に示すとおりである。なお、はじめ  $Y_1$  と写真判読因子との対応度をみるため個々にグラフ上にデータをプロットし、明らかに対応性が認められないものはこれを最初から除外して計算をすすめた。また計算に際しては前項同様スギ、ヒノキ人工林①とカラマツ・ヒノキ混交二段林②に分けて行った。

1) 粗孔隙量  $Y_1$  に関与する因子

①:  $Y_1 = 2009.0135 + 12.6354 CC$ ,  $r = 0.699$   
 ②:  $Y_1 = 557.7523 + 16.9047 CC + 49.2086 H_{max}$ ,  $r = 0.826$

2) 植被率  $Y_2$  に関与する因子

①:  $Y_2 = -53.19 + 22.0815 CD$ ,  $r = 0.562$   
 ②:  $Y_2 = 141.0826 - 1.3944 CC$ ,  $r = -0.689$

3) 落葉落枝腐植重量合計  $Y_3$  に関与する因子

①:  $Y_3 = 7855.1418 - 82.5123 CC$ ,  $r = -0.701$   
 ②: not sig.

8. 考案

以上の解析結果から、写真判読因子は  $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$  の各機能因子に対しては必ずしもすべてが有意には関与しなかった。すなわち写真判読因子は  $CC$  または  $CD$  の 1 因子しか効いてなく、2 因子が効いたのは  $Y_1$  の混交林のみである。なお全体では  $Y_1$  が他の機能因子に比し精度がよい。また  $CC$  はすべての機能によく関与している。 $H_{max}$  は  $Y_1$  の混交林のみに  $CC$  と共に作用したが、 $N_p$  はどのケースにも作用しなかった。 $Y_3$  の混交林はどの判読因子とも not sig. であった。ちなみに各機能因子毎、人工林・混交林別、推定値  $\hat{Y}$  と実測値  $Y$  との対応性をグラフ上にチェックの結果はおおむね良好であった。

これらの結果にもとづき、対象地域の写真判読と全体に対する公益的機能の推定が実施されることになるが、その間にはさらにデータの補充と写真判読因子、機能因子等に対する若干のチェックが必要と認められる。それらは次報以下で検討を試みたい。

なお、本研究の実施に当り福岡県林試の竹下敬司、高木潤治、猪上信義、大島保輔の各氏および東日本航空の太田和夫君（当時学生）に現地調査とデータ解析の協力を受けた。また東京都水道局水源林事務所関係者には現地調査に多大の便宜をいただいた。ここに記し深謝の意を表する。