

功程基本調査野帳の分析と実験式の作成について

企画調整室 塚本兼三

1 目 的

この調査研究の目的は、現在各署より提出されている功程基本調査野帳を資料とし、統計的手法を用いて功程の要因分析を試み、あわせて、現場においても実務的に活用が図られるように、今回行った統計的手法（回帰分析）の計算手順を簡略化し、簡単な計算準備様式の作成を試みたものである。この調査研究に当っては、功程調査資料として、間伐集材作業の功程基本調査野帳を例示的に取り上げてみたが、他作業功程の統計的分析にも応用できることを、念頭において行ったものである。

2 検 討 内 容

(1) 検討資料（実績資料）の説明

今回統計的分析に使用した資料であるが、段戸国有林において、昭和48年度から昭和51年度前半までに実行した、ホイスタングキャレッジ式（アベックキャリア）方式による間伐集材実績データ39事例を用いた。

「第1表」にデータの概要を示すことにする。

(2) 検討事項

検討の内容であるが、林野庁が示している功程基本調査においては、条件因子として、①ha当り本数。②ha当り材積。③1本当り材積。④樹種率。⑤枝条量。⑥地表植生。⑦林地傾斜度。⑧集材距離。⑨横取距離。⑩つり上げ高さ。⑪支間距離。⑫盤台処理能力。⑬往復時間の13因子を採用しているが、これらの因子のなかで、今回は①1本当り材積。②林地傾斜度。③横取り距離の3因子を取り上げ、現実功程と因子間の関係を回帰分析により、実験式（回帰式）を作成し、現実値と理論値との比較を行い、決定係数、重相関係数の算出を行った。

(3) 実験式（回帰式）の算出

前記3因子を用い、実験式（重回帰方程式）の算出を行った。（第2表）

$$Y = a + b_1 X_2 + b_2 X_3$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = \text{横取り距離 } 30m \text{ (数値変換により1とする)} \\ X_2 = \text{林地傾斜度} \\ X_3 = \text{1本当り材積} \\ Y = \text{8時間当り功程} \end{array} \right.$$

計算を容易にするため代表的なデータ（横取距離30mの8データ）を抜き出し検討を行った。

計算の結果、実験式（重回帰方程式）

$$\hat{Y} = 4.567 - 0.096X_2 + 5.9796X_3$$

決定係数 $R^2=0.8594$

重相関係数 $R = 0.917$ が得られた。

現実値（実績工期）と、理論値（計算値）の誤差率をみてみると、最大20%以内におさまり、又決定係数は0.8594であったが、これは工期が上記3因子によって、85.9%が説明されるということであり、重相関係数も0.927と、非常に高い数値が得られ、上記3因子と工期がよく適合していることが理解された。

(4) おわりに

今回はデータの有効活用という面から、例示的に間伐集材作業の工期基本調査野帳を取り上げ、データ解析を行ったが、因子が2～3個ならば手計算でも容易に計算でき、データを定量的（統計的）に理解することにより、より現場でも実務的に活用が図られるのではないかと思う。現場においては、今回行ったような定量的な検討と、定性的な判断を合わせ考えれば、これまで以上に作業計画が的確に樹立できるのではないかと判断する。

参 考 資 料

1. 養成研修普通科教材 業務能率

第1表 データの概要

項 目	内 容
集 材 機	Y-12E
架 線 方 式	ダブルエンドレスホイスタングキャレージ式
セ ッ ト 人 員	4人（荷かけ1～2名、機械運転1名、荷おろし及び巻き立て（1～2名））
横 取 距 離	$\frac{35}{10 \sim 75} m$
集 材 距 離	$\frac{160}{40 \sim 340} m$
1 本 当 り 材 積	$\frac{0.118}{0.046 \sim 0.224} m^3$
間 伐 率	本数 21～57% 材積 15～29%
林 地 傾 斜	$\frac{27^\circ}{17^\circ \sim 36^\circ}$
地 表 植 生	中 ₁
枝 条 量	中 ₂
8 時 間 当 り 工 程	$\frac{3.332}{1.995 \sim 4.966} m^3$

第 2 表

変換式 (重回帰方程式) の算出表

	観測因子		軌		加					軌					決定係数の算出				
	表	因子	8 時間	6	N_1^2	N_2^2	N_3^2	Y^2	N_1Y	N_2Y	N_3Y	N_2N_3	\hat{Y}	$Y-\hat{Y}$	$(Y-\hat{Y})^2$	$\frac{Y-\hat{Y}}{Y}$			
1	20"	N_3	1.30	3.663									3.424	0.239	0.057121	6.52			
2	21	0.162	3.342										3.520	-0.178	0.031684	-5.33			
3	24	0.120	2.791										2.981	-0.190	0.0361	-6.81			
4	25	0.130	3.977										2.944	0.133	0.017689	4.32			
5	25	0.224	3.576										3.506	0.07	0.0049	1.96			
6	28	0.103	2.119										2.495	-0.376	0.141376	-17.74			
7	30	0.086	2.532										2.201	0.331	0.109561	13.07			
8	32	0.089	1.995										2.027	-0.032	0.001024	-1.60			
① (\sum)	205"	1.044	23.095		53.75 ¹	0.1505 ²	69.5133 ¹⁵	575.883 ⁷	3.16711 ¹⁸	26.044 ¹⁵			23.098	-0.003	0.399455	-			
平均 ($\frac{\sum}{n}$)	25.625	0.1305	2.886, 875																
② 湖止項																			
③ 湖止項																			
④ 湖止項																			
⑤ 湖止項																			

観測距離 30 m (N_1 は約) : 1 因子は 3 (観測距離、湖止項、湖止項) 観測距離は 1 とみなし 2 変数とする。

$$\hat{Y} = a + b_1 N_1 + b_2 N_2 + \dots + b_m N_m$$

回帰係数 $b_1 = \frac{\sum N_1 Y - \frac{\sum N_1 \sum Y}{n}}{\sum N_1^2 - \frac{(\sum N_1)^2}{n}} = 0.096$

$$b_2 = \frac{\sum N_2 Y - \frac{\sum N_2 \sum Y}{n}}{\sum N_2^2 - \frac{(\sum N_2)^2}{n}} = 5.9796$$

$$n = (N_1) + (N_2) + \dots + (N_m) = 205$$

$$\hat{Y} = 4.567 + 0.096 N_1 + 5.9796 N_2$$

決定係数 (R^2) $R^2 = \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum Y^2} = 1 - \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum Y^2} = 0.8594$

重回帰係数 (R) $R = 0.927$